

Materials Research Society of Korea,
Fall Conference 2024

2024 한국재료학회 추계학술대회

2024. 11. 13.(수) - 15.(금)
웨스틴 조선 부산

주최

사단법인 한국재료학회

후원

KC-ST
한국과학기술단체총연합회

협찬

DGTP
대구테크노파크

E-창성
한국과학기술단체총연합회

SMS
Special Materials Source

본 사업은 기획재정부의 복권기금 및 과학기술정보통신부의 과학기술진흥 기금으로 추진되어 사회적 가치 실현과 국가 과학기술 발전에 기여합니다.

This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies(KOFST) Grant funded by the Korean Government.

www.mrs-k.or.kr



한국재료학회
Materials Research Society of Korea

Materials Research Society of Korea,
Fall Conference 2024

2024 한국재료학회 추계학술대회

2024. 11. 13.(수) - 15.(금)

웨스틴 조선 부산

주최

사단법인 한국재료학회

후원

KC-ST
한국과학기술단체총연합회

협찬

DGTP
대구테크노파크

E-창성
한국과학기술단체총연합회

SMS
Special Materials Source

◆ 목 차 ◆

모시는 글	2
2024 한국재료학회 추계학술대회 조직위원회	3
2024년도 추계학술대회 특별심포지엄, 콜로키움 및 정규세션 오거나이저 목록	4
학술 발표대회 종합 시간표	5
2024년도 추계학술대회 학술대회장 안내도 도면	8
회원 출장 의뢰 공문	10
기조강연	11
특별심포지엄	12
구두발표	23
포스터발표	40
행사안내	71
좌장목록	76
협찬 기업 목록	78
전시참가 기업·기관 목록	79
광고참가 기업·기관 목록	80
저자색인	81

◆ 모시는 글 ◆

존경하는 한국재료학회 회원 여러분,

여러분의 변함없는 성원과 적극적인 참여 덕분에 한국재료학회는 우리나라 재료 분야의 연구와 산업 발전을 이끄는 중심 학회로 자리매김하였습니다. 특히, 2023년부터 춘계학술대회를 세계재료총회(GCIM)로 국제화하여, 1회와 2회를 성황리에 개최하였고, 이를 통해 세계 소부장(소재 · 부품 · 장비) 분야를 선도하는 대표 학회로 도약하고 있습니다. GCIM을 K-MRS International Spring Meeting으로 확고히 자리 잡을 수 있도록 학회 임원진은 내년도 행사 준비에 최선을 다하고 있습니다.

2024년도 한국재료학회 춘계학술대회가 오는 11월 13일(수)부터 15일(금)까지 웨스틴 조선 부산 호텔에서 개최됩니다. 이번 춘계학술대회는 국내 학술대회로 진행되며, LG에너지솔루션 김제영 CTO께서 'LG에너지솔루션의 배터리 기술'을 주제로 기조강연을 해주실 예정입니다. 또한, 정규 세션 외에도 제1회 신진연구자 초청 심포지엄과 최근 주목받고 있는 주제를 다룬 특별 세션들이 준비되어 있어, 최신 연구 동향을 공유하고 배울 수 있는 귀중한 시간이 될 것입니다.

한국재료학회의 모든 성과는 회원 여러분들의 헌신과 열정의 결실입니다. 연구와 업무로 바쁜 중에도 이번 춘계학술대회에 많은 분들이 참석하셔서, 학문적 교류와 친목을 도모하는 뜻깊은 자리가 되기를 바랍니다.

2024년도 춘계학술대회에서 회원 여러분들을 직접 뵙기를 기대합니다.

감사합니다.

2024년 11월

2024년도 춘계학술대회 조직위원장 김 윤 기

◆ 2024 한국재료학회 추계학술대회 조직위원회 ◆

조직위원회	위원장	김윤기(국립한밭대학교)
	1) 총무/진행 분과	정종율(충남대학교)
	2) 프로그램 분과	이인환(고려대학교), 신병하(한국과학기술원)
	3) 재무분과	권도균(한국항공대학교)
	4) 시상/경품	정대용(인하대학교), 윤희숙(한국재료연구원)
	5) 전시/협찬	김형욱(한국재료연구원), 윤재호(한국에너지공과대학교)
	6) 홍보/홈페이지	김재현(대구경북과학기술원)
	7) 현지위원장	김양도(부산대학교)
	8) 현지위원	남태원(부산대학교), 이정우(부산대학교)

◆ 2024년도 추계학술대회 특별심포지엄, 콜로키움 및 정규세션 오거나이저 목록 ◆

분야	Organizer
반도체 박막 재료 및 공정 시뮬레이션 심포지엄 (Symposium on Materials and Process Simulation of Semiconductor Thin Films)	권용우(홍익대)
올리빈 구조 양극 기반 고안전성/저비용 고에너지밀도 이차전지 (Olivine Structured Cathode Materials for High-Stability and Low-Cost Li-Ion Batteries)	김천중(충남대) 박정진(KIST)
양자점 소재 기술 특별심포지엄 (Special symposium on quantum dot materials and technology)	홍현선(성신여대)
여성 재료학자 특별심포지엄 (Woman in Materials Science and Engineering)	조소혜(KIST)
고효율 전력변환용 Ni-free 자성 페이스트 소재 및 부품화 기술개발 (Development of Ni-free magnetic paste material and componentization technology for high-efficiency power conversion)	김성배((주)창성))
한국재료연구원 특별심포지엄 (극한재료연구 소개) (KIMS symposium (Introduction of Extreme Materials Research in KIMS))	이창훈(KIMS)
차세대뿌리기술 융합 심포지엄 (Next Generation Ppuri Technology fusion symposium)	강정석(KITECH)
콜로키움: 촉매개발의 뉴 패러다임: 현실과 이론의 교차 (New Paradigm in Catalyst Development: Intersestion between Real and Theory)	신기현(국립한밭대)
신진연구자 특별심포지엄 (Special Symposium by New Riising Researcher)	김재현(DGIST) 김형욱(KIMS)
A. 전자/반도체 재료	박원일(한양대)
B. 바이오 소재	김기수(부산대)
C. 에너지 재료	김천중(충남대)
D. 구조 재료	김형욱(KIMS)
E. 나노/박막 재료	라용호(전북대)
F. AI/전산 재료	이동화(포항공대)
G. 광기능/디스플레이 재료	김연상(서울대)
H. 센서/환경 재료	김봉훈(DGIST)
I. 복합 소재	김진봉(KIMS)

◆ 학술 발표대회 종합 시간표 ◆

11월 13일 (수요일)

발표장	A발표회장 (그랜드볼룸B) 〈1층〉	B발표회장 (그랜드볼룸A) 〈1층〉	C발표회장 (로즈+라일락) 〈2층〉	D발표회장 (톨립) 〈2층〉	E발표회장 (코스모스) 〈2층〉	F발표회장 (바이올렛) 〈2층〉	G발표회장 (피오니) 〈2층〉	포스터발표장 (주니어볼룸) 〈2층〉
시간	등 록							

11월 14일 (목요일)

시간\발표장	A발표회장 (그랜드볼룸B) 〈1층〉	B발표회장 (그랜드볼룸A) 〈1층〉	C발표회장 (로즈+라일락) 〈2층〉	D발표회장 (톨립) 〈2층〉	E발표회장 (코스모스) 〈2층〉	F발표회장 (바이올렛) 〈2층〉	G발표회장 (피오니) 〈2층〉	포스터발표장 (주니어볼룸) 〈2층〉
08:30~	등 록							
09:00~10:15	한국재료연구원 특별심포지엄 (극한재료연구 소개) 좌장: 오창영 (KIMS) SF1~SF4 좌장: 이창훈 (KIMS) SF5~SF9 (09:00~12:10)	에너지 재료 I 좌장: 박정진 (KIST) C1~C5 (09:00~10:00)	한-중 이차전지 정책기술 교류협력 심포지엄 좌장: 김재현 (DGIST) (09:00~12:20)	차세대뿌리기술 융합 심포지엄 좌장: 이승준 (한국공학대) SG1~SG12 (09:00~12:30)	나노/박막 재료 I 좌장: 전대우 (KICET) E1~E5	광기능/디스 플레이 재료 I 좌장: 김현석 (동국대) G1~G4 (09:00~10:00)	구조 재료 I 좌장: 김형욱 (KIMS) D1~D5	
10:15~10:25		휴식			휴식	휴식	휴식	
10:25~11:40		에너지 재료 II 좌장: 김현석 (동국대) C6~C12 (10:25~12:10)			나노/박막 재료 II 좌장: 박유신 (KIST) E6~E10	바이오 소재 I 〈초청강연 BI-1〉 석영웅 (전남대) 좌장: 김기수 (부산대) B1~B3 (10:25~11:35)	구조 재료 II 〈초청강연 DI-1〉 김형욱 (KIMS) 좌장: 박찬희 (KIMS) D6~D8 (10:25~11:35)	
11:40~12:30								
10:30~11:30	포스터 발표 I P1~P140							포스터 부착시간: 09:00~12:00 포스터 집중심사: 10:30~11:30 포스터발표 (장소: 주니어 볼룸) 진행: 이인환, 신병하 P1~P140

◆ 학술 발표대회 종합 시간표 ◆

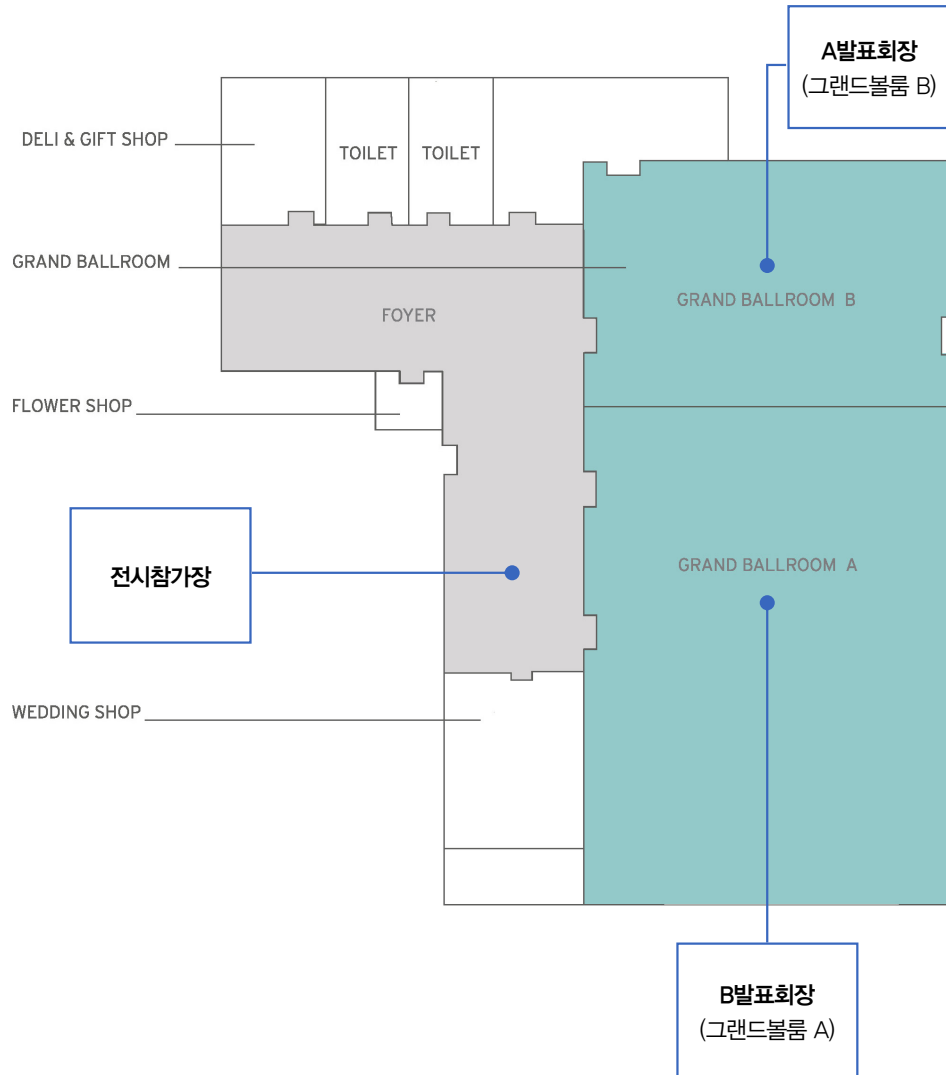
11월 14일 (목요일)								
발표장 시간	A발표회장 (그랜드볼룸B) 〈1층〉	B발표회장 (그랜드볼룸A) 〈1층〉	C발표회장 (로즈+라일락) 〈2층〉	D발표회장 (튤립) 〈2층〉	E발표회장 (코스모스) 〈2층〉	F발표회장 (바이올렛) 〈2층〉	G발표회장 (피오니) 〈2층〉	포스터발표장 (주니어볼룸) 〈2층〉
13:00~14:15	나노/박막 재료 III 좌장: 배효정 (KOPI) E11~E15	신진연구자 특별심포지엄 좌장: 강주훈 (성균관대) SI1~SI4 좌장: 김형욱 (KIMS) SI5~SI8 (13:00~16:30)	올리빈 구조 양극 기반 고안전성 / 저비용 고에너지밀도 이차전지 좌장: 박정진 (KIST) SB1~SB4 좌장: 김천중 (충남대) SB5~SB8 (13:00~16:30)	반도체 박막 재료 및 공정 시뮬레이션 심포지엄 좌장: 권용우 (홍익대) SA1~SA8 (13:00~16:30)	고효율 전력변환용 Ni-free 자성 페이스트 소재 및 부품화 기술개발 좌장: 김성배 (㈜창성) SE1~SE6 (13:00~16:30)	콜로키움- 촉매개발의 뉴 패러다임: 현실과 이론의 교차 좌장: 신기현 (국립한밭대) SH1~SH8 (13:00~16:30)	구조 재료 III 좌장: 성효경 (국민대) D9, D11 (13:00~13:30)	포스터 부착시간: 14:00~17:00 포스터 집중심사: 15:30~16:30 포스터발표 (장소: 주니어 볼룸) 진행: 이인환, 신병하 P141~P285
14:15~14:25	휴식						휴식	
14:25~16:30	나노/박막 재료 IV 〈Keynote〉 (2024 학술상 수상강연) 김상우 (연세대) 좌장: 라용호 (전북대) E16~E18 (14:25~15:35)						센서/환경 재료 I 좌장: 김장환 (아주대) H1~H5 (13:40~14:55)	
							휴식	
							전자/ 반도체 재료 I 좌장: 한정환 (서울과기대) A1~A5 (15:05~16:20)	
15:30~16:30	포스터 발표 II P141~P285							
16:30~16:40	휴식							
16:40~17:20	〈기조강연〉 “LG에너지솔루션의 배터리 기술” 김제영(LG에너지솔루션) 좌장: 김윤기(국립한밭대) (장소: A발표회장(그랜드볼룸B))							
17:30~18:00	정기총회 (장소: A발표회장(그랜드볼룸B))							
18:00~18:10	휴식							
18:10~	간담회(수상식 포함) (장소: 그랜드볼룸A)							

◆ 학술 발표대회 종합 시간표 ◆

11월 15일 (금요일)									
발표장	A발표회장 (그랜드볼룸B) <1층>	B발표회장 (그랜드볼룸A) <1층>	C발표회장 (로즈+라일락) <2층>	D발표회장 (톨립) <2층>	E발표회장 (코스모스) <2층>	F발표회장 (바이올렛) <2층>	G발표회장 (피오니) <2층>	포스터발표장 (주니어볼룸) <2층>	
시간									
08:30~	등 록								
09:00~10:00	전자/ 반도체 재료 II 좌장: 박원일 (한양대) A6~A9	에너지 재료 III 좌장: 유영상 (충북대) C13~C16	양자점 소재 기술 특별심포지엄 좌장: 김재엽 (건국대) SC1~SC5 좌장: 홍현선 (성신여대) SC6~SC9 (09:00~12:00)	여성 재료학자 특별심포지엄 좌장: 조소혜 (KIST) SD1~SD6 (09:00~11:50)	센서/환경 재료 II 좌장: 김봉훈 (DGIST) H6~H9	광기능/디스 플레이 재료 II 좌장: 김연상 (서울대) G5~G8	AI/전산 재료 좌장: 신기현 (국립한밭대) F1~F3 (09:00~09:45)		
10:00~10:10	휴식	휴식			휴식	휴식	휴식		
10:10~10:55	전자/ 반도체 재료 III 좌장: 최창환 (한양대) A10~A12	에너지 재료 IV 좌장: 이상욱 (경북대) C17~C22 (10:10~11:40)			복합 소재 좌장: 최현석 (KIMS) I1~I2 (10:10~10:40)	광기능/디스 플레이 재료 III 좌장: 김연상 (서울대) G9~G12 (10:10~11:10)	구조 재료 IV <초청강연 DI-2> 박노근 (영남대) 좌장: 이은경 (한국해양대) D13~D14 (10:10~11:05)		
10:55~12:00									
12:00~12:30	우수발표논문 및 포스터 시상식, 경품 추첨, 폐회 (장소: B발표회장(그랜드볼룸A))								

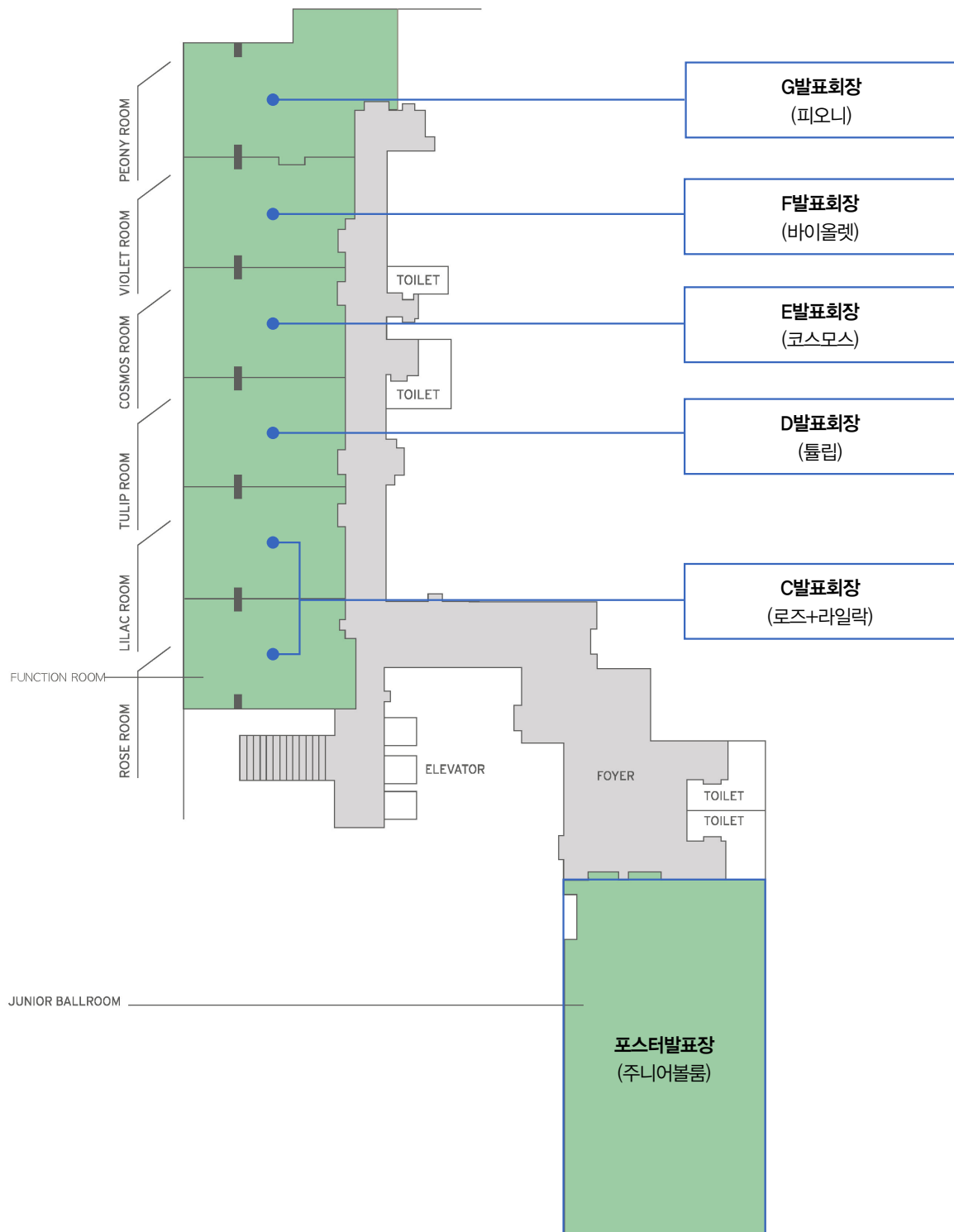
◆ 2024년도 추계학술대회 학술대회장 안내도 도면 ◆

GRAND BALLROOM /1F



◆ 2024년도 추계학술대회 학술대회장 안내도 도면 ◆

JUNIOR BALLROOM & SMALL FUNCTION ROOM /2F





한국재료학회
Materials Research Society of Korea

한재학: 2024 - 50
수 신: 각기관장
제 목: 회원 출장 의뢰

2024. 7. 26.

본 학회 2024년도 추계학술발표대회를 다음과 같이 개최하오니 귀 기관에 근무하는 본 학회 회원들이 많이 참석할 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.

◆ 다 음 ◆

- 일 시: 2024년 11월 13일(수) ~ 11월 15일(금)
- 장 소: 웨스틴 조선 부산
- 행 사: 진행표 참조

사단법인 한국재료학회장 김 진 혁



기조강연



2024년도 한국재료학회 추계학술대회

A발표회장(그랜드볼룸B)



2024년 11월 14일 (목요일)


기조강연 (16:40~17:20)

좌장: 김윤기(국립한밭대)

PT-1 LG 에너지솔루션의 배터리 기술
김제영[†]
LG에너지솔루션 CTO



D발표회장(톨립)

 2024년 11월 14일 (목요일)

반도체 박막 재료 및 공정 시뮬레이션 심포지엄 (13:00~16:30)

좌장: 권용우(홍익대)

SA-1 Molecular dynamics simulation technique to obtain information related to crystallization of HfO_2

13:00 김영광[†]
버추얼랩

SA-2 Compound Semiconductor Solar Cells Fabricated on Unusual Substrates

13:25 이성민[†]
한양대학교

SA-3 Analyzing plasma sources for semiconductor etch processes using a global model

13:50 권득철[†]
한국핵융합에너지연구원

SA-4 차세대 3차원 반도체 제조를 위한 플라즈마 식각 공정 전산모사

14:15 임연호[†]
전북대학교

SA-5 In situ observation of structural evolution of amorphous thin film

14:50 송경[†]
한국재료연구원

SA-6 메모리 소자 응용을 위한 산화물 반도체 박막의 다결정 증착 및 특성 분석

15:15 정재경[†]
한양대학교 융합전자공학부

SA-7 원자층변조 기반 고품질 다성분계 극초박막의 증착연구

15:40 오일권^{1†}, 이한보람^{2†}, 광병하¹, 김현미³
¹아주대학교 지능형반도체공학과; ²인천대학교 신소재공학과; ³한국전자기술연구원

SA-8 Thin film microstructure simulation using phase-field method

16:05 Yongwoo Kwon[†]
Hongik University

C발표회장(로즈+라일락)

2024년 11월 14일 (목요일)

올리빈 구조 양극 기반 고안전성/저비용 고에너지밀도
이차전지 (13:00~16:30)

좌장: 박정진(KIST), 김천중(충남대)

- SB-1** Synthesis of iron phosphate via coprecipitation for the micrometric LiFePO_4 cathode
13:00 김천중[†]
충남대학교 공과대학 신소재공학과
- SB-2** 올리빈 결정구조 기반 리튬양극소재를 통한 고에너지밀도 리튬이온전지 개발
13:25 박정진^{1,2,3†}, 황원찬¹, 김재환¹, 고은서¹, 이서진¹
¹한국과학기술연구원 (KIST); ²과학기술연합대학원대학교 (UST); ³경희대학교
- SB-3** 계산과학 데이터 주도 올리빈계 양극소재 설계 전략
13:50 김두호^{1,2†}
¹경희대학교 기계공학과; ²KHU-KIST 융합과학기술학과
- SB-4** Strategies for improving energy density and performance of electrodes containing LiFePO_4
14:15 김종민[†], 임안섭, 김성수, 엄지용[†]
한국자동차연구원
- SB-5** Chemomechanical coupling of the phase distribution in phase-separating Li_xFePO_4
14:50 Young-Sang Yu[†]
Department of Physics, College of Natural Science, Chungbuk National University
- SB-6** Development of High-Density Thick Electrodes Based on Olivine-Structured Cathode Materials
15:15 유정근[†]
한국과학기술연구원 (KIST)
- SB-7** 리튬이차전지용 폴리머나인 기반 고에너지밀도 양극재 디자인
15:40 김민경[†]
광운대학교
- SB-8** Unlocking the Potential of Internal Dynamics in Ni-Rich Cathodes Blended with LiFePO_4 to Address First Cycle Irreversible Capacity Loss and Degradation
16:05 김민규[†], 강명수, 오세현
인하대학교

특별심포지엄 3



2024년도 한국재료학회 추계학술대회

C발표회장(로즈+라일락)

2024년 11월 15일 (금요일)

양자점 소재 기술 특별심포지엄 (09:00~12:00)

좌장: 김재엽(건국대), 홍현선(성신여대)

SC-1 양자점 기반 광검출 소자의 성능 개선 전략 소개

09:00 강진현[†], 김용득
(재)철원플라즈마산업기술연구원

SC-2 Wearable Applications of Nanostructure-Based Chemical and Biosensors

09:20 임효령[†]
국립부경대학교

SC-3 유기/무기용액 기반 반도체 나노입자 합성기술

09:40 김영국[†]
한국재료연구원

SC-4 광형태형성 유도 식물조명 연구개발 소개

10:00 배성환, 김용득[†]
철원플라즈마산업기술연구원 광/디스플레이융합사업본부

SC-5 ZnSe 계열 양자점 제조 기술개발 및 동향

10:20 홍현선[†]
성신여자대학교

SC-6 원격 양자점 부품이 디스플레이 및 조명의 광특성에 미치는 영향에 대한 연구

10:45 고재현[†]
한림대학교

SC-7 조성구배 껍질 구조의 양자점 합성과 소자로의 응용

11:05 정다운[†], 이승환, 백소현, 권용범
한국생산기술연구원

SC-8 양자점 표면 리간드 활용 전략: 표면 결함 제어 및 미세 패턴 형성 기술

11:25 오누리[†]
한양대학교 신소재공학부

SC-9 Highly-Efficient Solar Hydrogen Production Using Quantum Dot Photosensitizers

11:45 김재엽[†]
건국대학교

특별심포지엄 4



2024년도 한국재료학회 추계학술대회

D발표회장(톨립)

2024년 11월 15일 (금요일)

여성 재료학자 특별심포지엄 (09:00~11:50)

좌장: 조소혜(KIST)

SD-1 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CNF}$ 에서의 자발적 산화-환원 반응에 의한 수질 오염물질 분해연구

09:05 박이슬[†]
국립부경대학교

SD-2 우주 현지자원 활용 달 기지 건설 기술 개발

09:30 김영재[†], 진현우, 이장근, 신휴성
한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부

SD-3 Phosphorus-free glass electrolyte with superionic conductivity

09:55 In Young Kim[†]
Department of Chemistry and Nanoscience, College of Natural Sciences, Ewha Womans University, Seoul 03160, Republic of Korea

SD-4 Tailoring Functionality in Nanostructured Polymer Electrolytes

10:30 박문정[†]
포항공과대학교

SD-5 New Era of Plasma-Engineering for Materials Synthesis in Sustainable Energy Applications

10:55 Oi Lun Helena Li[†]
Pusan National University

SD-6 Flexible and sustainable nanofiber materials for energy and environmental applications

11:20 윤지선[†]
한국세라믹기술원
(유진상 수상자 초청강연)



2024년 11월 14일 (목요일)

고효율 전력변환용 Ni-free 자성 페이스트 소재 및 부품화 기술개발 (13:00~16:30) 좌장: 김성배(주)창성

SE-1 고효율 전력변환용 Ni-free 자성페이스트 소재 및 부품화 기술 개발

13:00 김성배[†]
(주)창성

SE-2 Development of Ultrafine Fe-based Alloy Powders by High Pressure Water Atomization Technology for Soft Magnetic Applications

13:30 Hee-Soo Kang[†], Eon-Byeong Park
Materials & Processing Research Laboratory, Research Institute of Industrial Science & Technology

SE-3 자성페이스트를 활용한 Multimodal 코어 제조 및 AI 기반 배합비 최적화

14:00 정재원[†], 김혜란, 장경미
한국재료연구원

SE-4 수소연료전지 자동차 및 UAM용 DC-DC 컨버터의 자성 소자 개발 동향

14:30 김민재[†]
넥스트그리드

SE-5 전력변환과 전력용 반도체

15:00 김상일[†]
국립순천대학교 전기공학과

SE-6 표준특허의 이해와 표준특허를 활용한 사업화 전략

15:30 이학균[†]
한국특허전략개발원-전략기획표준특허팀



2024년 11월 14일 (목요일)

한국재료연구원 특별심포지엄(극한재료연구 소개) (09:00~12:10) 좌장: 오창영(KIMS), 이창훈(KIMS)

- SF-1** 한국재료연구원 극한재료연구소 및 주요 연구결과 소개
 09:00 이창훈[†]
 한국재료연구원 극한재료연구소
- SF-2** 가스터빈용 단결정 초내열합금 개발 동향과 국산 Re-free 단결정 초내열합금
 09:20 도정현[†], 최백규, 정중은, 김인수, 이상원
 한국재료연구원
- SF-3** 우주발사체 엔진용 극한환경 코팅기술
 09:40 변응선[†]
 한국재료연구원
- SF-4** 고분자 함침 열분해법에(PIP) 활용가능한 산화계 지르코늄 기반 세라믹 전구체 소개
 10:00 소재일, 이건호, 김성훈, 박민성, 이세훈[†]
 한국재료연구원
- SF-5** 소형모듈원자로 및 가동원전 적용 주요 연구개발 기술 소개
 10:30 오창영[†]
 한국재료연구원
- SF-6** 차세대 소형모듈원자로용 초고내식 경량 내열 페라이트계 합금 소재 기술
 10:50 임가람[†]
 한국재료연구원
- SF-7** 초고강도 철강 소재의 내수소취성 향상 연구
 11:10 윤지성[†], 김성훈, 박형권, 이창훈
 한국재료연구원 극한재료연구소
- SF-8** 불균일 핵생성된 거대상에 의한 금속의 강화
 11:30 한승전[†]
 한국재료연구원
- SF-9** 한국재료연구원 3D프린팅 연구분야 소개
 11:50 오동진¹, 송상우^{2†}
¹3D프린팅 공정연구센터; ²원자력안전연구단/3D프린팅 공정연구센터

D발표회장(톨립)


2024년 11월 14일 (목요일)

차세대뿌리기술 융합 심포지엄 (09:00~12:30)

좌장: 이승준(한국공학대)

- SG-1 뿌리산업 실태조사 및 현황 분석**
초청강연 이지숙[†]
09:10 한국생산기술연구원
- SG-2 Dynamic recrystallization behavior and textural evolution of medium-Mn steel after friction-stir welding (FSW)**
일반구두 최효남, 이승준[†]
09:30 Department of Advanced Materials Engineering, Tech University of Korea (TU Korea)
- SG-3 탄소섬유 강화 나일론 복합재의 적층제조기반 물성분석 및 금형응용**
일반구두 이주열¹, 김옥배^{2,†}, 윤현섭¹
09:40 ¹한국공학대학교 기계설계공학과; ²한국공학대학교 기계설계공학부
- SG-4 Remote Plasma ALD를 이용한 저손상 ZrO₂박막의 증착 및 전하포획 메모리 응용에 관한 연구**
일반구두 이찬희¹, 이희철^{2,†}, 김소원^{2,†}
10:00 ¹한국공학대학교 IT반도체융합공학과; ²한국공학대학교 신소재공학과
- SG-5 압출 적층에 의한 반결정성 수지-금속의 직접 접합에 관한 연구**
일반구두 윤현섭¹, 이주열¹, 김옥배^{1,2,†}
10:20 ¹한국공학대학교 기계설계공학과; ²한국공학대학교 기계설계공학부
- SG-6 연소탑 내부에서의 순산소 가스 및 버너 조건에 따른 가열 효율성 연구**
일반구두 조한울¹, 이하나¹, 박태은², 엄형식², 정용석^{1,†}
10:30 ¹한국공학대학교; ²동국제강
- SG-7 Directed Energy Deposition으로 제조된 Inconel 718 적층재의 결정립 미세화 및 등축화 연구**
일반구두 조덕현¹, 이재준¹, 박지영², 이육진², 이학성¹, 정중은^{3,†}, 전종배^{1,†}
10:40 ¹동아대학교 금속공학과; ²부산대학교 재료공학부; ³한국재료연구원 극한재료연구소
- SG-8 바이메탈 캐스팅법으로 제조된 Al-Sn/Al재의 응고지연에 기인한 응고 균열 메커니즘 분석**
일반구두 양희평¹, 심정현², 김동규^{1,†}, 전종배^{1,†}
10:50 ¹동아대학교 금속공학과; ²대한항공 정비본부
- SG-9 알루미늄 폼 제조 시 알루미늄과 스페이스 홀더 물질 간의 상대적 크기 비율 최적화**
일반구두 김성진¹, 최승혁¹, 손승배^{1,2}, 이석재^{1,2,†}
11:00 ¹전북대학교 신소재공학부; ²전북대학교 신소재개발연구센터
- SG-10 방전플라즈마소결로 제조된 Al-Zn-Mg-Cu-Si-Zr 소결합금의 500°C 온도에서 열 안정성과 미세조직 변화**
일반구두 이준호, 박성현, 이상화, 손승배, 정재길, 이석재[†]
11:20 전북대학교 신소재공학부
- SG-11 Ti첨가 SCR420H강의 미세조직과 결정립 조대화에 미치는 영향**
일반구두 최정호¹, 김성진¹, 정재^{1,2}, 이석재^{1,2,†}
11:30 ¹전북대학교 신소재공학부; ²전북대학교 신소재개발연구센터
- SG-12 멀티리터러시 시대의 XR실감기술**
초청강연 김범주[†]
11:40 (유) 유니티테크놀로지스코리아

F발표회장(바이올렛)

 2024년 11월 14일 (목요일)

콜로키움-촉매개발의 뉴 패러다임: 현실과 이론의 교차 (13:00~16:30) 좌장: 신기현(국립한밭대)

SH-1 Enhancing Water Splitting Efficiency: Accelerated Catalyst Discovery from First-Principles Insights

13:00 신혜영[†]
충남대학교 에너지과학기술대학원

SH-2 Computational Approach for Unveiling Key Factors Influencing Catalyst Reactivity

13:25 하현우¹, 최윤석⁴, 유미², 최혁², 안광진³, 정우철⁵, 김현유^{2†}
¹포스코홀딩스; ²충남대학교; ³울산과학기술원; ⁴한국에너지기술연구원; ⁵서울대학교

SH-3 Active learning approach in designig entropy alloy nanocatalyst

13:50 김용주[†]
고려대학교

SH-4 Designing High-Performance Catalysts through the Control of Single Atom Metal Structures

14:15 강준희[†]
부산대학교 나노에너지공학과

SH-5 촉매-담지체 일체형 수계 전기화학촉매 개발

14:50 윤기로[†]
한국생산기술연구원

SH-6 Electrochemical partial reduction of Ni(OH)₂ to Ni(OH)₂/Ni via coupled oxidation of an interfacing NiAl intermetallic compound for enhanced hydrogen evolution


15:15 이창수[†], 윤영화, 김민중
Korea Institute of Energy Research

SH-7 Understanding the structure-property relationship of catalytic materials by using atom probe tomography

15:40 Chanwon Jung[†]
Department of Materials Science and Engineering, Pukyong National University

SH-8 Rational Design of Perovskite Oxide-based Thermocatalytic Materials for Fuel Production

16:05 구본재[†]
성신여자대학교 화학-에너지융합학부

 2024년 11월 14일 (목요일)

신진연구자 특별심포지엄 (13:00~16:30)

좌장: 강주훈(성균관대), 김형욱(KIMS)

SI-1 Recent Advances and Overview of Ca-Ion Batteries for Next-Generation Energy Storage Systems

13:00 김상현[†]
인하대학교

SI-2 Calcination process design for advanced cathode materials

13:25 박혁준[†]
고려대학교 신소재공학부

SI-3 기능성 산화물 에피택셜 박막 성장의 최근 연구 동향

13:50 김지윤[†]
한국과학기술원

SI-4 Lighting/display smart textile system integrated with multifunctional fibre devices

14:15 신동욱[†]
국립한밭대학교

SI-5 Atomic Layer Deposition of Chalcogenide Materials for Futuristic Semiconductor Devices

14:50 유찬영[†]
홍익대학교 신소재공학전공

SI-6 Oxide Nanostructure-based Memristor Research for Bio-inspired Computing Applications

15:15 윤정호[†]
성균관대 신소재공학부

SI-7 극한환경용 고강도 고엔트로피합금 설계 및 미세조직 제어

15:40 배재웅[†]
국립부경대학교 융합소재공학부 금속공학전공

SI-8 고온 다습한 환경이 유도용접된 열가소성 복합재의 전단 강도에 미치는 영향 평가

16:05 최현석, 김진봉[†], 장홍규
한국재료연구원

C발표회장(로즈+라일락)

2024년 11월 14일 (목요일)

한-중 이차전지 정책기술 교류협력 심포지엄 (09:00~17:20)

좌장: 김재현(DGIST)

일시 : 2024년 11월 14일 09:00~17:20

장소 : 부산 해운대 웨스틴 조선호텔

주최: 중화인민공화국 주대한민국대사관, 한국재료학회

심포지엄 목적 : 심도 있는 교류를 통해 중한 양국의 이차전지 분야 최신 정책과 기술 발전을 논의하고, 산학연 각계의 교류와 협력을 증진한다.

시간	연사
09:00~09:20 개막식 및 기념촬영	<ol style="list-style-type: none"> 1. 주한중국대사관 참사관 Nan-ZHANG 2. 한국재료학회 회장 김진혁 3. 연태시산업기술연구원원장 Haichao-Wang 4. 부산대학교 도시공학과 정주철 공대학장
기념촬영	
09:20~10:40 정책교류	<ol style="list-style-type: none"> 5. 중국사회과학원공업경제연구소 Mei-BAI 연구원 Comparative Study of the Battery Industry Policies in China and South Korea 6. 한국산업연구원 조은교 연구위원 Analysis of Korea Battery Industry Supply Chain Structure and Korea-China Partnership Plan. 7. 중국과학원우한문헌정보센터 Yun-TANG 부연구원 International Development Trend Analysis of Rechargeable Battery Technology 8. 한국과학기술정책연구원 최해욱 연구위원 Establishment of a Life-cycle safety regulation based on the risk management of used EV batteries
10:40~12:20 기술교류 ①	<ol style="list-style-type: none"> 9. 중국산동과학기술대학 에너지저장기술학원 부원장 Xin-YANG 부교수 Seawater hydrogen production, hydrogen storage and solid oxide fuel cell power generation technology 10. 한국전기연구원 책임연구원/팀장 김응상 축전지를 이용한 전려저장시스템 전력계통 적용기술 11. 중국 화중과기대학 재료과학 및 공정학원 Lichao-JIA 교수 Energy storage technology based on reversible high temperature solid oxide cell 12. 한국교통대학교 인인석 교수 & Murali 박사 MXenes: From Surface Functionalization to Multifunctional Applications. 13. Chairman of Beijing Yiliu Haichuang Technology Co., Ltd You-long SHI
오찬	

C발표회장(로즈+라일락)

2024년 11월 14일 (목요일)

한-중 이차전지 정책기술 교류협력 심포지엄 (09:00~17:20)

일시 : 2024년 11월 14일 09:00~17:20

장소 : 부산 해운대 웨스틴 조선호텔

주최: 중화인민공화국 주대한민국대사관, 한국재료학회

심포지엄 목적 : 심도 있는 교류를 통해 중한 양국의 이차전지 분야 최신 정책과 기술 발전을 논의하고, 산학연 각계의 교류와 협력을 증진한다.

시간	연사
13:00~16:20 기술교류②	<ol style="list-style-type: none"> 충남대 조교수 김천중 Synthesis of iron phosphate via coprecipitation for the micrometric LiFePO₄ cathode KIST 선임연구원 박정진 올리빈 결정구조 기반 리튬양극소재를 통한 고에너지밀도 리튬이온전지 개발 경희대 기계공학과 조교수 김두호 계산과학 데이터 주도 올리빈계 양극소재 설계 전략 한국자동차 연구원 책임연구원 김종민 Strategies for improving energy density and performance of electrodes containing LiFePO₄ 충북대 물리학과 조교수 유영상 Chemomechanical coupling of the phase distribution in phase-separating Li_xFePO₄ KIST 책임연구원 유정근 Development of High-Density Thick Electrodes Based on Olivine-Structured Cathode Materials 광운대 전자재료공학과 조교수 김민경 리튬이차전지용 폴리머나인 기반 고에너지밀도 양극재 디자인 인하대 조교수 김민규 Unlocking the Potential of Internal Dynamics in Ni-Rich Cathodes Blended with LiFePO₄ to Address First Cycle Irreversible Capacity Loss and Degradation
16:40~17:20 기조강연	LG Energy Solution 김제영
만찬	

2024년 11월 14일 (목요일)

전자/반도체 재료 I (15:05~16:20)

좌장: 한정환(서울과기대)

- A-1**
15:05 **Effects of crystal size and resistance of VO₂(M) thin films on electrical switching characteristics of two terminal resistive switching devices**
구승환^{1,2}, 박동희^{2†}, 최현진^{1†}
¹연세대학교 신소재공학과; ²KIST 양자기술연구단
- A-2**
15:20 **Application of 2D Nanomaterials Exfoliated by Solution Process to Complementary Logic Devices**
박지윤, 강주훈[†]
School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU), Suwon 16419, Republic of Korea
- A-3**
15:35 **Dual Oxide Heterojunction Transistor with Negative Differential Transconductance: Implementation to Multi-Valued Logic Circuits**
신종찬¹, 진민호², 이지호¹, 이찬¹, 양현규⁴, 김연상^{1,2,3†}
¹Department of Chemical and Biological Engineering, and Institute of Chemical Processes, College of Engineering, Seoul National University, Seoul; ²Program in Nano Science and Technology, Graduate School of Convergence Science and Technology, Seoul National University, Seoul; ³Advanced Institute of Convergence Technology, Suwon; ⁴Samsung Electronics Company, 129 Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do
- A-4**
15:50 **90°C저온에서 증착된 p-i-n 비정질 실리콘 필름을 이용한 유연 포토다이오드 제작**
정예지¹, 권정대^{2†}
¹Department of Materials Science and Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea; ²Energy & Environment materials Research Division, Korea Institute of Materials Science, Changwon, Gyeongnam 51508, Republic of Korea
- A-5**
16:05 **Enhanced Memory Characteristics in MIFIS-FeFET using Si₃N₄ Charge Injection Layer**
Hyojin Ahn, Changhwan Choi[†], Hyunjin Lim, Sangkuk Han, Kisub Kim, Wonjae Choi, Youngseo Na
Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Republic of Korea

A발표회장(그랜드볼룸B)

2024년 11월 15일 (금요일)

전자/반도체 재료 II (09:00~10:00)

좌장: 박원일(한양대)

- A-6** Scalable remote modulation doping using solution-processed van der Waals heterostructure for optoelectronic synapses
09:00 천강진, 강주훈[†]
School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU)
- A-7** Crystallographically Controlled N-Terminated (111)-Textured TiN Electrodes for Enhanced Low-Voltage Switching (0.8 V) in Ferroelectric Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ Capacitors
09:15 박근형¹, 조용현¹, 이동현¹, 김세현¹, 한동희¹, 김호준², 이영환³, 박민혁^{1†}
¹서울대학교 재료공학부; ²한양대학교 기계공학과; ³전남대학교 신소재공학부
- A-8** Effects of ALD Deposition Temperature and Grain Size Engineering with HZO Seed Layer on FeFET Performance
09:30 최창환[†], 박준혁¹, 윤승현¹, 박경수¹, 정철원², 정현철¹, 여재언¹
¹Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Korea; ²Department of Energy Engineering, Hanyang University, Korea
- A-9** ZrO₂ Synaptic MFIS FeTFTs Employing Built-in Bias Formed by Asymmetric Metal Work-Function Engineering
09:45 Seunghyeon Yun¹, Changwan Choi^{1†}, Chulwon Chung², Kyungsoo Park¹, Junhyeok Park¹, Hyeoncheol Jeong¹, Jaeeon Yeo¹
¹Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Republic of Korea; ²Department of Energy Engineering, Hanyang University, Republic of Korea

전자/반도체 재료 III (10:10~10:55)

좌장: 최창환(한양대)

- A-10** Core-Shell BaTiO₃ Composites for BME Dielectric Layers: A Bottom-Up Nanosheet Approach
10:10 Tae Yeong Song, Na Yeon Kwon, Junwon Lee, Do-kyun Kwon[†]
한국항공대학교
- A-11** Enhancing the Dielectric Constant and Energy Storage Properties of PZT through Glass Homogenization via Aerodynamic Levitation
10:25 손예지, 김승욱, 김효민, 정대웅[†]
인하대학교 신소재공학과
- A-12** CuO-V₂O₅의 첨가가 (1-x)Li_{2.08}TiO₃-xLi₂ZnTi₃O₈ (x=0.4~0.6) 유전체의 소결 및 마이크로파 유전 특성에 미치는 영향
10:40 이유선, 이경호[†]
순천향대학교 전자재료소재장비융합공학과

F발표회장(바이올렛)



2024년 11월 14일 (목요일)

바이오 소재 I (10:25~11:35)

좌장: 김기수(부산대)

- B1-1** Biomaterials for biosensing and molecular diagnostics
초청강연 석영웅[†]
10:25 Department of Biotechnology and Bioengineering, Chonnam National University
- B-1** Chemical stability of gold-silica core-shell nanoparticles for bioimaging applications
10:50 Wang Sik Lee¹, Patricia Taladriz-Blanco¹, Barbara Rothen-Rutishauser¹, Alke Petri-Fink^{1,2†}
¹Adolphe Merkle Institute, University of Fribourg, Switzerland; ²Chemistry Department, University of Fribourg, Switzerland
- B-2** Bone-inspired self-adaptive porous composites
11:05 Sung Hoon Kang[†]
Korea Advanced Institute of Science and Technology
- B-3** Improved transparency of PLA films for food packaging based on biodegradability with PHA additives
11:20 함지연¹, 정대용^{2†}
¹인하대학교 금속재료공정공학과; ²인하대학교 신소재공학과

B발표회장(그랜드볼룸A)

2024년 11월 14일 (목요일)

에너지 재료 I (09:00~10:00)

좌장: 박정진(KIST)

C-1 탄소 기반 활물질의 기공 구조 제어를 통한 에너지 저장 전극의 전기화학적 성능 향상
09:00 김형래, 안효진[†], 조명훈
서울과학기술대학교 신소재공학과

C-2 Synthesis of iron phosphate precursor via coprecipitation for cathode materials
09:15 임정우, 김천중[†]
충남대학교

C-3 발 표 취 소

C-4 공침 조건에 따른 고망간 전구체 형성 경향 및 특성 평가
09:30 김범수, 김천중[†]
충남대학교

C-5 Nano-imaging and microbeam diffraction techniques for advanced materials analysis
09:45 Daseul Ham, Su Yong Lee[†]
Pohang Accelerator Laboratory

B발표회장(그랜드볼룸A)



2024년 11월 14일 (목요일)

에너지 재료 II (10:25~12:10)

좌장: 김현석(동국대)

- C-6** Investigation of the Mechanism of Direct Chemical Synthesis Using Glycine
10:25 김나윤, 김천중[†]
충남대학교
- C-7** Improving the electrochemical reaction rate by heteroatom doping
10:40 MAYUQI, 안효진[†]
서울과학기술대학교 신소재공학과
- C-8** Rational Design of Fe₉Ni₉S₁₆-FeS/CNTs Composite with Excellent Interfacial Characteristics towards High-Performance Na-Ion Batteries.
10:55 Shufeng Bo, Jun Woo Lee[†]
Pusan National University
- C-9** Simultaneous Evaluation of Thermal Stability and Chemical Change of Battery using ThermoGravimetric Analysis-Time of Flight Mass Spectrometry
11:10 Byung Gwon Jin^{1†}, Hyun Sik Kim¹, So-yeon Kim², Yeu Young Youn²
¹ASTA Inc., 7th FL, AICT Bldg, A, 145, Gwanggyo-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea;
²LG Energy Solution, LTD., Yuseong-gu, Daejeon 34122, Republic of Korea
- C-10** Implementing Steric Hindrance Effect towards Developing High Voltage Organic Materials for Batteries
11:25 Ri Vitalii¹, Giyeong Son², Chunjoong Kim^{3†}
¹Chungnam National University; ²Harvard University, USA; ³Department of Materials Science and Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Republic of Korea
- C-11** 미세 패터닝된 집전체를 이용한 에너지저장소자의 특성 변화
11:40 김운태, 조명훈, 안효진[†]
서울과학기술대학교 신소재공학과
- C-12** Controlled synthesis and properties of polyvinylidene fluoride based metal-fluoride surface treatments for high-nickel NCM cathodes
11:55 이희상, 김천중[†]
충남대학교 신소재공학과

B발표회장(그랜드볼룸A)

2024년 11월 15일 (금요일)

에너지 재료 III (09:00~10:00)

좌장: 유영상(충북대)

C-13 Effect of Reaction Time and Ammonia on the iron phosphate Coprecipitation

09:00 서석원, 김천중[†]
충남대학교

C-14 투명전극 증착 온도 조절을 통한 CZTSSe 박막 태양전지의 효율 개선 연구

09:15 강동현, 김진혁[†]
전남대학교 신소재공학과

C-15 Enhancement of electrochemical characteristic through improved structural stability of Li-rich layered oxide with core-shell structure

09:30 구자훈^{1†}, 김천중^{2†}
¹충남대학교 나노공학연구소; ²충남대학교

C-16 양이온 도핑을 통한 CZTSSe 박막의 광전기적 특성 향상 및 이를 적용시킨 태양전지의 효율 향상 분석

09:45 김영록, 김진혁[†]
전남대학교 신소재공학과

에너지 재료 IV (10:10~11:40)

좌장: 이상욱(경북대)

C-17 태양광 수소 전환 효율 향상을 위한 그래다인으로 코팅된 구리산화물 광전음극 제작

10:10 손호기, 이인환[†]
고려대학교

C-18 Optimizing III-Nitride Nanostructures for Enhanced Hydrogen Efficiency via PEC Water Splitting

10:25 Jeong-Kyun Oh, Dae-Young Um, Bagavath Chandran, Sang-Wook Lee, Cheul-Ro Lee, Yong-Ho Ra[†]
Division of Advanced Materials Engineering, College of Engineering, Jeonbuk National University (JBNU), Jeonju, Republic of KoreaC-19 A Hybrid Photocatalyst for the Direct Conversion of Air-Captured CO₂ into Syngas.10:40 최충석^{1,2†}
¹성균관대학교 나노과학기술학과; ²성균관대학교 나노공학과

C-20 Fe-Cr 합금 내 Mn이 고온 내구성에 미치는 영향 및 SOFC용 분리판 소재로서 적용 가능성

10:55 김태훈, 권범수, 신지원, 임택형, 홍종은, 조동우, 김혜성, 송락현[†]
한국에너지기술연구원 수소연료전지연구실C-21 Fabrication and Analysis of Electrode from Rapid Alkaline Depolymerization of PET into Na₂TP with High-Performance MXene (Ti₃C₂T_x) on Nickel Foam Substrate for Hydrogen Evolution Reaction.11:10 Rahul Ramkumar, Dr. Jung Woo Lee[†]
Department of Materials Science and Engineering, Pusan National University

C-22 Natural Water Motion-induced Electricity Harvesting in Porous Semiconducting Films

11:25 김호정[†]
Institute of Chemical Processes, Seoul National University, Gwanak-ro 1, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

G발표회장(피오니)

2024년 11월 14일 (목요일)

구조 재료 I (09:00~10:15)

좌장: 김형욱(KIMS)


- D-1** Ag/Sc 미량원소 첨가가 Al-Zn-Mg-Cu 합금의 석출 거동에 미치는 영향
09:00 김용요¹, 어광준^{1,2}, 김수현¹, 손현우^{1†}
¹한국재료연구원 경량재료연구본부; ²과학기술연합대학원대학교 신소재공학
- D-2** Al-6Cu 합금의 전이 원소 Cr, Mn 및 Zr 의 복합 첨가를 통한 고온 노출 후 기계적 특성 및 미세조직 변화 분석
09:15 이현철, 방재희[†], 이은경[†]
국립한국해양대학교
- D-3** 고온 열처리된 Al-Mg-Si계 합금의 열안정성에 미치는 Ni 미량원소의 영향
09:30 남수민^{1,2}, 손현우^{1†}, 어광준¹, 최명식²
¹한국재료연구원; ²경북대학교
- D-4** Cos α 법을 사용한 sub-frame의 표면 잔류응력 측정 및 시뮬레이션과의 비교
09:45 곽나원, 방재희, 이현철, 이은경[†]
국립한국해양대학교 신소재융합공학과
- D-5** 용체화 열처리 시 냉각 패턴 및 합금원소 변화에 따른 Fe-Mn-Al-C계 경량철강의 미세조직 및 기계적 성질 변화에 대한 연구
10:00 권민지¹, 문준오^{1†}, 박성준²
¹국립창원대학교; ²한국재료연구원 극한재료연구소

구조 재료 II (10:25~11:35)

좌장: 박찬희(KIMS)

- DI-1** 항공부품용 고강도 알루미늄 합금판재 개발 현황
초청강연 김형욱[†], 조용희, 김원경, 이윤수
10:25 한국재료연구원 경량재료연구본부
- D-6** Al-Zn-Mg-Cu 합금의 강도 및 파괴인성에 미치는 석출상의 영향
10:50 성효경^{1†}, 조용희², 전서연¹, 정혜지¹, 김형욱², 최현주¹
¹국민대학교; ²한국재료연구원
- D-7** Al-Zn-Mg-Cu 합금의 열간 비틀림 시험에서 Zn 원소가 열간 가공성과 미세조직 변화에 미치는 영향
11:05 민병현¹, 박현순^{1†}, 손태오², 이지운³, 현승균¹
¹인하대학교; ²HD한국조선해양; ³공주대학교
- D-8** 박판 주조로 제조된 Al-8Zn-2.5Mg-xNi합금 판재의 기계적 특성
11:20 정대환^{1,2}, 김원경¹, 김양도², 이윤수^{1†}, 김형욱^{1†}
¹한국재료연구원 경량재료연구본부; ²부산대학교 재료공학부

G발표회장(피오니)

 2024년 11월 14일 (목요일)

구조 재료 III (13:00~13:30)

좌장: 성효경(국민대)

D-9 Ti-6Al-4V 합금의 유동연화 해석 고찰
13:00 박찬희[†]
한국재료연구원

D-10

발 표 취 소

D-11 Ce 첨가가 Ti-6Al-4V 합금의 절삭성에 미치는 영향
13:15 김나영^{1,2}, 박찬희^{1†}, 이육진^{2†}
¹한국재료연구원; ²부산대학교

D-12

발 표 취 소

G발표회장(피오니)

2024년 11월 15일 (금요일)

구조 재료 IV (10:10~11:05)

좌장: 이은경(한국해양대)

- D-2** 디지털 이미지 상관관계(DIC) 기법을 활용한 -196도 극저온에서의 금속 시편 변형 거동 연구
초청강연 박노근^{1†}, 이종원¹, 김효민², 허성준¹, 한희주¹
10:10 ¹영남대학교신소재공학과; ²(주)머티리얼솔루션파크
- D-13** Binderless WC 합금의 기계적 특성 향상을 위한 입자 성장 억제 및 고밀도화 실험
10:35 곽종민^{1,2}, 박민수¹, 신지윤¹, 전효주¹, 하국현^{1†}, 강남현^{2†}
¹한국재료연구원 나노재료연구본부; ²부산대학교 재료공학과
- D-14** Enhancing High-Frequency Magnetic Performance of Fe-Based Amorphous Alloy Powders Coated with Insulating Glass Frits
10:50 Seung-Wook Kim¹, Ye-Ji Son¹, Hyo-Min Kim¹, Tae-Kyung Lee^{1,2}, Dae-Yong Jeong^{1†}
¹Inha University Program in Semiconductor Convergence; ²Changsung Corporation

E발표회장(코스모스)

2024년 11월 14일 (목요일)

나노/박막 재료 I (09:00~10:15)

좌장: 전대우(KICET)

- E-1** Low temperature growth of GaN films with ion beam assisted magnetron sputtering
09:00 박용준¹, 윤창민¹, 백승엽¹, 김규림¹, 최요셉², 이인환^{1,2†}
¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학과
- E-2** Colloidal Synthesis of Antimony Sulfobromide Nanowire Bundles via Hot-injection Method
09:15 김다감¹, 백태종^{1,2†}
¹School of Integrative Engineering, Chung-Ang University, Seoul 06974, Republic of Korea; ²Department of Intelligent Semiconductor Engineering, Chung-Ang University, Seoul 06974, Republic of Korea
- E-3** Mass Production of High-Performance Metaholograms Using Sol-Gel Processed TiO2
09:30 송효인, 이현[†], 박성우, 이승연, 김보경, 김시우
Department of Materials Science and Engineering, Korea University
- E-4** 희생층을 사용하여 PDMS에 전사된 신축성 은 나노 와이어 투명전극
09:45 박은형, 정중희[†], 송예준, 이승헌
국립한밭대학교 신소재공학과
- E-5** Ultra-low Lasing Threshold in a One-dimensional Core-shell GaN/InGaN Nanowire System
10:00 엄대영, 이철로, 라용호[†]
전북대학교

나노/박막 재료 II (10:25~11:40)

좌장: 박유신(KIST)

- E-6** Quasi Van der Waals Epitaxy of GaN on amorphous substrate with reduced graphene oxide (rGO) buffer layer by sputtering
10:25 (그래핀 옥사이드 버퍼층을 적용한 비정질 기판 위 질화갈륨 박막의 에피택셜 성장 연구)
김규림¹, 박용준¹, 백승엽¹, 이인환^{2†}
¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학과
- E-7** 그래핀 간 Restacking을 억제하여 분산 안정성이 우수한 환원 그래핀 제조 및 활용 연구
10:40 (A novel approach for manufacturing of single layer reduced graphene oxide with inhibited restacking and ultrahigh stable dispersibility.)
박효원^{1,2}, 윤태영¹, 양우석^{1†}
¹한국전자기술연구원; ²연세대학교
- E-8** BCNO Film with Hybrid Inorganic-Organic Properties: Synthesis, Characterization, and Potential Applications
10:55 Sang Duck Park¹, Eunkyung Lee¹, Sejin Nam¹, Byong Lyong Choi¹, Dongmok Whang^{1,2†}
¹Department of Advanced Materials Science & Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU) - 2006, Seobu-Ro, Jangan-Gu, Suwon-Si 16419 (Republic of Korea); ²Samsung-SKKU Graphene Centre, Sungkyunkwan Advanced Institute of Nanotechnology (SAINT), Sungkyunkwan University (SKKU) - 2006, Seobu-Ro, Jangan-Gu
- E-9** High-efficiency composite sandwich-structured particulate matter air filters based on bamboo-derived nanofibers and substrates
11:10 김민지, 이유정, 윤지선[†]
한국세라믹기술원
- E-10** 전자기 차폐를 위한 나노결정질 NiCoFe 합금-탄소 복합소재의 대면적 응용
11:25 이지훈, 강주훈[†]
성균관대학교 신소재공학과

A발표회장(그랜드볼룸B)

2024년 11월 14일 (목요일)

나노/박막 재료 III (13:00~14:15)

좌장: 배효정(KOPTI)

E-11 광열효과를 이용한 고성능 나노촉매 개발

13:00 신의철, 김일두[†]
한국과학기술원

E-12 Enhanced HER activity of Ir nanocluster catalyst by cocatalytic effect of ZrO_{2-x} support in acidic condition

13:15 박종환¹, 김만수^{2,†}, 황동목^{1,3,†}
¹School of Advanced Material Science and Engineering, Sungkyunkwan University; ²Department of chemistry, Northwestern university; ³Sungkyunkwan Advanced Institute of Nanotechnology, Sungkyunkwan University

E-13 Synthesis of highly uniform calcium fluoride–lithium ytterbium fluoride heterodimers

13:30 김승현, 백태종[†]
중앙대학교

E-14 Metasurface Fabrication Using BaTiO₃ Nanoparticles Embedded Resin (nano-PER)

13:45 이현[†], 이승연, 김원중, 박찬웅, 성한상
Department of Materials Science and Engineering, Korea University

E-15 Cd를 도핑시킨 CZTSSe 박막 및 이를 적용시킨 광전기화학적 수전해 광음극의 특성 분석

14:00 장수영, Gaikwad Mayur Anandrao, 김진혁[†]
전남대학교 신소재공학과

나노/박막 재료 IV (14:25~15:35)

좌장: 라용호(전북대)

EI-1 Triboelectric Nanogenerator

Keynote Sang-Woo Kim[†]
(학술상 수상강연) Department of Materials Science and Engineering, Yonsei University
14:25

E-16 MOCVD 성장법의 헤테로 β -Ga₂O₃ 박막 특성 및 광 트랜지스터 특성

14:50 김선재^{1,2}, 전대우¹, 황완식², 박지현^{1,†}
¹한국세라믹기술원; ²한국항공대학교

E-17 이차원 물질의 결합농도 제어를 통한 용액공정 기반 다기능 논리연산 소자 어레이 제작

15:05 김재형, 강주훈[†]
School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU), Suwon 16419, Republic of Korea

E-18 PEALD로 증착 된 수분 배리어 필름 용 Zn-Al 기반 산화물 박막의 항균 기능성 평가

15:20 엄지호, 조태연, 조성근[†]
한국화학연구원

G발표회장(피오니)



2024년 11월 15일 (금요일)

AI/전산 재료 (09:00~09:45)

좌장: 신기현(국립한밭대)

- F-1** Understanding CO Oxidation at Au9/MO_x Interfaces: Reaction Mechanisms and Catalytic Efficiency through DFT
 09:00 김종석, 김현유[†], 최혁, 이주혁, 최예정
 Chungnam National University
- F-2** 페로브스카이트 태양 전지를 위한 친환경 용매 분자 스크리닝
 09:15 김진수¹, 노주환¹, 임진오^{1†}, 윤현성², 전남중^{2†}
¹한국화학연구원 화학데이터기반연구센터; ²한국화학연구원 광에너지연구센터
- F-3** Understanding the role of Ce-doping in Pt/ZrO₂ catalyst for CO oxidation
 09:30 Ju Hyeok Lee, Hyuk Choi, Hyun You Kim[†]
 Department of Materials Science and Engineering, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

F발표회장(바이올렛)

2024년 11월 14일 (목요일)

광기능/디스플레이 재료 I (09:00~10:00)

좌장: 김현석(동국대)

- G-1** Optical performace improvement of InGaN/GaN micro LEDs via lateral electrochemical etching
09:00 이상익, 손호기, 이인환[†]
고려대학교 신소재공학부
- G-2** Enhanced quantum efficiency of blue InGaN/GaN NanoLED arrays with sol-gel passivation and localized surface plasmon
09:15 백승재, 이인환[†]
고려대학교 신소재공학부
- G-3** Optimizing Ultra-Thin a-IGZO TFTs Performance Through Machine Learning-Driven Approaches
09:30 양현규¹, 박채영², 이응규^{2†}, 김연상^{1†}
¹Department of Chemical and Biological Engineering, and Institute of Chemical Processes, College of Engineering, Seoul National University; ²Department of Electronic Engineering, Kyung Hee University
- G-4** Multi-objective electrical optimization in Dual-layer oxide thin film transistors via machine learning
09:45 이지호¹, 유원호³, 이찬¹, 이응규^{2†}, 김연상^{1†}
¹서울대학교 공과대학 화학생명공학부; ²경희대학교 전자정보대학 전자공학과; ³삼성디스플레이

F발표회장(바이올렛)

2024년 11월 15일 (금요일)

광기능/디스플레이 재료 II (09:00~10:00)

좌장: 김연상(서울대)

- G-5** Homogenous metallization of through-glass vias with floating plating based on the synergistic effect of capillary rise and van der Waals (Capillary force와 Van deer Waals 기반의 유리 관통 전극 전해도금)
09:00 윤창민¹, 손호기², 이인환^{1,2†}
¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학과
- G-6** 리간드 및 이온성 액체를 이용한 녹색광 페로브스카이트 발광 다이오드의 특성
09:15 (Properties of green perovskite light-emitting diodes with ligand and ionic liquid)
정재윤, 명재민[†]
연세대학교 신소재공학과
- G-7** Integration of InGaN/GaN microrod light emitting diodes on flexible and peelable substrate via dielectrophoretic alignments
09:30 장필규¹, 조영훈¹, 이인환^{2†}
¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학부
- G-8** Uncovering the Origin of Spontaneous Vertical Emission in Nanorod LED Structures
09:45 김성운, 이민석, 엄대영, 오정균, Vignesh Veeramuthu, 라용호[†]
전북대학교

광기능/디스플레이 재료 III (10:10~11:10)

좌장: 김연상(서울대)

- G-9** Solvent-Free Aerosol Deposition of Perovskite Films Using Fumed Silica for Crystallite Size Control in High-Efficiency and Stable White LED Packages
10:10 홍지오¹, 김성훈^{1†}, 이준우², 오종민^{2†}
¹동의대학교 응용화학과; ²광운대학교 전자재료공학과
- G-10** Properties of pure blue perovskite nano crystals light-emitting diodes using in-situ passivation strategy
10:25 Cong Wang, 명재민[†]
연세대학교 신소재공학과
- G-11** 혼합 이온성액체를 이용한 청색광 페로브스카이트 발광다이오드의 특성
10:40 김민성, 명재민[†]
연세대학교 신소재공학과
- G-12** Development of vertically aligned InGaN/GaN nanorod light emitting diodes using dielectrophoresis
10:55 박지원¹, 조영훈², 장필규², 김상범², 백승재¹, 김태환¹, 이인환^{1,2†}
¹고려대학교 신소재공학부; ²고려대학교 반도체시스템공학과

G발표회장(피오니)



2024년 11월 14일 (목요일)

센서/환경 재료 I (13:40~14:55)

좌장: 김장환(아주대)

- H-1** Ultrahigh-Sensitive Temperature Sensor for Cutaneous Thermometry via Precious Metal Atomic Layer Deposition on V-MXene: Computational and Experimental Exploration
 13:40 강현진¹, 이정우^{1†}, 김수현^{2†}, Debananda Mohapatra²
¹부산대학교; ²울산과학기술원
- H-2** 맥신 기반 실시간 움직임 감지 압저항 센서 제작
 13:55 변정은¹, 이정우^{1†}, Debananda Mohapatra², 김수현²
¹부산대학교 재료공학과; ²울산과학기술원 반도체소재부품대학원
- H-3** Battery-free, Stealthy Neural Recorder for Deep Brain Recording in Non-Human Primates
 14:10 제갈장환, 오세혁, 장경인[†]
 대구경북과학기술원
- H-4** Bilayer oxide semiconductor sensors for sensitive and selective gas sensing
 14:25 정성용[†]
 국립공주대학교 신소재공학부
- H-5** Flash reduction of graphene oxide for temperature monitoring
 14:40 윤영준, 이정우[†]
 부산대학교 재료공학과

E발표회장(코스모스)

2024년 11월 15일 (금요일)

센서/환경 재료 II (09:00~10:00)

좌장: 김봉훈(DGIST)

- H-6 일회용 피부 패치 전자소자의 시각화를 위한 생분해성 전기변색 디스플레이**
 09:00 강세훈¹, 이주용², 박주현¹, 최성근³, 강승균^{1*}
¹서울대학교 재료공학부; ²Stanford University Bioengineering Department; ³한국과학기술연구원 생체재료연구센터
- H-7 Highly Durable Photonic Film for Efficient Daytime Radiative Cooling**
 09:15 박성우^{1,2}, 이현^{1,2*}, 박재인^{1,2}, 임한규², 하지성²
¹ZERC; ²Department of Materials Science and Engineering, Korea University
- H-8 AEM 수전해용 전이금속기반 OER 촉매 연구**
 09:30 이승훈¹, 김양도^{2*}, 박유세³, 김인태³
¹부산대학교 재료공학과; ²부산대학교 재료공학부; ³충북대학교 신소재공학과
- H-9 분무열분해 공정을 활용한 하이브리드 촉매 합성 및 특성 제어 연구**
 09:45 박다희[†]
 한국재료연구원

E발표회장(코스모스)



2024년 11월 15일 (금요일)

복합 소재 (10:10~10:40)

좌장: 최현석(KIMS)

- I-1 Advanced cover-free compact air filters based on directly electrospun core-shell nanofibers on mesh substrates
10:10 이유정, 김민지, 윤지선[†]
 한국세라믹기술원
- I-2 Extrinsic stretchable methods for strain control using chiral liquid crystal elastomers
10:25 신준현, 최수석[†], 박지윤, 남승민, 한상현, 양학준, 김동준
 POSTECH

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

포스터발표 |

- P-1 Thickness and Chlorine Effects on Resistive Switching and Photonic Synapse Properties of Halide Perovskite Thin Films**
Won Chang Choi¹, Yeonghun Yun², Yunmo Kang¹, Sangwook Lee^{1†}
¹School of Materials Science and Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, Republic of Korea; ²Department Perovskite Tandem Solar Cells, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH, 12489 Berlin, Germany
- P-2 Organic bistable memory devices of PMMA polymer matrix-based ZnO-C60 core-shell QDs nanocomposites**
Jinseo Park^{1,2}, Yong-Ho Ra¹, Jaeho Shim², Dong Ick Son^{2,3†}
¹Division of Advanced Materials Engineering, Engineering College, Research Center for Advanced Materials Development, Jeonbuk National University; ²Institute of Advanced Composite Materials, Korea Institute of Science and Technology; ³KIST School, Department of Nanomaterials and Nano Science, University of Science and Technology (UST)
- P-3 Evaluation of Contact Properties in AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistor Using the Bridge-Contact Resistance Method**
Hyunjung Lee¹, Donghan Kim¹, Jeonghoon Choe¹, Haechan Lee¹, Jiyeong Yun², Hongsik Park^{1,3†}
¹School of Electronic and Electrical Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, South Korea; ²Gumi Electronics & Information Technology Research Institute; ³School of Electronics Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, South Korea
- P-4 Continuous tuning of metal-insulator transition temperature in TiO₂/VO₂/TiO₂ tri-layer**
Sungwon Lee^{1,2}, Dong Kyu Lee^{1,2}, Hyeji Sim³, Yunkyu Park³, Si-Young Choi³, Junwoo Son^{1,2†}
¹Department of Materials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea; ²Research Institute of Advanced Materials, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea; ³Department of Materials Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH), Pohang 37673, Republic of Korea
- P-5 Atomic Layer Deposited InGaZnO_x Thin-Film Transistors for Low Subthreshold Swing and High Mobility**
최형석, 한동희, 정현우, 김재준, 박민혁[†]
 서울대학교 재료공학부
- P-6 Electrochemical etching-based lateral AlGaIn/GaN nanowire transistors**
Yejin Choi, Mallem Siva Pratap Reddy, Yu Na Lee, Meshesha, Mikiyas Mekete, Manal Zafar, Sungjin An[†]
 Kumoh National Institute of Technology
- P-7 Defect Engineering via Sputtering in Non-volatile Anti-ferroelectric HfxZr1-xO₂ Thin Films for Low-power, High-endurance**
정현우, 박민혁[†], 조용현
 서울대학교 재료공학부
- P-8 Comparative study on Nucleation Limited Switching in HfO₂/ZrO₂ Nanolaminates and (Hf, Zr)O₂ Solid Solutions**
조용현, 박민혁[†], 박근형, 이동현, 권태규, 이재욱
 서울대학교 재료공학부

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-9** Correlation between phase transition behavior and growth parameters of RF sputtered vanadium dioxide thin films
진혜수, 박동희[†]
한국과학기술연구원
- P-10** Artificial Photothermal Nociceptor using Mott Oscillators
Pyeongkang Hur¹, Daseob Yoon², Minwook Yoon³, Yunkyu Park¹, Junwoo Son^{3†}
¹Pohang University of Science and Technology (POSTECH); ²Pukyong National University; ³Seoul National University
- P-11** Core-Shell BaTiO₃-Ca₂Nb₃O₁₀ Composites for Enhanced Dielectric Properties and Temperature Stability in MLCCs
이준원[†], 권도균[†], 한명우
한국항공대학교
- P-12** Enhanced thermal properties of Hybrid dielectric substrates with exfoliated Kaolinite beyond 5G
권나연, 이준원, 송태영, 권도균[†]
한국항공대학교 신소재공학과
- P-13** Optimization of the LiNbO₃ waveguide profile using ICP-RIE and Post-cleaning process
김남훈^{1,2}, 박동희^{1†}, 최현진^{2†}
¹한국과학기술연구원(KIST) 양자기술연구단; ²연세대학교 신소재공학과
- P-14** Effect of deposition conditions on the electrical properties of VO₂(M) thin films for Mott transistors
채로주^{1,2}, 신창환^{2†}, 박동희^{1†}
¹Center for quantum technology, Post-Silicon Semiconductor Institute, KIST; ²Electrical Engineering, Korea University
- P-15** Visible Light Detection in Indium-Gallium-Zinc-Oxide Phototransistor via CuI Deposition
Woosuk Sohn, Taeyoon Lee[†]
NanoBio Device Laboratory, School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University
- P-16** Evaluation of Physical and Electrical Properties of Silicon Nitride Thin Films in MIM Capacitors under Various Deposition Conditions
Sung-Min Park^{1†}, Joong-heon Kim¹, Sangsoo Kim¹, Daeyoung Kim¹, Byeong-Hyeok Choi¹, Seonyong Hwang¹, Dong-Wook Shin², Sang Hyun Jung^{1†}
¹Furture IC Platform Lab., Korea Advanced Nano fab Center; ²Department of Materials Science and Engineering, Hanbat National University
- P-17** BaFe₂O₁₉/LaAlO₃의 전자기파 흡수 특성 연구
최범균, 심인보[†]
나노전자물리학과
- P-18** Phase-field Simulation of Thin Film Deposition and Crystallization
이환옥, 권용우[†]
홍익대학교

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-19** Advancements in PEO Coating Technology: Development of a High-Performance Rectifier for Enhanced Semiconductor Applications
김기윤[†], 박민희
대단(주)
- P-20** 나노 WO₃ 강화 Sn-0.7Cu 솔더의 전기 도금 전극을 통한 LED 패키징 신뢰성 향상
정재필[†], 천성경, 배드보라, 이경아
서울시립대학교 신소재공학과
- P-21** Rapid thermal annealing을 활용한 투명 유연 반도체 소자용 다층 구조 투명 전극 최적화
신수빈^{1,2}, 윤미리^{1,2}, 김용수^{1,2}, 임상철^{1,2}, 이택영¹, 고종범^{1†}
¹국립한밭대학교 신소재공학과; ²국립한밭대학교 반도체소재부품장비센터
- P-22** Bottom gate 구조의 산화물 박막 트랜지스터에서 게이트 절연막에 대한 급속 열처리 영향 연구
윤미리^{1,2}, 신수빈^{1,2}, 김용수^{1,2}, 임상철^{1,2}, 이택영¹, 고종범^{1†}
¹국립한밭대학교 신소재공학과; ²국립한밭대학교 반도체소재부품장비센터
- P-23** High-performance top-gate structure In₂O₃ thin-film transistors deposited using the atomic layer deposition method
오정은, 최지환, 김나현, 정재경[†]
한양대학교
- P-24** 셀룰로스 하이드로겔 전극 기반 교류 전계 발광 소자 연구
백시원¹, MUH FADHIL ALBAB B¹, ANGKASA PUTRA², SARIFAH AINI², 김정하¹, 김민성¹, 전상민¹, 이장혁¹, 이수인¹, 김용현^{1†}
¹국립부경대학교 스마트그린기술융합공학과; ²국립부경대학교 해양생물학과
- P-25** 셀룰로오스 기반 고신축 · 전도성 필름의 개발 및 특성 분석
이수인, 김정하, 김민성, 이장혁, 전상민, 백시원, Siti Aisyah Nurmaulia Entifar, Anky Fitriani Wibowo, Yulia Shara br Sembiring, 김용현[†]
국립부경대학교 스마트그린기술융합공학과
- P-26** Designing of high performance polymer and composition for implantation applications
김해찬¹, 서승지¹, Vinnet Kumar¹, 강수진^{1†}, 박가영^{2†}
¹와이씨켄 주식회사; ²나노종합기술원
- P-27** Ar/CF₄/O₂/H₂ 기반 플라즈마를 이용한 TiN 및 W 박막의 건식 식각 연구
전홍희, 이희철[†]
한국공학대학교
- P-28** 유기물 반도체인 P3HT와 고분자를 섞은 반도체용액을 기반으로 이온젤을 게이트절연체로 사용한 트랜지스터
정예린, 길예린[†], 홍기현[†]
충남대학교

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-29** 빔입사각 제어가 가능한 광학 스캐닝 시스템 적용을 통한 실리콘 웨이퍼 펄소초 레이저 가공 테이퍼 저감 기술 개발
신아현, 하정홍[†]
한국생산기술연구원 스마트정형공정그룹
- P-30** CuO-V₂O₅ 첨가가 0.8Li₂TiO₃-0.2LiZnNbO₄ 유전체의 소결 및 마이크로파 유전 특성에 미치는 영향 연구
정혜원, 이경호[†]
순천향대학교 전자재료소자장비융합공학과
- P-31** Plasmonic filter-integrated InAs/GaSb type-II superlattice photodetectors for infrared multispectral detection
Seungsu Kim¹, Jiyeon Jeon², Byong Sun Chun², Sang Jun Lee², Yeongho Kim^{1†}
¹School of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, Republic of Korea;
²Strategic Technology Research Institute, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon, 34113, Republic of Korea
- P-32** Reduced sidewall taper in laser machining of silicon and silicon carbide wafers
Jeonghong Ha[†]
Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
- P-33** 반도체 소자의 chemical mechanical planarization 용 단분산 초고순도 콜로이드실리카의 합성
김동현^{1,2}, 박귀일^{2†}, 김규수^{1†}
¹에이스나노켄; ²경북대학교
- P-34** Stem Cell-laden Collagen Microgels for Tissue Regeneration
최인정[†]
부산대학교 바이오소재과학과
- P-35** Biocompatible and Biodegradable Triboelectric Nanogenerators based on Hyaluronic Acid Hydrogel Film
Yunhwa Hong, Wooseok Kwon, Seung June Oh, Hyun Woo Ryu, Kwang Heo[†]
Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong University, Seoul 05006, Republic of Korea
- P-36** Optimization of Gate Design for Enhancing Efficiency and Sustainability in Injection Molding Processes
홍서연^{1,2†}, 정대웅¹
¹인하대학교 금속-재료공정공학과; ²한국폴리텍대학 모빌리티 금형디자인과
- P-37** off-grade 타이타늄으로부터 금속분말 제조 연구
이지은, 윤진호[†], 이찬기
고등기술연구원 융합소재연구센터
- P-38** Biomass-derived hierarchical microporous graphene nanostructures for high-performance energy storage system
Taeyoung Park, Jang Hee Kim, Hyeon Ji Jeong, Kwang Hyun Park, Sung Ho Song[†]
Division of Advanced Materials Engineering, Kongju National University

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-39** Protocatechuic Acid Derivatives as Novel Antioxidants for Skin Care
Se Won Bae^{1†}, Hyunjoo Lee²
¹제주대학교; ²제주한라대학교
- P-40** Investigation of Protocatechuic Acid Derivatives as Skin Whitening Agents
Se Won Bae^{1†}, Hyunjoo Lee²
¹제주대학교; ²제주한라대학교
- P-41** Efficient Synthesis of Metal Sulfide Nano-catalyst on Carbon Nanofiber via Joule Heating for Enhanced Li-Polysulfide Conversion and Improved Cycle Life in Lithium-Sulfur Batteries
Seongcheol Ahn, Minsoo Kim, Il-Doo kim[†]
Korea Advanced Institute of Science and Technology
- P-42** 나노섬유 기반 리튬 금속 음극 초박막 보호막
조유장, 김일두[†]
Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)
- P-43** Interface Design of Metal Halide Perovskite Devices using Hierarchical Hybrid Architecture for Increasing Stability and Enhancing Optoelectric Properties
Yunhwa Hong, Yejin Yoon, Tae Hyup Ko, Kwang Heo[†]
Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong University, Seoul 05006, Republic of Korea
- P-44** Flexible thermoelectric self-powered sensors with thermoelectric composite films based on PVDF and Bi₂Te₃-based particles
Seo Yeon Bae, Kwi-Il Park[†]
Department of Materials Science and Metallurgical Engineering, School of Materials Science and Engineering, Kyungpook National University (KNU), Daegu
- P-45** Enhancing 1.8 eV Perovskite Solar Cells via Tin Oxide Deposition through Atomic Layer Deposition
Joo Woong Yoon, Dong Hoe Kim[†]
Department of Materials Science and Engineering, Korea University
- P-46** 3D zincophilic-zincophobic designed protective layer for dendrite free Zn-ion batteries
안창훈¹, 최건우², 임성갑^{2†}, 김일두^{1†}
¹카이스트 신소재공학과; ²카이스트 생명화학공학과
- P-47** The role of transition metal dopants in TMDs for optimal hydrogen evolution reactions
이상진[†]
인하대학교
- P-48** Development of Magneto-mechano-triboelectric generator Based on ferromagnetic-ferroelectric composites
임예슬, 황건태[†]
부경대학교 재료공학과

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-49** 나이오븀 음극재를 활용한 단면로딩에 따른 하프셀 특성 평가
김성진[†]
구미전자정보기술원
- P-50** Buried interface modulation via PEDOT:PSS ionic exchange for the Sn-Pb mixed perovskite based solar
이상현, 김동희[†]
Department of Materials Science and Engineering, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea
- P-51** Improving tap density of LiMn_{0.5}Fe_{0.5}PO₄@C through synthesis from dense carbonate precursor
DO VAN MINH[†]
Chungnam National University
- P-52** Hollow silica nano particle를 활용한 이차전지 음극재의 충/방전 효율에 관한 연구
김민수, 양재빈, 이정훈, 심인보[†]
국민대학교 나노전자물리학과
- P-53** Effects of Fluorine Doped LALZO-F Solid Electrolytes for Solid-State Lithium Batteries
Tae Yoon Kim¹, Seung Yeop Yang², Sangmoon Park^{1,2,3†}
¹Department of Electronics-Energy Materials; ²Division of Energy and Chemical Engineering Major in Energy and Applied Chemistry; ³Department of Fire Protection and Safety Management, Silla University
- P-54** Structure and ionic conductivity studies of Li_{0.5}La_{0.5}TiO₃ and LLTO-S solid electrolyte for all-solid-state batteries
김윤빈¹, 이정훈², 박상문^{1,2,3†}
¹신라대학교 에너지소재공학과; ²신라대학교 에너지환경화학과; ³신라대학교 소방안전학과
- P-55** 세라믹 소재의 열처리 온도 최적화를 통한 급속 이온 거동 향상
박규진, 조명훈, 안효진[†]
서울과학기술대학교 신소재공학과
- P-56** 졸겔 스핀 코팅 기법을 사용하여 제작한 질소를 포함한 화합물의 배타전지 특성 측정
윤명빈, 심인보[†]
국민대학교
- P-57** 광전기화학적 물 분해용 광음극 소재로서의 산화제2구리(CuO) 박막과 나노막대 비교 연구
박종현, 김효진[†]
충남대학교 공과대학 신소재공학과
- P-58** Study on the Optimization of Synthesis Conditions and Surface Modification for Enhancing the Electrochemical Performance of NCM622 Cathode Material
최규석[†]
구미전자정보기술원

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-59** Study on the Correlation Between Precursor Synthesis Conditions and Electrochemical Performance of High-Nickel NCM Cathode Materials and the Effect of Additive Doping
이주영[†]
충남대학교
- P-60** Solid-state Vitrimer Electrolyte Containing Dynamic Imine Bonds for Lithium Metal Batteries
이정민¹, 박승진², 김성곤^{1†}
¹동국대학교 화공생물공학과; ²전북대학교 화학과
- P-61** Li₆.25Al_{0.25}La₃Zr₂O₁₂-incorporated Solid-state Electrolytes for Lithium Metal Battery
나홍빈, 김성곤[†]
동국대학교 화공생물공학과
- P-62** 배터리 열폭주 방지를 위한 세라믹 함침 다공성 폴리머 방화 특성
한승우^{1†}, 이종수¹, 변진순¹, 정대용²
¹(주)한미르; ²인하대학교
- P-63** Enhancing Oxygen Evolution and Urea Oxidation reaction performance by decorating synthesized NiMn-LDH nanosheets with amorphous FeOOH Quantum Dots.
Ruturaj jadhav, Jin Hyeok Kim[†]
Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, Gwangju, South Korea
- P-64** Aerodynamic Levitation Fabrication of BaTiO₃ Relaxor Ferroelectrics for Improved Energy Storage Applications
김효민, 김승욱, 손예지, 정대용[†]
Department of Materials Science and Engineering, Inha University, 100, Inha-ro, 22212 Incheon, South Korea
- P-65** 전이금속 칼코게나이드를 이용한 고효율 OER 전극 개발 및 활성화 에너지 장벽을 통한 성능 향상 원인 규명과 태양전지의 적용
문성준, 박유세[†]
충북대학교 신소재공학과
- P-66** 전기 증착법을 이용한 구리-코발트 수산화물 기반 산소 발생 전극 개발 및 음이온 교환막 수전해 적용 연구
소백산[†], 박유세[†]
충북대학교 신소재공학과
- P-67** Ruthenium oxide-based electrocatalyst for effective oxygen evolution reaction in proton exchange membrane electrolysis
박서현¹, 박유세^{2†}
¹충북대학교 도시에너지·환경 융합학부 재료공학전공; ²충북대학교 신소재공학과
- P-68** 고효율 음이온 교환막 수전해를 위한 희생 템플릿 기반 CoMo-LDH 산소 발생 전극 개발
이성준, 박유세[†]
충북대학교 신소재공학과

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-69** 산소 결함을 도입한 Yolk-shell 구조 Co_3O_4 의 산소 발생 촉매 활용 및 음이온 교환막 수전해 적용 연구
김인태, 박유세[†]
충북대학교 도시에너지환경 융합학부
- P-70** Enhancing Photoelectrochemical Water Splitting Efficiency in Silicon Wafers via TiO_2 Passivation of Nanoporous Structures
심보림¹, 김원진¹, 임현민², 김형우², 김우병^{1,2†}
¹Department of Foundry Engineering, Dankook University, Youngin-Si 16890, South Korea; ²Department of Energy Engineering, Dankook University, Cheonan 31116, South Korea
- P-71** Investigation of the Structural Stability and Electrochemical Properties of a High-Nickel NMA Cathode through Doping
서광덕, 김천중[†]
충남대학교
- P-72** 오스테나이트 분율 및 Ag 증착이 슈퍼 듀플렉스 스테인리스강 SAF2507의 전기화학적 특성에 미치는 영향
이상훈¹, 김양도^{1†}, 신병현^{2†}, 김신호¹, 조형호¹, 제용훈¹
¹부산대학교 재료공학과; ²한국기초과학지원연구원
- P-73** 향상된 리튬 이온 배터리 케이스를 위한 Ag가 코팅된 슈퍼 듀플렉스 스테인리스 강 SAF2507의 코팅 두께에 따른 전기화학적 거동
조형호¹, 김신호¹, 이윤석², 신병현^{3†}, 김양도^{1†}
¹Department Of Materials Science And Engineering, Pusan National University, Republic of Korea; ²Semiconductor-Specialized University, Pusan National University, Republic of Korea; ³Busan Center, Korea Basic Science Institute, Republic of Korea
- P-74** 태양전지 버퍼층으로써의 ZnMgO 특성화
제용훈, 김신호[†], 김양도[†]
부산대학교
- P-75** Enhancing Thermal Stability in Lithium-Ion Batteries with Dry-Processed Alumina-Coated Polyolefin Separators
이종훈¹, 한주영², 김성훈^{1†}, 신원호^{2†}
¹동의대학교; ²광운대학교
- P-76** Employing Zinc Preferential Inorganic Coatings on Zinc Anodes in Aqueous Zinc-ion Batteries
신성희^{1,2†}, 김형석^{1,3†}
¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, 02792, Republic of Korea; ²Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, Seoul, 02841, Republic of Korea; ³Division of Energy & Environment Technology, KIST School, Korea University of Science and Technology, 5, Hwarang-ro 14-gil, Seongbuk-gu, Seoul 02792

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-77 Enhancing Na_{3.4}ZrSi₂P_{0.6}O₁₂|Na Interfacial Properties with ZnF₂ Interlayer for Stable Solid-State Sodium Metal Batteries**
Jeeyong Lee^{1,2}, KiO Kim^{1,2}, Hyung-Seok Kim^{1,3†}
¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology; ²Department of Materials Science and Engineering Korea University; ³Division of Energy & Environment Technology, KIST School, Korea University of Science and Technology
- P-78 Solar-Powered Green Hydrogen and Value-Added Chemical Production with Advanced Earth-Abundant Electrocatalysts**
Mayur A. Gaikwad, Jin Hyeok Kim[†]
Chonnam National University
- P-79 A PVDF Film Embedded with 2D h-BN Nanosheets as a Robust Artificial Protective Layer for Stabilizing Sodium Metal Anodes**
Ki-Yeop Cho¹, Hyung-Seok Kim^{1,2†}
¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST); ²Division of Energy & Environment Technology, KIST School, Korea University of Science and Technology (UST)
- P-80 Modified surface of Zn metal anode for stable, dendrite-free aqueous zinc-ion batteries**
Pranav Kulkarni¹, Young Chan Kim², Hyun Young Jung^{1,2†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University; ²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University
- P-81 사용 후 리튬이차전지로부터 전해액 회수 연구**
박재량[†]
고등기술연구원
- P-82 In-situ cathode electrolyte interphase for preventing vanadium dissolution in high-performance zinc-ion batteries**
Pranav Kulkarni¹, Young Chan Kim², Hyun Young Jung^{1,2†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University; ²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University
- P-83 Long-Life Li-ion Battery with Graphene-Based Nano-Engineered SnO₂ Conversion Anode**
김선식¹, 정현영^{1,2†}
¹Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University; ²Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University
- P-84 2차원 구조의 BiVO₄ 기반 고효율 광촉매 제조**
김용수^{1,2}, 신수빈^{1,2}, 윤미리^{1,2}, 임상철^{1,2}, 이택영¹, 김진^{1†}
¹국립한밭대학교 신소재공학과; ²국립한밭대학교 반도체소재부품장비센터

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-85 High-Performance Li-ion Battery with 3D Nanostructured CNT-based SnO₂ Anode**
 김선식², 김훈성², 김희준², 김영찬², 이재원², 안재민², 정현영^{1,2†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University; ²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University
- P-86 Enhanced Performance of Graphene Anodes Through Morphological and Structural Modifications for Advanced Lithium-Ion Batteries.**
 Jae-Min An¹, Hyun Young Jung^{1,2†}, Dong won Kim^{3†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea; ²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea; ³Department of Materials Science and Engineering, Nano Century Institute, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)
- P-87 Wearable triboelectric nanogenerator with PDMS and AuCl₃-doped graphene composites**
 김민지, 이경희, 현솔미, 박소영, 신동욱[†]
 국립한밭대학교
- P-88 리튬 이온 배터리 자기장 이미지 증폭을 통한 배터리 결함 검출 모델 개발**
 정유진¹, 김나혜¹, 최문영¹, 김지열¹, 이상철^{2†}, 이민규³
¹대구경북과학기술원 기초학부; ²대구경북과학기술원 나노기술연구부; ³대구경북과학기술원 에너지공학과
- P-89 Synthesis and Nitridation of Layered Double Hydroxide and Graphene Oxide Composite for Efficient Hydrogen Evolution Reaction Electrochemical Catalyst**
 강병국¹, 문혁², 한진호², 강봉균^{1,2†}
¹순천향대학교 대학원 전자재료소재장비융합공학과; ²순천향대학교 디스플레이 신소재공학과
- P-90 이차전지 전극용 바인더 소재 개발 연구**
 김대인[†], 윤강재, 윤승호, 오영일, 정화영
 (주)투에이취켄
- P-91 Exploring Fast Charging Technology through Constant Voltage Protocol Design in Lithium-Ion Batteries**
 구교진[†], 최혜진
 국립한밭대학교
- P-92 Evaluation of LFP cathodes using Integrated Thermogravimetric Analysis-Time of Flight Mass Spectrometry**
 Byung Gwun Jin^{1†}, Hyun Sik Kim¹, Hyeong Jin Kim²
¹ASTA Inc., 7th FL, AICT Bldg, A, 145, Gwanggyo-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea; ²School of Energy Convergence, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 61005, Republic of Korea
- P-93 Development of a Hyphenated Instrumental system of ThermoGravimetric Analysis and Time of Flight-Mass Spectrometer (TGA TOF-MS)**
 Byung Gwun Jin^{1†}, Yong Ju Lee¹, Eui Young Ji¹, Hyun Sik Kim¹, So-yeon Kim², Yeu Young Yoon²
¹ASTA Inc., 7th FL, AICT Bldg, A, 145, Gwanggyo-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea; ²LG Energy Solution, LTD., Yuseong-gu, Daejeon 34122, Republic of Korea

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-94** Effect of $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Synthesis Conditions on the Electrochemical Performance of LiFePO_4 (Lithium Iron Phosphate) Batteries
홍하늘, 김천중[†]
충남대학교
- P-95** Enhancing the Efficiency of CZTSSe Solar Cells through Cd^{2+} Alloying Time Optimization in the Absorber Layer
Dong Hyun Kang, Jin Hyeok Kim[†]
Optoelectronic Convergence Research Center and Department of Materials Science & Engineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, South Korea
- P-96** Synthesis and Characterization of CZTSSe thin films with Silver Doping
Youngroo Kim[†], Jin Hyeok Kim[†]
Department of Materials Science & Engineering, Chonnam National University
- P-97** Improvement of Microstructure through Control of Organic Content in Paste for High-Temperature Thermoelectric Module Electrode Bonding
조현빈, 최순목[†]
한국기술교육대학교
- P-98** Study on the effects of co-precipitation conditions and sodiation process of $\text{Ni}_{85}\text{Fe}_{10}\text{Mn}_5(\text{OH})_2$ precursor on the electrochemical performance
윤다윤, 김천중[†]
충남대학교
- P-99** Revolutionizing Seawater Splitting : Graphene Oxide/GaN Core-Shell Nanowire Photoanodes
이상욱, Bagavath Chandran, 오정균, 엄대영, 김성운, 주재홍, 이철로, 라용호[†]
전북대학교
- P-100** Transformation of battery-type charge storage to surface redox supercapacitor charge storage in NiO via Ti-doping
Shital Bachankar, Taeksoo Ji[†]
Department of Intelligent Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University, Gwangju, 61186, South Korea
- P-101** Stacking order influence of Ge incorporated Cu-Zn-Sn precursor in CZTSSe thin film solar cells
Hojun Choi, Jin Hyeok Kim[†], Do Hyun Kim, Jun Sung Jang
Department of Materials Science & Engineering and Optoelectronics Convergence Research Center, Chonnam National University
- P-102** Affordable and eco-friendly bifunctional carbonized wood electrodes integrated with nickel/ $\alpha(\beta)$ -nickel(II) hydroxide for efficient water splitting
Hyeon Ji Jeong, Tae Young Park, Jang Hee Kim, Kwang Hyun Park, Sung Ho Song[†]
Division of Advanced Materials Engineering, Kongju National University, Cheonan, Republic of Korea

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-103** 스퍼터링으로 제조된 고체 박막 전해질 LiPON의 이온 전도성 향상을 위한 Si 도핑 의 효과
이현기¹, 박상식^{1,2,3†}
¹경북대학교 나노신소재공학과; ²경북대학교 에너지신소재공학과; ³경북대학교 미래과학기술융합학과
- P-104** Surface modification of core-shell Co₃O₄/CoWO₄ architecture by 2-D reduced graphene oxide sheets for electrocatalysis of water
Dhanaji Malavekar, Jin Hyeok Kim[†]
Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, 300, Yongbong-Dong, Buk-
- P-105** 전고체 전지에 대한 공극 특성 연구
이장원, 최진일[†], 이호성, 한지은
국립한밭대학교
- P-106** 슈퍼 커패시터용 Zn(Mn_{2-x}Fe_x)O₄ 양극재의 공정 조건에 따른 전기화학 특성
고현욱¹, 박상식^{1,2,3†}
¹경북대학교 에너지 신소재 화학공학과; ²경북대학교 미래과학기술융합학과; ³경북대학교 나노신소재공학과
- P-107** 고온 열전 모듈 전극 접합용 paste용 비정질 금속 조성 개발
오성훈, 최순목[†]
한국기술교육대학교 에너지신소재공학과
- P-108** 실리콘의 혼합 비율에 따른 이차 전지의 기계적 특성 연구
최진일[†], 이호성, 이장원, 한지은
국립한밭대학교
- P-109** 고체 전해질과 분산제 혼합 최적화를 위한 수치해석
최진일[†], 한지은, 이장원, 이호성
국립한밭대학교
- P-110** Enhancing the Electrochemical Properties of Mn-Rich Cathode through Doping Methods
전태훈, 김천중[†]
충남대학교
- P-111** Anionic Bio-Polymer Binder for High-Performance Sulfur Cathodes with Enhanced Polysulfide Trapping and Flame Retardant
이재원², 정현영^{1,2†}, Chenrayan Senthil^{1†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University; ²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University
- P-112** Enhancing Stability and Safety in Lithium Metal Anodes: In-Situ Restructured Artificial SEI with Graphene Quantum Dots
이재원², 정현영^{1,2†}, Chenrayan Senthil^{1†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University; ²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-113** Synthesis of Ni-rich NMA ($\text{LiNi}_{0.96}\text{Mn}_{0.02}\text{Al}_{0.02}\text{O}_2$) cathode material by co-precipitation method and the impact of chelating NH_4OH
 김동명, 김천중[†]
 충남대학교
- P-114** Enhancing FAPbBr₃ Perovskite Solar Cells: Urea and FACl Additive Engineering for High Voltage and Improved Performance
 Soojung Hwang, Kyungsoo Kim, 김하연, 전용석[†]
 Department of Integrative Energy Engineering, and Graduate School of Energy and Environment (KU-KIST Green School), College of Engineering, Korea University
- P-115** Investigation of the Structural and Electrochemical Impact of Mo Doping on O3-type $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$.
 박현명^{1,2}, 김형석^{1,3†}
¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, 02792, Republic of Korea; ²Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, Seoul, 02841, Republic of Korea; ³Division of Energy & Environment Technology, KIST School, Korea University of Science and Technology, Seoul, 02792, Republic of Korea
- P-116** Boosting Aqueous Zinc-Iodine Battery Efficiency using the Eco-Friendly Lauryl Sulfobetaine (SB3-12) as Electrolyte Additives
 김예원^{1,2}, 김형석^{1,3†}
¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul 02792, Republic of Korea; ²Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea; ³Division of Energy and Environment Technology, KIST School, University of Science and Technology, Seoul 02792, Republic of Korea
- P-117** Thiol- functionalized MXene coated Si nano material for enhancing the stability of Li-ion storage system
 김한결, 전용석[†], 임정안, 김동현
 Department of Integrative Energy Engineering, and Graduate School of Energy and Environment (KU-KIST Green School), College of Engineering, Korea University
- P-118** Surface-Modified MXene via Molten Salt Method for the Fabrication of Lithium-Ion Capacitors
 박지혜, 엄수빈, Manuel Isaac Olivar Amaya, Thái Thông Trần, 전용석[†]
 Department of Integrative Energy Engineering, and Graduate School of Energy and Environment (KU-KIST Green School), College of Engineering, Korea University
- P-119** Enhancing and Stabilizing the Oxygen Redox on P2-type Layered Oxide Cathode for Sodium-ion Batteries
 Elang Barruna^{1,2}, Hyung-Seok Kim^{1,2†}
¹Korea Institute of Science and Technology; ²University of Science and Technology
- P-120** Enhanced Sulfur Reactivity in Lean Electrolyte thick Lithium-Sulfur Batteries Using Lithium Additives
 Hee-Jun Kim², Hyun Young Jung^{1,2†}, Chenrayan Senthil[†]
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea; ²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-121 Laser assisted fast fabrication of a high entropy oxides @rGO composites as a high-performance, binder free Li-ion battery anode**
Debasis Ghosh^{1,2}, Hyun Young Jung^{1,3†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea; ²Centre for Nano and Material Sciences, JAIN (Deemed to be University), Kanakapura Road, Bangalore-562112, Karnataka, India; ³Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam, 52725 South Korea
- P-122 Developing a 2.5 V Planer Flexi-Pseudocapacitor: Unlocking Unmatched Energy and Cycling Efficiency for All-climate operations**
Debasis Ghosh^{1,2}, Hyun Young Jung^{1,3†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea; ²Centre for Nano and Material Sciences, JAIN (Deemed to be University), Kanakapura Road, Bangalore-562112, Karnataka, India; ³Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam, 52725 South Korea
- P-123 전기차용 중대형 이차전지 제조 공정 조건에 따른 성능 분석**
신동요[†], 장소현, 박해철, 이다혜, 김영구, 박노신, 이상현, 구봉준
충북테크노파크 차세대에너지센터
- P-124 Enhanced Lithium-Sulfur Battery Performance with Sulfurized-Triazine Polymer Cathodes under Lean Electrolyte Conditions**
Hee-Jun Kim², Hyun Young Jung^{1,2†}, Chenrayan Senthil^{1†}
¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea; ²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea
- P-125 Multifunctional Aerofilm for Li-S Batteries: Enhancing Ion Transport and Polysulfide Adsorption for Improved Cycle Life and Performance**
Hun Seong Kim¹, Hyun Young Jung^{1,2†}
¹Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University; ²Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University
- P-126 Enhancing the conversion reaction by incorporating graphene oxide onto MnO₂ nanowires.**
Hun Seong Kim¹, Hyun Young Jung^{1,2†}
¹Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University; ²Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University
- P-127 Enhancement of Photocatalytic activity of Heterojunction ZnO/WO₃ on rGO Matrix**
Professor Kee Sun Lee[†], Sagarika Sahoo, Lee Ryung Kyeong
Kongju National University, Cheonan

2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-128** Impact of Vacuum Environment on GeSe Growth During RTA Process: Its Application in Photoelectrochemical Water Splitting
KAMBLE GIRISH, Jin Hyeok Kim[†]
 Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, South Korea
- P-129** Impact of Sulfanilic Acid on Surface Passivation and Performance of Perovskite Quantum Dot Solar Cells
 Jinmin Lee, Euisung Han, Wonyi Kim, Hyeonbin Moon, Dahyeon Yoon, Jongmin Choi[†]
 Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology (DGIST)
- P-130** Comparison properties of MGZO and AZO thin films at various substrate temperatures and their integration into CZTSSe solar cells
Youseong Park, Seongha Hwang, Jin Hyeok Kim[†]
 Department of Materials Science & Engineering, Chonnam National University, South Korea
- P-131** Stabilized Lithium Metal Powder and Graphite-Derived LiC₆ for Improved Lithium Metal Battery Performance
 이주영, 이재원[†]
 Department of Energy Engineering, Dankook University, Cheonan 31116, South Korea
- P-132** Passivation of Lithium Metal Anode with a Composite SEI Layer Composed of Multiple Components for Enhanced Cycling Stability
Su Yeon Park, Jae-won Lee[†]
 Department of Energy Engineering, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea
- P-133** Improvement of ionic conductivity through freeze-drying of PEO-based electrolytes
Yu Hyun Song, Jae-won Lee[†]
 Department of Energy Engineering, Dankook University, Cheonan 31116, South Korea
- P-134** Enhancing sodium ion storage by doping metallic ion into anodic Sb₂S₃ compounds
 Mao Zhang¹, Minseok Kim¹, Jingya Wang¹, Siyeon Joo², Dongyun Lee^{2†}
¹부산대학교 나노융합기술학과; ²부산대학교 나노에너지공학과
- P-135** FeOOH-induced electronic modulation of metal-organic framework-derived CoNi-ZLDH for overall water splitting
ZHENG FANG, Jin Hyeok Kim[†]
 Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University
- P-136** Heterojunction Interface between FeCo-LDH and CoS to Modulate the Local electronic structure for Water and Methanol Electrolysis
FANG ZHENHUA, Jin Hyeok Kim[†]
 Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University



2024년 11월 14일 (목요일) 09:00~12:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-137** Machine Learning Based Optimization and Additive Manufacturing of 3D-Printed Heat Exchangers: Enhancing Thermal Efficiency Through Bayesian Optimization and Advanced Materials
Amirreza Mottafegh, Dong-Pyo Kim[†]
Pohang University of Science and Technology
- P-138** Investigation of Thickness Dependence in Crystallization of Thin Films Using Phase Field Modeling
Jung In Park, Hwanwook Lee, Yongwoo Kwon[†]
Department of Materials Science and Engineering, Hongik University
- P-139** 박막 미세구조 상장모델에 대하여 초기 핵의 wetting 재현에 대한 검증 연구
권용우[†], 최다은
홍익대학교
- P-140** Finite Element Analysis for Stretchable Electronics Considering Nonlinear Properties of Metallic Electrodes and Elastomeric Substrates
양학준, 한상현, 신준혁, 최수석[†]
Department of Electrical Engineering, POSTECH, Pohang, Gyeongbuk 37673, Korea

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

포스터발표 II

- P-141 액체질소 등 극저온 인장 시험 환경(298K~77K)에서의 알루미늄 합금의 변형 및 파괴 거동 연구**
 이종원¹, 허성준¹, 한희주¹, 장수민¹, 김효민², 배문기³, 권혁민³, 김예름³, 박명협⁴, 박노근^{1,2†}
¹영남대학교; ²(주)머티리얼솔루션파크; ³현대자동차; ⁴Kyoto University
- P-142 고질소 오스테나이트계 스테인리스강의 화학조성과 열처리 온도에 따른 석출거동 및 기계적 특성**
 권기환^{1,2}, 김성훈^{1†}, 조효행¹, 이진종¹, 하현영¹, 이창훈¹, 정재석³, 이태호¹, 강남현^{2†}
¹한국재료연구원 극한재료연구소; ²부산대학교 재료공학과; ³두산에너빌리티 전략/혁신부 소재기술개발팀
- P-143 PBF 방식으로 제조된 Inconel 718의 열처리 조건에 따른 기계적 특성 연구**
 김현일¹, 임유진^{1,2}, 최재성¹, 차원진¹, 조일국^{1,2†}
¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
- P-144 HY-60강 GMAW 용접부의 고주기 피로 파면 미세조직 연구**
 차원진¹, 임유진^{1,2}, 신현준¹, 이진경¹, 이상필¹, 조일국^{1,2}, 배동수^{1†}
¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
- P-145 SLM 공정으로 제작된 18Ni-300 마레이징 강의 열처리에 따른 기계적특성 및 마모특성 개선 연구**
 구진호¹, 최재성¹, 임유진^{1,2}, 조일국^{1,2†}
¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
- P-146 L-PBF 공정으로 제조된 17-4PH 스테인리스 스틸의 시효 온도가 미세구조, 기계적 성질 및 마모 특성에 미치는 영향에 대한 연구**
 최재성¹, 임유진^{1,2}, 조일국^{1,2†}
¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
- P-147 전자빔 적층한 Ni기 초합금의 미세조직과 기계적물성에 미치는 전자빔 전류의 영향**
 이해진[†]
 한국생산기술연구원
- P-148 레이저 적층제조 후 HIP 처리한 Ni기 합금의 미세조직과 기계적 물성에 대한 연구**
 이해진[†]
 한국생산기술연구원
- P-149 레이저 적층제조한 Ni기 합금의 미세조직과 기계적 물성에 미치는 후처리 공정의 영향**
 이해진[†]
 한국생산기술연구원
- P-150 나노입자 분산강화형 Ti분말의 적층성형 공정성과 기계적 특성**
 송영환[†], 강동욱^{1,2}
¹한국생산기술연구원 기능성소재부품그룹; ²인하대학교 첨단소재공정공학과
- P-151 Al합금 방열핀 적층성형 공정 개발을 위한 Al-Cu 이종소재 접합거동 연구**
 송영환[†]
 한국생산기술연구원

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-152** 소형선박용 반자동 수밀성 알루미늄 합금 해치 개발을 위한 설계 및 기계적 특성 분석
허현준, 노유중, 임기현, 이성희[†]
국립목포대학교 첨단재료공학과
- P-153** Zn-Al-Mg합금의 Si 합금 첨가량 변화에 따른 미세조직 및 기계적 특성 평가
유효상[†], 김용호, 김철우, 이병권, 고은찬, 손현택
한국생산기술연구원
- P-154** RRA 열처리에 따른 Al-Zn-Mg-Cu 합금에 대한 기계적 특성과 미세조직의 영향
황효진^{1,2}, 조용희¹, 이재인², 김형욱¹, 김원경¹, 이동윤¹
¹한국재료연구원 (KIMS); ²부산대학교
- P-155** Al-7.3 Zn-2.5 Mg-1.5 Cu합금판재에서 기계적특성에 미치는 시효처리의 영향
이동윤^{1,2}, 조용희¹, 황효진^{1,2}, 김원경¹, 김형욱¹
¹한국재료연구원; ²부산대학교
- P-156** 장시간의 고온산화에 따른 Al-Mg계 합금의 내부산화 조사
하성호[†]
한국생산기술연구원
- P-157** Effects of La Addition on the Mechanical and High-Temperature Properties of High-Strength Al-Cu Alloy
이혜인¹, 이민재¹, 한범석¹, 김세훈¹[†], 전서연², 최현주²
¹Metallic material R&D center, Korea Automotive Technology Institute; ²School of Materials Science and Engineering, Kookmin University
- P-158** A Study on the Effect of Rolling Temperature on the Suppression of Dog-Boning Defects in Low-Enriched U3Si2 Nuclear Fuel Plates
박경민[†], 박종만, 박동준, 정효진, 권순태, 허명립, 이용환, 황형진, 이선용, 정용진
한국원자력연구원
- P-159** Al-Zn-Mg-Cu계 알루미늄 합금의 Zn 첨가량에 따른 응력부식균열 특성 관찰
이민재, 이혜인, 김세훈[†]
한국자동차연구원
- P-160** 카본블랙의 기상 등온산화 반응을 통한 활성화 및 특성 분석
김태영, 정지원, 윤민서, 김예은, 노재승[†]
국립금오공과대학교 신소재공학부
- P-161** Cryogenic Mechanical Characteristics of Welded STS316L
Donhee Lee, Si Young Chang[†], Yedam Hong
Korea Aerospace University, Department of Materials Science and Engineering, Republic of Korea, Goyang

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-162** 냉간압연공정으로 제조된 AA1050/AA5052 알루미늄 접합판재의 동속압연(CR) 및 이주속압연 (DSR)에 따른 미세조직 및 기계적 특성 변화 연구
허현준, 조상현, 노유중, 임기현, 이성희[†]
국립목포대학교
- P-163** 열간단조를 이용한 궤도형 수송기기용 알루미늄 합금 허브의 제조 및 분석
노유중, 이성희[†], 허현준, 임기현, 조상현
국립목포대학교
- P-164** 통전가열 기반 고강도 알루미늄 판재 성형 기술 및 성형부품 제조기술에 관한 연구
주경석, 정영길, 신재혁[†]
한국자동차연구원
- P-165** 시뮬레이션 프로그램을 통한 수송기기용 Cu 합금 세경화 전선의 인발공정 최적화 및 분석
임기현, 노유중, 이성희[†]
국립목포대학교
- P-166** 비조사 Zircaloy-4 피복관의 링압축 특성 평가
홍석우[†], 김성근, 김도식
한국원자력연구원
- P-167** 액화수소 저장용기 극저온 환경 모사 소재 물성 평가 시스템 구축 연구
박소정[†], 주경석, 박진호, 정선경
한국자동차연구원
- P-168** NiTi 형상기억합금의 초미세결정립 제조를 위한 공정 최적화 연구
이재현, 김나영, 최진솔, 박찬희[†]
한국재료연구원
- P-169** CAE를 통한 고압 다이캐스팅 공정 시 형판의 기울어짐에 따른 AISI 4140 타이바 변형 및 형체력 분석
이도현, 하정홍[†]
한국생산기술연구원 스마트정형공정그룹
- P-170** 알루미늄 다이캐스팅 소재(ADC12)를 이용한 양극산화법을 이용한 산화막 성장거동
김민수[†]
한국생산기술연구원
- P-171** Al-Mg-Si-xCu 합금의 석출 거동에 대한 Ag, Sc 복합 첨가의 영향
이재석^{1,2}, 손현우^{1†}, 이육진^{2†}
¹한국재료연구원; ²부산대학교
- P-172** Irradiated Nuclear Materials: Characteristics and Applications of Electron Probe Microanalysis (EPMA)
Gahyun Choi[†], Yang Hong Jung
Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI)

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

P-173 고강도 주철의 재질 등급별 합금원소 설계

이상환[†]

한국생산기술연구원

P-174 열역학 시뮬레이션 기반 주철 기본원소 설계

이상환[†]

한국생산기술연구원

P-175 PHOTODETECTOR WITH SINGLE MOLECULE INTERFACE TREATMENT REPLACING POLYMER

Jung Myung Kim¹, Yunhwa Hong¹, Kwang Heo^{1†}, Jinhong Park^{1,2}

¹Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Hybrid Materials Research Center, Sejong University, Seoul 05006, Republic of Korea; ²Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong Battery Institute, Sejong University (SJU), Seoul 05006, Republic of Korea

P-176 Graphene Oxide/GaN Core-Shell Nanowire UV Photodetectors: A Study on Performance Improvement

Bagavath Chandran, Sang-Wook Lee, Jeong-Kyun Oh, Dae-Young Um, Sung-Un Kim, Jae-Hong Ju, Yong-Ho Ra[†]
Jeonbuk National University

P-177 Synthesis of Nd-Doped LaFeO₃ Nanoferrite Composites for Improved and Sustained Solar-Induced Photocatalytic Efficiency

Veeramuthu Vignesh, Shuo Han, Sung-Un Kim, Sang-Wook Lee, Jeong-Kyun Oh, Jae-Hong Ju, Yong-Ho Ra[†]

Division of Advanced Materials Engineering, College of Engineering, Research Center for Advanced Materials Development, Jeonbuk National University

P-178 Influence of Reaction Gas Type and Injection Location on the Synthesis of Thin-Walled Boron Nitride Nanotubes

손병구^{1†}, 진예진¹, 장지운¹, 이규형¹, 이수민^{1,2}, 조계영^{1,3}, 김재우¹

¹(재)철원플라즈마산업기술연구원, ²서울과학기술대학교 생산기술융합공학과, ³대진대학교 신소재공학과

P-179 Development and Antibacterial Performance Evaluation of a Gold-TiO₂ Heterojunction Photocatalytic Filter

Daeun Kim¹, Kihyeun Kim^{2†}, Youngung Seok^{1†}

¹Chonnam National University; ²Advanced Photonics Research Institute (APRI), Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

P-180 Separation Behavior of Large-Diameter Single-Walled Carbon Nanotubes with Non-Ionic Surfactants: NMR Analysis of the Adsorption Mechanism

고은솔, 신동호[†]

한국전자통신연구원

P-181 카본 파이버(CF)에 내장된 니켈-코발트(NiCo) 합금 복합체의 제작 및 전자파 차폐 성능 평가

정기남, 심인보[†]

국민대학교

P-182 외부 자기장의 영향에 따른 NiCo nano wire의 거동

박재원, 심인보[†]

국민대학교

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-183** 2D Nanosheet Conductivity of Coordination polymer Copper Chloride/N-Methyl Thiourea
강민석¹, 김민석^{1†}, 성윤모^{2†}
¹KIST(한국과학기술연구원) 극한소재연구센터; ²고려대학교 신소재공학과
- P-184** Development of Arsenic Precursor and Synthesis of InAs QDs Absorbing beyond 1400 nm Wavelength Range
Jaeyoung Seo, Seongchan Kim, Dongjoon Yeo, Yunseo Lee, Hyein Kong, Jina Na, Sungwon Kim, Nuri Oh[†]
Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University
- P-185** Effect of SiO₂ Underlayer Thickness on the Electrical Properties of Polycrystalline Ge Thin Films
Minji Seo, Woong Choi[†], Jisun Yu[†]
School of Materials Science & Engineering, Kookmin University, Seoul 20707 South Korea
- P-186** Effect of Substrates on Hall Mobility in Polycrystalline Germanium Thin Films
Hyojeong Kwon, Woong Choi[†], Donghwan Ahn[†]
School of Materials Science & Engineering, Kookmin University
- P-187** Stretchable 1D Fiber-Type Temperature-Strain-Pressure Multimodal Sensor with Copper(I) Iodide Nanoparticles
Kukro Yoon, Taeyoon Lee[†]
NanoBio Device Laboratory, School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University
- P-188** Patterning of TiN/CrN bilayer structure using Electron Beam Lithography for GaN rods SAG
함어진겨레, 심규연, 강성호, 차유경, 김도훈, 변동진[†]
Korea University
- P-189** Characteristics of the optical emission spectrum from atmospheric pressure discharge for the decomposition of VOCs from photoresist
전은승, 김윤기[†], 신기현
국립한밭대학교
- P-190** Stretchable 2D Nanomesh-Based Transistor Fabricated by EHD jet printing
Hyeonjoo Park, Taeyoon Lee[†]
Nano Bio Device Lab, School of Electrical and Electronic and Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea
- P-191** Large-Area Wet Transfer of Graphene via Control of PMMA Concentration and UVO Treatment Time
김정빈¹, 이혁진¹, 채수혁¹, 정상현², 이상엽^{2†}
¹Department of Materials Science and Engineering, Hanbat National University, Daejeon, Republic of Korea;
²Department of Materials and Manufacturing Engineering, Hanbat National University, Daejeon, Republic of Korea
- P-192** Enhanced electrical properties of polycrystalline Ge thin films via N₂ plasma passivation
유지선, 최웅[†]
School of Materials Science & Engineering, Kookmin University
- P-193** High-Vacuum Deposition of TiO_x Interlayers for Al-Contacted MoSe₂ Transistors
오유빈, 최웅[†]
School of Materials Science & Engineering, Kookmin University, Seoul 02707 South Korea

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-194 All-Solution-Processed Stretchable Quantum Dots LEDs**
나지나, 김성찬, 궤남영, 서재영, 오누리[†]
Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University
- P-195 Mechanochemical Effects of Zinc Titanate Nano Particles by Highenergy Milling**
박수지¹, 이광석², 김진호³, 김경남^{1†}
¹강원대 신소재공학과; ²(주)베스트룸; ³강원대 공동동실험실습관
- P-196 X-ray Photoelectron Spectroscopy를 이용한 재료의 일함수 측정 방법에 관한 연구**
지현배, 이연승[†], 빈정수
국립한밭대학교 정보통신공학과
- P-197 Defining optimal conditions for CVD growth of SiC nanowires on Si substrates**
구정현¹, 김진교^{1,2†}
¹Department of Physics and Research Institute for Basic Sciences, Kyung Hee University, Seoul, 02447, Republic of Korea; ²Department of Information Display, Kyung Hee University, Seoul, 02447, Republic of Korea
- P-198 실리온 음극재 성능 향상을 위한 고전도성 2차원 나노소재(MXene) 표면 코팅 연구**
김승희, 윤태영[†], 양우석[†]
한국전자기술연구원
- P-199 Strategies for High-Efficiency CO₂ Capture System from Biomass-derived 3D Graphene Nanostructures**
Jang Hee Kim, Tae young Park, Hyeon Ji Jeong, Kwang Hyun Park, Sung Ho Song[†]
Division of Advanced Materials Engineering, Kongju National University, Cheonan, Republic of Korea
- P-200 나노탄소소재 기반 고방열 접착소재를 적용한 적층형 탄소 방열 시트 개발**
김민영, 윤태영, 양우석[†]
한국전자기술연구원
- P-201 Blue-To-Green Multicolor InGa_N LED nano-heterostructures Grown On A Single Chip**
이민석, 엄대영, Bagavath Chandran, 김성운, 오정균, 신세비, 김종수, 이철로, 라용호[†]
Division of Advanced Materials Engineering, College of Engineering, Jeonbuk National University (JBNU), Jeonju, Republic of Korea
- P-202 High-Indium Strain-Relaxed Non-Polar InAl(Ga)N Multi-Quantum Dot Layers for Enhanced Red Light Emission**
김용호, 엄대영, 오정균, 김성운, Vignesh Verramuthu, 주재홍, 이철로, 라용호[†]
Jeonbuk National University (JBNU)
- P-203 Enhanced UV Detection Efficiency through 1D Nanorod Structures and Plasmonic Resonance**
한슈오, 오정균, 엄대영, 김성운, Bagavath Chandran, 박진서, 라용호[†]
Division of Advanced Materials Engineering, College of Engineering, Jeonbuk National University (JBNU), Jeonju, Republic of Korea

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-204** 스테인레스강과 무전해 니켈도금막의 접합력 향상을 위한 연구
 기다정¹, 김승완¹, 이희정¹, 지현배¹, 빈정수¹, 이원찬², 남승주³, 김정환^{2,3†}, 이연승^{1†}
¹국립한밭대학교 정보통신공학과; ²국립한밭대학교 응용소재공학과; ³국립한밭대학교 신소재공학과
- P-205** Fabrication and Characterization of ZnO–Carbon allotrope for Enhanced VOCs Gas response and selectivity Measurements: A Selective Analysis of Ethanol and Formaldehyde
 Tangoh Anthony Fon, Jaebum Park, Jeung–Soo Huh[†]
 Institute for Global Climate Change and Energy, Kyungpook National University
- P-206** Improving the electrochemical performance of Hydrated Vanadium Pentoxide/Graphene Oxide nanobelts
 황혜경¹, 곽진성^{1,2†}
¹Department of Materials Convergence and System Engineering, Changwon National University, Changwon 51140, Republic of Korea; ²Department of Physics, Changwon National University, Changwon 51140, Republic of Korea
- P-207** Copper Oxide Nanostructures: Controlled Synthesis and Electrochemical Characteristics
 장혜성¹, 류경희^{1,2†}
¹Department of Materials Engineering and Convergence Technology, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea; ²School of Materials Science and Engineering, Gyeongsang National University, Jinju, 52828 Republic of Korea
- P-208** Synthesis and Electrocatalytic Performance Optimization of Nickel–Cobalt Hydroxide Nanosheets
 이민정¹, 이승화^{2†}, 류경희^{1,3†}
¹Department of Materials Engineering and Convergence Technology, Gyeongsang National University; ²Department of Chemical Engineering, Changwon National University; ³School of Materials Science and Engineering, Gyeongsang National University
- P-209** Electrically Tunable Color and Sound in Cholesteric Liquid Crystal Elastomers
 박지윤, 최수석[†], 홍인표
 포항공과대학교
- P-210** Boosting Photoelectrochemical and Photovoltaic Performance through Compositional Engineering of Kesterite via Se–Induced Synergy
 Jin Hyeok Kim[†], 장수영, 김도현
 Chonnam National University
- P-211** 저압화학적상증착법을 이용한 Si₃N₄ 박막의 증착 및 특성 연구
 홍기영, 허기석[†]
 한국생산기술연구원
- P-212** Formation of porous stack pattern structures by controlling process conditions
 Yu Na Kim¹, Eun Bin Kang¹, Hee Rak Choi¹, Woon Ik Park^{1,2†}
¹Department of Materials Science and Engineering, Pukyong National University (PKNU), 45 Yongso-ro, Busan 48513 Republic of Korea; ²RanoM Co., Ltd., 365 Sinseon-ro, Busan 48548, Republic of Korea

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-213** 고충황비 건식식각 장비를 이용한 Si/SiO₂/Si 다층 박막의 연속 식각 공정 연구
홍기영[†], 허기석[†]
한국생산기술연구원
- P-214** Improving Thermal Consistency and Stability of Quantum Dots: An Investigation into Microscale Hybrid Structures for White Light-Emitting Diodes (WLEDs)
정호중¹, 전시욱¹, 장인석¹, 최승희¹, 권석빈¹, 안진영¹, 윤주형^{2†}, 송영현^{1†}
¹Korea Photonics Technology Institut; ²Incheon National University
- P-215** 스퍼터링 방식을 이용한 InZnSnO 박막의 증착 및 조성에 따른 굴절률 거동 연구
김영백, 허기석[†]
한국생산기술연구원
- P-216** Optimization of slot die coating process of Al₂O₃ slurry for ceramic 3D printing using numerical analysis
Jeonghong Ha[†]
Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
- P-217** Laser-induced modification and coalescence of single-walled carbon nanotubes
Jeonghong Ha[†]
Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
- P-218** Laser shock-induced physical graphitization and compaction of carbon nanotube fibers
Jeonghong Ha[†]
Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
- P-219** Enhanced colloidal stability and thermal conductivity of TiO₂ nanofluid by femtosecond laser irradiation
Jeonghong Ha[†]
Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
- P-220** 전기도금 된 Co-Pt 합금 박막의 자성특성에 대한 연구
박덕용[†]
국립한밭대학교 신소재공학과
- P-221** 전기도금 된 NiCo 박막의 특성에 미치는 도금용액 내의 Co²⁺ 농도 변화의 영향
박덕용[†], 윤필근
국립한밭대학교 신소재공학과
- P-222** Enhanced Thermoluminescence Properties of Dy-Base Co-Doped MgB₄O₇ with Na and Li for Light Tracer Applications
박진우¹, 김나경¹, 최영승¹, 류상혁¹, 양성진², 고지성², 신병하^{1†}
¹KAIST; ²POONGSAN R&D INSTITUTE
- P-223** Finite Element Method of Rollable Displays Utilizing the Nonlinear Elastic Properties of Optically Clear Adhesives
한상현, 신준혁, 양학준, 최수석[†]
포항공과대학교

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-224** Defect Characterization via DLTS for Enhanced Photodetector Performance in UVC Detection Applications
전우경¹, 윤요한^{1†}, 최항열¹, Dae-Woo Jeon², Ji-Hyeon Park²
¹Korea Aerospace University, Department of Materials Engineering; ²Korea Institute of Ceramic Engineering & Technology
- P-225** 금속-산화물 박막을 활용한 내구성 향상된 스마트 윈도우용 전기변색(EC)소자 제작
박재성[†]
구미전자정보기술원
- P-226** Impact of passivation layers on the electrical and optical properties of AlGaInP-based red micro-LEDs
김상범¹, 이인환^{1,2†}, 김태환²
¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학과
- P-227** Enhanced horizontal alignment of InGaN/GaN nanorod LEDs using insulator-based dielectrophoresis
조영훈, 이인환[†]
고려대학교 반도체시스템공학과
- P-228** Exploring Thermoluminescent Characteristics and Developing Light Tracers with Na+Dy Co-doped MgB4O7
Youngseung Choi¹, Jinu Park¹, Nakyung Kim¹, Jaehyuk Koh¹, Jiwoon Choi¹, Yang Sung Jin², Go Ji Seong², Byungha Shin^{1†}, Sanghyuk Ryu¹, Chaeyoun Kim¹
¹Korea Advanced Institute of Science and Technology; ²풍산방산기술연구원
- P-229** Determination of Mechanoluminescence Properties of Eu+Dy co-doped SrAl₂O₄ for Application of Light Tracer
박성주¹, 최영승¹, 박진우¹, 박서연¹, 양성진², 고지성², 신병하^{1†}
¹한국과학기술원(KAIST) 신소재공학과; ²풍산방산기술연구원
- P-230** Development of Multilayer Transparent Conductive Films for Fiber-Based QLEDs
이경희, 김민지, 현솔미, 박소영, 신동욱[†]
NMDL of Hanbat National University
- P-231** 전도성 고분자 전극 기반 전기변색 소자의 구현 및 특성 최적화
전상민¹, Yulia Shara br Sembiring¹, XIA HAICHENG², CHEN YONGZAN², 김정하¹, 이장혁¹, 김민성¹, 이수인¹, 백시원¹, 김용현^{1†}
¹국립부경대학교 스마트그린기술융합공학과; ²국립부경대학교 물리학과
- P-232** Optical Characteristics of Thermally Tunable Chiral Liquid Crystals within Chiral Polymer Templates
Wontae Jung, Seungmin Nam, Chaeyeong Yun, Jung Woo Park, Su Seok Choi[†]
POSTECH
- P-233** Multi-Modes Optical Encryption using Wavelength and Polarization Tunable Chiral Liquid Crystals
윤채영, 남승민, 김혜린, 정원태, 최수석[†]
POSTECH
- P-234** Enhancing Perovskite Devices with PVP and PMMA Polymers
이동욱, 이채원, 안지혜, 김민[†]
전북대학교 화학공학부

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-235 Advancing WLED and Display Technologies: Superior Performance through Aerosol-Assisted Quantum Dot Deposition**
 이유준, 김성훈[†]
 동의대학교
- P-236 Pt Nanoparticle Exsolution on Halide Perovskites for Advanced Gas Sensing**
 Il-Doo Kim[†], Jiwoong Han, Sungyoon Woo
 Department of Materials Science and Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)
- P-237 Hierarchical Self-Assembly of Thickness-Variied Block Copolymer Thin Films to Control Nanodomain Orientations Inside Bare Silicon Trenches**
 Bong Hoon Kim[†]
 Department of Robotics and Mechatronics Engineering, DGIST
- P-238 Advanced Field-Effect Transistors Utilizing Partially Suspended 2D Materials Through Block Copolymer Lithography**
 Miseon Lee, Janghun Ko, Bong Hoon Kim[†]
 Department of Robotics and Mechatronics Engineering, DGIST
- P-239 Block Copolymer Thin Film Self-Assembly Guided by Temporary Thickness Gradients**
 고장훈¹, 김봉훈^{1†}, 진형민^{2†}
¹대구경북과학기술원 로봇및기계전자공학과; ²충남대학교 유기재료공학과
- P-240 3D 프린팅을 이용한 다축 정렬 에어갭 구조 유전체 기반 유연 정전용량식 압력센서 개발**
 양영진, 김수완, 박성현, 김현범, 고정범[†]
 한국생산기술연구원 청정에너지전환그룹
- P-241 NO2 MEMS TYPE GAS SENSOR BASED ON MICRO-HEATER USING INKJET PRINTING METHOD**
 문승언[†], 김정훈
 한국전자통신연구원
- P-242 Preparation of Inorganic Nanopowders with Enhanced Physical and Chemical Properties via Cation Implantation Technology**
 Min Young Kim, Lee Kyu Hyoun[†]
 Yonsei University
- P-243 Development of high-performance chemiresistive sensors based on understanding the metal-support modifying effect on selectivity and activity**
 백종원, 김일두[†]
 Department of Materials Science and Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology
- P-244 Stable lattice oxygen evolution reactions in bismuth cerium oxyhydroxide electrocatalyst**
 Seunghwan Jo, Gwon Seong Hyeok, Jung Inn Sohn[†]
 Department of Physics, Dongguk University, Seoul 04620, Republic of Korea

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-245 이온 빔 조사를 통한 그래핀 수소 가스 센서 표면 개질**
 서준현, 전기완, 여순목[†]
 한국원자력연구원 양성자과학연구단 입자빔이용연구부
- P-246 All-in-one Three Electrode System for Real-time In Vivo Detection of Dopamine**
 하정대¹, 장경인^{1†}, 정한희^{2†}
¹대구경북과학기술원 로봇및기계전자공학과; ²한남대학교 정보통신공학과
- P-247 Continuous Glucose Monitoring(CGM) System for Long-term Use Utilizing a Protective Layer**
 윤태상, 장경인[†]
 대구경북과학기술원
- P-248 전기로 슬래그 포밍 내 가스 정량화를 통한 가탄재 최적화 연구**
 박준혁¹, 안효주¹, 조진우¹, 박재형¹, 허성¹, 이종원¹, 박노근^{1†}, 이은진², 박미숙², 김효민²
¹영남대학교 신소재공학부; ²머티리얼솔루션파크
- P-249 Vialess heterogeneous skin patch for multimodal monitoring and stimulation**
 송수정, 이혁준, 장경인[†]
 대구경북과학기술원
- P-250 산업부산물에서의 마그네슘 회수에 관한 연구**
 조준현¹, 소승영^{3,4†}, 강지준¹, 장홍석^{2†}
¹전북대학교 건축도시공학과; ²전북대학교 생리활성융합소재 혁신인재사업단; ³전북대학교 건축공학과; ⁴전북대학교 건축공학과 (RCIT)
- P-251 감마선 조사 PET가 혼입된 PRC의 강도 특성**
 강지준¹, 조준현¹, 장홍석², 소승영^{3†}
¹전북대학교 건축도시공학과; ²전북대학교 생리활성융합소재 혁신인재양성사업단; ³전북대학교 건축공학과 (RCIT)
- P-252 LiCl 처리를 통한 이온전도성 하이드로겔의 성능 향상 및 웨어러블 센서 적용**
 김민성, 전상민, 이장혁, 이수인, 김정하, 백시원, Entifar Siti Aisyah Nurmaulia, Muhamad Junda Azizi, Nisa Aqilla Ellenahaya Entifar, 김용현[†]
 국립부경대학교 스마트그린기술융합공학과
- P-253 고분자 전해질 연료전지 백금 촉매의 성능 향상을 위한 코팅 공정 변수 최적화**
 임유진, 임희원, 김연수, 최순목[†]
 한국기술교육대학교 에너지신소재공학과
- P-254 폴리올 공정으로 제조된 전극 지지체의 내구성 및 전기화학적 성능 평가**
 허준, 최순목[†], 윤혁준
 한국기술교육대학교 에너지신소재공학과 대학원
- P-255 Recent Advanced Wearable Device Monitoring System for Cardiovascular Diseases**
 김병현, 한솔비[†], 장경인[†]
 대구경북과학기술원 로봇및기계전자공학과

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-256** 양성자 교환막 수전해 전극용 산화물 지지체의 전기화학적 성능 평가
윤혁준, 허준, 최순목[†]
한국기술교육대학교 에너지신소재공학과
- P-257** Light-induced condensation of nanoplastics using gold nanohole array
Minjeong Kim, Jeong Eun Ko, Jung-Sub Wi[†]
Department of Materials Science and Engineering, Hanbat National University
- P-258** Fully implantable neural interface system for studying brain neural dynamics in freely-moving primates
오세현, 제갈장환, 장경인[†]
대구경북과학기술원(DGIST)
- P-259** Development of an Acetylcholine Sensor for Enhanced Diagnosis and Treatment of Alzheimer's Disease
손지은, 장경인[†]
대구경북과학기술원
- P-260** Detection and differentiation of polyethylene and polyvinyl chloride microplastics using gold-coated filter paper
Seunghoon Lee, Solji Park, Juhee Son, Hee Seon Ryu, Yunhee Park, Jung-Sub Wi[†]
Department of Materials Science and Engineering, Hanbat National University
- P-261** Design of Integrated Carbon Nanotube-Carbon Nanofiber Hybrid Gas Diffusion Electrode for Enhanced Zinc-Air Battery Performance
배수연^{1,2}, 이선영², 윤기로^{1,2†}
¹한국생산기술연구원; ²한양대학교
- P-262** Electricity generation through piezoresponse linked to molecular bonding in biodegradable silk nanofibers for sensor applications
김현승^{1,2}, 이예빈^{1,3}, 윤상일^{1,3}, 정창규^{1,2,3†}
¹전북대학교 신소재공학부 전자재료공학전공; ²전북대학교 에너지저장변환공학과; ³전북대학교 JBNU-KIST 산학연융합학과
- P-263** A Field Study of Real-Time Cow Estrus Detection System for Improving Reproductive rate
구민정[†], 최영선¹, 김훈섭¹, 남철환¹, 노유진¹, 김선호², 이상석², 정대영¹
¹전라남도농업기술원 축산연구소; ²순천대학교 동물자원과학과
- P-264** Cu가 도핑된 ZnO 나노벨트의 에탄올 센싱 특성과 분석
이택영^{2†}, 윤미리¹
¹국립한밭대학교 신소재공학과, 반도체소재부품장비센터; ²국립한밭대학교 신소재공학과
- P-265** 주조공정을 통한 Al-Sn계 합금과 탄소강의 접합을 위한 탄소강 표면처리 방법 연구
신현준¹, 임유진^{1,2}, 조일국^{1,2†}
¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
- P-266** FC250 및 TiC/FC250 금속재료복합재의 열처리에 따른 상고온 마모 특성 연구
임유진^{1,2}, 최재성¹, 김현일¹, 차원진¹, 조일국^{1,2†}
¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 이인환(고려대), 신병하(KAIST)

- P-267** Thermal kinetics of phthalonitrile cured with BAPB and DPDS
이준혁[†], 송정근, 전은경, 최재호
Agency for Defense Development, Yuseong P.O. Box 35, Daejeon, Republic of Korea
- P-268** Advancement of Characteristic Prediction Methods for Compact X-ray Tubes Considering the Electrical Properties of Ceramic Materials
박소라[†], 정진우[†], 강준태, 최성훈, 연지환
한국전자통신연구원
- P-269** Synthesis of Fluorinated Waterborne Polyurethane dispersions modified by Silicone Moiety for Anti-fouling
김대신, 김일진[†]
한국소재융합연구원
- P-270** 철계 하이브리드 재료의 주조 접합 공정 및 접합 건전성
정재현, 이영철, 이상환[†]
한국생산기술연구원
- P-271** 미분 솔더 분말용 플럭스 설계 및 Type 8 솔더 페이스트 개발
강민서, 박지선[†]
한국전자기술연구원
- P-272** 고강도 에폭시 접착 소재 구현을 위한 필러 조성 설계 연구
강민서, 박지선[†]
한국전자기술연구원
- P-273** 질화물 복합화 소재를 이용한 방열 sheet 개발
박정몽[†], 양조화[†]
(재)대구테크노파크 나노공정기술센터
- P-274** Tensile Testing of Zirconium Cladding at High Temperature
김재한[†], 김수호, 김효찬[†]
한국원자력연구원
- P-275** Development of Tensile Testing Procedure for Zirconium Cladding
김재한[†], 김수호, 김효찬[†]
한국원자력연구원
- P-276** 이차전지 양극재 소성용 도가니의 내식성 향상을 위한 알칼리계 산화물 소재에 대한 연구
이진구[†]
한국생산기술연구원 동남기술실용화본부 에너지시스템그룹

2024년 11월 14일 (목요일) 14:00~17:00

진행: 함지연(주)도원바이오텍), 강동수(인하대)

P-277 단체 회의용 일정 관리 서비스

은승민, 김영교[†], 양이진하[†]
숙명여자대학교

P-278 Eco-Friendly Microplastic Removal Using High-Performance Ultrasonic Welding Technology and Biodegradable Filters

손예지, 김승욱, 김효민, 정대용[†]
인하대학교 신소재공학과

P-279 효율성 향상과 제조 공정 간소화를 위한 혁신적인 유리 용해로 개발

김승욱, 손예지, 김효민, 정대용[†]
인하대학교

P-280 지식 재산을 활용한 행사 운영 및 관리 프로세스

홍예림[†]
숙명여자대학교

P-281 개발협력에서 지식재산의 사용

송수민, 최지원[†], 신예빈[†]
숙명여자대학교

P-282 증강현실 기기의 특허기술 동향에 관한 연구

김준희, 박시은, 김현동, 이완호[†]
대진대학교

P-283 스마트팜 분야 특허 동향 분석에 관한 연구

송윤제[†]
대진대학교

P-284 CdIn₂S₄/g-C₃N₄ Photocatalyst for Sustainable Environmental Remediation.

Manjiri A. Mahadadalkar, Heeju Han, Nokeun Park[†]
Material Science Engineering Department, Yeungnam University

P-285 Electrically Switchable Dye-doped Chiral Liquid Crystal Films with Multi-Pixel Electrodes for Independent Operation

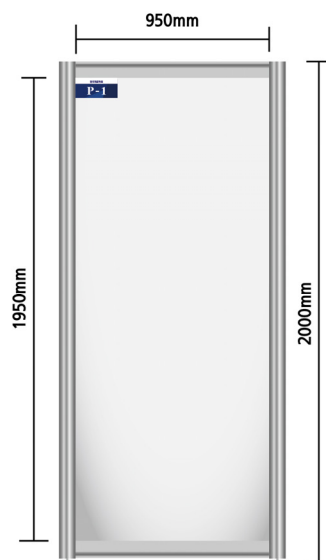
Chan-Hee Han, Su Seok Choi[†], Wonbeen Do, Dongjun Kim, Seungmin Nam, Chaeyeong Yun
POSTECH

◆ 알 림 ◆

1. 포스터 판넬의 전체크기는 가로1m×세로2m이며 판넬 안의 사이즈는 950*1950입니다. 가장 보편적인 포스터 사이즈는 900*1300, 900*1400, 900*1500 입니다.

2. 포스터 보드 이미지

포스터판넬 사양



3. 포스터 심사, 부착 시간 안내

P1~P140: 11월 14일(목) 부착시간: 09:00~12:00/집중심사시간: 10:30~11:30

P141~P285: 11월 14일(목) 부착시간: 14:00~17:00/집중심사시간: 15:30~16:30

심사시간에는 본인의 발표 포스터 앞에 대기하시어 심사에 협조하여 주시기 바랍니다. 반드시 정해진 시간동안 부착하여 주시기 바랍니다.

4. 포스터 발표물 부착 및 탈착

포스터보드 상단에 발표번호가 부착되어 있사오니 지정된 발표번호에 준비하신 발표물을 부착해주시기 바랍니다.

발표자는 포스터 부착시간 종료 후 1시간 이내에 포스터 보드에 부착된 발표물을 모두 탈착하여 주시기 바랍니다.

해당번호 부착시간 이후 탈착하지 않는 경우 발표자료에 대한 회수 의사가 없는 것으로 간주하고 폐기하도록 하겠습니다.

포스터 발표자가 포스터 발표물 부착도구를 준비해 오는 것을 원칙으로 하고 있으니 이 점 양지해 주시기 바랍니다.

(스카치테이프 준비, 양면테이프 사용 안됨)

5. 우수발표 논문상 시상식 안내(장소: B발표회장(그랜드볼룸A))

▶ 구두, 포스터 발표 수상자 시상 - 11월 15일 (금) 12:00

1. 2024년도 한국재료학회 정기총회

- 일 시: 2024년 11월 15일 (목) 17:30 ~ 18:00
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 A발표회장(그랜드볼룸B)

2. 학술발표대회

- 학술논문발표 총 465편(기조강연: 1편, 학술상 수상강연(Keynote): 1편, 유진상 수상강연: 1편, 심포지엄, 콜로키움 초청강연: 7편, 일반세션초청강연: 3편, 구두발표: 103편, 포스터발표: 285편)

3. 특별심포지엄

– 반도체 박막 재료 및 공정 시뮬레이션 심포지엄 –

- 일 시: 11월 14일 (목) 13:00 ~ 16:30
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 D발표회장(툴립)
- 총 진행: 권용우(홍익대)

– 올리빈 구조 양극 기반 고안전성/저비용 고에너지밀도 이차전지 –

- 일 시: 11월 14일 (목) 13:00 ~ 16:30
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 C발표회장(로즈+라일락)
- 총 진행: 김천중(충남대), 박정진(KIST)

– 양자점 소재 기술 특별심포지엄 –

- 일 시: 11월 15일 (금) 09:00 ~ 12:00
- 장 소: 장소: 웨스틴 조선 부산 C발표회장(로즈+라일락)
- 총 진행: 홍현선(성신여대)

– 여성 재료학자 특별심포지엄 –

- 일 시: 11월 15일 (금) 09:00 ~ 11:50
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 D발표회장(툴립)
- 총 진행: 조소혜(KIST)

– 고효율 전력변환용 Ni-free 자성 페이스트 소재 및 부품화 기술개발 –

- 일 시: 11월 14일 (목) 13:00 ~ 16:30
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 E발표회장(코스모스)
- 총 진행: 김성배(㈜창성)

– 한국재료연구원 특별심포지엄 (극한재료연구 소개) –

- 일 시: 11월 14일 (목) 09:00 ~ 12:10
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 A발표회장(그랜드볼룸B)
- 총 진행: 이창훈(KIMS)

– 차세대뿌리기술 융합 심포지엄 –

- 일 시: 11월 14일 (목) 09:00 ~ 12:30
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 D발표회장(툴립)
- 총 진행: 강정석(KITECH)

– 콜로키움: 촉매개발의 뉴 패러다임: 현실과 이론의 교차 –

- 일 시: 11월 14일 (목) 13:00 ~ 16:30
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 F발표회장(바이올렛)
- 총 진행: 신기현(국립한밭대)

– 신진연구자 특별심포지엄 –

- 일 시: 11월 14일 (목) 13:00 ~ 16:30
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 B발표회장(그랜드볼룸A)
- 총 진행: 김재현(DGIST), 김형욱(KIMS)

– 한-중 이차전지 정책기술 교류협력 심포지엄 –

- 일 시: 11월 14일 (목) 09:00 ~ 17:20
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 C발표회장(로즈+라일락)

학술발표 등록안내

- 일 시: 2024년 11월 14일 (목) 08:30 ~ 2024년 11월 14일 (목) 18:00
2024년 11월 15일 (금) 08:30 ~ 2024년 11월 15일 (금) 11:00
- 장 소: 웨스틴 조선 부산 1층 등록데스크
- 현장등록비: 정 회 원 260,000원
비 회 원 310,000원
학생회원 140,000원
학생비회원 160,000원
- 안 내: 등록비 납부시 일정집(11/14~11/15), 명찰 제공됩니다.
중식은 제공되지 않으며 개별식사입니다.
간담회는 입장 인원이 제한되어 정회원만 입장 가능합니다.
학생회원은 식사 제공 대신 다른 형태로 변경됨을 양해 부탁드립니다.
학술발표 1편당 1인 이상은 의무등록으로 하고 있으니, 즉 1인 2편 발표시 각각의 발표논문에 대하여 1인 이상 등록해야 함. 이 점 양지하여 주시기 바랍니다.

논문발표 안내

- 초 청 강 연: 25분(질의 응답 포함) 또는 20분(질의 응답 포함)
- 일 반 발 표: 15분(질의 응답 포함)
- 발표물 양식: Beam Projector
- 발표자 준비: 담당 Session 좌장에게 Session시작 전에 발표준비 여부를 보고해 주시기 바랍니다.
발표하실 파일은 USB로 저장하여 가져오시기 바랍니다.
- 좌 장 확 인: 담당 Session 시작 10 분전에 행사본부에 연락하신 후 Session 시작 전에 발표자 참석 여부를 확인하여 발표대기 시키고 Session 종료 후 좌장보고서에 서명하여 등록접수처로 제출하여 주시기 바랍니다.

회원가입 안내

• 회 비

	정 회 원	준 회 원	단체회원	증신회원
입회비	10,000원	없음	없음	없음
년회비	50,000원	20,000원	150,000원	600,000원

• On-Line 계좌

은 행	계좌번호	예금주
하나은행	591-910006-68804	(사)한국재료학회

교통 이용 안내

■ 웨스틴 조선 부산 오시는 길

홈페이지: 자세한 사항은 웨스틴 조선 부산 홈페이지를 참조하여 주시기 바랍니다.



부산광역시 해운대구 동백로 67 웨스틴조선부산(Tel : 051-749-7000)

KTX 부산역	택시	요금	약 23,000원
		소요시간	약 30분
	버스	방법	1003번 버스 탑승 → 동백섬 입구 정류장 하차
		소요시간	약 60분
부산 종합버스터미널	택시	요금	약 25,000원
		소요시간	약 40분
	버스	방법	1호선 노포역 탑승 → 동래역 하차 후 31번 버스로 환승 → 운촌역 하차
		소요시간	약 65분

지정숙박 예약안내

- 본 학회에서는 참가하시는 회원 여러분의 편의를 도모해 드리고자 추계학술대회 기간 중 아래와 같이 웨스틴 조선 부산 호텔 숙박을 안내하여 드리오니 회원여러분의 많은 성원 부탁드립니다.
- 예약시 반드시 한국재료학회 학술대회 참석임을 알려주셔야 할인된 금액으로 이용 가능하오니 이 점 착오 없으시기 바랍니다.

Date	Deluxe Park (Single/Twin)	Deluxe Beach (Single/Twin)
2024. 11. 13(수)	242,000	278,300
2024. 11. 14(목)	242,000	278,300
2024. 11. 15(금)	350,900	387,200

(Room Only금액)

- 예약신청서를 한국재료학회 홈페이지(www.mrs-k.or.kr)에서 다운로드 받아 사용하시기 바랍니다.
1. 숙박신청서 작성을 통한 예약
(숙박신청서 다운로드 후 투숙자정보 직접 기입 후 스캔본 메일 또는 팩스로 웨스틴 조선부산 객실 예약과로 발송 후 예약 가능여부 회신)
웨스틴조선부산 객실 예약과: reservation@westinjosun.com / 051-749-7000~7001
접수 후 담당자 확인이 되어야 예약이 정상 완료됩니다.
 2. 조식은 포함되어 있지 않으며 선택사항(조식부페: 58,000원/1인)입니다.
 3. 2인 투숙 기준이며 3인째 투숙시 추가 요금 적용됩니다.(84,700원 추가요금 발생)
 4. 학회 기간에만 적용되는 금액이며 행사 후 주말에는 할인금액이 적용되지 않습니다.
- * 자세한 사항은 예약신청서 내용을 참조하여 주시고
숙박 관련 문의는 웨스틴 조선부산 예약실 054-749-7000~7001 로 문의하시기 바랍니다.

2024년도 한국재료학회 추계학술대회 우수 발표논문 시상 안내

- 구두발표 및 포스터 발표 논문 중 심사위원회에서 우수 논문을 선정하여 시상.
- 시상식: 2024년 11월 14일 (금) 12:00~, B발표회장(그랜드볼룸A)
- 상장 및 부상(5만원 상당 문화상품권)이 수여됩니다.

한국재료학회 추계학술대회 경품 추첨 안내

- 추첨 일시: 2024년 11월 14일 (금) 12:00~, B발표회장(그랜드볼룸A)
- 경품

	경 품
에스엠에스(주) 협찬 특별경품 (1명)	 삼성전자 노트북 1대 (당사 소재적용 모델)
1등 (1명)	 iPhone 16, 128GB
2등 (1명)	 iPad air, WIFI 128GB
3등 (3명)	 SONY 노이즈캔슬링 블루투스 헤드셋 (소니 WH-1000XM4)
4등 (5명)	 백화점 상품권
5등 (5명)	 커피전문점 상품권

- 추첨시 당첨자가 현장에 있는 경우만 유효하며, 현장에 없는 경우 재추첨합니다.
- 경품응모권은 1인당 1장만 접수 가능하며 중복 당첨의 경우 무효로 처리합니다.

Materials Research Society of Korea, Fall Conference 2024



기조강연

PT-1

LG 에너지솔루션의 배터리 기술

김제영[†]

LG에너지솔루션 CTO

전기차 및 에너지 저장 시스템 (ESS) 의 수요 증가에 따라, 중추적 역할을 하고 있는 리튬이온 배터리 기술도 빠르게 진화하고 있습니다.

최근에는 전기차 이외의 다양한 모빌리티 분야에서도 전동화에 대한 수요가 증가하고 있으며, 고성능/저비용/고안전성에 대한 필요성이 강조되고 있습니다.

LG에너지솔루션은 리튬이온 배터리 시장의 선두 주자로서, 본 발표에서는 소재, 셀, 팩, BMS(Battery Management System), 공정 등 LG에너지솔루션의 다양한 배터리 기술들을 소개합니다.

Materials Research Society of Korea, Fall Conference 2024



심포지엄

SA-1

Molecular dynamics simulation technique to obtain information related to crystallization of HfO_2

김영광[†]

버추얼랩

(ykim11@simulation.re.kr[†])

반도체 박막 성장 및 3D 결정 성장 공정 연구에 있어서 원자 스케일에서는 표면 에너지, grain boundary energy, 증착 시 원자간 결합 특성, dislocation의 형성 등 여러가지 특성 분석이 요구된다. 이러한 특성은 실험적으로 얻기 쉽지 않기에 분자 동력학을 통해 이론적 물리량을 산출하여 이를 정성 혹은 정량적 평가를 하는데 활용되어 왔다. 버추얼랩에서 지원하는 Matsq 플랫폼은 웹에서 즉시 분자 동력학을 활용할 수 있는 형태로 별도의 소프트웨어 및 하드웨어 구축 없이 사용 가능하다. 본 발표에서는 HfO_2 결정 성장과 관련된 분자 동력학을 활용하여 얻을 수 있는 정보를 소개하고자 한다. 특히, 웹 기반 분자 동력학을 활용하여 어떻게 정보를 얻었는지 그 방안을 제시하고자 한다. 추가로 소재 디지털 트윈 분야에서 시뮬레이션이 갖는 영향력에 관하여 소개하고자 한다.

Keywords: 박막성장, HfO_2 , 분자동력학, matsq, 디지털트윈

Compound Semiconductor Solar Cells Fabricated on Unusual Substrates

이성민[†]

한양대학교

(sungminlee@hanyang.ac.kr[†])

Despite their advanced electronic properties and record-breaking efficiencies, the high material costs associated with III-V compound semiconductors have limited their practical use in terrestrial photovoltaics. To address this issue, we propose a solution involving transfer-printing technology, which reuses growth wafers and enables the assembly of large-area modules. While this technology reduces wafer costs, challenges such as process costs and power generation capability still hinder reductions in the levelized cost of electricity. In this context, we present our latest research on defect-free transfer-printing assembly techniques and the integration of nanophotonic materials to create cost-effective, high-performance III-V multi-junction solar cells. Our approach includes large-area flexible photovoltaic modules with optimally arranged III-V solar cells embedded in luminescent and scattering waveguides. This configuration significantly enhances power generation performance without a substantial increase in cost. Our materials platform, device architecture, and fabrication strategy represent significant advancements toward achieving high-performance III-V multi-junction photovoltaic devices.

Keywords: Compound Semiconductor, Solar Cell

Analyzing plasma sources for semiconductor etch processes using a global model

권득철[†]

한국핵융합에너지연구원
(dckwon@kfe.re.kr[†])

The global model is widely used to calculate the spatially averaged dependence of plasma parameters on variables external to the equipment, such as pressure, power, and gas composition. Due to its simplified characteristics, the model efficiently handles a wide range of chemical reactions and is computationally fast, making it suitable for parameter sweeps and preliminary studies. Additionally, it can be integrated with more specialized models, such as electron heating models and RF (radio frequency) sheath models, to provide a deeper analysis of equipment characteristics and power coupling efficiency. Despite its limitations in resolving spatial variations, the global model has been used as a valuable tool for obtaining insights into overall plasma behavior and optimizing process conditions. In this study, we introduce a recently developed global model and demonstrate its capability through detailed calculation results, highlighting key plasma parameters and their dependence on external conditions.

Keywords: plasma, global model, electron heating, radio frequency, sheath

SA-4

차세대 3차원 반도체 제조를 위한 플라즈마 식각 공정 전산모사

임연호[†]

전북대학교

(yeonhoim@jbnu.ac.kr[†])

최근 반도체 산업은 디자인 룰의 한계를 극복하기 위해 3차원 구조의 소자 공정으로 전환하고 있으며, 이 과정에서 공정의 난이도가 급격히 상승하고 있습니다. 특히 반도체 플라즈마 공정의 전산 모사는 그 중요성이 부각되고 있지만, 높은 공정 난이도로 인해 반도체 산업에서 제한적으로 활용되고 있습니다. 본 발표에서는 차세대 3차원 메모리 및 로직 소자 공정에 대해 국내에서 개발되고 있는 플라즈마 식각 공정 전산 모사의 개발 현황과 실제 사례 연구를 소개하고자 합니다.

Keywords: 반도체 공정, 삼차원 반도체, 전산모사

In situ observation of structural evolution of amorphous thin film

송경[†]

한국재료연구원
(ksong@kims.re.kr[†])

Polycrystalline silicon (poly-Si) films are widely used in the electronics industry and an increasing interest exists in the structure of these films in view of their electronic and optical applications. Recently, polycrystalline silicon thin films are used as channel materials for ultra-high density vertical flash cells in 3D NAND flash memory due to several advantages. However, there are several defects such as grain boundaries, twin boundaries, and intragranular defects formed during annealing process for crystallization of amorphous Si thin films, and these defects serve as active electron trapping sites leading to deteriorated devices performance. Therefore, it is important to clarify the structural change at nanometer scale during annealing process in semiconductor devices manufacturing and direct observation is necessary to elucidate the nucleation and grain growth mechanisms of amorphous thin film. In this study we demonstrate the crystal phase and orientation mapping of poly-Si films and other amorphous thin film at the nanometer scale and the structural evolution according to temperature through in-situ heating transmission electron microscopy (TEM).

Keywords: Amorphous thin film, In situ TEM

메모리 소자 응용을 위한 산화물 반도체 박막의 다결정 증착 및 특성 분석

정재경[†]한양대학교 융합전자공학부
(jkjeong1@hanyang.ac.kr[†])

실리콘 기반 반도체 소자는 나노스케일 미세화 관점에서 물리적 한계에 도달하고 있기 때문에 2차원 반도체, 산화물 반도체와 같은 새로운 반도체 물질에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다. 산화물 반도체는 저온에서 기존 CMOS 호환성을 갖추면서 증착가능하고, 제작된 FET 소자의 누설전류가 Zero에 가까우며 우수한 신뢰성, 균일성의 장점 때문에 무어의 법칙으로 대변되는 지속적인 다운 스케일링을 유지시킬 수 있는 강력한 대안 기술로 기대되고 있다. 실제로 산화물 반도체 소자는 AMOLED TV 및 스마트폰 제품의 표준 구동소자기술로 자리매김하고 있으며 실리콘 기반 TFT를 빠르게 대체하고 있다. 이러한 이유로 3차원 DRAM 소자의 채널 물질로 산화물 반도체 적용에 대한 관심은 급격히 증가하고 있다. 그러나 기존 단결정 실리콘 채널 대비 낮은 전류 및 고온공정에서의 신뢰성 이슈는 앞으로 해결되어야 하는 필수요건이다. 본 발표에서는 나노 트렌치 구조에 우수한 단차 피복성과 균일성을 갖는 원자층증착법 (ALD)에 기반한 최신 산화물 FET 연구 결과에 대해 소개한다. 구체적으로 양자구속효과를 이용한 2DEG 현상과 Bixbyte 결정화 채널 구조를 적용하여 전계 이동도 $70 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상, 게이트 스윙 SS 70 mV/decade 이하, 구동전압 1 V 미만, 전류 점멸비 $1\text{E}9$ 이상의 우수한 성능을 갖는 트랜지스터 구현이 가능함을 제시하고, 향후 신뢰성 개발에 대한 이슈에 대해 논의하고자 한다.

Keywords: 산화물 반도체, DRAM, 원자층증착법

원자층변조 기반 고품질 다성분계 극초박막의 증착연구

오일권^{1†}, 이한보람^{2†}, 곽병하¹, 김현미³

¹아주대학교 지능형반도체공학과; ²인천대학교 신소재공학과; ³한국전자기술연구원
(ikoh@ajou.ac.kr[†]; hbrlee@inu.ac.kr[†])

With the reduction in semiconductor device size, the thickness of thin films has exponentially decreased to a nanometer scale. However, it is very challenging to maintain the physical properties of films such as dielectric constant, leakage currents, and crystallinity at the reduced thickness range. In this study, we aim to deposit ultrathin films with excellent properties below 5 nm using rare earth oxide (REO)-doped transition metal oxide (TMO) films. Atomic layer deposition (ALD) supercycling is unsuitable for depositing ultrathin multicomponent films since it requires a certain film thickness to maintain the mixing ratio. Therefore, this research introduces a new process, atomic layer modulation (ALM). ALM allows the growth of multicomponents, where the steric hindrance and chemical reactivity of the two precursors in a single layer would determine the composition ratio. In the ALM process, Y and Zr precursors are sequentially exposed on the surface and oxidized by one counter-reactant, so that the ratio of Y and Zr can be determined by steric hindrance and chemical reactivity of precursors. Dy and Hf precursors are also sequentially exposed on the surface and oxidized by one counter reactant to find which RETMO is optimal for fabricating high-quality ultrathin multicomponent film. We believe it would help for the future scaling down of semiconductor devices.

Keywords: Atomic layer modulation, multicomponent films, ultrathin films

SA-8

Thin film microstructure simulation using phase-field method

Yongwoo Kwon[†]

Hongik University
(ykwon722@hongik.ac.kr[†])

We introduce a phase-field model designed to study microstructure development in thin films of semiconductors, oxides, and metals deposited on non-flat substrates. This model involves solving differential equations related to gas transport, film formation, and grain growth. It examines how well the films conform to the substrate and the resulting microstructures of both metals and nonmetals during deposition and subsequent annealing. Our simulation successfully reproduces the results observed in experiments.

Keywords: Phase-field model, thin film microstructure, deposition, annealing

SB-1

Synthesis of iron phosphate via coprecipitation for the micrometric LiFePO_4 cathode

김천중[†]

충남대학교 공과대학 신소재공학과
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

In this study, ferric phosphate precursors were prepared by coprecipitation reaction. The resulting LiFePO_4 active materials were thoroughly investigated. Microscale LiFePO_4 cathode materials, designed for the high energy density at the cell level, were successfully synthesized through coprecipitation. Various chelating agents were studied for the synthesis of FePO_4 precursors. The carbon coated LiFePO_4 (LiFePO_4/C) synthesized from the ferric phosphate precursor exhibited larger secondary particle size, a lower specific surface area, and higher crystallinity due to the sintering of primary particles. The enhanced battery performance could be achieved from the LiFePO_4/C . The battery performance can not reach yet that of the nano-sized LiFePO_4 ; however, intensive and extensive studies about the micrometric LiFePO_4/C cathode is being carried out for the high energy density.

Keywords: LiFePO_4 , coprecipitation, iron phosphate, FePO_4 , lithium ion battery

올리빈 결정구조 기반 리튬양극소재를 통한 고에너지밀도 리튬이온전지 개발

박정진^{1,2,3†}, 황원찬¹, 김재환¹, 고은서¹, 이서진¹

¹한국과학기술연구원 (KIST); ²과학기술연합대학원대학교 (UST); ³경희대학교
(jpark716@kist.re.kr[†])

최근 올리빈 결정구조기반의 리튬양극소재의 고에너지밀도화를 위한 다양한 연구전략들이 보고되고 있으며 전이금속의 치환을 통한 고전압화, 입자의 고밀도화 그리고 후막전극 제작등의 다차원 스케일에서 연구가 진행되고 있다. 하지만 이러한 고에너지밀도화는 속도론적 한계와 기계적 불안정성을 야기하며 이러한 추가적인 문제들을 해결하기 위한 신규 연구전략이 함께 수반되어야 한다.

본 발표에서는 올리빈양극소재의 고에너지밀도화에 대한 현재 연구전략에 대한 간단한 리뷰와 고에너지밀도화에 따른 속도론적 한계와 기계적 불안정성을 극복하기 위한 전략으로 다양한 소재 및 전극 전략을 활용하는 연구에 대해서 보고한다. 특히 비불소계 수계 바인더의 개발을 통해 기계적 안정성을 확보하고, 친환경적이며 전기전도성과 이온전도성을 확보한 연구사례를 보여준다. 이를 통해 다가올 전기자동차 시대의 저가격, 친환경 리튬이온전지 양극소재가 널리 활용될 수 있기를 희망한다.

Keywords: 고에너지밀도, 리튬이온전지, 올리빈 구조, 고전압, 전극후막화

SB-3

계산과학 데이터 주도 올리빈계 양극소재 설계 전략

김두호^{1,2†}

¹경희대학교 기계공학과; ²KHU-KIST 융합과학기술학과
(duhokim@khu.ac.kr[†])

본 발표에서는 계산과학 데이터 주도 다중물리/다차원 배터리 소재 설계 개념에 대해서 설명을 하고 올리빈계 양극소재의 근본적인 반응 기작에 대한 이해를 바탕으로, 성능 향상에 목적을 둔 설계 전략에 대해서 소개한다.

Keywords: 계산과학, 데이터, 다차원, 다중물리, 소재설계

Strategies for improving energy density and performance of electrodes containing LiFePO_4

김종민[†], 임안섭, 김성수, 엄지용[†]

한국자동차연구원

(jmkim1@katech.re.kr[†]; jyeom@katech.re.kr[†])

Recently, the electric vehicle (EV) market has been growing rapidly due to increasing concerns about the climate crisis caused by carbon emissions. However, the market is currently facing challenges such as high cost and the delayed infrastructure development. Consequently, there is a growing demand for lithium-ion batteries (LIB) used as a power source for EVs to provide improved performance at reduced cost. Olivine-structured LiFePO_4 (LFP) has advantages due to its low cost achieved by utilizing earth-abundant transition metals, excellent cycle stability, thermal stability, and structural integrity during electrochemical cycling. Despite these merits, LFP suffers from low energy density, poor electronic conductivity, and low lithium-ion diffusion.

To improve the energy density and performance of electrodes containing LFP, electrodes of various compositions and morphology were investigated. First, high-density cobalt-free electrode was successfully fabricated by combining several micro-sized cobalt-free NM particles with nano-sized olivine LFP. The composite electrode demonstrated a volumetric capacity exceeding 600 mAh/cm^3 , which is comparable to that of pure NM. Moreover, the composite electrode exhibited enhanced cycle-life performance relative to electrodes composed solely of NM or LFP. In addition, it was possible to manufacture an electrode with high energy density through a method of minimizing the pores of the electrode by mixing nano- and micro-sized LFP particles. Finally, a full cell with high-energy density was fabricated by controlling the spatial distribution of LFP secondary particles and LMFP nanoparticles.

Keywords: LiFePO_4 , High-Energy Density, Cobalt Free

Chemomechanical coupling of the phase distribution in phase-separating Li_xFePO_4

Young-Sang Yu[†]

Department of Physics, College of Natural Science, Chungbuk National University
(youngsang@chungbuk.ac.kr[†])

Quantifying reaction rates at spatially heterogeneous, unstable interfaces is a longstanding challenge, yet it is critical for optimizing battery systems. While operando microscopy generates vast image datasets for such materials, extracting meaningful physics from these images remains difficult due to the complex interplay of reaction kinetics, surface chemistry, and phase separation. A key challenge lies in understanding the coupling between composition and structural changes, which governs chemomechanical expansion in solids.

In this study, we developed a multi-dimensional, multi-modal, generalizable chemical imaging framework, assisted by machine learning, to algorithmically learn the chemomechanical constitutive behavior at the nanoscale. Using multi-dimensional scanning transmission X-ray microscopy (STXM) and operando X-ray spectro-ptychography, we explored phase distribution dynamics in phase-separating Li_xFePO_4 to directly visualize the transition between heterogeneous two-phase coexistence and homogeneous solid-solution in individual cathode particles of lithium-ion batteries. Our results reveal the localized chemical phase distribution as a function of temperature and the profound influence of thermal history on phase transition pathways.

Keywords: Scanning Transmission X-ray Microscopy (STXM), Ptychography, LiFePO_4

Development of High-Density Thick Electrodes Based on Olivine-Structured Cathode Materials

유정근[†]

한국과학기술연구원 (KIST)
(yoojk@kist.re.kr[†])

As the importance of improving both the energy density and safety of lithium-ion batteries for electric vehicles and energy storage systems (ESS) grows, interest in olivine-structured lithium iron phosphate (LFP) active materials is increasing. However, LFP has relatively low capacity and operating voltage despite its high structural stability, necessitating improvements.

In particular, LFP often requires nano-sized particles due to ion diffusion issues. Applying these nanoparticles to slurries and electrodes typically results in a low solid content (50 wt%) in the slurry, which leads to the deterioration of electrode properties. Additionally, the characteristics of nanoparticles necessitate the use of a higher amount of conductive agents and binders, further reducing energy density.

In this study, we significantly enhanced the energy density and press density of electrodes by applying carbon nanotube conductive agents and thermoplastic binders to nano-sized LFP particles, using a secondary particle micro-size strategy. A spray-drying process was employed to produce composite materials (active material-conductive agent-binder), with minimal content of conductive agents and binders. By controlling key variables during the spray-drying process, a bimodal particle distribution was induced, improving the press density. The electrodes using this composite material achieved high thickness (>3 mAh/cm²) and high density (>2.7 g/cc), and demonstrated superior electrochemical performance compared to conventional nanoparticle LFP.

Keywords: Olivine, LFP, Carbon Nanotubes, Binder, Composite, Thick Electrode, Lithium-ion Batteries

리튬이차전지용 폴리어나이온 기반 고에너지밀도 양극재 디자인

김민경[†]

광운대학교

(minkyungkim@kw.ac.kr[†])

리튬이온배터리의 안전성의 중요성이 커지면서 안전성이 높은 양극소재의 수요가 증가하고 있다. 이러한 시장흐름에 맞추어 구조안정성이 높고 저가격 소재인 리튬인산철 (LiFePO₄)의 수요가 증대되고 있다. 그러나 리튬인산철은 낮은 에너지밀도의 한계를 가지고 있고, 소재가 아닌 배터리팩 에너지밀도를 높이는 기술을 적용하여 에너지밀도를 높이고 있다. 그러나 소재의 안전성과 함께 고에너지밀도 특성을 갖는다면 동 기술하에 에너지밀도를 굉장히 늘릴 수 있을 것으로 예상된다. 따라서 본 발표에서는 안정성이 높은 양극소재 종류인 폴리어나이온(PO₄) 화합물 기반으로 에너지밀도를 증가시킬 수 있는 소재 디자인 전략을 제안하고 간략한 결과를 발표한다.

Keywords: 폴리어나이온 양극재, 멀티레독스

Unlocking the Potential of Internal Dynamics in Ni-Rich Cathodes Blended with LiFePO_4 to Address First Cycle Irreversible Capacity Loss and Degradation

김민규[†], 강명수, 오세현

인하대학교

(minkyu.kim@inha.ac.kr[†])

Ni-rich cathodes are widely used in lithium-ion batteries (LIBs) due to their high capacity and cost-effectiveness. However, they suffer from significant irreversible capacity loss during the first cycle (initial capacity loss: ICL), limiting their practical potential. The ICL stems from the intrinsic properties of the material, as the concentration of vacancies for Li intercalation naturally decreases toward the end of discharge. While various strategies, such as doping and coating, have been explored, a definitive solution remains elusive.

Here, we propose a novel approach to mitigate ICL in Ni-rich cathodes by blending them with LiFePO_4 . Our findings reveal unique internal dynamics between the two materials at the end of discharge. Initially, Li ions intercalate into FePO_4 and then rapidly transfer to $\text{Li}_{1-x}\text{NiO}_2$, driven by chemical potential differences. This process provides a new additional Li insertion mechanism at the end of discharge, which is spontaneous and fast, replenishing vacancies in $\text{Li}_{1-x}\text{NiO}_2$ and addressing ICL. Additionally, this approach slows the rate of capacity degradation.

Thus, this study highlights the potential of leveraging internal dynamics in blended electrodes to overcome the inherent challenges of battery materials. By simply blending Ni-rich cathodes with conventional materials like LiFePO_4 , we can significantly enhance both performance and longevity.

Keywords: LiFePO_4 , High Ni, Blended electrode, Internal Dynamics

양자점 기반 광검출 소자의 성능 개선 전략 소개

강진현[†], 김용득

(재)철원플라즈마산업기술연구원
(jhkang@cpri.re.kr[†])

As the future technologies, such as artificial intelligence, automotive driving system, optical communication systems, and so on have been advanced, the importance of the image sensor technology which can safely and accurately implement these technologies is increasing. Photodetectors (PDs) that convert the light signal to electrical signals have been grown attention since these are the most importance component of image sensors. For the high-performance PDs, it is important to effectively suppress the leakage current and increase the photocurrent of the fabricated PDs. So many researchers have being studied to enhance the performance of PDs via engineering the materials and device structures.

Colloidal quantum dots (CQDs) are one of the promising candidates for the next generation of optoelectronics due to their unique properties. In this seminar, we introduce some strategies for the enhancing the performance of the CQD-based PDs (QPDs). In detail, we introduced the novel conjugated polymer buffer material at the electron transporting layer or hole transporting layer to optimize the QPD performance. As a results, the QPD with polymer buffer material exhibited the lower leakage current and increased charge transporting which can induce the enhancement of the QPD performance.

Keywords: 양자점, 광검출소자, 광전소자

Wearable Applications of Nanostructure-Based Chemical and Biosensors

임효령[†]

국립부경대학교
(limhyoryoung@pknu.ac.kr[†])

As the demand for wearable applications of nanostructure-based chemical and biosensors continues to grow, the need for innovative, non-invasive health monitoring solutions is more pressing than ever. Wearable sensors offer the potential for continuous, real-time monitoring of critical biomarkers, overcoming the limitations of traditional methods that often require invasive procedures and provide only discrete data points. In this context, we present a novel example of such technology: a smart, wireless, bioelectronic pacifier designed for continuous salivary electrolyte monitoring in neonates. This system addresses the challenges of current methods, such as blood draws, by integrating flexible ion-selective sensors and microfluidic channels into a commercial pacifier without compromising comfort or requiring structural modifications. The pacifier allows real-time detection of sodium and potassium levels with sensitivities of 52 and 57 mV/decade, respectively, through efficient saliva collection. This case highlights the potential for nanostructure-based sensors to revolutionize non-invasive monitoring in wearable devices, providing more accessible and patient-friendly healthcare solutions.

Keywords: Wearable sensors, Nanostructure-based sensors, Non-invasive monitoring, Salivary electrolyte detection, Bioelectronic pacifier

유기/무기용액 기반 반도체 나노입자 합성기술

김영국[†]한국재료연구원
(voice21@kims.re.kr[†])

Commercial application of semiconductor nanocrystals (NCs) requires a scalable synthesis process. Although the batch-type hot-injection method with the precipitation of nanocrystals in an organic solution remains the predominant synthesis route for NCs, large-scale synthesis based on this process yields nanocrystals with significant morphological and compositional inhomogeneities. We developed an efficient and scalable method for the continuous synthesis of NC utilizing a fluid-dynamically controlled reactor termed the Taylor–Couette reactor (TCR). Organic-capped semiconductor nanocrystals with narrow size distributions and superior luminescence properties were synthesized, and high-throughput synthesis was demonstrated using this approach. Furthermore, the inorganic reaction synthesis of semiconductor NCs was pursued using multicomponent molten salts as a medium for the precipitation reaction. Synthesis via an inorganic route may provide an efficient method for producing semiconductor nanocrystals with modified surface structures and luminescence properties.

Keywords: semiconductor nanocrystals, organic solution synthesis, inorganic solution synthesis

광형태형성 유도 식물조명 연구개발 소개

배성환, 김용득[†]

철원플라즈마산업기술연구원 광/디스플레이융합사업본부
(ydkim@cpri.re.kr[†])

식물은 고정된 위치에서 운동성이 제한된 상태로, 빛을 감지하고 이에 반응하는 능력을 발달시켰다. 광합성 과정에서 다양한 색소들은 빛의 에너지를 흡수하여 체내의 이산화탄소와 물을 화학 에너지로 전환한다. 이 과정에서 엽록소 a, 엽록소 b, 카로티노이드(카로틴, 잔토필 등)가 중요한 역할을 하며, 특히 청색광(450nm)과 적색광(660nm)의 비율을 3:7 또는 2:8로 조절한 식물 조명이 최적의 효과를 발휘하는 것으로 알려져 있다. 최근 연구에 따르면 애기장대(*Arabidopsis thaliana*)에서 일부 광수용체들이 식물의 생장과 발달을 조절하고 변화를 유도하는 신호로 작용하는 것이 밝혀졌다. 이 광수용체들은 단백질로 이루어져 있으며, 각기 다른 빛을 감지하는 특성을 지닌다. 현재까지 알려진 주요 광수용체로는 파이토크롬(5종), 크립토크롬(2종), 포토트로핀(2종), ZTL/FKF1/LKP2, UVR8 등이 있다. 이 광수용체들은 특정 파장의 빛을 감지하며, 각기 다른 도메인이 빛을 흡수해 전기적 성질의 변화를 일으키고 구조적 변화를 촉발시킨다. 이후, 핵 내 수송을 돕는 단백질을 통해 광수용체는 핵으로 이동하고, 전사 인자와 상호작용하여 신호 전달을 수행한다. 따라서, 광수용체는 식물이 빛에 반응하는 핵심 요소이므로 기존 식물 조명에서 광수용체의 역할을 고려하는 것은 효율적이고 정밀한 농업을 실현하는 데 필수적이다. 앞으로 광수용체와 인공조명 간의 연구는 더욱 발전할 것으로 기대되며, 이를 통해 식물의 생리적 반응을 보다 세밀하게 조절할 수 있는 새로운 조명 기술이 개발될 전망이다.

Keywords: 광형태형성, 식물조명, 광수용체, 도메인, 식물생리

ZnSe 계열 양자점 제조 기술개발 및 동향

홍현선[†]

성신여자대학교
(hshong@sungshin.ac.kr[†])

ZnSe 양자점은 2.7 eV 이상의 넓은 에너지 밴드 갭 간격을 갖지만 금속 이온이 첨가되면 장파장의 가시광선이 방출될 수 있다. 본 연구에서는 장기 안정성이 확보된 전이 금속 이온 도핑 ZnSe/ZnS 양자점을 개발하였다. 우선 도핑 공정을 개발하고자 다양한 도핑법을 비교하여 최적의 도핑 메커니즘을 제시하였다. 또한 다중 발광이 제어되어 색 순도가 높은 망간 도핑 ZnSe를 양자점을 합성하기 위한 최적화된 수계 공정을 제시하였다. 양자점의 발광 특성을 조사하여 공정 인자의 영향을 분석하였고 최종적으로 합성 공정을 최적화하였다. 또한 합성 시 UV irradiation과 셀 도입을 통하여 최종적으로 합성된 Mn:ZnSe 양자점의 표면 후처리 공정이 양자점 수명에 미치는 영향을 고찰하였다. 본 연구는 내부 도핑 전략을 통한 무독성 및 손쉬운 Mn:ZnSe 양자점 합성이 생물의학적 영상 응용 분야를 위한 색상 제어된 ZnSe 양자점을 만드는 환경 친화적이고 고효율적인 공정이 될 수 있음을 시사한다.

Keywords: ZnSe 양자점, 도핑, 수계합성, 바이오 이미징

SC-6

원격 양자점 부품이 디스플레이 및 조명의 광특성에 미치는 영향에 대한 연구

고재현[†]

한림대학교

(hwangko@hallym.ac.kr[†])

일반 백색 LED의 연색성을 보완하거나 디스플레이의 색재현성을 높이기 위해 적색 양자점을 선택적으로 활용함으로써 고연색성 조명 및 고색재현성 디스플레이를 구현하는 연구가 최근 활발하다. 본 논문에서는 최근 이루어지고 있는 원격 양자점 부품 연구 및 이를 활용한 고연색성 조명/고색재현성 디스플레이 개발의 현황에 대해 소개한다. 특히 양자점 부품이 배치 되는 조명의 광구조 최적화에 있어서 중요하게 고려해야 할 다양한 요소를 집중적으로 논의함으로써 향후 고연색성 조명과 고연색성 디스플레이의 연구 방향 및 전망을 개괄적으로 다루고자 한다.

Keywords: 양자점, 연색성, 색재현성, 조명, 디스플레이

조성구배 껍질 구조의 양자점 합성과 소자로의 응용

정다운[†], 이승환, 백소현, 권용범

한국생산기술연구원
(dwjeong@kitech.re.kr[†])

Quantum dots (QDs) are capable of controlling the emission and absorption wavelength due to the bandgap widening effect of nanometer-sized particles. Many efforts have been made to increase the efficiency of QDs by using a core/shell structure. However, the conventional method of creating the core followed by shelling has the disadvantage of repeated processing. In this study, we synthesize composition gradient quaternary ZnCdSSe QDs of high efficiency (quantum yield = 88.96%, full width at half maximum = 28.20 nm) through one-pot synthesis. The X-ray diffraction peak for the (111) plane in ZnCdSSe QDs was shifted 2.64° compared to that for pure CdSe. From Cs-corrected STEM-EDS line scan results, it can be seen that the center of the QDs consists for more than 40% of Cd, clearly showing that a CdSe-rich core was formed, while the amount of Zn increases significantly toward the outer area. In addition, the interface was modified by increasing the molar concentration of Se. QDs at the modified interface were applied to QD-sensitized solar cells, which showed a 25.5% increase in photoelectric conversion efficiency owing to the reduced electron confinement effect. The increase seems to be caused by the excited electrons being relatively easily transferred to the level of TiO₂ owing to the reduced electron confinement effect. Consequently, the electron confinement effect was observed to be reduced by increasing the ZnSe (or Zn_{1-x}Cd_xSe)-rich phase at the interface. This means that, based on the thermodynamic simulation, the interface between the core QDs and the surface of the QDs can be controlled. The improvement of optical and electronic properties by controlling interfaces and surfaces during the synthesis of QDs, as reported in this work, can be useful for many applications beyond solar cells.

Keywords: Quantum dots, Gradient interface, Modified interface, Solar cell

양자점 표면 리간드 활용 전략: 표면 결함 제어 및 미세 패턴 형성 기술

오누리[†]

한양대학교 신소재공학부
(irunho@hanyang.ac.kr[†])

콜로이드 양자점(Colloidal Quantum Dots, QDs)은 뛰어난 광학적 특성, 경제성, 대규모 생산에 적합한 특성을 갖추고 있어 발광소자와 광센서 같은 광전자 소자에 용액 공정을 적용하는 데 강점을 보인다. 그러나 적층 공정 중 후속 용액 공정에 사용되는 용매에 민감해 손상이나 광특성 저하가 발생할 수 있어, 대면적 연속 공정에 어려움이 따른다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 양자점 표면 리간드의 화학적 특성을 철저히 이해하고, 표면 결함을 제어하는 동시에 복잡한 다층 소자에서도 용매 저항성을 높이는 기술이 요구된다. 본 연구에서는 친환경 양자점의 표면 리간드 조합을 통한 광특성 향상 방법과, 클릭화학을 활용해 리간드를 가교결합하여 용매 내성을 강화하는 전략을 제시한다. 먼저, 금속 할라이드와 카르복실레이트의 화학양론적 조합을 통해 표면 결함을 효과적으로 제거하는 방안을 소개한다. 이러한 조합은 밴드갭 내 결함 준위를 감소시키며, 추가적인 셀 구조 없이도 높은 발광 효율을 유지할 수 있는 중요한 방법으로 작용한다. 또한, 클릭화학을 활용하여 양자점 박막의 직접적인 광패터닝 공정을 제안한다. 양자점 용액에 티올 분자를 첨가하게 되면, 이 분자들은 자외선을 받아 라디칼을 형성하고, 리간드 간 가교결합을 유도하여 양자점 박막의 용매 내성을 크게 향상시킨다. 이로 인해 마이크로 스케일의 광패터닝이 가능해지며, 포토레지스트 없이도 고해상도의 패터닝 공정이 구현된다. 이러한 연구 결과는 리간드 제어를 통한 양자점 필름의 광/전기적 특성 개선과, 클릭화학 기반의 직접 광패터닝 공정이 양자점 응용을 확장시킬 수 있는 유망한 전략임을 시사한다. 이를 통해 마이크로 디스플레이, 고해상도 광센서 등 다양한 분야에서 양자점 기술의 실용적 적용 가능성을 크게 확대할 수 있다.

Keywords: 양자점, 표면리간드, 패터닝, 클릭화학, 광전자소자

Highly-Efficient Solar Hydrogen Production Using Quantum Dot Photosensitizers

김재열[†]

건국대학교

(jykim24@konkuk.ac.kr[†])

Hydrogen is gaining importance as a future renewable energy source, driving increased research into green hydrogen production. Among the various methods, photoelectrochemical (PEC) hydrogen production is recognized for its excellent economic viability. For efficient PEC hydrogen production, designing a photoelectrode that effectively absorbs and utilizes solar light is crucial. Quantum dots (QDs) are particularly promising materials for PEC photoelectrodes due to their unique optoelectronic properties, such as tunable band gaps, high molar extinction coefficients, and the potential for multiple exciton generation (MEG).

In this talk, we will first discuss the preparation of PbS QDs via the successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method and their application in PEC hydrogen production. Notably, post-treatment of the PbS QDs with heat treatment and regeneration (HTR) enhanced their crystallinity, resulting in an unprecedented photocurrent for PEC hydrogen production.

Second, we will introduce the application of copper-indium-selenide (CISe) QDs to PEC hydrogen production. CISe QDs are considered a promising alternative to the toxic cadmium- or lead-chalcogenide QDs typically used in energy devices. This talk will specifically address the effects of surface overlayers on photoelectrodes and the influence of QD surface defects on PEC hydrogen production.

Keywords: quantum dots, PEC hydrogen evolution, SILAR, overlayers

Fe₂O₃/CNF에서의 자발적 산화-환원 반응에 의한 수질 오염물질 분해연구

박이슬[†]

국립부경대학교
(dewpark@pknu.ac.kr[†])

Fe₂O₃ nanorods loaded on carbon nanofiber (CNF) sheets were found to be active in degrading pollutants spontaneously under dark ambient condition without using any chemical reagents or external energy. The removal of pollutants was caused not by adsorption but by oxidative/reductive degradation since the production of degradation intermediates and CO₂ was observed. The Fe₂O₃/CNF composites exhibited selective oxidation for aromatic compounds, whereas the oxidation of dichloroacetic acid (DCA), ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), and As(III) was negligible. It is proposed that electrons transfer spontaneously from aromatic compound to O₂ via the iron oxide/CNF support with initiating the oxidative degradation and the concurrent ROS generation. The oxidative degradation could be also initiated by the direct electron transfer from an organic compound to the iron oxide/CNF electrode, which was successfully demonstrated by measuring the spontaneous current generation upon spiking the organic probe compound into the electrolyte solution. Fe₂O₃/CNF also enable the spontaneous reductive transformation of recalcitrant inorganic contaminants (e.g., CrO₄²⁻, Fe(CN)₆³⁻, IO₃⁻, HSO₅⁻, ClO₃⁻, BrO₃⁻, Ag⁺, Pt⁴⁺) in ambient aerated solutions without using any external energy and chemicals. The surface characterizations suggest that the spontaneous electron transfer is initiated upon introducing reducible inorganic substrates which electrons are transferred from the oxygen-containing functional groups on CNF to the inorganic substrates through Fe₂O₃ nanorods. Finally, Fe₂O₃/CNF exhibits abnormal simultaneous and synergistic environmental redox reactions for spontaneous removal of diverse aqueous contaminants without requiring any external energy and chemical reagent. The external generation of phenolic intermediates facilitates further reduction of Cr(VI) and in-situ produced H₂O₂ reacted with low valent chromium to generate external oxidant which subsequently mineralize 4-CP to harmless small molecules. The practical merits of sheet-like Fe₂O₃/CNF nanocomposite are that does not need external energy and hazardous chemical reagents and that it is a non-toxic and low-cost material. Therefore, the present Fe₂O₃/CNF environmental nanomaterial can be ideally proposed as a versatile reactive membrane sheet that is effective for purifying contaminated water without requiring any energy and chemical reagents either under dark ambient aerated conditions or flowing conditions.

Keywords: Fe₂O₃, CNF, Spontaneous oxidation-reduction, Pollutant degradation

우주 현지자원 활용 달 기지 건설 기술 개발

김영재[†], 진현우, 이장근, 신휴성

한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부
(kimyoungjae@kict.re.kr[†])

최근 달 탐사를 향한 경쟁은 그 어느 때보다 치열하게 전개되고 있다. 미국 NASA는 Artemis 프로젝트를 통해 유인 달 착륙 및 달 표면에 유인 기지를 건설하여 탐사 역량을 확대하고 나아가 화성과 심우주로 탐사를 확장할 계획을 수립하였다. 세계 각국은 유인 달 착륙과 지속 가능한 탐사를 목표로 다양한 계획을 추진하고 있으며, 민간 기업의 참여로 발사 비용이 감소하면서 유인 달 탐사와 기지 건설의 실현 가능성도 높아지고 있다.

유인 달 탐사 계획이 구체화됨에 따라 달의 극한 환경에서 탐사 장비와 우주인을 보호하고 장기·지속 가능한 탐사를 지원하기 위한 인프라 구축의 필요성이 점차 증대되고 있다. 여기에는 이착륙장, 도로, 차폐 시설, 그리고 유인 기지와 에너지 생산·저장 시설 등이 포함된다. 하지만 지구에서 건설 재료를 운송하는 데 드는 비용을 고려할 때, 달 현지 자원의 활용이 가장 경제적이고 현실적인 해결책으로 떠오르고 있다. 특히 월면토(달 토양)는 유망한 건설 재료로 주목받고 있으며, 이를 활용한 소결 기술이 활발히 연구되고 있다. 한국건설기술연구원은 초극한 환경인 우주에 적용 가능한 핵심 건설 기술 확보를 목표로 우주 현지 자원을 활용한 달 기지 건설 기술을 개발하고 있다. 한국형 인공월면토(KLS-1)를 사용해 마이크로파 소결 방법으로 건설 재료를 제조하고, 기계적·열적 특성 등을 평가하는 연구를 진행 중이다. 본 발표에서는 이러한 연구 결과와 달 기지 건설 재료로서의 활용 가능성에 대해 소개하고자 한다.

Keywords: 달, 기지 건설, 현지자원 활용, 월면토, 마이크로파 소결

SD-3

Phosphorus-free glass electrolyte with superionic conductivity

In Young Kim[†]

Department of Chemistry and Nanoscience, College of Natural Sciences, Ewha Womans University, Seoul 03160,
Republic of Korea
(iykim@ewha.ac.kr)[†]

We demonstrate new glass compounds of $\text{Li}_2\text{S-Sb}_2\text{S}_3\text{-2GeS}_2$ and its aliovalent substitutes as phosphorus-free solid electrolytes for all-solid-state batteries. The phosphorus-free $\text{Li}_2\text{S-Sb}_2\text{S}_3\text{-2GeS}_2$ glass system is for the first time synthesized based on the hard and soft acid-base (HASB) theory to alter instability of lithium thio-phosphate to humid air and its narrow operating potential window for cycling. Remarkably, the novel $\text{Li}_2\text{S-Sb}_2\text{S}_3\text{-2GeS}_2$ glass system has exceptional amorphous nature over 600 °C. The aliovalent substitute of $\text{Li}_2\text{S-Sb}_2\text{S}_3\text{-2GeS}_2$ retains amorphous nature and 2000-fold increased ionic conductivity of 1.82×10^{-3} S/cm with very low lithium migration barrier as compared to the pristine glass compound of $\text{Li}_2\text{S-Sb}_2\text{S}_3\text{-2GeS}_2$. In this presentation, we present rationales on the excellent electrochemical attributes of the aliovalent substitute of $\text{Li}_2\text{S-Sb}_2\text{S}_3\text{-2GeS}_2$ glass.

Keywords: Sulfide electrolyte, All-solid-state batteries, Aliovalent substitution, Hard and soft acid-base theory, LiCl-doping

Tailoring Functionality in Nanostructured Polymer Electrolytes

박문정[†]

포항공과대학교

(moonpark@postech.ac.kr[†])

The exploration of three-dimensional (3D) nanostructures in block copolymers involves the manipulation of compositional fluctuations at interfaces, induction of conformational asymmetry, and design of complex architectures. Despite the abundance of such nanostructures identified to date (e.g., triply periodic minimal surfaces and Frank–Kasper phases), the experimental demonstration of thermodynamically stable complex 3D structures with high packing frustration remains limited. In this talk, I would like to show the importance of molecular interactions for stabilizing complex 3D structures and proposes the use of end-group chemistry as a versatile method for realizing thermodynamically stable network structures with high packing frustration in simple linear diblock copolymers. I advocate revising conventional block-copolymer phase diagrams to consider end–end interactions and end-group arrangements. In instances where end-functionalized block copolymers exhibit strong end–end interactions, a broader phase window is occupied by diverse network structures such as gyroid, diamond, and primitive phases. In the latter part of my presentation, I will also share the latest findings from our groups on acid-tethered polymers, with a particular emphasis on the design and synthesis of bifunctional polymers. Through the introduction of two types of functional moieties to precise positions of polymer backbones, ion distribution at distances of several angstroms, ion aggregation at several nanometers, and microphase separation at a few tens of nanometers could be modulated. Computational and experimental analyses have provided insights into how to improve the ionic conductivity across multiscale self-assembled structures of polymer electrolytes without compromising mechanical strength, which is crucial for practical applications.

Keywords: Polymer electrolytes, self-assembly, network morphology, conductivity

SD-5

New Era of Plasma-Engineering for Materials Synthesis in Sustainable Energy Applications

Oi Lun Helena LI[†]

Pusan National University
(helenali@pusan.ac.kr[†])

Plasma, which consists of electrons, ions, molecules, radicals, photons, and other excited species, has complex atomic and molecular processes and versatile physical and chemical reactions with solid materials. Frontier research based on plasma process and engineering has been expanded to electrochemical energy storage systems and renewable energy conversions. This presentation discusses the contribution of plasma engineering to the synthesis and surface modification of catalytic and electrode materials, emphasizing their application in fuel cells, hydrogen production, and biomass upgrades. In materials synthesis aspect, direct carbonization provides ultra-fast nanomaterials by combining active radicals within the precursor at the gas/liquid interface. One-step hybrid metal/ carbon materials synthesis can be realized when metal precursors are introduced into the organic solution. When applied in-situ ultrasonic homogenizer during plasma engineering, ultra-fine and dispersed metal nanoparticles or even single-atom doped metal in carbon substrate was successfully synthesized. The design, synthesis, and modeling of novel plasma engineering on hybrid metal/carbon-supported materials, single-atom doped metal atom/carbon-supported materials, surfactant-free hydrophilic heteroatom-doped carbon materials, etc., as well as the current progress on the electrochemical performance of these catalytic and electrode materials. Finally, the future research directions, challenges, and opportunities of plasma engineering as a novel fast-throughput synthesis route will be discussed.

Keywords: Plasma Engineering, ultra-fast materials synthesis, surface modification, catalyst, renewable energy

SD-6

Flexible and sustainable nanofiber materials for energy and environmental applications

윤지선[†]

한국세라믹기술원
(susubin@kicet.re.kr[†])

The demand for advanced materials and technologies that enhance energy efficiency, renewable energy production, and environmental sustainability continues to grow. This study will first present the manufacturing technology of a high-efficiency, all-in-one piezo-triboelectric energy harvester module, utilizing flexible ceramic/polymer composite nanofibers. Next, we will introduce the manufacturing technology for a cover-free, compact VOC air filter based on core-shell structured porous ceramic/polymer composite nanofibers. Finally, a high-efficiency PM air filter capable of capturing a wide range of particle sizes was developed using bamboo-derived cellulose nanofibers.

Keywords: flexible and sustainable nanofiber, energy harvester, air filter

SE-1

고효율 전력변환용 Ni-free 자성페이스트 소재 및 부품화 기술 개발

김성배[†]

(주)창성

(sbkim@changsung.com[†])

본 기술 개발은 자성 페이스트를 이용하여 가압 과정 없이 자성체를 성형하는 공정을 이용하여 자성코어+권선+하우징으로 구성된 인덕터 부품을 All-in-One으로 한번에 제조해 냄으로써 대형 인덕터 세트를 소형/경량으로 단순화된 공정으로 제조하는 기술임. 해당 기술 기반으로 제조된 경량형 All-in-One 인덕터 세트를 적용함으로써, 향후 중대형 수소차 및 UAM에 적용을 목표로한 소형/경량형 대용량 컨버터 설계/제작 기술 및 태양광-ESS용 통합 전력변환장치 설계/제작 기술 개발을 포함함.

Keywords: 자성페이스트, 무가압, 인덕터

Development of Ultrafine Fe-based Alloy Powders by High Pressure Water Atomization Technology for Soft Magnetic Applications

Hee-Soo Kang[†], Eon-Byeong Park

Materials & Processing Research Laboratory, Research Institute of Industrial Science & Technology
(metalkang@rist.re.kr)[†]

The High Pressure Water Atomization Technique is the most commercially used process to produce the largest tonnage of metal powders. It is a viable and low-cost method to achieve fine particle size distributions for iron, stainless steel, and low-alloy metal powders. The economic advantages and pre-alloying capability offer desirable benefits over competing technologies. Previous shortcomings related to powder characteristics (i.e., irregular particle shapes, lower tap densities, and oxidized surfaces) have been refined to more closely replicate gas-atomized powder properties. In this study, Fe-based alloy powders were manufactured using the high pressure water atomization process, and the effects of different water atomization parameters on particle characteristics were investigated. The water-atomized powders exhibited fine particle sizes and irregular surface morphologies. The median particle size significantly decreased with increasing water pressure and decreasing melt flow rate. Additionally, increasing the water-to-melt flow ratio reduced the particle size and improved their degree of sphericity. The effective control of processing parameters for manufacturing fine particles was discussed in detail.

Keywords: High pressure water atomization, Particle size distribution, Fe-based alloy powders, Powder morphology

자성페이스트를 활용한 Multimodal 코어 제조 및 AI 기반 배합비 최적화

정재원[†], 김혜란, 장경미

한국재료연구원
(jeongjw1204@kims.re.kr[†])

표면 절연 코팅된 연자성 분말을 성형하여 제조된 연자성 복합체 (soft magnetic composite)는 전자기기의 핵심부품인 인덕터 등 다양한 전자기 응용분야에 폭넓게 활용되고 있다. 표면 절연 코팅은 분말 간 절연을 통해 효과적으로 와전류 손실을 저감하여 낮은 철손을 달성할 수 있게 한다. 하지만 코팅 층의 두께가 두꺼울수록 투자율은 감소하며 절연 재료의 종류에 따라 적용가능한 코팅 공정 및 후 열처리 온도 범위가 제한되기 때문에 절연 소재 및 공정 개발에 대한 연구가 요구되고 있다.

기존 연자성 복합체 제조 기술의 경우, 절연 분말의 고압 압축 성형 공정을 이용하여 연자성 복합체를 제조하기에, 코일을 포함한 일체형 부품을 한번에 제조하지는 못하며, 프레스 장비 제한으로 한번에 제작가능한 복합체의 크기가 제한되는 문제점이 있어왔다.

최근 대두되고 있는 자성 페이스트를 이용한 무가압 코어 제조 기술의 경우, 연자성 분말 소재와 유기 용매를 혼합하여 페이스트 형태로 제조를 하고 이를 틀에부은 후 용매를 기화시켜 최종적으로 연자성 복합체를 제조하는 기술로, 해당 기술의 경우, 고압의 성형 공정이 배제되므로 제조 가능한 복합체의 크기에 제한이 없고, 코일을 포함한 일체형 자성 부품도 한번에 제조해 낼 수 있다는 장점이 있다.

하지만, 무가압 코어 제조 기술의 경우, 고압의 성형 과정을 포함하지 않으므로 분말의 소성 변형에 기반한 고밀도화가 되지 않으며, 충진을 확보를 위해선 분말간 공극을 최소화하는 분말 배합비 제어가 중요해 진다. 따라서, 어떤 종류의 이종 분말 소재들을 적절히 조합하여 최적의 배합비를 구현할 것인가가 매우 중요한 문제가 되며, 이를 위한 다양한 분말 조합에 대한 실험적 평가가 수반되어야한다.

본 연구에서는 이러한 분말 조합 및 배합비의 최적화를 최소한의 실험으로 빠르게 찾기 위해, AI에 기반한 최적화 기술을 도입하여 무가압 기반 고품성 연자성 복합체 구현을 위한 최적 분말 배합 및 공정 조건을 찾고자 한다.

Keywords: 연자성, 자성 페이스트, 무가압, 연자성 복합체, SMC

SE-4

수소연료전지 자동차 및 UAM용 DC-DC 컨버터의 자성 소자 개발 동향

김민재[†]

넥스트그리드

(mjkim@nextgrid.co.kr[†])

탄소중립 추진전략에 있어 수소에너지 기반의 연료전지는 친환경성, 높은 발전효율, 오염물질 배출이 없는 주요 신재생에너지원이다. 연료전지를 이용하여 전기자동차와 UAM 구동을 위해서는 안정적인 전력변환을 위해 DC-DC 컨버터가 필요하다. DC-DC 컨버터는 높은 전력밀도와 경량화가 요구되며, 이를 위해 자성 소자의 부피 저감 및 경량화가 필수적이다. 본 논문에서는 연료전지용 DC-DC 컨버터와 자성 소자의 기술 동향에 대해서 살펴본다.

Keywords: FDC, 인덕터, 고주파 변압기

전력변환과 전력용 반도체

김상일[†]

국립순천대학교 전기공학과
(sikim@scnu.ac.kr[†])

전력변환장치는 높은 효율과 전력밀도를 필요로 한다. 이를 위해서는 전력용 반도체는 높은 효율, 고전압 및 고전류 정격, 고속 스위칭, 소형화와 경량화, 그리고 높은 내구성과 신뢰성을 요구 받는다. 전력변환장치의 소형화와 경량화를 위해서는 스위칭 주파수를 높일 필요가 있으며, 스위칭 주파수는 MCU의 성능과 반도체 스위치의 물리적인 특성에 의해 결정된다. 특히 반도체 스위치에서 스위칭 주파수에 의해 스위칭 손실이 증가하기 때문에, 스위칭 손실을 줄이기 위해서는 빠른 스위칭 특성이 요구된다. 최근에는 와이드 밴드갭을 갖는 SiC나 GaN기반의 스위치 소자들의 전력변환장치에 많이 적용되고 있으며, 이를 통해 보다 높은 효율을 가지며, 소형화된 전력변환장치를 개발할 수 있게 되었다. 본 발표에서는 전력변환장치 요구되는 특징을 설명하고, 이를 토대로 응용분야별 전력용 반도체에 요구되는 특성을 정리하고자 한다.

Keywords: 전력변환장치, 전력용 반도체, 와이드밴드갭

표준특허의 이해와 표준특허를 활용한 사업화 전략

이학균[†]한국특허전략개발원-전략기획표준특허팀
(hakgyu@kista.re.kr[†])

표준특허는 일반적으로 표준에서 ‘표준을 구현하기 위해 필수적으로 필요한 기술’로 정해진 표준기술에 대하여 특허권을 확보한 특허로 정의한다. 표준은 사용자들에게 유익함을 제공하기 위하여 표준 참여자들의 기여와 합의로 정한 표준기술의 공유와 확산이 주요 목표이다. 이와는 반대로 특허는 발명자(특허권자)에게 배타적 권리를 보장함으로써 특허발명의 소유권을 보호해 주는 제도이다. 표준특허는 이와 같이 상반되는 두 개념인 표준과 특허의 장점을 살리고 단점을 보완해 주는 기능을 한다. 우선, 표준특허를 확보하기 위해서는 참여하고 있는 표준화 기구의 지식재산권 정책(Intellectual Property Rights Policy)에 관한 연구가 필요하다. 일반적으로 표준화 기구의 지식재산권 정책은 개발 중인 표준과 관련된 보유 특허의 선언(declaration)을 의무화하고 있다. 표준화 기구에서 표준 관련 보유 특허의 선언은 개발 중인 표준과 관련한 특허가 존재함을 알림과 동시에 라이선싱 선언(Licensing declaration)을 통하여 라이선스 조건을 알려줌으로써 향후 표준기술을 사용하고자 하는 실시권자들에게 표준특허 라이선스 협상을 대비할 수 있게 하기 위함이다. 표준화 기구의 지식재산권 정책에는 표준특허에 대하여 무료 로열티(Free Royalty) 정책과 (F)RAND 로열티(Fair, Reasonable and Non-Discriminatory Royalty) 정책이 있고 표준특허 선언자가 선택할 수 있게 되어 있다. 표준특허를 보유한 표준 참여자는 선택하는 라이선스 조건에 따라 표준기술의 사업화 전략을 달리 할 수 있다.

본 발표에서는 표준의 구분, 표준에 특허권을 부여한 역사와 표준특허의 정의, 표준특허 확보 방법과 표준특허권자의 의무와 권리에 대하여 살펴보고, 표준특허를 활용한 사업화 전략에 대하여 보이고자 한다.

Keywords: standard, patent, intellectual property rights policy, standard essential patents, declaration, licensing declaration, royalty-free, FRAND, commercialization

SF-1

한국재료연구원 극한재료연구소 및 주요 연구결과 소개

이창훈[†]

한국재료연구원 극한재료연구소
(lee1626@kims.re.kr[†])

한국재료연구원은 2020년 독립법인 승격과 더불어 극한환경용 소재의 중요성을 고려하여 극한소재연구소를 설립, 초고온, 극저온용 소재 연구를 수행해 왔다. 급변 조직개편에서는 극한환경 소재의 중요성이 더욱 증대되는 상황에 적극적으로 대응하기 위해 극한재료연구소로 확대개편하였다. 산업환경 고도화에 따라 초고온, 극저온 등의 극한의 환경에서 구동하고, 초고강도, 초내열성 등 극한의 물성을 구현할 수 있는 금속 및 세라믹 복합재료, 표면 코팅 기술, 차세대 원자력 소재 기술을 개발 중인 한국재료연구원 극한재료연구소의 주요 연구내용을 소개하고, 국내의 극한재료 연구방향을 토의하는 기회를 마련코자 한다.

Keywords: 극한재료, 극한재료연구소, 한국재료연구원

가스터빈용 단결정 초내열합금 개발 동향과 국산 Re-free 단결정 초내열합금

도정현[†], 최백규, 정중은, 김인수, 이상원

한국재료연구원
(jhdo84@kims.re.kr[†])

과학기술이 발달함에 따라 보다 극한의 환경에 견딜 수 있는 소재에 대한 니즈는 계속해서 증대되고 있다. 그 중에서 고온에서 견딜 수 있는 구조재료 기술은 앞으로도 계속해서 개척해 나가야할 중요한 기술로 분류된다. 단결정 초내열합금은 가장 높은 온도에서 응력을 견딜 수 있는 금속 구조재료 중 하나로서 가스터빈용 블레이드 소재로 사용되고 있다. 가스터빈 기관은 터빈 입구 온도가 높을수록 효율을 높일 수 있기 때문에 높은 효율을 갖는 가스터빈 기관을 개발하기 위한 도전은 지금도 계속되고 있다. 고효율 가스터빈 기관 개발에 있어서 가장 큰 걸림돌이 가장 높은 온도에서 원심력을 받는 블레이드에 적용할 수 있는 소재 기술이다. 따라서 보다 높은 온도에서 응력을 견딜 수 있는 단결정 초내열합금 개발된다면 발전용 가스터빈 및 항공용 가스터빈 엔진에서 기술적 진보를 이룰 수 있다.

Ni기 단결정 초내열합금은 희유금속 원소인 Re과 Ru의 첨가에 따라 고온 특성이 크게증대되었으며, 이에 따라 단결정 초내열합금의 세대가 희유금속 원소인 Re과 Ru의 함량으로 구분된다. 그동안 고온 특성 향상을 위하여 기술 선진국에서 Re, Ru을 다량 첨가한 4세대~5세대 단결정 초내열합금의 개발을 주도해왔으나, 근래에는 가격 경쟁력을 확보하기 위하여 고가의 희유원소인 Re과 Ru을 적게 첨가하면서 고온특성을 향상시키는 단결정 초내열합금에 대한 연구가 대세를 이루어지고 있다. 기술선진국인 서방국가들 뿐만 아니라 중국에서도 Re과 Ru의 함량을 최적화하여 단결정 소재 자립화 연구에 대한 투자가 계속해서 증가하고 있는 추세다.

단결정 초내열합금은 산업을 위한 발전용 가스터빈 뿐만 아니라 국방력을 결정짓는 전투기 가스터빈 엔진에 적용되는 핵심 소재로 국산화가 반드시 요구된다. 한국재료연구원에서는 기술 자립화를 위하여 단결정 초내열합금에 대한 연구를 지속해왔으며, Re과 Ru의 첨가량에 따라 다양한 온도와 조건에 강점을 갖는 단결정 초내열합금들을 개발하였다. 특히 최근에 개발된 고가의 희유원소가 첨가되지 않은 Re-free 단결정 초내열합금은 Re이 함유된 상용합금에 비하여 월등한 고온 특성과 나타내었으며, 일본 NIMS에서 개발한 세계 최고 수준의 Re-free 단결정합금 TMS1700 보다 우수한 크리프 특성을 나타내었다. 개발합금의 상용화를 위하여 최적화 연구를 수행 중이며, 극한 고온소재 국산화를 위하여 노력하고 있다.

Keywords: 단결정 초내열합금, 가스터빈 블레이드, 초고온 구조재료

SF-3

우주발사체 엔진용 극한환경 코팅기술

변응선[†]

한국재료연구원
(esbyon@kims.re.kr[†])

우주발사체의 심장이라 할 수 있는 액체로켓 엔진은 극한의 초고온과 고압 환경에서 작동하기 때문에, 연소기 내부를 보호할 초고온 열차폐 코팅 기술이 필수적으로 요구되고 있다. 특히 연소기 내벽은 최대 3,500K의 극심한 열과 10MPa 이상의 높은 압력에 노출되어, 이를 견딜 수 있는 특수한 코팅 기술이 요구된다.

나로호 개발 과정에서 경험했듯이, 이러한 핵심기술은 외국으로부터 기술이전이 쉽지 않아 독자적인 개발이 절실했다. 한국재료연구원은 플라즈마 코팅, 열적/기계적 특성 평가 등 다양한 분야의 연구를 종합하여, 한국형 발사체에 적합한 초고온 열차폐 코팅 기술을 개발하고 실제 발사환경과 동일한 조건에서 성능을 검증하였다. 2015년 실시한 600초 이상의 연소시험에서 개발된 코팅의 우수한 성능을 확인했으며, 이후 한국형 발사체 사업단에서 구성품 연계 시험, 엔진 고공시험 등의 검증을 거쳐 2018년 시험발사체 발사에 성공하였다.

본 발표에서는 선진국의 수출 통제 품목으로 분류되어 독자적으로 개발해야 했던 7톤급 액체 연소기 보호용 열차폐 코팅 기술개발 과정과 성과를 소개하고, 우주발사체 엔진용 극한 환경 코팅 기술의 중요성과 미래 연구 방향에 대해 논하고자 한다

Keywords: 우주발사체, 액체로켓 엔진, 연소기, 초고온 환경, 열차폐 코팅

SF-4

고분자 함침 열분해법에(PIP) 활용가능한 산화계 지르코늄 기반 세라믹 전구체 소개

소재일, 이건호, 김성훈, 박민성, 이세훈[†]

한국재료연구원
(seahoon1@kims.re.kr[†])

최근 정부주도의 우주항공청 설립 및 우주 탐사 계획이 활발히 수립되고 있으며 우주 및 국방 산업에 관심이 높아지고 있음에 따라 우주 및 극한환경에서 사용 가능한 초고온 세라믹 소재의 필요성이 증가하고 있다. 초고온 세라믹의 다양한 응용을 위해서는 복잡 형상 성형 및 밀도화 공정이 필수적인데 이 중 Precursor impregnation and pyrolysis (PIP) 법은 복잡 형상의 세라믹 성형체를 제조 가능한 유용한 성형법이다.

PIP법은 고분자 전구체를 이용한 세라믹 밀도화 방법이므로 무기 고분자에 특성이 최종 세라믹 물성을 결정 가능한 중요한 요인이다. 특히 고분자를 구성하는 원소, 분자량, 점도 등의 성질은 세라믹의 수율, 성질, 상대 밀도를 결정하게 되며 PIP법은 함침 공정이 필수적이기 때문에 전구체의 점도가 낮고, 다루기 용이 한 물질이며 장기보관성이 좋을수록 활용 가치가 높아진다. 이런 측면에서 산화계 전구체는 비산화계 전구체에 비해 세라믹 수율은 낮으나 분자의 안정성으로 인해 화재 위험성이 적고 가격이 저렴하기 때문에 공정 적용에 유리한 면이 존재한다.

본 연구에서는 초고온 세라믹 중 용점이 2500 °C 이상인 ZrO_2 와 ZrC 를 PIP법을 제조하기 위한 효과적인 산화계 전구체 합성을 진행하였고 PIP법을 적용을 위해 점도를 낮추며 세라믹 수율을 올리기 위해 저분자 탄소 공급 물질을 사용하였다. 결과적으로 PIP법에 적용 가능하도록 액상이며 ZrO_2 , ZrC 제조 가능한 산화계 세라믹 전구체 합성에 성공하였다. 결과적으로는 본 전구체를 통해 PIP를 활용한 소재 밀도화 및 초고온 세라믹 복합재 제조에 활용하였다.

Keywords: Polymer impregnation pyrolysis (PIP), Ceramic precursor, Ultra high temperature ceramics (UHTC)

SF-5

소형모듈원자로 및 가동원전 적용 주요 연구개발 기술 소개

오창영[†]

한국재료연구원
(cyoh@kims.re.kr[†])

최근 국내·외적으로 기후변화 대응과 에너지 안보 위기로 인한 원자력 에너지에 대한 관심이 증대하고 있다. 구체적으로 국내에서는 한국형 소형모듈원자로(SMR) 기술개발에 관심이 높아지고 있으며 기존 운영 중인 원전의 안전성 향상을 계속운전 기술에 대한 중요성도 강조되고 있다.

원자력 재료분야의 최근 국내 동향은 국가전략기술에서 차세대원전 분야의 소재전문연구회가 구성되어 차세대원전 및 핵융합 분야의 소재 분야 기획과 연구가 진행 중이며 소형모듈원전 관련 효율성 높은 제작 공정 및 부식 환경의 대응 기술에 대해서 다양한 연구가 진행 중이다. 또한 고준위 방사성폐기물에 대한 관심이 높아지며 원자력 후행핵주기 사용 후핵연료 저장/처분에 관한 다양한 연구도 진행 중에 있다.

본 발표에서는 현재 국내 원자력 산업의 주요 관심분야인 소형모듈원자로(SMR), 가동원전 계속운전, 차세대원전, 사용 후핵연료 저장/처분 분야의 한국재료연구원 극한재료연구소 원자력안전연구단에서 수행하고 있는 소재, 용접 및 평가기술과 관련한 연구현황을 소개하고자 한다.

Keywords: 소형모듈원자로(SMR), 가동원전, 차세대원전, 소재, 공정, 후행핵주기

SF-6

차세대 소형모듈원자로용 초고내식 경량 내열 페라이트계 합금 소재 기술

임가람[†]

한국재료연구원
(krlim@kims.re.kr[†])

최근, 에너지 및 환경문제의 중요성이 강조되면서 극한환경에서 기존 금속소재의 한계를 뛰어넘는 새로운 소재에 대한 요구가 증가하고 있다. 소형모듈원전, 고온수전해, 암모니아 크래킹, 폐배터리 리튬 리사이클링 등 민관협력 친환경 에너지 관련 사업이 추진력을 얻기 위해서는 새로운 시스템을 구현가능한 비용 효율성이 높은 맞춤형 소재 개발이 필수적이다. 고엔트로피합금은 고온, 극저온, 방사선, 수소, 부식 등 다중 극한환경에 적용 가능한 신개념 구조용 금속으로 각광받고 있다.

본 발표에서는 고엔트로피합금 기술이 적용된 고온 다중 부식환경 내열/내부식 소재로서 L21 석출상 강화 페라이트계 Al-Cr-Fe-Ni-Ti 합금 소재 기술에 대해 소개하고자 한다. 석출강화형 내열합금의 인장 및 크립특성은 석출상과 모재와의 계면정합성에 대한 이해가 중요하므로, 본 연구에서는 석출상의 분율/크기/분포/형상이 기계적특성에 미치는 영향을 심도있게 규명하고자 하였으며, 내식성에 큰 영향을 미치는 산화피막 제어기술에 대해서도 논의하고자 한다.

Keywords: 내식, 내열, 경량, 페라이트계, 고엔트로피합금

SF-7

초고강도 철강 소재의 내수소취성 향상 연구

유지성[†], 김성훈, 박형권, 이창훈

한국재료연구원 극한재료연구소
(jisungyoo@kims.re.kr[†])

산업환경 고도화에 따른 초고강도 강재 개발 배경에서, 수소취성은 특히 초고강도 자동차 강재 응용에서 중요한 문제로 부각되고 있습니다. 초고강도 강도를 그대로 확보하면서도 수소취성 현상을 억제시키기 위한 연구는 그 적용을 확대하기 위해 필수 조건이 되었습니다. 이를 해결하기 위한 접근은 크게 1)도금층 제어, 2)열처리 공정 제어, 3)소재 자체의 내수소취성 특성 향상으로 분류됩니다. 본 발표에서는 전단, 점용접 등 수소취성 현상을 더욱 가속화하는 자동차 강판 제조 공정을 고려하여, 초고강도 강재의 내수소취성 특성을 향상시키는 방법을 제안하고, 이와 관련된 메커니즘을 원자 단위 분석인 Atom probe tomography, Density function theory를 통해 논의하고자 합니다. 이를 통해 향후 수소취성 측면에서 초고강도 강재 개발 및 응용에 있어 고려되어야 할 방향을 제안하고자 합니다.

Keywords: 초고강도강, 철강, 수소취성

불균일 핵생성된 거대상에 의한 금속의 강화

한승전[†]

한국재료연구원
(szhan@kims.re.kr[†])

The Cu-Ni-Si alloy has been known as the most suitable candidate for application in components or parts within electrical, electronic, and information/communication products. This suitability arises from the effective precipitation of Ni and Si elements in a nanoscale morphology within the copper matrix, resulting in enhanced conductivity and strength through a particle strengthening mechanism. To optimize the strengthening effect achieved through the precipitation of Ni₂Si particles within the copper matrix, it is essential to ensure a uniform distribution of these particles. In addition, obtaining particles with the smallest possible size at the maximum achievable volume fraction further contributes to the enhancement of the desired strengthening results. To the best of our knowledge, maximizing the volume of the second phase is the simplest approach to significantly enhance the particle strengthening effect. However, substantial addition of elements for precipitate formation inevitably introduces other disadvantages. Especially, the heterogeneously nucleated phase at grain boundary decrease the strength because it consumes a large amount of elements to be used for homogeneously nucleated precipitates in grain. Additionally, the large particle over few micrometers can be act as a stress concentration site and inevitably decrease ductility. In this study, the composition and structure of the heterogeneous nucleated phase in the Cu-6Ni-1.3Si alloy were altered through the addition of Mn. The homogenization treatment at 980°C resulted in the formation of the G-phase (grain boundary phase, Mn₆Ni₁₆Si₇) along the grain boundaries in the Cu-Ni-Si-Mn alloy. We examined the effect of the G-phase on the tensile properties through microstructure observation and analysis of the fracture surface.

Keywords: 구리합금, 결정립계, 조대 입계상, 불균일 핵생성

SF-9

한국재료연구원 3D프린팅 연구분야 소개

오동진¹, 송상우^{2†}

¹3D프린팅 공정연구센터; ²원자력안전연구단/3D프린팅 공정연구센터
(swsong@kims.re.kr[†])

한국재료연구원(KIMS)의 3D 프린팅 연구는 첨단 소재와 제조 기술을 융합하여 산업 전반에 걸친 혁신적인 솔루션을 제공하는 데 중점을 두고 있습니다. 특히 금속, 세라믹, 복합재료 등의 고성능 소재를 활용한 3D 프린팅 기술 개발을 통해 항공, 자동차, 의료, 국방 등 다양한 산업 분야에서 응용 가능한 맞춤형 부품 제작을 목표로 합니다. 또한, 소재의 미세 구조 제어 및 기계적 특성 향상을 위해 적층 제조(AM) 공정 최적화, 신소재 개발, 후처리 기술 등을 연구하며, 친환경적이고 경제적인 제조 공정을 구현하기 위한 연구도 활발히 진행하고 있습니다. 한국재료연구원의 3D 프린팅 연구는 차세대 제조 기술 혁신을 선도하며, 지속 가능한 산업 발전에 기여하고자 하며, 본 발표를 통해 연구원의 3D프린팅 연구분야를 소개하려고 합니다.

Keywords: 3D프린팅, 적층소재, 분말, 와이어

SG-2

Dynamic recrystallization behavior and textural evolution of medium-Mn steel after friction-stir welding (FSW)

최효남, 이승준[†]

Department of Advanced Materials Engineering, Tech University of Korea (TU Korea)
(leesj@tukorea.ac.kr[†])

In the study, we investigated that the dynamic recrystallization behavior and texture evolution of medium-Mn steel after friction-stir welding (FSW). To find welding conditions without welding defects, the hot-rolled plate was friction-stir welded at rotational speed of 80 rpm and traveling speed of 100 mm min⁻¹ under tilt angle of 3° from normal direction. The microstructure was observed and analyzed by scanning electron microscope and electron backscatter diffraction. The hardness measurement was conducted using a micro-Vickers hardness tester. We aimed to elucidate the influence of dual-phase on the mechanical property after FSW as well as the texture.

Keywords: medium-Mn steel, dynamic recrystallization, texture, friction-stir welding

탄소섬유 강화 나일론 복합재의 적층제조기반 물성분석 및 금형응용

이주열¹, 김옥배^{2†}, 윤현섭¹¹한국공학대학교 기계설계공학과; ²한국공학대학교 기계설계공학부
(wkim@tukorea.ac.kr[†])

본 연구는 높은 효율성, 제품의 다양화 및 맞춤형 생산을 목표로 하는 현대 생산 산업에서의 요구에 부합하기 위한 적층제조기반 금형 제작 공정을 제안하였다. 특히, 자동차 산업에서 공구 비용 절감과 신속한 금형 교체는 필수적이다. 이러한 요구를 충족하기 위해 나일론 복합재를 사용한 금형 제작 공정을 연구하였다. Polyamide 6에 탄소섬유 40%를 함유한 재료를 이용하였으며, 고속 적층 공정과 후처리 절삭기술을 결합하여 알루미늄 합금 판재 성형용 금형으로 적용하였다. 시차주사열량계를 이용해 재료의 열적 성질을 평가하였다. 적층 공정 중 압출 온도와 비드 온도가 기공형성과 계면 구조에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 직사각형 형태로 적층한 뒤 시편을 분리하여 인장시험을 통해 기계적 특성을 평가하였다. 적층 공정이 적절히 이루어진 조건에서 절단, 밀링, 드릴링과 같은 후처리 작업이 문제없이 수행됨을 확인하였다. 비딩에 적용하여 알루미늄 합금의 성형 결과를 평가하고 성형 파트의 변형특성을 분석하였다.

Keywords: Carbon-Fiber Composites, Polymer Mold, Beading, Additive Manufacturing

Remote Plasma ALD를 이용한 저손상 ZrO₂박막의 증착 및 전화포획 메모리 응용에 관한 연구이찬희¹, 이희철^{2†}, 김소원^{2†}¹한국공학대학교 IT반도체융합공학과, ²한국공학대학교 신소재공학과
(eechul@tukorea.ac.kr[†]; swkim9193@tukorea.ac.kr[†])

반도체 산업에서 소자의 크기가 지속적으로 축소됨에 따라, Trap 되는 전하의 밀도 또한 감소하여 NAND 플래시 메모리 소자의 On/Off 상태를 구분하는 Memory Window(MW)에 직접적인 영향을 미친다. 또한, 박막 두께의 감소는 누설 전류를 증가시켜 메모리 retention 특성 감소를 유발, 소자 신뢰성에 대한 우려를 불러일으킨다. 위의 문제를 해결하기 위해 다양한 고 유전율(High-K) 물질이 Charge Trap Layer(CTL)로 연구되고 있으며 ZrO₂ 또한 주목받는 소재 중 하나이다 [1-3].

본 연구에서 10nm 두께의 ALD ZrO₂ 박막을 CTL로 사용한 Au/Al₂O₃/ZrO₂/SiO₂/Si 구조의 Charge Trap Memory (CTM) 소자를 제작하여 평가하였다. 주목할 점은 Remote Plasma(RP) ALD가 CTL에 매우 효과적임이 입증된 것이다. 별도의 챔버에서 생성된 Remote Plasma는 ZrO₂ 박막 증착 중 발생할 수 있는 Ion bombardment으로 인한 계면 결함 밀도를 크게 감소시킨다 [4]. 전기적 평가 결과 계면결함 밀도는 약 $10^{12} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$ 로 낮게 나타났다. RP-ZrO₂ 박막을 활용한 CTM 소자는 $\pm 9\text{V}$ 의 스위핑 전압에서 약 5.7V의 MW를 달성하여 비휘발성 메모리 응용에 적합함을 확인하였다. ZrO₂의 증착은 200~240°C에서 진행되었으며 온도가 증가함에 따라 누설 전류 특성의 악화, MW 특성의 상승을 확인하였다. 열처리 온도는 350~470°C에서 20분 진행하였으며 가장 큰 MW는 430°C에서 관찰되었다. 증착 온도와 열처리 온도 변화에 따른 소자 특성변화는 ZrO₂ 박막의 결정화에 기인한 것으로 보인다. 결정화가 진행됨에 따라 항복 전압이 감소하게 되고 430°C 열처리의 경우 9V이상의 값이 나타난다.

추가적으로, RP-ZrO₂ 박막의 증착 및 열처리 조건에 따른 구조적 특성, RP-ZrO₂ CTM 소자의 전기적 특성, 전하 트래핑 에너지 레벨을 포함한 밴드갭 모델에 대해 논의할 예정이다.

결론적으로, 본 연구에서 진행한 RP 증착 방식은 다중 상태의 CTM나 시냅스 소자 구현에 잠재력을 지니고 있다.

본 연구는 2024년 산업통상자원부, 한국산업기술기획평가원(KEIT) 및 한국반도체연구조합 지원사업인 민관공동투자반도체고급인력양성사업 (2410000308, RS-2023-00237030, 23027-15FC)으로 수행되었음.

References

- [1] D. Spassov, A. Skeparovski, A. Paskaleva, N. Novkovski, Thin Solid Films 614 (2016) 7-15
- [2] X. D. Huang, R. P. Shi, Johnny K. O. Sin and P. T. Lai, IEEE Trans. Dev. Mater. Re.16 (2016) 38-42
- [3] J. J. Huang, Y. J. Tsai, M. C. Tsai, L. T. Huang, M. H. Lee, M. J. Chen, Appl. Surf. Sci. 324 (2015) 662-668
- [4] J. H. Yoo, W. J. Park, S. W. Kim, G. R. Lee, J. H. Kim, J. H. Lee, S. H. Uhm, H. C. Lee, Nanomaterials 13 (2023) 1785

Keywords: Remote plasma ALD, ZrO₂ film, Charge trap memory

압출 적층에 의한 반결정성 수지-금속의 직접 접합에 관한 연구

윤현섭¹, 이주열¹, 김육배^{1,2†}

¹한국공학대학교 기계설계공학과; ²한국공학대학교 기계설계공학부
(wkim@tukorea.ac.kr[†])

자동차 등의 고강도 경량화, 자원재활용 및 친환경화, 제조 유연화 및 경제성을 좋게 하기 위해 폴리프로필렌, 나일론과 금속의 복합(PMH) 구조를 제작하고자 한다.

기본적으로 열가소성 폴리머와 금속의 친화성이 높지 않음에도 다양한 접합방법이 연구개발 되어왔다. 마찰교반, 레이저용착, 오버몰딩 등 여러 접합 공정에서 공정영향을 분석하는 연구, 폴리머/금속 계면에서의 화학적 작용을 개선, 금속표면에서의 기계적 맞물림 구조 개선 등 많은 연구가 이루어 졌다.

그래서 이번에는 성형도구나 접합도구가 필요 없이 펠렛 소재의 용융입자제조방식 3D 프린팅을 통해 폴리머를 금속에 직접 접합하는 기술을 개발하고자 하는데, 폴리머의 소재는 자동차에서 사용되는 주요재료로서 PA6과 PP를 선택하였고 핵심변수로 금속표면의 특성(거칠기, 표면에너지의 영향여부), 소재의 수축(수지 적층시 수축 유무가 접합강도에 미치는 영향)을 파악하고자 한다.

Acknowledgment

이 연구는 2024년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2024-00409639, 2024년 산업혁신인재성장지원사업).

Keywords: 3D Printing, Polymer-Metal Hybrid, Polypropylene, Polyamid 6, Shrinkage

연소탑 내부에서의 순산소 가스 및 버너 조건에 따른 가열 효율성 연구

조한울¹, 이하나¹, 박태은², 엄형식², 정용석^{1†}

¹한국공학대학교, ²동국제강
(ychung@tukorea.ac.kr[†])

철강 산업은 전체 산업 대비 에너지 소비량의 18%, CO₂ 배출량의 39%를 차지하는데 철강 산업의 열처리 공정 및 전기로 연소탑 등과 같이 버너가 활용되는 분야에 대해서 버너의 에너지 효율을 높이고 CO₂ 배출량 감소를 위해서 가열 효율성에 대한 연구가 필요하다.^[1] 전기로 연소탑의 경우 다이옥신 및 퓨란과 같은 유해물질이 함유된 배기가스를 850°C 이상의 온도에 체류시켜 유해물질을 제거하는 공정을 거친다.^[2] 최근 순산소 버너 도입으로 인해 기존 공기식 버너 대비 높은 가열 효율을 보여주지만 버너 위치에 따라서 연소 효율성의 차이를 보이므로 각 버너 위치에 대해 적합한 연료량 도출이 필요하다. 이러한 연소탑 내부 버너에 관한 연구는 내부 유동에 대해 실측하기 어려우므로 전산 모사연구를 통하여 연소탑 내부의 열 및 유동을 예측하여 개선할 수 있다. 본 연구에서는 ANSYS Fluent를 이용하여 버너의 위치에 따른 유량 분배 조건에 따른 연소탑 출구부 온도와 배기가스의 체류시간을 비교하고 유동을 Pathline 및 Contour를 이용하여 나타내어 버너의 최적조건에 관한 연구를 진행하였다.

References

- [1] IEA, Energy and climate change, World Energy Outlook Spec. Rep. (2015) 1–200.
- [2] L. M. Simonyan, N. v. Demidova, Study of the Behavior of Dioxins and Furans in the Zinc and Lead Removal Process from EAF Dust, Steel in Translation. (2019) 727-731.

Keywords: 전산모사, 연소, 전기로, 연소탑

Directed Energy Deposition으로 제조된 Inconel 718 적층재의 결정립 미세화 및 등축화 연구

조덕현¹, 이재준¹, 박지영², 이육진², 이학성¹, 정중은^{3†}, 전종배^{1†}

¹동아대학교 금속공학과; ²부산대학교 재료공학부; ³한국재료연구원 극한재료연구소
(diskbios@kims.re.kr[†]; jbjeon@dau.ac.kr[†])

Directed energy deposition (DED) 공정으로 제조된 Inconel 718 적층재는 고입열로 인한 결정립 조대화가 발생하여 기계적 물성의 저하가 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 DED 공정으로 제조된 Inconel 718 분말과 ZrO₂ 나노입자를 혼합한 적층재의 결정립 미세화 및 등축화를 통한 기계적 물성의 향상에 대한 연구를 진행하였다. 입도 20 nm, 200 nm와 첨가량 1 wt.%, 2 wt.% ZrO₂ 나노입자를 첨가하여 swing planetary mixer를 이용하여, 700 PRM 속도로 5분간 분말을 혼합하였다. 공정 변수 레이저 출력 (150 W, 250 W, 350 W)와 에너지 밀도 (179 J/mm, 250 J/mm, 417 J/mm)를 변경하여 적층하였다. 200 nm, 2 wt.% ZrO₂ 나노입자를 접충한 Inconel 718 적층재는 250 W, 1000 mm/min 조건에서 미세한 등축정이 우세 발현되었다. 위 조건의 미세조직 발현 인자 해석을 위해 용융폭의 폭, 깊이, 부피를 측정하여, 체적 에너지 밀도 (volumetric energy density), 마랑고니 대류 (Marangoni convection), 접촉비 (contact ratio) 값을 추정하였다. 측정 결과 체적 에너지 밀도, 마랑고니 대류, 접촉비가 증가할수록 결정립 미세화 및 등축화가 촉진되었다. 200 nm, 2 wt.% ZrO₂의 첨가에 의한 핵생성 거동을 분석하기 위해 transmission electron microscope (TEM) 분석을 진행하였다. 분석 결과 준안정상 L1₂ 구조를 가지는 Al₃Zr 금속간 화합물의 형성은 불균일 핵생성 (heterogeneous nucleation) 및 결정립계 피닝 효과 (grain boundary pinning)에 기인하여, 200 nm, 2 wt.% ZrO₂를 첨가한 250 W, 1000 mm/min 조건에서 결정립 미세화 및 등축화 효과가 촉진되었다. 이는 체적 에너지 밀도와 마랑고니 대류가 증가함에 따라, ZrO₂ 용융 및 환원 반응이 활발하게 일어나 Al₃Zr 금속간 화합물이 다량 형성될 수 있으며, 접촉비가 증가함에 따라, 열 방출 속도가 빨라져, 결정립이 미세하다. 적층조직의 미세화 및 이방성 감소에 따라 표면부와 계면부를 포함하는 전 부위에서 평균 41~49 Hv로 향상되었다. 결론적으로, 주상정에서 등축정으로의 천이는 준안정상 L1₂ 구조의 Al₃Zr 금속간 화합물에 의해 발생하며, 체적 에너지 밀도, 마랑고니 대류, 접촉비가 모든 조건 중 가장 높은 조건 (250 W, 1000 mm/min)에서 효과가 극대화되었다. 본 연구를 통해 Inconel 718 적층재의 결정립 제어를 위해, 재료의 공급이 쉽고, 가격이 저렴한 ZrO₂ 나노입자의 활용 가능성을 확인하였다.

Acknowledgment

이 연구는 2024년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2024-00410332, 2024년 산업혁신인재성장지원사업)

Keywords: 적층제조, 초합금, 인코넬718, 나노입자, 결정립도

바이메탈 캐스팅법으로 제조된 Al-Sn/Al재의 응고지연에 기인한 응고 균열 메커니즘 분석

양희평¹, 심정현², 김동규^{1†}, 전종배^{1†}

¹동아대학교 금속공학과; ²대한항공 정비본부
(dgkim@dau.ac.kr[†]; jbjjeon@dau.ac.kr[†])

Al-Sn계 베어링 합금은 윤활성, 내식성, 순응성이 우수하여 베어링의 활주층으로 널리 사용된다. Al-Sn계 베어링은 Al-Sn 활주층과 Al 접합층, steel back층을 접합하여 다층 구조로 구성되어 있다. 베어링의 다층 접합은 상용적으로 롤본딩 공정에 의해 제조되며 이외에도 분말 압연 공정 또는 바이메탈 캐스팅 공정으로 제조된다. 바이메탈 캐스팅 공정은 두 재료간의 접합 강도를 향상시킬 뿐만 아니라 공정이 단순한 장점이 있지만 접합 계면에서 unbonded area, void 등의 결함이 관측되며 이로 인해 기계적 물성의 저하가 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 바이메탈 캐스팅 공정으로 제조된 Al-Sn 활주층과 Al 본딩층의 미세조직 및 결함에 대한 연구를 진행하였다. 공정 변수는 Al-Sn 재와 몰드의 예열 시간을 0, 2, 4분으로 변경하여 주조하였다. 0, 2분 예열한 샘플에서는 Al-Sn 재의 용융에 필요한 에너지가 부족하여 접합 계면이 평탄하고 unbonded area가 관측되었다. 4분 예열한 샘플에서는 Al-Sn 재의 용융이 충분히 발생하여 용융접합이 발생하였다. 0, 2분 예열한 샘플과 달리 4분 예열한 샘플의 접합 계면에서 unbonded area는 관측되지 않지만 응고 균열이 관측되었다. 4분 예열한 Al-Sn/Al 바이메탈 캐스팅 재의 응고 균열 형성 메커니즘을 분석하기 위해 열역학 계산과 EBSD 분석을 진행하였다. EBSD 분석 결과 무균열 접합부에서 β -Sn과 시편축과의 방위관계가 영역무관 유사한 것을 확인하였다. 하지만 균열 접합부의 경우 β -Sn과 시편축과의 방위관계가 영역별로 차이를 보였다. 이에 Al-Sn/Al 바이메탈 캐스팅 재의 응고 균열 형성 메커니즘을 β -Sn의 결정방위 차이로 인한 응고지연 관점에서 고찰하였다.

Acknowledgment

이 연구는 2024년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2024-00410332, 2024년 산업혁신인재성장지원사업)

Keywords: 바이메탈 캐스팅, Al-Sn 합금, 응고 지연, 응고 균열

알루미늄 폼 제조 시 알루미늄과 스페이스 홀더 물질 간의 상대적 크기 비율 최적화

김성진¹, 최승혁¹, 손승배^{1,2}, 이석재^{1,2†}

¹전북대학교 신소재공학부; ²전북대학교 신소재개발연구센터
(seokjaelee@jbnu.ac.kr[†])

금속 폼은 일반적인 금속과 달리 기공의 부피 비율이 높아 경량이면서 높은 강도와 강성을 유지하는 우수한 기계적 특성을 유지한다. 특히 알루미늄은 경량 소재의 대표적인 소재이다. 알루미늄 폼을 제조하는 공정 중 기공도, 기공 크기를 세밀하게 제어할 수 있는 space holder 법이 많이 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 space holder 법을 이용하여 기공도가 80%인 알루미늄 폼을 서로 다른 space holder 크기를 통해 제작하여 특성을 비교하고 분석하였다. Spark plasma sintering (SPS) 장치로 제작된 알루미늄 폼은 field emission scanning electron microscopy (FE-SEM)을 통해 단면 미세조직을 분석하여 분말 간의 necking이 잘 이루어져 있음을 통해 소결 상태가 잘 되었음을 확인되었다. A micro computed tomography analysis를 통해 알루미늄 폼의 내부 구조와 기공 크기, 셀 벽 두께, 기공도 등을 확인하였다. NaCl의 크기가 감소할수록 기공 크기, 셀 벽 두께가 감소하는 경향을 확인하였다. 기계적 특성을 확인하기 위해 압축 시험을 진행하였다. 기계적 특성에 영향을 미치는 요인은 기공도, 기공 크기, 셀 벽 두께 등이 있다. NaCl의 크기가 감소할수록 압축강도가 감소하였는데, 이는 셀 벽 두께의 영향일 것이라 판단하였다. 마지막으로 NaCl의 크기에 따른 압축강도 식을 제안하였다. 본 연구는 80%의 기공도를 가진 알루미늄 폼을 제작하고 분석하는데 참고하는 연구가 될 수 있다.

Keywords: Aluminum foam, spark plasma sintering, space holder technique, NaCl

방전플라즈마소결로 제조된 Al-Zn-Mg-Cu-Si-Zr 소결합금의 500°C 온도에서 열 안정성과 미세조직 변화

이준호, 박성현, 이상화, 손승배, 정재길, 이석재[†]

전북대학교 신소재공학부
(seokjaelee@jbnu.ac.kr[†])

본 연구에서는 Al-Zn-Mg-Cu-Si 합금에 Zr 첨가가 미세조직 변화와 열 안정성, 정도에 미치는 영향을 조사하였다. Al-Zn-Mg-Cu-Si 합금은 적층 제조 공정에서 결함 없는 고강도 알루미늄 합금으로 주목받고 있으며, 본 연구에서는 위 합금을 고온 응용 분야로 확장하고자 하였다. 고에너지 볼 밀링(HEBM)과 방전플라즈마 소결(SPS) 공정을 통해 소결합금을 제조하였으며, HEBM은 Zr 입자의 부분 용해, 미세화를 통해 기계적 합금화를 유도하였다. 또한, 원 분말 표면의 Al 산화물이 분말 표면에서 내부로 침투하였다. 소결 과정에서 Zr 입자는 Zr코어-Si₂Zr셸-판상 Si₂Zr 입자 구조를 형성하였으며, Al 산화물은 MgO로 화합물을 형성하였다. 위 합금의 열 안정성을 평가하기 위해 500°C에서 1, 24, 168시간 열처리를 수행 후, 주사전자현미경 및 투과전자현미경을 이용하여 미세조직의 변화를 관찰하였다. 고온에서 장시간 유지 시 소결 합금의 미세조직 변화와 정도 간의 관계를 논의하였다.

Keywords: Al-Zn-Mg-Cu-Si-Zr alloy, Thermal stability, High-energy ball milling, Spark plasma sintering, Transmission electron microscopy

Ti첨가가 SCR420H강의 미세조직과 결정립 조대화에 미치는 영향

최정호¹, 김성진¹, 정재^{1,2}, 이석재^{1,2†}

¹전북대학교 신소재공학부; ²전북대학교 신소재개발연구센터
(seokjaelee@jbnu.ac.kr[†])

SCR420H 강은 저탄소 크롬 합금강으로, 침탄 열처리에 맞추어 설계되었습니다. 최근 연구들은 침탄 시간을 단축하여 비용과 CO2 배출을 줄이는 고온 침탄에 중점을 두고 있으며, 이는 글로벌 탄소 중립 목표와 일치합니다. 그러나 이러한 고온 공정은 강재의 입자를 조대화시켜 기계적 특성이 저하되는 경향이 있습니다. 본 연구에서는 고온 침탄 공정 중 결정립 미세화를 얻기 위해 Ti를 상당량 첨가했습니다. 우리는 Ti가 첨가되지 않은 SCR420H 강(Al강)과 Ti가 첨가된 강(AlTi강)의 미세조직과 석출물을 비교했습니다. 열역학적 분석에 따르면, Al 강에서는 AlN과 (Ti,Nb)(C,N) 석출물이 형성되었고, AlTi 강에서는 (Ti,Nb)(C,N)과 Ti₄C₂S₂ 석출물이 관찰되었습니다. SEM 분석을 통해 Ti를 첨가하면 재가열 공정 중 베이나이트의 분율이 증가함을 확인했습니다. TEM 분석 결과, Al 강에서는 소량의 AlN과 (Ti,Nb)(C,N) 석출물이 존재하는 반면, Ti를 첨가한 경우 (Ti,Nb)(C,N) 석출물의 분율이 증가하고 Ti₄C₂S₂의 형성이 촉진되어, 모든 열처리 조건에서 입자 조대화 온도(GCT)가 상승하는 것으로 나타났습니다. 결과적으로 재가열 온도가 높을수록 석출물 증가로 인해 GCT 값이 더 높아졌습니다.

Keywords: Grain refinement, Carburizing, Precipitates, Grain Coarsening temperature

SH-1

Enhancing Water Splitting Efficiency: Accelerated Catalyst Discovery from First-Principles Insights

신혜영[†]

충남대학교 에너지과학기술대학원
(shinhy@cnu.ac.kr[†])

The oxygen evolution reaction (OER) plays a pivotal role in improving the efficiency of water splitting, a crucial process for sustainable hydrogen production. Despite significant advancements in catalyst development, identifying highly active and stable OER catalysts remains a challenge due to the complex reaction mechanisms involved. In this study, we leverage first-principles calculations to accelerate the discovery of efficient OER catalysts by providing atomic-level insights into their electronic structure and catalytic behavior. We systematically investigate the surface properties and reaction pathways of transition metal oxyhydroxides and other promising materials. Key descriptors such as binding energies of oxygen intermediates and surface charge distributions are analyzed to optimize catalyst performance. Our computational findings are complemented by experimental validation, showing improved catalytic activity and stability under operational conditions. This integrated approach offers a more efficient pathway for the rational design of next-generation OER catalysts, advancing the prospects of water splitting as a viable route to clean energy.

Keywords: Water splitting, Oxygen evolution reaction, Green hydrogen, Density functional theory, Metal oxyhydroxide

Computational Approach for Unveiling Key Factors Influencing Catalyst Reactivity

하현우¹, 최윤석⁴, 유미², 최혁², 안광진³, 정우철⁵, 김현유^{2†}

¹포스코홀딩스; ²충남대학교; ³울산과학기술원; ⁴한국에너지기술연구원; ⁵서울대학교
(kimhy@cnu.ac.kr[†])

Understanding the reaction mechanisms and reactive species under reaction conditions is crucial for the rational design of heterogeneous catalysts. In particular, the metal-oxide interface plays a significant role in determining catalytic performance. This study employs Density Functional Theory (DFT) calculations to accurately predict catalyst behavior under working conditions, offering detailed insights into the catalytic processes of CeO₂-supported metal nanoparticles. Focusing on CO oxidation and methane electro-oxidation, we examine the impact of surface morphology and metal nanoparticle size on reactivity. Our results demonstrate that CeO₂-based supports enhance catalytic efficiency by facilitating key reaction intermediates, such as oxygen vacancies, through the Mars–van Krevelen mechanism. The combination of experimental analyses and DFT calculations provides a robust framework for understanding the catalytic pathways at the metal–CeO₂ interface, confirming the accuracy of our computational predictions. This work highlights the critical role of CeO₂-supported catalysts in both theoretical and experimental contexts, underscoring the importance of studying catalysts under reaction conditions to guide the development of more effective catalytic systems.

Keywords: Heterogeneous catalysts, Size effects, Support effects, interface, DFT

Active learning approach in designig entropy alloy nanocatalyst

김용주[†]

고려대학교

(cyyjee@korea.ac.kr[†])

Searching for an optimal component and composition of multi-metallic alloy catalysts, comprising two or more elements, is one of the key issues in catalysis research. Due to the exhaustive data requirement of conventional machine-learning (ML) models and the high cost of experimental trials, current approaches rely mainly on the combination of density functional theory and ML techniques. In this study, a significant step is taken toward overcoming limitations by the interplay of experiment and active learning to effectively search for an optimal component and composition of multi-metallic alloy catalysts. The active-learning model is iteratively updated using by examining electrocatalytic performance of fabricated solid-solution nanoparticles for the hydrogen evolution reaction (HER). An optimal metal precursor composition of $\text{Pt}_{0.65}\text{Ru}_{0.30}\text{Ni}_{0.05}$ exhibits an HER overpotential of 54.2 mV, which is superior to that of the pure Pt catalyst. This result indicates the successful construction of the model by only utilizing the precursor mixture composition as input data, thereby improving the overpotential by searching for an optimal catalyst. This method appears to be widely applicable since it is able to determine an optimal component and composition of electrocatalyst without obvious restriction to the types of catalysts to which it can be applied.

Keywords: active learning, machine learning, catalyst, entropy alloy

Designing High-Performance Catalysts through the Control of Single Atom Metal Structures

강준희[†]

부산대학교 나노에너지공학과
(j.kang@pusan.ac.kr[†])

Over the past few decades, significant progress has been made in understanding electrocatalytic reactions in carbon-based materials. Metal-free carbon catalysts have emerged as a cost-effective and efficient solution for the oxygen reduction reaction (ORR). Additionally, nitrogen (N)-doped carbon matrices with single transition metals have shown great promise in advancing electrocatalysis. Single-atom catalysts (SACs) offer diverse local environments for transition metals by varying N-doping levels and carbon defects, helping to address the limitations of traditional bulk and nanostructures. This research demonstrates that 3D crumpled graphene with controlled oxygen and defect configurations markedly improves the electrocatalytic production of H_2O_2 . Furthermore, the local structure of SACs for the oxygen evolution reaction (OER) was studied to uncover the underlying mechanisms. These findings help establish the relationship between structure, mechanism, and performance in functionalized carbon catalysts. The presentation will validate the computational insights through experimental measurements and offer recommendations for future SAC design.

Keywords: Density functional theory, Graphene, Single atom, Electrocatalysts

촉매-담지체 일체형 수계 전기화학촉매 개발

윤기로[†]한국생산기술연구원
(kryoon@kitech.re.kr[†])

탄소중립 목표 달성과 에너지의 전기화 추세에 따라, 화석연료를 대체하여 전기화학적으로 에너지를 변환하고 저장하는 기술의 중요성이 부각되고 있다. 그중에서도 신재생에너지와 연계해 잉여 전력을 연료로 저장하는 Power-to-Gas (P2G) 기술이 특히 주목받고 있으며, 수전해를 통한 수소 생산과 이를 활용한 연료전지가 대표적인 에너지 변환 시스템이다. 이와 함께 대용량 에너지 저장 시스템(ESS) 기술도 주목받고 있으며, 금속-공기전지 기술 역시 차세대 고용량 에너지 저장 기술로 큰 관심을 받고 있다.

이러한 시스템들은 대부분 수계 전해질 내에서 촉매 반응을 통해 구동되며, ORR/OER, HER/HOR 등의 상변환 반응을 포함한다. 이러한 전기화학적 디바이스의 성능과 효율은 나노 스케일에서 나타나는 소재의 구조와 성질에 의해 좌우되며, 장기 내구성 또한 이러한 소재의 물성과 상호작용에 크게 영향을 받는다. 따라서 시스템의 효율과 안정성을 극대화하기 위해서는 효율적인 전극 구조 설계가 중요하며, 이는 촉매의 3상 계면 제어, 물질 유동성 확보, 안정적인 전하이동성 확보 등을 포함한다.

본 발표에서는 기존 백금계 촉매와 탄소계 담지체로 구성된 촉매 전극 구조의 한계를 개선하기 위한 촉매 전극 설계 전략과 연구 방향에 대해 설명하고자 한다. 또한, 선행 연구를 바탕으로 내구성이 뛰어난 비탄소계 산화물/질화물 담지체와 금속 나노입자 촉매가 일체화된 전극 개발 사례들을 중점적으로 다루고자 한다. 특히, 다양한 1차원 복합 나노소재 합성 기술과 이로부터 얻어진 전극 촉매의 구조적, 성능적 이점에 대해 이론적 계산 결과와 함께 연관지어 설명하고자 한다.

Keywords: 촉매-담지체 일체형, 수계 전기화학촉매, 1차원 전극 구조 설계, 비탄소계 담지체, 에너지 변환 및 저장

Electrochemical partial reduction of $\text{Ni}(\text{OH})_2$ to $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{Ni}$ via coupled oxidation of an interfacing NiAl intermetallic compound for enhanced hydrogen evolution

이창수[†], 윤영화, 김민중

Korea Institute of Energy Research
(cs.lee@kier.re.kr[†])

Ni-based porous electrocatalysts have been widely used with the hydrogen evolution reaction (HER) in alkaline water electrolysis, and the catalysts are produced by selective leaching of Al from Ni-Al alloys. It is well known that chemical leaching of Ni-Al intermetallic compound (IMC) generates a high surface area in $\text{Ni}(\text{OH})_2$. However, the $\text{Ni}(\text{OH})_2$ produced by leaching the Ni-Al intermetallic compound retards the hydrogen evolution reaction, which is attributed to its weak hydrogen adsorption energy. In this work, we controlled the chemical state of Ni by using plasma vapor deposition (PVD) followed by heat treatment, selective Al leaching and electrochemical reduction. We reveal that the heat-treated Ni-Al alloy with a thick Ni_2Al_3 surface layer underwent selective Al leaching and produced biphasic interfaces comprising $\text{Ni}(\text{OH})_2$ and NiAl IMCs at the edges of grains in the outermost surface layer. Coupled oxidation of the interfacing NiAl IMCs facilitated partial reduction of $\text{Ni}(\text{OH})_2$ to $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{Ni}$ in the grains during electrochemical reduction, which was confirmed by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). An electrocatalyst containing partially reduced $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{Ni}$ exhibited an overpotential of 54 mV at 10 mA/cm^2 in a half-cell measurement and a cell voltage of 1.675 V at 0.4 A/cm^2 for single-cell operation. A combined experimental and theoretical study revealed that the superior HER activity was attributed to the presence of partially reduced metallic Ni with various defects and residual Al, which facilitated water adsorption, dissociation and finally hydrogen evolution.

Keywords: raney nickel, hydrogen evolution reaction, alkaline water electrolysis

Understanding the structure-property relationship of catalytic materials by using atom probe tomography

Chanwon Jung[†]

Department of Materials Science and Engineering, Pukyong National University
(c.jung@pknu.ac.kr[†])

Catalytic materials are highly sensitive to elemental distribution on their surfaces. Accordingly, their catalytic properties are governed by surface structure. For example, elemental segregation at the surface can tune these properties. Grain boundaries exposed on the surface exhibit distinct catalytic activity compared to surface planes. Additionally, impurity atoms can alter the binding energy between the surface and reactants, thereby modifying catalytic activity and selectivity. All these examples highlight the importance of understanding microstructural features. However, catalytic materials are often synthesized at the nanoscale to maximize the surface-to-volume ratio, making their characterization challenging. In this regard, atom probe tomography (APT) is a valuable analytical method because it enables three-dimensional (3D) mapping of atomic distributions and precise determination of local chemical compositions in materials. Specifically, APT provides sub-nanometer spatial resolution and chemical sensitivity at the parts-per-million (ppm) level. As a result, this technique has been used to reveal 3D elemental distributions in a variety of materials, including alloys, semiconductors, and even biomaterials, to elucidate the structure-property relationships of materials. In this talk, I will provide a brief overview of the principles underlying APT and present examples of its application in analyzing catalytic materials, with a focus on their structure-property relationships.

Keywords: Atom probe tomography, 3D elemental distribution, catalysts, grain boundaries, impurities

Rational Design of Perovskite Oxide-based Thermocatalytic Materials for Fuel Production

구본재[†]

성신여자대학교 화학·에너지융합학부
(bkoo@sungshin.ac.kr[†])

Among the various sustainable energy technologies, synthetic fuel production can contribute to solving climate change by CO₂ emissions from fossil fuel processes. The synthetic hydrogen(H₂) and methane(CH₄) gas obtained by thermocatalytic reaction can be stored and transported through an advanced natural gas infrastructure. However, it is necessary to develop catalysts with high catalytic activity and durability in order to maintain fuel production for a long time. Exsolution process is a synthetic technique of metal nanoparticles, in which metal ions doped in B-site of perovskite oxide(ABO₃) lattice escape from the lattice and form well-distributed metal nanoparticles on the oxide surface. It has been reported to perform an active and stable catalyst by anchoring metal nanoparticles with oxide supports in high-temperature catalysis.

Herein, this study aims to apply an isovalent doping effect in perovskite-type oxide to promote the exsolution of reducible metal ions, which are known as active catalysts for fuel production by thermocatalysis. Barium(Ba) is added in Strontium(Sr) sites in perovskite oxide for controlling on B-O bond length in the Sr(Ti,B)O₃ as a model oxide support. The catalytic activity and durability of B exsolved Sr(Ti,B)O₃ catalysts are evaluated with Ba doping in Sr sites. The isovalent doping effect can remarkably accelerate the excess of B-metal, improving the catalytic activity and long-term stability of the perovskite surface. Based on these findings, it is suggested that isovalent doping is an effective method for designing perovskite oxide-based catalysts for the synthetic fuel production.

Keywords: Perovskite-type oxides, Catalysts, Isovalent doping

SI-1

Recent Advances and Overview of Ca-Ion Batteries for Next-Generation Energy Storage Systems

김상현[†]

인하대학교

(skim07@inha.ac.kr[†])

Calcium-ion batteries are being explored as next-generation energy storage devices due to their theoretically high operating potentials and lower costs tied to the high natural abundance of calcium. However, the development of Calcium-ion batteries has remained in a nascent stage due to the lack of functional electrode materials and effective electrolytes. This presentation will briefly overview the current issues and recent advancements in calcium-ion batteries, highlighting ongoing research into new calcium cathode materials, including polyanion phosphates, layered oxides, and chalcogenides.

Keywords: Multivalent-ion batteries, Calcium-ion batteries

Calcination process design for advanced cathode materials

박혁준[†]

고려대학교 신소재공학부
(hyeokjun@korea.ac.kr[†])

Nickel-rich lithium layered oxides ($\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$, NCM, $x+y+z=1$, $x \geq 0.6$) have received tremendous attention as the most promising cathode materials for the practical development of high-energy and sustainable lithium-ion batteries. However, they commonly suffer from rapid capacity decay along with structural and morphological degradation. Previous studies have unraveled that the general failure mechanism involves the mechanical deterioration of electrode particles, originating from micro-cracking in particles due to the build-up of significant anisotropic strains during phase transition and the chemical parasitic reactions with electrolytes through the crevice created. Such chemo-mechanical failures are triggered and aggravated by various structural defects, including internal void spaces, surface reconstruction layers, and intragranular nanopores, typical features of the conventionally synthesized nickel-rich layered oxide materials. It remains elusive how these defects are formed regardless of the use of single-crystalline or polycrystalline particles. A fundamental understanding of the general defect formations is thus indispensable to clarify how the synthesis process induces the formation of intrinsic defects from the precursor to the final product stage and how these defects affect the electrochemical degradation at the primary- and secondary-particle levels. Critical questions that require in-depth study include how the spatially inhomogeneous solid-state reaction begins at the interface of reacting precursors, propagates during the synthesis, and triggers the generation of defects. In this presentation, I will show the hidden synthetic mechanism of nickel-rich layered oxide materials using a combination of high-end and multi-length-scale analysis methods, including aberration-corrected TEM, *in situ* heating TEM with gas control, and *in situ* XRD. The kinetic interplay in synthesis of nickel-rich lithium layered oxide and its implications will be discussed in detail. Furthermore, the microstructural pore defects of NCN9235 during the heating process were quantitatively characterized. Based on our mechanistic understanding, we propose a redesign of solid-state synthesis pathway to achieve structurally integrated nickel-rich layered oxide cathodes.

Keywords: Cathodes, Calcination, in situ characterization, homogeneity, microstructure defects

기능성 산화물 에피택셀 박막 성장의 최근 연구 동향

김지윤[†]

한국과학기술원
(jkim2024@kaist.ac.kr[†])

Understanding materials structures and how they give rise to their properties is the core mission of materials research. In this talk, I will present how the epitaxial thin film synthesis of model systems leads to new understanding of old materials and recent developments in the hybrid synthesis approaches towards more perfect materials. Using $0.68\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3\text{-}0.32\text{PbTiO}_3$ (PMN-PT) as a model system, I will discuss the recent advances in understanding the physical mechanisms of the ultrahigh piezoelectricity in relaxor ferroelectrics and how we can use new physical understanding to enhance materials performance. I will also present a hybrid epitaxial growth technique combining molecular-beam epitaxy (MBE) and pulsed-laser deposition (PLD), namely the hybrid PLD, for the growth of complex oxides such as KTaO_3 , which presents significant processing challenges due to extreme vapor pressure mismatch. Finally, I will discuss interesting future avenues that can be unlocked by advanced hybrid growth techniques.

Keywords: Relaxor ferroelectric, hybrid pulsed-laser deposition

Lighting/display smart textile system integrated with multifunctional fibre devices

신동욱[†]

국립한밭대학교
(dwshin@hanbat.ac.kr[†])

Smart textile system consists of discrete devices fabricated from—or incorporated onto—fibres. Despite the tremendous progress in smart textiles for lighting/display applications, a large scale and industrial integration approach for a smart display system with multifunctional devices in traditional textile platforms has yet to be demonstrated. Here, we reported lighting/display smart textiles system integrated with versatile fibre devices for wireless power transmission, touch sensing, photodetection, environmental/biosignal monitoring, and energy storage enables a truly free form factor system, including flexibility, bendability, and rollability, via textile manufacturing integration methods such as weaving and laser interconnection. Intelligent and smart systems require freedom of form factor, unrestricted design, and unlimited scale. Our systematic design and integration strategies are transformational and provide the foundation for realising highly functional smart lighting/display textiles over large area for revolutionary applications on smart homes and internet of things (IoT).

Acknowledgment

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(RS-2023-00250816)

Keywords: Smart textile, fibre devices, weaving, interconnection, washing

Atomic Layer Deposition of Chalcogenide Materials for Futuristic Semiconductor Devices

유찬영[†]

홍익대학교 신소재공학전공
(cywoo@hongik.ac.kr[†])

Despite extensive research and the availability of commercial memory products based on phase-change materials (PCM), full functionality of Ge-Sb-Te alloy-based PCM for high-density and low-power memory remains unachieved. This is partly because current PCM architecture relies on crossbar arrays (CBA), which do not meet the increasing demands for ultra-high density and low cost per bit. A vertical architecture, such as the V-NAND technology with over 200 layer stacks, offers a proven solution for highly integrated vertical-type crossbar array (V-CBA) memory. However, the deposition of the Ge-Sb-Te phase change layer and Ovonic Threshold Switch (OTS) selector conformally onto etched sidewalls in vertical architectures necessitates the use of Atomic Layer Deposition (ALD). ALD ensures the desired conformal growth of chalcogenide based PCM. Moreover, the high-power consumption of the Ge-Sb-Te PCM during writing is a significant drawback. This presentation discusses various ALD precursors for Ge-Sb-Te and details the reaction mechanisms for film deposition. It highlights challenges in depositing multicomponent chalcogenide films with non-ideal chemical interactions between the precursors and the predeposited films, including the deposition of Sb₂Te₃/GeTe superlattices. The presentation also covers recent advancements in ALD of chalcogenide materials using a sacrificial buffer layer for advanced thin film transistor applications.

Keywords: Atomic Layer Deposition, Chalcogenide Materials, Phase-change memory

Oxide Nanostructure-based Memristor Research for Bio-inspired Computing Applications

윤정호[†]

성균관대 신소재공학부
(junghoyoon@skku.edu[†])

Memristive devices have become a promising candidate for energy-efficient and high[1]throughput unconventional computing, which is a key enabler for artificial intelligent systems in the big data and IoT era. The so-called neuromorphic computing can be implemented on a resistive neural network with memristive synapses and neurons. In this talk, I will first briefly introduce memristive devices. I will then discuss the promises and challenges, including uniformity issues, non-linearity, and 3d structure compatibility, of the memristive devices & arrays, and also some approaches to overcome such issues.[1-6] A few examples selected from our recent experimental demonstrations of the promising applications from next-generation memory to bio-system emulator, which utilize such memristors, are also introduced.[7-9]

References

- [1] J. H. Yoon, et al., *Adv. Mater.*, 32, 1904599 (2020)
- [2] J. H. Yoon, et al., *Adv. Funct. Mater.*, 27, 1702010 (2017)
- [3] J. H. Yoon, et al., *Adv. Mater.*, 27, 3811-3816 (2015)
- [4] J. H. Yoon, et al., *Adv. Funct. Mater.*, 24, 5086-5095 (2014)
- [5] J. U. Kwon, et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 14, 44550-44560 (2022)
- [6] J. E. Kim, et al., *Adv. Electron. Mater.*, 8, 2200365 (2022)
- [7] J. H. Yoon, et al., *Nat. Commun.*, 9, 417 (2018)
- [8] Y. G. Song, et al., *Adv. Sci.*, 9, 2103484 (2022)
- [9] S. Y. Chun, et al., *Adv. Mater.*, 2302219 (2023)

Keywords: Memristor, Neuromorphic computing, Synapse, neuron

극한환경용 고강도 고엔트로피합금 설계 및 미세조직 제어

배재웅[†]국립부경대학교 융합소재공학부 금속공학전공
(jwbac@pknu.ac.kr[†])

고엔트로피 합금(high-entropy alloys, HEAs)으로 알려진 다성분계 합금은 독특한 미세구조적 특성을 가지고 있으며, 이는 전위 이동에 큰 영향을 미쳐 기계적 물성 향상에 기여할 수 있다. 특히, 단상의 면심입방(face-centered cubic, FCC) 구조의 기지(matrix)를 가지는 고엔트로피 합금은 극저온에서 우수한 파괴인성과 손상 저항성을 나타내지만, FCC 기지 만으로는 극저온 구조용 분야 응용에 필요한 강도를 충족시키지 못하는 단점이 있다. 또한, 20 K 이하의 특정 임계 온도에서 발생하는 불연속 소성 변형(discontinuous plastic flow, DPF)으로 인해 응력-변형률 곡선에서 관찰되는 응력 상승/하강 현상(stress drop in serration)은 소재의 연성 및 파괴에 영향을 끼치며, 변형 불안정성에 의한 내구성 열화 및 구조 재료로서 신뢰성을 악화시키는 한계가 있다. 따라서, 초저온과 같은 극한환경에서의 적용과 소재의 신뢰성 확보를 위해서는 우수한 기계적 물성과 더불어 20 K 이하에서 변형 불안정성이 완화된 합금을 개발하는 것이 필수적이다. 본 연구에서는 20 K 이하에서 변형 불안정성을 유발하는 요인의 일부를 파악하고, 계산과학을 통한 합금설계를 통해 변형불안정성이 억제된 고강도 중엔트로피합금에 대해 소개한다. 개발된 합금은 초저온에서의 기계적 불안정성이 상당히 완화되어, 4.2 K의 인장시험에서 STS304L은 약 350 MPa의 stress drop을 나타낸 반면, 본 연구의 합금의 경우 약 40 ~ 50 MPa로 STS304L에 비해 상당히 감소된 stress drop을 나타내었다.

Keywords: 극한환경, 고엔트로피합금, 기계적 성질, 변형불안정, 합금설계

고온 다습한 환경이 유도용접된 열가소성 복합재의 전단 강도에 미치는 영향 평가

최현석, 김진봉[†], 장흥규

한국재료연구원
(jbkim@kims.re.kr[†])

본 연구에서는 고온 다습한 환경이 유도용접된 Carbon/PEKK 복합재의 전단 강도에 미치는 영향을 시험적으로 평가하였다. 접착 시편은 유도용접으로 제작되었으며 유도용접의 파워는 2.2 kW, 코일의 속도는 2 mm/s, 코일과 시편 사이의 거리는 1 mm로 설정하였다. 시편은 85°C 온도 및 85% 습도 환경에 노출되었다. 습도 환경에 노출된 시편에 대해 25°C, 100°C, 120°C, 140°C, 160°C, 180°C 환경에서 기계적 시험을 수행하여 고온 다습한 환경이 접착강도에 미치는 영향을 평가하였다.

Keywords: PEKK, 유도용접, 고온 다습한 환경, 접착강도

Materials Research Society of Korea, Fall Conference 2024



구두발표

Effects of crystal size and resistance of VO₂(M) thin films on electrical switching characteristics of two terminal resistive switching devices

구승휘^{1,2}, 박동희^{2†}, 최현진^{1†}

¹연세대학교 신소재공학과; ²KIST 양자기술연구단
(pdmtime@kist.re.kr[†]; hjc@yonsei.ac.kr[†])

Recently, researches in the neuromorphic systems have been intensively conducted to overcome the limitations of conventional computing systems. In the neuromorphic field, various materials have been explored to enable a non-linearity behavior of neuron. Among them, vanadium dioxides (VO₂(M)) have been widely studied because of their abrupt optoelectrical variations in near room temperature (~68°C) during the insulator-to-metal transition (IMT) which can contribute to the behavior. Most of the previous researches on VO₂(M) switching devices have focused on modifying device structures or investigating the mechanisms of device operation^[3, 4]. This study focuses on the effects of crystallographic and electrical properties of VO₂(M) thin films which are typically affected by deposition process on lateral and vertical two terminal resistive switching devices where VO₂(M) thin films is applied as a switching layer.

VO₂(M) thin films were fabricated on SiO₂/Si substrates with three different crystal sizes and resistances by controlling the heater temperature (T_{heat}) and the oxygen partial pressure ($P_{\text{O}_2}/P_{\text{Ar}}$, [sccm]) for the lateral device. VO₂(M) thin films were fabricated on W/SiO₂/Si substrates with three different crystal sizes and resistances by controlling $P_{\text{O}_2}/P_{\text{Ar}}$. For the lateral device fabrication, the electrodes were patterned by photolithography using PR (AZ5214E). 50nm thick W films were deposited by sputtering. Then W electrodes were fabricated by lift off process. For the vertical device fabrication, 50nm thick W electrode was fabricated with metal masks.

In the case of lateral structure devices, it was confirmed that the crystal size of VO₂(M) is correlated with the switching ratio ($I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$), and it was also found that the resistance of the thin films is correlated with the operating voltage (V_{set} , V_{reset} , hysteresis width). The resistances of the VO₂(M) thin films were approximately 23k Ω , 650k Ω , and 10M Ω , showing corresponding crystal sizes of 21.7nm, 26.1nm, and 25.2nm with XRD analysis. The largest crystal size of 26.1nm was observed when the resistance was 650k Ω . When measuring the two-terminal device using the three samples, $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$ was the largest at approximately 2.5 orders of magnitude when the crystal size was 26.1nm, while $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$ was about 0.7 and 1.5 orders of magnitude for crystal sizes of 21.7nm and 25.2nm, respectively. These results confirm that the crystal size of VO₂(M) in the thin film is proportional to the $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$. In terms of the operating voltage, we confirmed its correlation with the resistance of the thin film. As the resistance of the thin films increased to approximately 23k Ω , 650k Ω , and 10M Ω , operation voltage showed a tendency to increase. Specifically, V_{set} increased to 4.5V, 8.8V, and 13.3V as the resistance increased, while V_{reset} increased to 1.2V, 1.6V, and 6.4V. The hysteresis width also increased from 3.3V to 7.2V and 7.9V. These results demonstrate that the operating voltage is proportional to the thin film resistance as well as $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$ is proportional to the crystal size of VO₂(M).

In the case of vertical structure devices, a similar trend to that of the lateral devices was observed. The resistance measurements of the fabricated thin films were approximately 7.8k Ω , 12.6k Ω , and 14.8k Ω . XRD analysis showed that the crystal sizes were 21.3nm, 22.7nm, and 20.6nm, respectively, with the largest crystal size of 22.7nm corresponding to the resistance of 12.6k Ω . Using the three samples, measurements of the two-terminal devices revealed that $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$ was the highest at approximately 5.2 times when crystal size was 22.7nm, while $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$ were 3.0 and 4.2 times for crystal sizes of

21.3nm and 20.6nm, respectively. These results confirm that the crystal size of $\text{VO}_2(\text{M})$ in the thin film is proportional to $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$. In terms of the operating voltage, we also confirmed its correlation with the resistance of the thin films. As the resistance of the thin films increased to approximately 7.8k Ω , 12.6k Ω , and 14.8k Ω , the operation voltage showed a tendency to increase. Specifically, V_{set} increased to 0.373V, 0.657V, and 1.09V as the resistance increased, while V_{reset} increased to 0.355V, 0.574V, and 0.901V. The hysteresis width also increased from 0.018V to 0.083V and 0.190V. These results demonstrate that the operating voltage is proportional to the thin film resistance as well as $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$ is proportional to the crystal size of $\text{VO}_2(\text{M})$.

In conclusion, we studied the effect of crystal size and resistance of $\text{VO}_2(\text{M})$ thin films on switching characteristics of two terminal resistive switching devices. Firstly, both the planar and vertical structure devices exhibited similar trends in their electrical switching characteristics, depending on crystal size and resistance. Second, $I_{\text{on}}/I_{\text{off}}$ is proportional to the crystal size of $\text{VO}_2(\text{M})$. Third, the operation voltage is proportional to $\text{VO}_2(\text{M})$. This study provides important insights for the development of high-performance electronic devices utilizing VO_2 memristor thin films for neuromorphic applications.

Keywords: $\text{VO}_2(\text{M})$, IMT, Reactive sputtering, electrical switching, resistive switching

Application of 2D Nanomaterials Exfoliated by Solution Process to Complementary Logic Devices

박지윤, 강주훈[†]

School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU),
Suwon 16419, Republic of Korea
(joohoon@skku.edu[†])

2D nanomaterials have shown application potentials as next-generation electronics due to their unique electrical and photoelectrical properties. 2D materials exhibit excellent properties such as high carrier mobility, a dangling-bond-free surface, and a tunable bandgap, which enable the realization of high-performance electronics. However, several critical limitations, including cost efficiency, versatility, and large-area applicability, have restricted their use to prototype devices. Solution-processing based on molecular intercalation-assisted electrochemical exfoliation has emerged as a promising approach to overcome these limitations. The unique properties of exfoliated 2D materials, including large lateral size and atomic-scale thickness, make them ideal for large-scale thin films. Scalable techniques like spin-coating and ink-jet printing can produce films with clean interfaces, enabling efficient charge transport and precise thickness control. To enable more cost-effective, simplified processing, I will introduce the dielectrophoretic deposition method, which also allows for the patterning of complex 3D structures without the need for masks. Electronic devices can be fabricated through this dielectrophoresis process, and this also have capability for diverse applications such as complementary logic gates.

Keywords: Solution-process, 2D nanomaterial, Dielectrophoresis, complementary logic gate

Dual Oxide Heterojunction Transistor with Negative Differential Transconductance: Implementation to Multi-Valued Logic Circuits

신종찬¹, 진민호², 이지호¹, 이찬¹, 양현규⁴, 김연상^{1,2,3†}

¹Department of Chemical and Biological Engineering, and Institute of Chemical Processes, College of Engineering, Seoul National University, Seoul;

²Program in Nano Science and Technology, Graduate School of Convergence Science and Technology, Seoul National University, Seoul;

³Advanced Institute of Convergence Technology, Suwon;

⁴Samsung Electronics Company, 129 Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do
(younskim@snu.ac.kr[†])

Over time, complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) technology has seen significant advancements, primarily characterized by the reduction in device sizes. This miniaturization has enhanced device density, allowing for the efficient handling of large data volumes. However, as the complexity of interconnect lines has increased, the power consumption of CMOS-based circuits has also grown. Reducing power consumption has been a crucial objective for logic circuits, and remains a significant challenge, especially as energy demands rise with the advent of artificial intelligence (AI) and big data processing. To address this issue, various technologies such as neuromorphic systems, system on chip (SOC), and in-memory computing have been developed to enable efficient data processing and lower power consumption. Among these innovations, multi-valued logic (MVL) technology stands out as a potential alternative to conventional binary logic systems due to its ability to represent more than two logic states while remaining compatible with conventional CMOS systems. MVL technology facilitates rapid data processing and reduces power consumption by decreasing the number of interconnect lines, thereby lowering parasitic capacitances and resistances. Additionally, the reduction of interconnect lines increases integration density by minimizing chip area. For instance, employing ternary systems instead of the conventional binary system can reduce overall system complexity by 64%. Therefore, developing ternary logic inverters with low power consumption and relatively high noise margins has become a focal point. Heterojunction transistors (TRs) with negative differential transconductance (NDT) characteristics, essential for MVL circuits, typically use organic or two-dimensional semiconductors as active layers, which poses challenges for integration with conventional CMOS processes. In this study, we introduce an oxide semiconductor (OS) heterojunction TR with NDT characteristics, comprising p-type Copper (I) oxide (Cu_2O) and n-type Indium Gallium Zinc oxide (IGZO), fabricated using conventional CMOS manufacturing techniques. The fabricated device exhibits uniform electrical characteristics, including a high $I_{\text{on}} / I_{\text{off}}$ ratio (approximately 3×10^3), wide NDT ranges (around 29 V), and high peak-to-valley current ratios (PVCr of about 25). Measurements of 15 devices confirmed consistent performance in terms of PVCr, NDT range, and $I_{\text{on}} / I_{\text{off}}$ ratio. We investigated device operation by varying the source / drain (S / D) position, altering device geometry, and adjusting the thickness of the Cu_2O layer. Additionally, we demonstrated a heterojunction ambipolar TR to clarify the transport mechanism of NDT devices at high gate voltages (V_{GS}). To validate the potential of MVL circuits, we presented a ternary inverter that clearly expresses three logic states, featuring a prolonged intermediate state and a larger margin of error due to the wide NDT regions and high PVCr. Overall, employing OS heterojunction TRs with NDT characteristics opens up diverse and promising opportunities for broadening their applications across various industries.

Keywords: CMOS technology, Multivalued logic(MVL), Negative differential transconductance(NDT), Oxide semiconductor, Heterojunction transistor

90°C저온에서 증착된 p-i-n 비정질 실리콘 필름을 이용한 유연 포토다이오드 제작

정예지¹, 권정대^{2†}

¹Department of Materials Science and Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea;

²Energy & Environment materials Research Division, Korea Institute of Materials Science, Changwon,
Gyeongnam 51508, Republic of Korea
(jdkwon@kims.re.kr[†])

A photodetector is a sensor that detects light by converting photons into a measurable electrical signal. In recent years, flexible photodetectors have emerged for applications in healthcare, security, wearable sensors, and environmental monitoring. Additionally, flexible photodetectors have increased the demand for low processing temperatures to enable their integration into flexible substrates. In this study, a-Si films were deposited at 90°C, which is significantly lower than the conventional temperature used in PECVD. By optimizing the ratio of hydrogen (H₂) to silane (SiH₄), a p-i-n diode with modified a-Si was fabricated, achieving a responsivity of 338 mA/W at 530 nm, which is comparable to a p-i-n diode processed at 150°C with a responsivity of 350 mA/W at 510 nm. The device's mechanical stability and flexibility were validated through bending tests, demonstrating that its sensing performance remained stable after more than 2,000 cycles at a bending radius of 5 mm. The device's performance was evaluated through current-voltage characteristics and photoresponse analysis. This study highlights the potential for producing flexible photodetectors using low-temperature processing techniques

Keywords: Flexible photodetector, Low-temperature, hydrogenated amorphous silicon

Enhanced Memory Characteristics in MIFIS-FeFET using Si₃N₄ Charge Injection Layer

Hyojin Ahn, Changhwan Choi[†], Hyunjin Lim, Sangkuk Han, Kisub Kim, Wonjae Choi, Youngseo Na

Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Republic of Korea
(cchoi@hanyang.ac.kr[†])

HfO₂-based ferroelectric (FE) materials have received considerable attention since its great scalability, CMOS compatibility and resulting wide range of applications like FE field effect transistor (FeFET), FE tunnel junction (FJT), and FE random-access memory (FeRAM) [1]. Nevertheless, there still exists many challenges such as a narrow MW and poor reliability that need to be resolved. Charge injection at the channel IL is the main causes that makes poor MW and reliability in MFIS-FeFET. However, when charge injection occurs at the gate IL, MW is enlarged because these trapped charges can overcompensate the ferroelectric dipole [2]. But the impact of charge properties and the charge injection layer on device performances remains unclear, needs to be studied systematically.

In this study, we have investigated the impact of Si₃N₄ IL as a charge injection layer on the performance of MIFIS-FeFET. By using Si₃N₄ IL that has various trap sites and low permittivity (k) range of about 6-9 between metal and FE layer, we can effectively induce additional charge trapping at the interface between metal and FE layer. As a result, we demonstrated enhanced memory characteristics in MIFIS-FeFET, exhibiting large MW (≥ 2.1 V), robust endurance ($\geq 10^7$ cycles) and retention (≥ 10 years). We also investigated the impact of trap properties on memory characteristics of FeFET by varying the composition of Si₃N₄. Our approach proposes an effective engineering method and materials to boost memory characteristics by introducing charge injection layer between gate metal and FE layer.

Keywords: Ferroelectric, FeFET, HZO, Si₃N₄, MIFIS

Scalable remote modulation doping using solution-processed van der Waals heterostructure for optoelectronic synapses

천강진, 강주훈[†]

School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU)
(joohoon@skku.edu[†])

Doping plays a critical role in tuning the electrical and optoelectronic properties of low-dimensional semiconductor devices. Traditional doping methods, which directly incorporate impurities into the material lattice, often cause defects and charge scattering, leading to performance degradation. Remote modulation doping (RMD) offers an alternative approach by spatially separating the dopant from the charge transport layer, minimizing such drawbacks. However, scalability issues have limited its practical application. In this work, we introduce a wafer-scale vertical heterostructure utilizing a solution-based approach for large-area RMD integration. The device incorporates a specialized doping layer, enabling controlled carrier injection into the charge transport channel and effective modulation of electrical properties. Moreover, it exhibits wavelength-dependent photoresponse, with tunable photocurrent characteristics based on the device configuration. These features make the system a strong candidate for optoelectronic applications, including multi-color sensing arrays, eliminating the need for color filters, and presenting promising potential for advanced imaging and sensor technologies.

Keywords: remote modulation doping, solution processing, van der Waals heterostructure, low dimensional materials, optoelectronic synapse

Crystallographically Controlled N-Terminated (111)-Textured TiN Electrodes for Enhanced Low-Voltage Switching (0.8 V) in Ferroelectric Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ Capacitors

박근형¹, 조용현¹, 이동현¹, 김세현¹, 한동희¹, 김호준², 이영환³, 박민혁^{1†}

¹서울대학교 재료공학부; ²한양대학교 기계공학과; ³전남대학교 신소재공학부
(minhyuk.park@snu.ac.kr[†])

The integration of ferroelectric Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ (HZO) in next-generation memory devices is driven by its scalability and compatibility with CMOS technology. However, achieving stable low-voltage operation in ultrathin HZO films remains a challenge due to issues like interfacial oxidation and polarization degradation. This study demonstrates that N-terminated (111)-textured TiN electrodes, with precise crystallographic texture control through NH₃/Ar plasma treatment, significantly enhance the switching characteristics of 5 nm HZO capacitors. The controlled orientation of the TiN electrodes optimizes nitrogen radical density, promoting a more stable interface by minimizing oxidation and interfacial defects, leading to improved switching uniformity, speed, and endurance. Grazing-incidence wide-angle X-ray scattering (GIWAXS) analysis specifically revealed a significant increase in the (002) orthorhombic phase fraction, critical for efficient polarization switching, which contributed to a reduced coercive field and enabled stable low-voltage switching at 0.8 V. Polarization-electric field (P-E) hysteresis comparisons between (111)-textured and (002)-textured TiN electrodes showed that the former exhibited an enhanced remanent polarization, with a 32.8% improvement over the (002)-textured counterpart. Additionally, the (111)-textured electrode demonstrated nearly an order of magnitude faster switching due to improved domain dynamics and reduced switching variability. This study underscores the crucial impact of precise crystallographic control in ultrathin ferroelectric capacitors, driving advancements in low-power memory and neuromorphic computing technologies.

Keywords: ferroelectric, crystallographic control, low-power memory

Effects of ALD Deposition Temperature and Grain Size Engineering with HZO Seed Layer on FeFET Performance

최창환^{1†}, 박준혁¹, 윤승현¹, 박경수¹, 정철원², 정현철¹, 여재언¹

¹Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Korea;

²Department of Energy Engineering, Hanyang University, Korea

(cchoi@hanyang.ac.kr[†])

Due to the demands for scaling, the traditional Von Neumann architecture, which separates memory and processing units, has encountered limitations. In response to these challenges, neuromorphic computing has emerged as an alternative solution. The implementation of neuromorphic computing has been proposed to utilize emerging non-volatile memory (eNVM) as a suitable hardware platform, given its capacity for high-density weight storage and rapid parallel computing. Among the various options for eNVM, ferroelectric based devices are particularly candidates, as they are capable of implementing synaptic plasticity. Compared to conventional perovskite ferroelectric materials, hafnium-zirconium oxide (HZO) is a suitable material for applications in ferroelectric field effect transistor (FeFET) due to its scalability and CMOS compatibility. Nevertheless, there are still many issues that need to be resolved. For example, device-to-device variation increases with size scaling of FeFET devices, leading to a reduction in the memory window (MW). To mitigate device-to-device variation and achieve robust ferroelectricity, it is important to decrease the dielectric component and reduce the grain size. In addition, by employing the replacement electrode solid phase epitaxy (SPE) method, it is possible to significantly reduce the grain size, thereby enhancing ferroelectricity. During the atomic layer deposition (ALD) process, a high deposition temperature can cause partial crystallization in the ferroelectric thin film, leading to improved ferroelectric properties.

This study demonstrates the use of a top-gate FeFET with replacement electrode SPE method and high deposition temperature during ALD. In term of ferroelectric properties, both $2Pr$ and E_c values exhibited improvement, increasing by 35 % ($50\mu C/cm^2$) and 42 % ($2MV/cm$) respectively. SEM analysis indicated that the average grain size decreased by 26 %. There was a remarkable reduction in device-to-device variation. In transfer characteristics, On/Off current ratio improved by approximately 100 times, and the MW improved by 3 times. Endurance improved by more than 1000 times and no breakdown occurred even after more than 106 cycles. In synaptic properties, the number of conductance states increased, linearity and G_{max}/G_{min} value improved. The simulation results based on the MNIST dataset show an improvement in inference accuracy from 65 % to 85 %. The proposed approach offers a means of controlling the grain size and quality of the ferroelectric film, which in turn allows the manipulation of ferroelectric and synaptic properties.

Keywords: FeFET, grain size, solid phase epitaxy (SPE), atomic layer deposition (ALD), HZO

ZrO₂ Synaptic MFMIS FeTFTs Employing Built-in Bias Formed by Asymmetric Metal Work-Function Engineering

Seunghyeon Yun¹, Changhwan Choi^{1†}, Chulwon Chung², Kyungsoo Park¹, Junhyeok Park¹,
Hyeoncheol Jeong¹, Jaeeon Yeo¹

¹Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Republic of Korea;

²Department of Energy Engineering, Hanyang University, Republic of Korea

(cchoi@hanyang.ac.kr[†])

Although significant research has been conducted on ferroelectric (FE) recently, the reliability issues in HfO₂-based FE still need to be fully solved. HfO₂-based FE exhibit endurance that is significantly lower than that of state-of-the-art optimized perovskite-based equivalents. In contrast, ZrO₂-based anti-ferroelectric (AFE) demonstrate higher endurance compared to their FE counterparts. Additionally, HfO₂-based FEs, which require dopants to exhibit ferroelectric characteristics, have a narrow range of appropriate dopant concentrations for securing remanent polarization and demand stringent process control. Therefore, pure ZrO₂-based AFE thin film are more desirable from an engineering perspective. However, unlike FEs, AFEs have no remanent polarization (Pr) at zero field, which limits their use for non-volatile storage.

In this work, we demonstrate that asymmetric metal work-function (WF) metals create a built-in bias in AFE ZrO₂ thin films. Due to the built-in bias, our device has FE-like hysteresis and can be introduced for non-volatile memory applications. We modulate the metal WF values, using both tungsten (W) with WF energy of 4.3–4.6 eV and platinum (Pt) with WF energy of 5.12–5.93 eV. The Metal-Ferroelectric-Metal-Insulator-Semiconductor (MFMIS) synaptic device, which is made by controlling WF engineering and the Metal-Ferroelectric-Metal (MFM) and Metal-Insulator-Metal (MIS) capacitor areas, has an on/off ratio of 3×10^5 and a memory window of 1.3 V. Our device exhibited a potentiation/depression curve with a high G_{\max}/G_{\min} value (~ 20.4) and low cycle-to-cycle variation. In simulations trained with the optimized potentiation/depression conductance states, we achieved approximately 90% pattern recognition accuracy on the Modified National Institute of Standards and Technology (MNIST) handwritten dataset. Our results indicate that ZrO₂ MFMIS FeTFT can be used as alternative artificial synapses.

Keywords: 반강유전체, 뉴로모픽, 시냅스소자

Core-Shell BaTiO₃ Composites for BME Dielectric Layers: A Bottom-Up Nanosheet Approach

Tae Yeong Song, Na Yeon Kwon, Junwon Lee, Do-kyun Kwon[†]

한국항공대학교
(dkwon@kau.ac.kr[†])

BaTiO₃ (BT) has been extensively studied for its exceptional dielectric properties and widespread application in Multilayer Ceramic Capacitors (MLCCs). However, the dramatic change in dielectric properties near the cubic-to-tetragonal phase transition limits the application of pure BT. To address this issue, numerous studies have focused on BT-complex solid solutions involving A- and B-site substitutions. Conventional approaches have involved the addition of oxide or carbide additives. However, the size and shape disparities between these additives and the BT matrix can lead to non-uniform distribution and compositional inhomogeneity. To overcome these limitations, this study explores a novel synthetic strategy utilizing two-dimensional (2D) nanosheets to ensure compositional homogeneity. Various 2D nanosheets were synthesized via bottom-up approaches. Bottom-up synthesis involved hydrothermal preparation of (Bi,Na)TiO₃ (BNT) and (Bi,Na)(Ti,Nb)O₃ (BNTN) layered perovskite nanosheets. The synthesized nanosheets were then mixed with BT and processed using a wrapping technique to form core-shell structured composite powders. The composite powders exhibited a reduced sintering temperature and a refined microstructure compared to pure BT. Moreover, the composites demonstrated superior dielectric properties, including a high dielectric constant and X8R characteristics at room temperature. To further evaluate the potential application of BT-BNT and BT-BNTN core-shell nanopowders in the BME (Base Metal Electrode) process, we conducted co-sintering experiments using Ni electrodes. In conventional co-sintering, maintaining a very low oxygen partial pressure at high temperatures is essential due to the high sintering temperature. However, with the reduced sintering temperature achieved through the wrapping process, co-sintering became possible at relatively lower temperatures and lower oxygen partial pressures. This also reduced Bi volatilization, confirming the potential application of these composites as dielectric layer ceramics for next-generation MLCCs.

Keywords: BaTiO₃(BT), MLCCs, 2-D nanosheet, Core-shell, BME process

Enhancing the Dielectric Constant and Energy Storage Properties of PZT through Glass Homogenization via Aerodynamic Levitation

손예지, 김승욱, 김효민, 정대용[†]

인하대학교 신소재공학과
(dyjeong@inha.ac.kr[†])

Lead zirconate titanate (PZT) is a widely used dielectric material due to its high dielectric constant and energy storage capabilities, making it ideal for various applications in electronic devices and energy storage systems. To further improve these properties, we investigated the effect of adding $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (YAS) glass to PZT. The glass was processed using two different methods: quenched and levitated glass. Previous studies have demonstrated that incorporating glass into PZT enhances its breakdown strength and energy storage efficiency by improving the density of the ceramic film. In this study, we compared the dielectric performance of three formulations: pure PZT, PZT mixed with quenched YAS glass, and PZT mixed with aerodynamic levitated YAS glass.

Our findings show that levitated glass provides superior results due to its more uniform structure, achieved through the levitation process, which avoids contamination and ensures homogeneity. This leads to enhanced interaction between the glass and PZT, resulting in improved dielectric constant and energy storage properties. In contrast, the quenched glass, while offering some improvement over pure PZT, exhibited lower performance due to the potential for residual stresses and microstructural inconsistencies formed during rapid cooling. The levitation method minimizes these issues, allowing for a more efficient glass-PZT composite.

This research highlights the advantages of using levitation to homogenize glass, offering a promising new approach for optimizing the dielectric and energy storage characteristics of PZT-based materials for high-performance applications.

Keywords: aerodynamic levitation, Homogenization of glass, containerless processing, Energy storage, dielectric performance

CuO-V₂O₅의 첨가가 (1-x)Li_{2.08}TiO₃-xLi₂ZnTi₃O₈ (x=0.4~0.6) 유전체의 소결 및 마이크로파 유전 특성에 미치는 영향

이유선, 이경호[†]

순천향대학교 전자재료소자장비용융공학과
(khlee@sch.ac.kr[†])

차세대 무선 통신용 마이크로파 LTCC 유전체 조성 개발을 위해 양(+)의 공진주파수 온도 계수(τ_f) 값을 갖는 Li_{2.08}TiO₃와 음(-)의 τ_f 값을 갖는 Li₂ZnTi₃O₈의 복합체 조성물 (1-x)Li_{2.08}TiO₃-xLi₂ZnTi₃O₈ (x=0.4~0.6) 조성을 제조하였다. 전 조성 범위에서 소결 조건은 1,300 °C 2 시간이었으며, 얻어진 유전체의 소결 밀도는 이론 밀도의 98%였다. 특히 0.5Li_{2.08}TiO₃-0.5Li₂ZnTi₃O₈ 조성의 복합체에서는 $\epsilon_r=25.52$, $Q \times f=68,298$ GHz, $\tau_f=+1.13$ ppm/°C 값의 우수한 마이크로파 유전 특성을 나타내었다. 그러나 1,300 °C의 소결 온도는 LTCC 적용에 부적합 하므로, 소결조제 CuO-V₂O₅를 첨가하여 소결 온도를 920 °C로 낮출 수 있었다. CuO-V₂O₅의 첨가량이 0.3 wt %에서 1 wt %으로 증가함에 따라 τ_f 값은 -3.83에서 -6.19 ppm/°C, 유전율(ϵ_r)은 25.17에서 24.94로 변화하였고 품질 계수($Q \times f$) 값은 68,987 GHz에서 46,182 GHz로 변화하였다. CuO-V₂O₅를 0.3 wt % 첨가 시 $\epsilon_r=25.17$, $Q \times f=68,987$ GHz, $\tau_f=-3.83$ ppm/°C 값으로 최적의 마이크로파 유전 특성을 보였다. Ag 전극과의 화학적 호환성 실험에서 동시 소성 시 전극과 반응성이 없음을 확인하였다.

Keywords: LTCC, Microwave dielectric properties, Wireless communication, CuO-V₂O₅

Biomaterials for biosensing and molecular diagnostics

석영웅[†]

Department of Biotechnology and Bioengineering, Chonnam National University
(stonehero@jnu.ac.kr[†])

The rapid development of Point-of-Care Testing (POCT) technologies has significantly impacted the field of molecular diagnostics, offering real-time, user-friendly platforms that support decentralized healthcare delivery. In resource-limited environments, these diagnostic tools play a vital role in providing quick and accurate results. This presentation will cover a variety of innovative diagnostic approaches developed for POCT, with a focus on how sensors and materials have been optimized to meet the ASSURED criteria (Affordable, Sensitive, Specific, User-friendly, Rapid, Equipment-free, and Deliverable to end-users).

We will explore multiple diagnostic platforms, including paper-based biosensors, lab-on-paper devices, handheld DNA extraction strips, isothermal amplification paper chip, and manually-operated cassette. The lab-on-paper platform exemplifies an all-in-one diagnostic tool capable of detecting multiple pathogens such as Zika, Dengue, and Chikungunya viruses. The handheld slider cassette, featuring a multiplex real-time analysis system, highlights advancements in portable, user-friendly molecular diagnostic tools.

Moreover, two-stage amplification (RPA-LAMP) for HBV and HCV detection, smartphone-operated biosensors for real-time fluorescence and colorimetric analysis, and self-heating diagnostic cassettes will also be discussed. These approaches demonstrate the potential of integrating advanced materials with miniaturized diagnostic systems, offering enhanced sensitivity, portability, and ease of use. By leveraging cutting-edge materials and sensor technologies, these innovations aim to address the growing demand for effective POCT systems, especially in managing infectious diseases in resource-limited settings.

Keywords: Molecular diagnostics, Multiplexed, Sample to answer, Infectious diseases, Loop-mediated isothermal amplification (LAMP), Tropical virus, Blood-borne virus

Chemical stability of gold-silica core-shell nanoparticles for bioimaging applications

Wang Sik Lee¹, Patricia Taladriz-Blanco¹, Barbara Rothen-Rutishauser¹, Alke Petri-Fink^{1,2†}

¹Adolphe Merkle Institute, University of Fribourg, Switzerland;

²Chemistry Department, University of Fribourg, Switzerland
(alke.fink@unifr.ch[†])

Using gold nanoparticles (NPs) for bioimaging helps to see more microscale details in the biological systems, leading to exploring fundamental biological studies. More specifically, functionalized Au NPs with fluorophores are engaging candidates for understanding NP-cell interactions, contributing to developing nanomaterials-based drugs and new therapies. In the same context, core-shell Au NPs are attractive for biomedical applications due to their biocompatibility and easy surface conjugation with specific bioactive molecules. Interestingly, core-shell Au NPs allow multimodal bioimaging due to structural benefits that enable employing two or more imaging agents, i.e., the Au core and a fluorophore in the shell, resulting in better imaging performance than single imaging techniques. Core-shell fluorescent Au NPs (Au@SiO₂ NPs) are the most promising NPs for multimodal bioimaging with correlative light and electron microscopy. However, the silica shell is prone to dissolution in cell culture media, disturbing accurate bioimaging. In this study, we demonstrate that calcination of the Au@SiO₂ NPs significantly improves the chemical stability of Au@SiO₂ NPs in biological media. We confirmed that pH, ions, and proteins influence the chemical stability of Au@SiO₂ NPs and that chemical changes in the silica shell upon calcination contribute to making robust shells. Our findings will contribute to the progress of stable and accurate multimodal imaging techniques at the single-cell levels.

Keywords: Chemical stability, core-shell nanoparticles, Bioimaging

Bone-inspired self-adaptive porous composites

Sung Hoon Kang[†]

Korea Advanced Institute of Science and Technology
(shkang2024@kaist.ac.kr[†])

Adaptability is one of the hallmarks of living systems that provide resilience to survive and flourish in a dynamically changing environment. I will present our efforts to study mechanically adaptive materials for dynamically changing loading environments by coupling stress with material synthesis [1]. Nature produces outstanding materials for structural applications, such as bone and wood that can adapt to their surrounding environment. For instance, bone regulates mineral quantity proportional to the amount of stress. It becomes stronger in locations subjected to higher mechanical loads. This capability leads to the formation of mechanically efficient structures for optimal biomechanical and energy-efficient performance. However, it has been challenging for synthetic materials to change and adapt their structures and properties to address the changing loading conditions.

To address the challenge, we are inspired by the findings that bones are formed by mineralizing ions from blood onto collagen matrices. I will present a material system that triggers proportional mineral deposition from a simulated body fluid on piezoelectric matrices upon mechanical loadings so that it can self-adapt to mechanical loadings. For example, the mineralization rate could be modulated by controlling the loading condition, and a 30-180% increase in the modulus of the material was observed upon cyclic loadings whose range and rate of the property change could be modulated by varying the loading condition. To expand the environment where the material can be utilized, we have investigated the synthesis of liquid-infused porous piezoelectric composites inspired by bone and pitcher plants [2]. I will present our synthesis approach and resulting mechanical properties. The material showed over 36 times increase in modulus and 30 times increase in dissipation after 12 million loading cycles, demonstrating self-adaptive behavior in air.

We envision that our findings can contribute to new strategies for making resilient materials for dynamically changing mechanical environments, with potential applications including healthcare, vehicles, and infrastructure [3].

References

- [1] S. Orrego, Z. Chen, U. Krekora, D. Hou, S.-Y. Jeon, M. Pittman, C. Montoya, Y. Chen, S. H. Kang, "Bioinspired materials with self-adaptable mechanical properties," *Advanced Materials*, 32, 1906970 (2020).
- [2] T.-S. Wong, S. H. Kang, S. K. Y. Tang, E. J. Smythe, B. D. Hatton, A. Grinthal, and J. Aizenberg, "Bioinspired Self-Repairing Slippery Surfaces with Pressure-Stable Omniphobicity," *Nature*, 477, 443-447 (2011).
- [3] G. Kitchen, B. Sun, S. H. Kang, "Bioinspired Nanocomposites with Self-Adaptive Mechanical Properties," *Nano Research*, 17, 633 (2024).

Keywords: biomaterial, bone, implant, mineral, self-adaptive, self-healing

Improved transparency of PLA films for food packaging based on biodegradability with PHA additives

함지연¹, 정대용^{2†}

¹인하대학교 금속재료공정공학과; ²인하대학교 신소재공학과
(dyjeong@inha.ac.kr[†])

PLA (poly lactic acid), a biodegradable raw material, was combined with PHA with excellent plant-based degradability to enable film processing. In the film manufacturing process, the first twin extrusion of biodegradable composite materials is required and then the second step blowing process is required. The blowing process is sensitive to temperature, and when the thickness is 15 microns during processing, it expands excessively horizontally and causes vertical tearing or sticking due to pressure instability. This requires additives or dispersants that do not impair decomposition. Petroleum-based PBATs are biodegradable but have limitations in color implementation and are not suitable as food packaging materials because the products can only be seen in black and opaque white colors. This study aims to overcome the shortcomings of these petroleum-derived biodegradable materials and implement transparency. PHA is a marine biodegradable microbial fermentation polymer and has excellent biodegradability and transparency, so it can be processed in place of PBAT. It has unstable characteristics in processing temperature, tensile strength, flexural elasticity, hydrolysis, etc., and uses various chemical and natural-based additives to produce biodegradable films up to 15 microns to 80 microns thick. The physical properties of changing the crystal structure were tested by adding natural-based PHA to the biodegradable polymer. As a result, the tensile strength was improved compared to the existing biodegradable PLA film, but the processability was changed and the transparency was reduced. The processing temperature changed between 30-60 degrees Celsius compared to the existing PLA conditions, and blown extrusion was performed based on 200 degrees and 5g. The sample was prepared with thickness of 15 microns, 20 microns, 30 microns, and 40 microns, and the transparent properties were UV-vis and haze tested based on ASTM D1003. The additives were extruded after putting in between 3g and 5g. Compared to the existing PBAT film, the marine biodegradable composite composition film improved transparency by more than 50-80%, and the physical properties were maintained. The biodegradable film with improved changes in physical properties and transparency of PHA and PLA can be used as various packaging materials such as food and electronic products, and it is expected to be applied stably to the commercialization of Biodegradable Food packaging films.

Keywords: PHA-PLA film, PHA film processing, biobased film, biodegradable PHA film, biodegradable PLA film

탄소 기반 활물질의 기공 구조 제어를 통한 에너지 저장 전극의 전기화학성능 향상

김형래, 안효진[†], 조명훈

서울과학기술대학교 신소재공학과
(hjahn@seoultech.ac.kr[†])

최근 심각해지고 있는 지구 온난화의 문제가 대두됨에 따라 탄소 중립 정책과 같은 탄소 배출 절감을 위한 노력이 이루어지고 있다. 탄소 배출의 주요한 원인 중 하나인 내연기관을 대체 하기 위해 대표적으로 전기차 개발 및 상용화하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서, 탄소 중립 실현을 위해 에너지 저장 소자 개발은 필수적이다. 에너지 저장 소자는 대표적으로 요구되는 성능에 따라 슈퍼커패시터, 리튬이온전지, 레독스 흐름전지 및 연료전지 등이 있으며 일반적으로 전극, 집전체, 전해질 및 분리막으로 구성된다. 이 중에서도 에너지 저장소자 성능의 가장 큰 비중을 차지하는 요소는 전극이며, 전극의 구성 요소인 활물질, 도전재, 바인더 중에서도 활물질의 비중이 가장 큰 편이다. 본 연구에서는 기공 형성 및 기공 구조 제어, 음이온이 도핑된 활물질을 제조하여 에너지 저장 소자에 적용하였고, 이에 따른 높은 에너지 저장 비용량과 급속 충/방전 성능 향상에 대해 보고한다.

Keywords: Carbon material, Mesoporosity, Porous structure, Electrochemical performance, Energy storage devices

Synthesis of iron phosphate precursor via coprecipitation for cathode materials

임정우, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Cathode materials with an olivine structure have attracted significant attention as energy storage materials due to their low cost and high theoretical capacity. In particular, lithium iron phosphate (LFP) cathode materials are in high demand in both industry and research fields due to their high theoretical capacity of 170 mAh g⁻¹ and excellent thermal stability. A key challenge of LFP cathode materials is their low ionic and electronic conductivity, which has typically been addressed by reducing the particle size to the nanoscale and applying carbon coating. However, the reduction in particle size often results in a low tap density (around 0.4 g/cm³) and irregular particle shapes, making it difficult to achieve high electrode density. To overcome these issues, a co-precipitation method using various complexing agents was employed to synthesize an aggregated iron phosphate precursor, enabling uniform particle growth. The resulting aggregates exhibited an average particle size (D50) of 5-15 μm and an increased tap density of approximately 1.2 g/cm³. Additionally, the sample synthesized using a hydrophobic complexing agent demonstrated the best electrochemical performance, with a capacity of 140 mAh g⁻¹ at 0.1C. This study suggests that using the aggregated active material for thick electrode fabrication could significantly enhance the energy density at the electrode level.

Keywords: Lithium ion battery(리튬이온배터리), Olivine cathode material(올리빈구조), LiFePO₄(리튬인산철), Coprecipitation(공침법)

C-3

발 표 취 소

공침 조건에 따른 고망간 전구체 형성 경향 및 특성 평가

김범수, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Lithium manganese-rich oxide (LMRO) is gaining attention in the development of next-generation secondary batteries. LMRO consists of a composite structure of Li_2MnO_3 and LiMO_2 ($\text{M} = \text{Ni}, \text{Mn}$), where Li_2MnO_3 is activated after the first cycle, providing high capacity and high energy density. Additionally, the use of relatively inexpensive manganese offers the advantage of low cost and environmental friendliness. However, LMRO cathode materials have disadvantages such as structural instability during repeated charging and discharging, high initial irreversible capacity and voltage decay. In this study, Co-free Mn-rich precursors were synthesized using the co-precipitation method. The precursor formation under varying pH conditions by adjusting the ammonia concentration was investigated, using various analytical techniques. Additionally, the influence of the formed Mn and Ni complexes under various conditions on the structure and electrochemical performance of the final LMRO active material was evaluated.

Keywords: Co-precipitation, Cobalt-Free, Mn-rich, LMRO, pH, Ammonia

Nano-imaging and microbeam diffraction techniques for advanced materials analysis

Daseul Ham, Su Yong Lee[†]

Pohang Accelerator Laboratory
(dsleesy@postech.ac.kr[†])

The coherent x-ray scattering beamline of PLS-II is dedicated to nano-imaging techniques based on coherent x-ray diffraction. Hard x-rays generated by an undulator are focused into a micron-sized spot using Kirkpatrick-Baez (KB) mirrors in the beamline. The intense and coherent microbeam enables not only coherent x-ray diffraction imaging (CDI) but also microbeam diffraction experiments. The three-dimensional strain distribution as well as the morphology of a single particle of battery or catalytic materials has been studied using CDI. In addition, the structural evolution of functional oxide materials such as ferroelectric thin film in response to external stimuli has been explored using microbeam diffraction coupled with a unique probe station chamber. To enhance the imaging capability from single particle to extended sample, we recently demonstrated ptychography imaging in transmission geometry. In this presentation, the specifications, techniques, and representative experimental results of the beamline will be introduced.

Keywords: coherent x-ray diffraction, CDI, ptychography, microbeam diffraction

Investigation of the Mechanism of Direct Chemical Synthesis Using Glycine

김나윤, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Due to ongoing environmental challenges, interest in energy storage systems (ESSs) and electric vehicles continues to increase. As a result, high-energy-density cathode materials such as LiNiO_2 are gaining significant attention. The conventional precipitation method used for precursor synthesis requires long reaction times to produce uniform particles with the desired properties. Additionally, it involves the use of toxic ammonia. In this study, we investigated the synthesis mechanism using glycine as a chelating agent instead of ammonia. The effects of key synthesis conditions, such as heating rate, stirring, and reaction time, on the formation of the LiNiO_2 precursor were analyzed. A deeper understanding of this synthesis process could lead to faster and more eco-friendly production of precursors with various compositions.

Keywords: Lithium-ion batteries, Lithium nickel oxide, Direct chemical synthesis, mechanism

Improving the electrochemical reaction rate by heteroatom doping

MAYUQI, 안효진[†]

서울과학기술대학교 신소재공학과
(hjahn@seoultech.ac.kr[†])

As the global energy market continues to expand, various energy storage devices such as lithium-ion batteries, electrochemical capacitors, electrochromic devices and fuel cells have developed rapidly. At the same time, the application range of these energy storage devices has gradually expanded from ultra-small devices to large electrical equipment. Therefore, to cope with the growing energy demand, people began to study efficient energy storage technology and proposed a variety of material modification strategies, such as heteroatom doping, composite materials, and porous surface structures, to improve the performance of energy storage devices. The multiple use of these strategies is affected to increase the electrochemical reaction and high electrochemical performance. In this study, we performed synthesizing modification of carbon materials using heteroatom-doping and composite for increasing electrochemical performance of energy storage devices.

Keywords: Doping, Carbon materials, Electrochemical performance, Energy storage devices

Rational Design of Fe₉Ni₉S₁₆-FeS/CNTs Composite with Excellent Interfacial Characteristics towards High-Performance Na-Ion Batteries.

Shufeng Bo, Jun Woo Lee[†]

Pusan National University
(jungwoolee@pusan.ac.kr[†])

The advancement of sodium-ion battery technology relies on the innovative design of one-dimensional nanostructures that feature precise spatial confinement, optimized interfaces, and minimized diffusion barriers. In this study, we introduce Fe₉Ni₉S₁₆/FeS heterostructures with sulfur vacancies, encapsulated in nitrogen-doped carbon nanotubes (CNTs), created through a Fe/Ni-catalyzed pyrolysis of dicyandiamide followed by a sulfidation process. These heterostructures enhance charge transfer efficiency, ion transport rate, and cycle stability of sodium-ion batteries by optimizing the internal electric field and ion conductivity. The unique structure of nanotubes enhances sodium-ion batteries by increasing charge storage, improving ion diffusion, and boosting both energy density and cycle life. Consequently, the Fe₉Ni₉S₁₆/FeS composites achieve impressive electrochemical performance, characterized by substantial capacity and extended cycling stability. Comprehensive electrochemical testing and ex-situ analyses offer valuable insights into sodium storage mechanisms and phase transitions, linking material design with performance characteristics. This work provides a new framework for developing next-generation sodium-ion storage materials with engineered heterostructures and adjustable defects.

Keywords: Interface Engineering; Heterostructures; N-doped Carbon Nanotubes; Na-Ion Batteries

Simultaneous Evaluation of Thermal Stability and Chemical Change of Battery using ThermoGravimetric Analysis-Time of Flight Mass Spectrometry

Byung Gwun Jin^{1†}, Hyun Sik Kim¹, So-yeon Kim², Yeu Young Youn²

¹ASTA Inc., 7th FL. AICT Bldg, A, 145, Gwanggyo-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea;

²LG Energy Solution, LTD., Yuseong-gu, Daejeon 34122, Republic of Korea
(jinbg33@naver.com[†])

Thermal properties of materials are essential in understanding the behavior of materials under different temperature conditions, which is crucial for designing and selecting appropriate materials for different applications. Nowadays, those became more important not only for the functional reason but also for the safety reason.

Thermogravimetric analysis (TGA) is a thermal analysis method where the physical and chemical property changes of materials are measured as a function of increasing temperature or over time. It provides valuable data on the thermal stability and compositional transition of materials. However, while the chemical composition of gas generated with changes of physical properties change at high temperatures is important, it is not directly acquired in TGA analysis. To address this, electron ionization time-of-flight mass spectrometry (EI TOF-MS) has been integrated with TGA. This integration is necessary for analyzing gases evolved during each thermal decomposition stage in TGA, thereby establishing a comprehensive system of TGA and TOF-MS.

In this study that employed the integrated system, the thermal stability and chemical change of Li ion battery or materials were evaluated both qualitatively and quantitatively. The findings for the NCM cathode materials suggest that a higher nickel content ratio is associated with reduced thermal stability of the battery materials, even though it improves battery performance. LFP cathode was also evaluated and minor but critical difference was discussed between the normal and defected cathode. The integrated TGA TOF-MS analysis aided in confirming the battery's stability by determining the onset temperature of thermal decomposition and quantifying the gases released. This analysis contributes to enhancing product stability by pinpointing the root causes of thermal decomposition.

Keywords: TGA, TOF-MS, Mass spectrometry, Thermal analysis, Secondary battery

Implementing Steric Hindrance Effect towards Developing High Voltage Organic Materials for Batteries

Ri Vltalii¹, Giyeong Son², Chunjoong Kim^{3†}

¹Chungnam National University; ²Harvard University, USA;

³Department of Materials Science and Engineering, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Republic of Korea
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

The batteries are one of the most crucial elements in tackling the environmental issues using renewable sources and energy storage systems. Conventional electrode materials represented mostly by TM oxides, based on Ni, Co and Mn, suffer from drawbacks, such as scarcity, expensiveness and toxicity. Therefore, the search for alternative environmentally-friendly battery materials is essential in order to develop more sustainable solutions. Recently, organic materials attracted attention due to their sustainability, abundant elements (C, H, O, N), designing flexibility, and low cost. Various small molecules have been reported in the literature, however, many struggle from low redox potential, which is often around 3 V, and limited cycling stability. Herein, we introduce a strategy to increase redox potential of small organic molecule implementing steric hindrance effect around redox center. The effect was demonstrated on the violanthrone derivatives with two hydroxy and alkoxy groups and allowed redox potential comparable with TM oxide materials (up to 4.2 V). Furthermore, we investigated the bipolar nature of the violanthrones derivatives that allows their use as cathode and anode materials, and provided redox mechanisms during the battery operation based on the ex-situ analysis of the cycled electrodes. We believe that this approach may be useful for designing future high-performance organic battery materials.

Keywords: Organic battery, redox mechanism, small molecule, violanthrone, steric hindrance

미세 패터닝된 집전체를 이용한 에너지저장소자의 특성 변화

김운태, 조명훈, 안효진[†]

서울과학기술대학교 신소재공학과
(hjahn@seoultech.ac.kr[†])

전 세계적으로 화석연료의 사용량이 증가함에 따라 가용 가능한 에너지 자원의 고갈 문제가 대두되고 있다. 또한, 화석연료의 사용으로 인하여 이산화탄소 및 이산화 황 등의 화석연료의 부산물들이 대기중에 증가하고 있다. 이러한 부산물들은 산성비의 원인이 되어 지구 환경을 파괴하고, 온실효과로 인한 지구의 기온상승을 초래한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 나온 것이 신재생 에너지이다. 하지만 신재생에너지는 환경 상태에 따라 에너지 공급이 불안정하다. 따라서 ESS를 통하여 에너지를 저장했다가, 필요한 순간 에너지를 공급해야 한다. ESS의 핵심 기술은 에너지 저장 기술이며, 그에 따라 에너지저장소자들이 많은 주목을 받고 있다. 에너지저장소자는 전극에서 발생하는 전기화학적 반응에 의해 에너지를 저장하고 방출할 수 있다. 에너지저장소자는 전극, 집전체, 분리막, 전해질로 구성되어 있으며, 대부분의 선행 연구들은 전극의 활물질을 통한 전기화학 성능 향상에 집중되어 있다. 집전체는 충방전시 전기화학 반응이 일어날 수 있도록 전자를 외부에서 활물질로 전달하거나 활물질에서 내보내는 역할을 한다. 집전체와 전극의 계면은 전력 밀도 및 장기 수명에 큰 영향을 미치는 주요한 구성 요소이다. 본 연구에서는 선행 연구들과 달리 집전체에 미세 패터닝을 통한 활물질 층의 전기화학 성능 향상에 대해 보고하고자 한다. 미세 패터닝은 물리적/연속적인 롤 프레스 공정에 의해 형성되었으며, 이러한 균일 미세 패터닝은 전하 전달 저항을 감소시키고, 활물질 층과의 접착력을 향상시킨다. 전기화학 데이터를 통하여 미세 패터닝 집전체의 전기화학 성능이 향상된 것을 확인하였으며, 2024년 한국재료학회 추계 학술발표회에서 더 자세히 다룰 예정이다.

Keywords: 집전체, 미세 패터닝, 에너지저장소자, 전하 이동

Controlled synthesis and properties of polyvinylidene fluoride based metal-fluoride surface treatments for high-nickel NCM cathodes

이희상, 김천중[†]

충남대학교 신소재공학과
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Ni-rich cathode materials offer the advantage of reducing cobalt demand, yet widely proposed Ni-rich cathode candidates face significant commercial challenges due to their instability under high-temperatures and high-voltage conditions. Particularly, when the Ni content exceeds 80 % of the total transition metal in $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_{1-x-y}\text{O}_2$, stringent synthesis criteria are essential to prevent irreversible phase transitions during the cycles under various environmental conditions. A common irreversible reaction in Ni-rich cathodes occurs under harsh temperature and voltage environments, primarily due to oxygen reduction and subsequent gas release. As the side reaction predominantly occurs on the particle surface, many previous studies have employed surface coatings with metal cations, which form strong bonds with oxygen in the host structure, effectively suppressing oxygen release. However, coating with high-valence metal ions tends to reduce the initial capacity of the cathode material and accelerate the detrimental phase transition, leading to the formation of a rock salt structure on the particle surface. In this study, we present a straightforward coating method using fluorine anions from polyvinylidene fluoride (PVDF) to prevent gas release while maintaining the capacity and lithium-ion diffusivity of the nickel-rich $\text{LiNi}_{0.96}\text{Co}_{0.035}\text{Mn}_{0.005}\text{O}_2$ cathode.

Keywords: Ni-rich cathode, surface treatments, polyvinylidene fluoride (PVDF)

Effect of Reaction Time and Ammonia on the iron phosphate Coprecipitation

서석원, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Lithium iron phosphate (LiFePO₄) cathode materials possess high stability but suffer from low discharge capacity due to limited ion diffusion and electrical conductivity. To address these limitations, LiFePO₄ batteries are typically synthesized at the nanoscale. However, nanoscale particles lead to low tap density. To achieve higher tap density, microscale secondary particles composed of aggregated primary nanoparticles were synthesized via the co-precipitation method. Ammonia was used as a chelating agent to improve particle uniformity, and the precursor characteristics and electrochemical performance of the active materials were evaluated based on reaction time. Reaction times of 3, 7, and 10 hours were synthesised, resulting in intermediate mixtures with ammonia. These intermediates were successfully converted to FePO₄ precursors through heat treatment. As reaction time increased, larger secondary particles were formed due to increased aggregation of the primary particles. However, all reaction times exhibited a broad particle size distribution, indicating that ammonia was ineffective as a chelating agent. The synthesized LiFePO₄ active materials displayed well-ordered olivine crystal structures, but their electrochemical performance decreased with longer synthesis times. LiFePO₄/C synthesized with a 10-hour reaction time exhibited a low discharge capacity of approximately 120 mAh/g at 0.1C, while the 3-hour sample showed a higher discharge capacity of around 130 mAh/g at 0.1C. Capacity retention also decreased with longer reaction times. EIS measurements revealed higher resistance with longer reaction times, attributed to larger primary particle sizes and extended Li⁺ diffusion paths, leading to reduced conductivity and ion diffusion, ultimately causing lower capacity.

Keywords: LiFePO₄, coprecipitation, iron phosphate, FePO₄, lithium ion battery, Cathode material, Time-dependent coprecipitation, Particle scale

투명전극 증착 온도 조절을 통한 CZTSSe 박막 태양전지의 효율 개선 연구

강동현, 김진혁[†]

전남대학교 신소재공학과
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

투명전극은 디스플레이, 센서, 자동차, 태양전지와 같은 다양한 광전자 분야에서 널리 사용되는 재료이다. 이러한 응용 분야에서 태양전지의 window 층으로 사용되는 투명전극은 빛이 흡수층으로 도달할 수 있도록 높은 투과율을 가져야 하며, 전하 캐리어의 원활한 이동을 위하여 우수한 전기적 특성을 가져야 한다. 투명전극은 증착 시 많은 공정 변수가 존재하는데, 그 중에서 투명전극 증착공정의 온도는 투명전극 특성에 영향을 줄 뿐 아니라, 태양전지의 성능에도 중요한 영향을 미친다. 기판의 온도가 올라갈수록 박막의 성능은 향상되지만 너무 높은 온도에서 증착 시 다른 층에 열적 손상을 줄 수 있으며, CdS의 확산이 일어날 수 있다. 본 연구에서는 서로 다른 온도에서 증착된 투명전극의 특성을 조사하기 위해 투명전극을 온도별로 증착하고 특성을 확인하였으며, 이를 디바이스에 적용하여 비교분석 하였다. 단일 박막은 온도가 증가함에 따라 결정성이 증가하였으며, 높은 모빌리티와 낮은 면저항을 나타내었다. 이를 CZTSSe 태양전지에 적용하였을 때에는 230 °C에서 높은 효율을 보였다. 한편, *i*-ZnO가 적용되지 않은 CZTSSe 태양전지에서는 저온에서 높은 효율을 보였다.

Keywords: 투명전극, 온도, CZTSSe

Enhancement of electrochemical characteristic through improved structural stability of Li-rich layered oxide with core-shell structure

구자훈^{1†}, 김천중^{2†}

¹충남대학교 나노공학연구소; ²충남대학교
(202410418@cnu.ac.kr[†]; ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Lithium-ion batteries are receiving attention as a next-generation technology for solving method of environmental pollution and energy problems. Lithium-ion batteries apply in various fields such as small electronic devices, electric vehicles, and energy storage systems, which demand the development of cathode materials with improvement performance. Recently, among various cathode materials, Li-Mn-rich layered oxide (LMRO) material had gained significant interest due to high capacity and wide operating voltage. LMRO materials exhibit high specific energy density due to the structural characteristic where lithium is located within the transition metal layer. However, LMRO struggles from the voltage decay due to structural instability during the charge and discharge processes. To solve this issue, we synthesized a precursor with a core-shell structure via co-precipitation with LMRO core and several ratio of Ni-rich layered oxide shell, followed by calcination with excess lithium to produce an LMRO material with improved structural stability. Various structural observations such as XRD, SEM, and BET analyses were conducted, along with electrochemical performance evaluation.

Keywords: Lithium-ion battery, Electrochemical, Li-rich layered oxide, Structural stability, Core-shell structure

양이온 도핑을 통한 CZTSSe 박막의 광전기적 특성 향상 및 이를 적용시킨 태양전지의 효율 향상 분석

김영록, 김진혁[†]

전남대학교 신소재공학과
(jinhyeok@jnu.ac.kr[†])

태양광 에너지는 연료 고갈 및 기후 변화 문제를 해결할 수 있는 대체 에너지원으로 여겨져 왔습니다. 이는 화석 연료에 대한 재생 에너지 대안으로 사용되어 친환경적이며 무한한 에너지를 제공합니다. $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ (CZTSSe) 박막 태양전지는 현재 상용화에 접어들어 $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})(\text{S},\text{Se})_2$ (CIGS) 박막 태양전지의 In과 Ga의 희소성에 따른 가격 문제를 해결할 대체재로 연구가 활발하게 진행되고 있습니다. 하지만 CZTSSe 기반 박막 태양전지의 최고 효율은 14.9%, CIGS의 최고 효율인 23.35%에 비하면 낮은 효율을 보입니다. 디바이스에 적용된 CZTSSe 박막은 격자 결함, 전도대 오프셋, 2차 상 형성 등과 같은 문제로 인해 다른 재료에 비해 성능이 좋지 않으므로 성능을 개선하는 것은 필수적입니다. 이를 개선하기 위한 연구로는 Ge, Cd 등의 도핑을 통한 성능개선이 활발하게 이루어지고 있습니다. 특히, Ge는 CZTSSe에 도핑되어 Sn과 치환되어 핀홀과 벌크 재결합을 줄이는 데 효과가 있으며 Cd는 Zn와 치환되어 결정립 성장을 촉진시키고 2차 상 형성을 억제하는 효과가 있습니다. 본 연구에서는 thermal evaporation deposition 방법으로 Ge를 도핑하고 chemical bath deposition 방법으로 Cd를 증착하여 디바이스를 제작하고 성능을 분석하였습니다.

Keywords: 박막, cztssse, 양이온 도핑, 광전지, sputtering

태양광 수소 전환 효율 향상을 위한 그래다인으로 코팅된 구리산화물 광전음극 제작

손호기, 이인환[†]

고려대학교
(ihlee@korea.ac.kr[†])

In recent times, there has been a significant focus on the advancement of eco-friendly renewable energy technologies, driven by the potential to utilize readily available resources like water and sunlight. The transition from fossil fuels to renewable energy sources is gaining momentum, spurred by recent innovations. This surge in the development of renewable energy technologies is particularly fueled by strides in creating highly efficient solar-powered devices. Research in this area highlights the potential of photoelectrochemical devices in harnessing solar energy to produce chemical energy through artificial photosynthesis.

In this study, we detail the fabrication process of CuO foam via a straightforward oxidation method employing scalable Cu foam, followed by the encapsulation of graphdiyne onto the CuO foam surface. The resulting photoelectrode's performance, a graphdiyne-encapsulated CuO foam, is evaluated and found to have an impressive hydrogen evolution rate of 80 $\mu\text{mol}/\text{hcm}^2$ under 1 sun illumination, surpassing both Pt-SACs/CuO foam and the initial CuO foam. This enhancement in performance is attributed to the encapsulation strategy and the surface-to-volume ratio of the graphdiyne-encapsulated CuO foam photoelectrodes, which contribute to improved charge carrier separation.

Keywords: 인공광합성, 수소생산, 구리산화물

Optimizing III-Nitride Nanostructures for Enhanced Hydrogen Efficiency via PEC Water Splitting

Jeong-Kyun Oh, Dae-Young Um, Bagavath Chandran, Sang-Wook Lee, Cheul-Ro Lee, Yong-Ho Ra[†]

Division of Advanced Materials Engineering, College of Engineering, Jeonbuk National University (JBNU),
Jeonju, Republic of Korea
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

The advantageous alignment of Gallium Nitride's energy band edges with solar spectrum redox potentials improves photon-to-current efficiency when a bias is applied. However, high defect density, limited light absorption, small specific surface area, and severe energy band bending limit the practicality of GaN in water splitting to produce hydrogen. We studied InGaN/GaN quantum pyramids (QPs) and graphene oxide (GO) in nanostructured designs to tackle these issues. After being deposited on polar and non-polar GaN nanostructures, the InGaN QPs showed bandgaps between 620 and 910 nm, which enhanced the absorption of solar energy. Through passivation, GO coatings enhanced light absorption, offered effective photocurrent routes, and raised photoelectrode stability. As a result, additional cocatalysts were not required for the extremely effective photoelectrochemical water splitting process. The commercialization of sustainable hydrogen production by water splitting is made possible by the nanostructures that are produced through metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD).

Keywords: III-nitride, nanostructures, photoelectrochemical, Green Hydrogen Production, MOCVD

A Hybrid Photocatalyst for the Direct Conversion of Air-Captured CO₂ into Syngas.

최충석^{1,2†}

¹성균관대학교 나노과학기술학과, ²성균관대학교 나노공학과
(cs.choi@skku.edu[†])

I designed a ternary hybrid photocatalyst that boost the the electron/hole separation and CO₂ conversion into syngas. The photocatalyst was consisted of cobalt phthalocyanine (CoPc) molecules assembled on multiwalled carbon nanotubes (CNTs) decorating with nearly monodispersed cadmium sulfide quantum dots (CdS QDs). The CdS QDs in the hybrid structure convert visible light to electron-hole pairs, then the CNTs rapidly transfer the photogenerated electrons to CoPc. The CoPc molecules selectively reduce CO₂ to CO/H₂ at a high rate. Besides, the black body property of the CNT generates local photothermal heating to activate amine-captured CO₂ that is utilized for direct photochemical conversion without additional energy input.

Keywords: Photochemistry, CO₂ Reduction, CO₂ Capture

Fe-Cr 합금 내 Mn이 고온 내구성에 미치는 영향 및 SOFC용 분리판 소재로서 적용 가능성

김태훈, 권범수, 신지원, 임택형, 홍종은, 조동우, 김혜성, 송락현[†]

한국에너지기술연구원 수소연료전지연구실
(rhsong@kier.re.kr[†])

본 연구에서는 Fe-Cr 합금 내 Mn 함량이 고온 내구성에 미치는 영향과 분리판 소재로서 적용 가능성을 확인하기 위해 고온 내구성 평가 및 개발 소재를 적용한 단전지, 슛스택 성능 평가를 수행하였다. 시편은 분말 야금 공정을 적용하여 제조한 뒤 표면 처리하여 시료를 준비하고, SOFC 작동 온도인 800°C에서 면저항 및 크롬 휘발량 평가를 수행하였다. 산화 시험 후 시료의 표면, 단면 SEM (Scanning Electron Microscope) 미세구조 분석 결과, 모든 조성의 표면에서 산화물 형성되었으며, 산화물의 최상층에는 Mn-Cr 스피넬 구조의 산화물이 형성됨을 확인하였다. 또한 Mn 함량이 증가함에 따라 산화 속도가 가속화 되는 것을 확인하였으며, 1.0 ~ 1.5 wt.% 첨가된 Mn은 면저항 증가의 주된 요인인 Cr₂O₃ 산화물의 성장을 상대적으로 감소시킴으로 낮은 면저항 값을 보였다. Cr 휘발량은 합금 내 Mn 첨가량이 증가함에 따라 Mn-Cr 산화물 형성으로 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과를 바탕으로 Fe-Cr 합금 내 적절한 농도의 Mn은 면저항 및 Cr 휘발량 저감함으로 고온 내구성을 개선할 수 있는 것으로 확인되었다. 추가적으로 개발된 소재를 적용하여 단전지 및 슛스택 평가를 수행함으로 고체산화물 연료전지의 금속 분리판 소재로서의 가능성을 확인하였다

Keywords: Solid Oxide Fuel Cell(고체산화물 연료전지), ferritic stainless steels(페라이트계 스테인리스 스틸), Metallic interconnect(금속 분리판), Mn(망간), Area Specific Resistance(면저항), Durability(내구성)

Fabrication and Analysis of Electrode from Rapid Alkaline Depolymerization of PET into Na₂TP with High-Performance MXene (Ti₃C₂T_x) on Nickel Foam Substrate for Hydrogen Evolution Reaction.

Rahul Ramkumar, Dr. Jung Woo Lee[†]

Department of Materials Science and Engineering, Pusan National University
(jungwoolee@pusan.ac.kr[†])

This Study proposes a novel approach utilizing Ti₃C₂T_x MXene on nickel foam (NF), paired with disodium terephthalate (Na₂TP) derived from PET waste via microwave alkaline hydrolysis, for enhanced hydrogen evolution reaction (HER) performance. The Ti₃C₂T_x / Na₂TP composite on NF exhibits superior electrocatalytic activity, low overpotential, and high stability, providing a dual-purpose solution for PET waste repurposing and hydrogen energy generation advancements.

Keywords: Electrocatalyst, Electrode, Hydrogen Evolution Reaction, PET Alkaline hydrolysis,

Natural Water Motion-induced Electricity Harvesting in Porous Semiconducting Films

김호정[†]

Institute of Chemical Processes, Seoul National University, Gwanak-ro 1, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea
(kimhd15@snu.ac.kr[†])

Electricity harvesting driven by solid-liquid interfacial interactions in a porous electrode presents interesting characteristics such as spontaneous and continuous electricity harvesting. However, defining the interaction between water and the solid surface is particularly challenging since it requires a thorough understanding of the complicated dynamic motion of water molecules and ions, which has hindered confirming the exact origin of electricity harvesting and its actual applications. Here, the mechanism of water-motion-induced electrical energy harvesting is verified by an ionovoltaic effect. Through the ionovoltaic effect, the influence of crucial factors such as the ion concentration of water, the configuration of the wet and dry region, the three-phase contact line motion, and the carrier concentration of porous semiconducting film on electricity harvesting have been precisely proven. Moreover, we also demonstrated the practical feasibility of water motion-induced electricity harvesting, such as turning on LEDs and generating green hydrogen.

Keywords: natural water motion, electricity harvesting, porous semiconducting film, ionovoltaic effect

항공부품용 고강도 알루미늄 합금판재 개발 현황

김형욱[†], 조용희, 김원경, 이윤수

한국재료연구원 경량재료연구본부
(hwkim@kims.re.kr[†])

친환경 수송기기의 경량화를 위하여 고비강도 알루미늄합금의 수요가 증가하고 있다. 항공기의 경우 비강도가 매우 중요하며 다양한 항공기 부품을 경량화하기 위한 고강도 알루미늄 합금 개발과 더불어 내구성 향상을 위한 다양한 열처리 기술이 개발 되어 적용되고 있다. 항공기 기체 및 일부 엔진 부품에 사용되는 고강도 알루미늄 합금은 비강도가 우수한 시효경화형 알루미늄 합금이 사용되고 있으며 7075, 7050, 7055합금과 같은 Al-Zn-Mg-Cu계 합금판재가 주로 적용되고 있다. 그러나, 국내에서는 아직 Al-Zn-Mg-Cu계 고강도 알루미늄 합금 판재가 생산되지 못해 전량 수입되고 있다. 따라서 이와 같은 항공 부품용 고비강도 합금판재의 국산화를 위해서는 합금설계, 슬라브주조, 균질화처리, 열간압연 및 냉간압연, 가공열처리 방법 및 특성평가 기술들이 동시에 확보되어야 한다. 본 연구에서는 기존 소재보다 보다 고강도인 Al-Zn-Mg-Cu계 알루미늄 합금판재를 제조하기위하는 Zn 함량을 8wt%까지 증가시킨 합금을 제조하였으며 열간/냉간 압연 및 열처리를 거쳐서 최종 판재를 제조하였다. 열간압연 전 이단 균질화 처리를 통하여 제이상 및 개재물의 크기를 감소시켜 열간압연성을 향상시킬 수 있었으며 인장강도 550MPa이상이고 피로강도가 200MPa이상인 고비강도 Al-Zn-Mg-Cu합금 판재의 제조가 가능하였다. 또한 국산 판재의 제조를 위하여 전자기주조기술을 활용한 미세한 결정립을 갖는 슬라브제조기술, 인장 및 피로 특성 향상을 위한 다양한 가공열처리법이 개발되고 있다. 지금까지 수행하였던 연구과정에서 얻어진 결과를 중심으로 항공 부품용으로 개발중인 고강도 알루미늄 합금판재의 개발 현황에 대하여 소개하고자 한다.

Keywords: Al-Zn-Mg-Cu, aluminum, plate, strength, fatigue

디지털 이미지 상관관계(DIC) 기법을 활용한 -196도 극저온에서의 금속 시편 변형 거동 연구

박노근^{1†}, 이종원¹, 김효민², 허성준¹, 한희주¹

¹영남대학교신소재공학과; ²(주)머티리얼솔루션파크
(nokeun_park@yu.ac.kr[†])

최근, CO2 배출과 다른 환경 문제들에 대한 규제가 강화됨에 따라, LNG 및 수소와 같은 친환경 연료의 사용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 수소는 그 사용 시 배출되는 물질이 모두 친환경적이어서 점점 더 많이 활용되고 있다. 그러나 고압수소 사용 시 발생할 수 있는 폭발 위험과 고압을 유지하기 위한 다양한 안전 설비의 필요성 때문에, 최근에는 에너지 밀도가 훨씬 높고 상압에서도 운용이 가능한 액화수소에 대한 연구가 증가하고 있다. 액화수소는 운용 온도가 극저온인 약 20 Kelvin이기 때문에, 이를 안전하게 이송, 운송 및 저장할 수 있는 합금 소재에 대한 연구도 중요하게 진행되고 있다. 이와 관련해, 다양한 금속 용기에 대한 내부 검사와 용기 소재 간의 용접 및 접합부의 물성 평가가 필요하며, 이는 주로 인장 물성을 기반으로 한다. 현재, 인장 평가 중 실시간 거동을 알 수 없다는 문제에 직면해 있다.

한편, 최근 15년 동안 금속공학 분야에서 광학 카메라를 활용한 디지털 이미지 상관관계(Digital Image Correlation, DIC) 기법의 적용 사례가 증가하고 있다. 특히, 일본에서는 DIC 기법을 사용하여 인장 시험 중 발생하는 불연속적인 인장 곡선의 형태를 기계공학적 및 금속공학적 관점에서 활발히 연구하고 있다. 이러한 연구는 인장 시험의 정확성과 이해를 높이는 데 기여하며, 재료의 거동을 더 잘 예측할 수 있게 한다. (주)머티리얼솔루션파크와 영남대학교 신소재공학부 연구진들은 DIC 기법을 극저온 환경에 적용하기 위해 기술을 개발해 왔다. 최근에는 77 Kelvin (약 -196도 섭씨)에서 작동하는 액화질소와 같은 극저온 냉매 내에서 시편의 파괴 거동을 관찰할 수 있는 카메라 모듈 시스템 개발에 성공하였다. 예를 들면, 금속 용접부, 이종 접합부, 철강합금 및 알루미늄 저온 성형 등 동적 상태를 실시간 가능하게 되었다. 이러한 개발 내용과 사례를 발표를 통해 함께 토의코자 한다. 앞으로 20K 와 같은 액화수소 온도에서 운용할 수 있는 극저온 카메라 모듈을 개발코자 노력 중에 있으며, 가까운 미래에 이를 활용한 다양한 응용 연구가 가능할 것으로 판단된다.

Keywords: 극저온 환경, 디지털 이미지 상관관계, Digital image correlation, DIC, 액화질소, 액화수소, 변형 거동

Ag/Sc 미량원소 첨가가 Al-Zn-Mg-Cu 합금의 석출 거동에 미치는 영향

김용요¹, 어광준^{1,2}, 김수현¹, 손현우^{1†}

¹한국재료연구원 경량재료연구본부; ²과학기술연합대학원대학교 신소재공학
(hwson@kims.re.kr[†])

Al-Zn-Mg(-Cu) 7xxx계 알루미늄 합금은 열처리 시 형성되는 η -MgZn₂계 석출물로 인해 석출강화되어 높은 비강도 특성을 갖기 때문에, 수송기기용 구조재로 활용되고 있다. 준안정 η' 상은 합금의 최대 강화에 기여하지만, 낮은 열안정성으로 인해 쉽게 안정 η 상으로 천이되고, 특히 고온 환경에서 η 상이 조대화되어 기계적 특성이 빠르게 저하될 수 있다. 석출물의 조대화를 방지하기 위해 다양한 미량원소를 첨가하여 합금의 열안정성을 향상시키는 연구가 진행되고 있으며, 특히 Al-Zn-Mg(-Cu) 합금에 Ag를 첨가하면 시효 초기에 미세한 석출물의 분포 밀도를 증가시키는 것으로 알려져 있으나, 고온에서 장시간 노출된 Al-Zn-Mg-Cu 합금의 석출물에 대한 Ag의 효과는 거의 보고되지 않았다. Sc 첨가는 L1₂-Al₃Sc에 대해서 집중적으로 보고되었고, 또한 6xxx계 알루미늄 합금의 석출물에 계면 편석되어 석출물의 조대화를 방지한다고 보고되었지만, 7xxx계 알루미늄 합금의 석출물에 대한 Sc 첨가의 효과는 보고되지 않았다.

본 연구에서는 장시간 고온환경에 노출되는 Al-Zn-Mg-Cu 합금의 열안정성 향상을 위해, Ag/Sc 미량원소 첨가가 석출물의 조대화에 미치는 영향을 DSC, TEM, APT 등을 활용하여 조사하였다. Ag/Sc 첨가는 시효 초기에 η -MgZn₂계 석출물에 대한 직/간접적인 핵생성 사이트로 작용하여 분포 밀도를 증가시키고, 과시효 되는 동안 미세한 석출물의 수를 증가시키고 조대화를 억제하였다. APT 분석을 통해 Ag는 석출물의 내부에 편석되어 직접적으로 조대화를 억제하는 것으로 드러났고, 또한 Sc는 클러스터링을 통해 석출물의 수를 증가시켜 석출물의 성장에 필요한 용질을 고갈시켜 간접적으로 조대화를 억제하는 것으로 드러났다.

Keywords: 알루미늄, TEM, APT, 미량합금원소, 열안정성

Al-6Cu 합금의 전이 원소 Cr, Mn 및 Zr의 복합 첨가를 통한 고온 노출 후 기계적 특성 및 미세조직 변화 분석

이현철, 방재희[†], 이은경[†]

국립한국해양대학교

(bbbb_9797@naver.com[†]; elee@kmou.ac.kr[†])

Al-Cu계 합금은 낮은 밀도와 높은 비강도, 우수한 내열성으로 인해 자동차, 항공 우주, 군사 산업에서 널리 사용되고 있다. 그러나, Al-Cu 합금은 250도 이상의 고온에서 Al₂Cu 상의 조대화에 의해 기계적 특성 저하가 발생한다. 이를 개선하기 위해 선행연구에서는 Al-6Cu 합금에 Cr, Mn 및 Zr을 최대고용도(Cr=0.25wt%, Mn=0.25wt%, Zr=0.15wt%)까지 첨가하여 고온 특성에 미치는 전이 원소의 단일 및 복합 첨가에 대한 효과를 분석하였으며, 복합 첨가 조건에서 Core-shell 구조의 형성으로 Al₂Cu 상 조대화가 억제되어 고온 특성의 안정성 향상을 확인하였다. 이에 본 연구는 Al-6Cu 합금에 전이 원소 Cr, Mn 및 Zr을 0.2-0.6wt%의 복합 조성으로 첨가하여 T6 열처리(Sol²ion treatment 540°C/6h & water quenching, Ageing treatment 240°C/6h & air quenching) 후 고온 노출을 통한 합금의 경도 및 압축 시험과 SEM(Scanning Electron Microscope) 분석을 통해 Core-shell 구조와 원소 첨가 함량간의 상관관계 규명 및 고온 안정성을 위한 최적의 전이 원소 첨가 조건을 제시하고자 한다.

Acknowledgment

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임. (반응고 주조 공법 적용 두께 2.5mm급 박육소재 성형을 위한 멀티 온도제어 및 표면 개질 금형 기술 개발 - 20024924).

Keywords: 알루미늄 합금, Al-Cu 합금, Core-shell, 전이금속, Cr, Mn, Zr

고온 열처리된 Al-Mg-Si계 합금의 열안정성에 미치는 Ni 미량원소의 영향

남수민^{1,2}, 손현우^{1†}, 어광준¹, 최명식²

¹한국재료연구원; ²경북대학교
(hwson@kims.re.kr[†])

Al-Mg-Si계 합금은 높은 비강도와 우수한 성형성을 가져 전기자동차 배터리 외장재 등의 경량구조재료로 사용되고 있다. 그러나 Al-Mg-Si계 합금이 열환경에 지속적으로 노출될 시, 열연화로 인해 석출물이 조대해지며 기계적 특성이 저하되므로 Al-Mg-Si 합금의 열안정성 향상이 요구되고 있다. 이러한 문제를 해결하고자 β -type 나노 석출상의 계면에 미량원소를 편석시켜 열안정성을 향상하기 위한 연구들이 보고되고 있다. 그러나 Al 합금에서 열안정성을 향상시키기 위해 사용되는 미량원소는 일반적으로 높은 가격을 가져 산업적으로 활용하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는, Al-Mg-Si계 합금에 Ni를 미량 첨가하고 고온 열처리를 수행하여 Ni의 기지 고용도를 증가시켜, Ni의 석출물 계면 편석을 통해 열안정성 및 기계적 물성을 동시에 향상시키고자 하였다.

냉간압연된 시험편을 540°C, 600°C에서 용체화처리하였고, 급냉 후 200°C, 260°C에서 200시간까지 인공시효하였다. 경도시험을 통해 석출 거동을 확인하였으며, DSC, TEM, APT를 활용하여 석출 거동 변화의 원인을 분석하였다. 분석 결과, Ni 미량 첨가에 의해 시효 경도의 최대 경도값이 상승하였으며, 과시효 구간에서는 경도 저하를 방지하므로 Ni에 의해 열안정성을 향상된 것을 기대하였다. 이는 TEM 촬영을 통해 β -type 나노 석출상의 계면에 Ni이 편석되어 석출물의 조대화를 방지하여 열안정성을 향상시켜 기계적 특성의 저하를 방지하는 것으로 드러났다.

Keywords: Al-Mg-Si 합금, 미세구조, 석출거동, 시효경화, APT

Cos α 법을 사용한 sub-frame의 표면 잔류응력 측정 및 시뮬레이션과의 비교

곽나원, 방재희, 이현철, 이은경[†]

국립한국해양대학교 신소재융합공학과
(elec@kmou.ac.kr[†])

최근 모빌리티 산업에서는 경량화를 위해 고진공 다이캐스팅 알루미늄 주조품을 차체부품으로 사용하고 있다. 그러나 주조 공정 중 형성된 표면 잔류응력은 부품의 피로수명, 뒤틀림 등 제품의 신뢰성에 영향을 미치기 때문에 잔류응력 저감기술의 중요성이 대두되고 있다. 이에 따라 정확한 측정 및 분석이 필요하지만, 현재 차체 부품의 잔류응력 측정 기술 및 연구는 부족하다. 따라서 본 연구에서는 고진공 다이캐스팅으로 제조된 sub-frame의 표면 잔류응력을 cos α 법이 적용된 포터블 측정장비(μ -x360s)를 사용하여 측정하였다. 또한 수냉 시 주조품의 상단부가 우선 입수되는 방향 및 취출된 유무에 따른 3가지 조건의 잔류응력 예측 시뮬레이션을 수행했으며, 이를 주응력과 von Mises 응력으로 나타내었다. 이를 통해 표면 잔류응력 실측값과 시뮬레이션 값의 차이를 비교하고, 측정위치에 따른 잔류응력 변화와 미세구조 간의 상관관계를 분석하였다.

Acknowledgment

이 연구는 2022년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(랙하우징 일체 I-형 프런트 서브프레임 부품화를 위한 진공도 70mbar 이하 고진공다이캐스팅 공정 및 금형 기술 개발-20019255).

Keywords: 표면 잔류응력, 2차원 X선 회절(2D X-ray diffraction), Cos α 법, 주응력, von Mises, 시뮬레이션

용체화 열처리 시 냉각 패턴 및 합금원소 변화에 따른 Fe-Mn-Al-C계 경량철강의 미세조직 및 기계적 성질 변화에 대한 연구

권민지¹, 문준오^{1†}, 박성준²

¹국립창원대학교; ²한국재료연구원 극한재료연구소
(mjo99@changwon.ac.kr[†])

최근 지구 온난화와 환경오염이 사회 문제로 대두됨에 따라 C배출을 감소시키기 위해 높은 함량의 Al을 첨가하여 기존의 철강소재 대비 낮은 밀도를 가지고 있는 경량철강에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 경량철강은 Fe-Mn-Al-C계로 이루어져 있으며 높은 함량의 Mn으로 인해 오스테나이트 기지를 이루고 있다. 이러한 오스테나이트계 경량철강은 좋은 기계적 성질과 약 15% 낮은 밀도를 가지며 Al과 C의 첨가로 높은 인장강도(>1.5GPa)와 연성(40%)를 이룬다. 또한 경량철강은 오스테나이트 기지에 nano 사이즈의 κ -carbide를 석출함으로써 강도를 증가시킨다.

본 연구는 용체화 열처리 시 합금원소와 냉각패턴을 달리하여 κ -carbide의 석출거동에 따른 미세조직과 그에 따른 기계적 특성에 대하여 고찰하였다. 이를 위해 Al, Mo, 그리고 C함량을 달리하였고 열간압연을 통해 판재를 제작하였다. 이러한 열간판재 제작 후 냉각 패턴을 달리하여 진행하였으며 냉각속도는 수냉, 공냉, 그리고 로냉으로 나누어 진행하였다. 수냉의 경우 빠른 냉각속도에 의해 오스테나이트 입내에 nano 크기의 κ -carbide가 석출되며 Mo와 Cr을 첨가함에 따라 고용강화에 의해 강도가 증가한다. 반면 공냉과 로냉의 경우, 냉각속도가 감소함에 따라 입내와 입계에 조대한 κ -carbide가 석출되어 충격특성을 감소시켰고 Mo와 Cr을 첨가하여 κ -carbide의 석출을 억제시켜 충격특성과 연성을 회복시켰다. 이러한 미세조직은 OM, SEM, EBSD, TEM, APT를 통해 분석하였으며 기계적 성질은 Vickers Hardness, Impact test, Tensile test를 통하여 평가하였다.

Keywords: 경량철강, 용체화열처리, 냉각패턴, κ -carbide

Al-Zn-Mg-Cu 합금의 강도 및 파괴인성에 미치는 석출상의 영향

성효경^{1†}, 조용희², 전서연¹, 정혜지¹, 김형욱², 최현주¹¹국민대학교; ²한국재료연구원
(hyokyung@kookmin.ac.kr[†])

Al-Zn-Mg-Cu 합금은 우수한 비강도로 인해 항공우주 및 자동차 분야에서 모빌리티용 소재 널리 활용되고 있다. 강도를 향상시키기 위해 합금 조성을 제어할 수 있으며 Zn 함량을 증가시키면 강화상인 η' 상 석출이 촉진되기 때문에 Zn 함량을 높이고자 하는 연구들이 많이 진행되었다. Al-Zn-Mg-Cu 합금을 항공 및 자동차용 소재로 활용하기 위해서는 강도 향상 뿐만 아니라 파괴인성도 중요한 인자 중의 하나이다. 강도를 향상시키기 위해 과량의 η' 상을 석출시키게 되면 이러한 η' 상이 파괴 개시점으로 작용하여 균열 전파를 가속화시키는 역할을 할 수 있다. 따라서 Zn 함량에 따른 η' 상의 분율, 크기, 개수, 분포, 중형비 등을 정량적으로 분석하여 강화기구 및 균열 개시 기구에 대해 고찰할 필요성이 있다. 본 연구에서는 합금 조성을 제어하고 석출상이 Al-Zn-Mg-Cu 합금의 강도 및 파괴인성에 미치는 영향을 분석하였으며 강도와 파괴인성이 모두 우수한 합금 설계 방안을 제시하고자 하였다.

Keywords: Al-Zn-Mg-Cu alloy, Tensile strength, Fracture toughness

Al-Zn-Mg-Cu 합금의 열간 비틀림 시험에서 Zn 원소가 열간 가공성과 미세조직 변화에 미치는 영향

민병현¹, 박현순^{1†}, 손태오², 이지운³, 현승균¹

¹인하대학교; ²HD한국조선해양; ³공주대학교
(hsparkinha@inha.ac.kr[†])

7000계 알루미늄 합금은 자동차, 항공기 및 항공 우주 산업에서 널리 활용되고 있다. 그러나 이 합금은 일반적으로 성형성과 가공성이 낮아 열간 소성 가공이 필요하며, Zn 함량이 증가하면 η' 및 η 상과 같은 석출상 형성을 촉진하여 기계적 특성이 강화된다. 따라서 본 연구에서는 고강도 Al-Zn-Mg-Cu 합금의 열간 소성 공정을 최적화하고 제품의 미세 구조적 품질을 향상시키기 위해 Zn 함량에 따른 고온 변형 특성의 변화를 관찰하고자 하였다. Al-Zn-Mg-Cu계 합금은 DC 연속주조 방식으로 제작하였으며, 열처리는 각각 460°C 및 475°C에서 12시간 동안 용체화 처리를 거친 후 300°C, 350°C, 400°C, 450°C에서 0.05~5/s의 변형률 속도로 고온 비틀림 시험을 진행하였다. 합금은 Zn 함량에 따라 7075, 7050, 7068로 구분하였으며, 열처리 공정은 DSC 과정에서의 상 변화 온도를 기준으로 설정하였다. STEM 및 STEM-EDS를 활용하여 변형률에 따른 동적 석출 거동을 분석하였으며, XRD로 석출상 분을 분석을 진행하였다. 마지막으로, EBSD 분석으로 변형률에 따른 재결정 거동 분석을 진행하였다.

Keywords: Al-Zn-Mg-Cu alloy, Hot workability, Hot torsion test, STEM, EBSD, XRD

박판 주조로 제조된 Al-8Zn-2.5Mg-xNi합금 판재의 기계적 특성

정대한^{1,2}, 김원경¹, 김양도², 이윤수^{1†}, 김형욱^{1†}

¹한국재료연구원 경량재료연구본부; ²부산대학교 재료공학부
(yslee@kims.re.kr[†]; hwkim@kims.re.kr[†])

연비 향상 및 탄소배출저감을 위해 미래 친환경 수송기기의 경량화를 위한 고강도 알루미늄 합금의 수요가 증가하고 있다. 기존 알루미늄 판재의 제조공정은 대형 슬라브를 주조하여 열간 압연을 반드시 거쳐야 하는 다단계 공정이지만 박판 주조 공정은 용탕으로부터 직접 판재를 제조하여 경제성이 매우 높다. 이 공정은 알루미늄 용탕이 몰과 접촉하는 순간 응고가 완료되어야 하므로 순 알루미늄처럼 응고 온도 범위가 좁은 합금에 주로 활용되어 왔으며 용질의 양이 많은 고강도 알루미늄의 제조에는 어려움이 많다. 특히, 강도가 높은 Al-Zn-Mg-Cu계 알루미늄은 다른 계열 합금에 비해 용질의 양이 많고, Cu에 의한 저온 정출상이 형성되어 고액 공존구간의 범위가 넓어지기 때문에 박판 주조 공정에 중 역편석, 표면균열 등과 같은 결함의 발생 빈도가 높다. 본 연구에서는 Al-8Zn-2.5Mg-2Cu합금의 높은 비강도를 그대로 유지하면서 박판 주조 시 결함 발생을 억제하기 위해, 고액공존구간을 감소시킬 수 있도록 Cu 대신 Ni을 2wt.%까지 첨가하였다. Cu를 첨가하였을 경우보다 최종 응고 온도에서 잔류 액상의 양이 적은 것을 확인할 수 있었으며 따라서 Ni의량을 2wt.%까지 첨가하였을 경우에도 비교적 표면결함이 없는 Al-8Zn-2.5Mg-xNi합금판재를 제조할 수 있었다. 또한, 박판 주조 후 압연 및 열처리를 거친 Al-8Zn-2.5Mg-xNi합금의 판재는 Ni 첨가량이 증가함에 따라 항복 강도 및 인장 강도는 상승하였으나, 연신율의 경우 Ni 첨가량이 증가함에 따라 판재 내부에 취성의 화합물이 증가하며 2wt.%이상에서는 낮은 값을 나타내었다.

Keywords: Strip casting, Al-Zn-Mg-Ni, Aluminum, Sheets, Elongation

Ti-6Al-4V 합금의 유동연화 해석 고찰

박찬희[†]

한국재료연구원
(chpark@kims.re.kr[†])

Ti-6Al-4V 합금은 대표적인 2상 타이타늄 합금으로 잉곳 단조 또는 베타 열처리 후 단조/압연 시 유동연화가 관찰된다. 정확한 유동연화 해석은 중간재 제조 공정 최적화 뿐만 아니라 최종 부품 단조에도 중요하다. 유동연화 해석에는 동적재결정에 기반한 해석과 Hall-Petch 강화 손실에 기반한 해석 2가지가 널리 알려져 있는데 이들 해석에 대한 의문점을 제기하고, 동적구상화시 발생하는 미세조직 변화에 기반한 다른 해석 관점을 제시하고자 한다.

Keywords: 타이타늄, 단조, 압연, 유동연화, 미세조직

D-10

발 표 취 소

Ce 첨가가 Ti-6Al-4V 합금의 절삭성에 미치는 영향

김나영^{1,2}, 박찬희^{1†}, 이육진^{2†}

¹한국재료연구원; ²부산대학교

(chpark@kims.re.kr[†]; wookjin.lee@pusan.ac.kr[†])

Ti 및 Ti 합금은 군사, 항공, 우주, 에너지 및 발전 산업과 같은 국가 전략 산업뿐만 아니라 스마트폰 및 스마트 워치 등 민수 산업에서도 수요가 급증하고 있다. 그러나 타이타늄의 높은 절삭 가공 비용은 최종 부품 가격의 50-75%를 차지하며 이는 광범위한 사용을 제한하는 요인으로 작용한다. 따라서 Ti 합금의 절삭성을 개선하는 것은 국가 전략 산업과 급증하는 민수 분야에서 매우 중요한 과제이다. 본 연구에서는 Ce 함량이 Ti 기지 내 Ce-oxide의 분포에 미치는 영향을 분석하고 이에 따른 절삭성과 인장 특성의 변화를 평가하였다. Ce를 0.3wt.% 첨가한 경우 Ce-oxide 입자가 기지 내에 80 nm - 100 nm 크기로 미세하게 분포하여 칩 길이를 크게 감소시키고 딥플 형상의 연성파괴 특성을 보여 연성의 큰 저하 없이 인장 강도를 840 Mpa에서 956 Mpa로 증가시킨다. 그러나 절삭 토크의 감소는 상대적으로 미미하였다. 반면 Ce를 1.4wt.% 첨가한 경우 Ce-oxide 입자가 기지 내에 미세하게 분포할 뿐만 아니라 prior beta 결정립계에 3 μ m - 4 μ m 크기로 조대하게 분포하여 칩 길이뿐만 아니라 절삭 토크도 크게 감소시킨다. 다만 이 경우 인장강도는 840 Mpa에서 909 Mpa로 증가하나 파괴모드는 벽개파괴로 연성이 크게 저하된다. 따라서 절삭 토크의 감소가 중요하고 연성이 덜 요구되는 부품에는 1.4wt.% Ce가 적합하며 연성과 칩 길이 감소가 모두 중요한 경우에는 0.3wt.% Ce를 사용하는 것이 바람직하다. 본 연구는 Ti 합금의 절삭가공 비용을 절감하여 Ti 부품의 산업적 응용 확대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: titanium, machinability, microstructure, tensile properties, CeO₂

D-12

발 표 취 소

Binderless WC 합금의 기계적 특성 향상을 위한 입자 성장 억제 및 고밀도화 실험

곽종민^{1,2}, 박민수¹, 신지윤¹, 전효주¹, 하국현^{1†}, 강남현^{2†}

¹한국재료연구원 나노재료연구본부; ²부산대학교 재료공학과
(ghha@kims.re.kr[†]; nhkang@pusan.ac.kr[†])

존 초경합금은 Co, Fe, Ni 등의 금속 binder를 사용하여 높은 경도와 내마모성을 제공하지만, 부식 및 고온 환경에서 성능 저하가 발생하는 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 금속 binder 없이도 우수한 고온 및 부식 저항성을 지닌 기계적 특성이 향상된 binderless WC 합금을 제조하고자 하였다. 실험에서 미립 WC 분말과 입자 성장 억제제인 VC 분말을 사용하였다. WC 입자의 성장을 효율적으로 억제하기 위해 고에너지 볼밀링 공정을 통해 미세화된 VC를 WC 분말과 혼합하였고, VC 함량에 따른 소결 특성을 비교하기 위해 VC 함량을 0, 1, 3, 5%로 조정하였다. 혼합된 분말은 1620, 1650, 1670, 1700°C에서 1시간 동안 진공 소결을 진행하였으며, 소결 후 95% 이상의 상대밀도를 달성한 시료를 대상으로 1650°C, 150 MPa의 조건에서 Hot Isostatic Pressing(HIP) 공정을 통해 고밀도화를 수행하였다.

소결 온도와 VC 함량에 따른 분석 결과, 소결 온도가 증가할수록 WC 입자 성장이 촉진되어 상대밀도가 증가했으나, 미세조직의 과도한 입자 성장으로 인해 기계적 특성이 저하되었다. 큰 결정립이 형성되는 것을 방지하고자 VC 첨가하여 소결 시 발생하는 입자 성장을 억제하였고, VC 함량이 많을수록 상대적으로 작은 결정립을 가진 WC 합금을 제조할 수 있었다. 그러나 inhibitor 첨가량의 증가로 고상 소결의 치밀화가 저하되어 밀도 감소가 발생했다. 이를 해결하기 위해 HIP 공정을 통해 합금 내 클로즈 포어를 제거함으로써 inhibitor가 첨가된 고밀도 binderless WC 합금을 제조할 수 있었다. 따라서 본 연구는 금속 binder를 사용하지 않는 WC 합금의 기계적 특성 향상을 목표로, 소결 시 발생하는 입자 성장을 억제하고 합금의 고밀도화를 달성하기 위한 미세조직 제어 및 소결 공정을 연구하였다. 따라서 본 연구는 금속 binder를 사용하지 않는 WC 합금의 기계적 특성 향상을 목표로, 소결 시 발생하는 입자 성장을 억제하고 합금의 고밀도화를 달성하기 위한 미세조직 제어 및 소결 공정을 연구하였다.

Keywords: Binderless WC, Nanopowder, Inhibitor, Hot Isostatic Pressing

Enhancing High-Frequency Magnetic Performance of Fe-Based Amorphous Alloy Powders Coated with Insulating Glass Frits

Seung-Wook Kim¹, Ye-Ji Son¹, Hyo-Min Kim¹, Tae-Kyung Lee^{1,2}, Dae-Yong Jeong^{1†}

¹Inha University Program in Semiconductor Convergence; ²Changsung Corporation
(dyjeong@inha.ac.kr[†])

Amorphous metal powders, known for their high saturation magnetization, low coercivity (H_c), and reduced eddy current loss, hold great promise for high-performance magnetic devices. However, elevated core losses at higher frequencies—primarily due to eddy currents—impair their efficiency, leading to significant heat dissipation. This study addresses this challenge by investigating the application of low-softening temperature (T_s) glass frits as an insulating coating to enhance the electrical and magnetic properties of $\text{Fe}_{92.3}\text{Si}_{3.5}\text{B}_{3.0}\text{C}_{0.7}\text{P}_{0.5}$ (wt.%) amorphous alloy powders. Using a high-energy mechanical milling method, glass frits were uniformly applied to the powder surface, forming a thin, high-resistance insulating layer. The coated powders exhibited superior performance, with the lowest core loss measured at less than 321 mW/cm^3 ($B_m = 0.2 \text{ T}$ at 1 MHz) and a high powder resistance of up to $1.81 \times 10^9 \Omega\text{-cm}$ while maintaining appropriate permeability. Calculation and experimental results demonstrated that adjusting the coating thickness and ensuring a uniform layer minimized inter-particle and intra-particle eddy current losses. This optimization led to a significant reduction in core loss, enhancing the material's high-frequency performance. The study emphasizes the critical role of low T_s glass frits in balancing resistance, magnetic properties, and core loss reduction, offering a practical pathway for developing efficient amorphous alloy powders for advanced magnetic applications, including compact inductors and energy-efficient devices in eco-friendly technologies.

Keywords: amorphous alloy metal powder, Low softening temperature glass frits, Eddy current loss reduction, High-frequency magnetic properties, Soft magnetic composites

Triboelectric Nanogenerator

Sang-Woo Kim[†]

Department of Materials Science and Engineering, Yonsei University
(kimsw1@yonsei.ac.kr[†])

Energy harvesting systems based on piezoelectric and triboelectric nanomaterials are in great demand, as they can provide routes for the development of self-powered devices which are highly flexible, stretchable, mechanically durable, and can be used in a wide range of applications. Our recent research interest mainly focuses on the fabrication of piezoelectric and triboelectric power generators based on various kinds of nanomaterials. Flexible generators exhibit good performances and are easy to integrate which make it the perfect candidate for many applications, and therefore crucial to develop. In this presentation, I firstly introduce the fundamentals and possible device applications of triboelectric power generators, including their basic operation modes. Then the different improvement parameters will be discussed. As main topics, I will present a couple of recent achievements transparent flexible graphene triboelectric generators, textile-based wearable triboelectric power generators, etc. The recent research and design efforts for enhancing power generation performance of generators to realize self powering of portable and wearable sensors and electronics will also be discussed in this talk. In addition, I will address a high performance inertia driven triboelectric nanogenerator based on body motion and gravity.

Keywords: Triboelectric, Nanogenerator, Energy Harvesting

Low temperature growth of GaN films with ion beam assisted magnetron sputtering

박용준¹, 윤창민¹, 백승엽¹, 김규림¹, 최요셉², 이인환^{1,2†}

¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학과
(ihlee@korea.ac.kr[†])

Gallium nitride (GaN) based semiconductors have been promising optoelectronic devices due to their superior properties, e.g. wide range of tunable direct bandgap spanning from infrared (IR) to ultraviolet (UV) wavelength. Metal organic chemical vapor deposition (MOCVD) and molecular beam epitaxy (MBE) are typical methods to grow GaN thin films. However, growth through MOCVD occurs at high temperature (~1000 °C) and uses toxic precursors. For MBE, growth rate is low (few hundreds nm/h) and it is difficult to apply to large-area deposition.

When growing GaN films through magnetron sputtering epitaxy (MSE), it is possible to achieve high quality films even at low temperature, with the assistance of ion bombardment, and avoid the use of harmful precursors. MSE enables the deposition of films on the large-area substrates such as glass.

We induced 2D growth of GaN films by irradiating ion beams onto the substrate to transfer energy from ions to adatoms. The relationship between ion beam intensity was studied by analyzing characteristics of films, and experiments were conducted at temperatures ranging from 450 to 650 °C to explore whether the ion beam provided energy to adatoms. Various analytic techniques, including scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDS), high-resolution X-ray diffraction (HRXRD), atomic force microscopy (AFM), transmission electron microscopy (TEM), Raman spectroscopy, Hall measurement, transmittance measurement, and photoluminescence spectroscopy (PL) were utilized to analyze the structural and optoelectronic properties of the films. Also, for InGaN thin films, uniform Indium distribution in depth profile of approximately 43% was confirmed through Rutherford backscattering spectrometry (RBS). We demonstrated the potential for low-temperature deposition process below 600 °C by growing high quality GaN and InGaN films with uniform composition of indium using ion beam-assisted sputtering.

Keywords: (In)GaN, sputtering, ion beam

Colloidal Synthesis of Antimony Sulfobromide Nanowire Bundles via Hot-injection Method

김다감¹, 백태종^{1,2†}

¹School of Integrative Engineering, Chung-Ang University, Seoul 06974, Republic of Korea;

²Department of Intelligent Semiconductor Engineering, Chung-Ang University, Seoul 06974, Republic of Korea
(paiktae@cau.ac.kr[†])

Chalcohalide nanocrystals have gained attention as promising light-absorbing materials for optoelectronic and photoelectrochemical devices due to their unique electronic and optical properties. In this study, we represent the colloidal synthesis of a ternary antimony sulfobromide (SbSBr) nanowire bundles (NBs) via the hot-injection process. The as-synthesized SbSBr NBs is composed of the bundles of nanowires and the average width and length of an individual nanowire in the SbSBr NBs are approximately 16.3 nm and 1.66 μm , respectively. We performed optical and structural analysis using TEM, SEM, UV-VIS, XPS, and UPS to understand the properties of SbSBr NBs.

Keywords: Colloidal synthesis, nanocrystal, optoelectronic

Mass Production of High-Performance Metaholograms Using Sol-Gel Processed TiO₂

송효인, 이현[†], 박성우, 이승연, 김보경, 김시우

Department of Materials Science and Engineering, Korea University
(nanoimprint@naver.com[†])

A metahologram is a nanostructured optical device designed to manipulate light at subwavelength scales, enabling the creation of highly efficient and precise holographic images. In this study, we developed large-scale metaholograms using TiO₂ synthesized via the sol-gel method, which provides a high refractive index, chemical stability, and cost-effectiveness for mass production. We utilized nanoimprint lithography (NIL) to transfer the metahologram patterns onto 6-inch substrates with high fidelity. Through calcination, we achieved enhanced optical performance due to the crystallization of TiO₂. Our findings demonstrate that TiO₂-based metasurfaces can be fabricated efficiently using NIL, enabling the scalable production of high-efficiency optical devices.

Keywords: metahologram, metasurface, titanium dioxide, ArF photolithography, nanoimprint lithography, ebeam lithography, photolithography

희생층을 사용하여 PDMS에 전사된 신축성 은 나노 와이어 투명전극

박은형, 정중희[†], 송예준, 이승현

국립한밭대학교 신소재공학과
(choong@hanbat.ac.kr[†])

투명 전극은 광전자 장치의 구성 요소 중 하나로 높은 광학적 투과성과 낮은 면저항이 요구된다. 최근 웨어러블 광전자 소자에 대한 수요가 증가함에 따라 기계적으로 유연하고 신축성이 우수한 은 투명 전극에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다. 은 나노 와이어 투명전극은 우수한 전기 광학적 특성과 더불어 뛰어난 기계적 연성을 가지고 있어 웨어러블 광전자 장치에 적용하기에 적합하다. Polydimethylsiloxane (PDMS)는 대표적인 신축성 기판이지만 큰 소수성을 가지기 때문에 용액공정을 통한 은 나노 와이어의 직접적인 코팅이 쉽지 않다. 따라서 PDMS를 친수성 처리를 하거나 유리 기판에 코팅된 은 나노 와이어를 PDMS에 전사하는 방법을 통해 은 나노 와이어 신축성 투명전극을 제작할 수 있다. 본 연구에서는 희생층을 사용하여 유리 기판 위에 코팅된 은 나노 와이어를 PDMS에 전사하여 신축성 투명전극을 제작하였다. 희생층을 사용하면 손상 없이 은 나노 와이어를 유리 기판에서 PDMS로 효과적으로 전사할 수 이점을 얻을 수 있다.

Keywords: Transparent Conducting Electrode, Silver nanowire, Flexible, Stretchable, PDMS, Sacrificial layer

Ultra-low Lasing Threshold in a One-dimensional Core-shell GaN/InGaN Nanowire System

엄대영, 이철로, 라용호[†]

전북대학교
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

As growing demand for efficient and compact coherent light sources for VR/AR/XR technologies, on-chip ultracompact devices with extremely low lasing thresholds have become crucial. Low-dimensional semiconductors, particularly 1D GaN/InGaN heterostructures, are being extensively studied for their potential to seamlessly integrate complex three-dimensional structures. Notably, 1D nanowires (NWs) based on uniaxial heterostructures have shown promise for optically pumped lasing due to the small gain volume of the uniaxial active region along the c-axis, even without auxiliary structures like polarized media or periodic configurations. However, a significant challenge arises from the heightened surface recombination velocity in 1D GaN nanostructures, which is due to their large surface-to-volume ratio and hinders their full device potential. Herein, we introduce 1D coaxial heterostructure nanowires (NWs) with substantial gain mediums that achieve ultra-low threshold gain (g_{th}) through optical pumping at room temperature, enabling continuous wave (CW) mode nanolaser operation. By optimizing the core-shell structure of GaN-based 1D NWs, which exceed $10\ \mu\text{m}$ in length, we achieved ultra-low lasing thresholds driven by high optical gain with controlled quantum well layers. In this designed 1D NW system, TE_{01} and $HE_{21\text{even}}$ modes exhibited the lowest g_{th} values of ~ 750 and $\sim 870\ \text{cm}^{-1}$ at blue wavelength of 451 nm, respectively. The lasing characteristics of 451 nm were studied in detail by power-dependent micro-photoluminescence ($\mu\text{-PL}$) system and analyzed using the Ansys Lumerical finite-difference-time-domain (FDTD) solution. Therefore, the core-shell 1D UL-NW based lasing system holds the promise of serving as the most efficient platform to operate at ultra-low lasing g_{th} and produce nanoscale light sources.

Keywords: InGaN, Nanowire, Core-shell heterostructure, Laser, Low-threshold

Quasi Van der Waals Epitaxy of GaN on amorphous substrate with reduced graphene oxide (rGO) buffer layer by sputtering (그래핀 옥사이드 버퍼층을 적용한 비정질 기판 위 질화갈륨 박막의 에피택셜 성장 연구)

김규립¹, 박용준¹, 백승엽¹, 이인환^{2†}

¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학과
(ihlee@korea.ac.kr[†])

Group III nitride semiconductors like gallium nitride (GaN) show great promise for optoelectronic devices. For growing GaN films with a crystalline structure on amorphous glass, a highly oriented crystalline buffer layer must be introduced between the GaN film and the glass substrate.

In this study, smooth, graphene-like rGO films on glass substrates were achieved by using spin-coating and a two-step reduction process. Optimizing the GO suspension and oxygen plasma treatment enabled ultra-smooth GO surfaces. The two-step reduction, involving chemical treatment and thermal annealing, successfully removed oxygen groups despite the limited processing temperature of 650°C. The resulting rGO films exhibited low surface roughness (RMS; <2nm for 10x10 μm^2), and a recovered conjugated graphene structure was confirmed by Raman and XPS. GaN films deposited on rGO/glass templates showed highly improved GaN(002) peak compared to samples without the rGO buffer layer and smoother GaN surface. This result demonstrates the potential of this simple solution-based approach for low-temperature, large-area GaN growth on amorphous substrates.

Keywords: GaN, rGO, sputtering, quasi van der waals epitaxy, amorphous substrate

그래핀 간 Restacking을 억제하여 분산 안정성이 우수한 환원 그래핀 제조 및 활용 연구
(A novel approach for manufacturing of single layer reduced graphene oxide with inhibited restacking and ultrahigh stable dispersibility.)

박효원^{1,2}, 윤태영¹, 양우석^{1†}

¹한국전자기술연구원; ²연세대학교
(wsyang@keti.re.kr[†])

CNT가 디스플레이, 이차전지 산업에 적용되기 시작하면서, 다양한 첨단 산업에 그래핀을 적용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 그래핀의 경우 시트 간의 Restacking 문제로 인해 단일층 수준의 안정한 분산성을 가지는 그래핀 분산액 제조에 어려움이 있다. 본 연구는 산화 그래핀 용액과 친환경 분산제를 이용하여 restacking 억제된 환원 그래핀 용액을 제조하였다. 제작된 환원 그래핀 용액은 우수한 분산 안정 특성을 가질뿐만 아니라 단일층 수준의 두께를 가지고 있다. 또한, 용액상의 환원 공정을 통해 수 μm 에서 수십 μm 급 구현이 가능하여, 다양한 응용산업에 적용이 가능하다.

Keywords: 환원 그래핀, 분산 안정성

BCNO Film with Hybrid Inorganic-Organic Properties: Synthesis, Characterization, and Potential Applications

Sang Duck Park¹, Eunkyung Lee¹, Sejin Nam¹, Byong Lyong Choi¹, Dongmok Whang^{1,2†}

¹Department of Advanced Materials Science & Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU) – 2006, Seobu-Ro, Jangan-Gu, Suwon-Si 16419 (Republic of Korea);

²Samsung-SKKU Graphene Centre, Sungkyunkwan Advanced Institute of Nanotechnology (SAINT), Sungkyunkwan University (SKKU) – 2006, Seobu-Ro, Jangan-Gu
(dwhang@skku.edu[†])

Materials' distinct features are determined according to their bonding type and structural characteristics. Inorganic materials, with strong ionic or covalent bonds, exhibit limited flexibility, low gas permeability and high stability. On the other hands, organic materials, with chain-like molecular structures, offer flexibility but are more vulnerable to environmental factors like moisture and oxygen. Thus, combining the advantageous properties of both types in a single material is challenging. In this study, we report the deposition of a BCNO film showing both inorganic and organic properties via metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD). The film exhibits moderate flexibility (Young's Modulus of 23.4 GPa), along with insulating and transparent properties (5.9 eV of bandgap), and high stability. In addition, when the film is grown on copper (Cu), the film shows strong passivation behaviour against oxygen and moisture, meaning the film potentially possesses low gas permeability as well. The unique structure of the BCNO film with nanocrystalline hBN being embedded in the amorphous matrix is believed to be responsible for these properties. In conclusion, the BCNO film successfully merges key characteristics of both inorganic and organic materials, suggesting it as a promising candidate for various applications such as encapsulation film for flexible electronics.

Keywords: MOCVD, BCNO, hBN, Flexibility, Gas permeability, Inorganic-Organic properties

High-efficiency composite sandwich-structured particulate matter air filters based on bamboo-derived nanofibers and substrates

김민지, 이유정, 윤지선[†]

한국세라믹기술원
(susubin@kicet.re.kr[†])

A composite sandwich-structured air filter for high-efficiency particulate matter (PM) capture was fabricated based on nanofibers and substrate (base paper) prepared using a bamboo pulp. The smaller PM particles than 2.5 μm were effectively captured in the nanofiber layer, and the larger PM particles than that were effectively captured in the substrate layer. The structure of the composite sandwich air filter was optimized to have a thin substrate layer acting as a pre-filter in the upper layer, a nanofiber layer for efficiently capturing small-sized PM particles in the middle layer, and a thick substrate layer acting as a support and for efficiently capturing large-sized PM particles in the lower layer. The optimized composite sandwich structure air filters, which showed the filtration efficiencies of 85.9 % for $\text{PM}_{0.3}$, 94.9 % for $\text{PM}_{0.5}$, and more than 98 % for larger PM than 1.0 μm , was highly efficient in capturing PM of all particle size distributions.

Keywords: Bamboo, Lignocellulose, Nanofiber, Composite material, Air filter, Particulate matter

전자기 차폐를 위한 나노결정질 NiCoFe 합금-탄소 복합소재의 대면적 응용

이지훈, 강주훈[†]

성균관대학교 신소재공학과
(joohoon@skku.edu[†])

전자 기기의 보급과 함께 전자파 방출이 점차 증가하면서, 현대 사회에서 전자파에 의한 문제는 중요한 이슈로 대두되고 있다. 전자파가 인체에 미치는 부정적 영향에 대한 연구는 지속적으로 발표되고 있으며, 전자기 간섭으로 인한 보안 문제와 기기의 오작동을 방지하기 위한 차폐 소재의 필요성이 커지고 있다. 전자기파는 전계와 자계의 주기적인 변화에 의해 발생하며, 주파수에 따라 서로 다른 물리적 특성을 나타내기 때문에, 이에 적합한 차폐 전략이 요구된다. 고주파 차폐는 전도성 소재에서 전자기파가 반사되는 현상을 이용하며, 저주파 차폐는 강자성 물질을 통해 자기 성분을 흡수하거나 변형시키는 방식이 효과적이다. 지금까지 다양한 차폐 소재가 개발되어 왔으나, 대부분이 고주파 차폐에 중점을 두어 특정 주파수 대역에만 적용 가능하다는 한계를 가지고 있다. 이를 해결하기 위해, 본 연구는 강자성 금속인 니켈(Ni), 코발트(Co), 철(Fe)과 고전도성의 흑연 포일을 결합한 차폐 소재 설계 전략을 제안한다. 전기도금 기술을 활용해 Ni-Co-Fe 3원 나노결정 합금을 흑연 포일 표면에 형성함으로써 저주파 차폐 특성을 강화하였고, 동시에 제조된 복합 소재의 열적 및 기계적 특성 향상을 확인하였다. 본 연구를 통해 이 복합 차폐 소재가 다양한 분야에서 활용될 가능성에 대해 논의하고자 한다.

Keywords: 전자기 차폐, 금속/탄소 복합재료, 강자성 재료, 전기 도금, 나노 재료

광열효과를 이용한 고성능 나노촉매 개발

신의철, 김일두[†]

한국과학기술원
(idkim@kaist.ac.kr[†])

금속 나노입자 촉매는 고온 작동 환경(예: 고체 산화물 연료전지 및 화학 저항성 가스 센서)에서 응집 및 중독과 같은 몇 가지 문제에 직면합니다. 하지만 현재의 느린 재분산 과정은 상 전이와 표면적 감소를 포함한 지지체 열화를 초래합니다. 강한 빛 아래에서 발생하는 광열 효과는 수 밀리초 이내에 초고속/고온 소결을 유도하여 지지체와의 안정적인 촉매 결합 및 큰 응집 입자를 나노 스케일 및 원자 스케일의 물질로 재분산하는 공정에 적합합니다. 금속산화물 나노 구조 내에서 높은 결합 밀도와 다공성은 금속 산화물의 광열 효과를 증대시키며, 금속산화물은 광열 작용제 및 지지체 역할을 동시에 하며, 매우 짧은 시간(약 10밀리초) 동안 1000~2000K의 높은 처리 온도가 급격히 상승하고 진행됩니다. 초고속/고온 소결 기술은 고안정성 엑솔루션 나노촉매 및 나노/원자 스케일 물질의 균일한 분산에 중요한 역할을 하면서 동시에 빠른 냉각으로 응집을 억제합니다. 또한, 이러한 짧은 소결은 지지체 물질의 상과 나노 구조를 효과적으로 유지하여 산화물 지지체의 다양한 선택과 그 응용 가능성을 제공합니다. 금속 산화물에 기능화된 재분산 촉매의 실제 유용성을 입증하기 위해 저항변화식 가스 감지 성능을 분석했습니다. Pt-WO₃ 나노 섬유는 높은 내구성, 향상된 반응성, 그리고 H₂S 타겟 가스에 대한 선택성을 나타냅니다. 결론적으로, 수 밀리초 내에 광열 효과에 의해 유도된 고회전 촉매 설계가 매우 안정적인 촉매 시스템을 위한 재분산 접근법에 기여한다는 것을 성공적으로 입증했습니다.

Keywords: 금속산화물, 광열효과, 금속열처리, 엑솔루션, 단일원자촉매

Enhanced HER activity of Ir nanocluster catalyst by cocatalytic effect of ZrO_{2-x} support in acidic condition

박종환¹, 김만수^{2†}, 황동목^{1,3†}

¹School of Advanced Material Science and Engineering, Sungkyunkwan University;

²Department of chemistry, Northwestern university;

³Sungkyunkwan Advanced Institute of Nanotechnology, Sungkyunkwan University

(mansu.kim@northwestern.edu[†]; dwhang@skku.edu[†])

Platinum group metals (PGMs) are the benchmark catalysts for hydrogen evolution reaction (HER), but high cost of PGMs limits practical applications of green hydrogen production. Supported metal catalysts offer a promising alternative to reduce PGMs loading while maintaining catalytic performance. Metal oxide supports can enhance catalytic activity of catalysts by dispersing metals and improving their electrochemical properties through strong metal-support interactions. Furthermore, metal oxide supports have a great potential as a cocatalyst for HER by facilitating adsorption, dissociation, and redox reactions of relevant molecules. However, studies exploring the cocatalytic effects of metal oxides in acidic media are limited due to their low stability. This study presents a highly stable Ir-ZrO_{2-x}/C catalyst synthesized using metal-organic frameworks (MOFs). To elucidate the cocatalytic role of ZrO_{2-x}, we employed selective surface blocking with sulfate ions and CO gas molecules. Our findings demonstrate that ZrO_{2-x} nanoparticles significantly enhance HER activity by facilitating proton adsorption and diffusion. Additionally, oxygen vacancies within the ZrO_{2-x} structure play a crucial role in the cocatalytic reaction, likely by providing active sites for hydrogen intermediates. This work highlights the potential of ZrO_{2-x}-based supports for developing cost-effective and efficient electrochemical catalysts in acidic environments.

Keywords: Electrocatalysis, Hydrogen evolution reaction, Metal-Organic Frameworks, Cocatalytic effect, oxygen-deficient oxide.

Synthesis of highly uniform calcium fluoride-lithium ytterbium fluoride heterodimers

김승현, 백태종[†]

중앙대학교
(paiktae@cau.ac.kr[†])

Lanthanide-based nanocrystals (NCs) have attracted significant attention for the applications in fields such as bioimaging, photonics, and optoelectronics due to their narrow emission bandwidth, low photobleaching, long luminescence lifetime, and low autofluorescence background. Herein, we present the synthesis of calcium fluoride (CaF₂)-lithium ytterbium fluoride (LiYbF₄) heterostructure NCs. Highly uniform CaF₂-LiYbF₄ NCs were synthesized using a single-step heat-up method. The formation of the CaF₂-LiYbF₄ heterostructure was systematically investigated by varying the reaction times. The heterostructure formation is particularly important as it combines the distinct properties of both materials, potentially leading to enhanced optical and electronic characteristics. The luminescence properties of CaF₂-LiYbF₄ NCs were also investigated by varying the types and concentrations of dopants. This study provides valuable insights into the design and synthesis of multifunctional heterostructure NCs.

Keywords: heterostructure, nanocrystal, luminescence

Metasurface Fabrication Using BaTiO₃ Nanoparticles Embedded Resin (nano-PER)

이현[†], 이승연, 김원중, 박찬웅, 성한상

Department of Materials Science and Engineering, Korea University
(nanoimprint@naver.com[†])

Metasurface consists of arrays of meta-atoms, exhibiting unique optical properties not found in nature. When incident light passes through a metasurface, the meta-atoms change the phase and amplitude of the light, providing the metasurface unique optical properties. These properties allow metasurfaces to enable a wide range of applications, including meta-lenses, meta-holograms, optical cloaking, optical waveguides, and color filters.

In this study, we studied a resin by dispersing BaTiO₃ (BTO) nanoparticles (NPs) into a polymer matrix and fabricated a meta-hologram using a nanoimprint lithography-based one-step printing method. BTO has excellent ferroelectric properties, and by dispersing these NPs uniformly in the polymer resin, we were able to effectively optimize the optical properties of the BTO nanoparticle-embedded-resin (nano-PER). RGB lasers formed the target image when irradiated onto the fabricated meta-hologram. Our results showed that increasing the BTO NPs content results in an increase in the refractive index of the resin, thereby enhancing the efficiency of the meta-hologram. These results suggest that the BTO PER and fabrication process could contribute to the advancement of high-performance materials for both electronic and optical device applications.

Keywords: Metasurface, BaTiO₃, Meta-hologram, Nanoimprint, lithography

Cd을 도핑시킨 CZTSSe 박막 및 이를 적용시킨 광전기화학적 수전해 광음극의 특성 분석

장수영, Gaikwad Mayur Anandrao, 김진혁[†]

전남대학교 신소재공학과
(jinhyeok@jnu.ac.kr[†])

CZTSSe material is a material that replaces CIGS, which is currently being studied and is attracting attention as an eco-friendly and economical material because it does not use indium or gallium. However, various studies are being conducted due to low solar cell efficiency and low hydrogen conversion efficiency in PEC water splitting. Among them, cation doping is known to significantly contribute to improving device performance by improving the electrical properties of CZTSSe thin films. Cations doped into CZTSSe include elements such as Ge, Cd, and Ag; among these, Cd can be easily doped using the chemical bath deposition method. Cd is doped into CZTSSe and plays a role in suppressing the formation of secondary phases and voids. When applied to a device, it improves photocurrent and light-hydrogen conversion efficiency. This work fabricated photodevices that are photovoltaics and photocathodes with Cd-doped CZTSSe active layer using sputtering systems. As a result, the Cd doped CZTSSe photovoltaic showed a maximum efficiency of 9.35%, also, the photocathode in the same fabricated condition observed a high photocurrent of $\sim 19.05 \text{ mA/cm}^2$, which is a higher result compared to other literature.

Keywords: 광전기화학, 광음극, CZTSSe, 도핑, 결함

MOCVD 성장법의 헤테로 β -Ga₂O₃ 박막 특성 및 광 트랜지스터 특성

김선재^{1,2}, 전대우¹, 황완식², 박지현^{1†}

¹한국세라믹기술원; ²한국항공대학교
(jhp5511@kicet.re.kr[†])

β 상의 산화 갈륨(β -Ga₂O₃)은 4.9eV의 넓은 밴드 갭과 거의 직접 천이형 밴드 갭 구조를 가진 차세대 반도체 소재이다. 또한 자외선 범위에서 높은 광 응답성을 가지고 있어, 최근 심 자외선 광 검출기 (DUV PD) 소재로 주목받고 있다. DUV PD는 280nm 이하의 파장을 감지하며 화염/코로나 감지, 조기 경보 시스템 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

DUV PD의 구조에는 금속-반도체-금속 구조의 2단자형PD와 광 트랜지스터 구조의 3단자형 PD가 있다. 2단자형 PD는 공정 기술과 소자 구조가 간단하지만, 채널 전류와 광 응답성을 제어하는 데 한계가 있다. 3 단자형 PD는 공정 기술과 소자 구조가 복잡하지만, 인가되는 게이트 전압 조절을 통해 광 전류 및 광 응답성을 제어할 수 있다. 우수한 성능의 광 트랜지스터 PD를 제작하려면 적절한 두께의 고품질 에피층이 필요하다. β -Ga₂O₃ 에피층은 수화 기상 증착법, 미스트 화학 기상 증착법, 유기 금속 화학 기상 증착법 (metal-organic chemical vapor deposition, MOCVD)등의 방법으로 성장시킬 수 있다. MOCVD성장법은 고품질 에피 성장, 나노 단위로 성장 속도를 제어 가능하다는 장점이 있다.

본 연구에서는 MOCVD 성장법으로 질소(N)가 도핑 된 버퍼층과 실리콘(Si)이 도핑 된 β -Ga₂O₃ 에피층을 c-plane 사파이어 기판 위에 성장시켰다. N 도핑 된 버퍼층은 반절연 특성을 가지고 있어, 누설 전류를 감소시키고 Si 도핑 된 β -Ga₂O₃ 에피층의 유효 채널 두께를 제어할 수 있다. Si 도핑 된 β -Ga₂O₃ 에피층은 유한차분 시간 영역법 시뮬레이션과 공핍 영역 폭 계산을 통해 150nm로 성장했다. Si 도핑 된 β -Ga₂O₃ 기반 광 트랜지스터 PD의 임계 전압 값은 4.8V였으며, 260nm 파장에서 3.85×10^{16} Jones의 높은 감도(D*)를 나타냈다. 이는 고품질 단결정 기판에서 박리된 플레이크 기반 광 트랜지스터 PD와 유사한 D* 값이다. 또한 DUV 광 반응에 따른 광 전류 상승 및 하강 시간은 각각 3.8ms와 3.5ms로 Ga₂O₃ 기반 광 트랜지스터 PD 중 가장 우수한 결과이다.

Keywords: 산화 갈륨, 유기 금속 화학 기상 증착법, 광 검출기, 심 자외선, 광 트랜지스터

이차원 물질의 결함농도 제어를 통한 용액공정 기반 다기능 논리연산 소자 어레이 제작

김재형, 강주훈[†]

School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU), Suwon 16419, Republic of Korea
(eagles1998@g.skku.edu[†])

이차원 나노소재는 얇은 두께로 인해 고집적화가 가능할 뿐만 아니라 높은 전기전도도를 가지고 있어 차세대 반도체 소자로의 가능성이 큰 물질이다. 이차원 물질을 monolayer로 수득하기 위해서는 스킵 테이프를 이용한 기계적 박리법, 원자 한층 단위를 쌓아올리는 CVD 공정이 있지만 이 방법들은 대량생산과 대면적화가 불가능하다는 단점이 존재한다. 이러한 한계를 극복하기 위해 용액 상태로 이차원 물질을 수득하는 방식이 연구되고 있다. 초음파로 용액에 담겨있는 bulk crystal에 물리적인 힘을 가해주는 방식으로 대량의 이차원 물질 합성이 가능하다. 하지만 이 방법은 나노시트의 두께가 두껍고 너비가 수백 나노미터 수준으로 작아 전자소자로의 활용이 제한적이다. 전기화학 셀을 통해 이차원 물질의 층 사이에 고분자를 삽입한 후 물리적 힘을 가해주는 방식으로 monolayer 나노시트가 포함된 용액을 얻을 수 있다. 전기화학 박리법을 이용해 수득한 나노시트는 너비가 수 마이크로미터 수준으로 균일한 반데르발스 박막을 형성할 수 있으며 전자소자 제작이 가능하다. 이 용액은 스핀코팅과 같은 간단한 공정만으로 웨이퍼 크기의 대면적 박막을 형성할 수 있다.

용액 수득 과정 중 힘이 가해지는 과정에서 대량의 칼코겐 공공이 발생한다. 칼코겐 공공은 전자가 도핑된 효과를 보이지만 농도가 높을 경우 전자의 산란으로 인해 전자소자의 성능을 저하시킬 수 있다. bis(trifluoromethane) sulfonimide (TFSI)와 같은 초산에 노출시키고 열처리하는 방식을 통해 공공을 회복할 수 있다. N type의 MoS₂와 P type의 WSe₂의 칼코겐 공공을 조절함으로써 대칭적인 성능의 트랜지스터 제작이 가능하다. 대칭적인 두 트랜지스터를 연결하여 Inverter를 제작할 수 있고 Inverter의 회로 구성을 통해 NAND, NOR, Ring Oscillator와 같은 논리연산 소자를 array로 구현했다. 두 가지의 물질을 적층시켜 각각의 채널이 반데르발스 결합을 이루는 이중접합 구조를 만들 수 있다. Gate 전압에 따라 각 채널이 영향을 받는 정도가 다르고 2개의 문턱전압을 갖는 삼진법 소자로 활용하였다.

이 연구는 전자, 홀을 주 캐리어로 하는 두 가지 종류의 이차원 물질을 한 번의 공정으로 성능 최적화를 했다는 점에서 의의가 있다. 다양한 종류의 논리연산 소자를 제작했으며 용액 공정을 통해 대면적 array 형태로 구현하였다. 하지만 향후 개선되어야 할 점들이 있다. 미래의 전자소자들이 유연 기판 위에 제작된다는 점을 고려했을 때 높은 열처리 온도는 적합하지 않다. 다양한 기판에서의 호환성을 위해 TFSI처리를 대체할 수 있는 공정이 연구되어야 할 것이다.

Keywords: 2D, 용액공정, 대면적, vacancy, logic

PEALD로 증착된 수분 배리어 필름 용 Zn-Al 기반 산화물 박막의 항균 기능성 평가

엄지호, 조태연, 조성근[†]

한국화학연구원
(chosg@kriect.re.kr[†])

현재 사물 인터넷과 웨어러블 디바이스에 대한 관심과 요구가 커지면서 모바일 전자 기기, 특히 터치 디스플레이가 있는 기기의 중요성이 커졌습니다. 이러한 기기에는 습기로 인한 손상과 대장균, 황색포도상구균과 같은 유해 박테리아를 포함한 박테리아 침입으로 인한 건강 악화 등의 위험이 존재합니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 항균 및 습기 차단 특성을 가진 소재를 개발하는 데 상당한 연구가 집중되어 있습니다. 이 발표에서는 Plasma-Enhanced Atomic Layer Deposition(PEALD)을 통해 생성된 Zn-Al 복합 산화물 기반 필름을 사용하여 항균 기능성을 보유한 웨어러블 터치 디스플레이용 수분 배리어 필름에 대한 결과를 보여줍니다. Zn-Al 복합 산화물 박막을 위해 TMA와 DEZ 전구체를 사용하였으며, TMA와 DEZ 전구체 투입 비율에 따른 Zn/Al 비율과 이에 따른 박막의 수분 배리어 특성 및 항균 특성을 확인하였습니다.

Keywords: PEALD, Antibacterial effect, Moisture barrier film

Understanding CO Oxidation at Au₉/MO_x Interfaces: Reaction Mechanisms and Catalytic Efficiency through DFT

김종석, 김현유[†], 최혁, 이주혁, 최예정

Chungnam National University
(kimhy@cnu.ac.kr[†])

Understanding the catalytic reaction mechanisms and identifying the reactive species under actual reaction conditions are crucial initial steps in catalyst research. Historically, size-dependent activity and the interfacial effect between metal and support have been reported tremendously. Following these studies, the reaction center is the interface of metal NPs and oxide support. Oxide-supported Au-based heterogeneous catalysts have received significant attention due to their effectiveness in CO oxidation at low temperatures. However, activating O₂ on Au nanocatalysts remains a challenge, as only small Au nanoparticles exhibit this ability. Here, we used density functional theory (DFT) calculations to study the mechanism of CO oxidation-catalyzed CeO₂, TiO₂, and Al₂O₃-supported Au nanoparticles under reaction conditions. We found that the diverse reaction mechanism exhibited for kinds of oxide supports. The CeO₂-supported Au₉ NPs catalyze CO through the MvK mechanism without additional activation of O₂ regardless of the facet of CeO₂ (111) and (100), respectively. In contrast, the activation of O₂ occur on TiO₂ and Al₂O₃. In case of Au NPs on TiO₂, the reaction mechanism of CO oxidation is followed by utilizing pre-activated O₂ as well as the lattice oxygen of TiO₂. The Al₂O₃, regarded as inert oxide, the lattice oxygen cannot participate in oxidation, but the pre-activated O₂ on Lewis acid site (Al³⁺) can catalyze CO. Our study delivers comprehensive understating about the detail of interfacial effect as following the oxide supports, enabling rational design of heterogeneous catalysts.

Keywords: Density functional theory, Catalysts, CO oxidation

페로브스카이트 태양 전지를 위한 친환경 용매 분자 스크리닝

김진수¹, 노주환¹, 임진오^{1†}, 윤현성², 전남중^{2†}¹한국화학연구원 화학데이터기반연구센터; ²한국화학연구원 광에너지연구센터
(imjino@kriect.re.kr[†]; njjeon@kriect.re.kr[†])

Organic-inorganic halide Perovskite 를 light absorber 물질로 사용하는 Perovskite solar cells (PSCs) 가 2009년 처음 개발된 이후 2024년에는 광전환 효율을 26% 까지 달성했다. PSCs 는 solution process 로 만들어지기 때문에 기존 반도체 제조 공정보다 더 낮은 온도에서 낮은 비용으로 생산할 수 있고, 가볍고, flexible 하고, 운반이 쉽다는 장점이 있다. 그러나 PSCs 가 상용화되기 위해서는 해결해야 할 여러 가지 문제가 있는데, 그 중 하나가 제조할 때 쓰이는 solvent 가 toxic 하다는 것이다. 지금까지 solvents 에는 보통 *N,N*-Dimethylformamide (DMF) 라는 독성 유기 분자가 쓰이고 있다. PSCs 를 제조하기 위해서는 solvent 에 perovskite presursors 를 녹인 후, substrate 에 deposition 한 뒤 annealing 하여 solvent 를 증발시키고 perovskite crystal 을 만들게 된다. 따라서 PSCs 를 대량 생산하게 되면 toxic 한 DMF 가 환경과 인체에 악영향을 미칠 것이다. 그러므로 독성이 없으면서, DMF와 비슷한 수준으로 perovskite crystal 을 만들 수 있는 용매 분자를 찾을 필요가 있다. 본 연구에서는 기계학습과 양자화학 계산을 이용하여 DMF 를 대체할 수 있는 용매 분자를 스크리닝 했다. 공개 화합물 데이터베이스 PubChem에 업로드 된 약 1억 6천 9백만 개의 분자들에 대하여 끓는점, 인화점, 녹는점, 표면장력, 그리고 독성 분류 예측 기계학습 모델을 이용하여 스크리닝을 하고, 스크리닝된 분자들에 대해 perovskite precursors 와의 binding strength 를 양자화학 소프트웨어로 계산하였다. 그 결과 1-hydroxybutan-2-one 이라는 분자를 찾았고, 실험 검증 결과 용매 분자로 쓸 수 있는 것으로 확인되었다. 이 스크리닝 방법과 결과는 PSCs 상용화에 기여할 것이다.

Keywords: Organic-inorganic halide perovskite, solar cells, solvents, machine learning, quantum chemistry, density functional theory, screening

Understanding the role of Ce-doping in Pt/ZrO₂ catalyst for CO oxidation

Ju Hyeok Lee, Hyuk Choi, Hyun You Kim[†]

Department of Materials Science and Engineering, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea
(kimhy@cnu.ac.kr[†])

Understanding the structure-activity relationship in heterogeneous catalysts plays a pivotal role in controlling the catalytic performance for various chemical reactions. The Strong Metal-Support Interactions (SMSI) that affect the catalytic activity are influenced by factors such as the type of metal, the type of support material, and the size variation of the metal nanoparticles. This study employs Density Functional Theory (DFT) to explore SMSI between Pt nanoparticles and Ce-doped ZrO₂ support. ZrO₂, prized for its high-temperature stability, is commonly used in many catalytic reactions but faces limitations due to its low oxygen-donating capability as a non-reducible oxide. Ce doping of ZrO₂ has emerged as a solution, enhancing its oxygen-donating capacity and facilitating redox reactions. By using DFT calculations, we conducted research on a simple catalytic reaction, CO oxidation, to investigate how the modified SMSI affects catalytic performance. The Pt nanoparticle constructed with 10 atoms supported on Ce-doped ZrO₂ catalyst shows enhanced catalytic performance compared to being supported on pristine ZrO₂. Additionally, the Pt₁₀-CeZrO₂ system shows a lower activation barrier for CO oxidation than the Pt₁-CeZrO₂ and Pt₁-ZrO₂ systems. These results originate from the change in interaction with Pt nanoparticles and support oxide materials. Through this study, we observed changes in electronic interactions between Pt and ZrO₂ due to Pt size and Ce doping, and proposed the optimal Pt size that can enhance the catalytic performance of CO oxidation in this system

Keywords: Density Functional Theory, Strong Metal-Support Interaction, CO Oxidation

Optical performance improvement of InGaN/GaN micro LEDs via lateral electrochemical etching

이상익, 손호기, 이인환[†]

고려대학교 신소재공학부
(ihlee@korea.ac.kr[†])

Recently, nanoporous GaN has generated great interest due to its high surface-to-volume ratio for capacitive chemical sensors and nanoporous photocatalytic effect. Electrochemical etching not only allows precise control of the pore morphology but also offers significant advantages, including reduced defect density, lower surface damage, and cost-effective. In general, the applied voltage, doping concentration of GaN and electrolyte concentration can affect the changes in pore morphology. Moreover, the electrolyte is a significant factor that influences nanopore growth in the electrochemical etching process. In previous studies suggested the two successive reactions involved in nanopore formation in acidic, basic, and even neutral electrolytes, that the oxidation of GaN and the dissolution of the oxide. Understanding the role of the electrolyte allows for the optimization of the etching parameter to achieve the desired properties of nanoporous GaN. Thus, adopting nanoporous GaN to LED structures redistributes the mechanical stress of the epitaxial layer and mitigates strain-related polarization and the compositional pulling effect, while reducing dislocation density. In addition, the nanopores scatter and reflect light emitted from the active layer, which improves light output and enhances the performance of MQWs. The increased air volume reduces the refractive index contrast between the substrate layers, leading to a reduction in total internal reflection.

In this study, InGaN/GaN micro LEDs with the embedded nanoporous GaN structure were fabricated via electrochemical etching in different electrolytes. The n-GaN layer was selectively etched during the process, and lateral nanopores were propagated from the sidewall of n-GaN layer. The nanopore formation mechanism in HNO₃, NaCl, and KOH electrolytes, as well as the pore morphology of the etched samples, were analyzed. The influence of nanoporous GaN on the structural and optical properties was examined and compared with un-etched sample. The improvements in reflectance and photoluminescence emission were measured to understand the impact of nanoporous GaN layer on overall device performance.

Keywords: InGaN/GaN, nanoporous GaN, electrochemical etching, electrolyte, Lateral etching

Enhanced quantum efficiency of blue InGaN/GaN NanoLED arrays with sol-gel passivation and localized surface plasmon

백승재, 이인환[†]

고려대학교 신소재공학부
(ihlee@korea.ac.kr[†])

InGaN/GaN 기반의 LED는 디스플레이, 광 통신 등 다양한 분야에 활용되고 있기에 많은 주목을 받고 있다. 특히 디스플레이 분야에서 VR/AR 시장이 급속히 성장함에 따라 고해상도, 고휘도를 만족시킬 수 있는 Micro 또는 Sub-micrometer 크기의 LED가 요구되는 추세이다. 이러한 요구를 만족시키기 위해 LED 크기를 줄이면서 발생하는 외부양자효율(EQE)의 감소는 피할 수 없는 가장 큰 문제로 남아있다. 근본적인 이유로는 건식 식각 공정에서 sidewall에 불순물, dangling bond와 그 외 결함들을 만들어내는 동시에 표면적 대 부피비가 증가하면서 표면 재결합이 증가하는 것이 문제가 된다.

본 연구에서는 외부양자효율을 높이기 위해 PECVD 및 ALD SiO₂보다 우수한 passivation 효과를 보여준 졸-겔 방식을 이용한 SiO₂ passivation과 Ag NPs를 이용한 LSP-coupling effect를 접목시킨 소자를 제작하였고, MQWs 근처에 Ag 나노입자를 위치시키기 위해 금속입자를 스핀-온-글래스(SOG)에 섞은 후 준비된 μ LED/nLED 전체를 스핀코팅으로 덮었으며 이후 p-GaN 및 n-GaN을 노출시켜 금속 패드를 증착하여 측정분석을 진행하였다.

10~50 μ m 크기의 nLED를 1) KOH, 2) KOH+ LSP, 3) Sol-gel 4) Sol-gel + LSP 총 4가지의 조건으로 제작하였으며, 측정결과 각 사이즈별로 4) Sol-gel + LSP를 접목시킨 샘플에서 가장 높은 외부양자효율을 보여주었고, 2) KOH + LSP와 3) Sol-gel 비교하여 전체적인 외부양자효율 향상에 있어 passivation보다 LSP coupling 영향이 컸음을 확인할 수 있었다.

Keywords: InGaN, Nano LED, Sol-gel, Localized surface plasmon

Optimizing Ultra-Thin a-IGZO TFTs Performance Through Machine Learning-Driven Approaches

양현규¹, 박채영², 이응규^{2†}, 김연상^{1†}

¹Department of Chemical and Biological Engineering, and Institute of Chemical Processes, College of Engineering,
Seoul National University;

²Department of Electronic Engineering, Kyung Hee University
(eleest@khu.ac.kr[†]; younskim@snu.ac.kr[†])

Ongoing advancements in semiconductor scaling have significantly enhanced the performance and efficiency of display transistors like a-IGZO TFTs, paving the way for higher resolutions and improved refresh rates in today's cutting-edge displays. Despite advances in miniaturization, fundamental physical barriers have begun to limit the scalability of conventional silicon (Si)-based transistors, hindering further improvements in display performance. To overcome these obstacles, researchers are actively exploring new materials and innovative transistor architectures. Among these emerging technologies, Indium Gallium Zinc Oxide (IGZO) transistors have gained considerable interest due to their low leakage current, making them ideal for energy-efficient display applications. However, the primary challenge remains in achieving high field-effect mobility—essential for faster refresh rates and improved display response—while maintaining the stable electrical characteristics that IGZO is known for.

To tackle this fundamental challenge, an innovative machine learning (ML)-driven strategy has been introduced for the fabrication of ultra-thin IGZO thin-film transistors (TFTs) with superior performance, utilizing the sputtering process for the transistor channel. By leveraging ML algorithms, this approach fine-tunes multiple sputtering parameters, providing a robust solution to overcome the constraints of conventional fabrication methods. Crucially, this technique addresses the issue of balancing competing electrical properties in IGZO TFTs. As a result, the ML-optimized process has led to the production of TFTs with exceptional characteristics, including a high field-effect mobility of 33.1 cm²/V·s, an almost ideal threshold voltage of -0.05 V, and a channel thickness of less than 7 nm. These performance levels are comparable to those achieved with Atomic Layer Deposition (ALD), a well-known method for creating high-quality, ultra-thin films.

By harnessing the potential of machine learning, this approach streamlines the sputtering optimization process, eliminating the need for the traditional, resource-intensive trial-and-error methodology. This novel technique is poised to significantly accelerate the development of next-generation display transistors, offering unprecedented efficiency and speed.

Keywords: IGZO, TFT, Machine Learning, Display

Multi-objective electrical optimization in Dual-layer oxide thin film transistors via machine learning

이지호¹, 유원호³, 이찬¹, 이응규^{2†}, 김연상^{1†}

¹서울대학교 공과대학 화학생물공학부; ²경희대학교 전자정보대학 전자공학과; ³삼성디스플레이
(eleest@khu.ac.kr[†]; younskim@snu.ac.kr[†])

Oxide semiconductor thin film transistors (OS TFTs) offer promising features, such as low leakage current and near-zero threshold voltage. However, their field-effect mobility remains lower than Si-based TFTs, posing a weakness. Among the developments, dual-layer OS TFTs, which use layered oxide semiconductors, has been studied to overcome this challenge. These structures utilize the benefits of multiple materials but also introduce fabrication complexity due to intricate physical and electrical interactions. Optimizing these transistor's characteristic remains a key challenge.

Recently, machine learning has emerged as a powerful tool in material science, particularly in guiding complex design spaces. Among various algorithms, Gaussian process (GP)-based Bayesian optimization (BO) is especially useful in reducing trial-and-error. In this study, we optimized dual-layer (IZO/IGZO) TFTs using BO, considering three critical sputtering variables: Argon/Oxygen gas flow ratio (%), DC power (W), and working pressure (mTorr), all of which influence the overall performance of the TFTs. Since the performance of TFT cannot be defined by a single parameter, the Figure of Merit (FoM) approach, incorporating field-effect mobility, threshold voltage, and subthreshold swing, was used to train the machine learning model. Despite the experimental complexity, we successfully optimized the performance of the dual-layer (IZO/IGZO) TFTs using BO, resulting in a high performance TFT with mobility of mobility of 46.71 cm²/V·s, threshold voltage of -0.10 V, and subthreshold swing of 0.19 V·dec⁻¹. These results more than doubled the mobility of conventional IGZO TFTs (20.1 cm²/V·s) without compromising other characteristics. The improved mobility and stability in the optimized TFTs enhance display performance by enabling faster switching speeds and better energy efficiency in devices such as smartphones and flat-panel displays. This study highlights the effectiveness of machine learning in optimizing TFT performance in complex environments and demonstrates the potential for advancing display technology. The enhanced field-effect mobility of OS TFTs contributes to higher-resolution screens with improved refresh rates, crucial for modern electronic displays. By utilizing machine learning to explore complex design spaces, researchers can develop advanced materials and devices with significantly improved performance, pushing the boundaries of display and semiconductor technology.

Keywords: TFT, 산화물 반도체, 머신러닝, Bayesian optimization

Homogenous metallization of through-glass vias with floating plating based on the synergistic effect of capillary rise and van der Waals (Capillary force와 Van deer Waals 기반의 유리 관통 전극 전해도금)

윤창민¹, 손호기², 이인환^{1,2†}

¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학과
(ihlee@korea.ac.kr[†])

Through Glass Via (TGV) is a 3D package interposer that addresses the limitations of the tiling technique, which requires bezels for display IC circuit and an extra interposer during the transfer process, while simplifying the modularization and IC bonding processes. It can also be used for highly dense IC chip wiring. Compared to silicon, glass substrates are transparent, have advantage in defect detection and through changing composition, we could even adjust dielectric property to reduce leakage current under high frequency or thermal expansion coefficient.

Moreover, through large scaling of display panel, low-cost display production is achievable, and it enables high speed and high density operation compared to wire bonding. Based on this, TGV is expected to be applied to thin-film transistor fabrication on plug, large-area panel implementation, process simplification and application fields such as large displays. In TGV with high aspect ratio, if poor step coverage due to bottleneck or residual air gaps inside occurs, it may lead to conduction defects with high resistance and subsequent process issues. Therefore, uniform seed layer and copper plug formation without voids or disconnections are essential.

This study focuses on low-resistance copper plug fabrication in TGV, aiming to improve the gap-filling properties within high aspect ratio via-holes using electrolytic plating technology employing capillary force. Ti adhesion layer and Cu seed layer were deposited on TGV substrates using sputtering, and electrolytic copper plating experiments were conducted to completely fill the via-holes with plating solution using capillary force to ensure no voids inside. As a result, it demonstrated 100% yield and feasibility for copper plugs with resistance below 1Ω. Additionally, foundational technology for high-efficiency transistors and large-area display production was discovered.

Acknowledgment

The work was supported by the Technology Innovation Program (20010740, Developed mini LED package technology with pixel count of 30 x 30 or larger) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea

Keywords: TGV, Butterfly shaped filling, X-plating

리간드 및 이온성 액체를 이용한 녹색광 페로브스카이트 발광 다이오드의 특성 (Properties of green perovskite light-emitting diodes with ligand and ionic liquid)

정재윤, 명재민[†]

연세대학교 신소재공학과
(jimmyoung@yonsei.ac.kr[†])

페로브스카이트 (perovskite) 발광체는 유/무기원소, 금속 그리고 할로젠 원소로 구성되어 있다. 뛰어난 색 순도 (color purity), 색 조절 용이성 및 저렴한 소재비용으로 인하여 차세대 디스플레이 소재로 주목받고 있다. 또한, 기존의 복잡한 진공공정이 아닌 간단한 용액공정으로 발광층을 제작할 수 있고 비교적 저온에서 합성 가능하여 인쇄공정을 이용한 플렉서블 및 스트레처블과 같은 deformable 소자에도 적용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 결정 크기가 나노 스케일로 감소함에 따라 페로브스카이트 박막 내 결정립계가 증가하고, 이로 인한 trap site의 증가는 페로브스카이트 발광 다이오드 (perovskite light-emitting diodes, PeLEDs)의 발광 효율을 감소시킨다.

본 연구에서는 녹색광 PeLED의 발광 효율 및 안정성 향상을 위하여 phenethylammonium bromide (PEABr)을 리간드로 사용하고 이온성 액체인 1-butyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate (BMIM BF₄)를 첨가제로 적용하였다. 페로브스카이트 전구체 용액은 cesium lead bromide (CsPbBr₃)에 PEABr과 BMIM BF₄를 함께 첨가하여 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 용해시켜 합성하였으며, spin-coating 공정을 통해 균일한 나노 결정 CsPbBr₃ 박막을 형성하였다. 유기 양이온 리간드인 PEABr은 페로브스카이트의 결정 성장을 촉진하고 결정 크기를 감소시켜 표면 결함을 감소시키는 역할을 하고, 첨가제로 사용된 이온성 액체 BMIM BF₄는 페로브스카이트 결정의 전도성을 향상시키고 결정화된 CsPbBr₃의 표면 passivation을 통해 결함을 감소시키는 효과가 있다. 따라서 PEABr과 BMIM BF₄의 첨가는 페로브스카이트 결정 내 trap density 감소 및 전자 전달 효율을 향상시켜, 녹색광 PeLED의 발광 효율 및 안정성을 향상시켰다. 나노 결정 CsPbBr₃ 박막의 표면 형상 및 두께는 scanning electron microscope (SEM)을 이용해 확인하였고, 박막의 결정학적 특성은 X-ray 회절법 (XRD)를 통해 평가하였으며, 광학적 특성은 photoluminescence (PL) 및 ultraviolet-visible spectrophotometer (UV-vis-NIR) 측정으로 확인하였다. 최종적으로 제작된 PeLED의 발광 특성은 electroluminescence (EL) 측정, 전류-전압 (*I*-*V*) 측정 및 external quantum efficiency (EQE) 측정을 통해 평가하였다.

Keywords: perovskite light-emitting diode (PeLED), ionic liquid, organic cationic ligand, green emission

Integration of InGaN/GaN microrod light emitting diodes on flexible and peelable substrate via dielectrophoretic alignments

장필규¹, 조영훈¹, 이인환^{2†}

¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학부
(ihlee@korea.ac.kr[†])

InGaN/GaN 화합물 반도체 기반 무기물 마이크로 LED는 OLED와 비교하여 장수명과 고휘도, 저전력소비, 번인 제거 등의 장점을 보유하고 있다. 또한, GaN microrod LED는 LED의 크기가 작아지면서 자율곡면 발광원의 구현이 가능하여 고효율, 고해상도, 디자인 자유도가 필요한 초대형 플렉시블 디스플레이, AR/VR, 미래자동차 자율곡면 조명 및 웨어러블 기기 등 다양한 응용분야에 적용될 것으로 기대된다. 본 연구에서는 플렉서블 기판 위에 GaN microrod LED를 정렬하여 InGaN/GaN microrod 기반 청색 발광 LED 소자를 제작하였다. GaN LED 에피 웨이퍼를 건식 식각 방법을 이용하여 약 2.5:1의 종횡비를 갖는 InGaN/GaN microrod LED array를 제작했고, 제작된 InGaN/GaN microrod LED array는 에피 기판으로부터 분리되어 용매에 분산되었다. 나노로드 용액은 플렉서블한 polyimide (PI) 기판 위에 잉크젯 방식으로 증착된다. PI 기판 상 제작한 Interdigitated Electrode(IDE) 패턴 양단에 교류전압을 인가하면, 패턴 인접부에 형성되는 불균일한 전자기장에 의해 microrod LED는 유전영동력을 받게 되고 이에 의해 전극 사이에 정렬된다. microrod 정렬 후, polyimide 기판 상 형성된 소자를 sapphire 기판으로부터 분리하여 carbon/Kapton tape 위에 부착하였고 광학적, 전기적 특성 측정을 실시하였다. 1000회까지 mechanical bending test을 수행하였음에도 IV, EL 특성이 유지되는 것을 확인하였다.

Keywords: GaN LED, Dielectrophoresis, micro-LED

Uncovering the Origin of Spontaneous Vertical Emission in Nanorod LED Structures

김성운, 이민석, 엄대영, 오정균, Vignesh Veeramuthu, 라용호[†]

전북대학교
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

Highly efficient emissive fine-pixel micro-LEDs are being developed for future VR, MR, and XR displays. GaN-based systems are prime candidates for micro-LEDs due to their favorable physicochemical and optoelectronic properties. However, challenges arise in growing InGaN/GaN LED structures because of strain-induced piezoelectric polarization fields and high defect densities, which lead to the quantum-confined Stark effect (QCSE). Various etching processes are commonly employed for downscaling pixel sizes using strain-relaxed nanorod LED structures, resulting in excellent internal quantum efficiency and vertical light extraction efficiency. Despite these advances, a clear understanding of amplification in nanorod LEDs remains elusive. In this study, we investigated the origin of spontaneous amplification in nanorod structures using a micro-photoluminescence (micro-PL) system. Micro-PL imaging of emitting nanorods revealed significant optical feedback, or in some cases, its absence. We analyzed the structural and optical advantages of nanorods using 3D finite-difference time-domain (FDTD) simulations. Additionally, time-resolved PL (TRPL) analysis suggested that spontaneous emission might be enhanced by two-photon absorption, a nonlinear optical phenomenon observed in high-density states of photo-excited carriers. Nanorod LEDs with spontaneous optical pumping demonstrated an eightfold increase in emission intensity compared to those without optical pumping.

Keywords: GaN, Nanorod, LED, Spontaneous emission

Solvent-Free Aerosol Deposition of Perovskite Films Using Fumed Silica for Crystallite Size Control in High-Efficiency and Stable White LED Packages

홍지우¹, 김성훈^{1†}, 이준우², 오종민^{2†}

¹동의대학교 응용화학과; ²광운대학교 전자재료공학과
(hoon@deu.ac.kr[†]; jmOH@kw.ac.kr[†])

In this study, we present an innovative method for directly depositing perovskite films via aerosol deposition without the need for a precursor dissolution process. This approach addresses several issues associated with traditional solvent-based processes, particularly by significantly reducing environmental impact and process complexity due to the elimination of harmful solvents. We synthesized a composite powder by grinding CsBr, PbBr₂, and fumed silica, and subsequently deposited this onto glass substrates using the aerosol deposition method to fabricate CsPbBr₃/CsPb₂Br₃ composite films. The incorporation of fumed silica allowed for the control of internal potential diffusion caused by the hammering effect during deposition, enabling the production of films with small crystallite sizes. Through additional heat treatment, we successfully achieved single-phase CsPbBr₃ films. Notably, the heat-treated CsPbBr₃ films exhibited an impressive luminous efficiency of 85.4 lm/W and demonstrated high thermal stability during extended tests at 150°C. These findings indicate that the aerosol deposition method is a highly promising approach for the fabrication of high-efficiency, stable perovskite LEDs. Furthermore, by employing a white LED package process, we fabricated a white LED that achieved a color reproduction rate of 116% (NTSC) and a luminous efficiency of 74.0 lm/W, successfully realizing a 1 mm x 1 mm chip-scale package. This demonstrates the significant potential for commercial application of perovskite materials in backlighting and high-efficiency LED applications.

Keywords: CsPbBr₃, aerosol deposition, fumed silica, crystallite size

Properties of pure blue perovskite nano crystals light-emitting diodes using in-situ passivation strategy

Cong Wang, 명재민[†]

연세대학교 신소재공학과
(jimmyoung@yonsei.ac.kr[†])

Metal halide perovskite nanocrystals (PeNCs) have great potential for display and lighting applications due to their unique optoelectronic properties such as high photoluminescence quantum yield (PLQY) and tunable band gap. Conventional PeNCs are synthesized using oleic acid (OA) and oleylamine (OAm) as capping ligands. Due to proton exchange between OA and OAm, the protonated OAm interacts with Br atoms via hydrogen bonding. However, the formation of hydrogen bonds weakens the Coulombic interactions between Pb^{2+} and Br^- . During purification, OAm separates from the NC surface together with Br^- , leading to halide vacancy defects that cause aggregation, phase transition or transformation of the NC into larger size structures. This ultimately reduces the quantum yield and stability of the NC. Furthermore, the insulating properties of long-chain ligands such as OA and OAm severely hinder carrier transport, significantly degrading device performance. To date, most research in this area has focused on investigating alternative ligands to improve the photovoltaic properties and colloidal stability of PeNCs. However, little attention has been paid to controlling the ligand binding state on its surface.

In this study, we propose an in-situ passivation strategy to enhance the binding between Pb^{2+} and Br^- ions, suppress halide vacancies, reduce non-radiative recombination channels, and improve the PLQY and stability of the NC. We use ethyl trifluoroacetate (ETFA), which is hydrolyzed to trifluoroacetic acid (TFA), as anti-solvent in the purification process. TFA reacts with uncoordinated Pb^{2+} and induces trifluoroethylation of OAm, which enhances the attraction between Pb^{2+} and Br^- ions, and weakens its interaction with Br-OAm on the surface of NCs, thereby anchoring Br^- to the surface of NCs. This achieves a mild removal of OAm and OA while passivating both anionic and cationic vacancies effectively. This improves the luminous efficiency and stability of blue PeLEDs. The surface morphology and thickness of the perovskite nanocrystals films were confirmed using scanning electron microscopy (SEM), the crystallographic properties of the films were evaluated by X-ray diffraction (XRD), and the optical properties were measured by photoluminescence (PL) and ultraviolet-visible spectrophotometry (UV-vis). The final luminescent properties of the PeLEDs were evaluated by electroluminescence (EL) measurements, current-voltage (I-V) measurements and external quantum efficiency (EQE) measurements.

Keywords: perovskite light-emitting diode, nanocrystals, in-situ passivation

혼합 이온성액체를 이용한 청색광 페로브스카이트 발광다이오드의 특성

김민성, 명재민[†]

연세대학교 신소재공학과
(jimmyoung@yonsei.ac.kr[†])

페로브스카이트 발광 다이오드(perovskite light-emitting diodes, PeLED)는 높은 색순도를 가질 뿐만 아니라 용액 공정이 가능하며, 색조절이 용이한 장점으로 인해 다양한 광전자 응용분야에서 많은 연구가 진행되고 있다. 녹색 및 적색 PeLED는 20% 이상의 외부 양자효율을 보이거나, 청색 PeLED의 성능은 5% 수준에 머무르며 크게 뒤쳐져 있다. 고효율의 청색광 페로브스카이트를 구현하기 위한 간단한 방법으로는 Cl과 Br의 조성비를 조정하는 방법이 있다. 그러나 이러한 mixed halide 페로브스카이트 구조는 halide ion migration 및 Cl vacancy 등의 결함을 유도하여 PeLED 효율 저하의 요인으로 작용한다. 이를 극복하기 위한 방법으로 리간드를 이용한 준-2차원(quasi-two dimensional, Quasi-2D) 구조의 페로브스카이트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 quasi-2D 구조 형성시 전기적 절연특성을 가지는 리간드층에 의해 페로브스카이트 전하전이 특성이 저하하여 quasi-2D 구조를 이용한 청색 PeLED 연구가 한계에 봉착하게 되었다.

본 연구에서는 다른 음이온을 가지는 이온성액체 (Ionic liquid)를 혼합하여 interfacial layer로 사용하는 간단하고 효과적인 전략을 제시하였다. 이온성액체는 리간드에 비해 높은 전도성을 가지며, quasi-2D 구조의 페로브스카이트 결정화시 이온성액체 interfacial layer로부터 ionic components가 페로브스카이트 결정으로 확산되어 결정화속도 제어, 결함 passivation 및 ion migration을 억제하여 안정적인 청색발광의 구현을 가능하게 한다. 이를 위해 정공 수송층 상부에 도포된 두 종류의 이온성액체 비율을 제어하여 발광과장이 리간드만 사용한 $\text{PEA}_2\text{Cs}_{n-1}\text{Pb}_n\text{X}_{3n+1}$ 구조보다 더 단파장으로 천이된 고효율 청색 PeLED를 제작하였다. 박막의 형상은 scanning electron microscope (SEM), 광학적 특성은 photoluminescence (PL) 및 ultraviolet-visible spectrophotometer (UV-vis-NIR), 결정학적 특성은 X-ray diffraction (XRD) 측정으로 확인하였다. 최종적으로 제작된 PeLED의 발광 특성은 전류-전압(I-V), electroluminescence (EL) 및 external quantum efficiency (EQE) 측정을 통해 평가하였다.

Keywords: perovskite light-emitting diodes, micro-patterning, soft lithography, passivation

Development of vertically aligned InGaN/GaN nanorod light emitting diodes using dielectrophoresis

박지원¹, 조영훈², 장필규², 김상범², 백승재¹, 김태환¹, 이인환^{1,2†}

¹고려대학교 신소재공학부; ²고려대학교 반도체시스템공학과
(ihlee@korea.ac.kr[†])

증강현실(AR)과 가상현실(VR) 구현을 위한 웨어러블 디바이스는 작은 픽셀 크기, 높은 픽셀 밀도, 고휘도, 긴 수명을 갖춘 차세대 디스플레이 기술을 요구한다. GaN 기반 나노막대 LED(NRL)은 이러한 기준을 충족시킬 수 있는 잠재력을 지니고 있지만, 개별 NRL을 칩으로 전사하는 전사 공정이 필요하다. 그러나 매우 작은 크기 때문에 기존의 pick-and-place 방식으로는 원하는 전극의 위치로 정렬시킬 수 없어 새로운 정렬 기술의 개발이 필요하다. 다양한 정렬 기술 중에서, 불균일한 전기장을 이용하는 유전영동(DEP)은 비용과 시간을 절약하면서 칩 손상 없이 NRL을 전극에 정렬할 수 있어 주목받고 있다.

본 연구에서는 GaN NRL를 정렬하기 위해 전극 사이에 SiO₂를 증착하여 수직전극구조(NHE)를 설계하고 여러 NHE 배열 크기를 갖는 소자를 제작하여 DEP를 이용해 NRL를 수직 정렬했다. 결과, NHE 배열의 크기에 따라 정렬 효율이 달라지는 것을 확인했다. 더 작은 10 × 10 μm² NHE 배열에서는 모든 NRL이 정렬되었지만, 30 × 30 μm² 및 50 × 50 μm²의 더 큰 배열에서는 각각 76%와 57.8%의 정렬 효율을 보였다. 또한, 정렬된 NRL과 전극 사이의 전기적 연결을 은 나노와이어(NW)로 강화하고 전계발광(EL)을 측정한 결과, 인가 전압을 높일수록 모든 NHE 배열에서 광량이 증가하는 것을 확인했다. 또한, DEP 수직정렬의 원리를 기술하기 위해 수치해석 시뮬레이션을 수행했다. 이러한 수직 정렬 기술은 개별 NRL을 원하는 위치에 정확하게 배치할 수 있어 초소형 고해상도 디스플레이 픽셀 개발을 위한 기반이 될 수 있다.

Keywords: Light emitting diodes, Nanorod LED, Dielectrophoresis

Ultrahigh-Sensitive Temperature Sensor for Cutaneous Thermometry via Precious Metal Atomic Layer Deposition on V-MXene: Computational and Experimental Exploration

강현진¹, 이정우^{1†}, 김수현^{2†}, Debananda Mohapatra²

¹부산대학교; ²울산과학기술원
(jungwoolee@pusan.ac.kr[†]; soohyunsq@unist.ac.kr[†])

With the recent shift in medical paradigms from treatment-centered to prevention-focused approaches, there is growing interest in healthcare devices capable of monitoring physiological signals without hospital visits. Body temperature, a key indicator for predicting diseases, is a fundamental physiological signal, and its accurate monitoring is crucial. MXene, a two-dimensional material, has garnered significant attention in sensor applications due to its large surface area, excellent electrical conductivity, tunable surface functionalization, and robust mechanical properties. V-MXene, composed of two vanadium layers and a core carbon layer, offers a larger sensing contact area per unit mass, making it well-suited for wearable devices. However, MXene's susceptibility to environmental conditions, such as oxidation, poses challenges. The incorporation of precious metals can enhance both stability and performance, though their scarcity and high cost limit widespread application. In this study, we developed a high-sensitivity temperature sensor material (2.4% °C⁻¹) by selectively depositing iridium (Ir) onto V-MXene using atomic layer deposition (ALD). The sensing mechanism was elucidated through density functional theory (DFT) calculations, confirming Ir's contribution to improved sensitivity. Additionally, encapsulation further enhanced the material's stability, enabling reliable monitoring of body temperature fluctuations in real-world conditions. Notably, the sensor's high sensitivity facilitated non-contact sensing and the detection of blood flow.

Keywords: high temperature sensitivity, MXene-based sensor, selective atomic layer deposition, healthcare device

맥신 기반 실시간 움직임 감지 압저항 센서 제작

변정은¹, 이정우^{1†}, Debananda Mohapatra², 김수현²

¹부산대학교 재료공학과; ²울산과학기술원 반도체소재부품대학원
(jungwoolee@pusan.ac.kr[†])

최근 유연한 웨어러블 압력 센서는 의료 및 산업 분야에서 전자 피부, 생체 신호 및 신체 움직임 모니터링 등 다양한 응용으로 활발히 연구되고 있다. 특히 MXene은 여러 2차원 소재 중에서도 뛰어난 압저항 특성을 가지며, 용액 공정을 통해 제작이 가능해 유망한 센서 재료로 주목받고 있다.

본 연구에서는 MXene을 고분자 기판 위에 코팅한 후, 해당 센서층을 금속 전극 기판과 맞게 설계하여 공기층 (Air-gap)을 포함한 구조의 디바이스를 제작하였다. 이 디바이스는 다양한 압력 감지 메커니즘을 가지며, 특히 MXene은 압력이 가해질 때 센서층과 전극 사이의 접촉 면적이 증가하고 층간 거리가 감소하여 내부 저항이 감소, 뛰어난 압저항 성능을 나타냈다.

본 연구를 통해 간단하게 제작한 MXene 기반 센서를 피부에 부착하면, 신체의 움직임에 따라 유연하게 변형되며 에어갭 구조를 활용해 압력을 효과적으로 모니터링할 수 있다. 또한 압축, 굽힘, 공기압 등 다양한 형태의 압력을 전류 변화로 실시간 감지하였다. 이러한 결과를 바탕으로, 본 센서가 로봇 공학 및 인간-기계 인터페이스(HMI) 분야에서 모션 인식 센서로 활용될 가능성을 제시할 수 있다.

Keywords: MXene, Airgap, 압저항 센서, 헬스케어, 웨어러블

Battery-free, Stealthy Neural Recorder for Deep Brain Recording in Non-Human Primates

제갈장환, 오세혁, 장경인[†]

대구경북과학기술원
(kijang@dgist.ac.kr[†])

Recent advancement in battery-free neural recorder via wireless power transfer and flexible neural probe have facilitated brain signal decoding in freely moving subjects. These advancements create new opportunities for clinical applications by employing non-human primates (NHPs) in preclinical research. NHPs are particularly valuable in these studies due to their close resemblance to human physiology. Despite this potential, most neural interface studies have primarily focused on rodent, as the larger size and active movement of NHPs present challenges for probe insertion and maintaining wireless power supply.

In this study, we introduce a battery-free, stealthy neural recorder that integrates a flexible neural probe with a mechanical transient shuttle, a wireless neural recording module, a wireless power transfer system for sub-meter range operation, and concatenated model based artificial intelligence (AI) classifier for signal analysis. After implantation in the monkeys, neural signals from the deep brain were recorded and analyzed using an AI-based classifier during a month-long eating behavior experiment, demonstrating the potential of this recorder for brain research.

Keywords: Neural recorder, flexible neural probe, non-human primates

Bilayer oxide semiconductor sensors for sensitive and selective gas sensing

정성용[†]

국립공주대학교 신소재공학부
(syjeong@kongju.ac.kr[†])

Oxide gas sensors have been widely used because of distinctive advantages such as high response. Recently, with rapid progress in sensor networks and computing power, gas sensor applications have been rapidly expanding to various fields. However, the significant challenges still remain for practical use, including low response and poor selectivity.

To address these issues, I suggest novel bilayer gas sensors that consist of sensing films and catalytic overlayers. Unlike conventional gas sensors, the sensors with bilayer structure can separate the sensing and catalytic reactions into independent processes, enabling both sensitive and selective gas-sensing. The innovative features of bilayer sensors with overlayer are 1) the suppression of cross-responses to interferants through filtering and 2) the enhancement of responses to target gases through gas reforming. These bilayer sensors with high selectivity and sensitivity can open new pathways toward high-performance gas sensors.

Keywords: gas sensors, bilayer structure, gas response, selectivity

Flash reduction of graphene oxide for temperature monitoring

윤영준, 이정우[†]

부산대학교 재료공학과
(jungwoolee@pusan.ac.kr[†])

In a pandemic like COVID-19, temperature measurement is an important indicator of the presence or absence of an outbreak. In addition, temperature can diagnose a number of health conditions and should be monitored closely.

However, traditional temperature measurement devices are rigid, heavy, and difficult to monitor in real time. Therefore, a flexible, lightweight, and real-time monitoring device is becoming increasingly important.

In this study, we developed a temperature sensor with the best characteristics by controlling the reduction degree of graphene oxide through flashreduction. We analysed how the electrical properties of the material change depending on the light energy applied to graphene oxide. The resulting sensor has good flexibility, reversibility, high sensitivity, good linearity, long-term stability, and fast response.

Keywords: Graphene Oxide, Flash reduction, Temperature sensor, flexible, Reduction control

일회용 피부 패치 전자소자의 시각화를 위한 생분해성 전기변색 디스플레이

강세훈¹, 이주용², 박주현¹, 최성근³, 강승균^{1†}

¹서울대학교 재료공학부; ²Stanford University Bioengineering Department;

³한국과학기술연구원 생체재료연구센터

(kskg7227@snu.ac.kr[†])

피부 패치 전자소자는 피부에 부착되어 사용 편의성, 휴대성, 그리고 실시간으로 모니터링이 가능하다는 장점으로 헬스케어 분야에서 발전되고 있습니다. 그러나 쉽게 사용하고 버릴 수 있는 특성 때문에 폐기물 또한 증가하고 있고, 이는 현재 대두되고 있는 전자쓰레기 (E-waste) 문제를 악화시키고 있습니다. 이에 대하여 친환경적으로 분해되는 생분해성 전자소자는 새로운 해결책으로 떠오르고 있습니다. 한편, 디스플레이는 패치 전자소자가 생체 신호로부터 측정한 전기적 신호를 육안으로 쉽고 즉각적으로 확인할 수 있게 해주어, 피부 패치 전자소자의 편의성을 극대화시켜 매우 중요한 요소입니다. 전기변색 디스플레이는 낮은 작동 전압 및 전력 소비와 저렴한 제조 비용으로 인해 단기간 사용하는 피부 패치 전자소자에 적합합니다. 하지만 지금까지 보고된 생분해성 전기변색 디스플레이는 일부 구성 요소만 생분해가 가능하다는 한계를 가지고 있었습니다. 본 연구에서는 완전히 생분해가 가능한 전기변색 디스플레이를 보고합니다. 투명 전극은 생분해성 금속인 텅스텐을 전기방사 템플릿을 통해 나노 구조로 제작하여 열 및 화학적 안정성이 낮은 생분해성 고분자 기판에 손상을 최소화했습니다. 또한 산화환원 매개체를 카운터 전극 반응으로 활용하여 수 전해질 내에서 작동 전압을 낮추고 전극 부식 등 부반응을 줄여 작동 안정성을 높였습니다. 이 생분해성 전기변색 디스플레이를 생분해성 자외선 센서, 전기화학적 트랜지스터, 그리고 이온토포레틱 약물 전달 패치 등 다양한 생분해성 전자소자와 간단한 연결을 통해 다양한 신호를 시각화 할 수 있어, 친환경적으로 폐기가 가능한 피부 패치 전자소자에 생분해성 전기변색 디스플레이의 응용을 보여줍니다.

Keywords: 생분해성, 전기변색, 디스플레이, 피부 패치, 일회용

Highly Durable Photonic Film for Efficient Daytime Radiative Cooling

박성우^{1,2}, 이현^{1,2†}, 박재인^{1,2}, 임한규², 하지성²

¹ZERC; ²Department of Materials Science and Engineering, Korea University
(nanoimprint@naver.com[†])

Radiative cooling is one of the passive cooling methods that reflects heat from surfaces while emitting it in the form of infrared radiation into the cold space, lowering the temperature below ambient temperature. This method can reduce energy consumption for cooling and significantly contribute to global efforts toward carbon neutrality. In this study, we fabricated a radiative cooler in a form of white film by simply dispersing SiO₂ and h-BN ceramic particles in a Polydimethylsiloxane (PDMS) matrix. This film exhibits outstanding optical properties suitable for radiative cooling, with 97.0% of solar reflectance and 93.9% of atmospheric transparent window (ATW) spectral emissivity. As a result, this film shows radiative cooling power of 118.84 W/m² under the direct sunlight. Outdoor tests were also conducted, and the film showed a temperature reduction of about 3.6 °C compared to the ambient temperature during the same period of exposure to sunlight. Additionally, when applied to a smartphone case, the temperature was measured to be 9.2 °C lower than a typical white silicone case. These experiments demonstrate that this film can be applied to other fields requiring solar heat blocking, such as automobiles or food storage, significantly reducing the energy needed for cooling.

Keywords: Radiative cooling, Solar reflectance, Atmospheric transparent window

AEM 수전해용 전이금속기반 OER 촉매 연구

이승훈¹, 김양도^{2†}, 박유세³, 김인태³¹부산대학교 재료공학과; ²부산대학교 재료공학부; ³충북대학교 신소재공학과
(yangdo@pusan.ac.kr[†])

수전해는 물에 전류를 흘려주어 수소를 생산하는 방법으로, 탄소부산물 발생하지 않아 최근 많은 관심을 받고 있다. 대규모의 수소 생산을 위한 여러가지 수전해 기술중, 널리 알려진 기술로써 Alkaline water electrolyzer (AWE), proton exchange membrane (PEM) water electrolyzer, and anion exchange membrane (AEM) water electrolyzer 가 있다. 특히 최근 개발된 AEM 수전해 기술은 AWE와 PEM의 장점만을 모두 갖추어 비귀금속을 촉매로 사용할수 있다는 장점이 있다. 이로 인해 수소생산 비용을 절감할 수 있지만, AEM electrolyzer의 성능은 여전히 PEM electrolyzer보다 낮다. 따라서, 이를 극복하기 위해서는 고활성의 산소발생반응 전기촉매의 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 저렴한 전이금속기반의 OER 촉매를 개발하고, 이를 AEM electrolyzer에 적용하여 우수한 성능을 확인하였다.

Keywords: Anion exchange membrane water electrolyzer, electrolysis, electrocatalysts, transition metal, water splitting

분무열분해 공정을 활용한 하이브리드 촉매 합성 및 특성 제어 연구

박다희[†]

한국재료연구원
(daheepark@kims.re.kr[†])

The development of eco-friendly materials, reduction of harmful gases, and development of alternative energy sources such as hydrogen are important issues that require urgent attention. Catalysts play a key role in solving these problems. Catalysts significantly increase the rate of chemical reactions, making energy conversion processes more efficient, and optimize reaction selectivity to increase the production of desired products. In particular, catalysts are essential for important processes such as water splitting, which is essential for commercializing hydrogen as a viable alternative energy source, thereby supporting the transition to sustainable energy solutions.

Our research focused on improving catalytic performance by hybridizing various elements, with a particular focus on metal-support interaction (MSI). MSI refers to the physical and chemical interactions between metal catalysts and oxide supports, which have a significant impact on catalytic performance. These interactions are important for improving the activity, selectivity, and stability of the catalyst. Through MSI, metal particles bind to the surface of the oxide support, changing the electron density and oxidation state of the metal, improving the electron transfer pathway, reducing the activation energy, and ultimately increasing the catalytic efficiency.

We synthesized hybrid catalysts using a spray pyrolysis method. This method is a process that rapidly decomposes precursor solutions at high temperatures to produce fine, uniform particles. Spray pyrolysis offers several advantages, including scalability and the ability to produce a wide range of compositions. Its fast reaction rate and relatively simple setup make it particularly suitable for large-scale catalyst production.

This synthesis method significantly improves the durability of the catalyst, allowing the catalyst to maintain excellent performance even under extreme reaction conditions. By optimizing the interaction between the multicomponent alloy catalyst and the oxide-based support, we were able to improve the electronic structure, lower the activation energy, and create more efficient reaction pathways. These results provide valuable insights for designing catalysts that can be applied to real industrial processes.

Acknowledgment

This work was supported by the Ministry of Trade, Industry of Energy (MOTIE) of the Republic of Korea under grant no.20019175.

Keywords: Catalysts, Metal-support interaction, Spray pyrolysis

Advanced cover-free compact air filters based on directly electrospun core-shell nanofibers on mesh substrates

이유정, 김민지, 윤지선[†]

한국세라믹기술원
(susubin@kicet.re.kr[†])

Advanced cover-free compact air filters for propylene glycol monomethyl ether acetate (PGMEA) capture were manufactured by two step process. The first step is to directly electrospun ceramic-polymer composite nanofibers with zeolite (ZSM-5, zeolite socony mobil-5) embedded in core (PVDF, polyvinylpyrrolidone)-shell (PVP, polyvinyl pyrrolidone) nanofibers on a mesh substrate that acts as both a cover and a support. The second step is to maximize the exposure of zeolite active sites by partial wet-etching process of PVP polymer in the shell part. The air filter performance was investigated by measuring five-cycle adsorption-desorption experiments of PGMEA at desorption temperatures of 80 °C or 150 °C. The stable adsorption performance was observed at a low regeneration temperature of 80°C, which is considered suitable for use in applications requiring multiple regeneration cycles.

Keywords: Electrospinning, core-shell-structured nanofiber, mesh substrate, air filter, propylene glycol monomethyl ether acetate

Extrinsic stretchable methods for strain control using chiral liquid crystal elastomers

신준혁, 최수석[†], 박지윤, 남승민, 한상현, 양학준, 김동준

POSTECH
(choiss@postech.ac.kr[†])

This research focuses on improving strain uniformity in Chiral Liquid Crystal Elastomers (CLCEs) for use in stretchable electronics and imaging. The study tackles the issue of uneven strain distribution through innovative design techniques. By incorporating mechanochromism, the study demonstrates color shifts based on strain levels, utilizing photonic and chiral structures to indicate displacement. While advancements in mechanochromic technology and electroactive methods have enabled localized strain control via electrical signals, the challenges of high voltage requirements and lack of portability remain. To address this, we introduce a novel approach using rigid plate and kirigami techniques to achieve uniform strain and color control in CLCE arrays, supported by Finite Element Method (FEM) simulations and theoretical analysis. The findings have important implications for the development of stretchable devices with uniform strain control, particularly in applications like camouflage and encryption, offering a straightforward yet effective strategy for controlling strain and color in CLCE devices.

Keywords: Chiral liquid crystal elastomer, strain uniformity, kirigami cut

Materials Research Society of Korea, Fall Conference 2024



포스터발표

Thickness and Chlorine Effects on Resistive Switching and Photonic Synapse Properties of Halide Perovskite Thin Films

Won Chang Choi¹, Yeonghun Yun², Yunmo Kang¹, Sangwook Lee^{1†}

¹School of Materials Science and Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, Republic of Korea;

²Department Perovskite Tandem Solar Cells, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH,

12489 Berlin, Germany

(wook2@knu.ac.kr[†])

Recently, photonic synapses based on halide perovskite memristors have been intensively studied due to their low power consumption, high information processing speed, and ability to simultaneously receive optical and electrical signals. In this study, the resistive switching behavior and photo-synaptic properties of methylammonium lead bromide (MAPbBr₃) thin films were investigated by varying thicknesses and substituting bromine with chlorine. The thickest film (330 nm) exhibits a single step of resistive switching from a high resistance state to low resistance state (SET), which is attributed to the formation of conductive filaments by the migration of halide vacancies. In contrast, thinner films (100 nm and 210 nm) show two steps of SET where both the halide vacancies and electrode ions (Ag⁺) are involved in the formation of conductive filaments. Among the films, the 210 nm-thick film exhibited the most effective potentiation by repeated light exposure. When incorporating Cl into the MAPbBr₃ film, the resistive switching voltages and the light-induced potentiation were decreased. This was attributed to the smaller ion size of Cl compared to Br, which facilitates ion migration and the formation of vacancy filaments. Short-term potentiation and long-term depression under light pulses were characterized using paired-pulse facilitation and paired-pulse depression.

Keywords: halide perovskites, photonic synapse, resistive switching, film thickness, chlorine substitution

Organic bistable memory devices of PMMA polymer matrix-based ZnO-C60 core-shell QDs nanocomposites

Jinseo Park^{1,2}, Yong-Ho Ra¹, Jaeho Shim², Dong Ick Son^{2,3†}

¹Division of Advanced Materials Engineering, Engineering College, Research Center for Advanced Materials Development, Jeonbuk National University;

²Institute of Advanced Composite Materials, Korea Institute of Science and Technology;

³KIST School, Department of Nanomaterials and Nano Science, University of Science and Technology (UST)
(eastwing33@kist.re.kr[†])

Organic bistable memory devices (OBMDs) fabricated utilizing ZnO-fullerene core-shell quantum dots (QDs) embedded in a poly(methyl methacrylate) (PMMA) polymer matrix were fabricated using a spin-coating technique. To improve the quantum confinement of ZnO QD, fullerene C₆₀, which has high electron affinity, was synthesized with ZnO QD core as a shell to form a core-shell structure that serves as an excellent trap site. Transmission electron microscopy (TEM) images revealed that ZnO-C₆₀ core-shell QDs with a diameter of approximately 10 nm were formed among the PMMA polymer matrix. Current-voltage (I-V) measurements on Al/ZnO-C₆₀ core-shell QDs embedded in PMMA polymer matrix/indium-tin-oxide (ITO) devices at 300 K showed electrical bistability. The maximum ON/OFF ratio of the current bistability for the OBMDs was as large as 1.8×10^4 , the cycling endurance for the OBMDs was above 1.5×10^4 cycles, and a retention time for the OBMDs was larger than 1.2×10^5 s. The carrier transport mechanisms for the OBMDs were described by fitting the experimental I-V data using several models.

Keywords: ZnO-C60, Quantum Dot, Polymer, Nanocomposites, Organic bistable memory devices

Evaluation of Contact Properties in AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistor Using the Bridge-Contact Resistance Method

Hyunjung Lee¹, Donghan Kim¹, Jeonghoon Choe¹, Haechan Lee¹, Jiyeong Yun², Hongsik Park^{1,3†}

¹School of Electronic and Electrical Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, South Korea;

²Gumi Electronics & Information Technology Research Institute;

³School of Electronics Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, South Korea

(hpark@ee.knu.ac.kr[†])

The Transmission line model (TLM) has been widely used to evaluate the ohmic contact properties of AlGaIn/GaN high electron mobility transistors (HEMTs). The TLM method is convenient and straightforward for determining the specific contact resistance by simply employing multiple metal contacts with varying channel spacings. It inherently assumes that the sheet resistance beneath the electrodes is identical to that in the channel region between the electrodes. This assumption, however, can lead to inaccuracies in AlGaIn/GaN HEMTs, particularly due to non-uniform current flow caused by variations in two-dimensional electron gas (2DEG) mobility under the contacts. This is especially pronounced as a result of rapid thermal annealing, which induces metal-semiconductor interfacial reactions and alters the sheet resistance.

In this work, we demonstrate that the Bridge-Contact Resistance (BCR) method provides a more precise evaluation of the ohmic contact parameters in AlGaIn/GaN HEMTs by considering the changes in sheet resistance induced by varying RTA temperatures. Specifically, the results indicate that the specific contact resistance and transfer length obtained from the BCR method are approximately 30 % lower than those calculated using the TLM method at an annealing temperature of 850 °C for 30 seconds. This suggests that the BCR method offers a more reliable technique for optimizing ohmic contact performance in high-frequency GaN-based devices.

Keywords: HEMT, Ohmic contact, Contact resistance

Continuous tuning of metal-insulator transition temperature in TiO₂/VO₂/TiO₂ tri-layer

Sungwon Lee^{1,2}, Dong Kyu Lee^{1,2}, Hyeji Sim³, Yunkyu Park³, Si-Young Choi³, Junwoo Son^{1,2†}

¹Department of Materials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea;

²Research Institute of Advanced Materials, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea;

³Department of Materials Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH),
Pohang 37673, Republic of Korea
(junuson@snu.ac.kr[†])

Vanadium dioxide (VO₂) has attracted the significant interest for diverse opto-electronic devices due to its sharp resistivity ratio modulation across the metal-insulator transition ($T_{MI} \sim 340\text{K}$ in bulk). To satisfy these device environments and different applications, the systematic control of the metal-insulator transition temperature (T_{MI}) is required in ultrathin VO₂ films. Although the extrinsic doping has been a conventional method to modulate T_{MI} of VO₂ film, this approach often degrades the crystallinity and transition characteristics due to inevitable formation of multivalent states or point defects. Here, we present a new strategy to continuously tune the T_{MI} by using thickness ratio (t-VO₂ / t-TiO₂) dependent strain partitioning in TiO₂/VO₂/TiO₂ tri-layer, without compromising structural and electrical properties of VO₂ epitaxial films. By utilizing a freestanding ultrathin TiO₂ layer as an epitaxial template, a single-crystalline TiO₂/VO₂/TiO₂ tri-layer was successfully integrated on the SiO₂/Si substrate; the VO₂ film in the tri-layer was fully strained due to lattice mismatch (about $\sim 0.86\%$) with top and bottom TiO₂ layers. Interestingly, the re-transferred (i.e., release and transfer onto a new substrate) TiO₂/VO₂/TiO₂ tri-layer exhibited the lattice expansion toward bulk values by re-distributing the mechanical stress of VO₂ layer depending on t-VO₂ / t-TiO₂. This elastic strain relaxation of VO₂ layer allowed for continuous modification of lattice parameter and subsequent T_{MI} without losing steep phase transition. Our results will offer unique opportunity to design strain-tunable functionalities in heterostructures of emergent quantum materials.

Keywords: metal-insulator transition, vanadium dioxide, freestanding nanomembrane

Atomic Layer Deposited InGaZnO_x Thin-Film Transistors for Low Subthreshold Swing and High Mobility

최형석, 한동희, 정현우, 김재준, 박민혁[†]

서울대학교 재료공학부
(minhyuk.park@snu.ac.kr[†])

The increasing demand for advanced data processing capabilities in various industries has driven the need for semiconductor devices with enhanced performance, particularly those that minimize power consumption and enable higher integration. Among the emerging materials, InGaZnO_x (IGZO) oxide semiconductors have gained attention as promising candidates for next-generation channel materials due to their low off-state current (10^{-18} A μm^{-1}) and compatibility with back-end-of-line (BEOL) processes, thanks to their low-temperature deposition (< 400 °C). Notably, atomic layer deposition (ALD) of IGZO offers precise compositional control of In, Ga, and Zn, along with superior step coverage for 3D semiconductor structures, making it highly suitable for 3D dynamic random access memory (DRAM) applications. However, research on ALD IGZO remains limited, despite its growing interest. Our work aims to optimize ALD conditions to enhance the electrical characteristics of IGZO thin-film transistor (TFT).

In this study, we deposited a 10.5 nm ALD IGZO film to achieve high mobility and low subthreshold swing (SS) in TFT. The IGZO channel was deposited at 200 °C, achieving an atomic ratio of In:Ga:Zn = 47.0 % :19.6 %:33.4 %. A 12 nm Al₂O₃ layer was used as the gate insulator due to its low leakage current. Through optimization of ALD saturation for In, Ga, and Zn oxides, the fabricated IGZO TFT exhibited excellent electrical performance with a threshold voltage (V_{TH}) of -1.3 V, field-effect mobility (μ_{FE}) of $39.8 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$, SS of 79.1 mV dec^{-1} , and an on/off current ratio of 1.8×10^9 . The high μ_{FE} is attributed to the higher In content (47 at%), which has weaker oxygen bonding than Ga and Zn, contributing to the observed negative V_{TH} . Additionally, the smooth interface between Al₂O₃ and IGZO helped achieve low SS, supporting low-voltage operation. These results demonstrate that high-performance ALD IGZO TFTs can be fabricated within BEOL thermal limits (< 300 °C).

Keywords: ALD, IGZO, TFT

Electrochemical etching-based lateral AlGaIn/GaN nanowire transistors

Yejin Choi, Mallem Siva Pratap Reddy, Yu Na Lee, Meshesha, Mikiyas Mekete, Manal Zafar, Sungjin An[†]

Kumoh National Institute of Technology
(drmspreddy@kumoh.ac.kr[†])

The superior switching speed of GaN compared to silicon facilitates high-frequency operation, rendering it optimal for high-speed wireless charging, RF communication, and other applications. Comprehensive research persists in investigating the material constraints of GaN, including advancements like GaN FinFETs and tri-gate configurations. In Fin-based transistors, issues such as lattice stress and leakage current into the buffer layer occur due to insufficient separation from the buffer layer. Research on GaN structures and the creation of transistors utilizing nanowire configurations are essential to resolve these issues. Consequently, we engineered a multilayer AlGaIn/GaN architecture and constructed an AlGaIn/GaN-based nanowire FET by infusing N⁺ ions into the specimens and using electrochemical etching. Nanowires produced through electrochemical etching were validated using a scanning electron microscope (SEM) and a transmission electron microscope (TEM). The study results indicate that nanowires can be efficiently produced via electrochemical etching. It demonstrates enhanced electrical properties relative to current devices.

Keywords: AlGaIn/GaN, Nanowire, Electrochemical etching, transistors

Defect Engineering via Sputtering in Non-volatile Anti-ferroelectric $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ Thin Films for Low-power, High-endurance

정현우, 박민혁[†], 조용현

서울대학교 재료공학부
(minhyuk.park@snu.ac.kr[†])

Since ferroelectricity in doped HfO_2 was first discovered in 2011, fluorite-structured ferroelectric thin films have been comprehensively studied as a promising material for next-generation semiconductor devices, such as ferroelectric random access memory (FeRAM) and ferroelectric field-effect transistors (FeFETs), due to their excellent compatibility with complementary metal-oxide-semiconductor processes and their physical scalability (~ 10 nm). The $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ thin films demonstrate various characteristics ranging from ferroelectric to anti-ferroelectric depending on the Zr fraction. Although anti-ferroelectric thin films exhibit excellent durability, their use in FeRAM faces challenges due to the wake-up effect and volatile behavior, which are typically observed as a double-hysteresis loop. To overcome these issues, recent studies have focused on achieving non-volatile half-loop hysteresis through the application of a built-in bias. In this study, after rapid thermal annealing at 500 °C in a TiN/HZO/TiN/Si structure, the TiN layer was etched and re-deposited by sputtering. This process led to the shift of a -0.6 V built-in bias, attributed to defects introduced during the TiN sputtering process. By further optimizing the thickness and composition, we achieved remarkable properties at a thickness of 7 nm, with a coercive voltage of 1.05 V and endurance surpassing 10^9 cycles, while effectively reducing the wake-up effect. Additionally, X-ray Photoelectron Spectroscopy and Transmission Electron Microscopy analyses identified oxygen vacancies as the origin of the built-in bias. These results suggest that defect engineering via sputtering is an effective approach to improve the performance of HZO thin films, introducing a strategy for the development of low-power, high-reliability devices.

Keywords: Semiconductor, Ferroelectric, Fluorite

Comparative study on Nucleation Limited Switching in HfO₂/ZrO₂ Nanolaminates and (Hf,Zr)O₂ Solid Solutions

조용현, 박민혁[†], 박근형, 이동현, 권태규, 이재욱

서울대학교 재료공학부
(minhyuk.park@snu.ac.kr[†])

Neuromorphic computing (NC) has gained significant attention as a solution to the energy inefficiency and memory bottlenecks of traditional von-Neumann architectures.^[1] This energy-efficient paradigm, inspired by biological neural systems, benefits from the use of nonvolatile ferroelectric HfO₂-based devices, which offer advantages in scalability and compatibility with CMOS technology. A critical requirement for NC applications is achieving precise, linear control over the fraction of switched domains in ferroelectric materials—an attribute that is not frequently observed in conventional ferroelectric devices. This research investigates how the structure of HfO₂/ZrO₂ nanolaminates and Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ solid solutions affects their switching behavior, applying the nucleation-limited switching model for analysis.^[2] The study examines 10 nm-thick Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂ solid solution layers and HfO₂/ZrO₂ nanolaminates with individual layer thicknesses of 1 nm and 2.5 nm. Notably, nanolaminates starting with ZrO₂ showed a 20% reduction in w (the full-width at half-maximum of the Lorentzian distribution of logarithmic switching times) compared to both solid solutions and HfO₂-starting nanolaminates. Meanwhile, the 1 nm-layered nanolaminate exhibited a mean switching time (t_0) that was 7% longer than the solid solution but around 10% shorter than the 2.5 nm-layered laminate. These results underscore the influence of the starting layer material on w and the single-layer thickness on t_0 . Ultimately, the findings suggest that ZrO₂-start nanolaminates can reduce device variability, while thicker layers promote faster switching, offering a strategic path to optimize the switching kinetics in (Hf,Zr)O₂ ferroelectric devices.

Keywords: HZO, Ferroelectric, Switching Kinetics.

Correlation between phase transition behavior and growth parameters of RF sputtered vanadium dioxide thin films

진혜수, 박동희[†]

한국과학기술연구원
(pdmtime@kist.re.kr[†])

Vanadium dioxide (VO₂) is a representative phase-change material, well-known for its insulator-metal transition (IMT) behavior. Due to its unique properties, VO₂ has been widely studied for potential applications in memory devices, sensors, smart windows, and neuromorphic computing.[1]-[3] While numerous studies have focused on application-driven research of VO₂, fundamental investigations into the growth of VO₂ thin films remain comparatively underexplored. Consequently, a deeper understanding of VO₂ thin film growth is essential to elucidate how growth conditions affect its properties.

In this study, we investigate growth conditions, especially growth temperature and oxygen flow rate, which affect the properties of VO₂ thin films. The VO₂ thin films were deposited on SiO₂ and sapphire substrates using RF sputtering to optimize their crystallographic and electrical properties. The crystallographic properties were analyzed using XRD, SEM, and TEM, while the electrical properties were evaluated through resistance variation measurements, demonstrating the IMT behavior.

Under optimized conditions, specifically at a growth temperature of 680°C and an oxygen flow rate of 4.4 sccm, VO₂ thin films are expected to exhibit specific crystallographic properties, particularly in terms of grain size and phase composition, which are anticipated to influence their electrical performance. VO₂ thin films deposited on SiO₂ substrates exhibited a resistance change of 3.4 orders of magnitude, while those deposited on sapphire substrates showed a resistance change of 4.3 orders of magnitude. These results demonstrate the impact of substrate material and deposition parameters on the IMT behavior of VO₂ thin films, providing insights for their application in future electronic and optoelectronic devices.

References

- [1] Y. Zhou and S. Ramanathan, "Mott Memory and Neuromorphic Devices," *Proceedings of the IEEE*, vol. 103, no. 8, pp. 1289–1310, Aug. 2015, doi: 10.1109/JPROC.2015.2431914.
- [2] B. Hu *et al.*, "External-Strain Induced Insulating Phase Transition in VO₂ Nanobeam and Its Application as Flexible Strain Sensor," *Advanced Materials*, vol. 22, no. 45, pp. 5134–5139, Dec. 2010, doi: 10.1002/ADMA.201002868.
- [3] A. Krammer *et al.*, "A revolutionary material for aerospace and neuromorphic computing," *J Appl Phys*, vol. 122, no. 4, Jul. 2017, doi: 10.1063/1.4995965.

Keywords: Phase-transition material, Insulator-metal transition(IMT), VO₂

Artificial Photothermal Nociceptor using Mott Oscillators

Pyeongkang Hur¹, Daseob Yoon², Minwook Yoon³, Yunkyu Park¹, Junwoo Son^{3†}

¹Pohang University of Science and Technology (POSTECH); ²Pukyong National University; ³Seoul National University
(junuson@snu.ac.kr[†])

Bioinspired sensory systems based on spike neural networks have received considerable attention in resolving high energy consumption and limited bandwidth in current sensory systems. To efficiently produce spike signals upon exposure to external stimuli, compact neuron devices are required for signal detection and its encoding into spikes in a single device. Herein, it is demonstrated that Mott oscillative spike neurons could integrate sensing and ceaseless spike generation in a compact form, which emulates the process of evoking photothermal sensing in the features of biological photothermal nociceptors. Interestingly, frequency-tunable and repetitive spikes were generated above the threshold value ($P_{th} = 84 \text{ mW/cm}^2$) as a characteristic of “threshold” in leaky-and-integrate-fire (LIF) neuron; the neuron devices successfully mimic a crucial feature of biological thermal nociceptors, including modulation of frequency coding and startup latency depending on the intensity of photothermal stimuli. Furthermore, Mott spike neurons are self-adapted after sensitization upon exposure to high-intensity infrared radiation, which could replicate allodynia and hyperalgesia in a biological sensory system. Thus, this study presents a unique approach to capturing and encoding environmental source data into spikes, enabling efficient sensing of environmental source for the application of adaptive sensory systems.

Keywords: metal-insulator transition; oxide; neuron; oscillator; artificial nociceptor

Core-Shell $\text{BaTiO}_3\text{-Ca}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ Composites for Enhanced Dielectric Properties and Temperature Stability in MLCCs

이준원[†], 권도균[†], 한명우

한국항공대학교

(jwlee.kau@gmail.com[†]; dkwon@kau.ac.kr[†])

Multilayer Ceramic Capacitors (MLCCs) with thin dielectric layers have driven a growing need for temperature stability. BaTiO_3 (BT) is widely used due to its dielectric properties, but its performance decreases during the cubic-to-tetragonal phase transition. To enhance its temperature stability, a common approach involves forming solid solutions by substituting ions at the A-site and B-site of pure BT with oxides or carbides. However, Differences in size and shape between these additives and the BT matrix often cause non-uniform distribution and compositional inhomogeneity, limiting the effectiveness of such modifications. To overcome these challenges, this research explores a different approach, using two-dimensional (2D) nano sheets. $\text{KCa}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ was exfoliated into 2D nano sheets of $\text{Ca}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ (CN) through ion exchange and exfoliation processes. These CN nano sheets were then integrated with BT by wrapping process to form a core-shell composite, enhancing temperature stability through Ca and Nb substitution at the A- and B- sites in BT. we confirmed a wrapped core-shell structure of BT-CN by TEM, assembly of BT nano particles and CN nano sheets. As a result of sintering BT-CN, Ca and Nb substitution at the A- and B- sites in BaTiO_3 leads to an improvement of temperature stability. BT-CN composite materials demonstrated enhanced dielectric properties, making them suitable for advanced MLCCs applications. Additionally, we conducted fast firing to improve the temperature stability by preventing the diffusion of Ca and Nb from the shell to the core.

Keywords: Multilayer Ceramic Capacitors, BaTiO_3 , Dielectric properties, Fast firing

Enhanced thermal properties of Hybrid dielectric substrates with exfoliated Kaolinite beyond 5G

권나연, 이준원, 송태영, 권도균[†]

한국항공대학교 신소재공학과
(dkwon@kau.ac.kr[†])

As the wireless communication standard is evolving from 5G to beyond 5G, It is critical to lower the dielectric constant (k) and loss tangent (Df) of build-up materials to enable high-speed transmission in signal paths. Hybridization of organic and inorganic materials can offer an effective way to satisfy these requirements by combining the polymer's low dielectric constant and the significantly low-loss character of ceramic materials. In this study, Forsterite (Mg_2SiO_4) and thermoset/thermoplastic Polyimide (PI) were chosen as the primary components of composites.

We applied exfoliated kaolinite to improve the thermal properties of composites. The exfoliation of Kaolinite was performed via a two-step method: intercalation with urea followed by exfoliation using tetrabutylammonium hydroxide. It enhances in-plane thermal conductivity. Dielectric properties of the composite were measured at the 28 GHz band, and thermal conductivity was evaluated using a Thermal Conductivity Meter by adjusting the fraction of exfoliated kaolinite. As a result, Forsterite-thermoset/thermoplastic PI hybrid composites with exfoliated kaolinite exhibited excellent thermal reliability.

Keywords: 5G, composite, loss tangent, Forsterite, Polyimide, Kaolinite, Exfoliation

Optimization of the LiNbO₃ waveguide profile using ICP-RIE and Post-cleaning process

김남훈^{1,2}, 박동희^{1†}, 최현진^{2†}

¹한국과학기술연구원(KIST) 양자기술연구단, ²연세대학교 신소재공학과
(pdmtime@kist.re.kr[†]; hjc@yonsei.ac.kr[†])

To address the enormous amount of information traffic that increases exponentially every year, research is being conducted to enhance device efficiency by downscaling the size of existing Electronic Integrated Circuits (EICs) or adopting Photonic Integrated Circuits (PICs), which transmit signals using light. However, Si-based PICs face challenges in downscaling due to the weak electro-optical properties of silicon, requiring additional components to enable operation at lower voltage[1]. Consequently, research is underway to fabricate waveguides using materials with strong electro-optical properties, such as LiNbO₃[2]. In this study, various E-beam resists were patterned on X-cut LiNbO₃ substrates. To prevent the formation of by-products and re-deposition issues that occur when using CF-based etching gases, commonly employed in previous studies, etching was performed using only inert Ar gas. The ON/OFF cycling etching method was utilized, and the substrate temperature was controlled by adjusting the cycling ratio. We also examined the effects of operating pressure, explaining the corresponding mechanisms. The loss of the fabricated LiNbO₃ waveguide devices was measured through optical analysis, and future work related to this research was discussed.

Keywords: PIC, LiNbO₃, ICP-RIE

Effect of deposition conditions on the electrical properties of VO₂(M) thin films for Mott transistors

채로주^{1,2}, 신창환^{2†}, 박동희^{1†}

¹Center for quantum technology, Post-Silicon Semiconductor Institute, KIST; ²Electrical Engineering, Korea University
(cshin@korea.ac.kr[†]; pdmtime@kist.re.kr[†])

There have been numerous studies for use of metal–oxide materials as an alternative to semiconductors in field-effect transistors (FET), as current Si FET technology inevitably encounters intrinsic scaling limitations. VO₂(M) exhibits a first-order reversible IMT slightly above room temperature(68°C), with rapid changes in electrical and optical conductivity and an R-M1 structural phase transition. This IMT behavior can be triggered by temperature or by charge density changes induced by an external electric field. Applications of the controllable IMT of VO₂(M) for Mott transistors were rarely studied while those for artificial neurons and optoelectronic devices were widely investigated. [1]-[3]

This study investigates VO₂(M) thin films deposited on SiO₂/Si and sapphire substrates to check a feasibility as a channel layer in Mott transistors. The crystallographic and electrical properties of VO₂(M) thin films were precisely controlled by varying the oxygen partial pressure ratio (PO₂/PAr [sccm]) with a reactive DC sputtering. The nanostructural properties of the VO₂(M) thin film, including grain size increase, phase composition and surface roughness, were analyzed by XRD, SEM, and AFM. The switching characteristics of FET devices based on phase transition characteristics were examined analyzing I-V curve which are affected by deposition parameters.

The analysis of nanostructural and electrical properties of thin films under varying deposition conditions showed that these parameters significantly influence the switching performance of Mott transistors utilizing the controllable IMT characteristics of VO₂(M).

References

- [1] Yoon Jung Lee *et al.*, “Nonvolatile Control of Metal–Insulator Transition in VO₂ by Ferroelectric Gating” *Advanced Materials*, vol. 34, no. 32, pp. 2203097, Aug. 2022, doi: 10.1002/adma.202203097.
- [2] S. Hormoz *et al.*, “Limits on vanadium oxide Mott metal–insulator transition field-effect transistors,” *Solid-State Electronics*, vol. 54, no. 06, pp. 654–659, June. 2010, doi: 10.1016/j.sse.2010.01.006.
- [3] Takeaki Yajima *et al.*, “Positive-bias gate-controlled metal–insulator transition in ultrathin VO₂ channels with TiO₂ gate dielectrics,” *Nature communications*, Dec. 2015, doi: 10.1038/ncomms10104.

Keywords: phase transition, IMT, VO₂(M), Mott transistor

Visible Light Detection in Indium-Gallium-Zinc-Oxide Phototransistor via CuI Deposition

Woosuk Sohn, Taeyoon Lee[†]

NanoBio Device Laboratory, School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University
(taeyoon.lee@yonsei.ac.kr[†])

Recently, IGZO phototransistors have been spotlighted in various field such as displays, image sensors, and wearable devices, owing to their high charge mobility and photosensitivity. Although the IGZO phototransistors are widely recognized, some improvements are required as they can detect a limited wavelength range of visible light due to the wide bandgap of IGZO (approximately 3.7–3.8 eV). Generally, the bandgap of IGZO can be adjusted by introducing impurities, however, such approaches often lead to performance degradation by decreasing the mobility of transistor and raising the threshold voltage and subthreshold swing. In this study, we developed a CuI/IGZO phototransistor capable of detecting light in the whole visible range by utilizing copper iodide (CuI), a p-type semiconductor material widely used in photodetectors, nanofibers, solar cells, and LEDs. As p-type CuI is deposited on the n-type IGZO layer, a pn junction and a type-II bandgap structure can be formed, which leads to an increase in the number of electrons and holes generated by light and enhances the photocurrent. Also, zinc was additionally doped to prevent the degradation of performance of CuI TFTs due to the volatility of iodine, and enhance the stability of transistor and the on-off current ratio. Compared to conventional IGZO phototransistors, the developed CuI/IGZO phototransistor demonstrated high responsivity to a broader range of wavelengths. In the future work, we will focus on optimizing the detectivity and photoresponsivity of the CuI/IGZO phototransistor to achieve further improvements. This phototransistor has great potential for applications in photo-memory and neuromorphic device, presenting innovative advancements in fields such as artificial intelligence, autonomous driving, and smart devices.

Keywords: IGZO, visible light detection, phototransistors, copper iodide deposition

Evaluation of Physical and Electrical Properties of Silicon Nitride Thin Films in MIM Capacitors under Various Deposition Conditions

Sung-Min Park^{1†}, Joong-heon Kim¹, Sangsoo Kim¹, Daeyoung Kim¹, Byeong-Hyeok Choi¹,
Seonyong Hwang¹, Dong-Wook Shin², Sang Hyun Jung^{1†}

¹Furfure IC Platform Lab., Korea Advanced Nano fab Center;

²Department of Materials Science and Engineering, Hanbat National University

(sungmin.park@kanc.re.kr[†]; sanghyun.jung@kanc.re.kr[†])

This study investigates the physical and electrical properties of silicon nitride (SiN_x) thin films deposited via Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD) in Metal-Insulator-Metal (MIM) capacitor structures [1]. The deposition rate and refractive index were evaluated under different gas flow rates of SiH₄ and NH₃. Surface morphology and chemical composition were analyzed using Atomic Force Microscopy (AFM) and Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR), respectively. Electrical performance was characterized through measurements of capacitance leakage current and breakdown voltage (BV). Additionally, Time-Dependent Dielectric Breakdown (TDDB) analysis was conducted to evaluate long-term reliability, with the results modeled using the Weibull cumulative distribution function [2]. These results demonstrate the potential of optimized MIM capacitors with improved performance and lifetime suitable for high-frequency circuit applications.

Keywords: MIM capacitor, Silicon nitride, Cu metallization, Integration, Process optimization, Reliability

BaFe12O19/LaAlO3의 전자기파 흡수 특성 연구

최범규, 심인보[†]

나노전자물리학과
(ibshim@kookmin.ac.kr[†])

전자파는 기술의 발전에 따라서 군사 및 민간 분야에서 널리 사용되고 있다. 그러나 과학 기술의 급격한 발전에 따라서 일상생활 속에서 인체에 전자파가 노출되기도 하고, 간섭현상을 통해 다른 전자기기에 영향을 미치고 있다. 이러한 상황에서 전자파 흡수 물질에 대한 필요성은 더욱 강조될 수밖에 없다. 전자파 흡수 물질은 가볍고 넓은 응용 주파수 대역에 강한 Reflection Loss를 필요로 한다. 그래서 페라이트는 연구 물질로 주목을 받았고 다양한 연구 분야에서 연구되고 있다.

본 연구에서는 sol-gel method와 1200°C 5h 열처리 공정을 통해 GHz 대역대에서 마이크로파 흡수체로 사용되고 있는 BaFe12O19를 제조하였고, 또한 마이크로파 흡수 성질을 극대화하기 위해 높은 유전 특성을 보이는 LaAlO3를 표면에 복합화하는 연구를 수행하였다. XRD 측정 결과 hexa ferrite 결정상을 얻을 수 있었으며, 표면 복합화 이후 XRD 측정을 통해 BaFe12O19/LaAlO3 복합체의 결정상을 얻을 수 있었다. SEM을 통해서 마이크로 크기의 페라이트의 합성을 확인하였다. VSM을 통해 자기 특성을 평가하였고, Network Analyzer를 사용하여 GHz 대역대의 마이크로파에 대해서 흡수 특성을 분석하였다.

Keywords: 바륨 페라이트, 마이크로파 흡수

Phase-field Simulation of Thin Film Deposition and Crystallization

이환욱, 권용우[†]

홍익대학교

(ykwon722@hongik.ac.kr[†])

Recently commercialized semiconductor devices are mostly thin films deposited on nonplanar substrates. For example, HfO₂, a high-k material used in FinFETs and MBC-FET. In addition, there are channels and ONO layer in V-NAND, and capacitors in DRAM. Its deposition profile and microstructure including grain structure and surface morphology should be engineered to obtain sufficient on-current. Conformal film inside a hole is necessary. The process modeling should be preceded in order to evaluate how the deposition profile and microstructure affect device performance by TCAD or FEM.

We developed a phase-field model (PFM) code for simulating thin film growth. In this model, it consists of three phases: a substrate, a film to be deposited, and a gas. Film is divided into amorphous and crystalline, and crystalline can have various grains. Also, gas flux, surface reaction and surface diffusion are used as parameters for the deposition process. By controlling these process parameters, different deposition results can be obtained and the conformality of the results can be checked. This makes it possible to more accurately predict the formation of the film and the microstructure of the film during thin film deposition.

In this presentation, we will demonstrate our PFM codes for thin film simulations along with some process optimization examples. The integrated model of deposition modeling and crystallization will be explained, and the direction of the model and future work topics will be explained by comparison through various examples such as the conformality and nucleation rate of the thin film deposited on the substrate.

Keywords: phase-field method, deposition, grain growth

Advancements in PEO Coating Technology: Development of a High-Performance Rectifier for Enhanced Semiconductor Applications

김기윤[†], 박민희

대단(주)

(neflab.ceo@gmail.com[†])

The existing PEO coating layer consists of a diffusion layer at the interface, a core layer, and a brittle layer with weak mechanical bonding. These structural limitations have restricted its application in high-quality industries. In particular, the pores generated by the discharge channels formed during the repetitive growth process of PEO coatings are the primary cause of inhibiting the formation of high-performance oxide films.

In this study, we present a high-performance PEO rectifier technology developed by Daedan Co., Ltd. to satisfy the high-quality standards of the semiconductor industry. The developed real-time monitoring system facilitates customized film formation by allowing precise adjustment of voltage and pulse width in 1 μ sec increments, resulting in uniform and dense coatings on complex semiconductor components. These results demonstrate that the size of the plasma arc can be controlled by finely adjusting the current, resulting in high-density, pore-free oxide films.

The film formed through this rectifier showed excellent thickness uniformity and excellent characteristics. The breakdown voltage of the insulating film exceeded DC 2500 V, and especially in the NF3 environment, the plasma-resistant film showed excellent plasma resistance with a coating reduction rate of less than 0.4 μ m per hour. Based on this, a prototype with the same specifications as the RPS block used in actual semiconductor equipment was manufactured to achieve uniform coating even in complex shapes.

The innovative technology proposed in this study has solved the structural limitations of PEO coatings by developing a high-power micro-controlled rectifier and a customized electrolyte. This technology has minimized pores and enabled the outermost layer to grow into a strong core layer, enabling a one-step PEO coating without pores and post-processing. In addition, it has provided an optimized solution for the manufacturing of various semiconductor products by forming a uniform and dense coating layer on products with large areas and complex shapes.

The new PEO coating technology implemented through Daedan's high-performance PEO rectifier is expected to significantly improve productivity through improved material properties, worker safety through eco-friendly processes, and a dramatic reduction in defect rates. In particular, this technological innovation will contribute to strengthening the competitiveness of the semiconductor industry and will be an essential element in improving the performance of next-generation semiconductor devices.

Keywords: PEO, mao , plasma, semiconductor, coating, anodizing, rectifier

나노 WO₃ 강화 Sn-0.7Cu 솔더의 전기 도금 전극을 통한 LED 패키징 신뢰성 향상

정재필[†], 천성경, 배드보라, 이경아

서울시립대학교 신소재공학과
(jpjung@uos.ac.kr[†])

최근 반도체 산업에서는 전공정의 공정 미세화 한계로 인하여, 패키징과 같은 후공정에서 경박단소(輕薄短小)의 중요성이 부각되고 있다. 특히, 솔더와 패키징 방식에 따라 소자의 성능과 에너지 효율이 달라지므로 적절한 재료를 선택하여 높은 신뢰성을 확보하는 것이 중요한 과제로 떠오르고 있다. 본 연구에서는 1608 (1.6 mm × 0.8 mm) LED 접합을 위하여, 전기도금법을 이용하여 WO₃ 나노 입자가 포함된 Sn-0.7Cu-xWO₃ (x= 0.1, 0.25, 0.5)를 ENIG (Electroless Nickel Immersion Gold) 전극 위에 형성하였다. Sn-0.7Cu-xWO₃/ENIG 패드에 1608 LED 칩을 실장하고자 Sn-0.7Cu-xWO₃ 솔더를 240 °C의 대기 중에서 리플로(reflow)하였다. WO₃ 나노입자 첨가량에 따른 접합부의 신뢰성을 조사하기 위하여, 고온-aging 시험을 125°C에서 144, 256 및 400시간 동안 수행하였다. 고온-aging 시험 전후 LED 접합부의 IMC 두께의 성장과 전단 강도 시험 및 전기 저항성을 평가하였다. 실험 결과, Sn-0.7Cu와 비교하여 Sn-0.7Cu-0.25WO₃ 조성에서 IMC 층의 성장을 효과적으로 억제하여 IMC 층 두께가 8.19 μm에서 1.80 μm로 감소하였으며, 전단 강도는 23.72 ± 7 MPa에서 32.59 ± 4 MPa로 증가함을 보였다. 전기 저항성은 WO₃ 나노 입자의 비율에 따라 11.9 ± 0.3 μΩ·cm에서 점차 증가하였다. 본 연구를 통하여, 소형 LED와 같은 고밀도 전자 패키징 기술에서 적당량의 WO₃ 나노 입자를 첨가하는 것이 Sn-0.7Cu 솔더의 취성 IMC (Intermetallic Compound) 접합 계면 특성과 접합 신뢰성을 개선한다는 것을 확인할 수 있었다.

Acknowledgment

이 연구는 한국산업기술진흥원(KIST) 및 산업통상자원부(MOTIE)의 지원을 받아 수행된 연구입니다(P0018010, 2024).

Keywords: 1608 LED, Sn-0.7Cu-nanoWO₃, Electrical resistivity, High-temperature aging, Shear strength

Rapid thermal annealing을 활용한 투명 유연 반도체 소자용 다층 구조 투명 전극 최적화

신수빈^{1,2}, 윤미리^{1,2}, 김용수^{1,2}, 임상철^{1,2}, 이택영¹, 고종범^{1†}

¹국립한밭대학교 신소재공학과; ²국립한밭대학교 반도체소재부품장비센터
(jko914@hanbat.ac.kr[†])

최근 스마트폰, 태블릿, 웨어러블 기기 등 휴대용 전자 기기의 급격한 발전과 더불어, 디스플레이와 전자 소자는 고성능과 새로운 폼팩터를 요구받고 있다. 특히, foldable, rollable, stretchable과 같은 다양한 형태의 기기를 구현하기 위해서는 기존의 경직된 전자 소자를 넘어선 투명성, 유연성, 경량화를 갖춘 차세대 반도체 소자의 필요성이 점차 대두되고 있다. 이러한 소자는 헬스케어 기기, 운송수단의 윈도우, 스마트 윈도우, 광고판 등 다양한 산업에서 디스플레이 구동을 위한 핵심 기술로 자리 잡고 있으며, 이에 따라 flexible backplane 소자의 구현 연구와 투명 전극 기술에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 현재 널리 사용되는 대표적인 투명 전도성 산화물인 In-Sn-O (ITO)는 우수한 전기적 특성과 높은 투명성을 제공하지만, 제조 비용이 높고 환경에 유해한 독성 문제로 인해 상용화에 어려움이 있다. 이에 따라 ITO를 대체할 수 있는 소재로서 Al-Zn-O (AZO) 기반의 AZO/Ag/AZO 다층 전극이 유망한 대체 후보로 연구되고 있다. 하지만 AZO 전극을 활용한 투명 유연 소자의 경우 내열성 특성이 좋지 못한 PET 혹은 PEN 기판을 활용하여 상온에서 소자를 구현한 연구가 주를 이루고 있다. 이에 본 연구에서는 약 200°C의 glass transition temperature (Tg)를 가지는 Polyether Sulfone (PES) 기판을 사용하여, AZO/Ag/AZO 다층 전극의 rapid thermal annealing (RTA) 조건에 따른 전기적 및 광학적 특성 변화를 확인하였다. 이러한 다층 전극을 기반으로 한 투명 유연 박막 트랜지스터의 개발을 차세대 플렉시블 디스플레이 및 다양한 유연 전자 소자 응용을 위한 기술적 기반을 마련하는 것을 목표로 한다.

다층 전극은 투명한 PES 기판 위에 마그네트론 스퍼터링 공정을 사용하여 AZO 박막 사이에 Ag를 증착한 다층 전극 구조로 설계하였다. 이 다층 전극은 투명성과 유연성을 동시에 만족시키면서도 전기적 성능을 개선하는 것을 목표로 하고 있다. 박막 증착 후 전기적 특성 평가를 위해 4-point probe 측정과 Hall-effect 측정을 수행하였다. 4-point probe로 측정한 초기 비저항은 0.08 mΩ·cm이었으며, 200°C 열처리 후 0.067 mΩ·cm로 감소하여 전기적 특성이 개선되었음을 확인하였다. Hall-effect 측정 결과, 초기 전자 밀도는 $-2.73E+20 \text{ cm}^{-3}$ 였으며, 열처리 후 $-1.74E+20 \text{ cm}^{-3}$ 로 감소하였다. 이는 열처리 과정에서 전자의 trap sites로 작용할 수 있는 불순물의 제거 및 미완전한 결합들의 curing으로 인하여 비저항 감소 및 전자의 밀도가 증가한 것으로 추론할 수 있다. UV-vis 측정을 이용하여 투과도를 분석한 결과, 초기 PES 기판의 투과도는 93.2%, AZO/Ag/AZO 박막 증착 후 74.6%로 준수한 투명도를 가지고 있어 투명 유연 소자의 전극으로 적합하고, 후속 열처리 조건 등의 최적화를 통하여 성능의 개선 가능성을 확인하였다.

Keywords: Transparent Conductive Oxide, flexible backplane, flexible semiconductor device, PES, UV-vis, Rapid thermal annealing

Bottom gate 구조의 산화물 박막 트랜지스터에서 게이트 절연막에 대한 급속 열처리 영향 연구

윤미리^{1,2}, 신수빈^{1,2}, 김용수^{1,2}, 임상철^{1,2}, 이택영¹, 고종범^{1†}

¹국립한밭대학교 신소재공학과; ²국립한밭대학교 반도체소재부품장비센터
(jko914@hanbat.ac.kr[†])

Amorphous oxide semiconductor (AOS)를 활용한 thin-film transistors (TFTs)는 대면적에서 균일한 특성을 보이고 우수한 전기적 특성이 있기 때문에, active matrix display의 backplane 소자로써 우수한 후보 중 하나이다. 디스플레이의 해상도와 크기가 증가함에 따라 이러한 oxide TFTs의 성능을 개선시키고자 하는 연구가 활발하게 이루어지고 있고, plasma treatment, UV treatment, thermal annealing 등 다양한 처리 방법에 대한 연구가 진행되어 왔다. 특히, rapid thermal annealing(RTA)은 짧은 시간에 큰 열에너지를 device에 제공한다는 점에서 큰 이점이 있으며, oxide semiconductor에 대한 열처리 효과와 관련된 연구가 주를 이루고 있다. oxide semiconductor의 경우 자체 박막 quality에 의해 전기적 특성이 영향을 받지만, 이와 더불어 인접한 layer, 특히 gate insulator의 quality에 의해서도 큰 영향을 받을 수 있다. 본 연구에서는 bottom gate 구조에서 gate insulator 박막의 RTA 열처리 온도 환경에 따른 박막의 quality 그리고 device의 전기적 특성에 미치는 영향을 정량적, 정성적으로 분석하였다.

본 연구에서는 우선 Gate insulator에 가하는 사전 RTA 조건이 소자의 전기적 특성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 bottom gate bottom contact (BGBC) 구조의 oxide TFT를 제작하였다. 제작 과정에서 gate insulator의 사전 RTA를 각각 200°C, 400°C, 600°C 조건으로 진행 후 source/drain 전극 형성, oxide semiconductor 층을 형성하여 소자를 제작하였다. 제작된 소자들의 transfer 특성을 분석해본 결과, RTA 하지 않은 경우에 정상적인 ON/OFF 특성을 나타내지 못한 반면, Gate insulator에 가하는 RTA 처리 온도가 증가할수록 on current의 우상향 경향을 보이며, ON/OFF ratio는 $\sim 10^2$ 에서 $\sim 10^4$ 로 개선된 경향을 보였다. 그러나 600°C 열처리 조건의 소자는 ON/OFF 특성을 보이지 못하여, 최적의 전기적 특성 확보를 위해서는 적정 온도 조건의 RTA를 gate insulator에 가해야 함을 추론할 수 있다.

결과적으로 TFT 소자 제작에 있어 추가적인 후가공이 전하이동도 및 문턱전압 등 소자의 특성에 있어 큰 영향을 미치며 이러한 변화는 트랜지스터의 전기적 성능 향상을 위한 필수적인 요인이라는 것을 확인하였으며, 본 연구 결과는 oxide TFT의 성능 최적화 및 신뢰성 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. gate insulator에 가하는 RTA 처리가 미치는 재료적인 영향은 XPS, SIMS 분석 등을 통하여 규명하여 발표하고자 한다.

Keywords: oxide thin film transistor, rapid thermal annealing, gate insulator, IGZO, oxide semiconductor

High-performance top-gate structure In_2O_3 thin-film transistors deposited using the atomic layer deposition method

오정은, 최지환, 김나현, 정재경[†]

한양대학교

(jkjeong1@hanyang.ac.kr[†])

2004년 일본 Hosono 그룹에서 indium-gallium-zinc oxide (IGZO) 산화물 반도체 트랜지스터를 개발한 이래, 산화물 반도체 thin-film transistor (TFT)는 현재 OLED 디스플레이 백플레인 기술적용에 적극적으로 사용되어 왔다. 더 나아가 낮은 공정온도(<400 °C)에서 구현이 가능하며 wide bandgap으로 인해 낮은 누설전류를 갖는다는 장점이 있어 최근 3D 구조 GAA, CAA TFT 적용 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히, 초박막 (< 5 nm)에서도 높은 이동도를 갖는 In_2O_3 를 활용한 연구가 진행되고 있다.

In_2O_3 산화물 반도체는 많은 oxygen vacancy에 의해 발생하는 carrier로 높은 이동도를 갖는 대신, 음의 V_{TH} 를 갖고 내부적으로 다양한 결함들(excess/interstitial or vacancy)의 존재로 신뢰성에 취약하다는 단점이 있다. 그렇기 때문에 산화물 반도체 TFT의 성능을 최적화시키면서 신뢰성을 개선시키기 위한 여러가지 방법들이 연구/보고되어온 바 있으며, 열처리 공정 및 절연막과의 계면 개선 등이 있다.

본 연구에서는, PEALD증착법을 이용한 In_2O_3 산화물 반도체와 high-k HfO_2 절연체를 활용한 top gate TFT 제작 후, 후속 열처리 분위기에 따라 나타나는 TFT 전기적 특성 및 신뢰성에 대하여 평가하였다. 최적 조건에서 증착 및 열처리를 진행한 In_2O_3 TFT의 우수한 전기적 특성과 신뢰성을 확보하였다.

Keywords: In_2O_3 , Oxide transistor, ALD

셀룰로스 하이드로겔 전극 기반 교류 전계 발광 소자 연구

백시원¹, MUH FADHIL ALBAB B¹, ANGKASA PUTRA², SARIFAH AINI²,
김정하¹, 김민성¹, 전상민¹, 이장혁¹, 이수인¹, 김용현^{1†}

¹국립부경대학교 스마트그린기술융합공학과; ²국립부경대학교 해양생물학과
(yghkim113@pknu.ac.kr[†])

스트레처블 교류 전계 발광(ACEL) 소자는 유연하고 신축성이 있는 투명 전극을 사용하여 제작되며, 신축이나 기계적 변형 조건에서도 안정적인 발광 성능을 유지하는 장점이 있다. 본 연구에서는 스트레처블 교류 전계 발광 소자에 적용할 수 있는 높은 광 투과도와 전도성을 가진 LiClO₄가 도핑된 Hydroxyethyl Cellulose (HEC) 하이드로겔 소재를 개발하였다. 전도성 HEC 하이드로겔을 구현하기 위하여 HEC, Glycerol, Urea, Glutaraldehyde를 사용해 필름을 제작하고, LiClO₄ 용액에 담가 이온 전도성을 향상시켰다. 별도로 제작된 ZnS:Cu+PDMS 발광층은 두 개의 셀룰로스 필름 사이에 끼워 교류 전계 발광 소자를 완성하였다. 소자의 성능은 기계적 특성, 광도, 투과율 및 분광 특성을 통해 평가했다. 개발된 교류 전계 발광 소자는 최대 250%까지 인장이 가능하며, 50%씩 인장할 때도 휘도는 전반적으로 안정적인 수준을 유지했다. 최대 휘도는 222.04cd/m²으로 기록되었고, 벤딩, 스트레칭, 트위스팅, 커팅 등 다양한 기계적 변형에도 뛰어난 내구성을 확인할 수 있었다. LiClO₄가 도핑된 HEC 기반의 교류 전계 발광 소자는 높은 유연성과 신축성을 바탕으로 다양한 기계적 변형에도 안정적인 발광과 휘도를 유지하며 뛰어난 기계적 내구성과 전기적 성능을 입증했다. 특히, HEC 하이드로겔은 생체 적합성과 환경친화적 특성을 가지고 있어, 플렉서블 전자 장치나 웨어러블 디바이스 등 다양한 응용 분야에 적용될 가능성이 크다. 이러한 특성 덕분에, 본 소자는 차세대 유연 전자기기 개발에 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgment

이 논문은 2024학년도 국립부경대학교 국립대학육성사업 지원비(PhiNX 보호학문 차세대 육성)에 의하여 연구되었음.

Keywords: ACEL, 셀룰로스, 하이드로겔

셀룰로오스 기반 고신축·전도성 필름의 개발 및 특성 분석

이수인, 김정하, 김민성, 이장혁, 전상민, 백시원, Siti Aisyah Nurmaulia Entifar, Anky Fitriani Wibowo,
Yulia Shara br Sembiring, 김용현[†]

국립부경대학교 스마트그린기술융합공학과
(yhkim113@pknu.ac.kr[†])

최근 웨어러블 디바이스의 급격한 발전으로 실시간 생체 신호 모니터링, 개인 맞춤형 건강 관리 등 다양한 응용이 가능해졌다. 그러나 대부분의 웨어러블 디바이스는 합성 폴리머와 금속 소재로 제작되어 생체 적합성이 낮고, 장기간 착용 시 피부 자극이나 알레르기 반응을 유발할 수 있으며, 생분해되지 않아 환경 오염의 우려가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해, 본 연구는 생체 적합성, 유연성, 전기적 성능을 동시에 갖춘 친환경 웨어러블 소재를 개발하는 것을 목표로 하였다.

본 연구에서는 Carboxymethyl Cellulose(CMC), Glycerol, Tannic acid를 사용하여 필름을 제작하고, Sodium chloride를 도핑하여 전도성을 부여하였다. CMC는 자연 유래 고분자로서 생체 적합성과 환경 친화성을 동시에 충족시키며, Glycerol과의 혼합을 통해 필름의 기계적 유연성을 향상시켰다. 또한 Tannic acid는 피부 접착성을 극대화하는 역할을 수행하여 웨어러블 디바이스의 사용자 편의성을 높였다. 필름의 성능은 기계적 특성, 전도도를 기준으로 평가하였으며, 제작된 CMC 필름은 최대 478.7%까지 인장이 가능하고, 0.994 KJ/m³의 toughness 값을 나타내었다. 더불어, Sodium chloride 도핑을 통해 필름의 전도도가 크게 향상되었다.

이 연구에서 Sodium chloride가 도핑된 CMC 필름은 우수한 기계적 유연성과 향상된 전기적 특성을 동시에 보여주었으며, 이러한 결과는 차세대 웨어러블 디바이스 및 바이오 센서 기술에 있어 높은 실용성과 적용 가능성을 입증하였다. 특히, 이 필름은 기존 합성 소재와 비교해 친환경적인 생분해성을 갖추고 있어, 환경 오염 문제를 해결할 수 있는 잠재력을 보여준다. 이러한 특성 덕분에 이 소재는 지속 가능하고 혁신적인 센서 개발에 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: 웨어러블 센서, 셀룰로오스, 친환경 소재

Designing of high performance polymer and composition for implantation applications

김해찬¹, 서승지¹, Vinnet Kumar¹, 강수진^{1†}, 박가영^{2†}

¹와이씨켄 주식회사; ²나노종합기술원
(jameskang@ycchem.co.kr[†]; pky@nnfc.re.kr[†])

In the quest of high performance resist for ArF lithography, we have designed and synthesized a fluorinated monomer, which upon polymerization in combination of other conventional monomers yields a polymer that significantly improved the characteristic aspects of contemporary ArF resist for implantation applications. The fluorinated polymer with other formulation ingredients like cross linker and PAGs, successfully forms a well resolved high resolution patterns, upon exposure and developing. Resist solution shows uniform coating, improved etch resistant, transparency and adhesion properties to the substrate. The highlight of the resist performance obtained in terms of improved contrast curve and high resolution patterning of L/S features to 100 nm and 130 nm, using ASML XT1250D and 25mJ in L/S Bright Field mode. Ultra-fine features of patterning can be developed in PGMEA and nBA organic solvents. The formulation solution contains a cross linker with high efficiency of cross-linking ability, that incorporates well with the polymer and other additive functional groups, resulting in less shrinkage ability with respect to conventional resists. At present NTD based resist have the issue of large scum and shrinkage of profiles, where 100 nm patterning reduced to 70 - 80 nm profiles, that's not good for the implant features for devices and can mess up with the patterning profile. Our ArF negative resist possess improved less scum and shrinkage profile with 100 nm changing to just ~90 nm which suits well for the current demand of high-end logic implantation applications.

*This work was supported(funded) by Nano Open Innovation Lab Cooperation Project of NNFC.

Keywords: ArF Resist, Negative tone, Polymer

Ar/CF₄/O₂/H₂ 기반 플라즈마를 이용한 TiN 및 W 박막의 건식 식각 연구전흥희, 이희철[†]한국공학대학교
(eechul@tukorea.ac.kr[†])

TiN, W은 전극으로서 우수한 전기적 특성을 지니며 HZO는 고유전율 물질로서 소자의 고집적화를 가능하게 하며, FeRAM(Ferroelectric RAM)과 같은 비휘발성 메모리 소자에 널리 사용된다.^[1, 2] 이러한 소자 구조에서, TiN 및 W와 HZO는 MIM (Metal-Insulator-Metal) 구조에서 밀접하게 접촉하므로, 전극을 패터닝할 때 HZO가 손상될 가능성이 있다. 따라서, TiN 및 W와 HZO 간의 식각 선택비가 중요하다. 본 연구에서는 RF Power, CF₄/(CF₄+Ar) 비율 변화, 공정 압력, O₂와 H₂ 가스의 첨가에 따른 물질간의 선택비 변화를 관찰하였고, 이를 기반으로 최적의 식각 속도와 선택비 조건을 도출하였다.^[3]

초기 박막 두께와 식각 후 박막 두께는 ellipsometer를 이용해 측정하였으며, Optical Emission Spectroscopy (OES) 통해 플라즈마 방전으로 인한 챔버 내부 화학적 변화를 분석하였다. CF₄/(CF₄+Ar) 비율이 20%일 때 etch rate가 포화되는 경향을 나타내었다. TiN/HZO와 W/HZO의 식각 선택비는 공정 압력이 증가할수록 높은 식각비를 나타냈으며 120mtorr에서 각각 142, 332의 식각 선택비를 달성했다. 이후 O₂와 H₂ 가스를 첨가하여 CF₄/Ar 가스에서 TiN/HZO 및 W/HZO의 선택비를 최적화하고, OES 분석을 통해 F 라디칼 양을 비교 및 확인하며 식각 메커니즘을 규명하였다. 본 연구는 2024년 산업통상자원부, 한국산업기술기획평가원(KEIT) 및 한국반도체연구조합 지원사업인 민관공동투자반도체고급인력양성사업 (2410000308, RS-2023-00237030, 23027-15FC)으로 수행되었음.

References

- [1] J. Müller, T. S. Böske, D. Bräuhäus, U. Schröder, U. Böttger, J. Sundqvist, P. Kücher, T. Mikolajick, and L. Frey, "Ferroelectric Zr_{0.5}Hf_{0.5}O₂ thin films for nonvolatile memory applications," Appl. Phys. Lett., vol. 99, no. 11, (2011), Art. no. 112901
- [2] Zarubin S, Suvorova E, Spiridonov M, Negrov D, Chernikova A, Markeev A and Zenkevich A 2016 Fully ALD-grown TiN/Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂/TiN stacks: ferroelectric and structural properties Appl. Phys. Lett. 109 192903 J. J. Huang, Y. J. Tsai, M. C. Tsai, L. T. Huang, M. H. Lee, M. J. Chen, Appl. Surf. Sci. 324 (2015) 662-668
- [3] T. Mauersberger, J. Trommer, S. Sharma, M. Knaut, D. Pohl, B. Rellinghaus, T. Mikolajick, A. Heinzig Single-step reactive ion etching process for device integration of hafnium-zirconium-oxide (HZO)/titanium nitride (TiN) stacks Semicond. Sci. Technol., 36 (9) (2021), p. 095025

Keywords: Eeth, RIE, HZO, TiN, W, CF₄

유기물 반도체인 P3HT와 고분자를 섞은 반도체용액을 기반으로 이온젤을 게이트절연체로 사용한 트랜지스터

정예린, 길예린[†], 홍기현[†]

충남대학교

(yeerin4704@naver.com[†]; khong@cnu.ac.kr[†])

최근 전자기기의 소형화 및 유연성에 대한 관심이 증가함에 따라 저렴하고 가벼우며 유연한 소자의 후보로, 전해질 게이트 트랜지스터(Electrolyte-gated transistors, EGTs) 소자 개발 사례들이 보고되고 있다. 고분자 반도체 (poly(3-hexyl thiophene-2,5-diyl), P3HT)는 솔루션 프로세스를 통해 유기 용매로 쉽게 박막을 증착할 수 있어 저렴하고 대면적 디스플레이에 적합하지만, 수분에 약해 수명 연장이 필요하다. 따라서 본 연구의 EGT 소자에서 고분자와 섞은 반도체 물질로 적합하다.

본 연구에서는 P3HT/PMMA 및 P3HT/PS 블렌드를 이용한 트랜지스터에 대해 게이트 절연체로 이온 젤을 사용하는 새로운 접근 방식을 제안한다. 지금까지 P3HT/PMMA 및 P3HT/PS 블렌드에서 이온 젤을 게이트 절연체로 사용한 사례는 없음을 확인하였으며, 이로 인해 본 연구는 유기 반도체 소자의 성능 향상에 기여할 것으로 기대된다. 특히, 이온 젤을 사용함으로써 비용 절감과 성능 개선을 동시에 달성할 수 있을 것으로 예상된다.

P3HT에 유기물 반도체인 PS와 PMMA를 각각 원하는 비율로 혼합하고, Chloroform 용매를 사용하여 60도에서 190 RPM의 동일한 조건으로 교반한 후 코팅과 열처리를 진행했다. 이 과정에서 blending P3HT의 결정성과 표면 형태가 달라지는 것을 관찰하였고, 측면 상분리를 확인함으로써 하부 접촉 구조와 상부 접촉 구조를 모두 활용할 수 있어 장치 설계에 유리하다는 점을 확인했다.

더 나아가, 이온젤을 활용한 소자에서 전형적인 P-channel transistor 특성 및 매우 낮은 접촉 저항으로 인한 전기 화학적 도핑 효과가 나타남을 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라, Stability 측정 결과 EGT P3HT/PMMA 소자가 좋은 성과를 내었기 때문에 고분자/반도체 blend 물질이 소자의 수명 연장에 도움이 됨을 확인할 수 있었다. 앞서 언급한 결과들을 바탕으로 전해질을 이용한 P3HT 기반 박막 트랜지스터 소자에 대해 논의한다.

Keywords: Semiconductor-polymer blend, electrolyte gated transistors, lateral phase separation, electrochemical doping, low contact resistance

빔입사각 제어가 가능한 광학 스캐닝 시스템 적용을 통한 실리콘 웨이퍼 펄토초 레이저 가공 테이퍼 저감 기술 개발

신아현, 하정홍[†]

한국생산기술연구원 스마트정형공정그룹
(jhjh@kitech.re.kr[†])

펄토초 레이저 가공은 펄토초 수준의 매우 짧은 시간 동안 높은 침투 출력을 갖는 레이저 펄스를 방출하여 재료를 신속히 제거할 수 있는 방법으로 웨이퍼 다이싱, 유리 곡면 절단, 홀 드릴링, 마이크로 전자기기 제조 등 다양한 산업에서 활용성이 커지고 있다. 그러나 펄토초 레이저 가공의 경우, 가우시안 형상의 에너지 분포와 불규칙한 레이저 빔 반사로 인해 가공 면의 테이퍼가 발생하며 품질이 저하될 수 있다. 본 연구팀은 선행연구를 통하여 goniometric stage를 활용하여 빔입사각을 제어함으로써 실리콘 웨이퍼 레이저 가공 시 측벽 테이퍼를 현저히 저감한 바 있다. 본 연구에서는 빔입사각 제어가 가능한 광학 스캐닝 시스템을 개발하였고, 이를 이용하여 기존 스테이지 제어 방식 대비 가공 속도 및 빔입사 제어 자유도를 크게 향상시킬 수 있는 가공 공정에 대한 기초 연구를 수행하였다. 레이저 플루언스, 스캔 속도, 중첩률, 가공 횟수, 빔 입사각 등의 공정 변수를 최적화하여 실리콘 웨이퍼의 레이저 가공 시 테이퍼를 저감하고 측벽 표면 품질을 향상시켰다. 본 연구는 고정밀 가공이 요구되는 다양한 산업 응용에서 가공 품질을 크게 향상시킬 수 있으며, 스캐닝 기반의 고속 레이저 가공을 통하여 생산성 또한 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: 실리콘 웨이퍼, 펄토초 레이저, 가공 테이퍼, 빔입사각, 광학 스캐닝 시스템

CuO-V₂O₅ 첨가가 0.8Li₂TiO₃-0.2LiZnNbO₄ 유전체의 소결 및 마이크로파 유전 특성에 미치는 영향 연구

정혜원¹, 이경호^{2†}

¹순천향대학교 전자재료소자장비융합공학과; ²순천향대학교 전자재료소자장비융합공학과
(khlee@sch.ac.kr[†])

저온동시소성세라믹스(Low Temperature Co-fired Ceramics) 기술의 응용을 위해서는 적절한 상대 유전율(ϵ_r), 높은 품질 계수(Qxf), 0에 가까운 공진주파수 온도 계수(τ_f)의 유전 특성과 전기전도도가 우수한 Ag 전극과의 동시 소성을 위한 낮은 소결성(<960 °C)이 요구된다.

본 연구에서는 양의 τ_f 값을 갖는 Li₂TiO₃와 음의 τ_f 값을 갖는 LiZnNbO₄를 화학적 함량 조절을 통해 (1-x)Li₂TiO₃-xLiZnNbO₄(x=0.1~0.3) 세라믹스 유전체를 제작하였다. 측정된 마이크로파 유전 특성은 ϵ_r =20.37~23.15, Qxf=49,505~56,486 GHz, τ_f =-7.89~+13.88 ppm/°C 이었다. 연구된 조성들 중 0.8Li₂TiO₃-0.2LiZnNbO₄의 경우 ϵ_r =21.73, Qxf=52,192 GHz, τ_f =+1.97 ppm/°C로 온도 변화에 가장 안정한 유전 특성을 보여 모조성으로 설계하였다. 이때의 소결 조건은 1,100 °C 3시간이었으며, 소결 밀도는 이론 밀도 대비 96%이었다. Ag 전극과의 동시 소성을 위한 소결 온도 저하를 위해 소결 조제로 CuO-V₂O₅를 첨가하였다. 0.5wt% CuO-V₂O₅ 첨가는 소결 온도를 1,100 °C에서 900 °C로 낮출 수 있었으며, 이론 밀도 대비 소결 온도는 99%로 높힐 수 있었다. SEM 측정을 통해 액상 소결이 이루어졌음을 확인할 수 있었으며, CuO-V₂O₅의 첨가로 인한 2차 상의 생성이 이루어지지 않았음을 XRD 분석을 통해 알 수 있었다. 측정된 마이크로파 유전 특성은 ϵ_r =21.08, Qxf= 33,963 GHz, τ_f = -0.57 ppm/°C 이었고, Ag 전극과의 화학적 반응 실험 결과 Ag와 동시 소성 과정에서 반응이 일어나지 않아 개발된 유전체 조성이 온도 안정성 마이크로파 LTCC 유전체로의 적용 가능성을 보여주었다.

Keywords: LTCC, 유전체, 소결, 마이크로파 유전 특성

Plasmonic filter-integrated InAs/GaSb type-II superlattice photodetectors for infrared multispectral detection

Seungsu Kim¹, Jiyeon Jeon², Byong Sun Chun², Sang Jun Lee², Yeongho Kim^{1†}

¹School of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, Republic of Korea;

²Strategic Technology Research Institute, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon, 34113, Republic of Korea
(ykim2023@chonnam.ac.kr[†])

Multispectral imaging has developed into a highly effective analytical tool across various fields, including environmental monitoring, remote sensing, vegetation mapping, and biomedical imaging. Until now, multispectral imaging has primarily been utilized in the visible and near-infrared bands, relying on large, heavy optical components such as rotating bandpass filters integrated with charge-coupled device or complementary metal oxide semiconductor image sensors. In this study, infrared multispectral filters with high transmission and angle insensitivity, made up of periodic quasi-three-dimensional (quasi-3D) nanopost arrays, are fabricated using a nanoimprint lithography technique and directly incorporated into an InAs/GaSb type-II superlattice (T2SL) photodetector. The peak wavelength of the T2SL photodetector incorporated with the quasi-3D nanopost array redshifts as the period increases because of the surface plasmon effects of the Au hole and disk array. In addition, the transmission peak wavelength of the nanopost array structure is observed to increase as the nanopost height decreases due to enhanced field coupling between the Au hole and disk arrays. The plasmonic filter-integrated InAs/GaSb T2SL photodetector is suitable for use as a detector element in high-performance multispectral infrared imaging systems operating within the 2–6 μm spectral range.

Keywords: Multispectral imaging, Plasmonic filter, Surface plasmon, T2SL

Reduced sidewall taper in laser machining of silicon and silicon carbide wafers

Jeonghong Ha[†]

Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
(jhjh@kitech.re.kr[†])

The increasing demand for precision micromachining in industries such as semiconductors, electronics, and photovoltaics has driven significant advancements in laser machining technologies. One of the key challenges in silicon and silicon wafer laser machining is the formation of taper, which can affect the precision and overall quality of the machined features. In this study, we aim to develop advanced taper reduction techniques by optimizing the laser machining process using femtosecond lasers. Specifically, we investigate the influence of various laser parameters, including fluence, scan speed, and beam incidence angle, on the taper generated during machining. The experiments were conducted using a femtosecond laser with a wavelength of 1030 nm, a pulse width of 320 fs, and a repetition rate of 100 kHz. The silicon wafers were subjected to high-speed, large-area machining with beam widths up to 300 μm . By adjusting the aforementioned parameters, we identified the optimal conditions that minimized taper while maintaining high machining precision and speed. These optimized parameters were then applied to a series of machining tests, and the results were compared with traditional focused ion beam (FIB) milling techniques. The findings reveal that precise control of laser parameters can significantly reduce the taper angle, improving the accuracy and efficiency of the machining process. Additionally, this approach demonstrates the potential for reducing processing time compared to conventional methods, making it highly suitable for industrial applications that require both high precision and productivity. The development of this taper reduction technology has broad implications for the fabrication of microstructures in advanced electronic and photonic devices.

Keywords: Silicon wafer, Silicon carbide, Femtosecond laser, Micromachining, Sidewall taper

반도체 소자의 chemical mechanical planarization 용 단분산 초고순도 콜로이달실리카의 합성

김동현^{1,2}, 박귀일^{2†}, 김규수^{1†}

¹에이스나노켄; ²경북대학교
(kjpark@knu.ac.kr[†]; gskim@acenanochem.com[†])

알콕시 실란을 이용하여 합성된 초고순도 실리카 입자들의 연구는 반도체 산업 전반의 발전의 고속화에 발맞춰 급속도로 발전하고 연구되고 있다.

실리카 입자는 화학적, 열적 안정성이 뛰어나며 독성이 낮고 원료에서 기인된 메탈 불순물을 원천차단하여 고순도화되어 있으므로 반도체 산업중 CMP 공정 전반에 폭넓게 적용되고 연구되고 있다. 본 연구에서는 원료인 알콕시실란의 중합도에 따른 실록산 구조의 결합정도, 반응온도 및 시간등의 반응 조건에 따라 입자의 크기와 형상에 미치는 요인을 연구하였으며, 나노미터 단위의 다양한 크기의 단분산 형태의 실리카 입자를 합성하였다. 또한 APTMS, APTES와 같이 유기 관능기를 함유하는 실란을 이용하여 입자의 표면 전하를 개질하여 폭넓은 pH 영역대에서 안정성을 가지는 입자를

제조하고자 연구하였다. 제조된 입자는 물리/화학적 특성변화를 확인하였으며 Spectroscopic 장비(TEM)을 이용하여 실리카의 구조적 특성 및 형상을 확인하였다.

Keywords: UHPS합성, CMP슬러리, 표면개질, 양전하 실리카 입자

Stem Cell-laden Collagen Microgels for Tissue Regeneration

최인정[†]

부산대학교 바이오소재과학과
(in_luv@pusan.ac.kr[†])

Stem cell therapies hold significant promise in regenerative medicine by restoring the normal function of damaged tissues, potentially eliminating the need for tissue replacement. However, a major challenge is the limited survival and retention of transplanted cells at the target site. To address these limitations, we developed injectable microgels based on photocrosslinkable methacrylated collagen (ColMA) to enhance the local retention of mesenchymal stem cells (MSCs) for tissue regeneration. Biodegradable ColMA microgels with a narrow size distribution were fabricated using a microfluidic device. The gelation kinetics and mechanical properties were tuned by adjusting the polymer concentration and light exposure time, enabling precise control over their characteristics. The MSC-laden ColMA microgels exhibited good structural stability with high cell viability (greater than 90%) for two weeks. After subcutaneous implantation in the dorsal skin of rats, the hydrogels demonstrated good biocompatibility without adverse immune responses. This collagen-based photocrosslinkable hydrogel system provides a promising platform for tissue engineering applications requiring long-term cell viability. Additionally, injectable microgels have strong potential to improve the efficacy of stem cell therapies through controlled biodegradability and sustained therapeutic effects.

Keywords: Cell delivery, Stem cell, Collagen, Photocrosslinkable polymer

Biocompatible and Biodegradable Triboelectric Nanogenerators based on Hyaluronic Acid Hydrogel Film

Yunhwa Hong, Wooseok Kwon, Seung June Oh, Hyun Woo Ryu, Kwang Heo[†]

Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong University, Seoul 05006, Republic of Korea
(kheo@sejong.ac.kr[†])

Recently, biocompatible, bioimplantable, and biodegradable energy generators have attracted interest for increasing the quality of life and extending the lifespan of patients because these devices can be used as transient self-powered systems in tissue engineering and other biomedical applications. For this purpose, the triboelectric properties of various biomaterials and the fabrication of energy harvesting devices based on diverse biomaterials are being explored. Among these various biomaterials, hyaluronic acid (HA) derived from mammals has attracted considerable attention because of its biocompatibility, biodegradability, tissue regenerating, and wound healing abilities. Nevertheless, there has been little effort to utilize HA as the core material for energy generation.

Herein, we developed a robust and facile method to prepare pure and cross-linked HA hydrogel films by solvent evaporation, and fabricate biocompatible, biodegradable, and high-performance triboelectric nanogenerators based on the HA hydrogel film (HA-TENGs). A conventional solvent evaporation method was used to prepare the HA hydrogel film. 1,4-Butanediol diglycidyl ether (BDDE) was selected as the biocompatible cross-linker to modulate the physical properties of the HA hydrogel film. The peak-to-peak voltage and current outputs of these HA-TENGs reached ~ 20 V and ~ 0.4 μ A, respectively. The maximum power density was ~ 5.6 mW m⁻² at 60 M Ω , which was sufficient to directly light up six blue LEDs. The HA hydrogel film as a TENG material showed only minor degradation after long-term use. Furthermore, these HA hydrogel films exhibited no cytotoxicity at least within one day and even promoted the proliferation of MC3T3-E1 cells. Therefore, this work provides a platform for the development of biocompatible, biodegradable, implantable, and high-performance energy materials for biomedical applications in the future.

Keywords: Hyaluronic acid, Biocompatible, Biodegradable, Triboelectric nanogenerator, Hydrogel film

Optimization of Gate Design for Enhancing Efficiency and Sustainability in Injection Molding Processes

홍서연^{1,2†}, 정대용¹

¹인하대학교 금속·재료공정공학과; ²한국폴리텍대학 모빌리티 금형디자인과
(yoohwa9k@kopo.ac.kr[†])

With the rapid advancement of industry and technology, environmental degradation has accelerated, leading to a growing interest in sustainable manufacturing processes. Injection molding is a manufacturing process that involves injecting molten resin into a mold to produce products in desired shapes. During mold design, minimizing resin waste is crucial to enhance material efficiency and productivity. To facilitate the flow of molten resin into the cavity, where the final product is formed, various components, such as sprue, runner, and gate, are utilized. Among these components, the gate serves as a small connection point between the runner and the cavity, controlling the inflow of raw material. The location and size of the gate can significantly impact the formation of internal stresses and defects within the cavity. In this study, we have conducted research on the optimization of the mold structure for the production of a composite material that enhances sustainability by improving the physical and chemical characteristics of biodegradable polymer resin, namely, environmentally friendly PLA-nanocellulose. The optimization process focused on enhancing the flow of resin by optimizing the gate's location, size, and shape. Additionally, the study utilized injection molding simulation software to determine the optimal injection molding conditions, including mold temperature, injection pressure, injection speed, and cooling time. Furthermore, an investigation of the injection molding characteristics of the product was conducted to increase the fill rate within the mold while minimizing air traps and weld lines.

Keywords: PLA-nanocellulose, injection molding, gate design, mold optimization

off-grade 타이타늄으로부터 금속분말 제조 연구

이지은, 윤진호[†], 이찬기

고등기술연구원 융합소재연구센터
(yjh6373@iae.re.kr[†])

타이타늄은 첨단 경량금속으로 생체친화성으로 인해 주로 의료기기 및 생체재료로 많이 사용되었던 금속이다. 그러나 최근 경량화 이슈로 인해, 항공우주, 국방, 전자부품까지 산업전반에 걸쳐서 그 활동도가 급증하고 있다. 이러한 타이타늄은 우수한 연성으로 가공이 힘들어 대개 고순도 분말을 활용한 분말야금법이나, 모합금을 가공하는 CNC 공정을 활용하여 부품을 제조하고 있다. 특히 CNC 공정의 경우 다량의 스크랩 발생과 윤활유 사용으로 높은 손실율이 발생하며, 이때 발생하는 스크랩은 off-grade 스크랩으로 불리고 대부분 저가의 가격으로 해외로 반출되고 있다.

현재 국내 타이타늄 제품들은 일부 분말야금법으로 제조되고 있으며, 대부분의 원료는 타이타늄 스폰지로 중국에서 수입되어 사용되고 있다. 이러한 관점에서 본 연구를 통해 타이타늄 분말 제조가 가능하다면 국내 타이타늄의 자립화가 가능해 질수 있게 된다. 따라서 본 연구에서는 부품 가공과정에서 발생하는 off-grade 스크랩으로부터 불순물 제거/수소화-탈수소화 공정을 거쳐 금속분말을 제조하고자 한다.

본 연구에서는 먼저 수급된 타이타늄 스크랩내의 유기물 제거를 실시하였으며, 이후 수소화 조건에 따른 타이타늄내의 수소화 거동을 확인해보았다. 타이타늄내의 수소농도가 증가함에 따라 파/분쇄에 용이하여 금속분말 입도제어가 용이해진다. 이렇게 제조된 수소화 타이타늄 분말은 최종적으로 탈수소화 공정을 통해 타이타늄 분말형태로 생성된다. XRD (X-ray Diffraction) 분석을 통해 수소화 및 탈수소화 거동을 확인하였으며, PSA(Particle Size Analyze)를 통해 분말의 입도 거동을 확인하였다. 최종적으로 본 연구를 통해 30 um 이하의 입도분포를 지니는 타이타늄 분말 생성이 가능하였다

Keywords: 타이타늄, 수소화-탈수소화, 소결, 금속분말

Biomass-derived hierarchical microporous graphene nanostructures for high-performance energy storage system

Taeyoung Park, Jang Hee Kim, Hyeon Ji Jeong, Kwang Hyun Park, Sung Ho Song[†]

Division of Advanced Materials Engineering, Kongju National University
(shsong805@gmail.com[†])

Activated carbons produced from biomass, composed of a high proportion of micro- and mesoporous structures, has been suitable for various applications such as energy storage, CO₂ capture and storage and resource recovery. Notably, these materials could be effectively applied to capacitor electrodes. However, the quantitative limitation of active sites and the reduction of electrolyte ion transfer caused by the non-uniformity of pores need to be resolved. Biomass-based activated carbons, particularly wood-based carbons, are composed of hemicellulose, cellulose, and lignin which provide efficient carbon contents, layer-by-layer structure can provide efficient surface area through graphene nanostructures influenced by pyrolysis temperature and chemical activation conditions. We propose a cost-effective and scalable method for generating graphene-based 3D nanostructures with a high specific surface area and uniformly distributed pore sizes. The fabrication process involves sequential steps of delignification, carbonization, and activation. And we evaluate the electrochemical properties of these structures as active materials in an electrochemical double layer capacitor. A 3D electrode sample, consisting of an interconnected lamellar structure made of graphene sheets, was exhibited through textural analyses. Particularly, the significant improvement in electrochemical performance, which exhibit an enhanced capacitance (209.2 F/g) and cycling stability of 98% without severe attenuation in capacitance was observed after 10,000 cycles. Consequently, this approach can present one of the application methods for sustainable energy storage systems through the high uniform porosity, practical materialization, and implementation of graphene-based 3D nanostructures

Keywords: Biomass, Activated Carbon, Graphene, Microporous, Capacitor

Protocatechuic Acid Derivatives as Novel Antioxidants for Skin Care

Se Won Bae^{1†}, Hyunjoo Lee²

¹제주대학교; ²제주한라대학교
(swbae@jejunu.ac.kr[†])

Oxidative stress results from an imbalance between the production and accumulation of reactive oxygen species (ROS) within cells and tissues and the ability of biological systems to detoxify these reactive intermediates. This imbalance plays a critical role in the pathogenesis of chronic diseases, including neurodegenerative disorders and cancer. The onset of various chronic conditions, such as cancer and infections like human immunodeficiency virus (HIV), is closely associated with elevated ROS production. In the skin, excessive oxidative stress manifests through inflammatory responses, pigmentation disorders, acneiform eruptions, comedogenesis, and melanocytic neoplasms. Given the significant role of oxidative stress as a causal factor in skin aging and dermatological disorders, mitigating its effects is essential for promoting dermatological health, care, and aesthetic enhancement. Protocatechuic acid (PCA), a natural secondary metabolite derived from plant sources, is widely utilized as a cosmetic ingredient. In this study, we chemically designed and synthesized PCA derivatives conjugated with alkyl esters to develop compounds with enhanced antioxidant properties and improved cellular delivery. Our findings indicate that these PCA derivatives exhibit potent antioxidant effects by inhibiting free radical activity in HS68 fibroblast cells. Therefore, these PCA derivatives represent promising ingredients for the development of cosmetics with targeted antioxidant effects.

Keywords: Antioxidants, Skin Care, ROS, Protocatechuic Acid, HS68 fibroblast cells

Investigation of Protocatechuic Acid Derivatives as Skin Whitening Agents

Se Won Bae^{1†}, Hyunjoo Lee²

¹제주대학교; ²제주한라대학교
(swbae@jejunu.ac.kr[†])

The skin, as the largest organ in the human body, is continuously exposed to external environmental factors, which contribute to both intrinsic and extrinsic aging processes. Skin aging is marked by features such as the formation of wrinkles, a reduction in elasticity, and the development of pigmentation. Skin pigmentation, a common characteristic of aging, is primarily caused by the overproduction of melanin and increased oxidative stress. Protocatechuic acid (PCA), a naturally occurring secondary metabolite derived from plants, is a widely utilized ingredient in cosmetic formulations. In this study, we designed and synthesized a series of alkyl ester-linked PCA derivatives with the objective of developing compounds with enhanced skin whitening properties. Our experimental results indicate that these PCA derivatives effectively reduce melanin biosynthesis in B16 melanoma cells stimulated with α -melanocyte-stimulating hormone (α -MSH). Based on these findings, we propose that our synthesized PCA derivatives are promising candidates for use as active ingredients in cosmetics aimed at achieving skin whitening effects.

Keywords: Skin Whitening Agents, Protocatechuic Acid, α -melanocyte-stimulating hormone, B16 melanoma cells

Efficient Synthesis of Metal Sulfide Nano-catalyst on Carbon Nanofiber via Joule Heating for Enhanced Li-Polysulfide Conversion and Improved Cycle Life in Lithium-Sulfur Batteries

Seongcheol Ahn, Minsoo Kim, Il-Doo kim[†]

Korea Advanced Institute of Science and Technology
(idkim@kaist.ac.kr[†])

The rapid growth of electricity-powered technologies, including portable devices and electric vehicles, has led to a sharp rise in energy demand. Lithium-sulfur (Li-S) batteries are considered a potential solution for electrification and reducing reliance on fossil fuels due to their high energy density and the cost-effectiveness of sulfur. However, the insulating nature of sulfur and Li_2S_x intermediates, commonly referred to as lithium polysulfides, necessitates the design of a conductive and lightweight framework. Additionally, the practical application of Li-S batteries is hindered by the "shuttling effect," where polysulfide intermediates move between electrodes, causing capacity loss and reduced cycle life. In this work, we introduce a Li-S cathode electrode featuring metal sulfide anchored on carbon nanofibers (CNFs). This study presents a rapid, simple, and cost-efficient method for synthesizing nanomaterials on CNFs using Joule heating, which addresses the drawbacks of conventional methods, such as the hazardous and costly hydrothermal approach. Through detailed electrochemical tests and material characterizations, we demonstrate that the integration of metal sulfide effectively traps polysulfide intermediates, improving both the electrochemical performance and stability of Li-S batteries. Our findings offer a promising strategy for developing high-performance Li-S battery systems with enhanced cycling stability and extended lifespan.

Keywords: lithium sulfur batter, joule heating, metal sulfide, carbon nanofiber

나노섬유 기반 리튬 금속 음극 초박막 보호막

조유장, 김일두[†]

Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)

(idkim@kaist.ac.kr[†])

Research on cathode materials for next-generation lithium-metal batteries is actively pursued to enhance energy density. However, challenges persist with lithium-metal anodes due to safety concerns arising from dendrite growth during charge and discharge and limitations in thickness control through press processes. As an alternative, attention is drawn towards developing protective layers for lithium-metal anodes. When lithium metal is used as the anode, there is a high likelihood of uneven reduction deposition of lithium ions on the lithium metal surface during charging. This leads to dendrite formation, causing issues such as membrane penetration, internal short circuits due to contact with the cathode, reduced effective lithium amount, and increased electrolyte consumption, decreasing overall cell performance. As dendrites grow, the passivation film compromises, leading to crack formation. Exposure of lithium metal to the electrolyte through these cracks results in decreased Coulombic efficiency and cycle performance. Moreover, lithium particles separated from dendrites cannot be reused, leading to capacity loss in batteries. Continuous dendrite growth, penetrating the separator and reaching the cathode, can trigger internal short circuits, posing safety risks such as fire or explosion. Therefore, there is a need to develop a novel lithium-metal protective layer based on nano-fiber-supported 2D structured montmorillonite and polymer composites to achieve high energy density while ensuring long-term stable performance. The development of this ultra-thin protective layer aims to maintain the high energy density of lithium-metal anodes while securing stable lifespan characteristics. It also introduces a new direction in next-generation battery research by presenting organic-inorganic composite technology for energy materials. This novel composite cathode for lithium-metal batteries is expected to provide a new direction in next-generation battery research by maintaining the high energy density of lithium-metal anodes while ensuring stable lifespan characteristics and proposing organic-inorganic composite technology for energy materials.

Keywords: Lithium metal protection layer, Nanofiber membrane, Organic-Inorganic composite, Ultra-Thin

Interface Design of Metal Halide Perovskite Devices using Hierarchical Hybrid Architecture for Increasing Stability and Enhancing Optoelectric Properties

Yunhwa Hong, Yejin Yoon, Tae Hyup Ko, Kwang Heo[†]

Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong University, Seoul 05006, Republic of Korea
(kheo@sejong.ac.kr[†])

Metal halide perovskites (MHPs) represent a promising and cost-effective class of semiconductors, which can be synthesized through solution-based methods. Due to their exceptional light absorption capabilities, low defect densities that reduce charge trapping, and excellent charge transport properties, MHPs have been extensively explored for photodetector (PD) applications. However, despite these remarkable advantages, the long-term viability of MHPs remains challenged by their sensitivity to air and photo-instability. Recently, atomic layer deposition (ALD) has gained considerable attention in the field of MHPs due to its advantages, including low-temperature processing, precise control over film thickness, and accurate compositional control. The deposition of metal oxide layers via ALD effectively passivates surface defects and optimizes interfaces in MHP-based photodetectors, facilitating efficient electron transport and enhancing device stability.

In this study, we present a novel approach to enhancing the stability and performance of MHP-based PDs through the strategic design of interface layers. This research focuses on integrating a hybrid interface layer comprising polyethyleneimine ethoxylated (PEIE) and aluminum-doped zinc oxide nanoparticles (AZO-NPs) with a layer of SnO_x deposited using atomic layer deposition at low temperatures. The proposed hybrid structure improves the charge transport and optoelectronic properties of the devices and significantly enhances their long-term stability under ambient conditions. The devices with this hybrid interface layer demonstrate remarkable performance metrics, including a responsivity of 8 A/W, detectivity of 3.45×10^{13} Jones, and rapid rise and delay times of 11.3 and 15.2 ms, respectively. Notably, these devices maintain stability for up to 25 days under ambient conditions (room temperature, RH = 60%). Moreover, the conductive compensation effect of AZO-NPs allowed for a reduction of the C₆₀ layer thickness to 80% of its original value while still enabling efficient operation and further enhancing detectivity to 12.28×10^{13} Jones without compromising performance. These results show that our interface engineering approach can address common stability and degradation issues in perovskite-based PDs, thus providing the foundation for their broader application in optoelectronic devices.

Keywords: Metal halide perovskite, Atomic layer deposition(ALD), Hybrid Interface, Photodetector

Flexible thermoelectric self-powered sensors with thermoelectric composite films based on PVDF and Bi_2Te_3 -based particles

Seo Yeon Bae, Kwi-Il Park[†]

Department of Materials Science and Metallurgical Engineering, School of Materials Science and Engineering,
Kyungpook National University (KNU), Daegu
(kipark@knu.ac.kr[†])

Thermoelectric energy harvesters (TEHs), which convert thermal sources into electrical energy, are promising candidate for self-powered devices as the global energy consumption regulations are reinforced so that renewable and waste-free energy sources are required. Furthermore, flexible TEHs (f-TEHs) are effective energy supplier for electric devices which operate in wireless especially attached on curved objects with thermal source due to their highly flexibility. Herein, we fabricated flexible thermoelectric self-powered sensor (f-TSS) which is one of the promising applications of TEHs. The fabricated f-TSS is comprised of p-type thermoelectric composite films which are obtained $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ (BST) powder with poly-vinylidene fluoride (PVDF) matrix. We used indium tin oxide-coated polyethylene terephthalate (ITO-coated PET) film and Aluminium foil for electrode. Especially, we stacked additional PET films to create a height difference to convert applied vertical thermal difference to lateral direction. The fabricated f-TSS with sensor array (4×4) at $\Delta T = 20$ K well detected the pattern images of external thermal source which was analyzed by real-time monitoring system. This study manifests flexible thermoelectric sensor array which paves the way for further advancements in this field.

Keywords: Thermoelectric, Flexible self-powered sensor, Energy harvesting, Thermoelectric composite film, Bi_2Te_3

Enhancing 1.8 eV Perovskite Solar Cells via Tin Oxide Deposition through Atomic Layer Deposition

Joo Woong Yoon, Dong Hoe Kim[†]

Department of Materials Science and Engineering, Korea University
(donghoekim@korea.ac.kr[†])

To achieve high-efficiency all-perovskite tandem solar cells, optimizing the efficiency of 1.8 eV wide bandgap (WBG) perovskite solar cells (PSCs) is essential. A key challenge in enhancing the performance of WBG PSCs lies in optimizing the interface between the WBG's electron transport layer (ETL) and the electrode. Polyethylenimine ethoxylated (PEIE) is a commonly used organic polymer that is typically deposited on C₆₀ to improve electron extraction at the perovskite/ETL interface. Furthermore, it forms an ohmic contact with the electrode, which reduces non-radiative recombination between C₆₀/electrode interface. However, due to spin coating method on PEIE deposition, achieving uniform film coverage can be challenging. Furthermore, due to the low stability typical of organic polymers, PEIE's application in all-perovskite tandem solar cells is restricted. In this study, we demonstrate that SnO₂ deposited on C₆₀ via atomic layer deposition (ALD) with precise thickness control can overcome these limitations. Specifically, a 20 nm SnO₂ layer yielded the highest WBG cell efficiency (20.21%), with notable improvements in non-radiative recombination suppression compared to PEIE. This enhancement is evidenced by an increase in J_{sc} (17.78), laying a foundation for further development of high-efficiency all-perovskite tandem solar cells.

Keywords: Perovskite Solar Cell, Wide Band Gap, Atomic Layer Deposition, Tin Oxide

3D zincophilic-zincophobic designed protective layer for dendrite free Zn-ion batteries

안창훈¹, 최건우², 임성갑^{2†}, 김일두^{1†}

¹카이스트 신소재공학과; ²카이스트 생명화학공학과
(sgim@kaist.ac.kr[†]; idkim@kaist.ac.kr[†])

Zinc (Zn) metal anodes offer high safety and low cost for next-generation energy storage systems but face challenges like dendritic growth and surface corrosion, limiting long-term stability. To overcome these issues, we propose a multifunctional 3D zincophilic-zincophobic protection layer by integrating electrospun Zn-MMT@PAN nanofibers with iCVD-deposited perfluorodecyl acrylate (pPFDA) coatings. The Zn-MMT@PAN nanofiber layer enhances zincophilicity and optimizes the electric field, regulating Zn-ion conductivity and local current density to promote uniform Zn deposition and suppress dendrite growth. The pPFDA coating forms a hydrophobic barrier, preventing side reactions while maintaining Zn-ion transport. This design significantly improves cycling stability. These findings demonstrate the potential of advanced protection strategies for long-term stable Zn-based batteries.

Keywords: zinc-ion batteries, anode, zincophilic-zincophobic layer, electrospinning, icvd

The role of transition metal dopants in TMDs for optimal hydrogen evolution reactions

이상진[†]

인하대학교

(sjinlee.ih@inha.ac.kr[†])

Transition metal dichalcogenides (TMDs) doped with additional transition metals offer great potential as catalysts for water splitting. Introducing different transition metals into TMDs is a particularly effective method for enhancing the hydrogen evolution reaction (HER), as it can optimize the process of hydrogen adsorption and production. We have thoroughly investigated the patterns in the changes in hydrogen adsorption free energy (ΔG_{H^*}), a key indicator of HER efficiency, for various TMDs doped with different transition metals. We analyzed 150 distinct doped TMDs at the atomic level to understand the underlying causes of the changes in ΔG_{H^*} when different transition metals are introduced. We identified two primary factors influencing hydrogen adsorption on doped TMDs: (1) alterations in the charge of chalcogen atoms in TMDs doped with early transition metals, where hydrogen atoms bond, and (2) the energy required to deform the structure of TMDs doped with late transition metals to accommodate the added atoms. Furthermore, we offer a novel explanation for how vacancies in transition metal-doped TMDs can improve the hydrogen adsorption free energy and, consequently, the HER performance. We propose that adjusting electrostatic properties in early transition metal-doped TMDs and structural characteristics in late transition metal-doped TMDs can effectively achieve a neutral hydrogen adsorption free energy, leading to the development of TMD catalysts with exceptional water splitting performance.

Keywords: Hydrogen evolution reaction, transition metal dichalcogenides, water-splitting, catalysts, density functional theory

Development of Magneto-mechano-triboelectric generator Based on ferromagnetic-ferroelectric composites

임예슬, 황건태[†]

부경대학교 재료공학과
(gthwang@pknu.ac.kr[†])

The internet of things (IoT) device is a key component for industry 4.0, which is the network in homes, factories, buildings, and infra structure to monitor and control the systems. To demonstrate the IoT network, batteries are widely utilized as power sources, and the batteries inevitably require repeated replacement due to the limited capacity. Magneto-mechano-electric (MME) generators are one of candidate to develop self-powered IoT systems since MME generators can harvest electricity from stray alternating current (AC) magnetic fields arising from electric power cables. Herein, we report a magneto-mechano-triboelectric generator enabled by an ferromagnetic-ferroelectric composite. In the triboelectric nylon matrix, a ferromagnetic carbonyl iron powder (CIP) was introduced to induce magnetic force near AC magnetic field for MME harvesting. Additionally, a ferroelectric ceramic powder was also added into the MME composite material to enhance the charge-trapping capability during triboelectric harvesting. The final ferromagnetic-ferroelectric composite-based MME triboelectric harvester can generate an open-circuit voltage and a short-circuit current of 110V and 8 μ A, respectively, which were enough to turn on a light emitting diode (LED) and charge a capacitor. This results verify the feasibility of the MME triboelectric generator for not only harvesting electricity from an AC magnetic field but also for various self-powered IoT applications.

Keywords: Magneto-mechano-electric conversion, Energy harvesting, Triboelectric effect, Ferromagnetic-ferroelectric multiferroics, Ceramic-polymer composite

나이오븀 음극재를 활용한 단면로딩에 따른 하프셀 특성 평가

김성진[†]

구미전자정보기술원
(sjkim@geri.re.kr[†])

전기차 시장의 본격적인 형성으로 리튬이온전지에 대한 기술적 요구가 날로 높아지고 있으며, 주행거리 향상 및 충전 시간 단축이라는 주요한 요구 사항을 만족하기 위해서 다양한 연구가 이루어지고 있음. 첫째, 주행거리 향상을 위해서 이차전지는 소재단위에서부터 에너지밀도를 높이는 방향의 연구가 주가 되고 있음. (Nickel 함량을 90% 이상으로 높이는 형태) 다만, Nickel 함량을 높이면, 소재의 구조적인 불안정성으로 인하여 전지의 수명 특성 및 안전성이 저조한 문제가 있음. 둘째로, 리튬이온전지의 충전 시간을 획기적으로 줄일 수 있는 급속 충전 전지 기술에 대한 필요성이 급격히 증대하고 있으나, 현재의 카본계 음극재 특유의 한계로 인하여 충전시간 단축이 어려운 상황이며, 본 논문에서는 충전시간을 획기적으로 줄이며, 안전성을 향상시키는 나이오븀(Niobium, Nb) 기반 음극재를 사용한 전지 특성을 확인하고자 함.

Keywords: 이차전지, 급속충전, 나이오븀,

Buried interface modulation via PEDOT:PSS ionic exchange for the Sn-Pb mixed perovskite based solar

이상현, 김동회[†]

Department of Materials Science and Engineering, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea
(donghoekim@korea.ac.kr[†])

To apply Sn-Pb mixed perovskite solar cells for highly efficient single- or multi-junction devices, understanding device-specific buried interfaces are necessary. Poly [3,4-ethylenedioxythiophene]:poly[styrene sulfonate](PEDOT:PSS) is primarily used as a hole transport layer in Sn-Pb mixed perovskite solar cells. However, the spatial heterogeneity of PEDOT:PSS, caused by its PEDOT-rich and PSS-rich domains, induces many defects at the buried interface in PEDOT:PSS/perovskite, which limits device performance. Here, we present ionic exchange(IE) of PEDOT:PSS via a combination of methylammonium iodide (MAI) and dimethyl sulfoxide (DMSO). We confirm that the IE process preferentially form PEDOT-I and MA-PSS and that PSS-rich domains bind to DMSO. Thus, the spatial separation of PEDOT:PSS is solved, and the exchanged MA⁺ and I⁻ ions serve as a bridge between PEDOT:PSS and the perovskite, leading to improved physical, chemical, and electrical properties of the buried interface. The Sn-Pb mixed perovskite solar cells using IE-PEDOT:PSS achieve an improved efficiency of 21.28 % with an open-circuit voltage of 0.85 V and show better long-term stability. Additionally, IE-PEDOT:PSS works effectively in 2-terminal all-perovskite tandem devices, resulting in an improved efficiency of 23.52 % and high reproducibility.

Keywords: Sn-Pb mixed perovskite, PEDOT:PSS, Ionic exchange, Buried interface, Tandem solar cells

Improving tap density of $\text{LiMn}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{PO}_4@\text{C}$ through synthesis from dense carbonate precursor

DO VAN MINH[†]

Chungnam National University
(dominhbka98@gmail.com[†])

The Olivine-based cathode material LMFP@C with the chemical formula $\text{LiMn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{PO}_4$ is a promising cathode material due to its low cost, sustainability, and up to 25% higher energy density compared with LFP@C due to its higher working voltage (4 V) of $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{2+}$ redox couple. In this study, the olivine-based cathode material ($\text{LiMn}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{PO}_4@\text{C}$) was indirectly synthesized from carbonate precursor prepared via co-precipitation method. The carbonate precursor exhibits a dense packing of cubic-like shaped primary particles with the size of the secondary particles around $13\mu\text{m}$ that results in its high tap density of 1.471 g/ml . Additionally, a planetary ball milling was used instead of mortar and pestle, which, at low power, allowed a uniform mix of raw materials in the ethanol solution, while at higher power the size of the particles was reduced to several μm . In the first cycle $\text{LiMn}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{PO}_4@\text{C}$, prepared using low and high-power ball mills for mixing, exhibits 106 mAhg^{-1} and 111 mAhg^{-1} at 0.1C , respectively. The electrochemical performance was significantly improved at elevated temperatures (50°C) with 130 mAhg^{-1} and 140 mAhg^{-1} at 0.1C , respectively.

Keywords: Lithium iron manganese phosphate, $\text{Mn}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{CO}_3$, co-precipitation method, high tap density, ball mill.

Hollow silica nano particle을 활용한 이차전지 음극재의 충/방전 효율에 관한 연구

김민수, 양재빈, 이정훈, 심인보[†]

국민대학교 나노전자물리학과
(ibshim@kookmin.ac.kr[†])

전기자동차 및 이동용 통신 장비의 사용률이 높아짐에 따라 이차전지 산업이 크게 성장 하고 있다. 특히, 활물질은 이차전지의 용량과 효율에 대해 결정적인 역할을 한다. 이에 대해 li-base cathode에 관한 연구는 많이 이루어지고 있으며, 국내 시장 또한 규모가 상당하나, Anode는 최근 들어서야 연구, 개발이 이루어지는 상황이다. 대부분의 Anode 연구는 Carbon/Graphite를 다루거나 Si을 베이스로 하는 연구들이 이루어졌다. 하지만, 고용량 소재인 Si의 가장 큰 문제점은 lithation시에 발생하는 volume expansion과 pulverization에 있다. 이는 배터리 효율을 크게 떨어뜨린다.

본 연구에서는 Anode의 충방전 효율 및 안정성이 높은 Anode에 대하여 연구를 하였으며, lithation시 Si 대비 volume expansion이 적고, 안정적인 SiO₂를 이용하여 활물질을 개발하고자 하였다. 또한, Particle 대비 mAmph/g이 높은 Hollow nano silica를 합성하고자 하였다. 이를 위하여 균일한 Silica product를 얻을 수 있는 Stober method를 변형하여 template 위에 TEOS를 코팅하였다. Template는 사이즈를 균일하게 합성할 수 있으며 가격이 저렴한 D-glucose와 hydro-thermal method을 이용하여 만든 Carbon nano particle를 사용하였다. 550°C 5h Calcination을 통해 template을 제거하여 HMSN를 합성하였으며, 이를 SEM 분석을 통해 나노 크기의 입자를 형성함을 확인하였다. XRD 분석 결과 생성된 입자의 SiO₂의 그래프를 얻을 수 있었고 이후 생성된 입자를 Sucrose와 HCl을 더해 열처리 과정을 통하여 C@HMSN를 제조하였다. 이후, TEM 분석을 통해 silica-shell의 두께, carbon coating layer를 확인하였으며, coin-cell를 제조, 충/방전 테스트를 통해 cell 특성을 분석하였다.

Keywords: Anode, Active Materials, Silica

Effects of Fluorine Doped LALZO-F Solid Electrolytes for Solid-State Lithium Batteries

Tae Yoon Kim¹, Seung Yeop Yang², Sangmoon Park^{1,2,3†}

¹Department of Electronics-Energy Materials;

²Division of Energy and Chemical Engineering Major in Energy and Applied Chemistry;

³Department of Fire Protection and Safety Management, Silla University
(spark@silla.ac.kr[†])

F-doped Li-Al-La-Zr-O (LALZO-F) solid electrolytes were prepared by using solid-state process at high temperature [1]. The structures of the prepared LALZO-F in the use of synchrotron X-ray diffraction were determined as cubic phase. The morphology of the solid electrolytes was observed by scanning electron microscopy. Furthermore, Li-ionic conductivity by electrochemical impedance spectroscopy (298-423K) was enhanced by increases of Li-ion contents in the LALZO-F solid electrolytes, reaching a 2-orders enhancement.

Acknowledgment

This work was supported by “Regional Innovation Strategy (RIS)” through National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (MOE) (2023RIS-007).

References

[1] T.Y. Kim, S. Park, in preparation for publication.

Keywords: Solid electrolyte, synchrotron X-ray diffraction, Li-ionic conductivity

Structure and ionic conductivity studies of $\text{Li}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{TiO}_3$ and LLTO-S solid electrolyte for all-solid-state batteries

김윤빈¹, 이정훈², 박상문^{1,2,3†}

¹신라대학교 에너지소재공학과; ²신라대학교 에너지환경화학학과; ³신라대학교 소방안전학과
(spark@silla.ac.kr[†])

$\text{Li}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{TiO}_3$ (LLTO) and LLTO-S solid electrolytes were prepared by using solid-state process at high temperature [1]. The structures of the prepared LLTO and LLTO-S in the use of synchrotron X-ray diffraction were analysed as tetragonal phases depending on the preparing procedures. The symmetry, bond distances, and coordinations in the LLTO(-S) structures were presented. The morphology of the obtained LLTOs and LLTO-S was monitored. The lithium-ion conductivity of the solid electrolytes was measured by electrochemical impedance spectroscopy (298-423K).

Acknowledgment

This work was supported by “Regional Innovation Strategy (RIS)” through National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (MOE) (2023RIS-007)

References

[1] Y.B. Kim, S. Park, in preparation for publication.

Keywords: solid state electrolyte, LLTO, LLTO-S, X-ray diffraction, lithium-ion conductivity

세라믹 소재의 열처리 온도 최적화를 통한 급속 이온 거동 향상

박규진, 조명훈, 안효진[†]

서울과학기술대학교 신소재공학과
(hjahn@seoultech.ac.kr[†])

화석 연료의 소비가 급격히 증가함에 따라 지구 온난화가 가속화 되고 있다. 화석 연료를 소비하고 탄소를 배출하는 주요 원인 중 하나인 내연기관을 대체하기 위해 전기차 개발이 활발히 이루어지고 있다. 전기차의 상용화에 있어서 가장 큰 문제점인 주행거리를 극복하기 위해 에너지 저장 소자의 개발은 필수적이다. 에너지 저장 소자의 종류에는 슈퍼커패시터, 리튬이온전지 및 연료전지가 있고, 일반적인 구성요소로는 전극, 집전체, 전해질, 분리막이 있다. 전극은 다시 활물질, 도전재, 바인더로 이루어져 있으며 이 중 활물질은 전극의 용량에 주요한 영향을 끼치는 요소이다. 활물질은 주로 수급이 원활하며 전기 전도도가 우수한 탄소 기반 소재로 만들어지며 이러한 탄소 소재는 세라믹계 소재와 복합화 하여 높은 전기화학 성능을 달성할 수 있다. 본 연구에서는 세라믹 소재의 열처리 온도를 최적화함으로써 결정 구조의 변화를 야기하였다. 이러한 결정 구조의 변화는 전해질의 이온의 삽입/탈리 과정을 용이하게 하여 전극의 성능을 향상시켰다. 본 연구 내용은 2024년도 추계 학술대회에서 더 자세히 논의될 예정이다.

Keywords: Binary metal oxide hydrates, Deintercalation, Nano-split morphology, Ultrafast capability

P-56

졸겔 스핀 코팅 기법을 사용하여 제작한 질소를 포함한 화합물의 베타전지 특성 측정

윤명빈, 심인보[†]

국민대학교
(ibshim@kookmin.ac.kr[†])

화합물 반도체에 대한 연구가 활발하게 이루어지면서 여러 화합물 반도체의 특성 측정이 이루어지고 있다. 졸겔 스핀 코팅 기법을 사용하여 여러가지 화합물(BN, GaN, InN, TiN)을 실리콘 기판 위에 코팅하여 베타전지의 에너지 변환 소재를 만들고, 전류-전압 특성을 측정하여 가장 좋은 에너지 효율의 베타전지를 만드는 것을 목표로 하였다.

Keywords: 스핀 코팅, 화합물 반도체, 박막, 베타전지

광전기화학적 물 분해용 광음극 소재로서의 산화제2구리(CuO) 박막과 나노막대 비교 연구

박종현, 김효진[†]

충남대학교 공과대학 신소재공학과
(hyojkim@cnu.ac.kr[†])

산화물 반도체의 저차원 구조체를 제작하는 것은, 반응 재료의 부피에 대한 표면적의 비가 향상되는 사실을 이용함으로써, 광전기화학적 물 분해를 통한 수소 생산에 효과적인 광전극들을 제조하기 위한 유망한 접근법이다. 이 연구에서는 p-형 산화물 반도체 산화제2구리(CuO) 박막과 나노막대에 기반을 둔 일종의 산화물 반도체 광음극의 광전기화학적 특성들이 탐구되었다. CuO 박막은 Cu 금속 박막의 스퍼터링 공정과 후속적인 열 산화 공정을 결합한 방법을 통해서 제작된 한편, CuO 나노막대는 CuO 나노입장 씨앗층을 활용하는 수열합성법을 통해서 합성되었다. 제작된 CuO 박막과 나노막대의 구조적 특성, 광학적 특성, 그리고 광전기화학적 특성을 비교하는 조사가 수행되었다. 결론적으로, 광전기화학적 물 분해에 대하여 CuO 나노막대 광음극이 CuO 박막 광음극보다 더 높은 광전류 밀도와 더 우수한 광전환 효율을 나타내는 것으로 밝혀진다. 이런 연구 결과는 CuO 기반 광전극을 제작하기 위한 유망한 방법을 개발하는 데 도움이 되리라 판단된다.

Keywords: 산화물 반도체, 산화제2구리, 나노구조체, 광전극, 광전기화학적 물 분해

Study on the Optimization of Synthesis Conditions and Surface Modification for Enhancing the Electrochemical Performance of NCM622 Cathode Material

최규석[†]

구미전자정보기술원
(gschoi@geri.re.kr[†])

The demand for high-performance secondary batteries continues to grow with the expansion of electric vehicles and energy storage systems. One of the key factors determining the performance of these battery systems is the selection of cathode materials, among which NCM (Nickel-Cobalt-Manganese) based cathodes are widely used due to their high energy density and excellent performance. NCM622 ($\text{Li}[\text{Ni}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}]\text{O}_2$) is gaining attention as a material that balances high energy density and stability.

In this study, we optimized the precursor synthesis process through various synthesis conditions to maximize the electrochemical performance of NCM622 and analyzed how the microstructure and particle distribution of the precursor affect battery performance. Additionally, we proposed methods to improve cycle life and thermal stability through surface modifications. We focused on evaluating the effects of surface coatings using various additives (B, Ti, etc.) on the electrochemical properties and high-temperature stability of NCM622.

The results of this study present optimal synthesis and modification methods to enhance the performance of NCM622 cathode materials, which is expected to make a significant contribution to the development of next-generation secondary batteries

Keywords: NCM622, synthesis conditions, surface modification, electrochemical performance, secondary batteries

Study on the Correlation Between Precursor Synthesis Conditions and Electrochemical Performance of High-Nickel NCM Cathode Materials and the Effect of Additive Doping

이주영[†]

충남대학교

(dlwndud561@naver.com[†])

The expanding market of electric vehicles, results in the increasing demand for high-performance batteries. Consequently, the importance of batteries with higher energy densities is crucial. Layered Ni-rich Nickel-Cobalt-Manganese (NCM) cathode materials, $\text{Li}[\text{Ni}_x\text{Co}_{(1-x)/2}\text{Mn}_{(1-x)/2}]\text{O}_2$ (where $x \geq 0.8$), have been extensively studied due to superior energy density and competitive cost compared to LiCoO_2 . Despite high Ni content enhancing reversible discharge capacity, a significant drawback arises from the increased structural instability due to the phenomenon known as cation mixing, in which Li^+ (0.76 Å) and Ni^{2+} (0.69 Å) with similar ionic radii exchange crystallographic sites during synthesis and charge/discharge processes.

Herein, the precursors for $\text{Li}[\text{Ni}_{0.96}\text{Co}_{0.02}\text{Mn}_{0.02}]\text{O}_2$ cathode material (NCM9622) were synthesized via co-precipitation method under various pH and initial ammonia concentration. This work reveals correlation between the electrochemical performance of NCM9622 and the morphology of the primary particles of the precursor. Moreover, the effect of doping and coating with various additives, such as B, Ti, and Nb, on the electrochemical properties was investigated, to identify optimal methods to tackle the issues associated with high-nickel NCM.

Keywords: NCM9622, synthesis conditions, surface modification, electrochemical performance, secondary batteries

Solid-state Vitrimer Electrolyte Containing Dynamic Imine Bonds for Lithium Metal Batteries

이정민¹, 박승진², 김성곤^{1†}

¹동국대학교 화공생물공학과; ²전북대학교 화학과
(sungkonkim@dgu.ac.kr[†])

In this study, vitrimer-based solid polymer electrolytes (V-SPEs) incorporating dynamic imine bonds are synthesized for application in lithium metal batteries (LMBs). The optimal V-SPE composition is explored by varying the ratio of ethylene oxide (EO) to lithium ions, as well as the length of the EO chains. V-SPEs with extended EO segments display high ionic conductivity, reaching up to 3.25×10^{-4} S/cm at 60 °C. Stress relaxation analysis reveals a steady decrease in viscosity following Arrhenius behavior, with an activation energy of 52 kJ/mol, attributed to dynamic exchange reactions. Additionally, the imine bond exchange enables self-healing of V-SPEs at room temperature. Notably, the initial interfacial resistance decreases over 40 charge-discharge cycles, suggesting improved compatibility between the electrode and electrolyte due to dynamic exchange. The V-SPE-based LMB exhibits an initial discharge capacity of 154.7 mAh/g, good C-rate performance, and extended cycle life over 100 charge-discharge cycles at 60 °C and 0.1 C. These results indicate that V-SPEs are promising candidates for use as solid electrolytes in LMBs.

Keywords: Dynamic imine bond, Lithium metal battery, Solid polymer electrolyte, Self-healing

P-61

Li₆.25Al_{0.25}La₃Zr₂O₁₂-incorporated Solid-state Electrolytes for Lithium Metal Battery

나흥빈, 김성곤[†]동국대학교 화공생물공학과
(sungkonkim@dgu.ac.kr[†])

Lithium metal batteries are emerging as a promising next-generation technology due to their high energy density. However, challenges such as the instability of liquid electrolytes and lithium dendrite formation must be effectively managed to ensure safe operation. In this study, we developed a solid-state polymer-garnet hybrid electrolyte (PGE) using a PEGMA-ETPTA polymer matrix combined with garnet-type Li₇La₃Zr₂O₁₂ (LLZO) to address these critical challenges. The PGE exhibited high ionic conductivity ($1.03 \times 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$ at 50 °C) and strong oxidation stability (5.5 V vs Li⁺/Li), successfully suppressing lithium dendrite growth—a significant concern for battery safety. Furthermore, tests on a Li//PGE//LCO cell confirmed its potential as a practical battery, demonstrating high voltage stability, excellent cycle stability, and impressive coulombic efficiency. This study underscores the significant potential of hybrid electrolytes to overcome the limitations of liquid electrolytes and greatly enhance the performance and safety of lithium metal batteries across various applications.

Keywords: Lithium ion battery, Battery, Polymer electrolyte

배터리 열폭주 방지를 위한 세라믹 함침 다공성 폴리머 방화 특성

한승운^{1†}, 이종수¹, 변진순¹, 정대용²

¹(주)한미르; ²인하대학교
(swhans@naver.com[†])

최근 발생하는 전기차 및 리튬 이온 배터리 대형 사고는 사회적으로 큰 문제가 되고 있다. 배터리 소재 및 구조를 변경하여 화재 발생 자체를 방지하는 것이 가장 좋은 방법이나 기술적으로 매우 어려우며 많은 시간과 비용이 필요하다. 따라서, 배터리 일부분에서 발생하는 작은 화재가 배터리 전체로 확산하는 것을 방지하여 열폭주를 방지하는 것이 시급하다. 본 연구에서는 단열성이 우수한 다공성 폴리머 소재에, 세라믹 소재를 함침한 방화소재를 개발하고 방화 특성을 평가하였다. 세라믹 소재를 함침함에 따라 폴리머 표면에 코팅되어 연소를 억제하였다.

Keywords: 열폭주, 세라믹코팅, 방화

Enhancing Oxygen Evolution and Urea Oxidation reaction performance by decorating synthesized NiMn-LDH nanosheets with amorphous FeOOH Quantum Dots.

Ruturaj jadhav, Jin Hyeok Kim[†]

Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, Gwangju, South Korea
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

Layered double hydroxides (LDHs) have been limited in their application for oxygen evolution reactions (OER) due to their poor conductivity and instability. This study presents a novel approach involving hydrothermal synthesis followed by mechanical stirring to fabricate a composite electrode comprising nickel foam (NF), FeOOH quantum dots (QDs), and NiMn-LDHs. The resulting FeOOHQDs@NiMn-LDH composite catalyst exhibits exceptional OER catalytic activity, requiring only a modest overpotential of 200 mV at a current density of 50 mA cm⁻² and displaying a Tafel slope of 110 mV dec⁻¹. The superior performance of the composite catalyst can be attributed to the effective integration of ultrathin NiMn-LDH sheets, FeOOH QDs, and NF. This integration significantly reduces charge transfer resistance while simultaneously increasing the electrochemically active surface area. The enhanced catalytic activity is attributed to the synergistic effects among the components, facilitating rapid charge transfer and efficient oxygen evolution. By combining the unique properties of NiMn-LDHs with the catalytic activity of FeOOH QDs and the conductive framework of NF, the composite electrode demonstrates Remarkable electrocatalytic performance. This innovative approach offers promising prospects for the development of high-performance catalysts for various electrochemical applications, including water splitting and energy conversion.

Keywords: Layered double hydroxides (LDHs) , Oxygen evolution reaction (OER), Hybrid nanostructure FeOOH quantum dots NiMn-LDH nanosheets , Physical analysis , Electrochemical studies Charge transfer resistance, Electrochemically active surface area Nanofiber (NF).

Aerodynamic Levitation Fabrication of BaTiO₃ Relaxor Ferroelectrics for Improved Energy Storage Applications

김효민, 김승욱, 손예지, 정대용[†]

Department of Materials Science and Engineering, Inha University, 100, Inha-ro, 22212 Incheon, South Korea
(dyjeong@inha.ac.kr[†])

The demand for high-energy-density materials is increasingly critical, particularly for advanced energy storage and aerospace technologies applications. Relaxor-ferroelectrics are promising candidates due to their ability to exhibit large dielectric constants and energy storage densities, especially near the Morphotropic Phase Boundary (MPB). However, conventional fabrication methods often face significant challenges, such as uncontrolled nucleation, which can lead to phase inhomogeneity and reduced material performance. This study introduces a novel approach using aerodynamic levitation to fabricate BaTiO₃-based relaxor-ferroelectrics. Aerodynamic levitation allows the material to be processed in a levitated state, significantly inhibiting nucleation during cooling, thereby enabling precise control over phase distribution. This method facilitates the formation of a highly homogeneous melt, followed by rapid solidification, resulting in the dense formation of non-equilibrium phases crucial for enhancing relaxor behavior. Our findings demonstrate that we can manipulate the phase distribution by suppressing nucleation even in materials with identical compositions. The resultant relaxor ferroelectric material exhibits superior energy storage capabilities, making it exceptionally suitable for future space-related applications where stability and high energy density are paramount. This study addresses the limitations of traditional fabrication methods and opens new avenues for the application of relaxor ferroelectrics in next-generation energy storage technologies.

Keywords: Aerodynamic levitation, Relaxor-ferroelectric, energy density, space material, Nucleation inhibition

전이금속 칼코게나이드를 이용한 고효율 OER 전극 개발 및 활성화 에너지 장벽을 통한 성능 향상 원인 규명과 태양전지의 적용

문성준, 박유세[†]

충북대학교 신소재공학과
(yspark@chungbuk.ac.kr[†])

지구온난화의 가속화로 인해 높은 에너지 밀도와 청정에너지의 특징을 갖는 수소에너지 생산이 주목받고 있다. 수소 에너지 저장 시스템 (HESS) 는 대규모 에너지 저장 및 효율적인 에너지 관리가 가능하며, 이를 활용하여 Power-to-Gas (P2G) 기술을 통해 잉여 전력을 수소로 변환하여 저장할 수 있다. 따라서, 물을 전기분해 하여 수소를 생산하는 수전해 기술이 지속 가능한 수소 생산에서 중요한 역할을 하고 있다. 수전해 기술은 열역학적 전압인 1.23 V뿐만 아니라 다양한 요인의 과전압으로 인해 실질적으로 더 높은 과전압이 요구된다. 특히, HER보다 더 많은 전자 전달 단계를 갖는 OER이 수전해 반응의 병목 현상으로 여겨진다. 따라서, 효율을 높이기 위해 우수한 성능을 갖는 산소 발생 반응 촉매 개발이 필요하다.

본 연구는 전기 도금을 통해 Ni Foam (NF) 위에 Co, Cu 수산화물을 전기화학적으로 성장시킨 후, Se powder를 이용한 수열 합성을 진행하여 CoCuSe를 합성하였다. 수열 합성을 통해 합성된 CoCuSe는 nanofiber 구조를 가지고 있음을 확인하였다. 합성된 CoCuSe는 Se의 도입으로 전기화학적 표면적이 증가하였음을 확인하였으며, 전기화학 테스트 결과 10 mA/cm²에서 CoCuSe는 267 mV로 CoCu(OH)₂의 294 mV에 비해 약 27 mV의 과전압이 감소했다. 아레니우스 방정식을 통해 계산한 결과, CoCuSe가 CoCu(OH)₂보다 더 낮은 활성화 에너지 장벽을 가짐으로써 성능 향상의 원인을 규명하였다. 또한 태양전지에 적용했을 때 CoCuSe는 Solar-to-Hydrogen (STH) 효율이 약 13.0%로 우수한 성능을 보였으며, 그린 수소 생산 가능성을 확인하였다.

Keywords: Hydrogen, water electrolysis, oxygen evolution reaction

전기 증착법을 이용한 구리-코발트 수산화물 기반 산소 발생 전극 개발 및 음이온 교환막 수전해 적용 연구

소백산[†], 박유세[†]

충북대학교 신소재공학과
(sani0425bs@naver.com[†]; yspark@chungbuk.ac.kr[†])

수소 에너지 시대를 준비하고 있는 단계에서 물을 전기분해하여 수소를 생산하는 수전해(Water Electrolysis) 방법이 국내외에서 주목받고 있다. 다양한 수전해 기술 중, 음이온 교환막 수전해(Anion Exchange Membrane Water electrolysis)는 양이온 교환막 수전해(Proton Exchange Membrane Water Electrolysis)와 알칼라인 수전해 (Alkaline Water Electrolysis)의 장점을 결합하여 높은 효율과 저가의 전극 소재 사용을 기반으로 많은 관심을 받고 있다. 음이온 교환막 수전해를 통한 그린 수소 생산을 위해 고성능 및 고내구성의 산소 발생 반응(OER)촉매 개발이 매우 중요하다.

이번 연구에서는 전기 증착법을 이용하여 저온에서 짧은 시간 동안 다공성 기판 위에 이원계 구리-코발트 수산화물 촉매를 증착한 산소 발생 전극을 개발하였다. 전기 증착법은 단일 공정으로 진행되어, 기판 위에 촉매가 직접 증착되는 단순한 공정으로 재현성이 높고 대면적화가 용이하다. 증착된 구리-코발트 수산화물은 나노시트 구조로 성장하였으며, 코발트와 구리 간의 상호작용으로 인해 산소 발생 반응에서 활성 종인 코발트의 전자 구조 변화를 유도하였다. 이 전극은 알칼라인 환경에서 우수한 성능을 나타냈으며, 음이온 교환막 수전해 기술에 적용되었을 때도 높은 효율을 보였다. 본 연구는 구리-코발트 수산화물 촉매의 전기 증착법을 통한 효과적인 제작 방법을 제시하며, 산소 발생 반응에서의 성능 향상 가능성을 보여주었다.

Keywords: 수소, 수전해, 증착, 음이온 교환막

P-67

Ruthenium oxide-based electrocatalyst for effective oxygen evolution reaction in proton exchange membrane electrolysis

박서현¹, 박유세^{2†}

¹충북대학교 도시·에너지·환경 융합학부 재료공학전공; ²충북대학교 신소재공학과
(yspark@chungbuk.ac.kr[†])

Proton exchange membrane water electrolysis (PEMWE) is regarded as a mainstream water electrolysis technology due to its advantages of high operating current density and high-purity hydrogen production. However, due to issues such as the slow kinetics between intermediates and the anode, as well as the high cost of iridium catalysts, there is a need to investigate new anode catalyst design strategies for PEMWE.

In this study, the optimal oxygen evolution reaction (OER) catalyst was sought by adjusting the ratio of Ru precursor in the RuO₂/Co₃O₄ heterostructure. The catalysts were characterized, and their electrochemical performance was evaluated based on the Ru precursor ratio. Interestingly, during the ion-exchange process in synthesis, ZIF-67 was etched and restructured into nanosheets, leading to the exposure of more active sites as confirmed by the ECSA. The electrochemical evaluation of OER activity in acidic media demonstrated superior catalytic activity and stability, outperforming commercial RuO₂.

Keywords: Proton Exchange Membrane Water Electrolysis, PEMWE, Oxygen Evolution Reaction, OER

고효율 음이온 교환막 수전해를 위한 희생 템플릿 기반 CoMo-LDH 산소 발생 전극 개발

이성준, 박유세[†]

충북대학교 신소재공학과
(yspark@chungbuk.ac.kr[†])

수소는 에너지 밀도가 높고 친환경적인 에너지로 과도한 화석연료 사용으로 인한 환경 오염을 줄이기 위한 대체 에너지원으로 주목받고 있다. 수소를 생산하는 기술 중 음이온 교환막 수전해 기술은 알칼라인 수전해와 양이온 교환막의 장점을 종합한 수전해 기술로, 높은 효율과 비귀금속을 사용할 수 있어 차세대 수전해 기술로 각광받고 있다. 하지만, 높은 수전해 효율을 달성하기 위해, 비귀금속 기반 고성능 산소 발생 반응 촉매 개발이 필요한 실정이다. 본 연구에서는, 코발트-몰리브덴 층상 이중층 수산화물 (CoMo-LDH) 촉매를 다공성의 니켈 폼 기판에 성장시켜 고성능의 산소 발생 전극을 개발하였다. CoMo-LDH는 니켈 폼 표면에 전기 도금 공정을 통해 금속 유기 골격체를 성장 시킨 후 표면 화학 반응을 통해 합성되어 나노시트 구조로 성장되었다. Co와 Mo와의 상호작용은 전자구조의 변화를 유도하였을 뿐만 아니라, 산소 발생 과정 중 활성종인 옥시수산화물로 표면이 재구성되어 귀금속 보다 우수한 촉매능을 보여주었으며, 음이온 교환막 수전해 셀에 적용되었을때에도 귀금속 촉매보다 높은 수전해 효율을 보여주었다.

Keywords: 수전해, 음이온 교환막 수전해, 수소, 비귀금속

산소 결함을 도입한 Yolk-shell 구조 Co_3O_4 의 산소 발생 촉매 활용 및 음이온 교환막 수전해 적용 연구

김인태, 박유세[†]

충북대학교 도시에너지환경 융합학부
(yspark@chungbuk.ac.kr[†])

수전해는 물을 전기 분해 하여 수소를 생산하는 매우 친환경적인 기술이다. 이런 물 분해 반응은 이론적으로 1.23V를 필요로 하고 있지만, 수소 발생 반응과 산소 발생 반응에서의 과전압으로 인해서 실제로는 더 큰 전압을 필요로 하고 있다. 특히, 산소 발생 반응은 4전자 반응으로 느린 반응 속도를 갖고 있어서 더 큰 과전압을 필요로 하고 물 분해 반응에 걸림돌이 되고 있다. 따라서, 효과적인 수소 생산에 있어서 산소 발생 반응 촉매를 개발하는 것이 중요하다. 수전해 기술에는 알칼라인 수전해, 양이온 교환막 수전해, 음이온 교환막 수전해가 있다. 음이온 교환막 수전해는 알칼리 환경에서 구동되어 비귀금속을 사용할 수 있는 알칼라인 수전해의 장점과, zero-gap의 구조를 통해 높은 에너지 밀도를 갖는 양이온 교환막 수전해의 장점을 모두 갖추고 있어 차세대 수전해 기술로 평가 받고 있다. 이러한 음이온 교환막 수전해는 저항 손실, 활성화 손실, 물질 전달 손실에 영향을 받고 있다. 이 중 물질 전달 손실은 고전류 밀도로 갈수록 지배적이므로, 고전류 밀도에서 구동되는 음이온 교환막 수전해는 물질 전달 손실을 줄이는 것이 중요하다. 본 연구에서는 분무 열분해 공정을 통해 yolk-shell 구조의 Co_3O_4 를 합성하였으며, 환원제를 사용하여 산소 결함을 도입하였다. yolk-shell 구조는 넓은 반응 표면적 및 풍부한 기공을 제공하여 물질 전달을 향상시켰고, 산소 결함을 통해 전기적 구조를 조절하여 산소 발생 반응의 활성을 향상시켰다. 합성된 촉매를 음이온 교환막 수전해에 적용하였을 때, 낮은 물질 전달 손실을 보여주었을 뿐만 아니라, 귀금속보다도 우수한 성능을 보여주었다.

Keywords: yolk shell, 산소 발생 반응, 산소 결함, 음이온 교환막 수전해

Enhancing Photoelectrochemical Water Splitting Efficiency in Silicon Wafers via TiO₂ Passivation of Nanoporous Structures

심보림¹, 김원진¹, 임현민², 김형우², 김우병^{1,2†}

¹Department of Foundry Engineering, Dankook University, Youngin-Si 16890, South Korea;

²Department of Energy Engineering, Dankook University, Cheonan 31116, South Korea
(woo7838@dankook.ac.kr[†])

Silicon wafers for photoelectrochemical (PEC) water splitting are highly reflective and prone to corrosion. Nanoporous structures were created using a simple etching method that does not require complex multilayer heterojunctions to reduce reflectance. This approach significantly reduced reflectance to less than 1%, improving light absorption. However, this method also introduced many defects and made the surface hydrophobic. These issues can slow down carrier transport, cause more recombination, destabilize the reaction zone, and disrupt the PEC reaction. To solve this problem, a TiO₂ thin film was coated on the surface to correct the surface defect and make the surface hydrophilic. TiO₂ is beneficial because it is chemically stable and absorbs ultraviolet rays that silicon cannot. However, if the TiO₂ layer is suboptimal, it can hinder carrier movement and reduce light reaching the silicon. This study investigates how the addition of a nanoporous structure and ~3 nm TiO₂ film changes the PEC process. Provides insight through a variety of chemical analyzes and band diagram interpretation

Keywords: Photoelectrochemical Water Splitting, Nanoporous Silicon, TiO₂ Passivation, Surface Hydrophilicity, surface defect

Investigation of the Structural Stability and Electrochemical Properties of a High-Nickel NMA Cathode through Doping

서광덕, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Nowadays, the interest in lithium-ion batteries has increased due to the demand for eco-friendly energy storage devices as part of carbon neutrality efforts. Recently, layered transition metal oxide materials, such as LiCoO_2 , $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Co}_y\text{O}_2$, and $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Al}_y\text{O}_2$, have been widely used as cathode materials for lithium-ion batteries. Layered cathode materials have a high capacity and a wider operating voltage compared to spinel and olivine-type materials, allowing for higher energy density.

However, they face several issues due to significant structural changes that occur during the charge and discharge process. LiNiO_2 struggles from low thermal stability and structural transformations induced by Jahn-Teller distortions at high voltage, which is the main contributor to the fast capacity fading. Addition of manganese improves thermal stability at highly charged states, but may lead to increased $\text{Li}^+/\text{Ni}^{2+}$ cation mixing. Addition of Co stabilizes the layered structure and prevents reduces cation mixing, as well as alleviating the Jahn-Teller distortion effect. Aluminum is widely used to strengthen the metal-oxygen bond and stabilize the transition metal layer and therefore could be used instead of Mn and Co, allowing Co-free cathode materials.

In this study, $\text{Ni}_{0.96}\text{Mn}_{0.02}\text{Al}_{0.02}(\text{OH})_2$ (NMA9622) was synthesized via co-precipitation using an excess amount of nickel to achieve high capacity similar to conventional NCM, while employing Mn and Al to suppress the detrimental structural transitions and improve thermal stability. Additionally, various metals such as Mg, Fe, Ti, and Zn were used as dopants to investigate their influence on the electrochemical performance of NMA9622.

Keywords: Cathode, High-Nickel NMA, Co-precipitation, Dopants

오스테나이트 분율 및 Ag 증착이 슈퍼 듀플렉스 스테인리스강 SAF2507의 전기화학적 특성에 미치는 영향

이상훈¹, 김양도^{1†}, 신병현^{2†}, 김신호¹, 조형호¹, 제용훈¹

¹부산대학교 재료공학과; ²한국기초과학지원연구원
(yangdo@pusan.ac.kr[†]; lemonhouse@kbsi.ac.kr[†])

리튬 이온 배터리에 대한 수요는 전기차와 휴대용 전자 기기에 대한 수요 증가와 함께 급격히 증가하고 있다. 매년마다 새로운 제품이 출시되고 기능이 개선되고 있지만, 배터리 폭발 사고는 배터리 내부 온도가 700도까지 증가하는 이유로 여전히 발생하고 있다. 기존 배터리 소재 중 하나인 알루미늄은 녹는 온도가 670°C 이하로 연소 시 리튬의 손실을 막을 수 없고, 이를 해결하기 위해 SAE304가 대체재로 사용되고 있지만 SAE304는 700°C에서의 고온 강도가 170 MPa에 불과하고 높은 열팽창률을 가지고 있어 역시 배터리 폭발 사고에 취약한 소재이기에 배터리 케이스로서 완벽한 소재는 아니다. 본 연구는 이러한 단점에도 불구하고 대체제가 없어 사용되는 SAE304를 SAF2507로 대체하여 안전성을 향상시키는 것을 목표로 한다. SAF2507은 700°C에 달하는 고온에서 300MPa 이상의 강도를 유지하며, SAE304보다 열팽창률이 60% 낮다. 또한 SAF2507은 오스테나이트와 페라이트로 구성된 슈퍼 듀플렉스 스테인리스강으로, 우수한 강도와 높은 내식성을 제공한다. SAF2507은 열처리 온도에 따라 분율을 조절할 수 있다. 본 연구에서는 SAF2507을 1100°C로 열처리 하여 오스테나이트의 분율을 50%로 조정하고, 또한 1300°C로 열처리하여 30% 미만으로 조정한 후, 두 비교군 모두 50°C/s의 속도로 급속 냉각했다. 상 분율이 서로 다른 시편의 미세구조는 필드 방출 주사 전자현미경과 X선 회절 분석을 통해 분석했으며, 이후 PVD 방식으로 Ag를 증착했다. Ag 증착 이후 전기화학적 특성 평가를 위해 OCP, EIS 및 동전위 분극 시험을 시행하였다. 그 결과 동전위 분극 시험에서는 패시베이션 범위에서 균일한 부식이 확인되었고, 갈바닉 부식 과정에서 Ag 손실이 관찰되었습니다. 마지막으로, 오스테나이트와 페라이트의 갈바닉 부식을 통해 공식 전위 (E_{pit})를 산출하였다.

Keywords: 리튬 이온 배터리, Ag 증착, 슈퍼 듀플렉스 스테인리스강, 상 분율, 전기화학적 거동

향상된 리튬 이온 배터리 케이스를 위한 Ag가 코팅된 슈퍼 듀플렉스 스테인리스 강 SAF2507의 코팅 두께에 따른 전기화학적 거동

조형호¹, 김신호¹, 이윤석², 신병현^{3†}, 김양도^{1†}

¹Department Of Materials Science And Engineering, Pusan National University, Republic of Korea;

²Semiconductor-Specialized University, Pusan National University, Republic of Korea;

³Busan Center, Korea Basic Science Institute, Republic of Korea

(lemonhouse211@kbsi.re.kr[†]; yangdo@pusan.ac.kr[†])

리튬 이온 배터리는 우수한 성능에도 불구하고 화재로 인한 폭발 위험과 관련된 중요한 문제에 직면하고 있습니다. 배터리 발화의 주요 원인은 리튬 이온의 높은 에너지 밀도로 인해 온도가 상승하는 것입니다. 배터리 케이스는 주로 플라스틱, 알루미늄, SAF30400과 같은 재료가 사용되고 있습니다. 플라스틱과 알루미늄은 경량화에 적합하지만 낮은 강도와 낮은 녹는점의 문제점을 가지고 있습니다. 또한 SAF30400은 우수한 강도와 내식성을 가지지만, 가공 경화 및 700°C에서 낮은 고온 강도를 가지는 문제점을 가지고 있습니다. 또한 도금에 사용되는 Ni은 ICAS기준 25%의 전기전도도를 가집니다. 이러한 문제를 해결하고 개선하기 위해 SAF2507(780 MPa, 30%)에 Ag(ICAS 108.4%)를 도금하고 그 특성을 분석하였습니다. SAF2507은 주조 후 1100°C에서 용체화 열처리를 한 후 PVD 방법을 통해 Ag로 코팅되었습니다. Ag 코팅은 0.5 μm , 1.0 μm , 1.5 μm , 2.0 μm , 2.5 μm 의 총 5가지의 두께로 코팅되었습니다. 코팅 두께에 따른 표면 상태는 FE-SEM, EDS, XRD를 이용해 분석하였으며, 전기화학적 특성은 3.5 wt% NaCl 전해질 용액에서 포텐시오미터(potentiostat)를 사용해 open circuit potential(OCP), electrochemical impedance spectroscopy(EIS), potentiodynamic polarization test(동전위 분극시험)을 통해 분석하였습니다. PVD 방법으로 코팅된 표면은 균일한 Ag 층으로 형성되었습니다. 전기 전도도는 Ag 코팅 두께에 따라 1.9% ICAS에서 58.8% ICAS로 증가했습니다. 이러한 증가는 배터리 문제의 안전성을 향상시킬 수 있었으며, 미래의 새로운 시스템 개발에 기여할 것으로 기대됩니다.

Keywords: 배터리 케이스, Super duplex stainless steel, Ag 코팅

태양전지 버퍼층으로써의 ZnMgO 특성화

제용훈, 김신호[†], 김양도[†]

부산대학교

(shinho@pusan.ac.kr[†]; yangdo@pusan.ac.kr[†])

ZnMgO는 Mg 함량에 따라 3.3~7.4 eV 범위의 유연한 밴드갭을 가지기 때문에, 태양전지 분야에서 CdS를 대체할 버퍼층으로 주목받고 있습니다. Mg 함량이 증가함에 따라 밴드갭은 커지지만, valence band core level은 거의 변하지 않고 conduction band core level만 증가합니다. 이러한 특성 덕분에 delta conduction band offset (Δ CBO)을 조절하기 쉬워, spike 구조를 형성하여 계면 재결합을 줄이고 개방 회로 전압 손실을 낮출 수 있습니다. 본 연구에서는 ZnMgO의 Mg 함량을 변화시켜 다양한 특성을 조사하였습니다. Mg 함량이 약 0.35 at%까지 증가해도 결정 구조는 변하지 않았으며, 광학적 밴드갭은 3.30~3.72 eV 범위로 나타났습니다. 또한, 캐리어 농도는 적절한 수준을 유지했습니다.

Keywords: ZnMgO, CdS, delta conduction band offset

Enhancing Thermal Stability in Lithium-Ion Batteries with Dry-Processed Alumina-Coated Polyolefin Separators

이종훈¹, 한주영², 김성훈^{1†}, 신원호^{2†}

¹동의대학교; ²광운대학교
(hoon@deu.ac.kr[†]; weonho@kw.ac.kr[†])

Lithium-ion batteries (LIBs) are widely utilized across various fields ranging from portable electronic devices to electric vehicles due to their exceptional longevity, high energy density, and high operating voltage. Particularly, the rapid expansion of electric vehicles and energy storage systems has resulted in a surge in demand for cost-effective and high-energy-density LIBs. This trend highlights the growing significance of enhancing thermal stability. Recent research has highlighted enhancements in the thermal stability of lithium-ion batteries (LIBs) through the implementation of alumina-coated separators. However, the alumina coating layer poses challenges such as impeding lithium ion movement due to organic binders and thickening the separator, thereby decreasing Li⁺ ion conductivity. In this study, we explored an approach utilizing nano-sized alumina to minimize the utilization of organic binders and reduce coating thickness to below 100 nm, while selectively coating without obstructing pores through ultrasonic treatment. Experimental findings revealed that polypropylene (PP) separators coated with aerosol-deposited Al₂O₃ nano powder displayed improved thermal stability compared to conventional PP separators. Specifically, the performance of Al₂O₃ nano powder-coated PP measured at 2C attained 80.5%, and at 5C, it reached 70.35%. Additionally, while the thermal shrinkage of uncoated PP decreased by 20% at 140 degrees Celsius for 30 minutes, the coated PP achieved a reduction in shrinkage to below 10%. These research outcomes are anticipated to enhance the energy density and safety of LIBs.

Keywords: Aerosol deposition, Lithium-ion battery, Separator, Polypropylene, Al₂O₃

Employing Zinc Preferential Inorganic Coatings on Zinc Anodes in Aqueous Zinc-ion Batteries

신성희^{1,2†}, 김형석^{1,3†}

¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, 02792, Republic of Korea;

²Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, Seoul, 02841, Republic of Korea;

³Division of Energy & Environment Technology, KIST School, Korea University of Science and Technology, 5, Hwarang-ro 14-gil, Seongbuk-gu, Seoul 02792
(shshin@kist.re.kr[†]; hskim0227@kist.re.kr[†])

In response to the continuously expanding need for environmentally sustainable, economically feasible, and secure energy storage solutions, aqueous Zn-ion batteries (AZIBs) have emerged as a promising alternative. Although AZIBs able to utilize Zn metal as an anode for their high volumetric capacity (5854 mAh cm^{-3}), they still hampered by invincible side reactions like hydrogen evolution reaction (HER), corrosion, and dendrite growth on Zn surface. These uninvited reactions trigger short cycle life, so it's crucial to solve side reactions.

Here, we placed our attention on our method: building inorganic coatings on the zinc surface to tackle the issues. To identify the material characterization and effect of the artificial layer, various analysis tools were utilized.

Keywords: Aqueous Zn-ion batteries, Zn anode, artificial layer, inorganic layer, zincophilic layer

Enhancing Na_{3.4}Zr₂Si_{2.4}P_{0.6}O₁₂|Na Interfacial Properties with ZnF₂ Interlayer for Stable Solid-State Sodium Metal Batteries

Jeeyong Lee^{1,2}, KiO Kim^{1,2}, Hyung-Seok Kim^{1,3†}

¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology;

²Department of Materials Science and Engineering Korea University;

³Division of Energy & Environment Technology, KIST School, Korea University of Science and Technology

(hskim0227@kist.re.kr[†])

All solid-state sodium metal batteries (ASSMBs) have attracted wide attention due to their low cost, abundant sodium resources, reliable safety and high energy density. Among solid-state electrolytes (SSEs), inorganic NASICON type Na_{3.4}Zr₂Si_{2.4}P_{0.6}O₁₂ (NZSP0.4) has been considered one of the most promising SSEs based on its air stability and high ionic conductivity ($>10^{-4}$ S cm⁻¹) at room temperature. However, NZSP0.4-based ASSMBs has suffered from significant interface problems, such as high interfacial resistance and dendritic sodium (Na) growth.

In this presentation, we report construction of a ZnF₂ interlayer directly on the surface of NZSP0.4 via RF magnetron sputtering. The ZnF₂ undergoes an in-situ reaction with sodium metal, spontaneously forming a Na-Zn alloy and NaF. The Sodiophilic nature of Zn facilitates the formation of Na-Zn alloy, improving the poor interfacial contact between NZSP0.4 and sodium metal, which leads to a reduction in interfacial resistance [1]. Additionally, the formation of NaF, with its high mechanical modulus, helps to suppress dendritic sodium growth, further stabilizing the interface [2]. The detailed electrochemical properties of the ASSMBs employing the ZnF₂ interlayer will be discussed.

Keywords: NASICON, sodium-ion batteries, solid-state electrolyte, Na₃Zr₂Si₂PO₁₂, ZnF₂

Solar-Powered Green Hydrogen and Value-Added Chemical Production with Advanced Earth-Abundant Electrocatalysts

Mayur A. Gaikwad, Jin Hyeok Kim[†]

Chonnam National University
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

This research presents the development of a novel electrocatalyst, FeOOH/Fe_{0.5}CoCr_{0.5}-LDHs, designed to enhance both hydrogen evolution reaction (HER) and methanol oxidation reaction (MOR) while addressing the challenge of slow oxygen evolution reaction (OER). The self-supported hierarchical structure was synthesized using concurrent engineering approaches to produce formate at the anode and hydrogen at the cathode simultaneously. Experimental and theoretical analyzes revealed that the in-situ formed heterostructure significantly improved charge transfer. The catalyst's exceptional electrocatalytic performance and durability were attributed to electronic modulation from Cr intercalation and a superhydrophilic hybrid surface morphology. For overall water splitting, the electrocatalyst required 2.01 V to reach a current density of 50 mA cm⁻², while methanol oxidation achieved the same current at a lower voltage of 1.76 V. A prototype solar-driven system, combining a commercial Si cell with a methanol splitting electrolyzer using FeOOH/Fe_{0.5}CoCr_{0.5}-LDHs electrodes, maintained a photocurrent density of 8.1 mA cm⁻² for 2 hours. This study showcases the potential of electrocatalysts based on abundant elements for sustainable and selective electrochemical synthesis, enabling efficient production of clean hydrogen and valuable chemical byproducts

Keywords: In-situ formed FeOOH/FeCo-LDHs interface; Cr-doping; Oxygen evolution reaction, Methanol oxidation reaction; Solar hydrogen production

A PVDF Film Embedded with 2D h-BN Nanosheets as a Robust Artificial Protective Layer for Stabilizing Sodium Metal Anodes

Ki-Yeop Cho¹, Hyung-Seok Kim^{1,2†}

¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST);

²Division of Energy & Environment Technology, KIST School, Korea University of Science and Technology (UST)
(hskim0227@kist.re.kr[†])

The global energy crisis has spurred significant research efforts to develop battery systems capable of storing large amounts of electrical energy with stable cyclability and cost efficiency. Among the various systems, sodium-ion batteries (SiBs) have recently emerged as a promising candidate. They offer an energy density comparable to that of lithium-ion batteries (LiBs), which have been the predominant choice for energy storage application, while also providing greater cost-effectiveness. Nevertheless, the lower energy density of practical SiBs compared to state-of-the-art LiBs has hindered their widespread adoption. In this context, sodium metal anodes (SMAs) have gained considerable attention due to their high theoretical capacity (1166 mAh g^{-1}) and low operating voltage ($-2.71 \text{ V vs. S.H.E}$), which help reduce the weight or volume of the anode, thereby significantly increasing the energy density of SiBs. However, the dendritic growth of sodium metal and its high reactivity pose serious safety concerns and lead to severe side reactions, resulting in low Coulombic efficiency and high cell polarization. Therefore, it is crucial to prevent sodium dendrite formation while improving the cyclic stability of SMAs for the successful implementation of high-energy SiBs with cost efficiency. In this work, a PVDF-based composite was introduced onto electrodeposition substrates as a robust artificial solid-electrolyte interphase (ASEI) to stabilize the electrochemical Na^+/Na interface. Specifically, hexagonal boron nitride nanosheets (h-BNNS) were used as fillers to enhance the mechanical and ion transport properties of PVDF polymers. The effects of the protective layer on the electrodeposition behavior of sodium and the electrochemical cycling performance of SMAs will be discussed in this presentation.

Keywords: Sodium-ion batteries, Sodium metal anodes, Artificial solid-electrolytes interphases, Polymer composites

Modified surface of Zn metal anode for stable, dendrite-free aqueous zinc-ion batteries

Pranav Kulkarni¹, Young Chan Kim², Hyun Young Jung^{1,2†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University;

²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University
(hyjung@gnu.ac.kr[†])

Zn ion battery commercialization is hindered by problems such as dendrite growth, capacity loss, and the cracking or dissolution. In this study, we introduce surface interface engineering for Zn anodes through a simple chemical etching-substitution method to achieve safe and dendrite-free cycling for high-performance aqueous Zn batteries. This chemical modification produces a rough peak-valley surface with a thin fluorine-rich layer on the Zn anode, leading to uniform Zn plating/stripping, improved electrolyte accessibility, and enhanced wettability. As a result, uniform Zn plating/stripping with low polarization (29 mV) at 0.5 mA cm² and stable cycle performance for up to 1000 hours is achieved. Moreover, full cells using this modified Zn anode with b-MnO₂ or Ba-V₆O₁₃ cathodes show improved capacity retention up to 1000 cycles compared to pure Zn cells. The suggested valley deposition model offers a practical approach for enhancing the electrochemical properties of multivalent metal anodes by fine-tuning the surface through modified interfacial chemistries.

Keywords: Zn-ion batteries, Peak-Valley, Modified zinc anode, Fluorinated interface

사용 후 리튬이차전지로부터 전해액 회수 연구

박재량[†]

고등기술연구원
(iam0285@iac.re.kr[†])

최근 리튬이차전지의 응용 분야는 휴대폰, 노트북과 같은 소형 전자기기에서 전기자동차, 에너지저장시스템과 같은 중대형 분야로 확대되고 있다. 이에 따라 이차전지 폐제품의 발생이 급속적으로 증가하고 있다. 현재 리튬이차전지의 재활용 기술은 코발트, 리튬, 니켈과 같은 비철금속을 포함하는 고부가가치 전극 재료의 회수가 주를 이루고 있다. 그러나 회수할 가치가 있는 리튬염과 유기용매가 포함되어 있는 전해질에 대한 재활용 연구는 휘발성과 독성, 가연성 때문에 미미한 상황이다.

본 연구에서는 리튬이차전지의 주요 구성소재인 전해질과 유기용매의 회수에 대한 실험을 수행하였다. 전해액을 상온 및 가온 분위기에서 기화하여 회수 장치로 이송한 후, 영하의 온도 조건에서 회수하였다. 최종적으로 투입한 소재와 회수물의 비교 분석을 통해 전해액의 회수 가능성과 가치를 확인하였다.

Keywords: Electrolyte, Spent lithium-ion battery, Recycling, Pyrolysis, Sub-zero

In-situ cathode electrolyte interphase for preventing vanadium dissolution in high-performance zinc-ion batteries

Pranav Kulkarni¹, Young Chan Kim², Hyun Young Jung^{1,2†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University;

²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University
(hyjung@gnu.ac.kr[†])

Aqueous zinc-ion batteries (AZIBs) have high energy density and safety, vanadium compounds with open frameworks are widely regarded as excellent cathode materials. However, the dissolution of vanadium and the creation of by-products in aqueous electrolytes often result in capacity degradation and a diminished cycle life. To solve these issues, we have developed a method that integrates barium ions into the vanadium framework, forming an in-situ cathode electrolyte interface (CEI). These barium ions fortify the interlayer structure and form a BaSO₄ CEI, effectively preventing vanadium dissolution and improves diffusion kinetics. The resultant Ba-V₆O₁₃ nanobelts demonstrate a specific capacity of 305 mAh g⁻¹ at 0.1 A g⁻¹ and an energy density of 213 Wh kg⁻¹, while maintaining a reversible capacity retention of 99.94% per cycle. Additionally, the cathode exhibits robust interfacial stability even after sustaining physical damage. This research offers an innovative approach to advance the commercialization of safe, flexible, high-performance AZIBs.

Keywords: Zn-ion batteries, Vanadium framework, Cathode electrolyte interface, Flexible

Long-Life Li-ion Battery with Graphene-Based Nano-Engineered SnO₂ Conversion Anode

김선식¹, 정현영^{1,2†}

¹Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University;

²Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University

(hyjung@gnu.ac.kr[†])

Conversion-based materials are recognized for their potential to deliver high theoretical capacities in lithium-ion batteries. Among these, SnO₂ stands out with a theoretical capacity of 1494 mAh g⁻¹ due to its conversion and alloying reaction with lithium ions. However, challenges such as significant irreversibility and volume expansion during electrochemical cycling pose risks to battery performance. In this study, we present quantum-sized SnO₂ particles that form C-Sn through a straightforward precipitation method and room temperature synthesis. The Sn-O-C bonding arrangement in the fabricated material is adjusted to achieve Sn-C bonds, which contribute to stable and high device performance. When tested as an anode, the Sn-C bonded material demonstrated an initial discharge capacity of 1227 mAh g⁻¹ at a current rate of 0.1 C, with minimal irreversible capacity losses. Additionally, the SnO₂ anodes exhibited excellent rate capability and cycle stability.

Keywords: Li-ion battery, Fast Charging Anode, Quantum Size Material, Graphene Tin Oxide

2차원 구조의 BiVO₄ 기반 고효율 광촉매 제조

김용수^{1,2}, 신수빈^{1,2}, 윤미리^{1,2}, 임상철^{1,2}, 이택영¹, 김진^{1†}

¹국립한밭대학교 신소재공학과; ²국립한밭대학교 반도체소재부품장비센터
(jinnie.kim@hanbat.ac.kr[†])

현재 전 세계적인 환경 오염과 에너지 위기의 심화로 인해 석유 기반 에너지를 대체할 수 있는 친환경 에너지 기술의 중요성이 급격히 증가하고 있다. 그중 광촉매를 활용한 수전해는 태양 에너지를 수소 에너지로 변환하는 유망한 친환경 기술로 주목받고 있다. 그러나, 수전해에서 산소 발생 반응(Oxygen Evolution Reaction, OER)은 다중 전자 이동으로 인해 반응 속도가 느린 특성을 가지며, 이를 촉진할 수 있는 고효율 광촉매 소재의 개발이 필수적이다.

BiVO₄는 가시광선에 대한 우수한 반응성과 OER 촉진 효율로 인해 차세대 광촉매 소재로서 주목받고 있다. 특히, 2차원 구조로 제작된 BiVO₄ 나노시트는 반응 면적을 극대화할 뿐만 아니라, 전도대의 상향 이동(ECB = 0.8 eV)으로 인해 수소 생산 효율을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 2차원 구조의 바나듐계 MXene(V₂CT_x)을 템플릿으로 활용하여, 새로운 BiVO₄ 나노시트 제조 방법을 제시한다. Bi(NO₃)₃와 V₂CT_x를 혼합한 후 열처리를 통해 BiVO₄로 조성을 전환하였으며, 혼합 비율과 열처리 조건을 조절하여 결정성과 수율을 분석하였다. 또한, 제조된 나노시트의 크기와 두께를 평가하여 중형비를 분석하였다. 본 연구에서 제조된 BiVO₄ 나노시트의 광촉매 특성을 추후 분석하여, 우수한 품질과 2차원 구조의 유효성을 평가할 예정이다. 분말의 간단한 열처리를 통해 고품질의 BiVO₄ 나노시트를 대량으로 제조할 수 있는 본 연구의 공정은, 추후 광촉매의 산업화와 자연 친화적 에너지 생산에 많은 이점을 제공할 것으로 예상된다.

Keywords: 산소 발생 반응, BiVO₄, 2차원 구조, 나노시트, 광촉매 특성

High-Performance Li-ion Battery with 3D Nanostructured CNT-based SnO₂ Anode

김선식², 김훈성², 김희준², 김영찬², 이재원², 안재민², 정현영^{1,2†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University;

²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University
(hyjung@gnu.ac.kr[†])

Tin oxide (SnO₂) is recognized for its high theoretical capacity of 1494 mAh g⁻¹, making it a promising candidate for high-performance anodes in lithium-ion batteries. However, SnO₂ anodes face challenges such as irreversible conversion reactions and significant volume expansion during alloying and dealloying with lithium. To address these issues, we have developed a 3D nanostructured carbon nanotube (CNT)-SnO₂ composite that demonstrates excellent cyclic performance as an anode material.

The CNT-SnO₂ composite features strong bonding between the carbon in the CNTs and the Sn, which reduces electron resistance and facilitates efficient ion and electron transfer to the electrode. Additionally, the nanosized (3 nm) Sn particles embedded in the CNTs enhance lithium ion diffusion, making the Sn particles more reactive with lithium compared to larger SnO₂ particles.

As a result, the nanosized CNT-SnO₂ composite exhibits a remarkable reversible specific capacity of 1785 mAh g⁻¹ at 1 C after 500 cycles. It also shows a significant capacity increase, reaching 775 mAh g⁻¹ at a high C-rate of 10 C after 5000 cycles, and 551 mAh g⁻¹ at 20 C after 10000 cycles. This study highlights the importance of systematic anode material design to achieve high capacity and high-rate performance for energy storage applications.

Keywords: Li-ion battery, Fast Charging Anode, Quantum Size Material, Tin Oxide

Enhanced Performance of Graphene Anodes Through Morphological and Structural Modifications for Advanced Lithium-Ion Batteries.

Jae-Min An¹, Hyun Young Jung^{1,2†}, Dong won Kim^{3†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea;

²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea;

³Department of Materials Science and Engineering, Nano Century Institute, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)
(hyjung@gnu.ac.kr[†]; ehddnjs9001@gmail.com[†])

Our investigation focused on morphological control and crystalline structure alterations to pinpoint the factors augmenting the capacity of pure graphene anodes. By facilitating multidimensional lithium-ion ingress and accumulation pathways, we determined that the edge and surface effects, arising from the interaction of reduced-dimension graphene within the porous matrix, significantly elevate capacity. Furthermore, the emergence of Stone–Wales defects during lithium insertion and extraction processes contributes to capacity enhancement beyond theoretical limits, sustaining performance even after prolonged cycling at elevated rates. Extensive research has substantiated that porous graphene electrodes exhibit superior performance, thereby enhancing capacity in lithium storage devices; however, the underlying mechanisms remained obscure. This intricately engineered graphene anode achieved an extraordinary reversible capacity of 3074 mA h g^{−1}, representing a 163% increment after 2000 cycles at 5 C, and preserved a stable capacity of 1102 mA h g^{−1} at 50 C with negligible degradation. These findings are pivotal for the progression of ultra-lightweight, high-speed energy storage systems design.

Keywords: Li-ion Battery, Graphene Anode, Reduced Dimensional Scale, Defect, High-Rate Capacity

Wearable triboelectric nanogenerator with PDMS and AuCl₃-doped graphene composites

김민지, 이경희, 현솔미, 박소영, 신동욱[†]

국립한밭대학교
(dwshin@hanbat.ac.kr[†])

Triboelectric nanogenerators (TENGs) have emerged as a promising technology for energy harvesting, especially in wearable electronic devices. By converting mechanical motion into electrical energy, TENGs enable the generation of electricity for eco-friendly and self-sustaining energy production systems.

Polydimethylsiloxane (PDMS), which has advantages such as high transparency, plastic deformation, strong elasticity, high electronegativity after friction, and biocompatibility, is a commonly used material in TENGs. However, polymer-based TENGs face challenges, such as the recombination of electrons with the positive charges induced on the electrode. To address this issue, graphene is used as an active material or electrode. Its two-dimensional honeycomb structure offers a large surface area for charge storage, while its high electrical conductivity enhances charge storage and transfer efficiency. Therefore, using a composite of PDMS mixed with graphene as the active layer in TENGs allows for easy electron capture, which enhances the output performance.

In this study, we improved the output performance of TENGs by using a film made of AuCl₃-doped graphene/PDMS composite on conductive fabric. Au particles increase carrier concentration and enhance conductivity, which helps retain charge. We showed that the AuCl₃-doped graphene-based TENG significantly outperformed, compared with TENGs using raw graphene/PDMS composite.

Keywords: TENG, wearable, doped graphene, composite, AuCl₃

리튬 이온 배터리 자기장 이미지 증폭을 통한 배터리 결함 검출 모델 개발

정유진¹, 김나혜¹, 최문영¹, 김지열¹, 이상철^{2†}, 이민규³

¹대구경북과학기술원 기초학부; ²대구경북과학기술원 나노기술연구부; ³대구경북과학기술원 에너지공학과
(sangchul.lee@dgist.ac.kr[†])

현재 리튬 이온 배터리는 에너지 저장 시스템(ESS)과 전기자동차를 포함한 다양한 산업 분야에서 널리 활용되고 있다. 그러나 에너지 밀도의 향상을 위해 배터리의 대형화 및 고밀도화가 요구되면서, 공정 단계에서의 불안정성으로 인해 화재와 같은 사고 발생 가능성이 중요한 문제로 대두되고 있다. 리튬 이온 배터리의 신뢰성과 안전성을 확보하기 위해서는 배터리 결함을 조기에 탐지하고 잠재적인 사고를 예방할 수 있는 분석 기술이 필수적이다. 이에 따라, 배터리 내부의 자기장 세기와 방향을 실시간으로 측정하여 전류 흐름을 파악하고 결함을 감지할 수 있는 기술인 자기장 이미징(Magnetic Field Imaging, MFI) 기법이 제안된다. MFI 기법은 비접촉·비파괴적으로 정상 배터리와 결함 배터리 간의 자기장 차이를 분석하여 전류 흐름의 이상성을 검출할 수 있는 특징을 지닌다. 본 연구에서는 정상 배터리와 결함을 모사한 배터리에 전류가 인가될 때의 자기장 이미지를 MFI 기법을 통해 수집한다. 수집된 배터리 자기장 이미지에 회전, 상하좌우 반전, 채도 조절, 이미지 합성, Mix-up의 다섯 가지 증폭 기법을 적용하여 총 11장의 원본 이미지 데이터(정상: 4장, 결함: 7장)를 총 14,620장으로 증폭한다. 증강된 데이터셋을 GBM(Gradient Boosting Machine) 머신 러닝 모델에 학습시켜 배터리 결함 검출 성능을 향상시키고자 한다. 증폭 전 원본 데이터 셋만으로 학습된 모델은 63.64%의 정확도와 0.71의 AUC(Area Under the Curve) score를 보였으나, 증강된 데이터로 학습된 모델은 90.91%의 정확도와 0.93의 AUC score를 보인다. 본 연구는 리튬 이온 배터리의 결함 탐지 및 분석 기술 향상에 기여할 것으로 기대되며, MFI 기법의 응용 및 발전 가능성을 제시한다.

Keywords: MFI, 자기장 이미지, 배터리, 결함 검출, 머신 러닝, 인공지능, 안정성

Synthesis and Nitridation of Layered Double Hydroxide and Graphene Oxide Composite for Efficient Hydrogen Evolution Reaction Electrochemical Catalyst

강병국¹, 문혁², 한진호², 강봉균^{1,2†}

¹순천향대학교 대학원 전자재료소자장비용융공학과; ²순천향대학교 디스플레이 신소재공학과
(kangbk84@sch.ac.kr[†])

Recently, interest in water splitting through electrochemical methods for the producing eco-friendly hydrogen energy has increased, driving the development of catalyst materials to assist the slow kinetics of water splitting reactions and address the high overpotential. Commercialized noble metal-based catalysts are scarce and lack stability, prompting research into the development of multi-metal alloys and composites with carbon materials based on transition metal substances. The diverse reaction pathways offered by multi-metal alloys, along with the large specific surface for use as catalyst materials in water splitting reactions. Furthermore, the multidimensional morphology achieved through composite formation increases the exposed surface area of the metal materials, inducing a synergistic effect between the two materials.

In this study, we synthesized a composite of Nickel-Iron Nitride and reduced Graphene Oxide via nitridation of layered double hydroxide (LDH) and graphene oxide precursors. The composite was applied as a catalyst material for the hydrogen evolution reaction, resulting in improved electrochemical performance. By controlling the growth rate, the plate-like LDHs were vertically grown on the graphene oxide. Through ammonia annealing, the LDHs were converted into metal nitrides, and the graphene oxides were reduced. We compared the structural, morphological, and electrochemical property changes in the composite induced by ammonia annealing.

Keywords: Layered Double Hydroxide, Graphene Oxide, Composite, Nitridation, Energy Conversion, Water Splitting, Hydrogen Energy

이차전지 전극용 바인더 소재 개발 연구

김대인[†], 윤강재, 윤승호, 오영일, 정화영

(주)투에이취켄
(kdaein@twochem.com[†])

이차전지는 전기 자동차, 에너지저장시스템 및 각종 전자 기기 등 다양한 응용분야에서 중요한 역할을 하고 있다. 기존의 NMP 용매를 사용하는 습식 전극 제조방식을 대체하는 건식 전극의 제조기술이 크게 주목을 받으며 다양한 관련 소재의 연구가 이루어지고 있다. 건식 방식이기 때문에 솔벤트가 필요없으며 바인더만으로 전극을 만들 수 있는 특성이 있다. 그 중에서도 건식 전극 분야의 바인더 소재로서 폴리올레핀 소재를 미세 분말화하여 이를 파우더 바인더로 응용하는 연구가 새로이 주목을 받고 있다.

본 연구에서는 건식 전극의 바인더 소재로서 폴리프로필렌을 기반으로 하여 평균입자크기 10 μ m 미만의 초미세 파우더 바인더 소재화 개발 연구를 수행하였다. 폴리프로필렌은 기계적 강도, 내열성, 내약품성 등의 물성이 뛰어나 바인더로서 적합한 소재인 반면 고분자 탄성체이기 때문에 이를 미세 분말화하기 아주 어려운 소재이다. 본 연구에서는 결정화 공법을 포함하는 화학적 분쇄방식을 통하여 10 μ m 미만의 평균입자크기를 갖는 미세 입자화 하는 연구를 수행하였다.

Keywords: 이차전지, 전극, 바인더, 폴리프로필렌

Exploring Fast Charging Technology through Constant Voltage Protocol Design in Lithium-Ion Batteries

구교진[†], 최혜진

국립한밭대학교
(kjku@hanbat.ac.kr[†])

Fast charging of lithium-ion batteries (LIBs) is a critical challenge in electric vehicle (EV) applications due to issues such as inhomogeneous delamination, localized heating, and lithium plating. To address these issues, various charging protocols have been developed, mainly involving multi-stage constant current (CC) and constant voltage (CV) charging procedures. CV charging is one of the two main methods, but its electrochemical behavior, especially during the CV stage, is not well understood. CV charging is commonly used to increase particle homogeneity at the end of the charging cycle and to provide additional capacity at low current densities, but its potential as a standalone fast charging method remains unexplored. In this study, we focus on evaluating the feasibility of a CV-only charging protocol for fast charging applications. Using a fast NCM811 anode material synthesized via ultrasonic spray pyrolysis (USP), we demonstrated that a CV charging stage enables a full charge in just 15 minutes with minimal capacity loss during the initial cycle. Despite this promising performance, we observed that the capacity degraded more rapidly with longer charging times. We attribute this degradation to the degradation of the NCM811 particle surface due to the extreme C-rate encountered during single-step CV charging. Based on this, we proposed a protocol that increases the steps of CV charging to reduce the extremely high C-rate region, resulting in an improved capacity retention trend. By revisiting the CV charging protocol, this research provides a better understanding of designing an effective fast charging protocol using CV charging alone.

Keywords: fast charging, constant-voltage, ultrasonic spray pyrolysis, cathode, lithium-ion battery

Evaluation of LFP cathodes using Integrated Thermogravimetric Analysis-Time of Flight Mass Spectrometry

Byung Gwon Jin^{1†}, Hyun Sik Kim¹, Hyeong Jin Kim²

¹ASTA Inc., 7th FL. AICT Bldg, A, 145, Gwanggyo-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea;

²School of Energy Convergence, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 61005, Republic of Korea
(jinbg33@naver.com[†])

Lithium Iron Phosphate (LFP) is a prominent cathode material in lithium-ion batteries, widely recognized for its safety and stability. To enhance its performance, researchers explore modifications such as coatings, morphological changes, and doping. Thermal analysis provides critical insights into the stability and phase transitions of LFP, aiding in process optimization and understanding the effects of these modifications.

In this study, we employed a recently developed Thermogravimetric Analysis-Time of Flight Mass Spectrometry (TGA TOF-MS) integrated system, capable of measuring weight changes and analyzing the chemical composition of evolved gases with high sensitivity as temperature increases. Both normal and defected LFP cathode materials were analyzed under helium gas, allowing us to monitor various gas emissions during the thermal process.

Our findings revealed that higher nickel content, while improving battery performance, compromises thermal stability. Through the integrated TGA TOF-MS analysis, we can analyze the materials' thermal decomposition onset temperature and gas evolution. This approach provides valuable insights into the root causes of thermal decomposition, contributing to the enhancement of overall product stability.

Keywords: TGA, TOF-MS, Mass Spectroscopy, Thermal analysis, Secondary battery, TGA hyphenation

Development of a Hyphenated Instrumental system of ThermoGravimetric Analysis and Time of Flight-Mass Spectrometer (TGA TOF-MS)

Byung Gwun Jin^{1†}, Yong Ju Lee¹, Eui Young Ji¹, Hyun Sik Kim¹, So-yeon Kim², Yeu Young Youn²

¹ASTA Inc., 7th FL. AICT Bldg, A, 145, Gwanggyo-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea;

²LG Energy Solution, LTD., Yuseong-gu, Daejeon 34122, Republic of Korea

(jinbg33@naver.com[†])

Thermogravimetric analysis (TGA) instruments measure the amount and rate of change in the weight of a sample as a function of temperature and time in a controlled environment. This data is useful for determining purity and composition of materials, drying and ignition temperatures and the thermal stability of compounds.

As TGA has become a more important tool for material analysis, there is an increase of demands for the chemical analysis of evolved gas produced during TGA experiments at high temperatures. Time of flight mass spectrometer (TOF-MS) measures ions produced from evolved gases more sensitively in real time and all ions are detected in each mass spectrum, ensuring no important information is missed or discarded due to its fast detection system. Even compared to widely used quadrupole mass spectrometer, TOF-MS offers various advantages including high speed, high mass resolution, high sensitivity and contamination resistance due to its simple structure.

In this study, an electron ionization time-of-flight mass spectrometer (EI TOF-MS) has been integrated with TGA. The integrated TGA TOF-MS system provides the capability to analyze gases evolved during thermal decomposition phase in TGA. In the integrated system, the ion analysis of TOF-MS is completely synchronized with the temperature and time of TGA in real time. These analytical systems provide great advantages for material analysis used in advanced industrial applications such as polymers, secondary batteries, display devices, and semiconductor materials.

Keywords: TGA, TOF-MS, Secondary battery, Thermal analysis, Mass spectrometry

Effect of $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Synthesis Conditions on the Electrochemical Performance of LiFePO_4 (Lithium Iron Phosphate) Batteries

홍하늘, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Lithium iron phosphate (LiFePO_4 ; LFP) is a prominent cathode material in lithium-ion batteries, particularly for electric vehicles and energy storage systems, due to its superior thermal stability, safety, and long cycle life. However, LFP inherently exhibits relatively low electronic and ionic conductivity, which limit its rate capability and overall energy density. To overcome these challenges, optimizing the synthesis of precursor materials such as $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ is critical, as the crystal structure, particle size, and morphology of the precursor significantly influence the electrochemical properties of the LiFePO_4 . In this study, $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ was synthesized via precipitation at varying reaction conditions, such as temperature, duration, and H_3PO_4 concentration, to investigate their impact on the morphology of LiFePO_4 and its electrochemical performance. The successful synthesis of both the precursor and the active material was confirmed by XRD analysis and their morphology was examined by SEM analysis, while the cathode performance of the LiFePO_4 was assessed through various electrochemical methods. This work reveals synthesis conditions and precursor's structure allowing the optimized performance of the LiFePO_4 , providing a fundamental knowledge for the development of high-performance, next-generation lithium-ion batteries.

Keywords: Lithium Iron Phosphate, $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Synthesis Optimization, Electrochemical Performance, Precursor Engineering.

Enhancing the Efficiency of CZTSSe Solar Cells through Cd²⁺ Alloying Time Optimization in the Absorber Layer

Dong Hyun Kang, Jin Hyeok Kim[†]

Optoelectronic Convergence Research Center and Department of Materials Science & Engineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, South Korea
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

Cu₂ZnSn(S,Se)₄ (CZTSSe) solar cells have a high light absorption coefficient and an adjustable bandgap, making them a promising alternative to solar cells that use CIGS and CdTe absorber layers. One key advantage of CZTSSe is that it consists of abundant and low-cost elements. However, compared to other types of solar cells, CZTSSe exhibits lower open-circuit voltage (V_{oc}) and short-circuit current density (J_{sc}), contributing to its relatively low efficiency. As a result, ongoing research focuses on improving the performance of CZTSSe solar cells. One of the challenges in the CZTSSe absorber layer is current loss, caused by the formation of voids at the interface with the Mo substrate and the high density of crystal grains with secondary phases. Moreover, internal defects within the absorber layer degrade device performance, directly lowering the overall efficiency of the solar cell. To solve these issues, researchers are working on methods to increase the crystal size, which reduces grain boundaries and suppresses the formation of voids, thereby improving device performance. In this study, Cd²⁺ elements were alloyed at the bottom of the precursor for 7 min. 30 sec., 8 min. 30 sec., and 9 min. 30 sec., respectively. By controlling the Cd alloying time, the thickness and characteristics of the thin film were adjusted and the efficiency of the solar cell was improved.

Keywords: CZTSSe, Cd²⁺, alloying time

Synthesis and Characterization of CZTSSe thin films with Silver Doping

Youngrog Kim[†], Jin Hyeok Kim[†]

Department of Materials Science & Engineering, Chonnam National University
(rhaxlddltk@naver.com[†]; jinhyeok@jnu.ac.kr[†])

The current power conversion efficiency (PCE) of CZTSSe solar cells stands at 14.9%, which is significantly below the Shockley-Queisser limit of 33%. This efficiency gap is largely attributed to low crystallinity and small grain size, leading to current leakage and void formation, reducing the open-circuit voltage. To enhance performance, increasing crystal size and minimizing voids are key. Among the various methods to boost efficiency, we chose material doping of the absorber layer as the most effective approach. Silver (Ag) was selected from several candidates. Ag offers larger grain sizes compared to copper (Cu), has excellent electrical conductivity, and can suppress the formation of secondary phases and defects during the fabrication of the absorber layer, thus improving device characteristics. To verify the outcomes of this study, Ag was doped into the CZTSSe absorber layer through evaporation, and solar cells were fabricated with varying deposition thicknesses. The morphology and electrical properties of the devices were evaluated using XRD, EQE, SEM, and a solar simulator. When the absorber layer was doped with 4 nm of Ag, the highest efficiency of 9.02% was observed in JV characteristic tests. XRD analysis revealed that the peaks corresponding to the (112), (220), and (312) planes shifted to lower angles due to Ag substitution at Cu sites, increasing the interplanar distance, which indicates successful Ag doping. SEM imaging showed that the grains were dense at 4 nm, though higher doping levels led to nonuniformity. Thin-film solar cells have the advantages of lower cost, lighter weight, durability in harsh environments, and suitability for mass production. Therefore, if their conversion efficiency can be improved, they could become highly competitive as low-cost solar products.

Keywords: Thin film, solar cell, sputtering, Silver, Photovoltaic

Improvement of Microstructure through Control of Organic Content in Paste for High-Temperature Thermoelectric Module Electrode Bonding

조현빈, 최순목[†]

한국기술교육대학교
(smchoi@koreatech.ac.kr[†])

고온 열전 모듈에 들어가는 전극 접합용 paste의 경우 고온안정성 및 내구성을 필요로 한다. 하지만 Sn solder의 경우 고온에 취약하다. 이를 해결하기 위해 Sn계 paste에 다른 금속 원소 분말을 첨가하였고, 소결 공정을 통해서 고온에서도 안정한 화합물을 형성하였다. 또한, paste에 들어가는 유기물의 기화로 인한 기공은 전도성과 내구성의 측면에서 문제가 될 수 있다. paste에 들어가는 유기물의 함량의 조절을 통하여 paste 소결 시 발생하는 기공을 최소화하였으며, 기공의 조절을 통해 향상된 미세구조를 관찰하였다. paste는 paste mixer를 통해 제조하였고, 전기로를 통해 화합물의 소결을 진행하였다. 또한, SEM을 통해 cross-section 미세구조를 분석하였다. DSC를 통하여 paste를 분석하였다. paste의 유기물 조절을 통하여 미세구조를 개선할 수 있었으며, 최소화된 기공과 향상된 미세구조로 인하여 강도가 향상되었음을 확인하였다.

Keywords: 열전모듈, TLPS, 유기물, 강도 개선, 고온안정성, 미세구조 개선

Study on the effects of co-precipitation conditions and sodiation process of $\text{Ni}_{0.85}\text{Fe}_{0.10}\text{Mn}_{0.05}(\text{OH})_2$ precursor on the electrochemical performance

윤다운, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

The depletion and rising costs of lithium resources threaten the sustainability of lithium-ion batteries as large-scale energy storage solutions. As an alternative, sodium-ion batteries (SIBs), utilizing the abundant and low-cost sodium resources, are emerging as next-generation energy storage systems. Thus, development cathode materials for sodium-ion batteries with enhanced structural stability and electrochemical properties is essential. In this study, Co-free $\text{Ni}_{0.85}\text{Fe}_{0.10}\text{Mn}_{0.05}(\text{OH})_2$ precursor was synthesized via a co-precipitation method and subsequently sodiated at various conditions to investigate the effect of the synthesis parameters on structural stability and electrochemical performance of the NFM cathode material. The morphology and crystal structure of the synthesized precursor and NFM after sodiation process were systematically analyzed using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM). Moreover, the electrochemical performance was evaluated through various electrochemical methods. In this work, the impact of various co-precipitation reaction and sodiation process conditions on the electrochemical performance was investigated, providing insights for the development of sodium-ion battery cathode materials with enhanced structural stability.

Keywords: Sodium-ion batteries, Electrochemical performance, Sodiation, NFM

Revolutionizing Seawater Splitting : Graphene Oxide/GaN Core-Shell Nanowire Photoanodes

이상욱, Bagavath Chandran, 오정균, 엄대영, 김성운, 주재홍, 이철로, 라용호[†]

전북대학교
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

Gallium nitride (GaN) has been investigated as a photoelectrode material for photoelectrochemical water splitting (PEC-WS). GaN is recognized for harmonizing redox potentials within its energy band gap and its stability in both acidic and alkaline conditions. The capacity of GaN to absorb light in the visible to infrared parts of the solar spectrum is limited by its wide energy band gap of 3.4 eV, which leads to low water-splitting efficiency, which is still a major hurdle. Numerous co-catalysts have been researched in order to address this. Because of its easy dispersion and adaptability as a coating material, graphene oxide (GO) has shown promise as a visible light absorber. In this study, we explored the capabilities of a graphene oxide-coated GaN nanowire in a core-shell configuration to serve as a PEC photoelectrode. MOCVD epitaxy was employed to fabricate the GaN nanowires, and a brand-new technique for coating the GO layer has been developed. Depending on the kind of atomic bonding, this unique GO-GaN core-shell combination showed different carrier transport processes on the m- and r-planes of GaN. In comparison to pure GaN photoelectrodes, performance testing employing water from the Yellow Sea revealed an approximately 2.5-fold rise in photocurrent density and improved applied bias photon-to-current efficiency (ABPE). Furthermore, in Yellow Sea water, the photoelectrode remained stable for the oxygen evolution reaction (OER) for 48 hours. Measurements of temperature-dependent photocurrent showed that it enhanced with temperature and peaked at 70°C. Through environmentally friendly seawater splitting, these advancements show a promising method for producing hydrogen on a massive scale.

Keywords: GaN, Nanowire, Graphene Oxide, Photoelectrochemical water splitting, Hydrogen generation

Transformation of battery-type charge storage to surface redox supercapacitor charge storage in NiO via Ti-doping

Shital Bachankar, Taeksoo Ji[†]

Department of Intelligent Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University, Gwangju, 61186, South Korea
(tji@chonnam.ac.kr[†])

In this study, NiO nanospheres with a tetragonal crystal structure were synthesized using a hydrothermal method, and Ti doping was employed to improve their electrochemical performance. The doping of Ti into NiO effectively modulated its electronic structure, enhancing its cycling stability as a supercapacitor electrode material in 2 M KOH electrolyte. The undoped NiO nanospheres exhibited a specific capacitance of 913 F g⁻¹ at 0.25 A g⁻¹, while 10% Ti-doped NiO achieved 911 F g⁻¹. More importantly, the electrochemical stability of pure NiO, which retained 67% of its initial capacitance after 10,000 cycles, was significantly improved to 97% with 10% Ti doping, measured at 1 A g⁻¹. In an assembled asymmetric supercapacitor device, the Ti-doped NiO delivered an energy density of 23 Wh kg⁻¹ at a power density of 256 W kg⁻¹, with 94% capacitance retention after 10,000 cycles, demonstrating excellent stability for practical applications.

Keywords: Nickel oxide, Doping, Energy storage, Supercapacitor

Stacking order influence of Ge incorporated Cu-Zn-Sn precursor in CZTSSe thin film solar cells

Hojun Choi, Jin Hyeok Kim[†], Do Hyun Kim, Jun Sung Jang

Department of Materials Science & Engineering and Optoelectronics Convergence Research Center,
Chonnam National University
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

Kesterite-based thin-film solar cells (TFSCs) device performance has stagnated for some reasons, including recombination at grain boundaries and due to the development of defects. We have adopted a Ge doping technique to mitigate these issues, which can help with crystal formation during the selenization process and help to minimize Sn-associated defects and related defect clusters.

In this study, we have created a metallic precursor utilizing a sputtering-based engineering approach, and we have deposited Ge by thermal evaporation at different stacking orders. Furthermore, many research techniques, including XRD, EQE, XPS, etc., have been employed to investigate the impact of Ge stacking orders on the morphological, crystallographic, electrical, and optical characteristics of CZTSSe thin film and its TFSCs. The best characteristics were confirmed when Ge was deposited on the soft-annealed Cu-Zn-Sn precursor among the several Ge stacking orders. Ultimately, this leads to an improvement in power conversion efficiency (PCE) from 8.54% to 9.71% when compared to the standard device.

Keywords: Thin-Film Solar Cells, Kesterite, Sputtering, Ge substitution

Affordable and eco-friendly bifunctional carbonized wood electrodes integrated with nickel/ $\alpha(\beta)$ -nickel(II) hydroxide for efficient water splitting

Hyeon Ji Jeong, Tae Young Park, Jang Hee Kim, Kwang Hyun Park, Sung Ho Song[†]

Division of Advanced Materials Engineering, Kongju National University, Cheonan, Republic of Korea
(shsong805@kongju.ac.kr[†])

The development of efficient bifunctional catalytic electrodes is of paramount importance for the practical implementation of water splitting, particularly for the purpose of catalyzing both the hydrogen evolution reaction (HER) and the oxygen evolution reaction (OER). This study presents a novel approach to replace precious metal-based electrocatalysts with cost-effective transition metal alternatives. The synthesis of flower-like Ni/ α -Ni(OH)₂ particles and nanosheet-structured Ni/ $\alpha\&\beta$ -Ni(OH)₂ arrays on carbonized wood (CW) electrodes was successfully achieved through a simple electrodeposition method, eliminating the need for binders and additives. The resulting hierarchically porous CW electrode features a large active surface area, facilitating efficient triple pathways for electron and ion transport, as well as effective gas bubble release. As a result, the Ni/Ni(OH)₂/CW electrodes exhibit low overpotentials of 62 mV for HER and 367 mV for OER in alkaline conditions, which are comparable to those of traditional Pt/C catalysts. Moreover, this bifunctional electrocatalyst exhibits remarkable overall water splitting performance, attaining a cell voltage of 1.74 V at a current density of 10 mA cm⁻². Furthermore, the economically viable and environmentally friendly Ni/Ni(OH)₂/CW electrodes demonstrate significant potential for commercial applications in batteries and solar panels, emphasizing their role as effective and scalable components for green energy systems focused on water splitting.

Keywords: Bifunctional catalytic electrodes, Hydrogen evolution reaction, Oxygen evolution reaction

스퍼터링으로 제조된 고체 박막 전해질 LiPON의 이온 전도성 향상을 위한 Si 도핑의 효과

이현기¹, 박상식^{1,2,3†}¹경북대학교 나노신소재공학과; ²경북대학교 에너지신소재공학과; ³경북대학교 미래과학기술융합학과
(parkss@knu.ac.kr[†])

스마트 워치, 무선 이어폰, 스마트 링, 스마트 글라스와 같은 웨어러블 디바이스 시장이 점차 확대되면서 이에 상응하는 배터리의 개발이 중요해졌다. 고체 전해질은 기존 액체 전해질에 비해 높은 에너지 밀도와 안정성을 지니며, 분리막 없이 고밀도 배터리 구현이 가능하다. 고체 전해질은 크게 황화물계, 폴리머계, 산화물계로 나뉘며 그중 산화물계 고체 전해질은 높은 전기화학적 안정성을 가진다. LiPON은 세라믹계 고체 전해질로서 높은 기계적 강도와 낮은 전기전도도, 넓은 전기화학적 창으로 박막형 전고체 리튬 전지의 연구 개발 시 기준 전해질로 널리 사용된다. 그러나 평균적으로 10-6S/cm의 낮은 이온 전도도로 인해 상용화에 한계가 존재한다. 따라서 본 연구에서 이온 전도도를 향상시키기 위해 Si를 도핑하여 LiPON의 전기화학적 특성 향상시키고자 하였다. 타겟은 Li₃PO₄ 분말과 Li₂SiO₃ 분말을 혼합하여 xLi₂SiO₃·(x-1)Li₃PO₄의 혼합 분말을 제조하였고, X는 몰비로 0.3, 0.5, 0.8이 되도록 하였다. 혼합 분말은 40Mpa로 일축 가압 성형을 한 후 950°C에서 3시간 소결하였다. 소결된 세라믹 타겟은 10sccm의 N₂ 분위기에서 20mtorr, 65W의 조건으로 반응성 스퍼터링으로 증착하여 박막 전해질을 제조하였다. Si-doped LiPON은 XRD와 FE-SEM, ICP-OES, EPMA를 통해 전해질의 구조와 성분을 분석하였고 EIS 분석을 통해 이온 전도도를 측정하였다. 기존에 연구된 LiPON과 달리 Si를 도핑함으로써 향상된 이온 전도도의 향상을 보였다

Keywords: 고체 전해질, 박막 배터리, LiPON, 이온 전도도, 반응성 스퍼터링

Surface modification of core-shell Co₃O₄/CoWO₄ architecture by 2-D reduced graphene oxide sheets for electrocatalysis of water

Dhanaji Malavekar, Jin Hyeok Kim[†]

Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, 300, Yongbong-Dong, Buk-
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

Cobalt has emerged as one of the best non-noble metals electrocatalysts for water splitting. However, practical applications of cobalt-based materials depend on several factors affecting electrochemical activity such as morphology, chemical composition, and structure. These factors need to be optimized to facilitate easy charge transfer between electrode material and electrolyte. Herein, we report the composite core-shell architecture of Co₃O₄ and CoWO₄-rGO for overall water splitting. The macropores formed from a uniform coating of spherical nanoparticles with rGO sheets create catalytic material with high porosity and short diffusion passages, facilitating fast electrolyte flow, and thereby enhancing the mass transport capability. The prepared core-shell material demonstrated good catalytic activity with an overpotential of 240 mV at a driving current density of 50 mA cm⁻² for OER. This has been contributed by the excellent mass transport attributed to mesoporosity. For Co₃O₄/CoWO₄-rGO, a Tafel slope of 89 mV dec⁻¹ was observed.

Keywords: Electrocatalysis, Doping, Water splitting

전고체 전지에 대한 공극 특성 연구

이장원, 최진일[†], 이호성, 한지은

국립한밭대학교
(jlchoi@hanbat.ac.kr[†])

리튬이온의 안정성의 한계점으로 인해 인화성 액체 전해질을 대체한 분말형태의 전고체 전해질을 사용함으로써 한계점을 극복하기 위한 연구가 이루어지고 있다.

리튬이온 배터리의 액체 전해질은 고체인 양극, 음극과 충분한 접촉면적을 가지나, 전고체 배터리는 고체로 사용함으로써, 양극과 음극, 전해질 간의 미시적인 공극이 발생해 계면저항이 발생하고 리튬이온의 이동성이 제한되어 충, 방전 속도의 저하를 초래한다.

본 연구는 전고체 전지 공정 시 발생하는 미시적 공극을 파악하고, 최소화하는 물리적 방법을 모색하기 위해 이산요소법(Discrete element method, DEM)을 이용해 모델링을 하였다. 모델링 내부에 도메인을 설정해 다수의 분자들을 자유낙하시켜 특정 시간 때, 도메인에 축적된 입자의 총 질량을 분석하고 다양한 전해질의 재료, 분자 모양에 대한 모델링을 통해 공극을 최소화 할 수 있는 방법을 모색하였다.

Keywords: All-solid state battery, Electrode, Electrolyte, Powder compaction, Discrete Element Method

슈퍼 커패시터용 $\text{Zn}(\text{Mn}_{2-x}\text{Fe}_x)\text{O}_4$ 양극재의 공정 조건에 따른 전기화학 특성

고현욱¹, 박상식^{1,2,3†}

¹경북대학교 에너지 신소재 화학공학과; ²경북대학교 미래과학기술융합학과; ³경북대학교 나노신소재공학과
(parkss@knu.ac.kr[†])

에너지 저장 기술의 발전은 지속 가능한 에너지 시스템 구축을 위해 중요한 과제로 부각되고 있다. 슈퍼 커패시터는 높은 출력과 긴 수명으로 차세대 에너지 저장 장치로 주목받고 있으나, 낮은 에너지 밀도가 한계로 지적된다. 이를 해결하기 위해 많은 연구팀이 배터리 양극재를 슈퍼 커패시터에 적용하고 있다. ZnMn_2O_4 는 낮은 가격과 높은 이론 용량으로 인해 많은 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 ZnMn_2O_4 양극재의 성능 향상을 위해 다양한 분율의 Fe를 첨가하고 $\text{Zn}(\text{Mn}_{2-x}\text{Fe}_x)\text{O}_4$ 분말을 다양한 온도에서 하소하여 전기화학적 특성 평가를 진행하였다. 전자 현미경(scanning electron microscope), X-선 회절 분석(X-ray diffraction) 및 X-선 광전자 주사법(X-ray photo-electron spectroscopy)을 통해 구조 및 화학적 결합을 분석하였으며, 전기화학적 특성은 순환전압-전류측정법(cyclic voltammetry)과 전기화학적 임피던스 분광법(electrochemical impedance spectroscopy)을 사용하여 분석하였다. 또한, 충·방전 실험(charging-discharging test)을 통해 에너지 저장 성능을 평가하였다. 본 연구를 통해 Zn 이온 기반 슈퍼 커패시터 전극의 성능을 향상시키기 위한 새로운 가능성을 제시하였다.

Keywords: Supercapacitor, $\text{Zn}(\text{Mn}_{2-x}\text{Fe}_x)\text{O}_4$, Cyclic voltammetry, Calcination

고온 열전 모듈 전극 접합용 paste용 비정질 금속 조성 개발

오성훈, 최순목[†]

한국기술교육대학교 에너지신소재공학과
(smchoi@koreatech.ac.kr[†])

고온 열전 모듈에 사용되는 Sn 계열의 solder는 고온 안정성 측면에서 취약하다. 이를 개선하기 위해 La based Metallic Glass (MG)를 첨가제로 활용하여 저온 공정이 가능하면서도 고온 안정성이 뛰어난 Sn solder를 연구하였다. La based Metallic Glass (MG)를 첨가했을 때, 미세구조 개선과 La와 Sn의 높은 친화도로 인해 내구성이 향상될 것으로 기대된다. Metallic Glass(MG)는 과냉각 상태에서 액체처럼 거동하는 특성 덕분에 결정화 온도 이상에서 결정질 상으로 전이되며, 이로 인해 향상된 유동성을 보일 것으로 예상된다. 본 연구에서는 Sn 페이스트에 La based Metallic Glass (MG)를 첨가하여 향상된 소결성을 조사하였다. La based Metallic Glass (MG) ribbon은 rapid solidification process (RSP)을 통해 생산했다. La based Metallic Glass (MG) 리본을 분말화하기 위해 고에너지 볼 밀링(HEM)과 행성 밀(PM)을 이용하여 20 μ m 미만으로 분쇄하였고, 공정 조건을 최적화하였다. 분말로 전환된 MG는 XRD와 DSC 분석을 통해 비정질상임을 확인했다. 마지막으로, 푸시풀 게이지를 통해 강도를 측정하고, SEM으로 cross-section을 확인하였다. La based Metallic Glass (MG)를 첨가한 solder는 기존의 solder에 비해 높은 고온 안정성을 보였으며, 기존 solder와 유사한 강도를 나타냈다. 이를 통해 La based Metallic Glass (MG)가 고온용 solder의 첨가제로서 유효함을 입증하였다.

Keywords: 열전모듈, 고온접합 소재, Metallic Glass

실리콘의 혼합 비율에 따른 이차 전지의 기계적 특성 연구

최진일[†], 이호성, 이장원, 한지은

국립한밭대학교
(jlchoi@hanbat.ac.kr[†])

최근 리튬이온 전지 음극 활물질의 흑연(Graphite)에 다량의 리튬 이온을 저장할 수 있는 실리콘(Silicon)을 배합 함으로써, 충전의 속도가 빨라지고 에너지 밀도를 높이는 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 전지의 반복되는 충전과 방전은 실리콘 입자가 팽창하면서 전지 성능의 저하를 초래한다. 이에 본 연구는 반복되는 전지의 이동으로 인한 실리콘의 팽창을 최소화하는 분말의 크기 및 혼합 비율 연구를 진행하였다. 또한 음극 활물질에서 실리콘의 혼합 비율에 따른 흑연과 실리콘의 복합 소재 모델링에 대해 연구하였다. 이산요소법(Discrete Element Method, DEM)을 이용하여 복합 소재 모델을 개발하고 이를 통해 분말 압축 공정을 연구했다. 또한 기계적 특성을 확인하기 위해 응력 분포 및 전달을 확인하였다.

Keywords: 흑연-실리콘 복합소재, 이산요소법, 음극 활물질, 분말 압축, 응력분포 및 전달

고체 전해질과 분산제 혼합 최적화를 위한 수치해석

최진일[†], 한지은, 이장원, 이호성

국립한밭대학교
(jlchoi@hanbat.ac.kr[†])

2차 고체 전지에서 사용되는 고체 전해질은 액체 전해질에 비해 전극과의 접촉 면적이 낮아 계면 저항이 높다는 문제가 있다. 이를 해결하기 위해 고체 전해질 입자는 응집 현상 없이 균일해야 한다. 본 연구에서는 이러한 응집 현상을 개선하기 위해 고체 전해질에 분산제를 첨가하여 입자 균일성을 높이는 방법을 탐구하였다. 이를 위해 이산요소법(DEM, Discrete Element Method)을 사용하여 고체 전해질과 분산제의 혼합 모델을 개발하고 분석하였다. 그리고 분산제 첨가에 따른 입자 간의 상호작용과 밀도 분포 변화를 분석하였다. 또한 분산제 첨가 비율 변화에 따른 입자의 응집성을 비교해 최적의 분산제 첨가 조건을 연구하였다.

Keywords: 고체전지, 고체 전해질, 분산제, 이산요소법

Enhancing the Electrochemical Properties of Mn-Rich Cathode through Doping Methods

전태훈, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

Recently, lithium-ion batteries have garnered considerable attention as a next-generation solution to the energy storage challenges, and have become indispensable in various applications, including small electronic devices, electric vehicles, and energy storage systems. Among the widely studied cathode materials, $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ (NCM), a ternary composition of nickel, cobalt, and manganese, has attracted significant interest due to its high energy storage capacity and broad operating voltage range. Nowadays, lithium- and manganese-rich oxides (LMRO) have emerged as promising alternatives due to their abundant availability, wide voltage range, and high capacity. However, their practical application is hindered by severe voltage decay, low rate capability, poor capacity retention, and high irreversible capacity in the first cycle.

In this study, $\text{LiNi}_{0.35}\text{Mn}_{0.65}\text{O}_2$ cathode material was doped with various elements to enhance its electrochemical properties. The structural and morphological properties of the synthesized materials were characterized using XRD and SEM, and the electrochemical performance, including rate capability and cycle stability, was evaluated to confirm the stability.

Keywords: Mn-rich, LMRO, Doping

Anionic Bio-Polymer Binder for High-Performance Sulfur Cathodes with Enhanced Polysulfide Trapping and Flame Retardant

이재원², 정현영^{1,2†}, Chenrayan Senthil^{1†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University;

²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University

(hyjung@gun.ac.kr[†]; cgrsenthil@gmail.com[†])

In the sulfur cathode, polymer binders play a crucial role in ensuring effective ion conductivity and stability by immobilizing polysulfides, managing volume changes, and maintaining adhesion. We introduce an innovative anionic biopolymer binder that enhances the electrochemical performance of the sulfur cathode and improves fire safety. This tragacanth gum-based binder is water-processable, supports sulfur loadings over 12 mg cm^{-2} , and ensures approximately 80% lithium-ion accessibility. The multifunctional polar units of the binder create active channels to sulfur particles, increasing polysulfide trapping by up to 46% and limiting volume expansion to 16% at a high rate at 4 C. As a result, the flexible lithium-sulfur battery demonstrates an impressive energy density of 243 Wh kg^{-1} , exhibiting high sulfur reactivity and excellent form adaptability. These advancements herald a new era of compact, flexible, and high power energy storage devices.

Keywords: Tragacanth, Flexible battery, Lithium-sulfur batteries, Binder

Enhancing Stability and Safety in Lithium Metal Anodes: In-Situ Restructured Artificial SEI with Graphene Quantum Dots

이재원², 정현영^{1,2†}, Chenrayan Senthil^{1†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University;

²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University

(hyjung@gun.ac.kr[†]; cgrsenthil@gmail.com[†])

The stability and safety of secondary metal batteries are compromised by dendrite growth and the irregular formation of the solid electrolyte interface (SEI) on lithium metal anodes. This research presents an in-situ restructured artificial SEI on lithium/electrolyte interfaces, rendered ultrasmooth through the application of graphene quantum dots (GQD). The redesigned interface, characterized by a uniform, fluorine-rich surface, benefits from the synergistic effects of hydroxylated GQDs and both organic and inorganic components. This innovation enhances lithium-ion diffusion, inhibits dendrite formation, and enables graphene dot-lithium symmetric cells to operate dendrite-free for up to 2000 hours, demonstrating superior performance at current densities of 1 and 5 mA cm⁻². These findings contribute to high reversible capacity and stable performance in lithium-sulfur (Li-S) batteries, highlighting the potential for durable and dendrite-free metal anodes through SEI component restructuring.

Keywords: Graphene quantum dots, Lithium dendrites, Lithium-metal anodes, Lithium-sulfur batteries

Synthesis of Ni-rich NMA ($\text{LiNi}_{0.96}\text{Mn}_{0.02}\text{Al}_{0.02}\text{O}_2$) cathode material by co-precipitation method and the impact of chelating NH_4OH

김동명, 김천중[†]

충남대학교
(ckim0218@cnu.ac.kr[†])

With increasing prevalence of electric vehicles, the requirements for the lithium-ion batteries, such as safety, efficiency, sustainability, and eco-friendliness, have been enhanced. In particular, due to the high cost, environmental and ethical issues associated with cobalt (Co), there has been increasing interest in cobalt-free cathode materials. Therefore, $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Al}_y\text{O}_2$ (NMA) has been introduced that is similar to the conventional layered cathode material (Nickel-Cobalt-Manganese, NCM), in which Co is replaced with Al. Despite Al being a non-transition metal, it can result in enhanced thermal stability of the cathode material and in a lighter battery. Additionally, aluminum is significantly cheaper than Co, providing a cost advantage in large-scale production. Furthermore, the stronger bonding energy between Al and O, than that between Ni and O, is expected to improve the stability of the TM-O (transition metal-oxygen) layer and reduce cation mixing. This can allow Al to play the role identical to the cobalt's role in maintaining structural stability in conventional layered transition metal oxides (NCM).

In this study, Ni-rich NMA, specifically $\text{Ni}_{0.96}\text{Mn}_{0.02}\text{Al}_{0.02}(\text{OH})_2$ (NMA9622), was synthesized through co-precipitation. For NCM materials, the solubility product constants of nickel, manganese, and cobalt are relatively similar, allowing effective co-precipitation. However, the solubility product constant of aluminum is significantly different from those of other NCM elements, causing $\text{Al}(\text{OH})_3$ to precipitate first that may impact the uniformity of the precursors. To solve this problem, NMA9622 was synthesized at various conditions of initial NH_4OH concentration. Co-precipitation was conducted at pH 11.5. Subsequently, the precursors were used to prepare the final lithiated NMA and its electrochemical performance was evaluated.

Keywords: Co-free, Ni-rich, NMA, cathode, co-precipitation

Enhancing FAPbBr₃ Perovskite Solar Cells: Urea and FACl Additive Engineering for High Voltage and Improved Performance

Soojung Hwang, Kyungsoo Kim, 김하연, 전용석[†]

Department of Integrative Energy Engineering, and Graduate School of Energy and Environment (KU-KIST Green School), College of Engineering, Korea University
(yongseok@korea.ac.kr[†])

In the face of global climate change and the urgent need for sustainable energy solutions, high-voltage solar cells made from lead bromide-based perovskites offer a promising avenue due to their wide band gaps and excellent environmental stability. To advance the performance of FAPbBr₃ perovskite solar cells and achieve voltages greater than 1.5V, we investigated additive engineering with urea and formamidinium chloride (FACl). Urea was initially employed to improve grain size and reduce defects in the perovskite films, but it also reacted with lead(II) bromide (PbBr₂), generating unwanted impurities. To address this challenge, we incorporated FACl alongside urea. The synergistic effect of these additives led to significant improvements in film quality, reducing impurities and stabilizing crystallinity. As a result, the FAPbBr₃ single-junction solar cell achieved a power conversion efficiency of 9.6% and an open-circuit voltage of 1.516 V with minimal hysteresis. This study underscores the potential of urea and FACl additive engineering in enhancing high-voltage perovskite solar cells, contributing to the development of effective and sustainable energy technologies.

Keywords: high voltage, FAPbBr₃, Urea, FACl

Investigation of the Structural and Electrochemical Impact of Mo Doping on O3-type $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$

박현명^{1,2}, 김형석^{1,3†}

¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul, 02792, Republic of Korea;

²Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, Seoul, 02841, Republic of Korea;

³Division of Energy & Environment Technology, KIST School, Korea University of Science and Technology, Seoul, 02792, Republic of Korea
(hskim0227@kist.re.kr[†])

In recent years, significant research has been dedicated to the development of sodium-ion batteries (SIBs) as a next-generation candidate for widely used lithium-ion batteries (LIBs). This shift is largely driven by the abundant availability of sodium and its cost advantages. Among various SIB cathode materials, layered transition metal oxides have gained considerable attention due to their promising electrochemical performances. These materials offer notable advantages such as high theoretical capacity and relatively simple structural properties, which makes them suitable for industrial applications. However, several challenges remain to be overcome, including the issue of cycling stability resulting from the occurrence of complex phase transitions during the processes of charge and discharge. To overcome these issues, doping is one of the most effective strategies to improve the cycle performance of layered oxide cathodes by enhancing their structural stability.

In this study, we synthesized O3-type layered oxide cathode Mo-doped $\text{Na}[\text{Ni}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ for SIBs using facile solid-state synthesis methods. To elucidate the effects of Mo doping, a variety of analytical techniques and electrochemical characterizations were employed. The detailed electrochemical and structural characterization will be discussed.

Keywords: Sodium-ion battery, layered oxide cathode, O3-type, doping, molybdenum

Boosting Aqueous Zinc-Iodine Battery Efficiency using the Eco-Friendly Lauryl Sulfobetaine (SB3-12) as Electrolyte Additives

김예원^{1,2}, 김형석^{1,3†}

¹Energy Storage Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Seoul 02792, Republic of Korea;

²Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea;

³Division of Energy and Environment Technology, KIST School, University of Science and Technology, Seoul 02792,

Republic of Korea

(hskim0227@kist.re.kr[†])

The use of aqueous zinc-ion batteries (AZIBs) is gaining attention as a viable choice for upcoming batteries and energy storage systems, attributed to their cost-effectiveness, environmentally friendly nature, and superior safety enabled by mild acid aqueous electrolytes, as opposed to the flammable and toxic organic electrolytes in conventional lithium-ion batteries. Aqueous zinc-iodine batteries, which rely on the redox reactions of halogen atoms, are notably attractive because of the abundance of iodine and their environmental friendliness in comparison to alternative cathode materials. Their high operating voltage range (0.9 - 1.9 V) and theoretical specific capacity of 211 mAh/g make them standout choices as cathode materials for aqueous zinc batteries due to their exceptional performance. Despite this, aqueous zinc-iodine batteries encounter obstacles like zinc dendrite growth, hydrogen evolution reaction, and irreversible capacity loss from the polyiodide shuttle effect.

This study puts forth the idea of adding Lauryl sulfobetaine (SB3-12), an effective zwitterionic surfactant, to the commercial 2 M ZnSO₄ electrolyte as an additive to overcome these limitations. SB3-12, a zwitterionic surfactant, has a hydrophobic carbon chain that could act as a barrier on the zinc anode surface. We anticipate that this barrier prevents water molecules in the electrolyte from directly contacting the electrode interface, thereby inhibiting hydrogen evolution. Additionally, the cationic group (RN⁺) is expected to interact with polyiodide molecules, potentially reducing the polyiodide shuttle effect, while the anionic group (SO₃⁻) may serve as an active site with strong affinity for Zn²⁺ ions, promoting uniform zinc deposition and minimizing dendrite growth. To validate our hypothesis, we will discuss the electrode structure and electrochemical properties of Zn-I₂ cells with the addition of SB3-12 as an electrolyte additive.

Keywords: Aqueous zinc-ion batteries (AZIBs), Electrolyte Additive, Zwitterionic surfactant

Thiol- functionalized MXene coated Si nano material for enhancing the stability of Li-ion storage system

김한결, 전용석[†], 임정안, 김동현

Department of Integrative Energy Engineering, and Graduate School of Energy and Environment (KU-KIST Green School), College of Engineering, Korea Univ
(yongseok@korea.ac.kr[†])

This study investigates the functionalization of MXene ($\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$) with thiol groups (-SH) using L-cysteine to enhance its electrochemical properties for high-performance Li-ion batteries. MXene, a two-dimensional material, is gaining attention as a next-generation energy storage material due to its large surface area, excellent electrical conductivity, and versatile surface chemistry. Functionalizing MXene with thiol groups via L-cysteine, a green and sustainable approach, facilitates strong and stable attachment through hydrogen, coordination, and disulfide bonding mechanisms. This interaction of L-cysteine's thiol groups with the surface of MXene results in modified MXene with improved electronic and ionic conductivity. This modification is expected to facilitate improved electron transfer and provide additional active sites for Li-ion adsorption, thus enhancing overall battery performance. Half-coin cells fabricated with L-cysteine-modified MXene underwent comprehensive physicochemical and electrochemical analyses, demonstrating significant potential for high-performance, eco-friendly Li-ion batteries. This research underscores the importance of green chemistry in sustainable material design, reducing environmental impact while advancing energy storage solutions. The findings suggest that thiol-functionalized MXene can significantly contribute to the development of high-performance, environmentally sustainable Li-ion batteries. This breakthrough could herald a new era in battery technology, positioning thiol-functionalized MXene as a cornerstone in the future of green and efficient energy storage, and marking a significant milestone in the advancement of eco-friendly battery technologies.

Keywords: MXene, Thiol functionalization, L-cysteine, Disulfide bonding, Li-ion storage system, Green and sustainable approach, Sustainable material design

Surface-Modified MXene via Molten Salt Method for the Fabrication of Lithium-Ion Capacitors

박지혜, 엄수빈, Manuel Isaac Olivar Amaya, Thái Thông Trần, 전용석[†]

Department of Integrative Energy Engineering, and Graduate School of Energy and Environment (KU-KIST Green School), College of Engineering, Korea University
(yongseok@korea.ac.kr[†])

With increasing concerns about environmental issues and climate change, the significance of renewable energy has been highlighted globally, emphasizing the need for sustainable energy usage. However, due to regional and environmental limitations, providing a stable energy supply has become challenging, making the research and development of energy storage devices critical. These devices are essential for mitigating the variability and uncertainty of renewable energy sources while maintaining the stability of power grids.

MXene, a two-dimensional nanomaterial, has been highly regarded for its potential in energy storage applications due to its excellent electronic conductivity, flexibility, and high mechanical strength. In this study, surface-modified MXene ($\text{Ti}_3\text{C}_2\text{Cl}_2$) was synthesized using a molten salt process with Ti_3AlC_2 and CuCl_2 as precursors. The surface-modified $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{Cl}_2$ -MXene exhibited significantly enhanced electrochemical performance compared to conventionally fabricated Ti_3C_2 -Tx-MXene.

Lithium-ion capacitors (LICs) combine the high energy density of lithium-ion batteries with the fast charging capability of electric double-layer capacitors, making them highly beneficial for improving electric vehicle acceleration, integrating renewable energy, and optimizing smart grids. LICs can thus contribute to building sustainable energy systems and achieving carbon neutrality goals.

Therefore, to develop high-performance LICs using high-capacity anode materials, surface-modified MXene ($\text{Ti}_3\text{C}_2\text{Cl}_2$ -MXene) was fabricated. This material offers a high-performance energy storage solution that can be utilized in various fields, from electronic devices to vehicles, and is expected to contribute to the establishment of environmentally friendly and sustainable energy systems in the long term.

Keywords: Hybridcapacitor, Nanomaterial, Battery

Enhancing and Stabilizing the Oxygen Redox on P2-type Layered Oxide Cathode for Sodium-ion Batteries

Elang Barruna^{1,2}, Hyung-Seok Kim^{1,2†}

¹Korea Institute of Science and Technology; ²University of Science and Technology
(hskim0227@kist.kr[†])

Sodium-ion batteries (SIBs) are considered a promising technology in replacing lithium-ion batteries (LIBs) in large-scale implementation due to the high abundance and low cost of sodium. The energy density of SIBs is still lower than that of LIBs. Therefore, several strategies have been conducted to boost the capacity of cathode materials. P2-type layered oxides have been reported to have high theoretical capacity. However, several studies show that the capacity contributed by transition TM redox is almost close to the theoretical capacity. As a result, oxygen redox has been discussed because it can give additional capacity by doping inactive elements such as lithium. Nevertheless, oxygen redox faces fast capacity decay. Doping more electronegative ion (F^-) to oxygen (O^{2-}) sites can give stronger bonding with the transition metal, manifesting better structural stability and suppressing the fast capacity decay. In this research, lithium and fluorine co-doping were proposed to produce higher capacity and better stability. $Na_{0.7}Li_{0.1}Mg_{0.15}Mn_{0.75}O_{1.9}F_{0.1}$ (NLMMOF) was synthesized via solid-state method. Based on the XRD result, NLMMOF exhibits a P2-type layered structure with a $P6_3/mmc$ space group. Based on the electrochemical tests, NLMMOF describes an initial discharge capacity of 192 mAh/g, implying the lithium has been successfully doped to give additional capacity. After 100 cycles, NLMMOF exhibits a capacity retention of 85%. This result suggests that fluorine substitution has suppressed the fast capacity decay. XPS result reveals that Mn and O redox occurs within 1.5-2.5 and 2.5-4.5V during discharge. GITT and CV results proved that Li and F co-doped shows enhanced Na-ion diffusion coefficient. In-situ DEMS describes that NLMMOF does not show O evolution, implying better structural and cycling stability. In summary, lithium and fluorine co-doping illustrates a combined strategy in manifesting additional capacity and better stability for layered oxide cathode SIBs.

Keywords: sodium-ion batteries, layered oxides, oxygen redox, lithium, fluorine

Enhanced Sulfur Reactivity in Lean Electrolyte thick Lithium-Sulfur Batteries Using Lithium Additives

Hee-Jun Kim², Hyun Young Jung^{1,2†}, Chenrayan Senthil^{1†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea;

²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea
(hyjung@gnu.ac.kr[†]; csenthil@gnu.ac.kr[†])

The accessibility and reactivity of sulfur in a small electrolyte volume suggest a high energy density potential for lithium-sulfur batteries. However, thick sulfur cathodes lead to challenges, such as reduced wettability and hindered electron and ion transport. These issues significantly affect the battery's overall efficiency and longevity. A new method uses lithium salt-based additives with polyvinylidene difluoride (PVDF) binders to enhance electrode performance. These Li additives (LiTFSI, LiNO₃, LiOH, LiF) improve wettability and create a smoother path for ions even in low electrolyte volumes by modifying the PVDF α phase. Moreover, during cycling, the electrode donates ions to enhance sulfur reactivity. As a result, there is a substantial increase in sulfur reactivity, achieving a specific capacity of 254 mAh g⁻¹ at an electrolyte-to-sulfur ratio of 8 μ L mg⁻¹, which is 71% more reactive than the original electrodes. Additionally, a LiOH additive-based cell attains an impressive energy density of 253 Wh kg⁻¹ at an electrolyte-to-sulfur ratio of 4 μ L mg⁻¹. This significant improvement highlights the effectiveness of the additive in overcoming the limitations posed by traditional methods. This method's continued exploration and optimization could pave the way for next-generation energy storage solutions.

Keywords: Lithium-Sulfur battery, Lean electrolyte, Lithium additives, Thick cathode, Tortuosity

Laser assisted fast fabrication of a high entropy oxides @rGO composites as a high-performance, binder free Li-ion battery anode

Debasis Ghosh^{1,2}, Hyun Young Jung^{1,3†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea;

²Centre for Nano and Material Sciences, JAIN (Deemed to be University), Kanakapura Road, Bangalore-562112, Karnataka, India;

³Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam, 52725 South Korea (hyjung@gnu.ac.kr[†])

Addressing the challenge of limited cyclability in conversion-type anodes is critical for advancing rechargeable lithium-ion batteries (LIBs). High entropy materials have shown promise with improved reversible capacity and cycle stability. This study investigates a high entropy glycerate (HEG) anode based on first-row transition metals (Fe, Co, Ni, Mn, and Cr), achieving a reversible capacity exceeding 500 mAh/g (at 0.1 A/g) over 270 cycles. A CO₂ laser treatment was used to rapidly convert HEG into a spinel phase high entropy oxide (HEO), leading to the development of a binder-free composite anode consisting of laser-induced reduced graphene oxide (rGO) and HEO ((Fe_{0.45}Co_{0.14}Ni_{0.2}Cr_{0.13}Mn_{0.08})₃O₄). This composite exhibited enhanced capacity and cyclability. Morphological analysis revealed a microsphere-to-ball-in-ball structural evolution following laser treatment. Ex-situ XRD confirmed the persistence of the spinel structure during delithiation, along with partial transformation to a rock salt configuration. The optimized HEO@rGO composite delivered a high specific capacity of ~794 mAh/g after 100 cycles and ~530 mAh/g after 200 cycles at 0.1 A/g and 0.5 A/g, respectively. Impedance, morphological, and charge storage kinetics analyses revealed capacity decline, recovery, stabilization, and eventual decay, linked to variations in charge transfer resistance and lithium diffusion. This work marks the first exploration of HEG materials and demonstrates a novel laser-induced fabrication of compositionally complex oxide anodes, making a significant contribution to LIB research.

Keywords: High entropy glycerates, High entropy oxide, laser scribing, Li-ion batteries, binder free electrode

Developing a 2.5 V Planer Flexi-Pseudocapacitor: Unlocking Unmatched Energy and Cycling Efficiency for All-climate operations

Debasis Ghosh^{1,2}, Hyun Young Jung^{1,3†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea;

²Centre for Nano and Material Sciences, JAIN (Deemed to be University), Kanakapura Road, Bangalore-562112, Karnataka, India;

³Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam, 52725 South Korea (hyjung@gnu.ac.kr[†])

This study presents a flexible, symmetric supercapacitor designed for all-climate operation (-40°C to 60°C), featuring high energy and power density, excellent safety, and long cycle life. The supercapacitor is constructed using laser-scribed carbon electrodes with electrodeposited $V_5O_{12} \cdot 6H_2O$ in an interdigital pattern, with no binders, additives, or separators, minimizing inactive components' weight. A novel 17 m $NaClO_4$ water-ethylene glycol (WEG) hybrid electrolyte was developed, offering a wide operational voltage of ~2.6 V and remaining liquid down to -40°C. The resulting 2.5 V planer symmetric supercapacitor demonstrated an impressive areal capacitance of 234.68 mF/cm² at 1 A/g, retaining 16.4 mF/cm² even when the current was increased twentyfold. The device was stably cycled for up to 80,950 cycles with a capacitance retention of 25.7 mF/cm² at 10 A/g at room temperature. The pseudocapacitor was rigorously tested under varied environmental conditions, including temperature fluctuations (-40°C to 60°C) and mechanical stress over multiple cycles. The supercapacitor also exhibited excellent flexibility and maintained performance under mechanical stress. Detailed theoretical simulations explored the interactions between the $NaClO_4$ electrolyte, ethylene glycol additive, and $V_5O_{12} \cdot 6H_2O$ electrode material at different temperatures

Keywords: Flexible supercapacitor; water-in-salt electrolyte; energy density; low temperature operation

전기차용 중대형 이차전지 제조 공정 조건에 따른 성능 분석

신동요[†], 장소현, 박해철, 이다혜, 김영구, 박노신, 이상현, 구봉준

충북테크노파크 차세대에너지센터
(dyshin@cbtp.or.kr[†])

최근 전 세계적으로 전기자동차가 급격히 보급됨에 따라 이들의 동력원인 이차전지에 대한 개발도 활발히 진행되고 있다. 리튬이차전지는 비교적 수명이 길고 에너지밀도가 높아 전기자동차의 동력원으로 활용되고 있으나, 낮은 기계적, 환경적 및 열적 안전성으로 화재, 폭발 등 사회적 문제를 일으키고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서 리튬이차전지를 구성하는 4대 핵심소재에 대한 연구와 리튬이차전지 제조 공정 및 제어 기술이 개발되고 있다. 리튬이차전지 제조 공정은 전극 제조(혼합-코팅-압착-노칭 공정), 조립(전극적층-탭 웰딩-파우치 포밍-전해액 주액-진공실링) 및 활성화(에이징-활성화 충방전-디게싱) 단계로 구분되며, 각 공정에서의 변수에 따라 리튬이차전지의 용량, 수명, 급속 충방전, 안전성 등에 영향을 미친다. 본 연구에서는 전기자동차용 리튬이차전지 셀 제조 과정에서의 공정 변수에 따른 이차전지 성능 및 수명 평가를 수행하였다. 공정 변수는 전극 제조공정 중 전극 압착율, 조립 공정 중 전해액 주액량, 활성화 공정 중 에이징 조건으로 선정하였으며, 각각의 공정 조건에 따른 용량, 고율 특성 및 수명을 비교하여 분석하였다. 위 내용은 2024년 추계 학술대회에서 더 자세히 논의될 것이다.

Keywords: Lithium ion battery, Battery manufacturing, Pouch Cell, Battery performance

Enhanced Lithium-Sulfur Battery Performance with Sulfurized-Triazine Polymer Cathodes under Lean Electrolyte Conditions

Hee-Jun Kim², Hyun Young Jung^{1,2†}, Chenrayan Senthil^{1†}

¹Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea;

²Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University, Jinju-si, Gyeongnam 52725, South Korea
(hyjung@gnu.ac.kr[†]; csenthil@gnu.ac.kr[†])

A lean electrolyte with a low electrolyte/sulfur (E/S) ratio is essential for high energy density lithium-sulfur (Li-S) batteries but presents kinetic challenges. To address this, we designed sulfurized-triazine polymeric (STP) cathodes with > 60% sulfur that perform well under lean electrolyte. At E/S ratios of 4, 6, and 8 $\mu\text{L mg}^{-1}$, these STP cathodes deliver 522, 574, and 601 mAh g^{-1} at the 200th cycle. With 5 mg cm^{-2} sulfur loading and an E/S ratio of 6 $\mu\text{L mg}^{-1}$, the STP cell achieves 588 mAh g^{-1} capacity with 93% Coulombic efficiency. This efficiency is due to the triazine support's covalent grafting and good wettability, which enhance Li-ion and sulfur reactivity and confine polysulfides within the electrode. A practical lean Li-S pouch cell developed from this study delivers an energy density of 371 Wh kg^{-1} , aligning with predicted values. Our study provides methods and future directions for achieving high energy density in lithium sulfur batteries.

Keywords: Triazine, Sulfurized polymer, Lean electrolyte, Lithium-Sulfur battery

Multifunctional Aerofilm for Li-S Batteries: Enhancing Ion Transport and Polysulfide Adsorption for Improved Cycle Life and Performance

Hun Seong Kim¹, Hyun Young Jung^{1,2†}

¹Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University;

²Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University
(hyjung@gnu.ac.kr[†])

Despite the promising potential of lithium-sulfur (Li-S) batteries for high-energy and compact energy storage, their widespread application is hindered by short cycle life and severe self-discharge caused by polysulfide dissolution. To overcome these challenges, we present a novel approach using an ultralight aerofilm membrane that effectively suppresses polysulfide diffusion and selectively controls ion transport. The catalytic hybrid aerofilm interlayer (HAI), made from sulfonated tetrafluoroethylene and MnO₂ nanowires, serves as both a physical shield and a chemical catalyst. This interlayer captures polysulfides through a sulfur-philic polymer and promotes catalytic reactions via Mn-O interactions. As a result, Li-S cells incorporating the HAI deliver a discharge capacity of 1189 mAh g⁻¹ after 500 cycles, with a capacity retention of 92.3%, representing a 671% improvement over cells without the interlayer. Additionally, the aerofilm prevents Li dendrite growth and minimizes self-discharge, enhancing both the cycle life and safety of the battery. This work outlines a forward-thinking strategy for the development of ultralight, high-power Li-S batteries.

Keywords: Aerofilm, Hybrid interlayer, polysulfide, Li-S battery.

Enhancing the conversion reaction by incorporating graphene oxide onto MnO₂ nanowires.

Hun Seong Kim¹, Hyun Young Jung^{1,2†}

¹Department of Energy System Engineering, Gyeongsang National University;

²Department of Energy Engineering, Gyeongsang National University
(hyjung@gnu.ac.kr[†])

Transition metal oxides are promising candidates for next-generation battery anodes due to their high theoretical capacity. However, their practical application is limited by issues such as inactive material content and significant volume expansion during lithium insertion and extraction. In this study, we report a one-pot synthesis method for fabricating cryptomelane manganese oxide nanowire-based freestanding anodes for Li-ion batteries. The electrodes are prepared by vacuum drying a controlled in-situ hydrogel thin film, producing flexible, binder-free devices without the need for additional processing steps. The resulting porous structure enhances Li-ion accessibility and mitigates volume changes. As a result, the flexible anode demonstrates a reversible capacity of approximately 525 mAh g⁻¹ after 400 cycles at a current density of 1.0 A g⁻¹. This work highlights the potential of one-pot synthesis for designing conversion-type electrodes in ultra-light, flexible energy storage systems

Keywords: Li-ion battery, Graphene oxide, Manganese oxide nanowires,

Enhancement of Photocatalytic activity of Heterojunction ZnO/WO₃ on rGO Matrix

Professor Kee Sun Lee[†], Sagarika Sahoo, Lee Ryung Kyeong

Kongju National University, Cheonan
(kslee@kongju.ac.kr[†])

The current work intensively focuses on the distribution of the WO₃ nano particle and ZnO flake balls over the carbonaceous rGO sheets for improved catalytic properties. The reduced graphene oxide enhances the catalytic properties by improving the surface area without affecting the original structure by hydrothermal route. Pristine WO₃ and ZnO were collected by hydrothermal method, exhibiting hexagonal and wurtzite phase respectively. The XRD intensity of pristine samples are reduced without changing the peak position, after the intrusion of r-GO sheets indicating the involvement of rGO in ZnO and WO₃. In rGO/ZnO, the beautiful flake ZnO balls are over rGO sheets and nano WO₃ particles are spread over the rGO sheets in rGO/WO₃ which is confirmed by the FESEM images. In rGO/ZnO/WO₃, the WO₃ decorated ZnO particles are located over the rGO. The TEM and HR-TEM images of the composites are also in agreement with the FESEM and XRD analysis. The oxidation states of all elements present in the composites are examined through the XPS analysis. The bandgap of pure WO₃ and ZnO is 2.81 and 3.18 eV respectively while, after the introduction of GO in WO₃ and ZnO the bandgap is reduced to 2.7 and 3.06 eV respectively. The comparison of catalytic behavior of the two composites can be assumed from the bandgap change. The composite r-GO/ZnO/WO₃ shows a bandgap of 2.51 eV which is responding to the visible region of light more efficiently with higher degradation efficiency. The FTIR spectra indicate the bending, stretching and vibrational modes of bonds present in the composite. The degradation test has been performed using the pristine and r-GO composites. However, it is observed that hydrothermally prepared composites r-GO/ZnO/WO₃ (20 g) show a faster degradation of methylene blue (10ppm) as compared to the other powder sample under in pH 7, which is attributed to the lower band gap and higher surface area of the powder.

Keywords: Photocatalyst, Heterojunction, rGO matrix, MB degradation

Impact of Vacuum Environment on GeSe Growth During RTA Process: Its Application in Photoelectrochemical Water Splitting

KAMBLE GIRISH, Jin Hyeok Kim[†]

Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, S. Korea
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

Given the current worldwide energy emergency, the search for and development of highly efficient photoelectric devices as well as environmentally acceptable energy sources are essential for meeting future social needs and advancing science. One sustainable technique for solar energy harvesting is the photoelectrochemical (PEC) water-splitting technology, which transforms sunlight into storable hydrogen energy. Due to their distinctive characteristics, chalcogenide-based materials have become increasingly prevalent, leading to extensive research in this area. Among that, Germanium selenide (GeSe) is an ideal material for a photocathode because of its suitable bandgap for light absorption, visible light activity, and chemical stability. In addition, GeSe is inexpensive to produce, non-toxic, and abundant in the earth's crust, which makes it an appealing option for energy applications. Here in this work, the GeSe was produced using the RF sputtering method. Investigations have been conducted into the effects of annealing temperature variations, deposition time, and vacuum environment on GeSe growth. Structural and morphological investigations were carried out using X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM), providing information about the crystalline structure and surface morphology of the produced GeSe films. Furthermore, the photoelectrochemical (PEC) function of synthesized GeSe was investigated to determine its relevance for the conversion of solar energy technologies.

Keywords: Photoelectrochemical Water Splitting, Germanium Mono Selenide, RF sputtering, Vacuum

Impact of Sulfanilic Acid on Surface Passivation and Performance of Perovskite Quantum Dot Solar Cells

Jinmin Lee, Euisung Han, Wonyi Kim, Hyeonbin Moon, Dahyeon Yoon, Jongmin Choi[†]

Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology (DGIST)
(whdals1062@dgist.ac.kr[†])

Currently, tin oxide, which has the advantage of being processed at low temperatures and has high electron mobility and transmittance, is being used in many studies for the ETL layer of solar cells. However, The trap state inherent in tin oxide impairs the device's performance. Therefore, the passivation method between the tin oxide and active layer interface has been widely studied in solar cells. Perovskite quantum dot solar cell, which is being actively examined as a next-generation solar cell material because of selectively controllable bandgap according to particle size through the formation of a stable photoactive cubic phase compared to bulk perovskite, is being researched using the same method.

We performed passivation of tin oxide using sulfanilic acid in a perovskite quantum dot solar cell. When sulfanilic acid, a self-assembled molecule with an electron donating group (-NH₃) and an electron-withdrawing group (-SO₃H) located at the para position of the pi-conjugated ring, is used for PQD passivation, -SO₃H acts as lewis acid. It forms a covalent bond with tin oxide, forming a covalent bond on both sides. We expect the anchoring group and benzene ring to improve charge transfer and suppress recombination. We revealed the positive impact that Sulfanilic acid had on the device by analyzing surface morphology, bonding with treated materials, crystal characteristics, and device performance.

Keywords: Perovskite quantum dot solar cell, Passivation, Tin oxide, Sulfanilic acid

Comparison properties of MGZO and AZO thin films at various substrate temperatures and their integration into CZTSSe solar cells

Youseong Park, Seongha Hwang, Jin Hyeok Kim[†]

Department of Materials Science & Engineering, Chonnam National University, South Korea
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

ZnO-based materials are inexpensive, nontoxic, and abundant on the earth. These advantages have made them candidates for transparent conducting oxide in various optoelectronic devices. In particular, Aluminum-doped ZnO (AZO) is currently the most widely used ZnO-based material. However, AZO is easily degraded in high temperature and humidity, and this problem limits the performance of the device when applied to the device. In this study, we aimed to enhance the performance of ZnO through co-doping with Mg and Ga (MGZO). The performance of MGZO and AZO thin films was compared after deposition at various substrate temperatures. Afterwards, each thin film was applied as a window layer of CZTSSe solar cells to confirm the change in device characteristics. MGZO not only showed better crystallinity and optical and electrical characteristics than AZO, but also improved the performance of the device when applied to CZTSSe devices.

Keywords: Thin film solar cell, TCO, AZO, MGZO

Stabilized Lithium Metal Powder and Graphite-Derived LiC₆ for Improved Lithium Metal Battery Performance

이주영, 이재원[†]

Department of Energy Engineering, Dankook University, Cheonan 31116, South Korea
(jwlee7@dankook.ac.kr[†])

Lithium metal batteries (LMBs) are considered a promising next-generation energy storage technology. However, their commercialization is hindered by the challenge of dendrite growth during the charging process. Lithiated-graphite (LiC₆) is lithiophilic, which significantly reduces the nucleation overpotential during lithium deposition. This decrease promotes uniform lithium deposition, effectively inhibiting the formation of dendrites. Traditional methods for synthesizing LiC₆ by filling lithium metal into graphite, such as thermal melting and pre-electrodeposition, are complex and have difficulty producing uniform LiC₆. In this work, we prepared a stabilized lithium metal powder (SLMP)/graphite (GR) composite anode. By simply mixing and pressing SLMP with GR, we were able to form both LiC₆ and LiC₁₂. The formation of LiC₆ and LiC₁₂ reduced the nucleation overpotential to 49.8 mV, a significant decrease compared to bare SLMP (680 mV). Furthermore, through an additional processing step of the SLMP/GR anode, LiC₁₂ reacted with excess lithium, fully converting to LiC₆, which further reduced the nucleation overpotential to 26.4 mV. As a result, the composite lithium metal anode containing uniform LiC₆ effectively suppressed dendrite growth and the formation of dead lithium, leading to a significant enhancement in the stability of lithium metal batteries.

Keywords: composite electrode, lithium metal anodes, stabilized lithium metal powder, lithiophilic LiC₆

Passivation of Lithium Metal Anode with a Composite SEI Layer Composed of Multiple Components for Enhanced Cycling Stability

Su Yeon Park, Jae-won Lee[†]

Department of Energy Engineering, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea
(jwlee7@dankook.ac.kr[†])

Lithium metal batteries (LMBs) are attracting significant attention as next-generation energy storage solutions due to the high capacity (3680 mAh g^{-1}) and low reduction potential (-3.04 V vs. SHE) of lithium metal. However, the growth of lithium dendrites, caused by continuous side reactions between the electrolyte and the lithium metal anode surface, along with the formation of a fragile solid electrolyte interphase (SEI), leads to low coulombic efficiency, reduced battery cycle life, and safety concerns. To address these issue, this research focuses on forming a protective film on the lithium metal anode by creating a composite SEI layer, which includes lithium silicate, lithium phosphate, and lithium borate. The composite SEI layer proved to result in superior cycling stability compared to bare lithium metal symmetric cells. Lithium silicate and lithium borate improve ion conductivity and reduce charge transfer resistance, while lithium phosphate, with its high mechanical strength, physically suppresses the growth of lithium dendrites during charge and discharge cycles. Thus, the composite SEI layer comprising lithium silicate, lithium phosphate, and lithium borate effectively suppresses lithium dendrite formation on the lithium metal anode. The morphology of the lithium metal surface was examined using scanning electron microscopy and electrochemical impedance spectroscopy, while the improved cell performance due to the formation of the SEI layer was evaluated through galvanostatic cycling tests.

Keywords: lithium metal anode, lithium compound, composite layer, passivation

Improvement of ionic conductivity through freeze-drying of PEO-based electrolytes

Yu Hyun Song, Jae-won Lee[†]

Department of Energy Engineering, Dankook University, Cheonan 31116, South Korea
(jwlee7@dankook.ac.kr[†])

All-solid-state lithium-ion batteries are emerging as the next-generation energy storage technology, replacing lithium-ion batteries. Among them, polymer solid electrolytes, specifically polyethylene oxide(PEO)-based electrolytes, offer the advantage of flexibility, making them suitable for applications such as flexible batteries. Li^+ ions move through the hopping mechanism driven by segmental motion in the amorphous phase of the polymer chains. However, these electrolytes face challenges such as weak mechanical strength and lower ionic conductivity compared to liquid electrolytes. This study introduces a freeze-drying method (FD-PEO) to enhance the ionic conductivity of PEO-based electrolytes. During the freeze-drying process, the solidification-sublimation mechanism of the solvent causes the polymer chains to remain fixed while the solvent sublimates. This reduces interactions among the chains, thereby decreasing crystallinity, which in turn enhances ionic conductivity. Additionally, a polymer electrolyte with improved ionic conductivity was developed by mixing PEO with lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide (LiTFSI). X-ray Diffraction (XRD) analysis confirmed the reduced crystallinity of FD-PEO, and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) showed improved ionic conductivity at 25°C and 60°C. In galvanostatic cell evaluations, FD-PEO exhibited a lower overpotential and better cycle stability compared to PEO electrolytes prepared by convection-drying method.

Keywords: all-solid-state, Li metal battery, PEO, freeze-drying, solid electrolyte

Enhancing sodium ion storage by doping metallic ion into anodic Sb₂S₃ compounds

Mao Zhang¹, Minseok Kim¹, Jingya Wang¹, Siyeon Joo², Dongyun Lee^{2†}

¹부산대학교 나노융합기술학과; ²부산대학교 나노에너지공학과
(dlee@pusan.ac.kr[†])

Sodium-ion batteries (SIBs) offer significant advantages in terms of safety and cost-effectiveness due to a lower risk of fire or explosion and the abundant availability of sodium (~2.7% of the Earth's crust). However, SIBs generally suffer from lower energy density and capacity, with performance degradation primarily caused by the volume expansion of anodes due to the larger size of sodium ions compared to lithium ions. This necessitates the development of advanced anode materials to overcome these challenges. In this study, we doped Sb-based sulfide (Sb₂S₃) anode materials with Ni ions to increase energy density and capacity. We propose a mechanism where the formation of a Na₂S buffer layer during the conversion-alloying process helps to enhance the capacity of the anode. Sb₂S₃-based anodes were successfully synthesized using the hydrothermal method, and Ni ion doping was applied. The crystal structure of the synthesized materials was analyzed using X-ray diffraction (XRD) and Raman spectroscopy, while scanning electron microscopy (SEM) was employed to observe microstructural changes due to doping. To assess electrochemical performance, coin cells were fabricated and subjected to charge/discharge testing. The results indicated that Ni-doped Sb₂S₃ anodes efficiently enhanced the sodium ion storage mechanism, leading to improved performance. Further understanding of this storage mechanism is required, and it will be discussed in detail in this poster.

Keywords: Sb₂S₃, Galvanostatic Charge/Discharge, Sodium ion battery, Ni doping, Anode materials

P-135

FeOOH-induced electronic modulation of metal-organic framework-derived CoNi-ZLDH for overall water splitting

ZHENG FANG, Jin Hyeok Kim[†]

Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

Developing and designing inexpensive and efficient bifunctional electrocatalysts with high activity and long-term stability is highly essential for overall water splitting (OWS). Herein, a facile synthesis route is demonstrated to produce a hierarchical nanostructure made up of MOF-based cobalt-nickel layered double hydroxides (CoNi-ZLDH) nanosheets coupled with FeOOH nanoparticles (NPs) as three-dimensional (3D), self-supported catalyst for stable and highly efficient water electrolysis. The resulting FeOOH/CoNi-ZLDH catalyst possesses high intrinsic activity and outstanding electrical conductivity along with well-defined 3D structure having enhanced active electrochemical surface area. The FeOOH/CoNi-ZLDH as both electrodes exhibit preeminent durability with over 100 h and only need the cell voltage of 1.645 V to attain a current density of 10 mA cm⁻² in 1M KOH solution. Our work emphasizes the modulation of the local electronic structure of hollow hierarchical CoNi-ZLDH via strong interfacial interactions with FeOOH NPs for the rational design of efficient bifunctional electrocatalysts derived from MOF.

Keywords: Metal-organic framework; Hollow hierarchical structure; Overall water splitting; FeOOH

Heterojunction Interface between FeCo-LDH and CoS to Modulate the Local electronic structure for Water and Methanol Electrolysis

FANG ZHENHUA, Jin Hyeok Kim[†]

Optoelectronics Convergence Research Center and Department of Materials Science and Engineering,
Chonnam National University
(jinhyeok@chonnam.ac.kr[†])

Interfacial engineering is a highly effective strategy for improving the bifunctional electrocatalytic performance of catalysts with a single phase. A significant challenge is to optimize the electronic arrangement of heterojunctions further to enhance reaction kinetics in water and methanol electrolysis. This paper introduces a novel technique for converting ZIF nano triangle structures into 3D FeCo-LDH/CoS heterostructures using an in-situ hybrid heterojunction approach through a two-step procedure. Experimental and theoretical studies have demonstrated that hybrid heterostructures can achieve d-band center control and optimize the adsorption energy of reaction intermediates. This optimization lowers thermodynamic energy barriers and accelerates catalytic kinetics. The 3D FeCo-LDH/CoS heterostructure catalyst displays efficient catalytic activity for both MOR (1.31 V) and OER (1.44 V) at 10 mA cm⁻² in an alkaline media due to its optimized electronic configuration, hierarchical nanosheet architecture, and abundant hybrid heterojunctions. Furthermore, the methanol-coupled water electrolysis device (1.57 V@10 mA cm⁻² for water splitting) can be driven by a voltage of 1.41 V at a current density of 10 mA cm⁻². This work presents a method for rationally establishing hybrid interfaces through an in-situ derivatization method, which exhibits excellent methanol-assisted water-splitting performance and stability through interfacial electronic regulation.

Keywords: heterojunction interface, CoS, FeCo-LDH, multifunctional electrocatalysts

Machine Learning Based Optimization and Additive Manufacturing of 3D-Printed Heat Exchangers: Enhancing Thermal Efficiency Through Bayesian Optimization and Advanced Materials

Amirreza Mottafegh, Dong-Pyo Kim[†]

Pohang University of Science and Technology
(dpkim@postech.ac.kr[†])

Additive manufacturing has opened up new possibilities for the design of advanced heat exchangers, allowing for the exploration of complex geometries that improve thermal performance. In this study, we employed Bayesian optimization to optimize the geometry of a 3D-printed heat exchanger, aiming to maximize heat transfer efficiency. After fabricating the optimized design using advanced printing techniques, we experimentally evaluated its performance in cooling hot fluid flow. The optimized heat exchanger demonstrated a significant improvement in thermal efficiency, increasing from 5% for the unoptimized device to 35% for the optimized version—representing a fivefold enhancement. To further improve thermal conductivity and chemical resistance, we initially utilized PMMA-based resin for the first prototypes, followed by the use of a silicon carbide (SiC)-based resin combined with pyrolysis for ceramic printing. This approach successfully enhanced both thermal efficiency and chemical durability, demonstrating the potential of combining optimization algorithms, additive manufacturing, and advanced materials for next-generation heat exchanger designs.

Keywords: 3D-Printed Heat Exchangers, Bayesian Optimization, Additive Manufacturing, Thermal Efficiency, Silicon Carbide (SiC), Ceramic-Based Heat Exchanger

Investigation of Thickness Dependence in Crystallization of Thin Films Using Phase Field Modeling

Jung In Park, Hwanwook Lee, Yongwoo Kwon[†]

Department of Materials Science and Engineering, Hongik University
(ykwon722@hongik.ac.kr[†])

In this study, the relationship between film thickness and grain size in polycrystalline thin films was investigated both experimentally and theoretically. We employed the phase field method to simulate solid-phase crystallization. Poly-germanium films with thicknesses of 20nm and 40nm were prepared through solid-phase crystallization, and their grain sizes were obtained by analyzing X-ray diffraction(XRD) patterns. By calibrating all model parameters, particularly the densities of heterogeneous and homogeneous nuclei, we successfully reproduced the experimental trends with phase field simulations. Additionally, we analyzed the thickness dependence of grain size through various simulation conditions, revealing that this dependence can be explained by the differences in growth velocities between 2D and 3D grains. We then applied the conditions that showed a thickness dependence of grain size to macaroni-shaped thin films. We confirmed that the grain size increases with film thickness in the macaroni-shaped films, as observed in planar films.

Keywords: Polycrystalline thin film, thickness dependent crystallization, phase-field method, grain growth.

박막 미세구조 상장모델에 대하여 초기 핵의 wetting 재현에 대한 검증 연구

권용우[†], 최다운

홍익대학교

(ykwon722@hongik.ac.kr[†])

박막 미세구조 형성을 시뮬레이션하는 상장 모델(phase-field model)에 대하여, 증착 초기 기판 상에 생성되는 핵(nucleus)의 젖음(wetting) 현상을 올바르게 재현하기 위한 모델 파라미터 최적화 연구를 진행한다. 젖음각(wetting angle)은 기상/기판, 기판/박막, 기상/박막의 3가지 계면에 대한 계면에너지에 의하여 결정된다. 불행히도 상장모델에서는 계면에너지와 모델 파라미터 사이의 관계가 양함수(explicit function)로 표현되지 못한다는 점에 어려움이 있다. 본 발표에서는 계면에너지들을 용이하게 반영하는 모델 파라미터의 적절한 캘리브레이션(calibration) 방법을 찾아서, 공정이나 재료 변화에 따른, 다시 말해 계면에너지 값들의 조합에 따른 젖음각의 차이를 잘 재현할 수 있음을 보이고자 한다.

Keywords: phase-field model, wetting angle

Finite Element Analysis for Stretchable Electronics Considering Nonlinear Properties of Metallic Electrodes and Elastomeric Substrates

양학준, 한상현, 신준혁, 최수석[†]

Dept. of Electrical Engineering, POSTECH, Pohang, Gyeongbuk 37673, Korea
(choiss@postech.ac.kr[†])

Recent advances in stretchable electronics for applications such as energy storage devices, electronic skins, and stretchable displays have spurred significant research. This has led to the development of various numerical and theoretical methods to assess the mechanical stretchability and stability of such devices. Among these methods, the finite element method (FEM) is often favored due to its cost-effectiveness, adaptability to different testing conditions, and potential for innovative design exploration. Many FEM studies on stretchable interconnects employ linear analysis techniques to ensure time efficiency and convergence. However, the solutions of linear analysis tend to lack precision and reliability, especially in areas subjected to high strain, because they fail to fully account for the nonlinear behavior of metallic electrodes. In this study, we propose a nonlinear analysis method considering the elastoplastic characteristics of metallic electrodes to improve both the accuracy and reliability of the results, and we offer a detailed comparison between linear and nonlinear analysis solutions. Additionally, the reaction force of the electrode against tensile stress was compared with experimental results, and the result showed that the nonlinear analysis accurately explains the experimental data.

Keywords: stretchable electronics, serpentine electrodes, finite element analysis

액체질소 등 극저온 인장 시험 환경(298K~77K)에서의 알루미늄 합금의 변형 및 파괴 거동 연구

이종원¹, 허성준¹, 한희주¹, 장수민¹, 김효민², 배문기³, 권혁민³, 김예름³, 박명협⁴, 박노근^{1,2†}¹영남대학교; ²(주)머티리얼솔루션파크; ³현대자동차; ⁴Kyoto University
(nokeun_park@yu.ac.kr[†])

수소 에너지 사회로의 전환에 따라 수소 활용이 증가하면서, 수소 저장에 사용되는 다양한 합금에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 특히 액체 수소 저장 방식에서는 액체 수소가 약 20K의 매우 낮은 온도에서 저장되므로, 이를 담는 합금은 극저온 환경에 노출되어 기계적 성질의 변화가 발생할 수 있다. 이러한 환경에서 소재의 안정성을 확보하기 위해서는 소재의 변형 및 파괴 거동 변화에 대한 이해가 필수적이며, 동시에 이를 분석하는 기술의 발전이 뒷받침되어야 한다.

알루미늄(Al) 합금은 내수소취성이 우수한 소재로 알려져 있다. 하지만 상온에서 진행할 때는 Portevin-Le Chatelier (PLC) effect에 의해 flow instability가 발생하여 연신율에 좋지 않은 영향을 미친다. 반면 액체 질소(77K) 온도에서는 Serration 현상이 현저히 줄어들며, 강도 및 연성이 증가한다고 알려져 있다. 이는 20K 환경에서의 알루미늄 합금의 이용 가능성의 근거가 될 수 있다.

한편, 디지털 이미지 상관법(Digital Image Correlation, DIC)은 시편 표면에 도포된 점들의 위치 변화를 계산하여 시각화함으로써 변형 거동을 정밀하게 분석할 수 있는 기술이다. 그러나 극저온 환경에서는 Adiabatic heating으로 인해 기포가 발생하는 등 점들의 위치 변화를 추적하는 데 어려움이 있어, DIC의 활용에 기술적 한계가 존재한다.

본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해, DIC 분석이 가능한 극저온 환경 챔버를 설계하였고, 액체 수소 온도 환경의 시작점이 될 수 있는 액체 질소를 이용하여 DIC 분석을 진행했다. 이후 머신러닝 기법을 활용해 극저온 환경에서 발생하는 기술적 문제를 해결하였다. 또한 Al 5182 합금을 이용하여 상온에서부터 극저온까지의 변형 및 파괴 거동 변화 관찰 및 이해하고자 하였다.

상온에서 극저온까지 온도 범위의 환경에서 Al 5182 합금의 변형 및 파괴 거동을 확인하였다. 또한 미세조직 관찰을 통해 이러한 변화의 원인을 이해하고자 했다. 이를 통해 극한의 저온 환경의 변형 및 파괴 거동을 이해에 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: 극저온 환경, 디지털 이미지 상관관계, Digital image correlation, DIC, 액체질소, 변형 거동

고질소 오스테나이트계 스테인리스강의 화학조성과 열처리 온도에 따른 석출거동 및 기계적 특성

권기환^{1,2}, 김성훈^{1†}, 조효행¹, 이진종¹, 하현영¹, 이창훈¹, 정재석³, 이태호¹, 강남현^{2†}

¹한국재료연구원 극한재료연구소; ²부산대학교 재료공학과; ³두산에너지빌리티 전략/혁신부 소재기술개발팀
(lightblue@kims.re.kr[†]; nhkang@pnu.edu[†])

본 연구에서는 고질소 오스테나이트계 스테인리스강의 화학조성 및 용체화 처리 온도에 따른 석출거동 및 기계적 특성을 분석하였다. Fe-22.1Cr-12.2Ni-5.1Mn-2.1Mo 조성을 가지는 강 중에 Nb, V, N 함량이 각각 다른 세 가지 합금을 준비하였고, 두 가지 용체화 처리 온도 조건을 적용하였다. Nb 또는 N 함량이 증가함에 따라 입계에서 Z-phase 및 (Nb,V)(C,N)과 같은 석출물이 형성되어 오스테나이트 결정립이 미세화되었다. 특히, Nb 함량을 0.07 wt% 증가 시킨 효과는 용체화 처리 온도를 100°C 이상 낮춘 효과와 유사하였으며, 결정립 크기가 감소 할수록 Hall-Petch 관계에 따라 항복강도가 증가하는 경향을 보였다. 결정립 크기 효과를 배제한 경우, Z-phase가 없는 상태에서는 N 함량 증가에 따라 고용 강화로 인해 강도가 향상되었다. 반면, Nb 함량 증가 시 오스테나이트 내 N 함량 변화가 거의 없었음에도 불구하고 강도는 감소하였다. 열역학적으로 분석한 결과, Z-phase가 MX 입자를 대체할 수 있으며, 이로 인해 강도가 감소할 수 있음을 확인하였다. Z-phase는 결정립을 미세화시키는 역할을 하지만, 조대한 Z-phase 입자는 석출 강화에 기여하지 않았다. 따라서 Nb가 첨가된 합금 설계 시, 고질소 오스테나이트계 스테인리스강의 강도 향상을 위한 화학조성과 열처리 온도의 최적화가 필요하다.

Keywords: 고질소 오스테나이트계 스테인리스강, Nb, Z-phase, 항복강도, 석출

PBF 방식으로 제조된 Inconel 718의 열처리 조건에 따른 기계적 특성 연구

김현일¹, 임유진^{1,2}, 최재성¹, 차원진¹, 조일국^{1,2†}

¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
(ijo@deu.ac.kr[†])

본 연구에서는 PBF(Powder Bed Fusion)공정으로 제조된 Inconel 718의 적층방향 및 열처리가 기계적 특성에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 열처리 조건으로 균질화처리(H), 용체화 처리(S), 시효처리(A)를 조합하여 HSA(1100°C/1h, 공냉 + 980°C/1h, 공냉 + 760°C/8h, 노냉, 650°C/8h, 공냉), HA(1100°C/1h, 공냉 + 760°C/8h, 노냉, 650°C/8h, 공냉), SA(980°C/1h, 공냉 + 760°C/8h, 노냉, 650°C/8h, 공냉) 열처리를 실시하였다. 열처리에 따른 기계적 특성 분석하기 위해 마모 시험 및 고온 인장시험을 진행하였다. 열 처리 이후 인장파단면의 dimple 조직이 미세화 되어 연성이 감소됨을 확인할 수 있었고, 모든 시편 중 SA열처리 한 시편이 항복강도 및 인장강도가 수평, 수직 적층 방향에서 As-built시편에 비해 약 1.5배 정도 높은 결과 값을 나타냈다. OM, SEM, EBSD를 사용하여 미세구조 및 석출물을 분석한 결과 결정립계에 강화상인 δ상의 존재가 고온강도를 향상시키고, 고온 기계적 특성을 저하시키는 Laves상이 모두 용해되고, 강화상(γ'상과 γ''상)의 석출을 증가시켜 기계적 특성이 향상된 것을 확인하였다.

Keywords: Inconel 718, Selective laser melting, 열처리, 고온 인장 특성, 미세구조, 파단 메커니즘

HY-60강 GMAW 용접부의 고주기 피로 파면 미세조직 연구

차원진¹, 임유진^{1,2}, 신현준¹, 이진경¹, 이상필¹, 조일국^{1,2}, 배동수^{1†}¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
(dsbae@deu.ac.kr[†])

본 연구에서는 고강도 저합금강인 HY-60강에 GMAW 용접을 실시하고 300MPa의 피로 부하-응력 조건에서 피로 시험을 진행하여 용접부의 파면 및 미세조직을 분석하였다. Weld metal(WM)과 Base metal(BM)의 경계에서 macro균열 및 slip band 형태가 관찰되었고, 침투탐상검사(PT)를 실시하여 거시적으로 발견되지 않은 미세균열을 발견하였다. 피로파면 SEM분석을 통해 고배율로 관찰한 결과, 피로 균열의 시작이 열영향부(HAZ)에서 발생한 것을 확인하였다. 또한, 용접 시 HAZ근접부에서 결정립이 성장하고 성장된 결정립을 따라 피로 하중에 의해 cavity 생성 및 균열이 성장하는 것을 관찰하였다. 성장된 cavity가 BM 결정립을 따라 균열로 전파되어 최종적으로 연성파괴가 발생하였고 이를 dimple의 존재로 확인하였다. 반복적인 하중하에서 결정립계에 발생한 cavity가 파단면에 존재했으며, 균열은 용접부 경계의 수직상 성장 방향에 대해 수직방향으로 전파되었음을 관찰되었다. 또한, BM의 결정립계에서 균열이 발생하였고 입내에는 slip이 발생한 것을 확인하였다. WM의 용접 pass의 삼중 겹침 영역에서 Ti-Al-V계 석출물, 탄화물 및 산화물이 관찰되었고, SEM-EDS분석을 통해 HAZ에 형성된 입자들은 C와 Cu의 농도가 높고, O와 결합된 Cu 산화물인 것을 확인하였다. WM 및 BM의 비커스 경도를 측정한 결과, WM의 bottom과 upper부분의 경도는 유사한 반면, middle부의 경도가 이들보다 높음을 확인했고, 미소 경도는 WM > HAZ > BM 순으로 나타났다.

Keywords: GMAW, HY-60강, 미세구조, 피로, 파괴

SLM 공정으로 제작된 18Ni-300 마레이징 강의 열처리에 따른 기계적특성 및 마모특성 개선 연구

구진호¹, 최재성¹, 임유진^{1,2}, 조일국^{1,2†}

¹동의대학교 신소재학과, ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
(ijo@deu.ac.kr[†])

18Ni-300 마레이징 강은 18% 니켈을 포함하는 철-니켈 합금이며, 뛰어난 기계적 성질(항복강도, 인장강도, 연성, 인성 등)을 가지고 있다. 현재 마레이징 강 부품은 주조, 단조, 용접 등의 방법으로 주로 생산되며, 이 방법들은 긴 생산 시간과 복잡한 형상 제작에 어려움이 있다. 선택적 레이저 용융(selective laser melting, SLM) 기술은 금속 분말을 직접 조사하여 제조하는 방식으로 고정밀 부품 제작에 용이하다. 마레이징 강 분말은 낮은 반사율과 높은 용접성으로 SLM 공정에 적합하다. 본 연구에서는 18Ni-300 마레이징 강을 SLM 공정을 통해 제조하였고, 430 °C, 490 °C, 550 °C에서 3시간 동안의 시효 처리가 미세구조, 인장 파괴 메커니즘, 마모특성에 미치는 영향을 분석하였다. 최적의 열처리 조건(430°C)에서, 시편의 미세조직이 더 미세해졌고, 인장시험 후 파단면의 덤플의 수가 감소하였으며, 경도는 약 56.17%, 인장 강도는 약 40.63% 향상되었다. 최적의 열처리 조건을 적용한 시편은 열처리 전 합금에 비해 마찰 계수가 약 33.33% 감소하였다.

Keywords: 18Ni-300 마레이징 강; 선택적 레이저 용융; 시효 처리; 미세 구조; 마모 거동; 인장 시험; 파괴 메커니즘

P-146

L-PBF 공정으로 제조된 17-4PH 스테인리스 스틸의 시효 온도가 미세구조, 기계적 성질 및 마모 특성에 미치는 영향에 대한 연구

최재성¹, 임유진^{1,2}, 조일국^{1,2†}

¹동의대학교 신소재학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
(ijo@deu.co.kr[†])

본 연구에서는 17-4PH강을 Laser Powder Bed Fusion (L-PBF) 공정을 통해 제조하였다. 적층된 시편을 4시간 동안 다양한 시효 온도(420°C, 480°C, 540°C, 600°C)에서 열처리 하였고, 열처리 조건이 미세구조, 인장특성, 파괴 메커니즘 및 마모 특성에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 열처리 후 시편은 as-built 시편과 비교하여 CuS 석출상 및 SiO₂ 상에 의하여 기계적 특성이 향상되었다. 마모 특성 또한 구리(Cu)와 니오븀(Nb)의 석출 상으로 인해 뛰어난 마모 저항성을 보였다. 최적의 열처리(540°C) 조건의 시편은 as-built 시편에 비해 인장 강도는 10% 증가, 항복 강도가 10% 증가, 연신율이 20% 증가하였다.

Keywords: 17-4PH, L-PBF, 마모 특성, 미세구조, 기계적 특성

전자빔 적층한 Ni기 초합금의 미세조직과 기계적물성에 미치는 전자빔 전류의 영향

이해진[†]

한국생산기술연구원
(seajin@kitech.re.kr[†])

본 연구에서는 높고 낮은 전자빔 전류로 적층 가공된 Inconel718 초합금의 미세조직과 기계적 물성 간의 상관 관계를 연구하였다. 낮은 전자빔 전류로 제조한 Inconel718 초합금의 상대 밀도 범위는 99.45~99.79%인 반면, 높은 전자빔 전류로 제를 갖는 초합금은 99.82~99.96% 범위의 상대적으로 높은 상대 밀도를 나타냅니다. 낮은 전자빔 전류를 갖는 합금의 미세구조는 적층 방향(BD)에 평행한 강한 $\langle 001 \rangle$ 조직을 갖는 수지상 미세조직입니다. 낮은 전자빔 전류를 갖는 합금의 고 경각 결정립계 분율이 높은 EB 전류를 갖는 합금보다 낮았습니다. 또한, 합금은 평균 크기가 32 nm인 미세한 γ' 석출물을 함유했습니다. 합금의 파괴 시작 지점은 미세 균열 및 가스 포집 기공과 같은 결함으로 구성되어 있지만 전자빔 전류가 낮은 합금은 단결정형 미세 구조와 미세한 γ 로 인해 우수한 인장 강도와 균일한 연신율을 나타냅니다. γ' 석출물은 전자빔의 투과 깊이가 증가함에 따라 충분한 열 전달로 인해 깊고 좁은 용융 풀에서 쉽게 성장합니다. 그러나 γ'' 석출물의 성장은 얇고 넓은 용융 풀에서 제한되었으며, 얇고 넓은 용융 풀은 단결정형 미세 구조와 BD에 평행한 강한 $\langle 001 \rangle$ 집합조직을 생성했습니다. 따라서 EB 전류에 의해 결정되는 용융 풀의 형태는 단결정 미세 구조와 γ'' 석출의 성장에 중요한 역할을 합니다.

Keywords: EB-PBF, EB current, Melt pool, Microstructure, single-crystal-like microstructures

레이저 적층제조 후 HIP 처리한 Ni기 합금의 미세조직과 기계적 물성에 대한 연구

이해진[†]한국생산기술연구원
(seajin@kitech.re.kr[†])

L-PBF 공정은 금속분말을 104 ~ 106 K/s 로 냉각하기 때문에 잔류응력의 형성을 피할 수 없으며 특히 Lack-of-fusion, Gas-entrapped-pore, 및 keyhole 등 다양한 결함들로 인해 요구되는 물성을 만족시키기 힘들다. 따라서, Additive manufacturing (AM) 으로 제조한 부품들은 대부분 Hot isostatic pressing (HIP) 공정으로 통해 상대밀도를 개선시키고 요구되는 기계적 물성을 회복한다. HIP 공정은 고온에서 등방 가압하여 금속 구조체 내부에 형성되는 있는 결함을 제거하기 위해 많이 사용되고 있으며 Ni기 합금은 1100 °C에서 4시간 유지 후 노냉하는 방법이 대표적으로 알려져 있다. 최근 HIP 공정 후에도 내부에 잔류된 Pore들이 고온에서 Pore들이 진화하여 더욱 조대한 pore로 발달된다고 보고되고 있다. 본 연구에서는 Ni 기 초합금소재를 L-PBF로 제작하였으며 이후 HIP 공정을 수행하였다. HIP 공정 시 온도와 시간을 다양하게 하여 시험편을 제작하였음 상온 및 고온 인장시험을 통해 기계적 물성을 확인하였다. 또한, 적층방향 (build direction)과 수직인 방향과 수평인 방향으로 제작하여 미세조직적 차이를 확인하였다. 고온 인장시험은 1093°C에서 $1.2 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 의 strain rate로 수행하였다. 인장시험 결과와 미세조직과의 상관관계를 분석하였다.

Keywords: L-PBF, Ni기 초합금, Hot isostatic pressing, Recrystallization, MC

레이저 적층제조한 Ni기 합금의 미세조직과 기계적 물성에 미치는 후처리 공정의 영향

이해진[†]

한국생산기술연구원
(seajin@kitech.re.kr[†])

L-PBF로 제작된 소재 및 부품은 10 μmRa 의 거친 표면조도를 가지고 있기 때문에 주조재 및 가공재에 비교하여 상대적으로 낮은 기계적 물성을 가지고 있다. 표면조도 문제를 개선하기 위해 다양한 연구들이 제시되었으나 상용적인 방법으로 적용된 사례는 전무하다. Barrel 연마는 세라믹 Media를 이용하여 소재 및 부품과 함께 교반하여 표면조도를 개선하는 방법으로 Media 크기에 따라 경면의 표면조도를 갖는 소재 및 부품 제작이 가능하다. 그러나, Barrel 연마법은 L-PBF에 적용된 사례가 없으며 대부분 Micro-blasting 법을 활용하여 제작하고 있다. 본 연구에서는 L-PBF로 제작한 Ni기 부품을 이용하여 Barrel 연마를 진행하였으며 기계적 물성과 미세조직 변화를 분석하였다. 부품의 형상학적 차이를 위해 Round type 과 Plat type으로 제작하였으며 Barrel 연마를 위해 Media 크기를 10 μm , 5 μm , 2 μm 으로 각 1 시간 적용하였으며 각 단계별로 형상학적 변화를 확인하기 위해 3D scanner를 이용하였다. 또한, 표면 조도를 측정하였으며 표면에서 내부까지 미소경도를 측정하였다. 미세조직 분석을 위해 EBSD를 이용하였으며 압축시험편을 제작하여 압축 항복 강도를 측정하였다. 더욱이, 표면두께 감소로 인한 무게 변화를 확인하기 위해 각 단계별로 무게를 측정하였다.

Keywords: L-PBF, Barrel polishing, Surface reduction, Roughness, Mechanical properties

나노입자 분산강화형 Ti분말의 적층성형 공정성과 기계적 특성

송영환^{1†}, 강동욱^{1,2}¹한국생산기술연구원 기능성소재부품그룹; ²인하대학교 첨단소재공정공학과
(yhsong0105@kitech.re.kr[†])

Ti 및 Ti합금은 높은 비강도, 우수한 내식성과 피로저항성을 가지고 있어 항공우주용 부품으로 널리 활용되고 있다. 또한 가공이 어려운 단점을 극복하고 활용분야를 확장하기 위하여 금속 적층성형 공정을 활용한 부품개발 연구가 많이 이뤄지고 있으며, 이러한 Ti 및 Ti합금의 활용처를 확장하기 위한 연구로 금속내부에 강화 입자의 분산을 통한 분산강화형 합금 제조기술이 있지만 강화입자가 분산되어 있는 소재의 적층성형 공정성능에 대한 연구는 부족하다. 본 연구에서는 적층성형용 상용 순수 Ti분말과 Y2O3 산화물 입자강화형 Ti 분말의 적층성형 부품을 제조하기 위한 L-PBF 공정조건 최적화 연구의 일환으로 강화상 첨가가 Ti의 적층성형 공정품의 공정성에 미치는 영향을 조사했다. 실험을 위해 Laser 기반 Powder Bed Fusion 장비를 사용했으며, Laser power와 Scanning speed의 변화에 따른 상대밀도와 결함발생 거동을 비교 분석했다.

Keywords: Additive manufacturing, Oxide Dispersion Strengthening, Titanium, Input power, Scanning speed

Al합금 방열핀 적층성형 공정 개발을 위한 Al-Cu 이종소재 접합거동 연구

송영환[†]

한국생산기술연구원

(yhsong0105@kitech.re.kr[†])

Laser Powder Bed Fusion(L-PBF) 공정은 Laser power, Scanning speed 및 Layer thickness를 제어하여 2차가공이 필요 없는 정밀한 치수의 금속 적층성형품을 제조할 수 있는 특징을 가지고 있는 적층성형 공정이다. 빌드 플레이트위에 도포된 금속분말에 적층할 부분만 선택적으로 레이저를 조사하여 한층씩 녹여 쌓아 올리는 L-PBF 공정에서 주로 사용되는 금속분말과 동일한 소재로 제작된 빌드 플레이트를 사용하거나 금속분말과 용접성이 좋은 빌드플레이트를 선정하여 사용한다. 하지만 최근 개발되는 방열기판의 소재는 주로 전기전도도 및 열전도도가 우수한 동을 사용하며 방열기판 위 히트싱크 소재는 주로 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 가공한 방열핀 구조를 채택한다. 이러한 알루미늄 합금 적용 히트싱크를 동 방열기판 상부에 직접 적층성형하기 위해서는 Cu-Al간의 접합시 생성되는 금속간화합물과 L-PBF 공정 조건에 따라 반복주입 되는 에너지가 금속간화합물 형성에 미치는 영향을 연구하여 최적화할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 동박 및 동방열판위에 알루미늄 합금재질 방열핀을 직접 적층성형하는 공정을 최적화 하는 것을 최종 목표로하여, L-PBF공정조건의 변화에 따른 Cu-Al 계면에서의 금속간화합물 생성거동과 반복주입되는 투입에너지가 접합계면에 미치는 영향을 분석하기 위하여 0.3mm두께의 동 방열층을 가지는 세라믹 기판 위에 알루미늄 합금을 원통형 핀 형상으로 적층성형 하여 접합계면 상태를 비교분석했다.

Keywords: Additive manufacturing, Heatsink, Aluminum alloy, Al-Cu dissimilar material bonding

소형선박용 반자동 수밀성 알루미늄 합금 해치 개발을 위한 설계 및 기계적 특성 분석

허현준, 노유종, 임기현, 이성희[†]

국립목포대학교 첨단재료공학과
(shlee@mnu.ac.kr[†])

선박의 방수설비란 선체에 파공 등이 발생하여 침수할 때에 선박에 비치해야 하는 방수 용구, 수납장소 및 침수 구획 등의 보강용 기자재 설비를 뜻한다. 해양은 육상에 비해 풍랑, 파도 등 날씨의 변동 폭이 크고 다수의 변수가 존재함에 따라 예측할 수 있는 사고추정치에 따른 안전장치를 새로 개발할 필요가 있다. 수밀성 Floor 해치는 천장이 위로 젖히는 문을 의미하는 것으로 국내에서는 선박 갑판이나 선체의 개구부를 닫는데 사용되며, 물이 선박에 유입되는 것을 방지하기 위해 방수 밀봉 기능이 중요하다. 해양 해치는 선체내 선실이나 기관실을 덮어 보호하기 때문에 상업용 선박, 요트, 순양함, 해안군 순찰선, 전투함 등 모든 해양 선박에 있어 물의 유입을 제한하는 중요한 요소이다. 이러한 해치는 현재 규격화된 크기와 두께로 양산품이 제조되어 구매 및 설치가 진행되어, 선외기 등의 소형선박에 현재 판매되는 해치를 적용하기에 적절치 못하다.

따라서, 본 연구에서는 소형 선박용 알루미늄 수밀 해치를 개발하기 위해, 뒤틀림이 발생하지 않는 최적 조건의 용접 및 두께 선정과 알루미늄 합금 선정을 진행하고, 시제품에 대한 기계적 특성 분석을 진행하려 한다.

Acknowledgment

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(LINC3.0)의 연구결과입니다.

Keywords: 수밀성, 용접, 알루미늄 합금, 해치, 기계적 특성

Zn-Al-Mg합금의 Si 합금 첨가량 변화에 따른 미세조직 및 기계적 특성 평가

유효상[†], 김용호, 김철우, 이병권, 고은찬, 손현택

한국생산기술연구원
(yoohs@kitech.re.kr[†])

탄소 절감 및 자원 효율성에 대한 산업적 요구가 증가함에 따라 아연을 비롯한 다양한 금속 소재에서 내구성과 성능 유지에 대한 필요성이 높아지고 있다. 특히, 아연 합금은 뛰어난 내식성과 낮은 비용, 전기적 특성 그리고 우수한 도금성으로 인해 자동차, 건설, 전자 부품 등 다양한 산업에서 폭넓게 활용되고 있습니다. 또한 Zn에 Al과 Mg를 첨가한 Zn-Al-Mg계 고내식 합금은 기존 합금 대비 내식성 향상 효과가 탁월하여 최근 활발한 연구와 상용화가 진행되고 있습니다. 본 연구에서는 Si 합금 첨가가 Zn-Al-Mg 합금의 미세조직 및 기계적 특성에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하였다. 알루미늄 합금을 제조하기 위해 고주파 유도로를 이용하여 중력 주조하였고, 가공된 빌렛은 열간 압출하였다. 제조된 주조재 및 압출재의 미세조직은 주사전자현미경 및 XRD를 이용하여 관찰하였으며, 인장시험을 통한 기계적 특성 평가를 하였다.

Keywords: Zinc, Extrusion, Mechanical properties, Microstructure

RRA 열처리에 따른 Al-Zn-Mg-Cu 합금에 대한 기계적 특성과 미세조직의 영향

황효진^{1,2}, 조용희^{1†}, 이제인², 김형욱¹, 김원경¹, 이동윤¹

¹한국재료연구원 (KIMS), ²부산대학교
(jyh1975@kims.re.kr[†])

Al-Cu-Mg-Cu 계 합금은 시효경화성이 우수하며, 생산량 측면에서는 다른 알루미늄 합금에 비해 적지만 7000계열 가공재 합금으로써 항공기, 차량용 등 일반적으로 높은 비강도가 요구되는 구조재에 사용된다. 고강도 Al은 T6조건의 피크 강도에서 응력 부식저항성이 매우 낮다는 단점을 가지고 있다. Retrogression and Re-ageing(RRA) 열처리는 3단 시효처리 방법으로써 Al-Zn-Mg-Cu 합금을 RRA 처리할 경우 최대강도를 유지하면서 높은 SCC 저항성을 가진다. 3가지 열처리 조건 near peak ageing, RRA170-10, RRA190-10을 OM, SEM, EBSD, TEM 통해 미세조직을 관찰하고, 인장시험을 통해 기계적 특성을 확인하였으며, 염수분무 시험과 동전위 양분극시험을 통해 부식특성을 확인하였다. Near peak ageing처리를 통하여 강도 약 564MPa, 연신율 약 14.4%, RRA170-10은 강도 약 578.5MPa, 연신율 약 16.29%, RRA190-10은 강도 약 591.5MPa, 연신율 약 16.29%이다. RRA190-10에서 가장 높은 강도 값, RRA170-10에서 가장 높은 연신율을 가진다. 각 시편에서의 미세조직을 평가하고 열처리 온도, 시간에 따라 미세조직에 미치는 영향을 평가하였으며 기계적 특성에 미치는 영향을 고찰하고자 한다.

Keywords: Al-Zn-Mg-Cu, Retrogression and Re-ageing, 기계적 특성

Al-7.3 Zn-2.5 Mg-1.5 Cu합금판재에서 기계적특성에 미치는 시효처리의 영향

이동윤^{1,2}, 조용희¹, 황효진^{1,2}, 김원경¹, 김형욱^{1†}¹한국재료연구원; ²부산대학교
(hwkim@kims.re.kr[†])

탄소배출저감을 위한 미래 친환경 수송기기의 수요가 증가함에 따라 고강도 알루미늄의 수요도 증가하고 있다. 특히 비강도가 우수한 7000계 알루미늄 합금은 항공기 구조재로서뿐만 아니라 미래 친환경차인 전기차의 에너지 효율향상을 위하여 초경량 구조용 소재로서 적용이 검토되고 있다. 본 연구에서는 우수한 기계적 특성을 나타내는 고비강도 7000계 알루미늄 합금판재를 제조하기 위해 주요 강화상인 η' (MgZn₂)을 다량 석출할 수 있는 Al-7.3wt Zn-2.5wt% Mg-1.5wt% Cu-0.19wt% Cr 합금을 슬라브 주조 및 열간 압연하여 제조하였다. 또한, 냉간압연 및 용체화 처리된 판재에 대하여 다양한 시효처리를 행하였으며 인장 및 피로특성에 미치는 영향을 평가하였다. 여기서 피로특성평가는 유압식 피로시험기보다 빠르게 피로물성 측정이 가능한 자기공명 피로시험기를 활용하였다. DC주조 이후 열간압연과 냉간압연을 통해 제조된 7068합금은 470°C, 2시간의 용체화처리를 하고 다양한 시효처리를 수행하여 물성을 비교하였다. 최대 시효강도를 얻기위해 보편적으로 적용되고 있는 시효경화처리(T6)로 120°C에 24시간 유지하였고, SCC저항성(Stress Corrosion Cracking)을 올리기 위한 열처리로서 120°C에서 48시간 과시효처리(T7)를 하였다. 또한, 120°C에서 6시간 시효처리 후 160°C에서 3시간(T79) 및 10시간(T73)을 유지하는 이단 시효처리를 행하였으며 각 시효처리 공정을 거친 시편에 비커스 경도(Vickers hardness) 시험, 인장시험(Tensile test), 상온 피로시험(Fatigue test)을 행하여 기계적특성 변화를 관찰하였다. 각 조건에서의 석출 상의 크기 및 형상을 관찰하였으며, 시효 처리에 따른 기계적 특성과 미세조직과의 관계를 고찰하였다.

Keywords: 7000계 알루미늄 합금, 이단 시효처리, 과시효처리, 피로물성, 인장물성, 석출거동

장시간의 고온산화에 따른 Al-Mg계 합금의 내부산화 조사

하성호[†]한국생산기술연구원
(seonghoha1999@gmail.com[†])

5000계열로 통칭되는 Al-Mg 계 합금은 우수한 내식성과 용접성으로 인해 다양한 분야에 널리 사용된다. 그러나 주합금원소인 Mg은 Al 기지에 합금화하더라도 일정량 이상 첨가될 경우 합금의 산화를 증가시키는 경향이 있다. Al-Mg 계 합금은 응고 과정에서 공정 반응에 의해 β -Al₃Mg₂ 상을 생성한다. 그러나 결정립계에 분산된 β -Al₃Mg₂ 상은 높은 Mg 함량 때문에 고온에서 우선적으로 산화되어 고체 상태에서도 합금의 산화 거동에 큰 영향을 미친다. 따라서 β -Al₃Mg₂ 상의 우선적 산화는 결정립계를 따라 지속적인 산화물 성장을 일으킬 수 있다. 이에 따라 산화층 아래의 기지조직에 분포된 β -Al₃Mg₂ 상 입자도 산화 분위기에 장시간 노출되는 동안 내부 산화를 야기한다. Al-Mg 합금의 산화에 관한 연구는 다양한 문헌들을 통해 보고되어 왔다. 일반적으로 결정학적 정보를 기반으로 한 산화물들의 상 분석은 X선 회절 및 투과전자현미경을 이용하여 수행되어 왔다. 그러나 상기의 분석기법으로 구성 산화물들의 결정학 정보를 기반으로 전체 산화물 스케일을 이미지화하는 것은 어렵다. MgO 및 MgAl₂O₄ spinel 2종 이상으로 혼합된 산화물 스케일의 구조는 쉽게 구별할 수 없다. 알루미늄 합금 외에 타합금계에 관한 이전 연구에서는 후방산란전자회절패턴분석을 이용하여 산화물 스케일 내의 구성상을 분석한 사례들이 있다. 따라서 본 연구의 목적은 후방산란전자회절패턴분석으로 장시간 산화된 Al-Mg 합금의 산화물 생성 거동을 조사하는 것으로 하였다. 본 발표에서는 열역학 계산에 의한 상태도들과 주사전자현미경에 의한 결과들을 토대로 기지영역에서의 내부 산화를 다루고자 한다.

Keywords: Al-Mg계 합금, 산화, 내부산화, MgO, Spinel

Effects of La Addition on the Mechanical and High-Temperature Properties of High-Strength Al-Cu Alloy

이혜인¹, 이민재¹, 한범석¹, 김세훈^{1†}, 전서연², 최현주²

¹Metallic material R&D center, Korea Automotive Technology Institute;

²School of Materials Science and Engineering, Kookmin University
(shkim@katech.re.kr[†])

Al-Cu alloys have excellent mechanical properties, but their widespread use in the automotive and aerospace industries has been limited due to their susceptibility to hot cracking at elevated temperatures. To address this issue, many studies have focused on improving thermal stability by modifying the alloy with rare earth (RE) elements or by precipitate strengthening. However, detailed investigations into the comprehensive high-temperature properties and the effects of varying heat treatment conditions remain insufficient. This study investigates the effects of adding lanthanum (La), the most abundant and economical RE element, on the microstructure and high-temperature tensile properties of Al-Cu alloys. Various amounts of La were added to Al-Cu alloys, and their mechanical and high-temperature properties were analyzed. Optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM) were used to examine the correlation between the alloy's microstructure and its high-temperature behavior. The objective of this research is to determine the optimal La composition in Al-Cu alloys and identify the key factors contributing to improved high-temperature properties. This study provides foundational data for designing alloys intended for use in high-temperature environments.

Keywords: High-temperature, Aluminum, High-Strength

A Study on the Effect of Rolling Temperature on the Suppression of Dog-Boning Defects in Low-Enriched U3Si2 Nuclear Fuel Plates

박경민[†], 박종만, 박동준, 정효진, 권순태, 허명립, 이용환, 황형진, 이선용, 정용진

한국원자력연구원
(pkmin@kaeri.re.kr[†])

Due to the Reduced Enrichment for Research and Test Reactors (RERTR) program initiated by the United States, global research has been conducted on reducing the enrichment levels of nuclear fuel plates used in research and test reactors. In particular, performance verification for low-enriched, high-density U-Mo nuclear fuel, developed to replace highly enriched uranium in high-performance research reactors in the U.S. and Europe, has experienced delays. Consequently, significant efforts are currently directed toward increasing the density of low-enriched U3Si2 nuclear fuel, the most commonly used fuel in research reactors. However, these types of nuclear fuels contain 40-50% of fuel in the fuel meat, which can lead to dog-boning defects in the fuel meat, resulting in insufficient cladding thickness in localized areas and significantly compromising the safety of the fuel. Dog-boning defect primarily arises due to differences in strength between the cladding and the fuel meat, and the defect becomes more pronounced as this difference increases. Thus, mitigating this strength imbalance is essential in the manufacturing process of nuclear fuel plates.

In this study, plate-type nuclear fuel with a density of 4.8 gU/cc was fabricated using U3Si2 powder produced by centrifugal atomization technology, an innovation developed by the Korea Atomic Energy Research Institute. The rolling temperature of the nuclear fuel plate was controlled to reduce the strength difference between the cladding and the fuel meat to suppress the occurrence of dog-boning defects. Furthermore, through SEM analysis, the behavior of dog-boning defects was examined in relation to the rolling temperature. This study provides insights into the optimal hot rolling conditions necessary to ensure sufficient fuel thickness at both ends of the core in low-enriched, high-density nuclear fuel plates.

Keywords: nuclear fuel plate, dog-boning, fuel meat, u3Si2, hot rolling

Al-Zn-Mg-Cu계 알루미늄 합금의 Zn 첨가량에 따른 응력부식균열 특성 관찰

이민재, 이혜인, 김세훈[†]

한국자동차연구원
(shkim@katech.re.kr[†])

킵보드, 자전거 같은 소형 모빌리티부터 자동차 및 도심항공교통 수단같은 중·대형 모빌리티까지 현재 사용 및 개발되고 있는 다수의 모빌리티는 배터리를 활용한 전기동력이 주로 사용되고 있다. 대부분의 모빌리티들은 차체·프레임의 강성을 유지하면서 가벼운 경량금속을 활용하여 무거운 배터리 무게를 극복하고 전비를 향상시키고자 노력하고 있다. 그 중 경량화와 고강도, 고연신, 고내식 등 다양한 특성을 가진 알루미늄 합금을 사용한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 고강도 알루미늄 합금인 7xxx계 합금은 높은 강도로 모빌리티의 구조재로 많이 사용되고 있지만, 강도가 향상될수록 응력부식균열 특성이 저하된다고 알려져 있어 높은 강도와 함께 응력부식균열 저항성도 확보한 알루미늄 합금에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 항공기 소재로 널리 사용되는 Al-Zn-Mg-Cu계 알루미늄 합금에서 주요 원소인 Zn의 첨가량에 따라 변화하는 응력부식균열을 관찰해보고자 하였다. 조건에 맞게 제조된 각 시편은 3.5wt.% NaCl 수용액 내에서 정해진 전압을 인가하여 산화 및 환원 환경을 조성하였으며, 조성된 분위기에서 $10^{-5}/\text{sec}$ 의 변형률로 저속인장시험(Slow Strain Rate Test, SSRT)을 실시하였다. 각각의 SSRT 결과에서 나타나는 시편의 강도 및 신율의 변화를 비교하여 SCC 특성을 분석하였고, 각 시편의 파면과 미세조직을 관찰하여 Al-Zn-Mg-Cu계 알루미늄 합금에서 Zn 첨가량의 변화가 SCC 특성에 미치는 영향을 고찰해보았다.

Keywords: 알루미늄 합금, Al-Zn-Mg-Cu, 응력부식균열, 저속인장시험

카본블랙의 기상 등온산화 반응을 통한 활성화 및 특성 분석

김태영, 정지원, 윤민서, 김예은, 노재승[†]

국립금오공과대학교 신소재공학부
(jsroh@kumoh.ac.kr[†])

카본블랙은 현재 고무 및 자동차 산업에서 보강재로 활용되고 있으며 최근에는 충방전 또는 건전지의 재활용 수명 연장 목적으로 활발하게 연구되고 있다. 카본블랙은 일반적으로 95% 이상의 무정형 탄소질로 이루어진 미립자 형태로 5~500nm의 입자크기를 갖고 있다. 이러한 무정형 탄소질은 활성가스와 화학적 상호작용에 의해 미세기공과 중기공이 형성되기 쉬운 활성탄의 원료에 적합하다.[1]

본 연구는 카본블랙 3종을 Air gas분위기에서 활성화하여 기공을 형성해 흡착제로 활용하고자 하였다. 카본블랙 3종 A, B, C는 각각 600°C, 650°C, 700°C, 로 Burn-off 20%, 40%, 60%로 등온산화한 후, 입자 형상 및 비표면적의 변화를 분석하였다. 제조한 활성탄의 흡착성 평가는 일정 농도의 메틸렌 블루 용액에 Burn-off 별로 제작한 시료를 동일한 부피비로 넣고 UV-VIS을 이용하여 KS M 8274규격에 맞춰 흡광도를 측정하였다.

Fig 1에 카본블랙 3종의 raw와 Burn-off 60% 에서의 SEM 이미지를 나타내었다. Burn-off 60%에서 카본블랙 A의 입자크기는 49nm, 카본블랙B는 41.8nm, 카본블랙C는264.6nm로 측정되었고, 활성화를 진행할수록 표면이 거칠어졌으며, 입자크기에 따른 비표면적 차이에 의해 흡착성능에 차이가 있었다.

Keywords: carbon black, gas activation, Absorbance

Cryogenic Mechanical Characteristics of Welded STS316L

Donhee Lee, Si Young Chang[†], Yedam Hong

Korea Aerospace University (Department of Materials Science and Engineering, Republic of Korea, Goyang)
(sychang@kau.ac.kr[†])

The rising demand for small artificial satellites has led to an increased need for space rockets. As a result, the physical and mechanical properties of the components used in these rockets have become crucial, offering substantial economic benefits, in general. STS 316L, commonly used for pipelines and check valves to inject liquid oxygen as fuel in rockets, offers excellent corrosion resistance, which is essential for welded valves and pipelines in space rockets. In this experiment, therefore, we focused on evaluating mechanical properties of welded STS316L at room and cryogenic temperatures. The welding parameters utilized in this study included a welding current of 45A, a pulse current of 25A, a welding speed of 120 mm/min, and a back purging flow rate of 6.2 L/min. The tensile strength of STS316L at room temperature was measured at 659 MPa, while the tensile strength of the welded STS316L was lower, measured at 510 MPa. After conducting a 30-minute heat treatment at a cryogenic temperature of -196°C, followed by a 30-second holding time, a tensile test was performed. As a result, the tensile strength of STS316L increased to 688 MPa at cryogenic temperatures, and the tensile strength of the welded STS316L also increased to 560 MPa.

Acknowledgment

This work was supported by Small and Medium Business Technology Information Promotion Agency (TIPA, Korea), No. 00277042.

Keywords: STS316L, Cryogenic Treatment, Welding, Tensile Test

냉간압연공정으로 제조된 AA1050/AA5052 알루미늄 접합판재의 동속압연(CR) 및 이주속압연 (DSR)에 따른 미세조직 및 기계적 특성 변화 연구

허현준, 조상현, 노유종, 임기현, 이성희[†]

국립목포대학교
(shlee@mokpo.ac.kr[†])

지구온난화와 관련된 탄소 배출 문제는 전 세계적인 관심사로, 전 세계는 지금 환경규제가 추세이다. 특히 자동차와 같은 수송기기는 규제の影響을 많이 받는데 자동차 제조업체는 배출가스 기준을 준수하여 자동차를 제조하고 연도별 배출가스 감축량을 달성해야 하는 의무를 가지고 있다. 이에 따라 연비 효율성의 증가나 하이브리드 차량의 개발, 자동차 경량화등의 연구가 활발히 진행되고 있으며, 기존 철강 소재를 알루미늄 합금과 같은 경량 금속으로 대체하는 것이 대표적인 접근법으로, 이는 차량의 성능을 유지하면서 경량화를 실현할 수 있는 효과적인 방법이다. 자동차의 소재로 가장 많이 사용되고 있는 철강 재료는 가격이 저렴하고, 강도, 내구성, 용접성이 좋다는 장점이 있으나, 고비중으로 인해 자동차 경량화에는 불리한 측면이 있다. 알루미늄은 철강재료의 대체재료로 이미 자동차에 많이 적용되고 있다. 알루미늄 합금은 철의 비중의 1/3에 불과하여 동일 부피 철강보다 알루미늄이 훨씬 가볍다는 장점을 갖으며 이 차이는 자동차 부품의 경량화에 중요한 영향을 미친다. 특히, 알루미늄 합금 중에서도 AA1050과 AA5052는 각각 높은 연성과 내식성을 특징으로 하여 자동차 부품에 적용 가능성이 크며, 냉간압연 공정은 이러한 합금의 기계적 특성을 더욱 강화시키는 중요한 공정으로, 압연 과정에서 발생하는 미세조직 변화를 통해 강도와 연성을 동시에 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 AA1050과 AA5052 알루미늄 합금을 이용해 동속 및 이주속 조건에서의 냉간압연접합을 실시하였으며, 열처리 효과를 분석하고, 최적의 기계적 특성을 도출하는 것을 목표로 하였다.

Acknowledgment

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022R1A2C1012426).

Keywords: 알루미늄 합금, 냉간압연접합, 기계적 특성, 미세조직, 불균일 혼합조직

열간단조를 이용한 궤도형 수송기기용 알루미늄 합금 허브의 제조 및 분석

노유중, 이성희[†], 허현준, 임기현, 조상현

국립목포대학교
(shlee@mnu.ac.kr[†])

최근, 국제 정세의 불안성은 국가 안보에 직간접적인 영향을 미치기 시작하여 자국의 안보를 강화하기 위해 군비를 확충하려는 경향이 높아짐. 이로 인해 국방 사업 수출 품목이 다양화 되고 확대되는 현상이 나타나고 있으며, 특히 군사 장비 및 무기 시스템에 대한 수요가 증가하고 각 나라에 최적화된 부품 및 장비에 대한 연구가 가속화 되고 있음. 이에 해외 수출을 위한 궤도형 수송기기용 알루미늄 허브를 단조공정을 통해 제조하고 성능을 검사하여 단조공정을 통한 양산 가능성을 타진하려 함.

본 연구에서는 2XXX계 알루미늄 합금을 이용하여, 방산 국제 표준 물성치를 만족하는 알루미늄 허브를 열간단조 기술을 통해 제조하고 양산화 공정을 확립하는 것을 목표로 함. 이를 위해 Billet을 예열하고 열간 단조를 진행하였으며, Billet을 예열하는 시간, 온도를 변수로 설정하여 예열 온도와 시간이 변화함에 따라 미세조직 및 기계적 특성의 변화를 분석하고 정립하여 열간단조 공정을 최적화하려 함.

Acknowledgment

본 과제(결과물)는 2021년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다.(2021RIS-002)

Keywords: 알루미늄 합금, 열간단조, 예열, 미세조직, 기계적 특성

통전가열 기반 고강도 알루미늄 판재 성형 기술 및 성형부품 제조기술에 관한 연구

주경석, 정영길, 신재혁[†]

한국자동차연구원
(jhshin@katech.re.kr[†])

최근 항공 산업에서는 단거리 소형 항공기 중심으로 관심이 집중됨에 따라 연료비 절감을 위한 터보프롭 엔진 및 기체 경량화를 위한 요구가 확대되고 있다. 국내에서도 국방 및 민간 분야에서의 관련 소재에 대한 필요성이 대두되고 있고, 도심 운항 항공 교통수단 UAM (Urban Air Mobility) 시장의 급성장을 대비한 소재, 공정 기술의 확보가 요구되고 있으나 관련 기술에 대한 확보가 미흡한 실정이다. 항공 산업 뿐만 아니라 수송기기용 부품으로 고강도 알루미늄 합금인 7xxx계 판재를 적용하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있으며, 이에 대응할 경쟁력 있는 공정 기술의 확보가 절실한 상황이다.

이에 본 연구에서는, 통전가열 (Joule heating) 개념을 도입하여 단시간에 알루미늄 판재를 가열하고, 냉각 채널이 도입된 press die에서의 성형을 통하여 In die quenching으로 이어지는 열처리 통합형 판재 성형 공정을 구축하였다. 통전가열을 통한 알루미늄 판재의 Solid solution 온도까지의 승온을 위해 통전가열 장비를 설계 하였으며, 전류/전압/시간 등 공정 변수 조건에 대한 모니터링 및 제어 시스템을 구축하였다. 또한, In-die-quenching을 적용하기 위해 press 금형의 성형-열전달 해석과 냉각유로 설계 및 성형 시뮬레이션을 통한 고강도 알루미늄 판재 적용 항공용 부품 시제품 금형 설계를 수행하였다.

Keywords: Al-alloy, Alloy 7xxx, Rolling, Joule heating, Sheet forming

시뮬레이션 프로그램을 통한 수송기기용 Cu 합금 세경화 전선의 인발공정 최적화 및 분석

임기현, 노유종, 이성희[†]

국립목포대학교
(shlee@mokpo.ac.kr[†])

최근, 고유가, 연비 규제, 환경규제 등 글로벌 산업환경 변화로 에너지 효율 향상, 온실가스 배출 감소 및 친환경화가 자동차 산업 패러다임의 주요 키워드로 부상하고 있다. 이러한 패러다임의 변화는 차량의 경량화로 이어지고 있으며 차량의 경량화는 차체부터 시작하여 엔진 부품, 유리, 배선까지 모든 부분에서 경량화에 박차를 가하고 있다. 이 중에서 Cu 합금을 이용한 전선의 경우, 경량화와 공간 효율 확보 및 노이즈 감소 효과를 위해 세경화 연구가 지속적으로 연구되고 있다. 세경화를 위한 공정이 추가되면서 인발 공정 단계를 최소화하는 최적화 기술은 필수적인 요건이 됨.

본 연구에서는 DEFORM 시뮬레이션 프로그램을 통해, 신선 공정 최적 조건을 확립하여 제조된 Cu 합금 선재에 대한 기계적 특성 평가 및 미세조직 분석한 후, 시뮬레이션 적용 가능성을 확인하는 것을 목표로 한다. 기존 생산체계의 Cu 전선에 대한 시뮬레이션 설계와 새로 최적화된 인발 공정의 시뮬레이션 데이터 비교를 통해 인발 공정을 보완하고, 최종적으로 기존 생산 제품과 신규 공정으로 제조된 시편을 비교 분석하여 시뮬레이션 프로그램의 적용 가능성 타진을 목표로 한다.

Acknowledgment

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2022H1D8A3038671).

Keywords: Cu 합금, 인발공정, 세경화, 경량성, 시뮬레이션

비조사 Zircaloy-4 피복관의 링압축 특성 평가

홍석우[†], 김성근, 김도식

한국원자력연구원
(hongsw@kaeri.re.kr[†])

원자력발전에 사용되는 핵연료 피복관은 소결체를 가두는 중요 부품으로, 핵분열 물질들이 냉각수로 유입되는 것을 막아주는 주요 노심재료 중 하나이다. 때문에 고온고압 및 방사선 조사 환경에서 내식성과 기계적 특성을 유지하는 것이 매우 중요하다. 특히 사용후핵연료 피복관은 중성자 조사에 의해 취성이 증가하며, 산화로 인해 피복관의 두께가 얇아져 건전성이 저하된다. 피복관 링압축 시험은 이러한 Zircaloy-4 피복관의 조사취화 정도를 평가하는 대표적인 시험 방법 중 하나이다. 본 논문에서는 이를 평가하기 위해 시험장치를 구축하여 먼저 비조사 Zircaloy-4 피복관의 링압축 시험을 수행하였다. 직경 9.5 mm, 두께 0.57 mm 및 길이 10 mm의 피복관 압축시편을 제작하여 1 mm/min의 속도로 압축시험을 수행하였다. 시험 결과, 구축한 시험장치에서 균일한 시편의 압축과 시편의 파단이 적절한 위치에서 일어났다. 향후, 고온환경에서의 링압축시험과 조사 Zircaloy-4 피복관을 이용해 시험을 수행하여 그 특성변화를 확인할 예정이다.

Keywords: 핵연료피복관, 링압축시험, Zircaloy-4

액화수소 저장용기 극저온 환경 모사 소재 물성 평가 시스템 구축 연구

박소정[†], 주경석, 박진호, 정선경

한국자동차연구원
(sjpark1@katech.re.kr[†])

세계적으로 탄소 배출 감소를 위해 친환경 에너지에 대한 관심이 커지고 있다. 수소는 화석연료를 대체할 차세대 에너지원으로서 탄소를 전혀 배출하지 않는 지속 가능한 친환경 에너지원이다. 또한 수소는 단위 무게 당 에너지 효율이 가장 높은 연료이며 신재생 에너지원 중 가장 낮은 발전 비용을 가지므로 세계 각국에서 수소를 에너지원으로 활용하기 위한 연구개발이 앞다투어 진행되고 있다. 그 중, 액화 수소는 기체 수소 대비 체적 밀도가 작고 저장 효율이 우수하여 동일 부피에서 3배 이상 충전이 가능하다는 장점이 있지만 수소의 액화 온도인 -253°C 이하의 온도를 유지하기 위한 저장 용기의 극저온 단열 성능이 필요하다.

본 연구에서는 액체 수소 저장 용기의 내조/외조 사이 공간의 진공 및 극저온 환경을 모사하였고, 챔버 내에서 다양한 시험이 가능하도록 극저온 환경 소재 물성 평가 시스템을 구축하였다. 전기적인 방식을 이용하여 진공 환경 내 시험편의 열전도를 통해 직접적으로 온도를 낮추는 방식으로 설계되었으며, 소재의 종류 및 형태 등에 따라 도달 온도가 다를 수 있음을 확인하였다. 극저온 환경에서의 열전도도 평가를 위하여 챔버 내 TPS 열전도 평가 센서를 활용한 평가 시스템을 구축하였으며, 기계적 물성 평가 및 장기 내구 특성 평가를 위한 지그 설계를 수행하였다.

Keywords: Liquid hydrogen, Cryogenic, Thermal conductivity, Mechanical properties

P-168

NiTi 형상기억합금의 초미세결정립 제조를 위한 공정 최적화 연구

이재현, 김나영, 최진솔, 박찬희[†]

한국재료연구원
(chpark@kims.re.kr[†])

NiTi 소재는 국내 의료 산업분야에서 약 60% 이상 활용되며, 형상기억 및 초탄성 거동 특성, 높은 비강도, 우수한 내식성으로 인해 각종 의료기기에 중요한 역할을 하고 있다. 본 연구의 목표는 국내 NiTi 소재의 소비량 증가에 따라 기존 1kg급 잉곳 제조에서 50kg급 생산중량 증가 및 수입 의존도가 높은 스텐트 소재를 대체하기 위해 중간재로 활용되는 30kg급 와이어로드 제조 기술을 개발하고 공정을 최적화하는 것이다. 결정립 미세화는 형상기억효과, 초탄성, 기계적 특성을 향상시키는 것으로 알려져 있으며, 이는 마르텐사이트 상변태에 의해 주도된다. 본 연구에서는 국내에서 제조된 30kg급 NiTi 와이어로드를 활용하여 공형압연 공정을 최적화하고, 용체화 열처리 온도 및 시간을 조정하여 결정립 미세화와 마르텐사이트 상변태 온도에 미치는 영향을 분석하였다.

Keywords: 타이타늄, Ni-Ti 소재, 형상기억합금, 초탄성, 결정립미세화

CAE를 통한 고압 다이캐스팅 공정 시 형판의 기울어짐에 따른 AISI 4140 타이바 변형 및 형체력 분석

이도현, 하정홍[†]

한국생산기술연구원 스마트정형공정그룹
(jhjh@kitech.re.kr[†])

고압 다이캐스팅 장비는 고온과 고압 환경에서 형체력에 의해 반복적인 응력을 받으며, 이로 인해 금형 및 형판의 영구 변형, 금형 간의 어긋남, 타이바 손상 등의 문제가 발생할 수 있다. 특히 형체력에 의한 변형이 타이바 손상의 주요 원인으로 작용하고 있으며, 이는 장비의 안정적인 운전을 저해하고 유지보수 비용을 증가시키는 원인이 된다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 CAE 구조 해석을 활용하여 다이캐스팅 장비의 변형과 응력을 분석하였으며, 타이바의 응력과 변형을 예측하고 형판 기울어짐에 의해 발생하는 응력 불균형이 타이바 손상에 미치는 영향을 조사하였다. 타이바의 소재는 AISI 4140이며, 인장시험을 통하여 얻은 응력-변형률 곡선 데이터를 활용하여 탄성 및 소성 변형 영역을 고려한 시뮬레이션을 수행하였다. 동적 해석 방법을 이용하여 형판의 진입, 용융 금속 주입을 위한 가압 공정 등을 고려하여 시간에 따른 타이바의 변형 및 형체력 분포를 분석하였다. 본 연구는 타이바 손상의 원인을 체계적으로 분석하고, 다이캐스팅 장비의 정상적인 작동에 대한 가이드라인을 제시함으로써 장비의 효율성을 높이고 비용 손실을 줄이는 데 기여할 것으로 기대됩니다.

Keywords: 구조해석, AISI 4140, 타이바, 고압 다이캐스팅, 형체력

알루미늄 다이캐스팅 소재(ADC12)를 이용한 양극산화법을 이용한 산화막 성장거동

김민수[†]

한국생산기술연구원
(minsukim@kitech.re.kr[†])

알루미늄(Al) 합금 다이캐스팅은, 경량인 주물을 짧은 시간에 대량으로 생산이 가능한 특징을 지니고 있으며, 사용 분야도 항공기, 철도 및 자동차 등의 수송용 장치 분야에서부터 전기, 전자, 일반기계 등의 다양한 분야에 널리 분포되어 있다. 특히, 최근에는 자동차를 비롯한 다양한 수송용 장비의 연료절감을 통한 에너지 효율 향상을 이룩하여 세계적으로 문제가 되고 있는 환경 오염에 대비할 목적으로 ADC12 소재의 적용분야는 지속적으로 확대되고 있는 추세이다. 하지만, 내부식특성이 우수하지 못해 기계적 성질의 저하를 초래하는 경우가 많기 때문에 내식성을 향상시키고 신뢰성을 보장할 수 있는 방안이 요구되고 있다. 이러한 알루미늄 합금의 단점을 개선하기 위하여 알루미늄에 Mn, Mg, Si, Cu 및 Cr 등의 원소를 첨가하여 합금으로 만들어서 사용하는 방법이 있으며, 알루미늄의 합금의 표면에 양극산화법을 적용하여 산화피막을 형성시키는 방법과 크로메이트 처리, 인산염 피막처리 등의 방법으로 소재의 특성을 개선시키는 방법도 적용되고 있다. 본 연구에서는 ADC12소재를 이용하여 양극산화 조건 변화에 따른 표면 산화막 성장 거동 및 양극산화 조건 별 표면 착색 거동에 대하여 조사하였다.

Keywords: 양극산화, 표면처리, 산화막, ADC12, 다이캐스팅

Al-Mg-Si-xCu 합금의 석출 거동에 대한 Ag, Sc 복합 첨가의 영향

이재석^{1,2}, 손현우^{1†}, 이육진^{2†}¹한국재료연구원; ²부산대학교(hwson@kims.re.kr[†]; wookjin.lee@pusan.ac.kr[†])

Al-Mg-Si-Cu 계 알루미늄 합금은 높은 비강도와 우수한 성형성을 가져 Electric vehicle (EV) 부품에 활용되고 있다. 하지만 Al-Mg-Si-Cu 합금은 EV 부품에 활용 시, 배터리 발열에 의한 과시효로 인해 기계적 특성이 저하될 수 있다. 따라서, Al-Mg-SiCu 합금의 열안정성 향상은 필수적이다. Al-Mg-Si-Cu 합금의 시효 석출 상은, β -Mg₂Si 및 Q-AlCuMgSi이 형성된다. Al 합금에서 Sc은 석출 거동 시, Si와 강한 결합에너지에 의해 석출거동을 변화시켜 열 안정성이 향상되나, 기계적 강도가 감소된다. Ag는 Al 기지 내 확산속도가 빨라 β' 내 Si자리를 차지하여 Ag network를 형성시킨다. 또한 과시효때 Q/ α (Al)계면에 석출되어 석출물을 안정화시켜 열안정성이 향상된다. 주요 첨가 원소인 Cu는 Mg와 Si과의 결합에너지가 강해 GP zone 핵생성 위치에 유리한 영향을 주며 과시효에서 Q/ α (Al)에 편석 되어 조대화를 억제하여 강도를 향상시킨다. 따라서 본 연구에서는, Al-Mg-Si-xCu의 석출거동에 영향을 미치는 Cu 함량 조절 및 Ag, Sc 복합 첨가에 따른 시효 거동을 분석하여 열안정성과 기계적 물성을 동시에 개선하고자 하였다. 압하율 88%로 냉간압연된 시험편을 550°C에서 4 h 동안 수행하였고 급랭 후 즉시 200°C에서 1000 h까지 인공 시효했다. 2h 인공시효를 진행한 시험편으로 APT 분석했고 200h 인공시효 시험편으로 APT, TEM 분석했다. Ag, Sc 복합 첨가 합금에 Cu 함량 증가 시 peak 경도가 증가하며 열안정성 또한 확보됨을 경도시험을 통해 확인했다. 이와 관련된 석출거동 변화를 투과전자현미경, 원자탐침 단층촬영(APT)을 이용해 규명했다. Ag, Sc 첨가된 합금이 과시효단계에서의 Number density가 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 Ag가 Cu보다 우선 확산하여 β' 구조를 빠르게 치환되었으며 Sc, Cu complex shell을 형성시켜 석출물이 안정화되는 것을 확인했다.

Keywords: Al-Mg-Si-Cu alloy, Microalloying; Precipitation behavior, Aging hardening, Atom probe tomograph

Irradiated Nuclear Materials: Characteristics and Applications of Electron Probe Microanalysis (EPMA)

Gahyun Choi[†], Yang Hong Jung

Korea Atomic Energy Research Institute(KAERI)
(chlrkgus120@naver.com[†])

Nuclear power plants employ a wide range of structural materials and nuclear fuels, which, upon irradiation, exhibit intricate and diverse properties. This complexity necessitates a profound understanding of nuclear materials and the application of advanced analytical techniques. Electron Probe Microanalysis (EPMA), an advanced method that integrates electron microscopy with microanalysis, is crucial for determining the chemical composition of microscopic regions within solid samples, often as small as a few micrometers in diameter. In contrast to other quantitative analyzers, EPMA offers reliable and precise analysis through a relatively straightforward process, establishing it as an indispensable tool in the nuclear industry. At the Irradiated Materials Examination Facility (IMEF) of the Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), EPMA is employed to analyze irradiated materials, with the facility's design incorporating lead and tungsten shielding to ensure the safe examination of specimens with radiation levels up to 0.5 Ci. This study provides a detailed exploration of the characteristics of reactor materials and the various analytical techniques that leverage radiation-shielded EPMA for evaluating irradiated nuclear materials.

Keywords: EPMA, Nuclear power plant

고강도 주철의 재질 등급별 합금원소 설계

이상환[†]

한국생산기술연구원
(puna@kitech.re.kr[†])

고강도 주철의 재질 등급별 체계적인 구현과 함께, 고도화된 특성 및 품질의 구현을 위해서는 합금원소의 설계 방안이 매우 구체적으로 마련되어야 한다. 주철의 고강도화를 위해서는 가장 범용적인 합금원소 중 하나인 Cu, Sn의 역할 및 영향 정도에 대한 이해가 중요하며, 관련 실험 데이터의 축적이 필요하다. 본 연구에서는 Cu, Sn 함량을 성분의 함수로 재질별 구분 설계하였다. 이를 3t/h급 유도용해로를 가진 양산 제조 현장에서 시험주조하였고, 조직 및 기계적 특성 평가를 통해 설계 조건의 타당성을 검증하였다. 각 재질의 등급과 등급 내 최적 특성을 나타내는 성분 조합 조건을 확인하였다. 용탕 냉각곡선 평가를 통해 최적 특성을 나타내는 첨가 조건에서 각 성분의 영향, 기구 등을 분석하였다.

Keywords: 고강도 주철, 합금 원소, 재질 등급, 조성적 설계, 시험주조 검증, 용탕 냉각곡선

열역학 시뮬레이션 기반 주철 기본원소 설계

이상환[†]한국생산기술연구원
(puna@kitech.re.kr[†])

최근 산업계에 활용되는 고부가가치 주철품은 후육 두께, 대형 복잡 형상, 정밀 치수, 건전 조직, 고강도, 우수 가공성, 무결함 등 상호모순적 요구사항을 동시에 요구하는 특징을 가지고 있다. 형상, 조직, 기계적 특성 및 결함 등 측면에서 엄격하고 높은 요구사항을 모두 만족시키기 위해서는, 연구개발 과정 중에 수많은 시행착오를 거치게 되는 것을 피하기 어렵다. 열역학 시뮬레이션 기법을 연구개발 과정에 활용한다면, 시행착오를 획기적으로 줄일 수 있어, 연구개발에 필요한 시간과 비용을 크게 절감할 수 있다. 본 연구에서는 고부가가치 주철품의 C, Si 등 기본원소 관리범위를 열역학 계산 기반 설계하고, 미세조직, 결함, 기계적 특성 평가 기반 검증하고자 하였다. 용탕 충전성 고도화, 응고 특성 향상, 수축결함 최소화 등을 위해 각각 과열도(superheating), 고액공존역(mushy zone), 체적변화(volume change) 등을 계산하여, 안정적인 범위로 강건 설계하였다. 설계한 화학조성 관리범위는 해외 연구 결과, 연구실급 및 양산급 시험주조 결과 등과 비교하여 검증하였다. 후기: 본 연구는 기획재정부에서 지원하는 한국생산기술연구원의 제조혁신지원사업 중, '인공지능 기반 주조 공정 품질 예측 및 관리 시스템 개발' 과제를 통해 진행되었다.

Keywords: 주철, 기본 원소, 열역학 시뮬레이션, 합금 설계, 시험주조 검증

PHOTODETECTOR WITH SINGLE MOLECULE INTERFACE TREATMENT REPLACING POLYMER

Jung Myung Kim¹, Yunhwa Hong¹, Kwang Heo^{1†}, Jinhong Park^{1,2}

¹Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Hybrid Materials Research Center, Sejong University, Seoul 05006, Republic of Korea;

²Department of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong Battery Institute, Sejong University (SJU), Seoul 05006, Republic of Korea
(kheo@sejong.ac.kr[†])

Recently, Perovskite solar cells and photodetectors are receiving attention in the field of solar power generation due to their high efficiency and low-cost manufacturing process. However, there are still many problems that need to be solved for commercialization, and among them, the interface problem has a great impact on long-term stability, performance, and maintenance. To solve this, research is being conducted on suppressing and improving interface defects based on interface passivation, interface modifiers, 2D materials, and quantum dots.

Herein, we studied how to overcome the limitations of conventional PEIE (polymer) coating layers and improve the stability of control device fabrication through a Gallic acid (single molecule) solution process at the interface between C₆₀ (fullerene) and ALD process of inorganic/organic perovskite devices.

The solution process used a dynamic spin coating technique. The C₆₀ (fullerene) and SnO₂ interface layer were selected as independent variables, and the clean layer (control), the layer with PEIE (polymer layer), and the layer with Gallic acid (single molecule interface treatment) were selected. The detectivity (at the highest point) and responsivity (at 0 bias) of the devices fabricated through this process are ~10 (x10¹³ Jones), 4 (A/W) for the control, ~2 (x10¹³ Jones), 4 (A/W) for the polymer layer, and ~10 (x10¹³ Jones), 4.5 (A/W) for the single molecule interface treatment, respectively. The polymer layer has a relatively large slope in terms of responsiveness.

The hysteresis phenomenon and the detectivity slosh effect of the control were improved by reducing the phenomena appearing at the interface through the gallic acid interface treatment. In addition, the fill factor drop phenomenon of the polymer coating was eliminated by the single molecule interface treatment, and it had a higher detectivity.

Therefore, this study provides a platform for improving the performance and stability of organic and inorganic devices by reducing the interface defects between C₆₀ (fullerene) and the ALD process.

Keywords: single molecule, interface treatment, solution process, ALD, inorganic/organic perovskite

Graphene Oxide/GaN Core-Shell Nanowire UV Photodetectors: A Study on Performance Improvement

Bagavath Chandran, Sang-Wook Lee, Jeong-Kyun Oh, Dae-Young Um, Sung-Un Kim, Jae-Hong Ju, Yong-Ho Ra[†]

Jeonbuk National University
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

Integration of two-dimensional (2D) materials with three-dimensional (3D) semiconductors offers fascinating optical and electrical features that outshine the original materials. Here, we demonstrate the outstanding performance of a GaN NWs-modified graphene core shell Nanowire UV photodetector. In this work, we showcase the exceptional performance of a GaN nanowire (NWs)-modified graphene core-shell nanowire UV photodetector. The GaN nanowires were synthesized using MOCVD epitaxy, while a novel method was employed to coat the graphene oxide (GO) layer. The coated samples underwent annealing at temperatures between 300 and 600°C. As a result of annealing, the thickness of the GO layer in the core-shell structure was reduced. This modified core-shell NW structure exhibited multiple functionalities that greatly improved the photodetector's performance. Upon exposure to UV light, the core-shell structure generated a stronger and more confined electric field within the GO/GaN nanowires, leading to enhanced UV light absorption and a significant increase in photocurrent by several folds. Further analysis shows that the GO/GaN nanowire core-shell demonstrates significant rectifying I - V behavior. The proposed photodetector with GO modification achieves an impressive detectivity of 5.4×10^2 mA at a +2 V bias, and nearly a threefold improvement in rectification ratio compared to PDs without nanopillars. This groundbreaking study introduces an innovative nanostructure modification technique for combining 2D materials with 3D semiconductors, specifically aimed at enhancing the performance of electrical and optoelectronic devices

Keywords: GaN, Nanowire, Graphene Oxide, MOCVD, Photodetectors

Synthesis of Nd-Doped LaFeO₃ Nanoferrite Composites for Improved and Sustained Solar-Induced Photocatalytic Efficiency

Veeramuthu Vignesh, Shuo Han, Sung-Un Kim, Sang-Wook Lee, Jeong-Kyun Oh, Jae-Hong Ju, Yong-Ho Ra[†]

Division of Advanced Materials Engineering, College of Engineering, Research Center for Advanced Materials Development, Jeonbuk National University
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

Conserving water, often referred to as “blue gold,” is vital to the sustainability of all living life. This study examines the innovative use of band-engineered magnetic perovskite nanocomposites as photocatalysts for the photocatalytic decontamination of organic pollutants in water using solar energy, stands out as a forward-thinking and eco-friendly approach to environmental remediation. By leveraging advanced nanoengineering techniques, the crystalline structure of these nanocomposites can be meticulously adjusted through the targeted addition of specific dopants, thereby boosting their catalytic efficiency. In our research, we synthesized single-phase orthorhombic neodymium-doped lanthanum ferrite (La_{1-x}Nd_xFeO₃, where x varies from 0.0 to 0.25) using microwave-assisted methods. Our findings revealed a notable reduction in crystallite size from 57.80 nm to 43.89 nm, accompanied by an increase in bandgap energy that correlated with higher Nd concentrations. Furthermore, as the Nd content rose, the magnetic properties transitioned from ferromagnetic to paramagnetic, particularly pronounced at x = 0.25, where the saturation magnetization (Ms) showed a decline. The photocatalytic efficacy of La_{1-x}Nd_xFeO₃ was rigorously tested, demonstrating that degradation efficiency increased with greater Nd substitution, reaching an outstanding 99.7% at a concentration of 0.15 after 180 minutes of solar exposure. The enhanced photocatalytic activity associated with Nd integration can be attributed to improved optical absorption, effective separation of charge carriers, and minimized recombination of electron-hole pairs—all closely tied to the synergistic opto-magnetic properties. Overall, the strategic incorporation of Nd into LaFeO₃ significantly bolsters the capabilities of perovskite oxides for photocatalytic applications, paving the way for more efficient and sustainable remediation technologies.

Keywords: Perovskites, Lanthanum Ferrite, Neodymium, Microwave Combustion, Magneto-optical Properties, Photocatalysts

Influence of Reaction Gas Type and Injection Location on the Synthesis of Thin-Walled Boron Nitride Nanotubes

손병구^{1†}, 진예진¹, 장지운¹, 이규향¹, 이수민^{1,2}, 조계영^{1,3}, 김재우¹

¹(재)철원플라즈마산업기술연구원; ²서울과학기술대학교 생산기술융합공학과; ³대진대학교 신소재공학과
(byungkoo@cpri.re.kr[†])

Thin-walled boron nitride nanotubes (TW-BNNTs, ≤ 7 walls) were synthesized using a triple DC thermal plasma system with a hot-gas reactor. This plasma system configuration not only generates a larger high-temperature region compared to a single torch but also allows for the supply of plasmaized reaction gas. The hot-gas reactor enhances BNNT synthesis productivity by decomposing the reaction gas (hydrogen or ammonia). The resulting hot gas participates in the synthesis process, increasing the formation of $B_xN_yH_z$ intermediates and thereby boosting overall BNNT production efficiency.

In this study, we compared the BNNT synthesis results based on the type and injection location of the reaction gas decomposed in the hot-gas reactor, investigating how plasmaized reaction gas affected the BNNT synthesis process. Results showed that the highest synthesis efficiency was achieved when plasmaized hydrogen gas was injected 5 cm away from the triple torch. These results contribute to the mass production of BNNTs, which are key materials for applications in aerospace, aviation, and defense.

Keywords: Thermal plasma, DC arc plasma, BNNT, Thin walled BNNT

Development and Antibacterial Performance Evaluation of a Gold-TiO₂ Heterojunction Photocatalytic Filter

Daeun Kim¹, Kihyeun Kim^{2†}, Youngung Seok^{1†}

¹Chonnam National University; ²Advanced Photonics Research Institute (APRI), Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)
(kkh0745@gist.ac.kr[†]; stonehero@jnu.ac.kr[†])

TiO₂ nanoparticles have been widely studied for their potential in environmental remediation; however, their practical implementation faces several challenges, such as difficulty in separation and reuse. In this study, we developed a gold-TiO₂ heterojunction photocatalytic filter using a simple and efficient method and evaluated its antibacterial performance. The filter was fabricated by sintering TiO₂ onto a glass fiber substrate, followed by a straightforward UV-assisted photodeposition of gold.

This photocatalytic filter features a three-dimensional (3D) TiO₂ structure, which significantly enhances its surface area. The gold nanoparticles deposited on TiO₂ improve electron transfer efficiency, thereby boosting the photocatalytic activity. The 3D structure of TiO₂ facilitates effective light absorption and mass transfer, contributing to enhanced antibacterial activity. When the fabricated filter was loaded with a bacterial solution and exposed to UV light for just 3 minutes, the bacterial inactivation rate increased by over 60% compared to a filter containing only TiO₂.

Keywords: Photocatalyst, Antibacterial, Heterojunction, Filter

Separation Behavior of Large-Diameter Single-Walled Carbon Nanotubes with Non-Ionic Surfactants: NMR Analysis of the Adsorption Mechanism

고은솔, 신동호[†]

한국전자통신연구원
(dhshin@etri.re.kr[†])

The diameter and electronic properties of single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) are influenced by their chiral characteristics, with the optical transition energy of semiconducting SWCNTs playing a crucial role in gas sensor applications. This study focuses on the separation of semiconducting SWCNTs with an energy gap of approximately 0.54 eV, corresponding to a diameter of about 2.2 nm, for detecting ammonia and methane leaks from petrochemical plants. We introduce a method for absorbing SWCNTs with the non-ionic surfactant Brij S100 (Polyoxyethylene (100) stearyl ether), followed by their separation based on characteristics and diameters. To investigate the adsorption behavior between Brij S100 and SWCNTs, 1D nuclear magnetic resonance (NMR) analysis was utilized. SWCNTs with diameters ranging from 1.5 nm to 2.5 nm were dispersed using Brij S100, and gel permeation chromatography (GPC) successfully separated them by diameter and characteristics. To further validate the separation mechanism, 1D NMR analysis of the ¹H chemical shifts was performed, revealing how the interactions between SWCNTs and the surfactant vary with diameter distribution. While NMR studies have been conducted on the interaction of SWCNTs with ionic surfactants such as SDS and SC, no studies have been reported on SWCNT interactions with Brij S100. [1] This study provides new insights into how selective adsorption impacts the separation efficiency of nanotubes. The findings highlight the potential for isolating high-purity semiconducting SWCNTs for gas sensor applications. [1] Shastry, Tejas A., Adam J. Morris-Cohen, Emily A. Weiss, and Mark C. Hersam. "Probing carbon nanotube?surfactant interactions with two-dimensional DOSY NMR." *Journal of the American Chemical Society* 135, no. 18 (2013): 6750-6753.

Acknowledgment

This work was supported by Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. RS-2023-00230545, Development of long-range optical quantum gas sensor system based on Mid-IR laser source)

Keywords: Single-walled carbon nanotube, Gel permeation chromatography, Surfactant, Nuclear magnet resonance, Separation

카본 파이버(CF)에 내장된 니켈-코발트(NiCo) 합금 복합체의 제작 및 전자파 차폐 성능 평가

정기남, 심인보[†]

국민대학교
(ibshim@kookmin.ac.kr[†])

본 연구에서는 CF@NiCo/PI복합체를 제조하여 전자파 차폐/흡수체로서의 가능성에 대한 연구를 수행하였다. 복합체의 제조에 있어서 다양한 제조공정 변수 중 소결 온도를 500- 1000도 범위에서 적절하게 조절하여 최적의 제조 조건을 확립하였다. 제조된 복합체의 결정구조 분석을 위하여 X-ray 회절(XRD) 분석을 수행하였으며, 이를 통해 각 소결온도에서의 결정 구조 변화를 확인하였다. 진동시료마그네토미터(VSM)를 활용하여 복합체의 자기적 특성을 평가하였고, 결정 온도변화에 따른 자기적 특성 변화도 분석하였다. 전자파 차폐체로의 응용을 위하여 폴리아크릴산(PAA) 용액을 이용해 CF@NiCo 복합체 위에 폴리이미드(PI) 필름을 코팅하여 전자파 차폐 물질을 개발하였다. 복합체 필름의 미세구조 특성 및 전자파 특성 평가를 통하여 CF@NiCo/PI기반 전자파 차폐 소재의 실용 가능성을 제시하였다. 본 연구는 전자 기기 보호 및 다양한 산업 분야에 응용될 수 있는 새로운 차원의 소재 개발에 기여할 것으로 기대된다.

Keywords: CF, NiCo

외부 자기장의 영향에 따른 NiCo nano wire의 거동

박재원, 심인보[†]

국민대학교
(ibshim@kookmin.ac.kr[†])

최근 CoNi(코발트-니켈) 합금 나노와이어는 우수한 전자 이동도와 자기적 특성으로 인해 고성능 전자 소자 개발의 잠재적 후보로 각광받고 있다.

본 연구에서는 온도, 시간별로 제조한 CoNi 나노와이어의 전자기 특성을 분석하여, 전자기 소자로의 활용 가능성에 대한 연구를 수행하였다. CoNi 나노와이어는 Cetrimonium Bromide(CTAB)를 이용하여 수열합성 방법을 통해 제조하였으며 autoclave 에 150°C~240°C, 1시간~24시간동안 열처리 공정을 수행하여 제작하였다. 이후 주사전자현미경 (SEM)을 통해 나노 와이어가 형성된 것을 확인할 수 있었다, 이때 생성된 CoNi 나노와이어를 X-ray 회절분석법 (XRD)로 확인한 결과 fcc구조의 CoNi 나노와이어가 생성된 것을 확인하였으며, 추가적으로 200°C 이상에선 hcp 구조의 Co 또한 생성되는 것을 확인할 수 있다. 나노와이어의 전자기특성을 확인하기 위해 진동형 시료 자력계 (VSM)을 측정하였으며 가열 온도와 시간에 따라 전자기적 특성이 변화하는 것을 확인할 수 있었다. 이렇게 생성된 나노와이어 파우더를 0.05g~0.2g까지 양을 조절하며 pvp와 혼합후 electro sping을 이용하여 전기적 특성을 갖는 레이어를 생성하였다. 또한 와이어 생성시 외부 자기장을 추가로 가해주며 자기장으로 인해 입자의 배열의 변화로 생기는 특성을 측정하였다. 이런 결과는 차세대 전자기 소자의 성능 향상에 중요한 기초 자료로 활용되는 것을 기대한다.

Keywords: 나노와이어

2D Nanosheet Conductivity of Coordination polymer Copper Chloride/N-Methyl Thiourea

강민석¹, 김민석^{1†}, 성윤모^{2†}

¹KIST(한국과학기술연구원) 극한소재연구센터; ²고려대학교 신소재공학과
(nanostructures@kist.re.kr[†]; ymsung@korea.ac.kr[†])

Current methods for producing 2D nanomaterials include top-down techniques such as mask-based etching and lithography, and bottom-up techniques such as CVD and MBE. These methods face challenges such as high costs, long processing times, and complex controls, which limit their scalability for mass production. Additionally, the retrieval processes are complicated and involve defect control and structural integrity issues, requiring further innovation. To resolve these challenges, we present a novel liquid/liquid interfacial synthesis for 2D polymer nanosheet, emphasizing their electrical and optical properties. The synthesized 2D nanosheet using CuCl-TU coordination polymers exhibited high electrical conductivity of 57.14 S/cm at room temperature without additional processing, making them suitable for transparent electrodes. AFM measurements confirmed the thin 2D characteristics with a lateral size of approximately 50 nm. XPS analysis indicated no oxygen bonding before and after water immersion, confirming the stability and adhesive retrieval of the nanosheet. Additionally, the Scotch tape method effectively preserved the nanosheet structure during retrieval, suggesting a strong ability to scale up production. The nanosheet exhibited 80% transparency and maintained its electrical properties when deposited on PET substrates, even under mechanical stress, demonstrating excellent adhesion and robustness. This synthesis method resolves conventional challenges, enhancing the feasibility of large-scale 2D material production and showing promising potential for advanced applications as transparent electrodes.

Keywords: 2D Nanosheet, liquid/liquid interfacial synthesis, Conductivity

Development of Arsenic Precursor and Synthesis of InAs QDs Absorbing beyond 1400 nm Wavelength Range

Jaeyoung Seo, Seongchan Kim, Dongjoon Yeo, Yunseo Lee, Hyein Kong, Jina Na, Sungwon Kim, Nuri Oh[†]

Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University
(irunho@hanyang.ac.kr[†])

Colloidal InAs quantum dots (QDs) hold great potential for a wide range of infrared optoelectronic applications, including infrared photodetectors and photovoltaic devices, due to exceptional electrical and optical properties. In particular, their use in the short-wavelength infrared (SWIR) range can offer enhanced performance benefits, such as eye safety and reduced susceptibility to light scattering. However, synthesizing III-V QDs for SWIR applications, including InAs QDs, presents significant challenges due to the lack of stable group V precursors. Unstable and toxic precursors, such as $(\text{TMS})_3\text{As}$, can result in uniform particles, but are difficult to use due to their rapid reactivity and tendency to produce small particle sizes. In contrast, the co-reduction method offers a more convenient route for synthesizing InAs QDs without the need for highly reactive precursors or harsh environments by utilizing easily controllable arsenic precursors. Nonetheless, this method also faces limitations in growing larger particles and often results in broad size distributions, necessitating subsequent size-selection processes. Herein, we introduce a continuous synthetic method for colloidal InAs QDs based on a modified co-reduction process. By developing a more stable arsenic precursor, we synthesized InAs QDs with high crystallinity and tetrahedral shapes, which enables absorption at wavelengths beyond 1400 nm.

Keywords: indium arsenide, colloidal quantum dots, infrared

Effect of SiO₂ Underlayer Thickness on the Electrical Properties of Polycrystalline Ge Thin Films

Minji Seo, Woong Choi[†], Jisun Yu[†]

School of Materials Science & Engineering, Kookmin University, Seoul 20707 South Korea

(woongchoi@kookmin.ac.kr[†]; yg8417@kookmin.ac.kr[†])

Polycrystalline Ge (poly-Ge) thin films have attracted considerable attention due to their higher hole mobility and lower thermal budget compared to Si. One of the most straightforward approaches to producing poly-Ge thin films is solid-phase crystallization (SPC), where amorphous Ge thin films deposited on substrates (typically SiO₂/Si) undergo thermal annealing. However, the impact of the SiO₂ underlayer thickness on the electrical properties of poly-Ge thin films has received little focus. This study examines the electrical properties of poly-Ge thin films fabricated via SPC at 500°C, with a systematic variation of the SiO₂ underlayer thickness. Poly-Ge thin films on Si substrates with 100 nm and 300 nm SiO₂ underlayers were analyzed using Hall Effect measurements, which showed improved mobility in the films with a 300 nm SiO₂ underlayer. Raman spectroscopy revealed a red shift in the poly-Ge films on the 300 nm underlayer, suggesting the existence of tensile stress. Ongoing experiments are further investigating the effect by varying the SiO₂ thickness systematically. These findings underscore the crucial role of SiO₂ underlayer thickness in influencing the electrical properties of poly-Ge thin films, with significant implications for semiconductor device fabrication.

Keywords: Polycrystalline Ge, Thin films, SiO₂ Underlayer thickness, Electrical properties

Effect of Substrates on Hall Mobility in Polycrystalline Germanium Thin Films

Hyojeong Kwon, Woong Choi[†], Donghwan Ahn[†]

School of Materials Science & Engineering, Kookmin University
(woongchoi@kookmin.ac.kr[†]; dhahn@kookmin.ac.kr[†])

We present the effect of substrate choice on the carrier mobility of polycrystalline Ge thin films on SiO₂/Si, C-cut sapphire, and R-cut sapphire substrates. The Hall mobility of the polycrystalline Ge thin films exhibited a strong correlation with the substrates, with mobility increasing sequentially for Ge thin films on SiO₂/Si, C-cut sapphire, and R-cut sapphire substrates. Hall Effect measurements further suggested minimal influence of grain boundary scattering. Electron backscatter diffraction analysis revealed similar grain sizes of ~200 nm across different substrates, but distinct grain orientation distributions, particularly with pronounced (110) grains on R-cut sapphire substrates. This work sheds light on the importance of substrate selection in optimizing the electrical performance of polycrystalline Ge thin films and highlights avenues for further investigation in understanding the underlying mechanisms governing substrate-dependent carrier mobility.

Keywords: polycrystalline Ge, substrates, carrier mobility, SiO₂, sapphire

Stretchable 1D Fiber-Type Temperature-Strain-Pressure Multimodal Sensor with Copper(I) Iodide Nanoparticles

Kukro Yoon, Taeyoon Lee[†]

NanoBio Device Laboratory, School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University
(taeyoon.lee@yonsei.ac.kr[†])

Stretchable 1D fiber-type sensors provide considerable advantages for wearable devices thanks to their flexibility, lightweight design, and seamless integration into clothing. Particularly, thermoelectric (TE) fiber based sensor are highly effective in detecting both mechanical and thermal stimuli, making them especially useful for monitoring human physiological signals. However, achieving high stretchability with inorganic TE materials, which possess high TE performance, remains a significant challenge.

Herein, a stretchable 1D fiber-type multimodal sensor was developed using copper(I) iodide (CuI), an environmentally friendly p-type semiconductor. CuI nanoparticles were embedded into polyurethane fibers, enabling the sensor to achieve great thermal sensing performance with high electrical conductivity (2.965 S/cm) and impressive TE performance (Seebeck coefficient of $\sim 203.6 \mu\text{V/K}$, power factor of $\sim 12.29 \mu\text{W/m}\cdot\text{K}^2$). Simultaneously, the sensor exhibited a high gauge factor for strain sensing and a precise resolution for capacitive pressure sensing. The sensor was integrated into a wearable smart glove to effectively detect temperature, strain, and pressure, demonstrating its potential for use in wearable electronics

Keywords: copper(I) iodide, inorganic thermoelectric materials, multimodal sensors stretchable electronics, thermoelectric fibers, wearable electronics

Patterning of TiN/CrN bilayer structure using Electron Beam Lithography for GaN rods SAG

함어진겨레, 심규연, 강성호, 차유경, 김도훈, 변동진[†]

Korea University
(dbyun@korea.ac.kr[†])

Fabricating extremely fine patterns is essential as the feature size of semiconductor devices is reduced and integration is improved. An efficient patterning method of GaN rods growth for micro-nano LED applications has been studied. Conventional optical lithography can create unintended patterns may be generated by light scattering during exposure, and it is difficult to form nano-sized patterns due to the limitation of the wavelength of the exposure light source. EBL(Electron Beam Lithography) can obtain nano scale patterns with high resolution by controlling the distribution of charge reaching each resist location by dividing the writing area without a mask. However, pattern distortions occur due to charge accumulation when using insulator substrates. To overcome these problems, we proceeded with patterning of TiN/CrN bilayer structure with excellent electrical conductivity on sapphire substrates as a prior study for GaN rods SAG(Selective Area Growth) using EBL. In this study, TiN/CrN bilayer structure patterning was successfully performed for GaN rods SAG with EBL, a maskless patterning.

Keywords: gallium nitride, GaN, titanium nitride, TiN, chromium nitride, CrN, electron beam lithography, EBL, selective area growth, SAG

Characteristics of the optical emission spectrum from atmospheric pressure discharge for the decomposition of VOCs from photoresist

전은승, 김윤기[†], 신기현

국립한밭대학교
(ykkim@hanbat.ac.kr[†])

전자소자 제조 공정에서 다양한 미세 패턴을 구현하기 위해 사용하는 포토레지스트는, 공정 과정에서 휘발성유기화합물(VOCs)이 다량 방출되는 것이 큰 문제로 대두되고 있다. 이러한 VOCs는 환경에 해롭고 작업 환경의 안전성에도 영향을 미치기 때문에, 이를 효과적으로 제거하는 방법이 중요하다. 본 연구에서는 대기압 플라즈마 방전 기술을 적용하여 포토레지스트에서 발생하는 VOCs를 제거하고, 이 과정에서 발생하는 플라즈마 내 활성종들의 종류 및 특성을 발광분광(optical emission spectrum) 분석을 통해 평가하고자 하였다. 특히, 공기 플라즈마를 사용함으로써 주로 질소와 산소에서 기인한 다양한 활성종들이 생성되며, 이는 발광분광 분석 결과로 확인되었다.

연구에서 중점적으로 다룬 부분은, 산소 원자 라디칼(특히 777nm에서 관찰되는 산소 라디칼)을 측정함으로써, VOCs 제거 과정에서 이 라디칼의 역할과 그 농도에 대해 고찰하였다. 또한, VOCs의 농도와 유량, 그리고 방전 출력 간의 상관관계를 분석하여, 플라즈마 방전의 효율성을 최적화하기 위한 조건들을 도출하고자 하였다.

Keywords: 대기압 플라즈마, 발광분광분석, 휘발성유기화합물, 포토레지스트, 산소활성종

Stretchable 2D Nanomesh-Based Transistor Fabricated by EHD jet printing

Hyeonjoo Park, Taeyoon Lee[†]

Nano Bio Device Lab, School of Electrical and Electronic and Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea
(taeyoon.lee@yonsei.ac.kr[†])

Transistor logic gates are fundamental building blocks in modern electronics, enabling complex computations and signal processing. Although traditional Si-based transistors exhibit excellent electrical performance, the applications in non-planar surfaces are challenging due to the brittle mechanical properties of silicon. To address these issues, many researchers attempted to develop stretchable transistors with various flexible and lightweight materials. However, these transistors still have limitations in performance and complicated fabrication process. Herein, the polyurethane (PU) nanomesh-based transistor structure was fabricated through electrospinning and electrohydrodynamic (EHD) jet printing methods. PU, a stretchable polymer, was electrospun into a form of nanomesh and used as a stretchable substrate. Subsequently, electrodes were patterned with metal precursor ink via EHD jet printing to design transistor logic gates on the stretchable substrate. Due to the absorption of metal precursor ink in the porous nanomesh, the EHD jet printed electrodes can avoid the risk of delamination and maintain conductivity even under stretching. Also, EHD jet printing is recognized as a technology that can implement high-resolution patterns over a large area. In the future work, the transistor structure designed in this study will be optimized to improve aspects such as switching speed and power consumption. Furthermore, this study could lead to developments in integrating stretchable 2D nanomesh-based transistor logic gates with smart textiles, paving the way for future advances in wearable electronics, e-skin, and other innovative applications.

Keywords: Transistor logic gates, Electrohydrodynamic (EHD) jet printing, stretchable electronics, nanomesh

Large-Area Wet Transfer of Graphene via Control of PMMA Concentration and UVO Treatment Time

김정빈¹, 이혁진¹, 채수혁¹, 정상현², 이상엽^{2†}

¹Department of Materials Science and Engineering, Hanbat National University, Daejeon, Republic of Korea;

²Department of Materials and Manufacturing Engineering, Hanbat National University, Daejeon, Republic of Korea
(sangyeob@hanbat.ac.kr[†])

Graphene, with its high electrical conductivity and excellent mechanical strength, offers the potential for innovative applications in various fields such as electronics, batteries, and sensors. However, for these applications to be realized, it is essential to develop technology that enables the large-scale production of graphene and its precise transfer onto desired substrates. Large-area graphene transfer technology meets these requirements by allowing graphene to be uniformly transferred over a wide area, enabling commercialization and large-scale industrial production. In this study, graphene (C) was synthesized on a Ge(110) substrate using chemical vapor deposition (CVD), and the effects of two key variables in the wet transfer process—UVO treatment time and PMMA concentration—on the transferred film area were investigated.

Graphene was synthesized on a 7×7 mm² Ge(110) substrate using thermal CVD, after which a PMMA protective layer was applied using a spin coater. Soft baking was conducted on a hot plate at 100°C for 10 minutes, and the Ge substrate was etched using an HF:DI:H₂O₂ solution. Afterward, the graphene was transferred onto a target substrate treated with UVO, followed by hard baking at 100°C for 24 hours. The PMMA was removed using acetone, ethanol, and deionized water (DI), thus completing the transfer process. During the wet transfer process, UVO treatment time (0, 5, 10, 15, 30, 45 minutes) was varied, and contact angle measurements were used to calculate surface energy and transferred area. Additionally, PMMA concentration (2, 4, 6, 8, 10%) was adjusted to measure the transferred area depending on the concentration. The area and quality of the transferred film were confirmed using optical microscopy, Raman spectroscopy, and Raman mapping.

As the UVO treatment time increased, surface energy also increased, leading to higher transfer efficiency, which peaked at 89% after 15 minutes of treatment, before decreasing again. In addition, a PMMA concentration of 6%, processed at 3000 rpm for 60 seconds, resulted in the highest transfer efficiency, at 97.16%

Keywords: Graphene, Wet transfer, UVO treatment, PMMA, Raman, Contact angle, Surface energy

P-192

Enhanced electrical properties of polycrystalline Ge thin films via N₂ plasma passivation

유지선, 최웅[†]

School of Materials Science & Engineering, Kookmin University
(woongchoi@kookmin.ac.kr[†])

Polycrystalline germanium (Ge) exhibits higher carrier mobility and a lower crystallization temperature compared to silicon (Si), making it a promising candidate for next-generation three-dimensional semiconductor integrated circuits. However, the presence of grain boundaries in polycrystalline Ge negatively affects its electrical properties. To mitigate this issue, this study introduces a novel approach using nitrogen (N₂) plasma passivation on solid-phase crystallized polycrystalline Ge thin films. The N₂ plasma treatment, conducted at 100 W for 1 minute, led to an increase in both grain size and Hall mobility in 150-nm-thick polycrystalline Ge thin films compared to untreated samples. These improvements are likely due to effective grain boundary passivation. With further experiments ongoing to optimize the plasma treatment process, this research represents a significant advancement toward incorporating polycrystalline Ge thin films into semiconductor technology.

Keywords: polycrystalline Ge, N₂ plasma, grain boundary passivation

High-Vacuum Deposition of TiO_x Interlayers for Al-Contacted MoSe_2 Transistors

오유빈, 최웅[†]

School of Materials Science & Engineering, Kookmin University, Seoul 02707 South Korea
(woongchoi@kookmin.ac.kr[†])

We present an enhanced performance of MoSe_2 transistors via sequentially depositing Ti and Al in high vacuum to establish TiO_x interlayers positioned between the MoSe_2 channel and Ti/Al contacts. Transmission electron microscopy analysis revealed the presence of TiO_x at the MoSe_2 /Ti interface. While MoSe_2 transistors exhibited poor device performance in the absence of a TiO_x interlayer, the introduction of a TiO_x interlayer yielded a notable transistor performance, including an on/off ratio of $\sim 10^5$, a field-effect mobility of $\sim 40 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$, and a contact resistance of $\sim 100 \text{ k}\Omega\text{m}$. These enhancements were attributed to the beneficial effects of Fermi level unpinning and interfacial doping facilitated by TiO_x interlayers. These results underscore the feasibility of incorporating TiO_x interlayers to enable the use of conventional Al contacts in MoSe_2 transistors, delivering significant implications for enhancing the performance of transition metal dichalcogenide transistors.

Keywords: MoSe_2 , TiO_x interlayer, Al contacts, transistors

All-Solution-Processed Stretchable Quantum Dots LEDs

나지나, 김성찬, 곽남영, 서재영, 오누리[†]

Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University
(irunho@hanyang.ac.kr[†])

The upcoming era of skin-integrated light-emitting displays demands suppleness, stretchability, and high brightness characteristics. Consequently, ongoing research has aimed at achieving a stretchable display that surpasses the capabilities of existing bendable and flexible displays. The emergence of colloidal quantum dots (QDs) synthesized through solution processes has garnered significant attention as potential luminescent materials for displays. However, while these QDs exhibit colloidal behavior, transitioning them into emissive layers for display applications presents a distinct challenge. The inherent cohesive forces between QDs lead to the development of rigid characteristics, rendering them unsuitable for integration into deformable display components. As a result, the application of such QDs to components requiring intrinsic flexibility and deformability has remained elusive.

In this study, we introduce a novel approach to creating a stable and highly stretchable QD-based LED (SQLED). We fabricated an intrinsically stretchable emissive layer by blending an elastomer with colloidal QDs, which exhibit high color purity and narrow emission bandwidths. In addition, we developed an optimal stand-alone electrode by blending poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate) (PEDOT:PSS) with bis-sulfonamide. This ensured minimal resistance variation during stretching and achieved low sheet resistance. As a result, we present an economically viable solution through an all-solution processing technique. This innovation marks a significant stride towards realizing stable operation under mechanical deformation and cost-effective stretchable displays with remarkable optical and mechanical properties.

Keywords: stretchable, quantum dots, light emitting diode

Mechanochemical Effects of Zinc Titanate Nano Particles by Highenergy Milling

박수지¹, 이광석², 김진호³, 김경남^{1†}

¹강원대 신소재공학과; ²(주)베스트룸; ³강원대 공동동실험실습관
(knkim@kangwon.ac.kr[†])

산화아연(ZnO)과 이산화티탄(TiO₂)은 물리적 및 화학적 특성이 우수하며, 3.37eV 및 3.2eV (아나타제)의 넓은 밴드 갭을 갖는다. TiO₂(아나타제상)는 수처리 및 공기 정화와 같은 광촉매에 널리 사용되고 유기 및 무기 화합물과 염료의 광분해에 대한 효과가 높고 ZnO는 높은 광촉매 활성을 가지며 어두운 조건에서도 특정 화합물의 분해에 매우 효율적이다. 본 연구는 Zinc Titanate 나노입자는 ZnO와 TiO₂를 고에너지 밀을 이용하여 합성하였으며 나노입자 특성을 SEM, XRD, 입도분석기 등을 이용하여 분석하였다. 소성한 입자의 결정상은 주 결정상은 Zn₂TiO₄이고 속수 결정상들도 보였다. Rietveld법으로 이용하여 결정상들을 조사한 결과 Zn₂TiO₄와 Zn₂Ti₃O₈등으로 이들 상에 대한 양을 분석하였다. 또한 합성된 입자의 미세구조는 전자현미경을 사용하였다

Keywords: ZnO, TiO₂, Highenergy Milling, Zn₂TiO₄, Zn₂Ti₃O₈

X-ray Photoelectron Spectroscopy를 이용한 재료의 일함수 측정 방법에 관한 연구

지현배, 이연승[†], 민정수

국립한밭대학교 정보통신공학과
(yslee@hanbat.ac.kr[†])

일함수는 전자를 재료의 표면에서 방출하기 위해 필요한 최소 에너지로, 금속 및 기타 재료의 중요한 물리적 특성 중 하나이다. 최근 과학 기술의 발전과 함께 반도체, 표면 과학, 나노전자기기 등 다양한 분야에서 소자의 전하 이동, 인터페이스 특성, 그리고 에너지 변환 효율과 깊은 관련이 있는 일함수의 특성은 중요한 역할을 가진다. 또한 재료의 전기적 성질뿐만 아니라 표면 상태와 구조적 특성을 반영하기 때문에 전자 소재의 표면 처리 및 도핑과 같은 공정 개발 시 일함수를 정확히 측정하고 제어하는 것은 소재의 전기적 성능최적화를 위해 필수적이다. 본 연구는 기존의 일함수 측정 방법들에 비해 비교적 간단한 샘플링과 보다 빠른 측정 조건의 장점을 가진 X-선 광전자 분광 X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)의 컷오프 측정을 활용하여 다양한 재료의 일함수 값을 측정하였다. 측정된 일함수 값의 결과들은 기존 방법으로 측정된 값들과 비교 분석하였다.

Keywords: XPS, 일함수

Defining optimal conditions for CVD growth of SiC nanowires on Si substrates

구정현¹, 김진교^{1,2†}

¹Department of Physics and Research Institute for Basic Sciences, Kyung Hee University, Seoul, 02447, Republic of Korea;

²Department of Information Display, Kyung Hee University, Seoul, 02447, Republic of Korea

(ckim@khu.ac.kr[†])

To achieve efficient and controlled synthesis of silicon carbide (SiC) nanowires, it is crucial to optimize the parameters of chemical vapor deposition (CVD). This research explores how variations in the hydrocarbon partial pressure and growth temperature impact the production of SiC nanowires on silicon substrates. By systematically adjusting these parameters, we have pinpointed the optimal conditions for generating 3C-SiC nanowires with uniform morphology and superior crystalline quality. We determined that a specific hydrocarbon partial pressure, in conjunction with a precise range of growth temperatures, is essential for making desired nanowire growth while reducing the formation of unwanted amorphous materials and bulk SiC.

Keywords: SiC, CVD, Nanowire, Film

실리콘 음극재 성능 향상을 위한 고전도성 2차원 나노소재(MXene) 표면 코팅 연구

김승희, 윤태영[†], 양우석[†]

한국전자기술연구원
(yty521@keti.re.kr[†]; wsyang@keti.re.kr[†])

최근 전기자동차나 에너지 저장 시스템(ESS)용 배터리 시장이 주목받으면서 더 높은 에너지 밀도가 필요하게 되었다. 때문에 이를 충족하기 위해 고용량의 실리콘 소재에 대한 연구가 진행되고 있다. 실리콘 음극재의 경우, 낮은 전기전도성으로 인해 표면 전도성 코팅 기술이 매우 중요하다. 본 연구에서는 기존 탄소 코팅과 달리 높은 전기전도성을 가진 MXene sheet를 습식 코팅 방식을 제안한다. SEM 및 Raman 분석을 통해 SiO에 MXene이 코팅된 것을 확인하였다. MXene의 코팅이 셀의 성능에 미치는 영향에 대해 수명 성능 및 EIS 측정을 통해 전기화학적으로 성능이 개선되었음을 확인하였다.

Keywords: MXene coating, Silicon monoxide, Anode, Lithium ion battery

Strategies for High-Efficiency CO₂ Capture System from Biomass-derived 3D Graphene Nanostructures

Jang Hee Kim, Tae young Park, Hyeon Ji Jeong, Kwang Hyun Park, Sung Ho Song[†]

Division of Advanced Materials Engineering, Kongju National University, Cheonan, Republic of Korea
(shsong805@kongju.ac.kr[†])

Carbon-based materials are highly valued for their affordability, large specific surface area, high pore volume, thermal stability, and ease of surface functionalization. In particular, the activation of carbon increases the surface area and active area, which enhances the gas adsorption capacity. However, This process is often limited by inconsistent particle sizes and porosities, leading to reduced adsorption efficiency.

To address these issues, we present a practical and eco-friendly method for fabricating uniform and highly porous 3D graphene nanostructures from wood-based biomass. Our approach involves delignification, carbonization, and activation steps, which help overcome common activation drawbacks by ensuring a more controlled and uniform porosity. We evaluated the adsorption capacity and selectivity of these structures for CO₂, CH₄, and N₂ gases, as well as their performance in binary gas mixtures. Textural and chemical analyses revealed that the delignified monolith had a lamellar structure interconnected by cellulose-based fibers. Interestingly, applying the KOH vapor activation technique solely to the delignified samples resulted in the formation of a monolithic 3D network composed of interconnected graphene sheets with a high degree of crystallinity.

Moreover, this experiment confirmed that the activated carbon formed a 3D network of graphene sheets with a large specific surface area of 1480 m²/g and a considerable pore volume of 0.581 cm³/g, featuring consistently uniform ultramicropores over 90% in the range of 3.5–11 Å. The monolithic graphene-based samples, consisting mainly of ultramicropores, showed a high CO₂ capture capacity of 6.934 mol/kg at 110 kPa. Additionally, the 3D graphene networks significantly improved the adsorption capacities for CO₂, CH₄, and N₂ gases, demonstrating selectivity in binary gas mixtures. The experimental data for both pure gas and binary mixtures are in good agreement with the Sips isotherm model. Our results suggest that this biomass-derived 3D structure has potential as a monolithic adsorbent for gas separation applications.

Keywords: Carbon dioxide capture, Biomass, Graphene, Porous structure, Methane

나노탄소소재 기반 고방열 접착소재를 적용한 적층형 탄소 방열 시트 개발

김민영, 윤태영, 양우석[†]

한국전자기술연구원
(wsyang@keti.re.kr[†])

최근 전자제품의 고성능, 소형화 및 경량화가 진행됨에 따라 방열 소재의 중요성도 높아지고 있다. 이중 소재간의 계면에서 고분자 접착제 및 다층 필름으로 인해 열전도도가 낮아져 방열 문제가 발생하고 있다. 이에 본 연구에서는 높은 열전도도를 구현할 수 있는 thermal interface materials (TIM) 용액을 개발하였으며, 접착 코팅액을 적용해 고방열 시트를 구현했다. 그래파이트 및 유기 바인더와 용매포물레이션을 통해 우수한 분산안정성과 점도를 가진 TIM 용액을 제조하였다. TIM 용액을 그래파이트 시트에 적용하여 TIM 방열 시트를 제작하였으며 LFA와 DSC 분석을 통해 열확산율과 비열을 측정하였다. TIM 방열 시트의 수평 열전도도는 평균 693.157 (W/mK), 수직 열전도도는 평균 1.255 (W/mK) 가 나왔으며, 기존의 방열 시트를 대체할 수 있는 소재로의 가능성을 확인하였다.

Keywords: Thermal interface materials (TIM), Graphite

Blue-To-Green Multicolor InGaN LED nano-heterostructures Grown On A Single Chip

이민석, 엄대영, Bagavath Chandran, 김성운, 오정균, 신세비, 김종수, 이철로, 라용호[†]

Division of Advanced Materials Engineering, College of Engineering, Jeonbuk National University (JBNU),
Jeonju, Republic of Korea
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

Micro-LEDs are becoming more and more common in next-generation displays like augmented reality (AR) and virtual reality (VR) because of their tunability across the visible spectrum. III-nitride semiconductors, with their straight bandgap, are well-suited for these kinds of displays. However, generating red light is still difficult because lattice mismatch and poor crystallinity are frequently caused by reaching the high indium concentration needed in the quantum well (QW). Furthermore, there is additional work to be done in terms of combining these LEDs into full-color display pixels. In this work, we implemented an innovative structure to alleviate internal strain in the QW by employing selective area growth (SAG), and we exhibited blue to green light emission from a single chip. The structure significantly reduces strain and mitigates the quantum confined Stark effect (QCSE) because it comprises of a 0-dimensional nanopyramid atop a 1-dimensional nanorod. We were able to modify the indium content in the InGaN QW and hence the emission wavelengths by adjusting the diameters of the nanorods and nanopyramids. Using metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD), we were able to grow multi-color LEDs in a single process. The morphology and crystallinity were verified by characterization methods such X-ray Diffraction (XRD), X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), and Field-Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM). Micro-photoluminescence (PL) studies demonstrated emission wavelengths between 467 and 525 nm, demonstrating the effectiveness of this one-step blue-to-green LED production process

Keywords: Light Emission Diode, MOCVD, InGaN, Nanostructure, multi-color

High-Indium Strain-Relaxed Non-Polar InAl(Ga)N Multi-Quantum Dot Layers for Enhanced Red Light Emission

김용호, 엄대영, 오정균, 김성운, Vignesh Verramuthu, 주재홍, 이철로, 라용호[†]

Jeonbuk National University(JBNU)
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

Realizing high indium content in InGaN quantum layers within III-nitride semiconductor nanostructures is challenging due to strain-induced polarization fields and high defect densities. To address this issue, non-polar quantum dots have been developed, enabling higher indium concentrations in InGaN quantum particles (QPs) on GaN nanowires. A major challenge is alleviating the strain caused by lattice mismatches between InGaN and GaN. To overcome this, we introduced a non-polar InAl(Ga)N intermediate layer combined InAl(Ga)N/InGaN/GaN multilayer structures grown via MOCVD. This intermediate layer helps reduce strain by adjusting the strain state through varying indium concentrations. Additionally, controlling the adatoms of indium, aluminum, and gallium optimizes surface conditions, while low-temperature growth minimizes indium diffusion, allowing for higher indium incorporation. As a result of the InAl(Ga)N/InGaN/GaN multilayer structure, the photoluminescence intensity in InGaN QPs with the InAl(Ga)N layer was significantly higher than in conventional InGaN quantum wells. SEM and TEM analyses confirmed the formation of well-defined InGaN QPs and the intermediate layer on n-GaN nanowires. This innovative approach provides a promising solution for enhancing the efficiency of red-wavelength light-emitting devices.

Keywords: InGaN QPs, MOCVD, GaN, 1D nanostructure, Red Light emitting micro-LED

P-203

Enhanced UV Detection Efficiency through 1D Nanorod Structures and Plasmonic Resonance

한슈오, 오정균, 엄대영, 김성운, Bagavath Chandran, 박진서, 라용호[†]

Division of Advanced Materials Engineering, College of Engineering, Jeonbuk National University (JBNU),
Jeonju, Republic of Korea
(yhra@jbnu.ac.kr[†])

Improving the photoelectric performance of UV photodetectors has become a major field of research due to their widespread use in applications such as optical communication, flame detection, and biological and environmental monitoring. One of the favored materials for UV photodetectors is gallium nitride (GaN), which has a broad direct band gap of about 3.4 eV, strong carrier mobility, and good chemical and thermal stability. To improve performance, we engineered a novel structure through the integration of precious metal nanoparticles to GaN one-dimensional nanorods. More incident photons can be absorbed by the nanorod structure because it has a higher specific surface area than conventional two-dimensional thin films. By adding AgAu metal nanoparticles and using the local surface plasmon resonance (LSPR) effect, performance is further improved. Through their interaction with incoming photons, noble metal nanoparticles cause their surface electrons to collectively oscillate. This process leads to increased light absorption, scattering, and a strong localized magnetic field. Augmented with AgAu bimetallic nanoparticles, this GaN-based nanowire UV photodetector not only demonstrates notable increases in performance but also creates emerging possibilities for UV photodetector development in the future.

Keywords: GaN, Nanowire, UV photodetector, AgAu nanoparticles

스테인레스강과 무전해 니켈도금막의 접합력 향상을 위한 연구

기다정¹, 김승완¹, 이희정¹, 지현배¹, 빈정수¹, 이원찬², 남승주³, 김정환^{2,3†}, 이연승^{1†}

¹국립한밭대학교 정보통신공학과; ²국립한밭대학교 응용소재공학과; ³국립한밭대학교 신소재공학과
(jh.kim@hanbat.ac.kr[†]; yslee@hanbat.ac.kr[†])

핵연료 냉각제로 용융염을 사용하는 소형의 용융염 원자로(MSR, Molten Salt Reactor)는 선진국을 중심으로 MSR 시스템에 대한 활발한 연구가 진행되면서, 최근 국내에서도 지속적으로 개발이 이루어지고 있다. MRS 시스템의 특성을 고려할 때, 매우 높은 용융염 환경에서 부식되지 않고 견딜 수 있는 구조용 재료의 개발이 가장 핵심적인 기술이라 할 수 있다. 그러나, 현재까지는 600°C 이상의 용융염 환경에서 내식성을 가지는 구조용 재료의 개발이 매우 어려운 상황이다. 스테인리스강 STS316는 크리프 특성이 우수하고 중성자 취소 문제도 덜하지만 용융염 환경에서 내식성이 매우 낮아서 이에 대한 대안으로 스테인리스강 표면에 용융염 분위기에서 내식성이 우수한 순수 니켈(Ni)을 클래딩하는 연구가 진행 중에 있다. 본 연구에서는 STS316H 스테인레스강 위에 니켈 층을 형성하기 위해 무전해 도금 방법을 이용하였다. 무전해 니켈도금막과 스테인레스강 사이의 접합력을 개선하고 향상시키기 위하여 전처리 효과에 대하여 조사 분석하여 스테인레스강과 니켈도금막의 표면 및 계면의 변화를 연구하였다.

Keywords: 니켈, 스테인레스강, 무전해도금, 전처리

Fabrication and Characterization of ZnO-Carbon allotrope for Enhanced VOCs Gas response and selectivity Measurements: A Selective Analysis of Ethanol and Formaldehyde

Tangoh Anthony Fon, Jaebum Park, Jeung-Soo Huh[†]

Institute for Global Climate Change and Energy, Kyungpook National University
(jshuh@knu.ac.kr[†])

Ethanol and formaldehyde, classified as volatile organic compounds (VOCs), are linked to negative health impacts due to their adverse effects on indoor air quality. There is growing global concern about the increasing release of these gases from various sources into our environment, driven by the expanding demand for decoration and protection. Prolonged exposure to these gases can lead to long-term illnesses, highlighting the need for accurate and reliable detection and monitoring systems.

In this study, we synthesized ZnO nanorods via an ultrasonic method using a 0.01 M aqueous solution of zinc nitrate hexahydrate and hexamethylene tetramine. Using spin coating, three gas sensors (S1, S2, and S3) were produced by varying the ratios of carbon allotropes to 9:1, 8:2, and 7:3, respectively. The sensors were tested with formaldehyde and ethanol gases at 1 part per million (1 ppm) and 20 ppm. The results showed response rates of 58%, 43%, and 20% at 1 ppm formaldehyde for S1, S2, and S3, respectively, and response rates of 85%, 62%, and 58% to ethanol at 20 ppm for S1, S2, and S3, respectively.

We confirmed that a lower ratio of carbon allotropes improved the response characteristics of the fabricated gas sensors. This suggests that excessive carbon allotrope coating between ZnO nanorods may reduce response performance. These findings offer potential for further exploration under various conditions.

Keywords: formaldehyde, nanorods, Zinc Oxide, ethanol, carbon allotrope

Improving the electrochemical performance of Hydrated Vanadium Pentoxide/Graphene Oxide nanobelts

황혜경¹, 곽진성^{1,2†}

¹Department of Materials Convergence and System Engineering, Changwon National University, Changwon 51140, Republic of Korea;

²Department of Physics, Changwon National University, Changwon 51140, Republic of Korea
(jkwak@changwon.ac.kr[†])

Energy storage devices are essential to modern society and are studied transition metal oxide-based materials as their electrodes. Among transition metal oxide-based materials, hydrated vanadium pentoxide ($V_2O_5 \cdot nH_2O$) has verified outstanding electrochemical performance and has been utilized as an electrode in energy storage devices. The disadvantages of $V_2O_5 \cdot nH_2O$, namely low electrical conductivity and structural instability, are compensated for by using carbon-based materials with high electrical conductivity and high specific surface area. $V_2O_5 \cdot nH_2O$ is primarily synthesized using acids, but Graphene Oxide (GO) among carbon-based materials does not disperse uniformly in acids. Here, $V_2O_5 \cdot nH_2O$ /GO nanobelts are manufactured via a microwave-assisted hydrothermal synthesis method using V_2O_5 , GO, and water without adding acid. $V_2O_5 \cdot nH_2O$ /GO nanobelts indicate higher specific capacitance and more stable cycling performance than $V_2O_5 \cdot nH_2O$ without GO. Additionally, the difference in drying conditions of the carbon paper electrodes have more stable cycling performance at high vacuum and high temperature condition than at low vacuum and room temperature condition. The improvement in electrochemical performance for $V_2O_5 \cdot nH_2O$ /GO nanobelts because of GO addition and the carbon paper electrode drying condition exhibits the great potential as electrodes for energy storage devices.

Keywords: Hydrated Vanadium Pentoxide/Graphene Oxide nanobelts, microwave-assisted hydrothermal synthesis method, electrochemical performance.

P-207

Copper Oxide Nanostructures: Controlled Synthesis and Electrochemical Characteristics

장혜성¹, 류경희^{1,2†}

¹Department of Materials Engineering and Convergence Technology, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea.;

²School of Materials Science and Engineering, Gyeongsang National University, Jinju, 52828 Republic of Korea (gh.ryu@gnu.ac.kr[†])

Various methods for synthesizing copper oxide have been proposed due to its unique properties across different morphologies, leading to extensive research and applications in fields such as gas sensors, semiconductors, catalysts, and supercapacitors. In this study, we successfully synthesized structures like sea urchins and belts using a surfactant-assisted method. We analyzed the morphology and structure of the synthesized copper oxide and proposed the dominant bonding relationships. Additionally, we thoroughly investigated the electrochemical properties and performance based on the morphology of the copper oxide. This research suggests a relationship between dominant bonding and morphology, while also proposing specific electrochemical characteristics of copper oxide.

Keywords: Urchin, belt, copper oxide, surfactant-assisted method

Synthesis and Electrocatalytic Performance Optimization of Nickel-Cobalt Hydroxide Nanosheets

이민정¹, 이승화^{2†}, 류경희^{1,3†}

¹Department of Materials Engineering and Convergence Technology, Gyeongsang National University;

²Department of Chemical Engineering, Changwon National University;

³School of Materials Science and Engineering, Gyeongsang National University

(seunghwa@changwon.ac.kr[†]; gh.ryu@gnu.ac.kr[†])

Nickel-cobalt hydroxide nanosheets can be easily synthesized at a low temperature of 60°C using a surfactant-assisted method at the water-air interface. The reason for synthesizing nickel-cobalt hydroxide nanosheets is their significant potential as electrocatalysts and energy storage devices. To optimize performance, nanosheets with various component ratios were synthesized, and those with a nickel-to-cobalt ratio of 2:8 exhibited the best performance. The morphology of the synthesized nickel-cobalt hydroxide nanosheets was confirmed by using SEM and AFM. As the proportion of cobalt increased, the shape of the nanosheets changed from hexagonal to triangular, and all nanosheets showed a thickness below 5 nm. Furthermore, TEM results showed that the nickel-cobalt hydroxide nanosheets were mixed with crystalline and amorphous phases as the proportion of cobalt increased. This characteristic was found to affect the electrocatalytic performance. This study provides information on phase transitions and performance control of related materials.

Keywords: Transition metal hydroxide, Nanosheet, Mixed phase

Electrically Tunable Color and Sound in Cholesteric Liquid Crystal Elastomers

박지윤, 최수석[†], 홍인표

포항공과대학교
(choiss@postech.ac.kr[†])

Photonic bandgaps with a periodic dielectric nanoscale structure should reflect light with a distinct structural color in the forbidden wavelength band. These colors are particularly notable for their ability to change in response to external stimuli, making them an important research topic in various fields such as optical devices, displays, and sensors.

Cholesteric liquid crystal elastomer (CLCE) is a material that combines the unique optical properties of cholesteric liquid crystals with the mechanical flexibility of elastomers. It has the ability to change its color and physical shape in response to external stimuli. This material responds sensitively to electric fields, heat, and mechanical deformation, and new applications utilizing these characteristics are actively being researched. CLCE shows potential as a multifunctional material with applications in displays, sensors, soft robotics, and actuators. In this study, we propose a multifunctional device that can simultaneously generate color changes and sound in response to electrical signals using CLCE. By adjusting the frequency range of the signals applied to the CLCE, the device is designed to change colors and produce sound.

Keywords: cholesteric liquid crystal elastomer, Electric field-responsive materials, multifunctional devices, actuator

Boosting Photoelectrochemical and Photovoltaic Performance through Compositional Engineering of Kesterite via Se-Induced Synergy

Jin Hyeok Kim[†], 장수영, 김도현

Chonnam National University
(jinhyeok@jnu.ac.kr[†])

Kesterite materials are a promising candidate that is an abundant and eco-friendly material for photo devices that need high absorbance like thin film solar cells and PEC photocathode. However, these devices based on kesterite had low power conversion efficiency and solar to hydrogen efficiency, so, is essential to study for increasing carrier movement in the active layer. Its bandgap energy can be adjusted through the S/Se ratio and has a high absorption coefficient. In this work, the kesterite active layer fabricated using DC-sputtering and heat-annealing with controlling S/Se ratio improved charge carrier transfer and separation efficiency also, these thin films were applied to photo devices; thin film solar cells, and PEC photocathode. The structure was a planar type Mo/kesterite/CdS/(TiO₂/Pt or i-ZnO/AZO/Al), and the kesterite active layers were CZTSe, CZTSSe, and CZTS, respectively. As a result, CZTSSe photocathode had higher photocurrent and HC-STH of $\sim 33.51 \text{ mA/cm}^2$, and 4.9%, respectively. Additionally, the charge carrier transfer and separation efficiency inside the CZTSSe active layer achieved 92.55%, and 73.17%, respectively. When it was applied to thin film solar cells, the power conversion efficiency was the highest value of 9.48%, and also, FF and R_s that were affected by absorber layer quality were 61.6%, and $2.55 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}^2$, respectively. Hence, the CZTSSe photocathode had the highest photocurrent of $\sim 33.51 \text{ mA/cm}^2$, and was the best performance-based inorganic photocathode using a DC-sputtering system.

Keywords: Photoelectrochemical, Photocathode, Sputtering, S/Se, Bandgap

저압화학기상증착법을 이용한 Si_3N_4 박막의 증착 및 특성 연구홍기영, 허기석[†]한국생산기술연구원
(gsheo@kitech.re.kr[†])

저압화학기상증착장비 (Low Pressure-CVD) 를 이용하여 실리콘 및 Quartz, 그리고 열산화 실리콘 기판에 Si_3N_4 박막을 증착하였다. 증착 온도, 공정 압력, DCS 및 NH_3 등의 증착 공정 조건 제어에 따른 Si_3N_4 박막의 증착률 및 두께 균일성을 조사하였다. 제조된 Si_3N_4 박막은 수십~수백 MPa 의 stress 값을 나타냈으며, 증착온도에 크게 의존하는 거동을 보였다. Ellipsometer 및 prism coupler 장비에 의한 굴절률 측정 결과 2.0-2.2 범위의 굴절률 값이 측정되었다. Quartz 기판에 증착한 Si_3N_4 박막의 경우, 기판과의 부착력이 좋지 않고, 전자현미경 영상분석 결과 crack 이 관찰되었다. 증착된 Si_3N_4 박막의 물리적, 광학적 특성 결과는 제조된 박막이 실리카에 비하여 높은 상대 굴절률차 및 낮은 bending radius 구현이 가능한 도파로 기반 광통신 디바이스에 적용될 수 있음을 나타낸다.

Keywords: 저압화학기상증착, 실리콘 나이트라이드, 증착, 광통신, 박막

Formation of porous stack pattern structures by controlling process conditions

Yu Na Kim¹, Eun Bin Kang¹, Hee Rak Choi¹, Woon Ik Park^{1,2†}

¹Department of Materials Science and Engineering, Pukyong National University (PKNU), 45 Yongso-ro, Busan 48513 Republic of Korea;

²RanoM Co.,Ltd., 365 Sinseon-ro, Busan 48548, Republic of Korea
(thane0428@gmail.com[†])

Three-dimensional (3D) pattern stacking has previously been studied to form efficient structures on a substrate of limited size. However, since most 3D patterns are continuous and metallic patterns, we need developments such as methods for stacking discrete patterns and the use of pattern materials. Here, we introduce a method to change the conditions in the transfer printing process to form a 3D polymer cross-bar pattern. It shows that a discrete polymer pattern was formed by changing the mold and process conditions in the Thermally assisted nanotransfer printing (T-nTP) process. We also present a porous polymer cross-bar form by three-dimensionally stacking discrete polymer patterns by repeating the same process. We expected that the 3D polymer cross-bar pattern formation method will enable the manufacture of various electronic devices including porous polymer nanostructures.

Keywords: 3D pattern stacking, porous polymer cross-bar pattern, nanostructures, nano-transfer printing

P-213

고종형비 건식식각 장비를 이용한 Si/SiO₂/Si 다층 박막의 연속 식각 공정 연구

홍기영[†], 허기석[†]

한국생산기술연구원

(gyhong@kitech.re.kr[†]; gsheo@kitech.re.kr[†])

고종형비 건식식각 (Deep Reactive Ion Etching) 장비를 이용하여, Si/SiO₂/Si 다층 박막의 연속 건식 식각 패턴을 구현하기 위한 공정조건을 조사하였다. Bosch 공정을 이용하여 연속 건식 식각 공정이 수행되었으며, Si 층과 SiO₂ 층은 외부 노출없이, 동일 장비 내에서 이송 시스템에 의하여, 전용 chamber에서 식각공정이 수행되었다. 식각 공정 관련 공정온도, 공정압력, 공정가스 종류 및 가스비, source 및 platen power, 공정시간, 공정 loop 등의 Bosch 세부 공정조건이 Si/SiO₂/Si 다층 박막의 깊은 식각 프로파일 형성에 미치는 영향을 조사하였다. 수십 um 이상의 깊은 식각공정이 수행된 Si/SiO₂/Si 다층박막 식각 샘플은 우수한 식각 선폭 및 식각 깊이 정밀도, 그리고 허용치 이내의 식각 수직도 특성을 나타냈다.

Keywords: Si, SiO₂, 건식식각, Bosch, 박막

Improving Thermal Consistency and Stability of Quantum Dots: An Investigation into Microscale Hybrid Structures for White Light-Emitting Diodes (WLEDs)

정호중¹, 전시욱¹, 장인석¹, 최승희¹, 권석빈¹, 안진영¹, 윤주형^{2†}, 송영현^{1†}

¹Korea Photonics Technology Institut; ²Incheon National University
(juhyungyun@inu.ac.kr[†]; songyh83@kopti.re.kr[†])

Quantum dots (QDs) are considered highly promising for color conversion in light-emitting diodes (LEDs) and display technologies due to their unique and exceptional optical properties. However, the Förster resonance energy transfer (FRET) process among different colored QDs leads to a significant redshift in fluorescence emission. This phenomenon limits the ability to precisely control the photoluminescence spectra in the devices. This study introduces a dual-impact approach to improve the stability of CdSe/ZnS colloidal QDs and mitigate the FRET process. The enhancement is achieved by encapsulating the QDs within silica (SiO₂) and ethylene-vinyl acetate(EVA) films. The research explores two distinct encapsulation techniques: enclosing multiple QDs within a SiO₂ matrix and adsorbing QDs onto SiO₂ spheres as a shell. Those hybrid structures are successfully fabricated, and their nanostructure, chemical composition, and optical properties are analyzed. Additionally, the study examines the photophysical properties of the QDs/SiO₂/EVA hybrid composite films and their effects on blue light-emitting diodes (LEDs) and white LEDs.

Acknowledgment

This research was financially supported by the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) and Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) through the International Cooperative R&D program (Project No. P0022394)

Keywords: LED, Quantum Dot, Encapsulation, Thermal stability, Luminescence enhancement

스퍼터링 방식을 이용한 InZnSnO 박막의 증착 및 조성에 따른 굴절률 거동 연구

김영백, 허기석[†]

한국생산기술연구원
(gsheo@kitech.re.kr[†])

Quartz 기판에 고주파 마그네트론 스퍼터링 방식을 이용하여 InZnSnO 박막을 증착하였다. 상온에서 증착된 InZnSnO 박막은 XRD 분석결과 비정질상을 나타냈다. 증착된 InZnSnO 박막은 $10^{-3}\Omega\text{cm}$ 이하의 비저항 값 및 85% 이상의 우수한 투과도 특성을 나타냈다. Swanepoel 방식에 의하여 측정된 굴절률 값은 InZnSnO 구성 원소 조성에 의존성을 나타냈고, 계산된 굴절률은 1.85 ~ 2.00의 범위였다. 도출된 InZnSnO 굴절률 및 곡률 손실 (bending loss) 분석 결과는 제조된 InZnSnO 박막이 다양한 도파로 기반 광통신 디바이스에 적용될 수 있음을 나타낸다.

Keywords: InZnSnO, 굴절률, 스퍼터링, 박막, 광통신

P-216

Optimization of slot die coating process of Al_2O_3 slurry for ceramic 3D printing using numerical analysis

Jeonghong Ha[†]

Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
(jhjh@kitech.re.kr[†])

Ceramic additive manufacturing can be categorized into slurry-based, powder-based, and bulk solid-based methods, depending on the type of feedstock used. Among these, slurry-based additive manufacturing allows for the production of high-density ceramic components by adjusting the ceramic powder content and the viscosity of the solvent. The quality of the slurry coating significantly affects the final quality of the 3D printed ceramic parts. Slot die coating, a method that forms a film by dispensing slurry through a slit-shaped nozzle moving over a substrate, is primarily employed for high-viscosity ceramic slurries. Key parameters influencing coating quality include slurry characteristics such as viscosity, contact angle, and surface tension; operational conditions like feed rate and coating gap; and die design factors such as die lip angle, die lip length, and nozzle gap. This study evaluates the coating characteristics of ceramic slurries using the slot die coating method through computational fluid dynamics simulations. The coating characteristics were analyzed under varying operational conditions of the coating equipment, and a process window for achieving a uniform thickness of the ceramic slurry layer was established.

Keywords: aluminum oxide, ceramic 3d printing, numerical analysis, slot die coating, slurry

Laser-induced modification and coalescence of single-walled carbon nanotubes

Jeonghong Ha[†]

Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
(jhjh@kitech.re.kr[†])

The structural transformation of nanocarbons with sp^2 hybridization presents a remarkable opportunity for both cutting-edge research and large-scale nanomanufacturing applications. Typically, inducing such inter-allotropic transformations demands exceedingly high temperatures or high-energy irradiation, which can be both destructive and time-consuming, potentially damaging the nanocarbon structures and limiting their practical applications. In this study, we introduce a groundbreaking method for modulating the molecular architecture of single-walled carbon nanotubes (SWNTs) by employing femtosecond laser irradiation. This advanced technique facilitates the coalescence of SWNTs into a variety of allotropic nanocarbon configurations, such as double-walled, triple-walled, and even multi-walled nanotubes, with the formation of linear carbon chains. The resulting nanocarbon structures exhibit a pronounced coalescence-induced mode in Raman spectroscopy, indicative of significant structural modification. Moreover, a substantial two-fold increase in electrical conductivity is observed, highlighting the potential of this method for enhancing the electronic properties of carbon-based materials. These results underscore a highly effective and non-destructive approach for engineering sp^2 carbon allotropes and their interfaces, paving the way for innovative applications in nanotechnology and materials science.

Keywords: carbon nanotubes, coalescence, femtosecond laser, structural modification

Laser shock-induced physical graphitization and compaction of carbon nanotube fibers

Jeonghong Ha[†]

Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
(jhjh@kitech.re.kr[†])

Carbon nanotube (CNT) networks, which consist of one-dimensional CNT assemblies, often exhibit physical properties that fall short of the theoretical potential of individual CNTs. This is primarily due to their inherent high porosity and the relatively weak interfacial interactions at the junctions between tubes. To address these limitations, we present a novel post-processing technique that employs high-intensity laser-induced shockwaves, reaching pressures up to approximately 3 GPa, to densify CNT bundles and networks effectively. This process converts CNT bundles into flattened, multilayered graphene nanoribbons. The technique uniquely modifies CNT structures without the need for chemical agents, enabling precise tuning of the network properties. The results demonstrate that the laser shock compression significantly enhances the mechanical properties of CNT networks, achieving specific strength and modulus values two to three times greater than those of untreated networks. Furthermore, the post-treatment process increases thermal and electrical conductivities by 400-500%. The improved properties are attributed to the densification and physical graphitization of the CNT networks, which enhance load-bearing capacity and facilitate better electron and phonon transport within the flattened CNT structures. This approach holds substantial promise for advancing the performance of CNT-based polymer nanocomposites.

Keywords: carbon nanotube fiber, compaction, graphitization, laser induced shockwave

Enhanced colloidal stability and thermal conductivity of TiO₂ nanofluid by femtosecond laser irradiation

Jeonghong Ha[†]

Smart Forming Process Group, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)
(jhjh@kitech.re.kr[†])

This study investigates the enhancement of thermal conductivity in aqueous titanium dioxide (TiO₂) nanoparticle suspensions through femtosecond laser irradiation. The research explores two primary laser processing regimes: stabilization and fragmentation. At low laser fluence levels (tens of mJ/cm²), the process, termed laser stabilization, was observed to increase the thermal conductivity ratio (k) from 1.04 to 1.12 without reducing the primary particle size, attributed to enhanced colloidal stability. Conversely, at high laser fluence levels (several J/cm²), significant reduction in nanoparticle size occurred, termed laser fragmentation, resulting in a further increase in the k ratio up to 1.26. The mechanisms underlying these enhancements were analyzed using theoretical models that consider factors such as the percolation effects of aggregates, Brownian motion, interfacial liquid layering, and electric double layer formation. These findings indicate that femtosecond laser irradiation is a viable, non-chemical method to enhance the thermophysical and colloidal properties of TiO₂ nanofluids, suggesting potential applications in advanced thermal management systems.

Keywords: colloidal stability, femtosecond laser, nanofluid, thermal conductivity, titanium oxide

전기도금 된 Co-Pt 합금 박막의 자성특성에 대한 연구

박덕용[†]국립한밭대학교 신소재공학과
(dypark@hanbat.ac.kr[†])

CoPt 및 CoPtP 합금 박막이 약알칼리 수용액으로부터 전기도금 공정에 의하여 제조되었다. 이원계 CoPt 박막의 염기성 도금용액은 cobalt pyrophosphate[Co₂P₂O₇]과 chloroplatinic acid[H₂PtCl₆]으로 제조하였다. 삼원계 CoPtP 합금 박막의 제조를 위하여 여러 가지 농도의 sodium hypophosphite[NaH₂PO₂]이 상기 염기성 도금용액에 첨가되었다. CoPt 박막의 합금 성분은 전해질 성분, 용액 pH, 전류밀도를 변화시켜 조절하였으며, CoPt 박막의 미세조직과 자성 특성을 연관지었다. 이원계 CoPt 합금 박막의 경우, 0.01 M H₂PtCl₆ + 0.04 M Co₂P₂O₇를 함유한 도금용액, 7.5 mA cm⁻²의 전류밀도에서 최대 coercivity[in-plane coercivity ($H_{c//}$) = ~1,600 Oe, perpendicular coercivity ($H_{c\perp}$) = ~2,500 Oe]가 얻어졌다. 삼원계 CoPtP 합금 박막의 경우, 0.015 M H₂PtCl₆ + 0.07 M Co₂P₂O₇ + 0.8 M NaH₂PO₂를 함유한 도금용액, 7.5 mA cm⁻²의 전류밀도, 용액 pH 9에서 최대 coercivity[in-plane coercivity ($H_{c//}$) = ~2,600 Oe, perpendicular coercivity ($H_{c\perp}$) = ~3,800 Oe]가 얻어졌다. CoPt와 CoPtP 합금 박막의 미세조직과 자성 특성은 기지재료(substrate)뿐만 아니라 화학성분과 전기도금 조건에 영향받는 것으로 판단되었다.

Keywords: cobalt-platinum, cobalt-platinum-phosphide, electrodeposition, magnetic property, hard magnetic thin film

전기도금 된 NiCo 박막의 특성에 미치는 도금용액 내의 Co^{2+} 농도 변화의 영향박덕용[†], 윤필근국립한밭대학교 신소재공학과
(dypark@hanbat.ac.kr[†])

전기도금 된 Ni 및 NiCo 박막/후막의 특성을 관찰하기 위하여 Sulfamate-chloride 도금용액을 제조하였다. Sulfamate-chloride 도금용액 내의 Co^{2+} 농도를 변화시킴에 따라 Ni 및 NiCo 박막/후막의 전착 성분 함량, 잔류 응력, 표면 형상 및 미세조직의 변화를 관찰하였다. 0.210 M Co^{2+} 농도에서는 침상(acicula) 형태의 표면 형상이 관찰되었으나, 나머지 농도에서는 혹(nodule) 모양의 표면 형상이 관찰되었다. 전류효율은 도금용액 내의 Co^{2+} 농도의 변화와 무관하게 약 90% 이상으로 측정되었다. Ni 및 NiCo 박막/후막의 잔류 응력은 Co^{2+} 농도를 0 M로부터 0.210 M로 증가시킴에 따라 약 45 MPa로부터 약 250 MPa로 증가하였으며, 0.420 M 이상의 농도에서는 약 250 MPa로 일정한 경향을 나타내었다. 도금용액 내의 Co^{2+} 농도를 변화시킴에 따라, NiCo 필름에 전착되는 Co 성분의 함량은 0.210 M Co^{2+} 농도까지는 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 0.210 M Co^{2+} 농도 이상에서는 Co 성분의 함량은 서서히 증가하였다. 도금 용액 내에 Co^{2+} 농도를 첨가하지 않은 Ni 필름은 FCC(111), FCC(200), FCC(220) 및 FCC(311) 피크들로 구성되어 있음을 알 수 있었으며, FCC(200), FCC(220) 피크들의 상대 강도가 다른 피크들에 비하여 높게 관찰되었지만, 특별한 우선방위(preferred orientation)는 관찰되지 않았다. 한편 NiCo 필름은 HCP(100), FCC(111), HCP(101), FCC(200), FCC(220) 혹은 HCP(110), HCP(311) 혹은 HCP(112), FCC(222) 피크들로 구성되어 있다. 0.084 M CoCl_2 농도의 용액으로부터 전기도금 된 NiCo 필름에서는 FCC(111) 피크가 우선 방위로 관찰되었으며, 0.210~0.420 M CoCl_2 농도의 용액으로부터 전기도금 된 NiCo 필름에서는 FCC(220) 혹은 HCP(110) 피크가 우선 방위로 관찰되었다. CoCl_2 농도가 0.640 M로부터 0.840 M로 증가함에 따라 FCC(220) 혹은 HCP(110) 피크의 강도는 점진적으로 감소하였으며, 우선 방위가 사라지는 경향을 나타냈다. 순 Ni 필름의 결정립 크기는 약 53 μm 로 측정되었으며, NiCo 필름의 결정립 크기는 35~45 μm 의 범위로 측정되었다.

Keywords: Electrodeposition, Ni thin film, NiCo thin film, sulfamate-chloride bath, thin film property

Enhanced Thermoluminescence Properties of Dy-Base Co-Doped MgB_4O_7 with Na and Li for Light Tracer Applications

박진우¹, 김나경¹, 최영승¹, 류상혁¹, 양성진², 고지성², 신병하^{1†}

¹KAIST; ²POONGSAN R&D INSTITUTE
(byungha@kaist.ac.kr[†])

Tracers are projectiles designed to emit visible light from their rear, utilizing the combustion products of the propellant to create a bright illumination that reveals the projectile's trajectory. This illumination allows for accurate target engagement by both the shooter and allied forces. Conventional tracers typically consist of an oxidizing agent, a metallic fuel, and an organic propellant. However, combustion by-products can lead to barrel contamination, increasing the risk of firearm malfunction during prolonged firing. To address this issue, non-combustive luminous materials, such as thermoluminescent (TL) materials, are being explored. These materials utilize the heat generated by the propellant without combustion. When the projectile is fired, high temperatures and pressures are produced, necessitating the development of protective technologies to stabilize the thermoluminescent material and securely attach it to the bullet under these extreme conditions. This research aims to enhance the luminosity of Dy+Na and Dy+Li co-doped MgB_4O_7 thermoluminescent (TL) phosphors synthesized via solid-state reaction and to securely affix them to projectiles. The crystal structure of the samples, determined by X-ray diffraction, matched the standard pattern for MgB_4O_7 . Under optimized conditions for gamma-ray dose and dopant ratios, Dy+Na co-doped MgB_4O_7 achieved a maximum luminance of 370 cd/m^2 at 500°C , while Dy+Li co-doped MgB_4O_7 reached 320 cd/m^2 under the same conditions. The TL materials can be molded with KBr powder under high pressure and can be applied to various projectile types. A new container was fabricated and affixed to the projectiles, allowing the TL material to be tightly secured without altering the original shape of the bullets.

Keywords: Light tracer, Thermoluminescence, MgB_4O_7

P-223

Finite Element Method of Rollable Displays Utilizing the Nonlinear Elastic Properties of Optically Clear Adhesives

한상현, 신준혁, 양학준, 최수석[†]

포항공과대학교
(choiss@postech.ac.kr[†])

Finite Element Method (FEM) analysis have been conducted under various deformation conditions to develop reliable multi-layered architectures for flexible displays, including bendable, foldable, and rollable displays. Unlike bendable and foldable displays, rollable displays experience more severe mechanical deformation across larger areas, highlighting the critical importance of FEM modeling. In rollable deformations, the material responsible for the flexibility of the display is optically clear adhesive (OCA), which helps form a multi-layered neutral plane that alleviates mechanical damage. However, despite previous studies on the non-linear modeling of OCA, the application of OCA in complex mechanical conditions for rollable displays has not been thoroughly explored. In this study, we investigated the non-linear behavior of OCA using FEM. Furthermore, we applied the non-linear characteristics of OCA to rollable displays and presented the resulting strain distribution, showing the formation of a multi-layered neutral plane.

Keywords: Flexible display, Rollable display, Optically clear adhesives, Neutral planes, Finite element method

Defect Characterization via DLTS for Enhanced Photodetector Performance in UVC Detection Applications

전우경¹, 윤요한^{1†}, 최항열¹, Dae-Woo Jeon², Ji-Hyeon Park²

¹Korea Aerospace University, Department of Materials Engineering;

²Korea Institute of Ceramic Engineering & Technology
(yyoon@kau.ac.kr[†])

Alpha-gallium oxide (α -Ga₂O₃) is a wide-bandgap material with a bandgap of 5.3 eV, making it suitable for detecting the UV-C region around 230 nm and ideal for UV sensors. However, device development is hindered by challenges such as long photo rising times, leakage currents, and issues with visible blindness. These problems are closely related to defects within the material, necessitating defect analysis for effective solutions. In this study, we fabricated Ga₂O₃ Schottky Barrier Diodes (SBDs) and analyzed the trap distribution, carrier recombination, and their effects on leakage current using Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS). DLTS measurements confirmed the presence of E1 and E2 defects, with the E2 defect particularly contributing to issues with visible blindness. We identified that this defect originated from unintended pre-reactions during the Hydride Vapor Phase Epitaxy (HVPE) process. By suppressing this defect, we developed a device exhibiting excellent visible blindness and improved performance. This work provides critical insights into the defect structures affecting α -Ga₂O₃-based photodetectors and demonstrates a pathway to enhance their performance for practical applications in UV sensing.

Keywords: DLTS, α -Ga₂O₃, leakage currents, Schottky Barrier Diodes

금속-산화물 박막을 활용한 내구성 향상된 스마트 윈도우용 전기변색(EC)소자 제작

박재성[†]

구미전자정보기술원
(jspark@geri.re.kr[†])

본 연구에서는 금속-산화물 박막을 활용하여 내구성이 향상된 스마트 윈도우용 전기변색(EC) 소자를 제작하고, 이에 대한 실험 결과를 제시하였다. 본 연구의 전기변색 소자는 OMO(산화물-금속-산화물) 다층박막 구조로 설계하였으며, 각 박막은 전도성 산화물 및 금속 층으로 구성되어 있다. 다층박막의 주요 역할은 전기변색 bus 전극과 전도성 산화물 간의 상대적 고저항을 조절하여, 전기변색 및 탈색 과정에서 발생할 수 있는 불균일 현상을 효과적으로 제어하는 것이다.

실험 과정에서는 먼저 OMO 구조의 박막을 물리적 기상 증착(PVD) 방법 중 하나인 플라즈마 스퍼터링(Plasma Sputtering) 기법을 통해 제작하였다. 제작된 박막의 두께, 조성, 그리고 미세구조는 X선 회절(XRD) 및 주사 전자 현미경(SEM)을 이용하여 분석하였다. 전기변색 성능 평가는 전기화학적 방법으로 진행되었으며, 전극과 전해질의 인터페이스에서 전류-전압 특성을 측정하여 각 전기변색 단계에서의 반응 속도와 균일성을 평가하였다.

이와 함께, 각 박막의 전기적 특성을 향상시키기 위해 금속 전극의 두께 및 재료 조성을 최적화하였다. 이 과정에서 다양한 금속을 사용하여 전극의 전도성을 평가하였으며, 최적의 전극 구조를 도출하였다. 실험 결과, 제안된 OMO 다층박막 구조가 전기변색 특성을 안정적으로 유지하며, 장기적인 내구성을 확보하는 데 기여함을 확인하였다. 특히, 전기변색 과정에서의 불균일 현상이 크게 개선되었고, 이는 스마트 윈도우 기술의 상용화에 있어 중요한 기초 자료가 될 것으로 기대된다.

Acknowledgment

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “이차전지 양극 소재 산업육성 거점센터 구축 지원”(과제번호 P0024821)수행된 연구결과입니다.

Keywords: 전기변색, 다층박막, Nb₂O₅-Ag-Nb₂O₅, FTO-Ag-FTO

Impact of passivation layers on the electrical and optical properties of AlGaInP-based red micro-LEDs

김상범¹, 이인환^{1,2†}, 김태환²

¹고려대학교 반도체시스템공학과; ²고려대학교 신소재공학과
(ihlee@korea.ac.kr[†])

Microscale light-emitting diodes (μ -LEDs) are widely employed in advancing next-generation solid-state display technology. However, the damage on the sidewalls of μ -LEDs is inevitable as the pixel size decreases which leads to a severe decline in μ -LED performance because of an increased proportion of sidewall to the emissive surface area. In this study, we fabricate AlGaInP red μ -LEDs of distinct pixel sizes ($20 \times 20 \mu\text{m}^2$, $50 \times 50 \mu\text{m}^2$, and $100 \times 100 \mu\text{m}^2$) to investigate the influence of different types of passivation materials on enhancing the μ -LED performance. Three different passivation materials such as SiO_2 , Al_2O_3 , and Si_3N_4 are utilized to explore the improvement of μ -LED performance. Among them, the μ -LED ($20 \times 20 \mu\text{m}^2$) with Al_2O_3 passivation displays a 140% higher optical output power compared to bare μ -LEDs. Similarly, the current density of the μ -LED with the Al_2O_3 passivation improved by $\sim 215\%$ and $\sim 495\%$ at 5 V compared to the μ -LEDs passivated with SiO_2 and Si_3N_4 . Indeed, the higher ratio of Ga/Al-O bond formation at the sidewall/passivation interface is accountable for recovering μ -LEDs performance by reducing the dangling bonds at the sidewalls. Thus, an effective passivation layer can enhance its μ -LED performance by regulating the non-radiative surface defects at the sidewalls suitable for fabricating next-generation high-resolution μ -LEDs.

Keywords: AlGaInP, μ -LED, sidewall passivation, internal quantum efficiency, non-radiative recombination

Enhanced horizontal alignment of InGaN/GaN nanorod LEDs using insulator-based dielectrophoresis

조영훈, 이인환[†]

고려대학교 반도체시스템공학과
(ihlee@korea.ac.kr[†])

QNED (Quantum Nano-Emitting Diode)는 GaN nanorod LED를 청색 발광원으로 이용하고 퀀텀닷을 녹색과 적색을 발광하는 광변환 소재로 적용하는 자발광 디스플레이로서, OLED와 비교하여 장수명과 고휘도, 저전력소비, 번인 제거 등의 장점을 보유하고 있다. 또한, GaN nanorod LED는 LED의 크기가 작아지면서 자율곡면 발광원의 구현이 가능하여 고효율, 고해상도, 디자인 자유도가 필요한 응용분야(초대형 플렉시블 디스플레이, AR/VR, 미래자동차 자율곡면 조명 및 웨어러블 기기)에 적용될 것으로 기대된다.

나노로드 LED를 정렬할 때 사용되는 DEP는 구조에 따라 electrode-based dielectrophoresis (eDEP)와 insulator-based dielectrophoresis (iDEP)로 구분할 수 있으며, eDEP는 전극과 용매가 직접 접촉하는 구조로 용매에 의해 전극 사이에 전류가 흐르면서 전극이 손상되거나 전기적 단락이 발생할 수 있다. 또한, 전극에서 발생한 전기장으로 인해 전극 패턴 사이에만 정렬되는 것이 아니라 전극 패턴 위에도 나노로드 LED가 정렬될 수 있다. iDEP는 전극과 용매 사이에 절연층을 형성하여 전극의 손상을 방지하고 국소적으로 전기장을 형성할 수 있어 정렬수율을 향상시킬 수 있다.

Keywords: light-emitting diodes, nanorod, insulator-based dielectrophoresis

Exploring Thermoluminescent Characteristics and Developing Light Tracers with Na+Dy Co-doped MgB4O7

Youngseung Choi¹, Jinu Park¹, Nakyung Kim¹, Jaehyuk Koh¹, Jiwoon Choi¹, Yang Sung Jin², Go Ji Seong²,
Byungha Shin^{1†}, Sanghyuk Ryu¹, Chaeyoun Kim¹

¹Korea Advanced Institute of Science and Technology; ²풍산방산기술연구원
(byungha@kaist.ac.kr[†])

Tracers are projectiles that emit light from their rear, allowing the shooter to visually track the flight path by using the bright light produced by the combustion of the propellant. This feature helps both the shooter and their allies to accurately and quickly hit the target. Conventional tracers are composed of an oxidizer, a metal component, and an organic propellant, which, after ignition, can leave combustion residues that contaminate the barrel and potentially cause firearm malfunctions during extended use. To address this issue, there is a need to develop non-combustion-based luminescent materials, such as thermoluminescent (TL) materials, which harness the heat from the propellant. Upon bullet ejection, the high temperature and pressure conditions necessitate technology to protect and securely attach the TL material to the bullet. This study focuses on enhancing the brightness of Dy+Na co-doped MgB4O7 TL phosphors synthesized via solid-state reaction and effectively attaching them to projectiles. X-ray diffraction confirmed that the crystal structure of the synthesized samples matched the standard MgB4O7 pattern. By optimizing the ratio of Dy to Na and adjusting the gamma-ray dose, the Dy+Na co-doped MgB4O7 phosphors achieved a maximum luminance of 370 cd/m² at 500°C, measured using a luminance colorimeter. This TL material can be pressed into shape with KBr powder under high pressure and integrated into various projectiles. To accommodate the TL material without changing the bullet's design, a new container was designed and affixed to securely house the material.

Keywords: 열발광 물질, MgB4O7

Determination of Mechanoluminescence Properties of Eu+Dy co-doped SrAl_2O_4 for Application of Light Tracer

박성주¹, 최영승¹, 박진우¹, 박서연¹, 양성진², 고지성², 신병하^{1†}

¹한국과학기술원(KAIST) 신소재공학과; ²풍산 방산기술연구원
(byungha@kaist.ac.kr[†])

'Tracers' are projectiles that emit bright light from the rear, allowing shooters to observe and correct the trajectory in low-light conditions such as nighttime or bad weather conditions. The conventional tracers induce pyrotechnic luminescence through the combustion of tracer compounds, which are composed of oxidizing agent, a raw metal, and an organic propellants. However, the combustion process of the tracers can lead to barrel contamination and having a fire risk. Therefore, it is necessary to develop a non-combustion form of luminous material, known as 'Mechanoluminescence' (ML), which uses the high-pressure generated by the propellant.

This research focuses on increasing the luminosity of Eu+Dy co-doped SrAl_2O_4 ML materials synthesized through high-temperature solid-state reaction. The crystal structures of the samples were determined by X-ray Diffraction (XRD) and Photoluminescence (PL) measurement, which matched the standard pattern of SrAl_2O_4 . Eu+Dy co-doped SrAl_2O_4 exhibits ML under impact for a very short period, and shows the phosphorescence illumination for a long duration. This ML material can be molded into various designs using PDMS and a hardener.

Keywords: Light Tracer, Mechanoluminescence, phosphorescence

Development of Multilayer Transparent Conductive Films for Fiber-Based QLEDs

이경희, 김민지, 현솔미, 박소영, 신동욱[†]

NMDL of Hanbat National University
(dwshin@hanbat.ac.kr[†])

Fiber-based QLEDs are gaining significant attention for their potential applications in wearable electronics and smart textiles. However, it is technically challenging to maintain transparency, conductivity, and mechanical properties of transparent electrodes deposited on fiber substrates for reliability and durability, making practical application difficult. Traditional ITO poses limitations due to its brittleness, making it unsuitable for fiber substrates.

To overcome these challenges, we developed a new transparent conductive film (TCF) composed of a ZnS/Ag/ZnS multilayer (layer-by-layer) structure and applied it to fiber-based QLEDs. The TCF was deposited in sequence using an electron-beam evaporation method. As a result, the film maintained low sheet resistance and high optical transmittance, during demonstrating excellent mechanical strength with minimal resistance change even after repeated bending cycles.

Fiber QLEDs were successfully fabricated on the TCF and showed outstanding performance and durability under mechanical stress. This study suggests that the ZnS/Ag/ZnS TCF has the potential to replace traditional ITO, making a significant contribution to the development of next-generation wearable and fiber-based electronic devices.

Acknowledgment

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(RS-2023-00250816)

Keywords: Transparent Conductive Film, multilayer, Fiber QLEDs, Sheet resistance, Wearable

전도성 고분자 전극 기반 전기변색 소자의 구현 및 특성 최적화

전상민¹, Yulia Shara br Sembiring¹, XIA HAICHENG², CHEN YONGZAN²,
김정하¹, 이장혁¹, 김민성¹, 이수인¹, 백시원¹, 김용현^{1†}

¹국립부경대학교 스마트그린기술융합공학과; ²국립부경대학교 물리학과
(yhkim113@pknu.ac.kr[†])

전기변색 소자는 전압을 인가하면 전기화학적 반응을 통해 소자의 색상을 변화시키는 특성을 가지고 있으며, 작은 전력으로도 쉽게 상태를 유지할 수 있다. 또한, 빛의 투과율을 조절하여 에너지를 절감하고, 사용자에게 맞춤형 시각적 환경을 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 투명 상태와 착색 상태를 자유롭게 전환할 수 있어 스마트 윈도우나 웨어러블 기기, 정보 디스플레이와 같은 분야에서 친환경적이고 에너지 효율적인 기술로써 각광받고 있다.

기존 전기변색 소자에서 주로 사용되는 ITO (Indium Tin Oxide) 전극은 높은 전기전도성과 투과도를 가지고 있어 전기변색 소자에서 사용되기 적합한 소재이지만, 높은 비용으로 인해 대면적, 대량 생산시에 가격이 부담된다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해, 한쪽 전극은 ITO를 사용하여 높은 전기전도성과 투과도를 가지게 하면서, 반대 쪽 전극은 전도성 고분자 PEDOT:PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate)를 활용하여 전극과 전기변색 물질의 역할을 동시에 수행 하여 소자의 구조를 단순화하고 제조 비용을 절감하는 새로운 접근을 시도하였다.

본 실험에서는 PET기판 위에 PEDOT:PSS층의 두께를 최적화 하는 과정을 거쳐 전극의 전기적 및 광학적 성능을 극대화 하였으며, 다양한 전해질을 사용하여 이온 전도성과 전기변색 성능을 비교하였다. 각각 전해질 조합이 소자의 응답 속도, 착색과 표백 사이의 투과도 차이, 그리고 반복 사용 시 안정성에 미치는 영향 등을 분석하였고, 결과적으로 최적화된 PEDOT:PSS의 두께와 적합한 전해질을 사용한 전기변색 소자는 양쪽 모두 ITO 전극을 사용했을 때와 견줄 만한 성능을 나타냈다. 이는 응답 속도와 전기변색 효율 측면에서 기존의 ITO 기반 소자와 유사한 성능을 보여주었으며, 구조를 단순화하고 비용을 절감함으로써, 대량 생산 및 대면적 공정에도 유리한 조건을 마련할 수 있을 것이다.

Acknowledgment

이 논문은 2024학년도 국립부경대학교 국립대학육성사업 지원비(PhiNX보호학문차세대 육성)에 의하여 연구되었음.

Keywords: 전기변색 소자, 전도성 고분자, PEDOT:PSS

Optical Characteristics of Thermally Tunable Chiral Liquid Crystals within Chiral Polymer Templates

Wontae Jung, Seungmin Nam, Chaeyeong Yun, Jung Woo Park, Su Seok Choi[†]

POSTECH
(choiss@postech.ac.kr[†])

Chiral liquid crystals (CLCs) can reflect light at an incident wavelength that coincides with a periodicity of the helix because of their self-organized, helical supramolecular structure. The photonic bandgap (PBG), which is the selective reflection band of CLCs, can be tuned upon stimuli such as heat, electricity, and mechanical deformation. Remarkably, chiral polymer template (CPT) is a kind of polymer scaffold that may transfer optical properties of CLCs' periodic helical structure to other media. The refilled mixture molecules take on the helical structural arrangement of the CPTs when LCs or optically isotropic materials infiltrate the polymer network of the CPTs. There are numerous photonic applications that have made use of the so-called "memory effect" of the CPTs, such as optical filters, laser cavities, and optical sensors. However, a CPT-based device with a broad range of wavelength tunability has not yet been used, and there are few reports regarding dynamically tuning LCs or CLCs within CPTs.

In this work, we created CLC-refilled CPTs using the washing-out/refilling procedure. We optimized the process parameters so that the refilled CLCs could be readily adjusted to changes in temperature. As a result, the anchoring force of the polymer network was greatly affected by the UV irradiation and monomer concentration conditions. The blue-shift of the refilled CLCs upon heating was verified by realizing the CPTs with a low anchoring force.

Keywords: Liquid crystals, cholesteric liquid crystals, photonic bandgaps, chiral polymer templates

Multi-Modes Optical Encryption using Wavelength and Polarization Tunable Chiral Liquid Crystals

윤채영, 남승민, 김혜린, 정원태, 최수석[†]

POSTECH
(choiss@postech.ac.kr[†])

As communication technologies continue to advance, protecting information against counterfeiting and ensuring secure anonymization have become critical challenges. Consequently, there has been a growing demand for advanced anti-counterfeiting solutions using encoding and decoding techniques. Especially, optical encryption has attracted significant attention due to its capacity for parallel processing of image data. Conventional optical encryption primarily encodes information using visible wavelengths and light intensity, which imposes limitations on both the level of confidentiality and the volume of storable data. Alternatively, the dynamic control of wavelength and polarization of light—decipherable only with optical films such as waveplates and polarizers—offers an additional layer of security and enhances the potential for high-density data storage. Chiral liquid crystals (CLCs), a unique class of self-assembling structural color materials, are known for their tunable optical properties and ability to reflect circularly polarized light that matches their handedness, making them ideal for sophisticated light-based encryption technologies.

In this study, we propose a multi-level encryption device based on polymer-stabilized thermally tunable CLCs, which encodes information using both wavelength and polarization of light. The phase transition of CLCs employed to achieve reversible switching between visible and concealed data states, and optical encoding with circular polarization selectivity further enhance the security and versatility of optical encryption systems.

Keywords: Optical encryption, Thermochromic chiral liquid crystals, liquid crystal, Phase transition, Circular polarization selectivity

Enhancing Perovskite Devices with PVP and PMMA Polymers

이동욱, 이채원, 안지혜, 김민[†]

전북대학교 화학공학부
(minkim@jbnu.ac.kr[†])

Perovskite is receiving significant attention as a next-generation energy source, particularly in the fields of photodetectors and solar cells, due to its excellent optoelectronic properties. However, the introduction of polymers is essential to further enhance efficiency and stability. In this study, we improved the performance of perovskite films by incorporating PVP (polyvinylpyrrolidone) and PMMA (poly(methyl methacrylate)) mixed with an anti-solvent. This resulted in a reduction of dark current and an increase in open-circuit voltage (Voc). Additionally, XPS, UPS, SEM, SCLC, XRD, and Mott-Schottky analyses were conducted to precisely investigate the effects of the polymers on the electrical and structural properties of the perovskite films. This research provides valuable insights into improving the performance of photodetectors and solar cells.

Keywords: Perovskite, Solar cell, Photodetector, Polymer

Advancing WLED and Display Technologies: Superior Performance through Aerosol-Assisted Quantum Dot Deposition

이유준, 김성훈[†]

동의대학교
(hoon@deu.ac.kr[†])

Light-emitting diodes (LEDs) possess Various advantages over conventional light sources such as incandescent and fluorescent lamps, including high luminous efficiency, long operational lifespan, environmental friendliness, and flexible applications. Due to these benefits, LEDs have recently secured a leading position in general lightings.

However, white LEDs (WLEDs) that utilize YAG³⁺ phosphor typically struggle to achieve high color rendering index (CRI) due to insufficient emission in the cyan and red regions of the spectrum. Additionally, current LED-based displays often employ quantum dot (QD) enhanced films, which require a significant quantity of QDs.

To overcome these challenges, we propose the use of Aerosol-Assisted Deposition for the direct and double-sided coating of high-density, uniform QD layers. This method is particularly effective for improving the spectral properties of WLED lightings and the performance of display technologies.

For WLEDs that exhibit insufficient cyan and red emissions, we address the challenge of achieving high CRI by depositing red and cyan QDs on both sides of a phosphor-in-glass (PIG) configuration. By using the PIG form, it has better thermal stability than the film made using a transparent resin, and the CRI limit of the yellow phosphor was secured by QD double-sided deposition. This approach significantly enhances the optical performance, resulting in a luminous efficacy of 77 lm/W, a CRI of 96.8, and a correlated color temperature (CCT) of 4902 K.

In display applications, we developed a mixed LED structure by depositing green QDs onto glass substrates and integrating them with blue LEDs and a resin mixed with KSF (K₂SiF₆⁴⁺) phosphor. This configuration achieved a color gamut of 90.8% REC.2020.

Keywords: Aerosol-assisted deposition, Quantum dot, White LED, Display, Lighting

Pt Nanoparticle Exsolution on Halide Perovskites for Advanced Gas Sensing

Il-Doo Kim[†], Jiwoong Han, Sungyoon Woo

Department of Materials Science and Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)
(idkim@kaist.ac.kr[†])

Halide perovskites are emerging as highly promising materials for technologies such as solar cells, light-emitting diodes (LEDs), photodetectors, lasers, and X-ray scintillators. Despite their potential, the exsolution of noble metal nanoparticles from halide perovskites remains largely unexplored, and their application in gas sensing is still in its infancy. Most research has concentrated on organic-inorganic hybrids and lead (Pb)-based all-inorganic perovskites, with the latter's toxicity posing significant limitations. In this study, we introduce a lead-free alternative by synthesizing and characterizing Cs_2AgI_3 (CAI) and Pt-doped Cs_2AgI_3 (Pt-CAI) via a facile ball milling method. Our results demonstrate the successful synthesis of both materials, with Pt-doped CAI showing a marked increase in UV-Vis absorbance at wavelengths around 400 nm and 550 nm compared to pristine CAI. This enhanced photoactivity suggests that Pt-exsolved CAI could be effective not only in photonic applications but also as a photoactivated gas sensor at room temperature. Additionally, the robust thermal stability of these materials up to 600°C paves the way for further investigations, such as the controlled exsolution of Pt nanoparticles, which could significantly enhance the catalytic properties of the material, making it highly suitable for advanced gas sensing applications.

Keywords: Exsolution, Halide perovskites, Photoactivity, Gas sensors

P-237

Hierarchical Self-Assembly of Thickness-Varied Block Copolymer Thin Films to Control Nanodomain Orientations Inside Bare Silicon Trenches

Bong Hoon Kim[†]

Department of Robotics and Mechatronics Engineering, DGIST
(bonghoonkim@gmail.com[†])

We investigate the orientation and arrangement of nanodomains in a thickness-modulated lamellar block copolymer (BCP) thin film across different thickness regions within topological nano/micropatterns on bare silicon wafers without chemical pretreatment. By precisely controlling the thickness gradient of the BCP thin film and the width of the bare silicon trench, we demonstrate: (i) perfectly oriented lamellar nanodomains, (ii) pseudocylindrical nanopatterns formed as periodically aligned defects from the lamellar BCP thin film, and (iii) half-cylindrical nanostructure arrays generated by trench sidewalls through the strong preferential wetting of the PMMA block in the BCP. Our approach is simple and efficient, offering the ability to fabricate diverse nanopatterns simultaneously, in contrast to conventional BCP lithography, which typically requires chemical pretreatments such as polymer brushes or self-assembled monolayers (SAMs). This self-assembly nanopatterning technique can be applied to energy and biodevices that require varied nanopatterns on a single device, as well as next-generation nanofabrication processes aimed at reducing fabrication steps and lowering production costs.

Keywords: Direct Self-assembly, Block Copolymers, Thickness gradient

Advanced Field-Effect Transistors Utilizing Partially Suspended 2D Materials Through Block Copolymer Lithography

Miseon Lee, Janghun Ko, Bong Hoon Kim[†]

Department of Robotics and Mechatronics Engineering, DGIST
(bonghoonkim@dgist.ac.kr[†])

While two-dimensional (2D) materials hold significant promise for next-generation electronic devices, numerous challenges must be addressed for their practical application. One major hurdle is the substrate effect, which directly influences device performance. The large interfacial area and strong interactions between 2D materials and the substrate can severely degrade the device performance. Although various top-down approaches have been proposed to mitigate this issue, they often involve complex fabrication processes, high production costs, or poor mechanical properties. In this study, we introduce partially suspended 2D material-based field-effect transistors (FETs) fabricated using block copolymer (BCP) lithography, effectively minimizing the substrate effect in 2D electronic devices. Nanopatterned holes with diameters ranging from 31 to 43 nm were achieved via BCP self-assembly, allowing for precise investigation of the interaction mechanisms between the active 2D materials and the substrate through performance measurements at different feature sizes. This versatile nanopatterning strategy offers a scalable approach for the fabrication of high-performance electronic, optoelectronic, and energy devices based on 2D materials.

Keywords: block copolymer lithography, nanopatterning, self-assembly

P-239

Block Copolymer Thin Film Self-Assembly Guided by Temporary Thickness Gradients

고장훈¹, 김봉훈^{1†}, 진형민^{2†}

¹대구경북과학기술원 로봇및기계전자공학과; ²충남대학교 유기재료공학과
(bonghoonkim@gmail.com[†]; hyeongmin@cnu.ac.kr[†])

This research introduces a novel approach to fabricating highly aligned lamellar nanostructures over a millimeter-scale area. The method involves guiding the self-assembly of block copolymer (BCP) thin films using a temporary micropattern with a thickness gradient, followed by a simple two-step thermal annealing process. In the first thermal step, the BCP nanostructures are directed through a process known as "geometric anchoring" within the regions featuring a thickness gradient. The second annealing step reduces the height gradient of the micropattern, flattening it, which creates shear stress due to the thermal relief. This stress leads to the expansion of the BCP nanostructure grain size, resulting in a well-aligned lamellar pattern across the entire surface. The formation of periodic nanostructures over a large area was verified using grazing-incidence small-angle x-ray scattering (GISAXS). This innovative method allows for the cost-effective and scalable production of highly aligned nanostructures through a simple thermal imprinting technique combined with a two-step heat treatment process.

Keywords: Block Copolymer, Nanolithography, Nanopatterning

3D 프린팅을 이용한 다축 정렬 에어갭 구조 유전체 기반 유연 정전용량식 압력센서 개발

양영진, 김수완, 박성현, 김현범, 고정범[†]

한국생산기술연구원 청정에너지전환그룹
(no1kori@kitech.re.kr[†])

유연한 압력 센서는 감도와 압력 반응 범위를 모두 갖춘 웨어러블 전자 기기로서의 잠재적 응용 분야로 상당한 주목을 받고 있습니다. 표면 미세 구조를 도입하면 감도를 효과적으로 향상시킬 수 있지만, 압축 가능한 구조의 제한된 부피로 인해 압력 응답 범위가 제한됩니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 3D 프린팅 기술을 사용하여 간단한 방법으로 제조되는 정렬된 공극 구조를 제안하고 구현하였습니다. 이 구조는 정밀하게 정렬된 3축의 공극 구조로 설계되어 압력 하에서 높은 변형성을 제공합니다. 이러한 설계로 인해 압력 반응 범위가 크게 확장되고 감도가 향상되었습니다. 이 연구는 유전체의 압축성과 안정성에 영향을 미치는 구조의 주요 매개변수(축, 기공, 기공 각도 별)를 분석하였습니다. 그 결과, 3D 프린팅을 이용한 Alignment airgap 구조의 정전용량형 압력센서는 광범위한 작동 압력 범위(1Pa~500kPa), 빠른 응답 시간(100ms), 낮은 압력 감지한계(50Pa) 기존 bulk 구조 대비 약 20배 향상된 센서 감도(~100kPa 범위에서 $\approx 0.019\text{kPa}^{-1}$) 등의 특징을 보여줍니다. 또한, 웨어러블 센서의 응용을 위해 발바닥 압력 모니터링을 진행하였으며 발바닥의 압력을 감지하는 웨어러블 장치로 우수한 성능을 보여주었습니다. 이 연구 결과는 3D 프린팅 제도가 기존의 센서 생산 공정을 대체할 수 있는 잠재적 적용 가능성이 입증되었습니다.

Keywords: capacitive pressure sensor, 3D Printing materials, alignment airgap dielectric, flexible sensor

P-241

NO2 MEMS TYPE GAS SENSOR BASED ON MICRO-HEATER USING INKJET PRINTING METHOD

문승언[†], 김정훈

한국전자통신연구원
(semoon@etri.re.kr[†])

A micro-electro-mechanical-system (MEMS)-based NO₂ gas sensor was fabricated and characterized by using metal oxide powders for the Internet of Things (IoT) monitoring system. The implementation process was fully compatible with the standard 6-inch 0.8- μ m complementary metal oxide semiconductor (CMOS) process for mass-production, resulting in the simple 5-photomask process. NO₂ gas sensor had a sensitivity of 83 at 1 ppm. Furthermore, a power consumption of 15 mW in the normal operation mode was achieved with a MEMS-based micro-heater, showing that the preliminary result can be applied for IoT applications operating at low power.

Keywords: NO₂, MEMS, GAS SENSOR

Preparation of Inorganic Nanopowders with Enhanced Physical and Chemical Properties via Cation Implantation Technology

Min Young Kim, Lee Kyu Hyung[†]

Yonsei University
(khlee2018@yonsei.ac.kr[†])

Nanoscale defect structures on material surfaces have garnered significant attention due to their diverse chemical and physical properties. However, limitations such as low stability and poor reproducibility of these nanostructures have hindered their application in advanced electronic devices through defect control. In this study, we demonstrate that the highly activated electron transfer from nanogaps (NGs) enhances sensitivity and accelerates depletion region formation, effectively purifying porous ZnO (P-ZnO) sheets for NO₂ gas sensor applications. NGs with an approximate width of 2.2 nm, oriented along the (100) plane of P-ZnO sheets, along with a 12% increase in surface oxygen vacancies (V_O), were achieved through Li-ion implantation via a lithiation process. The resulting electron-doped ZnO with NGs exhibited a reduced work function and an elevated Fermi level (E_F) compared to pristine ZnO. This enhancement significantly accelerates the interaction between NO₂ gas and ZnO, resulting in ultrafast recovery times (~16 s) and a low detection limit (~4 ppb) at 150°C for NG-P-ZnO-based sensors. The creation of NGs via Li-ion implantation with high stability offers a promising new strategy for enhancing the electrochemical reactivity of semiconducting metal oxides, surpassing the performance achieved through traditional material engineering techniques such as size, shape, and dimension control.

Keywords: Li-ion implantation, Porous ZnO nanosheet, Electron transfer, Gas sensor

Development of high-performance chemiresistive sensors based on understanding the metal-support modifying effect on selectivity and activity

백종원, 김일두[†]

Department of Materials Science and Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology
(idkim@kaist.ac.kr[†])

In general, the presence of specific gas molecules in the environment, which are generated by various physical, chemical, or biological processes, can be used to report various natural and/or artificial phenomena. For rapid and accurate detection of target gas molecules, it is widely accepted that chemiresistive type gas sensors based on semiconducting metal oxides (SMOs) are especially effective due to their high levels of sensitivity and low limits of detection. For accurate detection, it can be enabled by noble metal catalysts loading on metal oxide sensing layers which can induce specific target gas interaction improving the sensitivity and selectivity. However, understanding the gas selectivity mechanism of SMOs-based sensors remains the hurdles that should be overcome since the surface-adsorbed oxygen species (O_2^- , O^- , and O^{2-}) on SMOs can react with any gas species. In this regard, we propose an understanding the modifying effect of oxide sensing layers on gas selectivity. Herein, Pt nanoparticles (NPs) on the surfaces of electrospun SMO nanofibers (SnO_2 , WO_3 , and In_2O_3 NFs) were prepared using the electrospinning and the intense pulsed light (IPL) process. After IPL treatment, we confirmed that the Pt NPs are successfully decorated on the surfaces of SnO_2 , WO_3 , and In_2O_3 NFs. In addition, the SnO_2 , WO_3 , and In_2O_3 NFs whose intrinsic surface properties have been modified by the introduction of Pt NPs, exhibited not only the enhancement in their sensor sensitivity, but also a distinct improvement in their selectivity. The Pt NPs decorated SnO_2 , WO_3 , and In_2O_3 NFs sensors showed a selectivity toward CH_3COCH_3 (acetone), H_2S (hydrogen sulfide), and $HCHO$ (formaldehyde), respectively. This proposed study can give new insights and directions for understanding of the gas selectivity and the enhanced sensing performance of SMO-based chemiresistive gas sensors.

Keywords: Metal oxides, Pt nanoparticle, Gas selectivity, Chemiresistive sensor

Stable lattice oxygen evolution reactions in bismuth cerium oxyhydroxide electrocatalyst

Seunghwan Jo, Gwon Seong Hyeok, Jung Inn Sohn[†]

Department of Physics, Dongguk University, Seoul 04620, Republic of Korea
(junginn.sohn@dongguk.edu[†])

The lattice oxygen participating oxygen evolution reaction offers an efficient pathway for electrochemical energy storage and conversion devices. However, the high efficiency of the lattice oxygen mechanism is compromised by the low electrochemical stability resulting from surface oxygen loss and structural degradation. This work elaborates on the oxygen nonbonding state for stable lattice oxygen evolution in alkaline electrolytes and anion exchange membrane water electrolyzers. The reduction potential difference between bismuth and cerium generates an abundant oxygen nonbonding state in the oxygen neighboring partially reduced bismuth metal nanoparticles. The oxygen nonbonding state plays the reaction center as the valence state of bismuth elevates during the oxygen evolution reaction. Whereas oxophilic cerium stabilizes the active metal-oxygen moiety against oxidative elution. Owing to the synergistic effect of bismuth and cerium, the lattice oxygen mechanism-based water electrolysis is stabilized over 500 h and 100 h in alkaline media and anion exchange membrane water electrolyzer.

Keywords: water electrolysis, electrocatalyst, oxygen evolution reaction, lattice oxygen mechanism, oxygen nonbonding state

이온 빔 조사를 통한 그래핀 수소 가스 센서 표면 개질

서준혁, 전기완, 여순목[†]

한국원자력연구원 양성자과학연구단 입자빔이용연구부
(sunmog@kaeri.re.kr[†])

Graphene, MoS₂, WSe₂ 등의 2D-material은 본질적으로 수소 기체를 감지할 수 있는 능력을 가지고 있는 것으로 알려져 있습니다. 특히 Graphene의 감지 특성에 대한 많은 연구가 이루어졌습니다. Graphene의 수소 감지 능력을 향상시키는 효과적인 방법 중 하나는 Graphene 표면에 defect를 형성하는 것입니다. 이온 빔 조사는 이러한 defect를 생성하는 방법 중 하나로, 이온 빔 조사 매개변수를 조절함으로써 원하는 양의 defect를 Graphene 표면에 형성할 수 있습니다.

본 연구에서는 Graphene의 수소 감지 능력을 극대화하기 위해 이온 빔 조사 Parameter를 적절히 조절하여 그래핀의 수소 감지 향상 조건을 연구했습니다. deuteron, Hydrogen, Krypton 등의 이온을 사용하였으며, 조사 에너지는 20 keV에서 160 keV 사이의 범위, 조사량은 $1 \times 10^{12} \text{ \#}/\text{cm}^2$ 에서 $1 \times 10^{15} \text{ \#}/\text{cm}^2$ 범위에서 변화를 주었습니다. 그 결과, Hydrogen 이온을 160keV의 에너지로 $1 \times 10^{14} \text{ \#}/\text{cm}^2$ Dose를 조사했을 때 저항 변화율은 3%에 그쳤던 반면, Deuteron 이온을 120 keV 에너지로 $1 \times 10^{14} \text{ \#}/\text{cm}^2$ 의 Deuteron 이온을 조사했을 때 55%의 높은 저항 변화율을 확인할 수 있었습니다. 이러한 데이터를 바탕으로, 그래핀의 수소 감지 민감도를 최대화할 수 있는 이온 빔 조사 조건에 대해 논의합니다.

Keywords: Graphene, Hydrogen, Gas Sensor, ion Beam, defect

All-in-one Three Electrode System for Real-time In Vivo Detection of Dopamine

하정대¹, 장경인^{1†}, 정한희^{2†}

¹대구경북과학기술원 로봇및기계전자공학과; ²한남대학교 정보통신공학과
(kijang@dgist.ac.kr[†]; hanheejung18@hnu.kr[†])

Accurately monitoring dopamine (DA) levels is crucial for gaining critical insights into brain mechanisms and developing treatments for neurological disorders, as dysregulation of DA is linked to conditions such as Parkinson's Disease (PD), schizophrenia, and substance dependency. This study presents a novel approach through the development of a Multi-Deformable Double-sided (MDD) DA-sensing probe, which integrates three electrodes—working, reference, and counter—into a single platform, allowing precise, real-time detection of DA fluctuations. The probe is distinguished by its enzyme-anchored 3D nanostructures on the working electrode, significantly improving sensitivity and specificity in DA detection. The electrodes feature a flexible serpentine design, engineered to absorb various deformations and minimize stress, enhancing both durability and reliability. Rigorous experimental and computational analyses reveal a significant reduction in electrode stress. Successfully implanted in rodent brains, the MDD DA-sensing probe facilitates continuous, in vivo monitoring of DA concentrations. Notably, it has been used to track DA fluctuations in hemi-PD model mice before and after L-DOPA treatment. This versatile, implantable probe holds significant promise for both research and therapeutic applications in neurodegenerative disorders, enabling precise monitoring of DA dynamics with minimal disruption to brain tissue.

Keywords: Key words : Neural probe, Parkinson's disease, Dopamin sensing, Double-sided, Deformable

P-247

Continuous Glucose Monitoring(CGM) System for Long-term Use Utilizing a Protective Layer

유태상, 장경인[†]대구경북과학기술원
(kijang@dgist.ac.kr[†])

Metabolic disorders, including diabetes, are often chronic and focus more on diagnosis and management rather than complete eradication. Advances in science and technology have led to the development of various techniques to measure biomarkers for diagnosing and treating these conditions. Additionally, these technologies have facilitated the development of personalized medical solutions. This study presents a continuous glucose monitoring (CGM) system designed for long-term use in diagnosing and managing diabetes, a major metabolic disorder.

This study presents a long-term glucose sensor and integrated system, extending the CGM usage period to about one month compared to the current 15-day systems. This advancement can potentially make CGM more affordable and widespread, promoting personalized glucose management. The extended use period reduces the need for frequent sensor replacements, thus lowering overall costs and improving convenience for patients. This innovation holds promise for enhancing the quality of life for individuals managing diabetes and could lead to better health outcomes through more consistent and accurate glucose monitoring.

Keywords: Glucose, CGM, implantable device

전기로 슬래그 포밍 내 가스 정량화를 통한 가탄재 최적화 연구

박준혁¹, 안호주¹, 조진우¹, 박재형¹, 허성¹, 이종원¹, 박노근^{1†}, 이은진², 박미숙², 김효민²

¹영남대학교 신소재공학부; ²머티리얼솔루션파크
(nokeun_park@yu.ac.kr[†])

최근 2050 탄소 중립 실현 및 온실가스 저감을 위해 철강사들은 고로 조업에서 전기로 조업으로 전환 중에 있으며, 친환경 및 고효율 제품을 생산하기 위하여 전기로 조업에 관한 각종연구가 활발히 진행되고 있다. 그중 전기로 슬래그 포밍은 용강의 생산량 및 고품질의 철을 생하는데 필수적인 요소로써 보고 되고 있다. 이에 효율적인 전기로 생산을 위하여 폐플라스틱을 이용한 친환경 가탄재 슬래그 포밍 연구를 수행해왔다.

과거 연구를 통하여 코크스와 폐플라스틱을 각각 분석하였을 때, 폐플라스틱이 코크스의 에너지 열적 자원으로써의 대체 가능성을 확인하였다. 뿐만 아니라 일부 코크스를 폐플라스틱으로 대체하였을 때, 코크스만 첨가해준 경우와 포밍 높이, 포밍 면적에서 유사한 결과가 나타났다.

따라서 본 연구에서는 폐플라스틱 첨가 여부에 따른 가스량을 정량 비교 분석하고자 가스 분석기와 QMS(Quadrupole Mass Spectrometer, QMS)를 이용하여 분석을 진행하였다. 또한, 실시간으로 생성되는 가스(CH₄, H₂, CO, CO₂)를 분석함으로써 슬래그 포밍 중 발생하는 메커니즘을 이해하고자 하였다. 각 가스 기체별 데이터의 이해를 통해 가탄재 최적화가 가능할 것으로 예상된다. 이후 EPMA(Electron Probe Micro-Analysis, EPMA) 분석을 통하여 발생 가스가 철의 탈산에 미치는 영향을 고찰하였으며, 폐플라스틱으로 가탄재를 일부 대체하였을때 발생하는 추가적인 가스가 탈산 반응에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 폐플라스틱을 활용한 친환경 가탄재는 CO₂ 발생을 저감함으로써 2050 탄소 중립 실현의 브릿지 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: 2050 탄소 중립, 전기로, 슬래그 포밍, 친환경 가탄재

Vialess heterogeneous skin patch for multimodal monitoring and stimulation

송수정, 이혁준, 장경인[†]

대구경북과학기술원
(kijang@dgist.ac.kr[†])

Wearable biomedical devices have made considerable progress, particularly in the domain of personalized healthcare for the aging population. However, the development of fully integrated systems capable of delivering complex biometric data and continuous drug administration remains a significant challenge. Conventional techniques, such as the use of via-holes, complicate the fabrication process and may result in issues such as unstable connections and fluid leakage. As an alternative, folding integration has been proposed, facilitating the construction of multilayer or double-sided devices without the need for via-holes. This approach streamlines fabrication and enhances functionality by separating rigid and flexible regions, though its application has predominantly been confined to electrical sensing and stimulation. This research introduces an innovative vialess skin patch that integrates both electrical and optical modalities for comprehensive cardiovascular monitoring and drug delivery. The system incorporates a force-electrically driven micropump, flexible PPG monitoring, ECG, and body motion tracking, with wireless data transmission enabling real-time feedback. This platform offers substantial potential for a broad range of applications, including chronic disease management and cardiovascular health monitoring.

Keywords: multi-modal device, vialess procedure, folded structure, strain-isolation, multiplexed biosensing, drug delivery, feedback operation

산업부산물에서의 마그네슘 회수에 관한 연구

조준현¹, 소승영^{3,4†}, 강지존¹, 장흥석^{2†}¹전북대학교 건축도시공학과; ²전북대학교 생리활성융합소재 혁신인재사업단;³전북대학교 건축공학과; ⁴전북대학교 건축공학과(rcit)(archiso@jbnu.ac.kr[†]; rcit@jbnu.ac.kr[†])

최근 환경 문제가 두드러짐에 따라 모든 산업에 대한 친환경적 대안 모색이 요구되어지고 있다. 그 중 시멘트 산업은 이산화탄소 발생량이 두드러지는 산업으로, 기초 소재의 변화 없이는 이러한 사회적 요구에 부응하기 어려운 실정이다. 따라서, 시멘트 산업의 온실가스 저감을 위한 기초 소재 개발 연구는 국내외적으로 활발히 연구되고 있으며, 그 중 하나로 떠오른 것이 경소마그네시아 시멘트이다. 경소마그네시아 시멘트는 산화마그네슘에 기초한 시멘트로 경화시 이산화탄소를 흡착하며 강도를 발현하는 특성을 기본 메커니즘으로 삼고 있다. 하지만, 근래에 발표된 연구 보고서와 논문에서 경소마그네시아 생산시 발생하는 이산화탄소의 양이 현재 사용 중인 석회석 기반 시멘트에 비해 이산화탄소 발생량보다 큰 것으로 나타났으며, 특정 국가에 국한된 생산지 역시 연구의 한계로 밝혀졌다.

따라서, 본 연구는 경소 마그네시아 시멘트의 기초 소재로 종래의 마그네사이트가 아닌 산업 부산물에서의 마그네슘을 회수 및 적용함으로써 대안을 제시코자 하였다. 슬래그에서의 마그네슘 회수공정으로 pH swing을 적용하여 산의 종류, 농도, 반응 시간을 변수로 하여 농축되는 마그네슘의 양을 확인하였으며, 알칼리 용액의 첨가에 따른 회수 시료를 XRD, XRF 장비를 활용하여 분석을 수행하였다.

Keywords: 마그네슘, 산업부산물, pH swing

감마선 조사 PET가 혼입된 PRC의 강도 특성

강지존¹, 조준현¹, 장흥석², 소승영^{3†}

¹전북대학교 건축도시공학과; ²전북대학교 생리활성융합소재 혁신인재양성사업단; ³전북대학교 건축공학과 (RCIT)
(archiso@jbnu.ac.kr[†])

산업의 발달로 PET를 활용한 제품이 다양한 분야에서 사용되고 있다. PET의 생산 및 소비량은 전 세계적으로 연 평균 약 6%씩 증가하는 추세이며, 그에 따라 폐기물 발생량 또한 증가하고 있다. PET 폐기물 발생량의 77% 정도가 매립되고 있으나, 고유 성질인 강한 내후성으로 인해 분해되지 못한 채 쌓여가고 있다.

따라서 다양한 방식으로 PET를 소비하려는 연구가 진행되어 왔으며, 건축 재료로의 응용 또한 그 중 하나이다. 수정 성인 시멘트 혼합물에 소수성인 PET를 혼입할 경우 일반적으로 콘크리트의 강도가 저감되는 것으로 알려져 있다. 이를 보완하기 위하여 PET에 감마선 조사를 진행하였고, 해당 재료가 혼입된 콘크리트의 강도 변화를 확인하였다.

Keywords: PET, 감마선, 콘크리트, 강도

LiCl 처리를 통한 이온전도성 하이드로겔의 성능 향상 및 웨어러블 센서 적용

김민성, 전상민, 이장혁, 이수인, 김정하, 백시원, Entifar Siti Aisyah Nurmaulia, Muhamad Junda Azizi, Nisa Aqilla Ellenahaya Entifar, 김용현[†]

국립부경대학교 스마트그린기술융합공학과
(yhkim113@pknu.ac.kr[†])

전도성 하이드로겔은 뛰어난 전기 전도성을 통해 전기 신호를 효과적으로 전달할 수 있으며, 생체적합성이 우수하여 인체에 안전하게 적용될 수 있는 재료이다. 때문에 전도성 하이드로겔은 전기, 압력, 온도뿐만 아니라 신체의 움직임까지 모니터링 할 수 있는 웨어러블 센서, 바이오 센서로서의 활용 가능성이 높다. 그러나 기계적 강도와 전도성의 불균형, 그리고 수분 손실로 인한 성능 저하와 같은 문제를 겪고 있다. 특히, 이러한 하이드로겔은 물리적 변형에 의해 전도성이 쉽게 저하되는 경향이 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해, 본 연구에서는 Hydroxypropyl methyl cellulose(HPMC), Acrylamide(AM), Ammonium persulfate(APS), N,N'-methylene bisacrylamide(MBAA)를 이용해 제작한 하이드로겔을 LiCl 용액에 담금 처리하여 이온 전도성을 향상시키는 방법을 도입했다. 이 방식으로 제작된 하이드로겔은 0%~100%까지 인장-복원 시험을 진행하였을 때, 낮은 저항과 안정적인 히스테리시스 특성을 보여주었다. 그리고 인장강도 시험에서는 1478%의 신장율을 보여주며, 최대 93kPa의 인장강도를 기록하였다. 또한 1.057 MJ/m³의 우수한 Toughness를 나타내어 기계적 성능에서도 탁월한 특성을 확인할 수 있었다.

실험 결과, 본 연구에서 개발된 하이드로겔은 기존의 문제점을 효과적으로 극복하였으며, 특히 유연성과 내구성을 갖춘 고성능 웨어러블 센서로서의 가능성을 보여주었다. 또한, 이 하이드로겔을 웨어러블 센서로 적용하여 전기 신호, 압력, 그리고 신체의 움직임 등의 신호를 성공적으로 모니터링하였다.

Keywords: 하이드로겔, 이온전도성, 웨어러블 센서

고분자 전해질 연료전지 백금 촉매의 성능 향상을 위한 코팅 공정 변수 최적화

임유진, 임희원, 김연수, 최순목[†]

한국기술교육대학교 에너지신소재공학과
(smchoi@koreatech.ac.kr[†])

고분자 전해질 연료전지(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, PEMFC)는 수소와 산소의 전기화학 반응을 통해 전기를 생성한다. 이때 전극반응의 활성화 에너지를 낮추고 반응속도를 높이는데 백금 촉매가 핵심적인 역할을 한다. 연료전지 촉매에서는 백금의 입자 크기가 작고 분산이 잘 될수록 기존 상용 촉매보다 성능이 우수하고 사용량도 줄일 수 있다. 본 연구에서는 폴리올 공정을 통해 백금 입자의 분산성 및 탄소 지지체 표면에 균일하게 증착될 수 있도록 폴리올 용액의 pH 농도를 조절하여 탄소 지지체의 제타 전위 및 백금 입자의 형성에 대한 관계를 조사하였다. 물리적 특성을 분석한 결과, 백금 입자의 크기가 pH 농도에 따라 변화하고 낮은 pH에서 큰 입자가 형성되는 것을 X-선 회절기(XRD)를 통해 확인하였으며, 전계 방출 주사전자현미경(FE-SEM) 이미지 사진을 에너지분산 분광기(EDS)를 통해 백금 입자의 분산성을 확인하였다. 그리고 탄소의 제타 전위를 통해 pH 농도가 백금 입자의 로딩 효율과 크기에 미치는 영향을 확인했다. 폴리올 공정으로 제조한 pH 별 백금 촉매와 기존의 상용 촉매(JM2000)를 순환 전압전류법(CV)을 통하여 비교하였고 그 결과 기존의 상용 촉매보다 성능이 우수한 촉매를 제조하였다.

Keywords: 연료전지, 촉매

폴리올 공정으로 제조된 전극 지지체의 내구성 및 전기화학적 성능 평가

허준, 최순목[†], 윤혁준

한국기술교육대학교 에너지신소재공학과 대학원
(smchoi@koreatech.ac.kr[†])

연료전지 촉매는 전극반응의 활성화 에너지를 낮추고 반응속도를 높이는 역할로 중요한 요소이다. 현재 백금 촉매는 탄소를 지지체로 사용하지만 반복되는 cycle로 인해 높은 산화 과전압이 발생하여 탄소 지지체가 부식이 일어나 연료전지의 내구성 및 성능을 저하시킨다. 본 연구에서는 이를 개선하기 위해 SiC표면에 graphene을 증착시켜 반복되는 cycle에 대한 문제점을 보완하였다. 본 연구에서는 단가를 위해 바이오매스를 이용하여 CVD (Chemical Vapor Deposition)공정으로 SiC 표면에 graphene을 증착 시켰으며 CVD 매개변수 제어와 동시에 최적화를 하였다. 그 이후 폴리올 공정을 통해 Pt 나노입자를 합성하여 촉매를 제조하였다. graphene의 증착 및 연료전지 촉매의 물리적 분석을 위해 XRD (X-ray Diffraction), TEM (Transmission Electron Microscope), FE-SEM(Field Emission Scanning Electron Microscope), RAMAN(Raman Spectroscopy), XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)을 사용하여 분석하였으며, 촉매의 전기화학적 성능 평가 비교를 위해 상용 촉매 (JM4000)과 제조된 Pt/SiC-graphene 촉매를 CV(Cyclic Voltammetry)을 통해 테스트를 진행하였다. 그 결과 기존 상용 촉매보다 우수한 성능 및 내구성을 가진 촉매를 제조하였으며, 추후 추가 공정 실험을 통해 뛰어난 촉매를 제조할 것으로 예상된다.

Keywords: Catalyst (촉매), Graphene (그래핀), Polyol-process (폴리올 공정), Cyclic Voltammetry 순환 전류전압법, SiC (실리콘 카바이드)

P-255

Recent Advanced Wearable Device Monitoring System for Cardiovascular Diseases

김병현, 한솔비[†], 장경인[†]

대구경북과학기술원 로봇및기계전자공학과
(owl9911@dgist.ac.kr[†]; kijang@dgist.ac.kr[†])

Cardiovascular disease (CVD) remains the leading cause of death worldwide, underscoring the need for early diagnosis and continuous monitoring. Current diagnostic tools like ECG and CT are limited by size and mobility, restricting their use to clinical settings and making long-term monitoring difficult. Wearable cardiovascular monitoring systems offer a solution, enabling continuous tracking through mechanisms such as pressure, electrical, optical, and acoustic sensing. This paper explores how AI-integrated technologies like in-sensor systems, FFRct simulation, and digital twin modeling enhance personalized and predictive care, aligning with the principles of 4P medicine. Finally, the potential of a unified “one-chip” wearable monitoring system is discussed as a future innovation in CVD management.

Keywords: Wearable device, Cardiovascular disease, Skin-interfaced

양성자 교환막 수전해 전극용 산화물 지지체의 전기화학적 성능 평가

윤혁준, 허준, 최순목[†]

한국기술교육대학교 에너지신소재공학과
(smchoi@koreatech.ac.kr[†])

지구 온난화를 가속하는 화석연료의 사용을 줄이기 위한 새로운 에너지원으로 수소 에너지가 주목받고 있다. 수소를 생산하는 방법의 하나인 PEMWE (proton exchange membrane water electrolysis)의 성능을 결정하는 것은 anode에 사용되는 촉매이다. 일반적으로 귀금속 촉매를 카본 지지체 위에 담지시켜 사용하나 카본 지지체는 ORE 환경에서 산화가 되어 수명이 짧다는 단점을 가진다. 우리는 이를 해결하기 위해 전이 금속 수준의 전도성을 가지는 산화물을 지지체로 이용하였다. 분체 저항 측정기를 통해 측정한 전기전도성은 카본 지지체와 유사함을 확인하였다. 폴리올 법을 통해 Pt를 카본과 산화물 위에 담지시켜 CV와 LSV test를 통해서 지지체로서 내구성과 전기화학적 성능을 평가하였다. XPS 분석을 통해서 촉매와 지지체 간의 결합에너지를 평가하였다. 결과적으로 전도성 산화물을 지지체로 이용한 촉매는 우수한 내구성과 전기화학적 성능을 보여주었다.

Keywords: 수전해, 지지체, 촉매

Light-induced condensation of nanoplastics using gold nanohole array

Minjeong Kim, Jeong Eun Ko, Jung-Sub Wi[†]

Department of Materials Science and Engineering, Hanbat National University
(jungsub.wi@hanbat.ac.kr[†])

The light-induced convection flow can be utilized for the condensation of target analytes and is known to be enhanced by plasmonic nanostructures due to their light concentration. In this study, we show the light-induced condensation of nanoplastics using a gold nanohole array. The proposed plasmonic nanostructure, namely the gold nanohole array, can be uniformly fabricated on a wafer scale substrate through two simple steps: nanoimprint lithography and gold evaporation. Electromagnetic simulations and experimental measurements demonstrate that the plasmonic fields are amplified around the nanoholes and 100 nm-sized polystyrene particles are successfully condensed by the light-induced convection. The characteristic Raman peaks of polystyrene were clearly confirmed from the optically condensed polystyrene nanoparticles. These findings illustrate the benefits of gold nanohole arrays in concentrating target analytes and enhancing Raman signals.

Keywords: Gold, Nanohole, Plasmonic, Condensation, Raman

P-258

Fully implantable neural interface system for studying brain neural dynamics in freely-moving primates

오세혁, 제갈장환, 장경인[†]

대구경북과학기술원(DGIST)
(kijang@dgist.ac.kr[†])

Our novel neural interface system introduces a transformative approach to understanding neural dynamics associated with specific behaviors, overcoming limitations of traditional interfaces such as tissue damage and long-term stability issues. Utilizing a flexible neural probe paired with a bioresorbable material for the insertion shuttle, our design ensures minimally invasive implantation into deep brain regions. Key to enhancing performance, the system features a multilayer functional film that supports a wireless, battery-free operation, crucial for high-fidelity neural signal recording. The embedded ferrite sheet, comprising multiple copper layers, optimizes wireless power reception, thus obviating the need for batteries and allowing for the continuous monitoring of neural activity in freely moving subjects. This innovative platform holds immense promise for elucidating neural mechanisms behind behavior and cognitive states and offers new avenues for addressing neurodegenerative diseases of the brain.

Keywords: Neural Interface, Biomedical Engineering, Bioelectronics, Implantable Device

P-259

Development of an Acetylcholine Sensor for Enhanced Diagnosis and Treatment of Alzheimer's Disease

손지은, 장경인[†]

대구경북과학기술원
(kijang@dgist.ac.kr[†])

Alzheimer's disease is a complex, multifactorial disorder. This study focuses on the cholinergic hypothesis, which associates the disease with disruptions in acetylcholine secretion and loss of neuronal function, leading to cognitive and memory impairment. Currently, acetylcholinesterase inhibitors (ACEIs) are the primary drug therapy for Alzheimer's, aimed at maintaining acetylcholine levels within synapses. However, ACEIs can result in adverse long-term side effects. Given the high failure rate in Alzheimer's drug development, an implantable neural probe presents a promising alternative for more accurate diagnosis and treatment.

This research introduces a acetylcholine sensor, detailing its fabrication and performance evaluation. Chitosan was employed to create a porous structure on the sensor surface, which was subsequently cross-linked with enzymes using glutaraldehyde. The performance of the sensor was assessed through chronoamperometry, linearity tests, and the evaluation of chitosan porous damage. Results demonstrated that the fabricated acetylcholine sensor effectively detects acetylcholine, making it a potential tool for Alzheimer's diagnosis and treatment.

Keywords: Acetylcholine, Biosensor, Chitosan, Implantable Sensor, Alzheimer's disease

P-260

Detection and differentiation of polyethylene and polyvinyl chloride microplastics using gold-coated filter paper

Seunghoon Lee, Solji Park, Juhee Son, Hee Seon Ryu, Yunhee Park, Jung-Sub Wi[†]

Department of Materials Science and Engineering, Hanbat National University
(jungsub.wi@hanbat.ac.kr[†])

Polyethylene and polyvinyl chloride, which are widely used as wraps in our daily lives and can be potentially ingested in the form of microplastics, show severe differences in terms of toxicities and environmental hazards. Polyvinyl chloride is classified as a carcinogen and is also known to produce toxic substances such as dioxin when disposed of, but it is still widely used due to its low price and excellent adhesive properties compared to polyethylene. In this study, polyethylene and polyvinyl chloride microplastics were detected using gold-coated filter paper. To enhance local plasmonic fields around microplastics and their Raman signals, a 20-nm thick gold film was deposited on a commercial filter paper by thermal evaporation. Experimental measurements demonstrated that the Raman spectra of polyethylene and polyvinyl chloride microplastics on the plasmonic filter paper were clearly distinguished from each other. Our results show that the proposed sensor has promising potential in identifying two common packaging materials and the microplastics derived from them.

Keywords: Microplastic, Plasmonic, Gold, Raman, Sensor

Design of Integrated Carbon Nanotube-Carbon Nanofiber Hybrid Gas Diffusion Electrode for Enhanced Zinc-Air Battery Performance

배수연^{1,2}, 이선영², 윤기로^{1,2†}

¹한국생산기술연구원, ²한양대학교
(kryoon@kitech.re.kr[†])

Zinc-air batteries (ZABs) have emerged as promising candidates for the next-generation energy storage device due to its high theoretical energy density, utilizing oxygen from the air. However, several challenges hinder the commercialization of ZABs, including low rechargeability due to sluggish oxygen-based reaction kinetics, reduced catalytic activity resulting from the use of inactive binders, and obstructed oxygen transfer caused by flooding in the catalyst layer (CL). To address these issues, it is essential to establish a proper triple-phase interface between O₂ gas, liquid electrolyte, and solid catalyst, and to ensure intimate contact between the CL and the gas diffusion layer (GDL) to facilitate gas transport and promote efficient catalytic reactions.

In this study, we designed a CL and GDL integrated architecture, referred to as a gas diffusion electrode (GDE), by hierarchically growing carbon nanotube (CNT) on transition metal (e.g., Co or MnNi)-embedded carbon nanofiber (CNF), which were supported on carbon cloth (CC). The length of the CNT was optimized by controlling the C₂H₂ gas flow rate and reaction time during the chemical vapor deposition (CVD) process on CNF synthesized via electrospinning. The hybrid CNT-CNF structure acts as both mesoporous layer and CL, reducing interfacial resistance and forming a gradient pore structure from the CC substrate. Furthermore, hydrophobic nature of the CNT forest facilitates efficient catalytic reactions by appropriately forming a triple-phase interface at the GDE. Consequently, this hybrid structure demonstrated excellent electrochemical performance in ZABs. We expect that this structural design will provide a strategic approach for efficient interface engineering, with potential applications not only in ZABs but also across various sustainable energy technologies.

Keywords: zinc-air battery, gas diffusion layer, electrocatalyst, carbon nanofiber, carbon nanotube,

Electricity generation through piezoresponse linked to molecular bonding in biodegradable silk nanofibers for sensor applications

김현승^{1,2}, 이예빈^{1,3}, 윤상일^{1,3}, 정창규^{1,2,3†}

¹전북대학교 신소재공학부 전자재료공학전공; ²전북대학교 에너지저장변환공학과;

³전북대학교 JBNU-KIST 산학연융합학과

(ckyu@jbnu.ac.kr[†])

Many biomaterials have been explored as environmentally friendly piezoelectric materials. This study focuses on the piezoelectric properties of electrospun silk nanofiber membranes for use in biodegradable energy harvesters. The research observed a molecular phase transition in silk fibroin, induced by ethanol, from the α -helix to the β -sheet phase. This phase restructuring impacts the dipole moment of molecular hydrogen bonds. Surprisingly, the conventional poling process, typically known for enhancing piezoelectric properties, was found to reduce the piezoelectric response of silk fibroin nanofibers. This reduction is attributed to the breaking of hydrogen bonds under a strong electric field, weakening the silk fibroin dipole moment. This phenomenon is described as ‘inverse depolarization’ and ‘quasi-piezoelectricity’ in protein-based biopolymers. High-performance electrospun silk piezoelectric (ESP) generators were fabricated, utilizing the superior piezoresponse of silk fibroin nanofibers and confirming their biodegradability. An EtOH-treated ESP generator was tested on various body parts as a self-powered motion-detecting sensor. This work provides a comprehensive study of the origins of piezoelectricity in an important biomaterial and demonstrates advanced energy harvesting devices with specific sensor applications, outperforming previously studied biomaterials.

Keywords: Energy Harvesting, Piezoresponse, Self-Powered Sensors, Biomaterials, Silk, Electrospinning

A Field Study of Real-Time Cow Estrus Detection System for Improving Reproductive rate

구민정^{1†}, 최영선¹, 김훈섭¹, 남철환¹, 노유진¹, 김선호², 이상석², 정대영¹

¹전라남도농업기술원 축산연구소; ²순천대학교 동물자원과학과
(minj99@korea.kr[†])

In this study, we aimed to reduce the non-pregnant state through observation of real-time estrus detection and improve the reproductive rate through accurate decision of the optimal artificial insemination time. Since it is difficult to judge estrus expression only by the presence or absence of an increase in exercise due to the nature of cows living in groups, a real-time estrus onset observation system was established by developing a sensor for collecting exercise volume and a comprehensive management program for individual information, and an estrus observation algorithm was developed using exercise volume information and reproductive information. Verification of performance of systems and algorithms involves checking the system before insemination. The optimal time for fertilization was observed, and re-fertilization was confirmed 21 days, the next 21 days later, pregnancy was confirmed through ultrasound diagnosis to verify whether the right time for fertilization was appropriately determined. The expected estrus cows are 35 and although 10 cows in weak estrus failed to be observed, 25 cows in normal estrus were detected. After artificial insemination, 19(76%) cows became pregnant successfully confirming that proposed unmanned estrus detection system is effective for determining proper time for artificial insemination in normal estrus. [This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry(IPET) and Korea Smart Farm R&D Foundation(KosFarm) through Smart Farm Innovation Technology Development Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA) and Ministry of Science and ICT(MSIT), Rural Development Administration(RDA)(RS-2021-IP421022).

Keywords: estrus detection, artificial insemination, cow management, reproductive rate

Cu가 도핑된 ZnO 나노벨트의 에탄올 센싱 특성과 분석

이택영^{2†}, 윤미리¹¹국립한밭대학교 신소재공학과, 반도체소재부품장비센터; ²국립한밭대학교 신소재공학과
(tylee@hanbat.ac.kr[†])

본 연구에서는 Cu-30 wt.%Zn 합금을 관상로에서 열처리하여 ZnO 와이어와 벨트를 형성하였다. 열처리 온도는 700~800°C이고, 500 sccm의 N₂를 흘려주어 관상로 내부는 N₂ 분위기를 유지하였다. 성장한 ZnO는 필름 형태의 층 구조 위에 나노 두께의 와이어와 벨트가 성장한 형태를 띠고, 합금과 ZnO 층 사이가 자발적으로 분리된다. ZnO는 XRD, SEM 등으로 결정구조 및 형상을 관찰하였다. ZnO의 전기적 특성 평가를 통하여 에너지 밴드갭, 캐리어 농도, 전기전도도 등을 측정하였다. 센서 성능 측정시에는 30~100°C의 온도범위에서 400~810 nm 광을 조사하면서 저항 변화를 측정하였다.

ZnO 층 구조와 나노벨트는 모두 ZnO임이 XRD를 이용하여 확인하였다. 나노벨트의 단면을 SEM을 이용하여 관찰하였고, 하부층의 ZnO층상 구조와 상부층의 나노벨트 구조가 형성되었음을 알 수 있었다. 하부 층상 구조의 두께는 약 1~3 μm 정도의 두께를 갖고 있다. 상부층의 구조는 성장온도에 따라서 와이어와 나노벨트가 성장하는 것을 알 수 있었고 와이어 형태의 ZnO가 성장한 후 벨트 형태의 ZnO로 측방향 성장이 이루어지는 것으로 보인다.

에너지 밴드갭은 나노벨트와 층상구조가 상이한 값을 갖는다. UV-Vis 분광광도계로 측정한 에너지 밴드갭은 Cu-Zn 합금에서 성장한 경우 2.6 eV이었다. 순수한 ZnO의 3.3 eV대비 낮은 에너지 밴드갭을 갖고 있었다. 이는 Cu 도핑에 의한 결과로 사료된다. 홀효과 측정에서 시편은 n형 반도체였고, 캐리어 농도는 $3 \sim 10 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 정도이었다.

센서 성능 측정을 위하여 일정한 에탄올 기체 농도에 대한 반응도를 다양한 온도와 다양한 에너지를 갖는 빛을 조사하면서 전기저항을 이용하여 측정하였다. 저항 변화는 108~104 Ω 범위의 변화를 보였다. 온도에 따른 활성화에너지는 약 0.1~0.4 eV 정도가 되는 것을 알 수 있었다

Keywords: ZnO, Sensor, Nanowire, Nanobelt, Cu-doped ZnO, Temperature coefficient of resistance, TCR

주조공정을 통한 Al-Sn계 합금과 탄소강의 접합을 위한 탄소강 표면처리 방법 연구

신현준¹, 임유진^{1,2}, 조일국^{1,2†}

¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
(ijo@deu.ac.kr[†])

유체윤활 베어링은 Base metal에 White metal을 본딩하여 사용되며 회전축과 맞닿는 White metal은 대부분 주석 합금으로 전량 수입에 의존하여 국산화 개발이 필요하다. 본 연구에서는 주석 합금보다 열전도율이 뛰어나고 고압 및 고온의 조건에서 내구성, 내마모성을 가지는 Al-Sn계 White metal합금과 탄소강 Base metal 접합을 위해 Base metal에 다양한 표면처리를 적용하여 주조하였다. Al-40%Sn-0.5%Cu의 White metal과 SS400의 Base metal에 각각 Sn, Ni, Zn 표면처리를 사용하였으며, 금형과 Base metal을 예열하고 그 위에 Al-40%Sn-0.5%Cu 합금을 용융 후 중력주조를 진행하였다. OM, SEM, EBSD 분석을 통해 접합 계면에서 형성되는 IMC(Intermetallic Compound)와 Al합금 matrix를 분석하여 계면 접합 메커니즘을 연구하였다.

Keywords: White metal, Intermetallic Compound, 유체윤활 베어링, 중력주조

FC250 및 TiC/FC250 금속재료복합재의 열처리에 따른 상고온 마모 특성 연구

임유진^{1,2}, 최재성¹, 김현일¹, 차원진¹, 조일국^{1,2†}¹동의대학교 신소재공학과; ²동의대학교 브레인 부산 21 플러스
(ijo@deu.ac.kr[†])

본 연구에서는 TiC 입자가 FC250 회주철 모재에 강화된 TiC/FC250 금속복합재료를 용융가압함침 공정을 통해 제조하였다. 기계적 특성을 향상시키기 위해 austempering과 quenching-tempering 열처리를 실시하였고, 복합재의 마모 거동을 평가하기 위해 ball-on-disc법을 사용하여 마모 시험을 실시하였다. 마모 시험 온도는 상온, 50°C, 100°C 에서 진행하였고 마모속도 400rpm, 하중 50N, 마모거리 150m, 습도 36.7%로 실험을 진행하였다. SEM 분석을 통해 As-cast 상태의 금속복합소재 미세조직은 펄라이트 기반에 flake 형태의 흑연이 존재하는 것을 확인하였고, 금속복합재료의 경우 FC250 기지에 TiC가 고르게 분포되어 있음을 확인하였다. 또한 오스템퍼링 열처리 동안 FC250 기지의 미세조직이 펄라이트에서 베이나이트로 상변태한 것을 관찰하였고, quenching-tempering 열처리 동안 빠른 냉각 속도에 의해 미세 마르텐사이트로 변태한 것을 관찰하였다. FC250 모재의 경도는 153HV였고, TiC 입자를 첨가한 후, 모든 열처리 조건에서 경도가 약 2배 증가하였다. 열처리 조건 중 quenching-tempering 조건은 모든 마모 시험 온도에서 마모 너비가 기지재 대비 약 5배 좁고 마모 깊이는 약 1.4배 얇았다. 이는 모재에 경도가 높은 TiC를 첨가하였고, 미세조직이 열처리를 통해 미세 마르텐사이트로 변태되어 모재의 경도가 높아져 내마모성이 증가하였기 때문이다.

Keywords: 금속재료복합재, 열처리, 미세조직, 상고온 마모

Thermal kinetics of phthalonitrile cured with BAPB and DPDS

이준혁[†], 송정근, 전은경, 최재호

Agency for Defense Development, Yuseong P.O. Box 35, Daejeon, Republic of Korea
(bonbonsucre86@naver.com[†])

This study delves into the thermal kinetics of phthalonitrile cured with two distinct curing agents of BAPB (4,4'-Bis(3-aminophenoxy)biphenyl) and DPDS (Diphenyl disulfide). The research systematically investigated the impact of curing time, temperature, and post-curing on the thermal stability of the resultant networks. The curing processes were meticulously optimized to achieve complete curing while mitigating side reactions. Thermogravimetric analysis was employed to evaluate thermal stability, with the temperature at 5% weight loss serving as a key indicator. The Kissinger and Friedman methods were utilized to determine the activation energy associated with the curing reactions. Findings reveal that elevated post-curing temperatures notably enhance thermal stability in both BAPB and DPDS-cured phthalonitrile networks, attributed to increased crosslinking density. DPDS-cured networks exhibited superior thermal stability at higher post-curing temperatures, suggesting a dual curing mechanism involving catalytic acceleration and network modification via sulfur linkages. Kissinger and Friedman analyses confirmed a positive correlation between post-curing temperature.

Keywords: Phthalonitrile, curing agent, BAPB, DPDS, activation energy

Advancement of Characteristic Prediction Methods for Compact X-ray Tubes Considering the Electrical Properties of Ceramic Materials

박소라[†], 정진우[†], 강준태, 최성훈, 연지환

한국전자통신연구원
(ssoll@etri.re.kr[†]; jinu@etri.re.kr[†])

This study focuses on advancing component design and enhancing the accuracy of characteristic predictions by considering the electrical properties and material characteristics of ceramics to achieve optimal performance in compact X-ray tubes with ceramic spacers. The focal characteristics, a key aspect of X-ray sources, are primarily determined by the position and size of the electron beam (e-beam) that reaches the anode target at high energy. These e-beam characteristics can be predicted through charged-particle optical simulations, which account for the potential distribution within the X-ray tube. In vacuum-sealed, compact digital X-ray tubes that use ceramics as the insulating material between electrodes, the close proximity between the insulator and the e-beam increases the influence of the insulator's electrical properties. This study proposes a model that effectively integrates the ceramic surface charging (CSC) effect, caused by electron emission within the tube, into finite element analysis-based simulations to improve the accuracy of e-beam characteristic predictions. Comparative validation with experimental results from a unit test device confirmed that the CSC model more accurately predicts e-beam trajectories and spot shape characteristics compared to existing models. Furthermore, the accuracy of predicting changes in focal spot characteristics of actual X-ray tubes was also improved. This advancement enables the refinement of component design and characteristic prediction by incorporating the electrical properties of ceramic materials and is expected to make a significant contribution to the future optimization of X-ray tube performance.

Keywords: X-ray tube, Insulator, Vacuum, Charging, Electron beam, Finite element method

P-269

Synthesis of Fluorinated Waterborne Polyurethane dispersions modified by Silicone Moiety for Anti-fouling

김대신, 김일진[†]한국소재융합연구원
(ijkim@kimco.re.kr[†])

In general, tar-based anti-fouling coatings are used to prevent marine pollution caused by organisms adhering to marine structures, such as ships and fishing nets. However, while these coatings demonstrate excellent anti-fouling properties and UV resistance, they raise concerns related to environmental hormones and hazards, necessitating the development of alternative materials. Waterborne polyurethane (WPU), which includes urethane bonds, stands out as an environmentally friendly resin, offering a wide range of material design possibilities through various approaches like the incorporation of curing agents. In this study, WPU resins with anti-fouling properties were synthesized to protect marine structures from biofouling. Furthermore, hydrophobic perfluorocarbon and silicone moiety were introduced to enhance its anti-fouling performance.

Keywords: Anti-fouling, Waterborne polyurethane, Silicone

철계 하이브리드 재료의 주조 접합 공정 및 접합 건전성

정재현, 이영철, 이상환[†]

한국생산기술연구원
(puna@kitech.re.kr[†])

철계 하이브리드 재료는 친환경에너지, 철강, 조선, 자동차, 방산 등 광범위한 산업 분야에서 최근에 수요가 크게 늘고 있다. 철계 하이브리드 재료는 이종 이상의 철계 소재를 복합화하여 만든다. 여기에는 구상흑연주철, 편상흑연주철, 합금주철, ADI, 주강, 스테인레스강, 내열강 등 다양한 철계 소재가 접목 시도될 수 있다. 철계 소재이기 때문에 강성, 내구성 등이 기본적으로 우수하며, Fe를 주 원소로 하여 5대 기본 원소인 C, Si, Mn, S, P 등이 포함되어 있다는 성분적 유사성이 존재한다. 철계 소재의 하이브리드화를 통해 하나의 재료에서 가질 수 없는 고특성, 고기능을 구현할 수 있다. 재료의 하이브리드화를 위해서는 체결, 용접, 접합 등이 일반적인 방법이다. 그런데 주조 접합이라는 새로운 공정을 개발 구축하게 되면, 기존 대비 특성, 내구성 등을 고도화할 수 있고, 공정 효율화 및 비용 절감 등의 효과도 기대된다. 주조 접합이라는 것은 이종 이상의 주조용 소재를 개별적으로 주입하여 접합시키는 공정이다. 이때 주입은 동시에 진행하거나, 한 소재가 응고 중이거나 완료 후, 시간차를 두고 진행할 수도 있다.

본 연구에서는 철계 하이브리드 재료 시험편을 주조 접합 공정으로 제작 시도해 보았다. 소재는 주강과 구상흑연주철을 채택하였다. 하나의 소재가 완전히 응고, 냉각된 뒤에 시간차를 두고 주입하는 방법을 채택하였다. 주강 공장에서 Y-block 시험편으로 먼저 제작한 뒤, 주철 공장에서 주강-주철 하이브리드 재료의 주조 접합 공정을 진행하였다. 하이브리드 재료의 수평 접합면과 수직 접합면을 구현할 수 있도록 실험 조건을 설계하였다. 시험편의 접합 건전성 진단을 위해 거시적, 미시적 및 확산적 측면에서 분석을 진행하였고, 광학현미경, 주사전자현미경 등을 활용하였다.

Keywords: 철계 하이브리드 재료, 주조 접합, 주강, 주철, 접합 건전성

미분 솔더 분말용 플럭스 설계 및 Type 8 솔더 페이스트 개발

강민서, 박지선[†]

한국전자기술연구원
(jisun.park@keti.re.kr[†])

솔더 페이스트는 솔더 합금 분말과 활성제를 포함하는 유기 플럭스로 구성된 반도체 칩 접합용 본딩 소재이다. 플럭스는 로진을 중심으로 활성제, 착소제, 용매 등으로 구성되어 있으며, 플럭스 구성 성분 및 함량에 따라 솔더 페이스트의 물성이 결정된다. 최근 전자기기들의 유연화 및 미세화 추세에 따라, 솔더링 및 접합 신뢰성에 주요한 영향을 미치는 핵심 소재인 유기 플럭스는 미세 분말 특성에 맞게 고도화된 기술 개발이 필요하다. 솔더링 공정은 크게 오븐에 의한 연속 리플로우 공정과 레이저 조사에 의한 레이저 리플로우 공정이 있다. 이 중 레이저 리플로우 공정은 전면 방식의 연속 리플로우 공정과 달리 레이저 빔을 통해 솔더링이 가능하기 때문에, 유연 기판 및 부분 미세 접합이 필요한 특수 전자부품 분야에서 수요가 증가하고 있다.

본 연구에서는 Type 8(2~8 μ m) SAC305 미세 솔더 분말에 대응 가능한 신규 플럭스 조성물 설계 및 제조를 통해, 대기(Air) 중에서 레이저 솔더링과 리플로우 공정이 모두 가능한 Type 8 SAC305 솔더 페이스트를 개발하였다. 로진, 용제, 환원제 등 플럭스를 구성하는 핵심 조성물의 종류 및 함량에 따른 플럭스의 성능평가를 진행하여 최적의 플럭스 조성을 도출하였으며, 개발 플럭스가 적용된 솔더 페이스트의 물성평가 및 레이저 접합공정을 수행하였다.

Keywords: Solder, Flux, Paste, Laser-soldering

고강도 에폭시 접착 소재 구현을 위한 필러 조성 설계 연구

강민서, 박지선[†]한국전자기술연구원
(jisun.park@keti.re.kr[†])

전기차 보급 확대, 신재생 에너지 시장 성장 등에 따라 화합물 전력반도체에 대한 수요 증가로 순간 작동 온도 500°C 이상의 고온 환경에서 안정적인 접착 특성을 갖는 고내열, 고내구성 접착제에 대한 관심이 증대되고 있다. 고내열 에폭시 접착제는 고온 및 극한 환경에서 장기 사용이 가능한 열경화성 접착제로, 카메라 모듈, 반도체 등의 전자재료 산업과 자동차, 선박, 항공기 등의 모빌리티 산업 등에 널리 활용되고 있다. 500°C 이상의 고온 환경에서 장기간 안정적인 접착 특성을 확보하기 위해서는 고내열 특성 뿐만 아니라 기계적, 유연화적 특성을 동시에 만족해야 한다. 내열성과 충격강도는 Trade-off 특성을 가지므로, 이상적인 특성 구현을 위해서는 고내열성을 갖는 액상 에폭시 수지와 높은 기계적 강도를 가지는 무기계 필러 및 응력완화가 가능한 응력완화제를 함께 적용하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 고순도, 고내열성 에폭시 수지와 SiO₂, Glass Fiber, Carbon Fiber 등의 고강도 무기계 필러를 포함하는 다양한 에폭시 접착제 조성물을 설계/제조하였다. 조성물의 함량/종류에 따른 에폭시 접착제의 성능평가를 통해, 520°C 순간 내열 및 270°C 장기 내열 환경에서 10% 미만의 질량 변화율을 만족하는 열 안정성을 확인할 수 있었으며, UTM 측정을 통해 11MPa 이상의 전단접착강도를 확인하였다. 뿐만 아니라, ASTM D256 규격을 준용하여 노치형 시편을 제조하였으며, 45J/m급 충격강도를 만족하는 고내열, 고강도 에폭시 접착제를 개발하였다.

Keywords: Epoxy, Adhesive, Impact Strength, Heat-resistance

P-273

질화물 복합화 소재를 이용한 방열 sheet 개발

박정몽[†], 양조화[†]

(재)대구테크노파크 나노공정기술센터
(green@dgtp.or.kr[†]; cleble@dgtp.or.kr[†])

전기 전자 분야의 방열시트 및 TIM(Thermal Interface Materials) 소재의 경우 절연성이 요구되며 가장 대표적으로 질화알루미늄(AIN), 질화붕소(BN) 소재를 사용하는 경우가 많다. 본 연구에서는 열팽창력이 작고, 열저항성이 강하며 구형 소재인 base material로 Ceramic Bead를 활용하고자 한다. AIN, BN 복합화를 통해 Ceramic Bead 표면에 코팅되며, hydrophobic interaction에 의해 고방열 소재를 제조하였다. 이렇게 제조된 두 소재를 바인더와 혼합하여 Slurry 제조 후 blade coating 방식으로 시트로 만들며, 열전도도 분석을 통해 소재에 따른 방열 특성을 평가하였다.

Keywords: 질화물, 복합소재, 방열

Tensile Testing of Zirconium Cladding at High Temperature

김재한[†], 김수호, 김효찬[†]

한국원자력연구원

(jaehankim@kaeri.re.kr[†]; hyochankim@kaeri.re.kr[†])

In this study, mechanical testing of zirconium cladding was performed. Repeated room-temperature tensile tests were conducted to verify the mechanical properties of zirconium cladding, including elastic modulus, yield strength, tensile strength, and elongation. A new thermocouple attachment device was designed for high-temperature testing, and mechanical properties were evaluated at temperatures of 300, 400, 700, and 800°C within a furnace environment. Based on this testing procedure and validation process, future evaluations of mechanical properties for newly developed coated cladding will be conducted.

Keywords: Tensile test, mechanical properties, zirconium cladding, high-temperature test

Development of Tensile Testing Procedure for Zirconium Cladding

김재한[†], 김수호, 김효찬[†]

한국원자력연구원

(jaehankim@kaeri.re.kr[†]; hyochankim@kaeri.re.kr[†])

This study establishes a tensile test method to evaluate the mechanical properties of zirconium cladding used in nuclear fuel rods. Based on standards such as ASTM E8/E8M, ASTM E811, and ASTM E21, key parameters including specimen dimensions, testing speed, jig design, pre-load, and high-temperature testing conditions were determined. This methodology allows the determination of key mechanical properties such as elastic modulus, yield strength, tensile strength, and elongation. The developed testing procedure is applicable not only to high-temperature conditions but also to various new cladding materials and tube-shaped specimens. It is expected that this tensile testing method will contribute to the enhancement of nuclear fuel rod performance by providing reliable material property evaluations for cladding.

Keywords: Tensile test procedure, mechanical properties, zirconium cladding

이차전지 양극재 소성용 도가니의 내식성 향상을 위한 알칼리계 산화물 소재에 대한 연구

이진구[†]

한국생산기술연구원 동남기술실용화본부 에너지시스템그룹
(jgl3@kitech.re.kr[†])

리튬 이차전지의 양극재 합성공정에 필수 부품인 세라믹 Box sagger는 양극재에 함유된 리튬이온과의 반응에 의한 침식과 다중 소재들의 상이한 열팽창 특성으로 낮은 수명을 가지고 있어 이를 개선한 장수명 세라믹 box sagger를 개발하는 것이 필요하다. 기존의 개선 방안들은 주로 기존 소재들의 배합비 조절 및 sagger의 형상학적 구조 개선에 집중되어 있지만, 리튬이온과의 반응에 의한 원천적인 침식반응의 억제에는 한계가 있다. MgAl_2O_4 (spinel) 소재는 이러한 내식성을 향상시키기 위해 많이 활용되고 있는 복합산화물로서 양극활 물질에 대한 내식성 개선에는 긍정적이나 높은 열팽창율($\sim 8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)에 의한 내열충격성 저하로 사용중 균열에 의한 문제가 자주 발생한다. $\text{LiAl}(\text{Si}_4\text{O}_{10})$ (petalite)는 낮은 열팽창계수로 인해 sagger의 제작에 필수적으로 활용되고 있지만, 전량 수입에 의존하며 리튬가격 상승에 의한 약 7배의 가격 상승, 그리고 낮은 내식성 문제를 가지고 있다. 따라서 이를 대체하여 높은 내침식성 및 우수한 열팽창특성을 보유한 새로운 소재의 개발이 시급하다 판단되며, 이러한 소재의 개발을 위해 본 연구에서는 알칼리계 산화물로 구성된 복합산화물을 합성하여 내식성 및 열팽창계수를 분석하고 세라믹 sagger에 적용 여부를 판단하는 연구들을 수행하였다.

Keywords: sagger, corrosion resistance, lithium, secondary battery

P-277

단체 회의용 일정 관리 서비스

은승민, 김영교[†], 양이진하[†]

숙명여자대학교

(ygk@sookmyung.ac.kr[†]; jinha@sookmyung.ac.kr[†])

개인 일정 확인을 바탕으로 단체 일정을 관리해주는 서비스.

Keywords: 일정 관리, 어플, 공유 서비스

Eco-Friendly Microplastic Removal Using High-Performance Ultrasonic Welding Technology and Biodegradable Filters

손예지, 김승욱, 김효민, 정대용[†]

인하대학교 신소재공학과
(dyjeong@inha.ac.kr[†])

Recently, the contamination of microplastics in the coastal waters of Incheon has emerged as a serious environmental issue, contributing to water pollution and increasing greenhouse gas emissions. These microplastics cause long-term damage to marine ecosystems, further degrading water quality. Traditional methods for removing microplastics are costly and inefficient, making them impractical for large-scale applications, with the potential to cause additional environmental issues during the treatment process.

This study proposes an innovative approach using high-performance piezoelectric ultrasonic technology to address this challenge. By utilizing ultrasonic vibrations, microplastics are condensed and fused into larger particles, making them easier to filter using biodegradable cellulose-based filters. These filters, composed of eco-friendly materials, are naturally degradable and offer significant environmental advantages over conventional synthetic fiber filters.

This technology significantly improves the cost-effectiveness and efficiency of microplastic removal by condensing small plastic particles via ultrasound, overcoming the challenges posed by the filtration process. Furthermore, this approach is expected to contribute not only to the improvement of Incheon's marine environment but also to the reduction of water pollution and carbon emissions. In the long term, this solution is anticipated to play a vital role in the restoration of the local marine ecosystem, while reducing social and environmental costs.

In conclusion, the proposed method of condensing and removing microplastics using high-performance piezoelectric ultrasonic technology presents a sustainable alternative to existing inefficient treatments. It is expected to contribute significantly to reducing carbon emissions and solving marine pollution in the Incheon region.

Keywords: Eco-Friendly Filtration, Piezoelectric Ultrasonic Technology, Marine Pollution Reduction, Carbon Emission Reduction, Sustainable Environmental Solutions

효율성 향상과 제조 공정 간소화를 위한 혁신적인 유리 용해로 개발

김승욱, 손예지, 김효민, 정대용[†]

인하대학교
(dyjeong@inha.ac.kr[†])

본 연구에서는 기존의 유리 제조 공정을 단순화하면서 열 균일성과 가스 수집 효율을 개선하는 새로운 유리 용해로 설계를 제시한다. 기존의 유리 용해로는 원료 계량, 혼합, 용해로 공급 등 일련의 공정이 특허 KR 10-1819473 설명된 것과 같은 기존의 유리 용해로에는 원료 계량, 혼합, 용해로 공급 등 여러 단계의 공정이 수반된다. 이와 같은 세분화된 공정은 효과적이지만 수동 혼합 개입이 필요하고 별도의 가스 처리 장비가 필요하다. 제안된 용해로 설계에는 혼합 및 용융 공정을 동시에 자동화하기 위해 기울어지고 회전 가능한 원통형 챔버를 도입하여 단계 수를 20~30% 줄일 수 있었다. 또한 이 설계는 챔버에 직접 통합된 효율적인 가스 수집 시스템을 통합하여 가스 처리 효율을 약 40% 향상시킬 수 있었다. 또한 회전 챔버는 용해로 전체에 균일한 열 분배를 보장하여 생산된 유리의 품질을 15~20% 향상시킬 수 있었다. 용해로는 Al_2O_3 및 ZrO_2 와 같은 고온 내성 재료로 제작되었으며 1200°C까지 도달할 수 있는 NiCr 가열 코일과 정밀한 온도 모니터링을 위한 K형 열전대와 같은 기능이 포함되어 있다. 이 용광로는 간소화된 설계로 시스템 복잡성을 줄여 별도의 혼합 및 가스 처리 장비가 필요하지 않아 산업용 유리 제조에 더욱 효율적이고 비용 효율적인 솔루션이 될 것이다.

Keywords: Furnace, Glass, Patent, Rotating, Powder loading

P-280

지식 재산을 활용한 행사 운영 및 관리 프로세스

홍예림[†]

숙명여자대학교
(yl0107@naver.com[†])

국내외 행사를 지식재산을 활용하여 어떻게 발전시킬수 있는지에 대한 고찰.

Keywords: 지식재산, 행사, 발전

개발협력에서 지식재산의 사용

송수민, 최지원[†], 신예빈[†]

숙명여자대학교

(serendipity913@sookmyung.ac.kr[†]; yebin613@sookmyung.ac.kr[†])

개발협력 분야에서 지식재산의 사용은 개발도상국의 경제적 성장과 기술 혁신에 중요한 영향을 미친다. 본 연구는 개발협력의 맥락에서 지식재산의 보호와 활용이 어떻게 발전 도상국의 지속 가능한 발전 목표(SDGs)에 기여할 수 있는지를 분석한다. 먼저, 개발도상국에서의 지식재산 보호 체계의 현황과 도전에 대해 살펴보고, 이를 개선하기 위한 국제적 협력의 필요성을 강조한다. 더불어, 지식재산권 보호가 개발 협력 프로젝트에서 기술 이전, 혁신 촉진, 그리고 자생적 경제 발전에 미치는 영향에 대해 논의한다. 이를 통해 공정하고 효과적인 지식재산 관리 방안을 제시하며, 개발협력에서 지식재산이 단순한 보호 수단을 넘어, 협력적 혁신과 글로벌 공익을 증진하는 도구로 활용될 수 있는 가능성을 모색한다. 마지막으로, 개발협력 프로그램에서의 지식재산권 협력 모델과 정책적 제언을 통해 국제적 지식재산 거버넌스의 방향성을 제시한다.

Keywords: 개발협력, 지식재산, 지속 가능한 발전, 기술 이전, 국제 협력

증강현실 기기의 특허기술 동향에 관한 연구

김준희, 박시은, 김현동, 이완호[†]대진대학교
(wanho1227@gmail.com[†])

AR (Augmented Reality)은 사용자가 현실에서 느끼는 오감에 컴퓨터가 만든 정보를 추가하는 기술로서 증강현실이 라고 한다. 가상현실은 컴퓨터 안에 현실을 구축하는 것이며, 증강현실은 현실 세계에 가상의 정보를 덧씌운 것으로 증강현실 (AR) 기술은 현실적인 이미지들이 포함된 가상 환경을 생성하고, 사용자로 하여금 가상 객체들이 실제로 가상 환경에 실제로 가상 환경에 존재한다는 인상을 받고, 이동하면서 가상 객체들과 상호작용을 할 수 있게 한다.

AR (Augmented Reality) 기술의 경우 4차산업혁명, 코로나19로 인한 디지털 전환 가속화와 원격 근무 및 교육의 증가로 해당 기술의 특허 출원도 함께 증가하는 경향을 보인다. 증강현실 적용 기술로는 제스처 인식 기술, 음성 인식 기술, 시선 추적 기술, 터치 및 제스처 패드 기술 등이 있으며, 인공지능, 웨어러블 기기 등의 연계를 통한 다양한 기술적 응용을 위한 연구 및 개발이 진행되어 오고 있다. 본 연구에서는 특허기술 정보 자료인 Wintelips 사용하여 1987년부터 2024년까지의 AR 기기 특허 출원 건수를 대상으로 분석을 시행하였다. 연도별 특허 출원의 급증 및 급감 구간의 시기별 주요 이슈를 조사한 결과 2015년 이후 IoT(사물인터넷), AI(인공지능) 및 5G 기술의 개발과 적용이 활발해지며 관련 특허 출원이 급증하였으며, 2020년 이후 부터는 코로나19 이후의 비대면 시장이 발전하면서 관련 기술의 특허 출원이 증가하고 있는 경향을 보이고 있다. 이를 통해 향후 AR 기술의 기술적 발전에 대한 특허 동향을 파악해 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 AR 기기의 특허를 이해하고, 최근 몇 년간의 특허 출원 및 승인 추이를 조사하였으며, AR 기기의 특허 기술 활용 사례를 통해 AR 기기의 기술 및 산업적 발전을 살펴봄으로써 향후 연구 및 개발 전략을 제공하고자 한다.

Keywords: 증강현실, AR (Augmented Reality), 사용자 인터랙션, 제스처 인식 기술, 음성 인식 기술, 시선 추적 기술, 터치 및 제스처 패드, 인공지능 기술, 가상현실과의 융합, 화면 및 센서 기술, 특허 기술 동향

스마트팜 분야 특허 동향 분석에 관한 연구

송윤제[†]

대진대학교
(syj5671@naver.com[†])

최근 전 세계적으로 지구 온난화와 기후 변화의 영향이 더욱 심화되고 있으며, 다양한 외부 요인에 의해 농업은 지속적으로 변화하며, 발전해 왔다. 우리나라 농업은 저출산, 노동력 고령화, 청년층 유입 감소 등 인구 구조 변화로 인해 사회적 우려가 높아지고 심각한 어려움에 직면해 있다. 이러한 변화 추세는 생산 감소와 맞물려 관련 산업의 지속가능성과 국가 식량 안보를 위협하고 있다. 우리나라뿐만 아니라 현재 많은 국가들은 지속 가능한 농업의 중요성을 강조하며, 스마트팜을 식량 안보의 유망한 대안으로 주목하고 있다. 첨단 정보통신기술(ICT), 자동화, 센서 기술, 인공지능, 빅데이터 등 신기술을 농업에 활용하고 생산성·품질 향상과 노동력 절감을 위한 융·복합 기술개발이 고도화되고 있다. 이에 본 논문은 스마트팜 분야 기술과 관련하여 기술 문서인 특허 데이터를 활용하여 정량분석을 실시하고 빅데이터 기법을 활용하여 스마트팜 분야 기술군의 트렌드를 파악하고 분석하고자 한다. 분석 결과를 근거로 향후 연구개발 방향을 제시하는 자료로 활용할 수 있다.

Keywords: 스마트팜, 특허, 동향 분석

CdIn₂S₄/g-C₃N₄ Photocatalyst for Sustainable Environmental Remediation

Manjiri A. Mahadadalkar, Heeju Han, Nokeun Park[†]

Material Science Engineering Department, Yeungnam University
(nokeun_park@yu.ac.kr[†])

In 1972 Fujishima and Honda reported the photoelectrochemical water splitting using semiconducting material for the generation of H₂ which brought a paradigm shift in research on renewable energy and environmental remediation. Semiconductor photocatalysts can be used in various energy and environmental applications such as green H₂ production, and wastewater treatment. In this study, we report single step precipitation method for the synthesis of CdIn₂S₄/g-C₃N₄ nanoheterostructured photocatalysts which were analyzed for structural, morphological and optical properties using various characterization techniques such as XRD, SEM, TEM, UV-Vis spectroscopy and XPS. The surface of wrinkled sheets of g-C₃N₄ was decorated with a uniform distribution of CdIn₂S₄ floral microspheres which helps transport electrons between both semiconductors. Nanoheterostructured CdIn₂S₄/g-C₃N₄ photocatalyst showed the maximum H₂ production 1062.1 $\mu\text{mole h}^{-1}$ and 98.33% degradation efficiency for 10 ppm Rhodamine B within 20 minutes. The steady-state PL spectroscopy, time-resolved PL decay kinetics, transient photocurrent measurements and electrochemical impedance spectroscopy, Mott-Schottky measurements and radical trapping confirm the thriving electron transfer mechanism between the interface of g-C₃N₄ and CdIn₂S₄.

Keywords: Photocatalysis, Green hydrogen, Wastewater treatment, g-C₃N₄; CdIn₂S₄

Electrically Switchable Dye-doped Chiral Liquid Crystal Films with Multi-Pixel Electrodes for Independent Operation

Chan-Hee Han, Su Seok Choi[†], Wonbeen Do, Dongjun Kim, Seungmin Nam, Chaeyeong Yun

POSTECH
(choiss@postech.ac.kr[†])

With the rapid development of various industries, the demand for next-generation displays such as augmented reality (AR) and transparent displays has surged, driven by the need to enhance user convenience and interaction. However, one of the main challenges faced by these displays is the significant reduction in visibility under intense ambient light, especially in outdoor or brightly lit environments. To overcome this issue, dimming technologies such as electrochromic (EC) and guest-host liquid crystal (GHLC) have been extensively researched. EC technology regulates transmittance via an oxidation-reduction reaction but faces limitations like slower response times in larger devices, making it less suitable for large-scale applications. In contrast, GHLC, while offering lower transmittance contrast compared to EC, provides key advantages such as faster response times, greater stability, and scalability, making it ideal for a wider range of display applications.

To address the relatively low transmittance of GHLC, various alignment methods have been explored, including vertical alignment, homogeneous alignment, and Chiral Liquid Crystal (CLC), with CLC demonstrating superior transmittance properties. In this study, we utilized CLC alignment to optimize GHLC's performance and employed flexible substrates to expand its application to modern, flexible, and wearable devices, overcoming the limitations posed by rigid substrates. Moreover, by implementing pixelated electrodes, we enabled localized dimming, allowing only the areas displaying information to dim while keeping the rest of the screen clear, thus improving visibility and user experience in AR and transparent display environments. This combination of advanced GHLC, flexible substrates, and pixelated electrodes represents a significant step forward in developing next-generation display technologies.

Acknowledgment

This research was funded by the Technology Innovation Program (RS-2024-00419129 Development of ultra-lightweight Thin Film Cell Technology for feasible with viewing area Transmittance for Improved visibility of AR Devices) funded by the Ministry of Trade.

Keywords: Chiral liquid crystal, Guest-Host Liquid Crystal, Dye-Doped Liquid Crystal

◆ 좌장목록 ◆

성명	소속	날짜	시간	발표회장	세션코드
강주훈	성균관대	11월 14일	13:00~14:40	B발표회장(그랜드볼룸A)	SI
권용우	홍익대	11월 14일	13:00~16:30	D발표회장(톨립)	SA
김기수	부산대	11월 14일	10:25~11:35	F발표회장(바이올렛)	B
김봉훈	DGIST	11월 15일	09:00~10:00	E발표회장(코스모스)	H
김성배	(주)창성	11월 14일	13:00~16:30	E발표회장(코스모스)	SE
김연상	서울대	11월 15일	09:00~10:00	F발표회장(바이올렛)	G
김연상	서울대	11월 15일	10:10~11:10	F발표회장(바이올렛)	G
김윤기	국립한밭대	11월 14일	16:40~17:20	A발표회장(그랜드볼룸B)	PT
김장환	아주대	11월 14일	13:40~14:55	G발표회장(피오니)	H
김재엽	건국대	11월 15일	09:00~10:35	C발표회장(로즈+라일락)	SC
김재현	DGIST	11월 14일	09:00~12:00	C발표회장(로즈+라일락)	SJ
김천중	충남대	11월 14일	15:50~16:30	C발표회장(로즈+라일락)	SB
김현석	동국대	11월 14일	10:25~12:10	B발표회장(그랜드볼룸A)	C
김현석	동국대	11월 14일	09:00~10:00	F발표회장(바이올렛)	G
김형욱	KIMS	11월 14일	09:00~10:15	G발표회장(피오니)	D
김형욱	KIMS	11월 14일	14:50~16:30	B발표회장(그랜드볼룸A)	SI
라용호	전북대	11월 14일	14:25~15:35	A발표회장(그랜드볼룸B)	E
박원일	한양대	11월 15일	09:00~10:00	A발표회장(그랜드볼룸B)	A
박유신	KIST	11월 14일	10:25~11:40	E발표회장(코스모스)	E

◆ 좌장목록 ◆

성명	소속	날짜	시간	발표회장	세션코드
박정진	KIST	11월 14일	09:00~10:00	B발표회장(그랜드볼룸A)	C
박정진	KIST	11월 14일	13:00~14:40	C발표회장(로즈+라일락)	SB
박찬희	KIMS	11월 14일	10:25~11:35	G발표회장(피오니)	D
배효정	KOPTI	11월 14일	13:00~14:15	A발표회장(그랜드볼룸B)	E
성효경	국민대	11월 14일	13:00~13:30	G발표회장(피오니)	D
신기현	국립한밭대	11월 14일	13:00~16:30	F발표회장(바이올렛)	SH
신기현	국립한밭대	11월 15일	09:00~09:45	G발표회장(피오니)	F
유영상	충북대	11월 15일	09:00~10:00	B발표회장(그랜드볼룸A)	C
오창영	KIMS	11월 14일	09:00~10:20	A발표회장(그랜드볼룸B)	SF
이상욱	경북대	11월 15일	10:10~11:40	B발표회장(그랜드볼룸A)	C
이승준	한국공학대	11월 14일	09:00~12:30	D발표회장(톨립)	SG
이은경	한국해양대	11월 15일	10:10~11:05	G발표회장(피오니)	D
이창훈	KIMS	11월 14일	10:30~12:10	A발표회장(그랜드볼룸B)	SF
전대우	KICET	11월 14일	09:00~10:15	E발표회장(코스모스)	E
조소혜	KIST	11월 15일	09:00~11:50	D발표회장(톨립)	SD
최창환	한양대	11월 15일	10:10~10:55	A발표회장(그랜드볼룸B)	A
최현석	KIMS	11월 15일	10:10~10:40	E발표회장(코스모스)	I
한정환	서울과기대	11월 14일	15:05~16:20	G발표회장(피오니)	A
홍현선	성신여대	11월 15일	10:45~12:00	C발표회장(로즈+라일락)	SC

◆ 협찬 기업 목록 ◆

(재)대구테크노파크

대표자명	김한식	연락처	053-602-1754	e-mail	minji@dgtp.or.kr
주요품목	지역전략산업의 기술고도화와 기술집약적 기업의 창업을 촉진하고 지역경제 활성화 및 국가경제발전에 기여함을 목적으로 하는 비영리 재단법인임.			homepage	www.dgtp.or.kr

(주)창성

대표자명	최광보, 이병윤	연락처	032-450-8825	e-mail	sbkim@changsung.com
주요품목	1980년 창립된 창성은 대한민국 최초로 금속분말 제조기술을 개발한 금속소재 전문기업이며, 자체 보유기술을 융·복합하여 도전성 페이스트, EMC(전자파차폐재/방열재), 클래드메탈, 분말자성코아, 코일(인덕터)까지 다양하게 그 사업영역을 확대해 가고 있습니다.			homepage	www.changsung.com

에스엠에스(주)

대표자명	이길성	연락처	031-684-5300	e-mail	shs@smscom.kr
주요품목	Display, 반도체 소재 및 유기합성재료, 고굴절/저굴절 Nanp 미립자, 기능성 UV 레진, 이차전지 코팅소재 부품.			homepage	www.smscom.kr

◆ 전시참가 기업·기관 목록 ◆

브루커코리아(주)

대표자명	GERALD N HERMAN	연락처	02-6285-2929	e-mail	info.bns.kr@bruker.com
주요품목	Atomic Force Microscope, NanoIndenter, Nonoscale Infrared Spectrometers.			homepage	www.bruker.com/nano

태원과학(주)

대표자명	김태갑	연락처	02-547-7350	e-mail	sales@itasco.com
주요품목	진공 증착 관련 전문업체로서 스피터링 타겟, E-beam & Thermal 재료, 각종웨이퍼, 진공증착 관련 소모품, 각종 무기재료 국내 전자, 디스플레이 광학, 산업용 증착 관련 대기업, 중소기업, 연구기관 및 각 대학 등에 공급.			homepage	shop.itasco.com

한국생산기술연구원

대표자명	이상목	연락처	02-2183-1614	e-mail	kjs0708@kitech.re.kr
주요품목	뿌리산업 인력구조 및 종사자 교육 관심도 등을 고려한 맞춤형 인력양성 및 '차세대뿌리산업' 분야의 취업역량강화 프로그램 홍보.			homepage	www.kpic.re.kr

(주)헬무트피셔코리아

대표자명	볼프강 게오르크 베른트 마우테	연락처	02-415-2381	e-mail	korea@helmutfischer.com
주요품목	(주)헬무트피셔코리아는 독일 HELMUT FISCHER 사의 한국 지사로서 금속, 폴리머 등 소재에 상관없이 기계적인 물성(경도 및 탄성)을 측정할 수 있는 나노인덴터를 국내에 공급합니다.			homepage	helmutfischer.co.kr

경상국립대학교 광화학 나노소재 전문 핵심연구지원센터

대표자명	최명룡	연락처	055-772-2658	e-mail	core@gnu.ac.kr
주요품목	광화학 나노소재 전문 핵심연구지원센터가 지원하는 장비 공동활용 서비스 및 연구 인프라를 홍보하고자 함.			homepage	core.gnu.ac.kr

한국전자통신연구원

대표자명	방승찬	연락처	042-860-1762	e-mail	jina.byeon@etri.re.kr
주요품목	- 국가연구협업체(N-TEAM) 디스플레이 · 광통신부품 기업의 핵심품목 자립화 및 기술 경쟁력 확보를 위한 기업 지원. - 융합혁신지원단 ETRI 보유 기술 · 인프라 · 인력 등을 활용한 소재 · 부품 · 장비분야 중소 · 중견기업의 현장 애로기술지원.			homepage	etri.re.kr

◆ 광고참가 기업·기관 목록 ◆

(주)엔씨디					
대표자명	신웅철	연락처	042-931-8849	e-mail	mbaek@ncdtech.co.kr
주요품목	태양전지, 디스플레이, 반도체 및 나노 응용기술의 적용 가능한 Thermal ALD 및 Plasma ALD 전문업체			homepage	www.ncdtech.co.kr

◆ 저자색인 ◆

강동현C-14	김민수P-52	김천중SB-1	박준혁P-248
강민서P-271	김민영P-200	김태영P-160	박지원G-12
강민서P-272	김민재SE-4	김태훈C-20	박지윤A-2
강민석P-183	김민지E-9	김한결P-117	박지윤P-209
강병국P-89	김민지P-87	김해찬P-26	박지혜P-118
강세훈H-6	김범수C-4	김현일P-143	박진우P-222
강주훈E-17	김병현P-255	김형래C-1	박찬희D-9
강준희SH-4	김상범P-226	김형욱BI-1	박혁준SI-2
강지존P-251	김상일SE-5	김호정C-22	박현명P-115
강진현SC-1	김상현SI-1	김효민P-64	박효원E-7
강현진H-1	김선식P-83	김효진P-57	배성환SC-4
고은솔P-180	김선식P-85	나지나P-194	배수연P-261
고창훈P-239	김선재E-16	나홍빈P-61	배재웅SI-7
고재현SC-6	김성배SE-1	남수민D-3	백승재G-2
고현욱P-106	김성운G-8	노유종P-163	백시원P-24
곽나원D-4	김성진P-49	도정현SF-2	백종원P-243
곽종민D-13	김성진SG-9	문성준P-65	변응선SF-3
구민정P-263	김수완P-240	문승언P-241	변정은H-2
구본재SH-8	김승욱P-279	민병현D-7	서광덕P-71
구승휘A-1	김승현E-13	박경민P-158	서석원C-13
구자훈C-15	김승희P-198	박규진P-55	서준혁P-245
구정현P-197	김영광SA-1	박근형A-7	석영웅BI-1
구진호P-145	김영국SC-3	박노근DI-2	성효경D-6
권기환P-142	김영록C-16	박다희H-9	소백산P-66
권나연P-12	김영재SD-2	박덕용P-220	소재일SF-4
권득철SA-3	김예원P-116	박덕용P-221	손예지A-11
권민지D-5	김용수P-84	박문정SD-4	손예지P-278
김규림E-6	김용유D-1	박서현P-67	손지은P-259
김기윤P-19	김용주SH-3	박성우H-7	손호기C-17
김나영D-11	김용호P-202	박성주P-229	송경SA-5
김나윤C-6	김윤탈C-11	박소라P-268	송수민P-281
김남훈P-13	김윤빈P-54	박소정P-167	송수정P-249
김다감E-2	김인태P-69	박수지P-195	송영환P-150
김대신P-269	김재엽SC-9	박용준E-1	송영환P-151
김대인P-90	김재한P-274	박은형E-4	송윤제P-283
김동명P-113	김재한P-275	박이슬SD-1	송효인E-3
김동현P-33	김재형E-17	박재량P-81	신동욱SI-4
김두호SB-3	김정빈P-191	박재성P-225	신성희P-76
김민경SB-7	김제영PT-1	박재원P-182	신수빈P-21
김민규SB-8	김종민SB-4	박정몽P-273	신아현P-29
김민성G-11	김종석F-1	박정진SB-2	신의철E-11
김민성P-252	김지운SI-3	박종환E-12	신종찬A-3
김민수P-170	김진수F-2	박준혁A-8	신준혁I-2

신현준	P-265	이승훈	H-8	전태훈	P-110	한슈오	P-203
신혜영	SH-1	이연승	P-204	전홍희	P-27	한승전	SF-8
심보림	P-70	이완호	P-282	정기남	P-181	함어진겨레	P-188
안창훈	P-46	이유선	A-12	정다운	SC-7	함지연	B-3
양학준	P-140	이유정	I-1	정대용	P-62	허기식	P-213
양현규	G-3	이유준	P-235	정대한	D-8	허기식	P-215
양희평	SG-8	이장원	P-105	정성용	H-4	허준	P-254
엄대영	E-5	이재석	P-171	정예린	P-28	허현준	P-152
엄지호	E-18	이재원	P-111	정예지	A-4	허현준	P-162
오누리	SC-8	이재원	P-112	정유진	P-88	홍기영	P-211
오동진	SF-9	이재현	P-168	정재경	SA-6	홍서연	P-36
오성훈	P-107	이정민	P-60	정재원	SE-3	홍석우	P-166
오세혁	P-258	이종원	P-141	정재윤	G-6	홍예림	P-280
오유빈	P-193	이종훈	P-75	정재현	P-270	홍지우	G-9
오일권	SA-7	이주열	SG-3	정창규	P-262	홍하늘	P-94
오정은	P-23	이주영	P-131	정현우	P-7	홍현선	SC-5
오창영	SF-5	이주영	P-59	정혜원	P-30	황혜경	P-206
유정근	SB-6	이준원	P-11	정호중	P-214	황효진	P-154
유지선	P-192	이준혁	P-267	제갈장환	H-3	Amirreza Mottafegh	P-137
유지성	SF-7	이준호	SG-10	제용훈	P-74	Bagavath Chandran	P-176
유찬영	SI-5	이지은	P-37	조덕현	SG-7	Bong Hoon Kim	P-237
유태상	P-247	이지호	G-4	조영훈	P-227	Byung Gwun Jin	C-9
유효상	P-153	이지훈	E-10	조용현	P-8	Byung Gwun Jin	P-92
윤기로	SH-5	이진구	P-276	조유장	P-42	Byung Gwun Jin	P-93
윤다운	P-98	이찬희	SG-4	조준현	P-250	Chanwon Jung	SH-7
윤명빈	P-56	이창수	SH-6	조한울	SG-6	Chan-Hee Han	P-285
윤미리	P-22	이창훈	SF-1	조현빈	P-97	Cong Wang	G-10
윤영준	H-5	이택영	P-264	조형호	P-73	Daeun Kim	P-179
윤정호	SI-6	이학규	SE-6	주경석	P-164	Debasis Ghosh	P-121
윤지선	SD-6	이해진	P-147	지현배	P-196	Debasis Ghosh	P-122
윤창민	G-5	이해진	P-148	진예진	P-178	Dhanaji Malavekar	P-104
윤채영	P-233	이해진	P-149	진혜수	P-9	DO VAN MINH	P-51
윤희준	P-256	이현기	P-103	차원진	P-144	Dong Hyun Kang	P-95
윤희섭	SG-5	이현철	D-2	채로주	P-14	Dongyun Lee	P-134
은승민	P-277	이혜인	P-157	천강진	A-6	Donhee Lee	P-161
이경희	P-230	이환욱	P-18	천성경	P-20	Elang Barruna	P-119
이도현	P-169	이희상	C-12	최규석	P-58	FANG ZHENHUA	P-136
이동욱	P-234	임가람	SF-6	최다운	P-139	Gahyun Choi	P-172
이동윤	P-155	임기현	P-165	최범규	P-17	Hee-Jun Kim	P-120
이민석	P-201	임연호	SA-4	최인정	P-34	Hee-Jun Kim	P-124
이민재	P-159	임예슬	P-48	최재성	P-146	Hee-Soo Kang	SE-2
이민정	P-208	임유진	P-253	최정후	SG-11	Hojun Choi	P-101
이상욱	P-99	임유진	P-266	최진일	P-108	Hun Seong Kim	P-125
이상익	G-1	임정우	C-2	최진일	P-109	Hun Seong Kim	P-126
이상진	P-47	임효령	SC-2	최충석	C-19	Hyeon Ji Jeong	P-102
이상현	P-50	장소현	P-123	최현석	SI-8	Hyeonjoo Park	P-190
이상환	P-173	장수영	E-15	최형석	P-5	Hyojeong Kwon	P-186
이상환	P-174	장수영	P-210	최혜진	P-91	Hyojin Ahn	A-5
이상훈	P-72	장필규	G-7	최효남	SG-2	Hyunjung Lee	P-3
이성민	SA-2	장혜성	P-207	하성호	P-156	In Young Kim	SD-3
이성준	P-68	전상민	P-231	하정대	P-246	Jae-Min An	P-86
이수인	P-25	전우경	P-224	하현우	SH-2	Jaeyoung Seo	P-184
이승연	E-14	전은승	P-189	한상현	P-223	Jang Hee Kim	P-199

Jeeyong Lee	P-77	Veeramuthu Vignesh	P-177
Jeonghong Ha	P-216	Wang Sik Lee	B-1
Jeonghong Ha	P-217	Won Chang Choi	P-1
Jeonghong Ha	P-218	Wontae Jung	P-232
Jeonghong Ha	P-219	Woosuk Sohn	P-15
Jeonghong Ha	P-32	Yejin Choi	P-6
Jeong-Kyun Oh	C-18	Yongwoo Kwon	SA-8
Jinmin Lee	P-129	Young Chan Kim	P-80
Jinseo Park	P-2	Young Chan Kim	P-82
Jiwoong Han	P-236	Youngrog Kim	P-96
Joo Woong Yoon	P-45	Young-Sang Yu	SB-5
Ju Hyeok Lee	F-3	Youngseung Choi	P-228
Jung In Park	P-138	Youseong Park	P-130
Jung Myung Kim	P-175	Yu Hyun Song	P-133
Jung-Sub Wi	P-257	Yu Na Kim	P-212
Jung-Sub Wi	P-260	Yunhwa Hong	P-35
KAMBLE GIRISH	P-128	Yunhwa Hong	P-43
Ki-Yeop Cho	P-79	ZHENG FANG	P-135
Kukro Yoon	P-187		
Manjiri A. Mahadadalkar	P-284		
MAYUQI	C-7		
Mayur A. Gaikwad	P-78		
Min Young Kim	P-242		
Minji Seo	P-185		
Miseon Lee	P-238		
Oi Lun Helena Li	SD-5		
Pyeongkang Hur	P-10		
Rahul Ramkumar	C-21		
Ri Vitalii	C-10		
Ruturaj jadhav	P-63		
Sagarika Sahoo	P-127		
Sang Duck Park	E-8		
Sang-Woo Kim	EI-1		
Se Won Bae	P-39		
Se Won Bae	P-40		
Seo Yeon Bae	P-44		
Seongcheol Ahn	P-41		
Seunghwan Jo	P-244		
Seunghyeon Yun	A-9		
Seungsu Kim	P-31		
Seung-Wook Kim	D-14		
Shital Bachankar	P-100		
Shufeng Bo	C-8		
Soojung Hwang	P-114		
Su Yeon Park	P-132		
Su Yong Lee	C-5		
Sung Hoon Kang	B-2		
Sung-Min Park	P-16		
Sungwon Lee	P-4		
Tae Yeong Song	A-10		
Tae Yoon Kim	P-53		
Taeyoung Park	P-38		
Tangoh Anthony Fon ..	P-205		

MEMO

A large, empty rectangular box with rounded corners, outlined in blue, intended for writing a memo. The box occupies the majority of the page below the title.

Lucida™ M100 ALD

Plasma-enhanced atomic layer deposition system for R&D applications

Applications

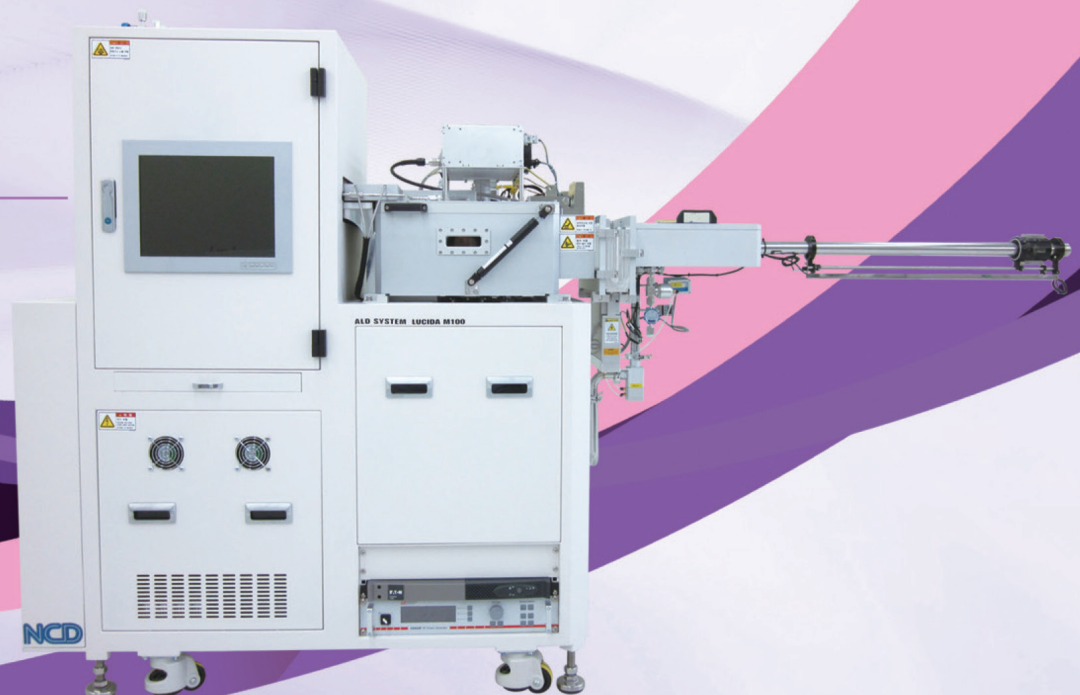
- Thin film process for PEALD research
- Applications of R&D

Features

- PEALD thin films with good thickness uniformity conformal step coverage
- Advanced process kit and minimize gas supply line length for short cycle times
- Direct plasma system
- Totally Integrated process module
- Easy process control
- Load-lock system

Technical specifications

Substrate size	150~300 mm
Substrate temperature	25°C ~ 450°C ($\pm 0.2^{\circ}\text{C}$) @ 1Torr, in wafer
Precursor sources	3, heated 2 sources
Deposition uniformity	$<\pm 2\%$
Footprint	2600(L) x 650(W) x 1500(H) mm (include MTB)
Deposition mechanism	dual shower-head type
Compatibility	Clean room class 100
Control system	PC control base (Full auto)
Optional	Up to 4 heated sources
Optional	Lucida cooler (2ch)



2024 한국재료학회 추계학술대회



한국재료학회
Materials Research Society of Korea