

2009년도 한국재료학회

# 춘계학술발표대회 및 제16회 신소재 심포지엄

일 시 : 2009년 5월 21일(목) - 22일(금)

장 소 : 무주리조트 티롤호텔

주 최 : 사단법인 한국재료학회

후 원 : 한국과학기술단체총연합회

한국학술진흥재단



한국재료학회  
Materials Research Society of Korea

**2009년도 한국재료학회**

# **춘계학술발표대회 및 제16회 신소재 심포지엄**

**일 시 : 2009년 5월 21일(목) - 22일(금)**

**장 소 : 무주리조트 티롤호텔**

**주 최 : 사단법인 한국재료학회**

**후 원 : 한국과학기술단체총연합회**

**한국학술진흥재단**



**한국재료학회**  
Materials Research Society of Korea



5월 22일 (금요일)

발표장 시 간	A발표회장 (장소:질레탈1)	B발표회장 (장소:질레탈2)	C발표회장 (장소:인탈)	D발표회장 (장소:오쯔탈)	E발표회장 (장소:스트라우스)	포스터발표 (장소: 스투바이탈)
09:00-11:00	반도체재료 III 좌장: 김형준 (포항공대) A12 ~ A17	반도체재료 IV 좌장: 박진구 (한양대) A18 ~ A22	전자재료 III 좌장: 이택영 (한밭대) B12 ~ B19	<초청강연 1-8> 박찬범(KAIST) 나노생체재료 III 좌장: 한재길 (송도테크노파크) D12 ~ D17	에너지환경재료 III 좌장: 박상현 (한국에너지기술연구원) E11 ~ E15	포스터 부착 및 수시견학 (P156 ~ 285)
11:00-12:00	포스터 발표 II 및 우수논문 심사 (장소:스투바이탈) 진행: 정대용(명지대) (P156 ~ P285)					
12:10-12:30	우수발표논문상 시상식 (장소:질레탈1)					

## 한국재료학회

(직인생략)

한재학 : 2009-21

2009. 4. 16.

수 신 : 각기관장

제 목 : 회원 출장 의뢰

본 학회 춘계학술발표대회 및 제 16회 신소재 심포지엄을 별첨 진행표에 의하여 다음과 같이 개최하오니 귀 기관에 근무하는 본 학회 회원들이 많이 참석할 수 있도록 도모하여 주시기 바랍니다.

◆ 다 음 ◆

- 일 시 : 2009년 5월 21일(목) ~ 5월 22일(금)
- 장 소 : 무주리조트 티볼호텔
- 행 사 : 진행표 참조

사단법인 한국재료학회장 허 보 영

## A발표회장 (5월 21일(목))

특별강연 (17:00 ~ 18:30)

좌장: 이수완(선문대)

- PT-1 Fabrication Methods of Porous Ceramics and Their Applications in Advanced Engineering – Large Flat Precision Plate for Flat Display Industries  
Koji MATSUMARU, Kozo ISHIZAKI  
Nagaoka University of Technology
- PT-2 Scalable and Viable Paths to Printed (or Flexible) Electronics  
고병천  
삼성전기 기술총괄
- PT-3 한국연구재단 출범과 기초연구사업 추진방향  
배병수  
한국과학재단

## A발표회장 (5월 21일(목))

(반도체재료)초청강연 (12:30 ~ 13:00)

좌장: 손창식(신라대)

- I-1 산화물 반도체 소재 및 소자 기술  
정우석, 양신혁, 유민기, 박상희, 조두희, 윤성민, 변춘원, 정승목, 조경익, 황치선  
한국전자통신연구원 투명디스플레이팀

반도체재료 (13:00 ~ 14:30)

좌장: 손창식(신라대)

- A-1 PRAM용상변화 소재인 AgInSbTe의 전기적 특성에 대한 연구  
홍성훈, 배병주, 황재연, 이현  
고려대학교 신소재공학과
- A-2 ITO/metal/ITO 적층형 박막 메탄가스 센서의 감지특성 연구  
채주현, 김대일  
울산대학교 첨단소재공학과
- A-3 MEDICI와 SUPREM4를 이용한 폴리 실리콘 게이트의 벽면 기울기에 따른 NMOS 소자의 전기적 특성 분석 (A study of Electrical Characteristics of NMOS device with different sidewall angles of poly-silicon gate using MEDICI and SUPREM4)

노호섭, 김진수, 신주용\*, 송한정, 이재원  
인제대학교 나노시스템 공학과; \*인제대학교 나노시스템 공학부

- A-4 무전해 식각법을 이용한 실리콘 나노와이어 FET 소자 (Si nanowire FETs using by electroless etching method)  
문경주, 최지혁, 이태일, 맹완주\*, 김형준\*, 명재민  
연세대학교 신소재공학과; \*포항공과대학교 신소재공학과
- A-5 AFM을 이용한 나노급 Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>의 전기적 특성  
배병주, 홍성훈, 조중연, 오상철, 황재연, 이현  
고려대학교 신소재공학과
- A-6 Photoluminescence analysis of patterned light emitting diode structure  
홍은주, 변경재, 박형원, 이현  
고려대학교 신소재공학과

(반도체재료)초청강연 (14:40 ~ 15:10)

좌장: 장호정(단국대)

- I-2 InGaZnO 산화물 박막 트랜지스터의 연구 현황과 향후 전망  
정재경  
인하대학교 신소재공학과

반도체재료II (15:10 ~ 16:25)

좌장: 장호정(단국대)

- A-7 Atomic Layer Deposition of TaC gate electrode with TBTDET  
조기희, 이시우  
포항공과대학교 화학공학과
- A-8 High Quality Nickel Atomic Layer Deposition for Nanoscale Contact Applications  
Woo-Hee Kim, Han-Bo-Ram Lee, Kwang Heo\*, Seunghun Hong\*, Hyungjun Kim  
Department of Materials Science and Engineering, POSTECH (Pohang University of Science and Technology); \*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University
- A-9 증착 온도 변화에 따른 IGZO 박막의 특성  
김성연, 이태일, 명재민  
연세대학교 신소재공학과
- A-10 구리 박막의 증착 분위기와 처리 과정에 따른 변화

이도환, 변동진, 진성언, 최종문, 김창균\*, 정택모\*  
고려대학교 신소재공학과, \*한국화학연구원

- A-11 Effects of the buffer layer annealing and post annealing temperature on the structural and optical properties of ZnO nanorods grown by a hydrothermal synthesis  
신창미, 류혁현, 이재엽, 허주희, 박주현\*, 이태민\*, 최신희\*, Han Qi Fei  
인제대학교 나노시스템공학과, \*인제대학교 나노공학부

## B 발표회장 (5월 21일(목))

전자재료 (12:30 ~ 14:00)

좌장: 김윤기(한밭대)

- B-1 Bi(Me)O<sub>3</sub>의 치환에 따른 (1-x)PbZrO<sub>3</sub>-xPbTiO<sub>3</sub> 세라믹 재료의 압전특성 및 큐리온도 변화  
이성찬, 이명환, 성연수, 조종호, 김명호, 송태권  
창원대학교 세라믹공학과
- B-2 이산화티타늄(TiO<sub>2</sub>)의 Anatase상에 따른 가스감응 특성의 영향  
오상진, 허중수, 이한용, 조봉환  
경북대학교 금속신소재공학과
- B-3 Luminous Characteristics of Transparent Field Emitters Produced by Using Ultra-thin Films of Single Walled Carbon Nanotubes  
Eunsoo Jang, Jeungchoon Goak, Hansung Lee, Seungho Lee, Naesung Lee  
Faculty of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong University
- B-4 Fabrication of Transparent Heat-element using Single-Walled Carbon Nanotubes  
정혁, Nguyen Van Quy, 이한민, 김동현, 김도진  
충남대학교
- B-5 Characteristics of Transparent Conductive Films of Single-Walled Carbon Nanotubes with Treatment of Surfactants and Nitric Acid  
김명수, 광정춘, 이승호, 이내성  
세종대학교 나노신소재공학과
- B-6 표면처리후 탄소나노튜브 캐소드의 전계방출 특성에 미치는 재 열처리에 관한 연구  
하상훈, 정대화, 김희봉\*, 조영래  
부산대학교 재료공학과 정보소자 연구실; \*부산대학교 재료공학과 정보소자 연구실

(전자재료)초청강연 (14:00 ~ 14:30)

좌장: 김윤기(한밭대)

- I-3 Surface assisted growth of CNTs and its applications  
전석우  
카이스트 신소재 공학과

전자재료II (14:40 ~ 15:55)

좌장: 김진혁(전남대)

- B-7 Structural and piezoelectric properties of lead-free (1-x)(Na<sub>0.5</sub> K<sub>0.5</sub>)NbO<sub>3</sub>-xBa(Ti<sub>0.9</sub>Sn<sub>0.1</sub>)O<sub>3</sub> ceramics  
차유정, 남산\*, 김창일\*\*, 정영훈\*\*, 이영진\*\*, 백종후\*\*  
고려대학교, 요업기술원; \*고려대학교; \*\*요업기술원
- B-8 비납계 (1-x)(Bi<sub>0.5</sub>K<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub>-xBiFeO<sub>3</sub> 세라믹의 유전 및 압전 특성  
김정민, 성연수, 송태권, 김명호  
창원대학교
- B-9 Aspect ratio enhancement of ZnO nanowires using silicon microcavity  
J. P. Kar, S. N. Das, J. H. Choi, Y. A. Lee\*, T. Y. Lee\*, J. M. Myoung\*\*  
Information and Electronic Materials Research Laboratory, Department of Materials Science and Engineering, Yonsei University; \*Nanobio Fusion Device Laboratory, Department of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University; \*\*Information and Electronic Materials Research Laboratory, Department of Materials Science and Engineering
- B-10 Effect of annealing atmosphere on the properties of chemically deposited Ag<sub>2</sub>S thin films  
S. M. Pawar, S. W. Shin, C. D. Lokhande\*, J.H. Kim  
Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University; \*Thin Film Physics Laboratory, Department of Physics, Shivaji University
- B-11 Growth and Characterization of Vertically Aligned ZnO nanowires with different Surface morphology  
S. N. Das, J. H. Choi, J. P. Kar, J. M. Myoung  
Information and Electronic Materials Research Laboratory, Department of Material Science and Engineering, Yonsei University



(전자재료)초청강연 (15:55 ~ 16:25)  
좌장: 김진혁(전남대)

- I-4 ZnO Nanostructures for Photovoltaic Applications  
임동찬, 이규환, 정용수, 박미영  
한국기계연구원부설 재료연구소 융합공정연구본부

### C 발표회장 (5월 21일(목))

(구조재료)초청강연 (12:30 ~ 13:00)  
좌장: 오승탁(서울산업대)

- I-5 Ultra-fine Grained Aluminum Alloy Sheets fabricated by Roll Bonding Process  
김형욱, Nobuhiro Tsuji\*  
한국기계연구원 부설 재료연구소; \*Osaka University

구조재료I (13:00 ~ 14:30)  
좌장: 오승탁(서울산업대)

- C-1 Fe-계 하이브리드 복합소재 개발 및 기계적 특성 연구  
피동혁, 송기안, 이승훈\*, 이상호\*\*, 김기범  
세종대학교; \*경북대학교; \*\*POSCO 제선연구그룹
- C-2 Mg-Zn-Sn합금의 열처리에 따른 기계적 특성 평가  
김은정, 박혜영, 한정환  
인하대학교 신소재공학부
- C-3 극미세 공정조직 양극화 Ti-, Mg-합금의 개발 및 변형거동 연구  
송기안, 피동혁, 김기범  
세종대학교
- C-4 High Power Diode Laser를 이용한 금형재료의 표면처리에 따른 재료의 물성 평가  
황현태, 김종도\*, 송현수, 김영국\*\*, 김중하\*\*  
(재)울산테크노파크 자동차기술지원단; \*한국해양대학교; \*\*(주)케이퍼티

구조재료II (14:40 ~ 16:25)  
좌장: 정우광(국민대)

- C-5 레이저 용접에 따른 재료의 물성 평가  
송현수, 김경중\*, 황현태, 김태경\*\*

(재)울산테크노파크 자동차기술지원단; \*울산대학교 대학원 재료공학과; \*\*(주)피엔테크

- C-6 탄소와 질소 함량 변화에 따른 type 347 스테인리스강의 피로균열거동 연구  
민기득, 김대환\*, 이봉상\*, 김선진  
한양대학교; \*한국원자력연구원
- C-7 The effect of pore-control on thermal shock in porous nozzle for continuous casting  
윤동철, 조용호, 조문규\*, 정두화\*, 이희수  
부산대학교 재료공학부; \*포항산업과학연구원 기능소재연구실
- C-8 탕구형상이 박육 전자기부품의 유동거동에 미치는 영향  
이병덕, 김은정, 한정환  
인하대학교 신소재공학부
- C-9 Carbide change of Inconel 617 by Cold Rolling and High Temperature Oxidation  
조태신, 임정훈, 김진우, 김영도\*  
한양대학교 신소재공학과; \*한양대학교 신소재공학부

### D 발표회장 (5월 21일(목))

(나노생체재료)초청강연 (12:30 ~ 13:00)  
좌장: 김승언(재료연구소)

- I-6 The Applications of the Duplex Stainless Steel as Hyperthermia Materials  
Young Kon Kim  
Biomedical Engineering Inje University

나노생체재료 (13:00 ~ 14:30)  
좌장: 김승언(재료연구소)

- D-1 마우스 골재생모델의 제작방법 검토와 골질(bone quality) 및 골양(bone quantity) 파라미터의 해석  
이지욱, Keita Kawahara, Takayoshi Nakano, 김승언\*, 윤희숙\*  
오사카대학 공학부 재료생산과학전공; \*재료연구소
- D-2 Material properties of Porous BCP Scaffolds depending on the process conditions  
박이호, 김민성, 민영기\*, 송호연\*\*, 이병택  
순천향대학교 의과대학 의공학교실; \*순천향대학교



의과대학 생리학교실; \*\*순천향대학교 의과대학 면역학교실

- D-3 Reinforcement of Calcium Phosphate-Calcium Sulfate Injectable Bone Substitute Using Citric Acid and Hydroxypropyl-Methyl-Cellulose  
Van Viet Thai, Min-Sung Kim\*, Ho-Yeon Song\*\*, Byong-Taek Lee  
 Department of Biomedical Engineering and Materials, School of Medicine, Soonchunhyang University; \*Soonchunhyang University; \*\*Department of Microbiology, School of Medicine, Soonchunhyang University
- D-4 Mechanical properties, Biodegradability and Biocompatibility of Coronary Bypass Artery with PCL Layer and PLGA/Chitosan Mats Using Electrospinning  
Thi-Hiep Nguyen, Young-Ki Min\*, Hun-Mo Yang\*, Ho-Yeon Song\*, Byong-Taek Lee  
 Department of Biomedical Engineering and Materials College of Medicine, Soonchunhyang University; \*Soonchunhyang University
- D-5 나노 크기의 생체 재료를 이용한 골 재생 촉진용 지지체의 제작 및 특성 평가  
허수진, Wei Jie\*, 김동화\*\*, 이시우\*\*, 김승언\*\*\*, 신정욱\*\*  
 인제대학교 의용공학과; \*Institute of Biomaterials, East China University of Science and Technology; \*\*인제대학교 의용공학과 BK21 사업단; \*\*\*한국기계연구원 부설 재료연구소 특수합금연구그룹
- D-6 골조직 재생 촉진을 위한 Novel Perfusion Bioreactor  
이시우, 허수진\*, 장지연\*, 정재영, 김승언\*\*, 신정욱  
 인제대학교 의용공학과 BK21 사업단; \*인제대학교 의용공학과; \*\*재료연구소 특수합금연구그룹

(나노생체재료)초청강연 (14:40 ~ 15:10)

좌장: 송호연(순천향대)

- I-7 Polyvalent Nanoparticle-oligonucleotide conjugates: Synthesis, Properties, and Biondiagnostic/Therapeutic Applications  
이재승  
 고려대학교 신소재공학부

나노생체재료II (15:10 ~ 16:25)

좌장: 송호연(순천향대)

- D-7 Tissue and Immune Responses on Implanted Nanostructured Biomaterials  
Dongwoo Khang, Sang-Soo Kang\*, Tae-hyun Nam\*\*  
 Pioneer Research Center for Nano-morphic Biological Energy Conversion and Storage & School of Nano and Advanced Materials Engineering; \*Department of Anatomy & Neurobiology, School of Medicine, Gyeongsang National University; \*\*School of Nano and Advanced Materials Engineering, Gyeongsang National University
- D-8 생체의료용 다공성 타이타늄 특성평가 및 표면제어 연구  
현용택, 김승언  
 재료연구소
- D-9 생체재료용 Ti-Nb-Ge합금의 초탄성 특성 및 기계적 성질에 미치는 집합조직의 영향  
김한솔, 김원용  
 한국생산기술연구원
- D-10 HEMM에 의한 복합분말의 제조와 금속소결에 의해 제조된 Ti-42wt%Nb/HAp 생체용 복합재료의 생체적합성 및 기계적 특성 연구  
우기도, 김상혁\*  
 전북대학교 공과대학 신소재공학부, 공업기술연구원 센터; \*전북대학교 공과대학 신소재 공학부, 공업기술연구원 센터
- D-11 다공성 타이타늄 지지체의 생체적합성에 관한 연구  
김승언, 현용택, 윤희숙, 허수진\*, 이시우\*, 신정욱\*, 김영곤\*  
 재료연구소; \*인제대학교

## E 발표회장 (5월 21일(목))

에너지환경재료 (12:30 ~ 14:30)

좌장: 강기석(KAIST)

- E-1 High frequency and high power PECVD를 이용한 thin film solar cell용 microcrystalline Si 증착  
이승무, 김영석, 한문형\*, 변동진  
 고려대학교 공과대학 신소재공학과; \*삼성전자 생산기술연구소

- E-2 RF Sputter로 증착한 Si<sub>1-x</sub>C<sub>x</sub> 박막 내 실리콘 양자점의 광학적 특성평가  
문지현, 김현중, 이정철  
한국에너지기술연구원
- E-3 화학증기수송법을 이용한 금속 몰리브덴 박막 증착  
박창원, 이영중, 김대건, 김영도  
한양대학교 신소재공학과
- E-4 광투과성 향상을 위한 모스아이 패턴 형성 및 태양전지에의 응용  
한강수, 신주현, 이현  
고려대학교 신소재공학과
- E-5 실리콘 태양전지의 후면 점접촉 구조를 위한 Al 확산에 의한 국부 후면전계의 제조  
이준성, 권순우\*, 송청호\*\*, 박성은, 박하영, 송주용, 박효민, 윤세왕\*, 김동환  
고려대학교 신소재공학부; \*대한제당 중앙연구소; \*\*미래 컴퍼니
- E-6 고투과성과 방오 기능을 갖는 태양전지 보호용 유리기판 제작  
신주현, 한강수, 이현  
고려대학교 신소재공학부

(에너지환경재료)초청강연 (14:40 ~ 15:10)

좌장: 김경남(강원대)

- I-9 화합물 반도체 Cu(InGa)Se<sub>2</sub>박막 태양전지의 제작과 태양광발전 활용  
김제하, 정용덕\*, 배성범\*, 박래만\*, 한원석\*, 조대형\*, 이진호\*, 이규석\*, 김영선\*, 오수영\*  
한국전자통신연구원 차세대태양광연구본부 박막태양광기술연구팀; \*한국전자통신연구원

에너지환경재료II (15:10 ~ 16:25)

좌장: 김경남(강원대)

- E-7 Effect of FTO coated on stainless steel bipolar plate for PEM fuel cells  
박지훈, 장원영, 변동진\*, 이중기  
한국과학기술연구원; \*고려대학교
- E-8 Electrochemical performance of double perovskite structured cathodes for intermediate temperature SOFCs  
Seung Hwan Jo, P. Muralidharan, Do Kyung Kim  
KAIST

- E-9 Evaporation법을 이용한 광촉매 TiO<sub>2</sub>박막 제조  
윤형철, 김남정, 박인수, 서수정  
성균관대학교 신소재공학과
- E-10 나노TiO<sub>2</sub>계 화합물과 응용  
황용길, 김상철\*  
한국과학기술정보연구원 ReSEAT 프로그램; \*한국과학기술정보연구원

**포스터발표 I : 스투바이탈**  
**(5월 21일(목) 12:30 ~ 17:00)**

진행: 김도경(KAIST)

**반도체재료**

- P-1 Synthesis of silica nanowires by rapid thermal annealing  
Jin-Bok Lee, Seong-Han Park, Joon-Ho Oh, Chel-Jong Choi\*, Tae-Yeon Seong  
Department of Materials Science and Engineering, Korea university; \*Department of Semiconductor Science & Technology, Semiconductor Physics Research Center (SPRC), Chonbuk National University
- P-2 Effect of a NiCo interlayer on the electrical and structural properties of nickel silicides  
Jin-Bok Lee, Bong-Jun Park\*, Chel-Jong Choi\*\*, Tae-Yeon Seong  
Department of Materials Science and Engineering, Korea University; \*Department of Nano-Semiconductor Engineering, Korea University; \*\*Department of Semiconductor Science & Technology, Semiconductor Physics Research Center (SPRC), Chonbuk National University
- P-3 Effect of Au Nanocrystals Concentration on Nonvolatile Memory Characteristics for Polymer Memory-cells.  
Kyoung-Cheol Kwon, Hyun-Min Seung, Jong-Dae Lee, Chang-Hwan Kim, Jea-gun Park  
Division of Nanoscale Semiconductor Engineering and Tera-bit Nonvolatile Memory Development Center, Hanyang University.
- P-4 CO gas sensors based on ZnO:Al/Au composite thin films  
Nguyen Le Hung, Eunseong Ahn, Seongyong Park, Hoocheol Jung, Hyojin Kim, Dojin Kim  
Department of Materials Science and Engineering, Chungnam National University

- P-5 The transparent field emission device using the SWNTs synthesized by vapor phase growth method  
Nguyen Van Quy, 김도진, Nguyen Duc Hoa, 정혁  
 충남대학교
- P-6 Effect of Metal Nanocrystal Properties on Small-molecule Nonvolatile Memory-cells  
Sang-Yi Lee, Yool-Guk Kim\*, Kwang-Hee Park\*, Woo-Sik Nam\*, Sung-Ho Seo, Jea-Gun Park\*\*  
 Division of Nanoscale Semiconductor Engineering, Hanyang University; \*Department of Electronics Computer Engineering, Hanyang University; \*\*Department of Electronics and Communications Engineering, Hanyang University
- P-7 Electrical characterization of interface and bulk traps in Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistors with hafnium based dielectric  
Tea Wan Kim, Rino Choi, Tae Young Jang  
 인하대학교
- P-8 Effect of pH in Colloidal Silica Slurry on Polishing Rate Selectivity of Nitrogen-doped Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> to SiO<sub>2</sub> in Chemical Mechanical Polishing  
Woong-Jun Hwnag, Jong-Yung Cho, Hao Cui, Jin-Hyung Park, Ungyu Paik\*, Jea-Gun Park  
 Advanced Semiconductor Material & Device Development Center, Hanyang University; \*Division of Advanced Materials Science Engineering, Hanyang University
- P-9 ALD로 증착된 ZnO 반도체층을 갖는 험성 유-무 기 박막트랜지스터의 제작과 특성평가  
공수철, 최진은, 류상욱, 정우호\*, 전형탁\*, 최용준\*\*, 박형호\*\*, 장호정  
 단국대학교 전자공학과; \*한양대학교 신소재공학과; \*\*연세대학교 세라믹공학과
- P-10 방전플라즈마소결법을 이용하여 제조된 텅스텐 압출 제품의 특성 분석  
김건홍, 공만식, 정항철, 홍현선, 임성철\*  
 고등기술연구원; \*한국생산기술연구원
- P-11 CIS 태양전지용 이원 화합물 Cu<sub>x</sub>Se 나노입자 제조  
김균환, 안제진, 윤재호, 광지혜, 김도진\*, 윤경훈  
 한국에너지기술연구원; \*충남대학교
- P-12 Nano-scale Patterning by Imprint Lithography  
 Using Ni stamp  
 김남정, 박정갑, 김택유, 장재권, 주범석, 이창형, 장주희, 최우성, 서수정  
 성균관대학교 신소재공학과
- P-13 RF magnetron sputtering 법으로 증착한 ZnO 박막의 열처리 효과  
김명춘, 김좌연, 김재천\*  
 호서대학교 신소재공학; \*호서대학교 반도체 디스플레이공학과
- P-14 The preparation of ATO thin films by the bar coating Bar 코팅법에 의한 ATO 박막의 제조  
김성진  
 연세대학교 신소재공학과
- P-15 광도전체 두께와 상부 전극면적크기 차이에 의한 HgI<sub>2</sub> 필름의 edge-effect 특성 분석  
김성현, 윤민석, 김민우\*, 김윤석, 김영빈\*, 김지나, 남상희  
 인제대학교 의용공학과; \*인제대학교 의료영상과학
- P-16 금속 Zn 타겟을 사용한 RF 마그네트론 리액티브 스퍼터링 ZnO의 온도 및 산소분압에 따른 전기적 특성의 변화  
김영석, 장삼석, 이승무, 박지훈, 변동진  
 고려대학교 신소재공학과
- P-17 잉크젯 프린팅으로 인쇄된 PEDOT:PSS Source/ Drain 전극을 이용한 유기박막 트랜지스터  
김영훈, 박성규, 한정인  
 전자부품연구원
- P-18 Investigation of effective contact resistance of GIZO based thin film transistors  
김웅신, 문연건, 이시, 강병우, 박종완  
 한양대학교 신소재공학과
- P-19 Capacitance-Voltage Characteristics of Metal-Polymer-Silicon (MPS) Capacitor Device by Inkjet Printing of Ag Electrode  
김형준, 서일, 윤태식, 김용상, 이현호  
 명지대학교
- P-20 Photoluminescence study of SiO<sub>x</sub>coated GaN nanowires  
김현우, 김효성, 이종우, Mesfin Abayneh Kebede  
 인하대학교
- P-21 스퍼터링 및 셀렌화 열처리에 의한 CuInSe<sub>2</sub> 박막 제조  
문동권, 윤재호, 안제진, 광지혜, 이희덕\*, 윤경훈  
 한국에너지기술연구원; \*충남대학교

- P-22 Encapsulant에 따른 WL-CSP 신뢰성 연구  
문선희, 박승욱, 김진수, 홍주표, 백종환, 권영도, 임순규, 심현섭  
삼성전기주식회사
- P-23 PIB(Particle-in-Binder)법을 이용한 X-선 변환체 제작 및 검출 특성 비교 분석  
박근우, 윤민석, 오경민, 김영빈\*, 김윤석, 남상희  
인제대학교 의용공학과; \*인제대학교 의료영상과학
- P-24 Polymer stamp를 이용한 3D구조의 RT-NIL 공정 개발  
박정갑, 김남정, 이창형, 이광근, 장주희, 최우성, 정근희, 서수정  
성균관대학교 신소재공학과
- P-25 Effect of seed layer annealing temperature and Growth of ZnO nanorod by hydrothermal method  
배영숙, 김영이, 김동찬, 안철현, 조형균  
성균관대학교
- P-26 Synthesis of IGO thin film by using solution deposition method in low temperature  
배은진, 한승열\*, 류시옥, Chih-Hung Chang\*  
영남대학교; \*오레곤 주립 대학교
- P-27 RF power와 박막 증착 온도 변화에 따른 AZO 박막의 특성  
신범기, 김성연, 이민정, 이태일, 명재민  
연세대학교 신소재공학부
- P-28 ZnO:Al-SWNT 복합체의 일산화질소 가스 감지 특성  
안은성, 정훈철, 웬래홍, 박성용, 오동훈, 김효진, 김도진  
충남대학교 신소재공학과 재료공학
- P-29 ZnO/MgZnO core/shell 나노구조에서의 향상된 ZnO band edge emission  
안철현, 배영숙, 우창호, 최미경, 공보현, 조형균  
성균관대학교
- P-30 Single wall carbon nanotube gas sensor for NOx  
오동훈, 김도진  
충남대학교 재료공학과
- P-31 Hydrothermal Synthesis and Characterization of Cadmium Telluride Nanowires  
용석민, P. Muralidharan, 김도경  
KAIST 신소재공학과
- P-32 Effects of thickness of IGZO channel layer on device performance in oxide TFTs  
우창호, 공보현, 김동찬, 김영이, 안철현, 한원석, 배영숙, 최미경, 조형균  
성균관대학교 신소재공학부
- P-33 Fabrication and efficiency for n-CdS/p-uGaSe<sub>2</sub> heterojunction solar cell  
유상하, 홍광준  
조선대학교 자연과학대학 물리학과
- P-34 선형 질소 이온 주입 농도에 따른 사파이어 기판 상 MOCVD를 이용한 GaN 수평 성장  
이광택, 김범준, 진정근\*, 이재상\*\*, 변동진  
고려대학교 신소재공학과; \*한국 광기술원 LED 소자팀; \*\*한국원자력연구원 양성자기반공학기술개발사업단
- P-35 Point defect for CuInSe<sub>2</sub> layers by photoluminescence measurement  
이상열, 홍광준  
조선대학교 자연과학대학 물리학과
- P-36 PIB(Particle In Binder) 방법의 바인더 종류에 따른 Hgl<sub>2</sub>(Mercuric Iodide)기반의 X선 광도전체 필름 제작 및 정량적 특성 평가  
이영규, 오경민, 정숙희\*, 윤민석, 김민우\*, 남상희  
인제대학교 의용공학과; \*인제대학교 의료영상과학대학원
- P-37 화학증기수송을 이용한 몰리브덴 산화물 박막증착  
이영중, 박창원, 김대건\*, 김영도  
한양대학교 신소재공학과; \*한양대학교
- P-38 전자빔 처리를 통한 저온공정으로 제작된 Ultra Thin SiO<sub>2</sub> 유전박막의 특성향상에 관한 연구  
Investigation of the properties of Ultra Thin SiO<sub>2</sub> dielectric prepared at low temperature process by electron beam treatment  
이재열, 정철우\*, 김대일\*  
인포비온; \*울산대학교 첨단소재공학부
- P-39 ALD법으로 성장시킨 ZnO 박막의 RTA 처리에 따른 전기적 특성변화  
장삼석, 김범준, 박지훈, 김영석, 변동진  
고려대학교 신소재공학부
- P-40 P3HT 전도성 고분자와 나노와이어를 이용한 유기 무기 복합체 TFT 소자의 특성 향상  
전주희, 문경주, 최지혁, 이태일, 명재민  
연세대학교 신소재공학부

- P-41 Sol-Gel 법을 이용한 IGZO 박막 트랜지스터 제조 및 특성 평가  
전하석, 이후정  
 성균관대학교 신소재공학과
- P-42 RF 스퍼터링을 이용한 ZnO:Sb 박막의 열처리의 따른 결정성과 미세구조  
정민호, 진용식, 채길병\*, 장혜빈\*, 최대규  
 전북대학교 정보전자재료공학과; \*전북대학교 수소연료전지공학과
- P-43 Crystalline Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films growth by using RF magnetron sputtering at room temperature  
정상용, 이진복, 전준우, 이상민, 나현석\*, 성태연  
 고려대학교 신소재공학부; \*대전대학교 신소재공학부
- P-44 기판온도가 동시진공 증발법으로 제조된 Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> 박막 태양전지 특성에 미치는 영향  
정성훈, 안세진, 윤재호, 광지혜, 김동환\*, 윤경훈  
 한국에너지기술연구원; \*고려대학교
- P-45 Polyimide 기판을 이용한 Flexible CIGS 박막 태양전지 제조  
정승철, 윤재호, 안세진, 광지혜, 윤경훈, 김도진\*  
 한국에너지기술연구원; \*충남대학교
- P-46 Bias stress stability of solution processed zinc tin oxide thin film transistors  
정영민, 김동조, 송근규, 문주호\*  
 연세대학교 나노기능재료연구실; \*연세대학교 신소재공학과
- P-47 Characterization of polycrystalline Si thin films prepared with direct negative Si ion beam deposition  
정철우, 김대일  
 울산대학교 첨단소재공학부
- P-48 Co가 도핑된 ZnO-CNT 복합체의 일산화질소 가스감지특성 연구  
정훈철, 오동훈, 박성용, 안은성, 웬래홍, 김효진, 김도진  
 충남대학교 재료공학과
- P-49 Photoconductor와 Binder의 Blending에 따른 Digital x-ray Detector의 전기적특성 변화  
조규석, 김민우\*, 정숙희\*, 오경민, 윤민석, 남상희  
 인제대학교 의용공학과; \*인제대학교 의료영상과학
- P-50 CVD를 이용한 Cu 증착 시 plasma 전처리로 인한 구조적 특성의 비교 분석  
진성언, 변동진, 이승무, 박지훈, 이도한, 최종문, 김창균\*, 정택모\*  
 고려대학교 신소재공학과; \*한국화학연구소
- P-51 Cu(dmamb)<sub>2</sub>를 이용한 CVD Cu 박막의 제조 시 증착온도가 박막의 미세구조에 미치는 영향  
최종문, 변동진, 이도한, 진성언  
 고려대학교 신소재공학과
- P-52 The structural and electrical characteristics of the dual-gate InGaZnO transistor  
최지혁, 이태일, 서현식\*, 명재민  
 연세대학교 신소재공학부; \*연세대학교 신소재공학부 /LG Display LCD 연구소
- P-53 Dependence of the Properties of Hydrothermally-grown ZnO on Precursor Concentration  
허주희, 류혁현, 이재엽, 박주현\*, 최신희\*, 이태민\*, Han Qi Fei  
 인제대학교 나노시스템 공학과; \*인제대학교 나노공학부
- P-54 Point defect for CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> Single Crystal Thin Film by Hot Wall Epitaxy  
홍광준  
 조선대학교 자연과학대학 물리학과
- P-55 Point defect for AgGaSe<sub>2</sub> single crystal thin film by hot wall epitaxy  
홍광준, 김혜정  
 조선대학교 자연과학대학 물리학과
- P-56 Temperature dependence of photocurrent energy for CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> epilayers  
홍광준  
 조선대학교 자연과학대학 물리학과
- P-57 Optical properties for ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> Thin Film grown by Hot Wall Epitaxy  
홍광준  
 조선대학교 자연과학대학 물리학과
- P-58 확산쌍을 통한 광기전성 CuInSe<sub>2</sub> 상의 생성 기구 및 확산 경로의 해석  
홍성환, 박준식, 김정민, 김윤기  
 국립한밭대학교 신소재공학부
- P-59 용액공정 기반의 저온 소성 가능한 Aluminum Indium Oxide (AlO) 박막 트랜지스터  
황영환, 전준혁, 서석준, 배병수  
 한국과학기술원(KAIST) 신소재공학과 광학재료연구실 (LOMC)



전자재료

- P-60 Temperature Dependent Properties of Spray Deposited ITO Thin Films  
A.V. Moholkar, S.M. Pawar\*, K.Y. Rajpure\*\*, C.H. Bhosale\*\*, J.H. Kim\*\*\*  
 Department of Physics, Gopal Krishna Gokhale College, Kolhapur 416 0012, M.S., India; \*Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University; \*\*Electrochemical Materials Laboratory, Department of Physics, Shivaji University; \*\*\*Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, 300 Yongbong-Dong,Puk-Gu, Gwangju, South Korea-500-757
- P-61 Effect of Hollow Perlite on Dielectric Constant and Hardness of Glass composites  
Chungyong Lee, Joonsoo Kim\*, Seongjin Hwang\*\*, Hyunsun Kim  
 School of Material Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea; \*Korea Institute of Energy and research, 102 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-343, Korea; \*\*School of Materials Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea
- P-62 Graphene synthesized by the Thermal and Electrical Pulse Induced Evaporation  
H.Y Park, H.W Kim\*, C.E Song, H.J Ji\*, S.k Choi  
 Department of Science and engineering, KAIST; \*Department of science and engineering, KAIST
- P-63 The growth mechanism of carbon nano tubes fabricated by Thermoelectrical Pulse Induced Evaporation  
H.Y Park, H.W Kim\*, C.E Song\*, H.J Ji, S.K Choi  
 Department of Science and engineering, KAIST; \*Department of science and engineering, KAIST
- P-64 Series resistance reduction in large-area organic solar cells by introducing metal grid ITO electrode  
Kwang-Hyuk Choi, Han-Ki Kim\*, Do-Geun Kim\*\*, Jae-Wook Kang\*\*  
 Kumoh National Institute of technology; \*kyung Hee University; \*\*Korea Institute of Materials Science
- P-65 Effect of the dopant on the properties of ZnO thin films prepared by RF magnetron sputtering system  
Kyu Ung Sim, Seung Wook Shin, Doo Sun Cho, Jon Ha Moon, Jin Hyeok Kim  
 Department of Material Science and Engineering, Chonnam National University
- P-66 A study on the thermo-mechanical characteristics and reliability of Anisotropic Conductive Films (ACFs) according to the curing methods of epoxy resins  
Man-seok Gil, Jeong-soo Kim\*, Jae-han Kim\*\*, Kyoung-won Seo\*\*, Do-yeon Jeong\*\*  
 polymer science engineering, Chungnam National University / ACF research institute,Telephus; \*polymer science engineering, Chungnam National University; \*\*ACF research institute,Telephus
- P-67 Effect of mixing solvent and the oxidant on the polymerization of 3,4-ethylenedioxythiophene (EDOT)  
Mohammad Amdad Ali, 김현호, 소희섭\*, 이재갑  
 국민대학교 신소재공학부; \*국민대학교 자기조립집적공정연구센터(CMPS)
- P-68 Modified co-precipitation synthesis of spherical shape Ce doped YAG  
Prabhakar Rai, Yeon-Tae Yu, Suraj Kumar Tripathy, Nam-Hee Park, Jin-Nyeong Jo  
 Division of Metrials Engineering, Chonbuk National University
- P-69 Effect of ZnO buffer layer on the properties of 4wt% Ga doped ZnO thin films on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0001) substrate at low growth temperature 250 °C  
Seung Wook Shin, Kyu Ung Sim, Doo Sun Choi, Jong-Ha Moon, Jin Hyeok Kim  
 Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University
- P-70 Large-area organic photovoltaic with Al metal bus electrode  
Sun-Young Park, Joo Hyun Kim, Do-Deun Kim\*, Jae-Wook Kang\*  
 Pukyung National University; \*Korea Institute of Materials Science
- P-71 Synthesis and characterization of (Au/Pt)@SnO<sub>2</sub> nanocomposites  
Suraj Kumar Tripathy, Yeon-Tae Yu\*, Prabhakar Rai\*, Ji-Nyoung Jo\*, Nam-Hee Park\*  
 Division of Metrials Engeenering; \*Division of Advanced Materials Engineering, Chonbuk National University

- P-72 Fabrication of Ruthenium Oxide Nanoparticles by A Solution Method  
Yong-Kwang Kim, Sungho Choi, Beyong-Hwan Ryu, Ha-Kyun Jung  
 Advanced Materials Division, Korea Research Institute of Chemical Technology
- P-73 Synthesis of BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> phosphor by Solution Combustion Method  
Yong-Kwang Kim, Sungho Choi, Ha-Kyun Jung  
 Advanced Materials Division, Korea Research Institute of Chemical Technology
- P-74 Understanding Bonding Structure of Low K Transparent Dielectric Using Polyphenylcarbosilane  
Yonghyeon Yu, Hyungsun Kim, Seongjin Hwang, Hyunsang Jung, Younhee Kim\*, Jeonghyeon Lee\*  
 School of Materials Engineering, Inha University; \*Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology
- P-75 방열핀에 따른 소형히트싱크의 열 방출 특성  
이승협, 강계명\*, 최종운\*  
 서울산업대학교 안전과학연구소; \*서울산업대학교 신소재공학과
- P-76 Deposition of TiO<sub>2</sub> by ECR-ALD for organic substrate devices  
강병우, 김웅신, 문대용, 박종완  
 한양대학교 신소재공학과
- P-77 저온 소결 조건에 따른 폴리이미드 기판 위에 도포한 전도성 Ag 잉크의 계면 변화에 따른 전기적 특성 분석  
권동희, 천진민, 김종렬  
 한양대학교 금속재료공학과
- P-78 다이렉트 배선 방식에 적용하기 위한 나노 구리 분말 표면의 VSAM 코팅에 대한 연구  
권진형, 성미린, 이계영, 김동권, 김영석\*, 이기라\*\*, 이선영  
 한양대학교 금속재료공학과; \*전자부품연구원; \*\*한국기초과학지원연구원
- P-79 Effect of BaCu(B2O5) on sintering behavior and dielectric properties of (SrLa)(TiAl)O<sub>3</sub> ceramics  
김경범, 김창일, 정영훈, 이영진, 백중후  
 요업기술원 전자부품팀
- P-80 다양한 분무열분해법 조건에 따른 MgGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 구형 형광체의 형상 및 발광특성  
김경운, 최성호, 정하균  
 한국화학연구원 화학소재연구원
- P-81 분무열분해법을 이용한 형광막의 제작 및 특성 고찰  
김경운, 최성호, 정하균  
 화학연구원 화학소재연구원
- P-82 Deposition of SiO<sub>2</sub> thin films using atmospheric pressure dielectric barrier discharge  
김기택, 김윤기  
 한밭대학교 신소재공학과
- P-83 어닐링에 의한 FCCL 구리박막의 결정립 구조 변화  
김수현, 강주희, 한승전, 이효수\*  
 한국기계연구원 부설 재료연구소; \*한국생산기술연구원
- P-84 Enhanced low-field magnetoresistance in (1-x)La<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub>/x(CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) composites  
김영주, Shalendra Kumar, 서용준, 이찬규, 구본훈  
 창원대학교
- P-85 Silver 미세배선 패턴 형성을 위한 유리기판 표면 처리에 관한 연구  
김영훈, 홍성재, 한정인  
 전자부품연구원
- P-86 Dispersion of silica nanoparticle in polyester varnish and fabrication of silica-polyester nanocomposites for enamel wire coating  
김용범, 김은진\*, 정우람\*, 최진혁\*, 서영수\*, 황종선\*\*  
 세종대학교 나노신소재공학과; \*세종대학교; \*\*전남도립대학
- P-87 Effect of post deposition annealing on the properties of ITO/Au/ITO films prepared on glass substrate by reactive magnetron sputtering  
김유성, 채주현\*, 김대일\*  
 한국전기연구원 나노공정장비연구그룹; \*울산대학교 첨단소재공학과
- P-88 Cu/Solder/Cu 범프 접합부의 금속간화합물 성장 거동 연구  
김재원, 정명혁, 박영배  
 안동대학교 신소재공학과 청정소재기술연구센터
- P-89 Deposition of Aluminum doped ZnO(AZO) film on PEN (polyethylene naphthalate)  
김정민, 이시우, 김연수\*, 유상현\*

- 포항공과대학교 화학공학과; \*웅진케미컬
- P-90 리튬 이온 전지용 다공성 폴리우레탄 전해질의 전기화학적 특성평가  
 김중선, 김지현, 최재원\*, 신초롱\*, 안주현\*, 류호석\*\*, 김익환\*\*\*, 안효준  
 경상대학교 나노신소재공학부, i-Cube 사업단, IT용 에너지 저장 및 변환센터; \*경상대학교 생명화학공학과, IT용 에너지 저장 및 에너지변환센터; \*\*경상대학교 PRC-NBECS; \*\*\*(주) 삼웅
- P-91 Effect of Polypropylene Glycol on Silver-Tin Electrolytes as a Function of pH  
 김중천, 나성훈, 임승규, 김진수, 김태성, 주범석, 최우성, 이광근, 서수정  
 성균관대학교 신소재공학과
- P-92 LED 봉지재 응용을 위한 Sol-Gel Methacrylate Hybrimer의 광 및 열 특성 분석  
 김준수, 양승철, 배병수  
 KAIST
- P-93 Effects of Saccharin Concentration on Deposit Stress Behavior of Electrodeposited Ni-Co-Fe Ternary Alloy Films  
 김진수, 주범석, 나성훈, 임승규, 김중천, 서수정  
 성균관대학교 신소재공학과
- P-94 Fabrication of Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>(CZTS) thin film Solar cell by co-sputtering method.  
 김진아, 오현필, 유재호\*, 윤경훈\*, 김진혁  
 전남대학교 신소재공학과; \*한국에너지기술연구원
- P-95 LBL 법에 의한 기능성 나노입자 제조  
 김진호, 황중희, 임태영  
 요업(세라믹)기술원
- P-96 Effect of substrate temperature in th TaN-Ag thin film resistor.  
 김태성, 임승규, 나성훈, 김진수, 이창형, 김중천, 주범석, 박인수, 서수정  
 성균관대학교 신소재공학과
- P-97 UV-Nano Imprint Lithography를 이용한 Nano Pattern Array제작  
 김택유, 박정갑, 이창형, 주범석, 김남정, 장주희, 최우성, 장재권, 서수정  
 성균관대학교
- P-98 Interfacial investigation of Sn-Pb soldering on the copper ribbon  
 김혁중, 김희규, 강인구, 이상권\*, 하정원\*, 최병호  
 금오공과대학교 정보나노소재공학; \*고려상사
- P-99 Structural properties of ceramic-coated NdFeB magnets using E-beam and thermal annealing methods  
 김혁중, 김희규, 강인구, 김민완\*, 양기호\*, 이병철\*, 최병호  
 금오공과대학교 정보나노소재공학; \*한국원자력연구원
- P-100 Electron beam irradiation effect on dielectric properties of Cu/SiO<sub>2</sub>/p-Si (MOS) structure  
 김현빈, 전준표, 강필현  
 한국원자력연구원
- P-101 Two-step 소결을 통해 제조된 Nd-Fe-B영구자석의 자성특성  
 김훈섭, 김세훈, 김진우\*, 김영도\*\*  
 한양대학교 신소재공학과; \*한양대학교 신소공학과; \*\*한양대학교 신소재공학과
- P-102 Photoluminescence of MgO-coated BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>O:Eu<sup>2+</sup> phosphors using atomic layer deposition  
 김희규, 김혁중, 강인구, 최병호  
 금오공과대학교 정보나노소재공학
- P-103 Influence of Pd layer thickness and reflow times on formation of Sn-Ag solder interfacial Cu-Sn based IMC  
 나성훈, 박인수, 김진수, 임승규, 김중천, 김태성, 주범석, 서수정  
 성균관대학교
- P-104 마이크로 플랫폼과 SnO<sub>2</sub> 나노와이어를 이용한 메탄 감지용 가스 센서 제조  
 노봉현, 박준식\*, 조영창\*, 조남규\*, 박순섭\*, 이인규\*\*  
 한국항공대학교, 전자부품연구원; \*전자부품연구원; \*\*한국항공대학교
- P-105 나노스케일 YVO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup> 형광체의 온도변화에 따른 발광특성  
 문영민, 최성호, 정하균  
 한국화학연구원 화학소재연구단
- P-106 MgF<sub>2</sub> 코팅에 의한 나노스케일 YVO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup> 형광체의 진공 자외선 여기하에서의 발광 특성 향상  
 문영민, 최성호, 정하균  
 한국화학연구원 화학소재연구단
- P-107 BaO-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 산화물계 적색 형광체의 발광 특성  
 박병윤, 최성호, 홍창섭\*, 정하균



- 한국화학연구원 화학소재 연구단; \*고려대학교 화학과
- P-108 색순도가 우수한 LiYO<sub>2</sub>:Eu 적색 형광체의 발광 특성  
박병운, 최성호, 홍창섭\*, 정하균  
한국화학연구원 화학소재 연구단; \*고려대학교 화학과
- P-109 유기솔라셀용 PEDOT:PSS 코팅성 향상을 위한 플렉시블 IZO/Ag/IZO 전극의 상압플라즈마 처리 특성  
박용석, 김한기  
경희대학교 디스플레이재료공학과
- P-110 롤투롤 연속공정으로 제작한 플렉시블 유기솔라셀용 플렉시블 ITO-Ag-ITO 전극 특성  
박용석, 김한기, 정진아, 박호균, 최광혁\*, 나석인\*\*, 김동유\*\*  
경희대학교 디스플레이재료공학과; \*금오공과대학교 정보나노소재공학과; \*\*광주과학기술원
- P-111 낙하각도에 따른 Sn-Ag-Cu계 무연 솔더볼의 낙하충격 특성평가  
박재현, 장임남  
포항산업과학연구원 신뢰성 평가 본부 신뢰성 평가실
- P-112 다양한 재귀 반사지의 특성평가  
박진우, 김종선, 최재원\*, 신초롱\*, 허민영\*, 안주현\*, 류호석\*\*, 정성표\*\*\*, 안효준  
경상대학교 나노신소재공학부, i-Cube 사업단, IT용 에너지 저장 및 변환센터; \*경상대학교 생명화학공학과, IT용 에너지 저장 및 변환센터; \*\*경상대학교 PRC-NBECS; \*\*\*(주) 삼웅
- P-113 Comparative study on electrical, optical, structural properties of Ga:ZnO/Ag/Ga:ZnO and Al:ZnO/Ag/Al:ZnO multilayer electrodes for heterojunction organic solar cells  
박호균, 정진아, 박용석, 최광혁\*, 강재욱\*\*, 김한기  
경희대학교 디스플레이재료공학과; \*금오공과대학교 정보나노소재공학과; \*\*재료연구소
- P-114 Characterization of Multiferroic BiFeO<sub>3</sub> Thin Films Fabricated by Aerosol Deposition  
백창우, 김근영\*, 박동수\*, 류정호\*, 정대용  
명지대학교 신소재공학과; \*재료연구소 기능세라믹 연구그룹
- P-115 Build-up PCB 기판 제조를 위한 구리 범프의 형성 및 특성평가  
서민혜, 공만식, 홍현선, 공기오\*, 이덕행\*  
고등기술연구원; \*(주)호진플라텍
- P-116 Electrical transport properties and magnetoresistance of (La<sub>0.7</sub> Sr<sub>0.3</sub> MnO<sub>3</sub>)<sub>1-x</sub>/(CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>x</sub> composites  
서용준, Shalendra Kumar, 김영주, 성창훈, 이찬규, 구분혼  
창원대학교
- P-117 정전용량방식 터치스크린용 고투과, 저색도(b\*) ITO 박막 제작 및 특성  
송갑득, 박재성\*, 반태곤, 정우진, 이운수\*\*  
(주)맥스필름 기업부설연구소; \*경북대 모바일디스플레이산업센터; \*\*경북대 첨단디스플레이제조공정및장비연구소
- P-118 투명전극재료의 잉크젯 프린팅을 이용한 용액공정 투명 박막 트랜지스터 제작  
송근규, 전태환, 김동조, 김범기, 정영민, 구창영, 노정훈\*, 조승환\*, 문주호  
연세대학교 신소재공학과; \*삼성전자 LCD총괄
- P-119 분극전극의 형상에 따른 PZT-Si Rubber 압전복합체의 분극거동  
신동범, 김윤기, 이종혁\*, 김동국\*  
한밭대학교 신소재공학부; \*(주)피에조랩
- P-120 The effects of coupling agent on the mechanical properties of PZT-Si rubber piezoelectric composites  
신동범, 이종혁\*, 김동국\*, 김윤기  
한밭대학교 신소재공학부; \*(주)피에조랩
- P-121 OLED 양극용 TiON/meral/TiON 박막 개발  
신창호, 채주현, 정철우, 양종우, 김대일  
울산대학교 첨단소재공학부
- P-122 자기조립단분자막을 이용한 poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT)의 선택적인 증착과 이를 이용한 (4-vinyl phenol) (PVP) 유기 절연층 트랜지스터 제작  
양기열, 김현호, Mohammad Amdad Ali, 소희섭\*, 이재갑  
국민대학교 신소재공학부; \*국민대학교 자기조립집적공정연구센터(CMPS)
- P-123 Thermal Stability of Epoxy-Hybrimer Based on Sol-Gel Derived Oligosiloxane for LED Encapsulation  
양승철, 김준수, 배병수  
KAIST 신소재공학과

- P-124 저유전율 TFT Passivation Layer 응용을 위한 Fluorinated Methacrylate hybrimer의 제조  
 오지훈, 진정호, 양승철, 배병수  
 KAIST
- P-125 Fabrication and Characterization of SnS<sub>2</sub> thin films deposited on soda-lime glass using sputtering method  
 오현필, 김진아, 문종하, 김진혁  
 전남대학교 신소재공학부
- P-126 ZTO 기반 박막 트랜지스터에 적용한 잉크젯 프린팅 Cu 전극  
 우규희, 김동조, 정영민, 문주호  
 연세대학교 신소재공학부
- P-127 금속열환원법(metallo-thermic reduction)에 의한 니오븀 분말 제조  
 윤재식, 이영미, 김병일\*  
 한국기초과학지원연구원 순천센터; \*순천대학교 재료금속공학과
- P-128 FABRICATION OF STAMP FOR NANOIMPRINT PROCESS USING NANOSPHERE LITHOGRAPHY  
 박정갑, 정근희, 이창형, 주범석, 서수정, 이광근  
 성균관대학교
- P-129 Dielectric and piezoelectric properties of 0.94 (Bi<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub>-0.06BaTiO<sub>3</sub> lead-free ceramics  
 이명환, 이정찬, 성연수, 조종호, 김명호\*, 최병춘\*\*, 송태권  
 창원대학교 세라믹공학과; \*창원대학교 세라믹공학과; \*\*부경대학교 물리학과
- P-130 다공성 ZnO 박막의 나노 구조 제어를 통한 투명 초발수 박막 제조  
 이민, 김진호\*, 임태영\*, 황중희\*, 김은경\*\*  
 요업(세라믹)기술원, 연세대학교; \*요업(세라믹)기술원; \*\*연세대학교
- P-131 소자 적용을 위한 전기장 배열 연구 (Electrical alignment study for nanodevice)  
 이민정, 최지혁, 문경주, 이태일, 명재민  
 연세대학교 신소재공학부
- P-132 Micro-via Formation by Using Photosensitive Dielectric in Embedded Active Device  
 이승은, 이정원, 박진선, 한승훈, 정태성  
 삼성전기
- P-133 DC magnetron sputtering을 이용하여 증착한 P doped ZnO 기반의 박막 트랜지스터의 특성 및 ZnO 기반의 박막 트랜지스터와의 특성 비교  
 이시, 문연진, 김경택, 박종완  
 한양대 신소재공학과
- P-134 FE-SEM을 이용한 다양한 분석 방법  
 이영미, 윤재식  
 한국기초과학지원연구원 순천센터
- P-135 RuO<sub>2</sub> 나노 입자의 수열 합성 및 전기적 특성 관찰  
 이유민, 정택모, 안기석, 이선숙, 김창균, 류병환, 이영국  
 한국화학연구원
- P-136 광환원법을 이용한 Au 및 Pd 나노입자 형성  
 이준원, 최선우, zhangjin\*, 박재영, 김상섭\*\*  
 인하대학교 신소재공학과; \*인하대학교 신소재 공학과; \*\*인하대학교 신소재 공학과
- P-137 인광 도펀트를 이용한 백색 고분자 PhPLED의 제작과 특성  
 이학민, 공수철, 백승준, 장영철\*, 장호정  
 단국대학교 전자공학과; \*(주)에스이텍
- P-138 매립형 저항체를 위한 SiO<sub>x</sub>-Pt 박막 저항체의 형성 및 그 특성 분석.  
 임승규, 김태성, 김진수, 나성훈, 김종천, 장재권, 서수정  
 성균관대학교 신소재공학과
- P-139 패드 구조에 따른 Sn-Ag-Cu계 무연 솔더볼 접합부의 기계적 특성변화  
 장임남, 박재현, 안용식\*  
 포항산업과학연구원 신뢰성 평가 본부 신뢰성 평가실; \*부경대학교 재료공학과
- P-140 연/경자성 나노 복합 재료의 전산모사  
 전광원, 문기웅, 김종렬  
 한양대학교 금속재료공학과
- P-141 Salted-sol-gel법을 이용한 적색 이동된 nano YAG:Ce<sup>3+</sup> 형광체의 합성  
 전영선, 김규언\*, 황보승\*, 김진태\*\*, 이영환\*\*\*, 정주현\*\*\*\*, 황규석\*\*\*\*\*  
 남부대학교 광.전자기술연구소; \*호남대학교; \*\*조선대학교; \*\*\*전남과학대학; \*\*\*\*건양대학교; \*\*\*\*\*남부대학교
- P-142 수직배향 탄소나노튜브로의 플라즈마 이온조사 효과  
 정구환, 이병주, 신의철  
 강원대학교 신소재공학과
- P-143 금속기판 위 탄소나노튜브의 수직배향 성장

정구환, 김진주, 최강희  
강원대학교 신소재공학과

P-144 수직배향 탄소나노튜브의 초기성장속도 측정  
정구환, N. Olofsson\*, E.E.B. Campbell\*\*  
강원대학교 신소재공학과; \*Gothenburgh University, Sweden; \*\*Edinburgh University, UK

P-145 Amorphous indium zinc tin oxide electrode grown by linear facing target sputtering for organic solar cells  
정진아, 최광혁\*, 강제욱\*\*, 김한기  
경희대학교 디스플레이재료공학과; \*금오공과대학교; \*\*재료연구소

P-146 습식공정에 의한 초발수/초친수 박막 제조  
정현호, 김진호\*, 황종희\*, 임태영\*, 최덕균\*\*  
요업기술원, 한양대학교 신소재공학과; \*요업기술원; \*\*한양대학교 신소재공학

P-147 전해 도금법을 이용한 NiCoFe-CNT 복합재료의 자기적 특성연구  
주법석, 김진수, 나성훈, 임승규, 박정갑, 김태성, 서수정  
성균관대학교 신소재공학과

P-148 ZnSe-코어/TiO<sub>2</sub>-셸 나노와이어 구조의 PL 특성  
진창현, 전지나, 김현수, 이종무  
인하대학교 신소재공학과

P-149 전기분해법을 이용한 전도성 Ag잉크 제조시 온도, 분산제, 환원제, 전압 등에 따른 잉크 특성 평가  
천진민, 김종렬, 좌용호\*  
한양대학교 금속재료공학과; \*한양대학교 정밀화학공학과

P-150 이속압연비 및 열처리 조건에 따른 스퍼터링 타깃 용 Ta의 집합조직과 미세조직  
최귀동, 김한술, 김원용  
한국생산기술연구원

P-151 IGZO 박막 위에 저온 증착된 Al doped ZnO의 TCO 특성 평가  
최미경, 한원석, 김동찬, 공보현, 우창호, 서동규, 조형균, 김준호\*, 이호성\*  
성균관대학교; \*경북대학교

P-152 나노선 네트워크 구조를 이용한 이산화질소 검출 센서  
최선우, 이준원, 양현모, Zhangjin, 박제영, 김상섭  
인하대학교 신소재공학과

P-153 Patterning of SU-8 photoresist by UV Imprint

process.

최우성, 김남정\*, 장주희\*, 이창형\*, 김종천\*, 이광근\*, 박정갑\*, 서수정\*  
성균관대학교 신소재공학과; \*성균관대학교

P-154 AGd(PO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup> (A=Na<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) 녹색 형광체의 조성 최적화 및 발광특성  
태세원, 정하균, 최성호, 허남희\*  
한국화학연구원; \*서강대학교 화학과

P-155 Sol-Gel method를 이용한 Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 형광체의 합성  
태세원, 정하균, 최성호, 허남희\*  
한국화학연구원; \*서강대학교 화학과

## A 발표회장 (5월 22일(금))

반도체재료III (09:00 ~ 11:00)

좌장: 김형준(포항공대)

A-12 SiGe Nanostructure Fabrication Using Selective Epitaxial Growth and Self-Assembled Nanotemplates  
Sang-Joon Park, Heung-Soon Lee, In Chan Hwang, Jong-Yeog Son, Hyungjun Kim  
Department of Materials Science and Engineering, POSTECH (Pohang University of Science and Technology)

A-13 레이저 유기 총격파를 이용한 나노 Trench 에서의 나노입자제거  
김진수, 이승호, 박진구  
한양대학교

A-14 용액공정 기반의 Zinc Oxide 박막 트랜지스터의 제작 및 특성 평가  
황영환, 서석준, 진준혁, 배병수  
한국과학기술원(KAIST) 신소재공학과 광학재료연구실 (LOMC)

A-15 반도체 세정액 내 용존 수소 가스가 웨이퍼 세정에 미치는 영향  
김혁민, 강봉균, 이승호\*, 박진구\*, 최은석\*\*, 김인정\*\*, 김봉우\*\*  
한양대학교 바이오나노공학과; \*한양대학교 금속재료공학과; \*\*실트론 기술연구소

A-16 플라즈마를 이용한 GaAs 반응성 이온 식각  
이성현, 노호섭, 최경훈\*, 박주홍, 조관식, 이재원  
인제대학교 나노시스템 공학과; \*인제대학교 정보통신시스템학과

A-17 CIGS 태양전지 용액전구체 paste 공정 연구  
 박명국, 안세진, 윤재호, 김동환\*, 윤경훈  
 한국에너지기술연구원; \*고려대학교 신소재공학부

B-14 Microstructure and electrical properties of high power laser thermal annealing on inkjet printed Ag films  
 Yo Han Yoon, Seol-Min Yi, Jung-Ryoul Yim, Ji-Hoon Lee, Young-Chang Joo  
 Seoul National University

## B 발표회장 (5월 22일(금))

반도체재료 IV (09:00 ~ 11:00)

좌장: 박진구(한양대)

A-18 질화물 계 발광다이오드의 광추출효율 향상을 위한 나노임프린트 리소그래피 공정  
 변경재, 홍은주, 박형원, 이현  
 고려대 신소재공학과

B-15 Hole pattern 형성에 따른 금속/PET sheet의 인장 시 저항변화  
 최영준, 권나현, 조영래  
 부산대학교 재료공학과

A-19 Growth behavior on initial layer of ZnO:P layers grown by magnetron sputtering with controlled by O<sub>2</sub> partial pressure  
 김영이, 안철현, 배영숙, 김동찬, 조형균  
 성균관대학교

B-16 Deep RIE를 이용하여 제작된 마이크로 노즐 내에서 유체의 거동에 대한 컴퓨터 시뮬레이션 분석  
 정규봉, 송우진, 천두만\*, 여준철\*, 안성훈\*, 이선영  
 한양대학교; \*서울대학교

A-20 Study of passivation layers for the indium antimonide photodetector  
 이재열, 김정섭, 양창재, 윤의준  
 서울대학교 재료공학부

B-17 Surface Analysis of Fluorine-Plasma Etched Y-Si-Al-O-N Oxynitride Glasses  
 Jungki Lee, Seongjin Hwang, Sungmin Lee\*, Hyungsun Kim  
 School of Material Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea; \*Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Icheon-si, Gyeonggi-do, 467-843, Korea

A-21 Novel Activation by Electrochemical Potentiostatic Method  
 이학형, 이준기, 정동렬\*, 권광우\*, 김익현\*  
 전남대학교 신소재공학부; \*나이텍스(주)

B-18 초음속 마이크로노즐에 적합한 프로파일을 위한 공정변수의 최적화  
 송우진, 정규봉, 천두만\*, 안성훈\*, 이선영  
 한양대학교 재료화학공학과; \*서울대학교 기계항공공학부

A-22 선택적 단결정 씨앗층을 이용한 MgZnO 나노와이어의 밀도조절 및 수직성장 방법  
 김동찬, 공보현, 김영이, 안철현, 배영숙, 조형균  
 성균관대학교 신소재공학과

B-19 축전 결합형 O<sub>2</sub> 플라즈마를 이용한 아크릴과 폴리 카보네이트의 식각 공정 비교  
 박주홍, 이성현, 노호섭, 최경훈, 조관식, 이제원  
 인제대학교 나노시스템 공학과

## C 발표회장 (5월 22일(금))

전자재료III (09:00 ~ 11:00)

좌장: 이택영(한밭대)

B-12 Cu-Zn 합금 젖음층을 이용한 Sn-Ag-Cu 솔더 접합부의 낙하 충격 신뢰성 향상 연구  
 김영민, 김영호  
 한양대학교

## D 발표회장 (5월 22일(금))

(나노생체재료)초청강연 (09:00 ~ 09:30)

좌장: 한재길(송도테크노파크)

B-13 금속이 코팅된 PET 필름의 수분침투 특성 평가  
 최영준, 박기정, 조영래  
 부산대학교 재료공학과

I-8 Fabrication of Functional Nanomaterials by Peptide Self-Assembly  
 박찬범  
 한국과학기술원 (KAIST)

**나노생체재료III (09:30 ~ 11:00)**  
**좌장: 한재길(송도테크노파크)**

- D-12 자기조립박막 증착법을 이용한 영구적인 친수성 표면의 플루이딕스칩 제작에 관한 연구  
김동진, 이문권, 이정환, 임현우\*, 박진구\*, 신상택\*\*, 김정호\*\*, 조병기\*\*  
 한양대학교 바이오나노학과; \*한양대학교 재료공학과; \*\*(주)SD
- D-13 촉매에 따른 셀룰로오스로부터의 수소 발생량 변화  
강인철, 한재길, Qiwu Zhang\*, Fumio Saito\*  
 (재)송도테크노파크; \*IMRAM of Tohoku University
- D-14 사파이어 기판에 sub-micron급 패터닝을 위한 나노 임프린트 리소그래피 공정  
박형원, 변경재, 홍은주, 이현  
 고려대학교 신소재공학과
- D-15 나노 임프린트 리소그래피 기술을 이용한 투명 전극 재료의 직접 나노 패턴 형성 기술  
양기연, 윤경민, 이현  
 고려대학교
- D-16 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 2차원 나노 패턴 형성 및 수열합성법을 이용한 ZnO 나노 기둥 2차원 Bravais 격자 제조  
김진혁, 김태언\*, 김진아\*\*, 문중하\*\*  
 전남대학교 신소재공학부; \*전남대학교 신소재 공학부; \*\*전남대학교
- D-17 Hydrogen sensing of Nano thin film and Nanowire structured cupric oxide deposited on SWNTs substrate: A comparison  
Nguyen Duc Hoa, NguyenVanQuy, 오동훈, Li Wei, 정혁, 김도진  
 충남대학교

**E 발표회장 (5월 22일(금))**

**에너지환경재료III (09:00 ~ 11:00)**  
**좌장: 박상현(한국에너지기술연구원)**

- E-11 TiO<sub>2</sub>/Carbon felt의 광전기 화학반응에 의한 퍼클로레이트 이온 제거  
김중우, 민형섭\*, 주병권\*\*, 이진국\*  
 한국과학기술연구원, 고려대학교 전기전자전파공학과; \*한국과학기술연구원; \*\*고려대학교 전기전자전파공학부

- E-12 직접 패터닝 기술을 이용한 TiO<sub>2</sub> 나노 패턴 형성  
윤경민, 양기연, 이현  
 고려대학교
- E-13 전기폭발법에 의해 제조되는 금속나노분말의 크기 분포 실시간 측정  
이승복, 배귀남, 임성순, 이동진\*, 박중학\*  
 한국과학기술연구원; \*(주)나노기술
- E-14 용해 납 흐름 배터리용 여러 카본 전극의 에너지 효율 특성 비교  
민형섭, 양민규\*, 김상식\*\*, 이진국\*  
 한국과학기술연구원, 고려대학교 전자전기공학과; \*한국과학기술연구원; \*\*고려대학교 전자전기공학과
- E-15 화학복필름접착을 위한 최적화된 플라즈마 조건 확립  
박평규, 최영덕\*, 김의용\*\*, 고재선\*\*\*, 윤병선\*\*\*\*  
 서울시립대학교 화학공학과, (주)산청; \*(주)산청 기술연구소; \*\*서울시립대학교; \*\*\*대전대학교 소방방재학과; \*\*\*\*(주) 산청 기술연구소

**포스터발표 II : 스투바이탈**  
**(5월 22일(금) 09:00 ~ 12:00)**

진행: 정대용(명지대)

**구조재료**

- P-156 High-temperature Oxidation of oxynitrided Ti alloys in air.  
ChenLi, Sang-Hwan Bak, Dong-Bok Lee  
 School of Advanced Materials Science & Engineering, Sungkyunkwan University, Korea
- P-157 Effect of manganese addition on the adhesive wear resistance of Fe-Cr-C-Mn austenitic alloy  
Ji Hui Kim, Seon Jin Kim  
 Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University
- P-158 Effect of ZnO on physical and optical properties of bismuth borate glasses  
Nam Jin Kim, Young Hoon La, Sang Hyeok Im, Bong Ki Ryu  
 Division of Materials Science and Engineering, Pusan National University
- P-159 Characterization of High temperature

- Mechanical properties of CVD-SiC Coating layer for Nuclear fuel particle  
Park, Kwi-II, Lee, Hyeon-Keun, Kim, Do Kyung  
 KAIST
- P-160 Cyclic oxidation behavior of Ti-48Al-2Mn-2Nb-(0~1%)W alloys between 800 and 1000°C in air.  
Sang-Hwan Bak, Dong-Bok Lee  
 School of Advanced Materials Science & Engineering, Sungkyunkwan University, Korea
- P-161 Oxidation Behavior of Hf-based Ultra High Temperature Ceramics Fabricated by Reactive Hot Pressing  
Seung Jun, Lee, Do-Kyung, Kim  
 MSE, KAIST
- P-162 Effect of Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on Structure and Properties of Zinc Bismuth Phosphate Glass  
Young Hoon Na, Bong Ki Ryu, Nam Jin Kim, Sang Hyeok Im  
 Division of Materials Science and Engineering, Pusan National University
- P-163 산탄화규소 코팅 유리의 제조  
강경훈, 이수성, 김준수\*, 이홍림\*\*, 윤준도\*  
 경남대학교 재료공학과; \*경남대학교 나노공학과; \*\*경남대학교 공동기기센터
- P-164 수소 장입시킨 다상조직강의 조직내 수소거동  
박재우, 송동우, 강계명  
 서울산업대학교 신소재공학과
- P-165 A6061합금의 미세조직과 기계적 특성에 미치는 Sc, Zr, Misch metal 첨가 및 열처리의 영향  
권의표, 우기도  
 전북대학교 공과대학 신소재공학부, 공업기술연구센터
- P-166 USC 화력 발전용 감마 프라임 강화 Ni계 초내열 합금의 열적특성 평가  
김기남, 김선진  
 한양대학교 신소재공학부
- P-167 Al 진공증착 코팅에 의한 상용 AZ31 Mg합금의 내식성 개선  
김기택, 홍성환, 박준식, 김정민, 김윤기  
 한밭대학교 신소재공학부
- P-168 핵연료 골격체 부품의 조사성능검사기술 개발  
김도식, 유병욱, 백승재, 김기하, 주용선, 백상열, 안상복, 전용범\*  
 한국원자력연구원 조사재시험시설; \*한국원자력연구원 조사후연료시험시설
- P-169 핵연료 피복관의 조사후 연성평가기술 개발(II)  
김도식, 백승재, 유병욱, 주용선, 송웅섭, 안상복, 전용범\*  
 한국원자력연구원 조사재시험시설; \*한국원자력연구원 조사후연료시험시설
- P-170 AM50합금의 발포금속 제조와 특성  
김병구, 정승룡, 탁병수, 조예, 허보영\*  
 경상대학교 대학원 금속재료공학과; \*경상대학교 나노 신소재 공학부
- P-171 The tribological properties of self-lubricating Fe-Cr-C-Mn-Cu alloys  
김병식, 김선진\*  
 한양대학교 대학원 신소재공학과; \*한양대학교 신소재공학과
- P-172 자기펄스 가압성형장치를 이용한 ZrO<sub>2</sub> 나노분말의 치밀화 연구 (Densification of ZrO<sub>2</sub> Nano Powder by Magnetic Pulsed Compaction)  
김준호, 홍순직, 이창규\*, 이정구\*  
 공주대학교 신소재공학부; \*한국원자력연구소
- P-173 SiC coatings for carbon fibers using a thermal-CVD  
김현빈, 전준표, 강필현  
 한국원자력연구원
- P-174 최적화된 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> FGM접합의 기계적 특성에 대한 연구  
노지영, 이선영, 류세희, 박종하, Joe Lemberg\*, Robert Ritchie\*  
 한양대학교 재료공학과; \*UC Berkeley
- P-175 Paradoxical phenomena between the homogeneous and inhomogeneous deformation of bulk amorphous alloys  
박경원, Eric Fleury, 이재철\*  
 한국과학기술연구원; \*고려대학교
- P-176 Plasticity criterion of bulk amorphous alloys : homogeneous flow rate  
박경원, Eric Fleury, 이재철\*  
 한국과학기술연구원; \*고려대학교
- P-177 Ni-base superalloy 에서 Ti, Al 분율에 따른  $\gamma'$  phase 형성 및 그에 따른 열적 특성 평가  
박명철, 김선진

한양대학교 신소재공학과

- P-178 자기필스 압축성형장치를 이용한 TiO<sub>2</sub> + Ti 혼합 분말의 성형 및 기계적 특성  
박진섭, 홍순직, 이창규\*, 이정구\*  
공주대학교 신소재공학부; \*한국원자력연구소
- P-179 Fabrication of Glass Foam using Waste Glass  
방희곤, 김성진\*, 홍문기, 박상엽\*  
강릉대학교 파인세라믹 기술혁신센터; \*강릉대학교 세라믹공학과
- P-180 태양전지용 실리콘 웨이퍼의 파손 신뢰성 평가  
신봉걸, 이준성\*, 현창용, 김동환\*, 변재원  
서울산업대학교; \*고려대학교
- P-181 Characterization of various type of diamonds by boron implantation  
서진교, 박종완  
한양대학교
- P-182 The effect of carbon contents on sliding wear in high temperature  
신경수, 김지희, 김기남, 김선진  
한양대학교 신소재공학부
- P-183 Monte Carlo Computer Simulation of Continuous and Discontinuous Grain Growth Mechanisms in Cemented Carbides  
신순기  
강원대학교 신소재화학공학부
- P-184 전산모사를 이용한 고/액상 계의 상연속성에 미치는 액상량의 영향해석  
신순기  
강원대학교 신소재화학공학부
- P-185 Simulation of Percolation Structure in Composites  
신순기  
강원대학교 신소재화학공학부
- P-186 Aluminum anodizing 전처리에 관한 연구  
신이나, 신혜숙, 장범식, 박진선, 신상현, 이영기  
(주)삼성전기
- P-187 Formation of AlON Coatings on 6061 Aluminum Alloys by Electrolytic Plasma Processing  
왕개, 변상식\*, 김영주, 이찬규\*\*, 구분훈\*\*\*  
창원대학교 나노 신소재 공학과; \*창원대학교 나노 신소재과학과; \*\*창원대학교 금속재료공학과; \*\*\*창원대학교 나노신소재공학과

- P-188 Densification and Oxidation behavior of HfC and TaC  
이상보, 이승준, 김도경  
KAIST 신소재공학과
- P-189 나노인덴테이션을 이용한 마이크로 컬럼의 기계적 물성 평가  
이수성, 이홍림\*, 강경훈, 김행만\*\*, 김진광\*\*\*, 조상봉\*\*\*\*, 윤준도\*\*\*\*\*  
경남대학교 재료공학과; \*경남대학교 공동기기센터; \*\*경남대학교 첨단공학과; \*\*\*(주)TYCO AMP; \*\*\*\*경남대학교 기계공학과; \*\*\*\*\*경남대학교 나노공학과
- P-190 자동차용 마찰재에 함유된 세라믹첨가제의 함량에 따른 마찰특성  
김택남, 이용진\*, Sanosh K P\*  
배재대학교 정보전자소재공학과; \*배재대학교 재료공학과
- P-191 방향성 전기강판의 열처리온도에 따른 미세조직 변화  
이은진, 박노진, 주형돈\*  
금오공과대학교 신소재시스템공학부; \*포스코 기술연구소 전기강판연구그룹
- P-192 Fe-Cr-Ni-C 합금에서 변형유기상변태가 adhesive 마모 저항성에 미치는 영향  
이재건, 김선진  
한양대학교 신소재공학과
- P-193 니켈기 초내열합금 및 용사코팅층의 고온 열화거동  
이한상, 정진성, 유근봉  
전력연구원
- P-194 초소성성형 기술로 제작한 발사체용 티타늄 압력 탱크 파괴거동 연구  
이호성, 윤종훈\*, 이영무\*  
한국항공우주연구원 발사체미래기술팀; \*한국항공우주연구원
- P-195 Change of Microstructure and Mechanical properties of 17-4PH Stainless Steel as a function of Atmosphere and Aging temperature  
전호연, 서승국, 이재환, 강동수, 차순용\*, 노재승  
금오공과대학교 신소재시스템공학부; \*(주)프로텍
- P-196 온도에 따른 In-Situ Type 발포 알루미늄의 제조 특성 및 접합 특성  
정승룡, 정민재\*, 강광중, 허보영\*\*  
경상대학교 아이큐브 사업단; \*경상대학교 공학연

구원; \*\*ERI, AMRI, K-MEM R&D Cluster-GNU, 경상대학교 나노신소재 공학부

P-197 스파크 플라즈마 소결 타이타늄 제조시 소결온도 유지시간의 영향  
조경식, 박성범, 송인범, 오명훈, 홍재근\*, 박노광\*  
금오공과대학교 정보나노소재공학전공; \*한국기계연구원 재료연구소 특수합금연구그룹

P-198 최적화된 Crack-free FGM의 강도 테스트 및 파괴 경향의 분석  
조동국, 박중하, 류세희, Joe Lem berg\*, Robert Ritchie\*, 이선영  
한양대학교; \*U.C berkeley

P-199 오스테나이트계 Hardfacing철계 합금에서 Boron의 함량이 Abrasive wear 거동에 미치는 영향  
조재환, 김선진\*  
한양대학교 신소재공학부; \*한양대학교 신소재공학과

P-200 디스크스프링을 적용한 힌지의 신뢰성에 관한 실험적 연구  
추용호, 박지경, 추일호, 최정환, 이규태, 김동민\*, 최중근\*\*  
피케이텍시스템(주)광주지점; \*순천대학교 기계공학과; \*\*순천대학교 공과대학 기계우주 항공공학부

P-201 Al-Zn 합금의 발포금속 제조와 기계적 특성  
탁병수, 허보영\*, 김병구\*, 정승룡\*, 정민재\*  
경상대학교 대학원 금속재료공학전공; \*경상대학교 금속재료공학전공

P-202 AZ31 마그네슘 합금에서 인장변형에 따른 미세구조 변화  
한상호, 박노진  
금오공과대학교 정보나노소재공학과

P-203 Mechanochemical processing을 이용한 Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>의 상변화 거동 및 물성  
홍문기, 김성진\*, 방희곤, 박상엽\*  
강릉대학교 파인세라믹기술혁신센터; \*강릉대학교 세라믹공학과

#### 나노생체재료

P-204 Formation of TiO<sub>2</sub> nanofibers in the Porus 3-D Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> Membrane Using Sponge method  
Hyun-Jin Hong, Min-Sung Kim, Byong-Taek Lee  
Department of Biomedical Engineering and Materials,

School of Medicine, Soonchunhyang University

P-205 Bioactivity, Crystallization and Sintering Behavior of CaO-SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Bioglass-Ceramics with the Addition of ZnO  
Im Sang-Hyeok, Na Young-Hoon, Kim Nam-Jin, Ryu Bong-Ki  
Division of Materials Science and Engineering, Pusan National University

P-206 The Effect of Silicon Doped Porous BCP Bone Graft Substitutes on the Osteoblast Cell Proliferation, Differentiation and their gene expression  
In-Seon Byun, Swapan Kumar Sarkar\*, Young-Hee Kim, Md. Anirban Jyoti, Young-Ki Min, Hun-Mo Yang, Byong-Taek Lee\*, Ho-Yeon Song  
Dept. Microbiology, School of Medicine, Soonchunhyang University; \*Dept. Biomedical Engineering and Materials, School of Medicine, Soonchunhyang University

P-207 Fabrication of chitosan/PCL composites electrospun mats loaded nano HAp powder and their characterization for bone plate application  
Nguyen Thi Phuong, Ho-Yeon Song\*, Byong-Taek Lee  
Department of Biomedical Engineering and Materials College of Medicine, Soonchunhyang University; \*Soonchunhyang University

P-208 Influence of tailored degree of substitution on hyaluronic acid hydrogels properties  
Nguyen Thuy Ba Linh, Hun Mo Yang\*, Young Ki Min\*, Byong-Taek Lee  
Department of Biomedical Eng. & Mater., School of Medicine, Soonchunhyang University; \*Department of Physiology, School of Medicine, Soonchunhyang University

P-209 Synthensis lactic-co-glycolic acid nanoparticles loaded Heparin  
Quang Bao Trinh, Young-Ki Min\*, Hun-Mo Yang\*, Ho-Yeon Song\*\*, Byong-Taek Lee  
Department of Biomedical Engineering and Materials, College of Medicine, Soonchunhyang University; \*Soonchunhyang University; \*\*University

P-210 Preparation and Characterization of Hydroxyapatite Nano rods  
Sanosh K P, Seong Jai Cho\*, Min-Cheol Chu\*, Taik Nam Kim, Yong Jin Lee



Department of Information and Electronic Materials Engineering, Paichai University; \*Korea Research Institute of Standards & Science

P-211 Fabrication of Fibrous Chitosan Mats Using Electro-spinning Process and Their Biocompatibility

Thi Hiep Nguyen, In-Seon Byun\*, Ho-Yeon Song\*, Byong-Taek Lee

Department of Biomedical Engineering and Materials, College of Medicine, Soonchunhyang University; \*Soonchunhyang University

P-212 Fabrication of PLGA/TCP composite by electrosponning process and evaluation of their mechanical properties

Yanghee Kim, Younghee Kim\*, Ho Yeon Song\*, Byong Taek Lee

Dept. of Biomedical Engineering and Materials, School of Medicine, Soonchunhyang University; \*Department of Microbiology, School of Medicine, Soonchunhyang University

P-213 Fabrication and Characterization of Poly Caprolactone(PCL) coated Porous BCP scaffold for Drug delivery system

김민성, 김영희\*, Trinh Quang Bao, 송호연\*, 이병택  
순천향대학교 의과대학 의공학교실; \*순천향대학교 의과대학 면역학교실

P-214 Bioreactor를 이용한 PCL이 코팅된 BCP 지지체의 조골세포 3차원 배양

김영희, 김민성\*, 곽경아, MD. Anirban Joyti, 이병택\*, 송호연

순천향대학교 의과대학 면역학교실; \*순천향대학교 의과대학 의공학교실

P-215 One-Dimensional Nano-Assembly of Block Copolymers Tailored by Chemically Patterned Surfaces

신동욱, 김상욱  
KAIST

P-216 플라스틱 표면 개질을 위한 기상자기조립박막 증착에 관한 연구

임경원, 김용민, 이동국, 서성호, 강형범\*, 조시형\*, 임현우, 박진구

한양대학교 재료공학과; \*한양대학교 바이오나노학과

P-217 금속질산염을 이용한 Fe-80 wt% Ni 나노합금분

말의 합성 및 특성

주민희, 이성일, 오승탁, 좌용호\*, 김기현\*\*\*, 이상관  
\*\*\*

서울산업대학교 신소재공학과; \*한양대학교 정밀화학공학과; \*\*영남대학교 물리학과; \*\*\*재료연구소 복합재료연구그룹

P-218 TiO<sub>2</sub> 나노튜브의 광열효과

홍찬석, 강정우, 이종무  
인하대학교 신소재공학부

에너지환경재료

P-219 IMPROVEMENT OF CONVERSION EFFICIENCY FOR MULTI-CRYSTALLINE SILICON SOLAR CELLS USING POST METALLIZATION ANNEALING

Chang, Hyo Sik, Kim, YooJin, Kim, Jinho, Hwang, Kwang Taek, Choi, Kyoon

Energy & Semiconductor Center, Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology

P-220 Effect of Na<sub>2</sub>O on desulfurization for flourineless for eco-process

Jin Cheng, 조문경, 민동준

Department of Metallurgical Engineering, YONSEI UNIVERSITY

P-221 A study of optoelectrical properties of ITO thin films with post deposition electron beam bombardment

Joo-Hyun Chae, Chang-Ho Shin, Cheol-Woo Jeong, Deail Kim

School of material Science and Engineering, University of Ulsan

P-222 Characteristics of TiOx thin film deposited with different sputtering powers

Junjie Xiong, Sungyeon Kim, Jinhyong Lim\*, Hyun Choi\*, J. M. Myoung

Information and Electronic Materials Research Laboratory, Department of Materials Science and Engineering, Yonsei University; \*LG Chem, Ltd. / Research Park

P-223 Synthesis of Flower-Shaped Ag@TiO<sub>2</sub> Core-Shell Nanoparticles and Their Photocatalytic Properties

Xiao-Feng Wu, Jeong-Mo Yoon, Yeon-Tae Yu

Division of Advanced Materials Engineering, Chonbuk National University

- P-224 Influence of Various Top Electrodes Metal Reflection Property on Power Conversion Efficiency for Polymer Photovoltaic Cells  
Zhen yi Wang, Su-Hwan Lee, Dal-Ho Kim, Ji-Heon Kim, Tae-Hun Shim, Jea-Gun Park  
Nano-SOI Process Laboratory, Hanyang University
- P-225 결정질/비정질 실리콘 계면이 실리콘 이종접합 태양전지에 미치는 영향  
강민구, 탁성주, 박성은, 김찬석, 정대영\*, 이정철\*, 김동환  
고려대학교 신소재공학부; \*한국에너지기술연구원
- P-226 이방성 습식 식각 용액에 따른 실리콘 태양전지의 표면 텍스처링 특성 연구  
강병준, 박하영, 이준성, 박성은, 권순우\*, 윤세왕\*, 김동환  
고려대학교 신소재공학부; \*대한제당 중앙연구소
- P-227 전기화학 커패시터용 TiO<sub>2</sub> 복합 전극의 전기화학적 특성 평가  
고현석, 전영갑\*, 신경희\*, 안영수\*  
한국에너지기술연구원, 충남대학교 공과대학 바이오응용화학과; \*한국에너지기술연구원
- P-228 마이크로웨이브 가열법을 활용한 전기화학 커패시터용 TiO<sub>2</sub> 복합 전극의 전기화학적 특성 평가  
고현석, 전영갑\*, 안영수\*  
한국에너지기술연구원, 충남대학교 공과대학 바이오응용화학과; \*한국에너지기술연구원
- P-229 폐광미와 리그닌을 이용한 시멘트 모르타르의 압축강도와 용출특성  
김한호, 김효진, 김진호\*, 김경남, 박현  
강원대학교; \*강원대학교 공동실험실습관
- P-230 Effect of the Cu underlayer on the properties of ITO/Cu films  
김대일, 채주현, 양종우  
울산대학교 첨단소재공학부
- P-231 역마이셀 공정을 통한 Y<sub>3</sub>(Al, Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce<sup>3+</sup> 나노분말 형광체 재료의 합성 및 특성 평가  
김민영, 배동식\*  
창원대학교 나노 신소재 공학부; \*창원대학교 나노 신소재 공학부
- P-232 SiNWs와 MWCNT의 core/shell 나노 구조체의 태양전지에의 응용 연구  
김성원, 이현주, 김동환  
고려대학교 신소재공학부
- P-233 CO<sub>2</sub> 하이드레이트의 Film형 결정성장 거동에 관한 연구  
김수민, 이현주, 이윤석, 지창욱, 박영빈, 이주동\*, 김양도  
부산대학교 재료공학부; \*한국생산기술연구원 동남권기술지원본부
- P-234 Passivation Qualities of ALD Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Thin Film via Surface preparation for Crystalline Silicon Solar Cells  
김영도, 박성은, 탁성주, 강민구, 이준성, 김동환  
고려대학교 신소재공학부
- P-235 Sol-gel 공정을 이용한 나노 복합 젤 전해질의 제조 및 고체 염료감응 태양전지의 활용  
김은이, 최효림, 유상현, 황진명\*  
인하대학교 세라믹공학과; \*인하대학교 신소재공학부
- P-236 염료 감응형 태양전지(DSSC)의 TiO<sub>2</sub>층 두께 변화에 따른 특성 연구  
김재천, 김좌연\*, 김신우\*  
호서대학교 반도체 디스플레이 공학과; \*호서대학교 신소재공학과
- P-237 역마이셀 공정에 의한 Y<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> : Ce<sup>3+</sup>, Tb<sup>3+</sup> 형광재료의 합성 및 특성  
김준섭, 배동식  
창원대학교 나노신소재공학부
- P-238 Al-Si계 합금 코팅 전기강판의 연자기 특성연구  
김찬욱, 조기현  
포항산업과학연구원
- P-239 액/기중 전기선 폭발법을 이용하여 제조된 은 나노유체의 분산성에 관한 연구  
김창규, 이경자, 이창규  
한국원자력연구원 원자력재료연구부
- P-240 실리콘 양자점 태양전지를 위한 조성비별 Si<sub>1-x</sub> C<sub>x</sub> 박막의 제조 및 물성연구  
김현중, 문지현, 이정철  
한국에너지기술연구원
- P-241 수열합성 공정에 의한 Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Eu<sup>3+</sup> 나노입자의 합성 및 특성평가  
김현주, 성영택, 배동식  
창원대학교 나노신소재 공학부
- P-242 수열합성법에 의한 BaMg<sub>2</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>24</sub>:Eu<sup>3+</sup> 나노분말 제조 및 특성  
김현철, 배동식  
창원대학교 나노신소재 공학과

- P-243 전기 방사법에 의한 세라믹 나노선의 제조 및 폴리머 분자량에 따른 영향  
김홍연, 이승호, 이대희, 문주호  
연세대학교
- P-244 친환경 무기질 폴리머의 제조 및 특성  
Preparation and Characterization of Eco-friendly Geopolymer  
박미혜, 이진형, 황연\*, 이태근\*  
서울산업대학교 재료공학과; \*서울산업대학교 신소재공학과
- P-245 Atomic Layer Deposition법으로 제조된 태양전지용 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Passivation막의 열처리 특성 및 물성 연구  
박성은, 김영도, 탁성주, 강민구, 이준성, 김동환  
고려대학교 신소재공학과
- P-246 Dye-Sensitized Solar Cells based on TiO<sub>2</sub> Nanoparticle/Nanotube Composites by Hydrothermal Methode.  
박유식, 김창열\*, 조광연\*, 허승현\*, 구은희\*, 현상일\*, 류도형\*, 황해진\*\*  
요업기술원, 인하대학교; \*요업기술원; \*\*인하대학교
- P-247 Grinding of Crystalline Graphite by Low Expansion Process of GIC  
박종력, 김병곤, 전호석, 최홍일\*, 장희동  
한국지질자원연구원 광물자원연구본부; \*과학기술연합대학원 자원순환공학과
- P-248 마그네트론 스퍼터링을 이용한 ITO/Ni/ITO 적층 구조 투광성 전도박막의 특성 연구  
박지혜, 신창호\*, 채주현\*, 정철우\*, 양종우\*, 김대일\*  
울산 정밀화학센터; \*울산대학교 첨단소재공학부
- P-249 Effective hydrogen detachment using low pressure condition for improving surface texturing of silicon solar cells  
박하영, 강병준, 박성은, 이준성, 김동환  
고려대학교 신소재공학과
- P-250 Hot water oxidation을 이용한 실리콘 표면층의 불순물 농도 조절  
박효민, 박성은, 송주용, 박하영, 강병준, 이준성, 김동환  
고려대학교 신소재공학과
- P-251 Understanding of the Electrodes in Solid Oxide Fuel Cells Using 2-Dimensional Image Analysis  
배승목, 황진하  
홍익대학교
- P-252 은나노 입자가 분산된 다공성 알루미늄 하이드록사이드 나노복합재 기판 제조에 관한 연구  
서영익, 안세환, 김대건\*, 이규환\*\*, 김영도\*  
한양대학교 신소재공학과; \*한양대학교 신소재공학부; \*\*한국과학기술연구원 계산과학센터
- P-253 후면 패시베이션층에 따른 알루미늄 후면전극의 후면전계 형성  
송주용, 이준성\*, 권순우\*\*, 박성은, 박효민, 윤세왕\*\*, 김동환  
고려대학교 신소재공학과; \*고려대학교 신소재 공학과; \*\*대한제당 중앙연구소
- P-254 결정질 실리콘 태양전지의 다층 반사방지막 특성  
양종우, 채주현, 신창호, 정철우, 천희곤  
울산대학교 첨단소재공학과
- P-255 효율적인 산소분리를 위한 (La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>) Mn<sub>0.85</sub>Fe<sub>0.05</sub>Co<sub>0.05</sub>Ni<sub>0.05</sub>O<sub>3-δ</sub> membrane의 제조 및 특성평가  
유상현, 김은이, 최효립, 황진명\*  
인하대학교 세라믹공학과; \*인하대학교 신소재공학과
- P-256 KOH 수열합성법으로 제조된 Titanate NanoTube의 Lithium 저장 특성 연구  
윤용섭, 신동욱, 김정은  
한양대학교 신소재공학과 광전자재료연구실
- P-257 단일형 고체산화물 연료전지에서 개방회로전압의 진동에 대한 고찰  
이대희, 문주호, 이승호, 김홍연  
연세대학교 신소재공학과
- P-258 Glycothermal 공정에 의한 Mn doped Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> 나노입자의 합성 및 특성평가  
이동해, 배동식  
창원대학교 나노신소재 공학과
- P-259 The aging characteristics of Mg-Al-Zn powder alloy prepared by gas atomization  
이두형, 김보식, 장시영  
한국항공대학교
- P-260 446M 스테인리스강의 도전성 및 내식성에 미치는 저온 질화처리 효과  
이석현, 김종희\*, 이윤용\*, 위당문  
KAIST 신소재공학과; \*POSCO 기술연구소
- P-261 Fabrication of dual-coated LSCF/SDC cathode for low temperature SOFC  
이승호, 김홍연, 이대희, 문주호

- 연세대학교 신소재공학과
- P-262 Nano-particle을 이용한 투명전도 산화막의 광 특성 향상  
이승훈, 탁성주, 강민구, 박성은, 김주영\*, 이준성, 김원목\*, 김동환  
고려대학교 신소재공학부; \*한국과학기술연구원
- P-263 가스 하이드레이트 형성원리를 이용한 SF6/N2 혼합기체의 분리 및 회수에 대한 연구  
이은경, 이현주, 이윤석, 하린, 이주동\*, 김영석\*, 김양도  
부산대학교 재료공학부; \*한국생산기술연구원 동남권기술지원본부
- P-264 Evaluation of TiO<sub>2</sub> Photocatalyst Efficiency and Microstructure depending on Coating Condition  
이재훈, 서승국, 전호연, 김범준, 이장균, 곽상호\*, 노재승  
금오공과대학교 신소재시스템공학부; \*스마트텍
- P-265 Performance and Characterization of a GDC-based Unit Cell for Intermediate-Temperature Solid Oxide Fuel Cells  
이종원, 김용훈, 형은희, 배승묵, 이종호\*, 황진하  
홍익대학교; \*한국과학기술연구원
- P-266 실리카졸 열전도 나노유체  
이진호, 임형미, 오성근\*, 이승호  
요업기술원; \*한양대학교 응용화학생명공학부
- P-267 나노테트라포드를 이용한 유-무기 복합 태양전지  
이현주, 김동환, 정원석\*, 김경근\*, 박남규\*, 김성원, 박정희\*\*  
고려대학교 신소재 공학부; \*한국과학기술연구원 태양전지연구센터; \*\*고려대학교 신소재 화학과
- P-268 수소생성용 활성촉매로서의 적용을 위한 Ni/Ni<sub>3</sub>Al 2상합금의 미세조직제어 및 전기화학적 선택부식에 의한 표면개질  
이혜연, Masahiko Demura\*, Ya Xu\*, Toshiyuki Hirano\*, 위당문  
KAIST; \*NIMS
- P-269 Electrochemical and Microstructural Characteristics of LSCF-GDC Composite Cathodes for Intermediate-Temperature Solid Oxide Fuel Cells  
이홍경, 배승묵, 황진하  
홍익대학교
- P-270 Synthesis of Graded in Composition and Microstructure Cathode Films for IT-SOFCs by Electrostatic Spray Deposition (ESD)  
박인유, 임종모, 장성은, 신동욱  
한양대학교 신소재공학과
- P-271 무연탄 석탄회 첨가량이 DPNR용 세라믹 하니컴의 강도 및 구조에 미치는 영향  
장규범, 주재환, 조진녕, 유연태, 이근호\*  
전북대학교 신소재공학부; \*(주)삼정세라믹
- P-272 Studies and characterization of carbon-PTFE electrode composites by nickel solution dipping method as supercapacitor.  
장아름, 김창열\*, 서동학\*\*  
요업기술원(한양대학교); \*요업기술원; \*\*한양대학교
- P-273 산화-환원처리를 이용한 Ni<sub>3</sub>Al 박판재의 Ni 촉매 표면구조개질  
장준혁, Ya Xu\*, 천동현\*\*, Masahiko Demura\*, Toshiyuki Hirano\*, 위당문  
한국과학기술원; \*NIMS; \*\*한국에너지기술연구원
- P-274 TiO<sub>2</sub> Aerogel Synthesis by Supercritical Drying and Its Photoelectrode Thick Film Synthesis  
장혜욱, 김창열, 박유식, 장아름, 조광연, 허승헌, 구은희, 현상일, 류도형  
요업기술원
- P-275 습식분급기술을 이용한 반도체 공정 실리콘 폐기물의 재활용  
정향철, 김건홍, 공만식, 홍현선, 김구성\*  
고등기술연구원; \*(주)이피웍스
- P-276 침출공정 폐액을 이용한 재활용 동분말의 회수 및 특성 연구  
정향철, 김건홍, 공만식, 홍현선, 한재광\*  
고등기술연구원; \*(주)광양합금철
- P-277 박막 봉지 기술을 적용한 유기태양전지 장수명화 연구  
조성우, 강제욱\*, 김종국\*, 김도근\*, 김한기\*\*, 정순욱\*\*\*  
한국기계연구원 부설 재료연구소, 금오공과대학교 정보나노소재공학과; \*한국기계연구원 부설 재료연구소; \*\*경희대학교 디스플레이재료공학과; \*\*\*금오공과대학교 정보나노소재공학과
- P-278 Co 무전해도금된 SOFC용 분리판의 고온산화 특성 평가  
주정운, 한원규, 서현석, 강성근, 신정철\*  
한양대학교 신소재공학부; \*한양대학교 철강공정및 응용연구소

P-279 고분자연료전지(PEMFC) 분리판 내구성 개선을 위한 TiN, Ti/TiN double layer coating 처리  
채길병, 장혜빈, 정민호\*, 진용식\*, 최대규  
전북대학교 수소연료전지특성화대학원; \*전북대학교 정보전자재료공학과

P-280 ITO가 코팅된 Flexible기판 위에 전기화학 증착 법과 나노 인쇄 법을 통해 만든 CdTe 구조 층의 구조적·광학적 성질  
천승주, 한강수, 신주현, 이현, 김동환  
고려대학교 신소재공학부

P-281 저전력 마이크로 플랫폼 상에 MWCNT와 나노 입자 SnO2 혼합 재료를 이용하여 제조된 가스센서의 다중 가스 감지 특성  
최광용, 박준식\*, 박광범\*, 김성동\*, 김현재\*\*  
전자부품연구원 융합센서소자 연구센터, 연세대학교 전기전자공학과; \*전자부품연구원 융합센서소자 연구센터; \*\*연세대학교 전기전자공학과

P-282 TiO2 Filler Particle이 포함된 고분자 전해질을 이용한 고체염료감응 태양전지의 특성  
최효립, 김은이, 유상현, 황진명\*  
인하대학교 세라믹공학과; \*인하대학교 신소재공학과

P-283 The effects of TCO/a-Si:H layer on silicon hetero-junction solar cells  
탁성주, 강민구, 이승훈, 박성은, 이준성, 이정철\*, 김동환  
고려대학교 신소재공학부; \*한국에너지기술연구원

P-284 Synthesis and Properties of Nanocrystalline Ceria-Based Electrolytes Using a Sonochemical Processing  
형은희, 배승목, 이홍경, 양희선, 황진하  
홍익대학교 신소재공학과

P-285 Properties of Silicon based anode using RF magnetron sputtering for rechargeable lithium ion batteries.  
황창묵, 박종완\*  
한양대학교 신소재 공학과; \*한양대학교 신소재공학과

◆ 알 림 ◆

※ 구두발표 취소 : E-5 (이준성 : 고려대학교 신소재공학부)

1. 포스터 보드의 크기는 가로90cm×세로120cm로서 A4용지 크기의 10 배 정도이니 이에 맞추어 준비하여 주시기 바랍니다.
2. 포스터 발표를 위해 발표자는 P1 ~ P155 : 5월 21일(목) 12:30-17:00  
P156 ~ P285 : 5월 22일(금) 09:00-12:00  
에 전시하여 주시기 바랍니다.
3. 포스터 발표자가 포스터 발표물 부착도구를 준비해 오는 것을 원칙으로 하고 있으니 이점 양지해 주시기 바랍니다. (양면테이프, 스키타이프, 가위 등)
4. 우수발표 논문상 시상식 안내 - 각 5개 분야 시상 (장소 : A발표회장(질레탈 I))
  - ▶ 구두, 포스터 발표 수상자 시상 - 5월 21일(목) 18:30, 5월 22일(금) 12:10

**제 16회 신소재 심포지엄**  
**- Direct Printing 소재 및 공정 -**

장소 : F 발표회장 (빌더카이저)  
 일시 : 5월 21일(목) 12:20-17:00  
 진행 : 류병환(한국화학연구원)

		좌장 : 류병환(한국화학연구원)
12:20-12:30	Opening	
S-1 12:30-12:50	Printing Technology for Bulk-Heterojunction Organic Photovoltaic Cells: Inkjet and Aerosol-Jet Printing 윤성철, 정재욱*, 김동환*, 임종선, 이창진 한국화학연구원; *고려대학교	
S-2 12:50-13:10	유기 반도체 박막 트랜지스터 기반 프린팅 RFID 기술 구재분, 노용영, 유인규 한국전자통신연구원	
S-3 13:10-13:30	Electric Circuit Fabrication Technology using Conductive Ink and Direct Printing 정재우, 김용식, 윤관수 삼성전기 중앙연구소	
S-4 13:30-13:50	폴리이미드 필름의 초발수화를 통한 금속배선화 공정 개발 나종주, 이건환, 최두선*, 김완두* 한국기계연구원 부설 재료연구소; *한국기계연구원	
13:50-14:00	휴 식	좌장 : 나종주(재료연구소)
S-5 14:00-14:20	투명 산화물 트랜지스터 박상희, 황치선, 조두희, 유민기, 윤성민, 정우석, 변춘원, 양신혁*, 조경익, 권오상, 박은숙 ETRI; *경희대학교	
S-6 14:20-14:40	Experimental Investigation of Electrostatic Dripping and Atomization Mode through Non-MEMs based Nozzle Design Choi Kyung-Hyun, Dang Hyun-Woo*, M. A. Ali Rehmani Cheju National University	
S-7 14:40-15:00	Direct route to high yield synthesis of metal nanoparticles for printable electronic devices 김동훈, 이귀종, 이영일, 전병호, 최준락, 서영관, 김태훈, 강성구 삼성전기 eMD Lab	
S-8 15:00-15:20	메니스커스 측정을 이용한 잉크젯 입력 파형 설계 권계시, 김진원, 고정국 순천향대학교 기계공학과	
15:20-15:30	휴 식	좌장 : 김창균(한국화학연구원)
S-9 15:30-15:50	Novel 3D nanofabrication technique and its applications 전석우 카이스트 신소재공학과	
S-10 15:50-16:10	인쇄전자를 위한 롤투롤 프린팅 공정 장비 기술 김동수, 김충환, 김명섭 한국기계연구원 나노융합기계연구본부	
S-11 16:10-16:30	Fabrication of Thin Film Transistors based on Sol-Gel Derived Oxide Semiconductor Layers by Ink-Jet Printing Technology 문주호, 김동조, 송근규, 정영민, 구창영 연세대학교 신소재공학과	
S-12 16:30-16:50	Oxidation-free Cu material for printed electronics 김상호 공주대학교 화학과	
16:50-17:00	Closing	

## 행 사 안 내

### 1. 2009년도 한국재료학회 임시총회

- 일 시 : 2009년 5월 21일(목) 18:30 ~ 19:00
- 장 소 : 무주리조트 티롤호텔 지하2층 A 발표회장 (질레탈1)

### 2. 학술발표대회

- 학술논문발표 (특별강연: 3편, 초청강연: 9편, 구두 발표: 82편, 포스터발표: 285편, 심포지엄: 12편)
- A발표회의장 : 22편
- B발표회의장 : 18편
- C발표회의장 : 18편
- D발표회의장 : 20편
- E발표회의장 : 16편
- F발표회의장 : 12편
- 포스터 발표 : 285편

### 3. 제 16회 신소재 심포지엄

- Direct Printing 소재 및 공정 -

- 일 시 : 5월 21일(목) 12:30 ~ 17:20
- 장 소 : 무주리조트 티롤호텔 1층 F발표회장 (빌더카이저)

## 학 술 발 표 등 록 안 내

- 일 시 : 2009년 5월 21일(목) 11:00 ~ 2009년 5월 21일 (목) 17:30  
2009년 5월 22일(금) 08:30 ~ 2009년 5월 22일 (금) 12:00
- 장 소 : 무주리조트 티롤호텔 지하2층
- 등록비 : 정 회 원 85,000원(간친회비 포함)  
비 회 원 130,000원(간친회비 포함)  
학 생 회 원 45,000원  
평 의 원 48,000원(간친회비 포함)
- 안 내 : 초록집 (5월 21일 ~ 5월 22일) 제공됨.  
**학술발표 1편당 1인 이상은 의무등록으로 하고 있으니, 이점 양지하여 주시기 바랍니다.**

## 간 친 회 안 내

- 일 시 : 2009년 5월 21일(목) 19:00 ~ 21:00
- 장 소 : 무주리조트 티롤호텔 지하2층 대연회장 (질레탈2)
- 참 고 : 간친회비는 정회원 및 비회원의 참가등록비에 포함되어 있음.

## 논 문 발 표 안 내

- 초 청 강 연 : 30분 (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.
- 좌 장 확 인 : 담당 Session 시작 10분 전에 행사본부에 연락하신 후 Session 시작 전에 발표자 참석 여부를 확인하여 발표대기 시키고 Session 종료 후 좌장보고서에 서명하여 등록접수처로 제출하여 주시기 바랍니다.

## 회 원 가 입 안 내

### \* 회 비

	정회원	준회원	단체회원	종신회원
입회비	20,000원	10,000원	없음	20,000원
년회비	45,000원	20,000원	150,000원	450,000원

### \* On-Line 계좌

은행	지점	계좌번호	예금주
씨티은행	과학기술회관	102-51660-248	(사)한국재료학회

## 학 회 장 행 사 본 부

- 행사본부 : 무주리조트 티롤호텔 1층 (에텔바이스)
- 발표회장 총지휘 : 단국대학교 전자공학과  
장호정 교수 (010-4228-9043)



**특별 프로그램 안내**

**1. 골프 프로그램**

골프 프로그램과 관련하여 4팀이 가능한 관계로, 예약을 선착순으로 모집하고 있습니다. 이에 원하시는 회원님께 서는 희망하시는 일정에 체크하시어, 학회사무국으로 신청서를 보내주시기 바랍니다. 참고적으로 팀이 제한된 관계로 선착순 모집이오니 서둘러 신청서를 보내주시기를 부탁드립니다.

골프를 희망하시는 분께서는 첨부된 특별프로그램 신청서를 학회사무국으로 보내주시기 바랍니다.

- 1) 일 시 : 5월 20일 (수) ~ 5월 22일 (금)
- 2) 장 소 : 무주리조트 내 무주컨트리클럽  
<http://www.mujuresort.com>  
 TEL. 063-322-9000
- 3) 신청기한 : 2009년 4월 30일(목)까지(단, 선착순 마감으로 조기마감 될 수 있습니다)
- 4) 학회사무실 : Fax. 02-566-4497  
 Tel. 02-556-4496  
 E-mail. mrsk@mrs-k.or.kr
- 5) 그린피, 캐디피, 카트피는 당일 현장 결제
- 6) Green Fee : 5/20 : 120,000원 / 1인 (캐디피, 카트피는 불포함)  
 5/21, 5/22 : 100,000원 / 1인 (캐디피, 카트피는 불포함)

Golf Booking 신청서	
Golf booking	2009년 5월 20일(수)-PM 1:00: ( ) 2009년 5월 21일(목)-AM 6:30: ( ) 2009년 5월 22일(금)-AM 6:30: ( )
성명	
소속	
연락처(Tel. / Mobile)	
E-mail	





## 1. 자가용 이용시(IC기준)

### ▶ 서울

경부고속도로 → 회덕 분기점(부산방향) → 대전터널 → 무주, 판암방향 → **대진고속도로** → 무주IC통과후 좌회전 → 적상면 삼거리에서 좌회전 → 사산삼거리 좌회전 → 치목터널 → 구천동터널 → 무주리조트 (총연장 : 206km, 소요시간 : 2시간 30분)

※ 호남고속도로 탔을 경우 : 유성지나서 서대전에서 남부순환도로 → 대진고속도로

※ 서해안 고속도로 탔을 경우 : 동군산IC → 전주방향 → 전주IC에서 호남고속도로 → 서대전IC에서 남부순환도로 → 대진고속도로

### ▶ 대전

남대전IC → **대진고속도로** → 무주IC 통과후 좌회전 → 적상면 삼거리에서 좌회전 → 사산삼거리 좌회전 → 치목터널 → 구천동터널 → 무주리조트 (총연장 : 63.5km, 소요시간 : 50분)

### ▶ 구미, 김천

경부고속도로 → 김천IC → 거창방면 3번국도 → 대덕면 두번째 삼거리에서 우회전 → 라제통문에서 좌회전

(총연장 : 99.1km, 소요시간 : 1시간 20분)

### ▶ 전주

26번국도 → 진안 → 30번국도 → 안천 → 적상면삼거리 우회전 → 우회전후 사산 삼거리 좌회전 → 무주리조트

(총연장 : 90km, 소요시간 : 1시간 10분)

### ▶ 부산, 마산

남해고속도로 → 진주 분기점 → 대진고속도로 → 덕유산IC 통과 후 좌회전 → 사산삼거리 우회전 → 치목터널 → 구천동터널

→ 무주리조트 (부산 : 222km, 소요시간 : 2시간 40분, 마산 : 177.3km, 소요시간 : 2시간)

### ▶ 대구(지리산)

88고속도로 → 함양분기점 → 대진고속도로 → 덕유산IC 통과 후 좌회전 → 사산삼거리 우회전 → 치목터널 → 구천동터널 →

무주리조트 (총연장 : 90km, 소요시간 : 1시간 10분)

### ▶ 광주, 남원, 순창

88고속도로 → 함양분기점 → 대진고속도로 → 덕유산IC 통과 후 좌회전 → 사산삼거리 우회전 → 치목터널 → 구천동터널 → 무주리조트 (총연장 : 182km, 소요시간 : 2시간 10분)

※ 일부국도 이용시 : 88고속도로 → 남장수IC 통과 → 19번 국도로 장수경유 → 대진 고속도로 장수IC(대전방향) → 덕유산IC 통과 후 좌회전

### ▶ 울산, 포항, 경주

경부고속도로 → 금호분기점 → 88고속도로 → 함양분기점(대전방향) → 대진고속도로 → 덕유산IC통과 후 좌회전 → 사산삼거리에서 우회전 → 치목터널 → 구천동터널 → 무주리조트 (울산 : 264.0km, 소요시간 : 3시간 30분, 경주 : 236.5km, 소요시간 : 3시간)

### ▶ 익산, 정읍, 논산, (내장산)

호남고속도로 → 서대전에서 남부순환도로 → 대진고속도로 → 무주IC (익산 소요시간 : 2시간 20분, 정읍 소요시간 : 2시간 30분)

## 2. 대중교통 이용시

※ 각 지역에서 출발하는 시외버스의 시간은 예고없이 변동될수 있으니, 출발하시기 전 터미널로 미리 확인하시기 바랍니다.

### ■ 무주읍 (공영터미널 도착)

출발지	운수회사	요금(편도)	소요시간
서울 서초동(남부터미널) 02-521-8550	금남고속 02-582-0888 전북고속 02-536-8617	12,300	2시간 30분
대전 용전동(동부터미널) 042-624-4451 (무주터미널) 042-322-2245	전북고속 042-622-7291	3,900	50분
전주(시외버스터미널) 063-272-0109	전북고속 063-270-1741	8,400	2시간 10분
	전북고속 063-270-1741	8,400	1시간 40분
	전북고속 063-270-1741	8,400	2시간 30분
광주(버스터미널) 062-360-8114	전북고속 062-364-2360	14,400	3시간 30분
영동(영동터미널) 043-744-1700		2,900	40분

### ■ 무주리조트입구 (배방삼거리 정차)

출발지	운수회사	요금(편도)	소요시간
서울 서초동(남부터미널) 02-521-8550	-	14,600	3시간 30분
대전 용전동(동부터미널) 042-624-4451	전북고속 042-622-7291	7,500	1시간 10분
전주(버스터미널) 063-272-0109	전북고속 063-270-1741	12,000	2시간 15분
무주(공영터미널) 063-322-2245	전북고속 063-322-2585	3,000	30분

※ 도착 전 아래의 택시 회사로 전화를 주시면 예약과 사용이 편리합니다.

성림택시	063-324-8000
무주군 개인택시 지부	063-322-3249
무주택시	063-322-5861 / 063-324-1452
구천동택시	063-322-2767 / 063-322-5582
무주콜택시	063-324-9990 / 063-324-0002 / 063-322-2436 / 063-322-6200 / 063-322-7707
모범운전자회	063-324-3020



**숙박요금안내**

**<무주리조트 티블호텔>**

객실형	인원	기간별요금
		주중
디럭스	2인용	100,000
프리미엄 / 트윈룸		130,000

**<가족호텔>**

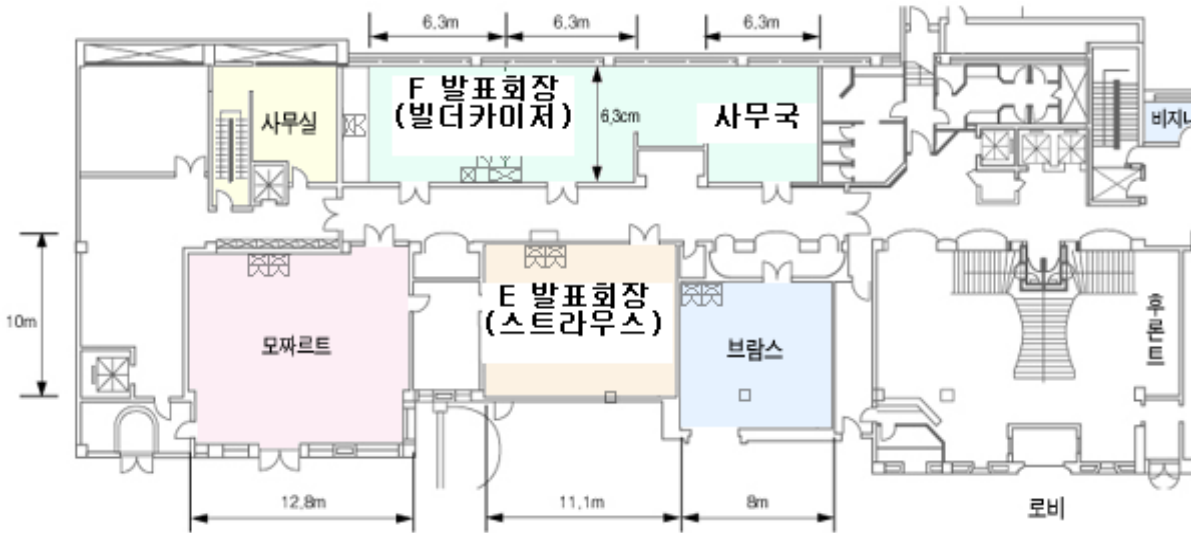
객실형	평수	인원	정상요금
실버	19	4	65,000
골드	28	6	90,000
로얄	39	8	115,000

◆ 숙박예약: 예약시 한국재료학회 참석입을 무주리조트 담당자에게 알려주어야 할인된 숙박가격으로 가능하오니 이 점 착오 없으시기 바랍니다.

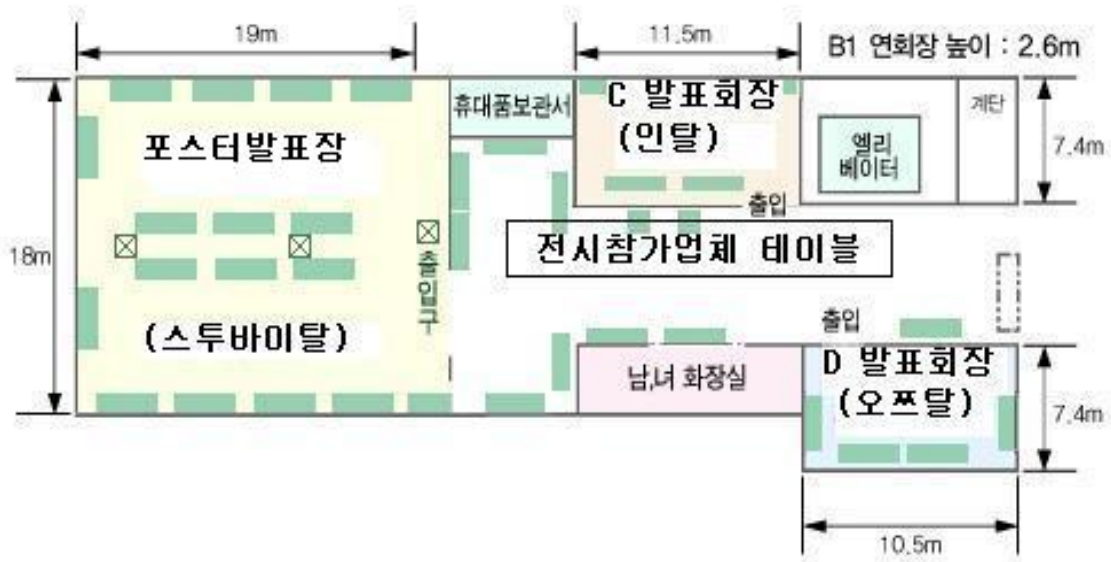
<숙박문의 전화번호 : 063-320-6820, 063-320-7000>

무주리조트 학술대회장 안내도

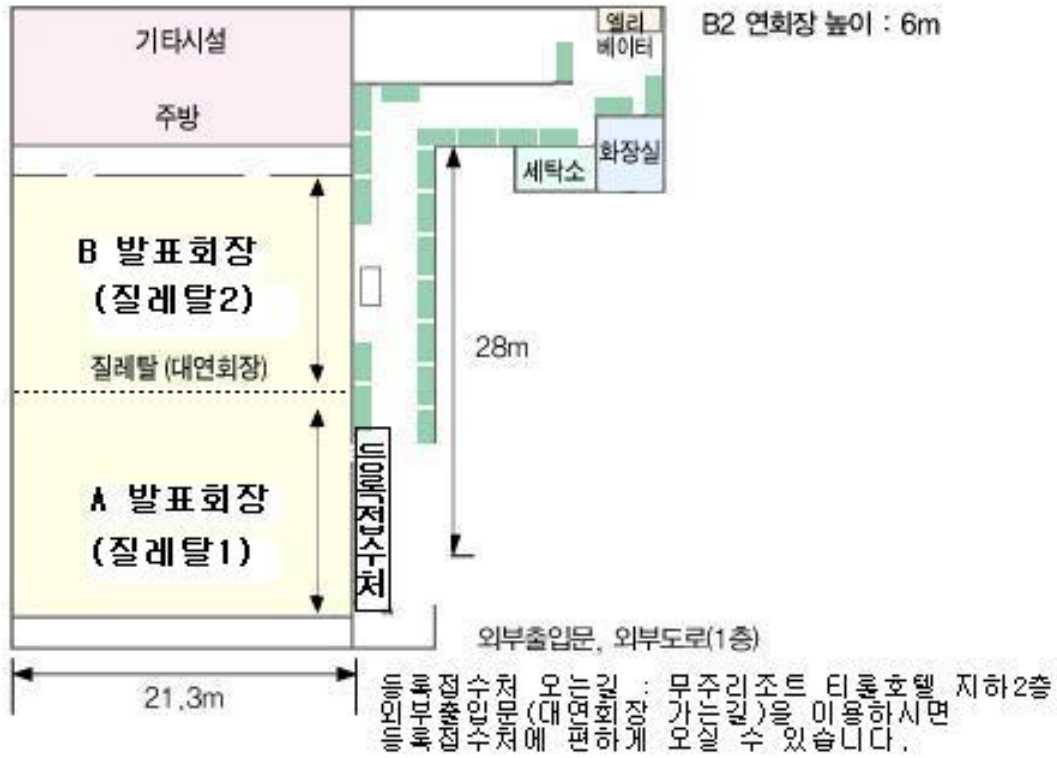
■ Seminar Room 1F Layout



■ Seminar Room B1 Layout



■ Seminar Room B2 Layout



- 행사장 장소 : 티롤호텔 1층(스트라우스, 빌더카이저), 지하1층(인탈, 오프탈, 스투바이탈), 지하 2층(질레탈1, 2)
- 간친회 장소 : 티롤호텔 지하2층 대연회장(질레탈 2)
- 임시총회 장소 : 티롤호텔 지하2층(질레탈 1)
- 등록접수처 : 티롤호텔 지하2층



특별강연

초청강연





## Fabrication Methods of Porous Ceramics and Their Applications in Advanced Engineering - Large Flat Precision Plate for Flat Display Industries

Koji MATSUMARU, Kozo ISHIZAKI<sup>†</sup>

Nagaoka University of Technology  
(ishizaki@mech.nagaokaut.ac.jp<sup>†</sup>)

Normal sintering process of producing porous ceramics is not to sinter perfectly, i.e., stop sintering in middle-process. Our porous ceramic materials are a product of complete sintering. For example if one want to make a porous carborundum, raw carborundum powder is sintered at either lower temperatures than normal sintering temperature or shorter sintering periods than normal sintering time to obtain incompletely sintered materials, i.e., porous carborundum. This implies normally sintered porous ceramic materials can not be used in high vacuum conditions due to dust coming out from uncompleted sintering. We could produce completely sintered porous ceramic materials. For example, we can produce porous carborundum material by using carborundum particles bonded by glassy material. The properties of this material are similar to carborundum. We could make quasi-zero thermal expansion porous material by using carborundum and particles of negative thermal expansion materials bonded by the glassy material. We apply to sinter them also by microwave to sinter quickly. We also use HIP process to introduce closed pores.

We could sinter them in large size to produce 2.5 m × 2.5 m ceramic plate to use as a precision plate for flat display industries. This flat ceramic plate is the world largest artificial ceramic plate. Precision plates are basic importance to any advanced electronic industries. The produced precision plate has lower density, lower thermal expansivity, higher or similar damping properties added extra properties such as vacuum vise, air sliding capacity. These plates are highly recommended to use in flat display industries. We could produce also cylindrical porous ceramics materials, which can applied to precision roller for polymer film precision motion for also electronic industries.

**Keywords:** porous ceramics, grinding

## Scalable and Viable Paths to Printed (or Flexible) Electronics

고병천<sup>†</sup>

삼성전기 기술총괄  
(bckoh@samsung.com<sup>†</sup>)

Development of printed electronics, which is occasionally referred to as ‘flexible’ or ‘polymer’ electronics, has attracted considerable world wide attention in recent years. Printed (or flexible) electronics is currently expected to represent a new form of electronics and open up wide ranging applications in displays, electron devices for medical use, sensors, and other areas. This presentation aims to provide a strategy for scalable and viable paths to accomplish flexible, printable, large area circuits displaying high performance. Novel approaches evolving from system on package (SoP) to system on flex (SoF) technology will allow the integration of heterogeneous materials platforms into a system which is needed to enhance the functionality of the system. The talk also includes speculations about areas on which future advances in printed electronics could have a substantial impact along with a brief introduction of the Korea Printed Electronics Association (KoPEA).

**Keywords:** Printed electronics, flexible electronics, system on package, system on flex

### 한국연구재단 출범과 기초연구사업 추진방향

배병수<sup>†</sup>

한국과학재단  
(bsbae@kosef.re.kr<sup>†</sup>)

기존의 교육과학기술부 연구관리전문기관인 한국과학재단, 한국학술진흥재단, 국제과학기술협력재단을 통합하여 한국연구재단이 새로이 출범하면서 기초연구사업이 개편되어 시행되고 있다. 올해 수립된 기초연구진흥 종합계획에 따르면 개인 기초연구비가 대폭 증대되면서 개인 기초연구비 수혜율이 2012년까지 60%로 확대할 계획이다. 정부의 기초연구진흥계획과 한국연구재단의 출범이 연구자에게 주는 의미를 설명하고 새로 개편된 기초연구사업의 내용과 변경된 관리 규정등에 대해서 소개하여서 연구자들의 기초연구사업에 대한 이해를 돕고자 한다.

**Keywords:** 한국연구재단, 기초연구사업

### 산화물 반도체 소재 및 소자 기술

정우석<sup>†</sup>, 양신혁, 유민기, 박상희, 조두희, 윤성민, 변춘원, 정승묵, 조경익, 황치선

한국전자통신연구원 투명디스플레이팀  
(cws@etri.re.kr<sup>†</sup>)

산화아연 (ZnO)으로 대표되는 산화물반도체는 최근 다양한 비정질 산화물반도체들이 개발되고 있고 높은 이동도와 저온공정 등의 장점으로, 실리콘 기반 박막소자 (비정질-Si, 또는 다결정-Si(LTPS) 트랜지스터)를 대체할 차세대 박막 트랜지스터 (Thin-Film Transistor)의 핵심소재로 관심을 모으고 있다. 또한, 산화물 반도체는 근본적으로 투명하므로, 투명 전극 및 투명 기판재료와 함께 투명 디스플레이도 구현시킬 수 있을 것이다. 그렇지만, 핵심 전자소재로서 향후 디스플레이 및 디바이스에 성공적으로 적용되기 위해서는 소자의 특성 뿐만아니라, 전기적 신뢰성(reliability)을 강화시킬 필요가 있다. 본 발표에서는 In-Ga-Zn-oxide (IGZO), Zn-Sn-oxide (ZTO), Zn-In-Sn-oxide (ZITO) 및 도핑원소를 첨가한 소재에 이르기까지 다양한 산화물 반도체 소재 기술과 소자의 신뢰성 향상을 위한 기술 등을 소개할 것이다.

**Keywords:** 산화물반도체, 디스플레이, 투명전자소자, 신뢰성

## InGaZnO 산화물 박막 트랜지스터의 연구 현황과 향후 전망

정재경<sup>†</sup>

인하대학교 신소재공학과  
(jkjeong@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

2004년 Nature지에 일본 동경공업대학의 호소노 교수팀이 상온에서도 이동도 10cm<sup>2</sup>/Vs 이상의 우수한 InGaZnO 박막트랜지스터 소자 제작을 보고한 이후, 전 세계적으로 산화연을 총망라하여 산화물 반도체 재료 및 TFT 소자에 대한 연구 및 개발이 매우 활발하다. 특히 HDTV용 대형 TFT 기관기술이 절실한 디스플레이 업계에서 차세대 TFT 기관으로 산화물 소자를 적용하기 위해 집중적인 개발이 진행 중인데, 본 발표에서는 산화물 TFT 관련 최신 연구동향과 기술적 이슈사항을 검토하고 이를 바탕으로 향후 재료공학적 관점에서의 연구방향에 대해 논의하고자 한다.

**Keywords:** 산화물 반도체, 박막 트랜지스터, 디스플레이

## Surface assisted growth of CNTs and its applications

전석우<sup>†</sup>

카이스트 신소재 공학과  
(jeon39@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

Carbon based nanoelectronic materials such as buckyball, CNT, and graphene have been active field of research because of their superior electronic properties and potential application to flexible electronics. Still the difficulty of fabrication and spatial control prevent them from practical applications. Here I introduce a novel growth method of CNTs, known as surface assisted growth, that can answer the challenge. Various device examples from as-grown CNTs will prove the importance of this method for future nanoelectronics.

**Keywords:** surface assisted growth, CNT, carbon based nanoelectronics

## ZnO Nanostructures for Photovoltaic Applications

임동찬<sup>†</sup>, 이규환, 정용수, 박미영

한국기계연구원부설 재료연구소 융합공정연구본부  
(dclim@kims.re.kr<sup>†</sup>)

최근 신·재생 에너지에 대한 관심이 고조되고 있으며 특히 태양전지는 차세대 대체에너지로 많은 연구 개발이 이루어지고 있다. 현재 태양전지 시장은 벌크실리콘 태양전지가 주를 이루고 있으나, 박막형, 유기물, 염료감응형 등 다양한 차세대 태양전지가 개발되고 있다. 차세대 태양전지는 글래스나 폴리머 기판위에 형성된 전극을 바탕으로 하여 다양한 형태의 태양전지가 형성되기 때문에 태양전지용 투명도전성 산화물 전극에 대한 중요성이 증가하고 있다. 예를 들어 실리콘 박막형 태양전지의 경우 수소 플라즈마 분위기 안정성 때문에 ZnO:Al 전극이 개발, 적용되고 있다. 이밖에도 ZnO는 나노입자, 나노로드 등의 다양한 형태를 기반으로 유기물 및 염료감응형 태양전지 전극으로 적용되고 있다. 본 연구에서는 전기화학적 방법을 이용해 나노입자, 나노로드, 나노sheet 등 다양한 형태의 ZnO 나노구조를 형성한 후, 태양전지 적용을 위한 전기적, 광학적 특성을 분석하였다. 3차원 형태의 ZnO sheet 전극은 90% @ 550 nm 가 넘는 우수한 광투과성 (Haze value)을 보였으며, 염료감응형 태양전지에 적용되었을 경우 2차원 형태의 ZnO 전극에 비해 Jsc 값이 2.5배 이상 향상되었다.

**Keywords:** ZnO, Solar Cell

## Ultra-fine Grained Aluminum Alloy Sheets fabricated by Roll Bonding Process

김형욱<sup>†</sup>, Nobuhiro Tsuji<sup>\*</sup>

한국기계연구원 부설 재료연구소; <sup>\*</sup>Osaka University  
(hwkim@kims.re.kr<sup>†</sup>)

Ultra-fine grained (UFG) Al alloys, which have submicron grain structures, are expected to show outstanding high strength at ambient temperature and excellent superplastic deformation at elevated temperatures and high strain rate. In order to get the UFG microstructure, various kind of severe plastic deformation (SPD) processes have been developed. Among these processes, accumulative roll bonding (ARB) process is a promising process to make bulky Al sheets with ultrafine grained structure continuously. The purpose of the present study is to clarify the grain refinement mechanism during the ARB process and to investigate on the effects of ultra-fine grained structure on the mechanical properties. In addition, UFG AA8011 alloy (Al-0.72wt%Fe-0.63wt%Si) manufactured by the ARB had fairly large tensile elongation, keeping on the strength. In order to clarify the reason for the increase of elongation in the UFG AA8011 alloy, detailed microstructural and crystallographic analysis was performed by TEM/Kikuchi-line and SEM/EBSP method. The unique tensile properties of the UFG AA8011 alloy could be explained by enhanced dynamic recovery at ambient temperature, owing to the large number of high angle boundaries and the Al matrix with high purity.

**Keywords:** Roll bonding, Ultra fine grain, Dynamic recovery

## The Applications of the Duplex Stainless Steel as Hyperthermia Materials

Young Kon Kim<sup>†</sup>

Biomedical Engineering Inje University  
(astunk@chol.com<sup>†</sup>)

The use of Duplex stainless steel as a thermo-implant categorizes into two clinical applications: hyperthermia and thermal ablation or destruction. The goal of hyperthermia is to destroy the heat-sensitive abnormal cells and minimize normal cell death maintaining heat between 42°C and 46°C. Thermal ablation takes place when the local tissue temperature increases greater than 46°C. This elevated temperature denatures protein irreversibly resulting cellular death.

The author introduced several thermo-implants such as thermo-rod, thermo-stent, thermo-coil and thermo-acupuncture-needle. Those thermo-implants are made of duplex stainless steel which can produce regulated heat by itself within an induction magnetic field.

Thermal ablation characteristics of the thermo-rod on tumor hyperthermia depend on configurations of the thermo-rods and the magnitude of the induction magnetic strength. The exothermic properties of the thermo-implants can be characterized using the calorimetric test and the heat affected zone(HAZ) analyses in vitro.

Thermal radiation studies using thermo-coils and thermo-stents show the capability of the occlusion of animal blood vessels and inhibiting the proliferation of the abnormal smooth muscle cell growth and inflammatory cell reactions maintaining the heat between 42°C and 46°C minimizing a normal cell death in the study on external iliac artery of the New Zealand White (NZW) rabbit.

Thermal stimulation study using thermo-acupuncture needles suggests the potential applications of the automated acupunctural therapies.

**Keywords:** Hyperthermia, Duplex stainless steel, thermo implants, thermo rod, thermo stent, thermo coil, thermo acupuncture needle

## Polyvalent Nanoparticle-oligonucleotide conjugates: Synthesis, Properties, and Bidiagnostic/Therapeutic Applications

이재승<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학부  
(jslee79@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

Polyvalent nanoparticle-DNA conjugates exhibit a variety of unique features such as programmable assembly and disassembly, sharp melting transitions, intense optical properties, high stability, enhanced binding properties, and easy fabrication of the surface nature by chemical and physical modification. The unique properties of nanoparticle-DNA conjugates enable one to build up a number of versatile assay schemes for the detection of various targets. In addition, nanoparticle-RNA conjugates also demonstrate great promise of therapeutic applications in the context of RNA interference when combined with polymeric materials. In this presentation, representative examples of each aspect of nanoparticle-oligonucleotide conjugates will be discussed.

**Keywords:** Nanoparticle, DNA, RNA, Synthesis, Sensing, Therapeutics

## Fabrication of Functional Nanomaterials by Peptide Self-Assembly

박찬범<sup>†</sup>

한국과학기술원 (KAIST)  
(parkcb@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

The self-assembly of peptide-based building blocks into nanostructures is an attractive route for fabricating novel materials because of their capacity for molecular recognition and functional flexibility as well as the mild conditions required in the fabrication process. Among various peptide-based building blocks forming nanostructures, the simplest building blocks are aromatic dipeptides like diphenylalanine, which can readily self-assemble into nanotubes in aqueous solutions at ambient conditions. Recently, we have developed a high-temperature solid-phase self-assembly process for diphenylalanine. Through this novel process, we succeeded in the growth of vertically well-aligned, uniform nanowires from amorphous peptide thin film. To demonstrate the versatility of our approach, we also fabricated a micropattern of peptide nanowires by combining our solid-phase growth method and simple soft lithographic techniques. We believe that our studies on peptide self-assembly will provide a new horizon for peptide-based nanofabrication.

**Keywords:** 바이오재료, 나노기술

## 화합물 반도체 Cu(InGa)Se<sub>2</sub> 박막 태양전지의 제작과 태양광발전 활용

김제하<sup>†</sup>, 정용덕\*, 배성범\*, 박래만\*, 한원석\*, 조대형\*, 이진호\*, 이규석\*, 김영선\*, 오수영\*

한국전자통신연구원 차세대태양광연구본부 박막태양광기술연구팀; \*한국전자통신연구원  
(jeha@etri.re.kr<sup>†</sup>)

구리(Cu)-인듐(In)-갈륨(Ga)-셀레늄(Se)의 4 원소 화합물 반도체인 Cu(InGa)Se<sub>2</sub> (CIGS) 태양전지 세계 최고 셀 효율은 2008년 현재 19.9%로서 박막형 태양전지 중 가장 높은 효율을 보이고 있다. 이는 다결정(폴리) 실리콘 태양전지의 20.3%와 대등한 수준이다. 이 CIGS 태양전지는 제조단가를 표준 결정형 실리콘 태양전지 대비 50%대로 획기적으로 낮출 수 있어 가장 경쟁력이 있는 차세대 재료로 꼽히고 있다. 본 연구에서는 CIGS 태양전지를 고진공 물리 증착법으로 제작하였으며 표면과 박막의 순도를 외부오염을 방지하기 위하여 후면전극, 광흡수층 및 전면전극을 동일 진공에서 제작할 수 있는 멀티 챔버 클러스터 증착 시스템을 이용하였다. 기판으로 소다라임유리, 후면전극으로 Mo, 전면전극으로 I-ZnO/Al:ZnO 및 ITO를 이용하였다. 버퍼층으로 CdS를 chemical bath deposition (CBD)를 이용하였다. 소자는 무반사막을 사용하지 않고 Al/Ni전극 그리드를 이용하였다. 이 소자로부터 0.22 cm<sup>2</sup>에서 16%의 효율을 얻었다. 각 박막층 간 계면의 분석을 전기적인 특성, ellisometry에 의한 광특성, 표면과 결정성에 대한 SEM 및 XRD의 특성을 보고한다. 또한, 대표적 화합물 반도체 박막 태양전지인 CIGS 태양전지의 기술의 현황, 학문적인 과제 및 실용화의 문제점을 발표하기로 한다.

**Keywords:** Cu(InGa)Se<sub>2</sub>, 박막 태양전지 제작, 클러스터 증착 시스템, 태양광발전



# 제16회 신소재 심포지엄





## Printing Technology for Bulk-Heterojunction Organic Photovoltaic Cells: Inkjet and Aerosol-Jet Printing

윤성철<sup>†</sup>, 정재욱\*, 김동환\*, 임종선, 이창진

한국화학연구원; \*고려대학교  
(yoonsch@kriect.re.kr<sup>†</sup>)

Bulk-heterojunction type organic photovoltaic cells have been remarkably improved due to the development of efficient donors and post treatment process. However, most of researchers have studied on the OPVs using spin-coating method during the past decade. To commercialize the OPVs, much cheaper printing process should be developed such as inkjet, screen, gravure, and so on. In this study, we have focused on the development of printing technology using Inkjet and Aerosol-Jet printing, which can offer reliable device performance. Finally, 4.5% power conversion efficiency can be achieved under AM 1.5 1sun light illumination, which is the highest value in printed OPVs. We reveal that substantial improvement can be realized by highly efficient bulk heterojunction after printing. Also, we can confirm these two printing methods are promising fabrication methods for large area OPVs. Also, flexible and large area (18 cm<sup>2</sup>) printed OPVs have been fabricated and device performance will be discussed in detail.

**Keywords:** OPV, Bulk-Heterojunction, Printing, Inkjet, Aerosol-Jet

## 유기 반도체 박막 트랜지스터 기반 프린팅 RFID 기술

구재본<sup>†</sup>, 노용영, 유인규

한국전자통신연구원  
(kjb0706@etri.re.kr<sup>†</sup>)

본 발표에서는 flexible display의 back plane 구동 소자, organic sensor, 그리고 organic radio frequency identification (RFID) Tag 등으로의 응용을 목표로 최근 활발히 연구 중인 유기 반도체 박막 트랜지스터에 대한 소개를 바탕으로 유기 반도체를 전자회로 분야에서 사용하기 위해 해결해야 할 문제점과 연구 개발이 절실히 필요한 부분에 대해 소개하고자 함.

organic RFID 응용 기술에 초점을 두고 RFID 기술의 개요, 종류, 주파수 대역 등에 대한 기초적인 지식을 바탕으로 organic RFID의 향후 시장 전망에 대해 토론한 후 현재 PolyIC, Organic ID, IMEC 등의 선진사에서 상용화를 목표로 활발히 연구 중인 organic RFID의 세계적 기술 수준과 최근 연구 결과들을 공유하고자함.

최근 ETRI에서 향 후 바코드 대체용으로 활발히 연구 중인 item level tagging용 13.56 MHz프린팅 RFID 기술을 소개하고 이를 구현하기 위한 유기반도체 트랜지스터, 정류기 등 다양한 종류의 회로들을 프린팅 소재와 공정으로 제작할 때의 문제점을 공유하고, 더 나아가 프린팅 전자 소자의 상용화를 위한 향 후 연구 개발 주제 및 방향 등에 대해 토론하고자함.

**Keywords:** 유기반도체, 박막 트랜지스터, RFID, 플렉시블 디스플레이

## Electric Circuit Fabrication Technology using Conductive Ink and Direct Printing

정재우, 김용식, 윤관수<sup>†</sup>

삼성전기 중앙연구소  
(kwansoo.yun@samsung.com<sup>†</sup>)

For the micro conductive line, memory device fabrication process use many expensive processes such as manufacturing of photo mask, coating of photo resist, exposure, development, and etching. However, direct printing technology has the merits about simple and cost effective processes because nano-metal particles contained inks are directly injective without mask. And also, this technology has the advantage about fabrication of fine pattern line on various substrates such as FPCB, PCB, glass, polymer and so on. In this work, we have fabricated the fine and thick metal pattern line on flexible PCB substrate for the next generation electronic circuit using Ag nano-particles contained ink. To improve the line tolerance on flexible PCB, metal lines are fabricated by sequential printing method. Sequential printing method has various merits about fine, thick and high resolution pattern lines without bulge.

**Keywords:** Conductive ink, Inkjet, Micro pattern

## 폴리이미드 필름의 초발수화를 통한 금속배선화 공정 개발

나중주<sup>†</sup>, 이진환, 최두선\*, 김완두\*

한국기계연구원 부설 재료연구소; \*한국기계연구원  
(jjrha@kims.re.kr<sup>†</sup>)

전자 디스플레이 산업의 중요성과 미래사회에서 요구되는 정보기기로써 유연한 기판을 사용한 소자에 대한 수요가 급격히 증가하고 있으며, 이들 산업에 응용되기 위해서는 저비용, 고생산 공정이 요구되고 있다. 이를 위해 인쇄전자 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 금속배선은 모든 소자의 기본이면서 낮은 저항과 높은 신뢰성을 동시에 요구하고 있어 인쇄전자 기술이 해결해야 할 가장 어려운 난제 중의 하나이다.

따라서 본 연구에서는 낮은 저항과 높은 신뢰성을 만족시킬 수 있는 새로운 금속배선 공정으로서 폴리이미드 필름을 초발수 처리한 후 친수 패턴을 하여 전도성 잉크에 함침함으로써 친수 패턴을 따라 금속배선이 이루어지도록 하는 방법을 제안하고자 한다.

폴리이미드 필름의 표면을 플라즈마 처리하여 표면에 나노돌기를 형성시키고 불소기를 함유한 코팅층을 형성시킴으로써 물에 대한 접촉각이 150° 이상이 되도록 초발수 처리할 수 있었다. 초발수 처리된 폴리이미드 기판에 웨도우 마스크를 사용하여 UV조사함으로써 조사된 부분만 친수성을 가지는 패턴을 형성하였다. 이렇게 친수 패턴이 제작된 초발수 폴리이미드 유연기판을 실버잉크에 함침함으로써 선폭 200 $\mu\text{m}$ 를 가지는 금속배선을 형성시켰다. 형성된 금속배선의 단면 형상을 측정하였으며, 열처리를 통하여 비저항이 30 $\mu\Omega\text{-cm}$ 를 얻을 수 있었다. 통상 1회의 함침으로는 금속배선의 두께가 150nm 정도로 금속배선으로 사용하기에는 얇아 배선의 두께를 증가시키기 위하여 수 회 함침을 시도하여 2 $\mu\text{m}$ 의 두께로 증가시킬 수 있었다. 이때 선폭과 선간 간격은 크게 변하지 않고 두께만 증가시킬 수 있었다. 이는 금속배선을 형성한 후에도 폴리이미드 유연기판의 초발수성은 그대로 유지되어 여러번 함침할 때 잉크가 이미 형성된 배선에만 묻게 되어 두께는 증가하나 선폭과 선간 간격은 증가하지 않는 것으로 판단된다. 사용한 실버잉크는 실버의 함량은 10~20wt%인 수계 잉크였다.

**Keywords:** 폴리이미드 유연기판, 초발수, 친/소수 패턴, 금속배선

## 투명 산화물 트랜지스터

박상희<sup>†</sup>, 황치선, 조두희, 유민기, 윤성민, 정우석, 변춘원, 양신혁\*, 조경익, 권오상, 박은숙ETRI; \*경희대학교  
(shkp@etri.re.kr<sup>†</sup>)

Transparent electronics has attracted many interests, for it can open new applications for consumer electronics, transportation, business, and military. Among them, display backplane, thin film transistor (TFT) array would be the most attractive application. Many researchers have been investigating oxide semiconductors for transparent channel material of TFT since the report for transparent amorphous oxide semiconductor (TAOS) TFT by Hosono group and ZnO TFT by Wager group. Especially, oxide TFTs have been intensively investigated during a couple of years since the first demonstration of ZnO-TFT driving AM-OLED. Many papers regarding the fabrication and performance of oxide TFTs, and active matrix display driven by oxide TFTs have been reported. Now lots of people have confidence in the competitiveness of oxide TFTs for the backplane of AM-Display. Especially, high mobility, uniformity, fairly good stability, and low cost process make oxide TFTs applied even to a large size AM-OLED. Last year, Samsung mobile display, former SID, reported 12" AM-OLED driven by IZGO-TFT and it seems that the remained issue for the mass production is the bias temperature stability. Here, we will introduce the application of oxide TFT and important issue for oxide TFT to be used for the direct printing.

**Keywords:** oxide TFT, display, ALD, flexible

### Experimental Investigation of Electrostatic Dripping and Atomization Mode through Non-MEMs based Nozzle Design

Choi Kyung-Hyun<sup>†</sup>, Dang Hyun-Woo\*, M. A. Ali Rehmani

School of Mechanical Engineering, Cheju National University;

\*School of Electronic Engineering, Cheju National University

(khchoi@jejunu.ac.kr<sup>†</sup>)

Electrostatic printing either it is drop-on-demand or continuous has immense applications in non-contact printing systems such as solar cells, flexible printed circuits, RFIDs and bio applications. In this paper a laboratory manufactured nozzle has been designed for the experimental investigation of electrostatic dripping and atomization of liquid. Dripping and atomization conditions such as voltage, nozzle tip diameter, distance between counter electrode and flowrate has been indentified for the designed nozzle. Furthermore it is also demonstrated that the diameter of a generated droplet could be reduced from a significantly large size to a narrow size distribution which can be controlled by volumetric flow rate and applied voltage. This study will help in classify the conditions between different electrostatic dripping mode such as drop-on-demand formation, jet mode and finally the atomization mode based on the laboratory fabricated nozzle head.

**Keywords:** Electrostatic atomization, electrostatic printing; drop-on-demand, Flexible Printing

## Direct route to high yield synthesis of metal nanoparticles for printable electronic devices

김동훈<sup>†</sup>, 이귀중, 이영일, 전병호, 최준락, 서영관, 김태훈, 강성구

삼성전기 eMD Lab  
(solid305@samsung.com<sup>†</sup>)

We found a high yield synthetic route to organic-soluble metal nanoparticles in the concentrated organic phase. The organic phase contains metal salt, amines, fatty acids, nonpolar solvent, and reducing agent. Even using only generic chemicals, organic-soluble silver and copper nanoparticles could be easily obtained by this simple and rapid reaction scheme at large scale. The hydrocarbon-protected metal nanoparticles showed excellent dispersion properties and were successfully printed onto polymer substrates. The printed pattern was heated at 200 °C, which showed very low specific electrical resistance ( $< 10 \text{ uOhm}\cdot\text{cm}$ ), sufficient for conducting line of various printable devices.

**Keywords:** nanoparticle, printed electronics

## 메니스커스 측정을 이용한 잉크젯 입력 파형 설계

권계시<sup>†</sup>, 김진원, 고정국

순천향대학교 기계공학과  
(kskwon@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

잉크젯의 응용이 넓어 짐에 잉크젯 헤드에서의 잉크 토출을 효과적으로 제어해야되는 이슈가 대두 되고 있다. 이를 위해서는 잉크젯 헤드의 입력전압을 적절하게 인가 해야만 한다. 본 연구에서는 잉크젯 토출 현상을 이해하고 이를 통해 잉크젯 헤드의 최적의 입력 파형을 설계가 가능한 알고리즘을 소개 하려고 한다. 본 연구에서는 토출 현상을 측정하기 위하여 CCD 카메라의 이미지를 사용한 메니스커스 운동을 측정하였다. 측정된 메니스커스 운동은 잉크젯 헤드의 피에조에 인가되는 입력전압에 의해서 야기된 압력파가 노즐에 전달되어 나타나는 현상이다. 따라서 잉크젯 헤드내의 현상 뿐만 아니라 잉크젯 토출 현상의 많은 정보를 가지고 있다. 파형 설계를 위해서 메니스커스 운동의 주기를 측정하여 잉크젯 입력 파형의 최적의 휴지시간 (dwell time)을 결정하는 것이 가능하였음을 실험적으로 검증하였다. 또한 메니스커스 운동을 측정 함으로서 설계된 파형을 평가하것 도 용이함을 실험적으로 보였다.

**Keywords:** inkjet waveform design

## Novel 3D nanofabrication technique and its applications

전석우<sup>†</sup>

카이스트 신소재공학과  
(jeon39@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

Nano transfer printing and micro contact printing is well known printing method based on soft lithography which uses conformal soft elastomer with designed surface relief structures. Here I introduce another class of novel 3D nanofabrication technique by using the same elastomer but in a different manner. The approach, which we refer to as proximity field nanopatterning, uses the surface-relieved elastomers as phase masks to pattern thick layers of transparent, photosensitive materials. Aspects of the optics, the materials, and the physical chemistry associated with this method are outlined. A range of 3D structures illustrate its capabilities, and several application examples demonstrate possible areas of use in technologies ranging from microfluidics to photonic materials to density gradient structures for chemical release and high-energy density science.

**Keywords:** soft lithography, 3D, nanofabrication

## 인쇄전자를 위한 롤투롤 프린팅 공정 장비 기술

김동수, 김충환<sup>†</sup>, 김명섭

한국기계연구원 나노융합기계연구본부  
(chkim@kimm.re.kr<sup>†</sup>)

Manufacturing of printed electronics using printing technology has begun to get into the hot issue in many ways due to the low cost effectiveness to existing semi-conductor process. This technology with both low cost and high productivity, can be applied in the production of organic thin film transistor (OTFT), solar cell, radio frequency identification (RFID) tag, printed battery, E-paper, touch screen panel, black matrix for liquid crystal display (LCD), flexible display, and so forth. The emerging technology to manufacture the products in mass production is roll-to-roll printing technology which is a manufacturing method by printings of multi-layered patterns composed of semi-conductive, dielectric and conductive layers. In contrary to the conventional printing machines in which printing precision is about 50~100 $\mu$ m, the printing machines for printed electronics should have a precision under 30 $\mu$ m. In general, in order to implement printed electronics, narrow width and gap printing, register of multi-layer printing by several printing units, and printing accuracy of under 30 $\mu$ m are all required.

We developed the roll-to-roll printing equipment used for printed electronics, which is composed of un-winder, re-winder, tension measurement system, feeding units, dancer systems, guide unit, printing unit, vision system, dryer units, and various auxiliary devices. The equipment is designed based on cantilever type in which all rollers except printing ones have cantilever types, which could give more accurate machine precision as well as convenience for changing rollers and observing the process.

**Keywords:** Printed electronics, Roll-to-Roll, Printing, Low cost, High productivity

## Fabrication of Thin Film Transistors based on Sol-Gel Derived Oxide Semiconductor Layers by Ink-Jet Printing Technology

문주호<sup>†</sup>, 김동조, 송근규, 정영민, 구창영

연세대학교 신소재공학과  
(jmoon@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

We have fabricated solution processed oxide semiconductor active layer for thin film transistors (TFTs). The oxide semiconductor layers were prepared by ink-jet printing the sol-gel precursor solution based on doped-ZnO. Inorganic ZnO-based thin films have drawn significant attention as an active channel layer for TFTs applications alternative to conventional Si-based materials and organic semiconducting materials, due to their wide energy band gap, optical transparency, high mobility, and better stability. However, in spite of such excellent device performances, the fabrication methods of ZnO related oxide active layer involve high cost vacuum processes such as sputtering and pulsed laser deposition. Herein we introduced the ink-jet printing technology to prepare the active layers of oxide semiconductor. Stable sol-gel precursor solutions were obtained by controlling the composition of precursor as well as solvents and stabilizers, and their influences on electrical performance of the transistors were demonstrated by measuring electrical parameters such as off-current, on-current, mobility, and threshold voltage. Microstructure and thermal behavior of the doped ZnO films were investigated by SEM, XRD, and TG/DTA. Furthermore, we studied the influence of the ink-jet printing conditions such as substrate temperature and surface treatment on the microstructure of the ink-jet printed active layers and electrical performance. The mobility value of the device with optimized condition was about 0.1-1.0 cm<sup>2</sup>/Vs and the on/off current ratio was about 10<sup>6</sup>. Our investigations demonstrate the feasibility of the ink-jet printed oxide TFTs toward successful application to cost-effective and mass-producible displays.

**Keywords:** Ink-jet printing, Oxide semiconductor, Thin-film transistors, Direct printing

## Oxidation-free Cu material for printed electronics

김상호<sup>†</sup>

공주대학교 화학과  
(sangho1130@kongju.ac.kr<sup>†</sup>)

Developing a low cost printing material that can replace silver for the formation of a conducting pattern is an important issue in printed electronics. We report a novel approach using a non-oxidized copper material during the printing and sintering process under ambient conditions, which was previously considered unachievable. An attempt was made to understand the conversion process of cuprous oxide nanoparticle aggregates on metallic copper crystals through chemical reduction in the solution phase. The detailed mechanism for this conversion, including the role of the surfactant and crystal growth, was examined.

**Keywords:** printing, Cu



# ORAL EXAM





## PRAM용 상변화 소재인 AgInSbTe의 전기적 특성에 대한 연구

홍성훈, 배병주, 황재연, 이현†

고려대학교 신소재공학과  
(heonlee@korea.ac.kr†)

Phase change random access memory (PRAM)은 large sensing signal margin, fast programming speed, low operation voltage, high speed operation, good data retention, high scalability등을 가지는 가장 유망한 차세대 비휘발성 메모리이다. 현재 PRAM용 상변화 재료로는 주로 Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>가 사용되고 있지만 reset 전류가 높고 reliability가 좋지 않아서 새로운 상변화 물질 연구가 필요하다. AgInSbTe (AIST)는 GST와 더불어 열에 의한 가역적 상변화를 하는 소재로 광기록 매체에서는 기록 속도가 빠르고 동작 특성이 우수하다는 특징이 있다.

본 연구에서는 XRD, 비저항측정등을 통해 온도에 따른 AIST의 물성 및 결정화 특성을 분석하고 나노 소자 제작을 통해 그 전기적 특성을 평가하였다.

**Keywords:** Phase change memory, AgInSbTe, PRAM

## ITO/metal/ITO 적층형 박막 메탄가스 센서의 감지특성 연구

채주현, 김대일†

울산대학교 첨단소재공학부  
(dkim84@mail.ulsan.ac.kr†)

ITO는 n형 반도체 특성을 가지며 이와 동시에 높은 가시광투과율과 낮은 전기전도도를 가짐으로써 다양한 투명전극소재와 가스 검출센서로 많이 활용되고 있다. 본 연구에서는 RF magnetron sputtering 법을 이용하여 상온에서 glass 기판 위에 두께 100nm로 ITO 그리고 하층 ITO 박막(두께 50 nm) 위에 층간 금속(두께 5 nm)을 증착하고 다시 상부 ITO 박막(두께 45 nm)을 증착하여 3층의 적층형 박막센서를 제작하였다. 층간 금속으로는 Au 와 Cu를 각각 사용하였다. 박막 증착 후엔 진공분위기에서 150°C, 300°C로 열처리 과정을 거쳐 열처리 전후의 물성 및 감지특성을 비교해보았다. 분석방법으로는 XRD, SEM, AFM, Hall effect 장치 등을 이용하였다. 분석 결과 300°C에서 진공 열처리한 ITO/Au/ITO(IAI) 박막센서가 높은 결정화도와 전기적 특성이 나타났으며, 0에서 1000ppm까지의 메탄가스의 민감도 측정에서도 열처리된 IAI 박막센서가 기존의 ITO 박막센서보다도 약 70% 정도 향상된 민감도를 나타내었다.

**Keywords:** ITO/metal/ITO, 박막센서, 메탄가스, RF magnetron sputtering

## MEDICI와 SUPREM4를 이용한 폴리 실리콘 게이트의 벽면 기울기에 따른 NMOS 소자의 전기적 특성 분석

노호섭, 김진수, 신주용\*, 송한정, 이제원†

인제대학교 나노시스템 공학과; \*인제대학교 나노시스템 공학부  
(jwlee@inje.ac.kr†)

반도체 소자 제조 공정 프로그램인 T-suprem4와 MEDICI를 이용하여 NMOS구조를 설계 하였다. MOS 소자 시뮬레이션을 통해 식각 공정에서 생기는 언더컷에 의한 전기적 특성을 I-V 곡선으로 비교하여 분석하였다. NMOS 구조는 반도체 소자 제조 공정 프로그램 T-suprem4를 이용하여 기본 소자 구조를 설계하였다. 실험의 변수로는 첫째, 소자 공정 중 폴리 실리콘의 언더컷 식각의 각도를 70°C부터 110°C까지 10°C의 차이로 설계하였다. 또한, 언더컷에 의한 드레인-소스사이의 전류( $I_{DS}$ ) 손실이 없는 유효한 각도를 확인하기 위해 80°C부터 100°C까지는 2°C 크기로 설계 하였다. 둘째, 게이트 크기를 축소하고 역시 언더컷 식각의 각도를 다양하게 설계하였다. 설계된 소자를 반도체 소자 특성 분석 프로그램 MEDICI를 이용하여 소자의 전기적 특성을 측정하였다. 우선 NMOS소자 게이트에 2V의 전압을 인가하였다. 그리고 드레인 부분에 전압을 인가하여 그에 따른 드레인의 전류를 측정 하였다. 드레인 전압은 0V 부터 변화시키며 인가하였다. 측정된 전류 값으로 I-V 곡선을 나타내었다. I-V 곡선의 분석을 통해 식각 후 언더컷의 각도가 70°C, 80°C, 110°C 일 때  $4 \times 10^{-8} A/\mu m$ 의 전류가 흐르고, 90°C, 100°C 일 때는  $1.8 \times 10^{-7} A/\mu m$ 의 전류가 흐르는 것을 확인 하였다. 80°C에서 100°C까지는 2°C 크기로 측정한 결과 88°C에서 100°C 사이 일 때 90°C 각도의 경우와 같이  $1.8 \times 10^{-7} A/\mu m$ 의 전류가 측정 되었다. 즉, 식각 중 수직 측벽 도에 언더컷이 10°C이상 발생하면  $I_{DS}$  전류 값이 약 22%로 감소하였다. 또한 일반적으로 90°C의 수직측벽을 가지는 공정이 중요하다고만 생각 되었지만, 이번 연구를 통하여 식각 후 측벽의 각도가 88°C에서 92°C 사이에 있을 때  $I_{DS}$  값이 가장 최대가 되는 것을 확인 할 수 있었다.

**Keywords:** MEDICI, T-suprem4, 플라즈마 식각, 건식 식각

## 무전해 식각법을 이용한 실리콘 나노와이어 FET 소자

문경주, 최지혁, 이태일, 맹완주\*, 김형준\*, 명재민†

연세대학교 신소재공학부; \*포항공과대학교 신소재공학과  
(jmmyoung@yonsei.ac.kr†)

최근 무전해 식각법을 이용한 실리콘 나노와이어 합성이 다양한 각도에서 이루어지고 있다. 무전해 식각법을 통한 나노와이어 합성은, 단결정 실리콘 기판에 촉매를 올려 기판을 식각할 수 있는데, 이 방법을 이용하여 넓은 면적의 수직방향으로 배열된 10 ~ 300nm 지름의 단결정 실리콘 나노와이어를 합성할 수 있다. 본 연구에서는 무전해 식각법으로 boron이 도핑된 p-type실리콘 기판을 식각하여 실리콘 나노와이어를 합성하였고, 단일 나노와이어의 field-effect transistor(FET) 소자가 가지는 전기적 특성에 대하여 분석하였다. 특히 무전해 식각법을 이용하여 나노와이어를 합성할 때, 촉매로 사용되는 Ag particle이 나노와이어에 미치는 영향에 대해서 분석해 보았다. FET 소자의 게이트 절연막은 가장 일반적으로 사용되는 SiO<sub>2</sub> (300nm)와 고유전체로 잘 알려진 HfO<sub>2</sub> (80nm)를 사용하여 전기적 특성을 비교하여 보았다. 한편, HfO<sub>2</sub> 박막은 atomiclayer deposition(ALD)장비를 이용하여 증착하였다. 합성된 실리콘 나노와이어의 경우 X-ray diffraction(XRD)로 결정성을 확인하였으며, high-resolution transmission electron microscopy(HRTEM)으로 결정성 및 나노와이어의 표면 형태를 확인하였다. 전기적 특성은 I-V 측정을 통하여 Ion/Ioff ratio, 이동도, subthreshold swing, subthreshold voltage값을 평가하였다.

**Keywords:** Si nanowires, electroless etching, FET, HfO<sub>2</sub>

## AFM을 이용한 나노급 Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>의 전기적 특성

배병주, 홍성훈, 조중연, 오상철, 황재연, 이현<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학과  
(heonlee@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

상변화 메모리는 비휘발성 메모리이면서 빠른 동작 속도, 낮은 동작 전압 등 다양한 장점을 지니고 있어 차세대 메모리로 주목 받고 있다. 최근 상변화 메모리의 동작 전류를 감소시키기 위해 상변화 물질 및 전극 물질에 대한 연구를 진행하고 있으며, 소자의 크기를 최소화 하기 위한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 나노 임프린트 리소그래피와 전도성 AFM을 이용하여 나노급 상변화 물질의 특성을 평가하였다.

나노급 상변화 물질을 형성하기 위해 열경화성 나노 임프린트 리소그래피를 이용하여 Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>(GST)/Mo/SiO<sub>2</sub> 기판 위에 200nm급 홀 패턴을 형성하였다. 홀 패턴에 Cr을 증착하여 리프트 오프 한 뒤 Cr을 하드 마스크로 사용하여 GST를 식각하였다. 그 결과, Mo 하부 전극 위에 200nm 지름과 100nm 높이를 가지는 GST 나노 기둥을 형성하였다.

GST 나노 기둥의 전기적 특성 평가를 위해 저항 측정 장비 및 펄스 발생기와 AFM을 사용하였다. AFM은 접촉 모드로 설정하였으며, Pt가 코팅된 AFM tip을 사용하여 Cr 하드 마스크와 함께 상부 전극으로 사용하였다. GST 나노 기둥을 초기화 시키기 위해 I-V sweep을 하였으며, 그 결과 1MΩ에서 10 kΩ으로 저항이 변화함을 확인하였다. GST 나노 기둥은 2V, 5ns의 리셋 펄스에서 비정질로 변화하였으며, 1.3V, 150ns의 셋 펄스에서 결정질로 변화하였다. 이 동작 전압으로 5번의 스위칭 특성을 평가하였으며, 이 결과는 소자 형태의 200nm 급 GST의 특성과 유사하여 나노급 상변화 물질을 테스트하는 새로운 방법으로 사용될 수 있을 것이다.

**Keywords:** 상변화 메모리, Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> (GST), C-AFM, 전기적 특성

## Photoluminescence analysis of patterned light emitting diode structure

홍은주, 변경재, 박형원, 이 현<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학과  
(heonlee@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

발광다이오드는 에너지 변환 효율이 높고 친환경적인 장점으로 인하여 차세대 조명용 광원으로 각광받고 있다. 하지만 현재 발광다이오드는 낮은 광추출효율로 인하여 미래의 수요를 충족시킬 수 있을 만큼 충분한 성능의 효율을 나타내지 못하고 있다. 발광다이오드의 낮은 광추출효율은 반도체소제와 외부 공기와 큰 굴절률 차이로 인하여 발생하는 전반사 현상에 기인한 것으로 이 문제를 해결하기 위하여 발광다이오드 소자의 발광면 및 기판을 텍스처링하는 방법이 중요하게 인식되고 있다. 하지만 현재까지 패턴의 구조에 따른 광추출 특성을 분석한 연구는 미진한 상황이다. 본 연구에서는 임프린팅 및 건식식각 공정을 이용하여 다양한 구조의 나노 및 micron 급 패턴을 발광다이오드의 p-GaN층에 형성하였다. 발광다이오드 기판 위에 하드마스크로 사용하기 위한 SiO<sub>2</sub>를 50nm 증착한 후 그 위에 UV 임프린팅 공정을 진행하여 폴리머 패턴을 형성시켰다. 임프린팅 공정으로 형성된 폴리머 패턴을 CF<sub>4</sub>CHF<sub>3</sub> 플라즈마를 이용하여 SiO<sub>2</sub>를 건식식각하였고, 이후에 SiCl<sub>4</sub>와 Ar 플라즈마를 이용한 ICP 식각 공정을 진행하여 p-GaN층을 100nm 식각하였다. 마지막으로 BOE를 이용한 습식식각 공정으로 p-GaN층에 남아있는 SiO<sub>2</sub>층을 제거하여 p-GaN층에 sub-micron에서 micron급의 홀 패턴을 형성하였다. Photoluminescence (PL) 측정을 통해서 발광다이오드 소자에 형성된 패턴의 구조에 따른 광추출 특성을 분석하였다.

**Keywords:** nano-pattern, GaN, photon extraction efficiency, green LED, photoluminescence, nanoimprint lithography

## Atomic Layer Deposition of TaC gate electrode with TBTDET

조기희, 이시우<sup>†</sup>

포항공과대학교 화학공학과  
(srhee@postech.ac.kr<sup>†</sup>)

차세대 CMOS 공정에서 유전상수가 높은 게이트 절연막과 함께 게이트 전극이 관심을 끌고 있다. 게이트 전극은 전도도가 높아야 하고 p-MOS, n-MOS에 맞는 일함수를 가져야 하며 열적 특성이 안정해야 한다. 탄탈륨 계열 탄화물이나 질화물은 게이트 전극으로 관심을 끌고 있는 물질이며 이를 원자층 화학증착법으로 박막화 하는 공정이 관심을 끌고 있다. 원자층 화학공정에서는 전구체의 역할이 중요하며 이의 기상반응 메커니즘, 표면 반응 메커니즘을 제대로 이해해야 한다. 본 연구에서는 TBTDET (tert-butylimido tris-diethylamido tantalum) 전구체의 반응 메커니즘을 FTIR(Fourier Transform Infrared)을 이용해 진단하였다. 또한 수소, 암모니아, 메탄을 이용한 열화학 원자층 증착, 플라즈마 원자층 증착 공정을 수행하여 박막을 얻고 이들의 특성을 평가하였다. 각 공정에 따라 반응 메커니즘이 달라지고 박막의 조성이 달라지며 또한 박막의 물성도 달라진다. 특히 박막에 형성되는 TaC, TaN, Ta<sub>3</sub>N<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (증착 후 산소의 유입에 의해 형성됨) 등의 조성이 공정에 따라 달라지며 박막의 물성도 달라진다.

반응메커니즘의 연구를 통해 각 공정에서 어떠한 조성의 박막이 얻어지는지를 규명하였고 박막의 밀도에 따라 산소유입량이 어떻게 달라지는지를 규명하였다.

**Keywords:** 게이트 전극, 탄탈륨 카바이드, nano-CMOS

## High Quality Nickel Atomic Layer Deposition for Nanoscale Contact Applications

Woo-Hee Kim, Han-Bo-Ram Lee, Kwang Heo\*, Seunghun Hong\*, Hyungjun Kim<sup>†</sup>

Department of Materials Science and Engineering, POSTECH (Pohang University of Science and Technology);

\*Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

(hyungjun@postech.ac.kr<sup>†</sup>)

Currently, metal silicides become increasingly more essential part as a contact material in complimentary metal-oxide-semiconductor (CMOS). Among various silicides, NiSi has several advantages such as low resistivity against narrow line width and low Si consumption. Generally, metal silicides are formed through physical vapor deposition (PVD) of metal film, followed by annealing. Nanoscale devices require formation of contact in the inside of deep contact holes, especially for memory device. However, PVD may suffer from poor conformality in deep contact holes. Therefore, Atomic layer deposition (ALD) can be a promising method since it can produce thin films with excellent conformality and atomic scale thickness controllability through the self-saturated surface reaction. In this study, Ni thin films were deposited by thermal ALD using bis(dimethylamino-2-methyl-2-butoxo)nickel [Ni(dmamb)<sub>2</sub>] as a precursor and NH<sub>3</sub> gas as a reactant. The Ni ALD produced pure metallic Ni films with low resistivity of 25 μΩcm. In addition, it showed the excellent conformality in nanoscale contact holes as well as on Si nanowires. Meanwhile, the Ni ALD was applied to area-selective ALD using octadecyltrichlorosilane (OTS) self-assembled monolayer as a blocking layer. Due to the differences of the nucleation on OTS modified surfaces toward ALD reaction, ALD Ni films were selectively deposited on un-coated OTS region, producing 3 μm-width Ni line patterns without expensive patterning process.

**Keywords:** Nickel, Atomic Layer Deposition, Area-Selective Atomic Layer Deposition

## 증착 온도 변화에 따른 IGZO 박막의 특성

김성연, 이태일, 명재민<sup>†</sup>

연세대학교 신소재공학부  
(jimmyoung@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

Transparent thin film transistor(TTFT)는 기존의 디스플레이가 가지고 있는 공간적, 시각적 제약을 해소하는 것이 가능하며, 이는 디스플레이 산업 및 기술이 지향하는 대면적, 저가격, 공정의 단순함을 해결해 줄 수 있기 때문에 최근 TTFT에 관한 연구가 급증하고 있다.

산화물 기반의 TFT는 유리, 금속, 플라스틱 등등 그 기판 종류에 상관없이 균일한 제작이 가능하며, 상온 및 저온에서 대면적으로 제작 가능하고, 저렴한 비용으로 제작 가능하다는 장점 때문에 최근 산화물을 기반으로 하는 TFT 연구가 많이 이루어지고 있다. 현재 TTFT 물질로 많이 연구되고 있는 산화물은 ZnO(3.4 eV)나 InO<sub>x</sub>(3.6 eV), GaO<sub>x</sub>(4.9 eV), SnO<sub>x</sub>(3.7 eV)등의 물질과 각각의 조합으로 구성된 재료들이 주로 사용되고 있다. 가장 많은 연구가 이루어진 ZnO 기반의 TFT는 mobility와 switching 속도에서 우수한 특성을 보이거나, amorphous ZnO 기반의 TFT의 경우 소자의 안정성이 떨어지는 것으로 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 ZnO 보다 넓은 bandgap energy를 가질 수 있으며, n-type 특성을 보이고, amorphous 구조로 제작 가능한 IGZO 물질을 사용하여 RF magnetron sputtering 방법으로 박막 증착 온도의 변화를 주어 증착하였고, 증착된 IGZO 박막의 열처리를 통해 이에 따른 특성 변화를 분석하였다.

Field emission scanning electron microscope(FESEM)와 surface profiler를 이용하여 IGZO 박막의 표면의 형상과 두께를 확인하였으며, x-ray diffraction(XRD) 분석을 통해 박막의 결정학적 특성을 관찰하였다. TTFT 물질로서 IGZO 박막의 적합성 여부를 확인하기 위하여 TFT를 만든 후 I-V를 측정하였으며, UV-vis를 이용하여 IGZO 박막의 투과율을 분석하여 TTFT로의 응용 가능성을 확인하였다.

**Keywords:** IGZO, sputtering, transparent thin film transistors(TTFT)

## 구리 박막의 증착 분위기와 처리 과정에 따른 변화

이도한, 변동진<sup>†</sup>, 진성연, 최종문, 김창균\*, 정택모\*

고려대학교 신소재공학과; \*한국화학연구원  
(dbyun@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

기존에 사용되었던 알루미늄 배선 공정은 공정의 배선 크기가 줄어들면서 한계에 다다르고 있다. 따라서 이를 대체하기 위해 여러 가지 새로운 방법들이 고안되고 있으며, 그중 알루미늄을 비저항이 낮고 EM(electro-migration) 저항성이 뛰어난 구리로 대체하려는 연구가 진행되고 있다. 구리 배선은 이미 electroplating 공정을 이용해 산업에 적용되고 있으며, seed layer로는 sputtering 법을 이용하고 있다. 하지만 sputtering 을 포함한 PVD 법은 대부분 종횡비나 단차 피복도가 좋지 않기 때문에 이를 CVD로 교체한다면 많은 장점을 가질 수 있다. 하지만 CVD 공정을 진행하기 위해서는 많은 문제점들이 있는데, 이중 전구체에 대한 문제도 빼놓을 수 없는 이슈이다.

Cu(dmamb)<sub>2</sub> 는 기존에 사용하던 β-diketonate 계열의 전구체보다 화학적으로 많은 장점을 가지고 있어, CVD 공정에 적합하다. 이에 따라 구리 박막 증착의 공정 조건을 설계하고, 고품질의 박막을 증착하기 위한 다양한 처리법을 고안하여 증착 실험을 진행하였다. 기본적으로 구리는 확산력이 좋아 실리콘계열의 기판에서 확산력이 매우 좋아 기판 내로 확산되기 때문에 이를 방지하기 위하여 Ta, Ti 계열의 박막을 사용하여 확산을 방지하고 있다. 따라서 전이 금속 박막의 표면과 증착 분위기 등을 고려하여 구리를 증착하였으며, 표면의 미세구조 및 성분을 FESEM 등을 통해 분석하였다.

**Keywords:** 구리, 기상화학증착, 전구체

## Effects of the buffer layer annealing and post annealing temperature on the structural and optical properties of ZnO nanorods grown by a hydrothermal synthesis

신창미, 류혁현<sup>†</sup>, 이재엽, 허주희, 박주현\*, 이태민\*, 최신희\*, Han Qi Fei

인제대학교 나노시스템공학과; \*인제대학교 나노공학부  
(hhryu@inje.ac.kr<sup>†</sup>)

The zinc oxide (ZnO) material as the II–VI compound semiconductor is useful in various fields of device applications such as light-emitting diodes (LEDs), solar cells and gas sensors due to its wide direct band gap of 3.37eV and high exciton binding energy of 60meV at room temperature.

In this study, the ZnO nanorods were deposited onto homogenous buffer layer/Si(100) substrates by a hydrothermal synthesis. The Effects of the buffer layer annealing and post annealing temperature on the structural and optical properties of ZnO nanorods grown by a hydrothermal synthesis were investigated. For the buffer layer annealing case, the annealed buffer layer surface became rougher with increasing of annealing temperature up to 750°C, while it was smoothed with more increasing of annealing temperature due to the evaporation of buffer layer. It was found that the roughest surface of buffer layer improved the structural and optical properties of ZnO nanorods. For the post annealing case, the hydrothermally grown ZnO nanorods were annealed with various temperatures ranging from 450 to 900°C. Similarly in the buffer layer annealing case, the post annealing enhanced the properties of ZnO nanorods with increasing of annealing temperature up to 750°C. However, it was degraded with further increasing of annealing temperature due to the violent movement of atoms and evaporation. Finally, the buffer layer annealing and post annealing treatment could efficiently improve the properties of hydrothermally grown ZnO nanorods.

The morphology and structural properties of ZnO nanorods grown by the hydrothermal synthesis were measured by atomic force microscopy (AFM), field emission scanning electron microscopy (SEM), and x-ray diffraction (XRD). The optical properties were also analyzed by photoluminescence (PL) measurement.

**Keywords:** Annealing treatment, ZnO, Hydrothermal synthesis

## SiGe Nanostructure Fabrication Using Selective Epitaxial Growth and Self-Assembled Nanotemplates

Sang-Joon Park, Heung-Soon Lee, In Chan Hwang, Jong-Yeog Son, Hyungjun Kim<sup>†</sup>

Department of Materials Science and Engineering, POSTECH (Pohang University of Science and Technology)  
(hyungjun@postech.ac.kr<sup>†</sup>)

Nanostructures such as nanodot and nanowire have been extensively studied as building blocks for nanoscale devices. However, the direct growth of the nanostructures at the desired position is one of the most important requirements for realization of the practical devices with high integrity. Self-assembled nanotemplate is one of viable methods to produce highly-ordered nanostructures because it exhibits the highly ordered nanometer-sized pattern without resorting to lithography techniques. And selective epitaxial growth (SEG) can be a proper method for nanostructure fabrication because selective growth on the patterned openings obtained from nanotemplate can be a proper direction to achieve high level of control and reproducibility of nanostructure fabrication. Especially, SiGe has led to the development of semiconductor devices in which the band structure is varied by the composition and strain distribution, and nanostructures of SiGe has represented new class of devices such nanowire metal-oxide-semiconductor field-effect transistors and photovoltaics. So, in this study, various shaped SiGe nanostructures were selectively grown on Si substrate through ultrahigh vacuum chemical vapor deposition (UHV-CVD) of SiGe on the hexagonally arranged Si openings obtained using nanotemplates. We adopted two types of nanotemplates in this study; anodic aluminum oxide (AAO) and diblock copolymer of PS-b-PMMA. Well ordered and various shaped nanostructure of SiGe, nanodots and nanowire, were fabricated on Si openings by combining SEG of SiGe to self-assembled nanotemplates. Nanostructure fabrication method adopted in this study will open up the easy way to produce the integrated nanoelectronic device arrays using the well ordered nano-building blocks obtained from the combination of SEG and self-assembled nanotemplates.

**Keywords:** SiGe Nanostructure, Selective Epitaxial Growth, Self-Assembled Nanotemplates

### 레이저 유기 충격파를 이용한 나노 Trench 에서의 나노입자제거

김진수, 이승호, 박진구†

한양대학교  
(jgpark@hanyang.ac.kr†)

Pattern 웨이퍼 상의 오염입자 제거는 반도체 산업의 주된 과제 중 하나이다. Pattern의 선폭이 좁아짐에 따라 Pattern에 손상을 가하지 않고 오염입자를 제거 하는 것은 더욱 어려워지고 있다. 그뿐만 아니라 기존 습식세정 공정에서의 화학액에 의한 환경오염 및 박막의 손실도 문제가 되기 시작했다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기존 세정공정에서 화학액의 농도를 낮추고 Megasonic 등을 이용하여 세정력을 보완하는 방법들이 연구되고 있다. 하지만 습식세정의 경우 강한 화학작용으로 인한 표면 손상 및 물 반점의 문제는 여전히 이슈가 되고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 건식 세정법이 제시되고 있으며 이 중 레이저 충격파는 레이저를 집속시켜 발생된 충격파를 이용하여 입자를 제거하기 때문에 국부적인 세정이 가능하며 세정력 조절이 가능하여 손상이 세정을 할 수 있다. 그러나 Pattern의 구조에 의해 전되는 세정력의 차이가 발생하고 Trench 내부의 오염입자제거 문제점이 발생할 수 있다.

시편은 Si STI Pattern을 100 nm PSL Particle (Red Fluorescence, Duke Scientific, USA) 을 50ppm 농도로 희석시킨 IPA에 dipping 하여 오염시킨 후 N2 Gas를 이용하여 건조하여 준비하였다. 그리고 레이저 충격파 세정 시스템은 최대 에너지 1.8 J까지 가능한 레이저를 발생하는 1,064 nm Nd:YAG 레이저를 이용하여 실험하였다. 레이저 충격파 실험은 충격파와 시편사이의 거리, gap distance와 에너지를 변환하여 세정효율을 관찰하였다. 세정효율은 세정 전후의 입자 감소량을 현광현미경 (LV-150, Nikon, Japan)를 이용하여 측정하였다.

그 결과, Trench 내부의 오염입자의 경우 Trench 밖의 오염입자에 비해 세정효율이 떨어지는 것으로 나타났으나 시편과 레이저 초점과의 거리가 가까워짐에 따라 Trench 내부의 오염입자에 대한 세정 효율을 증가시킬 수 있었다.

**Keywords:** Particle removal, Cleaning, Laser Shock Wave, Trench

### 용액공정 기반의 Zinc Oxide 박막 트랜지스터의 제작 및 특성 평가

황영환, 서석준, 전준혁, 배병수†

한국과학기술원(KAIST) 신소재공학과 광학재료연구실 (LOMC)  
(bsbae@kaist.ac.kr†)

최근 아연산화물과 같은 무기산화물 박막 트랜지스터를 디스플레이의 구동 소자, RFID, 스마트 창으로 활용하기 위한 연구가 많이 이루어지고 있다. 특히, 산화아연 박막 트랜지스터는 기존의 비정질 실리콘이나 저온 제작된 다결정 실리콘을 active layer로 사용해 제작된 소자에 비하여 AMOLED나 AMLCD를 구동하기 충분한 전자 이동도, 환경적으로 안정한 특성을 보이고 비교적 저렴한 가격으로 제작 가능하며 넓은 밴드갭으로 인하여 가시광선 영역에서 투명한 특성을 보인다. 본 연구에서는 Zinc acetate dehydrate를 전구체로 사용하고 ethanolamine을 술 안정화제로 사용하여 간단하고 경제적인 솔-젤 방법을 통하여 Zinc Oxide (ZnO)를 active layer로 사용한 박막 트랜지스터를 제작하였다. ZnO 박막 트랜지스터는 전구체 용액을 기판 위에 스핀 코팅한 후 열처리 과정을 통하여 제작되었고 제작된 ZnO 박막 트랜지스터는 가시광선 영역에서 높은 투과도 (>90%) 를 보였다. 산화아연 박막 트랜지스터의 특성을 향상 시키기 위하여 전구체 용액의 농도 조절, ZnO 박막의 두께 조절, 열처리 온도의 조절 등과 같은 연구를 수행하였다. 여러 공정 조건의 변화를 통하여 최적화된 ZnO 박막 트랜지스터는 전하 이동도가 9.4 cm<sup>2</sup>/Vs, sub-threshold slope이 3.3 V/dec 그리고 on-to-off current ratio가 5.5×10<sup>5</sup>로 디스플레이 소자를 구동하기 충분한 특성을 보였다.

**Keywords:** ZnO, 용액공정, 산화물반도체

### 반도체 세정액 내 용존 수소 가스가 웨이퍼 세정에 미치는 영향

길혁민, 강봉균, 이승호\*, 박진구\*†, 최은석\*\*, 김인정\*\*, 김봉우\*\*

한양대학교 바이오나노공학과; \*한양대학교 금속재료공학과; \*\*실트론 기술연구소 (jgpark@hanyang.ac.kr†)

최근 반도체 세정에 있어서 지난 40년 동안 지속적으로 사용되고 있는 알칼라인 기반의 RCA 세정법은 많은 초순수 및 화학액 소모량과 세정시 불필요한 박막의 손실, 환경적인 문제로 인하여 이를 대체하고자 하는 새로운 세정액 및 세정 방법에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 특히 초순수에 가스를 혼합하여 메가소닉을 이용한 기능수 세정은 기존 RCA 세정액의 문제점들을 해결하기 위한 세정액으로 최근 반도체 제조 공정 뿐만 아니라 Photo mask, FPD 세정 공정에서 널리 이용되고 있다. 하지만 기능수에 대한 기초적인 특성 연구와 메가소닉에 의한 세정력 변화에 대한 연구는 부족한 상태이다.

본 연구에서는 고순도의 수소가스(99.999%)를 가스 접촉기, pHasor II (Entigris, USA) 와 순환 속도의 조절이 가능한 펌프, BPS-3 (Levitronix, USA) 를 이용하여 지속적으로 초순수와 수소가스를 혼합하는 방법으로 수소수를 제조하였으며, 용존 수소 농도계, DHDI-1 (TOA-DKK, Japan)으로 수소수의 농도를 확인하였다. 0.1 MPa 압력과, 3 LPM의 수소가스 유출속도에서 최대 2.0 ppm의 수소수를 얻을 수 있었으며, 수소수의 기초 특성을 평가하기 위하여 수소 농도 변화에 따른 pH, 표면 에너지를 측정하였다. 또한 압력 변화에 따른 반감기를 측정하여 bath형태의 세정기에서 적용 가능성을 평가하였다. 수소수의 세정력은 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 입자가 임의로 오염된 실리콘 웨이퍼를 이용하여 bath 및 매엽식 세정기에서 수소수 농도와 메가소닉 형태 및 첨가제 변화에 따른 세정효율을 기존의 SC-1 세정액과 각각 비교 평가하였다.

기능수 발생장치에서 압력이 제거된 상태에서는 평균 20분의 반감기를 갖는 것이 관찰되었고, 압력이 유지된 상태에서는 수소수의 농도가 유지되는 것을 확인하였으며, pH의 경우 수소수의 농도가 점차 증가함에 따라 감소하여 2.0 ppm의 농도에서 pH 5.3정도의 값을 나타내었다. 표면 장력은 초순수와 비교했을 때 큰 변화가 없음을 확인할 수 있었다. Bath 형태의 세정기에서 메가소닉을 인가하여 수소수의 세정효율을 측정한 결과, 같은 조건에서 실험한 초순수와는 비슷하며, SC-1보다는 낮은 세정효율이 측정되었다. 반면 매엽식 세정기에서 동등한 조건의 실험을 실시한 결과, 수소수 세정에서 첨가제에 의한 영향으로 SC-1을 대체할 수 있는 높은 입자 제거효율을 가짐을 확인할 수 있었다.

**Keywords:** Dissolved Hydrogen Gas, Megasonic, Particle Removal

### 플라즈마를 이용한 GaAs 반응성 이온 식각

이성현, 노호섭, 최경훈\*, 박주홍, 조관식, 이제원†

인제대학교 나노시스템 공학과; \*인제대학교 정보통신시스템학과 (jwlee@inje.ac.kr†)

이 논문은 반응성 BCl<sub>3</sub> 플라즈마로 GaAs의 건식 식각을 진행한 후 그 결과에 대하여 연구 분석 한 것이다. 이 때 사용한 식각 공정 변수는 BCl<sub>3</sub> 플라즈마에서의 가스유량, 공정 압력과 RIE 척 파워의 변화이다. 먼저 공정 압력을 75 mTorr 고정시킨 후 BCl<sub>3</sub> 유량을 변화 (2.5~10 sccm)해서 실험하였다. 또한 BCl<sub>3</sub>의 유량을 5 sccm으로 고정시킨 후 공정압력을 변화(47~180 mTorr)해서 식각 실험을 실시하였다. 마지막으로 47 mTorr와 100 mTorr의 각각의 공정압력에서 RF 척 파워를 변화시켜 (50~200 W) 실험하였다.

GaAs 플라즈마 식각이 끝난 후 표면단차 측정기 (Surface profiler)를 사용하여 표면의 단차와 거칠기를 분석하였다. 그 후 그 결과를 이용하여 식각율 (Etch rate), 식각 표면 거칠기 (RMS roughness), 식각 선택비 (Selectivity) 등의 식각 특성평가를 하였다. 또한 식각 공정 중에 샘플 척에 발생하는 자기 바이어스와 BCl<sub>3</sub> 플라즈마 가스를 광학 발광 분석기 (Optical Emission Spectroscopy)를 이용하여 플라즈마의 상태를 실시간으로 분석하였다.

이 실험 결과에 따르면 공정 압력의 증가는 샘플 척의 자기 바이어스의 값을 감소시켰다. BCl<sub>3</sub> 압력 변화에 의한 GaAs의 식각 결과를 정리하면 5 sccm의 BCl<sub>3</sub> 가스유량과 RF 척 파워를 100 W로 고정시켰을 때 식각율은 47 mTorr에서 가장 높았으며, 그 값은 0.42 μm/min 이었다. GaAs의 식각 속도는 공정압력이 증가할수록 감소하였으며 180 mTorr에서는 식각율이 0.03 μm/min로 거의 식각되지 않았다. 또한 공정압력을 75 mTorr, RF 척 파워를 100 W로 고정시키고, BCl<sub>3</sub> 가스유량을 2.5 sccm에서 10 sccm까지 변화시켰을 때, 10 sccm의 BCl<sub>3</sub> 가스유량에서 가장 높은 식각율인 0.87 μm/min이 측정되었다.

압력에 따른 GaAs의 식각 후 표면 거칠기는 최대 2 nm 정도로 비교적 매끈하였으며, 거의 식각되지 않은 180 mTorr의 조건에서는 약 1 nm로 낮아졌다. 본 실험 조건에서 GaAs의 감광제에 대한 식각 선택비는 최대 약 3:1 이내였다.

**Keywords:** GaAs, 건식식각, 반응성 이온 식각



### CIGS 태양전지 용액전구체 paste공정 연구

박명국, 안세진, 윤재호, 김동환\*, 윤경훈†

한국에너지기술연구원; \*고려대학교 신소재공학부  
(y-kh@kier.re.kr<sup>†</sup>)

Chalcopyrite구조의CIS 화합물은 직접천이형 반도체로서 높은 광흡수 계수 ( $1 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ )와 밴드갭 조절의 용이성 및 열적 안정성 등으로 인해 고효율 박막 태양전지용 광흡수층 재료로 많은 관심을 끌고 있다. CIS 계 물질에 속하는 Cu(InGa)Se<sub>2</sub> (CIGS) 태양전지의 경우 박막 태양전지 중 세계 최고 효율인 20%를 달성한 바 있으며, 이는 기존 다결정 웨이퍼형 실리콘 태양전지의 효율에 근접하는 수치이다. 그러나 이러한 우수한 효율에도 불구하고 박막 증착시 동시증발장치 혹은 스퍼터링장치와 같은 고가 진공장비를 사용하게 되면 공정단가가 높을 뿐만 아니라 사용되는 재료의 20-50%의 손실을 감수해야만 한다. 또한 대면적 Cell제작에 어려움이 있기 때문에 기술개발 이후의 상용화 단계를 고려할 때 광흡수층 박막 제조 공정단가를 획기적으로 낮출 수 있고 대면적화가 용이한 신 공정 개발이 필수적이다. 이러한 관점에서 비진공 코팅방법에 의한 CIS 광흡수층 제조 기술은 CIS 태양전지의 저가화 및 대면적화를 가능케 하는 차세대 기술로 인식되고 있고 최근 급속한 발전을 이루고 있는 미세 입자 합성, 제어 및 응용 기술에 부합하여 많은 세계 연구기관 및 기업체에서 활발히 연구를 진행하고 있다.

비진공 방식에 의한 CIS 광흡수층 제조 기술은 전구체 물질의 형태에 따라 크게 입자형 전구체를 사용하는 방법과 용액 전구체를 사용하는 방법으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 용액 전구체를 paste 공정으로 실험하였다. 이는 용액전구체 물질 제조가 입자형 전구체 제조에 비해 매우 간단하고, 전구체 물질 내 구성원소의 원자비를 쉽게 조절할 수 있다는 장점 및 사용효율이 높아 소량의 source로도 박막 제작이 가능해 공정 단가 절감에 큰 효과가 기대되기 때문이다. 실험에 사용 된 용액전구체는 Cu(NO<sub>3</sub>) 및 InCl<sub>3</sub>, Ga(NO<sub>3</sub>)를 Cu, In, Ga 출발 물질로 선정하여 이를 메탄올에 완전히 용해시켜 binder인 셀룰로오스와 메탄올을 섞은 용액과 혼합하여 전구체 슬러리를 형성하였다. 이 슬러리를 paste공정으로 precursor막을 입히고 저온 건조 후 Se 분위기에서 열처리하여 CIGS박막을 얻을 수 있었다. 박막의 특성을 XRD, SEM, AES, TGA등으로 분석하였다.

**Keywords:** solar cell, CIGS, non-vacuum

### 질화물 계 발광다이오드의 광추출효율 향상을 위한 나노임프린트 리소그래피 공정

변경재, 홍은주, 박형원, 이현†

고려대 신소재공학과  
(heonlee@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

현재 질화물 계 발광다이오드는 액정소자의 백라이트유닛, 모바일폰, 차량용램프, 교통신호등 등 다양한 장치의 광원으로 사용되고 있으며, 그 응용분야는 앞으로도 크게 확대되는 추세에 있다. 이는 발광다이오드의 저전력, 장수명, 친환경적인 장점에 의한 것으로, 일반 조명용 광원으로 사용하기 위한 기술개발이 활발히 진행 중이다. 하지만 질화물 계 발광다이오드를 미래의 조명용 광원으로 사용하기 위해서는 광출력이 보다 향상되어야 한다. 발광다이오드의 광출력을 저하시키는 요인으로는 다양한 문제점이 있지만 특히 낮은 광추출특성으로인한 광출력저하 문제를 해결해야 한다. 본 연구에서는 질화물 계 발광다이오드의 광추출특성을 향상시키기 위해서 나노임프린트 리소그래피 공정을 도입하였다. UV 나노임프린트 리소그래피 공정을 통해서 p형 질화갈륨 및 인듐주석산화물 투명전극 층에 sub-micron 급 광결정패턴을 형성하였으며, 광루미네선스와 전기루미네선스 측정을 통하여 광결정패턴으로 인한 광출력 특성을 분석하였다.

**Keywords:** 질화물 계 발광다이오드, 나노임프린트 리소그래피, 광루미네선스, 전기루미네선스, 광결정패턴

## Growth behavior on initial layer of ZnO:P layers grown by magnetron sputtering with controlled by O<sub>2</sub> partial pressure

김영이, 안철현, 배영숙, 김동찬, 조형균<sup>†</sup>

성균관대학교  
(chohk@skku.edu<sup>†</sup>)

The superior properties of ZnO such as high exciton binding energy, high thermal and chemical stability, low growth temperature and possibility of wet etching process in ZnO have great interest for applications ranging from optoelectronics to chemical sensor. Particularly, vertically well-aligned ZnO nanorods on large areas with good optical and structural properties are of special interest for the fabrication of electronic and optical nanodevices. Currently, low-dimensional ZnO is synthesized by metal-organic chemical vapor deposition (MOCVD), molecular beam epitaxy (MBE), thermal evaporation, and sol-gel growth. Recently, our group has been reported about achievement the growth of Ga-doped ZnO nanorods using ZnO seed layer on p-type Si substrate by RF magnetron sputtering system at high rf power and high growth temperature. However, the crystallinity of nanorods deteriorates due to lattice mismatch between nanorods and Si substrate. Also, in the growth of oxide using sputtering, the oxygen flow ratio relative to argon gas flow is an important growth parameter and significantly affects the structural properties.

In this study, Phosphorus (P) doped ZnO nanorods were grown on c-sapphire substrates without seed layer by radio frequency magnetron sputtering with various argon/oxygen gas ratios. The layer change films into nanorods with decreasing oxygen partial pressure. The diameter and length of vertically well-aligned on the c-sapphire substrate are in the range of 51-103 nm and about 725 nm, respectively. The photoluminescence spectra of the nanorods are dominated by intense near band-edge emission with weak deep-level emission.

**Keywords:** ZnO:P, nanorod, sputtering

## Study of passivation layers for the indium antimonide photodetector

이재열, 김정섭, 양창재, 윤의준<sup>†</sup>

서울대학교 재료공학부  
(eyoon@snu.ac.kr<sup>†</sup>)

군사적, 산업적 용도로 널리 활용되고 있는 적외선 검출기는 InSb, HgCdTe(MCT)와 같은 물질들을 감지 소자로 사용하고 있다. 현재 가장 많이 사용되는 MCT는 적외선의 전 영역을 감지할 수 있는 장점이 있지만, 대면적 제작이 어려운 단점이 있다. 이에 비해 InSb는 안정적인 재료의 특성, 높은 전하이동도( $1.2 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ) 그리고 대면적 소자 제작의 가능성 등이 높게 평가되어 차세대 적외선 검출소자로 각광 받고 있다. InSb 적외선 수광 소자는 1970년대부터 미국을 중심으로 이온주입, MOCVD 또는 MBE와 같은 다양한 공정을 이용하여 제작되어 왔으며, 앞으로도 군수용 제품을 비롯하여 산업전반에서 더욱 각광을 받을 것으로 예상된다.

하지만 InSb는 77 K에서 0.225 eV의 상대적으로 작은 밴드갭을 갖고 있기 때문에 누설전류로 인한 성능저하가 고질적인 문제로 대두되었고, 이를 해결하기 위한 고품질 절연막 연구가 InSb 적외선 수광 소자 연구의 주요 이슈 중 하나가 되어왔다. PECVD, photo-CVD, anodic oxidation 등의 공정을 이용하여 SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, 양극산화막(anodic oxide) 등 다양한 물질들에 대한 연구가 진행되었고[1,2], 산화막과 반도체 계면에서의 열확산을 억제하여 계면트랩밀도를 최소화하기 위한 연구도 활발히 이루어졌다[3]. 하지만 InSb 소자의 성능개선을 위한 최적화된 산화막에 대한 연구는 여전히 불충분한 실정이다.

본 연구에서는 n형 (100) InSb 기판 ( $n = 0.2 \sim 0.85 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  @ 77 K)을 이용하여 양극산화막, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 등을 증착하고 절연막으로서 이들의 특성을 비교 분석하였다. 양극산화막은 상온에서 1 N KOH 용액을 이용하여 양극산화법으로 증착하였으며, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>는 PECVD로 150 °C에서 300 °C까지 온도를 변화시키며 증착하였다. SEM분석과 XPS분석으로 두께의 균일도와 절연막의 조성, 계면확산 정도를 확인하였으며, I-V와 C-V 커브측정을 통해 각 절연막의 전기적 특성을 평가하였다. 이 분석들을 통해 각각의 공정 조건에 따른 절연막의 상태를 전기적 특성과 관련지어 설명할 수 있었다.

**Keywords:** 적외선 검출, 센서, InSb, 양극산화, 절연막

## Novel Activation by Electrochemical Potentiostatic Method

이학형, 이준기<sup>†</sup>, 정동렬\*, 권광우\*, 김익현\*

전남대학교 신소재공학부; \*나이넥스(주)  
(junekey@chonnam.ac.kr<sup>†</sup>)

Fabrication of good quality P-type GaN remained as a challenge for many years which hindered the III-V nitrides from yielding visible light emitting devices. Firstly Amano et al succeeded in obtaining P-type GaN films using Mg doping and post Low Energy Electron Beam Irradiation (LEEBI) treatment. However only few region of the P-GaN was activated by LEEBI treatment. Later Nakamura et al succeeded in producing good quality P-GaN by thermal annealing method in which the as deposited P-GaN samples were annealed in N<sub>2</sub> ambient at temperatures above 600°C. The carrier concentration of N type and P-type GaN differs by one order which have a major effect in AlGaIn based deep UV-LED fabrication. So increasing the P-type GaN concentration becomes necessary.

In this study we have proposed a novel method of activating P-type GaN by electrochemical potentiostatic method. Hydrogen bond in the Mg-H complexes of the P-type GaN is removed by electrochemical reaction using KOH solution as an electrolyte solution. Full structure LED sample grown by MOCVD serves as anode and platinum electrode serves as cathode. Experiments are performed by varying KOH concentration, process time and applied voltage. Secondary Ion Mass Spectroscopy (SIMS) analysis is performed to determine the hydrogen concentration in the P-GaN sample activated by annealing and electrochemical method. Results suggest that the hydrogen concentration is lesser in P-GaN sample activated by electrochemical method than conventional annealing method. The output power of the LED is also enhanced for full structure samples with electrochemical activated P-GaN.

Thus we propose an efficient method for P-GaN activation by electrochemical reaction. 30% improvement in light output is obtained by electrochemical activation method.

**Keywords:** GaN, Activation, Electrochemical

## 선택적 단결정 씨앗층을 이용한 MgZnO 나노와이어의 밀도조절 및 수직성장 방법

김동찬, 공보현, 김영이, 안철현, 배영숙, 조형균<sup>†</sup>

성균관대학교 신소재공학과  
(chohk@skku.edu<sup>†</sup>)

21세기 제 3의 산업혁명을 가져올 것으로 기대되는 나노기술(NT), 정보기술(IT), 바이오기술(BT)은 전 세계 과학자들의 마음을 사로잡고 있다. 이 가운데 나노기술은 전자산업에 응용 시 그 기대효과는 우리가 상상하는 이상의 것이라 예상하고 있다. 나노기술에 특히 관심을 가지는 이유는 물질이 마이크로미터 크기로 작아져도 벌크물질의 물리적 특성이 그대로 유지되지만, 나노미터 크기가 되면서 우리가 경험하지 못했던 새로운 물리적 특성들이 발현되기 때문이다. 그 특성에는 양자구속효과, Hall-Petch 효과, 자기효과 등이 있다. 나노기술의 구현은 양자점과 같은 영차원 나노입자, 나노와이어, 나노막대, 나노리본 등과 같은 직경이 100nm 이하의 일차원 구조의 나노물질 및 나노막과 기타 100nm 이하의 나노구조물들이 사용된다. 현재 일차원 구조를 이용한 전자디바이스화 연구는 결정성장을 정확하게 조절하는 합성기술, 합성된 일차원 나노물질의 물리적 특성을 지배하는 각종 파라미터들과 물리적 특성들과의 상관관계 정립, 나노와이어를 이용한 Bottom-up 방식에 의한 조립기술 확보를 위해 활발히 진행 중이다. 하지만 나노구조의 특성을 확인하는 형태의 연구일 뿐, 실제 디바이스 구현에는 여전히 많은 과제를 안고 있다.

본 연구에서는 선택적 삼원계 단결정 씨앗층을 이용한 길이/직경 비가 매우 향상된 MgZnO 나노와이어를 interfacial layer 없이 수직으로 성장하여 산화물 전계방출 에미터로서의 가능성을 확인하였다.

**Keywords:** MgZnO, 나노와이어, 수직성장

Bi(Me)O<sub>3</sub>의 치환에 따른 (1-x)PbZrO<sub>3</sub>-xPbTiO<sub>3</sub>세라믹 재료의 압전특성 및 큐리온도 변화

이성찬, 이명환, 성연수, 조종호, 김명호, 송태권†

창원대학교 세라믹공학과  
(tksong@changwon.ac.kr†)

PZT(Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub>) 압전세라믹스는 뛰어난 압전 특성과 강유전 특성을 가지고 있어서 현재 널리 사용되고 있다. 하지만 PZT세라믹스는 큐리온도 이상에서 그 특성을 잃게 되고 높은 온도에서의 응용이 제한된다. 따라서 높은 큐리온도를 가지는 압전체를 개발하기 위한 연구가 많이 이루어지고 있다. PbTiO<sub>3</sub>의 경우에는 Bi(Zn<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>), BiFeO<sub>3</sub>등의 Bi계 세라믹스를 치환하면서 큐리온도가 올라가는 결과가 보고되고 있다. 하지만 이것은 PZT세라믹스 보다 압전 및 유전 특성이 상당히 낮다. 따라서 본 연구에서는 (1-x)PbZrO<sub>3</sub>-xPbTiO<sub>3</sub>조성에 Bi(Me)O<sub>3</sub>(Me:Zn, Ti, Fe, Al)를 치환하여 압전특성 및 강유전 상전이 온도를 조사하였다. 모든 시편들은 고상반응법으로 제조하였고, 제조한 시편으로 조성에 따른 압전특성 및 유전특성의 변화를 측정하였다. 그리고 이를 통해 큐리온도는 PZT의 MPB조성근처에서 Bi계 세라믹의 치환은 T<sub>C</sub>가 낮아 졌으나, Tetragonal 상을 가지고 있는 Ti-rich인 조성에서는 T<sub>C</sub>가 높아지는 것을 관찰하였다.

**Keywords:** 페로브스카이트, PZT, MPB, tetragonality (c/a), High-TC

이산화티타늄(TiO<sub>2</sub>)의 Anatase상에 따른 가스감응 특성의 영향

오상진, 허중수†, 이한용, 조봉한

경북대학교 금속신소재공학과  
(jshuh@knu.ac.kr†)

TiO<sub>2</sub>는 3가지의 결정구조를 가지고 있으며 결정 입자, 구조, 상의 형태에 따라서 성질 및 기능에 영향을 주고 있다. anatase상의 에너지 밴드갭과 전자와의 재결합 확률이 크기 때문에 Rutile상 보다 우수한 성질을 갖고 있어 산화물 반도체로 이용하는 것이 적합하다. 본 실험에서는 나노로드의 TiO<sub>2</sub>를 수열처리법에 의해 합성한 후 박막을 제조하여 감응특성을 조사하였다. X선 회절분석기(X-Ray Diffraction)로 분석결과 ph=1의 루타일상을 제외하고, pH=2~7의 더 넓은 구간에서 뚜렷한 회절피크의 anatase 상이 나타났으며 다른 비정질상이 발생되지 않는 결정성이 좋은 단결정입이 나타났다. NaOH solution 을 이용하여 수열처리후 180℃이상의 특정 온도 구간에서 수십 나노 로드 형태의 2차 성장된 모습을 TEM과 EDS로 결정구조와 화학조성을 분석하였다. 그리고 BET 측정을 통해 180℃의 소성온도에서 TiO<sub>2</sub> 입자의 비표면적이 가장 우수한 것으로 나타났다.

나노로드의 수용액을 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>기판의 감지막 위에 떨어뜨려 네트워크된 막을 형성한후에 센서를 제작하였다. 히터 전압이 400℃에서 나노 파우더센서에서는 반응이 일어나지 않은 반면, 나노 로드센서는 CH<sub>3</sub>SH에서 28%의 높은 감도를 얻었고, Toluene의 반응에서는 15%의 감도가 나타났다. 그 외 NO, CO, H<sub>2</sub>등의 측정에서 아무런 반응이 일어나지 않았다. 이는 비교적 기공이 큰분자(Size)를 가진 CH<sub>3</sub>SH=76nm, Toluene=60nm에서 반응이 일어난 반면, H<sub>2</sub>=28nm, CO=22nm에서 감도가 나타나지 않은 것을 보아 흡착분자크기에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub>, Anatase, Rutile

## Luminous Characteristics of Transparent Field Emitters Produced by Using Ultra-thin Films of Single Walled Carbon Nanotubes

Eunsoo Jang, Jeungchoon Goak, Hansung Lee, Seungho Lee, Naesung Lee<sup>†</sup>

Faculty of Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong University  
(nslee@sejong.ac.kr<sup>†</sup>)

Carbon nanotubes (CNTs) are attractive material because of their superior electrical, mechanical, and chemical properties. Furthermore, their geometric features such as a large aspect ratio and a small radius of curvature at tip make them ideal for low-voltage field emission devices including backlight units of liquid crystal display, lighting lamps, X-ray source, microwave amplifiers, electron microscopes, etc. In field emission devices for display applications, the phosphor anode is positioned against the CNT emitters. In most case, light generated from the phosphor by electron bombardment passes through the anode front plate to reach observers. However, light is produced in a narrow depth of the surface of the phosphor layer because phosphor particles are big as much as several micrometers, which means that it is necessary to transmit through the phosphor layer. Hence, a drop of light intensity is unavoidable during this process. In this study, we fabricated a transparent cathode back plate by depositing an ultra-thin film of single walled CNTs (SWCNTs) on an indium tin oxide (ITO)-coated glass substrate. Two types of phosphor anode plates were employed to our transparent cathode back plate: One is an ITO glass substrate with a phosphor layer and the other is a Cr-coated glass substrate with phosphor layer. For the former case, light was radiated from both the front and the back sides, where luminance on the back was ~30% higher than that on the front in our experiments. For the other case, however, light was emitted only from the cathode back side as the Cr layer on the anode glass rolled as a reflecting mirror, improving the light luminance as much as ~60% compared with that on the front of one. This study seems to be discussed about the morphologies and field emission characteristics of CNT emitters according to the experimental parameters in fabricating the lamps emitting light on the both sides or only on the cathode back side. The experimental procedures are as follows. First, a CNT aqueous solution was prepared by ultrasonically dispersing purified SWCNTs in deionized water with sodium dodecyl sulfate (SDS). A milliliter or even several tens of micro-liters of CNT solution was deposited onto a porous alumina membrane through vacuum filtration. Thereafter, the alumina membrane was solvated with the 3 M NaOH solution and the floating CNT film was easily transferred to an ITO glass substrate. It is required for CNT film to make standing CNTs up to serve as electron emitter through an adhesive roller activation.

**Keywords:** carbon nanotube, field emission, transparent film, sodium dodecyl sulfate

## Fabrication of Transparent Heat-element using Single- Walled Carbon Nanotubes

정혁, Nguyen Van Quy, 이한민, 김동현, 김도진<sup>†</sup>

충남대학교  
(dojin@cu.ac.kr<sup>†</sup>)

In this research, single walled carbon nano-tube film was manufactured with spray coating method on glass for application as transparent heat element. SWNTs solution to be used for spraying is obtained by dispersion of 0.01 wt% purified SWNTs in dimethylformamide (DMF) solution through ultrasonification and centrifugation. The transmittance and sheet resistance of SWNTs film were determined by the number of spray injection. Manufactured SWNTs film will have sheet resistance range of 200  $\Omega/\square$ -900  $\Omega/\square$  at transmittance range of 70-90 %. Heat generation characteristic of SWNTs film was measured by applying constant DC voltage of 15V. The result confirmed that SWNTs film with sheet resistance of 200  $\Omega/\square$  reaches surface temperature of 80°C within several seconds. In addition, PET coating film was coated on top of the SWNTs film by using laminator in order to solve weak adhesive property of the spray coated SWNTs film on the substrate as well as to maintain its electrical and optical properties.

**Keywords:** Single walled carbon nanotube, Transparent heat element film

## Characteristics of Transparent Conductive Films of Single-Walled Carbon Nanotubes with Treatment of Surfactants and Nitric Acid

김명수, 박정춘, 이승호, 이내성<sup>†</sup>

세종대학교 나노신소재공학부  
(nslee@sejong.ac.kr<sup>†</sup>)

현재 ITO를 대체할 재료로 투명 전도성 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT) 필름에 대한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구에서 특히 CNT 필름의 투과도에 따른 전기저항을 향상시키기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 단일벽 CNT (single-walled CNT)를 여러 가지 계면활성제로 최적 분산시킨 수용액으로부터 제조한 CNT 필름의 투과도에 따른 면 저항 (sheet resistance) 변화를 관찰하였다. 우선 계면활성제로 분산시킨 CNT 수용액을 알루미늄 재질의 필터에서 정량적으로 진공 필터링하여 CNT 필름을 제조하였다. 알루미늄 필터를 sodium hydroxide (NaOH) 수용액으로 용해시켜 제거함으로써 얻은 CNT 필름을 유리기판 위에 부착시켰다. 필름의 전기저항을 낮추기 위해 유리기판 위에 부착된 CNT 필름을 질산 (HNO<sub>3</sub>) 용액으로 처리하였다. Scanning electron microscopy, UV-Vis spectroscopy를 이용하여 각각 필름의 형상과 광 투과도를 분석하였고, 4-point probe로 면 저항을 측정하였다. 계면활성제로 분산시킨 CNT 필름 대부분의 면 저항은 질산 처리에 의해 감소하였다. 이는 CNT 표면에 코팅되어 있던 계면활성제가 질산에 의해 제거되었기 때문인 것으로 예상된다. 여러 계면활성제 중 sodium dodecyl benzenesulfonate로 분산시킨 CNT 필름이 산 처리 후에 가장 낮은 면 저항을 보였다. 그리고 Polyvinyl pyrrolidone (PVP)과 cetyltrimethylammonium bromide (CTAB)를 사용하여 제조한 CNT 필름의 면 저항이 가장 뚜렷한 감소를 보였다.

**Keywords:** 투명 전도성 필름, 단일 벽 탄소나노튜브, 산 처리, 계면활성제

## 표면처리후 탄소나노튜브 캐소드의 전계방출 특성에 미치는 재 열처리에 관한 연구

하상훈, 정대화, 김희봉\*, 조영래<sup>†</sup>

부산대학교 재료공학과 정보소자 연구실; \*부산대학교 재료공학과 정보소자 연구실  
(yescho@pusan.ac.kr<sup>†</sup>)

높은 효율성을 가지는 전계방출 디스플레이(field emission displays)를 개발하기 위해 탄소나노튜브 음극소자 (CNT cathodes)의 표면처리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 열처리가 끝난 탄소나노튜브 음극소자(CNT cathodes)의 표면에는 유기성 바인더들이 타면서 잔여물들이 생성되게 되는데 이러한 잔여물들은 전계방출을 하는데 있어서 방해요소가 된다. 전계방출이 용이하게 하기 위해서는 이러한 잔여물들을 효과적으로 제거해 주어야 한다. 표면처리의 방법으로는 여러 가지가 존재하는데 그중에서 테이핑 방법을 이용한 표면처리는 열처리 후에 남은 잔여물들을 제거하면서 CNTs를 돌출시키는 효율적인 방법이다. 하지만 이러한 테이핑 방법으로도 완벽하게 잔여물을 제거하기란 쉽지 않다. 본 연구는 첫 번째 열처리가 끝난 시편을 테이핑 방법을 이용하여 표면처리를 실시하고 그것으로 끝나는 것이 아니라 표면처리가 끝난 시편에 두 번째 열처리를 실시하여 탄소나노튜브 음극소자(CNT cathodes)에 남아있는 잔여물들을 좀 더 효과적으로 제거해 주는데 그 목적이 있다. 재열처리 시 온도는 330°C~ 420°C까지 30°C의 차이를 주어 4단계에 걸쳐 실험을 실시하였고 재열처리를 하기전과 재열처리를 실행한 후의 전류밀도의 차이를 관찰하여 효과적으로 잔여물들이 제거되었는지에 대해서 알아보았다. 재열처리를 실행하였을 때 재열처리를 하기 전에 비하여 전류밀도에서 우월하였으며 360°C 부근에서 가장 많은 차이를 보였다.

**Keywords:** surface treatment, tape method, field emission, CNT emitter, screen print, reliability

**Structural and piezoelectric properties of  
lead-free (1-x)(Na<sub>0.5</sub> K<sub>0.5</sub>)NbO<sub>3</sub>-xBa(Ti<sub>0.9</sub>, Sn<sub>0.1</sub>)O<sub>3</sub> ceramics**

차유정, 남산\*, 김창일\*\*, 정영훈\*\*, 이영진\*\*, 백종후\*\*,†

고려대학교, 요업기술원; \*고려대학교; \*\*요업기술원  
(jhpaik@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

Lead-free (1-x)(Na<sub>0.5</sub>K<sub>0.5</sub>)NbO<sub>3</sub> - xBa(Ti<sub>0.9</sub>Sn<sub>0.1</sub>)O<sub>3</sub> [NKN-BTS-100x] ceramics doped with 1 mol% MnO<sub>2</sub> have been prepared by the conventional solid state method and their structural and piezoelectric properties were investigated. The NKN-BTS-100x ceramics exhibited a dense and homogeneous microstructure when they were sintered at 1030-1150°C. Grain growth was observed for the specimen sintered at relatively low temperature of 1050°C. A tetragonal/orthorhombic morphotropic phase boundary (MPB) in the perovskite structure was also appeared for the NKN-BTS-100x ceramics (0.04 < x < 0.07) sintered at 1050°C. The enhanced piezoelectric properties in the NKN-BTS ceramics with a MPB composition were obtained. Especially, for the NKN-BTS-6 ceramics, a high dielectric constant ( $\epsilon^T_{33}/\epsilon_0=1,400$ ), piezoelectric constant ( $d_{33}=237$ ) and electromechanical coupling factor ( $k_p=0.42$ ) were obtained.

**Keywords:** Lead-free piezoelectric ceramics, morphotropic phase boundary (MPB), lead free relaxors

**비납계 (1-x)(Bi<sub>0.5</sub>K<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub>-xBiFeO<sub>3</sub> 세라믹의 유전 및 압전 특성**

김정민, 성연수<sup>†</sup>, 송태권, 김명호

창원대학교  
(yssung@changwon.ac.kr<sup>†</sup>)

Dielectric and piezoelectric properties of Lead-free (1-x)(Bi<sub>0.5</sub>K<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub>-xBiFeO<sub>3</sub> ceramics prepared by a conventional solid state reaction method were investigated in the range of x = 0~10 mol%. Piezoelectric coefficient was increased from 31 pC/N at x = 0 mol% to 64 pC/N at x = 6 mol% then decreased with increasing x. Electromechanical coupling factor ( $K_p$ ) was increased up to 0.18 at x = 10 mol%. On the other hand, mechanical quality factor ( $Q_m$ ) was decreased. Grain size was not much changed with various x and a single perovskite with tetragonal symmetry was maintained at all compositions forming a solid solution between (Bi<sub>0.5</sub>K<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub> and BiFeO<sub>3</sub>. Depolarization temperature ( $T_d$ ) was gradually decreased with increasing x from 302 °C at x = 0 to 245 °C at x = 10 mol%.

**Keywords:** Lead-free, Bismuth potassium titanate, Bismuth ferrite

### Aspect ratio enhancement of ZnO nanowires using silicon microcavity

J. P. Kar, S. N. Das, J. H. Choi, Y. A. Lee\*, T. Y. Lee\*, J. M. Myoung\*\*†

Information and Electronic Materials Research Laboratory, Department of Materials Science and Engineering, Yonsei University;

\*Nanobio Fusion Device Laboratory, Department of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University;

\*\*Information and Electronic Materials Research Laboratory, Department of Materials Science and Engineering (jmyoung@yonsei.ac.kr†)

A great deal of attention has been focused on ZnO nanowires for various electronics and optoelectronics applications. In the pursuit of next generation nanodevices, it would be highly preferred if well-ordered ZnO nanowires of lower dimension could be fabricated on silicon. Before the growth of nanowires, silicon substrates were selectively etched using silicon nitride as masking layer. Vertical aligned ZnO nanowires were grown by metal organic chemical vapor deposition on patterned silicon substrate. The shape of nanostructures was greatly influenced by the micropatterned surface of the substrate. The aspect ratio, packing fraction and the number density of nanowires on top surface are around 10, 0.8 and  $10^7$  per  $\text{mm}^2$ , respectively, whereas the values are 20, 0.3 and  $5 \times 10^7$  per  $\text{mm}^2$ , respectively, towards the bottom of the cavity. XRD patterns suggest that the nanostructures have good crystallinity. High-resolution transmission electron microscopy confirmed the single crystalline growth of the ZnO nanowires along [0001] direction.

**Keywords:** ZnO, Nanowires, MOCVD, Etching

### Effect of annealing atmosphere on the properties of chemically deposited Ag<sub>2</sub>S thin films

S. M. Pawar†, S. W. Shin, C. D. Lokhande\*, J.H. Kim

Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University;

\*Thin Film Physics Laboratory, Department of Physics, Shivaji University

(spawar\_81@yahoo.co.in†)

The silver sulphide (Ag<sub>2</sub>S) thin films have been chemically deposited from an alkaline medium (pH 8 to 10) by using a silver nitrate and thiourea as a Ag and S ion precursor sources. Ethylene Diamine tetraacetic acid (EDTA) was used as a complexing agent. The effect of annealing atmosphere such as Ar, N<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>S and O<sub>2</sub> on the structural, morphological and optical properties of Ag<sub>2</sub>S thin films has been studied. The annealed films were characterized by using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and optical absorption techniques for the structural, morphological, and optical properties, respectively. XRD studies reveal that the as-deposited thin films are polycrystalline with monoclinic crystal structure, is converted in to silver oxide after air annealing. The surface morphology study shows that grains are uniformly distributed over the entire surface of the substrate. Optical absorption study shows the as-deposited Ag<sub>2</sub>S thin films with band gap energy of 0.92eV and after air annealing it is found to be 2.25 eV corresponding to silver oxide thin films.

**Keywords:** Silver sulphide, thin films, X-ray diffraction, monoclinic, optical absorption



## Growth and Characterization of Vertically Aligned ZnO nanowires with different Surface morphology

S. N. Das, J. H. Choi, J. P. Kar, J. M. Myoung<sup>†</sup>

Information and Electronic Materials Research Laboratory,  
Department of Material Science and Engineering, Yonsei University  
(jmyoung@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

Vertically aligned zinc oxide (ZnO) nanorods (NRs) with different surface morphology were grown by metal organic chemical vapor deposition (MOCVD) on sapphire substrate. The films thus prepared were characterized by measuring X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (SEM) and Transmission electron microscopy (TEM) studies. To study the effect of surface morphology on wettability, the contact angle (CA) of water was measured. It was demonstrated that the CA of the deposited ZnO NRs varied between 104° and 135° depending upon the surface morphology. Variable temperature photoluminescence (PL) have employed to probe the exciton recombination in high density and vertically aligned ZnO Nanorod arrays. The low-temperature PL characterizes the dominant near-band-edge excitonic emissions from such nanorod arrays.

**Keywords:** ZnO, nanorod, optical properties

## Cu-Zn 합금 젖음층을 이용한 Sn-Ag-Cu 솔더 접합부의 낙하 충격 신뢰성 향상 연구 (Improved drop impact reliability of Sn-Ag-Cu solder joint using Cu-Zn solder wetting layer)

김영민, 김영호<sup>†</sup>

한양대학교  
(kimyh@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 본 연구실에서 무연 솔더를 위한 새로운 Cu-Zn 합금 젖음층을 개발하였다. 전해도금을 통하여 Cu-Zn 합금층을 형성한 뒤 그 위에 Sn-4.0wt% Ag-0.5wt% Cu (SAC 405) 솔더를 리플로 솔더링을 통해 솔더접합부를 형성하였으며 계면에서 생성된 금속간 화합물의 형성 및 성장 거동을 연구하였다. SAC/Cu 시스템의 경우, 150°C에서 시효 처리를 실시하는 동안 솔더와 도금된 Cu 계면에서 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 상과 미세한 공공이 형성된 Cu<sub>3</sub>Sn 상이 발견되었다. 반면에 SAC/Cu-Zn 시스템에서는 계면에서 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 상만이 형성되었다. 또한 큰 판상형의 Ag<sub>3</sub>Sn 상이 SAC/Cu 시스템에 비해 현저하게 억제되었다. SAC/Cu-Zn 계면에서의 금속간 화합물의 성장 속도가 SAC/Cu 계면에서 형성된 금속간 화합물의 성장 속도보다 느리게 나타났다. Cu-Zn 젖음층의 Zn가 솔더와 Cu-Zn 층 사이에서 Cu와 Sn 원자의 상호 확산을 방해하기 때문이다.

본 연구에서는 Cu와 Cu-Zn 층을 이용한 솔더 접합부의 낙하 충격 신뢰성을 연구하였다. 낙하 충격 시험 시편은 두 개의 인쇄 회로 기판을 SAC 405 솔더볼을 이용하여 리플로를 통해 상호연결 하여 제조되었다. 이 때, 각각의 인쇄 회로 기판의 패드에는 Cu 층과 Cu-Zn층을 전해도금을 통하여 각각 10 μm 두께의 젖음층을 형성하였다. 낙하 시험 시편을 제조한 뒤, 시효 처리에 대한 낙하 저항 신뢰성의 특성을 연구하기 위해 250, 500 시간동안 시효처리를 한 후, 각 조건에서 계면에 형성된 금속간 화합물의 성장 거동을 관찰하였으며, 낙하 충격 시험을 실시하였다. 낙하 시험은 daisy chain으로 연결된 시편의 저항이 100 Ohm 이상 측정되었을 때 중단되도록 하였다. Cu-Zn/SAC/Cu-Zn 시편의 경우 초기 리플로를 하였을 때 불량이 발생하는 평균 낙하 수는 350이며, Cu/SAC/Cu 시편의 평균 낙하수는 200 미만으로 나타났다. Cu/SAC/Cu 시편의 경우, 시효처리 시간이 증가함에 따라 평균 낙하수는 큰 폭으로 감소하였지만, Cu-Zn/SAC/Cu-Zn 시편은 불량이 발생하는 평균 낙하수의 감소폭이 보다 완만하게 나타났다. Cu 층에 Zn를 첨가함으로써 솔더와 젖음층 사이에서 형성된 금속간 화합물의 성장 및 미세 공공의 형성이 억제되었고, 솔더 접합부의 과냉을 감소시킴으로써 큰 판상형의 Ag<sub>3</sub>Sn 상의 형성을 억제함으로써 Cu-Zn/SAC/Cu-Zn 솔더 접합부에서 Cu/SAC/Cu 솔더 접합부보다 낙하 충격에 대한 저항성 및 신뢰성이 향상되었다. 이는 무연 솔더에 Zn를 첨가하여 낙하 충격 신뢰성을 향상시킨 것과 동일한 효과를 나타냈음을 확인하였다.

본 연구는 한국 과학 기술 재단의 전자패키지 재료 연구 센터(CEPM)와 지식 경제부의 부품 소재 기술 개발 사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

**Keywords:** Cu-Zn wetting layer, Lead-free solder, Microvoid, Solder joint, Drop impact reliability

## 금속이 코팅된 PET필름의 수분침투 특성 평가

최영준, 박기정, 조영래<sup>†</sup>

부산대학교 재료공학과  
(yescho@pusan.ac.kr<sup>†</sup>)

OLED(organic light emitting diode)는 차세대 평판 디스플레이로 전자종이, 입는 디스플레이 등 flexible한 디스플레이로도 주목받고 있다. 하지만, OLED의 가장 큰 단점 중의 하나가 수분과 산소에 매우 민감하다는 것으로 이것은 OLED의 lifetime과 연결된다. 따라서 이에 대한 mechanism의 확립이 필요하다. 따라서 본 연구에서는, flexible한 OLED에 적용되는 금속 코팅막의 적층구조 및 기판의 노출온도에 따른 금속 코팅막의 수분침투 특성에 대해 MOCON의 weight gain test (WGT)를 통해 barrier layer에 대해 평가하고 이에 대한 mechanism을 확립하는데 그 목적이 있다. 금속 코팅막은 OLED의 cathode와 anode 재료로 많이 사용되는 Al과 ITO를 sputter장비를 이용해 single layer와 multi-layer의 두 가지 구조로 PET기판에 증착하였다. 또한, 노출온도에 따른 특성을 알아보고자 bare PET / ITO coated PET(single layer 50 μm) / Al coated PET(single layer 200 μm)의 세 가지 시편을 제작하였다. 이 시편을 각각 25°C, 37.8°C, 50°C의 온도에서 test를 진행하였고 이 과정을 100%RH, 70%RH, 40%RH조건의 수분조건에서 진행하여 각각의 수분조건에서 각각의 온도에 따른 금속 코팅막의 수분침투 특성에 대한 mechanism을 확립하였다. 적층구조에 따른 수분침투 특성 평가 결과 multi-layer가 single layer보다 더 우수한 수분침투의 barrier 특성을 나타냈었다. 그리고 각 온도에 따른 test결과 온도가 증가할수록 barrier의 특성이 나빠짐이 보였다.

**Keywords:** Flexible OLED, WGT, Moisture permeation, Barrier layer, Reliability

## Microstructure and electrical properties of high power laser thermal annealing on inkjet printed Ag films

Yo Han Yoon, Seol-Min Yi, Jung-Ryoul Yim, Ji-Hoon Lee, Young-Chang Joo<sup>†</sup>

Seoul National University  
(ycjoo@snu.ac.kr<sup>†</sup>)

In this work, the high power CW Nd:YAG laser has been used for thermal treatment of inkjet printed Ag films— involving eliminating organic additives (dispersant, binder, and organic solvent) of Ag ink and annealing Ag nanoparticles. By optimizing laser parameters, such as laser power and defocusing value, the laser energy can totally be converted to heat energy, which is used to thermal treatment of inkjet printed Ag films. This results in controlling the microstructures and the resistivity of films. We investigated the thermal diffusion mechanisms during laser annealing and the resulting microstructures. The impact of high power laser annealing on microstructures and electrical characteristic of inkjet printed Ag films is compared to those of the films annealed by a conventional furnace annealing. Focused ion beam (FIB) channeling image shows that the laser annealed Ag films have large columnar grains and dense structure (void free), while furnace annealed films have tiny grains and exhibit void formation. Due to these microstructural characteristics of laser annealed films, it has better electrical property (low resistivity) compared to furnace annealed samples.

**Keywords:** CW Nd:YAG laser, furnace annealing, inkjet printing, thermal diffusion, resistivity

## Hole pattern 형성에 따른 금속/PET sheet의 인장 시 저항변화

최영준, 권나현, 조영래†

부산대학교 재료공학과  
(yescho@pusan.ac.kr†)

최근 휘어짐이 가능한 flexible display의 개발이 활발히 진행됨에 따라 OLED(organic light emitting diode)의 발전 가능성은 커지고 있다. 하지만 cathode 재료인 Cr, Al등은 tensile 또는 bending에 취약하다. 따라서 본 연구에서는, 인장시험용 아령모형의 PET(125  $\mu\text{m}$ ) 필름에 Al, Cr, Cr+Al을 각각 코팅하고 부분적으로 hole을 patterning함으로써 인장 시 미소크랙의 발생을 감소시켜 전기저항(R) 변화를 최소화하는 패턴형상을 design하고 세 가지 금속의 전기저항 변화를 통해 좀 더 우수한 flexible display용 금속을 찾는데 그 목적이 있다. 전극에 형성된 미세 패턴의 영향과 패턴 된 hole size에 따른 전기저항의 변화를 알아보기 위해 hole size는 50  $\mu\text{m}$ , 30  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$ 로 제작하였고 각각의 금속막에 patterning하였다. 제작된 시편을 인장시험 장치에 설치 후 2mm/min의 속도로 인장응력을 가하면서 Load의 증가에 따른 금속막의 전기저항( $\Delta R$ )을 동시동작으로 측정하였다. 실험결과 인장시험 시 저항변화는 Cr이 짧은 시간에 가장 급격하게 변화하였으며 다음으로 Cr+Al, Al순 이었다. 또한, hole size의 크기에 따른 전기저항의 변화는 50  $\mu\text{m}$  size의 hole을 pattern한 시편이 가장 안정한 저항 변화를 보였다.

**Keywords:** Flexible display, Hole pattern, Tensile test, Reliability

## Deep RIE를 이용하여 제작된 마이크로 노즐 내에서 유체의 거동에 대한 컴퓨터 시뮬레이션 분석

정규봉, 송우진, 천두만\*, 여준철\*, 안성훈\*, 이선영†

한양대학교; \*서울대학교  
(sunyonglee@hanyang.ac.kr†)

다이렉트 프린팅 방식에 대한 수요가 높아지면서 마이크로 노즐에 대한 수요도 높아지고 있다. 마이크로 노즐은 Nano particle deposition system (NPDS)에서 가장 중요한 부분으로 금속이나 세라믹 분말을 음속으로 가속시키는 역할을 한다. 또한 마이크로 노즐은 마이크로 스페이스 셔틀과 주사바늘이 없는 약물 주사 시스템 등의 많은 분야에서 사용 가능하다.

이러한 마이크로 노즐은 대부분 기계적 절삭법을 이용하여 알루미늄으로 만들어져왔다. 하지만 알루미늄으로 만들어진 마이크로 노즐은 경도가 낮아 세라믹 나노 입자를 적층하는 것에 적절치 못하며 사용가능한 수명이 짧은 단점을 가지고 있다. 또한 가장 큰 단점으로 노즐목을 1mm이하로 제작하는 것이 어렵다는 것이다. 따라서 본 연구에서는 Si wafer를 Deep RIE 방식을 이용하여 3차원적으로 제작하였다. Deep RIE 방식 중 BOSCH process를 이용하였다. 이렇게 만들어진 마이크로 노즐은 다이렉트 프린팅 방식중 하나인 NPDS에 적용하였다. Si wafer로 만들어진 마이크로 노즐이 적용된 NPDS를 이용하여 graphite 분말을 가속하여 적층 실험을 실시하였다. 이와 함께 전산 유체 역학(CFD)를 이용하여 마이크로 노즐일 이용한 초음속 가속 가능 여부를 판단하였다. 전산 유체 역학은 유한 요소법을 이용하여 유체의 거동을 시뮬레이션을 통하여 예측하는 것으로 마이크로 노즐 내에서 유체의 흐름을 예상할 수 있다. 실제 실험의 결과와 전산 유체 역학을 이용한 시뮬레이션 결과 dml 비교 분석을 실시하였다.

**Keywords:** 전산 유체 역학, Deep RIE, Micro-nozzle, super sonic deposition

## Surface Analysis of Fluorine-Plasma Etched Y-Si-Al-O-N Oxynitride Glasses

Jungki Lee, Seongjin Hwang, Sungmin Lee\*, Hyungsun Kim†

School of Material Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea; \*Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Icheon-si, Gyeonggi-do, 467-843, Korea  
(kimhs@inha.ac.kr†)

Plasma etching is an essential process for electronic device industries and the particulate contamination during plasma etching has been interested as a big issue for the yield of productivity. The oxynitride glasses have a merit to prevent particulate contamination due to their amorphous structure and plasma etching resistance. The YSiAlON oxynitride glasses with increasing nitrogen content were manufactured. Each oxynitride glasses were fluorine-plasma etched and their plasma etching rate and surface roughness were compared with reference materials such as sapphire, alumina and quartz. The reinforcement mechanism of plasma etching resistance of the YSiAlON glasses studied by depth profiling at plasma etched surface using electron spectroscopy for chemical analysis. The plasma etching rate decreased with nitrogen content and there was no selective etching at the plasma etched surface of the oxynitride glasses. The concentration of silicon was very low due to the generation of SiF<sub>4</sub> very volatile byproduct and the concentration of aluminum and yttrium was relatively constant. The elimination of silicon atoms during plasma etching was reduced with increasing nitrogen content because the content of the nitrogen was constant. And besides, the concentration of oxygen was very low on the plasma etched surface. From the study, the plasma etching resistance of the glasses may be improved by the generation of nitrogen related structural groups and those are proved by chemical composition analysis at plasma etched surface of the YSiAlON oxynitride glasses.

**Keywords:** plasma etching, xps, oxynitride glass, esca

## 초음속 마이크로노즐에 적합한 프로파일을 위한 공정변수의 최적화

송우진, 정규봉, 천두만\*, 안성훈\*, 이선영†

한양대학교 재료화학공학과; \*서울대학교 기계항공공학부  
(sunyonglee@hanyang.ac.kr†)

마이크로노즐은 우주공간에서 인공위성의 자세를 바로잡는 데 필요한 마이크로 로켓에 들어가는 필수적인 부품이다. 마이크로 노즐은 또한 나노입자 적층 시스템(nano-particle deposition system, NPDS)에 들어갈 수 있다. NPDS는 세라믹 또는 금속 나노분말 입자를 노즐을 통해 초음속으로 가속시킨 뒤 상온에서 이를 기판에 적층시키는 새로운 시스템이다. 본 연구의 목표는 NPDS에 쓰이는 노즐을 일반적인 반도체 공정을 이용하여 마이크로 스케일의 목을 갖도록 한 마이크로노즐을 제작하는 데 있다. 보쉬 공정은 이러한 마이크로노즐을 제작하는데 필수적인 공정으로, 유도결합플라즈마를 이용해 실리콘 웨이퍼를 식각시키는 기술을 말한다. 보쉬 공정에 사용되는 플라즈마 기체는 SF<sub>6</sub>와 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>인데, 이 두 가지 기체를 번갈아가면서 사용하여 실리콘 웨이퍼를 이방성 식각하는 것이 그 특징이다. 보쉬 공정에는 다양한 변수가 존재하며 이를 적절히 통제하면 마이크로노즐에 적합한 프로파일을 실리콘 웨이퍼 내에 형성시킬 수 있다. 본 연구에서는 보쉬 공정을 이용하여 3차원 마이크로 노즐을 제작하였다. 기존에 반응성이온식각(deep reactive ion etching, DRIE) 공정을 통해 마이크로노즐을 제작한 사례가 많이 보고되었지만 이들은 모두 2차원적으로 마이크로노즐을 제작하였다. 2차원적으로 제작한 마이크로노즐은 마이크로 로켓에 주로 사용되었지만, 초음속으로 가속된 분말이 노즐의 형상으로 인한 유체 흐름의 불안정성 때문에 NPDS에서는 오래도록 사용할 수 없다는 문제점이 있다. 그러므로 본 연구에서는 마이크로노즐을 3차원 형상으로 제작함으로써 이러한 문제점을 해결하고자 하였다.

**Keywords:** 마이크로노즐, 보쉬 공정, 3차원 형상, NPDS

### 축전 결합형 O<sub>2</sub> 플라즈마를 이용한 아크릴과 폴리카보네이트의 식각 공정 비교

박주홍, 이성현, 노호섭, 최경훈, 조관식, 이제원<sup>†</sup>

인제대학교 나노시스템 공학과  
(jwlee@inje.ac.kr<sup>†</sup>)

본 실험은 연성과 광 투명도가 뛰어난 아크릴 (PMMA) 과 폴리카보네이트 (Polycarbonate) 기판의 축전 결합형 플라즈마 (CCP) 건식 식각 연구에 관한 것이다. 특히 식각 반응기 내부의 압력 변화에 따른 두 기판의 건식 식각 특성 분석에 초점을 맞추었다.

실험에 사용된 기판은 두께 1mm의 아크릴 (PMMA) 과 폴리카보네이트 (Polycarbonate)를 1.5 × 1.5 cm<sup>2</sup>로 절단하여 Photo-lithography 공정을 통하여 감광제 (Photo-resist)로 패틴하였다. 식각 반응기 내부에 패틴 된 아크릴 (PMMA) 과 폴리카보네이트 (Polycarbonate)를 넣은 후 반응기 내부 진공 상태로 만들었다. 그 후 5 sccm O<sub>2</sub> 가스를 유량조절기 (Mass flow controller)를 통하여 식각 반응기 내부로 유입하여 실험을 하였다. 이때 식각 공정 변수는 식각 반응기 내부 압력과 샘플 척 파워이다. 특성평가 항목은 식각 후 기판 (Substrate)의 식각율 (Etch rate), 식각 선택비 (Selectivity) 그리고 기판 표면 거칠기 (RMS roughness)이다. 실험 결과는 표면 단차 분석기 (Surface profiler)를 이용하여 기판 (Substrate)의 표면을 분석 하였다. 또한 OES (Optical Emission Spectroscopy) 를 이용하여 식각 중 내부 플라즈마의 상태를 분석하였다.

본 실험 결과에 따르면 5 sccm O<sub>2</sub> 가스와 100 W 척 파워를 고정 한 후 반응기 내부의 압력을 25 mTorr에서 180 mTorr까지 변화시켜 실험한 결과 40 mTorr의 반응기 내부 압력에서 실험 자료 중 가장 높은 식각율로 아크릴 (PMMA)은 0.46 μm/min, 폴리카보네이트 (Polycarbonate)는 0.28 μm/min의 결과를 얻었다. 또한 이 자료를 바탕으로 5 sccm O<sub>2</sub> 가스와 반응기 내부 압력을 40 mTorr로 고정시키고 RIE 척 파워를 25 W에서 150 W로 증가시켰을 때 아크릴 (PMMA)의 식각율은 0.15 μm/min에서 0.72 μm/min까지 증가하였고, 폴리카보네이트 (Polycarbonate)의 식각율은 0.1 μm/min에서 0.36 μm/min까지 증가하였다.

**Keywords:** Polymer etching, Capacitively coupled plasma, Dry etching

### Fe-계 하이브리드 복합소재 개발 및 기계적 특성 연구

피동혁, 송기안, 이승훈\*, 이상호\*\*, 김기범<sup>†</sup>

세종대학교; \*경북대학교; \*\*POSCO 제선연구그룹  
(kbbkim@sejong.ac.kr<sup>†</sup>)

벌크 비정질 합금 및 공정 조직 합금은 기존의 상용 합금들에 비해 월등히 높은 강도 및 탄성 변형 한계를 나타내며, 고내식, 고마모 특성 등 매우 독특하며 유용한 특성을 보인다. 하지만 상온에서 지극히 제한적인 연성으로 인하여 우수한 특성에도 불구하고 많은 분야에 활용이 되지 못하고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 미세조직의 복합화를 통한 연성 부여에 대한 연구가 활발히 진행이 되고 있다. 본 연구에서는 Fe- 합금을 선택하고 비정질 형성능 향상을 위하여 Si를 첨가하였고 그 조성에 따른 미세조직 변화 및 기계적 특성을 관찰하였다. 기계적 특성 평가를 위해 압축시험을 실시하였으며, 미세조직 및 상분석을 통하여 기계적 특성과의 관계에 대해 조사를 하였다. 이때 미세조직 및 상분석 관찰을 위하여 TEM, XRD, SEM을 사용하였다.

**Keywords:** Fe alloys, microstructure, nanostructure, glass forming ability

## Mg-Zn-Sn합금의 열처리에 따른 기계적 특성 평가

김은정, 박혜영, 한정환<sup>†</sup>인하대학교 신소재공학부  
(jwhan@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 세계적으로 환경 규제가 강화되면서 수송기계 산업 등의 경량화 소재 개발이 관심을 모으고 있다. 특히 금속재료 중 밀도가 낮고, 비강도 기계적 가공성이 우수한 마그네슘은 경량소재로써 많은 각광을 받고 있다. 그러나 상업적으로 널리 사용되는 Mg-Al계 합금은  $Mg_{17}Al_{12}$ 상이 형성되어 고온 기계적 특성이 저하된다. 따라서 본 연구에서는 마그네슘의 강도 개선을 위한 원소로써 고용강화 원소로 많이 쓰이는 Zn와 고온에서 안정한  $Mg_2Sn$ 이 형성되는 Sn을 첨가한 Mg-Zn-Sn합금을 선택하여 시효온도에 따른 기계적 특성과 석출물을 관찰하였다. 실험 이전에 열역학적 분석을 바탕으로 Mg-Zn-Sn합금의 Zn함량 변화에 따른 상태도 계산 및 석출량 변화와 석출온도를 도출하였다. 도출된 석출온도를 바탕으로 Mg-Zn-Sn합금을 용체화 처리하고 시효시간에 따른 경도 변화와 미세구조를 관찰하였다. 또한 기계적 특성을 평가하기 위해 인장시험을 실시하였고 XRD, 주사전자현미경을 이용하여 석출상을 확인하였다.

**Keywords:** metals and alloys, phased diagram, aging, precipitation, microstructure

## 극미세 공정조직 양극화 Ti-, Mg-합금의 개발 및 변형거동 연구

송기안, 피동혁, 김기범<sup>†</sup>세종대학교  
(kbkim@sejong.ac.kr<sup>†</sup>)

일반적으로, 극미세 공정조직은 높은 강도를 나타내지만 낮은 연성을 가지는 단점을 보이고 있다. 극미세 공정합금의 연성을 증대시키고자, 상대적으로 연한 고용체 또는 경한 금속간 화합물을 마이크로 크기의 초정상으로 형성시키는 연구가 활발히 진행 되어지고 있다. 이러한 마이크로 크기의 초정상은 극미세 공정합금의 연성을 증가시키기에는 효과적이지만, 강도가 큰 폭으로 낮아지는 손실을 나타내고 있다. 최근, 공정조직만으로 이루어진 극미세 공정합금의 연성을 증대시키고자, 공정조직의 형상 및 구성상을 조절하는 등의 연구가 발표되어지고 있다. 본, 연구에서는 Ti-, Mg-계 합금에 양극화 공정조직을 유도하여 극미세 공정조직 양극화 Ti-, Mg-합금을 개발, 이러한 불균일성을 내포한 양극화 공정조직이 극미세 공정조직 양극화 Ti-, Mg-합금의 기계적 성질에 미치는 영향을 체계적으로 연구하였다.

**Keywords:** Composites, Alloy design. Casting. Microstructure

## High Power Diode Laser를 이용한 금형재료의 표면처리에 따른 재료의 물성 평가

황현태, 김종도\*†, 송현수, 김영국\*\*, 김종하\*\*

(재)울산테크노파크 자동차기술지원단; \*한국해양대학교; \*\*(주)케이피티  
(jdkim@hhu.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 금형은 자동차뿐만 아니라 여러 산업에서 필수적이며 제품의 품질은 물론 제조원가에 막대한 영향을 미친다. 이러한 금형은 침탄, 질화, 고주파담금질등에 의해 표면처리 되어져 왔으나, 이와 같이 기존의 처리 방법은 모두 처리물 전체를 가열하거나 균일한 가열을 하지 못하기 때문에 변형의 문제와 처리후의 후가공의 경비 문제, 그리고 극히 일부분만 경화가 필요한 부품에는 적용하기 어려운 문제점이 있다.

이러한 문제를 해결할 수 있는 표면처리로서 레이저 표면처리 방법이 대두되고 있으며, 레이저 표면처리는 레이저 빔을 피처리물의 표면에 조사하고 적당한 속도로 이동을 하게 되면 레이저조사부위가 급속하게 가열되고 레이저빔이 통과한 후에는 표면의 열이 내부로 열전도 되어 급속히 자기냉각(Self-quenching)됨으로서 표면에 새로운 기계적 성질을 갖게 하는 표면처리법이다. 이와 같이 레이저를 이용한 표면처리로 기존의 CW Nd:YAG 레이저 열원보다 효율이 좋은 HPDL(High Power Diode Laser)를 이용한 고효율, 고기능 금형 표면처리 후 재료적 물성을 평가하고자 한다.

평가방법은 레이저빔의 조사속도 및 온도변화에 따른 표면처리부, 열영향부 그리고 모재 부분에 대한 경도특성 및 미세조직 변화를 관찰하였다. 또한 조사속도 및 온도변화에 대해 경화깊이를 관찰하였다.

**Keywords:** 다이오드레이저, 표면처리, 프레스금형, 특성평가

## 레이저 용접에 따른 재료의 물성 평가

송현수†, 김경중\*, 황현태, 김태경\*\*

(재)울산테크노파크 자동차기술지원단; \*울산대학교 대학원 재료공학과; \*\*(주)피엔테크  
(wonsoo4214@hanmail.net<sup>†</sup>)

최근 자동차 시장에서는 레이저 열처리에 대한 관심이 집중되고 있다. 이는 현재까지 사용되어 왔던 점용접에 비해 이음부 형상에 제한이 적고 자유도가 높으며 짧은 시간내에 용접을 마쳐 열변형의 문제가 적기 때문이다. 이러한 이점 때문에 자동차 시장의 기술개발 동향이 차체 부품의 경량화와 원가절감을 위한 신기술 개발로 레이저 가공 기술을 접목시키고 있으며 이러한 신공정 개발은 지속적으로 확대되어 가고 있는 추세이다.

본 실험에서는 차체 접합을 위하여 신기술로 대두 되고 있는 레이저 용접법으로 박판을 접합하였다. 실험 조건은 동일한 재료 두 판을 합쳐 전력량을 변화시켰으며, 전력량의 한 조건을 잡아 용접 속도에 변화를 주었다.

용접 샘플의 물성을 평가하기 위하여 제품 내부의 구조를 비파괴 시험법을 통하여 분석하여 내부적 결함 및 내부 구조를 관찰하고, 열영향부 및 용접부 내부의 조직을 관찰하여 신기술에 대해 재료적 물성을 평가하고자 한다.

평가방법은 산업용 단층 촬영기(CT X-RAY)를 이용하여 재료를 파괴하지 않고 용접상태에 따른 내부구조를 분석하였으며, 용접부, 열영향부 그리고 모재 부분에 대해 경도를 측정하여 용접조건에 따른 경도양상을 관찰하였다. 또한 부위별로 조직을 관찰하여 재료 내부의 상을 관찰하였다.

**Keywords:** 레이저용접, 특성평가, 산업용 단층촬영

## 탄소와 질소 함량 변화에 따른 type 347 스테인리스강의 피로균열거동 연구

민기득<sup>†</sup>, 김대환<sup>\*</sup>, 이봉상<sup>\*</sup>, 김선진

한양대학교; \*한국원자력연구원

(kadmin@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

오스테나이트 스테인리스강은 우수한 내식성 및 기계적 특성으로 인해 구조용 재료로 널리 사용되고 있다. 표준원전 경수로의 경우 가압기 밀립관소재로 Nb 안정화 오스테나이트 스테인리스강인 type 347 스테인리스강이 사용되고 있다. 그러나 원전배관에서는 운전중 배관내 온도편차에 의한 열응력과 하중변화에 의한 기계적하중에 의해 피로손상을 받는다.

일반적으로 범용 오스테나이트 스테인리스강(AISI 304, 316)의 피로균열 성장거동에 대한 연구결과는 국내외적으로 다수 축적되어 있으나 type 347 탄소, 질소 함량에 따른 기계적 특성 및 피로균열성장 연구는 매우 미비하다. 따라서 본 연구에서는 탄소와 질소의 함량에 따른 기계적거동을 평가하고, 이에 따른 피로균열전파속도를 관찰하여 스테인리스강의 정확한 피로균열전파속도 곡선을 제시하고자 한다.

실험에 사용된 시편은 두께 5mm, 폭 25.4mm CT시편을 사용하였으며, 1mm의 예비균열을 주었다. 그리고 실험온도는 상온과 원전가동온도인 316°C에서 실시하였으며, 주파수는 10Hz를 주었다. 실험결과 각 함량에 따른 type 347의 미세조직 관찰결과 기지내에 압연방향을 따라 조대한 석출물의 흐름이 관찰되었으며, 크기나 분포가 큰 차이를 보였다. C+N 함량이 낮은 시편은 주로 0.1 μm 이하의 미세한 입자들이 오스테나이트 기지조직의 입내와 입계에 고르게 분포되어 있었다. 그러나 C+N 함량이 높은 시편의 경우에는 0.1 μm 이하의 미세한 입자들과 함께 국부적으로 1~10 μm의 조대한 입자들이 분포하고 있는 것이 관찰되었다. 그리고 질소의 함량이 높아짐에 따라 인장강도는 증가하였으며, 피로시험결과 고온에서 실험한 피로균열성장률 곡선이 상온보다 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 그리고 질소가 적게 첨가되고 탄소의 함량이 많을수록 피로균열성장률은 ASME 곡선보다 낮게 나타났다.

**Keywords:** type 347 stainless steel, Fatigue crack growth rate

## The effect of pore-control on thermal shock in porous nozzle for continuous casting

윤동철, 조용호, 조문규\*, 정두환\*, 이희수<sup>†</sup>

부산대학교 재료공학부; \*포항산업과학연구원 기능소재연구실

(heesoo@pusan.ac.kr<sup>†</sup>)

연속주조공정에서 용강의 통로, 산화방지 및 유체 흐름을 용이하게 하는 역할을 하는 다공성 노즐(porous nozzle)은 용강과의 직접적인 접촉으로 인한 화학 반응 및 용강의 침투현상을 방지하기 위해 불활성 가스를 주입하여 청정강을 제조하는데 이용된다. 공정 중 노즐 막힘으로 인한 배압상승과 열충격에 의한 크랙(crack) 발생이 문제되고 있으며 신뢰성 향상 연구가 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 기공크기와 기공분포가 고온안정성 및 내열충격성에 미치는 영향을 알아보고, 내구성 시험 및 고장분석을 통하여 노즐의 신뢰성 향상 방안을 고찰 하였다. 기공을 제어한 시편을 제조하여 기공분포에 따른 고온안정성을 확인하기 위해 실제 사용 조건인 용강온도(1550°C)와 보다 높은 온도(1700°C)에서 각각 고온 시험을 수행하였다. 열충격을 스트레스 인자로 한 내구성 시험을 수행한 후 고장원인을 분석하였으며 열화정도를 확인하기 위해 열처리 온도에 따른 차압 및 굽힘강도 변화를 비교하였다. 또한 결정상 분석을 통해 온도에 대한 상변화를 확인하였고, 시편의 표면 및 파단면의 미세구조 분석을 통해 크랙 발생여부를 확인하였다. 다공성 노즐의 기공분포가 균일 할수록 고온안정성 및 내열충격성이 향상됨을 확인하였고, 이를 통해 Porous Nozzle의 열화원인으로 판단되는 기공 크기 및 분포에 따른 크랙 발생에 대해 열응력 고찰을 수행하였다.

**Keywords:** 연속주조공정, 다공성 노즐, 기공분포, 크랙, 내구성시험



## 탕구형상이 박육 전자기부품의 유동거동에 미치는 영향

이병덕, 김은정, 한정환<sup>†</sup>

인하대학교 신소재공학부  
(jwhan@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

다이캐스팅과 같이 가압 사출방식을 이용한 제품 성형 공정에서 관심의 대상이 되어왔던 연구 주제 중 하나는 어떻게 하면 금형 내에 충전되는 용탕의 유동을 층류성으로 제어할 수 있을까 하는 문제이다. 그러나 다이캐스팅 공정에서 일반적인 용탕의 사출속도로는 그 유동 특성을 제어하기가 거의 불가능하다. 이러한 사출속도의 설정 및 게이트의 형상설계를 하는데 있어서 대부분 경험적인 자료를 이용하고 있어 공정의 효율성을 극대화하고 있지 못한 실정이다. 본 연구에서는 용융 마그네슘합금이 금형내에 충전 될 때 유체의 유입속도 및 탕구형상이 유동에 미치는 영향을 전산유체역학을 이용하여 충전 및 응고해석을 하였고, 예견되는 제품의 결함 및 결함제어 가능성을 진단함으로써 개선방안을 제안하고 최종적으로 금형설계 제작에 반영하여 실제 주조된 제품을 해석결과와 비교하였다. 또한, 본 연구에서 주조된 전자기부품의 미세조직을 관찰하고, 인장강도 및 파괴 특성을 관찰 하였다. 실험결과 빠른 응고속도에 따른 조직의 미세화 효과로 항복강도, 인장강도 그리고 경도 특성이 우수하게 관찰되었다.

**Keywords:** AZ91D, Die Casting, Numerical Analysis, Microstructure, Mechanical Properties

## Carbide change of Inconel 617 by Cold Rolling and High Temperature Oxidation

조태선, 임정훈, 김진우, 김영도<sup>\*†</sup>

한양대학교 신소재공학과; \*한양대학교 신소재공학부  
(ydkim1@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

니켈기 초내열합금 Inconel 617은 Cr, Mo 등의 첨가물이 함유된 고용 강화된 합금으로써, 우수한 고온 강도, 크립 저항성, 내부식성 및 내산화성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 또한 Inconel 617의 주된 carbide은  $M_{23}C_6$ 와 미량의  $M_6C$  carbide로 형성되어있다. 본 연구에서는 냉간 압연 및 고온열화가 carbide의 크기, 분율 그리고 상 변화에 미치는 영향을 평가하였다. 냉간 압연은 50%까지 수행하였으며, 50% 냉간 압연한 시편을 1050°C에서 1시간 동안 재결정을 수행하였다. 이로 인해 미세한 결정립과 carbide을 가지는 시편을 확보할 수 있었으며, as-received 시편 보다 균일하게 carbide을 분산시킬 수 있었다. 또한 재결정 후 950°C에서 고온열화에 의한 carbide의 변화를 평가함으로써, 냉간 압연 및 고온열화에 의한 carbide의 크기, 분율 그리고 상 변화에 미치는 영향을 평가할 수 있었다. Carbide의 분율을 평가하기 위하여 BSE image을 관찰하였으며, Image analyzer을 이용하여 계산되었다. 그리고 carbide의 성분 분석을 통한  $M_{23}C_6$ 와  $M_6C$ 의 상을 평가하기 위하여 EPMA 분석을 수행하였으며, carbide의 분산에 의한 균질도를 평가하기 위하여 비커스 경도를 측정하였다.

**Keywords:** Inconel 617, 냉간 압연, 재결정, 고온산화, Carbide change

## 마우스 골재생모델의 제작방법 검토와 골질(bone quality) 및 골양(bone quantity) 파라미터의 해석

이지욱<sup>†</sup>, Keita Kawahara, Takayoshi Nakano, 김승언\*, 윤희숙\*

오사카대학 공학부 재료생산과학전공; \*재료연구소  
(leejw@mat.eng.osaka-u.ac.jp<sup>†</sup>)

최근 경조직 재생 (hard tissue regeneration) 에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 이와같은 연구는 결손도입의 어려움 및 이차적인 골절의 위험성 때문에 대형동물을 중심으로 진행되고 있으며, 그 결과 동물실험에 있어서 시간적·경제적으로 큰 리스크를 수반한다. 그러나 유전자 변형동물의 대부분은 마우스이며, 분자생물학적 관점에서 골재생의 과정을 이해하기 위해서는 마우스를 이용한 골재생 모델의 확립이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 마우스를 통해 경조직 재생모델의 제작방법을 검토함과 동시에, 골재생부위에 대한 골질 (bone quality) 및 골양 (bone quantity) 평가의 방법을 수립하는 것을 목적으로 하였다.

골결손은 생후 8주의 마우스에 시술하였다. 치과용 드릴을 이용하여 경골 (tibia) 길이의 30 % 부근의 내측 (medial) 면에서 골수강 (marrow cavity) 방향으로 500  $\mu\text{m}\phi$ 의 원주형 결손을 도입하였다. 시술 후의 골재생과정을 관찰하기 위해  $\mu\text{CT}$  (SMX-100CT: Simazu) 를 이용하여 주기적으로 촬영하였으며, 골양 (BV/TV) 의 회복과정은 3D-bon (RATOC) 을 이용하여 정량적인 해석을 수행하였다. 그리고 재생부의 골질 (아파타이트 배행성; BAp orientation) 평가는 투과형 micro-beam XRD (R-AXIS BQ: Rigaku)를 이용하여 수행하였다.

**Keywords:** hard tissue regeneration, biological apatite (BAp), preferential orientation, bone quality, bone quantity, micro-beam XRD

## Material properties of Porous BCP Scaffolds depending on the process conditions

박이호, 김민성, 민영기\*, 송호연\*\*, 이병택<sup>†</sup>

순천향대학교 의과대학 의공학교실; \*순천향대학교 의과대학 생리학교실;  
\*\*순천향대학교 의과대학 면역학교실  
(lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

BCP powder was synthesized using microwave hydrothermal process with mixed calcium hydroxide and phosphoric acid. After using replica method, porous BCP scaffold was fabricated. PU (Poly Urethane) was used as the fugitive skeleton to fabricate the porous scaffold. BCP powder was mixed in PVB (Polyvinyl butyral) and ethanol solution and then applied to the PU foam by dip coating. After several times of coating and the subsequent oven drying the coated PU foam was burnt out at 750 °C at air to remove the PU. The resulting networked porous composites were sintered at 1250°C, 1300 °C and 1350 °C in microwave furnace for 30 minutes. Material properties of the porous bodies like compressive strength and porosity were investigated. Detailed microstructure of the BCP porous body was characterized by SEM and XRD and TEM techniques. In our experiments, the relationship between mechanical property and viscosity of powder, sintering temperature was investigated.

**Keywords:** BCP scaffold, Microwave assisted synthesis, Compressive strength, Process conditions

### **Reinforcement of Calcium Phosphate-Calcium Sulfate Injectable Bone Substitute Using Citric Acid and Hydroxypropyl-Methyl-Cellulose**

**Van Viet Thai, Min-Sung Kim<sup>\*</sup>, Ho-Yeon Song<sup>\*\*</sup>, Byong-Taek Lee<sup>†</sup>**

Department of Biomedical Engineering and Materials, School of Medicine, Soonchunhyang University;  
<sup>\*</sup>Soonchunhyang University;

<sup>\*\*</sup>Department of Microbiology, School of Medicine, Soonchunhyang University  
 (lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

In this study, we investigated a calcium phosphate-calcium sulfate injectable bone substitute (IBS) with organic reinforcement of chitosan, citric acid and hydroxypropyl-methyl-cellulose (HPMC). The powder component of IBS consisted of tetra calcium phosphate (TTCP), dicalcium phosphate dihydrate (DCPD) and calcium sulfate dihydrate (CSD). The liquid component was a solution of citric acid and chitosan. The effect of HPMC in terms of setting time, compressive strength and apatite forming ability on this IBS was investigated. The mass content of HPMC in liquid phase was varied in array of 0%, 2%, 3% and 4%. The setting times obtained between 20 and 45 minutes. Compressive strength was achieved over 20 MPa after incubation at 37°C and in 100% humidity for 28 days. Porosities were evaluated in relation with compressive strength. Elastic moduli of the 28 days after-incubation IBS were obtained around 4GPa

**Keywords:** Bone Substitute; Calcium Phosphate Cement; Chitosan; HPMC; Citric Acid

### **Mechanical properties, Biodegradability and Biocompatibility of Coronary Bypass Artery with PCL Layer and PLGA/Chitosan Mats Using Electrospinning**

**Thi-Hiep Nguyen, Young-Ki Min<sup>\*</sup>, Hun-Mo Yang<sup>\*</sup>, Ho-Yeon Song<sup>\*</sup>, Byong-Taek Lee<sup>†</sup>**

Department of Biomedical Engineering and Materials College of Medicine, Soonchunhyang University;  
<sup>\*</sup>Soonchunhyang University

(lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

A coronary graft fabricated from PLGA poly (lactic-co-glycolic acid) and chitosan electrospun deposited on poly caprolactone (PCL) electro spun tube. Mechanical properties of tube were evaluated through extruder machine depending on thickness of vessel wall. Biocompatible properties were evaluated by SEM morphology, amount of cell counting and MTT assay method for depending on culture days (1, 3, 5 days). MTT assay, counting cell and SEM morphology showed that cells were fast growth and immigration after 5 days. Biodegradability was monitored through loss weigh method for incubator days.

**Keywords:** PLGA, PCL, Chitosan, Electro spinning, Mechanical property, in vitro

## 나노 크기의 생체 재료를 이용한 골 재생 촉진용 지지체의 제작 및 특성 평가

허수진, Wei Jie\*, 김동화\*\*, 이시우\*\*, 김승언\*\*\*, 신정욱\*\*†

인제대학교 의용공학과; \*Institute of Biomaterials, East China University of Science and Technology;

\*\*인제대학교 의용공학과 BK21 사업단; \*\*\*한국기계연구원 부설 재료연구소 특수합금연구그룹  
(sjw@bme.inje.ac.kr<sup>†</sup>)

우리 몸의 뼈를 재료적인 측면으로 보면, 주로 나노 크기의 콜라겐과 아파타이트로 이루어져 있는 복합체이다. 때문에 최근 생체 모사적인 측면에서 나노 크기의 생체 활성 재료를 이용하여 골 재생 촉진이 우수한 지지체를 제작하고자 하는 많은 연구들이 진행되고 있다. 이러한 나노 크기의 재료는 일반적인 마이크로 크기의 생체 재료에 비해 표면적이 월등히 크기 때문에 생체 활성 (bioactivity)이 우수하다고 알려져 있으며, 이를 골 재생용 지지체의 구성 재료로 사용하였을 경우 기계적 강도 또한 향상시킬 수 있다고 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 나노 크기의 HA, CaSiO<sub>3</sub> 등 다양한 나노 생체 활성 입자들을 침전법 (precipitation method)을 통하여 제조하였으며, 이를 이용하여 골 재생 촉진을 위한 3차원 지지체를 제조하였다. 또한 기존의 마이크로 크기의 생체 재료로 제작된 지지체와의 생물학적, 기계학적 비교 평가를 통하여 나노 크기의 재료의 우수성을 입증하고자 하였다. 결론적으로, 나노 크기의 재료로 제작된 골 재생용 지지체의 경우 기존의 마이크로 크기의 재료로 제작된 지지체보다 골세포의 부착, 증식 및 분화능이 우수하였고, 지지체의 기계적 강도 또한 향상됨을 알 수 있었다. 이를 통하여 나노 크기의 생체 활성재료는 골 재생 촉진을 위한 지지체 제작에 응용 가능성이 높음을 확인 할 수 있었다.

**Keywords:** 나노 생체 재료, 인공 지지체, 골 재생

## 골조직 재생 촉진을 위한 Novel Perfusion Bioreactor

이시우, 허수진\*, 장지연\*, 정재영, 김승언\*\*, 신정욱†

인제대학교 의용공학과 BK21 사업단; \*인제대학교 의용공학과; \*\*재료연구소 특수합금연구그룹  
(sjw@bme.inje.ac.kr<sup>†</sup>)

In vitro 상에서 골조직을 원활하게 재생하기 위해서는 3차원 지지체를 이용한 세포 배양과 세포 배양 시 세포의 형태와 기능을 유지/향상시키기 위한 인체 내 미세 환경 재현은 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 뼈 성분과 유사한 생체 활성 물질인 hydroxyapatite (HA)와 생분해성 고분자인 poly  $\epsilon$ -caprolactone (PCL)를 복합재료로 이용하여 내부 연결성이 우수한 골조직 재생용 3차원 지지체를 제작하였으며, 골 재생 능력 향상을 위하여 인체 내 골조직의 기계적 미세 환경을 체외에서 구현한 새로운 형태의 perfusion bioreactor system을 개발/적용하였다. 또한 본 연구에서 개발된 perfusion bioreactor system의 생물학적 평가를 위해 MG63 (osteoblast like cell, 한국 세포주 은행)과 New Zealand White Rabbit에서 분리한 중간엽 줄기세포를 골조직 재생용 3차원 지지체에 파종하였다. 48시간 동안 안정화 후 perfusion bioreactor system을 이용하여 기계적 자극을 파종된 세포에 인가하였으며, 배양 기간 동안 세포의 증식 확인 및 형태학적 관찰을 실시하였다.

본 연구 결과, perfusion bioreactor system을 이용하여 기계적 자극을 인가한 실험군에서 세포의 증식 및 활성도가 대조군에 비해 우수함을 확인 할 수 있었다. 따라서, perfusion bioreactor를 이용한 세포 배양은 세포의 활성 향상 및 골조직 재생에 도움이 될 것으로 사료된다. 차후 perfusion bioreactor를 이용한 다양한 패턴의 자극이 골 재생 능력 및 중간엽 줄기세포의 골 분화능에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

**Keywords:** perfusion bioreactor, mechanical stimulation, scaffold

## Tissue and Immune Responses on Implanted Nanostructured Biomaterials

**Dongwoo Khang<sup>†</sup>, Sang-Soo Kang<sup>\*</sup>, Tae-hyun Nam<sup>\*\*</sup>**

Pioneer Research Center for Nano-morphic Biological Energy Conversion and Storage &  
School of Nano and Advanced Materials Engineering;

<sup>\*</sup>Department of Anatomy & Neurobiology, School of Medicine, Gyeongsang National University;

<sup>\*\*</sup>School of Nano and Advanced Materials Engineering, Gyeongsang National University  
(dkhang@gnu.ac.kr<sup>†</sup>)

Nanostructured biomaterials have increased those potential for utilizing in many medical applications. In this study, benefit of nanotechnology for the response with biological targets will be described in terms of size, effective surface area and surface energy (physical aspect). Also, correlations between physical and biological interactions (greater protein adsorption on nano surface roughness) will be discussed for understanding biocompatibility of nanostructured biomaterials including carbon nanotube composites and nanostructured titanium surfaces. In the application parts, various major tissue cells, such as bone, cartilage, vascular and bladder cell responses will be discussed with suggested nanomaterials. Lastly, immune responses with macrophage (adhesion and several major cytokines) on nanostructured biomaterials will be described for evasive immune response.

**Keywords:** biomaterials, nanotechnology, tissue engineering, immune response

## 생체의료용 다공성 타이타늄 특성평가 및 표면제어 연구

**현용택<sup>†</sup>, 김승언**

재료연구소

(ythyun@kims.re.kr<sup>†</sup>)

인체의 뼈와 같은 손상된 경조직을 치료 또는 대체하기 위한 정형외과용 임플란트를 설계하는데 있어 뼈의 생체역학적 특성과 유사한 성질을 갖는 다공성 지지체에 대한 연구가 최근 관심을 끌고 있다. 다공성 지지체는 조직이 원활히 재생될 수 있어야 하며, 또한 주변 조직과도 생물학적인 고착이 잘 되도록 기공들이 상호 연결된 구조를 가져야 한다. 이와 같은 다공성 지지체용 소재를 제조하기 위하여 본 연구에서는 타이타늄 분말을 사용하여 3차원 적층조형공정으로 다공성 타이타늄 지지체를 제조하였다. 제조된 다공체의 물성 및 기계적 특성을 평가하기 위하여 압축시험과 변형해석을 수행하였으며, 아울러 제조된 지지체의 생체적합성 향상을 위하여 양극산화 공정 등의 표면처리를 수행하여 그에 대한 특성을 평가하였다. 분말야금 공정으로 제조된 지지체는 골조직의 성장에 적합한 약 300~400 $\mu$ m의 기공 크기를 갖도록 제어하였고, 기공도는 60~75%로 제어하였다. 아울러 다공성 타이타늄의 생체적합성을 부여하기 위하여 양극산화공정으로 지지체의 표면에 Ca 및 P를 포함하는 산화층을 형성시키는 표면처리를 수행하였다. 양극산화공정에 의하여 표면에 미세기공을 포함하는 산화층을 형성시킬 수 있었으나 이와 같은 표면구조는 조골세포의 부착과 영향에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

**Keywords:** 분말야금, 다공성 타이타늄, 적층조형, 생체의료용, 표면제어

## 생체재료용 Ti-Nb-Ge합금의 초탄성 특성 및 기계적 성질에 미치는 집합조직의 영향

김한솔, 김원용†

한국생산기술연구원  
(wykim@kitech.re.kr†)

Ti합금은 생체적합성이 우수하여 생체재료로 널리 사용되어 왔으며, 특히 Nitinol로 알려진 Ti-Ni합금은 형상 기억특성 및 초탄성특성을 지녀 치열교정용 와이어나 혈관확장용 스텐트 등으로 사용되어 왔다. 최근 Ni과 같은 세포독성 합금원소의 용출가능성이 문제가 되어 Ni을 함유하지 않는 Ti합금이 주목받고 있다. 본 연구에서는 Ti-Nb-Ge 합금의 집합조직과 초탄성 및 기계적 특성의 관계를 고찰함으로써, 사용목적이나 요구특성에 부합되는 가공열처리방법을 도출하고자 하였다. 비소모전극식 진공아크용해장치를 이용하여 Ti-Nb-Ge 합금 버튼을 만들고, 이를 1000°C에서 30분간 유지 후 얼음물에 급랭처리하였다. 이후 집합조직 제어에 위해 등속압연 및 이속압연의 두가지 방법으로 냉간압연한 후, 850°C에서 30분~2시간까지 열처리하였다. 광학현미경과 투과전자현미경을 이용하여 미세조직을 관찰하고, X-선 회절분석법을 이용하여 집합조직을 분석하였다. 또한 순환식 인장시험을 통해 시편의 초탄성 특성 및 기계적 성질을 평가하였다. 등속압연재는 {001} <110>에서 {111} <110>에 이르는  $\alpha$ -fiber가 발달하는 한편, 이속압연재는 {001} <uvw> 및 {111} <uvw>가 발달하는 것으로 나타났다. 또한 압연방향으로 <110>이 평행한 집합조직이 발달할수록 초탄성 특성이 높게 나타났다. 이는 응력유기 마르텐사이트 변태 시  $\beta$ 의 <110>방향이  $\alpha$  <010>방향으로 변할 때 길이가 증가하므로, 시편에 인장방향으로 <110>이 평행한 집합조직이 발달할수록 응력유기 마르텐사이트 변태가 용이해지기 때문인 것으로 사료된다.

**Keywords:** Ti 합금, 생체재료, 집합조직, 초탄성, 냉간압연, 이속압연

## HEMM에 의한 복합분말의 제조와 급속소결에 의해 제조된 Ti-42wt%Nb/HAp 생체용 복합재료의 생체적합성 및 기계적 특성 연구

우기도†, 김상혁\*

전북대학교 공과대학 신소재공학부, 공업기술연구 센터;  
\*전북대학교 공과대학 신소재 공학부, 공업기술연구 센터  
(kdwoo@chonbuk.ac.kr†)

Ti와 Ti-6%Al-4%V합금은 내 부식성 및 생체 적합성이 매우 우수하기 때문에 현재 생체재료로써 널리 사용되고 있다. 하지만 Ti-6%Al-4%V합금에 포함된 Al과 V이 신체에 좋지 않은 영향을 줄 수 있다는 연구 결과가 보고되면서 새로운 생체재료의 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 생체에 무해한 Ti-Nb와 hydroxyapatite (HAp)를 복합 첨가하여 고에너지볼밀링(high-energy mechanical milling, HEMM)으로 나노 합금분말을 제조 후 급속소결에 의하여 Ti-Nb/HAp 생체용 복합재료를 제조 하였다. 제조한 Ti-Nb/HAp 생체용 복합재료에서 HAp 첨가량과 분말의 밀링, 믹싱에 따른 조직 변화와 소결체의 생체적합성의 변화 및 기계적 특성의 변화를 분석하였다. 이때 Ti-42%Nb에 HAp의 첨가량을 0%, 5%, 10%, 15%로 변화를 주었고, 밀링은 고에너지볼밀링기를 이용하여 0~8시간 동안 실시하였다. 그 결과 밀링 시간이 증가할수록 합금 분말의 크기가 미세해졌으며, 특히 8시간 밀링시 분말의 크기가 나노 크기로 감소하여 기계적 특성(경도 및 강도)이 우수해지는 것을 알 수 있었다.

**Keywords:** HEMM, HAp, Ti-Nb alloy, 급속소결, 기계적 특성

다공성 타이타늄 지지체의 생체적합성에 관한 연구

김승연<sup>†</sup>, 현용택, 윤희숙, 허수진\*, 이시우\*, 신정욱\*, 김영곤\*

재료연구소; \*인제대학교 (sek24@kims.re.kr<sup>†</sup>)

최근 손상된 생체조직의 재생 또는 대체를 위하여 다공성의 지지체(scaffold)를 이용하는 연구가 활발히 이루어져 왔다. 지지체 재료는 조직 재생을 목적으로 하는 경우에는 생분해성 고분자, 생흡수성 세라믹스 또는 이들의 복합재료가 사용되고, 조직 대체를 목적으로 하는 경우에는 금속 또는 세라믹스 재료가 단독으로 사용된다. 현재 경조직 대체를 위한 임플란트 재료로 사용되고 있는 금속재료 중 대부분이 타이타늄 또는 타이타늄 합금이다. 타이타늄은 비강도, 내식성이 우수하며, 생체 내 환경에서 부동태피막 재생 속도가 빠르고, 섬유상 결체조직 형성 두께가 얇아 생체의료용 소재로서 각광을 받고 있다. 다공성 타이타늄은 기존 타이타늄 소재의 장점에 다공체의 구조적인 특성을 부가하여 하중을 받는 골 결손부에 사용될 경우 뼈와의 탄성계수 차이에서 기인하는 응력차폐(stress shielding) 효과를 최소화할 수 있고, 다공체 내부로 골조직 성장을 유도할 수 있어 지지체와 골조직이 일체화되는 골융합 효과의 극대화를 기대할 수 있다. 본 연구에서는 기공 구조를 다양하게 제어할 수 있고, 3차원적 연결 기공구조를 만들 수 있는 적층조형(layer manufacturing) 기술을 이용하여 3차원 다공성 타이타늄 지지체를 제조하였으며, 이에 대한 세포독성, 조골세포 증식능 등 in vitro 생체적합성을 평가하고, Rat model 을 이용한 in vivo 생체적합성을 평가하였다. 또한 지지체의 골조직 재생 유도성의 증대를 위한 생체활성처리 영향도 분석 평가하였다.

Keywords: Porous titanium, Scaffolds, Layer manufacturing, Biocompatibility, Bioactive treatment

자기조립박막 증착법을 이용한 영구적인 친수성 표면의 플루이딕스칩 제작에 관한 연구

김동진, 이문권, 이정환, 임현우\*, 박진구\*<sup>†</sup>, 신상택\*\*, 김정호\*\*, 조병기\*\*

한양대학교 바이오나노학과; \*한양대학교 재료공학과; \*\* (주)SD (jgpark@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

최근, 플루이딕스칩 제작에 있어서 가격이 저렴하며 구조물 형성이 쉽다는 장점으로 인하여 유리 기판을 플라스틱 기판으로 대체하려는 연구가 많이 진행되고 있다. 하지만 플라스틱 기판은 유리 기판에 비하여 많은 장점을 갖고 있음에도 불구하고, 기판 표면이 소수성이기 때문에 유체의 흐름을 저하시키는 문제점이 있다.

기존의 플라스틱 기판을 친수성으로 개질하는 방법으로는 화학적처리, 자외선 조사, 산소플라즈마 처리 등의 방법이 있었으나, 화학적처리 방법은 공정의 민감성과 폐기물로 인한 양산적용의 한계가 있고, 자외선 조사법 및 산소 플라즈마 처리는 친수성이 영구적이지 않다는 결정적인 문제점이 있다. 이는 플라스틱 플루이딕스칩의 신뢰도를 크게 저해하여 상용화에 큰 문제점으로 작용한다. 이러한 문제점을 극복하기 위한 새로운 방법의 친수성 표면처리가 요구되어 지고 있다.

본 연구에서는, 기존 플라스틱 기판의 친수성 표면처리 방법들의 문제점들을 개선하고자 플라스틱 기판의 변형을 야기하지 않는 저온 PE-CVD 방식을 이용하여 균질한 두께의 SiO<sub>2</sub>박막을 형성 하였으며, 형성된 박막을 liquid self-assembled monolayer(L-SAM)방식을 이용하여 아민 표면으로 개질하였다. 이를 통해, 플라스틱 채널 상에서 유체의 원활한 흐름, 형성된 아민 표면에 단백질 및 DNA와 같은 생체 물질 고정화의 용이성 및 영구적 표면개질의 특성을 얻을 수 있었다. 이뿐만 아니라, 플라스틱 기판 외에도 재료에 관계없이 모든 물질의 표면을 생체 안정성이 뛰어난 친수성 표면으로 개질 할 수 있으며, 알데히드 및 카르복시산 등의 다양한 작용기로 변형이 쉽다는 장점이 있다.

개질된 친수성 표면의 평가를 위하여 시간에 따른 접촉각 및 형광 스캐너(Fluorescence Scanner)를 이용하여 영구적인 친수성 특성 및 생체물질 적합성을 파악하였다. 또한, L-SAM 조건에 따른 아민의 형성정도를 측정하기 위하여 XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy) 분석을 실시 하였다. 최적화된 표면처리를 실제 플라스틱 플루이딕스칩에 적용하여, 유체의 흐름을 관찰 하였다.

Keywords: 플루이딕스칩, 친수성, 표면처리, 자기조립박막, 플라스틱, 아민

## 촉매에 따른 셀룰로오스로부터의 수소 발생량 변화

강인철<sup>†</sup>, 한재길, Qiwu Zhang\*, Fumio Saito\*

(재)송도테크노파크; \*IMRAM of Tohoku University  
(kic22@step.or.kr<sup>†</sup>)

셀룰로오스를 Ca(OH)<sub>2</sub>와 Ni(OH)<sub>2</sub>를 Pot에 넣고 동시에 밀링 공정을 실시한 후, 열을 가함으로써 수소를 얻었다. X-ray diffraction (XRD), thermogravimetry/ mass spectrometry (TG/MS), gas chromatography (GC) 장비를 이용해 수소 발생량 및 촉매의 역할에 관하여 실험하였다. 촉매 Ni(OH)<sub>2</sub>를 대신한 NiO 또는 Ni를 사용했을 경우 사용된 촉매에 따른 수소의 발생량의 차이를 보였는데 이는 촉매의 사이즈가 수소 발생량과 관련이 있음을 보여주었다. 한편, Ca(OH)<sub>2</sub>를 대신하여 Li(OH)를 사용하였을 때 수소 발생 온도가 약400~500 °C 범위에서 350~400 °C의 범위로 낮아져 보다 낮은 온도에서 수소 회수가 가능하였다. 이때 발생한 CO와 CO<sub>2</sub>는 수 ppm정도로 적은 양이었다.

**Keywords:** cellulose, hydrogen gas, milling, catalyst

## 사파이어 기판에 sub-micron급 패터닝을 위한 나노 임프린트 리소그래피 공정

박형원, 변경재, 홍은주, 이현<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학과  
(heon.lee@gmail.com<sup>†</sup>)

사파이어는 질화물계 광전자소자 제작 시 박막 성장 기판으로 주로 사용되어 최근 그 중요성이 부각되고 있다. 특히 미세 패턴이 형성된 사파이어 기판을 이용하여 질화물계 발광다이오드 소자를 제작하면 빛의 난반사가 증가하여 광추출효율에 큰 개선이 나타난다. 또한 사파이어는 화학적 안정성이 뛰어나고, 높은 강도를 지니 나노임프린트 등 여러 가지 패터닝 공정에서 패턴 형성 몰드로도 응용될 수 있다. 그러나 이와 같은 사파이어의 화학적 안정성으로 인하여 sub-micron 크기의 미세 패턴을 형성하기 힘들며, 현재 사파이어의 패턴은 micron 크기로 제한되어 사용되고 있다. 본 연구에서는 나노임프린트 리소그래피(NIL)를 사용하여 사파이어 웨이퍼의 c-plane위에 sub-micron 크기의 hole 패턴 및 pillar 패턴을 형성하였다. 우선 Hole 패턴을 형성하기 위해 사파이어 기판 위에 금속 hard mask 패턴을 UV 임프린트 공정과 etch 공정을 통해 형성하였다. 그리고 이 금속 패턴을 mask로 사파이어를 ICP 식각을 하여 hole 패턴을 형성하였다. 또한 Pillar 패턴을 형성하기 위해 lift-off 공정을 이용하여 금속 마스크 패턴을 형성하였고 이를 ICP 식각을 통해 사파이어 기판 위에 pillar 패턴을 형성하였다.

**Keywords:** 나노임프린트 리소그래피, 사파이어, sub-micron 패터닝



**D-15**

**나노 임프린트 리소그래피 기술을 이용한 투명 전극 재료의 직접 나노 패턴 형성 기술**

**양기연, 윤경민, 이현†**

고려대학교  
(heonlee@korea.ac.kr†)

나노 임프린트 리소그래피 기술은 마스터 몰드 표면의 나노 패턴을 물리적인 가열, 가압 공정을 통해 기판 위의 고분자 층으로 전사시키는 기술이다. 이 기술은 기존의 노광 기술과는 다르게 직접적인 접촉을 통해 패턴을 형성하기 때문에 기능성 물질의 직접 패턴 형성이 가능한 기술이다. 투명 전극 재료는 다양한 분야에서의 응용이 가능하기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다. ITO는 높은 투과율과 전도성 때문에 대표적인 투명 전극 물질로 사용되고 있다. 본 연구에서는 ITO nano particle solution을 이용하여 thermal 임프린팅 공정을 진행해 ITO nano pattern을 형성하는 연구를 진행하였고 이와 같은 기술을 이용하여 glass와 LED 기판에 ITO nano pillar pattern을 제작하였고 이를 주사 전자 현미경과 UV/vis를 이용하여 형성된 나노 ITO 나노 패턴의 구조와 광학적 특성을 분석하였다.

**Keywords:** 나노 임프린트 리소그래피, 투명전극, 직접 패턴닝

**D-16**

**레이저 간섭 리소그래피를 이용한 2차원 나노 패턴 형성 및 수열합성법을 이용한 ZnO 나노 기둥 2차원 Bravais 격자 제조**

**김진혁†, 김태연\*, 김진아\*\*, 문종하\*\***

전남대학교 신소재공학부; \*전남대학교 신소재 공학부; \*\*전남대학교  
(jinhyeok@chonnam.ac.kr†)

본 실험에서는 레이저 간섭 리소그래피를 이용한 2차원 나노 패턴을 형성하였고, 수열합성법을 이용하여 90도에서 ZnO 나노 기둥을 ZnO/Si 기판 상에 제작 하였다. ZnO 버퍼층은 스피터틀 이용하여 200도, Ar 분위기에서 증착 하였으며, 레이저 간섭 리소그래피를 이용하여 두 번의 노광을 통해 2차원 나노 패턴을 형성하였다. 먼저, 최적화된 포토레지스트를 ZnO/Si 기판 위에 도포하고, 2500rpm에서 30초간 스핀코팅 한 후, 첫번째 노광을 실시 하였고, ZnO/Si 기판을 회전시켜 첫번째 노광과 교차 시킨 다음 두 번째 노광을 통해 교차하는 부분만 현상되도록 하였다. 기판의 회전 및 기판과 입사 레이저 사이의 각도를 조절하여 제작된 나노 패턴의 종류는 square lattice, centered rectangular lattice, oblique lattice, hexagonal lattice, rectangular lattice, 5가지로, 2차원의 모든 격자를 제작 하였다. 저온 수열합성법에서는 Na citrate를 형상제어제 (surfactant ions)로 사용하여 ZnO 나노 기둥을 형성하였다. NH<sub>4</sub>OH를 이용하여 용액의 pH를 조절하였고, Zn nitrate hexahydrate를 Zn의 원료 물질로 사용하였다. 2차원 나노 패턴의 3차원 형태는 Atomic force microscopy (AFM, Veeco instruments, USA)를 이용하여 접촉 모드에서 관찰하였고, ZnO 나노 구조는 주사 전자 현미경 (FE-SEM, Model: JSM-6701F, Tokyo, Japan) 를 통하여 분석 하였다. 나노 패턴의 AFM 분석 결과 ZnO/Si 기판상에 포토레지스트가 주기적인 배열을 가지는 것을 확인하였고, ZnO/Si 기판상에 포토레지스트가 완전히 현상된 부분이 일정한 배열을 가지는 것을 확인하였다. 포토레지스트가 현상되어 기판의 표면이 드러난 부분의 크기는 약 250nm로 측정되었다. ZnO 나노 구조의 FE-SEM 분석 결과, 각각의 나노 구조가 나노패턴 중 완전히 현상된 부분만을 통하여 성장되었다는 것을 확인하였고, 형상제어제로 사용된 Na citrate의 첨가 여부에 따라 나노 구조의 모양이 변화되었다는 것을 알 수 있었다. Na citrate가 첨가된 나노 기둥의 경우 약 500nm의 길이를 가지는 하나의 기둥 형태로 성장하였다는 것을 확인하였다.

**Keywords:** ZnO나노 기둥, 나노패터닝, 수열합성법, 레이저 간섭 리소그래피

## Hydrogen sensing of Nano thin film and Nanowire structured cupric oxide deposited on SWNTs substrate: A comparison

Nguyen Duc Hoa, NguyenVanQuy, 오동훈, Li Wei, 정혁, 김도진<sup>†</sup>

충남대학교  
(dojin@cnu.ac.kr<sup>†</sup>)

Cupric oxide (CuO) is a p-type semiconductor with band gap of  $\sim 1.7$  eV and reported to be suitable for catalysis, lithium-copper oxide electrochemical cells, and gas sensors applications. The nanoparticles, plates and nanowires of CuO were found sensing to NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S and CO. In this work, we report about the comparison about hydrogen sensing of nano thin film and nanowires structured CuO deposited on single-walled carbon nanotubes (SWNTs). The thin film and nanowires are synthesized by deposition of Cu on different substrate followed by oxidation process. Nano thin films of CuO are deposited on thermally oxidized silicon substrate, whereas nanowires are synthesized by using a porous thin film of SWNTs as substrate. The hydrogen sensing properties of synthesized materials are investigated. The results showed that nanowires cupric oxide deposited on SWNTs showed higher sensitivity to hydrogen than those of nano thin film CuO did.

**Keywords:** sensor; Cupric oxide; Nanowire; Thin film; Carbon nanotubes.

## High frequency and high power PECVD를 이용한 thin film solar cell용 microcrystalline Si 증착

이승무, 김영석, 한문형\*, 변동진<sup>†</sup>

고려대학교 공과대학 신소재공학과; \*삼성전자 생산기술연구소  
(dbyun@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

Si 박막형 solar cell은 Si 결정형 solar cell대비 cost 및 대면적화 측면에서 장점을 가지고 있다. 그러나 amorphous Si의 경우 light soaking에 의한 열화 문제가 있고, microcrystalline Si의 경우 요구되는 효율 확보를 위하여  $1.5\mu\text{m}$  이상 두께가 필요하며, 증착율이  $5\text{\AA}/\text{sec}$  이하인 단점이 있다. 본 연구에서는 high deposition rate로 microcrystalline Si를 증착하기 위하여 high frequency, high power PECVD를 이용하였으며, RF power, 증착온도, H<sub>2</sub>/SiH<sub>4</sub> ratio의 3인자를 3수준으로 변화시킨 완전요인배치 실험을 실시하였다.

실험결과 증착율은  $8.0\text{\AA}/\text{sec}\sim 52.8\text{\AA}/\text{sec}$  범위, crystalline fraction은 0%~83.3% 범위의 결과를 얻었으며, 결정이 형성된 조건에서는 XRD분석결과  $2\theta=28.5$  및  $47.5$ 에서 Si (111), (220) peak을 확인할 수 있었다. Surface Profilometer를 이용한 surface roughness의 경우  $6.3\text{\AA}\sim 32.4\text{\AA}$  범위의 결과를 얻었으며, crystalline Portion이 높을수록 surface roughness가 증가함을 알 수 있었다.

**Keywords:** Thin Film Solar Cell, Microcrystalline Si, PECVD

RF Sputter로 증착한  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막 내 실리콘 양자점의 광학적 특성평가문지현, 김현중, 이정철<sup>†</sup>한국에너지기술연구원  
(jcleee@kier.re.kr<sup>†</sup>)

실리콘 다층박막 태양전지를 위한 초고효율 실리콘 양자점 박막을 연구하기 위해 Silicon target과 Carbon target을 동시에 스퍼터하여 Silicon Carbide 박막을 증착하였다. Silicon Carbide 박막의 조성비는 target에 인가되는 RF Power를 조절하여 Auger Electro Spectroscopy를 사용하여 Si, C, O, N원소의 양을 정량화하여 측정하였다. Si Power를 200W에 고정하고, C Power를 0W에서 400W까지 변화시킬 때,  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막에서 조성비  $x$ 는 0 ~ 0.43 범위였다. 이 박막을 증착 한 후에 질소 분위기에서 600 ~ 1000°C 온도로 열처리를 진행하였다. High resolution TEM과 Raman 분석을 통해, 박막의 열처리 후  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막 내에 실리콘 양자점이 형성되었음을 관찰할 수 있었고, 2 ~ 10 nm 의 크기를 가지는 것으로 확인할 수 있었다. 이 실리콘 양자점을 포함한  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막을 적층하여 UV-VIS-NIR spectroscopy, FTIR 및 PL와 같은 측정을 통해 광학적 에너지 밴드갭의 변화와 그에 따른 특성을 확인하였다.

**Keywords:** 실리콘 양자점, RF스퍼터, 광학특성, 태양전지

## 화학증기수송법을 이용한 금속 몰리브덴 박막 증착

박창원, 이영중, 김대진, 김영도<sup>†</sup>한양대학교 신소재공학과  
(ydkim1@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

몰리브덴(Mo)은 우수한 전기전도도와 고온 안정성으로 인해 전자부품의 전극으로 널리 사용되고, 미래 에너지인 태양전지 분야에서 CIS계 화합물박막태양전지의 후면전극으로 이용되고 있는 재료로서 현재 증착 방법으로는 D.C. sputtering이 가장 널리 이용되고 있다.

또한  $\text{MoO}_3$  분말이 Mo 분말로 수소 환원되는 과정은  $\text{MoO}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{MoO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  와  $\text{MoO}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{Mo} + 2\text{H}_2\text{O}$  의 2단계를 통해서 수행되며 이중 첫 번째 단계에서  $\text{MoO}_3(\text{OH})_2$ 라는 기상을 통해 지배적으로 일어난다고 알려져 있고 이를 화학증기수송(Cheical vapor transport : CVT)이라고 한다.

본 연구에서는  $\text{MoO}_3$ 분말의 수소 환원 과정 중에 발생하는 기상인  $\text{MoO}_3(\text{OH})_2$  을 이용하여 몰리브덴 옥사이드 박막을 증착하고 이를 다시 수소분위기에서 수소 환원하는 증착 방법을 통해 균일하고 부착성이 우수한 Mo 박막을 제조하고자 하였다. 기판으로 사용된 Glass를  $\text{MoO}_3$  분말 위에 홀더를 이용하여  $\text{MoO}_2$  박막을 증착하고 이를 다시 수소분위기에서의 수소 환원을 통해 Mo 박막을 성공적으로 제조하였다. 제조된 Mo박막의 결정구조 및 미세조직을 XRD 와 SEM을 통해 분석하였다.

**Keywords:** 몰리브덴, 태양전지, 화학증기수송법

## 광투과성 향상을 위한 모스아이 패턴 형성 및 태양전지에의 응용

한강수, 신주현, 이 현<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학과

(heonlee@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

유기 태양전지는 전도성 고분자를 사용하고, 상온 공정이 가능한 초저가의 태양전지로서 주목 받는 태양전지이다. 하지만 변환 효율이 낮아 효율 향상이 큰 이슈가 되고 있다. 본 실험에서는 유기 태양전지의 효율 향상을 위해서 나노 임프린트 리소그래피 및 핫엠보싱 리소그래피 방법을 사용하여 미세 기능성 패턴을 형성하였다.

나노 임프린트 리소그래피 및 핫엠보싱 리소그래피는 나노미터급 크기의 고해상도 패턴을 빠르고 경제적으로 형성할 수 있는 가장 유망한 차세대 리소그래피 기술로써, 이를 이용한 미세패턴 구조의 형성으로 인해 다양한 기관의 투과도 향상을 확인 할 수 있었다. 또한, 태양전지 기관에 적용함으로써 향상된 광학적 특성으로 인해 태양전지 효율 향상을 확인 할 수 있었다.

**Keywords:** 태양전지, 임프린트, 핫엠보싱, 투과도

## 실리콘 태양전지의 후면 점접촉 구조를 위한 AI 확산에 의한 국부 후면전계의 제조

이준성, 권순우\*, 송청호\*\*, 박성은, 박하영, 송주용, 박효민, 윤세왕\*, 김동환<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학과; \*대한제당 중앙연구소; \*\*미래 컴퍼니

(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

결정질 실리콘 태양전지의 알루미늄 후면전극이 패시베이션층의 공극을 통하여 확산됨으로써 국부 후면전계 (local back surface field)가 형성되는 후면 점접촉 구조를 제조하였으며, 이에 대한 공정조건 및 특성을 연구하였다. 후면 패시베이션층은 실리콘 기관과 금속전극사이에 삽입됨으로써 표면 재결합속도를 낮추고, 후면 반사도를 높여 광흡수 경로를 증가시킬 수 있다. 고가의 사진식각기술 대신에 저가의 단순한 공정인 레이저 식각기술을 사용하여 후면 패시베이션층에 균일하고 잘 정렬된 공극 패턴을 형성할 수 있었다. 레이저 식각 조건 및 조성조건에 따른 AI 확산 국부 후면전계의 단면 형상을 주사전자현미경(SEM)을 사용하여 관찰하였으며 이에 대한 전기적, 광학적 특성 변화를 조사하였다.

**Keywords:** solar cell, silicon, aluminum, back surface field, back contact, laser ablation, passivation

## 고투과성과 방오 기능을 갖는 태양전지 보호용 유리기판 제작

신주현, 한강수, 이현<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학부  
(heonlee@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

나노 임프린트 리소그래피 기술은 고집적된 나노 구조물을 경제적으로 형성시킬 수 있는 유망한 차세대 리소그래피 기술 중 하나로써 광학 소자 뿐만 아니라 반도체, 디스플레이, 바이오 소자 등 다양한 분야에 적용이 가능하다.

본 연구에서는 태양전지 보호층으로 사용되는 유리 기판의 투과도 향상을 위해 나노 크기의 패턴을 형성하여 표면 반사를 최소화 하였으며, 보호층의 유지보수 부담을 줄이기 위해 패턴 표면에 방오 기능을 갖는 hydrophobic SAM(Self Assembled Mono-layer)을 형성하였다.

또한, SAM coated nano-sized pattern 형성을 위해 사용 된 SiO<sub>2</sub> 증착층과 SAM이 투과도에 끼치는 영향을 확인 하기 위하여 bare glass, SiO<sub>2</sub> deposited glass, SAM coated glass 그리고 SAM/SiO<sub>2</sub> coated glass를 제작하였으며, 각각의 투과도를 측정하여 비교·분석 하였다.

투과도를 측정하기 위해 UV-Vis spectrophotometer를 사용하였으며, 방오 기능을 측정하기 위해 접촉각 측정 장치를 사용하였다. 접촉각의 측정을 통해 이형처리(SAM coating)를 한 기판 표면이 소수성으로 바뀌어 물이나 먼지가 잘 묻지 않게 되는 것을 확인하였다.

**Keywords:** 나노 임프린트 리소그래피, 이형처리, 투과도, 방오기능

## Effect of FTO coated on stainless steel bipolar plate for PEM fuel cells

박지훈, 장원영, 변동진\*, 이중기<sup>†</sup>

한국과학기술연구원; \*고려대학교  
(leejk@kist.re.kr<sup>†</sup>)

A polymer electrolyte membrane (PEM) fuel cell has been getting large interest as a typical issue in useful applications. The PEMFC is composed of a membrane, catalyst and the bipolar plate. SnOx:F films on SUS316 stainless steel were prepared as a function of substrate with using electron cyclotron resonance-metal organic chemical vapor deposition (ECR-MOCVD) in order to achieve the corrosion-resistant and low contact resistance bipolar plates for PEM fuel cells. The SnOx:F films coated on SUS316 substrate at surface plasma treatment for excellent stability, before/after heat treatment for good crystalline structure and microwave power for were characterized by X-ray diffraction (XRD), auger electron microscopy (AES) and field emission-scanning electron microscopy (FE-SEM). The SnOx:F film coated on SUS316 substrate with various process parameters were able to observe optimum interfacial contact resistance (ICR) and corrosion resistance. It can be concluded that fluorine-doping content plays an important function in electrical property and characteristic of corrosion-protective film.

**Keywords:** PEMFC, Bipolar plate, FTO, ECR-MOCVD, plasma treatment

## Electrochemical performance of double perovskite structured cathodes for intermediate temperature SOFCs

Seung Hwan Jo, P. Muralidharan, Do Kyung Kim<sup>†</sup>

KAIST  
(dkkim@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

The intermediate operating temperature of solid oxide fuel cells (IT-SOFCs) have achieved considerable importance in the area of power fabrication. This is because to improve materials compatibility, their long-term stability and cost saving potential. However, to conserve rational cell performance at reduced-temperature regime, cathode performance should be obtained without negotiating the internal resistance and the electrode kinetics of the cell. Recently, double perovskite structure cathodes have been studied with great attention as a potential material for IT-SOFCs. In this study, double-perovskite structured cathodes of  $\text{GdBaCoCuO}_{5+\delta}$ ,  $\text{GdBaCo}_{2/3}\text{Cu}_{2/3}\text{Fe}_{2/3}\text{O}_{5+\delta}$  compositions and  $(1-x)\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta} + x\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{1.95}$  ( $x = 10, 20, 30$  and  $40$  wt.%) composites were evaluated as the cathode for intermediate temperature solid oxide fuel cells(IT-SOFCs). Electrical conductivity of the cathodes were measured by DC 4-probe method, and the thermal expansion coefficient of each sample was measured up to  $900^\circ\text{C}$  by a dilatometer study. Area specific resistances(ASR) of the  $\text{GdBaCo}_{2/3}\text{Cu}_{2/3}\text{Fe}_{2/3}\text{O}_{5+\delta}$  cathode and  $70$  wt.%  $\text{GdBaCo}_2\text{O}_{5+\delta} + 30\text{wt.}\%$   $\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{1.95}$  composite cathode on CGO electrolyte substrate were analyzed using AC 3-probe impedance study. The obtained results demonstrate that double perovskite-based compositions are promising cathode materials for IT-SOFCs.

**Keywords:** sofc, cathode, double perovskite

## Evaporation법을 이용한 광촉매 $\text{TiO}_2$ 박막 제조

윤형철, 김남정, 박인수, 서수정<sup>†</sup>

성균관대학교 신소재공학과  
(sjsuh@skku.edu<sup>†</sup>)

광촉매  $\text{TiO}_2$ 는 국내외적으로 큰 관심을 받고 있는데, 빛을 조사한 후에 물질에서 발생하는 다양한 물리 화학적 촉매특성이 환경정화 기능 및 에너지 문제와 밀접하게 연결되어 있기 때문이다.  $\text{TiO}_2$ 는 자기정화기능, 초친수성, 고효율 수소생산성 및 태양전지로 활용성 등을 포함하여 다양한 분야의 친환경 소재로 각광을 받고 있다. Glass위에 evaporation법으로 제조된  $\text{TiO}_2$ 박막을 제조하고 특성을 평가하였다. 제조된 박막은 각각  $400, 500, 600^\circ\text{C}$ 에서 열처리를 실시하였다. 이렇게 제조된  $\text{TiO}_2$ 박막의 결정구조는 thin film형 X선 회절분석기를 사용하여 분석하였으며, 박막의 표면 및 미세구조는 FE-SEM과 AFM을 이용하여 분석하였다. 친수성 평가는 실온에서 UV를 조사하여 접촉각 측정기를 이용하여 측정하였다.

**Keywords:** 광촉매  $\text{TiO}_2$ , evaporation

### 나노TiO<sub>2</sub>계 화합물과 응용

황용길<sup>†</sup>, 길상철<sup>\*</sup>

한국과학기술정보연구원 ReSEAT 프로그램; <sup>\*</sup>한국과학기술정보연구원  
(ywygil@reseat.re.kr<sup>†</sup>)

나노이산화티타늄은 인체에는 화장품, 의약, 식품분야 등에 쓰이고 외부 환경 재료에는 광촉매로서 유독가스 정화제, 옥내 외 항균, 수소발생 가시광 응답형 촉매 및 멤브레인 필터 등과 전자소재용 유전재료, 발광 재료 등 용도가 다양하다. 나노 산화티타늄 화합물의 제조법은 수열합성법, 기상법 등 여러 방법이 있다.

이들에 대한 리뷰의 목적은 2009년도 정부의 투자 계획 중에서 본제목에 관련되는 핵심 산업 재원 원천기술 개발, 태양광, 풍력 등의 신재생 에너지 개발, 록색 기술 개발을 통한 에너지절약형 LED 개발, 차세대 핵심환경 기술 개발, 핵심나노기반기술개발 등의 개발을 위하여 4,363억 원의 예산을 편성하고 연구자와 기술자들이 참여하여 유익한 실적이 창출되기를 원하고 있으므로 본 발표자들은 이 분야에서 연구하는 연구자와 기술자들에게 이 분야에 관련되는 자료를 참고로 제시하는데 있다.

페로브스카이트형 산화물인 유전재료(BaTiO<sub>3</sub>), 발광재료(CaTiO<sub>3</sub>:Pr<sup>3+</sup>+적색), 박막형 반응기재료(Ca<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>TiO<sub>3</sub>), 등의 여러 가지 산화물은 류통식 급속 승온 수열 합성법, 겔 졸 법, 수열 합성법 등 여러 방법에 의하여 페로브스카이트형 산화물 입자 직경이 약 20nm~100nm 범위까지 합성된다.

태양광을 조사하여 물을분해 해서 수소를 생산하는 산화티타늄계 가시광 응답형 Vis-TiO<sub>2</sub> 박막은 기상법으로 제조하는데 한 예로써 RF 스퍼터링법으로 박막을 제조하여 수소와 산소를 회수하였으며, 황도프산화티타늄, 질소 도프 산화티타늄은 유기물 분해에 의한 공해제거, NO<sub>x</sub> 제거 등 환경정화에 사용되고, 고온 고압수법/산화티타늄 복합기술에 의해서는 바이오매스 분해 하고, 일종의 수열법인 개량형 HyCOM 법은 가시광 응답성 산화티타늄을 합성하여 NO가스 제거에 사용한다. 이들 여러 방법에 관한 것을 소개하고자 한다.

**Keywords:** 페로브스카이트형 산화물,가시광응답형 산화티타늄,발광제,초임계수 이상

### TiO<sub>2</sub>/Carbon felt의 광전기 화학반응에 의한 퍼클로레이트 이온 제거

김중우, 민형섭<sup>\*</sup>, 주병권<sup>\*\*</sup>, 이전국<sup>\*†</sup>

한국과학기술연구원, 고려대학교 전기전자전파공학과; <sup>\*</sup>한국과학기술연구원;  
<sup>\*\*</sup>고려대학교 전기전자전파공학부  
(jkleemc@kist.re.kr<sup>†</sup>)

퍼클로레이트 이온(ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>)는 자연적으로 혹은 인공적으로 만들어지며 퍼클로릭산이나 암모늄 퍼클로레이트 나, 포타슘 퍼클로레이트 혹은 소듐퍼클로레이트 염의 형태로 존재하며, 물에 아주 잘 녹고, 끓여도 제거되지 않으며, 활성 탄소와 같은 광물에도 흡착 되지 않는 성질로 인해, 기존 물리적인 정수 방법으로는 제거하기 어렵다. 또한 우리 몸에 흡수되면, 요오드가 갑상선에 흡수되는 작용을 방해하여 갑상선 기능장애를 초래한다. 이러한 퍼클로레이트 이온의 제거방법으로는 이온교환법이나 생물학적 방법 등이 개발되어져 있으나, 제거 시스템에 이동 및 안전한 농도까지 제거 등의 문제점으로 인한 퍼클로레이트 이온을 환원시키는 촉매 환원 반응에 의한 퍼클로레이트 이온 제거 기술 개발이 필요하다.

이런 촉매 환원에 필요한 수소 환원제를 발생시키기 위해서, 본 연구에서는 Carbon felt 위에 DC magnetron sputtering에 의한 thin film TiO<sub>2</sub>과 regine을 이용한 powder TiO<sub>2</sub> 시편을 제작하였다. 이렇게 제작 된 TiO<sub>2</sub>/Carbon felt의 미세구조 및 특성은 XRD, SEM, UV-vis-NIR 등을 통하여 분석하였다. UV 조사에 의해 TiO<sub>2</sub>/Carbon felt 시편의 산소와 수소 발생과 DC bias의 걸어주었을 때 산소와 수소 발생 차이 등을 비교하였고, 이에 따른 퍼클로레이트 이온의 분해 영향을 알아보았다.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub>, Perchlorate ion

### 직접 패터닝 기술을 이용한 TiO<sub>2</sub> 나노 패턴 형성

윤경민, 양기연, 이현†

고려대학교

(heonlee@korea.ac.kr†)

나노 임프린트 리소그래피 기술은 기존의 노광 장비를 이용하는 기존의 리소그래피 공정에 비해 저렴한 공정으로 대면적 패터닝이 가능한 차세대 리소그래피 기술이다. 나노 임프린트 리소그래피는 기존의 나노 리소그래피 기술과는 다르게 기능성 무기물 물질을 직접 패터닝 할 수 있는 기술이다. 본 연구에서는 TiO<sub>2</sub> 나노 패턴을 기존의 증착, 리소그래피, 식각 등의 공정을 거치지 않고, sol-gel법과 나노 임프린트 리소그래피를 이용하여 직접 전사하는 기술에 대해 연구 하였다.

본 연구에서는 Tetrabutylorthotitanate를 precursor로 하는 ethanol 기반의 TiO<sub>2</sub> sol을 제작하여 이용하였다. PDMS mold를 임프린팅용 몰드로 사용하였으며, 이러한 PDMS mold는 노광 기술과 반응성 이온 식각을 이용하여 제작된 master mold로 부터 복제되었다. 제작된 sol을 Si wafer에 spin coating하여 넓게 도포한 후, wafer위에 PDMS mold를 밀착 시킨다. 이후, 5 bar의 압력과 200℃의 온도에서 나노 임프린트 리소그래피 공정을 진행하여 TiO<sub>2</sub> gel 패턴을 형성한다. gel 상태의 TiO<sub>2</sub> 패턴을 annealing 공정을 통해 다결정질 TiO<sub>2</sub> 나노 패턴으로 제작하였다. 제작된 패턴을 scanning electron microscope(SEM)를 이용하여 확인하고, XRD 및 EDX를 이용하여 분석하였다.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub>, sol-gel, nanoimprint lithography, PDMS

### 전기폭발법에 의해 제조되는 금속나노분말의 크기분포 실시간 측정

이승복, 배귀남†, 임성순, 이동진\*, 박중학\*

한국과학기술연구원; \*(주)나노기술

(gnbae@kist.re.kr†)

금속 와이어를 전기폭발법에 의해 증기 상태로 만든 후 응축시킬 때 제조되는 금속나노분말의 크기특성을 파악하기 위하여 제조장치에 샘플링 포트를 삽입하여 실시간 입자 측정기(Scanning Mobility Particle Sizer; SMPS)로 14~615 nm 범위의 크기분포를 측정하였다. SMPS는 입자의 크기에 따라 전기적 이동도가 달라지는 원리를 이용하여 공기 중에 부유된 나노입자의 크기분포를 수 분내에 측정하는 실시간 입자 측정기이다. 금속나노분말 제조장치 내부는 약 0.5 bar 수준으로 불활성가스로 채워져 있어서 대기압보다 높은 고압조건이므로 SMPS 전단에 작은 노즐이 삽입된 pressure reducer를 부착하여 적절한 압력 수준으로 낮춘 후 SMPS로 나노분말의 크기분포를 실시간으로 측정하였다. 제조공정이 진행되면서 전기폭발이 주기적으로 발생하는 동안에 SMPS로 측정된 14~615 nm 범위 입자의 총 수농도는 약 10<sup>7</sup> 개/cm<sup>3</sup> 수준으로 매우 높았고, 약 100 nm와 200 nm에서 고농도 피크를 나타내는 bimodal 분포를 나타냈다. 반면 전기폭발이 잠시 중단되는 경우 입자의 총 수 농도는 약 10<sup>4</sup> 개/cm<sup>3</sup> 수준으로 낮아지고, 약 20 nm 이하의 입자가 대부분을 차지하면서 입자의 크기가 커질수록 농도가 낮아지는 형태의 크기분포로 바뀌었다.

본 연구를 통해 얻어진 제조장치 내부의 나노분말 크기분포 자료는 고품질 제품을 생산하기 위해 나노분말의 크기분포를 제어하는 분급장치 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

**Keywords:** 전기폭발법, 금속나노분말, 크기분포, SMPS, 고압조건



### 용해 납 흐름 배터리용 여러 카본 전극의 에너지 효율 특성 비교

민형섭, 양민규\*, 김상식\*\*, 이전국\*†

한국과학기술연구원, 고려대학교 전자전기공학과; \*한국과학기술연구원; \*\*고려대학교 전자전기공학과 (jkleemc@kist.re.kr<sup>†</sup>)

레독스 흐름 배터리 (Redox Flow Battery)는 외부의 탱크 등에 저장해 둔 활성물질(이온 가수가 변화는 금속)의 용액을 펌프로 전해셀에 공급하여 충전 방전하는 배터리로 신재생 에너지인 풍력과 태양광 발전, 야간의 잉여 전력 저장 등 대용량 전력 저장 장치로 관심이 높아지고 있다. 대표적인 레독스 흐름 배터리로 알려진 바나듐 레독스 흐름 배터리는 이온 교환막 사용으로 인하여 전기전도도, 기계적 강도, 투과도 및 전해질 내의 화학적 안정성 등 여러 가지 문제점과 함께 비용 문제점을 야기한다. 하지만 새로운 용해 납 레독스 흐름 배터리는 이온 교환막을 사용하지 않아 바나듐 레독스 흐름 배터리의 문제점 및 시설비가 절감되는 장점이 있어 새로이 연구되고 있다. 본 연구는 레독스 흐름 배터리에 주로 이용되는 카본 전극재료의 따라 형성되는 Pb, PbO<sub>2</sub> 박막의 미세 구조를 및 에너지 효율 특성을 분석하였다. 실험은 half-cell로 이루어졌으며 작업전극은 Carbon felt, Ordered Graphite, Disordered Graphite, Glassy Carbon 등을 여러 카본 재료를 사용하였고, 상대전극은 Pt, 기준전극으로 Ag/AgCl를 사용하여 Cyclic Voltammetry특성과 충방전 특성을 연구하였다. 전해질은 Lead Carbonate (PbCO<sub>3</sub>)+ Methanesulfonic acid (CH<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>H) 들어간 수용성 전해질을 교반을 통해 이용하였다. 여러 carbon 전극재료와 생성된 Pb, PbO<sub>2</sub> 막의 표면구조, 미세구조, 상들의 변화는 XRD, SEM, EDX, Raman등을 통하여 분석하였으며, 전기화학 공정의 변수와 전극에 따른 에너지 효율특성에 대하여 고찰해 보았다.

**Keywords:** 레독스 흐름 배터리, Carbon, PbO<sub>2</sub>, Pb, 에너지 효율

### 화학부필름접착을 위한 최적화된 플라즈마 조건 확립

박평규, 최영덕\*†, 김의용\*\*, 고재선\*\*\*, 윤병선\*

서울시립대학교 화학공학과, (주)산청; \* (주)산청 기술연구소; \*\* 서울시립대학교; \*\*\* 대전대학교 소방방재학과 (ydchoi@sancheong.com<sup>†</sup>)

화학보호복은 독성이 있는 화학물질 및 미세분진등에 대해 공기를 차단하며 완전 밀폐형으로 공기호흡기 및 에어라인 같은 호흡보호장치와 함께 착용하여 신체부위를 보호한다. 그 예로 생물/화학보호복은 유독하고 해로운 생물/화학물질로 부터 인체를 보호해준다. 이들 보호복은 다양한 환경이 노출되어 장시간 작업을 위해서 오랜시간 보호성능을 유지해야한다. 특히, 이런 원단의 구성은 플라스틱과 고무류의 다층구조로 구성되어있다. 플라스틱류(폴리에틸렌, PTFE 등)는 표면장력이 너무 낮아 접착하는데 어려운 점이 많이 대두된다. 일반적인 표면처리방법은 크게 물리화학적 방법으로 4가지로 분류한다. 화학적산화, 불꽃처리, 플라즈마처리, UV 방사법 등이 있다. 이들 중에서 가장 간단한 산화처리는 플라즈마처리이다. 이처리는 상온/상압하에서 대기 중 또는 가스내에 방전에 의해 플라즈마를 형성하고 이 플라즈마가 대상물의 표면분자와 격렬히 반응하게 하여 표면의 분자구조를 변화시킴에 따라 소수성의 표면에 Carboxyl, hydroxyl과 carbonyl과 같은 친수성으로 변하여 결합능력을 증가시켜 표면장력을 높여주는 가장 효과적인 방법이다. 플라즈마 표면처리를 하고 나면 육안으로 표면의 변화를 감지할 수 없지만 접착, 잉크, 코팅을 잘 받아들이는 결과를 가져온다. 플라즈마 표면처리의 효과는 주로 부도체의 필름이나 합성수지 계열의 인쇄성과 접착성을 향상시키고자 많이 활용되고 있는 실정이다. 특히, 화학보호복과 같은 플라스틱류인 다양한 고분자 합성수지(Polyethylene, polypropylene, nylon, vinyl, PVC, PET 등)에 적용가능하다. 본 연구에서는 플라즈마처리조건에 영향을 주는 변수들을 고려하여 실험계획법(DOE, RSM)을 이용하여 최적화된 플라즈마 공정을 향상시키고자한다.

**Keywords:** PTFE, 플라즈마, 에칭, 표면장력, 접착각





POSTER 展 品



## Synthesis of silica nanowires by rapid thermal annealing

Jin-Bok Lee, Seong-Han Park, Joon-Ho Oh, Chel-Jong Choi\*, Tae-Yeon Seong<sup>†</sup>

Department of Materials Science and Engineering, Korea university;

\*Department of Semiconductor Science & Technology, Semiconductor Physics Research Center (SPRC),  
Chonbuk National University  
(tyseong@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

In this work, we have synthesized amorphous SiO<sub>2</sub> nanowires by rapid thermal annealing of Ni/poly-Si/SiO<sub>2</sub>/Si substrate structures at 900 °C in a nitrogen ambient. It is shown that the diameter of the a-SiO<sub>2</sub> nanowires is dependent on the diameter of the NiSi<sub>2</sub> catalyst particles; the former is about one third size of the latter. Considering the presence of the nanoparticles located at the tip of the nanowires, the growth behavior of the a-SiO<sub>2</sub> nanowires is described through a catalyst driven vapor-liquid-solid (VLS) growth mechanism.

**Keywords:** silica nanowires, nickel silicide, rapid thermal annealing

## Effect of a NiCo interlayer on the electrical and structural properties of nickel silicides

Jin-Bok Lee, Bong-Jun Park\*, Chel-Jong Choi\*\*, Tae-Yeon Seong<sup>†</sup>

Department of Materials Science and Engineering, Korea University;

\*Department of Nano-Semiconductor Engineering, Korea University;

\*\*Department of Semiconductor Science & Technology, Semiconductor Physics Research Center (SPRC),  
Chonbuk National University  
(tyseong@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

The effects of a nickel-cobalt interlayer on the electrical and structural properties of nickel silicide (NiSi) have been investigated as a function of rapid thermal annealing (RTA) temperature. The insertion of a NiCo interlayer improves the morphological stability of NiSi films which results in better electrical properties at high temperatures. This could be attributed to the segregation of Co atoms at grain boundaries of NiSi film, which reduces grain boundary energy leading to suppression of grain growth and grooving. The increase of thermal stability has been explained in terms of concepts of the thermodynamics and kinetics. The low angle incident x-ray diffraction scans, field emission scanning electron microscopy and field emission transmission electron microscopy were performed to investigate the electrical and structural properties of silicide.

**Keywords:** nickel silicide, NiCo interlayer, thermal stability, segregation, miscibility

### Effect of Au Nanocrystals Concentration on Nonvolatile Memory Characteristics for Polymer Memory-cells.

**Kyoung-Cheol Kwon, Hyun-Min Seung, Jong-Dae Lee, Chang-Hwan Kim, Jea-gun Park<sup>†</sup>**

Division of Nanoscale Semiconductor Engineering and Tera-bit Nonvolatile Memory Development Center,  
Hanyang University.  
(parkjgl@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

We researched the effect of Au nanocrystals on nonvolatile memory characteristics such as memory margin, retention time, and endurance cycles of program and erase for polymer memory-cells. The advantage of polymer memory-cells is the possibility of bistable switching characteristics, the smallest device feature size of  $4F^2$ , and fast access and store times of  $\sim 10$  ns.

Two-terminal electrical bistable memory-cells have been fabricated using a sandwich structure of Al / polystyrene(PS) + Au nanocrystals / Al. Au nanocrystals were prepared via chemical synthesis and mixed with PS. In our research, through the electrical measurement and high-resolution cross-sectional transmission electron microscopy (TEM), we propose that the synthesis condition of Au nanocrystals and optimal concentration is the important factor for nonvolatile memory behavior such as  $V_{th}$ ,  $V_p$ ,  $V_e$ , negative differential resistance(NDR) and enough bistability of  $\sim 1 \times 10^2$ , due to the uniform distribution of monolayered Au nano-crystals.

Acknowledgement This research was supported by “The National Research Program for Terabit Nonvolatile Memory Development” sponsored by the Korean Ministry of Knowledge Economy.

**Keywords:** memory, polystyrene, Au

### CO gas sensors based on ZnO:Al/Au composite thin films

**Nguyen Le Hung, Eunseong Ahn, Seongyong Park, Hoocheol Jung, Hyojin Kim<sup>†</sup>, Dojin Kim**

Department of Materials Science and Engineering, Chungnam National University  
(hyojkim@cnu.ac.kr<sup>†</sup>)

Al-doped ZnO (ZnO:Al) thin films were deposited on self-assembled Au nanodots fabricated on SiO<sub>2</sub>/Si (100) substrates by rf co-sputtering from separated metallic Zn and Al targets for CO gas sensing application. The surface composition of ZnO:Al/Au thin films analyzed by XPS showed the surface structure like ZnO/Au composites with the Au/Zn atomic ratio on the surface 0.165. It was found from gas sensing measurements that the ZnO:Al/Au thin films were sensitive to CO even at a low concentration of 5 ppm and exhibited a high sensitivity to CO in dry air in a wide range of working temperature from 150 to 400 °C with a maximum sensitivity of 640% to 20 ppm CO gas at a temperature of 250 °C. Moreover, the ZnO:Al/Au thin film sensors showed fast response and recovery to CO gas in comparison with conventional Al-doped ZnO films. These enhancements are attributed to the double role of Au dots; Au dots played the role of a buffer layer for the abnormal grain growth of ZnO:Al thin films, resulting in high surface roughness and the role of catalyst through the spillover effect during gas detecting process for the ZnO:Al/Au thin films.

**Keywords:** ZnO:Al, Au nanodots, CO gas sensor

## The transparent field emission device using the SWNTs synthesized by vapor phase growth method

Nguyen Van Quy, 김도진<sup>†</sup>, Nguyen Duc Hoa, 정혁

충남대학교  
(dojin@cnu.ac.kr<sup>†</sup>)

The transparent field emission device based on the purity of the SWNT-DMF solution was developed. Highly crystalline single-wall carbon nanotubes (SWNTs) were successfully synthesized by using a vapor phase growth method. The transparency was improved by using a purification process which was performed to remove amorphous carbon and inactive nano-particles remained in the SWNTs. The X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) analysis and scanning electron microscopy (SEM) were examined at each purification process for the SWNTs. The purified SWNTs were diluted and dispersed in the n,n-dimethylformamide (DMF) by using an ultra-sonic and a magnetic stirrer. A centrifugal machine was used to reject the residue in the SWNT-DMF solution. A spray-coating method was performed to fabricate the transparent field emission devices. The transparent field emission device showed a maximum current density of  $1.7 \text{ mA cm}^{-1}$  and a low turn-on field emission of  $1.6 \text{ V } \mu\text{m}^{-1}$  with a high field enhancement factor of  $2 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ .

**Keywords:** Transparency, Field emission, Carbon nanotube, Vapor phase growth

## Effect of Metal Nanocrystal Properties on Small-molecule Nonvolatile Memory-cells

Sang-Yi Lee, Yool-Guk Kim\*, Kwang-Hee Park\*, Woo-Sik Nam\*, Sung-Ho Seo, Jea-Gun Park\*\*<sup>†</sup>

Division of Nanoscale Semiconductor Engineering, Hanyang University;

\*Department of Electronics Computer Engineering, Hanyang University;

\*\*Department of Electronics and Communications Engineering, Hanyang University

(parkjgl@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Currently, a small-molecule nonvolatile memory has attracted much interest as one of candidate devices for next generation nonvolatile memory because of its simple process, small device area, and high speed. To investigate electrical characteristics of small-molecule nonvolatile memory cell using Ni, Cu, and Ti as a middle metal nanocrystals layer, we fabricated with the device structure of Al / Alq<sub>3</sub> (Aluminum tris (8-hydroxyquinoline)) / metal (Ni, Cu, Ti) nanocrystals / Alq<sub>3</sub> / Al. A high vacuum thermal deposition method was used for in-situ fabrication process. Our devices showed a nonvolatile memory characteristic at only memory cell using Ni nanocrystal. Characteristics of others are unstable and do not showed a nonvolatile memory behavior. Effect of formation of various metal nanocrystals on small-molecule nonvolatile memory characteristics is showed by analyzing TEM image. In case Ni, formation of metal nanocrystals is regular not only poly Ni, but Ni oxide as tunneling barrier. So it caused good nonvolatile memory characteristics. However, in case of using Cu for metal nanocrystals, electrons have difficult for charging and discharging to metal nanocrystals because tunneling barrier, Cu oxide, is not formed adequately. In case of Ti, the space of charging and discharging by electrons is insufficient because poly Ti does not nearly exist in metal nanocrystals layer. Formations of metal nanocrystals and metal oxide as tunneling barrier has critical role in realizing small-molecule nonvolatile memory characteristics.

**Acknowledgement:** This research was supported by “The National Research Program for 1.0 Tera-bit Nonvolatile Memory Development” sponsored by the Korean Ministry of Knowledge Economy.

**Keywords:** nanocrystal, nonvolatile, small-molecule, organic, bistable, memory

## Electrical characterization of interface and bulk traps in Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistors with hafnium based dielectric

Tea Wan Kim, Rino Choi<sup>†</sup>, Tae Young Jang

인하대학교  
(choirino@hotmail.com<sup>†</sup>)

Effects of interface and bulk traps on device performance and reliability of Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistors (MOSFETs) were studied using high frequency characterization techniques. Charge pumping method and single pulse technique were adopted to enable quantitative separation of interface and bulk traps in MOSFETs with hafnium based dielectric. HfO<sub>2</sub> and HfSiO dielectric grown by atomic layer deposition (ALD) were compared to investigate compositional effect on trap generation and device characteristics. The results indicate that MOSFET with HfSiO dielectric has better interface quality and less bulk traps compared to HfO<sub>2</sub> dielectric. Consequently, high carrier mobility and stable threshold voltage (V<sub>t</sub>) stability under bias and temperature stress was achieved using HfSiO dielectric

**Keywords:** interface trap, charge trap, carrier mobility, BTI, high-k dielectric

## Effect of pH in Colloidal Silica Slurry on Polishing Rate Selectivity of Nitrogen-doped Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> to SiO<sub>2</sub> in Chemical Mechanical Polishing

Woong-Jun Hwnag, Jong-Yung Cho, Hao Cui, Jin-Hyung Park, Ungyu Paik\*, Jea-Gun Park<sup>†</sup>

Advanced Semiconductor Material & Device Development Center, Hanyang University;  
\*Division of Advanced Materials Science Engineering, Hanyang University  
(parkjgl@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

The Phase-change random-access memory (PRAM) has been investigated as one possible substitution of next generation nonvolatile memory (NVM) because of its high scalability, fast operation speed and good endurance as compared with conventional Flash memory. In spite of its many advantage, there are some problem such as high reset current, cross talk as the thermal stability in order to scale down below the 30nm design rule. Because of these problems, the PRAM structure was changed from the conventional-T shape structure to the confined structure by chemical vapor deposition of nitrogen doped Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> (NGST). It is the use of a confined memory-cell structure that requires the chemical mechanical polishing (CMP) of GST film as an essential process for avoiding etching damage and facilitating easy mass production of PRAM devices. To obtain well defined structure, NGST CMP requires a high and controllable polishing rate selectivity of NGST film to SiO<sub>2</sub> film.

We investigated the effect of pH in colloidal silica slurry on polishing rate selectivity of NSGT film to SiO<sub>2</sub> film in CMP. The electrostatic interactions between the slurry abrasives and film surface are important during CMP and these electrostatic interactions are strongly influenced by the pH of the slurry.

The polishing rate of GST film is lowest at approximately pH ~8, and increased linearly as further decrease or increases the pH. The slightly increase in the GST polishing rate as the pH decrease is due to the agglomerated large abrasive particle, which is resulted from the low zeta potential at near neutral pH region. On the contrary, the increase in the GST polishing rate as the pH increase is mainly due to the chemical reaction between GST film and TMAH in the slurry. From the result of X-ray Photoelectric Spectroscopy, it is found that after dipping in the slurry, the Ge, Sb, and Te oxides peaks are obviously decreased. It demonstrates that TMAH can react with surface oxides of GST and facilitate the mechanical abrasion.

SiO<sub>2</sub> polishing rate, however, remained constant until pH ~9, and then slightly increased as further increase of the pH. This slight increase is due to the direct dissolution of SiO<sub>2</sub> by the hydroxide ions.

**Keywords:** PRAM, GST, CMP, polishing rate selectivity, pH



## ALD로 증착된 ZnO 반도체층을 갖는 휩성 유-무기 박막트랜지스터의 제작과 특성평가

공수철, 최진은, 류상욱, 정우호\*, 전형탁\*, 최용준\*\*, 박형호\*\*, 장호정†

단국대학교 전자공학과; \*한양대학교 신소재공학과; \*\*연세대학교 세라믹공학과  
(hjchang@dankook.ac.kr†)

AMLED, AMOLED, E-paper 등의 차세대 디스플레이와 RFID tag, smart card 및 각종 sensor 등 다양한 응용분야에 적용하기 위한 휩성 구동 회로에 대한 연구와 관심이 증대되고 있다. 이러한 휩성 구동 소자에 가장 적합한 소자로 유기물을 이용한 유기박막트랜지스터(organic thin film transistor, OTFT)가 많은 연구의 대상이 되고 있다. 하지만 OTFT는 유기물 재료 자체의 불안정성과 낮은 전기적 특성이 개선되어야 할 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 최근에 ZnO 산화물을 이용한 산화물 박막트랜지스터에 대한 연구가 진행되고 있다. ZnO는 자체적으로 높은 전기적 특성과 3.37eV의 넓은 에너지 밴드갭으로 투명한 특성을 지니고 있고, 박막 제조가 용이하여 투명전자 소자 및 휩성 전자 소자에 적합한 소재로 주목 받고 있다. 따라서 반도체의 채널로 투명한 산화물을 반도체의 채널층으로 이용하는 TFT 소자는 OTFT 소자뿐만 아니라 현재 상용화되고 있는 a-Si TFT 보다 높은 전기적 특성을 갖을 수 있다는 장점과 smart window, HMD 등 투명성을 요구하는 신개념의 디스플레이 및 광전 소자분야에 적용이 가능한 투명박막트랜지스터(transparent thin film transistor, TTFT) 소자가 제작이 가능한 장점으로 인하여 이에 대한 관심과 연구가 점차 증가하는 추세이다. 이러한 차세대 구동회로의 제작에 있어서 보다 안정된 휩성의 특성과 높은 전기적 특성을 갖추기 위해서는 유기물과 ZnO 산화물이 복합적으로 형성된 유-무기 복합 박막트랜지스터에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 PES(polyether sulfone) 플라스틱 기판 위에 유기 게이트 절연막으로 PVP(poly-4-vinylphenol)를 spin-coating법으로 코팅하고, 반도체막으로 ZnO를 원자층증착법(atomic layer deposition, ALD)으로 증착하여 inverted staggered 구조의 휩성 박막트랜지스터를 제작하여 전기적 특성을 조사하였다. 박막트랜지스터의 gate, source, drain 전극으로는 Al을 진공증착법(thermal evaporation)으로 증착하였다. 제작된 휩성 박막트랜지스터의 전기적 특성으로 전계효과 이동도( $\mu$ ), 문턱전압(VT), 스위칭 비(Ion/off ratio)는 0.01 cm<sup>2</sup>/V·s, 12 V, 104로 관찰되었다.

**Keywords:** Flexible Thin Film Transistor, ZnO, PVP, ALD, PES, Electrical Property

## 방전플라즈마소결법을 이용하여 제조된 텅스텐 압출 제품의 특성 분석

김진홍, 공만식, 정향철, 홍현선†, 임성철\*

고등기술연구원; \*한국생산기술연구원  
(hshong@iae.re.kr†)

전자산업이 급속히 발달함에 따라 초고집적형 반도체 소자내에서 여러 용도로 고순도 텅스텐 금속의 수요가 몰리브덴, 탄탈륨 등과 함께 증가하고 있다. 국내에서는 기반기술의 부족, 원재료의 부재로 국내 생산이 취약한 수준이고 이들 금속은 전량 수입되기 때문에 산업의 대외 의존도가 높다. 그리고 국산화가 진행되고 있지만 국내 생산미달품목이 상당부분 존재하고 있어서 이를 개발하는 노력이 시급히 진행되어야 한다.

본 연구에서는 고순도, 고밀도 성형제품을 만들기 위해 고순도 텅스텐 나노분말을 이용하여 분말을 압출하여 텅스텐 압출제품을 제조하였고 이것을 반도체 공정에 쓰이는 시중에 판매되고 있는 텅스텐 스퍼터링 타겟과 비교 분석을 실시하였다.

실험 방법은 텅스텐 나노 분말을 이용하여 방전플라즈마소결(Spark plasma sintering) 공정으로 빌렛을 제조하였고 이것을 압출하여 텅스텐 압출 제품을 제조하였다. 성형하기 전 제조한 고순도 텅스텐 나노 분말의 입도 분석 및 X선 회절(X-ray diffraction) 분석을 실시하였고, 주사과전자 현미경으로 분말의 morphology 관찰을 하였다. 그리고 텅스텐 압출 제품의 특성 분석을 위해 주사과 전자현미경을 이용하여 morphology 관찰 및 기공도 분석을 실시하였고 상대밀도 및 강도를 측정하였다. 마지막으로 텅스텐 압출 제품을 기존의 텅스텐 스퍼터링 타겟과 비교 분석을 실시하여 스퍼터링 타겟으로 적용성을 검토하였다.

**Keywords:** 텅스텐, 분말, 압출, 성형

### CIS 태양전지용 이원 화합물 Cu<sub>x</sub>Se 나노입자 제조

김균환, 안세진, 윤재호, 박지혜, 김도진\*, 윤경훈†

한국에너지기술연구원; \*충남대학교  
(y-kh@kier.re.kr<sup>†</sup>)

태양전지 중 CuInSe<sub>2</sub>로 대표되는 I-III-VI족 chalcopyrite계 화합물 반도체에서 가장 핵심 층인 CIS 광흡수층은 Cu, (In, Ga), Se 금속 원소의 동시증발법 또는 스퍼터링과 같은 고진공 장치를 이용하여 제조 되는데 이러한 진공 장치는 높은 효율의 태양전지를 얻을 수 는 있지만 제조 단가가 비싸고 대면적의 광흡수층을 만들기 어려운 단점이 있다. 이를 극복하기 위해서는 값싸고 대면적의 CIS박막 제조가 가능한 비진공공정의 개발이 필수적이다. 대부분의 나노 입자 형성은 비진공 상태에서 이루어지기 때문에 CIS 박막 태양전지의 저가화를 이룰 수 있는 방법으로 여겨진다.

본 연구팀에서는 Cu<sub>x</sub>Se, In<sub>x</sub>Se 이원계 나노입자를 합성하고 이를 Se 증기 분위기에서 열처리하여 CIS 화합물을 형성하고자 하였으며, 본 논문에서는 Cu<sub>x</sub>Se 나노입자 제조에 국한하여 발표하고자 한다. Cu<sub>x</sub>Se 나노입자는 콜로이달 방법에 의해서 제조하였다. 질소 충전된 glove box안에서 CuI를 pyridine 용매와 혼합하고 이를 교반하였으며, 이 혼합물을 Na<sub>2</sub>Se가 녹아있는 메탄올에 혼합시켰다. 그 후 메탄올과 pyridine 혼합물을 0°C ice-bath안에서 교반을 통해 Cu<sub>x</sub>Se 나노입자를 제조하였다. 제조 후에 NaI와 그 외의 부산물들은 원심분리기를 이용해서 메탄올로 세척을 하였다. 제조를 통해 얻은 Cu<sub>x</sub>Se의 나노입자의 형상 및 크기는 SEM을 통해서 조성은 EDS 그리고 결정구조는 XRD를 이용해서 분석하였다. 분석결과 약 50~100nm의 균일한 크기와 Cu/Se ratio가 약 1.5정도 였다

**Keywords:** solar cell, non-vacumm, CuxSe

### Nano-scale Patterning by Imprint Lithography Using Ni stamp

김남정, 박정갑, 김택유, 장재권, 주범석, 이창형, 장주희, 최우성, 서수정†

성균관대학교 신소재공학과  
(suhsj@skku.edu<sup>†</sup>)

NIL (Nano-Imprint Lithography) 공정기술은 나노 구조물 제작 및 소자 개발에 있어서 저가의 비용으로 대량생산이 가능한 경쟁력 있는 제작 공정으로써 많은 관심을 받고 있다.

본 연구에서는 NIL공정에 있어 가장 중요한 Nano master를 제작하기 위하여 EBL (Electron beam lithography) 장비를 이용하였다. EBL은 Photo-optical lithography 보다 우수한 분해능으로 복잡한 device 제작이 용이하기 때문에 mask없이 lithography를 할 수 있는 장점을 가지고 있어 현재 널리 사용되어진다.

제작된 master를 이용하여 Ni stamp를 제작하였다. 먼저 seed layer인 Au를 10nm 코팅하였고, 전해도금법으로 1step: 2 mA/cm<sup>2</sup>에서 2 hr, 2step: 10 mA/cm<sup>2</sup>의 전류밀도로 24 hr동안 Ni도금을 진행을 하였다. 제작된 Ni stamp를 이용하여 Press Pressure 15MPa, Press Time: 5min에서 임프린트 공정을 진행하였으며, SEM (Scanning Electron Microscope)을 이용하여 형성된 패턴을 확인하였다.

**Keywords:** NIL (Nano-Imprint Lithography), EBL (Electron beam lithography), Ni stamp

### RF magnetron sputtering 법으로 증착한 ZnO박막의 열처리 효과

김명춘, 김좌연<sup>†</sup>, 김재천<sup>\*</sup>

호서대학교 신소재공학; <sup>\*</sup>호서대학교 반도체 디스플레이공학과  
(jykim@hoseo.edu<sup>†</sup>)

1. 서론 : 현재 산업체에서 투명전극으로 사용되고 있는 ITO(Indium tin oxide)는 전도성이 우수하고 동시에 투과율도 가시광선 영역에서 매우 우수한 것으로 알려지고 있다. 그러나 ITO(Indium tin oxide)에 사용되고 있는 In 원소는 가격이 높아, 경제적 측면에서 ITO(Indium tin oxide)를 대체할 수 있는 새로운 투과 전도성막 개발이 매우 시급하다. 이를 대체할 수 있는 물질로 현재 ZnO박막이 가장 유력해 보이는 것으로 알려지고 있다. ZnO박막은 가격이 저렴하고 환원성 분위기에서 화학적으로 안정하며 고온에서 열적으로 안정하고 독성이 없는 물질이다.

본 연구에서는 RF magnetron sputtering 법을 이용하여 ZnO박막을 성장하고 RTA(rapid thermal annealing)를 이용하여 진공 및 H<sub>2</sub> 분위기에서 열처리 후 전기적, 구조적, 광학적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법 : RF magnetron sputtering 법을 이용하여 corning glass 1737기판 위에 ZnO박막을 약 200nm의 두께로 증착하였다. 이때 공정조건으로는 초기압력:  $5.6 \times 10^{-6}$  Torr, 작업압력:  $1.2 \times 10^{-2}$  Torr, 타겟: ZnO 99.99%, RF power: 100w, Ar gas: 25sccm, 기판온도: 200°C, 증착시간: 20 min 이었다. 그 후 RTA 를 이용하여 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 600°C의 진공 및 H<sub>2</sub> 분위기에서 열처리 하였다.

구조 분석으로는 XRD(X-ray diffraction), FE-SEM(Field emission scanning electron microscope) 을 이용하여 FWHM, 성장 방향, 표면 및 두께등을 관찰하였고, 전기적인 특성은 4-point probe와 Hall effect measurement system(HMS-3000)을 이용하여 저항 및 carrier concentration, mobility 등을 측정 평가하였다. 광학적인 특성은 UV-VIS-NIR 를 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과 : 진공상태에서 200°C, 300°C 열처리한 시편은 비저항 값이 너무 높아 측정이 어려웠으나, 400°C 에서 열처리한 경우 비저항이 MΩcm정도 이었고, 500°C 에서는 비저항이  $3.5 \times 10^{-2}$  Ωcm로 매우 낮은 값을 나타내었다. 투과율은 전체적으로 85% 이상을 보였으며 열처리 후 큰 변화를 관찰할 수는 없었다. H<sub>2</sub> 의 분위기에서 열처리 할 경우 보다 좋은 저항 값을 가졌다.

**Keywords:** RF, ZnO, annealing

### The preparation of ATO thin films by the bar coating Bar 코팅법에 의한 ATO 박막의 제조

김성진<sup>†</sup>

연세대학교 신소재공학과  
(bookhansan@dreamwiz.com<sup>†</sup>)

투명전극재료로 사용되는 sb첨가 SnO<sub>2</sub> ( Antimony doped Tin Oxide ) 박막을 wet processing 공정의 하나인 bar 코팅방법으로 코팅을 하였다. ATO 합성은 SOLVENT로 메탄올로 사용하였으며, 도전성고분자수지와 혼합하여 도포액을 만든다음, PET 필름기판위에 습식코팅법으로 코팅시킴으로서, 도전성필름을제조하였다. 열처리온도와 시간, 산소의 흡착량, 그리고 Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>상의 따라 투과율 및 전도도, 표면거칠기가 차이가나타났다. 실험결과, 최적의 결과는 투과율 90%, 헤이즈 1.9% 표면저항 550Ω cm 으로 터치패널용 기판의 사용가능성을 확인할수 있었다.

**Keywords:** Bar coating, ATO Thin film

**P-15**

**광도전체 두께와 상부 전극면적크기 차이에 의한 HgI<sub>2</sub> 필름의 edge-effect 특성 분석**

**김성현, 윤민석, 김민우\*, 김윤석, 김영빈\*, 김지나, 남상희†**

인제대학교 의용공학과; \*인제대학교 의료영상과학  
(nsh@bme.inje.ac.kr†)

최근에 광도전체와 형광체를 기반으로 평판형 디지털 방사선 검출기의 상업적으로의 발전가능성이 더욱 많은 관심을 얻고 있다. 평판형 디지털 방사선 검출기를 제작하는 방법에서 크게 직접변환방식과 간접변환방식이 있다. 본 연구는 기존의 직접변환방식에 널리 사용되어 오는 비정질 셀레늄(Amorphous selenium)기반의 디지털 방사선검출기 보다 높은 신호 및 동작 특성을 가지는 HgI<sub>2</sub> 물질층을 제작하여 X선 노출시 광도전체의 두께와 인가하는 전기장 형성에 따른 차이점을 알아보기 위한 것이다. 기존의 진공증착법의 두꺼운 대면적 필름제조가 어려운 문제점을 해결하고자 PIB(partical-in-binder)방법을 이용하여 전도성을 가진 ITO (Indium-tin-oxide) 코팅된 유리판에 제작하였다. 다결정 HgI<sub>2</sub>층을 100μm, 200μm, 300μm의 두께로 3cm×3cm의 크기로 제작하고 Magnetron sputtering system을 사용하여 상부전극을 3cm×3cm, 2cm×2cm, 1cm×1cm의 크기로 각각 다르게 하여 ITO(Indium-tin-oxide)을 증착 시킨 뒤, X선 노출시 HgI<sub>2</sub>의 민감도와 암전류, 신호대 잡음비 등을 측정하여 필름의 전기적 검출 특성을 정량적으로 평가하였다. 실험결과로 암전류는 필름의 두께에 따라 변화하는 것을 알 수 있었고, 필름의 크기:형성되는 전기장의 비율이 클수록 더욱 민감도가 상승하였다. I-V테스트는 전류 적분(integration) 모드를 사용하였다.

**Keywords:** HgI<sub>2</sub>, PIB, 광도전체, 평판형 디지털 방사선 검출기, X-ray, 전기장

**P-16**

**금속 Zn 타겟을 사용한 RF 마그네트론 리액티브 스퍼터링 ZnO의 온도 및 산소분압에 따른 전기적 특성의 변화**

**김영석, 장삼석, 이승무, 박지훈, 변동진†**

고려대학교 신소재공학과  
(dbyun@korea.ac.kr†)

ZnO는 육방정계의 Wurtzite 구조인 II-VI족 화합물 반도체로 결정 구조적 이방성, 비 화학양론적 결합구조, 넓은 밴드갭, 가시광선 영역에서의 투명성과 높은 굴절률, 큰 압전상수, 강한 acouooptic, 비선형 광학계수를 가지며 가시광 영역에서 80% 이상의 광 투과도를 가지고 있다. ZnO 결정을 박막화해서 필터 등의 SAW 디바이스, 산화 또는 환원가스의 센서(gas sensor), 발광다이오드 및 태양전지(solar cell), 디스플레이 소자의 전극 등 산업에 광범위하게 응용되고 있다.

본 연구에서는 금속 Zn 타겟(99.999%)을 사용한 RF 마그네트론 리액티브 스퍼터링법(RF Magnetron Reactive Sputtering)을 이용하여 ZnO를 산소분압과 온도에 따라 증착하여, 증착된 ZnO 박막의 전기적 특성의 변화를 관찰하였다. ZnO 박막은 Hall측정을 통하여 전기적 특성의 변화를 관찰하였으며, XRD(X-Ray Diffractometry) 측정을 통해 결정구조 및 방향성을 확인하였다.

**Keywords:** ZnO, Reactive Sputtering, metal Zn

**잉크젯 프린팅으로 인쇄된 PEDOT:PSS Source/Drain 전극을 이용한 유기박막 트랜지스터****김영훈, 박성규, 한정인<sup>†</sup>**전자부품연구원  
(hanji@keti.re.kr<sup>†</sup>)

본 연구에서는 잉크젯 프린팅으로 인쇄된 poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS) source/drain 전극을 이용하여 유기박막 트랜지스터(organic thin film transistor; OTFT)를 제작하고 특성을 분석하였다. 유기반도체로는 p-type의 용액공정이 가능한 6,13-bis(triisopropylsilylethynyl) (TIPS) pentacene을 사용하였으며 역시 잉크젯 프린팅 방법을 이용하여 패터닝하였다. 일반적으로 p-type의 유기반도체를 사용하는 OTFT의 경우 Au와 같은 높은 work function을 갖는 전극 물질을 사용해야 한다. 하지만 Au는 실용성에 문제가 있기 때문에 최근에는 indium-tin-oxide(ITO)와 같은 비교적 높은 work function을 가지면서 가격이 낮은 물질을 사용하고 있다. 하지만 ITO를 source/drain 전극으로 사용할 경우 Au를 사용할 경우보다 특성이 낮게 나타나는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 work function 값이 5 eV 이상 높으면서 용액 공정이 가능한 PEDOT:PSS를 잉크젯 프린팅으로 패터닝하고 OTFT를 제작, 특성을 평가하였다.

도핑된 실리콘 기판을 gate 전극으로 사용하고 200 nm 두께의 thermally grown된 실리콘 산화막을 절연막으로 사용하였다. 잉크젯 프린팅을 이용해 channel length가 30 ~ 50  $\mu\text{m}$  되도록 source/drain 전극을 형성하고 그 위에 TIPS pentacene을 다시 잉크젯 프린팅으로 형성해 OTFT를 제작하였다. 결과적으로 전계효과 이동도는 약 0.02  $\text{cm}^2/\text{Vs}$ , on/off ratio는  $10^6$ , 문턱전압 21 V의 특성을 확보하였으며 기존의 ITO를 source/drain 전극으로 사용한 소자(이동도 : 0.004 ~ 0.01  $\text{cm}^2/\text{Vs}$ , on/off ratio :  $10^4 \sim 10^5$ )보다 우수한 특성을 가지는 것을 확인하였다.

**Keywords:** 잉크젯 프린팅, PEDOT:PSS, TIPS pentacene, 유기박막 트랜지스터**Investigation of effective contact resistance of GIZO based thin film transistors****김용선, 문연건, 이시, 강병우, 박종완<sup>†</sup>**한양대학교 신소재공학과  
(jwpark@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Thin film transistors (TFTs) based on amorphous oxide semiconductors have emerged as a promising technology, particularly for active-matrix TFT based backplane due to the superior electrical performances, when compared with the conventional amorphous silicon and polycrystalline silicon TFTs, respectively. In fact, several research groups have already presented working devices with remarkable electrical and optical properties based on gallium-indium-zinc oxide (GIZO) materials. Most of these TFTs use indium-tin oxide (ITO) as the material for source/drain electrodes. This presentation focuses on the investigation of different electrodes to replace ITO in GIZO based TFTs. We discuss the source/drain series resistances and their effect on TFT performance. Effective contact resistances between GIZO semiconductor and various metallic electrodes, Al, Ti, Cu, Mo, were examined. The source/drain layers were patterned by lift-off method, and the transistors had a fixed width of 100  $\mu\text{m}$ , whereas the channel length was changed between 10 and 50  $\mu\text{m}$ . The intrinsic TFT parameters are extracted by the transmission line method (TLM) using a series of TFTs with different channel lengths measured at a low source/drain voltage. Concerning the different source/drain materials, Cu led to the highest intrinsic mobility and the lowest effective contact resistance for all the tested electrodes. For high gate voltage, effective contact resistance started to saturate at a minimum value.

**Keywords:** oxide TFT, GIZO, source/drain electrode, contact resistance, intrinsic mobility

## Capacitance-Voltage Characteristics of Metal-Polymer-Silicon (MPS) Capacitor Device by Inkjet Printing of Ag Electrode

김형준, 서일, 윤태식, 김용상, 이현호<sup>†</sup>

명지대학교  
(hyunho@mju.ac.kr<sup>†</sup>)

We have fabricated thin film Metal-Polymer-Semiconductor (MPS) capacitors using silver(Ag) ink electrodes that are directly patterned by ink-jet printing. PVA (polyvinyl alcohol) and PVP (poly-4-vinylphenol) thin films for dielectric polymer layer were prepared by spin coating on p-Si substrate. Capacitance voltage (C-V) behaviors of the ink-jetted Ag/PVA/p-Si and ink-jetted Ag/PVP/p-Si MPS structures were investigated at high frequency of 1MHz and for a bias voltage ranging from -30V to + 10V. In addition, the C-V behaviors of the ink-jetted Ag/PVA/p-Si and ink-jetted Ag/PVP/p-Si were compared with Al/PVA/p-Si and Al/PVP/p-Si of evaporated Al electrode. For evaporated Al, PVP shows more efficient performance of capacitance, while, for ink-jetted Ag, PVA shows higher capacitance. Flat band voltage (VFB) of ink-jetted Ag/PVA/p-Si device could be decreased down to 0.9 V with an additional UV treatment. Cross-linking of PVA with the UV treatment could be confirmed by FT-IR. Therefore, it was found that deposition methods of electrodes and chemical states of dielectric polymers could determine electrical performances, respectively.

**Keywords:** Inkjet printing silver, flat band voltage shift, capacitance-voltage, Metal-Polymer-Silicon (MPS), Polyvinyl alcohol, UV light, cross-linking

## Photoluminescence study of SiO<sub>x</sub>coated GaN nanowires

김현우<sup>†</sup>, 김효성, 이종우, Mesfin Abayneh Kebede

인하대학교  
(hwkim@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

We have fabricated SiO<sub>x</sub>-coated GaN nanowires, by sputtering with Si target. The product has wire-like morphology, regardless of SiO<sub>x</sub>-coated and subsequent annealing. EDX elemental mapping results have coincided with what can be expected for the SiO<sub>x</sub>-coated GaN nanowires. HR TEM image and line profile spectrum reveal that the smooth coating layer of SiO<sub>x</sub> on GaN core nanowires.

From SAED pattern it is investigated that the core nanowires correspond to a hexagonal GaN structure, whereas the sheath layer is amorphous.

Gaussian fitting analysis on the photoluminescence spectra of GaN-core/SiO<sub>x</sub>-sheath nanowires have exhibited two emission bands peaked at 2.4 eV and 2.9 eV, respectively. We observed that the relative intensity of 2.9 eV-peak to 2.4 eV-peak was increased by the thermal annealing. This result will significantly contribute to the potential applications of SiO<sub>x</sub>-sheathed coaxial 1D nanostructures to a variety of nanodevices.

**Keywords:** GaN, nanowires, SiO<sub>x</sub>, Sputtering

### 스퍼터링 및 셀렌화 열처리에 의한 CuInSe<sub>2</sub> 박막 제조

문동권, 윤재호, 안세진, 박지혜, 이희덕\*, 윤경훈†

에너지기술연구원; \*충남대학교  
(y-kh@kier.re.kr†)

현재 CuInSe<sub>2</sub> (CIS)계 박막 태양전지를 구성하는 여러 단위 박막 중에 핵심박막이라 할 수 있는 CIS 광흡수층 제조방법으로는 동시증발법과 스퍼터링 방식이 대표적이다. 동시증발법의 three-stage 방식이 현재 최고효율을 내고 있지만 상용화를 위한 대면적화가 어렵고 복잡한 공정이기 때문에 이를 해결하기 위한 노력이 계속 되고 있다. 본 연구에서는 그 대안이 되고 있는 스퍼터링방식을 택하여 실험을 하였다.

Cu와 In의 공급원으로 Cu와 CuIn 타겟을 선정하였다. 최적의 스퍼터링 조건을 찾기 위해 각 타겟별로 스퍼터링 파워와 시간을 조절하였으며 Cu, CuIn 전구체의 박막 조성 및, 두께에 미치는 영향을 살펴보았다. 위 실험 바탕으로 Cu와 CuIn의 동시스퍼터링을 통해 CuIn 전구체를 얻었으며 그 후 셀렌화 열처리를 통해 CIS 박막을 제조하였다. 전구체 Cu/In 원자비는 Cu 타겟의 스퍼터링 파워로 조절하여 하였다. 본 연구를 통해 이차상(Cu<sub>x</sub>Se, In<sub>x</sub>Se)이 없는 단일상의 CIS 박막을 제조 하였으며 XEM, XRD, EDS, AES 등으로 박막을 분석하였다.

**Keywords:** solar cell, CIGS, Sputtering, Selenization

### Encapsulant에 따른 WL-CSP 신뢰성 연구

문선희†, 박승욱, 김진수, 홍주표, 백종환, 권영도, 임순규, 심현섭

삼성전기주식회사  
(sh4741.moon@samsung.com†)

WL-CSP (Wafer Level-Chip Scale Package)는 소형화, 경량화, 고성능화 등의 특징을 갖는 핵심 패키지 기술 중 하나로, 웨이퍼 레벨 공정으로 저가 패키지 기술이 가능하고 제조 공정이 비교적 쉽다는 장점을 가지고 있다. 그러나, WL-CSP 기술은 응력 흡수 층의 부재로 인한 솔더 접합부에서의 스트레스로 인해 신뢰성 확보가 어렵다는 취약점이 있다. 이를 해결하기 위해 Encapsulation 공정 진행으로 더블볼을 구현하여, 웨이퍼와 보드 간의 스탠드 오프 확보를 통해 신뢰성을 향상시키는 연구가 이루어지고 있다.

본 연구에서는 신뢰성 확보를 위해 Encapsulation 공정 진행 여부에 따른 패키지의 응력 및 Encapsulant 종류에 따른 응력 변화를 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 또한, 이 시뮬레이션 결과를 바탕으로 Encapsulant 종류를 선별하고 6인치 웨이퍼를 이용하여 Encapsulation 공정을 진행한 후 영향을 검토하였다. 그 결과, Encapsulation 공정 진행 시 신뢰성이 향상되는 것을 확인할 수 있었고 Encapsulant의 열팽창계수(CTE) 및 모듈러스(Modulus) 등의 물성에 의한 Warpage 변화를 관찰할 수 있었으며, 높은 신뢰성 확보가 가능한 Encapsulant 종류를 검토할 수 있었다.

**Keywords:** WL-CSP, Encapsulant, 신뢰성

## PIB(Particle-in-Binder)법을 이용한 X-선 변환체 제작 및 검출 특성 비교 분석

박근우, 윤민석, 오경민, 김영빈\*, 김윤석, 남상희†

인제대학교 의용공학과; \*인제대학교 의료영상과학  
(nsh@bme.inje.ac.kr†)

디지털화의 가속화와 더불어 의료 방사선 분야에서도 이와 같은 추세는 지속적으로 빠르게 진행되고 있으며, 이와 관련하여 방사선 검출기에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 이번 연구에서는 PbO(Lead Oxide) 기반의 평판형 디지털 방사선 검출기 구현에 관한 연구를 수행하였다. 기반의 디지털 방사선 검출기 보다 높은 신호 및 동작 특성을 가지는 방사선 검출기 개발에 있어 PbO 물질층 제작을 구현하는 것이다. 기존의 PVD(Physical Vapor Deposition) 방법의 두꺼운 대면적 X-선 변환체 제조가 어려운 문제점을 해결하고자 여러 가지 방법을 연구하고 있다. 그 중에 이번 연구에는 PIB(Particle-in-Binder) 방법 중 Screen Printing법과 침전법 중 직접침전법을 이용하여 PbO를 사용하여 제조한 X-선 변환체의 X선 검출특성을 비교 분석하였다. 이러한 전기적 특성을 비교하고 분석하기 위해 의료진단영역의 에너지에 대한 암전류(Dark Current)와 X선의 민감도(Sensitivity)를 측정하고 신호 대 잡음비(SNR)를 계산하였다. Screen Printing법과 직접침전법으로 연구한 결과 균일성(Uniformity)은 Screen Printing법이 조금 높았지만 두 방법의 신호(Signal) 결과, 직접침전법의 신호(Signal)는  $5.1\text{pc/mR}\cdot\text{mm}^2$ 로 Screen Printing법의 신호(Signal)는  $4.3\text{pc/mR}\cdot\text{mm}^2$ 로 보다 더 좋은 결과를 얻었다. 직접침전법으로 X-선 변환체 제조를 하면서 균일성(Uniformity)을 높이는 연구 즉, 침전법 중 직접침전법 보다 균일침전법을 이용하여서 균일성(Uniformity)을 높이기 위해 연구해 볼 필요가 있다.

**Keywords:** X-ray, PIB (Particle-in-Binder), 침전법, PbO (Lead Oxide), Binder, Screen Printing

## Polymer stamp를 이용한 3D구조의 RT-NIL 공정 개발

박정갑, 김남정, 이창형, 이광근, 장주희, 최우성, 정근희, 서수정†

성균관대학교 신소재공학과  
(suhsj@skku.edu†)

Nano-Imprint Lithography(NIL) 공정기술은 차세대 패터닝 기술로써 기존의 photo lithography 한계를 극복하면서 저비용으로 다양한 나노구조물 및 소자제작이 가능하여 주목받고 있는 차세대 기술 중의 하나이다. 이에 종류로는 열을 이용하는 Thermal NIL과 ultraviolet(UV)를 이용하여 패턴을 성형하는 UV-NIL공정이 있다. 기존의 임프린트 방법 중 Thermal NIL공정은 높은 열을 가하는 고온 공정이므로 고분자 층으로부터 stamp를 깨끗하게 떼어내는 문제와 또한 가열과 식힘 과정이 반복되면서 고분자층의 왜곡현상이 일어나는 문제점을 가지고 있다. 그리하여 상온에서 임프린트 공정을 수행하여 고온공정에서 생기는 문제점들을 극복 하는 상온 임프린트(RT-NIL)공정이 개발되었다. 이는 보통 고분자의 유리전이온도 보다 높은 온도에서 행해지는 전통적인 고온 공정에서는 먼저 형성된 패턴이 다음에 임프린트 할 때의 온도에 의해 파괴될 수 있기 때문에 같은 기관 위에 연속적인 공정이 이루어 질 수 없었다. 이와는 대조적으로 상온 공정에서는 원하는 패턴을 연속적으로 임프린트 공정을 진행할 수 있는 장점이 있다.

이 연구에서는 Si wet etching공정으로 3D구조의 패턴을 형성하여 Polymer stamp를 제작하였다. 그리고 임프린트 레진으로는 HSQ(Hydrogen Silsequioxane)를 사용하여 3D구조를 갖는 패턴을 형성하였다. 시편의 준비는  $20\text{mm}\times 20\text{mm}$  사이즈의 Si 기관을 사용하였다. Si 기관과 resin과의 접착성을 향상시키기 위해 계면활성제, 그리고 HSQ(Hydrogen Silsequioxane)를 증착하였다. RT-NIL stamp는 Polymer stamp의 형태로 제작되었고, 이형성을 향상시키기 위하여 Self-Assembled Monolayer(SAM)를 처리를 시도한 결과 약  $100^\circ$ 의 water contact angle값을 가졌다. RT-NIL공정은 Press Pressure, Press Time등을 변화 시키면서 실험이 진행되었다.

형성된 3D패턴의 형상은 SEM(Scanning Electron Microscope)을 이용하여 분석되었고, FIB(Focused Ion Beam)를 이용하여 잔류층을 분석하였으며, 또한 반복 공정을 통하여 재현성을 확인하였다. 이 연구에서는 Press Time : 5sec, Press Pressure : 2MPa의 최적 공정조건을 확보하였다.

**Keywords:** RT-NIL, HSQ(Hydrogen Silsequioxane), Self-Assembled Monolayer(SAM)



## Effect of seed layer annealing temperature and Growth of ZnO nanorod by hydrothermal method

배영숙, 김영이, 김동찬, 안철현, 조형균<sup>†</sup>

성균관대학교  
(chohk@skku.edu<sup>†</sup>)

One-dimensional (1D) ZnO nanostructures have attracted considerable attention owing to quantum confinement effect and high crystalline quality, their semiconducting and piezoelectric properties. Recently, a number of growth techniques such as, epitaxial electro-deposition, catalyst-assisted vapor-liquid-solid, thermal evaporation, Spray pyrolysis, hydrothermal method. Among these techniques, the hydrothermal technique has the advantages such as high deposition rate, easy control of dopant concentration, and low temperature synthesis.

In this work, we studied the effect of the annealing temperature of homo seed layers on the formation of ZnO nanorods grown by hydrothermal method. The growth process consists of two steps. Firstly, the ZnO seed layers were prepared by sol-gel based spin coating process and then heat treatment of seed layers was conducted at various temperatures of 400-700°C in air ambient for 1 hour. Secondly, the ZnO nanorods were grown on these seed layers by hydrothermal method. The effect of annealing temperature of seed layer on the length and orientation of the nanorods was investigated scanning electron microscopy investigation. Transmission electron microscopy and X-ray diffraction measurement were performed to understand the effect of annealing temperatures of seed layers on the formation of nanorods. Moreover, the optical properties of the seed layers and the nanorods were studied by room temperature photoluminescence.

**Keywords:** hydrothermal, ZnO, nanorods, seed layer

## Synthesis of IGO thin film by using solution deposition method in low temperature

배은진, 한승열\*, 류시욱<sup>†</sup>, Chih-Hung Chang\*

영남대학교; \*오레곤 주립 대학교  
(soryu@ynu.ac.kr<sup>†</sup>)

Indium gallium oxide thin films with different annealing temperature and indium ratio were prepared on si(1000 Å) wafer by the solution deposition method. As annealing temperature increases, the mobility of TFTs increases before annealing temperature at 500 °C. The mobility of TFTs was changed by indium ratio. The maximum value of mobility, ~19.5 cm<sup>2</sup>/v·s, was obtained by annealing at 500 °C. The mobility of low temperature, ~0.34 cm<sup>2</sup>/v·s, was obtained by annealing at 300 °C. The On-to-off current ratios were >10<sup>6</sup>. The average of transmittances with different indium ratio was 98 %. The optical band gap of the films was varied with increasing gallium content from 3.83 eV to 4.70 eV.

**Keywords:** IGO thin film, solution deposition method, low temperature

### RF power와 박막 증착 온도 변화에 따른 AZO 박막의 특성 (Properties of AZO thin films deposited with different RF powers and deposition temperatures)

신병기, 김성연, 이민정, 이태일, 명재민†

연세대학교 신소재공학부  
(jmyoung@yonsei.ac.kr†)

TCO(transparent conductive oxide)는 얇고 편평한 디스플레이와 태양전지의 전극으로 주로 사용되며 디지털 기기의 사용 급증과 끊임없이 진보해가는 디스플레이 산업에 발맞추어 연구와 개발이 계속되어 가고 있다.

Wide band gap 물질인 ZnO는 Al, Ga, B 등의 원소를 doping함으로써 carrier concentration 및 hall mobility를 높여주고 환경에 안정적인 외인성 ZnO를 만드는 것으로 기존에 TCO물질로 이용되던ITO에 비해 경제적으로 제작할 수 있다는 장점이 있다. 그 중 AZO는 저온 공정에서 제작이 가능하며, H<sub>2</sub>분위기에서 안정하고, Al<sup>3+</sup> 이온이 Zn<sup>2+</sup> 이온을 치환함으로써 전기적 특성을 향상시킨다.

본 연구에서는 RF Sputtering 방법으로 Al이 3 % doping된 AZO single target을 사용하여 RF power와 증착 온도를 변수로 두어 유리 기판 위에 AZO 박막을 증착하였다. RF power 의한 박막 내 Al 함량의 변화와 증착 온도에 의한 박막의 결정성의 변화에 따른 박막의 특성을 비교 평가 하였다. 또한 후처리 공정을 통해 박막의 전도성을 향상시키고자 하였으며, 이는 공정 분위기 및 온도를 변수로 하여 박막의 특성변화를 관찰하였다.

AZO 박막의 표면과 두께는 SEM(scanning electron microscope)과 surface profiler를 이용한 분석을 통해 확인하였고 XRD (x-ray diffractometer)를 이용하여 결정학적 특성을 관찰하였으며, Van der Pauw 방법을 이용한 hall 측정을 통해 resistivity, carrier concentration, hall mobility를 분석하였다. 또한 UV-vis를 이용하여 박막의 투과율을 분석하였으며 이를 토대로 투명 전극으로써 활용가능성을 확인하였다.

**Keywords:** transparent conductive oxides (TCO), AZO, RF sputtering, H2 annealing treatment

### ZnO:Al-SWNT 복합체의 일산화질소 가스 감지 특성

안은성, 정훈철, 웬래홍, 박성용, 오동훈, 김효진†, 김도진

충남대학교 신소재공학과 재료공학  
(hyojkim@cnu.ac.kr†)

Arc-discharge법으로 제작한 SWNT 위에 2개 이상 물질을 동시에 증착 시킬수 있는 RF- Magnetic sputtering system을 이용하여 ZnO:Al film을 코팅하여 NO gas의 감도에 대해 연구하였다. Composite 형태를 확인하기 위해 FE-SEM을 측정하였고 구조적특성은 x-ray, 감도 측정에는 I-V measurement를 사용하였다.Porous 구조의 SWNT는 P-type으로 가스 반응시 저항값이 감소하는 반면 ZnO:Al Film은 N-type으로 저항이 증가한다. 그리고 SWNT를 template로 사용하여 ZnO:Al을 코팅하게 되면 N-type의 특성만 나타나게 되는 것을 확인하였다. ZnO:Al- SWNT composites 구조는 반응 표면적을 증가시켜 film형태일때 보다 200도에서 NO gas에 대한 감도가 향상되며 반응 속도도 증가되는 것을 확인할 수 있다. 또한 SWNT의 낮은 기본 저항으로 composite 형태가 되면 film일 때 보다 낮은 저항값을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

**Keywords:** NO, ZnO:Al, gas sensor, CNT

## ZnO/MgZnO core/shell 나노구조에서의 향상된 ZnO band edge emission

안철현, 배영숙, 우창호, 최미경, 공보현, 조형균<sup>†</sup>

성균관대학교  
(chohk@skku.edu<sup>†</sup>)

본 연구는 optoelectronic device에 응용이 기대되는 ZnO의 나노구조의 발광 효율을 높이기 위해 Mg의 alloy를 통한 core-shell 구조를 합성하여 분석하였다. ZnO와 MgZnO의 나노 막대는 Si 기판 위에 thermal evaporation을 이용하여 다양한 온도에서 합성을 하였고, 나노막대의 Mg의 함량과 구조는 TEM과 EDX의 분석을 통해 분석하였다. 또한, Photoluminescence 측정을 통해 ZnO 나노 막대보다 ZnO/MgZnO core-shell 나노막대에서 ZnO의 band edge emission을 향상된 것을 확인하였다.

**Keywords:** ZnO/MgZnO core-shell structure, Nanowires, Catalyst free

## Single wall carbon nanotube gas sensor for NO<sub>x</sub>

오동훈, 김도진<sup>†</sup>

충남대학교 재료공학과  
(dojin@cnu.ac.kr<sup>†</sup>)

Nitrogen oxide NO<sub>x</sub>, a mixture of NO and NO<sub>2</sub>, is one of the typical air pollutants causing environmental problems. In this study, single wall carbon nanotubes (SWNTs) as a gas sensor to detect NO<sub>x</sub> is reported. SWNTs film was synthesized using the in-situ arc discharge method. The arc-discharge grown SWNTs showed porous structure and poor adhesion on the substrate. The ethanol treatment process, however, makes the porous SWNTs agglomerate together to form a film with good adhesion to the substrate. Scanning electron microscope was used to confirm the morphology of the SWNTs. The resistance of the SWNTs film can be controlled by the SWNT density. The gas sensing property of the SWNTs film was measured at room temperature. For the measurement of intrinsic response of SWNTs to the gases, pre-heating in vacuum was carried out to remove moisture out of the SWNT surface. Moisture is an important ingredient that affects the resistance of the SWNT films. Sensing properties for 60 ppm NO<sub>x</sub> were measured for various film thicknesses or resistances. The maximum sensitivity of SWNTs was about 95%. It was found that the sensitivity of SWNTs depends on its initial resistance. The film of higher resistance showed higher sensitivity possibly due to the larger surface/volume ratio.

**Keywords:** CNT, NO<sub>x</sub>, porous, sensitivity

## Hydrothermal Synthesis and Characterization of Cadmium Telluride Nanowires

용석민, P. Muralidharan, 김도경<sup>†</sup>

KAIST 신소재공학과  
(dkkim@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

Cadmium Telluride (CdTe) nanocrystals are significant II-VI group semiconductor that have been widely studied because of their unique size-dependent optical properties. Recently, one-dimensional (1-D) inorganic nanostructures have become attractive due to their unique physical and chemical properties. As a result, several techniques to synthesize CdTe nanowires have been developed. One among them is a hydrothermal process, which offers significant advantages, such as chemical homogeneity, low temperature synthesis and reproducibility. In this work, CdTe nanowires were synthesized via a hydrothermal method. The effects of reducing agent, surfactant, reaction time, temperature variation and mechanism were investigated. The products were characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), high-resolution transmission electron microscopy (HR-TEM), ultraviolet-visible (UV-vis) absorption and photoluminescence (PL). The XRD pattern shows that the CdTe nanowires are in pure zinc blende phase. TEM images show that the average diameter and length of the nanowires are about 30 nm and 2 $\mu$ m, respectively. The characteristics of the CdTe nanowires will be presented and discussed in detail.

**Keywords:** CdTe, nanowire, hydrothermal

## Effects of thickness of IGZO channel layer on device performance in oxide TFTs

우창호, 공보현, 김동찬, 김영이, 안철현, 한원석, 배영숙, 최미경, 조형균<sup>†</sup>

성균관대학교 신소재공학부  
(hrtemchohk@nate.com<sup>†</sup>)

Thin-film-transistors (TFTs) that can be prepared at low temperatures have attracted much attention because of the great potential for transparent and flexible electronics. One of the mainstreams in this field is the use of organic semiconductors such as pentacene. But device performance of the organic TFTs is still limited due to low field-effect mobility and rapid degradation after exposing to air. Alternative approach is the use of amorphous oxide semiconductors as a channel. Amorphous oxide semiconductors (AOSs) based TFTs showed the fast technological development, because AOS films can be fabricated at room temperature and exhibit the possibility in application like flexible display, electronic paper, and large solar cells. Among the various AOSs, a-IGZO has lots of advantages because it has high channel mobility, uniform surface roughness and good transparency. [1] The high mobility is attributed to the overlap of spherical s-orbital of the heavy post-transition metal cations. This study demonstrated the effect of the variation in channel thickness from 30nm to 200nm on the TFT device performance. When the thickness was increased, turn-on voltage and subthreshold swing was decreased. The a-IGZO channels and source/drain metals were deposited with shadow mask. The a-IGZO channel layer was deposited on SiO<sub>2</sub>/p-Si substrates by RF magnetron sputtering, where RF power is 150W. And working pressure is 3M Torr, at O<sub>2</sub>/Ar (2/28 sccm) atmosphere. The electrodes were formed with electron-beam evaporated Ti (30 nm) and Au (70 nm) bilayer. Finally, Al (150nm) as a gate metal was thermal-evaporated. TFT devices were heat-treated in a furnace at 250 °C and nitrogen atmosphere for 1hour. The electrical properties of the TFTs were measured using a probe-station.

The TFT with channel thickness of 150nm exhibits a good subthreshold swing (SS) of 0.72 V/decade and on-off ratio of 1 $\times$ 10<sup>8</sup>. The field effect mobility and threshold voltage were evaluated as 7.2 and 8 V, respectively.

**Keywords:** IGZO, TFTs, Al:ZnO

## Fabrication and efficiency for n-CdS/p- CuGaSe<sub>2</sub> heterojunction solar cell

유상하, 홍광준<sup>†</sup>

조선대학교 자연과학대학 물리학과  
(kjhong@chosun.ac.kr<sup>†</sup>)

CuGaSe<sub>2</sub> (CGS) layers were grown by the hot wall epitaxy method. The optimum temperatures of the substrate and source for growth turned out to be 450 and 610 °C, respectively. Based on the absorption measurement, the band-gap variation of CGS was well interpreted by the Varshni's equation. By analyzing these emissions, a band diagram of the observed optical transitions was obtained. From the solar cell measurement, an 11.17 % efficiency on the n-CdS/p-CGS junction was achieved.

**Keywords:** CuGaSe<sub>2</sub> (CGS) layers, efficiency on the n-CdS/p-CGS junction, solar cell

## 선형 질소 이온 주입 농도에 따른 사파이어 기판 상 MOCVD를 이용한 GaN 수평 성장

이광택, 김범준, 진정근\*, 이재상\*\*, 변동진<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학과; \*한국 광기술원 LED 소자팀;  
\*\*한국원자력연구원 양성자기반공학기술개발사업단  
(dbyun@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

선형으로 질소 이온 주입된 (0001) 사파이어 기판 상 MOCVD를 이용하여 수평 성장된 GaN을 얻었다. (0001) 사파이어 기판 상 67.5KeV의 에너지를 가진 질소 이온이 각각  $2 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ ,  $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$  그리고  $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ 만큼 주입되었으며, 질소 이온은 반복된 선형의 패턴을 가지는 마스크를 통하여 주입되었다. 이온 주입을 통하여 기판 상 12 $\mu\text{m}$  간격의 4 $\mu\text{m}$  두께를 가지는 질소 이온 주입된 영역이 생성되었으며, 이온 주입된 선형의 패턴은 (0001) 사파이어 기판의 플랫폼에 수직인 방향으로 생성되었다. 준비된 기판 상 MOCVD를 이용하여 GaN의 성장이 이루어졌으며, 이온 주입된 영역은 이온 주입 농도가 증가함에 따라 이 영역 위의 GaN 수직 성장을 방해하고, 이온 주입되지 않은 영역으로부터의 수평성장이 일어나게 하는 역할을 하였다. 수평 성장을 통하여 얻은 GaN을 광학적, 구조적으로 분석하였으며, 수평 성장을 도입하여 성장된 GaN은 기존의 수직방향으로 성장된 GaN보다 우수한 결정성을 가지는 것을 알 수 있었다. 또한 질소 이온 주입량을 조절하여 수평성장을 유도 할 수 있음을 관찰하였다.

**Keywords:** 질소, 이온주입, GaN, MOCVD

## Point defect for CuInSe<sub>2</sub> layers by photoluminescence measurement

이상열, 홍광준<sup>†</sup>

조선대학교 자연과학대학 물리학과  
(kjhong@chosun.ac.kr<sup>†</sup>)

High quality CuInSe<sub>2</sub> (CIS) were grown on GaAs substrate by using the hot wall epitaxy method. The CIS layers were epitaxially grown along the <112> direction and the initial mole fraction was kept up during the layer growth. Based on the absorption measurement, the band-gap variation of CIS was well interpreted by the Varshni's equation. But, the energy difference, 180 meV, of the band gap between liquid helium and room temperatures was a very large value unlike that of the reported CIS. The behavior of point defects in the CIS layer investigated by using photoluminescence (PL) at 10 K. Point defects originating from VCu, VSe, Cu<sub>int</sub>, and Se<sub>int</sub> were classified as donor or acceptor types. These PL results also led us to confirm that the p-type CIS layer had obviously converted into n-type after the Cu atmosphere treatment. Finally, we found that the In in the CIS layer did not form the native defects, because In existed in the form of stable bonds in the CIS layer.

**Keywords:** CuInSe<sub>2</sub> (CIS), absorption, photoluminescence (PL)

## PIB(Particle In Binder) 방법의 바인더 종류에 따른 HgI<sub>2</sub>(Mercuric Iodide)기반의 X선 광도전체 필름 제작 및 정량적 특성 평가

이영규, 오경민, 정속희\*, 윤민석, 김민우\*, 남상희<sup>†</sup>

인제대학교 의용공학과; \*인제대학교 의료영상과학대학원  
(nsh@bme.inje.ac.kr<sup>†</sup>)

HgI<sub>2</sub>의 경우 타 광도전체 물질(a-Se, a-Si, Ge, etc)등에 비해 X선 민감도가 우수하며, 낮은 인가전압에서 구동이 용이한 특성을 가지고 있다. 이러한 특징을 바탕으로 본 연구에서는 바인더 종류에 따른 HgI<sub>2</sub> (Mercury Iodide) 기반의 평판형 디지털 방사선 광도전체 필름 구현에 관한 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 기존의 PVD(Physical Vapor Deposition)방법의 두꺼운 대면적 필름제조가 어려운 문제점을 해결하기 위해 PIB(particle- in- binder) 방법을 사용하였다.

바인더의 종류로는 PVB (Polyvinylbutyral)와 DGME (Diethylene Glycol Monobutyl Ether)와 계면활성제 역할을 하는 DGMEA (Diethylene Glycol Monobutyl Ether Acetate)로 제작하는 DG계, 우수한 내열성, 내화학성, 낮은 열팽창률과 뛰어난 전기적 특성을 나타내는 폴리이미드계, 우수한 밀착력과 화학적 안정성, 전기적 특성이 우수하고 넓은 온도범위에 사용해도 안정적인 실리콘계 바인더를 사용하여 Screen Printing법을 이용하여 각각의 바인더에 따른 두께 200 $\mu$ m의 다결정 HgI<sub>2</sub> 필름을 제작하였다.

제작된 필름의 전기적 특성을 dark current, X-선 sensitivity와 SNR(Signal to -Noise Rate) 등을 측정하여 정량적으로 평가 하였다. 그 결과 DG계 바인더를 사용하여 제작한 HgI<sub>2</sub> 필름의 전기적특성이 가장 좋게 측정되었다. 이러한 결과로 볼 때 DG계 바인더를 사용하여 제작한 HgI<sub>2</sub> 기반의 디지털 방사선 광도전체 필름은 기존의 a-Se(Amorphous selenium; a-se)를 이용한 디지털 방사선 광도전체 필름의 대체 적용에 대해 충분한 가능성을 보였다.

**Keywords:** HgI<sub>2</sub>, 평판형 광도전체 필름, PIB법, X선, Screen Printing법

## 화학증기수송을 이용한 몰리브덴 산화물 박막증착

이영중, 박창원, 김대전\*, 김영도†

한양대학교 신소재공학과; \*한양대학교  
(ydkim1@hanyang.ac.kr†)

전기변색특성은 전압변화에 따라 색상의 변화가 일어나는 특성을 말하는데 몰리브덴 산화물 박막은 전기변색과 같은 우수한 광학적 특성으로 인하여 전기변색소자에 각광받고 있는 재료이다. 이러한 몰리브덴 산화물 박막을 제조하는 방법에는 화학증기증착(chemical vapor deposition (CVD)), 증발법(evaporation), 졸-겔 코팅법(sol-gel coating), 스퍼터링(RF magnetron sputtering), 펄스레이저증착법(pulsed laser deposition (PLD)) 등이 주로 사용되어왔다. 이에 본 연구에서는 몰리브덴 산화물 분말( $\text{MoO}_3$ )의 수소환원시에 발생하는 화학증기수송(Chemical vapor transport)을 이용하여 다양한 기판위에 몰리브덴 산화물 박막을 증착하고 이를 산화 열처리하여  $\text{MoO}_3$  상으로 변환하는 박막공정의 연구와 증착된 박막층의 광학특성에 관해 연구하고자 하였다. 본 연구에서 사용된 화학증기수송에 의한 박막 증착은 기존의 공정에 비해 매우 저렴하며, 반응중에 유해하지 않은 부산물로 인해 환경친화적이며 또한 대형화가 가능한 공정으로 많은 응용이 기대된다.

**Keywords:** Molybdenum oxide, Hydrogen reduction, Chemical vapor transport, Optical property, Electrochromic property

## 전자빔 처리를 통한 저온공정으로 제작된 Ultra Thin $\text{SiO}_2$ 유전박막의 특성향상에 관한 연구

이재영, 정철우\*, 김대일\*†

인포비온; \*울산대학교 첨단소재공학부  
(dkim84@mail.ulsan.ac.kr†)

본 연구에서는 전자빔 처리를 이용하여 우수한 절연특성을 가진  $\text{SiO}_2$  박막을 저온에서 성장시키고자 하였다. 이러한 전자빔 처리법은 박막의 표면가열효과를 가지며, 낮은 공정압력조건에서 Sputtering 공정이 진행될 수 있도록 함으로써 우수한 박막특성을 가진 Ultrathin  $\text{SiO}_2$  박막을 제작할 수 있다. 분석으로는 크게 두 가지로 분류하였다. 첫째로, 산화 박막의 다양한 성질을 분석하기 위해서 Ellipsometer, XPS, AFM를 사용하였다. 산화박막의 굴절률과 두께를 Ellipsometer로 측정함으로써 증착된 박막의 밀도를 계산하였다. 또한,  $\text{SiO}_2$  박막의 Si-O 결합 상태를 확인하고자 XPS 분석을 통해 binding energy를 측정하였다. 뿐만 아니라 Ultra thin  $\text{SiO}_2$  박막의 surface morphology에 대한 영향을 알아보기 위해 AFM 측정을 통해 RMS 값을 비교하였다. 분석법의 큰 부류 중 두 번째로는 산화 박막을 MOS type의 소자로 제작하여 소자 특성을 측정하는 분석법이다.  $\text{SiO}_2$  박막을 MOS 구조로 제작하여 Gate voltage에 대한 Gate leakage current 측정을 하였으며, 산화 박막이 가진 capacitance를 측정하여 Ultrathin  $\text{SiO}_2$  박막의 MOS capacitor로서의 활용가치를 검토하였다. 또한, TEM 분석을 통해 두께와 확산 및 계면결함여부 등의 최종적인 확인을 하였다.

**Keywords:**  $\text{SiO}_2$ , Electron beam, Sputtering

## ALD법으로 성장시킨 ZnO 박막의 RTA 처리에 따른 전기적 특성변화

장삼석, 김범준, 박지훈, 김영석, 변동진<sup>†</sup>고려대학교 신소재공학부  
(dbyun@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

ZnO 는 상온에서 약 3.3 eV 정도의 넓은 띠틈 (band gap) 에너지를 갖는 n형 반도체로 Zn 원자와 O 원자 간의 비화학양론적 (nonstoichiometric) 결합으로 인해 전기 전도성을 나타내며 가시광 영역에서 80 % 이상의 광 투과도를 가지고 있다. ZnO 의 우수한 전기적, 광학적 특성은 포토다이오드 (photo diode), 태양전지 (solar cell), 디스플레이 소자의 전극, 표면 탄성 과 소자 및 가스센서 (gas sensor) 등 산업에 광범위하게 응용되고 있다.

본 연구에서는 ALD(Atomic Layer Deposition)법을 이용하여 ZnO 박막을 온도별로 증착하여, 증착된 ZnO 박막을 RTA(Rapid Thermal Annealing)에서 후열처리 한 후 전기적 특성의 변화를 관찰하였다. ZnO 박막은 Hall측정을 통하여 전기적 특성의 변화를 관찰하였으며, XRD(X-Ray Diffractometry) 측정을 통해 결정구조 및 방향성을 확인 하였다.

**Keywords:** ZnO, RTA, ALD

## P3HT 전도성 고분자와 나노와이어를 이용한 유/무기 복합체 TFT 소자의 특성 향상

전주희, 문경주, 최지혁, 이태일, 명재민<sup>†</sup>연세대학교 신소재공학부  
(jmyoung@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

본 연구에서는 나노와이어와 P3HT 폴리머 복합체를 이용한 thin-film-transistor(TFT) 소자가 가지는 특성을 분석하였다. 폴리머 매질내에 분산 소재인 나노와이어의 첨가를 통해 복합체 합성 및 소자 적용 가능성에 대해 평가 하였다. 소자 분석으로는 유/무기 복합체로 합성된 소자의  $I_{on}/I_{off}$  ratio, 이동도, subthreshold swing 그리고 trapped density와 같은 전기적 특성을 측정하여 P3HT가 가지는 자체 특성과 비교 분석하였다. P3HT 기본 특성을 평가하기 위해 용매의 종류와 농도, 열처리 시간 및 온도 따른 특성을 관찰하였다. 또한 유/무기 복합체 내의 나노와이어 밀도를 조절하여 밀도에 따른 소자의 특성을 관찰 하였으며, 복합체의 합성 방법에 따른 특성을 평가하였다. Scanning electron microscope (SEM) 을 통해 합성된 나노선의 형태를 평가하였으며, X-ray diffraction (XRD) 및 transmission electron microscopy (TEM)을 통해 결정성을 평가하였다. 제작된 소자의 경우HP-4145B 를 이용하여 I-V를 측정하였으며, 소자 특성을 비교 분석하였다.

**Keywords:** nanowires, composite, P3HT, TFT, conducting polymer.



## Sol-Gel 법을 이용한 IGZO 박막 트랜지스터 제조 및 특성 평가

전하석, 이후정<sup>†</sup>성균관대학교 신소재공학과  
(hlee@skku.edu<sup>†</sup>)

InGaZnO(IGZO)는 캐리어 이동도가 높고 고온 열처리에 도 비정질을 유지함으로써 대형화에 유리하여 최근 채널 물질로 각광받고 있는 물질이다. 본 실험에서는 Sol-Gel법을 이용하여 IGZO 박막을 형성시킨 후 전기적 특성을 살펴보았다. Sol-Gel법은 기존의 채널 증착 방식인 Sputter 방법보다 대형화에 유리하며 저온공정과 저가공정이라는 장점이 있어 많이 사용되고 있다. 실험 용액은 농도를 0.5M로 유지하였으며 In의 조성비를 변화시켜 제조한 후 실험을 진행하였다. 시편은 In 조성을 변화시켜 만든 IGZO 용액을 각각 코팅한 후 hot plate로 400 °C 1시간 동안 열처리 하였다. 평가 결과 In의 조성비가 증가할수록 캐리어 이동도가 높아지며 문턱전압이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

**Keywords:** Sol-gel, IGZO, TFT

## RF 스퍼터링을 이용한 ZnO:Sb 박막의 열처리의 따른 결정성과 미세구조

정민호, 진용식, 채길병\*, 장혜빈\*, 최대규<sup>†</sup>전북대학교 정보전자재료공학과; \*전북대학교 수소연료전지공학과  
(dkchoi@chonbuk.ac.kr<sup>†</sup>)

현재 단파장 LED나 LD등 광소자 연구에 있어서 GaN와 구조적, 광학적 특성이 비슷하고, 경제적 측면에서 우수한 ZnO 기반의 광소자 연구가 활발히 이루어지고 있다. ZnO박막의 경우 성장 시 native defects로 인하여 n-type특성을 나타내게 된다. 때문에 n-type ZnO박막은 3족 원소 도핑을 통하여 쉽게 구현할 수 있으나, p-type ZnO 박막의 경우 native defects의 보상효과로 인하여 그 구현이 어렵다. 좀 더 고효율의 ZnO기반 광소자를 위해서 P-type ZnO박막의 구현은 핵심 연구 과제로, 현재까지는 주로 5족 원소(N, P, As..등)를 도핑 함으로써 p-type ZnO박막을 구현 했다는 연구 보고가 이어지고 있다. 본 연구에서는 5족 원소인 Sb를 도핑한후 열처리를 함으로써 그의 따른 ZnO 박막의 물리적 특성과 미세구조의 변화를 관찰하였다. 실험은 ZnO powder(99.9%)와 Sb2O3 powder(99.9%)를 소결하여 ZnO:Sb(3wt%) Target을 직접 제작하였고, RF-Sputtering 을 이용하여 p-si(111)기판에 증착한 후 열처리(RTA)를 수행하였다. 이에 따른 결정성과 미세구조는 HR-XRD와 FE-SEM으로 관찰하였다. 그 결과 낮은 성장 온도에서 보다 높은 온도에서 그 결정성이 좋았고, 열처리를 수행 후 열처리를 하기 전보다 grain size가 성장하고 결정성이 더 좋아졌음을 알 수 있었다. 이로써 p-type ZnO 구현을 위해 결함을 줄이고 고품질 ZnO박막을 얻기 위해서는 열처리가 반드시 수행되어야 함을 확인할 수 있었다.

**Keywords:** sputtering, ZnO, Sb doped ZnO, annealing

### Crystalline Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films growth by using RF magnetron sputtering at room temperature

정상용, 이진복, 전준우, 이상민, 나현석\*, 성태연†

고려대학교 신소재공학부; \*대전대학교 신소재공학부  
(tyseong@korea.ac.kr†)

In this presentation, we produced relatively good crystalline quality  $\alpha$ -Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0001) thin films on  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0001) substrate by using RF magnetron sputtering at room temperature and simple Rapid Thermal Annealing (RTA) treatment. First, oxygen-rich Chromium Oxide thin films were deposited with various gas flow ratios of argon and oxygen. Subsequently, RTA treatment was carried out on as-deposited films and then changed to stoichiometric  $\alpha$ -Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0001) films with significantly improved crystallinity. We found the optimum gas flow ratio of argon and oxygen for RF magnetron sputtering and the best gas atmosphere for RTA treatment. To investigate the crystallinity, chemical properties and the surface morphology of Chromium Oxide thin films, X-ray Diffraction (XRD)  $\theta$ -2 $\theta$  scans, rocking curve analysis and  $\Phi$ -scans, X-ray Photoelectron Spectroscopy(XPS), Scanning Electron Microscope(SEM), and Atomic Force Microscope(AFM) were performed.

**Keywords:** Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, thin films, sputtering

### 기판온도가 동시진공 증발법으로 제조된 Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> 박막 태양전지 특성에 미치는 영향

정성훈, 안세진, 윤재호, 팍지혜, 김동환\*, 윤경훈†

한국에너지기술연구원; \*고려대학교  
(y-kh@kier.re.kr†)

CuInSe<sub>2</sub>계 태양전지는 직접 천이형 반도체로서 밴드갭 에너지가 단결정 Si와 거의 같은 1.04이고, 광흡수 계수도 10<sup>5</sup> cm<sup>-1</sup>로 현재까지 알려진 태양전지 재료 중에서 가장 크다. 그러나 Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub> 박막 소재는 상대적으로 매장량이 적은 In, Ga를 사용하고 있는 약점이 있으며 특히 In의 경우는 LCD Display에 사용되는 ITO 필름으로 인해 가격이 상승하고 있다. 따라서, 고가의 In, Ga를 상대적으로 가격이 낮은 Zn, Sn으로 대체함으로써 가격 경쟁력면에서도 장점을 가진다. 또한 CZTSe 태양전지는 Zn, Sn을 첨가할 경우 광흡수층의 밴드갭 에너지가 1.4 eV 이상으로 증가한다고 알려져 있는바, 이를 이용하게 되면 태양광 스펙트럼에 적합한 고효율 태양전지를 제조할 수 있을 뿐만 아니라 Cd이 첨가되지 않는 Cd-free 버퍼를 바로 적용할 수 있어 CIGS계 태양전지가 가지고 있는 약점을 동시에 극복할 수 있다. 본 실험에서는 CZTSe 태양전지 박막을 동시진공 증발법으로 제조하였고 이때 기판온도가 박막에 미치는 영향을 연구하였다. 이를 박막의 두께와 미세구조는 SEM으로 측정하였다. 박막의 화학양론 조성비는 SEM에 부착된 EDS (Energy Dispersive spectroscopy)를 사용하였다. 태양전지의 양자효율 및 밴드갭 확인을 위해서 QE(quantum efficiency) 측정하였다.

**Keywords:** solar cell, CZTSe

## Polyimide 기판을 이용한 Flexible CIGS 박막 태양전지 제조

정승철, 윤재호, 안세진, 박지혜, 윤경훈<sup>†</sup>, 김도진<sup>\*</sup>

한국에너지기술연구원; <sup>\*</sup>충남대학교  
(y-kh@kier.re.kr<sup>†</sup>)

일반적으로 cigs 박막 태양전지의 기판으로는 저가 소다라임기판이 사용된다. 그러나 기존의 유리기판을 유연 기판으로 대체할 경우 단위 박막 증착에 롤투를 공정을 적용할 수 있어 생산단가를 현저하게 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 Polyimide를 유연기판 물질로 선정하고, 여타 단위박막은 기존 박막 증착 공정을 적용하여 CIGS 박막 태양전지를 제조하였다. Polyimide 기판 위에 DC Sputtering으로 Mo 후면전극을 증착 하였다. 그 후 CIGS 광흡수층은 동시증발법, CdS버퍼층은 CBD공정, ZnO윈도우층은 RF sputtering 그리고 Al 후면 전극을 열증발법으로 증착하여 태양전지를 완성하였다. 일반적으로 폴리이미드는 약 400 °C 정도의 온도에서 열변형이 일어나기 때문에, CIGS 동시증발공정시 기판온도가 400 °C 이하가 되도록 공정 설계하였다. 이상의 제조공정을 활용하여 제조한 박막태양전지의 특성은 효율 7.08 %, 개방전압 0.58 V, 단락전류 24.99 mA/cm<sup>2</sup> 그리고 곡선인자는 0.49 로 측정되었다.

**Keywords:** solar cell, CIGS, flexible, polyimide

## Bias stress stability of solution processed zinc tin oxide thin film transistors

정영민, 김동조, 송근규, 문주호<sup>\*†</sup>

연세대학교 나노기능재료연구소; <sup>\*</sup>연세대학교 신소재공학과  
(jmoon@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

저비용의 용액공정을 이용해 Zinc Tin Oxide 반도체막을 Sol-gel 방식으로 박막 트랜지스터(TFT)를 제작하여 이동도 1.14 cm<sup>2</sup>/Vs, 점멸비 10<sup>6</sup> -10<sup>7</sup>V, 그리고 문턱전압 1.91 V 의 소자성능을 확인하였다. ZTO 트랜지스터는 양의 방향의 게이트 전압을 인가함에 따라 문턱전압이 상승하는 등 불안정한 소자특성을 보이며, 이런 현상의 원인을 집중 탐구하고 분석하였다. 소자 안정성에 영향을 미치는 요인을 살피기 위해 실험을 한 결과 스트레스를 가하는 시간에 따라 문턱전압이 상승하는 것을 확인 하였고 인가되는 전압의 크기에 따라 문턱전압이 증가하는 폭이 커지는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 스트레스를 가한 후 대기상에서의 방치 시간에 따라 다시 문턱 전압은 스트레스를 가하기 이전 상태로 회복되는 현상을 관찰하였다. 이와 같은 게이트 전압 스트레스에 의한 문턱전압이 상승하는 현상은 채널 영역에서의 게이트 전압에 따른 acceptorlike trap에 의한 charge trapping/detrapping 현상으로 설명이 가능하다. 또한 잉크젯 프린팅으로 제작된 반도체 막을 갖는 TFT가 스핀코팅 소자에 비해서 스트레스에 의한 문턱전압 상승폭이 훨씬 큰 것을 확인 하였고, RBS분석과 TEM 분석을 통해 프린팅 방법에 따른 반도체막 내부의 nanopore의 양에 따라 소자 안정성이 차이가 나는 것을 확인 할 수 있었다.

**Keywords:** ZnO, ZTO, Bias stress

## Characterization of polycrystalline Si thin films prepared with direct negative Si ion beam deposition

정철우, 김대일<sup>†</sup>

울산대학교 첨단소재공학부  
(dkim84@male.ulsan.ac.kr<sup>†</sup>)

Polycrystalline silicon (Poly-Si) thin films were deposited on glass substrate by direct negative Si ion beam deposition. The glass substrate temperature was kept constant at 500°C for all depositions.

Prior to deposition, the ion energy spread and negative Si ion to atom arrival ratio as a function of ion beam energy were evaluated. The ion energy spread was less than 10% with regardless of ion energy and ion to atom arrival ratio increased proportionally from 1.3 to 1.6 with ion beam energy.

From X-ray diffraction patterns, it may concluded that the Poly-Si films could be grown with ion energy of 50 eV and grain size also can be controlled by adjusting the Si ion beam energy. Atomic force microscopy images show that the relatively flat surface can be obtained at 50 eV of Si ion energy. However surface average roughness increased with ion beam energy.

**Keywords:** Ion beam deposition, Silicon, XRD, AFM

## Co가 도핑된 ZnO-CNT 복합체의 일산화질소 가스감지특성 연구

정훈철, 오동훈, 박성용, 안은성, 웬래홍, 김효진<sup>†</sup>, 김도진

충남대학교 재료공학과  
(hyojkim@cnu.ac.kr<sup>†</sup>)

NO 가스에 대한 감도와 선택성을 향상시키기 위해 ZnO와 탄소나노튜브를 PLD(pulsed laser deposition)방법을 이용하여 ZnO-CNT 복합체를 만들었다. PLD방식에 의해 ZnO물질은 5-10nm의 크기로 탄소나노튜브에 코팅되었다. ZnO-CNT 복합체는 ZnO 박막 보다 일산화질소(NO)가스에 대한 가스 감응 특성을 향상시켰다. 이는 탄소나노튜브가 부피 대 표면의 비가 크기 때문에 탄소나노튜브에 달라 붙는 ZnO물질의 표면비도 박막에 비해서 증가하기 때문이다. ZnO에 Co를 도핑하여 ZnO:Co-CNT 복합체를 만들었다. ZnO:Co 역시 탄소나노튜브에 5-10nm의 두께로 증착되었다. ZnO:Co-CNT 복합체의 조직의 구조적특성은 X-선 회절기, 주사현미경으로 조사하였고, Co 도핑의 양은 EDX로 정량분석하였다. NO가스에 대한 ZnO-CNT, ZnO:Co-CNT 복합체의 반응은 동작온도 200°C에서 가장 높은 감도를 보였다.

**Keywords:** ZnO:Co gas sensor, carbon nanotube, ZnO:Co-CNT composite, NO gas sensor

## Photoconductor와 Binder의 Blending에 따른 Digital x-ray Detector의 전기적특성 변화

조규석, 김민우\*, 정숙희\*, 오경민, 윤민석, 남상희†

인제대학교 의용공학과; \*인제대학교 의료영상과학  
(nsh@bme.inje.ac.kr†)

현재 기존의 아날로그 형태의 필름/스크린 방식은 영상 저장 및 전송 등의 문제점이 대두되면서, X선에 반응하여 전자정공쌍을 생성시키는 광도전체 물질인 HgI<sub>2</sub>, PbI<sub>2</sub>, PbO 등을 사용하는 직접 방식의 디지털 방사선 검출기로의 연구가 진행되고 있다. 이미 상용화된 a-Se(amorphous-selenium)을 이용한 x-ray detector는 high voltage의 동작전압, 응답속도느림 등의 단점으로 대체물질 개발이 시급하다. 앞에서 언급한 a-Se의 단점을 해결하기 위해 다른 종류의 광도전체(HgI<sub>2</sub>, PbI<sub>2</sub>, PbO등)를 사용하여 x-ray detector에 적용 가능한지를 연구하였다. unicell 제작 시 Binder(Poly Vinyl Butyral, Diethylene Glycol Mono-butyl Ether, Diethylene Glycol Monobutyl Ether Acetate 혼합물질)와 광도전체를 적정 비율로 Blending 하여 Gel Paste를 만든다. Normal Blending은 unicell의 Pin-hole 현상을 높게해 충전률을 떨어뜨리고 unicell의 누설전류를 증가시킴으로써 sensitivity, SNR (Signal to Noise Rate) 등의 전기적 특성을 저하시킨다.

본 연구에서는 unicell의 누설 전류를 저감시키기 위해 3Roll Mill, Paste Mixer를 사용하였고 Blending된 unicell과 Normal Blending unicell의 누설전류와 Sensitivity를 각각 비교 측정 하였다. 그 결과 3Roll Mill과 Paste Mixer로 Blending한 unicell이 Normal Blending으로 만든 unicell보다 Pin-Hole현상이 줄었다. 또한 Normal Blending의 누설전류는 0.014nA/cm<sup>2</sup>인 것에 비해 3Roll Mill의 누설전류는 0.005nA/cm<sup>2</sup>, Paste Mixer는 0.013nA/cm<sup>2</sup>로 약 3배 정도로 줄어든 것을 보였다. 또한 Sensitivity는 3Roll Mill이 13.030nC/cm<sup>2</sup>, Paste Mixer가 13.90nC/cm<sup>2</sup> 으로 6.90nC/cm<sup>2</sup>인 Normal Blending 보다 약 2배로 증가 된 것을 보였다.

**Keywords:** x-ray detector, Blending, 광도전체, 3Roll Mill, Binder, Paste Mixer

## CVD를 이용한 Cu 증착 시 plasma 전처리로 인한 구조적 특성의 비교 분석

진성언, 변동진†, 이승무, 박지훈, 이도한, 최종문, 김창균\*, 정택모\*

고려대학교 신소재공학과; \*한국화학연구소  
(dbyun@korea.ac.kr†)

기존의 반도체 배선 공정에서는 특성이 좋고 가격이 저렴한 Al(aluminium, 알루미늄)을 사용하였다. Al은 부식 저항에 강하여 패턴을 형성하기 쉽고 열 전도성이 우수하기 때문에 공정에서 자주 쓰였지만, 반도체 소자의 더욱 빠른 신호 전달을 위하여 Al보다 낮은 비저항 값과 높은 electro-migration 저항 값을 가지고 있는 Cu(copper, 구리)로 대체하려는 연구가 진행되고 있다.

현재 사용되고 있는 Cu는 electroplating을 기본으로 하고 seed layer를 sputter로 증착하고 있으나, 이를 CVD(chemical vapor deposition, 화학기상증착법)로 교체 하는 연구가 진행되고 있다. CVD는 sputter에 비해 패턴 증착 시 step coverage, aspect ratio와 gap fill이 우수하지만 Cu의 특성 중 하나인 높은 diffusivity 때문에 substrate 내로 Cu가 확산되기 때문에, substrate 위에 Ta(tantalum, 탄탈륨)나 Ti(titanium, 티타늄)로 barrier layer등을 만들어 diffusion에 관한 문제를 해결하여 사용되고 있다.

CVD 공정에서는 두 가지 문제점을 가지고 있다. 우선은 typical한 precursor가 없다는 점과 agglomeration 현상으로 인해 표면이 uniform하지 못하다는 점이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 precursor인 Cu(dmamb)2를 도입하여 증착을 하였다. Cu(dmamb)2는 증착 속도가 높고 액체 상태로 되어있어 기존의 precursor보다 control이 쉽다는 장점을 가지고 있다.

또한 Cu의 agglomeration 현상을 해결하기 위해 plasma를 이용한 CVD 전처리 과정 중substrate의 Cu가 uniform하고 flat한 표면을 갖는 seed layer를 형성하기위한 연구를 진행하였으며 FESEM을 통하여 표면의 roughness과 단면의 막 두께를 통한 증착속도를 분석하였다.

**Keywords:** Cu, CVD, plasma, agglomeration, seed layer

## Cu(dmamb)<sub>2</sub>를 이용한 CVD Cu 박막의 제조 시 증착온도가 박막의 미세구조에 미치는 영향

최종문, 변동진<sup>†</sup>, 이도한, 진성언

고려대학교 신소재공학과  
(dbyun@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

구리는 낮은 비저항, 높은 열전도도, 우수한 electromigration(EM)저항특성 등을 바탕으로 차세대 nano-scale 집적회로의 interconnect application에 적합한 금속재료로서 각광받고 있다. copper interconnect는 damascene process를 주로 이용하는데 CVD를 이용하면 step coverage가 우수한 seed layer 얻을 수 있어 고집적 소자의 구현이 가능하다. 하지만 CVD로 형성된 구리박막은 적절한 precursor의 부재로 인해 표면형상이 불균일하며 불순물을 많이 포함하여 높은 비저항 값을 가진다.

최근에 비 균등화 반응(disproportionation reaction)을 이용하여 고 순도 구리박막을 제조하기 위해  $\beta$ -diketonate Cu(I) Lewis-base의 전구체를 많이 이용하는데 그중에서 hexafluoroacetylacetonate(hfac)Cu(I) vinyltrimethylsilane(VTMS)가 널리 이용되고 있다. 그러나 (hfac)Cu(I)(VTMS) 또는 유사계열의 전구체들은 열적안정성 및 보관안정성이 부족해 증착률이 낮고 기상에서의 비 균등화 반응으로 리간드들이 구리박막 내에 불순물로 기여하는 등의 문제점을 가진다. 따라서 기존의  $\beta$ -diketonate Cu(I) Lewis-base계열을 대체하는 Cu(II)전구체 Cu(dmamb)<sub>2</sub>를 이용하여 CVD법으로 구리박막을 제조하였다.

Cu(dmamb)<sub>2</sub>는 높은 증기압(70°C, 0.9torr)을 가지며 종래의 (hfac)Cu(I)(VTMS)에 비해 높은 활성화 에너지 (~113 kJ/mol)를 가짐으로서 열적안정성이 우수하다. 따라서 높은 증착률을 가지는 고품질의 박막을 제조할 수 있을 것으로 기대한다.

실리콘 기판 상에서 구리의 확산력이 매우 높기 때문에 확산 방지 막으로 Ta 또는 Ti가 증착된(7~10nm, sputtering)기판을 사용하여 Cu(dmamb)<sub>2</sub>의 증착실험을 진행하였고 SEM을 이용하여 단면과 표면을 분석하고 증착온도가 미세구조에 미치는 영향을 체계적으로 고찰하였다.

**Keywords:** Copper, CVD, thin film, Cu(dmamb)<sub>2</sub>

## The structural and electrical characteristics of the dual-gate InGaZnO transistor

최지혁, 이태일, 서현식\*, 명재민<sup>†</sup>

연세대학교 신소재공학부; \*연세대학교 신소재공학부 /LG Display LCD 연구소  
(jmmyoung@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

Dual-gated (DG) thin-film transistor (TFT) with amorphous InGaZnO (IGZO) channel is fabricated using a poly(4-vinyl phenol) polymer as a dielectric layer. The spin-coated, thin (350 nm) PVP layer exhibited quite good dielectric behaviors, such as dielectric strength of ~1.5 MV/cm (~10<sup>-8</sup> A/cm<sup>2</sup>), capacitance of 8.9 nF/cm<sup>2</sup>, and dielectric constant of ~4.02. Compared to the two types of single-gated (SG) devices, DG devices provided a higher on current, and showed much stronger gate controllability over the conventional SG TFTs. Under positive bias stress, the lowest V<sub>th</sub> shift of 0.17 V was observed for IGZO TFT with DG structure. It is demonstrated that DG operation, which must play a critical role in novel low power devices, is an appropriate gate configuration to produce high performance TFTs.

**Keywords:** Amorphous semiconductor, Thin-film transistor, Polymer dielectric, Dual-gate

### Dependence of the Properties of Hydrothermally-grown ZnO on Precursor Concentration

허주희, 류혁현<sup>†</sup>, 이재엽, 박주현\*, 최신희\*, 이태민\*, Han Qi Fei

인제대학교 나노시스템 공학과; \*인제대학교 나노공학부  
(hhryu@inje.ac.kr<sup>†</sup>)

일차원 구조의 ZnO 나노로드들은 나노소자의 응용분야에서 높은 관심을 받아 오고 있다. Hydrothermal 방법은 간편한 기구들과 낮은 비용등의 장점으로 반도체 부분에서 다양한 구조를 만들기 위해 폭 넓게 연구되고 있다. 본 연구에서는 전구체 농도의 영향을 알아 보기 위해 0.06M 에서 1.5 M까지 전구체의 농도에 변화를 주었다. 사용된 기판은 Si(100) 기판 위에 ZnO 완충층이 증착 된 것으로 750°C에서 1시간 동안 열처리 되었다. ZnO/Si(100) 위에 성장된 ZnO는 비교적 낮은 농도 (0.5 M 이하)에서는 heterogenous nucleation에 의해서 나노로드 형태로 잘 정렬되어 성장 되었다. 그러나 농도가 1.0 M 이상으로 증가 될 때, homogeneous nucleation에 의해 적층된 조각으로 morphology가 변했다.

광학적, 구조적 특성은 PL (Photoluminescence)과 XRD (X-ray diffraction) 방법으로 각각으로 측정 되었다. 0.5 M과 0.3 M에서 각각 가장 좋은 구조적 그리고 광학적 특성이 나타났다. 그러나 1.0 M 이상으로 농도가 증가 되었을 때 이러한 특성들이 열화 되는 것을 관찰 할 수 있었다.

**Keywords:** Hydrothermal, ZnO

### Point defect for CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> Single Crystal Thin Film by Hot Wall Epitaxy

홍광준<sup>†</sup>

조선대학교 자연과학대학 물리학과  
(kjhong@chosun.ac.kr<sup>†</sup>)

To obtain the single crystal thin films, CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> mixed crystal was deposited on thoroughly etched semi-insulating GaAs(100) substrate by the Hot Wall Epitaxy (HWE) system. The source and substrate temperature were 630 °C and 420 °C, respectively. The temperature dependence of the energy band gap of the CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> obtained from the absorption spectra was well described by the Varshni's relation,  $E_g(T) = 2.6400 \text{ eV} - (7.721 \times 10^{-4} \text{ eV/K})T^2/(T + 399 \text{ K})$ . After the as-grown single crystal CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> thin films were annealed in Cd-, Se-, and Ga -atmospheres, the origin of point defects of single crystal CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> thin films has been investigated by PL at 10 K. The native defects of V<sub>Cd</sub>, V<sub>Se</sub>, Cd<sub>int</sub>, and Se<sub>int</sub> obtained by PL measurements were classified as donors or acceptors. We concluded that the heat-treatment in the Cd-atmosphere converted single crystal CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> thin films to an optical p-type. Also, we confirmed that Ga in CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub>/GaAs did not form the native defects because Ga in single crystal CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> thin films existed in the form of stable bonds.

**Keywords:** optimum growth condition, Hall effect, optical absorption, photoluminescence, point defect

### Point defect for AgGaSe<sub>2</sub> single crystal thin film by hot wall epitaxy

홍광준, 김혜정<sup>†</sup>

조선대학교 자연과학대학 물리학과  
(khj0123@hanmail.net<sup>†</sup>)

A stoichiometric mixture of evaporating materials for AgGaSe<sub>2</sub> single crystal thin films was prepared from horizontal electric furnace. To obtain the single crystal thin films, AgGaSe<sub>2</sub> mixed crystal was deposited on thoroughly etched semi-insulating GaAs(100) substrate by the hot wall epitaxy (HWE) system. The source and substrate temperatures were 630°C and 420°C, respectively. The temperature dependence of the energy band gap of the AgGaSe<sub>2</sub> obtained from the absorption spectra was well described by the Varshni's relation,  $E_g(T) = 1.9501 \text{ eV} - (8.79 \times 10^{-4} \text{ eV/K})T^2/(T + 250 \text{ K})$ . After the as-grown AgGaSe<sub>2</sub> single crystal thin films was annealed in Ag-, Se-, and Ga-atmospheres, the origin of point defects of AgGaSe<sub>2</sub> single crystal thin films has been investigated by the photoluminescence(PL) at 10 K. The native defects of  $V_{Ag}$ ,  $V_{Se}$ ,  $Ag_{int}$ , and  $Se_{int}$  obtained by PL measurements were classified as a donors or acceptors type. And we concluded that the heat-treatment in the Ag-atmosphere converted AgGaSe<sub>2</sub> single crystal thin films to an optical p-type. Also, we confirmed that Ga in AgGaSe<sub>2</sub>/GaAs did not form the native defects because Ga in AgGaSe<sub>2</sub> single crystal thin films existed in the form of stable bonds.

**Keywords:** point defect, hot wall epitaxy, single crystal thin film, thermal annealing, photoluminescence

### Temperature dependence of photocurrent energy for CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> epilayers

홍광준<sup>†</sup>

조선대학교 자연과학대학 물리학과  
(kjhong@chosun.ac.kr<sup>†</sup>)

Single crystal CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> layers were grown on a thoroughly etched semi-insulating GaAs(100) substrate at 420 °C with the hot wall epitaxy (HWE) system by evaporating the polycrystal source of CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> at 630 °C. The crystalline structure of the single crystal thin films was investigated by the photoluminescence and double crystal X-ray diffraction (DCXD). The carrier density and mobility of single crystal CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> thin films measured with Hall effect by van der Pauw method are  $8.27 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ,  $345 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$  at 293K, respectively. The photocurrent and the absorption spectra of CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> /SI(Semi-Insulated) GaAs(100) are measured ranging from 293 K to 10K. The temperature dependence of the energy band gap of the CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> obtained from the absorption spectra was well described by the Varshni's relation,  $E_g(T) = 2.6400 \text{ eV} - (7.721 \times 10^{-4} \text{ eV/K})T^2/(T + 399 \text{ K})$ . Using the photocurrent spectra and the Hopfield quasicubic model, the crystal field energy( $\Delta_{cr}$ ) and the spin-orbit splitting energy( $\Delta_{so}$ ) for the valence band of the CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> have been estimated to be 106.5 meV and 418.9 meV at 10 K, respectively. The three photocurrent peaks observed at 10 K are ascribed to the A1-, B1-, and C11-exciton peaks.

**Keywords:** CdGa<sub>2</sub>Se<sub>4</sub>, energy band gap, photocurrent crystal field splitting energy, spin-orbit splitting energy



## Optical properties for ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> Thin Film grown by Hot Wall Epitaxy

홍광준<sup>†</sup>

조선대학교 자연과학대학 물리학과  
(kjhong@chosun.ac.kr<sup>†</sup>)

Single crystalline ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> layers were grown on thoroughly etched semi-insulating GaAs(100) substrate at 400°C with hot wall epitaxy (HWE) system by evaporating ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> source at 630°C. After the as-grown ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> single crystalline thick films was annealed in Zn-, Se-, and In-atmospheres, the origin of point defects of ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> single crystalline thick films has been investigated by the photoluminescence(PL) at 10 K. The native defects of VZn, VSe, Zn<sub>int</sub>, and Se<sub>int</sub> obtained by PL measurements were classified as a donors or acceptors type. And we concluded that the heat-treatment in the Se-atmosphere converted ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> single crystalline thick films to an optical p-type. Also, we confirmed that In in ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub>/GaAs did not form the native defects because In in ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub> single crystalline thick films existed in the form of stable bonds.

**Keywords:** ZnIn<sub>2</sub>Se<sub>4</sub>, hot wall epitaxy, single crystalline thin film, thermal annealing, photoluminescence

## 확산쌍을 통한 광기전성 CuInSe<sub>2</sub> 상의 생성 기구 및 확산 경로의 해석

홍성환<sup>†</sup>, 박준식, 김정민, 김윤기

국립한밭대학교 신소재공학부  
(gihyuk21@nate.com<sup>†</sup>)

광기전성 CuInSe<sub>2</sub> (CIS)상의 생성기구를 CuSe<sub>2</sub>/In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> 확산쌍의 등온열처리에 의하여 규명하고자 하였다. CIS 상의 형성에 있어서 In의 확산에 의해서 생성됨을 알 수 있었으며, In의 빠른 확산으로 인하여 CIS상은 Cu<sub>2</sub>Se에서도 생성되었다. 확산쌍의 분석결과 CIS상은 CuSe<sub>2</sub>/In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>의 Pseudo-binary 면상에 존재 하지 않음을 알 수 있었고, 생성된 상들은 mass balance에 따라 Cu<sub>2</sub>Se/ CIS / β / In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>의 확산경로를 보였다. 생성된 상은 Pseudo-binary의 상태도와 등온상태도에 의하여 확산경로를 확인하였으며, CIS은  $3.3 \times 10^{-8}$  cm<sup>2</sup>/sec의 확산 성장계수에 의해서 확산성장 함을 알 수 있었고, 속도 결정 단계는 Cu와 Se의 확산이 CIS 형성에 중요한 역할을 함을 알 수 있었다. 또한, In의 확산에 의하여 CIS상은 CuSe<sub>2</sub>에도 생성되었으며, 상태도에 의거하여 확산경로를 하였다. 이를 근거로 하여, 생성된 CIS상의 생성기구를 고찰하였고, TEM분석을 이용하여 준안정의 calcogenide상의 형성을 규명하였다.

**Keywords:** 광기전성 CuInSe<sub>2</sub>, 확산쌍, 확산경로, Calcogenide, 확산계수

## 용액공정 기반의 저온 소성 가능한 Aluminum Indium Oxide (AIO) 박막 트랜지스터

황영환, 전준혁, 서석준, 배병수<sup>†</sup>

한국과학기술원(KAIST) 신소재공학과 광학재료연구실 (LOMC)  
(bsbae@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

산화물 반도체는 넓은 밴드갭을 갖고 있어 가시광선 영역에서 투명하고 환경적으로 안정하며 비교적 높은 전자 이동도를 보이는 장점이 있어 최근 디스플레이 구동 소자 및 스마트 창 등으로 활용하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 간단하고 경제적인 솔-젤 반응을 통하여 뛰어난 전기적 특성을 보이는 새로운 조성의 알루미늄-인듐 산화물 (AIO) 박막트랜지스터를 제작하였다. TGA 분석을 통하여 350 °C에 도달 하기 전에 모든 열 분해가 이루어지고 산화물이 형성되는 것을 볼 수 있었다. 형성된 박막의 내부 구조의 분석은 XRD와 UV-VIS spectroscopy를 이용하여 이루어졌다. 그 결과 Al 원자가 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lattice의 In 원자를 치환하여 격자의 구조가 변화되었음을 확인할 수 있었다. 그리고 출발 물질 용액 내의 Al과 In의 비율 변화에 따라 전기적인 특성과 결정화도가 크게 변화하는 현상을 볼 수 있었다. 제작된 AIO 박막 트랜지스터는 가시광선 영역에서 90% 이상의 높은 투과도를 보였고 n형 반도체 특성을 보였다. 최적화된 AIO 박막 트랜지스터는 전하 이동도가 19.6 cm<sup>2</sup>/Vs, sub-threshold slope이 0.3 V/dec 그리고 on-to-off current ratio가 108 이상으로 디스플레이 소자를 구동하기 충분한 특성을 보였다.

**Keywords:** 용액공정, AIO, 산화물반도체

## Temperature Dependent Properties of Spray Deposited ITO Thin Films

A.V. Moholkar<sup>†</sup>, S.M. Pawar<sup>\*</sup>, K.Y. Rajpure<sup>\*\*</sup>, C.H. Bhosale<sup>\*\*</sup>, J.H. Kim<sup>\*\*\*</sup>

Department of Physics, Gopal Krishna Gokhale College, Kolhapur 416 0012, M.S., India; <sup>\*</sup>Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University; <sup>\*\*</sup>Electrochemical Materials Laboratory, Department of Physics, Shivaji University; <sup>\*\*\*</sup>Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University, 300 Yongbong-Dong, Puk-Gu, Gwangju, South Korea-500-757  
(avmoholkar@yahoo.co.in<sup>†</sup>)

Sprayed indium tin oxide (ITO) thin films synthesized by mixing adequate quantities of ethanolic solutions of indium trichloride and stannic chloride at different substrate temperatures. X-ray diffraction (XRD) results showed that the films are polycrystalline with cubic structure and exhibit preferential orientation along (222) plane. The SEM and AFM studies indicated that the surface morphology of the samples increase with substrate temperature. The pyrolytic decomposition 'Pd' and surface mobility 'Sm' are found to affect on the properties and morphology of ITO samples. The film deposited at 5000C shows perfectly cubic grains and has carrier concentration of  $3.26 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$  and mobility of 9.77 cm<sup>2</sup>/Vs with highest figure of merit of is  $4.4 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$ . Optical absorption studies reveal that films are highly transparent (T > 90 %) in the visible region and band gap increases with substrate temperature owing to Moss-Burstein effect.

**Keywords:** Indium doped tin oxide (ITO) thin films, Spray pyrolysis, X-ray diffraction, Scanning electron microscopy, Electrical properties

## Effect of Hollow Perlite on Dielectric Constant and Hardness of Glass composites

Chungyong Lee, Joonsoo Kim\*, Seongjin Hwang\*\*, Hyunsun Kim†

School of Material Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea; \*Korea Institute of Energy and research, 102 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 305-343, Korea; \*\*School of Materials Engineering, Inha University, Incheon 402-751, Korea  
(kimshs@inha.ac.kr†)

Low dielectric materials are required in the electronic materials such as low temperature co-fired ceramic (LTCC), solar cell and display industry for the dielectric loss, the power consumption and the propagation delay time. The proper hardness is also required for the electric devices for maintaining the inner structure of devices. In our study, the perlite which is used as a filler in the composites has been developed for many applications such as a filter, foundries and insulation for its low density and relatively low prices. Hollow perlite is a spherical shape and the empty inside, so that the shape of perlite is able to contribute to the dielectric constant and hardness of the porous solid. We investigated the porous solid of composite composed of hollow perlite and the  $B_2O_3$ -ZnO- $P_2O_5$  glass system which is used in electronic devices. We examined the dielectric property of the composites included the perlite as a filler and  $B_2O_3$ -ZnO- $P_2O_5$  glass frits with different mixing ratios and fired at 600°C for 30min. The dielectric constant was measured using an LCR meter (E4980A, Agilent, USA) and the hardness was determined by a Vickers Hardness Tester (HM-101, Mitutoya, Japan). The hollow perlite maintains its spherical shape in the composite and influences the dielectric property and hardness. The purpose of our study is to understand the change of dielectric constant and hardness by the different contains of hollow perlite in the porous solid.

**Keywords:** Perlite, Dielectric constant, Hardness

## Graphene synthesized by the Thermal and Electrical Pulse Induced Evaporation

H.Y Park, H.W Kim\*, C.E Song, H.J Ji\*, S.k Choi†

Department of Science and engineering, KAIST; \*Department of science and engineering, KAIST  
(Sikchoi50@kaist.ac.kr†)

Carbon-based nano materials have a significant effect on various fields such as physics, chemistry and material science. Therefore carbon nano materials have been investigated by many scientists and engineers. Especially, since graphene (hereafter GS), 2-dimemsonal carbon nanostructure, was experimentally discovered, GS have been tremendous attracted by both theoretical and experimental groups due to their extraordinary electrical, chemical and mechanical property. GS have an about 10 times electrical conductivity to the silicon material and the property is independent of temperature. Because silicon-based semiconductor approached to the limitation in miniaturization of scale size, graphene is a strong candidate substituting for silicon-based semiconductor.

There are many limitations on making GS; fabricating large scale GS without any defect and controlling chirality of edge. Many scientists applied a mechanical cleavage method from graphite and a SiC decomposition method to the fabrication of GS. However these methods are on the basic research stage and have a many drawbacks.

Our group fabricated GS through Thermoelectrical Pulse Induced Evaporation (TPIE) motivated by arc-discharge and field ion microscope. This method is using interaction of electrical pulse evaporation and thermal evaporation and useful to produce not only GS but also various carbon-based nano structure at feeble pulse and low temperature. On fabricating GS procedure, we could recognize the distinguishable condition to form a variety carbon nano structures.

In this presentation we will show the structural properties of GS from TPIE. Transmission Electron Microscopy (TEM) and Optical Microscopy (OM) are convenience to reveal the structural characteristics. Moreover, we confirmed the number of layers of GS by Atomic Force Microscopy (AFM) and Raman spectroscopy. We believe our method is more advanced and easy to control of carbon nano structure.

**Keywords:** graphene, TPIE, Raman, AFM

## The growth mechanism of carbon nano tubes fabricated by Thermoelectrical Pulse Induced Evaporation

H.Y Park, H.W Kim\*, C.E Song\*, H.J Ji, S.K Choi†

Department of Science and engineering, KAIST; \*Department of science and engineering, KAIST (sikchoi50@kaist.ac.kr†)

Since carbon nano-tubes (CNT) are discovered, tremendous attention has been paid to this material due to their unique mechanical, electrical and chemical properties. Thereupon, the methods of large-scale production for CNTs are contrived by many scientists and engineers and the growth mechanisms of CNTs, an essential key to produce scale-up, have been naturally attractive. Scientists have been strived to investigate and understand the growth mechanisms of CNTs but it is still controversial. A variety of growth mechanisms are proposed for the formation CNT. We introduce representative growth mechanisms, based on fabricating methods employed broadly.

Graphene (hereafter GS), 2-dimemsonal carbon nanostructure, was experimentally discovered and GS have been attracted by both theoretical and experimental groups due to their extraordinary electrical, chemical and mechanical property. There are many limitations on making GS; fabricating large scale GS without any defect and controlling chirality of edge.

Thereupon, we apply Thermoelectrical pulse-induced evaporation (TPIE) method based on field and thermal evaporation to the graphene fabrication. On applying this method to synthesis graphene, we found the experimental results of which pioneers have asserted the growth model of CNT.

We presented the procedure of growing CNT through TPIE method totally by using Transmission Electron Microscopy (TEM). This study is worth to understand and investigate the carbon based material.

**Keywords:** CNT, TPIE, growth mechanism

## Series resistance reduction in large-area organic solar cells by introducing metal grid ITO electrode

Kwang-Hyuk Choi, Han-Ki Kim\*, Do-Geun Kim\*\*, Jae-Wook Kang\*\*†

Kumoh National Institute of technology; \*kyung Hee University; \*\*Korea Institute of Materials Science (jwkang@kims.re.kr†)

There is currently considerable interest in bulkhetero junction based organic solar cells for use as new generation energy harvesting devices, due to their low cost, ability to flex, simple process. To obtain the high performance organic solar cells, it is of importance to prepare highly conductive, low resistance and transparence electrode. Until now, organic solar cells have been fabricated on an ITO anode thin film mostly, because its low sheet resistance for carrier extraction and high transmittance in visible range. However, to realize the large area organic solar cell process, it is necessary to reduce the linear resistance of TCO materials for effective hole extraction and reducing series resistance. For these reasons, several approaches have been employed to decrease the linear resistance of TCO materials including surface doping, heat treatment and metal grid anode layer. In this work, the characteristics of organic solar cells fabricated on with and without Al grid ITO electrode as a function of active area are described. Organic solar cells fabricated on metal grid ITO electrode show higher power conversion efficiency, due to reduced series resistance in organic solar cell devices. This indicates that the metal grid ITO electrode is a promising method to improve device performance for large-area organic solar cell module applications.

**Keywords:** large area organic solar cell, device module

### Effect of the dopant on the properties of ZnO thin films prepared by RF magnetron sputtering system

Kyu Ung Sim, Seung Wook Shin, Doo Sun Cho, Jon Ha Moon, Jin Hyeok Kim<sup>†</sup>

Department of Material Science and Engineering, Chonnam National University  
(jinhyeok@chonnam.ac.kr<sup>†</sup>)

Dopants such as Al, Ga and In doped ZnO thin films were prepared on glass substrate by RF magnetron sputtering system at room temperature, RF power of 175W, working pressure of 6mTorr and doping concentration of 3wt %. The annealing processing was carried out in vacuum atmosphere at 400°C for 2hours. The effects of different dopants on structural, electrical and optical properties of thin films were investigated. Regardless of a dopant, thin films were grown as a polycrystalline hexagonal wurtzite phase with the c-axis preferred out-of-plane orientation. After annealing, regardless of a dopant, the electrical resistivity of thin films decreased, the average transmittance of thin films increased from 85 % to 92 % and the optical band gap of thin films increased. The lowest resistivity and the widest optical band gap were obtained at Ga doped ZnO and Al doped ZnO respectively. This trend is not changed before and after annealing.

**Keywords:** dopant doped ZnO, vacuum annealing, RF magnetron sputtering, thin film

### A study on the thermo-mechanical characteristics and reliability of Anisotropic Conductive Films (ACFs) according to the curing methods of epoxy resins

Man-seok Gil, Jeong-soo Kim<sup>\*,†</sup>, Jae-han Kim<sup>\*\*</sup>, Kyoung-won Seo<sup>\*\*</sup>, Do-yeon Jeong<sup>\*\*</sup>

polymer science engineering, Chungnam National University / ACF research institute, Telephus;  
\*polymer science engineering, Chungnam National University; \*\*ACF research institute, Telephus  
(jskim@cnu.ac.kr<sup>†</sup>)

At present thermal latent curing agent using imidazole derivatives has a need of high temperature and long time curing condition. In this research to solve these problems, we have used cationic initiator as thermal latent type for the curing of cationically curable resin for fast cure at low temperature. Thermo-mechanical characteristics including glass transition temperature (Tg), elastic modulus, thermal expansion coefficient (CTE) was investigated for the analysis for curing behavior. Additionally, reliability of thermal cycling and high temperature-high humidity were observed. From the results of DSC, cycloaliphatic epoxy (CAE) system using cationic initiator of thermal latent type showed faster cure property than diglycidylether of bisphenol A (DGEBA) system using imidazol curing agent. From the result of DMA and TMA, CAE system using cationic initiator showed lower CTE and higher Tg important for the high temperature stability. As a result of reliability, CAE system using cationic initiator maintained a stable contact resistance at the low temperature and fast curing condition. According to experimental result, we conformed that the curing behaviors of epoxy have great effect on thermo-mechanical properties and reliability of ACF.

**Keywords:** ACF, cycloaliphatic epoxy, reliability, CTE

## Effect of mixing solvent and the oxidant on the polymerization of 3,4-ethylenedioxythiophene (EDOT)

Mohammad Amdad Ali, 김현호, 소희섭\*, 이재갑†

국민대학교 신소재공학부; \*국민대학교 자기조립 집적공정연구센터(CMPS)  
(lgab@kookmin.ac.kr†)

The effect of oxidant ( $\text{FeCl}_3$  and ferric tosylate) and solvent on vapor phase polymerization of poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) thin films on APS-coated  $\text{SiO}_2$  surfaces were studied. As increase the concentration of oxidant the PEDOT film thickness were also subsequently increased. In case of ethanol solvent while the concentration of the  $\text{FeCl}_3$  was increased the porous site and size also increased. All iron ought to be removed from the film by heavy washing by methanol but iron was detected by Auger Electron Spectroscopy (AES) measured. Using tetrahydrofuran (THF) and ethanol (50:50) mixing solvent, the PEDOT film conductivity reach (~600 S/cm) compared to only using the ethanol solvent conductivity was ~450 S/cm. Iron was absent in the film up to 7wt.% of  $\text{FeCl}_3$  solution confirmed by Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) measurement, in the 50:50 (ethanol : THF) solvent. Fourier transform-infrared spectroscopy (FT-IR) data also revealed that the main characteristic peak of PEDOT which is responsible for the quinodal like structure was more intense than the only using the Ethanol solvent. The ferric tosylate oxidant added pyridine in ethanol solvent also studied on the polymerization of EDOT. At optimized condition ~720 S/cm conductivity was achieved.

**Keywords:** PEDOT, Oxidant, FT-IR, AES

## Modified co-precipitation synthesis of spherical shape Ce doped YAG

Prabhakar Rai, Yeon-Tae Yu†, Suraj Kumar Tripathy, Nam-Hee Park, Jin-Nyeong Jo

Division of Metrials Engineering, Chonbuk National University  
(yeontae@chonbuk.ac.kr†)

Yttrium aluminum garnet (YAG),  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ , materials are well known, with high stability at the conditions of high irradiance with an electron beam. Trivalent cerium-activated YAG (YAG:Ce<sup>3+</sup>) is suitable for converting the blue light emitting diodes (LEDs) radiation into a very broad band yellow emission, which provides a basis to use YAG:Ce phosphor along with GaN LEDs to produce white light emitting diodes (WLEDs). YAG ( $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ ) powders with different percentage of trivalent cerium ion have been prepared by co-precipitation technique in which  $\text{NH}_4\text{OH}$  is used as a precipitant and  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  as raw materials. The phase formation process of YAG and the properties of the powders were investigated by means of X-ray diffraction (XRD), Fourier transformation infrared spectroscopy (FT-IR) and Scanning electron microscopy (SEM). The results of XRD show that single phase YAG crystallite can be obtained as precursors when heated at 900°C for 2 h. The powders loosely dispersed with narrow size distribution and spherical shapes could be observed by SEM. It has been found that the hydrothermal treatment of precursor powder using water and ethanol as a solvent and citric acid as a surfactant is beneficial for the synthesis of spherical YAG powder. The optical property of Ce doped YAG was investigated by photoluminescence spectroscopy. The crystalline YAG:Ce showed broad emission peaks in the range 480–650 nm and had maximum intensity at 520 nm. The emission intensity decreased with increasing the cerium ion concentration.

**Keywords:** Metal oxide, X-ray diffraction, electron microscopy, photoluminescence

### Effect of ZnO buffer layer on the properties of 4wt% Ga doped ZnO thin films on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0001) substrate at low growth temperature 250 °C

Seung Wook Shin<sup>†</sup>, Kyu Ung Sim, Doo Sun Choi, Jong-Ha Moon, Jin Hyeok Kim

Department of Materials Science and Engineering, Chonnam National University  
(sswttryy@hanmail.net<sup>†</sup>)

The high-quality epitaxial Ga-doped ZnO (GZO) thin films with high Ga doping concentration (4 wt%) were prepared on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0001) substrates by using RF magnetron sputtering method at low growth temperature (250 °C) using ZnO buffer layer. The effect of ZnO buffer layer on the structural, surface morphological, optical and electrical properties of the deposited films was investigated. X-ray diffraction and transmission electron microscope study showed that ZnO buffer and GZO thin films with buffer layer were epitaxially grown with an orientation relationship of. However, GZO thin films without ZnO buffer layer were grown as a polycrystalline hexagonal wurtzite phase with a c-axis preferred, out-of-plane orientation and random in-plan orientation. The structural images from scanning electron microscopy and atomic force microscopy showed that GZO thin films with ZnO buffer layer had a rougher surface morphology than that of without ZnO buffer layer. The optical transmittance and electrical resistivity of GZO thin film with ZnO buffer later became improved compared to that without ZnO buffer layer form 65 % to 75 % and from to  $4.69 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$  to  $1.01 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ , respectively.

**Keywords:** Transparent conducting oxide (TCO), RF magnetron sputtering, Ga-doped ZnO thin films (GZO), buffer layer, epitaxial growth.

### Large-area organic photovoltaic with Al metal bus electrode

Sun-Young Park, Joo Hyun Kim, Do-Deun Kim<sup>\*</sup>, Jae-Wook Kang<sup>\*†</sup>

Pukyung National University; <sup>\*</sup>Korea Institute of Materials Science  
(jwkang@kims.re.kr<sup>†</sup>)

The preparation and characteristics of organic solar cells with Al metal bus electrode are described. To realize the high efficient large area organic solar cell process, it is necessary to reduce the bulk resistance of TCO material. For these reason, we prepared organic solar cells fabricated on Indium tin oxide (ITO) thin film with metallic bus electrode as a anode material in organic solar cell device. Power conversion efficiency of the organic solar cells grown on ITO anode with Al bus electrode shows higher device performance to those of organic solar cells on commercial ITO anode due to reduction of bulk resistance of ITO anode resulting from the Al metal bus electrode.

**Keywords:** large area organic solar cell, metal bus electrode

### Synthesis and characterization of (Au/Pt)@SnO<sub>2</sub> nanocomposites

Suraj Kumar Tripathy, Yeon-Tae Yu<sup>\*†</sup>, Prabhakar Rai<sup>\*</sup>, Ji-Nyoung Jo<sup>\*</sup>, Nam-Hee Park<sup>\*</sup>

Division of Materials Engineering; <sup>\*</sup>Division of Advanced Materials Engineering, Chonbuk National University  
(yeontae@chonbuk.ac.kr<sup>†</sup>)

There has been a recent resurgence of interest in metal nanoparticle-embodied metal oxide matrices, spurred on by new applications in diverse fields ranging from nonlinear optics and photocatalytic pollutant degradation through to gas-sensing. The original work in this field was motivated by the unusual material properties of small metal particles in contact with semiconductor matrices and led to the development of powerful, effective medium models to handle the complex material properties of nanocomposites. SnO<sub>2</sub> a wide band-gap semiconductor ( $E_g \approx 3.5$  eV) has been widely used in transparent conducting oxides, semiconductor gas-sensors and semiconductor photocatalysts. Recently few reports expected the potential applications of tin dioxide based nanocomposites in photocatalysis and solar-cells. Researchers have used various techniques, such as, solid-state technique, impregnation technique (chemical loading), sol-gel processing, etc for preparing tin dioxide nanostructures and thin films. Recently the successful use of metal particles in the tin dioxide matrices has promoted the research activities in the area of metal-semiconductor hybrid nanodevices. Most of the works involved the processing of Au or Ag core and SnO<sub>2</sub> shell nanocomposites. However to the best of our knowledge, hardly any report has discussed about the processing of bimetallic core and SnO<sub>2</sub> shell nanocomposites.

In the present paper, we have demonstrated a simple soft-chemical technique for the processing of (Au/Pt)@SnO<sub>2</sub> nanocomposites. The phase and morphology of the nanocomposite particles were investigated by X-ray diffraction and electron microscopy techniques respectively. Further studies on the potential applications of these nanocomposites as gas-sensor materials are under investigation.

**Keywords:** Bimetallic, core-shell, gold, soft-chemical synthesis, platinum, tin dioxide

### Fabrication of Ruthenium Oxide Nanoparticles by A Solution Method

Yong-Kwang Kim, Sungho Choi, Beyong-Hwan Ryu, Ha-Kyun Jung<sup>†</sup>

Advanced Materials Division, Korea Research Institute of Chemical Technology  
(hakyun@kRICT.re.kr<sup>†</sup>)

Recently, the ink-jet patterning of LCR components has been considered. To be compatible for ink-jet printing of R component, it is necessary to fabricate the nanoparticle with high resistance. A RuO<sub>2</sub> has ohmic conductivity with high chemical and thermal stability. It is known that the RuO<sub>2</sub> chemistry compared with that of other metal oxides is more complicate. Various synthetic methods have been used to fabricate RuO<sub>2</sub>, such as solvothermal reaction, precipitation method, sol-gel method and so on. A solution synthesis such as a micelle system is promising method to prepare nanoscale particles. In the present work, a novel synthetic method using a reverse micelle system was designed for preparing of nanoscale RuO<sub>2</sub> powders. The reverse micelle system for the reaction was formed from a surfactant (Igepal CO520) and cyclohexane. For characterization of the RuO<sub>2</sub> powders, X-ray diffractometry, thermal gravimetry-differential thermal analysis, scanning electron and transmission electron micrographs were used. The obtained nanoscale RuO<sub>2</sub> has 5-8 nm in particle size and spherical type in shape with well-dispersion.

**Keywords:** reverse micelle, RuO<sub>2</sub>, nanoparticles, ink-jet printing



## Synthesis of BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> phosphor by Solution Combustion Method

Yong-Kwang Kim, Sungho Choi, Ha-Kyun Jung<sup>†</sup>

Advanced Materials Division, Korea Research Institute of Chemical Technology  
(hakyun@kRICT.re.kr<sup>†</sup>)

The BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> phosphor has been applied to fluorescent lamps and plasma display as an efficient blue component. Commonly, BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> has been prepared by conventional solid state method at high temperature. In this experimental, the BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> blue phosphor has been successfully prepared by a solution combustion method. The stoichiometric amount of metal nitrates were dissolved in a minimum quantity of deionized water, then the weighed quantity of urea was added and stirred well to obtain homogeneous solution. The solution filled in porcelain crucible was introduced into a muffle furnace pre-heated to 600°C. The solution in the crucible was dried very quickly and then ignited with spouting out flames. The phosphor powders obtained were characterized by using X-ray diffractometer, SEM and VUV-PL measurement system. The BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> particles are shaped to plate-like type. The brightness is compared to that of commercially-available blue phosphor.

**Keywords:** solution combustion synthesis, BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu, Blue, phosphor

## Understanding Bonding Structure of Low K Transparent Dielectric Using Polyphenylcarbosilane

Yonghyeon Yu, Hyungsun Kim<sup>†</sup>, Seongjin Hwang, Hyunsang Jung, Younghee Kim\*, Jeonghyeon Lee\*

School of Materials Engineering, Inha University; \*Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology  
(kimhs@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

Electronic industry such as display, solar cell, and ultra large scale integration (ULSI) device requires low dielectric constant (low-K) materials for the power consumption and signal propagation delay time. The low K materials have been made from thermal silicon dioxide, which has dielectric constant of 3.9~4.2. Furthermore, many researchers have developed organic and inorganic materials to reduce K value. However, the new dielectric materials have some problems such as thermally stability, metal diffusion and ion diffusion into the dielectric. Polyphenylcarbosilane (PPCS), which Si-C bonds build up the backbone of the polymer, has been previously investigated as silicon carbide and low-k materials. Therefore, we have attempted to make the thick films, which are silicon dioxide and other silicon containing dielectric materials such as SiO<sub>2</sub> and SiO<sub>x</sub>C<sub>y</sub>, from PPCS in oxygen atmosphere during firing. The electron spectroscopy of chemical analysis (ESCA) was used to investigate the bonding which is Si-O, Si-O-C, Si-C, in the thick films as a function of firing temperature. The thick films of PPCS were investigated for thermal property by TG-DTA. Based on our result, the plenty of oxygen was substituted for the phenyl group in the PPCS during firing. The PPCS holds considerable promise for the application of low K dielectric in the next generations of high performance electric device

**Keywords:** Polyphenylcarbosilane, dielectric constants, low-K material

## 방열핀에 따른 소형히트싱크의 열 방출 특성

이승협, 강제명<sup>\*,†</sup>, 최중운<sup>\*</sup>

서울산업대학교 안전과학연구소; <sup>\*</sup>서울산업대학교 신소재공학과  
(littbird@snut.ac.kr<sup>†</sup>)

전기, 전자 제품의 사용수명은 발열에 기인한 부품소자의 오작동이 주요 인자로 보고되고 있다. 부품소재의 고성능화를 위한 고효율 방열판은 소재, 크기, 형상에 따라 열 방출 능력이 크게 좌우되고 있다. 이들 방열판은 전기, 전자 부품의 성능과 life time을 결정하는 주요 부품소자로서 자리 매김되고 있다.

가전제품용 소형히트싱크의 경우, 우수한 열전도도의 소재와 함께 방열판의 주요 기능을 결정하는 핀의 형상, 크기, 위치에 따라 방열 현상이 변화하는 것을 다수의 논문에서 연구 보고하고 있다. 이는 방열판의 핀에 따른 열확산과 공기유동현상이 각기 다양하게 나타나는데 그 원인이 있다.

본 연구에서는 소형히트싱크로 연구중인 AI계 히트싱크의 핀 형상과 배열, 및 핀간 간격에 따라 각기 달리 나타나는 열유동현상을 전산모사를 이용하여 조사, 연구하고자 한다. 또한 자연대류와 강제대류시 나타날 히트싱크의 base와 핀의 온도 분포와 공기 흐름 현상을 조사하여 소형히트싱크의 열 방출 특성에 관한 DB를 구축하고자 한다.

**Keywords:** 히트싱크, 열유동, 발열특성

## Deposition of TiO<sub>2</sub> by ECR-ALD for organic substrate devices

강병우, 김웅선, 문대용, 박종완<sup>†</sup>

한양대학교 신소재공학부  
(jwpark@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

The passivation layers for organic light-emitting diodes (OLED) or flexible display panels have been intensively studied because they are easily degraded by water vapor and gaseous oxygen and high deposition temperature. Also it is necessary to deposit the passivation layer at low temperature, because of low glass transition temperature of polymers. Inorganic thin films like Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> have been reported as a passivation layer of plastic substrate and optical devices.

In this work, we explore the deposition of titanium oxide at low temperature by PEALD using electron cyclotron resonance (ECR) remote plasma that provides smooth, conformal, and pinhole-free films with a great potential as passivation layer for organic based devices.

Ultra-thin titanium oxide was deposited on a polyethersulfon (PES), poly N-vinylcarbazole (PVK) and Si (001) substrates by ECR-PEALD using O<sub>2</sub> gas as a reactant at a deposition temperature of R.T. This temperature is compatible with most thermally fragile plastic substrate. In order to investigate structural behaviors, chemical composition, density, and morphology of deposited films, we used x-ray photoelectron spectroscopy (XPS), x-ray reflectometry (XRR), atomic force microscopy (AFM), scanning electron microscope (SEM), transmission electron microscope (TEM). Also we used permatran 3/33(MOCON instrument) to measure water vapor transmission rate (WVTR) values, and investigated the passivation performance of the titanium oxide film deposited on OLED by measuring lifetime of device.

**Keywords:** titanium oxide, passivation, atomic layer deposition, polymer

### 저온 소결 조건에 따른 폴리이미드 기판 위에 도포한 전도성 Ag 잉크의 계면 변화에 따른 전기적 특성 분석

권동희, 천진민, 김종렬†

한양대학교 금속재료공학과  
(jina@hanyang.ac.kr†)

플렉서블 폴리이미드(Polyimide) 필름 위에 Ag 트랙을 패터닝 할 수 있는 편리한 기술이 개발되었다. 본 연구에서는 표면 처리된 폴리이미드 필름 위에 잉크젯 프린팅 기술을 이용하여 전도성 Ag 잉크를 도포하였으며, 다양한 시간 및 온도에 따른 300°C 이하로 저온 소결 시 직접 인쇄 된 전도성 Ag 나노입자의 계면특성과 열적 거동, 그리고 이에 따른 전기적 특성을 분석하였으며, 소결 시간 및 온도의 상승에 따라 인쇄 된 Ag 도선의 치밀화로 인하여 전기적 특성이 향상 되어 150°C 이상의 온도에서 우수한 비저항 값을 얻을 수 있었다. 또한, 직접 인쇄 된 전도성 잉크의 형상 유지 메커니즘을 확인 하기 위하여 소결 조건에 따른 Ag 전도성 잉크와 표면 처리된 폴리이미드 사이의 계면 변화를 TEM을 통하여 확인하였다.

**Keywords:** 저온소결, 플렉서블 폴리이미드 필름, 다이렉트 프린팅, 전도성 Ag 잉크, 계면분석

### 다이렉트 배선 방식에 적용하기 위한 나노 구리 분말 표면의 VSAM 코팅에 대한 연구

권진형, 성미린, 이제영, 김동권, 김영석\*, 이기라\*\*, 이선영†

한양대학교 금속재료공학과; \*전자부품연구원; \*\*한국기초과학지원연구원  
(sunyonglee@hanyang.ac.kr†)

최근 나노 기술의 발전에 따라 금속 나노 분말에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 금속 나노 입자가 사용되는 다이렉트 배선 방식은 기존 반도체 공정에 비해 소량 다품종 생산, 대형화 가능 등의 많은 장점을 지니고 있다. 현대 기술의 발달과 함께 점점 그 이용 분야가 넓어지고 있는 구리는 우수한 전도성과 경제적인 가격이라는 장점과 함께, 산화가 잘 된다는 치명적인 단점을 갖고 있다. 많은 연구 기관과 기업에서는 이를 극복하고 구리의 장점을 더 효과적으로 이용하기 위해서 다양한 연구가 진행 중에 있다. 본 연구는 VSAM (Vapor Self Assembled Monolayer) 방법을 이용한 나노 사이즈 구리 분말의 산화 방지에 관한 실험으로, 기존에 연구되어 왔던 습식 법이 아닌 in-situ 방법을 이용한 건식 법을 적용하였다. 산화 방지를 목적으로 구리 표면에 사용되는 SAM 용액은 Octanethiol 이다. Octanethiol의 반응기인 SH는 산화되지 않은 구리와 쉽게 결합을 하고 낮은 온도에서 소결이 가능하기 때문에 금속 배선의 전도성에 영향을 주지 않아 다이렉트 배선 방식에 사용되는 구리 분말 표면 코팅 물질로 적합하다. 본 실험에서는 Octanethiol의 낮은 기화 점에 염두를 두고 제작된 장비를 통하여 진행되었다. Chamber와 SAM용기의 기압 차이에 의해 낮은 온도에서 SAM 용액이 기화되므로 구리분말 표면이 코팅될 수 있다.

본 실험에서 Octanethiol과 구리 파우더 표면의 결합은 XPS (X-ray photoelectron spectroscopy) 분석을 통해 확인하였고, FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy) 측정을 통해 Octanethiol Peak이 검출됨으로 코팅의 존재를 확인할 수 있었다. 코팅 막의 두께는 TEM (Transmission electron microscopy) 을 이용하여 확인할 수 있었다. 또한, DSC (Differential scanning calorimeters) 측정을 통해서 Octanethiol의 인화 온도가 실제 구리 분말 소결 온도보다 낮은 범위 내에 있음을 확인하여 Octanethiol이 본 연구에 적합한 물질임을 알 수 있었다.

**Keywords:** Cu nano powder, VSAM, Octanethiol, Copper

## Effect of BaCu(B2O5) on sintering behavior and dielectric properties of (SrLa)(TiAl)O<sub>3</sub> ceramics

김경범, 김창일, 정영훈, 이영진, 백종후<sup>†</sup>

요업기술원 전자부품팀  
(jhpaik@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

Effect of BaCu(B2O5) (BCB) on the sintering behavior and dielectric properties of (SrLa)(TiAl)O<sub>3</sub> (SLTA) ceramics were investigated in this paper. The sintering temperature of the SLTA ceramics, which could be conventionally sintered at approximately 1600°C, was efficiently lowered as much as approximately 150°C by the addition of BCB. The SLTA ceramics doped with a small amount of BCB could be well sintered at 1450°C without degrading their dielectric properties. In particular, the 0.05 wt% doped SLTA ceramics, sintered at 1450°C for 2h, exhibited optimum dielectric properties of dielectric constant (41) and quality factor (41,000 GHz). Therefore, BCB could be a suitable sintering aid to improve densification of the SLTA ceramics at very low temperature.

**Keywords:** BaCu(B2O5), (SrLa)(TiAl)O<sub>3</sub>, dielectric properties, low temperature

## 다양한 분무열분해법 조건에 따른 MgGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 구형 형광체의 형상 및 발광특성

김경운<sup>†</sup>, 최성호, 정하균

한국화학연구원 화학소재연구단  
(kimku@kricet.re.kr<sup>†</sup>)

음극선 여기조건에서 우수한 발광재료로 알려진 MgGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 는 다른 형광체에 비해 화학적으로 안정하다는 장점을 가지고 있어 FPD(Flat Panel Displays)에 적용 가능한 후보 물질로 알려져 있다. 하지만 MgGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 는 현재 낮은 휘도와 색좌표 특성에 문제점을 가지고 있다. 특히 고상 합성법을 이용한 경우, 1400°C 이상의 산화열처리 후 후속 환원열처리 공정이 추가적으로 필요하다. 본 연구에서는 MgGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 를 분무 열분해법을 통해 제조하여 광발광 특성을 조사하였다. 모체 중 한 성분인 Ga precursor 변화를 통해 최적의 발광 특성을 갖는 물질을 조사하였고 상의 형성 여부, 발광특성 및 SEM 이미지를 관찰하였다. 그리고 분무열분해시 반응기 내의 온도 변화와 분위기 변화(환원분위기)를 통해 단일상 형성여부와 휘도 특성을 관찰하였다.

**Keywords:** 분무열분해법, MgGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 녹색형광체

## 분무열분해법을 이용한 형광막의 제작 및 특성 고찰

김경운<sup>†</sup>, 최성호, 정하균

화학연구원 화학소재연구단

(kimku@kriect.re.kr<sup>†</sup>)

차세대 디스플레이의 응용분야로 제시되는 투명 소자(transparent devices)는 건축물의 창문을 비롯한 광고용 디스플레이뿐만 아니라 투명 네비게이션, 투명 모니터로의 적용이 가능하여 새로운 시장분야의 창출이 가능하다. 이러한 디스플레이 소자 중 자발광형 단순 구조를 가지는 “투명 PDP 소자”는 상용화가 상대적으로 유리하며, 소자의 핵심소재인 투명형광막은 고효율의 발광특성 및 높은 투과도특성을 갖는 막을 요구한다. 지금까지 알려진 대표적인 성막 공정은 physical vapour deposition (PVD), chemical vapour deposition (CVD) 등 진공 공정을 이용하는 방법과 spray pyrolysis (SP), sol-gel 법 등 용액공정을 기반으로 하는 방법 등이 있다. 이 중 SP는 세라믹과 파우더를 막으로 생성하기 유리하다고 알려져 있다. 또한 SP는 제조 공정이 단순하며 생산비용이 싸다는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 SP 방법을 이용하여 VUV 영역에서 우수한 발광특성을 가지고 있는  $Zn_2SiO_4:Mn$ 을 유리 기판에 증착시킨 후 후열처리를 통해 형광막을 제작하였다. 기판 온도의 변화, mol 농도의 변화, Zn precursor의 변화를 통해 발광특성 및 투과도가 우수한 형광막을 제작하였다. 147 nm 여기 하에서 분말형광체 대비 약 40%의 상대휘도 가시광 영역에서 최대 50%의 투과율 갖는 기판을 제조하였다. 그리고 증착된 형광막의 입자 특성을 XRD, SEM을 이용하여 분석하였다.

**Keywords:** 분무열분해법, 형광막

Deposition of  $SiO_2$  thin films using atmospheric pressure dielectric barrier discharge김기택, 김윤기<sup>†</sup>

한밭대학교 신소재공학부

(ykkim@hanbat.ac.kr<sup>†</sup>)

실리콘산화막은 전자, 광학, 음식물포장의 배리어막 등 다양한 응용분야에 사용되고 있기 때문에 많은 연구가 진행되어왔다. 그 중 organic 물질을 이용하여  $SiO_2$ 막을 증착하는 연구는 위험하고 취급하기 어려운 실란가스를 사용하지 않기 때문에 매우 매력적이다. 그러나 hexamethyldisiloxane(HMDSO), tetraethoxysilane(TEOS) 와 같은 물질을 이용한  $SiO_2$ 막 증착은 대부분 진공에서 이루어졌기 때문에 장치가격이 고가이고 연속생산이 불가능한 문제가 있다. 대기압 플라즈마 기술은 기존의 진공 플라즈마 기술에 비하여 복잡한 진공장비가 불필요하고 피처리물의 크기에 대한 제약이 상대적으로 적으며, 고농도의 반응활성종을 형성시키는 것이 가능하여 빠른 공정 속도를 갖는다. 특히 유전체배리어방전(dielectric barrier discharge:DBD)은 최근 세정, 표면활성, 코팅, polymerization, 살균 등 다양한 분야에서 대기압 플라즈마를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 대기압 DBD를 이용하고 반응물질로서 hexamethylcyclotrisiloxane (HMCTSO)를 이용하여 상온에서  $SiO_2$ 막을 증착하였다. 반응가스로는 대기압 DBD를 안정화시키기 위하여 He가스를 사용하였으며  $SiO_2$ 막에서 화학양론적계수를 맞추기 위하여  $O_2$ 를 첨가하였다. DBD는 30kHz AC 전원을 이용하여 4kV~7kV의 전압에서 형성 및 유지하였다. 실험 범위의 전압에서 전압이 증가함에 따라  $SiO_2$ 막의 증착속도는 감소하였으며, 4kV에서  $SiO_2$ 막의 증착속도는 600nm/min 이었다. 형성된  $SiO_2$ 막은 전압에 관계없이 비정질이었다. FT-IR분석을 통하여 HMCTSO/ $O_2$  비율에 따라 증착된 막의 화학적구조 변화를 고찰하였다.

**Keywords:** 대기압, 유전체배리어방전(DBD),  $SiO_2$ 막, HMCTSO

## 어닐링에 의한 FCCL 구리박막의 결정립 구조 변화

김수현<sup>†</sup>, 강주희, 한승전, 이효수\*한국기계연구원 부설 재료연구소; \*한국생산기술연구원  
(shawnkim@kims.re.kr<sup>†</sup>)

FCCL (flexible copper clad laminate)은 절연필름 위에 구리박막이 형성된 구조를 갖고 있으며 COF (chip on film) 및 FPCB (flexible printed circuit board)의 원소재로 사용되고 있다. FCCL의 구리박막은 패터닝 공정을 거쳐서 구리 배선을 형성시키는데 구리박막의 미세조직은 배선 형성 특성 및 기계적 특성, 전기저항, 굴곡성 등 FCCL의 신뢰성에 영향을 주게 된다. FCCL 구리박막의 미세조직은 제조공정 조건의 변경에 의해서 달라질 뿐 아니라 막형성 후 열처리를 거치면서 변화할 수 있다. 이 연구에서는 폴리이미드 절연필름 위에 전해도금법으로 형성된 구리박막 구조를 갖는 FCCL을 오븐에서 100, 150, 200, 250도의 온도에서 15분간 열처리하였다. 열처리에 따른 FCCL 구리박막의 결정립 구조의 변화는 EBSD (Electron Back-Scatter Diffraction)를 이용하여 분석하였다. 열처리 전에 구리박막층의 경우 폴리이미드와 접한 계면에서는 씨앗층의 영향으로 인하여 미세한 결정립이 형성된 반면, 일정 두께 이상으로 성장한 후 결정립 크기가 증가하면서 쌍정이 발달하는 결정립 구조를 가지고 있었다. 열처리 후 구리박막층은 결정립 성장에 의하여 결정립 크기가 증가하였으며 쌍정의 분포가 변화함을 관찰하였다. 어닐링에 의한 결정립 성장에서 고경각경계, 저경각경계, 쌍정경계의 역할을 고려하여 결정립 구조 변화를 해석할 수 있었다.

**Keywords:** FCCL, 어닐링, 결정립, 결정립계, 쌍정, 결정립성장, EBSD

Enhanced low-field magnetoresistance in  $(1-x)\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3/x(\text{CuFe}_2\text{O}_4)$  composites김영주, Shalendra Kumar, 서용준, 이찬규, 구분훈<sup>†</sup>창원대학교  
(bhkoo@changwon.ac.kr<sup>†</sup>)

The  $(1-x)\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3/x(\text{CuFe}_2\text{O}_4)$ , ( $x = 0 \sim 0.15$ ) composites were prepared by conventional solid state reaction method. We have investigated the structural, magnetic and electrical properties of  $(1-x)\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3/x(\text{CuFe}_2\text{O}_4)$  composites using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy, field cooled dc magnetization and magnetoresistance (MR) measurements. The XRD and SEM results indicate that no reaction occurs between LCMO and CFO grains, and that CFO segregates mostly at the grain boundaries of LCMO. The resistance measured as a function temperature demonstrates that all the samples display metal to semiconductor transition. The MR was measured in the presence of low magnetic field. The magnetoresistance (MR) effect is enhanced at a wide temperature range in an applied magnetic field (5 kOe). The spin-polarized tunneling and the spin-dependent scattering may be attributed to the enhanced low-field magnetoresistance (LFMR) effect.

**Keywords:**  $(1-x)\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3/x(\text{CuFe}_2\text{O}_4)$ , Grain boundary, Spin polarized scattering, LFMR

## Silver 미세배선 패턴 형성을 위한 유리기판 표면처리에 관한 연구

김영훈, 홍성제, 한정인<sup>†</sup>전자부품연구원  
(hanji@keti.re.kr<sup>†</sup>)

유리 기판 상에 디스플레이용 Silver(Ag) 미세배선 패턴 형성을 위한 기판 표면처리에 대한 연구를 수행하였다. 일반적으로 세척 후 유리 기판의 표면 에너지는 매우 높기 때문에 잉크젯 프린팅으로 Ag 배선을 형성하게 되면 전극의 폭이 100  $\mu\text{m}$  이상의 결과를 얻게 된다. 본 연구에서는 다양한 self-assembled monolayer(SAM) 및 surfactant를 이용하여 유리 기판의 표면을 개질하였으며 40  $\mu\text{m}$  이하의 선폭을 갖는 패턴 형성 기술을 개발하였다.

SAM을 이용한 표면처리 방법에서는 다양한 SAM 재료, 농도, 처리 시간 등을 조절하여 각각의 조건이 표면 에너지나 접촉각 특성에 어떤 영향을 미치는지 분석하였으며, surfactant를 이용한 표면처리방법에서는 모체로 사용되는 고분자 재료, 농도 등을 변화시키고 첨가되는 surfactant의 양을 조절함으로써 역시 기판의 표면 특성에 미치는 영향을 분석하였다.

연구 결과, SAM을 이용한 표면처리의 경우 표면에너지를 낮춰 90도 이상의 접촉각 특성을 확보할 수 있었지만 표면에너지가 너무 낮아 라인 형성시 drop간의 뭉침 현상이 발생하여 완벽한 라인 패턴 형성이 어렵다. 따라서 고분자를 기반으로 하고 추가적으로 surfactant를 첨가하여 표면에너지를 낮추는 연구를 진행하였으며 결과적으로 다양한 선폭의 구현이 가능하였다.

**Keywords:** Silver, 미세배선, 표면처리, 잉크젯 프린팅

## Dispersion of silica nanoparticle in polyester varnish and fabrication of silica-polyester nanocomposites for enamel wire coating

김용범, 김은진\*, 정우람\*, 최진혁\*, 서영수\*<sup>†</sup>, 황종선\*\*세종대학교 나노신소재공학부; \*세종대학교; \*\*전남도립대학  
(ysseo@sejong.ac.kr<sup>†</sup>)

에나멜 와이어의 코팅에 사용되는 폴리에스터수지의 열적특성과 내전압특성등을 개선하기 위해, 폴리에스터 바니쉬에 실리카 나노필러를 분산하여 나노복합소재를 제조하였다. 나노필러가 포함된 에나멜 와이어는 부분방전에 의한 고분자 코팅층의 열화를 억제하는 것으로 알려져 있다. 실리카 나노필러의 분산성을 향상시키기 위해 다양한 기능성물질로 표면처리를 시도하였으며, 그 중 아민계 유기물에 의한 표면처리 시 분산특성이 향상되는 결과를 보였다. 사용한 실리카 나노입자는 약 10nm의 직경을 가지고 있으며, 표면처리 후, 용매에 분산된 나노입자의 크기는 동적광산란법으로 측정하여 분산도를 검증하였고, 나노복합체내의 나노입자의 크기와 분산도는 주사전자현미경으로 검증하였다. 고온 열처리하여 제조된 실리카-폴리에스터 나노복합체의 나노입자의 무게 분율에 따른 열적특성과 구리선에 코팅하여 제조한 에나멜와이어의 내전압특성등도 발표될 예정이다.

**Keywords:** nanocomposite, Surge-resistance, Enamel wire, Coating

## Effect of post deposition annealing on the properties of ITO/Au/ITO films prepared on glass substrate by reactive magnetron sputtering

김유성, 채주현\*, 김대일\*†

한국전기연구원 나노공정장비연구그룹; \*울산대학교 첨단소재공학부  
(dkim84@male.ulsan.ac.kr†)

Transparent Sn-doped  $\text{In}_2\text{O}_3$  (ITO) single-layer and ITO/Au/ITO multilayer films were deposited on glass substrate by reactive magnetron sputtering to compare morphology, optical and electrical properties of the films and were then annealed in a vacuum of  $1 \times 10^{-2}$  Pa at various temperatures from 150 to 450°C to determine the influence of annealing temperature on the properties of the films.

As deposited 100 nm thick ITO films exhibit a sheet resistance of  $130 \Omega/\square$  and optical transmittance of 77% at 550 nm-wavelength. By inserting a 5 nm-thick Au layer in ITO/metal/ITO films, the sheet resistance decreased to as low as  $21 \Omega/\square$  and optical transmittance also decreased to as little as 73% at 550 nm-wavelength. Post-deposition annealing of ITO/Au/ITO films lead to considerably lower electrical resistivity, higher optical transparency, and crystallization of the films. A sheet resistance of  $8 \Omega/\square$  and an optical transmittance of 82% at 550 nm wavelength were obtained from the ITO/Au/ITO films annealed at 450°C. In the X-ray diffraction pattern, as-deposited ITO films did not show any diffraction peak, while as-deposited ITO/Au/ITO films have Au (111) and  $\text{In}_2\text{O}_3$  (222) crystal planes. When the annealing temperature reached the 150-450°C range, both diffraction peak intensities increased significantly.

**Keywords:** ITO, XRD, Optical transmittance, Sheet resistance

## Cu/Solder/Cu 범프 접합부의 금속간화합물 성장거동 연구

김재원, 정명혁, 박영배†

안동대학교 신소재공학부 청정소재기술연구센터  
(ybpark@andong.ac.kr†)

최근 전자기기에서의 소형화, 다중 밴드화, 고주파의 추세에 따라 고주파화, 고직접화, 소형화된 부품이 요구되고 있다. 이에 따라 칩 제조 분야에서는 칩 자체의 미세화, 직접화가 진행되고 있으며 패키지 분야에서는 경박단소화 된 새로운 패키지와 실장방법이 개발되고 있다. Through Silicon Via(TSV)를 이용해 여러 가지 기능의 칩을 3차원으로 적층 하는 3차원 System-in-package (SiP) 기술은 기존의 패키지에 비해 부피와 무게를 최소화 할 수 있고, 고성능 및 전력소모를 줄일 수 있는 장점이 있을 뿐만 아니라 고밀도와 고기능화 역시 이룰 수 있어 최근 활발히 연구 되고 있다. 3차원 SiP 구조에서 칩과 칩을 연결하는 구조에서 Cu/Solder/Cu 구조의 범프는 기존 솔더범프에 비해 상대적으로 적은 솔더의 양 때문에 인접한 범프 간의 접합이 발생하지 않아 미세 피치를 적용할 수 있는 대안으로 주목을 받고 있다. 또한 전기 전도도가 우수한 Cu를 사용하기 때문에 높은 전류의 운반이 가능하여 electromigration에 의한 전기적 신뢰성 저하 문제도 해결 할 수 있다. 하지만 Cu는 상대적으로 적은 양의 솔더와 반응하여 취성특성이 있는 조대한 금속간화합물(intermetallic compound)을 형성시켜 접합부의 기계적 신뢰성을 저하시킨다. 이처럼 Cu/Solder/Cu 범프 구조에서의 금속간화합물 형성 및 성장은 접합부 신뢰성에 많은 영향을 미치는 것으로 판단된다. 본 연구에서는 칩과 기판 모두 Si로 구성된Cu/Sn/Cu 범프 구조에 대하여 In-situ SEM을 사용하여 전류밀도  $2.0 \times 10^4 \text{ A/cm}$ , 온도 100~150°C의 각 조건에서 계면반응에 따른 금속간화합물 성장거동을 실시간 관찰하여 성장기구를 분석하였다.

**Keywords:** Current density, Intermetallic compound, Growth kinetics, Cu/Solder/Cu bump



## Deposition of Aluminum doped ZnO(AZO) film on PEN (polyethylene naphthalate)

김정민, 이시우<sup>†</sup>, 김연수\*, 유상현\*

포항공과대학교 화학공학과; \*웅진케미컬  
(srhee@postech.ac.kr<sup>†</sup>)

유연성 소자를 만들기 위해 유연성 기판에 투명 전극을 증착하는 연구를 수행하였다. 알루미늄이 포함된 산화아연 타겟을 이용해 RF magnetron sputtering으로 증착하였다. 유연성 기판으로 PEN (polyethylene naphthalate) 고분자 기판을 사용하였고 증착 변수로 압력, 온도, 플라즈마 전력, 타겟과 기판과의 거리 등의 영향을 규명하였다. 주요 물성으로 전기전도도와 광투과도를 측정하였다. 각 변수가 증착속도에 미치는 영향, 박막의 결정성에 미치는 영향을 규명하였다. 또한 유리 기판에 증착하는 경우와 비교하여 고분자 기판이 주는 영향을 규명하였다. 플라즈마 전력이 커지면 증착속도는 증가하였고 박막의 밀도는 저하되는 경향이 나타났다. 압력은 낮을수록 증착속도가 높았고 결정성도 우수하게 나타났다. 온도가 높을수록 막질은 우수하게 나타났으나 PEN 기판의 경우는 유리전이 온도인 122도 이하에서 증착을 해야 한다. 기판과 타겟 사이의 거리는 짧을수록 증착속도도 높았고 결정성과 전기전도도도 우수하게 나타났다. 전반적으로 유리기판에 증착된 박막보다는 고분자 기판에 증착된 박막의 특성이 떨어지는 것으로 나타났다.

**Keywords:** 투명산화전극, AZO, flexible substrate

## 리튬 이온 전지용 다공성 폴리우레탄 전해질의 전기화학적 특성평가

김종선, 김지현, 최재원\*, 신초롱\*, 안주현\*, 류호석\*\*, 김익환\*\*\*, 안효준<sup>†</sup>

경상대학교 나노신소재공학부, i-Cube 사업단, IT용 에너지 저장 및 변환센터;

\*경상대학교 생명화학공학과, IT용 에너지 저장 및 에너지변환센터;

\*\*경상대학교 PRC-NBECS; \*\*\*(주) 삼웅

(ahj@gnu.kr<sup>†</sup>)

리튬 이차 전지용 전해질 부분에 있어 고분자 전해질에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다. PEO계 고분자 전해질의 경우 상온에서의 이온전도도가 매우 낮아서, 이온전도도를 향상시키기 위해 다양한 액체 전해질을 함께 섞어 사용하여 겔 형태의 고분자 전해질의 연구가 많이 이루어지고 있다. 이러한 겔 고분자 전해질용 고분자로 PAN, PVdF, PMMA 등의 다양한 고분자가 적용되었다. 그러나 이러한 형태의 겔 전해질은 낮은 강도 때문에 다루기가 힘이 들고 유기 용매의 누액 등의 단점들이 발견되어 이온전도도와 기계적 강도를 향상시키기 위하여 새로운 고분자 매트릭스를 개발하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 강도가 좋은 고분자 중의 하나인 폴리우레탄은 폴리올과 이소시아네이트가 우레탄 결합을 하여 형성되는 고분자로서 hard segment와 soft segment를 동시에 가지고 있어, 우수한 기계적 강도와 우수한 이온전도가 일어날 수 있을 것이라 예상된다. Ten-Chin Wen 등은 열가소성 폴리우레탄을 PEO(polyethylene oxide)와 함께 겔 형태로 만든 전해질이 기계적 강도가 좋고, 상온에서  $6.4 \times 10^{-4}$  S/cm의 이온전도도가 나온다고 발표하였다. 또한 겔 고분자 형태가 아닌 다공성 형태의 구조를 만든 뒤에 액체 전해질을 함침 시킬 경우, 공정이 편리 하게 되며, 이온전도도 뿐만 아니라 강도 면에서도 향상을 이룬다.

본 연구에서는 다양한 방법으로 고체 형태의 다공성 필름을 만들고, 제조된 다공성 폴리우레탄 필름에 전해액을 함침을 시켜 이온전도도와 분해전압을 측정하여 전기 화학적 특성을 조사하였다.

**Keywords:** 폴리우레탄, 다공성, 전해질, 2차전지

## Effect of Polypropylene Glycol on Silver-Tin Electrolytes as a Function of pH

김종천, 나성훈, 임승규, 김진수, 김태성, 주범석, 최우성, 이광근, 서수정<sup>†</sup>

성균관대학교 신소재공학과  
(suhsj@skku.edu<sup>†</sup>)

회로기판의 고밀도, 고집적화 추세에 따라 도금의 품질에 대한 요구도 커지고 있다. 도금의 품질은 도금하려는 금속 성분 이외에 보조적인 역할을 하는 첨가제들의 농도에 의해서 결정된다. 본 연구에서는 첨가제중의 하나인 Polypropylene Glycol(PPG)을 각각 강산, 약산, 약알칼리의 Sn-Ag 도금액에 넣고 도금하여 PPG가 도금액의 pH변화에 따라 도금 품질에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보려고 하였다. 도금액의 조성은 Tin Pyrophosphate(Sn<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), Silver Ionide(AgI), Tin의 Complexing Agent로 Potassium Pyrophosphate(K<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), Silver의 Complexing Agent로 Potassium Iodide(KI) 그리고 첨가제로 PPG가 사용되었다. 상기 도금액의 pH는 Diphosphoric Acid(H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)를 이용하여 1.0, 4.0, 8.0으로 적정하여 사용하였다. Sn-Ag Thin Film 도금 시 Ag/AgCl (Saturated KCl 0.199V Versus Normal Hydrogen Electrode)를 기준 전극으로 사용하였다. 전기화학적 분석은 PAR Potentio Stat 장비의 Linear Voltammogram Method를 이용하였으며, 표면 거칠기는 SEM으로 관찰하였다.

**Keywords:** PPG, additive, sn-ag, electroplating

## LED 봉지재 응용을 위한 Sol-Gel Methacrylate Hybrimer의 광 및 열 특성 분석

김준수, 양승철, 배병수<sup>†</sup>

KAIST  
(bsbae@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

발광다이오드(LED)는 기존의 조명에 비하여 고속응답, 저소비 전력, 장수명, 소형화, 경량 등의 우수한 특성을 갖고 있어 다양한 분야의 응용이 기대되고 있다. 차세대 조명용 후보광원인 백색 LED의 대표적인 제작 방법으로 청색 LED 또는 자외선 LED를 RGB 형광체와 함께 패키징하는 방법이 있다. 이러한 형광체 발현을 위해서 특히, LED 패키지의 접합소재인 봉지재의 높은 투과율이 요구된다. 또한 LED 봉지재는 굴절률 조절을 통해 조명용 백색 LED의 고휘도를 구현하는데 필요한 광 추출 효율을 높일 수 있는 중요한 핵심재료로 알려져 있다.

본 연구에서는 Precursor로 사용된 Methacryloxypropyltrimethoxysilane (MPTS)과 Diphenylsilanediol (DPSD)의 함량 변화에 따라 제조된 Methacrylate Hybrimer의 광특성 및 열안정성을 연구하였다. 합성된 수지를 광 또는 열경화를 통하여 제조되는 Methacrylate Hybrid 재료 (Hybrimer)는 나노 크기의 Oligosiloxane이 Methacrylate에 분산되어 있는 구조로 매우 투명하고 굴절률이 높으며, 우수한 내열성을 가져서 고휘도와 장수명을 위한 LED 봉지재로 응용될 수 있다. 제조된 Methacrylate Hybrimer는 굴절률이 1.53이상으로 조성에 따라 굴절률이 조절되었으며, 고온환경에서도 장시간(72시간) 동안 황변이 적은 내열성을 갖는 특성을 나타내었다.

**Keywords:** LED 봉지재, 솔-젤, 하이브리드 재료, 열안정성

## Effects of Saccharin Concentration on Deposit Stress Behavior of Electrodeposited Ni-Co-Fe Ternary Alloy Films

김진수, 주범석, 나성훈, 임승규, 김종천, 서수정<sup>†</sup>

성균관대학교 신소재공학과  
(sjsuh@skku.edu<sup>†</sup>)

Recently, the Ni-Co-Fe films have been studied for its magnetic properties, internal stress, corrosion properties, etc. It is reported that the electrodeposited Ni-Co-Fe films have the high deposit stress. The high deposit stress in the magnetic films may result in the warpage of substrate or the delamination of films, which makes difficult to apply to MEMS devices. Also the high stress may result in the changes of the magnetic properties. In this study, we systematically investigated changes in the film stress, microstructure, and magnetic properties of the Ni-Co-Fe thin films as a function of saccharin concentration in the plating baths.

Ni-Co-Fe ternary alloy films were electrodeposited from the sulfate bath. The effects of the saccharin concentration on the deposit stress behavior of those films were investigated. When the saccharin concentration was 0.004 M, the deposit stress was the lowest stress (61 MPa, tensile stress mode). Then the relation of the deposit stress and the magnetic properties was investigated. As the deposit stress of Ni-Co-Fe thin films decreased from 307 to 61 MPa, the coercivity decreased from 6.17 to 1.35 Oe.

**Keywords:** NiCoFe, electroplating, magnetic properties

## Fabrication of Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub>(CZTS) thin film Solar cell by co-sputtering method.

김진아, 오현필, 윤재호\*, 윤경훈\*, 김진혁<sup>†</sup>

전남대학교 신소재공학과; \*한국에너지기술연구원  
(jinhyeok@chonnam.ac.kr<sup>†</sup>)

co-sputter를 이용하여 공정변수 (압력 및 파워)를 변화시키며 상온에서 Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> (CZTS) 박막을 제조한 후 그 박막 위에 Cu capping layer를 증착 시키고, 증착된 박막을 N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S (5%) 분위기에 500°C에서 3시간 열처리 시켜 결정화하고 결정화된 박막을 이용하여 태양전지를 제작하였다. 열처리된 CZTS 박막은 X-ray diffraction, SEM, EDX, UV-visible을 통해 분석하였고, XRD 결과에서 CZTS 박막의 (002), (112), (200), (220) 그리고 (312) 방향의 peak들을 확인할 수 있었고, SEM image를 통해 열처리 전과 후의 표면 morphology를 관찰할 수 있었다. 또한 EDX 결과 분석을 통해 Cu, Zn, Sn, S의 비율이 거의 2:1:1:4의 비율로 맞춰진 것을 확인하였고, UV-VIS spectroscopy 분석으로 투과율과 밴드갭 에너지 값이 1.567 eV가 된다는 것을 확인하였다. 이와 같은 박막을 이용하여 셀영역 0.5 cm<sup>2</sup>를 갖는 태양전지를 제작하여 그 특성을 평가한 결과 1%의 효율을 보여주었다.

**Keywords:** Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> (CZTS) thin films, co-sputter, absorber layer, efficiency.

## LBL 법에 의한 기능성 나노입자 제조

김진호<sup>†</sup>, 황종희, 임태영요업(세라믹)기술원  
(jhkim@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

서로 다른 조성을 갖는 콜로이드 입자의 표면에 나노사이즈의 박막을 코팅하는 기술에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이런 기능성 나노입자들은 각각 뛰어난 광학특성, 자성특성, 촉매특성을 가지고 있어 그 응용성이 확대되고 있다. 특히, 폴리머 입자 표면에 무기질의 실리카 혹은 티타니아를 코팅한 후 폴리머 입자를 고온 열처리를 통해 제거하여 만든 코어셸 나노입자들은 여러 분야에서 그 응용성을 확대시키고 있다. 이런 나노사이즈 입자 표면에 균일한 코팅을 하기위한 방법으로는 최근 Layer-by-layer (LBL) self assembly법이 많은 연구자들에 의해 관심을 모으고 있다. 왜냐하면, LBL 법은 상온 상압에서 전해질 폴리머, 나노입자 혹은 산화물 전구체가 물에 용해되거나 분산되어 양전하 혹은 음전하를 가질 때 그들의 정전기력을 이용하여 다양한 기능성 박막을 제조 할 수 있는 친환경적 박막제조 기술이기 때문이다. LBL법에 의해 제조된 박막은 용액의 농도, pH, 적층시간 및 적층수에 따라 다양한 구조의 표면구조와 물리화학적 특성을 보인다. 본 연구에서는 PMMA 입자의 표면에 고굴절률의 티타니아 박막을 적층하여 입자의 광학적 특성을 조사하였다. 티타니아 박막은 LBL법을 이용하여 양전해질 폴리머 PDDA와 음전하를 갖고 있는 티타니아 전구체 용액인 titanium (IV) bis (ammonium lactato) dihydroxide (TALH)를 이용하여 제조하였다. 용액의 pH에 따라 PMMA 표면에 증착되는 박막의 표면구조와 두께는 다양한 변화를 보여주었고 적층수에 따라 일정하게 막의 두께가 증가되는 것을 보았다. 특히, 박막의 두께에 따른 입자의 간섭광의 변화를 확인하였다.

**Keywords:** nanoparticle, thin film, layer-by-layer self assembly

## Effect of substrate temperature in th TaN-Ag thin film resistor.

김태성, 임승규, 나성훈, 김진수, 이창형, 김종천, 주범석, 박인수, 서수정<sup>†</sup>성균관대학교 신소재공학과  
(suhsj@skku.edu<sup>†</sup>)

반도체 회로의 고집적화와 고정밀화의 추세에 따라 우주항공, 통신 및 전자산업에 쓰이는 전자회로들 또한 고밀도화, 경량화, 단소화, 소형화 그리고 우수한 신뢰성과 안정성을 요구받고 있다. 이 중에서 저항 소자는 가장 기본적인 소자들 중 하나이고, 단일 소자로써 뿐만 아니라 전자 회로 기판에 다른 회로들과 함께 직접 구현된다. 따라서 박막저항소자는 기계적 접촉 및 마찰에 의한 부분적 손상이나 마모 없이 장시간 견뎌야 하고, 고온에서 산화되지 않는 특성을 가져야 한다. 또한 비저항이 높고, 온도저항계수(TCR : Temperature coefficient of resistance)가 zero 에 가까운 낮은 값을 가져야한다. 일반적으로 박막 저항 물질에는 순수 금속, 합금, cermet, 반도체 물질 등이 쓰인다. 이중 Ta과 질소를 반응성 스퍼터링법에 의해 제조하는 TaN박막저항은 가장 일반적으로 쓰이는 물질 중 하나이나  $\sim 250\mu\Omega\text{-cm}$ 의 전기 비저항을 가지고, 온도저항계수는  $-200\sim+200\text{ppm}/^\circ\text{C}$  정도로 고정밀 박막저항으로 사용하기에는 낮은 특성을 보인다. TaN 리액티브 스퍼터링시에 질소 분압 이 높아지면 비저항이 상승하게 되는데 온도저항계수가 음의 값으로 매우 커지게 된다. 이를 해결하기 위해 코스퍼터링법을 사용하여 TaN-Ag nanocomposite 박막을 제작하여 약 20000 mW-cm 의 비저항을 얻었다. 본 연구에서는 스퍼터링시에 기판의 온도가 전기적특성의 미치는 영향을 알아보았다. 형성된 박막의 표면 구조를 분석하기 위하여 SEM(scanning electron microscope)와 TEM(transmission electron microscope)를 이용하였고, RBS(Rutherford Backscattering Spectrometry)를 이용하여 박막의 조성을 분석하였다. 4-point 프로브를 이용하여 전기적 특성을 측정하였다.

**Keywords:** thin film resistor, TaN, nanocomposite

## UV-Nano Imprint Lithography를 이용한 Nano Pattern Array제작

김택유, 박정갑, 이창형, 주범석, 김남정, 장주희, 최우성, 장재권, 서수정<sup>†</sup>

성균관대학교  
(suhsj@skku.ac.kr<sup>†</sup>)

Nano-Imprint Lithography(NIL) 공정기술은 기존의 photo lithography 한계를 극복하면서 선폭 32nm이하의 구현이 가능한 차세대 lithography 기술이며 상용화 단계는 아니지만 저비용으로 다양한 나노구조물 및 소자제작이 가능하여 활발하게 연구가 진행되고 있는 분야이다.

특히 패턴을 성형하는데 ultraviolet(UV)를 이용하는 UV-NIL기술은 빠른 공정시간과 낮은 수축율로 인하여 높은 생산성과 정밀도를 가지고 있으며, Nano Pattern의 제작에 있어서 기존의 hot embossing이나 thermal type의 NIL기술보다 실질적인 기대효과가 매우 크다.

본 연구에서는 NIL용 master로서 soft mold를 제작하여 UV-NIL공정을 진행하였으며 잔류층이 없는 200nm Dot Array를 제작하였다.

시편의 준비는 15mm×15mm 사이즈의 Si기판을 사용하였다. 기판과 resin과의 접착성을 향상시키기 위해 계면활성제를 spin coating한 후 UV Resin을 증착하였다. NIL mold는 quartz backplate에 soft stamp를 위한 polymer 재료를 dispensing한 후 가압하여 polymer 패턴을 성형하는 soft mold의 형태로 제작되었고, 이형성을 향상시키기 위하여 Self-Assembled Monolayer(SAM)를 처리하는 공정으로 진행되었다.

NIL공정은 UV curing time, press pressure, delay time등을 변화 시키면서 실험을 진행하였으며, 형성된 NIL패턴과 잔류층 여부는 SEM(Scanning Electron Microscope)을 이용하여 분석하였고, 또한 반복 공정을 통하여 재현성을 확인하였다.

**Keywords:** nano-imprint lithography, nano pattern

## Interfacial investigation of Sn-Pb soldering on the copper ribbon

김혁중, 김희규, 강인구, 이상권\*, 하정원\*, 최병호<sup>†</sup>

금오공과대학교 정보나노소재공학; \*고려상사  
(choibh@kumoh.ac.kr<sup>†</sup>)

전자부품의 소형화와 고집적화에 따라 칩과 기판의 연결시 솔더 접합부의 단면적 감소에 의한 열적 피로 현상으로 기계적, 전기적 특성치의 신뢰성에 미치는 영향이 증대되고 있다. 이러한 열적 피로의 원인은 솔더링 시 생성되는 금속간화합물에서 주로 발생한다.

본 연구에서는 태양전지의 연결선인 구리리본에 Sn계(Sn-Pb, Sn-Pb-Ag)의 솔더링에 대한 계면에서 생성하는 금속간 화합물을 분석하고 그에 따른 기계적, 전기적 특성을 분석하였다. 특히 솔더 조성, 솔더링 온도 및 시간 등을 변수로 택하여 생성되는 금속간 화합물층의 결정구조 및 두께등을 분석하여 그에 따른 ribbon의 기계적, 전기적 특성의 상관성을 분석하였다.

금속간 화합물의 두께 및 미세조직 분석을 위해 FESEM이 사용되었고 그에 따른 ribbon의 전단응력에 의한 솔더 조인트의 파단 양상을 조사 하기 위해 SEM과 EDS를 이용한 파단면의 관찰을 실시하였다. Ribbon의 전기적 특성 분석을 통해 금속간화합물이 ribbon의 저항에 미치는 영향을 분석하였다.

**Keywords:** solder, soldering, ribbon, IMC

### Structural properties of ceramic-coated NdFeB magnets using E-beam and thermal annealing methods

김혁중, 김희규, 강인구, 김민완\*, 양기호\*, 이병철\*, 최병호†

금오공과대학교 정보나노소재공학; \*한국원자력연구원  
(choibh@kumoh.ac.kr†)

강자성체는 주로 열처리 공정으로 세라믹 후막을 코팅하여 주로 사용한다. 본 연구에서는 NdFeB 자성체에 다른 방법인 전자빔(1-2 MeV, 50-400 kGy)소스를 이용하는 연구가 수행되었다. NdFeB 자성체에 스프레이 공정으로 세라믹 후막을 코팅하고 전자빔 소스의 경우 최적 조사 조건은 1 MeV and 300 kGy 이었다. 1 MeV and 300 kGy 에서 만든 시편은 표면 조도, 막의 경도, 접착력 및 내식성 등을 분석하였으며, 이를 기존 경화 방법인 열처리 최적화 시편과 그 특성을 비교 분석하였다.

전자빔 조사를 위해 원자력연구소의 전자빔 가속기를 사용 하였고 선량에 따른 막질의 특성을 분석 하였으며 열 경화를 위해 온도에 따른 막질의 특성 분석을 시행 하였다. 분석 방법으로는 OM 및 X-cutting 을 통한 표면 상태, 접착성 및 막질의 경도와 염수분무로 내식성 등의 특성을 비교분석 하였다.

**Keywords:** ceramic coating, E-beam, NdFeB, magnet

### Electron beam irradiation effect on dielectric properties of Cu/SiO<sub>2</sub>/p-Si (MOS) structure

김현빈, 전준표, 강필현†

한국원자력연구원  
(phkang@kaeri.re.kr†)

Semiconductor devices used in outer space are required to operate in strongly ionizing radiation fields and in high temperature. The gamma ray, electrons, neutrons and ions irradiation effect on the semiconductor devices such as MS, MIS, MOS and solar cells are technological and scientific interest for the future. There are two important effects of radiation: the transient and permanent effects are due to the electron-hole pair generation and permanent effect is due to the bombardment of devices with radiation which cause changes in the crystal lattice.

In this study, we fabricated MOS semiconductor device Cu/SiO<sub>2</sub>/Si structure. SiO<sub>2</sub> layer was deposited on Si wafer (p-type) with 200 nm thickness. The electron beam was irradiated on these samples, 100, 200, 300 kGy with 1.14 MeV and 7.46 mA. After then the upper electrode of Cu was deposited with shadow mask 1.2 cm diameters. The dielectric property variations of the electron beam irradiations on these samples were analyzed using an impedance analyzer from 100 kHz to 1 MHz.

**Keywords:** MOS, electron beam radiation, dielectrics

## Two-step 소결을 통해 제조된 Nd-Fe-B 영구자석의 자성특성

김훈섭, 김세훈, 김진우\*, 김영도\*\*†

한양대학교 신소재공학과; \*한양대학교 신소공학과; \*\*한양대학교 신소재공학부  
(ydkim1@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Nd-Fe-B 소결 자석은 그 우수한 자기적 특성으로 인해 전자기기, 자동차 및 의료기기 등 산업 전반에 사용되는 대표적인 영구자석이다. 현재 개발된 Nd-Fe-B 소결자석의 경우 최대자기에너지적은 이론적 최대치인 64MGOe에 거의 근접해져 있으나, 큐리온도가 낮고 높은 온도에서 자기적 성능의 열화가 심하게 진행된다는 단점이 있기 새로운 합금설계 및 공정의 최적화에 통해 보자력을 향상 시킴으로써 사용온도를 200°C 정도로 높이는 연구가 활발히 진행되고 있다. 보자력은 미세구조 및 결정립의 크기와 밀접한 관계를 가지고 있어, 비자성상인 Nd-rich상이 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B상간의 미세구조를 개선시키고 결정립 성장을 억제시킴으로써 보자력의 향상을 가져올 수 있다. 따라서 소결 중 입자성장을 억제하면서 고밀도의 구조체를 얻는 것이 필요하다. 본 연구에서는 Nd-Fe-B 합금을 급속냉각방식인 스트립 캐스팅법을 이용하여 합금스트립을 제조하고, 젯밀링을 통해 평균 3~4 μm의 크기를 가지는 Nd-Fe-B 자성분말을 제조하였다. 이 분말을 20kOe의 자장 하에서 성형한 후 Two-step 소결을 적용하여 평균 7 μm 이하의 미세 결정립을 갖는 Nd-Fe-B 소결체를 제조하고 그 자성특성을 측정함으로써 Two-step 소결법을 통해 우수한 자성 특성을 가지는 영구자석을 제조할 수 있음을 확인하였다.

**Keywords:** Nd-Fe-B sintered magnet, Two-step sintering, Magnetic property, Grain boundary diffusion

Photoluminescence of MgO-coated BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> phosphors using atomic layer deposition

김희규, 김혁중, 강인구, 최병호†

금오공과대학교 정보나노소재공학  
(choibh@kumoh.ac.kr<sup>†</sup>)

BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> (BAM)형광체는 디스플레이 소자제작공정에서 휘도 및 lifetime이 감소하는 열화현상이 발생한다. 이는 제조과정에서 Eu<sup>2+</sup>에 수분이 결정격자내로 침입하여 Eu<sup>3+</sup>로 산화되어 휘도에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> 형광체의 발광특성을 개선하기 위하여 원자층 증착법을 이용하여 형광체 표면에 MgO 막을 증착시키는 연구가 수행되었다. MgO는 현재 디스플레이 관련분야에서 높은 이차전자방출과 passivation 역할을 하는 보호층으로 주로 사용되고 있다. BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> 형광체 표면에 MgO를 증착시키기 위하여 precursor는 Mg(CpEt)<sub>2</sub>를 사용하였고 reactant gas로 H<sub>2</sub>O를 사용하였다. 형광체 표면에 증착된 MgO박막의 표면 특성을 FESEM으로 관찰하였고, 두께분석을 위해 TEM을 측정하였다. MgO 박막의 화학양론 조성을 분석하기 위하여 Raman을 이용하였고, PL을 통하여 발광특성 및 lifetime을 분석하였다.

PL 측정결과 MgO를 증착 시켰을 때 초기휘도가 약 5%의 증가를 보였고 소자제작 시 열화가 발생하는 500°C의 온도에서 열처리를 하였을 때 코팅되지 않은 형광체에 비해 10%의 향상된 intensity를 나타내었다.

**Keywords:** BAM, phosphor, PDP, MgO coating, ALD

## Influence of Pd layer thickness and reflow times on formation of Sn-Ag solder interfacial Cu-Sn based IMC

나성훈, 박인수, 김진수, 임승규, 김종천, 김태성, 주범석, 서수정<sup>†</sup>

성균관대학교  
(suhsj@skku.edu<sup>†</sup>)

무연 솔더의 계면에 형성되는 대표적인 Cu-Sn 계 금속간화합물은  $Cu_6Sn_5$ 와  $Cu_3Sn$ 으로 이들은 연속적인 층으로 형성되며 솔더 재료에 비하여 취성이 커 크랙 형성시 전파 경로로 사용되어 솔더의 파괴가 쉽게 일어나도록 하는 원인을 제공하는 문제점을 가지고 있다. 일반적으로 기판에 사용되었던 무연 솔더는 ENIG finishing 처리된 Cu pad에 형성하였으나 미세 피치가 요구되는 차세대 기판의 경우 Cu pad 또는 Cu pad상에 형성된 Cu post에 솔더 형성이 필요하게 되어 Cu와 Sn계 솔더의 계면에서 형성되는 상기 금속간화합물 제어에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 Cu sheet를 기판으로 사용하여 Cu의 확산이 충분하도록 하였으며 Pd층을 200, 400, 600 nm 두께로 전해도금법을 이용하여 증착한 후 Sn-Ag 솔더 역시 금속간화합물이 충분히 성장할 수 있도록 수십  $\mu m$  두께로 전해도금법을 이용하여 증착하였다. Pd층이 Cu와 Sn-Ag 솔더의 계면에서 형성되는 금속간화합물에 미치는 영향을 확인하기 위하여 Pd 두께별로 형성된 샘플을 각각 리플로우를 1, 3, 5회 실시하고 단면을 관찰하여 금속간화합물의 형성을 확인하였다.

**Keywords:** Pd layer, Cu-Sn IMCs, Sn-Ag solder, Electrodeposition

## 마이크로 플랫폼과 SnO<sub>2</sub> 나노와이어를 이용한 메탄 감지용 가스 센서 제조

노봉현, 박준식<sup>\*†</sup>, 조영창<sup>\*</sup>, 조남규<sup>\*</sup>, 박순섭<sup>\*</sup>, 이인규<sup>\*\*</sup>

한국항공대학교, 전자부품연구원; <sup>\*</sup>전자부품연구원; <sup>\*\*</sup>한국항공대학교  
(jspark@keti.re.kr<sup>†</sup>)

가정의 부엌에서 빈번히 사용되는 LNG가스의 누출을 사전에 감지하기 위하여는 알코올, 수분 등 다른 가스와의 증기의 영향을 덜 받는 선택성이 높으면서 장기적으로 사용될 수 있는 가스 센서의 개발이 필요하다. 일반적으로 가스 센서에서 선택성과 장기 구동 특성을 높이기 위하여 사용되고 있는 방법 중에는 감지재료의 특성을 개선시키기 위하여 귀금속 등 특정한 원소를 첨가하거나 도핑하는 방법이 많이 사용된다. 본 연구에서는 이와 같은 감지 재료의 특성 개선에 앞서, SnO<sub>2</sub>의 나노선을 VLS기구를 이용하여 제조한 후, 마이크로 플랫폼 상에 도포 및 열처리하여 메탄 감지용 가스 센서를 제조하는 공정에 대하여 조사되었다. 마이크로 플랫폼 제조를 위하여, P-Type 4" wafer 위에 2  $\mu m$  두께의 SiN<sub>x</sub> 절연막이 LPCVD를 이용하여 증착되었고, 30 nm의 Ti와 300 nm의 Pt가 진공 증착되었다. 그 후 Micro Heater를 만들기 위해 패터닝되었고, Heater와 Electrode 사이의 절연을 위한 절연막이 잔류 응력을 고려하여 SiO<sub>2</sub>, SiN<sub>x</sub>, SiO<sub>2</sub> 순으로 증착되었다. 그 후 감지 전극으로 사용하기 위하여, Ti 30 nm와 Pt 300 nm를 증착한 후 전극 패터닝이 이루어졌다. Membrane 형성을 위해 배면 실리콘을 부분적으로 KOH용액을 이용하여 식각되었다. 이와 같이 제조된 마이크로 플랫폼은 IR Thermometer를 이용해 온도대비 인가전압 및 소비전력이 측정되었다. 감지재료의 경우에는, VLS 공정을 이용하여 SnO<sub>2</sub> 나노선이 제조되었는데, 나노선 성장을 위한 촉매 물질로는 5 nm의 Au를 Si Wafer (111)상에 증착하여 사용되었으며, 나노선의 원료 물질은 Sn powder를 증발 시킨 상태에서 일정한 온도로 가열된 furnace에 30분간 Ar gas 주입 후, 이어서 O<sub>2</sub> gas를 주입시킨 후 1.5 hour를 유지시켜 SnO<sub>2</sub> 나노선이 제조되었다. 다양한 조건으로 제조된 나노선은 FESEM, XRD 등을 통해 미세 구조가 분석되었다. 이후 제조된 SnO<sub>2</sub> 나노선을 마이크로 플랫폼상의 감지 전극에 도포하여 마이크로 메탄 센서를 제조하고, 메탄 가스에 대한 반응성 및 반복 감지 특성에 대한 실험이 실행될 예정이다. 차후, 제조된 SnO<sub>2</sub> 나노선의 표면을 modification하여 가스 감지 특성을 향상 시키는 연구가 수행될 예정이다.

감사의 글 본 연구는 지식경제부의 “차세대 지능형 정보전자핵심사업”의 지원을 통해 수행되었습니다. 일부 연구비는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT원천기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다 [2006-S-078-04, 나노선 나노튜브를 이용한 환경 감지 경보 시스템]. 연구비 지원에 감사드립니다.

**Keywords:** SnO<sub>2</sub>, 나노선, 메탄, 센서, 마이크로플랫폼



나노스케일  $YVO_4:Eu^{3+}$  형광체의 온도변화에 따른 발광특성문영민<sup>†</sup>, 최성호, 정하균한국화학연구원 화학소재연구단  
(skymoon@kriect.re.kr<sup>†</sup>)

$Eu^{3+}$ 가 첨가된  $YVO_4$ 는 우수한 색순도 및 화학적 안정성의 이점 때문에 최근에는 플라즈마 디스플레이 패널 (Plasma Display Panels, PDP) 및 냉음극형광램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp, CCFL)용 적색 발광 물질로의 적용가능성이 제시되었다.

본 연구에서는 나노사이즈  $YVO_4:Eu^{3+}$  형광체를 수열합성법으로 제조하였고, 저온에서의 발광특성 변화를 관찰함으로써 활성제인  $Eu^{3+}$ 와 모체인  $YVO_4$  간에 에너지 천이 과정을 통한 발광효율과 non-radiative sites 들이 존재 하는 표면상태와의 상관관계를 조사하였다. 그 결과, 150K 이하에서 비발광 천이 센터로 작용하는 OH-기의 비활성에 기인된 발광효율이 증가하였다. 또한 첨가제로 polyethylene glycol(PEG)를 첨가했을 때 보호막을 형성함과 동시에 OH-기에 기인된 비발광 천이가 저하되고 이는 저온PL을 통해 후열처리(1000°C)를 거친 샘플과 비슷한 결과를 나타내는 것을 알 수 있었다.

**Keywords:** 이트륨 바나테이트, 저온PL

MgF<sub>2</sub> 코팅에 의한 나노스케일  $YVO_4:Eu^{3+}$  형광체의 진공 자외선 여기하에서의 발광 특성 향상문영민<sup>†</sup>, 최성호, 정하균한국화학연구원 화학소재연구단  
(skymoon@kriect.re.kr<sup>†</sup>)

마그네슘플로라이드(MgF<sub>2</sub>)는 가시광 전 영역에서 1.5% 내외의 반사율 및 자외선 영역에서 근적외선 영역(115 ~ 1100 nm) 까지 높은 투과도 특성을 보이기 때문에 광학용 부품에 주로 이용된다. 우수한 색순도 및 화학적 안정성의 이점을 가진 이트륨 바나테이트,  $YVO_4$ ,는 최근에는 플라즈마 디스플레이 패널(Plasma Display Panels, PDP)용 적색 발광 물질로의 적용가능성이 제시되었으나 나노형광체의 경우에는 진공자외선 영역에서 낮은 발광효율이 문제가 되고 있다.

본 연구에서는 나노스케일  $YVO_4:Eu^{3+}$  형광체를 수열합성법으로 제조하였고, 얻어진 나노분말에 MgF<sub>2</sub>를 코팅함으로써 상대적으로 낮은 효율을 갖는 진공자외선 여기하에서의 발광특성이 향상되는 것을 관찰하였다. 이는 XRD와 TEM을 통해서 결정성 및 입자 형태를 분석하였고, FT-IR 분석과 광 여기 발광 스펙트럼을 관찰하였다.

**Keywords:** MgF<sub>2</sub>, 진공자외선, 적색형광체

BaO-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 산화물계 적색 형광체의 발광 특성박병윤, 최성호<sup>†</sup>, 홍창섭<sup>\*</sup>, 정하균한국화학연구원 화학소재 연구단; <sup>\*</sup>고려대학교 화학과  
(shochoi@kriect.re.kr<sup>†</sup>)

Eu<sup>3+</sup>을 활성제로 사용하여 Lamp 및 UV-LED용 고색순도 적색 형광체로 적용 가능한 바나듐, 텅스텐, 폴리브테늄 산화물 기반의 형광체는 상대적으로 낮은 발광효율, 환경유해성 및 경제성 등으로 인해 상용화에는 기술적인 애로사항이 많다. 따라서, 자외선 여기 하에서 발광 효율이 우수하고 화학적으로 안정한 산화물계 적색 형광체 개발의 필요성이 꾸준히 요구되고 있다. 산화물계 적색 형광체로 가장 대표적인 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>은 높은 발광 효율에도 불구하고 색순도가 낮아 최근에는 고색순도 적색 형광체에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.

본 연구에서는 BaO-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 산화물계를 이용하여 254 nm 자외선 여기 하에서 발광효율 및 색순도 특성이 우수한 BaY<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup> 및 Ba<sub>3</sub>Y<sub>4</sub>O<sub>9</sub>:Eu<sup>3+</sup> 형광체의 발광특성을 조사하였다. 제조된 형광체들은 XRD를 통하여 결정상을 확인했고 UV-PL을 사용하여 발광 특성을 조사했다. BaY<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup>는 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>와 동등한 상대 휘도 특성을 나타내었고, Ba<sub>3</sub>Y<sub>4</sub>O<sub>9</sub>:Eu<sup>3+</sup>는 CIE 색좌표가 (0.663, 0.330)로 우수한 색순도를 나타냈다. 특히, Ba<sub>3</sub>Y<sub>4</sub>O<sub>9</sub>:Eu<sup>3+</sup>는 비양론적인 조성 비율 및 Mg첨가 등을 통하여 발광 효율이 향상됨을 확인하였다.

**Keywords:** 신규한 적색형광체색순도가 우수한 LiYO<sub>2</sub>:Eu 적색 형광체의 발광 특성박병윤, 최성호<sup>†</sup>, 홍창섭<sup>\*</sup>, 정하균한국화학연구원 화학소재 연구단; <sup>\*</sup>고려대학교 화학과  
(shochoi@kriect.re.kr<sup>†</sup>)

현재 LCD(Liquid Crystal Display)의 백라이트(Backlight) 광원으로 냉음극형광램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp, CCFL)가 저비용, 고효율, 긴 수명 등의 장점을 가지고 있어 많이 사용되고 있다. 하지만 현재 CCFL에 사용되는 적색 형광체 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>는 자외선 여기 하에서 발광 효율이 우수한 반면 상대적으로 낮은 색순도 특성의 개선이 필요하다. 이에 따라 좋은 색순도와 우수한 발광 특성을 나타내는 새로운 형광체들이 필요하다.

본 연구에서는 LiYO<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup>의 형광체를 고상법으로 합성하여 254 nm의 자외선 여기 조건하에서 발광특성 및 색순도 특성을 조사하였고, XRD와 SEM을 통해 결정성 및 입자 형태를 분석하였다. 활성제인 Eu<sup>3+</sup>의 농도변화와 최적의 조성 비율을 찾아내어 254 nm 여기 하에서 상용 적색 형광체 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup> 대비 상대휘도 115%, CIE 색좌표가 (0.663, 0.330)로 우수한 발광 특성을 나타냈다. 또한 Gd 등을 첨가하여 온도 변화에 따른 발광 특성을 조사하였다.

**Keywords:** 적색형광체, CCFL

## 유기솔라셀용 PEDOT:PSS 코팅성 향상을 위한 플렉시블 IZO/Ag/IZO 전극의 상압플라즈마 처리 특성

박용석, 김한기<sup>†</sup>

경희대학교 디스플레이재료공학과  
(imdlhkkim@khu.ac.kr<sup>†</sup>)

플렉시블 유기 태양전지는 제작이 간단하고 저가이며 후대의 편리하다는 장점으로 각광받고 있으나, 태양전지 효율 향상에 관한 연구가 널리 이루어지고 있는데 반하여 상압 제작 공법에 필요한 전극 표면 처리 공정 기술의 연구는 미미한 실정이다. 이에 본 연구에서는 연속 공정이 가능한 롤투롤 스퍼터를 이용하여 최적화된 IZO / Ag / IZO (Sheet resistance 6.5ohm/sq, transmittance 87.4%) 플렉시블 투명전극의 상압플라즈마를 이용한 전처리 특성을 연구함으로써 산화물 반도체인 투명 전극과 유기물 사이의 계면 접촉성 향상을 통한 플렉시블 유기 태양전지 효율 향상을 연구 하였다. 투명 전극의 전처리 전후의 광학적, 전기적 특성 변화를 측정하기 위해 4-point prebe, UV-Vis spectrometer 분석을 각각 진행하였으며 상압플라즈마 처리를 통한 계면 특성 변화를 분석하기 위해 Wetting angle measurement, XPS(X-ray photoelectron spectroscopy)분석을 진행 하였다. 본 연구를 통해 최적화된 전처리 공정후의 IAI 투명 전극은 상압, 상온에서 저가의 공정을 통해 이루어진 공정임에도 불구하고 투과도와 저항의 변화 없이 5°미만의 낮은 wetting angle을 나타내어 친수성으로의 표면 개질이 이루어 졌음을 보였으며 XPS 분석 결과로 탁월한 유기물 세정 효과를 나타내었다. 이에 본 연구를 통해 최적화된 상압 플라즈마를 이용한 투명 전극의 전처리 공정은 저가의 플렉시블 유기태양전지용 전처리 공정으로서의 적용가능성이 높게 평가된다.

**Keywords:** IZO / Ag / IZO, atmospheric treatment, wetting angle

## 롤투롤 연속공정으로 제작한 플렉시블 유기솔라셀용 플렉시블 ITO-Ag-ITO 전극 특성

박용석, 김한기<sup>†</sup>, 정진아, 박호균, 최광혁\*, 나석인\*\*, 김동유\*\*

경희대학교 디스플레이재료공학과; \*금오공과대학교 정보나노소재공학과; \*\*광주과학기술원  
(imdlhkkim@khu.ac.kr<sup>†</sup>)

The preparation and characteristics of flexible indium tin oxide (ITO)-Ag-ITO multilayer electrodes grown on flexible polyethersulphone (PES) substrates using a roll-to-roll (RTR) sputtering system for use in flexible organic solar cells (OSCs) are described. By continuous RTR sputtering of bottom ITO, Ag, and top ITO layer at room temperature, we can fabricate ITO-Ag-ITO multilayer electrode with sheet resistance of 4.28  $\Omega$ /square, optical transmittance of 89.28 %, and figure of merit value of  $75.03 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$ . In addition, the ITO-Ag-ITO multilayer electrode exhibited superior flexibility than RTR sputter grown single ITO electrode due to existence ductile Ag layer between ITO layers. This indicates that the RTR sputtered ITO-Ag-ITO multilayer is a promising flexible electrode that can substitute conventional single ITO electrode grown by bath type or RTR sputtering for low cost flexible OPVs due to low resistance, high transparency, superior flexibility and fast preparation by RTR process.

**Keywords:** ITO, ITO/Ag/ITO, multilayer, Plasmon, organic solar cell

## 낙하각도에 따른 Sn-Ag-Cu계 무연 솔더볼의 낙하충격 특성평가

박재현, 장임남<sup>†</sup>

포항산업과학연구원 신뢰성 평가 본부 신뢰성 평가실

(jangimnam@rist.re.kr<sup>†</sup>)

최근 유연솔더에서 무연솔더로 전환됨에 따라 무연 솔더볼은 휴대용 IT제품에 널리 사용되고 있으며 전 항목에서의 drop 특성이 중요한 신뢰성 평가 항목으로 대두되고 있다. 이러한 신뢰성 평가시 drop 시험은 JEDEC의 규격을 적용하고 있으며, 이 시험 규격의 경우 시험 각도를 0°로 유지하여 시행한다. 그러나 부주의에 떨어뜨린 IT제품의 경우 수직 혹은 45°로 0°이상의 각도로 떨어지게 되므로 이에 따른 신뢰성 평가가 요구된다.

본 연구에서는 낙하각도를 0°, 30°, 60°, 90°로 실시하여 각도에 따른 솔더 접합부의 낙하충격 특성을 연구하였다. 표면처리는 OSP로 실시하였으며 솔더볼의 조성은 Sn-Ag-Cu계, 솔더볼의 크기는 450 $\mu$ m를 사용하였다. 또한 낙하충격 시험 후 주사 전자현미경과 광학현미경을 이용하여 파단면을 관찰, 조사하였다.

**Keywords:** 낙하각도, 무연 솔더볼, Sn-Ag-Cu계, OSP, 낙하충격 시험

## 다양한 재귀 반사지의 특성평가

박진우, 김종선, 최재원\*, 신초롱\*, 허민영\*, 안주현\*, 류호석\*\*, 정성표\*\*\*, 안효준<sup>†</sup>

경상대학교 나노신소재공학부, i-Cube 사업단, IT용 에너지 저장 및 변환센터;

\*경상대학교 생명화학공학과, IT용 에너지 저장 및 변환센터; \*\*경상대학교 PRC-NBECS; \*\*\* (주) 삼웅 (ahj@gnu.kr<sup>†</sup>)

각종 교통표지, 표지병, 텔레네이터, 삼각대 등과 같은 각종 교통안전시설물이나 안전복, 자동차, 자전거, 모자, 신발 등에 야간에 가시성 확보가 긴요한 물품에는 재귀반사가 가능한 재귀반사시트가 부착된다. 재귀반사라 하는 것은 입사 된 빛이 입사 된 빛과 같은 방향, 같은 각도로 다시 반사되는 것을 말한다. 이러한 재귀반사를 일으키는 반사체는 구형(Sphere type)과 마이크로 프리즘(Micropism type)의 두 종류의 형태가 주를 이룬다. 본 연구에서는 구형의 타입의 반사체의 제조방법에 따른 다양한 재귀 반사지의 특성평가를 하였다.

**Keywords:** 재귀반사, 프리즘, 반사체

### Comparative study on electrical, optical, structural properties of Ga:ZnO/Ag/Ga:ZnO and Al:ZnO/Ag/Al:ZnO multilayer electrodes for heterojunction organic solar cells

박호균, 정진아, 박용석, 최광혁\*, 강제욱\*\*, 김한기†

경희대학교 디스플레이재료공학과; \*금오공과대학교 정보나노소재공학과; \*\*재료연구소  
(imdlhkim@khu.ac.kr†)

In this study, We investigated the electrical, optical, structural properties of the Ga-doped ZnO (GZO)/Ag/GZO and Al-doped ZnO (AZO)/Ag/AZO multilayer electrodes for a heterojunction organic solar cell, as a function of Ag thickness. Both GZO/Ag/GZO and AZO/Ag/AZO electrodes were deposited by in-situ dual target DC magnetron sputtering system at room temperature. The GZO and AZO films which were deposited at room temperature exhibited higher electrical resistivity and lower optical transparency than post annealed GZO and AZO films. However, we obtained the high performance multilayer electrodes with very low resistivity of ~10-5 ohm-cm and high optical transparency of >85% in visible region without the post heat treatment by inserting the thin silver layer among the GZO and AZO layer. In addition, we fabricated the heterojunction organic solar cell using the optimized GZO/Ag/GZO and AZO/Ag/AZO multilayer electrodes. It showed the power conversion efficiency of GZO/Ag/GZO of > 2.5% and AZO/Ag/AZO of <1%, respectively.

**Keywords:** Ga-doped ZnO, Al-doped ZnO, TCO, Sputtering, Plasmon

### Characterization of Multiferroic BiFeO<sub>3</sub> Thin Films Fabricated by Aerosol Deposition

백창우, 김근영\*, 박동수\*, 류정호\*, 정대용†

명지대학교 신소재공학과; \*재료연구소 기능세라믹 연구그룹  
(dyjeong@mju.ac.kr†)

전자부품의 고성능화를 위하여 강자성과 유전체 특성을 모두 구현할 수 있는 BiFeO<sub>3</sub>에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 상온에서 진공 분말분사공정 (aerosol deposition)을 이용하여 BiFeO<sub>3</sub> 박막을 제조하고, 열처리 조건에 따른 박막의 자기적 특성, 전기적 특성, 미세구조를 관찰하고 토론하고자 한다.

**Keywords:** Aerosol deposition, BiFeO<sub>3</sub>, Multiferroic

## Build-up PCB 기판 제조를 위한 구리 범프의 형성 및 특성평가

서민혜<sup>†</sup>, 공만식, 홍현선, 공기오\*, 이덕행\*

고등기술연구원; \* (주)호진플라텍  
(minhye\_s@iae.re.kr<sup>†</sup>)

Build-up PCB 기판은 전자제품의 소형화를 위한 주요 부품으로, 도체층과 절연층을 한층씩 형성하여 제조하는 기술이다. PCB 기판을 build-up 하는 기술은 여러 가지가 있으나 본 연구에서는 전해도금을 통해 구리 범프를 형성시켜 층간 접속 및 고속 신호전달이 가능하도록 하는 연구를 수행하였다. 또한 pulse-reverse 전해도금을 통해 평활하고 미세한 결정립을 갖는 도금층을 형성시켜 경도 및 연성과 같은 기계적 성질을 증가시킨 범프를 형성하고자 하였다. 실험결과, build-up PCB 내부에 형성된 범프는 높이가 약 80 $\mu$ m로 균일하게 형성된 것을 알 수 있었다. 또한 pulse-reverse 전류밀도 비율을 1:1, 1:2, 1:3 으로 변화시켰을 경우에는 reverse의 전류밀도가 증가할수록 경도가 미세하게 증가하였으며, 광택제 농도를 증가시켰을 때에는 도금표면의 경도가 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

**Keywords:** build-up PCB, bump, copper electroplating, pulse-reverse plating

## Electrical transport properties and magnetoresistance of (La<sub>0.7</sub> Sr<sub>0.3</sub> MnO<sub>3</sub>)<sub>1-x</sub>/(CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>x</sub> composites

서용준, Shalendra Kumar, 김영주, 성창훈, 이찬규, 구분훈<sup>†</sup>

창원대학교  
(bhkoo@changwon.ac.kr<sup>†</sup>)

The (La<sub>0.7</sub>Sr<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub>)<sub>1-x</sub>/(CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>x</sub>, (x = 0 ~ 0.15) composites were prepared by conventional solid state reaction method. We have investigated the structural, magnetic and electrical properties of (La<sub>0.7</sub>Sr<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub>)<sub>1-x</sub>/(CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>x</sub> composites using X-ray diffraction (XRD), thermal gravimetric analysis(TGA), scanning electron microscopy, field cooled dc magnetization and magnetoresistance(MR) measurements. The resistance measured as a function temperature demonstrates that all the samples display metal to semiconductor transition. The MR was measured in the presence of 5 kOe field. It clearly observed that The magnetoresistance (MR) effect is enhanced at a wide temperature range. To be short, the spin-polarized tunneling and the spin-dependent scattering may be helpful to the improved low-field magnetoresistance (LFMR) effect.

**Keywords:** (La<sub>0.7</sub> Sr<sub>0.3</sub> MnO<sub>3</sub>)<sub>1-x</sub>/(CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>x</sub> composites, Grain boundary, LFMR, Spin-dependent scattering

## 정전용량방식 터치스크린용 고투과, 저색도(b\*) ITO 박막 제작 및 특성

송갑득<sup>†</sup>, 박재성<sup>\*</sup>, 반태곤, 정우진, 이윤수<sup>\*\*</sup>

(주)맥스필름 기업부설연구소; <sup>\*</sup>경북대 모바일디스플레이산학연센터;

<sup>\*\*</sup>경북대 첨단디스플레이제조공정및장비연구소

(kdsong@max-film.com<sup>†</sup>)

투명전도성 금속산화물 박막에 대한 연구는 디스플레이, 태양전지, 센서, 터치스크린 등 다양한 적용분야의 발굴로 인해 많은 연구가 행해져 왔다. 투명전도성 금속산화물로는 대표적으로 ZnO, IZO, AZO, IGZO 및 ITO 등을 들 수 있으며 그 밖에 다양한 재료에 대한 연구를 수행해오고 있는 실정이다.

최근 들어, 휴대폰, 네비게이션, PDA 등 터치스크린에 대한 연구가 2004년부터 활발히 전개되고 있다. 터치스크린에 사용되는 투명전도성 금속산화물로는 ITO(Indium Tin Oxide)가 주류를 이루고 있으며, ITO를 대체할 수 있는 다양한 재료에 대한 연구가 또한 행해지고 있으나, 기술적, 가격적인 면에서 이를 대체하여 양산에 적용되는 재료는 없는 상황이다.

터치스크린의 경우 베이스 필름(base film)인 PET(Polyethylene Terephthalate)에 투과율을 높이거나, 반사를 줄이기 위해 하드코팅(hard coating)을 적용한다. 이러한 습식코팅(wet coating)된 PET 위에 ITO 박막을 증착하여 저항막 방식(Resistive type)의 ITO film으로 사용된다.

2008년부터 사람의 손으로만 터치가 가능한 정전용량방식(capacitive type)의 터치스크린에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 정전용량방식의 터치스크린에 사용되는 ITO 박막의 요구조건은 투과율 91% 이상, 색도 b\* 2.0 이하를 요구하고 있는 상황에서 원단의 투과율을 높이는 방법은 한계가 있다. 최근 들어 PET 베이스 필름위에 투명 산화물인 SiO<sub>2</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 2 ~ 3층으로 증착하여 투과율을 높이는 방법을 사용하고 있다. 이러한 방법도 양산적용을 위해서는 어려움이 많다.

본 연구에서는 단층의 산화물을 증착하여 정전용량방식의 터치스크린에 적용 가능한 투과율 91%, 색도 b\* 2.0 이하인 ITO film을 제작하고 그 특성을 조사하였다.

사용된 단층의 산화물 Al doped SiO<sub>2</sub>를 MF power 및 Dual DC cathode를 적용한 sputtering 공정을 이용해 SiO<sub>2</sub>(20nm), ITO(30nm) 박막을 각각 증착한 후 투과율 및 색도를 측정된 결과, 각각 91.4%, 1.93의 값을 얻게 되었다. 또한 정전용량방식으로의 사용가능성을 타진하기 위해 ITO 박막을 패터닝(patterning)한 결과 ITO 패턴이 눈으로 확인되지 않은 결과를 얻게 되었다.

**Keywords:** ITO, touch screen panel, capacitive type, transmittance, hue

## 투명전극재료의 잉크젯 프린팅을 이용한 용액공정 투명 박막 트랜지스터 제작

송근규, 전태환, 김동조, 김범기, 정영민, 구창영, 노정훈<sup>\*</sup>, 조승환<sup>\*</sup>, 문주호<sup>†</sup>

연세대학교 신소재공학과; <sup>\*</sup>삼성전자 LCD총괄

(jmoon@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

Semiconductor and electrode layers for thin-film transistor are fabricated using solution-processable sol-gel method with zinc oxide (ZnO) material. For higher-performance thin-film field-effect transistors (TFTs), we investigate the influence of the fabrication conditions on the electrical characteristics by controlling the sol-gel composition, annealing temperature, and atmosphere. TFTs devices made from 57 nm-thick zinc tin oxide (ZTO) semiconductor deposited by spin coating and 95 nm-thick ink-jetted zinc indium oxide (ZIO) electrode have been fabricated. The resulting devices show mobilities of 1.1 cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>S<sup>-1</sup>, on/off ratios of ~108, threshold voltage of 3.2 V and a subthreshold slope of 0.2 V/decade, which is comparable to the characteristics of TFTs fabricated by vacuum deposited aluminium electrode.

**Keywords:** Solution-processed, zinc tin oxide, zinc indium oxide, thin-film transistors

## 분극전극의 형상에 따른 PZT-Si Rubber 압전복합체의 분극거동

신동범, 김윤기<sup>†</sup>, 이종혁\*, 김동국\*

한밭대학교 신소재공학부; \*(주)피에조랩  
(ykkim@hanbat.ac.kr<sup>†</sup>)

세라믹압전체-폴리머 복합체(Piezoelectric composite)는 압전특성이 우수한 PZT(lead zirconate titanate)와 성형성이 우수한 실리콘고무를 사용하여 기존의 세라믹압전재료로는 불가능한 긴 길이의 케이블센서의 제작이 가능하여 최근 큰 주목을 받고 있다. 압전폴리머 케이블은 실리콘고무와 PZT세라믹 분말의 혼합에 의해 제작되며, 압전특성을 부여하기 위하여 분극(poling)처리가 필수적으로 요구된다. 세라믹 압전체의 경우 분극처리는 전압이 높을수록, 온도가 높을수록 우수한 특성을 보이는 것으로 알려져 있다. 그러나 폴리머인 실리콘고무의 경우 고온으로 온도를 높이는 것이 제한되는 문제가 있다. 따라서 복합체케이블센서의 성능을 높이기 위해서는 가능한 고전압에서 분극 처리하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 기존의 원통형분극전극과는 달리 전극관 내부에 다수개의 돌출부위를 설치하여 외부 전원의 전압이 동일하더라도 전기장의 세기를 증가시킬 수 있는 전극을 제작하여 분극처리를 하였다. 분극특성에 미치는 전극형상의 영향을 고찰하기 위하여 외부전원의 전압을 10kV~30kV까지 변화시키며 분극처리 하였다. 분극된 압전복합체의 압전성능은 일정하중에 의한 발생전압의 세기를 오실로스코프를 이용하여 측정하고 평가하였다. 발생전압세기의 변화로부터 분극특성에 미치는 전극형상의 영향을 고찰하였다.

**Keywords:** 압전, 폴리머복합체, 전극형상, 분극, 극화

## The effects of coupling agent on the mechanical properties of PZT-Si rubber piezoelectric composites

신동범, 이종혁\*, 김동국\*, 김윤기<sup>†</sup>

한밭대학교 신소재공학부; \*(주)피에조랩  
(ykkim@hanbat.ac.kr<sup>†</sup>)

압전특성이 우수한 PZT(lead zirconate titanate)와 성형성이 우수한 실리콘고무를 사용하여 제작한 세라믹압전체-폴리머 복합체(Piezoelectric composite) 케이블센서는 센서의 신뢰성 확보를 위하여 세라믹압전체의 폴리머 내에서의 균일한 분산 및 폴리머와의 접착력향상이 필수적으로 요구된다. 특히, 세라믹압전체와 폴리머와의 계면 접착력이 부족한 경우 케이블센서의 반복사용에 따른 계면분리현상이 발생하여 센서의 감도가 감소하게 되는 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 첨가물(coupling agent)의 종류 및 첨가량에 따른 세라믹압전분말과 폴리머기지상과의 접착특성을 평가하였다. 압전세라믹으로 압전특성이 우수하여 상용화되어 판매되는 PZT를 선택하였다. 복합재료에 사용될 폴리머로는 실리콘고무를 선정하였다. PZT 분말의 입도는 약 1 $\mu$ m로 기계적인 혼합에 의해 실리콘고무에 고르게 분산되도록 하였다. Coupling agent로는 KCC사에서 제조한 A, B, C 세 가지 제품을 첨가량을 0.5%~1.5%까지 변화시키며 혼합하였다. 복합체의 기계적 특성은 고무의 인장시험기준에 따라 제작된 인장시편을 이용하여 인장실험을 통하여 평가하였다. 인장시험에서 파단된 시편의 단면은 주사전자현미경분석을 통하여 PZT분말과 실리콘고무와의 접착상태를 평가하였다. 인장시험결과와 주사전자현미경분석 결과를 바탕으로 coupling agent 첨가가 PZT분말과 실리콘고무와의 접착특성에 미치는 영향을 고찰하였다.

**Keywords:** 압전, 폴리머복합체, 커플링에이전트, 인장강도, 접착력



## OLED 양극용 TiON/metal/TiON 박막 개발

신창호, 채주현, 정철우, 양종우, 김대일†

울산대학교 첨단소재공학부  
(dkim84@mail.ulsan.ac.kr†)

본 연구에서는 질소와 아르곤 혼합가스 분위기 내에서 질화티타늄(TiN) 타겟을 반응성 스퍼터링 시켜 두께 100nm의 질산화티타늄(TiON)을 형성하였다. 일정한 압력조건에서 증착한 상부 TiON과 하부 TiON 사이에 두께와 위치를 달리한 내부 금속층을 증착하였고, 증착 후 공정을 배제한 상태로 박막의 결정화와 전기·광학적 특성에 미치는 영향을 확인하였다.

기초실험을 통해 공정변수 중 N<sub>2</sub>/(Ar+N<sub>2</sub>)의 유량과 타겟인가 RF 전력을 각각 15%와 210W로 일정하게 유지하였고 내부 금속층의 두께를 5 ~ 20nm로 변화시키면서 TiON 박막의 전기·광학적 특성을 분석하였다.

한편, 하부 TiON의 두께를 50nm, 70nm, 90nm로 변화시키고, 내부 Au층을 두께 5nm로 일정하게 증착하여 총 두께 100nm의 TiON 박막을 증착하였다. XRD 분석을 통하여 내부 Au층의 유무와 위치변화에 관계없이 TiON은 비정질로 관찰되었다.

내부 Au층 위치변화에 따른 표면 일함수는 Au층이 표면에 가까워질수록 증가하는 경향을 나타내었으며, TiON 5nm/Au 5nm/TiON 90nm 박막에 4.81eV로 측정되었다. 한편 ICP (Inductively Coupled Plasma)와 기판전압인가를 통한 이온빔효과는 TiON 표면 일함수를 감소시켰다.

**Keywords:** OLED, TiON/Metal/TiON, 반응성 스퍼터링

## 자기조립 단분자막을 이용한 poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT)의 선택적인 증착과 이를 이용한 (4-vinyl phenol) (PVP) 유기 절연층 트랜지스터 제작

양기열, 김현호, Mohammad Amdad Ali, 소희섭\*, 이재갑†

국민대학교 신소재공학부; \*국민대학교 자기조립집적공정연구센터(CMPS)  
(lgab@kookmin.ac.kr†)

본 연구는 Poly(4-vinyl phenol) (PVP)를 게이트 절연층으로 사용하고 그 위에 전도성 고분자를 선택적으로 증착하여 Organic Thin Film Transistor (OTFT)를 제작한 것에 대한 연구이다.

우선 n<sup>+</sup>-Si 웨이퍼 위에 PVP 용액을 스핀코팅으로 도포하고 경화를 통하여 게이트 절연층을 증착하였다. 그리고 Octadecyltrichlorosilane (OTS)를  $\mu$ -contact printing 방법으로 전사를 하고, (3-Aminopropyl)trimethoxysilane (APS) 용액에 담금으로써 OTS가 전사되지 않은 부분에 APS를 흡착시켰다. 그 후 FeCl<sub>3</sub> 용액을 스핀코팅 하여 APS 표면 위에 선택적으로 도포하였고, 화학적 기상 중합법(VPP)을 이용하여 poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT)을 선택적으로 성장하였다. PVP 위에 형성된 PEDOT을 소스 및 드레인 전극으로 사용하고, Pentacene을 활성층으로 사용하여 OTFT 소자를 제작하였고 mobility 0.15 cm<sup>2</sup>/Vs, subthreshold slope 3.0 V/decade, on/off ratio 5×10<sup>4</sup>의 전기적 특성을 확인하였다.

**Keywords:** 유기 절연층 트랜지스터, 자기조립 단분자막, 전도성 고분자, Poly(4-vinyl phenol)

## Thermal Stability of Epoxy-Hybrimer Based on Sol-Gel Derived Oligosiloxane for LED Encapsulation

양승철, 김준수, 배병수<sup>†</sup>

KAIST 신소재공학과  
(bsbae@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

Light emitting diode (LED)는 긴 수명, 저전압 소모, 낮은 열 방출, 높은 발광효율을 특징으로 하는 무중금속 대체광원이다. 차세대 조명용 백색 LED를 제작하기 위해 청색 및 자외선 LED를 RGB형광체와 패키징하는 방법이 제시되고 있다. 이러한 조명용 백색 LED에 있어서 광 추출 효율을 최적화 하기 위한 LED 봉지제의 중요성이 대두되고 있다. 이러한 조명용 백색 LED의 고회도를 구현하기 위해 LED 봉지제는 높은 굴절률과 투과율을 가져야 하고 사용 시 발광효율을 저해하지 않기 위한 내자외선 및 내열성을 지니고 있어야 한다.

다양한 LED 봉지제 중 LED용 실리콘계 고분자 화합물은 이러한 LED 봉지제로서 필요한 조건에 적합한 물질로 각광 받고 있다. 그러나 지금까지의 LED용 실리콘계 고분자 화합물은 접착성이 낮고 굴절률(1.4 ~ 1.5)이 낮은 단점이 있다.

본 연구에서는 2-(3,4-epoxycyclohexyl)ethyl-trimethoxysilane (ECTS) 과 Diphenylsilandiol (DPSD)을 비가수 솔-젤법을 이용해 cycloaliphatic epoxy group이 수식된 epoxy oligosiloxane을 합성했다. 합성된 epoxy oligosiloxane과 산무수물 경화제 및 촉매를 사용하여 inorganic-organic nano hybrid materials (epoxy hybrimer)를 제작했고 150도에서 산무수물 경화제량 및 촉매량에 따른 epoxy hybrimer의 내열성을 평가했다. 이렇게 제작된 Epoxy hybrimer는 120도 72시간의 thermal aging에 대해 무항변 특성, 실리콘 고분자 재료와 비교해 고굴절률(1.55)을 가지고 있었다. 또한 epoxy hybrimer는 80 이상의 높은 shore D 경도, 450nm 파장에서 90%의 높은 투과율 및 300도 이상의 높은 열 안정성을 가지므로 백색 LED의 봉지제로 적합한 물질이다.

**Keywords:** LED 봉지제, 솔-젤, hybrimer, 산무수물

## 저유전율 TFT Passivation Layer 응용을 위한 Fluorinated Methacrylate hybrimer의 제조

오지훈, 진정호, 양승철, 배병수<sup>†</sup>

KAIST  
(bsbae@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

유기 실란의 간단한 솔-젤 축합 반응으로 제조되는 Fluorinated methacryl oligosiloxane 수지의 광경화로 제조되는 Fluorinated methacrylate 하이브리드 재료(FM Hybrimer)는 매우 투명하고, 열 안정성이 우수하고, 우수한 평탄화 적층이 가능하며, 특성 조절이 용이하여 광 소재로 응용되어 왔다.

본 연구에서는 FM Hybrimer의 passivation layer로의 응용을 위해 전기적 특성을 평가하였다. 우수한 전기적 특성을 위해서, 제조되는 oligosiloxane 수지 축합도와 광경화에 의한 가교 정도를 최대화 하도록 공정을 최적화 하였다. 제조된 FM Hybrimer 코팅막은 1Mv/cm 에서 20nA/cm<sup>2</sup> 정도의 낮은 누설전류를 가지고, 1MHz에서 0.02 정도의 낮은 loss tangent를 가지며, 유전율은 Fluorine 함량이 증가할수록 감소하여 2.5까지 낮출 수 있어서 우수한 저유전율 TFT passivation layer로의 응용이 가능하다.

**Keywords:** 솔-젤 하이브리드 재료, Passivation layer, 저유전율, 누설전류

## Fabrication and Characterization of SnS<sub>2</sub> thin films deposited on soda-lime glass using sputtering method

오현필, 김진아, 문중하, 김진혁<sup>†</sup>

진남대학교 신소재공학부  
(jinhyeok@chonnam.ac.kr<sup>†</sup>)

Soda-lime glass 기판 위에 스퍼터링 법을 이용하여 다양한 RF 파워에서 SnS<sub>2</sub> 박막을 증착 한 후, N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S (5%) 분위기에서 온도를 300, 350, 400 °C로 하여 한 시간 동안 열처리를 실시하였다. RF 파워와 열처리 온도에 따른 SnS<sub>2</sub> 박막의 구조적, 표면 형상학적, 광학적 특성의 변화에 미치는 영향을 X-ray Diffractometer (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM), UV-Vis spectroscopy를 이용하여 연구하였다. XRD 회절 패턴 결과, 열처리 전 박막은 비정질 상으로 성장하였고, 열처리 후 박막은 hexagonal 상의 (0001) 방향으로 배향성이 향상된 다결정으로 결정화 되었다. 모든 박막의 표면 형상은 공정 변수에 상관 없이 균일하였고, RF 파워가 증가 할 수록 결정 입자의 크기가 증가하는 경향을 보였다. 열처리 후, 박막의 표면 형상은 열처리 전보다 결정 입자의 크기와 RMS 값이 증가하였고, 박막의 밴드갭 에너지는 2.4 ~ 2.6 eV로 나타났다.

**Keywords:** SnS<sub>2</sub>, tin disulfide, thin films, sputtering

## ZTO 기반 박막 트랜지스터에 적용한 잉크젯 프린팅 Cu 전극

우규희, 김동조, 정영민, 문주호<sup>†</sup>

연세대학교 신소재공학과  
(jmoon@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

Zinc Tin Oxide(ZTO) 반도체 기반 박막 트랜지스터의 source-drain 전극을 전도성 구리 잉크를 이용하여 제작 하였다. 잉크젯 프린팅 기반 전극 배선 및 소자 제작에 관한 연구는 많이 보고가 되어 왔으나, 박막 트랜지스터의 소스/드레인 전극 재료로 구리를 적용한 시도되지 않았으며, 더불어 용액으로 제조된 산화물 반도체/금속 전극 계면에 대한 분석적인 연구는 보고 되지 않았다. 본 연구에서는 ZTO 반도체의 일함수를 고려하여 구리 나노 입자의 일함수를 제어하고, 전극 열처리 온도에 따른 전극/반도체 계면의 물리적/화학적 변화가 소자 성능에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 합성 시에 사용하는 캡핑용 유기 분자의 분자량을 달리하여 표면 산화막의 두께가 서로 다른 구리 입자를 제조하였고, 이에 따라 구리 피막의 비저항 및 일함수의 변화를 확인하였다. 이렇게 제어된 구리 입자를 포함하는 분산성이 우수한 전도성 잉크를 제조하여, 200 nm 두께의 SiO<sub>2</sub>막이 형성되어있는 n-type Si 웨이퍼에 Zinc Tin Oxide 반도체를 용액 공정으로 성장한 후 압전 (Piezo) 방식의 잉크젯 프린터를 이용하여 구리 나노입자 기반 source-drain 전극을 인쇄하였다. 잉크젯 프린팅 방식으로 제작된 전극을 갖는 소자를 비교 평가하기 위하여 진공 증착한 구리 전극을 사용한 소자를 제작하였다. 잉크젯 프린팅 방식을 이용한 구리 전극 소자의 경우 200°C로 열처리 한 경우 가장 우수한 성능을 보였으며, 0.41 cm<sup>2</sup>/Vs, 점렬비 10<sup>-5</sup>~10<sup>-6</sup>V, 그리고 문턱전압 5.84 V 의 소자성능을 확인하였다. 구리 전극의 일함수 (work function)를 Kelvin probe와 Ultra-violet Photoemission Spectroscopy(UPS)를 이용하여 분석하였으며, 열처리에 따른 화학적 구조 변화를 X-ray photoemission spectroscopy (XPS)를 이용하여 확인하였다.

**Keywords:** 잉크젯 프린팅, 구리 전극, 박막 트랜지스터

## 금속열환원법(metallo-thermic reduction)에 의한 니오븀 분말 제조

윤재식<sup>†</sup>, 이영미, 김병일<sup>\*</sup>

한국기초과학지원연구원 순천센터; <sup>\*</sup>순천대학교 재료금속공학과  
(jaesiky@kbsi.re.kr<sup>†</sup>)

니오븀의 화학적 성질은 탄탈륨과 매우 유사하지만 지각내 존재량은 니오븀이 탄탈륨 보다 10배 정도 풍부하다. 니오븀과 탄탈륨의 가장 큰 차이는 그들의 물리적 성질이다. 우선 니오븀은 더 낮은 용융점(2,468°C)을 가지며(탄탈륨의 경우 2,998°C), 비중은 니오븀의 경우 8.5g/cm<sup>3</sup>로 탄탈륨에 비해 2배 낮다. 산화 니오븀과 니오븀 카바이드는 산화탄탈륨과 탄탈륨 카바이드에 비해 불안정하다. 따라서 니오븀은 주로 Ta, Mo, W, V, Zr등과 같이 합금소재로 많이 사용되며, 생체재료, 의료 및 화학공업 분야등에서 사용량이 급격히 증가하고 있는 금속이다. 따라서 본 연구에서는 환원제가 분말 특성에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보고 그 특성을 분석하였다. 원료 물질로서 K<sub>2</sub>NbF<sub>7</sub>, 환원제로서 Na, 희석제 로서는 KCl, KF를 사용하여 850°C의 반응온도에서 환원반응을 실시하였다. 이때 환원제인 Na는 원료물질을 전체 환원시킬수 있는 양인 이론적 화학당량보다 각각 0%, +1%, +3% 그리고 +5%로 과잉첨가하여 환원반응을 실시하였다. 실험결과 환원제의 첨가량이 증가함에 따라 입자의 크기는 증가하였으며, 0%일때 3.2um에서 +5%일 때 9.8um으로 증가하였고, 입자의 형태는 전체적으로 구형으로 양호하였다. 또한 환원제의 첨가량이 증가함에 따라 입자의 균일도는 저하하였으며 이는 환원제와 원료물질의 반응시 환원제의 공급속도 및 반응비가 부분적으로 일정하지 않아 분말 생성에 큰 영향을 주었다. 분말내 불순물 분석에서는 환원제의 첨가량이 증가할 수록 Fe, Cr, Ni등의 중금속의 불순물의 함량이 증가하였다. 이는 반응후에도 잉여 Na가 존재하여 온도를 상승시킴으로서 반응용기 및 교반기의 부식을 초래하여 반응물로 유입됐을 것으로 판단된다. 금속열환원법에 의해 금속 분말을 제조시 환원제 및 원료물질간에 물리적 접촉에 의한 반응으로 금속 분말이 형성되며 따라서 환원제 및 원료물질간의 반응을 어떻게 조절하느냐가 분말 특성에 가장 중요한 변수이다. 따라서 환원제의 잉여투과 양을 조절함으로써 양호한 니오븀 분말 제조가 가능할 것으로 판단된다.

**Keywords:** metallothermic reduction, niobium, reductant, raw material

## FABRICATION OF STAMP FOR NANOIMPRINT PROCESS USING NANOSPHERE LITHOGRAPHY

박정갑, 정근희, 이창형, 주범석, 서수정<sup>†</sup>, 이광근

성균관대학교  
(suhsj@skku.edu<sup>†</sup>)

최근 나노크기의 재료는 고밀도 정보저장분야, 광결정, 바이오센서, 광전자소자 분야 등에서 그 기술적, 응용 잠재력 때문에 많은 관심을 유도하고 있다. 이러한 나노size의 주기적인 패턴을 형성시키는 기술에는 electron beam lithography (EBL), nanoimprint lithography (NIL) and nanosphere lithography (NSL) 등이 있는데, NIL공정은 stamp 표면의 나노크기 형상을 레지스트(Resist)에 복제하는 공정이다. NIL 기술을 응용하기 위해서는 최종 나노복제품과 반대형상을 지닌 stamp를 제작하는 기술이 요구 된다. EBL공정은 대면적 패턴형성이 힘들고 비용측면에서 효율적이지 않기 때문에 그 응용에 한계가 있다. NSL은 나노크기의 구형입자의 self-assembled현상을 이용하여 비교적 저가의 공정비용으로 이차원적으로 주기적이고 규칙적인 나노패턴을 제작하는데 유용한 기술이다. NSL은 NIL을 위한 mold뿐만 아니라 광결정 패턴형성에 그 응용이 가능하다.

본 연구에서는 NSL을 이용하여 NIL용 soft polymer stamp를 제작하고 NIL공정을 진행하였다.

**Keywords:** nanoimprint, nanosphere lithography

### Dielectric and piezoelectric properties of $0.94(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3\text{-}0.06\text{BaTiO}_3$ lead-free ceramics

이명환, 이성찬, 성연수, 조종호, 김명호\*, 최병춘\*\*, 송태권†

창원대학교 세라믹공학과; \*창원대학교 세라믹공학과; \*\*부경대학교 물리학과  
(tksong@changwon.ac.kr<sup>†</sup>)

Lead-free piezoelectric  $0.94(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3\text{-}0.06\text{BaTiO}_3$  [BNBT6] ceramics with morphotropic phase boundary (MPB) were fabricated by the solid state sintering method. The effects of sintering temperature on piezoelectric properties and the dielectric characteristics of BNBT6 ceramic was investigated. The BNBT6 ceramics heat-treated at  $1150\text{ }^\circ\text{C}$  for 2h exhibited a maximum piezoelectricity, piezoelectric coefficient  $d_{33} = 180\text{ pC/N}$  and electromechanical coupling constant  $k_p = 35\%$ . The dielectric permittivity exhibited the relaxor behavior at a phase transition from ferroelectric to antiferroelectric and the freezing temperature is about  $80\text{ }^\circ\text{C}$ . Above  $500\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $Z''$  vs log frequency plots show peaks and the peak positions shift to higher frequencies with increasing in temperature. The activation energy value is  $2.02\text{ eV}$  indicating that possibly the sodium ion may be responsible for conduction mechanism.

**Keywords:** Lead-free piezoelectric, MPB,  $d_{33}$ , activation energy

### 다공성 ZnO 박막의 나노 구조 제어를 통한 투명 초발수 박막 제조

이민, 김진호\*†, 임태영\*, 황종희\*, 김은경\*\*

요업(세라믹)기술원, 연세대학교; \*요업(세라믹)기술원; \*\*연세대학교  
(jhkim@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

초발수막은 섬유, 화장품과 같은 일상 생활용품 뿐만 아니라 금속 소재의 부식방지, 건설구조물의 풍화방지, 자동차의 외장코팅 등에 다양하게 응용되고 있다. 본 연구에서는 투명 초발수 박막을 제조하기 위해 습식공정을 이용하여 다공성 ZnO 박막을 제조하였다. ZnO는 그것 고유의 특성 때문에 투명전도성 코팅, DSSC의 전극, gas sensors, 발광재료로써 최근 널리 연구되어지고 있으며 CVD, sputtering등의 다양한 건조 공정과 sol-gel, spray pyrolysis, 전착 공정을 포함하는 습식 공정에 의해 제조되어지고 있다. 본 연구에서는 초발수 박막을 제조하기 위하여 sol-gel법과 LPD법을 이용하여 높은 비표면적을 갖는 다공성 ZnO박막을 제조하였고 ZnO박막의 표면을 발수처리 함으로써 초발수 박막을 제조하였다. 박막의 투과율은 sol-gel법을 이용한 Seed layer의 유무와 LPD공정의 시간, 온도에 따른 roughness를 조절함으로써 제어할 수 있었다. 또한 ZnO의 UV특성을 이용하여 Coating 된 ZnO에  $300\mu\text{m}$  Mask를 이용하여 Patterning하였다.

**Keywords:** ZnO, sol-gel, Seed layer, 초발수

## 소자 적용을 위한 전기장 배열 연구 (Electrical alignment study for nanodevice)

이민정, 최지혁, 문경주, 이태일, 명재민†

연세대학교 신소재공학부  
(jmmyoung@yonsei.ac.kr†)

반도체 나노선구조는 물질 고유의 물질/화학적 특성을 이용할 수 있을 뿐만 아니라 초고밀도/초고효율 또는 신기능의 메모리 소자를 제작 할 수 있는 잠재력을 가진 재료로 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 정확한 위치제어의 어려움 및 복잡한 공정 등의 이유로 실제 소자 응용에는 어려움을 겪고 있으며 현재 이를 해결하기 위한 많은 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 나노선의 배열의 경우 electrical alignment, magnetic alignment, microfluidic alignment 등의 다양한 방법을 통한 나노선 제어기술이 보고되고 있으며 나노선의 조작 방법 중 하나인 전기장을 이용하는 방법은 간단하고 높은 효율을 갖는다는 장점을 가지고 있어 널리 사용되고 있다.

본 연구에서는 나노선의 직접적인 배열을 위하여 전기장을 이용한 나노선 배열에 관해 연구하였다. 나노선의 길이와 전극 사이의 간격에 따라, 가해주는 전압의 파형 및 세기를 제어하여 나노선의 배열에 대한 적합한 조건을 도출하였다. 또한 나노선의 배열 형태에 따른 소자 적용에 가능성을 평가 하였다. 전기적 통로가 되는 나노선을 이용하여 그 배열에 의존하는 소자에 대한 연구를 진행하였으며, 이는 UV sensor 및 FET에 대한 가능성을 나타냄을 확인하였다. 배열 상태 Scanning electron microscopy (SEM)을 이용하여 확인하였으며 합성된 소자의 경우, HP-4145B를 이용하여 I-V 를 측정하였으며 소자 특성을 비교 분석하였다.

**Keywords:** ZnO 나노선, electrical alignment

## Micro-via Formation by Using Photosensitive Dielectric in Embedded Active Device

이승은†, 이정원, 박진선, 한승훈, 정태성

삼성전기  
(seungeun38.lee@samsung.com†)

Photosensitive dielectric material has been investigated for interconnection of embedded active device. Photosensitive dielectrics are materials that, when exposed to ultraviolet light, polymerize and cross-link to reach a state where they will not dissolve when sprayed with solvents or mild aqueous alkaline solutions. If the via holes are not exposed due to photomasks, then when processed they are dissolved away by the developer. These kind of vias are called photo-vias. There are some advantages of this type of process including the ability to produce all vias in a batch process (mass via formation), high resolution, high registration and the ability to form smaller vias compared with conventional methods. Both of Liquid and dry film type photosensitive dielectric were used in formation of micro-via between die pad and PCB layer. As a result of optimizing the coating method, exposure dose, cure conditions and developing conditions, 50 um vias were obtained with good reliability.

**Keywords:** Photosensitive dielectric, system on package

## DC magnetron sputtering을 이용하여 증착한 P doped ZnO 기반의 박막 트랜지스터의 특성 및 ZnO 기반의 박막 트랜지스터와의 특성 비교

이시, 문연진, 김경택, 박종원<sup>†</sup>

한양대 신소재공학과  
(jwpark@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

최근에 산화물 기반의 반도체를 박막 트랜지스터의 채널층으로 사용하려는 연구가 국내외 여러 연구 그룹에서 진행되고 있다. 산화물기반의 반도체는 밴드갭이 넓어서 광학적으로 투명하며, 상온에서 증착이 가능하여 합성수지나 다른 열에 약한 기판에 증착할 수 있으며, 비정질 상태에서도 비정질 실리콘에 비해서 월등히 우수한 이동도 특성을 가지므로 디스플레이 화면의 대면적화를 가능하게 한다. 이와 같은 장점으로 인하여 여러 각도에서 다양한 응용을 위한 연구가 진행되고 있으나, 아직까지는 열적, 전기적 안정성의 문제로 실용화 단계에는 미치지 못하며, 여러 가지 donor 레벨의 defect를 가지는 산화물 반도체의 특성상 p형의 반도체를 구현하기 힘들어서 n형과 p형을 결합한 CMOS와 유사한 응용에 문제가 있다. 이번 발표에서는 p형 구현에 중점을 두어 II-VI족인 ZnO 기반의 반도체에 V족 원소를 doping하는 연구를 시도하였다. 지금까지 V족 원소의 도핑은 Nitrogen을 이용하여 주로 시도하였으나, Phosphorus나 Arsenide를 이용한 연구도 이루어지고 있다. Nitrogen은 Oxygen과 ionic radius가 비슷하여 Oxygen과의 치환이 잘 이루어질 수 있다고 판단되었으나 solubility가 낮아서 만족할 만한 doping이 이루어지지 않는 단점이 있다. 그래서, 본 연구에서는 Phosphorus를 사용하여 p-type 구현을 시도하였다. N-type의 저저항 Silicon에 Silicon Oxide가 증착된 기판위에 ZnO에 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 3 wt% 포함된 PZO 타겟으로 DC magnetron sputtering을 이용하여 PZO 박막을 증착하였으며 Hall effect measurement로 채널층의 전기적 특성을 조사하였다. 그리고 shadow mask를 이용하여 PZO를 channel layer로 증착한 후 Indium Tin Oxide 타겟으로 ITO 전극을 증착하여 박막트랜지스터를 제작하여 semiconductor analyzer로 소자의 출력특성 및 전이특성 그리고 안정성을 평가하였다. 그와 동시에 ZnO를 channel 층으로 사용하는 소자를 PZO와 같은 방법으로 제작하여 소자의 특성 및 안정성을 평가하여 PZO 소자와의 비교 분석을 실시하였다. 결과 PZO 박막의 경우 ZnO에 비해서 낮은 산소분압으로 박막 트랜지스터에 적합한 channel layer를 만들 수 있었고 PZO 박막 트랜지스터의 축력 및 전이 특성은 ZnO 박막 트랜지스터와 비슷한 특성을 보였다. 그러나 p형 특성을 나타내지는 않았으며, 열적 전기적 bias에 대한 안정성에는 다소 문제를 보였다. 결과적으로 p형 특성을 가지는 소자를 얻지는 못하였지만 phosphorus doping을 통하여 carrier concentration을 조절할 수는 있었다. 앞으로 phosphorus 등 V족 원소의 ZnO에 대한 doping mechanism에 관한 연구를 진행하여 소자의 안정성과 p형의 구현을 위한 hole carrier의 농도의 향상이 요구된다.

**Keywords:** P doping, ZnO, 산화물 반도체, p형 반도체

## FE-SEM을 이용한 다양한 분석 방법

이영미, 윤재식<sup>†</sup>

한국기초과학지원연구원 순천센터  
(jaesiky@kbsi.re.kr<sup>†</sup>)

현재 많은 연구자들은 연구과정에서 시료의 고분해 이미지를 관찰하기 위하여 기본적인, 일반적으로 FE-SEM을 활용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 한국기초과학지원연구원 순천센터에서 구축하여 연구&분석지원하고 있는 고분해능 FE-SEM(S-4800)의 다양한 틀을 이용하여 분석해 봄으로써 우리가 얻고자하는 이미지 중에서 가장 적합한 이미지를 찾고자 본 연구를 실시하였다. 본 센터에서 구축하고 있는 FE-SEM의 경우 다양한 모드 및 옵션을 갖추고 있는데, 첫 번째로 일반 이차전자를 이용한 normal mode, 저진공 및 부도성 물질을 표면 코팅 없이 관찰 할 수 있는 ExB 및 저전압에서 표면손상 없이 관찰할 수 있는 Deceleration mode, detector의 위치에 따른 이미지 edge 효과 등을 활용하여 cross section 및 표면을 관찰하였다.

첫 번째로 고전압(10kV)의 normal mode와 저전압(2kV)을 사용하는 Deceleration mode에서 이미지의 큰 차이는 보이지 않았으며 고전압에서 표면손상을 일으키는 반도체 물질 및 코팅 산화물 분석에 Deceleration mode가 매우 유리할 것으로 판단된다.

또한 Deceleration mode는 Normal mode와 다르게 표면의 이미지 형상까지 미세하게 관찰할 수 있으며 예를 들어, 구형의 미세 입자 표면의 이미지 형상(topology)를 세밀하게 관찰할 수 있다.

두 번째로 ExB mode와 Deceleration mode는 저전압에서 선명한 이미지를 얻을 수 있으며 ExB의 경우 BSE와 비슷한 이미지를 얻을 수 있는 장점이 있다.

**Keywords:** FE-SEM, Deceleration mode, ExB mode, topology

## RuO<sub>2</sub> 나노 입자의 수열 합성 및 전기적 특성 관찰

이유민, 정택모, 안기석, 이선숙, 김창균, 류병환, 이영국<sup>†</sup>

한국화학연구원  
(leeyoung@kriect.re.kr<sup>†</sup>)

트랜지스터와 같은 능동소자 및 배선, 저항, 유전체와 같은 수동소자를 전통적인 리소그래피 방식이 아닌 인쇄공정으로 형성하는 연구가 최근 들어 활발히 진행되고 있다. 특히 배선이나 저항 소자와 같은 수동소자는 제조 단가 절감을 위해 태양전지와 디스플레이 분야에서 이미 공정에 적용되고 있다.

본 연구에서는 인쇄 공정에 이용될 저항체 잉크의 재료로서 수 나노미터 크기의 RuO<sub>2</sub> 입자를 합성하고 특성을 고찰하였다. 합성한 입자는 TOPO(trioctylphosphine oxide)를 이용하여 분산력을 높일 수 있었고 입자의 외형 및 특성은 수열 용액의 pH에 영향을 받음을 확인하였다. 또한 일반적으로 촉매의 도움 없이 Ru 금속입자의 합성이 매우 어려운 것으로 알려져 있으나 180 °C, 150 kgf/cm<sup>2</sup>의 수열 조건에서는 나노입자로 합성됨을 확인하였으며, 인쇄된 저항소자의 저항오차가 20 % 이내로 인쇄용 저항소재로 적합함을 확인하였다.

**Keywords:** RuO<sub>2</sub>, inkjet printing, resistor, hydrothermal

## 광환원법을 이용한 Au 및 Pd 나노입자 형성

(Formation of Au and Pd nanoparticles by photoreduction method)

이준원, 최선우, zhangjin\*, 박재영, 김상섭\*\*<sup>†</sup>

인하대학교 신소재공학부; \*인하대학교 신소재 공학부; \*\*인하대학교 신소재 공학부  
(sangsub@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

Au 혹은 Pd을 비롯한 귀금속은 촉매를 비롯한 다양한 분야에 응용되고 있으며, 그 특성을 더욱 증진시키기 위해 나노입자 형태로 합성하고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 이러한 귀금속의 나노입자를 합성하기 위해서 thermal reduction 혹은 electrochemical method가 주로 사용되었으나, 최근에는 귀금속 전구체를 함유한 용액에 적절한 에너지원을 인가하여 전구체의 환원을 유도하는 방법들이 시도되고 있으며, 관련된 많은 연구결과들이 나오고 있다. 예를 들면 전구체 함유 용액에 에너지원으로 초음파(sonification), 방사선(주로 감마선) 및 자외선(UV)을 인가하여 환원을 유도하는 방법이 주로 채택되고 있다. 본 연구에서는 Au 혹은 Pd 전구체를 함유한 용액에 환원을 위한 에너지원으로 자외선을 조사하여 나노입자의 형성거동을 조사하였다. 특히 전구체의 용액 내 농도, 자외선 세기, 자외선 조사시간 등에 따른 나노입자의 크기, 형상, 분포를 체계적으로 조사하였으며, 향후 원하는 크기 및 형상의 Au 및 Pd 나노입자를 합성하기 위한 공정 Map을 제시하고자 하였다.

**Keywords:** nano particle, UV, photoreduction



## 인광 도펀트를 이용한 백색 고분자 PhPLED의 제작과 특성

이학민, 공수철, 백승준, 장영철\*, 장호정†

단국대학교 전자공학과; \*(주)에스이텍  
(hjchang@dankook.ac.kr†)

본 연구에서는 Iridium 화합물을 용해한 후 spin-coating법을 이용하여 백색 인광 유기 발광다이오드 소자를 제작하여 전기·광학적 특성을 평가하였다. ITO(indium tin oxide)를 양극(anode)으로 사용하고 정공주입층(HIL, hole injection layer)으로 PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate))를 발광층(EML, emission layer)으로는 host로 사용된 PVK (poly-vinylcarbazole)에 R, G, B dopant로 PFO (poly(9,9-dioctylfluorene)), Ir(ppy)3 (tris(2phenylpyridine)iridium (III)), Ir(pq)2(acac) (bis(2-phenyl-1-quinoline) iridiumacetylacetonate)를 각각 혼합하여 spin-coating 법으로 발광층을 형성하였다. 정공차단층(HBL, hole blocking layer) 및 전자수송층(ETL, electron transport layer)으로는 TPBI를, 전자주입층(EIL, electron injection layer)으로 LiF (lithium fluoride), 음극(cathod)으로 Al을 진공 증착하여 최종적으로 ITO/PEDOT:PSS/PVK:PFO:Ir(ppy)3: Ir(pq)2(acac)/TPBI/LiF/Al 구조를 갖는 백색 인광 유기발광다이오드를 제작 하였다.

발광층의 host와 dopant로 사용된 PVK, PFO, Ir(ppy)3, Ir(pq)2acac는 모두 80°C 에서 250rpm으로 mono-chlorobenzene 을 용매로 24시간 동안 용해하였으며, 백색 발광 조건을 찾기 위하여 host인 PVK에 dopant 인 PFO, Ir(ppy)3, Ir(pq)2(acac)의 농도를 각각 조절하여 혼합하였 소자를 제작한 후 농도 변화에 따른 백색 발광 조건을 조사하였다.

백색 발광 농도 조건에서 8V의 인가전압에서 CIE 색좌표상에 (x=0.32, y=0.33)의 특성을 갖는 순수한 백색 발광이 관찰되었으며, 이때 휘도와 전류밀도는 2040 cd/m<sup>2</sup>와 720 mA/cm<sup>2</sup>의 값을 나타내었다.

**Keywords:** White PhPLED, Iridium Complex, Host-dopant System, PFO, Ir(ppy)3, Ir(pq)2(acac), PVK

## 매립형 저항체를 위한 SiOx-Pt 박막 저항체의 형성 및 그 특성 분석.

임승규, 김태성, 김진수, 나성훈, 김종천, 장재권, 서수정†

성균관대학교 신소재공학과  
(sjsuh@skku.edu†)

In this study, SiO-Pt nano-composite cermets were developed to control the resistivity and temperature coefficients of resistance (TCR) of embedded thin film resistors. The SiO-Pt nano-composite was prepared by the co-sputtering of a SiOx target and Pt chips onto glass. The experiments were conducted Pt concentrations in order to find the optimum conditions to achieve a high resistivity and low TCR. The electrical properties of the sputtered SiO-Pt thin films were investigated by probe station and their crystal structures were observed by X-Ray Diffraction (XRD) and X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS). The surface morphology was observed by field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) and high resolution transmission electron microscopy (HR-TEM). It was found that the Pt particles with a size of 3 ~ 5 nm were uniformly dispersed in the SiO matrix. A stable resistivity value of 26000 ~ 57000  $\mu\Omega\cdot\text{cm}$  and TCR value of -197 ~ -322 ppm/K were obtained at 3.5 ~ 3.7 at. % Pt.

**Keywords:** resistor, embedded passive, thin film resistor

## 패드 구조에 따른 Sn-Ag-Cu계 무연 솔더볼 접합부의 기계적 특성변화

장임남, 박재현<sup>†</sup>, 안용식<sup>\*</sup>

포항산업과학연구원 신뢰성 평가 본부 신뢰성 평가실; <sup>\*</sup>부경대학교 재료공학과  
(pjhyun@rist.re.kr<sup>†</sup>)

최근 유연솔더에서 무연솔더로 전환함에 따라서 PCB와 BGA pad의 형태가 솔더 접합부의 기계적 특성에 미치는 영향이 중요하게 대두되고 있다. 현재 PCB/BGA pad의 형태는 NSMD(Non-Solder Mask Defined)와 SMD(Solder Mask Defined) 두가지 구조로 형성되어 있다. 그러나 PCB/BGA pad의 형태에 따른 솔더 접합부의 기계적인 특성에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 미비하다.

본 연구에서는 OSP 도금처리한 무연솔더(Sn-3.0Ag-0.5Cu)의 pad 형태를 NSMD, SMD로 달리하여 낙하충격시험과 전단시험을 통한 솔더 접합부의 기계적 특성을 연구하였다. 또한 낙하충격 시험과 고속전단시험 후 주사전자현미경과 광학현미경을 이용하여 파단면을 관찰하였다.

**Keywords:** 패드구조, NSMD, SMD, Sn-Ag-Cu계, 낙하충격시험, 고속전단시험

## 연/경자성 나노 복합 재료의 전산모사

전광원, 문기웅, 김종렬<sup>†</sup>

한양대학교 금속재료공학과  
(jina@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 들어 에너지 절감 내지는 부품의 소형화 및 고성능화 차원에서 종전에 활용되었던 전자석 분야들이 영구자석으로 대체되는 추세이다. 특히, 영구자석이 가지고 있는 여러 가지 기능 중에서 전기적 에너지를 기계적 에너지로 변환하는 기능을 활용한 모터, 제너레이터, 액츄에이터, 센서 등의 전자 부품에 널리 활용되고 있다. 현재까지 알려진 영구자석 재료는 그 이상의 특성을 얻기에 이론적인 한계를 갖고 있기 때문에 많은 연구자들은 새로운 형태의 영구자석에 대한 연구를 진행해왔다. 이에 높은 포화자화 값을 갖는 연자성체와 높은 보자력을 갖는 경자성체의 복합 구조를 갖는 새로운 개념의 exchange-coupling magnet이 제안되었다. 큰 에너지적을 가지는 exchange-coupling magnet의 제조를 위해서는 결정립 크기, 상의 분포 그리고 연자성 상과 경자성 상의 부피비등 여러 가지 미세구조 인자들의 제어를 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 연자성 상과 경자성 상의 부피비, 미세구조에 대한 다양한 modeling과 함께 각 modeling에 대한 자구(domain)변화, exchange-coupling 효과의 여부 등을 전산모사를 통하여 확인하고, exchange-coupling magnet에 적합한 연자성, 경자성 나노 복합체의 미세구조를 제안하고자 한다. 전산모사 프로그램으로는 미국의 NIST(National Institute of Standards and Technology) ITL(Information Technology Laboratory)에서 개발한 공개 소프트웨어인 OOMMF(Object Oriented MicroMagnetic Framework)를 사용하였으며, Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG)식을 이용하여 전산모사를 진행하였다.

**Keywords:** Nanocomposite magnet, simulation

Salted-sol-gel법을 이용한 적색 이동된 nano YAG:Ce<sup>3+</sup> 형광체의 합성

전영선, 김규언\*, 황보승\*, 김진태\*\*, 이영환\*\*\*, 정주현\*\*\*\*, 황규석\*\*\*\*\*†

남부대학교 광.전자기술연구소; \*호남대학교; \*\*조선대학교; \*\*\*전남과학대학; \*\*\*\*건양대학교; \*\*\*\*\*남부대학교 (khwang@nambu.ac.kr<sup>†</sup>)

출발물질로 금속무기염을 사용하고 salted-sol-gel법을 이용하여 Ceria가 첨가된 yttrium aluminum garnet (Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce<sup>3+</sup>, YAG:Ce) 형광체를 제조하였다. 100°C로 2시간동안 합성하여 투명한 출발 졸을 얻었다. 산소분위기 하에서 250°C로 2시간동안 열처리 하여 용매를 열분해 시키고 용매에 포함된 유기 휘발 물질을 제거하여 노란색 전구체 겔을 얻은 후 아르곤 분위기 하에서 900°C ~ 1200°C로 2시간동안 후열처리 하여 단일상의 YAG:Ce 형광체를 얻었다. 후열처리의 온도변화에 따른 결정구조, 형태 및 발광 특성에 대하여 조사하였다. 1100°C 이상의 후열 처리에서 단결정상의 YAG:Ce 를 얻었다. 결정질의 YAG:Ce 형광체는 480 ~ 650 nm 범위에서 넓은 발광 피크를 보였고 540 ~ 560nm에서 최대 강도를 갖는 발광특성을 보였다.

**Keywords:** YAG:Ce, phosphor, sol-gel, Red-shift

## 수직배향 탄소나노튜브로의 플라즈마 이온조사 효과

정구환†, 이병주, 신의철

강원대학교 신소재공학과  
(ghjeong@kangwon.ac.kr<sup>†</sup>)

Carbon nanotubes (CNT) are made by rolling of graphite sheet and thus have one dimensional geometry with nanometer scaled diameters. These peculiar nanostructures broaden their potential applications such as gas storage or drug delivery systems by encapsulating foreign species into their hollow space. For these applications, opening of the tube end is helpful to facilitate filling in and out processes of the species. As for CNT structure modifications, there were several reports using such as mechanical milling or chemical etching.

Here, we demonstrate plasma ion bombardment effect on structure modifications of vertically grown CNT. A vertically aligned CNT film with a few hundred micrometers was grown using thermal chemical vapor deposition with acetylene sources. Then, dc Ar plasmas were used to carry out the ion bombardments. We have controlled ion bombardment energy by changing the substrate bias voltages. For structural observation of the plasma treated CNT, scanning and transmission electron microscope were used. A micro Raman spectroscopy was employed for a quantitative analysis of structure modifications.

**Keywords:** Carbon nanotubes, Plasma ion bombardment, Structure modification

## 금속기판 위 탄소나노튜브의 수직배향 성장

정구환<sup>†</sup>, 김진주, 최강희강원대학교 신소재공학과  
(ghjeong@kangwon.ac.kr<sup>†</sup>)

From a practical viewpoint, carbon nanotubes (CNT) have been actively studied for various potential applications in a wide range of areas. Among these, energy conversion or storage systems have attracted much attention because CNT have high surface to volume ratios as well as inner space which can be used as a container. For instance, entangled nanotube mats have already been tried to get a high battery performance. Recently it is suggested that if we make vertical nanostructures we can maximize the electrochemical properties and develop to 3-dimensional electrochemical devices.

From the background, we here report direct growth of vertically aligned (VA) CNT on commercial copper foil using thermal chemical vapor deposition and present the feasibility of possible applications as anode materials of lithium ion batteries. The nanotubes were vertically grown on the copper foil covered with catalytic films and alumina layer. The tube length was controlled by changing the catalyst film thickness and growth time. The smaller diameters of the grown tubes are expected to have higher take up of lithium ion than those of usual thicker CNT.

**Keywords:** Carbon nanotubes, Vertical growth, Metal substrates

## 수직배향 탄소나노튜브의 초기성장속도 측정

정구환<sup>†</sup>, N. Olofsson<sup>\*</sup>, E.E.B. Campbell<sup>\*\*</sup>강원대학교 신소재공학과; <sup>\*</sup>Gothenburgh University, Sweden; <sup>\*\*</sup>Edinburgh University, UK  
(ghjeong@kangwon.ac.kr<sup>†</sup>)

Due to their promising electrical, chemical and mechanical properties, carbon nanotubes (CNT) have been studied for their potential to achieve practical applications in a wide range of areas. During the past decade there have been considerable efforts towards applications using vertically aligned CNT. Studies of the kinetics of the growth have not only made it possible to optimize the length and quality of the CNTs but have also given better understanding of the basic mechanisms involved in CNT growth. We have studied the initial kinetics of CNT growth using in-situ measurements of laser transmittance and followed growth for longer times by stopping at certain growth times and performed SEM, TEM and micro Raman characterization. Kinetics was obtained for different growth conditions by varying growth temperature, partial pressure of feedstock and composition of catalyst.

**Keywords:** Carbon nanotubes, Growth kinetics, Laser transmittance

## Amorphous indium zinc tin oxide electrode grown by linear facing target sputtering for organic solar cells

정진아, 최광혁\*, 강재욱\*\*, 김한기†

경희대학교 디스플레이재료공학과; \*금오공과대학교; \*\*재료연구소  
(imidhkim@khu.ac.kr<sup>†</sup>)

We report on characteristics of amorphous indium zinc tin oxide (a-IZTO) electrode co-sputtered by linear facing target sputtering (LFTS) using ITO and IZO targets for bulk heterojunction organic solar cells (OSCs). Without substrate heating or post annealing, the a-IZTO electrode exhibited a low sheet resistance of 17.48 ohm/square, an high average optical transmittance of 88.1 % in 500 nm wavelength and work function of 5.22 eV. In addition, a-IZTO electrode shows much smoother surface with root mean square (RMS) roughness of 0.35 nm than a crystalline ITO electrode (RMS roughness of 1.25 nm), due to absence of bombardment of energetic particles on the IZTO electrode during co-sputtering process. Moreover, the OSC with the a-IZTO anode showed comparable open circuit voltage (0.56 V), short circuit current (9.16 mA/cm<sup>2</sup>), fill factor (68.1 %) and power conversion efficiency (3.5 %) to a OSC with a commercial crystalline ITO electrode. This indicates that LFTS grown a-IZTO electrode is a visible alternative to crystalline ITO electrode for low cost OSCs, eliminating annealing or substrate heating step for preparing high quality anode electrode.

**Keywords:** IZTO, ITO, LFTS, Organic solar cells

## 습식공정에 의한 초발수/초친수 박막 제조

정현호, 김진호\*†, 황중희\*, 임태영\*, 최덕균\*\*

요업기술원, 한양대학교 신소재공학과; \*요업기술원; \*\*한양대학교 신소재공학  
(jhkim@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

초발수/초친수 박막제조기술은 섬유, 제지, 건축 및 차량용 외장재와 유리에 자기 세정 기능을 구현하는 코팅 방법으로서 각종 소재 및 제품의 고기능화에 반드시 필요한 핵심기술이다. 150°이상의 접촉각을 갖는 초발수 박막을 제조하기 위하여 고체의 표면에 마이크로-나노규모의 요철구조를 형성시키고 추가적으로 소수성 박막을 형성시켜 물과 고체의 접촉 면적을 2-3%로 줄이는 기술이 필요하다. 본 연구에서는 유리기판의 표면위에 습식 공정법인 Layer-by-layer self assembly (LBL-SA)법을 이용하여 폴리머로 구성된 마이크로 크기의 박막을 제조하였고 Liquid phase deposition (LPD)법을 이용하여 나노크기의 TiO<sub>2</sub>박막을 제조하였다. 용액의 pH, 적층시간, 적층 온도를 제어하여 다양한 표면 구조의 박막을 제조하고 초발수 박막을 제조하기위한 최적의 조건을 확인하였다. 이런 폴리머/TiO<sub>2</sub> 마이크로-나노규모의 요철위에 Perfluoroalkylsilane을 이용하여 발수처리를 하여 최종적으로 초발수 박막을 제조한 후, 선택적으로 UV를 조사하여 광촉매 특성을 지닌 TiO<sub>2</sub> 박막에 의해 표면의 발수기를 제거함으로써 초친수 표면을 얻을 수 있었다.

**Keywords:** super hydrophobic, super hydrophilic, thin film, wet process

## 전해 도금법을 이용한 NiCoFe-CNT 복합재료의 자기적 특성 연구

주벌석, 김진수, 나성훈, 임승규, 박정갑, 김태성, 서수정<sup>†</sup>

성균관대학교 신소재공학과  
(sjsuh@skku.edu<sup>†</sup>)

CNT를 이용한 복합 재료에 대한 연구 및 복합 재료를 만들기 위한 방법에 관한 연구들이 많이 진행되고 있다. 하지만 기존의 연구들은 순물질 매트릭스에 CNT를 첨가하여 만든 복합재료에 관한 연구들이 주를 이루었으며 합금에 CNT를 첨가했을 경우의 특성 변화를 관찰한 연구는 거의 존재하지 않는다. NiCoFe 3원계 합금은 최근 자기적 특성, 내부 응력, 부식 특성 등에 대해 많은 연구들이 진행되었다. 하지만 Co-rich 합금에 대한 연구들이 주를 이루고 있으며 Ni-rich 합금에 대한 연구는 많이 존재하지 않는다.

이에 본 연구에서는 전해 도금 방법을 이용하여 Ni-rich NiCoFe 합금과 CNT의 composite film 증착을 시도하였으며 그에 따른 자기적 특성을 분석하였다.

SDS를 이용하여 도금액 내에 CNT를 분산시키고 Constant current를 인가하여 Cu(300nm)/Ti(20nm)/Si sub. 위에 composite film을 증착시켰다. CNT의 농도, SDS의 농도, current density의 변화에 따른 composite film의 특성변화를 관찰하였다. VSM(Vibrating Sample Magnetometer)을 이용하여 자기적 특성을 관찰하고, SEM과 XRD를 이용하여 표면관찰과 결정구조를 분석하였다.

**Keywords:** NiCoFe, CNT, Composite, Electroplating

## ZnSe-코어/TiO<sub>2</sub>-셸 나노와이어 구조의 PL 특성

진창현, 전지나, 김현수, 이종무<sup>†</sup>

인하대학교 신소재공학부  
(cmlee@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

ZnSe 분말을 열기화시켜 ZnSe 나노와이어를 성장시킨 다음 그 위에 스퍼터링법으로 TiO<sub>2</sub> 셸을 코팅하여 PL 특성을 조사하였다. ZnSe 나노와이어는 얇은 TiO<sub>2</sub> 박막을 코팅하여 ZnSe-코어/TiO<sub>2</sub>-셸의 coaxial구조를 만듦으로써 Photoluminescence (PL) 특성을 크게 향상시킬 수 있음을 발견하였다. TiO<sub>2</sub>를 W에서 1.5분간 코팅했을 때 최대 PL 강도를 얻을 수 있었다. 이것은 그 TiO<sub>2</sub> 두께에서 ZnSe 표면의 deep level과 surface state의 밀도가 가장 높아지기 때문이다. 또한 그 때 PL peak는 blue shift하며, TiO<sub>2</sub> 셸 두께가 더 두꺼워지면 PL peak가 원 위치하는 재미있는 현상을 보인다.

**Keywords:** PL, 나노와이어, core-shell

## 전기분해법을 이용한 전도성 Ag잉크 제조시 온도, 분산제, 환원제, 전압 등에 따른 잉크 특성 평가

천진민, 김종렬<sup>†</sup>, 좌용호\*

한양대학교 금속재료공학과; \*한양대학교 정밀화학공학과  
(jina@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

전자기소자는 지속적으로 미세화된 고집적 패턴이 요구되는데 기존의 top down 방식은 자원의 손실이 크고 현재 기술적 한계에 봉착하였다. 그리하여 현재 bottom up 방식이 대두되고 있는데 Bottom up 방식 중 잉크젯 프린팅 공정은 현재 차세대 공정 중 가장 혁신적인 공정이다. 잉크젯 프린팅 공정에서 핵심적인 공정인 전도성 잉크의 제조방법은 Polyol Process, Microemulsion Method, Thermal Decomposition Method 등의 여러 방법이 제안되었으나 산업에 이용하기에는 생산성과 경제성 등에서 문제점을 가지고 있다. 하지만 Electrolysis 방법은 앞서 말한 방법과 달리 순수한 물에 소량의 첨가제 만으로 직접 잉크를 제조하는 간단한 방법으로서 생산성과 경제성에서 큰 장점을 가지고 있는 혁신적인 공정이다. 본 연구에서는 Electrolysis 방법시 온도, 전압, 분산제, 환원제, 반응 시간에 따른 잉크의 특성 변화를 측정하였다. 온도, 전압, 반응시간을 증가시키에 따라 metal 함유량이 증가하였고 입자 크기도 증가하는 모습을 보였지만 분산제 양의 증가는 metal 함유량 증가에 큰 영향을 끼치지 못하는 못하였고 환원제와 전해질 간의 비율은 5:1비율이 최적으로 나타났다. 반응시간은 전류값이 1A 이하로 내려가기 전인 20분 정도가 최적이었으며 분산제로는 PVP와 Tween20, Poloxamer 를 사용했다.

**Keywords:** electrolysis, nanoparticle

## 이속압연비 및 열처리 조건에 따른 스퍼터링 타깃용 Ta의 집합조직과 미세조직

최귀동, 김한솔, 김원용<sup>†</sup>

한국생산기술연구원  
(wykim@kitech.re.kr<sup>†</sup>)

Ta 스퍼터링 타깃은 반도체용 Cu 배선에서 확산방지층 형성에 사용되고 있으며, 최근 Cu 배선 증가 및 배선 폭의 감소 추세에 따라 스퍼터링 효율 향상과 균일성막을 위해 Ta 타깃의 미세조직 및 집합조직 제어가 중요해지고 있다. 본 연구에서는 고순도 Ta의 이속압연비 및 재결정열처리에 조건에 따른 //ND 집합조직 분율, 평균 결정립 크기 및 결정립 불균일도 등을 조사하여, 스퍼터링 타깃으로 적합한 가공열처리 조건을 도출하고자 하였다. Ta을 이속비 2:1, 3:1, 4:1 조건으로 두께감소를 85%로 냉간압연한 후, 진공열처리로를 이용하여 1000~1300°C에서 5분~1시간 열처리하여 시편을 준비하였다. 광학현미경으로 미세조직을 관찰하고, X-선 회절 분석기 및 SEM-EBSD를 이용하여 집합조직을 분석하였다. 압연된 상태에서는 이속비에 관계없이//ND 및 //ND가 발달하였으며, 재결정열처리 시 이속비가 증가할수록 동일한 열처리 조건에서 평균결정립 크기가 큰 것으로 나타났다. 한편 1000°C, 1100°C에서 열처리한 경우는 모든 조건에서 <110>//ND 집합조직이 강하게 발달하는 한편, 1200, 1300°C에서 열처리한 경우 이속비가 가장 높은 4:1인 시료에서 높은 분율의

**Keywords:** Ta, 스퍼터링 타깃, 이속압연, 재결정, 집합조직

## IGZO 박막 위에 저온 증착된 Al doped ZnO의 TCO 특성 평가

최미경, 한원석, 김동찬, 공보현, 우창호, 서동규, 조형균<sup>†</sup>, 김준호\*, 이호성\*성균관대학교; \*경북대학교  
(chohk@skku.edu<sup>†</sup>)

최근 유비쿼터스 시대의 도래가 가까워 짐에 따라 see-through display 에 대한 관심이 높아지고 있다. 이미 투명디스플레이는 실현 가능하며 이를 응용한 다양한 형태의 디스플레이가 출시될 것으로 보인다. 이때 투명 디스플레이에 사용되는 반도체, 전극, 모듈은 모두 투명도 80% 이상을 충족해야 하며, 현재 널리 상용화 되어있는 투명전극은 ITO로 높은 투과도와 우수한 전기적 특성 때문에 LCD모니터를 비롯한 다양한 분야에서 사용되고 있다. 하지만 최근 인듐 수요의 급등에 따른 가격상승 때문에 ITO를 대체할 물질에 대한 연구가 활발해지고 있다.

ZnO는 II-VI족 화합물 반도체로써 UV영역의 넓은 밴드갭(3.37eV)을 가지는 투명한 재료이다. 전기적 성질은 절연체부터 전도체 영역까지 조절할 수 있으며, 특히 3족 금속을 doping 할 경우 전도체 영역의 우수한 전기적 특성을 보임이 보고되고 있다. 따라서 TCO의 유력한 후보로 거론되고 있으며 다양한 반도체의 접합 특성에 대한 연구가 진행 중에 있다.

본 실험에서는 낮은 비저항을 가지는 Al doped ZnO(AZO)의 광학적, 전기적 특성 평가를 위해 투과도와 전기 전도도를 측정하였다. 유리기판 위에 증착된 IGZO 박막위에 금속전극과 AZO전극을 형성시켜 TLM패턴을 이용하여 접촉저항특성을 비교하였으며, AZO투명전극의 접촉특성을 개선하기 위해 다양한 분위기의 열처리를 수행하였다.

**Keywords:** Al doped ZnO, TCO, contact resistance, annealing

## 나노선 네트워크 구조를 이용한 이산화질소 검출 센서

최선우, 이준원, 양현모, Zhangjin, 박재영, 김상섭<sup>†</sup>인하대학교 신소재공학부  
(sangsub@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

국내외적으로 1차원 나노구조물인 나노선, 나노막대, 나노튜브 등 다양한 형태의 산화물을 합성하고 이를 응용하고자 하는 연구가 매우 활발하다. 산화물 나노재료의 응용 분야 중에서 화학감지소자, 즉 벌크나 박막에 비해 체적-표면적비가 매우 큰 특성을 지닌 나노재료는 미량의 화학물질에 대해 감응할 가능성이 많게 되며 체적이 작아 흡착 혹은 탈착에 의한 전기전도의 큰 변화율을 야기하게 되어, 센서특성에 매우 유리하게 적용된다. 본 연구에서는 선택적 성장이 가능한 VLS(Vapor-Liquid-Solid)법을 이용하여 분리된 촉매층에서 별도로 성장된 나노선 네트워크 구조를 기초로 한 센서소자를 제작하고, NO<sub>2</sub> 가스에 대한 감응특성을 조사하였다. 나노선 네트워크의 차이에 따른 센싱 특성 변화 및 센싱 메커니즘을 제시하고자 한다.

**Keywords:** Sensor, Nanowire, Networking, NO<sub>2</sub>



### Patterning of SU-8 photoresist by UV Imprint process.

최우성, 김남정\*, 장주희\*, 이창형\*, 김종천\*, 이광근\*, 박정갑\*, 서수정\*†

성균관대학교 신소재공학과; \*성균관대학교  
(suhsj@skku.edu†)

Pattern이 형성된 mold를 기초하여 같은 형태의 Pattern을 반복 제작할 수 있는 Nano Imprint Lithography (NIL)는 경화 방식에 따라서 크게 열 경화 방식을 사용하는 Thermal Imprint와 UV 경화 방식을 사용하는 UV-Imprint으로 나눌 수 있다. Thermal Imprint는 입프린팅시 가열과 냉각 공정을 통해 패턴을 얻을 수 있는데 반해 UV Imprint의 경우에는 Imprinting 후 UV 조사에 의해 cured Pattern을 얻을 수 있다. 이러한 Patterning 방식들은 모두 공통적으로 기계적인 몰딩 방식에 기초하고 있어서 여러 기술적인 문제점들이 있는데 그중 가장 큰 비중을 차지하는 것이 Resin의 개발이다. Resin은 그 화학적 특성에 따라서 공정온도와 압력, 시간 등 공정에 관련된 많은 부분을 좌우하는 것은 물론, De-molding 후에도 Plasma Ashing등의 방법으로 residual의 제거를 필요로 하기 때문에 종합적으로 견주어 봤을 때 Imprint lithography 에서 가장 중요한 개발 분야라 할 수 있다.

본 연구에서는 UV-assisted Thermal Imprint 방식을 통해 SU-8 photoresist를 이용한 패턴 제작 공정에 관한 실험을 시행하였다. Photolithography process와 plasma etching 방법으로 패턴을 제작한 mold에 Imprinting 후 mold와 resin의 분리를 용이하게 하기 위해 Vapor 방식을 이용한 SAM(self-assembled-monolayer) coating을 하였다. UV-assisted Thermal Imprint 방법에 의해 공정조건(온도, 압력, Holding time)을 최적화하여 공정 후 Pattern의 형상과 잔류하는 residual을 FE-SEM을 통해 관찰 하였다.

**Keywords:** SU-8, UV Imprint, Thermal Imprint

### AGd(PO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup> (A=Na<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) 녹색 형광체의 조성 최적화 및 발광특성

태세원, 정하균†, 최성호, 허남희\*

한국화학연구원; \*서강대학교 화학과  
(hakyun@kriect.re.kr†)

전통적인 PDP(Plasma Display Panel)용 녹색형광체로 사용되고 있는 Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn의 문제점으로 지적되었던 긴 잔광시간은 형광체 조성에서 Mn의 함량을 높여줌으로써 5 ms 이하로 개선되었지만, 입자표면의 실리케이트 성분으로부터 유발되는 음의 표면전하 값으로부터 방전 개시 전압이 높아지는 문제점이 있다. 이에 따라 플라즈마 방전 하에서 발광특성이 우수하고 방전전압이 낮은 새로운 조성의 녹색형광체를 개발하려는 많은 연구가 이루어지고 있다. 그래서 본 연구에서는 PDP에 적용 가능한 녹색 형광체를 제조하기 위해, Tb<sup>3+</sup>가 활성제로 치환된 AGd(PO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup> 형광체를 조합화학 합성기법을 이용하여 조성 최적화를 수행하였다. 출발물질로는 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>를 사용하였고 활성제로 Tb<sub>4</sub>O<sub>7</sub>를 첨가하여 형광체를 고상반응으로 제조하였다. 약한 환원분위기의 열처리를 통해 AGd(PO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup>의 monoclinic 구조의 단일상을 얻었다. 제조된 형광체들에 대하여 진공 자외선 영역의 173 nm 여기광을 조사하여 발광휘도, 색좌표 및 잔광시간 등의 광발광(photoluminescence) 특성을 조사하였다. 발광 스펙트럼은 545 nm에 발광 중심 파장을 갖는 전형적인 Tb<sup>3+</sup>에 의한 발광특성을 보였다. 새로운 녹색 형광체의 최적화된 특성을 상용 형광체와 비교하였다.

**Keywords:** NaGd(PO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup>, LiGd(PO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup>, KGd(PO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>:Tb<sup>3+</sup>, Green emitting, Phosphor

## Sol-Gel method를 이용한 Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 형광체의 합성

태세원, 정하균<sup>†</sup>, 최성호, 허남희\*

한국화학연구원; \*서강대학교 화학과  
(hakyun@kricr.re.kr<sup>†</sup>)

Plasma display panels (PDP)와 같은 평판디스플레이의 고정세화에 따라 고효율인면서 미세 입자크기를 갖는 형광체의 필요성이 대두되고 있다. PDP에 가장 효율적인 녹색 형광 물질로 알려져 있는 Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 형광체는 일반적으로 고상반응법에 의해 수 - 수십  $\mu\text{m}$ 의 입자크기로 제조된다. 이에 따라 미세 입자크기를 가지면서 고효율의 형광체를 얻기 위한 다른 합성방법이 요구되고 있다. Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup>을 미세입자로 제조하기 위한 여러 방법들이 알려져 있지만, 본 연구에서는 Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 형광체 미세입자를 제조하기 위해서 Sol-Gel합성법이 고안되었다. 원료로 ZnO, MnO 및 TEOS와 Oleic acid 용매로부터 질소 분위기하에서 350OC의 반응에 의해 형광체가 합성되었다. 얻어진 Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup> 형광체는 X-선 회절분석 결과 willemite 구조의 단일상으로 제조되었다. 제조된 형광체에 대하여 SEM을 이용하여 입자의 크기 및 형상을 관찰하였다. 그리고 147 nm 진공자외선을 여기 광원으로 사용하여 광발광(photoluminescence) 특성을 조사하였고 상용의 녹색형광체와 비교되었다. 발광 스펙트럼은 525 nm에 발광 중심 파장을 갖는 전형적인 Mn<sup>2+</sup>에 의한 발광특성을 보였다.

**Keywords:** Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Mn<sup>2+</sup>, PDP, Green emitting, phosphor

## High-temperature Oxidation of oxynitrided Ti alloys in air.

ChenLi, Sang-Hwan Bak, Dong-Bok Lee<sup>†</sup>

School of Advanced Materials Science & Engineering, Sungkyunkwan University, Korea  
(dlee@skku.ac.kr<sup>†</sup>)

Fretting wear behavior of titanium and titanium alloys can be improved by using diffusion gas treatments to form the Ti-O-N coatings, owing to the high reactivity of titanium with respect of nitrogen or oxygen. The present paper reports the effects of oxynitriding treatments, performed using air as treatment atmosphere, on the microstructure and mechanical properties of Ti6Al4V alloy samples. The oxynitrided scale formed at 973 K for 10 hours was composed of an outer compound layer, the coating nitrogenated layer, and an inner diffusion layer. The surface microhardness of the oxynitrided titanium alloys increased due to the strengthening effect of the titanium oxynitrides (TiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>). The oxide scales were characterized with scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), electron probe microanalysis (EPMA), and transmission electron microscope (TEM).

This work was supported by the Korea-Ukraine Joint Research Program through KICOS, Korea.

**Keywords:** Ti-O-N coating, Oxynitrided Ti alloys, Ti6Al4V alloy

### Effect of manganese addition on the adhesive wear resistance of Fe-Cr-C-Mn austenitic alloy

Ji Hui Kim, Seon Jin Kim<sup>†</sup>

Division of Materials Science and Engineering, Hanyang University  
(alloylab@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

The effect of manganese on the adhesive wear behavior of Fe-Cr-C-xMn ( $x = 5, 10, 12$  and  $15$ -wt.%) alloys were investigated with respect to critical strain energy as an initiator for martensitic transformation in air at room temperature under a contact stress of 69 MPa. The strain energy increased with increasing manganese concentration. The decrease was thought to occur as a result of the higher incremental energy required to initiate the martensitic transformation, which then made it difficult to transform austenite into martensite with respect to increasing manganese concentration. In this study, strain-induced martensitic transformation was thought to be a more important factor in the increase of adhesive wear resistance.

**Keywords:** Adhesive wear, Strain-induced martensitic transformation, Critical strain energy

### Effect of ZnO on physical and optical properties of bismuth borate glasses

Nam Jin Kim, Young Hoon La, Sang Hyeok Im, Bong Ki Ryu<sup>†</sup>

Division of Materials Science and Engineering, Pusan National University  
(bkryu@pusan.ac.kr<sup>†</sup>)

This paper presents results and observations obtained from a study of the effects of zinc oxide on the optical properties of  $B_2O_3$ - $Bi_2O_3$ -ZnO glasses. In this study, we have prepared glasses with composition  $2xZnO-(50-x)[B_2O_3 \cdot Bi_2O_3]$ , ( $x = 0, 5, 10, 15$ ) and have analyzed physical, thermal and optical properties of glass. Systematic variation in density and molar volume in these glasses indicates the effect of ZnO on the glass structure. Differential thermal analysis (DTA) studies showed that the glass transition temperature ( $T_g$ ) decreases from  $423^\circ C$  to  $390^\circ C$  as the content of ZnO increases. The values of optical band gap and theoretical optical basicity are also investigated.

**Keywords:** Bismuth borate glasses, Zinc oxide, Physical properties, Thermal analysis, Optical properties

## Characterization of High temperature Mechanical properties of CVD-SiC Coating layer for Nuclear fuel particle

Park, Kwi-II, Lee, Hyeon-Keun, Kim, Do Kyung<sup>†</sup>

KAIST  
(dkkim@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

Very High Temperature gas cooled Reactor (VHTR) has been considered as one of the most promising nuclear reactor in the near future because of many advantages including high inherent safety to avoid environmental pollution, high thermal efficiency and the role of secondary energy source. TRIstructural ISOtropic (TRISO) nuclear coated fuel particles used in HTGR are composed of 4 layers as OPyC, SiC, IPyC and Buffer PyC. The significance of SiC coating layer is to maintain the strength of the whole particle from the pressure exerted by gas evolution from inner side of the particle. Various methods have been proposed to evaluate the mechanical properties of SiC coating layer such as flexural strength test, tri-layer test, crush test and internal pressurization test at room temperature.

However, few works have been attempted to characterize the mechanical properties of SiC coating layer at high temperature. In this study, nanoindentation test was performed for the analysis of the hardness, modulus and creep properties up to 500°C, and the fracture strength of CVD-SiC coating layers was measured by the micro tensile method up to 700°C. From the results, we can conclude that the hardness and fracture strength are decreased with temperature and no significant change in the modulus is observed with increase in temperature. And, it was observed that the temperature dependent mechanical properties were related to the microstructure of CVD-SiC coating layers. The results obtained from the analysis of temperature dependent mechanical properties for SiC coating layers will be presented and discussed in detail.

**Keywords:** TRISO, SiC coating layer, High temperature, Fracture strength, Nanoindentation, Micro tensile test

## Cyclic oxidation behavior of Ti-48Al-2Mn-2Nb-(0~1%)W alloys between 800 and 1000°C in air.

Sang-Hwan Bak, Dong-Bok Lee<sup>†</sup>

School of Advanced Materials Science & Engineering, Sungkyunkwan University, Korea  
(dlee@skku.ac.kr<sup>†</sup>)

The cyclic oxidation behavior of Ti-48Al-2Mn-2Nb-(0~1%)W (at%) were studied in order to find the effect of W on the oxidation behavior of Ti-48Al-2Mn-2Nb. Tests were performed in air between 800 and 1000 °C for 100 hr. At 800 and 900 °C, Ti-48Al-2Mn-2Nb-1W showed an excellent cyclic oxidation resistance, displaying much better resistance than Ti-48Al-2Mn-2Nb-(0, 0.5)W. During cooling at 900 and 1000 °C, the oxide scale formed on Ti-48Al-2Mn-2Nb-(0~1%)W was prone to spallation. The oxide scales formed consisted primarily of an outer TiO<sub>2</sub> layer, an intermediate Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-rich layer, and an inner TiO<sub>2</sub>-rich layer. Microstructural changes of the Ti-48%Al-2%Cr-2%Nb-(0, 0.5, 1%)W intermetallics that occurred by cyclic oxidation were investigated by EPMA, XRD, and SEM in this study.

This work was supported by KICOS of Korea and Ministry of Science and Education of Ukraine through the Korea-Ukraine Joint Research Program.

**Keywords:** Cyclic oxidation, Ti-48Al-2Mn-2Nb-(0~1%)W, spallation, intermetallics

## Oxidation Behavior of Hf-based Ultra High Temperature Ceramics Fabricated by Reactive Hot Pressing

Seung Jun, Lee, Do-Kyung, Kim<sup>†</sup>

MSE, KAIST  
(dkkim@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

Recent interest materials for thermal protection systems for hypersonic aerospace vehicles and reusable atmospheric re-entry vehicles have resulted in significant research activity focused on ultra high temperature ceramics (UHTCs). Among the UHTCs, transition metals boride likes hafnium and zirconium are currently accepted as potential candidates due to the high melting temperature ( $>3000$  °C), high mechanical properties and high thermal shock resistance.

In this study, HfB<sub>2</sub>-SiC was fabricated by 'in situ' reactive hot pressing from Hf, B<sub>4</sub>C and Si powders. The reaction was conducted using two processes, (1) powder reactions at temperature from 900 to 1800 °C and (2) reactive hot pressing between 1800 and 1900 °C. The products from the powder reaction of a 2Hf/1B<sub>4</sub>C/1Si molar mixture were HfB<sub>2</sub>, SiC and HfO<sub>2</sub>. The final reactive hot pressed composition was HfB<sub>2</sub>, SiC with without any secondary phase.

Microstructure analysis indicated that distribution of the in-situ forms HfB<sub>2</sub> and SiC phase in the composites are no homogenous and residual porosities were observed. The particle size of HfB<sub>2</sub> and SiC are in the particle size ranges of the starting powders of hafnium and silicon. In the oxidation test at 1500 °C, non uniform surface SiO<sub>2</sub> distribution was observed. This might due to the non-homogeneous microstructure distribution. To make more homogeneous microstructure and reduce residual porosity, vibration milling of starting powders was conducted. Particle size of starting powders was reduced after 2 hours vibration milling. In this study, starting powder effect on densification and oxidation behavior will be discussed.

**Keywords:** Oxidation, UHTCs, Reactive Hot Pressing

## Effect of Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on Structure and Properties of Zinc Bismuth Phosphate Glass

Young Hoon Na, Bong Ki Ryu<sup>†</sup>, Nam Jin Kim, Sang Hyeok Im

Division of Materials Science and Engineering, Pusan National University  
(bkryu@pusan.ac.kr<sup>†</sup>)

Glasses composition (50-2x)ZnO-xBi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(50+x)P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (x=0-20mol%) have been prepared. Particularly to examine the effect of structure and properties in phosphate glass system by change of Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content, the present work studied about ZnO-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> glass. As a method to expect the relation between structure and properties, the structure was measured by FT-IR analysis. And the glasses were respectively confirmed to density, glass transition temperature (T<sub>g</sub>), molar volume and optical absorption edge through structural change of glasses. T<sub>g</sub>, density and molar volume increase with increase in Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content in glass. The optical absorption edge was determined from the optical absorption spectra of the polished samples recorded at room temperature and has been associated with the structural changes occurring in these glasses with increase in Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content. The FTIR spectra have been recorded in the spectral range from 400 to 1400 cm<sup>-1</sup>. The structural investigations based on these spectra show the rapid depolymerization of phosphate chains with increase in Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content and formation of P-O-Bi bonds. Also, Bi is incorporated as BiO<sub>6</sub> octahedra in the glass matrix.

**Keywords:** bismuth phosphate glass, glass structure, physical properties, optical properties

## 산탄화규소 코팅 유리의 제조

강경훈, 이수성, 김준수\*, 이홍립\*\*, 윤준도\*†

경남대학교 재료공학과; \*경남대학교 나노공학과; \*\*경남대학교 공동기기센터  
(jdyun@kyungnam.ac.kr<sup>†</sup>)

탄화물, 질화물 세라믹은 고강도, 내열성, 내마모성 등이 우수하여 탄소재료의 고온 내산화성 코팅제로 사용이 가능하다. 하지만 세라믹은 취성과파괴를 하기 때문에 강도와 인성을 높이기 위해서는 응력을 집중시켜주는 여러 가지 요소들을 최소한으로 줄여 주어야 하는데, 그중에서도 균열은 코팅층의 기본능력을 상실시키는 가장 대표적인 원인으로 이를 해결해주는 것이 매우 중요하다. 따라서, 이 결함들을 보완하고 균열에 관하여 자기치유능력이 있는 세라믹 코팅층의 제조는 세라믹의 장점을 극대화하고 단점을 극복하는 첫 걸음이 될 것이다.

본 연구에서는 SiC 기능층에 열역학적으로 준안정상이고 다양한 특성을 가지며 탄소의 존재로 인해 산화규소보다 더 높은 점도를 가지고 결정화에 대해 더 높은 저항을 가지는 산탄화규소 유리를 코팅함으로써 고온에서의 산화안정성과 균열에 대한 자기치유능력이 가능한 코팅층을 제조하고, 이의 제조조건을 최적화하려 한다.

**Keywords:** 산탄화규소 유리, 코팅, 자기치유능력, 산화안정성

## 수소 장입시킨 다상조직강의 조직내 수소거동

박재우, 송동우, 강계명†

서울산업대학교 신소재공학과  
(littbird@snut.ac.kr<sup>†</sup>)

화석연료의 고갈과 함께 차체 경량화를 위한 자동차 강판의 고강도화는 생에너지와 안전성 문제로 그 중요성이 한층 부각되고 있다. 개발중인 자동차용 고강도 박강판재는 주행 안정성, 충돌 안전성, 도장성 및 용접성 등의 제반 특성이 요구시험조건에 부합되어야 한다.

강판재의 고강도화 과정에서 나타나는 재료취성에서 주요연구의 대상은 노출강판재의 경우, 금속내부로 침투하는 수소에 기인한 수소취성(Hydrogen embrittlement)이 고강도경량 박강판에 있어 주요 연구의 대상으로 있다.

본 연구에서는 자동차용 고강도 박강판재로 개발중인 다상조직강의 조직변화에 따른 미세 조직내 수소의 거동에 관하여 조사, 연구하고자 하였다. 이를 위하여 조직분율이 각기 다른 다상조직강의 기계적 성질과 조직을 관찰, 조사하였다. 조사된 시험재인 다상조직에 전기분해법의 수소장입장치를 이용하여 수소를 각각의 장입조건에 따라 강제 주입시켜 수소가 장입된 다상조직강 시험편을 제작하였다. 이들 수소장입 시험편의 장입조건에 따른 수소장입량을 각각의 조직분율의 변화와의 관계로 조사, 분석하였고, 미세조직 내에서의 수소 거동현상을 시험편 조직관찰로서 조사, 연구하고자 하였다.

**Keywords:** 다상조직강, 수소취성, 자동차용 고강도박강판

## A6061합금의 미세조직과 기계적 특성에 미치는 Sc, Zr, Misch metal 첨가 및 열처리의 영향

권의표, 우기도<sup>†</sup>전북대학교 공과대학 신소재공학부, 공업기술연구 센터  
(kdwoo@chonbuk.ac.kr<sup>†</sup>)

A6061합금은 비강도, 내부식성 및 가공성이 우수하여 차량, 선박 등의 수송용 구조재 또는 고압용기용 재료로 널리 사용되고 있다. 최근 각종 금속제품에 경량화를 위해 알루미늄 합금의 사용이 증가되면서 비강도가 우수한 새로운 알루미늄 합금의 제조 및 합금조성별 열처리 기술에 대한 관심이 증가되고 있다. 본 실험에서는 A6061합금에 Sc, Zr 및 Misch metal을 첨가하여 열처리에 따른 조직 및 기계적특성의 변화를 분석하였다. Sc 및 Zr이 첨가된 합금의 경우 주조조직과 균질화처리된 조직이 첨가되지 않은 합금에 비해 미세하였으며 경도 또한 높았다. 또한 A6061/Sc, Zr, Misch metal 합금을 용체화처리 후 190°C에서 1~12시간 동안 시효처리를 함으로써 열처리시 생성된 β'상과 주조시 생성된 미세한 Al(Sc, Zr)상에 의해 재료의 인성이 우수해지는 것을 알 수 있었다.

**Keywords:** A6061, 시효처리, 기계적특성, 알루미늄합금, Al(Sc, Zr)

## USC 화력 발전용 감마 프라임 강화 Ni계 초내열합금의 열적특성 평가

김기남, 김선진<sup>†</sup>한양대학교 신소재공학부  
(alloylab@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 에너지 위기와 환경규제가 심해짐에 따라, 높은 열효율과 적은 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 및 CO<sub>2</sub>의 배출을 위해 화력 발전용 보일러 내의 조건으로 좀 더 높은 온도와 압력이 요구되고 있다. 하지만, 증기온도 700°C 이상에서는, 기존의 Fe계 합금의 경우 재료 고유의 한계 때문에 장기간 사용이 불가능하여 차세대 USC 발전설비의 경우 Ni계 초합금의 개발/적용이 적극 검토되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 새로운 감마 프라임 강화 Ni계 초합금을 합금설계하고 합금 원소 및 열처리 조건에 따른 열피로 특성평가 및 열전도도 변화를 측정하고, 고찰하고자 하였다.

**Keywords:** Ni계 초내열합금, 열피로, 열전도도

## Al 진공증착 코팅에 의한 상용 AZ31 Mg합금의 내식성 개선

김기택, 홍성환, 박준식, 김정민, 김윤기†

한밭대학교 신소재공학부

(ykkim@hanbat.ac.kr†)

최근 Mg합금은 구조재의 경량화를 목적으로 다양하게 사용될 수 있음으로 많은 각광을 받고 있다. 하지만 Mg합금은 고유의 표면부식성으로 인하여 사용이 제한되고 있으며, 이를 해결하기 위하여 습식코팅, 아노다이징, 졸-겔 등 다양한 코팅이 진행되고 있다. 하지만, 습식코팅의 경우는 환경규제로 인하여 추후에 사용이 제한될 수 있다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 표면의 채색에 유리하고 표면보호의 효과가 Mg 합금보다 월등히 높은 Al을 진공증착하여 Mg합금의 표면보호 층을 생성시켜 Mg합금의 내식성을 높이려고 시도하였다. 진공증착된 Al의 두께는 약 30  $\mu\text{m}$  이었고, Al이 증착된 AZ31 Mg합금을 350 °C ~450 °C 의 온도에서 시간에 따라 (최대 12시간) 열처리함에 따라 Al과 AZ31 합금사이에서 내부부식성을 향상시킨다고 알려진  $\beta$ 상이 형성되었음을 확인하였다. 확산열처리의 온도와 시간에 따른 증착된 Al층과 Mg 합금 모재사이의 중간상의 성장거동 및 성장기구를 규명하였고, 이에 따른 부식성을 고찰하였다. 또한, 등은 열처리에 따른 코팅층의 두께 변화와 부식특성과의 관계를 SEM 및 XRD를 이용하여 고찰하였다.

**Keywords:** 알루미늄코팅, 마그네슘합금, 내식성, 진공증착

## 핵연료 골격체 부품의 조사성능검사기술 개발

김도식†, 유병욱, 백승제, 김기하, 주용선, 백상열, 안상복, 전용범\*

한국원자력연구원 조사재시험시설; \*한국원자력연구원 조사후연료시험시설

(kimds@kaeri.re.kr†)

핵연료 골격체 부품으로는 지지격자, 상/하단고정체, 안내관 및 계측관 등이 있으며, 각 부품들은 전 수명 기간 동안 고유의 기능을 유지하여야 한다. 구조부품 중 지지격자는 연료봉의 지지, 연료봉 및 안내관의 간격 유지 그리고 냉각재 혼합 성능 보유와 같은 필수 기능을 가지며, 상단고정체의 누름스프링은 운전 중 핵연료 집합체가 냉각재의 부양력에 의하여 들리지 않도록 핵연료 집합체에 누름력 제공하는 기능 그리고 안내관 및 계측관은 제어봉 및 계측기 등의 삽입을 위한 안내 기능을 가지고 있다. 지지격자는 앞에서 언급한 지지격자의 필수 기능을 가지면서 연료봉 프레팅 마모의 최소화, 압력강하량 감소 및 연료봉 휨 방지기능을 가져야 하므로 이에 대한 스프링 성능시험, 정적 및 동적좌굴시험을 수행하며, 원자로 노내에서 핵연료 집합체의 고정기능을 가지는 상단고정체 스프링에 대한 스프링 특성시험을 수행한다. 또한 제어봉, 중성자선원봉 및 노내 계측기 삽입을 위한 안내 기능을 가지는 안내관 및 계측관에 대한 강도시험 그리고 점/TIG 용접부 및 나사체결/벌지연결부에 대한 조사후 강도시험을 수행한다. 현재 상용 원자력발전소에서 사용하고 있거나 새로이 개발된 핵연료 골격체 부품의 조사후 건전성 평가 또는 이에 대한 설계 개선 및 해석을 위한 기계적·구조적 특성 자료를 취득하기 위하여 위에서 언급한 다양한 부품에 대하여 조사성능검사 기술을 개발하여야 한다. 본 연구에서는 지지격자에 대한 스프링과 정적좌굴시험이 핫셀 내의 적용성 검토 그리고 지지격자 동적 좌굴, 상단고정체 스프링, 안내관/계측관 및 용접/연결부의 기계적 시험용 그림과 장비의 한국원자력연구원 조사재시험시설 핫셀 내에서의 사용 조건에 대한 적합성과 원격조종기(manipulator)에 의한 원격조작의 용이성 등을 고려한 설계를 수행하였다. 이와 같이 개발되고 시험적으로 검증된 조사성능검사기술은 향후 기존 핵연료 집합체의 성능개선 또는 신규 핵연료 개발에 있어서 매우 유용하게 활용될 것이다.

**Keywords:** 핵연료 골격체, 지지격자, 상단고정체 누름스프링, 안내관, 계측관, 용접부, 연결부, 기계적 특성



## 핵연료 피복관의 조사후 연성평가기술 개발(II)

김도식<sup>†</sup>, 백승제, 유병욱, 주용선, 송용섭, 안상복, 전용범\*

한국원자력연구원 조사제시시험시설; \*한국원자력연구원 조사후연료시험시설  
(kimds@kaeri.re.kr<sup>†</sup>)

경수로용 연료봉의 구성부품 중 피복관은 핵연료와 냉각재의 접촉을 차단하여 핵연료와 냉각재 사이에서 일어나는 화학적 반응을 막아 주는 동시에 핵분열생성물이 냉각재로 유출되는 것을 방지하는 중요한 기능을 가지고 있다. 핵연료 피복관은 기계적 및 화학적 조건들을 만족하도록 제조 및 사용되지만, 원자로 내에서 중성자 조사 및 수소화합물의 생성 등으로 인한 연성 저하 현상이 발생한다. 반응도 사고(RIA, reactivity induced accident) 또는 냉각수유출사고(LOCA, loss of coolant accident) 시 핵연료봉의 피복관에는 핵연료의 갑작스런 열 팽창에 의하여 핵연료와 피복관 사이의 기계적 접촉(PCMI, pellet clad mechanical interaction)이 발생하며, 이로 인하여 피복관 내면에는 팽창력이 작용되어 피복관의 파손이 발생할 수 있다. 연소 중 연료봉의 휨은 연료봉과 안내관의 조사성장량 차이 또는 소결체와 피복관의 기계적 상호작용에 의하여 발생할 수 있다. 즉, 연료봉의 조사성장이 안내관 보다 크게 일어날 때 지지격자의 스프링력에 의한 구속력 또는 조사성장에 의하여 연료봉이 축방향으로 성장할 때 원주방향으로 피복관의 두께가 불균일하거나 소결체에 편심이 생기면 피복관에 굽힘모멘트(bending moment)가 작용하여 연료봉의 휨이 일어날 수 있다. 따라서 연료봉의 건전성 평가 및 관련 설계 해석에 필요한 피복관의 조사후 기계적 특성을 제공하기 위하여 횡 및 종방향 인장시험, 압축 및 굽힘시험기술을 개발한다. 또한 이와 같은 시험기술에 대한 핫셀 내에서의 적용성을 검토하였다.

**Keywords:** 중성자 조사 피복관, 연성, 인장시험, 압축시험, 굽힘시험

## AM50합금의 발포금속 제조와 특성

김병구, 정승룡, 탁병수, 조예, 허보영\*<sup>†</sup>

경상대학교 대학원 금속재료공학과; \*경상대학교 나노 신소재 공학부  
(hurby@gnu.ac.kr<sup>†</sup>)

마그네슘 합금은 비강도, 부식 저항성, 용접성 및 진동 감쇠능이 우수하여 다양한 분야에 널리 사용되고 있다. 그 중, AM50 합금은 대표적인 주조용 마그네슘 합금으로 응고 시 Mg<sub>17</sub>Al<sub>12</sub> 상을 생성하여 높은 강도를 보인다. AM50 합금을 이용한 발포금속 또한 높은 강도 특성을 나타낼 것으로 판단되며 이에 따라 경량 고강도 발포금속을 목표로 제조 및 평가 실험을 하였다. 제조 공정은 합금의 용해와 점증, 발포, 유지 및 냉각으로 이루어졌으며 점증제는 99% 순도의 금속 Ca 입자를 사용하였으며, 발포제는 CaCO<sub>3</sub> 분말을 사용하였다. 냉각 공정을 제외한 전 공정에서 합금의 산화를 방지하기 위하여 SF<sub>6</sub>와 CO<sub>2</sub>의 혼합 가스를 사용하였다.

제조된 시편은 광학현미경과 주사전자현미경을 이용하여 미세 조직을 분석하였으며, 이미지 어날라이저(i-Solution)를 이용하여 거시적 기공 구조를 분석하였다. 30×30×30mm의 크기로 시편을 절단하여 만능 재료 시험기를 이용하여 압축 실험을 수행하였으며, 그 값은 기공률에 따라 비교 분석 하였다.

**Keywords:** AM50, 발포특성, 발포금속

## The tribological properties of self-lubricating Fe-Cr-C-Mn-Cu alloys

김병식, 김선진<sup>\*,†</sup>

한양대학교 대학원 신소재공학과; \*한양대학교 신소재공학과  
(alloylab@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Recently, because of safety and environmental concerns, there has been a tendency to introduce solid self-lubricating composite for bearing materials. In this paper, Fe-Cr-C-Mn-Cu cast composite alloys was been chosen as a self-lubricating composite and investigated with respect to the role of Cu-rich 2nd phase particles which smeared on the wear surface during sliding. The wear resistance of the material is improved with increasing copper concentration up to 15 wt. %. It is thought that the improved wear resistance was obtained by forming protective tribo-film preventing metal-to-metal contact through the smearing of the embedded Cu-rich 2nd phase particles. This self-formation of protective oxide films is likely to improve the wear resistance of austenitic Fe-Cr-C-Mn-Cu cast composite alloys.

**Keywords:** self-lubricating, wear, Cu, smearing

## 자기펄스 가압성형장치를 이용한 ZrO<sub>2</sub> 나노분말의 치밀화 연구 (Densification of ZrO<sub>2</sub> Nano Powder by Magnetic Pulsed Compaction)

김준호, 홍순직<sup>†</sup>, 이창규<sup>\*</sup>, 이정구<sup>\*</sup>

공주대학교 신소재공학부; \*한국원자력연구소  
(hongsj@kongju.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 나노 세라믹 나노재료는 기존 분말과 차별화 되는 기계적 물성과 우수한 광학적 특성을 지니고 있어 렌즈 및 증착용 타겟, 의료용, 구조용 재료로 광범위하게 사용되고 있으며, 그 수요가 점차 증가되고 있다.

이처럼 나노 세라믹 재료를 보다 다양한 분야에 응용하고, 제품화 하기 위해서는 분말의 성형기술이 필요하며, 분말 성형의 최종 목표는 균일하고 높은 밀도를 갖는 성형체를 제조하는 것이다. 하지만 기존의 성형방법으로는 균일화 및 치밀화가 불가능하고, 소결과정 중에 크랙이 많이 형성되어 제품화하기 어려운 단점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 개선하고 나노 세라믹 재료의 우수한 특성을 이용하기 위해서는 새로운 성형방법이 요구되었다. 이에 동적 성형방법을 이용한 자기펄스 가압성형장치(Magnetic Pulsed Compaction: MPC)를 이용하면 수 마이크로초 내의 매우 짧은 시간 동안에 초고압(~4GPa)의 높은 압력을 가함으로써 분말의 균일화 및 치밀화를 가능하게 하므로 고밀도의 성형체 제작이 가능하고, 소결온도를 낮출 수 있을 뿐만 아니라 원료와 유사한 초기 미세조직을 얻을 수 있는 특징이 있다.

이에 본 연구에서는 세라믹 나노분말에 PVA 및 물을 혼합하여 최적의 배합 조건 확립과 함께 자기펄스 성형 공정을 이용한 성형 조건 확립하고자 하였다. ZrO<sub>2</sub> 나노분말에 PVA를 혼합하여 MPC로 약 0.7~1GPa의 압력으로 성형체를 제조하였고, 소결온도를 1300~1450°C으로 변화시키면서 성형체의 치밀화 거동 및 특성을 평가하였다.

**Keywords:** 자기펄스 가압성형장치, 나노 세라믹 재료, ZrO<sub>2</sub>

## SiC coatings for carbon fibers using a thermal-CVD

김현빈, 전준표, 강필현<sup>†</sup>한국원자력연구원  
(phkang@kaeri.re.kr<sup>†</sup>)

Carbon fibers are considered to be the most potential candidates in various industrial fields because of their high strength, modulus, low density resistance and thermal stability. Unfortunately, carbon fibers exhibit a serious drawback, namely, they are readily oxidized at temperatures as low as 400 °C. Therefore, various kinds of coating materials are suggested such as tantalum, titanium, silicon, boron carbides.

In this study, SiC layers were deposited on preform carbon fibers and carbon composites using a thermal-CVD (chemical vapor deposition) system at 1,000 °C and 1,100 °C with MTS(methyltrichlorosilane; CH<sub>3</sub>SiCl<sub>3</sub>) precursor. Their surfaces were observed using a SEM and their microstructures were investigated using a FE-TEM.

**Keywords:** SiC, carbon fiber, Chemical vapor deposition

최적화된 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> FGM접합의 기계적 특성에 대한 연구노지영, 이선영<sup>†</sup>, 류새희, 박종하, Joe Lemberg\*, Robert Ritchie\*한양대학교 재료공학과; \*UC Berkeley  
(sunyonglee@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

재료의 접합은 상업적으로나 기술적으로 중요한 기술이다. 특히 큰 부품이나 복잡한 형상의 부품을 생산하는 경우에 더 중요시되고 있다. 따라서 본 연구에서는 물성의 점진적인 변화를 통해 재료에 다양한 특성을 확보할 수 있는 기술인 이중 재료간 경사 기능재료(Functionally Graded Material, FGM) 방식을 이용한 접합에 대해 연구하였다. 본 연구의 목적은 경사 기능 재료로 이중 물질을 접합하는데 있어서 FGM 층의 체적분율을 최적화하여 크랙이 없는 결합을 구현 하는 것이다. 그리하여 이중 물질이 고온에 견디고 기계적 강도도 높은 특성을 가짐으로써 열전변환기, 등급화 고체 산화물 연료전지, 전기절연 조인트, 핵융합의 열 저장기, 우주선의 열차폐막 같은 분야에서 고부가가치 부품을 제작하는 기술을 개발하고자 한다. 본 연구에서 제작된 FGM은 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 사용하여 접합을 시도하였는데 이때 두 물질의 열팽창계수 차이로 인해 잔류응력이 존재하게 된다. 따라서 ANSYS 프로그램을 이용하여 잔류 응력값을 계산하고 이를 최소화하는 방향으로 층을 설계하여 크랙이 없는 접합을 제작하는데 성공하였다. 이러한 시편의 기계적 특성을 알아보기 위해 상온(25°C)과 고온(1000°C)에서 3-point bending test를 실시하여 파괴 강도를 측정하였으며 이 실험 결과를 통해 본 연구에서 제작된 FGM의 강도와 파괴 경향을 분석하였다. 시험 샘플들은 ASTM 규격에 따른 3×4×35(mm)의 크기로 커팅하고 지그와 맞닿는 면은 1μm로 폴리싱하여 스크래치에 의한 notch effect를 최소화 하였다. 하중 속도는 0.6mm/min와 6mm/min으로 설정하였으며 그 결과 상온(25°C)에서 25%Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> / 75%polytypoid와 20%Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> / 80%polytypoid 층 사이가 깨지는 것을 관찰하였으며, 평균 굴곡강도는 437MPa로 측정되었다. 한편 고온 (1000°C) 에서 측정한 굴곡강도는 하중속도 0.6mm/min 로 측정시 437MPa, 6mm/min 로 측정시 380MPa로 측정되어 약간의 강도 저하가 발생함을 알 수 있었다. 또한 상온 굴곡강도 테스트 후 파단면을 주사 전자 현미경으로 관찰한 결과 입계와 입내 파손거동이 공존함을 알 수 있었고, 고온 굴곡강도 테스트 후 파단면에서는 절단면에 약간의 유리상이 발견되었으나 대체적으로 고온 강도 값과 상온 강도 값의 차이가 없는 것으로 보아 고온에 견디는 접합을 성공적으로 만들었음을 알 수 있다.

**Keywords:** FGM, 경사기능재료, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

## Paradoxical phenomena between the homogeneous and inhomogeneous deformation of bulk amorphous alloys

박경원, Eric Fleury, 이재철<sup>\*†</sup>

한국과학기술연구원; \*고려대학교  
(jcleee001@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

Experiments in binary alloys demonstrate that metallic glasses exhibiting more plastic strain during homogeneous deformation tend to show lower global plasticity during inhomogeneous deformation. Testing of Cu-Zr binary alloys supports the hypothesis that the formation energy of a shear transformation zone, as extracted from experimental data, is related to the homogeneous flow rate. We also report the microstructural aspects that control the global plasticity of metallic glasses in the light of structural disordering, softening and shear localization.

**Keywords:** amorphous alloy, structural disordering, free volume, shear localization, plasticity

## Plasticity criterion of bulk amorphous alloys : homogeneous flow rate

박경원, Eric Fleury, 이재철<sup>\*†</sup>

한국과학기술연구원; \*고려대학교  
(jcleee001@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

We explore the sole effect exerted by the packing density of an amorphous alloy on its homogeneous deformation and subsequent inhomogeneous deformation. The experiments demonstrated that an alloy with higher packing exhibits higher degree of homogeneous deformation, whereas the same alloy exhibits lower global plasticity associated with inhomogeneous deformation in a typical compression test. We clarify this paradoxical relationship between the homogeneous and inhomogeneous deformation by exploring the relationship between the homogeneous flow rate and its effect on shear localization.

**Keywords:** amorphous alloy, atomic packing density, shear softening, homogeneous flow rate, global plasticity

Ni-base superalloy 에서 Ti, Al 분율에 따른  $\gamma'$  phase 형성 및 그에 따른 열적 특성 평가박명철, 김선진<sup>†</sup>한양대학교 신소재공학과  
(pringlestars@hotmail.com<sup>†</sup>)

고온용 재료인 Ni-base superalloy는 여러 석출상에 의해 기계적 특성이 향상된다. 특히 Ni<sub>3</sub>(Al, Ti)로 구성된 gamma prime phase 의한 강도 및 Creep 저항성 향상 효과가 큰 비중을 차지하는데, 이 gamma prime phase의 형성 정도는 첨가된 Al 및 Ti의 첨가 분율에 영향을 받으므로 Al 및 Ti의 분율을 변화시키며 gamma prime phase의 형성 정도의 차이를 분석하였다. 또한 석출상에 따른 고온에서의 열적 특성을 평가하였다

**Keywords:** superalloy,  $\gamma'$  phase, 열전도도

자기펄스 압축성형장치를 이용한 TiO<sub>2</sub> + Ti 혼합분말의 성형 및 기계적 특성박진섭, 홍순직<sup>†</sup>, 이창규\*, 이정구\*공주대학교 신소재공학과; \*한국원자력연구소  
(hongsj@kongju.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 자기적 펄스를 응용한 자기펄스 압축성형(Magnetic Pulsed Compaction, MPC)은 기존의 성형방법보다 매우 짧은 시간(마이크로 초) 동안에 초 고압(수 GPa)의 높은 압력을 가하여 분말의 치밀화를 가능하게 하므로 성형 및 소결 온도 및 시간을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 높은 기계적, 전자기적 및 과학적 특성을 얻을 수 있는 특징이 있다. 또한, 성형시간 단축과 자동화가 가능하여 기존의 일반공정 및 SPS 공정보다 경제성이 높은 장점을 갖고 있다. 자기펄스 압축성형의 우수한 특성을 이용하여 TiO<sub>2</sub> + Ti 혼합분말의 특성 및 성형을 연구하였다. 본 연구는 세라믹재료인 TiO<sub>2</sub>에 금속재료인 Ti를 혼합하여 세라믹재료에 부족한 인정을 부여하고 혼합비 변화에 따른 치밀화 거동 및 기계적 특성에 대한 연구 평가하였다. TiO<sub>2</sub> 재료는 인공보석, 압전재료, 산소 센서, 코팅제, 안료, 흡착제, 의약품 등 많은 곳에 사용되고 있다.

본 연구에 사용된 TiO<sub>2</sub> 나노 분말은 고순도로써 Rutile형의 결정구조를 가지고 있는 다각형의 분말을 사용하였고 SEM으로 관찰한 사진을 보면 130~200nm의 크기를 보이며 Ti분말은 18~50 $\mu$ m의 크기를 갖는다. 내경 20mm의 금형에 7g의 TiO<sub>2</sub> + Ti 혼합분말을 장입하여 자기펄스 압축성형의 압력을 0.7~1.7GPa의 압력변화와 TiO<sub>2</sub> 분말에 Ti 분말의 함량을 0.5 ~ 50wt% 로 하였고 소결온도는 1300 ~ 1400°C로 변화를 주어 높은 밀도와 인성, 경도 등 특성을 보려고 한다. 이 연구의 최적의 소결체와 밀도를 보인 실험 조건은 TiO<sub>2</sub> 분말에 PVA 2.5wt%, Ti 분말을 2wt% 자기펄스 압축성형의 압력을 0.8GPa 소결온도 1400°C 에서 최적의 디스크 형태의 소결체를 얻을 수 있었다.

**Keywords:** 자기펄스 압축성형, 기계적 특성, Ti, TiO<sub>2</sub>

## Fabrication of Glass Foam using Waste Glass

방희곤, 김성진\*, 홍문기, 박상엽\*†

강릉대학교 파인세라믹 기술혁신센터; \*강릉대학교 세라믹공학과  
(sympark@kangnung.ac.kr†)

폐 유리중에서 판유리는 산업적이고 일반적인 범주 안에서 발생하는 폐기물이다. 이러한 폐기물은 새로운 산업화와 이를 활용한 녹색산업에 대한 관심의 증가로 인하여 폐기물 분야의 자원재활용에 관한 산업적인 측면이 부각되고 있는 시점이다. 이에 본 연구에서는 폐유리중에서 판유리를 이용하여 유리블록으로 활용이 가능한 Glass Foam을 제조하고자 하였다. 판유리의 성분구성은 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, CaO의 소듐유리계통으로 디스크밀 및 유성밀의 분쇄공정을 통하여 약 1~10 $\mu$ m 정도의 분쇄된 원료유리분말을 이용하여, novel 버블링법을 이용하여 cellular구조의 Glass Foam를 제조 하였다. Glass Foam는 약 700~800 °C의 온도 범위에서 열처리 하였으며, FE-SEM, Porosimeter, 그리고 Mechanical Properties Tester와 Dilatometer등을 사용하여 분석하였다. 분석결과 Glass Foam는 cellular구조의 미세구조를 관찰할 수 있었으며, 약 60~80% 기공률을 나타내었다.

**Keywords:** Glass Foam, 폐유리, 버블링법

## 태양전지용 실리콘 웨이퍼의 파손 신뢰성 평가

신봉걸, 이준성\*, 현창용, 김동환\*, 변재원†

서울산업대학교; \*고려대학교  
(byeonjw@snut.ac.kr†)

태양전지 소자의 제조를 위해 수백 마이크로미터 두께의 단결정 실리콘 웨이퍼가 기관으로 사용되고 있다. 태양전지 소자 제조 공정 중 가해지는 기계적응력 및 열응력에 의한 실리콘 웨이퍼의 파손이 보고되어 왔으며, 예상치 못한 웨이퍼의 파손은 태양전지의 제조수율 및 생산공정의 신뢰성을 저하시킨다. 실리콘 웨이퍼의 파손은 단결정 잉곳으로부터 절단 공정시에 도입된 미소균열 등의 내부 결함 및 표면 결함에 의해 일어나기 때문에, 태양전지 소자 제조 공정의 신뢰성 향상을 위해 실리콘 웨이퍼 기관의 파손 특성 분석이 중요시 되고 있다.

본 연구에서는 크기가 5인치인 두께 200~150 마이크로미터의 상용 실리콘 웨이퍼에(as-saw)대해 웨이퍼 부위별 파단강도 분포를 측정하였다. 또한 saw damage etching(SDE) 공정을 적용하여 웨이퍼 표면의 결함을 제거하였으며, 이 시험편에 대해 각 부위별 파단강도를 측정하여 as-saw 상태의 시험편과 비교하였다. 실리콘 웨이퍼의 파단강도는 4점 굽힘시험을 통하여 측정하였으며, 파단면은 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였다. 또한 실리콘 웨이퍼 내부의 미소균열을 비파괴적으로 검출하기위해 100MHz 고주파수를 이용하는 초음파현미경(SAM, scanning acoustic microscope)을 이용하여 균열의 분포를 영상화 하였다.

As-saw 상태의 웨이퍼와 SDE된 웨이퍼 모두 웨이퍼의 가장자리 부분이 중앙부위에 비해 파단강도가 낮게 나타나, 한 개의 상용 실리콘 웨이퍼 내에서도 강도 편차가 크게 나고 있음을 확인하였다. 70개 이상의 시험편에 대한 파단강도 측정을 통해 얻은 평균 파단강도는 SDE 공정을 거친 웨이퍼가 as-saw 시험편에 비해 현저히 크게 나타났다.

**Keywords:** 실리콘 웨이퍼, 태양전지, 파단강도, 신뢰성평가

## Characterization of various type of diamonds by boron implantation

서진교, 박종원<sup>†</sup>

한양대학교

(jwpark@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

In general, natural diamonds are classified by the types of Ia, Ib, IIa, IIb and the impurities were found within them. Diamonds are classified depending on the amount of nitrogen contained within material and whether it is held as interstitial or substitutional sites. Most natural diamonds contain a considerable amount of nitrogen impurity in aggregated forms (type Ia). High purity natural diamonds with impurities fewer than a few ppm (type IIa) are rarely yielded, but such natural type IIa diamonds are well known to consistently have high dislocation density and considerable residual strain.

Ion implantation is commonly used to modify many near-surface properties of materials. High-energy ions, typically 1000 keV in energy, are produced in an accelerator and directed as a beam onto the surface of the substrate. In previous research, it was reported that the blue color of type IIb diamonds is caused by impurities such as boron. Accordingly, in this study, a color change was observed after injection of boron into diamond crystals using ion implantation.

In this study, two natural colorless type Ia diamonds, two synthetic type IIa diamonds, and two synthetic type Ib diamonds were used. The electron-beam was irradiated with  $3 \times 10^{17}$  electron dose density at 10 MeV. The distributions of boron were observed by secondary ion mass spectroscopy (SIMS) depth profiles. The accelerating voltage used was 8kV with a  $O_2^+$  ion beam used SIMS spectroscopy. Absorption spectra in the mid-infrared range (4,000-400  $cm^{-1}$  with 1  $cm^{-1}$  resolution) were recorded for the six samples at room temperature with a Thermo-Nicolet Nexus 670 Fourier-transform infrared (FT - IR) spectrometer. Photoluminescence (PL) spectra were recorded with a Spectra-pro 2150i and a Spectra-pro 2300i micro-spectrometer over a range of 350 - 600 nm and 520 - 800 nm using 55 mW, 325 nm He-Cd and 40 mW, 514 nm Ar-ion lasers, respectively.

**Keywords:** Diamond, boron, implantation, photoluminescence

## The effect of carbon contents on sliding wear in high temperature

신경수, 김지희, 김기남, 김선진<sup>†</sup>

한양대학교 신소재공학부

(alloylab@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Carbon의 첨가가 Fe-Cr-Ni-xC(=0.2, 0.5 and 0.7wt%)의 오스테나이트 합금의 고온 마모저항성에 미치는 변형유기마르텐사이트 상변태에 관하여 연구하였다. 또한 고온인장시험을 통하여 변형유기마르텐사이트 상변태가 일어날 수 있는 최대온도(Md)을 예측하여 고온마모저항성과 비교, 분석을 통하여 연구하였다.

**Keywords:** Md temperature, Sliding wear, Tensile

## Monte Carlo Computer Simulation of Continuous and Discontinuous Grain Growth Mechanisms in Cemented Carbides

신순기<sup>†</sup>

강원대학교 신소재화학공학부  
(ssg@kangwon.ac.kr<sup>†</sup>)

WC grains grow during liquid phase sintering and the change of grain size strongly affects the mechanical properties of cemented carbides. Therefore control of microstructure is very important to produce highly qualified cutting tools. The grain growth process on cemented carbides can be characterized by continuous and discontinuous ones. Continuous grain growth is recognized as a uniform growth of the individual grains. Discontinuous grain growth is known as an undesired formation of isolated coarse WC grains which grow faster and larger than the surrounding grains. The grain growth in liquid phase sintered materials, which is generally understood as a solution/precipitation process called Ostwald ripening, has often been studied from a theoretical point of view. In the present study, the Monte Carlo computer simulation technique is utilized to investigate continuous and discontinuous grain growth mechanisms in cemented carbides. Because grain growth simulation using the Monte Carlo method is considered to be useful for understanding the grain growth behavior in complicated systems. In addition to the simulations, experiments on microstructures of cemented carbides are preformed. Comparing the simulations to the experimental results, the grain growth mechanism is discussed with special focus on presence of WC/WC grain boundaries. The Ostwald ripening process (solution/re-precipitation) and the grain boundary migration process are assumed in the simulation as grain growth mechanism. The effects of liquid phase fraction, grain boundary energy and an implanted coarse grain are examined. The results of these simulation qualitatively agree with experimental ones and suggest that distribution of liquid phase and carbide particle/carbide grain boundary energy as well as contamination by coarse grain are important factors controlling discontinuous grain growth in cemented carbides.

**Keywords:** Monte Carlo simulation, grain growth, cemented carbides, grain boundary

## 전산모사를 이용한 고/액상 계의 상연속성에 미치는 액상량의 영향분석

신순기<sup>†</sup>

강원대학교 신소재화학공학부  
(ssg@kangwon.ac.kr<sup>†</sup>)

외부하중에 대하여 전기저항의 변화를 측정하여 그것을 반응기구로 이용하는 GFRP계 스마트 센서에서는 부분적으로 도입되는 도전상의 연속경로(도전path)의 존재상태가 그 기능을 좌우한다. 또 고상입자가 도전상 역할을 하는 소결재료에서 그 상연속성을 고려할 때, 제조과정에서 일어나는 등방 입성장보다 이방 입성장이 소량으로 고상 연속성을 유지할 수 있게 해 준다. 따라서 본 연구에서는 3차원(3D) 계산격자로 설정된 고/액상 계에 대하여 몬테카를로법으로 고상입자의 입성장 현상을 시뮬레이션 하였다. 이용 모델은 고/액상 계면에너지에 이방성을 부여하여 이방 입성장 시킨 고상입자의 연속성을 계산하는 방법이다. 이때 입성장(Ostwald성장) mode는 계면반응 제어로 설정하였다. 이러한 방법으로 통상조직과 고상연속조직, 고상입자의 입경, 접촉율, 연속율을 계산스텝(MCS)과의 관계를 구하여 등방/이방의 차이, 고상분율, 고/액상 계면에너지의 영향 등에 대하여 해석하였다.

얻어진 결과는 다음과 같이 요약된다.

- 1) 입성장은 합계 고/액 계면에너지가 일정할 경우, 등방보다도 이방 쪽이 억제되는 경향을 나타내었다. 또 등방 또는 이방성이 클수록 입성장은 억제되지만 계면율속 설정으로 인하여 고상체적율의 영향은 나타나지 않았다.
- 2) 접촉율은 등방과 이방의 차이를 나타내지 않았다. 한편 고상체적율과 계면에너지 증가에 따라서 높아지는 경향을 나타내었다.
- 3) 연속율은 등방보다 이방 쪽이 향상되었다. 또 고상체적율이 적어지면 연속율은 저하하지만, 등방 또는 이방성이 증가할수록 저하의 정도는 억제되는 경향을 나타내었다.
- 4) 특히 고상체적율이 20%의 경우에는 MCS의 증가에 따라서 연속율의 변동 폭이 크진다.

**Keywords:** computer simulation, fraction of connected grain, liquid phase content



## Simulation of Percolation Structure in Composites

신순기<sup>†</sup>

강원대학교 신소재화학공학부  
(ssg@kangwon.ac.kr<sup>†</sup>)

Composites of an insulator matrix phase and an electrically conductive second phase show large variation of electrical resistivity with a change of composition and microstructure. Continuous contact of the second phase, so-called percolation, is one of the interesting microstructures which plays an important role in mechanical, thermal, and other properties of composites. A recent research on composites consist of carbon powder and vinyl ester resin with a detection function in fracture is interesting application of percolation phenomena in materials. The function arises from the change of percolation structure of the electrically conductive second phase, i.e., carbon powder, by an applied load. A state of percolation structure and a critical volume fraction for percolation threshold of the second phase depend on parameters concerning the morphology and the configuration of the second phase. For the optimization of microstructure and a material system in formation of the percolation structure, many experimental works on observation of microstructure and evaluation of properties in composites are necessary. In this sense, simulation is considered to be a promising method for estimation of properties and functions from design of microstructure in composites. The aim of the present work is the investigation of two-dimensional simulation to design percolation structure of the second phase with different aspect ratios. That is to clarify the relation between formation of percolation structure, the morphology and the configuration of the second phase. Finally, the results obtained from the simulation were compared with the experimental result of the carbon powder-vinyl ester resin composites in the point of percolation threshold. From the simulation prohibiting the overlap, it was predicted that a continuous path was formed at less amounts of the second phase with higher aspect ratios. In the simulation allowing the overlap, a continuous path throughout the array was formed by arranging the second phase of an aspect ratio of 5 with less than 43 % in the array.

**Keywords:** simulation, composites, percolation structure, second phase, aspect ratio

## Aluminum anodizing 전처리에 관한 연구

신이나<sup>†</sup>, 신혜숙, 장범식, 박진선, 신상현, 이영기

(주)삼성전기  
(yeena2.shin@samsung.com<sup>†</sup>)

알루미늄 표면에 anodizing 절연층을 구현하기 위해 산(Acid)과 반응시킨 알루미늄은 nano size의 pore 형태로 성장하며 산화막을 형성시킨다. 산화막의 성장형태는 Base가 되는 알루미늄의 표면 상태에 따라 변화되는데 이는 알루미늄 전처리에 영향을 받는다. 본 발표에서는 Anodizing 전처리 조건에 따른 알루미늄 산화막의 특성 변화를 여러 가지 factor로 분석하였다.

**Keywords:** Anodizing, Aluminum

## Formation of AlON Coatings on 6061 Aluminum Alloys by Electrolytic Plasma Processing

왕개, 변상식\*, 김영주, 이찬규\*\*, 구분훈\*\*\*†

창원대학교 나노 신소재 공학과; \*창원대학교 나노 신소재 과학과정; \*\*창원대학교 금속재료공학과;  
\*\*\*창원대학교 나노신소재공학과  
(bhkoo@changwon.ac.kr<sup>†</sup>)

Electrolytic plasma processing (EPP) is a novel electrochemical and physical surface treatment process for generating protective coatings on light metals. Because they can present high hardness and continuous barriers, these coatings can offer good protection against abrasion, corrosion and heat as well as electrical insulation. AlON, a translucent aluminum oxynitride spinel ceramic, is a unique material exhibiting many important properties which make it useful in many applications and suitable for the protective coatings of Al alloy with similar thermal expansion parameters. In the present work, 6061 series aluminum alloy is chosen as the matrix material for its wide application in engineering to make AlON coatings by EPP method. According to previous researches, the experiments carried out on 6061 aluminum alloys in weak alkaline electrolytes which are environmental friendly. The experimental electrolyte composition includes: 0.5-2 g/L NaOH as the electrolytic conductive agent, 2-30 g/L Na<sub>2</sub>AlO<sub>2</sub> as alumina formative agent, 0.3-1 g/L NaNO<sub>3</sub> as a nitride supply agent. A combined composition and structure analysis of the coating layer was carried out by XRD, OM, SEM/EDS for the specimens PEO-treated at room temperature for 5 min in 200DC plus different AC 50Hz power supplies (140~220V). In addition, micro hardness on the surface and cross section layer were measured to correlate the evolution of microstructure and resulting mechanical properties. A composite of sheaflike structural AlON-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> coating was formed as a result of a reactive process between Al in the alloy itself and O-N supplied by the electrolyte, which presents high hardness and anti-abrasion behaviors.

**Keywords:** Electrolytic Plasma Processing, AlON, Aluminum Alloy, Electrolyte, Coating

## Densification and Oxidation behavior of HfC and TaC

이상보, 이승준, 김도경†

KAIST 신소재공학과  
(dkkim@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

Transition metal borides and carbides are characterized by high melting points, high mechanical properties and relatively good oxidation resistance in extreme environments. This family of ceramic materials has come to be known as Ultra High Temperature Ceramics(UHTCs). Interest in UHTCs has increased significantly in recent years because of the drive to produce thermal protection systems (TPS) and other components for hypersonic aerospace vehicles. Among the UHTCs hafnium carbide (HfC) and tantalum carbide (TaC) have the highest melting point (>3900 °C). But due to the high melting point, densification of HfC and TaC need pressure-assisted sintering procedures at temperatures higher than 2000 °C.

In this study, sintering techniques used for the densification of HfC and TaC were hot pressing and pressureless sintering by using MoSi<sub>2</sub> as a sintering aid. The microstructure, mechanical properties and oxidation behavior of dense HfC and TaC materials will be discussed.

**Keywords:** Oxidation, UHTCs

## 나노인텐테이션을 이용한 마이크로 컬럼의 기계적물성 평가

이수성, 이홍립\*, 강경훈, 김행만\*\*, 김진광\*\*\*, 조상봉\*\*\*\*, 윤준도\*\*\*\*\*†

경남대학교 재료공학과; \*경남대학교 공동기기센터; \*\*경남대학교 첨단공학과; \*\*\*(주)TYCO AMP;  
 \*\*\*\*경남대학교 기계공학과; \*\*\*\*\*경남대학교 나노공학과  
 (jdyun@kyungnam.ac.kr†)

소자가 소형화, 집적화됨에 따라 구조물의 크기가 작아지고, 나노/마이크로 크기를 기본으로 하는 소재의 사용이 크게 늘어났으며 이에 따라 NEMS, MEMS 기술을 이용한 제품이 상용화 되면서 신뢰성 있는 소자를 만들기 위해서는 이러한 구조물의 물성들을 파악하는 것이 중요하다. 이에 따라 나노/마이크로 소재의 기계적 특성 평가 방법에 대한 관심이 높아지고 몇 가지 방법이 제시되고 있으나 아직 뚜렷한 방법이 확립되지는 않은 상태이다. 본 연구에서는 소재의 나노/마이크로 기계적 특성을 평가할 수 있는 장치로 나노인텐테이션과 원자간력 현미경 기술을 이용하여 압자와 부대 장치를 설계, 제작하였다. 이를 이용한 마이크로 압축 시험을 행하여 응력 인가시의 기계적 거동의 변화를 조사, 해석하고 주사전자현미경과 투과전자현미경 평가기술을 이용하여 미세구조 변화를 관찰하여, 소재에 대한 마이크로 기계적 특성평가 기술 개발을 시도하였다.

**Keywords:** 소재, 나노인텐테이션, 마이크로 압축 시험, 나노/마이크로 기계적 특성, 기계적 거동, 유한요소해석

## 자동차용 마찰재에 함유된 세라믹첨가제의 함량에 따른 마찰특성

김택남†, 이용진\*, Sanosh K P\*

배재대학교 정보전자소재공학과; \*배재대학교 재료공학과  
 (tnkim@pcu.ac.kr†)

자동차 브레이크 시스템의 핵심부품인 마찰재의 세라믹 첨가제 함량에 따른 마찰특성을 보기 위하여 브레이크용 마찰재를 제작하였다. 본 연구에 사용된 자동차 브레이크용 마찰재는 결합재로 사용되는 수지와 강화용 섬유, 마찰조절제, 연마제, 충전제로 구분되는 13종의 기본원료로 구성되어 있으며, 마찰재의 제작은 계량, 혼합, 성형 및 열처리 순으로 진행되었다. 마찰재의 제작은 크게 Low-Steel계 브레이크 마찰재와 Non-Steel계 브레이크 마찰재로 제작하여 마찰특성을 비교 분석하였으며 분석결과 Non-Steel계 마찰재의 마모 특성이 더 좋은 결과를 나타내었다. 한편 Non-Steel계 마찰재는 세라믹 첨가제의 함량에 따른 마찰특성을 보기 위하여 알루미늄과 지르코니아의 함량을 5~20vol%로 조절하여 제작하였으며 제작된 각각의 마찰재는 끌기시험 후 SEM을 이용하여 마찰표면을 관찰하였고 초기마찰재의 두께와 마찰시험 후 마찰재의 두께의 변화와 마모된 부피(volume loss)로부터 마모율을 측정하였다.

**Keywords:** 마찰특성, 마찰재, 알루미늄, 지르코니아

## 방향성 전기강판의 열처리온도에 따른 미세조직 변화

이은진, 박노진<sup>†</sup>, 주형돈\*

금오공과대학교 신소재시스템공학부; \*포스코 기술연구소 전기강판연구그룹  
(njpark@kumoh.ac.kr<sup>†</sup>)

변압기 및 모터의 철심재료로 사용되는 방향성 전기강판은 자기적 이방성이 매우 중요하기 때문에 많은 연구가 진행되어왔으며, 합금원소 첨가 및 소둔기술에 의한 집합조직제어, 비저항 증가 원소의 첨가 등 철손을 낮추기 위한 연구가 계속 되어왔다. 본 연구에서는 집합조직의 제어를 통하여 자기적 특성을 최적화하려는 연구의 일환으로 수행되었다. 특히 열연소둔판을 냉간압연한 후 재결정 소둔과정에서 생성되는 집합조직에 따라 최종 집합조직 즉, 전기강판의 자기적 특성이 결정되기 때문에 재결정과정의 정확한 이해가 필요하다. 냉간압연된 열연소둔판을 열처리 할 때, 특정방위의 결정립들 마다 재결정되는 온도가 다르게 나타날 수 있는데, 본 연구에서는 미세조직의 변화를 X-ray 집합조직 측정 및 분석과 EBSD 분석으로 확인하였다. 집합조직은 열처리 온도에 따라 판재의 각 층에서 Co K $\alpha$ -선을 이용하여 X-선 회절기로 측정된 {110}, {200}, {211} 3개의 극점도를 harmonic method를 이용하여 full orientation distribution function(ODF)를 계산함으로써 해석하였다. 그리고 EBSD는 후방산란 전자회절기가 장착된 전계방출 전자현미경(FEG-SEM)을 이용하여 열처리 온도에 따라서 재결정이 어떻게 일어나는지 분석하였다. 600°C에서는 국부적으로 주로 <110> || RD 결정립에서 우선적으로 재결정이 시작되고, 620°C에서는 <111> || RD, <211> || RD 결정립 등 시편 전체에서 재결정이 대부분 진행 되었으며, 640°C에서 완료되었음을 관찰하였다.

**Keywords:** 방향성 전기강판, 집합조직, EBSD, X-ray 극점도

## Fe-Cr-Ni-C 합금에서 변형유기상변태가 adhesive 마모 저항성에 미치는 영향

이재건, 김선진<sup>†</sup>

한양대학교 신소재공학과  
(alloylab@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Carbon의 첨가로 Fe-Cr-Ni-xC (x=0.2, 0.5 and 0.7wt%) 의 오스테나이트계 합금의 마모저항성에 미치는 영향에 대해서 변형유기상변태가 일어나는데 필요한 에너지의 관점을 통해 고찰하였다. Carbon 첨가량이 증가함에 따라 오스테나이트 안정화도가 높아져서 변형유기상변태가 일어나는데 필요한 에너지가 증가 하였다. 상변태 필요에너지 증가에 따른 마모 저항성의 영향은 0.5wt%C함량의 합금까지는 마모저항성의 급격한 향상을 보였으나 0.7wt%C 함량 합금에서는 0.5wt%C함량의 합금 보다 마모 저항성이 약간 감소하였다.

**Keywords:** adhesive wear, strain induced martensite transformation, CSE, work hardening

## 니켈기 초내열합금 및 용사코팅층의 고온 열화거동

이한상<sup>†</sup>, 정진성, 유근봉

전력연구원

(hs1213@kepco.co.kr<sup>†</sup>)

가스터빈의 고온부 주요부품 가운데 하나인 블레이드는 운전 중 고온의 산화 및 부식분위기에 노출되며 고온 부식 및 산화, 열피로, 크리프, 피로 특성등의 저하가 부품의 수명을 단축시키게 된다. 본 연구에서는 사용된 가스터빈 1단 블레이드에 대하여 운전시간 증가에 따른 열화거동을 분석하였다. 등가운전시간 측면에서 24,000과 52,000EOH 블레이드가 분석되었으며, 22,000EOH만 사용하였음에도 표면코팅층이 박리된 블레이드가 추가로 비교되었다. 표면의 열차폐용사코팅층에 대하여는 bond 코팅층 균열밀도 및 깊이, 조성변화, Thermally grown oxide의 두께, 세라믹 top 코팅층 균열 정도를 확인하였으며, 모재인 니켈기 초내열합금에 대하여는 시간에 따른 void 면적비, r'의 형상을 확인하였다. 운전 시간에 따른 코팅층 열화로 균열의 밀도와 깊이는 증가하였으며, bond 코팅층 내 Al함량은 감소하였고, top 코팅층 내 균열은 증가하였다. 또한 모재 내 void의 면적비는 증가하였으며 r'의 형상은 커지고 rafting이 발생하였고 이러한 경향은 블레이드 위치에 따라 다른 정도를 나타내었다.

**Keywords:** single crystal, blade, thermally grown oxide, bond coat

## 초소성성형 기술로 제작한 발사체용 티타늄 압력탱크 파괴거동 연구

이호성<sup>†</sup>, 윤중훈\*, 이영무\*

한국항공우주연구원 발사체미래기술팀; \*한국항공우주연구원

(hslee@kari.re.kr<sup>†</sup>)

대형 발사체에는 연료와 액화산소 등과 같이 액체성분을 저장하는 추진제 탱크, 자세제어 등을 위한 고압의 가스를 저장하는 탱크 등 다양한 탱크가 요구되고 있다. 이러한 압력탱크에 알루미늄이나 티타늄 합금을 사용하고 있으며, 특히 티타늄 합금은 철강재에 비해서 밀도는 절반정도인 반면 비강도와 비강성이 매우 우수하기 때문에 많이 사용하고 있다. 본 연구에서는 초소성성형/확산접합 기술을 이용하여 위성발사체용 티타늄 압력탱크의 보스와 상부플랭크, 하부플랭크를 용접없이 모두 고체상태에서 일체형으로 제작하였다. 제작한 고압 압력용기의 내압시험을 수행하여 기존의 방법으로 제작한 압력용기와 비교하였으며, 제작한 압력용기의 파손모드와 성능에 대해서 살펴보았다.

**Keywords:** 초소성성형, 티타늄, 위성발사체, 압력탱크

## Change of Microstructure and Mechanical properties of 17-4PH Stainless Steel as a function of Atmosphere and Aging temperature

전호연, 서승국, 이재훈, 강동수, 차순용\*, 노재승†

금오공과대학교 신소재시스템공학부; \*(주)프로템  
(jsroh@kumoh.ac.kr†)

석출경화형 스테인리스강은 내식성과 기계적 특성을 개선한 강으로 1940년대에 처음 개발된 이후 그 특수한 성질을 이용하는 여러 가지 용도 때문에 그 중요성이 증대되고 있다. 이 강의 가장 중요한 성질은 가공이 쉬우며, 강도가 높고, 비교적 연성이 좋고 내식성이 훌륭하다는데 있다. 석출경화형 스테인리스강 중 17-4PH 스테인리스강은 열처리 후 높은 강도, 양호한 연성, 그리고 부식 저항이 우수한 특성을 갖고 있기 때문에 가장 일반적으로 사용되어지고 있으며 오일 밸브, plant 장치, 항공기 부품, piston rod, ball bearing, shaft 등 다양하게 응용되어 사용되어지고 있다. 석출경화형 스테인리스강은 용체화 처리 후 시효처리하면 370~600°C의 온도범위에서 경화되지만 선행된 연구에서는 용체화 처리된 17-4PH 스테인리스강은 480~620°C 온도범위에서 시효처리 후 Copper-rich 석출상에 의해 경화된다고 알려져 있다.

본 연구는 포스코(Posco, Korea)에서 제조된 17-4PH 스테인리스강을 이용하여 열처리 분위기(Ar, N<sub>2</sub>)에 따라 1040°C에서 1hr 용체화 처리 후 480°C 이하 시효처리온도에서 기계적 특성과 미세조직변화를 관찰하였다.

열처리 후 인장시험 및 경도시험을 실시하여 기계적 특성 변화를 분석하였고 OM, SEM을 이용하여 미세조직 관찰을 하였다. 또한 TEM관찰을 통하여 열처리 시 생성되는 석출물을 관찰하였다.

**Keywords:** Stainless Steel 630(17-4PH), Precipitation hardening, heat treatment

## 온도에 따른 In-Situ Type 발포 알루미늄의 제조 특성 및 접합 특성

정승룡, 정민재\*, 강광중, 허보영\*\*†

경상대학교 아이큐브 사업단; \*경상대학교 공학연구원;  
\*\*ERI, AMRI, K-MEM R&D Cluster-GNU, 경상대학교 나노신소재 공학부  
(hurby@gnu.ac.kr†)

발포 알루미늄은 제품의 목적에 따라 다양한 방법으로 제조가 시도 되었다. 형상이 복잡하거나 스킨의 존재가 필요한 제품의 경우, 분말법을 이용한 제조가 시도 되었으며, 대량 생산을 위해 주조법이 시도되었다. 현재까지 높은 가격으로 인해 상업화가 더딘 점을 미루어, 낮은 제조 단가로 대량 생산이 가능한 주조법을 이용한 발포금속의 제조 연구가 필요하다고 판단되며, 다양한 형태의 주조법으로 발포금속 제조에 대한 연구가 수행 중이다. 최근에는 분말법의 영역이었던 정형 발포금속의 제조 실험이 주조법으로 일부 수행되었으며, 본 실험에서는 in-situ type의 발포금속을 주조법으로 제조 하였다. In-situ 형태의 발포금속은 외부의 재료와 내부의 발포금속이 확산을 통한 접합상태를 이루고 있어, 일반적인 삽입형 발포금속 제품보다 높은 항복강도 값을 나타내어, 구조용 재료로 접합할 것으로 기대된다.

시편의 제조는 하향식 교반로를 이용하여, 용해, 점중, 발포, 배출, 유지, 냉각의 공정을 통해 이루어졌다. 실험의 변수로는 상부부와 하부부의 온도를 각각 설정하여 발포금속의 제조 특성과 외부 재료와 내부 발포금속간의 접합성을 비교 분석 하였다. 이미지 어날라이저를 이용하여 기공의 구조를 분석하였고, EDS 분석과 압축 실험을 통해 화학적, 기계적 접합성을 분석하였다.

**Keywords:** 알루미늄폼, 발포, In-Situ Type

## 스파크 플라즈마 소결 타이타늄 제조시 소결온도 유지시간의 영향

조경식<sup>†</sup>, 박성범, 송인범, 오명훈, 홍재근\*, 박노광\*금오공과대학교 정보나노소재공학전공; \*한국기계연구원 재료연구소 특수합금연구그룹  
(kscho@kumoh.ac.kr<sup>†</sup>)

타이타늄은 활성이 강해 소재 제조 시 분위기 가스 흡수나 도가니와 반응층 형성으로 소재 성질의 저하를 초래할 수 있으므로 저온에서 단시간의 소결공정을 필요로 하여 스파크 플라즈마 소결(Spark Plasma Sintering: SPS)로 급속 치밀화 하였다. 매우 빠른 승온속도와 짧은 시간에 완전 치밀화를 얻을 수 있는 SPS 공정은 기존 공정에서 얻을 수 없는 미세한 조직 및 좋은 기계적 특성의 소재 제조가 가능하다고 알려져 있다.

본 연구에서는 -200mesh, -400mesh CP-Ti 분말로부터 스파크플라즈마 소결시 Ar+H<sub>2</sub> 혼합가스 분위기에서 600°C~1200°C의 온도에서 10~30min 유지시간의 변화에 따라 타이타늄 소재에 미치는 영향을 살펴 보았다. 출발 원료의 크기가 작으면 치밀화가 빠르며 900°C 이상의 소결온도에서 완전 치밀화 되었다.

소결온도 및 유지시간의 변화에 따라 타이타늄 소재 특성을 알아보기 위하여 밀도, 미세구조 및 경도를 분석 고찰 하였다.

**Keywords:** Spark Plasma Sintering, Titanium

## 최적화된 Crack-free FGM의 강도 테스트 및 파괴 경향의 분석

조동국, 박종하, 류새희, Joe Lem berg\*, Robert Ritchie\*, 이선영<sup>†</sup>한양대학교; \*U.C berkeley  
(sunyonglee@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

구조재료에 있어 재료의 접합은 기술적, 상업적 측면에서 중요하다. 이러한 재료의 접합 중 경사 기능재료 (FGM=Functionally Graded material)는 특히 그 중요성이 대두되고 있다. FGM은 물성의 점진적인 변화를 통하여 서로 다른 두 물질의 물리적 불일치를 최소화하여 성공적인 재료의 접합을 이끌어 내는 기술이다. 본 연구에서는 이러한 FGM 방식을 이용하여 Ni-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 접합을 시도하였다. Ni와 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 큰 열팽창계수의 차이에 의하여 접합 시 두 물질 사이에 잔류 응력이 발생하고 그로 인하여 최종 FGM에 크랙이 발생, 접합면의 파괴를 피할 수 없게 된다. 본 연구에서는 크랙이 제거된 최적화 FGM의 기계적 강도를 상온과 고온에서 측정하였다. Ni와 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 분말을 사용하여 제작되는 본 FGM은 최종 FGM의 크랙 제거를 위해서 FGM 내의 분산과 기공의 제어가 필수적이며 이는 Evaporator와 Sonicator를 동시에 사용하는 건조법과 분말의 크기 조절을 통해 달성 하였다. 이렇게 해서 제작된 시편을 사용하여 상온(25°C)과 고온(1000°C)에서 3-point bending test를 실시하여 파괴 강도를 측정하였으며 이 실험 결과를 통해 본 연구에서 제작된 FGM의 강도와 파괴 경향을 분석하였다. 강도 테스트 시험 샘플들은 ASTM 규격에 따른 3×4×35(mm)의 크기로 커팅하고 지그와 맞닿는 면은 1μm로 잘 폴리싱하여 스크래치에 의한 notch effect를 최소화 하였다. 하중 속도는 0.6mm/min으로 설정하였으며 그 결과 상온(25°C)에서 365MPa이 측정되었으나 고온(1000°C)에서 86.83MPa의 강도가 측정되어 고온에서 급격한 강도 저하가 발생함을 알 수 있었다. 또한 상온과 고온 모두 60%Ni/40%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 층이 파괴되었으며 상온 테스트의 파괴단면에서 딩플(dimple)이 발견되고 grain이 모양을 유지한 채로 뜯겨나간 모습을 보여 이를 통해 ductile 및 brittle 파괴 단면이 동시에 존재함을 확인할 수 있었다. 고온 테스트의 파괴단면에서는 구형의 Ni와 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 발견되며, 특히 Ni 부분의 Creep 현상이 관찰되는데 이로 인해 강도가 급격히 저하된 것이라 예상된다.

**Keywords:** FGM, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 강도 Test, 최적화

## 오스테나이트계 Hardfacing 철계 합금에서 Boron의 함량이 Abrasive wear 거동에 미치는 영향

조재환, 김선진<sup>\*†</sup>

한양대학교 신소재공학부; <sup>\*</sup>한양대학교 신소재공학과  
(alloylab@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Fe-Cr-C-Si-B 오스테나이트계 hardfacing alloy에서 Boron의 함량에 따른 abrasive wear 저항성을 평가하였다. Hardfacing alloy에서의 Abrasive wear 저항성은 Boron의 함량에 따라 Boron이 함유되지 않은 합금에 비하여 최대 50%까지 증가하는 것으로 조사되었다. Abrasive wear 저항성의 거동은 0.6 wt % Boron 을 경계로 변화 하였으며, 0.6 wt% 이하의 Boron에서는 Abrasive wear 의 저항성이 거의 직선적으로 향상되었으며 이러한 마모 저항성의 증가는 strain-induced martensite transformaiton이 원인이라 생각하였다. 0.6 wt% 이상의 Boron 함량에서는 초정 Borides의 편석이 관찰되었으며 Boron의 함량이 더욱 증가 하더라도 초정 Boride size 와 초정 Boride의 부피비는 거의 증가가 없었으며 이 때문에 저항성을 증가시키지 못하였다. 따라서 Fe-Cr-C-Si-B 오스테나이트계 Hardfacing 합금에서의 마모저항성은 Boron의 함량에 따라 두 가지의 다른 효과를 보이는 것으로 추론되었다.

**Keywords:** abrasive wear, hardfacing, boron, strain induced martensitic transformation

## 디스크스프링을 적용한 힌지의 신뢰성에 관한 실험적 연구

추용호<sup>†</sup>, 박지경, 추일호, 최정환, 이규태, 김동민<sup>\*</sup>, 최종근<sup>\*\*</sup>

피케이텍시스템(주)광주지점; <sup>\*</sup>순천대학교 기계공학과; <sup>\*\*</sup>순천대학교 공과대학 기계우주 항공공학부  
(yhochu@hanmail.net<sup>†</sup>)

최근 IT, 전자, 자동차 및 항공기 등 산업전반에 지속적인 발전과 더불어 사용되는 힌지의 구동부는 치수의 정밀도가 힌지장치의 작동과 함께 기계구조물의 안전유지에 중요한 역할을 수행한다. 힌지부품은 내구연한 및 사용도중 발생할수 있는 다양한 요소환경 때문에 부품에 대한 내구성/신뢰성이 대단히 중요하다. hinge는 동작 과정에서 하중을 받게되게 되고, 피로파손 및 그로 인하여 내구수명이 단축되고 신뢰성이 저하될 수 있다. 본 연구에서는 항공기 헤드레스트 ass'y 프레임에 적용할 목적으로 sk-5강을 재료로 하는 디스크스프링 타입의 힌지를 제작하였으며, 환경적 영향을 평가하기 위하여 열시효 및 열싸이클 처리를 실시하였다. 12kgf.cm의 동작토크를 갖는 디스크스프링 타입의 힌지로부터 열이력에 따른 동작토크 변화를 측정하여 비교하였으며, 신뢰성을 평가하고 디스크스프링 재료의 야금학적 상관관계를 규명하고자 디스크스프링의 제작, thermal cycling, thermal aging 및 신뢰성 시험을 진행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 디스크 스프링의 열처리 전후의 미세조직을 비교한 결과, 오스테나이트에서 베이나이트 조직으로 변화하였다.
2. -20~125℃범위에서 cycle time 20분을 1회로 400cycle까지 thermal cycling 시험을 실시한 결과, thermal cycling횟수가 증가함에 따라 토크치가 미세하게 감소하는 경향을 보였다.
3. 125 ℃에서 600시간까지 thermal aging 시험을 실시한 결과, 100시간까지는 약간 감소하나 aging 시간에 증가함에 따라 토크치는 미세하게 증가하는 경향을 나타내었다.
4. 제작된 초기의 12kgf.cm의 동작토크를 갖는 디스크스프링 타입힌지의 신뢰성 시험결과 60000회 까지 10% 내외의 토크감소를 나타내었다. 또한, thermal cycle 및 thermal aging 시험을 시행한 시편에서의 토크감소는 다소 차이는 있었으나, 10-12%정도 내외의 신뢰성을 보였다.

본 과제(결과물)는 교육과학기술부, 지식경제부,노동부의 출연금으로 수행한 산학협력중심대학육성사업의 연구결과입니다.

**Keywords:** Reliability, thermal aging, thermal cycling, torque, hinge



## Al-Zn 합금의 발포금속 제조와 기계적 특성

탁병수, 허보영<sup>\*†</sup>, 김병구<sup>\*</sup>, 정승룡<sup>\*</sup>, 정민재<sup>\*</sup>경상대학교 대학원 금속재료공학전공; <sup>\*</sup>경상대학교 금속재료공학전공  
(hurby@gnu.ac.kr<sup>†</sup>)

최근의 공학은 ‘저탄소, 녹색성장’을 화두로 연구가 이루어지고 있다. 이에 재활용이 가능하고, 무해하며 경량화의 특성을 지니는 발포 알루미늄에 대한 관심이 증가하고 있다. 발포 알루미늄은 내부에 기공을 지닌 다공질 구조로, 현재 주로 흡음재료로 널리 사용되고 있으며, 충격 에너지 흡수재료로 사용되고 또한 연구되고 있다. 이러한 특성은 발포금속 내부의 기공 구조와 기지 재료의 성질에 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 최근에는 발포금속의 강도를 높이기 위해 다양한 알루미늄 합금을 이용한 제조와 특성에 대한 연구가 이루어지고 있다.

본 실험에서는 Al-Zn 성분을 기본으로 하는 알루미늄 합금을 이용하여 발포금속을 제조하였고, 압축 실험을 통해 기계적 특성을 비교 실험하였다. 시편의 제조는 합금의 용해, 점증 교반, 발포 교반, 유지 및 냉각을 통해 이루어졌다. 예비 실험 결과, 높은 Zn 성분의 함유로 안정된 기공을 지닌 발포 금속의 제조가 어려웠으며, 냉각 시 폼 전체에 걸쳐 수축 현상이 일어났다. 이에 따라 점증 단계에서 점증제의 양과 교반 시간을 변수로 설정하였고, 발포 단계에서 발포 온도를 변수로 설정하여 제조 실험을 하였다. 제조된 시편은 30mm × 30mm × 30mm로 커팅하여 압축 실험을 하였으며 시편의 기공율은 85% ~ 92% 였다. 또한 Zn 성분이 발포 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여, XRD 분석을 통해 점증 단계에서 생성된 화합물을 분석하였다.

**Keywords:** Al-Zn 합금의 발포금속, 충격에너지 흡수재, 압축실험

## AZ31 마그네슘 합금에서 인장변형에 따른 미세구조 변화

한상호, 박노진<sup>†</sup>금오공과대학교 정보나노소재공학과  
(njpark@kumoh.ac.kr<sup>†</sup>)

마그네슘 합금은 현재 사용되고 있는 구조용 금속재료 중에서 가장 가벼우며, 높은 비강도를 갖고 있어서 휴대용 전자제품이나, 경량화를 위한 자동차용 외판으로의 적용을 위한 연구가 진행되고 있다. 그러나 HCP 결정 구조를 갖는 마그네슘 합금은 상온에서 기저면 슬립의 임계분해전단응력이 커서 작동하기가 어려워 자유롭게 변형되기 위한 충분한 슬립계를 가지지 못한다. 이는 기저면 집합조직이 발달하면 합금의 성형이 어렵게 됨을 의미한다. 또한 특정한 집합조직은 압연 혹은 인장 등의 변형에 따라 매우 쉽게 가공에 어려운 집합조직으로 변화된다. 따라서 마그네슘 합금에서는 가공성 및 성형성 확보를 위하여 제조 공정 개선 및 재료의 집합조직제어가 필수적으로 요구된다. 본 연구에서는 집합조직을 제어하기 위하여 400°C에서 8시간동안 균질화 처리한 지름 50mm의 AZ31 봉재를 사용하였다. 특정한 집합조직이 인장변형을 통하여 변화하는 과정을 살펴봄으로써 인장응력이 합금의 집합조직의 형성에 미치는 영향과 특정 집합조직의 안정성을 판단하였다. 미세조직은 광학 현미경을 이용하여 관찰하였으며, X-ray극점도(pole figure)측정과 ODF(Orientation Distribution Function)를 이용하여 집합조직을 분석하였다. 주어진 특정 초기집합조직에서 인장시험의 변형률에 따른 미세구조(현미경조직, 방위 분포)의 변화를 평가하여 비교 분석하여, 인장응력 하에서 초기집합조직에 따라 안정한 집합조직과 그렇지 않은 집합조직이 존재함을 확인하였다.

**Keywords:** AZ31, Mg alloy, texture, tensile deformation

## Mechanochemical processing을 이용한 Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>의 상변화 거동 및 물성

홍문기, 김성진\*, 방희곤, 박상엽\*†

강릉대학교 파인세라믹기술혁신센터; \*강릉대학교 세라믹공학과  
(sympark@kangnung.ac.kr<sup>†</sup>)

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>에 TiO<sub>2</sub>를 복합화한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>계 세라믹스는 소결 과정 중에 Aluminium titanate(Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>)가 생성되는데 이 물질은 낮은 열팽창계수와 열충격 저항성이 우수한 성질을 가지고 있다. 이와 같은 저열팽창성은 결정축에 따른 서로 다른 열팽창 계수에 의해 야기되는 재료의 내부응력에 의해 발생하는 미세균열이 원인으로 알려져 있으며, 이러한 이유로 인하여 Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub> 세라믹스는 낮은 열팽창계수와 내열충격 저항성, 화학적 안정성이 우수하므로 다양한 분야에 응용되고 있다.

본 연구에서는 기계화학적 공정을 적용하여 저온에서 Aluminium titanate 를 합성하고자 하였으며 기계화학적 공정에 따른 Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>의 상변화 거동 및 물성을 관찰하였다. 연구결과 Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>합성에 미치는 기계화학적 공정효과는 밀링 시간이 증가함에 따라 입자크기 감소와 입자 사이의 접촉면적 및 반응속도를 현저히 증가시켜 합성 온도가 낮아지는 것을 입도분석, X-선 회절분석, SEM을 통하여 분석하였으며 또한 열 물성 거동 및 열팽창계수를 TG-DTA, Dilatometer를 통하여 관찰하였다.

**Keywords:** Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>, Mechanochemical

## Formation of TiO<sub>2</sub> nanofibers in the Porus 3-D Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> Membrane Using Sponge method

Hyun-Jin Hong, Min-Sung Kim, Byong-Taek Lee<sup>†</sup>

Department of Biomedical Engineering and Materials, School of Medicine, Soonchunhyang University  
(lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

TiO<sub>2</sub> nano fiber was fabricated in the Porous 3-D Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> Membrane. the porous 3-D Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> Membrane as a substrate was fabricated by sponge method. To fabricate the porous 3-D Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> membrane, PU foam was used. By replica method, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powder was mixed homogeneously in PEG solution and then applied to the PU foam by dip coating. After drying process, substrate showed suitable pore size and surface roughness for fabrication of composite membrane. Pore size and coating thickness could be controlled depend on dipping steps. Pore size of Porous 3-D Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substitute was about 190μm in diameter. TiO<sub>2</sub> nano fiber was directly coated using TiO<sub>2</sub> slurry which contained titanium tetra isopropoxide(TTIP) as TiO<sub>2</sub> precursor. After dipping of TiO<sub>2</sub> solution, the TiO<sub>2</sub> coated Porous 3-D Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> substrate was aged in NaOH solution to grow the TiO<sub>2</sub> nanofibers. During the aging process, many TiO<sub>2</sub> whiskers came out through chemical reaction. Depend on the aging time, the morphology of TiO<sub>2</sub> whiskers was dramatically changed. The investigations depending on the aging time of Porous 3-D Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were carried out using XRD, SEM observation and EDS techniques.

**Keywords:** Sponge method, TiO<sub>2</sub> coating, composites, TiO<sub>2</sub> whisker, membrane

## Bioactivity, Crystallization and Sintering Behavior of CaO-SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Bioglass-Ceramics with the Addition of ZnO

Im Sang-Hyeok, Na Young-Hoon, Kim Nam-Jin, Ryu Bong-Ki<sup>†</sup>

Division of Materials Science and Engineering, Pusan National University  
(bkryu@pusan.ac.kr<sup>†</sup>)

In the bioactive glass-ceramics containing wollastonite and fluorapatite of the CaO-SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> system, different amounts of ZnO were added and the crystallization behavior, sintering behavior and bioactivity characteristics of the glass were examined. The nucleation and crystallization behavior of bioactive glass-ceramics samples was determined by differential thermal analysis (DTA). The formed crystalline phases were identified using X-ray diffraction investigation. Complete surface analyses were performed utilizing scanning electron microscopy.

It was found that in ZnO containing samples, the sinterability, crystallization and chemical resistance were improved by increasing of ZnO amount. The glass transition temperatures, crystallization temperatures, and optimum sintering temperatures decreased as the amount of ZnO increased. The chemical resistance and bioactivity of the glasses were also examined and explained in correlation with the crystallization and densification.

**Keywords:** Bioglass-ceramics, sintering, crystallization, densification

## The Effect of Silicon Doped Porous BCP Bone Graft Substitutes on the Osteoblast Cell Proliferation, Differentiation and their gene expression

In-Seon Byun, Swapan Kumar Sarkar\*, Young-Hee Kim, Md. Anirban Jyoti, Young-Ki Min, Hun-Mo Yang, Byong-Taek Lee\*, Ho-Yeon Song<sup>†</sup>

Dept. Microbiology, School of Medicine, Soonchunhyang University;

\*Dept. Biomedical Engineering and Materials, School of Medicine, Soonchunhyang University  
(songmic@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

Cationic doping of Silicon(Si) within BCP improves the biocompatibility significantly along with functional activity response in the physiological environment of the implant site. Granular bone substitute(BS) with cationic doping was investigated for its effect on the cell proliferation and differentiation. Si was doped during BCP powder synthesis by ultrasonic energy assisted synthesis method. Porous granular bone substitutes were fabricated by fibrous monolithic (FM) process. The biocompatibility of the BS was evaluated by in-vitro study. Mg-63 cellular adhesion, spreading and growth behavior was observed using SEM. Cell differentiation was stimulated with conditioned media(50ug/ml 2-phospho-L-ascorbic acid trisodium salt, 10mM glycerol 2-phosphate disodium salt hydrate) and stained with alizarin red S. The cellular cytotoxicity result showed that cellular viability was better than pure BCP. The cellular adhesion and spreading behavior on graft composites were evident by the presence of very active filopodial growth and microvilli-like projections around the cells. MG-63 cells were also well grown and showed an accelerated differentiation on Si-doped bone substitute. Also the expression of osteoblast specific gene markers(OP, ON, OPG) as well as the phenotypic expression of collagen, MMPs, and TIMPs were observed in this study.

**Keywords:** Silicon-doped bone substitute, Proliferation, Differentiation, MMPs, TIMPs

### **Fabrication of chitosan/PCL composites electrospun mats loaded nano HAp powder and their characterization for bone plate application**

**Nguyen Thi Phuong, Ho-Yeon Song<sup>\*</sup>, Byong-Taek Lee<sup>†</sup>**

Department of Biomedical Engineering and Materials College of Medicine, Soonchunhyang University;

<sup>\*</sup>Soonchunhyang University

(lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

In this study, hybrid chitosan/PCL nanofibers was fabricated by electrospinning method. Solution of chitosan in trifluoroacetic acid and PCL in trifluoroethanol mixed together to get the final electrospinning solution. HAp is loaded on the chitosan/PCL composite mats by filtration on buchner funnel. The morphology of the composite mats was observed using scanning electron microscopy (SEM) and the mechanical properties such as compressive, bending strength were investigated. The quantify of HA was observed using XRD method.

**Keywords:** Chitosan, Polycaprolactone, Electrospinning, Hydroxyapatite, Bone plate

### **Influence of tailored degree of substitution on hyaluronic acid hydrogels properties**

**Nguyen Thuy Ba Linh, Hun Mo Yang<sup>\*</sup>, Young Ki Min<sup>\*</sup>, Byong-Taek Lee<sup>†</sup>**

Department of Biomedical Eng. & Mater., School of Medicine, Soonchunhyang University;

<sup>\*</sup>Department of Physiology, School of Medicine, Soonchunhyang University

(lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

Hyaluronic acid (HyA) concentration and molecular weight have been correlated with the development of certain pathological conditions and can be used as diagnostic markers for disease. HyA allowed attachment of a wide variety of cell types and connected a wide variety of growth factors. The properties of HyA hydrogels having a broad range of methacrylation are presented. Increasing solubility of glycidyl methacrylate (GM) in a co-solvent mixture during the methacrylation of HyA with GM was shown to produce photopolymerizable HyAGM conjugates with various degree of methacrylation. <sup>1</sup>H NMR spectroscopy was used to verify the methacrylation reaction on HyA. These novel GMHA hydrogels are suitable for using in a variety of woundhealing applications.

**Keywords:** hyaluronic acid; hydrogel; photopolymerization; tissue engineering

### Synthesis lactic-co-glycolic acid nanoparticles loaded Heparin

Quang Bao Trinh, Young-Ki Min<sup>\*</sup>, Hun-Mo Yang<sup>\*</sup>, Ho-Yeon Song<sup>\*\*</sup>, Byong-Taek Lee<sup>†</sup>

Department of Biomedical Engineering and Materials, College of Medicine, Soonchunhyang University;  
<sup>\*</sup>Soonchunhyang University; <sup>\*\*</sup>University  
 (lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

In this study, the carriers of drug delivery system were fabricated by emulsion method (ultrasonic). The nanoparticles of carriers system were controlled depending on the ultrasonic levels, polymer concentration and time conditions. SEM morphology shows that the nanoparticles were fabricated successfully. TEM and determination of heparin content by toluidine blue method showed that PLGA loaded Heparin with high performance.

**Keywords:** Drug delivery system, PLGA, Heparin, Ultrasonic

### Preparation and Characterization of Hydroxyapatite Nano rods

Sanosh K P, Seong Jai Cho<sup>\*,†</sup>, Min-Cheol Chu<sup>\*</sup>, Taik Nam Kim, Yong Jin Lee

Department of Information and Electronic Materials Engineering, Paichai University;  
<sup>\*</sup>Korea Research Institute of Standards & Science  
 (sjcho@kriss.re.kr<sup>†</sup>)

In the present work, we succeeded to synthesize HA nano rods having a hexagonal crystal structure by a simple sol-gel method, using cheap chemical precursors calcium nitrate, potassium dihydrogenphosphate and ammonia. The resulted HA precipitate dried and calcined in air at 700 °C. Field emission -Scanning electron microscope and Transmission electron microscope was used to observe the morphology and the particle size of powder calcined at 700 °C. Phase analysis of the dried and calcined powders were performed by powder XRD. Phase pur nano rod of hydroxyapatite with 80 – 100 nm diameter and 300 -600 length HA by chemical process

**Keywords:** biomaterial, hydroxyapatite, nano rods, Morphology

## Fabrication of Fibrous Chitosan Mats Using Electro-spinning Process and Their Biocompatibility

**Thi Hiep Nguyen, In-Seon Byun<sup>\*</sup>, Ho-Yeon Song<sup>\*</sup>, Byong-Taek Lee<sup>†</sup>**

Department of Biomedical Engineering and Materials, College of Medicine, Soonchunhyang University;  
<sup>\*</sup>Soonchunhyang University  
 (lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

Fabrication of fibrous chitosan (CS) mats was investigated using electro-spinning process depending on different solvents at different concentrations. SEM morphology showed that CS fibrous mats were fabricated successfully by electrospinning. FT-IR (Fourier transform infrared spectroscopy) showed CS mat had successfully cross-linked. CS cross-linked fibrous mats were insoluble in water and could be washed perfectly to prevent water soluble bio-toxic agent. In vitro study, biocompatibility of fibrous mats not only before and after crosslinking mats but also including a washed mat were tested through MTT and SEM. MTT assay and SEM morphology showed that CS fibrous mat after washing showed high cell viability and low cytotoxicity compared to CS fibrous mat before washing.

**Keywords:** Chitosan, cross-linking, electro-spinning, biocompatibility

## Fabrication of PLGA/TCP composite by electrosinning process and evaluation of their mechanical properties

**Yanghee Kim, Younghee Kim<sup>\*</sup>, Ho Yeon Song<sup>\*</sup>, Byong Taek Lee<sup>†</sup>**

Dept. of Biomedical Engineering and Materials, School of Medicine, Soonchunhyang University;  
<sup>\*</sup>Department of Microbiology, School of Medicine, Soonchunhyang University  
 (lbt@sch.ac.kr<sup>†</sup>)

The electrospinning process is a simple and efficient method to fabricate the nanofibrous mats. In this work, PLGA/TCP mats were made from poly(D, L-lactide-co-glycolide) (PLGA) and TCP nanopowders using electrospinning process. PLGA has been widely used for bone tissue regeneration, because it is biodegradable with generally good biocompatibility. Detailed structural characterization was done by SEM techniques. Fracture strength and elongation were also evaluated for mechanical properties. The evidence obtained in this work implies the potential for use as a bone plate.

**Keywords:** PLGA, TCP, electrospinning

### Fabrication and Characterization of PolyCaprolactone(PCL) coated Porous BCP scaffold for Drug delivery system

김민성, 김영희\*, Trinh Quang Bao, 송호연\*, 이병택†

순천향대학교 의과대학 의공학교실; \*순천향대학교 의과대학 면역학교실  
(lbt@sch.ac.kr†)

Biphasic Calcium Phosphate(BCP) powder was synthesized using microwave hydrothermal process. After that, porous BCP scaffold was fabricated with the synthesized powder by the replica method using PU foam. After several times of dip coating and the subsequent oven drying, the coated PU foam was burnt out at 750°C. The resulting networked porous composites were sintered at 1300°C for 2 hours. Then, XRD analysis was performed to characterize the BCP scaffold. PolyCaprolactone(PCL) was coated on the BCP scaffold and antibiotic drug was entrapped on the surface of the scaffold. Microstructure of the porous body was observed by SEM.

**Keywords:** Microwave hydrothermal process, Biphasic Calcium phosphate(BCP) scaffold, PolyCaprolactone(PCL), Drug delivery system

### Bioreactor를 이용한 PCL이 코팅된 BCP 지지체의 조골세포 3차원 배양

김영희, 김민성\*, 박경아, MD. Anirban Joyti, 이병택\*, 송호연†

순천향대학교 의과대학 면역학교실; \*순천향대학교 의과대학 의공학교실  
(songmic@sch.ac.kr†)

마이크로웨이브 합성법을 이용하여 100nm이하의 BCP (Biphasic calcium phosphate) 나노 분말을 합성하여 polymeric spongy법을 이용하여 3차원 다공성의 BCP 지지체를 제조하였다. 제조된 BCP 다공성 지지체에 생분해성이 뛰어나고 생체적합성이 우수한 고분자인 PCL (polycaprolactone)을 코팅함으로써 calcium phosphate계 지지체가 갖는 단점인 강도를 높여주고 취성을 줄여줌으로서, 생분해성 및 생체친화성이 우수한 다공성 지지체를 성공적으로 제조하였다. 지지체에서의 세포의 3차원 배양을 위해 Bioreactor를 이용하여 제조된 지지체에 조골세포를 3, 7, 14, 28일 동안 배양하였다. 3차원 및 2차원으로 배양된 지지체의 세포 배양 형태를 Micro-CT로 비교 분석하였다. 또한, 배양된 지지체에서의 광물화 정도를 von kossa 염색을 통해 확인하였고, 광물의 생성 정도를 SEM을 통해 비교 분석하였다.

**Keywords:** Bioreactor, Tissue engineering, Biphasic calcium phosphate, Scaffold, Polycaprolactone, Micro-CT

## One-Dimensional Nano-Assembly of Block Copolymers Tailored by Chemically Patterned Surfaces

신동욱, 김상욱<sup>†</sup>

KAIST  
(sangouk.kim@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

블록공중합체의 주기와 일치하지 않는 주기를 가지는 화학적인 표면 패턴위에서 열처리를 통하여 간단히 라멜라형 블록공중합체의 일차원적인 나노구조를 제작할 수 있었다. 제작된 일차원적인 나노구조는 임계 너비까지 그 정렬을 유지하였고 곡률이 있는 표면 패턴을 따라 일차원적인 구조를 형성하였다. 라멜라형 블록공중합체가 일차원적인 구조를 형성하는 이유는 지역의 양단에서 라멜라 마이크로 도메인이 90° Scherk surface grain boundary를 이루어 그 경계효과로 인한 것이다. 이는 라멜라면의 연속성을 유지시키면서 서로 다른 블록의 경계면을 최소화함으로써 에너지적으로 안정한 경계면을 형성시킨 결과이다. 따라서 본 논문의 결과는 기존의 광식각공정의 한계를 직렬식 패턴제조공정인 전자선 리소그라피와 병렬식 공정인 블록공중합체 자기조립 현상의 융합기술을 통해 극복한 것이라 할 수 있다.

**Keywords:** block copolymer, nanopattern, one-dimension, nanolithography

## 플라스틱 표면 개질을 위한 기상자기조립박막 증착에 관한 연구

임경원, 김용민, 이동국, 서성호, 강형범\*, 조시형\*, 임현우, 박진구<sup>†</sup>

한양대학교 재료공학과; \*한양대학교 바이오나노학과  
(jgpark@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

플라스틱 재료는 과거부터 최근까지 많은 산업분야 및 연구분야에서 사용되어 왔다. 플라스틱의 특성인 가볍고, 깨어지지 않으며, 유연성이 뛰어나다는 장점으로 인해 갈수록 그 응용 분야가 확대되고 있다. 대표적으로는 유비쿼터스 환경에 적합한 차세대 flexible display로 주목 받고 있으며, 최근 생명과학 분야가 발전함에 따라 소모성 biochip을 비롯한 각종 기자재의 주류가 유리에서 플라스틱으로 전환되면서 고분자 플라스틱의 가공 및 표면처리기술, 반도체 금형 제작기술 등이 매우 주목 받고 있는 추세이다.

이에 본 연구에서는 PMMA, PET, COC 등의 다양한 플라스틱 기판과 여러 종류의 기상자기조립박막 증착을 통하여 플라스틱의 표면 개질 효과를 확인하고, 변화된 표면의 특성을 분석해 보았다. 자기조립박막이란 액상 또는 기상의 precursor가 화학적 반응을 통해 자발적으로 기판 표면에 단분자막을 형성하는 것으로서, 기상 자기조립박막(vapor SAM)법은 액상 자기조립박막(liquid SAM)법에 비해 공정이 쉽고, 재현성 및 신뢰성이 매우 좋은 장점이 있다. 또한, 기판 표면에 binding 되는 precursor의 surface group 특성에 따라 친수성, 소수성 등 다양한 표면 개질이 가능한 기술이다. 본 연구에서는 진공 및 상압 조건에서 기상자기조립박막을 각각 증착하여 비교해 보았고, 증착된 SAM의 특성을 접촉각 측정기, SEM, AFM, XPS 등을 사용하여 접촉각, 표면에너지, 표면거칠기, binding energy 등을 분석하였고, 내화학적, lifetime 등을 평가해 보았다.

**Keywords:** vapor SAM, surface modification, plastic, PMMA, PET, COC



## 금속질산염을 이용한 Fe-80 wt% Ni 나노합금분말의 합성 및 특성

주민희<sup>†</sup>, 이성일, 오승탁, 좌용호\*, 김기현\*\*, 이상관\*\*\*

서울산업대학교 신소재공학과; \*한양대학교 정밀화학공학과; \*\*영남대학교 물리학과;  
\*\*\*재료연구소 복합재료연구그룹  
(mh2882@naver.com<sup>†</sup>)

Fe-80 wt% Ni 합금은 높은 포화자속밀도, 높은 투자율과 낮은 보자력을 특징으로 하는 연자성 재료로써 recording head sensors, transformer laminations, 전자파 차폐/흡수재 등으로 널리 이용되고 있다. 최근 전기전자 및 정보통신기기의 다기능 소형화로 광대역 고주파에서 고효율의 전자파 흡수성능이 요구되며, 이러한 근접장 전자파 흡수소재에 적용하기 위해서는 연자성체의 입자크기를 100 nm 이하로 제어하여야 한다. 나노크기의 합금 분말 제조에는 불 밀한 금속산화물을 수소환원하는 방법과 용액화학법을 이용하여 금속질산염으로부터 하소 및 수소환원하는 방법 등이 사용되고 있으나, 금속질산염을 이용하여 합성한 Fe-Ni 나노합금분말의 특성에 관해서는 많은 연구가 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 금속염을 이용하여 Fe-Ni 합금분말을 제조하고 각 공정에 대한 합성거동 및 미세조직 특성을 고찰하고자 하였다.

최종조성이 Fe-80 wt% Ni이 되도록 금속염( $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )을 칭량하여 에탄올에 용해시킨 후 evaporator를 이용하여 건조하였다. DTA-TG 분석을 통하여 혼합분말의 하소거동을 확인한 후 350°C에서 2시간 동안 하소하고, 응집체 분쇄를 위해 건식밀링 하였다. 제조된 복합산화물의 환원거동은 수소분위기에서 다양한 승온속도로 800°C까지 TG 분석을 행하여 평가하였다. 수소환원한 Fe-Ni 분말의 미세조직 특성은 XRD 및 SEM으로 분석하였으며, 용액화학법을 이용한 나노크기 Fe-Ni 합금입자의 합성가능성을 확인하였다.

**Keywords:** Fe-Ni nanoalloy, Powder synthesis, Hydrogen reduction, Metal-nitrate

## TiO<sub>2</sub> 나노튜브의 광열효과

홍찬석, 강정우, 이종무<sup>†</sup>

인하대학교 신소재공학부  
(cmlee@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 무기나노소재와 근적외선 조사 기술을 결합한 광열 암치료 기술이 많은 관심을 끌고 있다. 근적외선은 가시광선보다 인체에 대한 투과율이 훨씬 더 높기 때문에 광열 암치료에 매우 유력한 파장 범위의 광이다. 지금까지 금 나노입자, 탄소나노튜브, 나노다공성 실리콘등이 근적외선을 조사할 때 열을 발생하는 이른바 광열효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 근적외선 조사 시 TiO<sub>2</sub> 나노튜브의 광열특성이 금 나노입자나 탄소 나노튜브의 광열특성보다 더 우수함을 보여준다. 또한 본 연구에서는 TiO<sub>2</sub> 나노튜브 미세 분말을 NaCl 용액과 혼합하면 광열특성이 더 향상됨을 발견하였으며 XPS 분석을 통하여 그 원인을 규명하였다.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub> 나노튜브, NIR, 광열효과

## Improvement of Conversion Efficiency for Multi-Crystalline Silicon Solar Cells Using Post Metallization Annealing

Chang, Hyo Sik<sup>†</sup>, Kim, YooJin, Kim, Jinho, Hwang, Kwang Taek, Choi, Kyooun

Energy & Semiconductor Center, Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology  
(hschang@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

Post metallization annealing (PMA) of crystalline silicon solar cell was carried out at various conditions of temperature, pressure, and time for as-fabricated samples. Compared with an as-fabricated sample, post-treatment annealing in pure hydrogen ambient (100% H<sub>2</sub>) at 250 °C at 5 atm improved the cell conversion efficiency. It can be attributed to significantly improved hydrogen-passivation in high concentration hydrogen process. Passivation effects are observed after annealing and evaluated using minority carrier diffusion length measurements. The results of this experiment represent a promising guideline for improving the high-efficiency solar cells by introducing an easy and low cost process of post hydrogenation in optimized condition.

**Keywords:** Silicon, Solar cell, efficiency, PMA

## Effect of Na<sub>2</sub>O on desulfurization for flourineless for eco-process

Jin Cheng, 조문경, 민동준<sup>†</sup>

Department of Metallurgical Engineering, YONSEI UNIVERSITY  
(chemical@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

Recently, the eco-friendly process has been a matter of primary concerns according to increase of the protection of environment such as reducing C, F and so on. In steelmaking process, especially desulfurization process, it is general to use F containing slag, CaO-SiO<sub>2</sub>-CaF<sub>2</sub> which is well-known an effective desulfurization system. Desulfurization is very important to produce special alloys with high strength and corrosion resistance. High S removal ability from metal to slag, that is, sulfide capacity(C<sub>s2</sub>) could be achieved by adding Na<sub>2</sub>O into slags because it has a strong potential to offer the O<sup>2-</sup> which acts desulfurization increaser as following reaction; [S]+(O<sup>2-</sup>)=(S<sup>2-</sup>)+1/2O<sub>2</sub>.

In order to study sulfide capacity, metal alloys were equilibrated with CaO-SiO<sub>2</sub>-CaF<sub>2</sub>-MgO<sub>satd</sub>. slags including different Na<sub>2</sub>O contents at 1623~1723K under CO/CO<sub>2</sub> gas mixtures. Contents of Na<sub>2</sub>O were generally increased desulfurization, especially in low CaO/SiO<sub>2</sub> ratio (basicity) region. And temperature showed a small effect in low basicity region, but it was getting larger as increasing basicity. Low basicity slag means that additions of CaO decrease, and operating temperature decreases. Therefore it could be concluded that additions of Na<sub>2</sub>O lead effective reduction of CaF<sub>2</sub> with raising the efficiency of process.

**Keywords:** Na<sub>2</sub>O, desulfurization, flourineless, eco-process, sulfide capacity, basicity

## A study of optoelectrical properties of ITO thin films with post deposition electron beam bombardment

Joo-Hyun Chae, Chang-Ho Shin, Cheol-Woo Jeong, Deail Kim<sup>†</sup>

School of material Science and Engineering, University of Ulsan  
(dkim84@mail.ulsan.ac.kr<sup>†</sup>)

Transparent and conducting indium tin oxide (ITO) thin films were prepared on glass substrates by a RF magnetron sputtering without intentional substrate heating. The RF (13.56MHz) is applied to ITO. The thickness of ITO films were kept constantly at 100 nm. In order to consider the effect of post deposition electron beam (E-beam) bombardment on the physical and optoelectrical properties of ITO films at acceleration voltage (grid voltage) ranging from 300 V to 900 V. The plasma discharge power was 300W, constantly. The temperature was rising above 552 K at 900 V. Optical transmittance, electrical resistivity, crystallinity, surface morphology and roughness of the films were analyzed with UV-vis spectrophotometer, hall effect measurement, X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope (SEM) and atomic force microscope (AFM). The annealed films have a poly-crystalline structure with (222), (400) and (440) planes at 900 V. And it's resistivity was decreased from  $1.42 \times 10^{-3}$  to  $6.04 \times 10^{-4}$   $\Omega\text{cm}$ . The optical transmittance was increased from 89.10% to 90.21% at 550nm.

**Keywords:** Indium tin oxide, sputtering, electron beam bombardment, annealing

## Characteristics of TiO<sub>x</sub> thin film deposited with different sputtering powers

Junjie Xiong, Sungyeon Kim, Jinhyong Lim\*, Hyun Choi\*, J. M. Myoung<sup>†</sup>

Information and Electronic Materials Research Laboratory, Department of Materials Science and Engineering,  
Yonsei University; \*LG Chem, Ltd. / Research Park  
(jmyoung@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

For a long time, efforts are devoted to researches on self cleaning coatings. TiO<sub>x</sub> is considered to be the idea choice for self cleaning coatings due to the high oxidizing power, photoinduced superhydrophilicity, long-term photostability, high transparency in the visible range, good thermal and chemical stability and non-toxicity. Because of these special properties, TiO<sub>x</sub> coated glass are developed for self-cleaning glasses, anti-fogging glasses, anti-bacteria glasses and anti-pollution glasses.

Many methods are used for deposition of TiO<sub>2</sub> films, such as hydrothermal, sol-gel, electron beam, pulse layer deposition(PLD), atomic layer deposition(ALD), chemical vapor deposition(CVD), evaporation, DC and RF sputtering. Among these techniques, magnetron sputtering is a very promising method for low temperature deposition and large area production.

In this research, TiO<sub>x</sub> thin films were deposited by sputtering. Power influence was mainly investigated. The thickness and morphologies of TiO<sub>x</sub> thin films were determined using field emission scanning electron microscope(FESEM) and atomic force microscope(AFM). The crystalline characteristics of TiO<sub>x</sub> thin films were determined using x-ray diffractometer(XRD). Moreover, optical characteristics and superhydrophilic characteristic of TiO<sub>x</sub> thin films were determined using UV-vis and UV irradiation using a goniometer for confirm the self-cleaning applications.

**Keywords:** titanium oxide, magnetron sputtering, self-cleaning

## Synthesis of Flower-Shaped Ag TiO<sub>2</sub> Core-Shell Nanoparticles and Their Photocatalytic Properties

Xiao-Feng Wu, Jeong-Mo Yoon, Yeon-Tae Yu<sup>†</sup>

Division of Advanced Materials Engineering, Chonbuk National University  
(yeontae@chonbuk.ac.kr<sup>†</sup>)

Flower-shaped core-shell Ag@TiO<sub>2</sub> nanoparticles have been synthesized by a hydrothermal route. The morphological and structural features were characterized using transmission electron microscopy (TEM), X-ray powder diffraction (XRD), and UV-vis spectroscopy, and so on. It was revealed that the flower-shaped TiO<sub>2</sub> shells possess anatase-typed crystallinity and well-defined interface continuity within Ag-TiO<sub>2</sub> heterointerface. The photocatalytic properties of the as-prepared nanostructured core-shell Ag@TiO<sub>2</sub> nanoparticles were investigated by photo-initiated oxidation degradation of gaseous acetaldehyde. It has been indicated that the nanostructured core-shell Ag@TiO<sub>2</sub> photocatalyst represents high catalytic activities when exposed to UV or visible light irradiation. Finally, the structure-property relationship of as-synthesized nanostructured core-shell Ag@TiO<sub>2</sub> nanoparticles was discussed.

**Keywords:** nanostructure, core-shell particles, hetero-interface, photocatalysis

## Influence of Various Top Electrodes Metal Reflection Property on Power Conversion Efficiency for Polymer Photovoltaic Cells

Zhen yi Wang, Su-Hwan Lee, Dal-Ho Kim, Ji-Heon Kim, Tae-Hun Shim, Jea-Gun Park<sup>†</sup>

Nano-SOI Process Laboratory, Hanyang University  
(parkjgL@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

In this study, we fabricated the organic photovoltaic (OPV) cells with a poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) (P3HT):[6,6]-phenyl-C<sub>61</sub> butyric acid methyl ester (PCBM) blended layer and various metal electrodes (Al, Ag, Au, Fe, and Ti in this study), the power conversion efficiency (PCE) is strongly influenced by the reflectivity of the metal electrode. This phenomenon is related with the light absorption of the P3HT:PCBM blended layer. In this work, we report that the light absorption variation of the P3HT:PCBM blended layer is directly affected by the reflectivity of the metal electrode. We also investigated how the reflection of the metal electrode materials influences the PCE of the OPV cells. We obtained PCE values of 6.63, 5.87, 1.3, 0.93, and 0.02% of PV cells fabricated with an Al, Ag, Au, Fe, and Ti electrode, respectively.

\*This project was supported by “The National Research Program for Tera-bit-level Non-volatile Memory Development” sponsored by the Korean Ministry of Knowledge Economy

**Keywords:** organic solar cell, organic photovoltaic, power conversion efficiency

## 결정질 / 비정질 실리콘 계면이 실리콘 이중접합 태양전지에 미치는 영향

강민구, 탁성주, 박성은, 김찬석, 정대영\*, 이정철\*, 김동환†

고려대학교 신소재공학부; \*한국에너지기술연구원  
(donghwan@korea.ac.kr†)

실리콘 이중접합 태양전지의 결정질/비정질 실리콘 계면이 태양전지 특성에 미치는 영향을 보기 위해 폴리싱이 되어있는 기판과 폴리싱이 되지 않은 기판을 이용하였다. 이중접합태양전지의 구조는 전면전극 / 투명전도 산화막/p형 비정질실리콘/n형 웨이퍼/n형 비정질 실리콘/후면전극이다. 비정질 실리콘은 플라즈마 화학기상증착법을 이용하여 증착하였으며, 투명전도 산화막은 rf 마그네트론 스퍼터로 증착하였다. 전면전극과 후면전극은 evaporator로 증착하였다. 광전류 특성, 암전류 특성, 양자효율, SunsVoc를 측정하여 태양전지 특성을 평가하였으며, 결정질/비정질 실리콘의 패시베이션 특성 확인을 위해 quasi-steady-state photoconductance를 사용하였다. 위 특성 분석을 통해 결정질/비정질 실리콘 계면 특성이 태양전지에 미치는 영향과 태양전지 특성향상을 위한 방법을 연구하였다.

**Keywords:** 이중접합 태양전지, 결정질/비정질 실리콘 계면

## 이방성 습식 식각 용액에 따른 실리콘 태양전지의 표면 텍스처링 특성 연구

강병준, 박하영, 이준성, 박성은, 권순우\*, 윤세왕\*, 김동환†

고려대학교 신소재공학부; \*대한제당 중앙연구소  
(solar@korea.ac.kr†)

실리콘의 이방성 습식 식각을 이용한 표면 텍스처링은 태양전지의 단락 전류(short circuit current)를 크게 하여 효율을 향상시키는 방법으로 널리 알려져 있다. 이 때 실리콘 기판의 이방성 습식 식각은 강 염기성 용액과 알코올을 혼합한 용액을 사용한다. 본 연구에서는 다양한 혼합 용액을 통하여 태양전지에 최적화된 표면 성질을 얻고자 하였다. 식각 용액으로 수산화칼륨(potassium hydroxide)과 수산화테트라메틸암모늄(tetramethyl ammonium hydroxide, TMAH)을, 알코올첨가제로 이소프로판올(isopropanol, IPA)과 t-부탄올(tert-butanol, TBA)을 사용하였다. 표면 형상은 주사전자현미경 (Scanning electron microscopy)으로, 반사도는 분광광도계 (UV-Vis spectrophotometer)로 평가하였다.

**Keywords:** 실리콘 태양전지, 텍스처링, 실리콘 에칭

전기화학 커패시터용 TiO<sub>2</sub> 복합 전극의 전기화학적 특성 평가고현석, 전영갑<sup>\*,†</sup>, 신경희<sup>\*</sup>, 안영수<sup>\*</sup>한국에너지기술연구원, 충남대학교 공과대학 바이오응용화학과; <sup>\*</sup>한국에너지기술연구원 (ygchun@kier.re.kr<sup>†</sup>)

본 연구에서는 이산화티탄 (TiO<sub>2</sub>) 분말을 활성탄소 (MSP-20)와 탄소나노튜브 (MW-CNT) 각각에 다양한 질량 비로 혼합하여 하이브리드 복합 탄소전극을 만들어 전극의 전기화학적 특성을 평가하였다. Paste mixer기를 사용하여 H<sub>2</sub>O에 분산된 TiO<sub>2</sub>를 각각의 탄소재료에 0, 3, 5, 10wt.%의 질량비로 혼합된 TiO<sub>2</sub>/탄소재료 혼합물을 만들었다. 혼합된 TiO<sub>2</sub>/탄소재료를 튜브 로를 사용하여 400°C의 질소분위기에서 2시간 동안 열처리 한 후, 300rpm의 속도의 볼밀로 1시간30분 동안 분쇄 하였다. 제조된 TiO<sub>2</sub>/MSP-20 복합분말을 다시 Super-P, CMC 용액, PTFE, SBR과 12: 4: 2: 2의 무게비로 혼합하여 전극용 슬러리를 만들었다. 반면 TiO<sub>2</sub>/MW-CNT 복합분말은 PTFE (20wt.%)와 혼합하여 70°C에서 압연하여 전극 쉬트로 제작되었다. 제작한 전극과, 분리막, 전해액 (TEABF<sub>4</sub>/PC)를 사용하여 2032 Coin cell을 제작하였다. X-ray diffraction (XRD, HPC-2500, Rigaku)을 이용하여 탄소재료와 TiO<sub>2</sub> (Anatase)의 Peak를 확인하였고, Scanning electron microscope (FE-SEM, Hitachi, S-4700)를 이용하여 TiO<sub>2</sub>/탄소재료 복합분말의 혼합 및 입자 상태를 관찰하였다. TiO<sub>2</sub>/탄소재료 복합분말의 TiO<sub>2</sub>의 함량에 따른 비표면적의 변화를 ASAP 2010을 이용하여 측정하고, 전극의 밀도를 측정하였다. 제작된 2032 Coin cell의 TiO<sub>2</sub>의 함량과 탄소재료의 종류에 따른 임피던스 특성은 PARSTAT 2273을 이용하여 측정하였고, 충-방전 용량 특성은 MACCOR SERIES 4000을 이용하여 10mA의 전류로 평가하였다. TiO<sub>2</sub>/MSP-20 복합 전극의 경우 TiO<sub>2</sub> 함량이 5wt.% 일 때 약 10.5 F/cc의 용량을 보이고, 3wt.% 함량과 10wt.% 함량의 경우 약 8.7F/cc로 거의 비슷하였다. 반면 TiO<sub>2</sub>가 없을 경우에는 약 9.2 F/cc의 용량을 보였다. TiO<sub>2</sub>/MW-CNT 복합 전극의 경우에는 용량이 0.09~0.1 F/cc 로 낮게 측정되었다.

**Keywords:** electrochemical capacitor, TiO<sub>2</sub>, CNT, MSP-20마이크로웨이브 가열법을 활용한 전기화학 커패시터용 TiO<sub>2</sub> 복합 전극의 전기화학적 특성 평가고현석, 전영갑<sup>\*,†</sup>, 안영수<sup>\*</sup>한국에너지기술연구원, 충남대학교 공과대학 바이오응용화학과; <sup>\*</sup>한국에너지기술연구원 (ygchun@kier.re.kr<sup>†</sup>)

본 연구에서는 마이크로웨이브 가열 방법을 이용하여 제조한 전기화학 커패시터용 이산화티탄 (TiO<sub>2</sub>)/탄소재료 복합분말 전극의 전기화학적 특성을 평가하였다. 커패시터용 탄소재료로는 활성탄소 (MSP-20)와 탄소나노튜브 (MW-CNT)를 사용하였다. 각각의 탄소재료에 0, 3, 5, 10 wt.%의 다양한 질량비로 H<sub>2</sub>O에 분산된 TiO<sub>2</sub> 용액을 넣고 다양한 농도의 NaOH 용액을 일정량 넣어 pH를 조절한 후, 40°C에서 교반시켜 혼합하였다. 혼합된 TiO<sub>2</sub>와 탄소재료를 테플론 용기에 넣어 마이크로웨이브 반응기에 장착한 후, 반응기의 출력을 10분간에 걸쳐 500W에서 800W까지 증가시킨 다음 800W에서 10분간 일정하게 유지 시켰다. 제조된 TiO<sub>2</sub>/탄소재료 혼합물을 HCl 수용액을 이용하여 중화시키고, 50°C로 건조시켰다. 제조된 TiO<sub>2</sub>/MSP-20 복합분말은 Super-P(12wt%), CMC 용액 (4wt%), PTFE(2wt%), SBR(2wt%)과 혼합하여 전극용 슬러리로 제조되었으며, TiO<sub>2</sub>/MW-CNT복합분말은 CMC 용액 (5wt%), PTFE(10wt%)과 혼합하여 전극 쉬트로 제조되었다. 만들어진 전극과 분리막, 전해액 (TEABF<sub>4</sub>/PC)을 사용하여 2032 Coin cell을 제작하였다. TiO<sub>2</sub>/탄소재료 및 전극의 결정구조 및 성분은 X-ray diffraction (XRD, HPC-2500, Rigaku)로 확인하였고, TiO<sub>2</sub>/탄소재료 복합분말의 탄소재료 표면의 TiO<sub>2</sub> 코팅 및 혼합 상태는 Scanning electron microscope (FE-SEM, Hitachi, S-4700)를 이용하여 관찰하였다. TiO<sub>2</sub>/탄소재료 복합분말의 TiO<sub>2</sub> 함량 변화에 따른 비표면적을 ASAP 2010을 이용하여 측정하였고, 복합 분말로 제조된 전극의 밀도도 측정하였다. 제작된 2032 Coin cell의 임피던스는 PARSTAT 2273을 이용하여 측정하였으며, 충-방전 용량 특성은 MACCOR SERIES 4000을 이용하여 10mA의 전류로 평가하였다.

**Keywords:** microwave synthesis, CNT, TiO<sub>2</sub>, MSP-20, electrochemical capacitor

## 폐광미와 리그닌을 이용한 시멘트 모르타르의 압축강도와 용출특성

김한호, 김효진, 김진호\*, 김경남†, 박현

강원대학교; \*강원대학교 공동실험실습관  
(knkim@kangwon.ac.kr<sup>†</sup>)

본 연구에서는 강원도 가곡연화 폐광산을 대상으로 광미를 채취, 물리·화학적 특성을 조사 하였으며, 그리고 시멘트 모르타르 배합에 모래를 대신하여 광미사를 일부 배합하여 강도 및 용출 특성을 조사 하였다. 화학 성분은 가곡 연화 광미에서 SiO<sub>2</sub> 25.0wt%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 30.3wt%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.6wt%로 나타났으며, 광미의 결정상은 Hedenbergite, Quartz가 주된 광물상으로 조사되었다. 중금속 함량은 As 189.838mg/l, Pb 427.664mg/l, Cr 27.040mg/l로 검출 되었다. 시멘트의 압축강도는 광미 첨가된 시료는 첨가되지 않은 시료에 비해 강도가 저하되는 경향을 나타내었으며, lignin agent가 혼합된 시료에서 강도가 높은 경향이 나타났다. 용출 특성은 KSLT, EPT 모두 허용 기준과 비교하여 재령 28일의 용출 특성은 모든 성분에 대하여 허용기준 범위 내에 존재하는 것으로 확인되었으며, 이는 시멘트의 원료로서 활용 가능성이 충분할 것으로 생각된다.

**Keywords:** 폐광미, 리그닌, 용출, Lignin

## Effect of the Cu underlayer on the properties of ITO/Cu films

김대일†, 채주현, 양종우

울산대학교 첨단소재공학부  
(dkim84@male.ulsan.ac.kr<sup>†</sup>)

Sn doped indium oxide (ITO) single-layer films and ITO/Copper (Cu) bi-layer films were prepared on polycarbonate substrates by DC and RF magnetron sputtering without intentional substrate heating. In order to consider the influence of the Cu bottom layer on the optoelectrical properties and microstructure of the films, the thickness of the Cu bottom layer in the ITO/Cu films was varied from 5 to 20 nm.

Conventional ITO films had constant optical transmittance of 74% and an electrical resistivity of  $3.1 \times 10^{-3}$  cm, while ITO/Cu films had different optoelectrical properties that were influenced by the thickness of the Cu bottom layer. The lowest electrical resistivity,  $5.7 \times 10^{-5}$  cm, was obtained from ITO 80 nm/Cu 20 nm films and the highest optical transmittance of 72%, was obtained from the ITO 95 nm/Cu 5 nm films. From the figure of merit, it can be concluded that the most effective Cu thickness in the ITO/Cu films on the optoelectrical properties was 5 nm.

**Keywords:** ITO, Cu, resistivity, transmittance

역마이셀 공정을 통한  $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$  나노 분말 형광체 재료의 합성 및 특성 평가

김민영, 배동식\*†

창원대학교 나노 신소재 공학부; \*창원대학교 나노신소재 공학부  
(dsbae7@changwon.ac.kr<sup>†</sup>)

$Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$  나노분말은 100% 양자효율 특성을 가지는 가장 유용한 형광체재료 중의 하나이다. 현시점의 과제는 역마이셀 공정을 이용하여  $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$  나노분말을 합성하였다. 유상 cyclohexane과, 비이온성 계면활성제 poly(oxyethylene) nonylphenyl ether (Igepal CO-520) 로 구성된 micro emulsion의 수상 나노도메인에 용해되어 있는 금속이온을 암모니아수로 수산화하여 침전 시켰다. 합성된 분말을 하소 과정을 거친 뒤 Thermogravimetry-differential thermal analysis (TG-DTA), X-ray diffraction analysis (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), Photoluminescence spectra (PL)을 이용하여 특성평가 하였다.

**Keywords:**  $Y_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce^{3+}$  nanoparticles, Nanopowders, Reverse Micelle Processing

## SiNWs와 MWCNT의 core/shell 나노 구조체의 태양전지에의 응용 연구

김성원, 이현주, 김동환†

고려대학교 신소재공학부  
(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

실리콘 나노와이어는 태양전지에 응용 시 다른 반도체 물질과 비교해서 표면 결함으로 인해서 뛰어난 전기전도성을 가지고 넓은 spectral bandwidth와 뛰어난 반사 방지효과를 보여왔다. 또한, 실리콘 나노와이어는 큰 표면-부피 비율을 가지고 있어서 태양전지로 만들었을 때 더 큰 면적을 제공한다. 이것은 광흡수를 위한 더 큰 면적을 가지도록 하고 전하 운반자인 전자와 홀을 분리하는 exciton dissociation을 위한 더 큰 계면과 전하 운반자를 운반할 수 있도록 하는 뛰어난 전도성 통로를 제공해준다.

카본 나노튜브는 뛰어난 전기적, 기계적 특성을 지니며, graphite layer가 말리는 방법에 따라 single wall nanotube나 double wall nanotube, multi wall nanotube가 될 수 있다. 접히는 각도나 직경에 따라서 나노튜브는 metallic이나 semiconducting이 된다. 본 연구에서는 이런 나노튜브와 나노와이어의 나노 구조체를 만들어 태양전지에 응용하려 한다. 이러한 나노 구조체를 CVD를 이용하여 합성한 후, SEM과 TEM을 이용하여 분석을 하고, 실리콘 나노와이어 표면에 형성된 카본 나노튜브를 Raman spectroscopy를 이용하여 그 구조를 분석하였다. 실리콘 나노와이어의 큰 표면적과 카본 나노튜브의 접합이 전자와 홀이 분리되는 수많은 계면이 될 뿐만 아니라, 태양전지용 전극에의 응용으로서 새로운 태양전지에의 연구 기회가 될 것이다.

**Keywords:** silicon nanowire, carbon nanotube, solar cell



## CO<sub>2</sub> 하이드레이트의 Film형 결정성장 거동에 관한 연구

김수민, 이현주, 이윤석, 지창욱, 박영빈, 이주동\*, 김양도†

부산대학교 재료공학부; \*한국생산기술연구원 동남권기술지원본부  
(yangdo@pusan.ac.kr†)

지구 온난화의 주요한 원인인 CO<sub>2</sub> 가스 저감을 위한 많은 연구가 수행되고 있다. 특히 하이드레이트 형성원리를 이용한 CO<sub>2</sub> 분리 및 회수에 대한 연구가 최근에 활발히 보고되고 있다. 하이드레이트 형성에 있어 결정성장 거동에 관한 연구는 CO<sub>2</sub> 하이드레이트 형성 메커니즘 규명에 중요한 기초자료를 제공할 것으로 사료된다. 본 연구에서는 274.1K의 정온 조건에서 반회분식 교반 반응기를 이용하여 1.4MPa에서 3.0MPa으로 압력 조건을 바꾸면서 CO<sub>2</sub> 하이드레이트를 형성시켰다. 실험에 공급된 기체의 조성은 CO<sub>2</sub> (99.999%)이다. 실험 관측은 광학현미경(Nikon, SMZ 1000)에 장착된 CCD카메라(ARTCAM-150P II)에 의하여 이루어 졌다. 하이드레이트 형성 및 해리 과정을 CCD카메라로 촬영하고 시간에 따른 온도와 압력의 변화를 기록하여 핵생성 시간, 성장 속도, 성장 거동을 관찰하였다. 실험에 적용되는 압력에 따라서 하이드레이트 성장형태와 성장속도에서 매우 큰 차이를 보이는 것을 확인하였다.

**Keywords:** 가스 하이드레이트, CO<sub>2</sub>, Film Growth

## Passivation Qualities of ALD Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Thin Film via Surface preparation for Crystalline Silicon Solar Cells

김영도, 박성은, 탁성주, 강민구, 이준성, 김동환†

고려대학교 신소재공학부  
(solar@korea.ac.kr†)

실리콘 태양전지의 효율 향상을 위한 노력의 일환으로 결정질 실리콘 웨이퍼 표면 passivation 물질 중 Atomic Layer Deposition (ALD)을 이용하여 증착한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 연구에서는 실리콘 웨이퍼의 표면 상태에 따른 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막의 passivation 효과에 대해서 연구하였다. 실리콘 기판의 표면 상태에 따른 passivation 효과를 비교하기 위하여 실리콘 웨이퍼에 자연실리콘 산화막을 성장 시킨 시편과 화학적인 방법과 열적인 방법으로 성장시킨 실리콘 산화막을 성장 시킨 시편을 준비하였고, HF 처리를 통해 산화막을 제거한 기판으로 나누어 실험을 진행하였다. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막은 ALD 방법으로 증착하였으며, 증착 후 N<sub>2</sub> 분위기에서 annealing하였다. Annealing 후 각 샘플의 passivation quality를 비교하기 위하여 Quasi-Steady-State Photo Conductance를 사용하여 minority carrier lifetime를 측정하였다. Capacitance-Voltage measurement, Transmission Electron Microscopy, X-ray Photo-electron microscopy, Ellipsometry를 사용하여 실리콘 기판 표면 상태에 따른 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막에 대한 분석을 진행하였다. 본 연구를 통하여 표면 상태에 따른 ALD로 증착한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막의 passivation 효과를 도출하고 그 원인을 분석하였으며 그에 따른 결정질 실리콘 태양전지의 효율 변화를 관찰하였다.

**Keywords:** Atomic layer deposition, passivation, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, solar cell

## Sol-gel 공정을 이용한 나노 복합 젤 전해질의 제조 및 고체 염료감응 태양전지의 활용

김은이, 최효립, 유상현, 황진명<sup>\*†</sup>인하대학교 세라믹공학과; <sup>\*</sup>인하대학교 신소재공학부  
(cmwhang@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

제 3 세대 태양전지로 현재 가장 각광을 받고 있는 염료감응 태양전지는 액체 유기 용매 전해질의 사용으로 인해 장기 안정성에 영향을 미쳐 산업화하기 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 기존의 액체 전해질을 고체 전해질로 대체 하고자 한다. 또한 여러 가지 실험 변수를 조절하여 전해질의 전도성을 향상 시켜, 높은 에너지 변환 효율을 갖는 염료감응 태양전지를 제작하고자 한다. Sol-gel 공정을 통해 SiO<sub>2</sub> cluster를 고체 고분자 전해질과 혼합시켜 나노 복합 젤 형태의 전해질로 제조하기 위해 poly ethylene oxide를 고체 고분자 기본 골격 구조로 하고 LiI와 I<sub>2</sub>를 redox source로 이용하였다. SiO<sub>2</sub> cluster의 영향을 알아보기 위해, SiO<sub>2</sub> precursor의 종류, 입자의 크기, PEO와의 몰 비를 변화시켰고, 제조된 나노 복합 젤 전해질의 결합 구조 및 미세구조, 열적 안정성을 평가한 후 고체 염료감응 태양전지에 적용하여 광전압 특성을 평가 하였다.

**Keywords:** 나노복합 젤 전해질, 고체 염료감응 태양전지, SiO<sub>2</sub> cluster

염료 감응형 태양전지(DSSC)의 TiO<sub>2</sub>층 두께 변화에 따른 특성 연구김재천, 김좌연<sup>\*†</sup>, 김신우<sup>\*</sup>호서대학교 반도체 디스플레이 공학과; <sup>\*</sup>호서대학교 신소재공학과  
(jykim@hoseo.edu<sup>†</sup>)

석유나 석탄 같은 화석연료의 매장량이 한정되어 있고 사용에 따른 환경의 오염과 지구 온난화 문제로 최근에 대체 에너지의 개발이 시급히 요구 되고 있는 상황인데, 그 중에 한 방법이 무한한 태양에너지의 이용이다.

태양 에너지를 이용하기 위한 태양전지 중에서 염료 감응형 태양전지는 광 전기 화학형 구조를 가지며 진공 장비를 요구하지 않고, 타 태양전지에 비해 저가인 TiO<sub>2</sub>를 사용하기 때문에 비교적 제조 단가가 낮고 제조 공정이 간단하여 차세대 태양전지의 좋은 후보가 되고 있다. 염료 감응형 태양전지는 다공질 TiO<sub>2</sub> 전극 층, 광 감응형 염료, 전해질로 구성되어 있다. 그래서 염료나 전해질의 특성뿐만 아니라 TiO<sub>2</sub> 전극 층의 특성 또한 염료 감응형 태양전지의 효율에 큰 영향을 미친다.

본 연구에서는 염료 감응형 태양전지의 TiO<sub>2</sub>층의 두께 및 하소 온도에 따른 TiO<sub>2</sub>층의 특성변화와 그것을 이용해 태양전지를 만들었을 때의 효율과의 관계를 알아보았다. TiO<sub>2</sub>는 Solaronix사의 D20/SP를 사용하였고 두께를 30 $\mu$ m, 55 $\mu$ m, 85 $\mu$ m, 110 $\mu$ m 로 변화를 주었고 또한 하소 온도를 350 $^{\circ}$ C, 450 $^{\circ}$ C, 550 $^{\circ}$ C로 변화를 주었다. TiO<sub>2</sub> 층의 구조적 특성 변화는 XRD, SEM을 이용하였고, 전기적 특성은 4-point probe를 이용하여 조사하였다. 이렇게 준비된 TiO<sub>2</sub>층 전극과 Iodolyte AN-50 전해질, Ruthenium 535-bisTBA 염료를 사용하여 제작한 염료 감응형 태양전지의 효율은 Solar simulator로 측정하여 TiO<sub>2</sub>층의 구조적 전기적 특성과의 관계를 조사하였다.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub>, solar cell, dye-sensitized solar cell

역마이셀 공정에 의한  $Y_2SiO_5 : Ce^{3+}, Tb^{3+}$  형광재료의 합성 및 특성

김준섭, 배동식†

창원대학교 나노신소재공학부  
(dsbae7@changwon.ac.kr†)

$Y_2SiO_5 : Ce^{3+}, Tb^{3+}$  나노 입자는 100% 양자효율을 가지는 유용한 형광재료 중의 하나이다. 이 연구에서는 역마이셀 공정을 이용하여  $Y_2SiO_5 : Ce^{3+}, Tb^{3+}$  나노분말을 합성하였다. 유상 cyclohexane과, 비이온성 계면활성제 poly(oxyethylene) nonylphenyl ether (Igepal CO-520) 로 구성된 micro emulsion의 수상 나노도메인에 용해되어 있는 금속이온을 암모니아수로 수산화하여 침전 시켜 합성하였다. 합성된 분말을 하소 과정을 거친 뒤 Thermogravimetry-differential thermal analysis (TG-DTA), X-ray diffraction analysis (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), Photoluminescence spectra (PL)을 이용하여 특성평가 하였다.

**Keywords:**  $Y_2SiO_5 : Ce^{3+}, Tb^{3+}$  나노분말, 역마이셀, 형광체

## Al-Si계 합금 코팅 전기강판의 연자기 특성연구

김찬욱, 조기현†

포항산업과학연구원  
(khcho@rist.re.kr†)

Fe-3%Si 전기강판은 저주파 대역에서 우수한 연자기 특성을 보이나 고주파 영역에서는 철손이 증가하고 소음이 발생하는 문제점을 안고 있어 향후 고주파 기기의 사용 증대 및 전기자동차의 상용화에 대비한 고주파 저철손 소재의 개발이 요구되고 있다. 최근, 고주파 저철손 특성의 대표적 소재인 6.5%Si 전기강판이 상용화 되어 있으나 기존 3%Si 전기강판에 비해 제조 코스트가 높고 가공성 측면에서 단점을 갖고 있어 보다 현실성 있는 고주파 저철손 소재의 개발이 요구되고 있는 추세이다. 따라서 본 연구에서는 저코스트이면서 저철손화 공정을 도출하기 위하여 3%Si 전기강판 상에 Al-Si합금을 용융도금하여 확산열처리를 행함으로써 Fe-Al-Si 합금상을 생성시키고 Fe-Al-Si합금의 조성변화 및 소둔온도 등 실험조건에 따라 철손에 어떠한 영향을 미치는 지에 대해 분석하였다. 분석결과, 철손은 최고 0.8(W/Kg, W10/50) 정도로 상용제품에 비해 20%정도 향상되었으나 자속밀도는 1.4(T)로 낮게 되어 향후 철손을 유지하면서 자속밀도를 개선시키기 위한 후속연구가 필요하다고 판단되었다.

**Keywords:** electrical steel, core loss, magnetic flux density, Al dip coating

## 액/기중 전기선 폭발법을 이용하여 제조된 은 나노유체의 분산성에 관한 연구

김창규, 이경자, 이창규<sup>†</sup>한국원자력연구원 원자력재료연구부  
(ckrhee@kaeri.re.kr<sup>†</sup>)

최근 에너지 효율과 관련하여 기존 유체냉각 시스템의 열교환 효율을 향상시키기 위한 열전도성 나노유체에 관한 연구가 많이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 액/기중 전기선 폭발법을 이용하여 은 나노유체를 제조하고 터비스캔, 제타전위측정기 및 LPSA 장치를 이용하여 유체의 분산안정성을 조사하였다. 은 나노유체 제조를 위해 사용된 액/기중 전기선 폭발법은 용액과 접촉하여 회전하는 챔버 내에서 강한 전기신호를 금속 와이어에 보내 폭발시킴과 동시에 노즐에서 분사되는 용액에 의해 증기를 냉각시켜 나노유체를 제조하는 물리적 방식으로 입자의 대량 생산이 가능하며, 뭉침 현상과 산화를 방지 할 수 있는 큰 장점이 있다. 본 연구에서는 최적 입도크기 및 입도분포를 갖는 나노유체의 제조를 위해 와이어 폭발 횟수 및 챔버 내 노즐 압력의 변화를 주어 다양한 은 나노유체를 제조하였다. 그 결과 폭발횟수가 증가할수록, 노즐압력이 감소할수록 입자의 응집으로 인해 은 나노입자의 크기 및 입도분포가 증가하는 것이 TEM 분석 결과 확인되었다. 또한, 나노입자의 크기 및 입도분포가 작을수록 제타포텐셜의 절대값이 증가하고 시간에 따른 입자침강도가 작아 분산안정성이 향상됨을 알 수 있었다. 특히, Sodium Hexametaphosphate를 제조된 은 나노유체에 소량 첨가함으로써 분산안정성을 크게 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

**Keywords:** Ag, 전기선폭발, 나노유체, nanofluid

실리콘 양자점 태양전지를 위한 조성비별  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막의 제조 및 물성연구김현중, 문지현, 이정철<sup>†</sup>한국에너지기술연구원  
(jcleee@kier.re.kr<sup>†</sup>)

제 3세대라 불리는 초고효율 실리콘 양자점 박막을 연구하기 위해 Silicon Carbide 박막을 조성비에 따라 p-형 실리콘 웨이퍼 (100)와 쿼츠 기판 위에 증착하였다. RF sputter를 사용하여, Si target과 C target을 동시에 스퍼터 하였으며, 각각의 target에 인가되는 RF Power를 조절하여 조성을 제어하였다. 조성비는 AES (Auger Electro Spectroscopy)로 측정된 Si, C 원소량을 정량화하여 사용하였다. 조성비를 측정된 결과, Si Power를 200W에 고정하고, C Power를 0W에서 400W까지 변화시킬 때,  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막에서 조성비 x는 0 ~ 0.43 이었다. 각각의  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막을 1000°C에서 수십 분간 질소 분위기에서 열처리를 실시하였다. 이 박막을 고배율 투과전자현미경을 통해  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막 내의 실리콘 양자점이 2~10nm의 크기로 형성되었음을 관찰할 수 있었다. 또한, UV-VIS-NIR spectroscopy, FTIR, XRD 등을 사용하여  $\text{Si}_{1-x}\text{C}_x$  박막 내 실리콘 양자점의 물성을 확인하였다.

**Keywords:** 실리콘 양자점, 실리콘 카바이드, RF스퍼터, 태양전지

수열합성 공정에 의한  $Y_3Al_5O_{12}:Eu^{3+}$  나노입자의 합성 및 특성평가

김현주, 성영택, 배동식†

창원대학교 나노신소재 공학부  
(dsbae7@changwon.ac.kr†)

$Y_3Al_5O_{12}:Eu^{3+}$  나노입자는 높은 온도와 압력 조건하에서 수열합성을 통해 합성되었다. 시약은 aluminum nitrate ( $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ), yttrium nitrate hexahydrate ( $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ ), europium nitrate ( $Eu(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ )를 사용하였다. 이 실험에서, Y:Al의 몰비율은 3:5 비율로 정하였고,  $Y_3Al_5O_{12}:Eu^{3+}$ 의 몰비율은 100:1 에서 100:5까지의 범위로 합성하였다.  $Y_3Al_5O_{12}:Eu^{3+}$  나노입자는  $150^\circ C$ 에서  $210^\circ C$  범위의 온도로 6시간 동안 수열합성하여 얻었다. 여기된 스펙트럼은 폭넓은 밴드와 일부 뚜렷한 피크로 구성되어 있으며, 이것은  $Eu^{3+}$ 의 4f에서 5d 에너지준위로의 전이에 의한 것과 상응한다.  $Eu^{3+}$ 와  $O^{2-}$  사이 거리의 4f에서 5d 밴드로 여기된 과정은  $Eu^{3+}$ 의 5d 에너지준위의 결정장효과에 영향을 미친다. 합성된  $Y_3Al_5O_{12}:Eu^{3+}$  나노분말은 X-ray diffractometer (XRD), transmission electron microscopy (TEM), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Photoluminescence spectra (PL)에 의해 특성평가 되었다.

**Keywords:** hydrothermal process, nanoparticle,  $Y_3Al_5O_{12}:Eu^{3+}$

수열합성법에 의한  $BaMg_2Al_{14}O_{24}:Eu^{3+}$  나노분말 제조 및 특성

김현철, 배동식†

창원대학교 나노신소재 공학과  
(dsbae7@changwon.ac.kr†)

고온 고압조건(수열합성법)으로 제조한  $BaMg_2Al_{14}O_{24}:Eu^{3+}$  나노분말의 출발원료는  $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ (98%),  $Ba(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (99%),  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (98%), 및  $Eu(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$  (99.9%)를 사용하여 합성하였다.  $150^\circ C$ - $210^\circ C$  범위에서 6시간 반응시켜  $BaMg_2Al_{14}O_{24}:Eu^{3+}$  나노분말을 회수하였다. 회수된 나노분말은  $Eu^{3+}$ 가 4f 에너지 준위에서 5d 에너지준위로 전이를 일으키기 때문에 여기 스펙트럼 결과가 넓고 매끄러운 피크 몇 개의 뚜렷한 피크 나타난다.  $Eu^{3+}$ 와  $O^{2-}$  사이 4f - 5d 에너지 밴드의 여기 과정은  $Eu^{3+}$ 의 5d 에너지준위에 결정장 효과를 미친다. 합성된  $BaMg_2Al_{14}O_{24}:Eu^{3+}$  나노분말은 XRD(X-ray diffractometer), TEM(transmission electron microscopy), FTIR(Fourier transform infrared spectroscopy), 및 PL(Photoluminescence spectra) 분석하였다.

**Keywords:** 수열합성법,  $BaMg_2Al_{14}O_{24}:Eu^{3+}$

## 전기 방사법에 의한 세라믹 나노선의 제조 및 폴리머 분자량에 따른 영향

김홍연, 이승호, 이대희, 문주호<sup>†</sup>

연세대학교

(jmoon@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

전기 방사법은 폴리머 용액이나 용융체로부터 가해지는 외부 전기장의 힘에 의해 서브 마이크로미터 수준의 직경을 갖는 파이버를 연속적으로 생산하는 기술이다. 전기 방사법은 전기장을 인가하여 나노선을 연속적이고 대량으로 제작할 수 있어 다양한 응용 가능성을 보유하고 있다. 산소 이온 전도 특성이 우수한 세라믹 SDC(Sm<sub>0.2</sub>Ce<sub>0.8</sub>O<sub>1.9</sub>) 나노선을 제작하기 위해 Dimethyl formamide(DMF)을 용매, Poly-vinyl pyrrolidone (PVP)을 cross-linker로 하고, Samarium nitrate hexahydrate와 Cerium nitrate hexahydrate을 raw material(Sm : Ce = 20 : 80 wt%)로 하여 용액을 제조하였다. 15kV의 전압, 1kV/cm의 전기장을 유지하며 용액의 공급 속도를 0.1ml/hr로 고정하고 전기방사법을 실시하였으며 폴리머 나노선을 300°C에서 4시간 열처리하여 PVP를 탈지하고, 이후 600°C에서 4시간 동안 하소하여 얻어진 세라믹 나노선을 성공적으로 제조하였다. 용액의 점도에 따른 나노선의 미세 구조 및 형태 변화를 관찰하기 위해 첨가하는 폴리머의 분자량, 고용량을 다르게 하며 나노선의 직경 및 형태의 변화를 관찰하였고, 주사전자현미경을 통해 서로 다른 용액으로 제작한 세라믹 나노선의 미세 구조 및 형태를 관찰하고 용액의 점도와의 관계에 대해 고찰하였다.

**Keywords:** SDC, electrospun, nanofiber

## 친환경 무기질 폴리머의 제조 및 특성

박미혜, 이진형, 황연<sup>\*†</sup>, 이태근<sup>\*</sup>

서울산업대학교 재료공학과; \* 서울산업대학교 신소재공학과

(yhwang@snut.ac.kr<sup>†</sup>)

환경오염에 의한 지구온난화로 전 세계적으로 온실가스감축, 대체 에너지개발, 환경적 산업 전환을 필요로 하고 있다. 이에 geopolymer는 흙 자체를 사용해 바인더를 만드는 광범위하게 사용 할 수 있는 방법으로 상업적, 경제적으로 대체 소재 분야가 형성될 수 있고, 차세대 바인더로써 새로운 시장을 형성해 나갈 수 있는 환경 관련 아이템으로 고부가가치가 있다. 특히 건설 토목 등의 현장에서 사용되는 시멘트의 제조는 지구 온난화의 주요 원인인 CO<sub>2</sub>를 대량 발생시키나 geopolymer는 현재 일반 시멘트보다 우수한 물리적 특성을 지닌 친환경 고성능 재료로 그 특성과 활용 방안을 알아보았다.

여러 산지에서 채취한 카올린을 750°C에서 6시간 하소하여 meta-kaolin을 제조한 후 NaOH수용액, 규산나트륨, 증류수를 혼합하여 geopolymer 시편을 제작하였다. 또한 석탄회 및 고로슬래그에 대하여 동일한 방법으로 합성하여 geopolymer 반응을 검토하였다. 제작된 시편은 양생 시간과 양생 온도에 따른 압축강도, XRD, SEM 등으로 특성을 평가하였다.

본 연구는 환경부의 환경기술 인력양성 지원 사업으로 수행된 연구결과임.

**Keywords:** Geopolymer, meta-kaolin, 친환경재료

## Atomic Layer Deposition법으로 제조된 태양전지용 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Passivation막의 열처리 특성 및 물성 연구

박성은, 김영도, 탁성주, 강민구, 이준성, 김동환<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학부  
(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 실리콘 태양전지는 점점 얇아 지는 추세에 있다. 실리콘 태양전지에 있어 실리콘의 두께를 감소시키는 것은 실리콘 소모량을 줄이는데 있어 필수적인 조건이 되었다. 이에 따라 실리콘 표면의 passivation도 더욱 중요하게 여겨지고 있다. 실리콘 태양전지의 passivation막의 한 종류인 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 다른 산화막 물질들과는 달리 negative fixed charge를 가지고 있고 charge의 양이 다른 산화막의 density보다 높아 p-type 실리콘의 경우 후면 passivation막으로 이용이 고려되고 있다. 본 연구에서는 atomic layer deposition으로 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>막을 실리콘 위에 증착하여 열처리에 따른 그 특성을 비교하고 태양전지를 제작하였다. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>막을 rapid thermal annealing을 통해 서로 다른 분위기에서 열처리 한 결과를 capacitance-voltage를 통해 측정하여 비교, 분석하였고 ellipsometry 분석을 통해 광학적 특성을 비교하였다. 또한 열처리 온도의 변화에 따른 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>내에 charge에 변화가 있다는 것을 관찰하였다. 이러한 charge의 변화가 태양전지의 passivation에 영향을 주는지 관찰하기 위해 Quasi-steady state photoconductance를 통해 lifetime의 변화를 관찰 하였다. 이러한 실험결과로부터 열처리 분위기와 온도를 최적화하여 태양전지 passivation 특성을 증가시킬 수 있었다.

**Keywords:** back surface passivation, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, solar cell

## Dye-Sensitized Solar Cells based on TiO<sub>2</sub> Nanoparticle/Nanotube Composites by Hydrothermal Methode.

박유식, 김창열<sup>\*†</sup>, 조광연<sup>\*</sup>, 허승현<sup>\*</sup>, 구은희<sup>\*</sup>, 현상일<sup>\*</sup>, 류도형<sup>\*</sup>, 황해진<sup>\*\*</sup>

요업기술원, 인하대학교; <sup>\*</sup>요업기술원; <sup>\*\*</sup>인하대학교  
(cykim15@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

태양광이 전지에 입사되면 광양자(photon)는 먼저 염료 분자에 의해 흡수된다. 염료는 태양광 흡수에 의해 여기 상태로 되고 전자를 TiO<sub>2</sub>의 전도대로 보낸다. TiO<sub>2</sub> 전도대에 위치한 전자는 전극으로 이동하여 외부회로로 흘러가서 전기에너지를 전달하고, 에너지를 전달한 만큼 낮은 에너지상태가 되어 상대 전극으로 이동한다. 염료는 TiO<sub>2</sub>에 전자 전달한 만큼 낮은 에너지상태가 되어 TiO<sub>2</sub>에 전달한 전자수 만큼 전해질용액으로부터 전자를 공급 받아 원래의 상태로 돌아가게 된다. 이 때 사용되는 전해질은 iodide/triodide 쌍으로써 산화환원에 의해 상대전극으로부터 전자를 받아 염료에 전달하는 역할을 담당하여 다시 전자가 공급되는 전자순환회로를 이용하여 포톤에너지를 전기에너지로 전환시키는 메커니즘을 가지고 있다.

따라서 TiO<sub>2</sub> 광전극은 염료를 가능한 많이 흡수하기 위하여서 입자크기가 작고 비표면적이 높은 특성이 요구되면서, 전자전달을 용이하게 하기 위해서는 나노입자의 연결이 잘 이루어져야 하는 상호 대립적인 특성을 요구한다. 이를 해결하기 위해서 본 연구에서는 TiO<sub>2</sub> 나노입자를 수열합성법으로 합성하였고, 또한 나노입자의 연결성을 좋게 하기 위해서 TiO<sub>2</sub> 나노튜브를 합성하여 나노입자와 혼합하는 것에 의하여 입자간 연결성을 향상시키려는 연구를 진행하였다.

나노분말은 Titanium iso-propoxide를 출발물질로 하여 가수분해 과정을 거쳐 수열합성을 통해 입자를 성장시킬 수 있었으며, 이 때 입자의 크기는 15~20nm이며 XRD 분석결과 아나타제 상인 것을 확인할 수 있었다. 나노튜브 제조법으로는 합성된 나노분말을 15M NaOH에 넣어 수열합성 시키는 것에 의하여 길이 수  $\mu\text{m}$ , 폭 ~10 nm의 나노튜브를 얻을 수 있었다. 나노분말/나노튜브의 혼합비를 조절하여 스크린 프린팅 방법으로 10~15 $\mu\text{m}$ 의 막을 형성하였으며, 염료는 N719, 상대전극으로는 Pt전극, 전해질로는 I<sup>-</sup>/I<sub>3</sub><sup>-</sup>를 사용하였고 sealing foil로 밀봉하여 셀(size:0.25cm<sup>2</sup>)을 제작 하였다. 이를 1 Sun AM1.5 (100mW/cm<sup>2</sup>) solar simulator를 이용하여 효율을 측정하였다.

**Keywords:** 염료감응태양전지, TiO<sub>2</sub>, 수열합성

## Grinding of Crystalline Graphite by Low Expansion Process of GIC

박종력, 김병곤<sup>†</sup>, 전호석, 최홍일\*, 장희동

한국지질자원연구원 광물자원연구본부; \*과학기술연합대학원 자원순환공학과  
(bgkim@kigam.re.kr<sup>†</sup>)

Graphite nanometer particles are typically prepared in liquids by vibration ball mills. However, it is known that the wet process takes long periods of grinding time like 24 hours or more and requires a series of subsequent high energy operations such as de-watering, drying, regrinding and classification. On the other hand, there would be numerous advantages if fine grinding could be done effectively in dry atmosphere. However, since crystalline graphite has a layered structure giving a high lubrication property, its dry grinding, especially when obtaining nanometer particles, is extremely difficult. The shape of the graphite particles is also important for its utilization since particles with flaky shape can maintain relatively high electrical and thermal conductance as well as lubrication ability. Therefore, it would be necessary to reduce the size of graphite particles into fines with flaky shape while grinding proceeds. Also, some studies on the fabrication of sub-micron-sized graphite particle powders were performed under various degrees of low atmospheric pressure using an attrition mill. These attempts to reduce the size of natural crystalline graphite to nano-scale thickness via a method that uses an attrition mill have not been effective. The objective of this research described in this paper was to investigate the size reduction and the exfoliation model of a platelet-like natural crystalline graphite with low expansion via the attrition mill system. The size reduction efficiency of the low-level expanded graphite according to the grinding time revealed a stairway-type decreasing pattern. This is believed to have been because the size reduction process involves repeated expansion and exfoliation of the units of clusters and/or stacks. A new size reduction model with respect to such phenomenon was suggested. Nano-platelet-type graphite powder with an average particle size of 3  $\mu\text{m}$  and a thickness of 20-50 nanometers was fabricated.

**Keywords:** 인상흑연, 팽창흑연, 분쇄, 흑연층간혼합물

## 마그네트론 스퍼터링을 이용한 ITO/Ni/ITO 적층구조 투광성 전도박막의 특성 연구

박지혜, 신창호\*, 채주현\*, 정철우\*, 양종우\*, 김대일\*<sup>†</sup>

울산 정밀화학센터; \*울산대학교 첨단소재공학부  
(dkim84@mail.ulsan.ac.kr<sup>†</sup>)

Indium tin oxide(ITO)는 평판형 디스플레이 장치에 투명전극으로 사용되어지는 재료로써 높은 가시광 투과율(기판 포함 80% 이상)과 낮은 전기저항( $1 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$  이하) 특성을 동시에 만족시킴으로써 다양한 디스플레이 장치에 투명전극으로 사용되고 있다. 특히, OLED 장치에서 양극으로 사용되기 위해 ITO 전극은 투명전도 특성 뿐 아니라 평탄한 표면거칠기가 요구된다.

이에 본 실험에서는 마그네트론 스퍼터링 법을 이용하여 Poly-carbonate 기판에 ITO(50nm) / Ni(5nm) / ITO(45nm)의 다층구조를 갖는 투명전극을 증착한 후 전기·광학적 특성 뿐 아니라 표면거칠기 특성 등을 비교 분석하였다.

ITO 단층 박막일 경우와 ITO(50nm)/Ni(5nm)/ITO(45nm) 박막을 비교해보면 순수한 박막의 가시광 투과율이 90% 에서 76% 까지 감소하였으나 전기전도도는  $1/2.2 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$  에서  $1/3.3 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$  까지 감소시켰다.

**Keywords:** 마그네트론 스퍼터링, ITO/Ni/ITO, 투광성 전도박막



## Effective hydrogen detachment using low pressure condition for improving surface texturing of silicon solar cells

박하영, 강병준, 박성은, 이준성, 김동환<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학부  
(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

실리콘 태양전지의 표면 텍스처링은 효과적인 빛 가둠을 통해 단락전류를 증가시켜 효율의 향상에 기여하는 중요한 요소기술 중 하나이다. 보통 단결정 실리콘 웨이퍼의 텍스처링으로는 KOH와 같은 알칼리 용매에 알코올을 첨가한 용액을 사용하여 결정질 실리콘의 (100)면과 (111)면의 이방성 식각을 시행 함으로서 표면에 불균일 피라미드를 형성한다. 본 연구는 식각 과정 중 필연적으로 발생하는 수소기체로부터 야기되는 가리움 효과를 제거하기 위해 상압 보다 낮은 압력 조건에서 실험을 진행하였고 보다 개선된 표면을 얻었다. 표면 특성은 주사 전자 현미경 (Scanning electron microscopy)과 분광 광도계 (UV-VIS spectrophotometer)로 평가되었다.

**Keywords:** silicon solar cells, texturing, hydrogen detachment, screen effect

## Hot water oxidation을 이용한 실리콘 표면층의 불순물 농도 조절

박효민, 박성은, 송주용, 박하영, 강병준, 이준성, 김동환<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학부  
(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

본 연구에서는 hot water oxidation(HWO)을 이용하여 표면층에 도핑 된 불순물의 농도를 조절하였다. 일반적으로 P형 태양전지의 제조 공정에서 인(phosphorus) 확산을 통해 에미터(emitter)를 형성한다. 고농도로 인 도핑 된 실리콘의 표면에서 Auger 재결합(Auger recombination)은 운송자(carrier)의 수명을 줄이는 주된 원인이다. 80°C로 유지한 증류수에 인 도핑 된 웨이퍼를 넣고 실리콘 산화막(SiO<sub>2</sub>)을 성장시켰다. 실리콘 산화막의 생성여부는 젖음각(wetting angle) 측정을 통해 확인하였다. BOE용액을 통해 형성된 실리콘 산화막을 제거한 후 표면의 면저항을 측정하여 표면의 도핑 농도를 계산하였다. BOE 에칭만 반복한 웨이퍼에 비해 HWO 공정과 에칭 과정을 반복한 웨이퍼가 표면 불순물 농도가 빨리 낮아짐을 확인할 수 있었다.

**Keywords:** hot water oxidation, doping concentration, phosphorus, diffusion, emitter, solar cells

## Understanding of the Electrodes in Solid Oxide Fuel Cells Using 2-Dimensional Image Analysis

배승목, 황진하<sup>†</sup>

홍익대학교

(jhwang000@empal.com<sup>†</sup>)

Solid oxide fuel cells (SOFCs) have been gaining widespread attention, due to pollution-free energy resources in replacement for the current fossil-based petroleum system. The electrochemical performance of SOFCs is crucially dependent on the porous microstructure in electrodes, i.e., both cathodes and anodes. The current work aims to characterizing of both cathode and anode layers in YSZ-based solid oxide fuel cells in terms of microstructural factors. The microstructural interpretation is performed using image analysis, which involves a Electron Microscopy for capturing digital images and an commercially available image-processing software for statistical analysis. The detailed microstructural characterization includes the size, distribution, and contiguity of the corresponding constituents. Hence, in this work, we employ the image analysis microstructural information based on 2-dimensional images in the constituent phases in order to describe the electrodes in 3-dimensional aspects. The image processing approach will be connected with the corresponding unit cell configuration in solid oxide fuel cells. The synergetic approach will be discussed towards the optimization of solid oxide fuel cells.

**Keywords:** SOFCs, image analysis, microstructure

## 은나노 입자가 분산된 다공성 알루미늄 하이드록사이드 나노복합재 기판 제조에 관한 연구

서영익, 안세환, 김대건\*, 이규환\*\*, 김영도\*<sup>†</sup>

한양대학교 신소재공학과; \*한양대학교 신소재공학부; \*\*한국과학기술연구원 계산과학센터  
(ydkim1@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

최근들어 금속나노입자들이 부착된 나노복합재 기판의 디자인 및 제조에 관한 많은 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 나노복합재 기판은 표면강화 Raman 분광학 (surface-enhanced raman scattering), 촉매제, 화학 및 생물학 센서 등과 같은 다양한 응용이 가능하여 큰 주목을 받고 있다. 현재까지 개발된 금속나노입자들이 부착된 나노복합재 기판 제조법은 크게 자기조립법(self-assembly), 무전해 도금(electroless plating), 층상자기조립법 (Layer-by-Layer assembly method), 그리고 E-beam 리소그래피(E-beam lithography) 등을 예로 들 수 있다. 본 연구에서는 은나노입자가 부착된 다공성 알루미늄 하이드록사이드 나노복합재의 제조에 관한 새로운 방법을 제안하였다. 우선, 알루미늄 하이드록사이드 다공성 기판은 파인 폴리싱된 알루미늄 기판에 알칼리 표면개질을 실시함으로써 표면에 마이크로포어가 형성된 알루미늄 하이드록사이드 기판을 제조하였다. 이렇게 제조된 다공성 기판을 은나노입자 합성용액에 침지하여 합성 및 분산시킴으로서 in-situ로 은나노입자가 분산된 알루미늄 하이드록사이드 나노복합재 기판을 만들 수 있었다. 본 연구를 통하여 제조된 은나노입자가 분산된 알루미늄 하이드록사이드 나노복합재 기판은 주사전자현미경(SEM) 및 X선 분광법(XRD)을 통하여 미세구조와 상분석을 실시하였으며 자외-가시광선 분광광도법(UV-vis spectroscopy)를 통하여 광학특성을 분석하였다.

**Keywords:** Nanocomposite substrate, Silver nanoparticle, Polyol process, Alkali surface modification, In-situ dispersion

## 후면 패시베이션층에 따른 알루미늄 후면전극의 후면전계 형성

송주용, 이준성\*, 권순우\*\*, 박성은, 박효민, 윤세왕\*\*, 김동환†

고려대학교 신소재공학부; \*고려대학교 신소재 공학부; \*\*대한제당 중앙연구소  
(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

태양전지의 전극소성 시 알루미늄 후면 전극이 실리콘으로 확산되어 후면전계(Back Surface Field)를 형성한다. 후면 패시베이션층은 후면반사율을 높여 내부광흡수경로를 늘리고 후면재결합속도를 감소시킨다. 본 논문은 후면 패시베이션층이 알루미늄 후면전계 형성에 미치는 영향 및 온도에 따른 변화를 관찰하였다. 절삭손상(Saw damage)이 제거된 실리콘 기판의 후면에 패시베이션층이 없는 것과 후면 패시베이션층으로 사용되는 실리콘 산화막을 형성시킨 시편을 제작하였다. 알루미늄 후면전극을 스크린 인쇄 후 소성온도를 달리하여 실리콘과 알루미늄과의 반응을 비교하였다. 주사전자현미경(SEM)을 사용하여 시편의 단면사진으로부터 소성온도에 따른 실리콘과 알루미늄간의 반응 여부를 관찰하였고, 열분석을 통해 반응 온도를 조사하였다. 패시베이션층이 없는 경우에는 약 600°C부터 실리콘과 알루미늄간의 반응이 시작되었고, 패시베이션층이 있는 경우에는 약 700°C부터 반응이 시작되는 결과를 얻었다.

**Keywords:** Back Surface Field, Metallization, Back surface passivation, solar cells

## 결정질 실리콘 태양전지의 다층 반사방지막 특성

양종우, 채주현, 신창호, 정철우, 천희곤†

울산대학교 첨단소재공학부  
(hgchun@ulsan.ac.kr<sup>†</sup>)

현재 양산공정에서 쓰이고 있는 Silicon Nitride(SiN)이 가지는 한계점을 극복하고자 투과율이 높고 실리콘의 반사방지막으로써 각각 적절한 굴절률을 가진 Silicon Dioxide(SiO<sub>2</sub>), Titanium Dioxide(TiO<sub>2</sub>)박막을 5층 multi layer로 디자인하고 E-beam evaporation 장비를 이용하여 증착, Antireflection(AR) 효과를 극대화 시켰다. 반사방지막의 성능을 비교하기 위하여 실제 양산공정에서 쓰이는 Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition(PECVD) 장비를 이용하여 SiN을 증착하였다. 막의 표면 거칠기를 측정하기 위하여 AFM을 사용하였고, 디자인한 5층 박막의 두께 균일성과 각각의 굴절률을 측정하기 위해 FE-SEM과 ellipsometer를 각각 이용하였다. 그리고 SiN과 디자인한 Multi layer의 반사방지막의 성능을 측정하기 위하여 UV-Visible을 이용하여 반사율과 투과율을 측정하였다. SiO<sub>2</sub>와 TiO<sub>2</sub>의 다층 박막으로 이루어진 반사방지막은 가시광 전 영역에서 1%정도의 반사율과 거의 96% 이상의 투과율을 가질 뿐 아니라 SiN대비 투과율이 15%이상 향상 되었다. 하지만 PECVD로 증착된 SiN박막에 비해서 Si와 ARC 사이의 결합이 상대적으로 많아 effective lifetime이 떨어지게 된다. 향후 SiO<sub>2</sub>와 TiO<sub>2</sub>의 디자인을 약간 수정하고, 수소화 처리로 인해 계면간 결합을 줄일 수 있게 된다면 더 나은 태양전지를 만드는 데 기여할 것으로 생각된다.

**Keywords:** silicon solar cells, antireflection coating, multi-layer

## 효율적인 산소분리를 위한 $(La_{1-x}Sr_x)(Mn_{0.85}Fe_{0.05}Co_{0.05}Ni_{0.05})O_{3-\delta}$ membrane의 제조 및 특성평가

유상현, 김은이, 최효립, 황진명\*†

인하대학교 세라믹공학과; \*인하대학교 신소재공학과  
(cmwhang@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

Perovskite계 산화물을 이용한 Ion Transport Membrane (ITM)은 고온의 산소분압차를 유지해주면 산소만을 이온 형태로 통과시키기 때문에 90~95%이상의 산소 선택도를 가지는 장점이 있다. 그러나 이러한 ITM은 높은 산소선택도에 비해 상대적으로 낮은 산소투과도가 단점으로 지적되고 있다. 산소투과도는 membrane의 두께를 줄임으로서 증가시킬 수 있는데, 너무 얇게 줄이게 되면 membrane의 물리적 특성이 약해져 상업화하기 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 물리적 특성과 산소선택도, 산소투과도 모두를 높이기 위한 방법으로 동일한 조성의 support위에 membrane film을 코팅하고자 한다. 기존의 높은 이온전도도와 전자전도도를 가지는 혼합 이온-전자 전도성 산화물인 perovskite계열의  $LaSrMnO_3$ 에 열적, 화학적 안정성을 위해 Mn-site를 Fe, Co, Ni로 치환시킨 균질한 다성분계  $(La_{1-x}Sr_x)(Mn_{0.85}Fe_{0.05}Co_{0.05}Ni_{0.05})O_{3-\delta}$  (LSMFCN) powder를 합성하기 위하여 polymeric precursor 방법인 pechini method로 합성하였다. 합성된 powder를 이용해 다공성의 support로 제조한뒤 LSMFCN을 코팅하여 산소분리 membrane을 제작하였다. LSMFCN의 결정상을 확인하기 위하여 XRD를 측정하였다. 코팅막의 표면과 두께를 관찰하기 위해 SEM을 이용하였다. 또한 membrane의 산소투과도를 평가하기 위하여 전기전도도와 gas chromatography를 활용하였다.

**Keywords:** perovskite, ion transport membrane, pechini method

## KOH 수열합성법으로 제조된 Titanate NanoTube의 Lithium 저장 특성 연구

윤용섭, 신동욱†, 김정은

한양대학교 신소재공학과 광전자재료연구실  
(dwshin@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

타이타네이트 나노튜브는 구조적 특이성과 큰 비표면적, 전기적 화학적 성질의 특이성으로 인해 리튬이온배터리, 수소저장, 염료 감응형 태양전지, 광촉매 등의 다양한 응용분야에서 연구되고 있다. 본 연구에서는 잔여  $K^+$  양에 따른 열처리별 샘플을 제조하여 나노튜브의 결정구조와 조직의 변화를 관찰하였으며, 각 샘플의 충방전시험을 통해 리튬저장물질로서의 가능성을 고찰하였다. HPPLT를 이용하여 제조한 Rutile  $TiO_2$ 를 초기물질로 KOH 용액에서  $120^\circ C$  24시간 수열합성하였다. 타이타네이트 나노튜브 합성시 산세척공정을 달리하여 구조 내에 잔존하던  $K^+$ 의 양이 다른 다섯가지의 샘플을 제조하였으며, 각 샘플을 각각  $400-900^\circ C$ 에서 2시간 열처리하여 결정구조와 조직의 변화를 관찰하였다. 합성된 분말들은 XRD, TGA, FE-SEM, TEM으로 분석하였다. 또한 얻어진 다양한 샘플의 리튬 저장능력 평가를 위해 전기화학적 특성평가는 Coin-type Cell을 사용하였으며, 제작된 셀(Cell)의 전기화학적 특성(Charge / Discharge cycling, capacity)을 battery cycler system을 이용하여 1.0V~3.0V영역에서 측정하였다.

**Acknowledgement:** 본 연구는 the Seoul Research & Business Development Program 과제의 지원을 받아 수행되었습니다 (Grant no. 10583).

**Keywords:** Titanate Nanotube

## 단실형 고체산화물 연료전지에서 개방회로전압의 진동에 대한 고찰

이대회, 문주호<sup>†</sup>, 이승호, 김홍연연세대학교 신소재공학과  
(jmoon@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

산소와 연료의 혼합기체를 동시에 두 전극에 공급하여 작동하는 단실형 고체산화물 연료전지의 개방회로전압(OCV)과 개방회로전압의 진동현상에 대해 고찰하였다. 단실형 고체산화물 연료전지는 연료극과 공기극이 각각 연료와 산소에 대해 선택적인 촉매 활성을 나타내어 이에 따른 국부적인 산소 분압 차이에 의해 작동한다. 이론적으로 두 전극의 활성 선택도가 이상적일 경우, 양실형 연료전지와 동일한 Nernst voltage가 OCV로 관찰되어야 하지만, 실제로는 OCV가 이론값보다 낮고, Ni-YSZ | YSZ | LSM-YSZ 전지의 경우 주기적인 OCV 진동현상이 관찰된다. 이는 니켈 전극의 주기적인 산화·환원이 전극의 전위를 변화시키기 때문이라 예상되어, 이를 실험적으로 고찰하고 국부적인 산소 활동도를 계산하기 위해 일반적인 버튼 셀 형태의 연료전지를 제작하고 양실형 환경 하에서 니켈 연료극에만 혼합 기체를 흘려주며 산소 분압에 따른 OCV의 변화를 관찰하고 산소 활동도를 계산하였다. 일축 가압 성형으로 제작한 YSZ(8 mol% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>) pellet을 1,500°C에서 10시간 소결하여 얻은 전해질 기판에 Ni-YSZ(Ni:YSZ=55:45wt%) 전극을 스크린프린팅으로 성형하고 1,200°C에서 1시간 소결하여 연료극을 형성한 뒤, LSM(La<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>MnO<sub>2</sub>)-YSZ 전극을 스크린프린팅한 뒤, 1,100°C에서 1시간 소결하여 버튼 셀 형태의 전지를 제작하였다. Au paste와 wire를 Current collector로 사용하여 연료극 쪽에는 메탄, 산소, 질소의 혼합기체를, 공기극 쪽에는 공기를 흘려주며 OCV를 관찰하고, 이를 통해 산소활동도를 계산하고, Gas Chromatography 분석을 통해 평형 기체 조성과 Ni 전극의 상변화에 대해 고찰하였다.

**Keywords:** SOFC, 단실형, 연료극, OCV

Glycothermal 공정에 의한 Mn doped Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> 나노입자의 합성 및 특성평가이동해, 배동식<sup>†</sup>창원대학교 나노신소재 공학부  
(dsbae7@changwon.ac.kr<sup>†</sup>)

Mn doped Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> 나노입자는 높은 온도와 압력 조건하에서 Glycothermal 공정을 통해 합성되었다. 시약은 zinc nitrate (Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O), mangan nitrae hexahydrate (Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O), and TEOS(Si(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>)를 사용하였다. 이 실험에서, Mn doped Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> 나노입자는 190°C에서 250°C 범위의 온도로 6시간 동안 Glycothermal 공정을 통하여 얻었다. 여기된 스펙트럼은 폭넓은 밴드와 일부 뚜렷한 피크로 구성되어 있으며, 이것은 Mn<sup>3+</sup>의 4f에서 5d로의 전이에 의한 것과 상응한다. Mn<sup>3+</sup>와 O<sup>2-</sup> 사이 거리의 4f에서 5d 밴드로 여기된 파장은 Mn<sup>3+</sup>의 5d 레벨의 결정장 효과에 영향을 미친다. 합성된 Mn doped Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> 나노분말은 X-ray diffractometer (XRD), transmission electron microscopy (TEM), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Photoluminescence spectra (PL)에 의해 특성평가되었다.

**Keywords:** Mn doped Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> nano powder, Glycothermal

## The aging characteristics of Mg-Al-Zn powder alloy prepared by gas atomization

이두형<sup>†</sup>, 김보식, 장시영

한국항공대학교  
(aduida@kau.ac.kr<sup>†</sup>)

The aging characteristics of gas atomized Mg-6wt%Al-1wt%Zn powder alloys, followed by compaction under the pressure of 700MPa at 320°C for 10min were investigated. The Mg-6wt%Al-1wt%Zn powder alloy showed the microstructure of super-saturated primary  $\alpha$  solid solution, eutectic  $\alpha$  and  $\beta$ -(Mg<sub>17</sub>Al<sub>12</sub>) compound. After aging treatment, the precipitates of Mg<sub>17</sub>Al<sub>12</sub> and Mg<sub>32</sub>(Al•Zn)<sub>49</sub> were detected by XRD and TEM. The peak hardness appeared after aging treatment for 16h. Based on the microstructure and hardness, the aging characteristics of Mg-6wt%Al-1wt%Zn powder alloy were discussed as compared with the wrought Mg-6wt%Al-1wt%Zn alloy.

**Keywords:** aging behavior, precipitation, hardness

## 446M 스테인리스강의 도전성 및 내식성에 미치는 저온 질화처리 효과

이석현, 김종희\*, 이윤용\*, 위당문<sup>†</sup>

KAIST 신소재공학과; \*POSCO 기술연구소  
(goodshjjang@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

스테인리스강은 가공성 및 내식성이 우수하여 고분자 전해질 연료전지용 분리판 재료로서 유망한 재료이다. 하지만, 스테인리스강은 표면에 부동태피막의 형성으로 인해 접촉저항이 증가하여 연료전지의 효율을 저하시키는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 일반적으로 스테인리스강을 질화처리하여 강 표면에 도전성이 우수한 질화물을 형성시킴으로써 스테인리스강의 접촉저항을 개선시키고자 하였다. 기존의 경우, 스테인리스강을 800~1300°C의 온도에서 질화처리를 수행하여 강 표면에 Cr-질화물을 형성시킴으로써 스테인리스강의 도전성이 개선되는 것을 알 수 있다. 하지만 강 표면에 Cr-질화물들이 형성되어 Cr-고갈층의 형성으로 인해 부식성이 크게 저하되는 문제점이 있다. 본 연구에서는 내식성이 우수한 페라이트계 446M 스테인리스강을 이용하여 600~700°C의 비교적 저온영역에서 10~30분의 질화처리를 수행하여 도전성이 우수한 CrN/Cr<sub>2</sub>N 등의 질화물을 스테인리스강 표면에 고르게 형성시킴으로써 스테인리스강의 접촉저항을 크게 감소시킬 수 있었다. 또한 저온질화처리 후 산세과정을 수행함으로써 강 표면에 형성된 질화물 주변의 크롬 결핍층을 우선 제거해줌으로써 기존의 스테인리스강의 내식성을 저하시키지 않고, 우수한 내식성을 유지할 수 있었다. 이러한 결과로부터 단순한 저온/단시간의 질화처리를 통해 446M 스테인리스강을 우수한 도전성 및 내식성을 갖는 금속분리판으로 적용할 수 있는 매우 높은 가능성을 제시하고 있다.

**Keywords:** PEMFC, Bipolar plate, Stainless steel, Nitride

## Fabrication of dual-coated LSCF/SDC cathode for low temperature SOFC

이승호, 김홍연, 이대희, 문주소<sup>†</sup>

연세대학교 신소재공학과  
(jmoon@yonsei.ac.kr<sup>†</sup>)

For intermediate-temperature SOFC (IT-SOFC), scandia-stabilized zirconia (SSC) was selected as the electrolyte material since it shows the highest ionic conductivity among the zirconia-based oxide material. Due to high polarization resistance of the cathode in low-temperatures (600~700°C), an ideal cathode material should have mixed ionic and electronic conductivities as well as proper catalytic properties. We have synthesized well-engineered nanocomposite particles for the achievement of low polarization resistance and highly durable solid oxide fuel cell cathodes. The use of a dual-composite approach in which both LSCF and SDC phases are placed on a SDC grain allows for the development of an ideal cathode microstructure with improved phase contiguity and interfacial coherence. SEM, XRD, dilatometer were employed to analyze microstructure of the cathode layers. The impedance spectra were obtained over a frequency range from 100 kHz to 0.1 Hz with an applied ac voltage amplitude of 20mV at temperatures from 550 to 700 °C in 50 °C intervals. Full cell performance was also investigated using the Solartron 1286 interfaced with a computer in humidified hydrogen as a fuel and air as an oxidant at ambient pressure.

**Keywords:** SOFC, cathode, intermediate

## Nano-particle을 이용한 투명전도 산화막의 광 특성 향상

이승훈, 탁성주, 강민구, 박성은, 김주영\*, 이준성, 김원목\*, 김동환<sup>†</sup>

고려대학교 신소재공학부; \*한국과학기술연구원  
(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

투명전도 산화막 재료로 널리 쓰이고 있는 ITO는 전기적, 광학적 특성이 우수하다는 장점이 있으나, ITO의 주 재료인 인듐은 고가일 뿐만 아니라 매장량도 제한적 이므로 인듐을 사용하지 않는 대체 재료의 개발이 시급하다. Al doped ZnO(AZO)는 가시광을 투과하는 성질을 가지고 있고, 200°C이하의 저온 공정이 가능한 장점을 가지고 있을 뿐만 아니라, 수소 분위기에서의 안정성 및 낮은 가격으로 인해서 ITO 대체 TCO의 유력한 후보이다. 본 연구에서는 전기적 특성 및 안개도(haze)를 향상시키기 위해 seed로 작용하는 nano particle을 유리기판에 형성한 뒤 rf magnetron sputtering법을 이용하여 AZO투명전극을 제작하여 그 특성을 분석하였다. Hall measurement, UV-VIS spectrophotometer, Optical microscope, SEM을 사용하여 전기적, 광학적, 구조적 특성을 각각 조사하였으며, 특히 광학적 특성 개선에 중점을 두어 관찰하였다. Nano- particle을 사용하여 제조된 AZO 박막은 표면 형상을 변화시켜 박막의 광 포획을 위한 안개도가 향상 됨을 확인 할 수 있었으며, 표면 형상 제어를 통해 박막 태양전지 적용을 위한 투명전도 산화막을 제작할 수 있었다.

**Keywords:** TCO, Al-doped ZnO, rf magnetron sputtering, Haze

## 가스 하이드레이트 형성원리를 이용한 SF<sub>6</sub>/N<sub>2</sub> 혼합기체의 분리 및 회수에 대한 연구

이은경, 이현주, 이윤석, 하린, 이주동\*, 김영석\*, 김양도†

부산대학교 재료공학부; \*한국생산기술연구원 동남권기술지원본부  
(yangdo@pusan.ac.kr†)

SF<sub>6</sub>가스는 높은 절연 특성으로 인해 산업공정에서 순수 또는 N<sub>2</sub>나 CO<sub>2</sub>가스를 혼합시켜 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 SF<sub>6</sub>가스의 지구온난화지수는 CO<sub>2</sub>대비 23,900배로 환경에 치명적인 영향을 줄 수 있으므로, SF<sub>6</sub>가스에 대한 분리 및 처리에 관한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 조성에 따른 SF<sub>6</sub>/N<sub>2</sub> 혼합기체의 3상평형(물-하이드레이트-기체)점을 측정하였다. 측정결과 N<sub>2</sub>가 더 많이 첨가된 혼합기체일수록 순수 SF<sub>6</sub>의 상평형 조건보다 더 높은 압력, 더 낮은 온도에서 형성됨을 알 수 있었고 라만분석으로 실제 만들어진 하이드레이트 내에 혼합기체를 확인하였다. 또한 하이드레이트 형성속도 및 회수기체의 조성을 측정하여 분리 및 회수의 효율을 살펴보았다. 본 실험에서 얻어진 결과는 SF<sub>6</sub>혼합기체의 분리 및 처리에 관한 연구의 중요한 기초 자료가 될 것이다.

**Keywords:** 가스 하이드레이트, SF<sub>6</sub>, N<sub>2</sub>

## Evaluation of TiO<sub>2</sub> Photocatalyst Efficiency and Microstructure depending on Coating Condition

이재훈, 서승국, 전호연, 김범준, 이장균, 박상호\*, 노재승†

금오공과대학교 신소재시스템공학부; \*스마트텍  
(jsroh@kumoh.ac.kr†)

산업사회 이후 실내에 거주하는 시간이 많아짐으로써 실내공기 오염이라는 새로운 환경문제가 대두되었다. 오늘날 현대인은 하루 24시간 중 80%이상을 실내에서 활동하고 있으며, 인체에 미치는 실내공기의 오염이 대기 오염보다 더 크다. 이에 대한 대책으로 광촉매를 이용하여 오염물질을 분해하고자 하는 노력은 계속되고 있으며, 광촉매로 사용할 수 있는 물질에는 TiO<sub>2</sub>, ZnO, CdS, ZrO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, WO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub> 등이 있다. 이 중 TiO<sub>2</sub>는 광촉매로서 내구성, 내마모성 및 대부분의 산, 염기, 유기용매에 침식되지 않는 물리·화학적 안정성이 우수하며, 촉매로서의 기능을 하기 때문에 자신은 변하지 않아 반영구적으로 사용이 가능하고 폐기하였을 때 2차 오염에 대한 염려가 없다. 또한 Ti은 지각 중에 9번째로 많은 원소이며 산화물인 TiO<sub>2</sub>는 자원적으로 매우 풍부하다는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 광촉매로 Degussa P-25 TiO<sub>2</sub>를 사용하여 코팅액을 제조하여 STS, Al, Cu 기판에 페이스트법으로 코팅하였으며, 코팅된 시험편의 부착력, 표면특성을 분석하여 최적의 코팅방법을 찾고자 하였다. 코팅층 표면특성 분석은 FE-SEM, XRD를 이용하여 분석하였으며, 자외선 조사에 따른 메틸렌블루 용액의 탈색정도를 측정하여 TiO<sub>2</sub> 광촉매의 효율을 평가하였다.

**Keywords:** 광촉매, TiO<sub>2</sub>, 살균, 정화



## Performance and Characterization of a GDC-Based Unit Cell for Intermediate-Temperature Solid Oxide Fuel Cells

이종원, 김용훈, 형은희, 배승묵, 이종호\*, 황진하†

홍익대학교; \*한국과학기술연구원  
(jhwang000@empal.com†)

A high demand on solid oxide fuel cells requires the development of intermediate-temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs). The IT-SOFCs is constructed based on ceria-based electrolytes, especially Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-doped CeO<sub>2</sub> (GDC). The current work places special emphases on the unit cell performance in GDC-based solid oxide fuel cells. The cathode composite was a mixture of GDC(Ce<sub>0.9</sub>Gd<sub>0.1</sub>O<sub>1.95</sub>) and LSCF (La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>0.8</sub>O<sub>3</sub>) and the anode a composite of GDC and Ni. In our electrolyte-supported SOFC system, both electrodes were fabricated through screen-printing and the printed electrolyte was attached hermetically to interconnect. The output characteristics are measured along with electrochemical impedance spectroscopy from 700°C to 550°C. The electrical performance of the current IT-SOFC unit cell was evaluated in terms of open circuit potentials, current-voltage characteristics, current-power features, impedance spectroscopy etc. The unit cell performance is discussed with regard to the triple phase boundary concepts through the simultaneous analyses assisted by electrical and microstructural techniques.

**Keywords:** GDC, IT-SOFCs, Unit Cell Test

## 실리카졸 열전도 나노유체

이진호, 임형미†, 오성근\*, 이승호

요업기술원; \*한양대학교 응용화학생명공학부  
(lim@kicet.re.kr†)

열교환 유체로 사용될 수 있는 나노유체(nano-fluid)는 기존의 열교환 유체보다 효율이 더 높은 것으로 알려져 있으나, 나노유체의 입자크기가 작을수록, 분산성이 좋을수록 열전도도 효율이 높게 나타나는 것 외에는, 불순물, 형상 및 표면특성등 물성이 미치는 영향에 대한 연구는 아직까지 알려지지 않았다. 이에 상업적으로 오래 동안 사용되었고 다른소재 대비 분산 안정성이 우수하고 경제성이 있는 실리카 산화물이 분산된 나노유체를 다양한 제조공정으로 제조하여 물성을 분석하고 열전도도 특성을 연구하였다.

**Keywords:** 실리카졸, 나노유체, 열전도

## 나노테트라포드를 이용한 유-무기 복합 태양전지

이현주, 김동환<sup>†</sup>, 정원석\*, 김경곤\*, 박남규\*, 김성원, 박정희\*\*고려대학교 신소재 공학부; \*한국과학기술연구원 태양전지연구센터; \*\*고려대학교 신소재 화학과  
(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

본 연구에서는 전도성 고분자와 나노테트라포드를 각각 전자 도너와 억셉터로 사용하여 유-무기 복합 태양전지를 제작하였다. 올레일산 또는 양이온 계면활성제인 CTAB를 리간드로 사용하고 1-octadecene을 용매로 사용하는 열용매법을 통해 CdSe, CdTe 및 CdTe/CdSe type II 이종접합 나노테트라포드를 합성하였다. 합성된 나노테트라포드의 형상 및 전기/광학적 특성을 분석하기 위하여 transmission electron microscopy, x-ray diffraction, UV/Vis. absorption spectroscopy, photoluminescence spectroscopy, photoelectron spectroscopy 및 cyclovoltammetry 분석을 수행하였다. 합성된 나노테트라포드에 대해 끓는 점 및 나노테트라포드 표면에서의 결합력이 낮은 피리딘을 이용하여 표면개질을 수행하였고, 표면개질된 나노테트라포드를 p형 전도성 고분자인 P3HT 및 MEH-PPV와 블렌딩하여 벌크 이종접합 태양전지를 제작하였다. 제작된 유-무기 복합태양전지의 특성을 분석하기 위하여 전류-전압 및 양자효율 분석을 수행하였다. CdSe 나노테트라포드와 P3HT고분자를 이용한 태양전지에서 가장 높은 광전변환효율을 보였으며, 이 때 개방전압, 단락전류, 충진율 및 광전변환효율은 각각 0.45 V, 5.47 mA/cm<sup>2</sup>, 42 % 및 1.04 % 였다.

**Keywords:** organic-inorganic hybrid solar cell, CdSe, CdTe, nanotetrapod, type II heterojunction

수소생성용 활성촉매로서의 적용을 위한 Ni/Ni<sub>3</sub>Al 2상합금의 미세조직제어 및 전기화학적 선택부식에 의한 표면개질이혜연<sup>†</sup>, Masahiko Demura\*, Ya Xu\*, Toshiyuki Hirano\*, 위당문KAIST; \*NIMS  
(dishy@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

Catalytic activity is expected to be higher on rough and irregular surface having larger surface area compared with flat surface. In order to make active Ni<sub>3</sub>Al catalyst having such irregular surface, we here performed the electrochemically selective etching of  $\gamma$  matrix using Ni( $\gamma$ )/Ni<sub>3</sub>Al( $\gamma'$ ) two-phase foils. In this study, we examined surface morphologies of the two-phase foils having various two-phase structures controlled by cold-rolling and heat-treatment after the electrochemical etching of  $\gamma$  matrix. The electrochemical etching was performed in the electrolyte of distilled water with 1wt.% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and 1wt.% citric acid at a constant potential of 1.75V. The foils were cold-rolled and subsequently heat-treated at 873, 1073 and 1273K for 0.5h. The foil surface showed the  $\gamma$ -etched microstructure after the electrochemical etching: the matrix was selectively etched, leaving the heterogeneously distributed  $\gamma'$ -precipitates on the surface. It turned out that the rough and irregular  $\gamma'$  surface, which is expected to show high catalytic activity, can be formed.

**Keywords:** Ni/Ni<sub>3</sub>Al 2상합금, 열처리, 선택적 부식, 표면개질

## Electrochemical and Microstructural Characteristics of LSCF-GDC Composite Cathodes for Intermediate-Temperature Solid Oxide Fuel Cells

이흥경<sup>†</sup>, 배승묵, 황진하

홍익대학교

(baddrumer81@hotmail.com<sup>†</sup>)

Intermediate temperature operation (ranging from 550 to 700°C) has attracted the wide-spread attention in solid oxide fuel cells. The intermediate temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs) have been exploited using a ceria-based electrolyte as the basis components. The technical success depends on the optimized cell performance where the key components of electrodes and electrolytes should be developed. La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>0.8</sub>O<sub>3</sub> (LSCF) has been reported to exhibit mixed conduction unlike that of La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub>(LSM). The particular feature of LSCF is combined with the Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Doped Ceria(GDC) which functions as a cathode composite for IT-SOFCs. The electrode polarizations are characterized at the intermediate temperature ranging from 500°C to 700°C. The optimized information is discussed in terms of electrochemical performance and microstructural features.

**Keywords:** sofc, lscf-gdc composite cathode, electrochemical and microstructural characteristics.

## Synthesis of Graded in Composition and Microstructure Cathode Films for IT-SOFCs by Electrostatic Spray Deposition (ESD)

박인유, 임종모, 장성은, 신동욱<sup>†</sup>

한양대학교 신소재공학과

(dwshin@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

Graded and controlled porosity of cathodes for solid oxide fuel cells have been studied. The cathodes are composed of strontium-doped samarium cobaltite (Sm<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>CoO<sub>3</sub>, SSC) and samarium-doped ceria (Sm<sub>0.2</sub>Ce<sub>0.8</sub>O<sub>1.9</sub>, SDC). The nanostructured composite cathodes graded in both composition and microstructure have been successfully fabricated on a SDC electrolyte by electrostatic spray deposition (ESD) method. The SSC has good electrochemical properties for intermediate-temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs) because it has mixed-conduction characteristics which are electronic and ionic conductivities. It has higher ionic conductivities than other cathode materials for SOFCs such as LSM and LSC. The composite SSC with SDC lowers the thermal expansion mismatch and is effective for extension of the triple phase boundary (TPB). The graded porosity microstructure helps the rate of electrode reaction to increase and make the oxygen gas easy to transport to the active reaction site. In this research, the microstructure was controlled with both compositional and porosity gradient, consisting of fine grains close to the electrode and electrolyte interface, and bigger sizes at the surface of the electrode. As a result, it was proved that the ESD technique can control the graded porous microstructure.

Acknowledgements This work was supported by the Seoul Research and Business Development Program (Grant No.10583)

**Keywords:** SOFC, cathode, graded microstructure, ESD

## 무연탄 석탄회 첨가량이 DPNR용 세라믹 하니컴의 강도 및 구조에 미치는 영향

장규범, 주재환, 조진녕, 유연태<sup>†</sup>, 이근호<sup>\*</sup>

전북대학교 신소재공학부; <sup>\*</sup>(주)삼정세라믹  
(yeontae@chonbuk.ac.kr<sup>†</sup>)

자동차, 화력발전소, 화학공장 및 도장공장, 디젤엔진기관 등에서 발생하는 배출가스로 인한 대기오염은 오늘날 지구 환경 오염의 주범이다. 이 중에서도 디젤엔진은 가솔린엔진에 비하여 입자상물질(PM)과 질소산화물이 다량 배출되기 때문에 환경 문제에 있어서 최근에 가장 우선적 선결 과제로 등장하고 있다. DPNR(Diesel Particulate NOx Reduction) 세라믹 하니컴이란 디젤엔진에서 발생하는 NOx 가스와 입자상 물질(PM; Particulate Matter)을 동시에 제거할 수 있는 최신형 필터를 말한다. DPNR의 재질은 열팽창 계수가 비교적 적은 코디어라이(Cordierite)계 세라믹이 가장 많으며, 내구성 향상을 위하여 SiC가 사용되기는 하지만 고가이어서 경제성이 결여된다는 문제점이 제기되고 있다.

본 연구에서는 코디어라이트계 세라믹 하니컴의 강도 및 경제성을 동시에 향상시키기 위하여 코디어라이트 원료 중 일부를 무연탄 석탄회로 대체하는 연구를 수행하였다. 무연탄 석탄회는 첨가량은 10~30wt%의 범위로 조절되었고, 소성온도는 1150~1300℃ 범위에서 조절되었다. 무연탄 석탄회의 평균입경은 코디어라이트의 입경과 유사한 20~30 $\mu$ m의 것을 사용하였다. 이들 원료시료는 수분함량이 15~25wt% 범위 내에서 조절되었고, 쌍롤 압출성형기를 이용하여 하니컴을 제조하였다. 소성 전 압출 성형된 세라믹 하니컴의 크기(가로×세로)는 60×60mm로 하였고, 길이는 50mm로 하였다. 셀피치는 4mm이고, web 두께는 0.3mm로 하였다. 세라믹 하니컴의 구조적 특성은 압축강도, X선회절분석, SEM 분석에 의해서 평가되었다.

하니컴의 강도는 석탄회의 함량이 증가할수록 소성온도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 소성온도가 1200℃인 경우, 무연탄 석탄회가 첨가되지 않은 코디어라이트계 세라믹 하니컴의 압축강도는 0.2kgf/mm<sup>2</sup>을 나타낸 반면에, 30wt%의 무연탄 석탄회를 첨가한 세라믹 하니컴의 압축강도는 0.65kgf/mm<sup>2</sup>로 약 3배정도 증가하는 연구결과를 얻었다.

**Keywords:** 세라믹하니컴, DPNR, 무연탄석탄회, 압축강도

## Studies and characterization of carbon-PTFE electrode composites by nickel solution dipping method as supercapacitor.

장아름, 김창열<sup>\*†</sup>, 서동학<sup>\*\*</sup>

요업기술원(한양대학교); <sup>\*</sup>요업기술원; <sup>\*\*</sup>한양대학교  
(cykim15@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

전기이중층 커패시터는 활성탄소, 바인더, 및 도전재료로 구성된 전극의 제조방법과 성분들에 많은 영향을 받는다. 전기이중층 커패시터의 활성탄소를 사용하여야 하나 비표면적이 2000m<sup>2</sup>/g이 이상인 활성탄소는 micro pore(~1nm 이하)가 차지하는 비율이 많으므로, 이온들의 pore 저항이 크고 전기이중층 커패시터의 출력특성을 저하시키는 결과를 가져온다. 이를 개선하기 위해 meso pore 비율이 높은 카본에어로겔을 이용하여 바인더와 도전재료를 적절히 사용하여 sheet 형태로 전극을 제조하여 커패시턴스를 측정하였다. 본 연구에서는 마그네슘아세테이트 촉매의 양을 변화시키면서 레소시놀(R)과 포르말데히드(F)의 중합반응을 변화시켜 카본에어로겔의 나노기공 특성을 변화시키는 것을 연구목적으로 하였으며 전기저항이 낮은 Nickel을 이용하여 슈퍼커패시터특성의 변화를 목적으로 실험을 하였다. 레소시놀(R)과 포르말데히드(F)의 함량에 대하여 (R+F)/Mg(Ac)2가 50-500을 기준으로 Nickel solution 에 카본에어로겔을 dipping한 실험과 그렇지 않은 실험을 하였다. 중합반응된 RF 젤을 CO2 초임계 건조공정을 이용하여 유기에어로겔을 합성하였으며, 그 후 800℃ 질소분위기 하에서 2시간 열처리하는 것을 통하여 카본 에어로겔을 제조하였다. 합성한 카본에어로겔의 미세구조를 SEM과 TEM을 통하여 관찰하였으며, 질소흡착/탈착에 BET 비표면적과 메조기공의 크기 및 기공체적을 구하였다. 카본에어로겔의 밀도는 아르키메데스 원리를 이용하여 측정하였다. 합성한 탄소 에어로겔을 30wt% H2SO4 Full cell 구조를 이용하여 슈퍼커패시터의 전극특성을 평가하였다. Nickel solution에 dipping을 한 샘플의 경우 커패시턴스 값이 15 (F/g) 정도 높게 측정 되었다. 이러한 실험결과를 통하여서 Nickel solution을 dipping 하여 전기저항을 낮추고 전기전도도가 좋아 슈퍼커패시터 특성 향상에 기여하는 것을 알 수 있다.

**Keywords:** carbon aerogel, capacitor

## 산화·환원처리를 이용한 Ni<sub>3</sub>Al 박판재의 Ni 촉매 표면구조개질

장준혁<sup>†</sup>, Ya Xu<sup>\*</sup>, 천동현<sup>\*\*</sup>, Masahiko Demura<sup>\*</sup>, Toshiyuki Hirano<sup>\*</sup>, 위당문

한국과학기술원, <sup>\*</sup>NIMS; <sup>\*\*</sup>한국에너지기술연구원

(juni1394@kaist.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 Hirano 등은 일방향응고법으로 금속간화합물 Ni<sub>3</sub>Al의 상온연성 및 전성을 획기적으로 개선시켜, 냉간압연으로 30 $\mu$ m 이하 두께의 박판성형에 성공하였다. 또한, Xu, Chun 등은 이 Ni<sub>3</sub>Al 박판재가 수소생성촉매로서 메탄올분해반응에 높은 촉매활성을 나타내는 것을 발견하였다. 이러한 결과는 박판형태로 제조된 Ni<sub>3</sub>Al 합금을 수소생성용 마이크로 리액터의 촉매재료 및 구조박판재로 동시에 적용할 수 있는 매우 높은 가능성을 제시하고 있다.

특이하게도 Ni<sub>3</sub>Al 박판재의 메탄올분해반응에 대한 활성은 시간이 증가함에 따라 높아지는 경향을 나타내었다. 이는, Ni<sub>3</sub>Al 촉매박판재가 촉매반응 중 Ni 금속입자가 자발적으로 형성됨으로써 메탄올분해반응에 대한 높은 활성을 나타내는 것으로 확인되었다. 이 결과는, 적절한 표면처리를 통하여 박판재의 표면에 더 많은 Ni 금속입자를 형성할 수 있다면, Ni<sub>3</sub>Al 촉매박판재의 촉매활성을 한층 증가시킬 수 있음을 제시해 주고 있다.

기존에 Ni<sub>3</sub>Al 합금의 산화거동에 대한 연구는 활발히 진행되어 왔다. 그 연구결과에 따르면, 산화조건에 따라 박판 표면에 다양한 형태의 Ni oxide와 Al oxide의 층상구조가 형성되는 것으로 보고되어 있다. 본 연구진은 Ni oxide가 Al oxide보다 열역학적으로 불안정하기 때문에 적절한 열처리를 통해 Ni oxide만을 선택적으로 환원 할 수 있을 것으로 판단하였다. 하지만, 지금까지 Ni<sub>3</sub>Al 박판재의 산화 및 환원거동에 대해서는 보고된 바가 없다. 따라서, 본 연구에서는 Ni<sub>3</sub>Al 박판재의 산화·환원거동을 분석하고, 산화·환원 열처리를 통하여 표면개질된 박판재의 수소생성촉매로서의 적용 가능성을 평가하고자 한다.

본 연구에서는 Ni<sub>3</sub>Al 박판재를 700°C, 900°C에서 1 시간 동안 산화 후 500°C에서 1 시간 동안 환원처리 하였다. 박판재는 산화온도에 따라 다른 표면구조를 나타내었다. 700°C에서 산화한 박판재의 경우, 박판표면에 과립형의 연속적인 NiO층이 (Al-rich, Ni) 산화층 위에 형성되는 층상구조가 형성되었다. 반면에, 900°C에서 산화한 박판재의 경우, NiO 입자가 NiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/(Al-rich, Ni) 산화층 위에 형성되었다. 또한 연속된 환원처리 후 박판재의 표면을 관찰한 결과 NiO만이 Ni로 선택적으로 환원되는 것을 확인하였다. 즉, 산화·환원을 이용한 표면처리 후 개질된 박판재의 표면구조는 Ni/Oxide 촉매구조와 매우 유사한 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 본 연구를 통하여 간단한 산화·환원처리를 이용하여 Ni<sub>3</sub>Al 박판표면에 산화층에 담지된 Ni 촉매구조를 효과적으로 생성시킬 수 있음을 확인하였고, 이 표면개질된 Ni<sub>3</sub>Al 촉매박판재의 수소생성촉매로서 적용 가능성을 확인하였다.

**Keywords:** Ni<sub>3</sub>Al, Ni catalysts, surface modification, oxidation-reduction

## TiO<sub>2</sub> Aerogel Synthesis by Supercritical Drying and Its Photoelectrode Thick Film Synthesis

장해욱, 김창열<sup>†</sup>, 박유식, 장아름, 조광연, 허승현, 구은희, 현상일, 류도형

요업기술원

(cykim15@kicet.re.kr<sup>†</sup>)

염료감응 태양전지는 반도체 접합형과 달리 고체/액체 접합의 광전기화학형로서 특히 산화·환원 전해질을 포함하는 광합성 원리를 이용한 태양전지이다. 반도체 산화물 전극으로 주입된 전자는 나노입자간 계면을 통하여 투명 전도성막으로 전달되어 전류를 발생시키게 된다. 염료분자에 생성된 홀은 산화·환원 전해질에 의해 전자를 받아 다시 환원되어 염료감응 태양전지 작동 과정이 완성된다. 에어로젤은 2-50 nm 크기의 나노미터 크기의 기공으로 이루어진 다공성 소재로서, 40 °C, 100기압의 초임계 건조조건에서 용매를 추출하는 방법에 의하여 합성할 수 있다. 이러한 에어로젤은 400-1000 m<sup>2</sup>/g으로 매우 크고, 또한 기공률이 90% 이상을 차지하기 때문에 광촉매 전극의 특성을 향상시키는 것이 가능하다. 이러한 광촉매 전극을 염료감응 태양전지에 응용할 경우 비표면적 증가로 보다 많은 양의 염료를 흡착시킬 수 있기 때문에 효율을 향상시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 본 연구의 목표로 TiO<sub>2</sub> 에어로젤을 합성하고 이를 후막으로 코팅하는 것에 의하여 염료감응 태양전지 광전극을 제조하는 것으로 정하였다.

TiO<sub>2</sub> 에어로젤의 제조는 티타늄이소프로폭시드(TIP), 증류수, 에탄올, 그리고 HNO<sub>3</sub>를 1:3.75:20:0.08의 몰비로 술을 만들어 공기와의 접촉을 차단한 상태에서 두면 투명한 젤이 생성되고, 생성된 젤을 CO<sub>2</sub> 가스를 이용한 초임계 건조를 시키는 것에 의하여 푸른빛을 띠는 TiO<sub>2</sub> 에어로젤을 합성하였다. 제조된 TiO<sub>2</sub> 에어로젤을 에탄올에 분산시킨 후 에틸셀룰로오스 (Ethyl cellulose)와  $\alpha$ -터피네올 ( $\alpha$ -terpineol)을 혼합하여 페이스트를 제조하였고, 스크린 프린팅 방법에 의하여 점도를 조절한 후, 10~15 $\mu$ m 두께의 광전극을 FTO glass 위에 형성하였다. 그 후 450°C/30min 열처리를 하여 TiO<sub>2</sub> 메조기공 전극을 형성 하였다. 이 때 TiO<sub>2</sub> 광전극의 비표면적, 미세구조, 광특성을 평가하였다.

**Keywords:** AEROGEL, DSSC

## 습식분급기술을 이용한 반도체 공정 실리콘 폐기물의 재활용

정항철<sup>†</sup>, 김전홍, 공만식, 홍현선, 김구성\*고등기술연구원; \*(주)이피웍스  
(hcjung@iae.re.kr<sup>†</sup>)

태양광산업 분야는 최근 유가 급등 및 에너지의 관심이 고조됨에 따라 시장성이 더욱 확대되고 있다. 태양광 발전 시스템에서 소재 원가비용이 차지하는 비중은 50%정도로서 원료소재인 실리콘의 의존도가 매우 높은 실정이다. 하지만 최근 실리콘의 공급부족으로 인해 태양광산업 전체가 영향을 현재 받고 있으며 공급부족은 계속될 전망이어서 실리콘 폐기물의 재활용 기술개발이 시급하다. 고순도 실리콘 폐기물은 웨이퍼 제조공정과 반도체 제조공정 중에 주로 발생하는데 가장 많은 폐기물이 발생하는 곳은 반도체 공정 중 웨이퍼의 백그라인딩(back grinding) 공정이다. 또한 요구되는 웨이퍼의 두께가 급속도로 얇아지고 있기 때문에 버려지는 실리콘 폐기물의 양이 급속도로 증가하고 있다.

본 연구에서는 웨이퍼 백그라인딩 공정에서 발생하는 실리콘 슬러리의 고품위화 기술을 위한 전처리 공정을 통해 고순도화 및 분리효율의 증대 방안에 대해 연구하였다. 실리콘 슬러리의 재활용을 위한 분급기술로서 습식분급기를 도입하였으며, 습식분급의 주요변수 및 공정에 따른 순도, 회수율 등의 주요특성을 고찰하였다.

**Keywords:** Recycling, Wet-Classification, Silicon

## 침출공정 폐액을 이용한 재활용 동분말의 회수 및 특성 연구

정항철<sup>†</sup>, 김전홍, 공만식, 홍현선, 한재광\*고등기술연구원; \*(주)광양합금철  
(hcjung@iae.re.kr<sup>†</sup>)

전자, 전기업계에서 발생하는 산업폐액으로는 PCB, MLCC 등의 제조공정에서 발생하는 식각 및 도금폐액, 반도체 에칭폐액, 알루미늄/스테인레스의 산세 폐액 등이 있다. 이러한 폐액들은 최근 제품의 생산량이 급격하게 증가함에 따라 발생량도 매년 약 40-60% 정도씩 급격히 증가하고 있는 추세이다. 이들 산업 폐액은 동, 니켈, 은, 금 등의 고가의 귀금속과 염산, 황산, 질산, 인산 등의 산이 포함되어 있는데, 환원법, 치환법, 농축법, 전기분해법 등을 통해 각종 금속의 회수가 가능하다.

본 연구에서는 산화몰리브덴의 침출공정에서 발생하는 폐액에 함유되어 있는 유가금속인 구리의 회수를 위하여 생산성이 우수한 치환반응공정을 도입하였다. 치환금속으로는 Fe plate를 사용하였으며, 치환금속의 종류 및 미세구조에 따른 영향, 침출공정 폐액의 종류 및 회수공정 조건에 따른 동분말의 영향에 대하여 고찰하여 각 조건에 대한 회수율이 가장 우수한 조건에 대한 최적화 연구를 실시하였다.

**Keywords:** Leaching, Copper, Recovery

## 박막 봉지 기술을 적용한 유기태양전지 장수명화 연구

조성우, 강재욱\*, 김종국\*, 김도근\*†, 김한기\*\*, 정순욱\*\*\*

한국기계연구원 부설 재료연구소, 금오공과대학교 정보나노소재공학과;

\*한국기계연구원 부설 재료연구소; \*\*경희대학교 디스플레이재료공학과;

\*\*\*금오공과대학교 정보나노소재공학과

(dogeunkim@kims.re.kr<sup>†</sup>)

유기발광소자 또는 유기태양전지와 같은 유기물 기반 광전소자는 대기 중의 수분이나 산소에 취약하며 수분과 산소의 침투시에 유기소자의 열화가 급속하게 일어나 광학적, 전기적, 기계적 특성이 변하게 된다. 유기태양전지 소자 상에 HWCVD(Hot-Wire Chemical Vapor Deposition) 공정을 이용한 SiNx 박막 형성을 통해 박막 봉지를 수행하였다. 텅스텐 열선을 1500°C 로 가열하여 SiH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> 가스를 주입하여 실험을 진행하였다. NH<sub>3</sub> 가스 유량비에 따른 SiNx 박막의 광투과율과 증착 속도를 평가 하였으며, HWCVD 공정을 적용하여 SiNx의 박막 형성시 NH<sub>3</sub> 가스 유량비 및 SiNx 박막의 두께 변화에 따른 유기태양전지 소자의 광변환 효율을 측정하였다. 대기 중에 노출된 유기태양전지 소자의 광변환 효율의 반감주기는 약 14시간이며 단일 박막으로 형성된 SiNx 박막 형성시 상대적 광변환 효율의 반감주기는 44시간 수준으로 여전히 장수명화에는 문제점을 지니고 있다. 본 연구에서는 SiNx 박막의 다층구조 형성 및 박막 최적화를 통해 유기태양전지의 장수명화의 가능성을 제시하고자 한다.

**Keywords:** SiN, organic solar cell, passivation

## Co 무전해도금된 SOFC용 분리판의 고온산화 특성 평가

주정운, 한원규, 서현석, 강성군, 신정철\*†

한양대학교 신소재공학부; \*한양대학교 철강공정및응용연구소

(shin25@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

SOFC(Solid Oxidation Fuel Cell)의 분리판 소재로서 기존에 사용되던 세라믹소재를 대신하여 가격적이 저렴하고 가공하기가 용이한 금속계 분리판(STS4XX)에 대한 연구가 진행되고 있다. 그러나 STS4XX 계열의 경우 Cr-rich 합금이기 때문에 800°C에서 SOFC 운전 중에 H<sub>2</sub>O와 반응하여 Cr<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>(g), CrO<sub>2</sub>(OH)(g) 등이 휘발하는데 수소분위기인 anode에서 환원이 일어나 운전효율을 떨어뜨린다. 본 연구에서는 STS4XX에 무전해도금법으로 Co를 2μm도금한 후 Cr 휘발량 및 전기전도도를 측정하여 실제 분리판에 적용가능한지 알아보하고자 한다. 시편으로는 Ferrite계 stainless인 STS444와 STS446M을 사용하였으며 비교재로서 Crofer22APU를 같이 평가하였다. 코팅하지 않은 시편은 800°C에서 약 400시간 산화시킨 결과 약 30~50mΩcm<sup>2</sup>의 ASR값을 나타냈으며, 이는 표면에 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 형성되어 전기전도도를 낮추었기 때문이다. 무전해도금으로 Co를 2μm도금한 시편의 경우 약 400시간이 경과한 후 10mΩcm<sup>2</sup>이하의 ASR값을 보였는데 이는 도금 층 내부에 Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>와 함께 (Co, Mn, Fe)<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 형태의 Spinel형 구조가 형성되어 전기전도도에 좋은 영향을 준 것이다. 또한 Co 코팅 층이 표면으로의 Cr diffusion을 억제하여 Cr-poisoning을 10ng/cm<sup>2</sup>/h 로 감소시켰고 이는 표면에 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 형성을 방지하였기 때문이다.

**Keywords:** SOFC, 분리판, Co coating, ASR

## 고분자연료전지(PEMFC) 분리판 내구성 개선을 위한 TiN, Ti/TiN double layer coating 처리

채길병, 장혜빈, 정민호\*, 진용식\*, 최대규†

전북대학교 수소연료전지특성화대학원; \*전북대학교 정보전자재료공학과  
(dkchoi@chonbuk.ac.kr†)

최근의 유가의 급격한 변동과 공급적인 측면에서 2030년을 석유 생산정점으로 예상하는 가운데 석유를 대체할 미래 에너지원을 확보하기 위한 세계 각국의 경쟁이 치열하다. 화석연료의 사용으로 지구온난화로 인한 환경문제가 대두되고 있다. 미래의 에너지는 환경오염이 없고 재생 가능한 에너지가 각광받는 추세이다. 이중 수소는 물을 분해하여 얻을 경우 청정하고 무한한 에너지원이다. 수소를 에너지원으로 사용하는 연료전지는 고효율 에너지 변환 매체이며 여러 분야에 적용가능하다.

현재 연료전지가 상용화되기 위해 촉매, 분리판, 유로형상 등이 성능 개선 및 제조비용 절감을 위해 연구되고 있다. 그래파이트(Graphite)계 분리판의 경우 제조비용의 50%이상을 차지하고 많은 부피를 차지하기 때문에 이를 대체하기 위해 금속계 분리판, 고분자 합성 분리판 등이 연구되고 있다.

본 연구에서는 스테인리스스틸에 Ion plating 방법으로 coating 처리를 하였는데 스테인리스 스틸 판재에 CNC 밀링으로 유로를 제작하고 Ion plating 전처리로 Lapping → SMAP → TCE 세척 → OVEN 건조를 하였다. 코팅처리는 base pressure 5×10<sup>-5</sup>torr, 공정온도 400℃, working pressure 2×10<sup>-2</sup>torr, bias 600V로 하여 TiN 3μm, Ti 2μm의 TiN, Ti/TiN Double-layer coating 처리를 하였다. 부식저항성을 높이는데 주안점을 두며 부식테스트, 저항 측정, 단위전지실험, 접촉각을 측정하였다.

부식 테스트 결과 coating 처리를 하지않은 스테인레스 < TiN coating < Ti/TiN double-layer coating 순으로 나타나는데 이는 Ti가 TiN 박막의 결정구조를 개선하고 접착성을 향상시키는 것으로 생각된다.

접촉각의 경우 그래파이트가 가장 좋으나 스테인레스 스틸에 coating 처리를 하므로 인해 접촉각을 개선 할 수 있었다.

**Keywords:** Ion plating, TiN coating, Ti/TiN double-layer coating, 분리판

## ITO가 코팅된 Flexible기판 위에 전기·화학 증착 법과 나노 인쇄 법을 통해 만든 CdTe 구조 층의 구조적·광학적 성질

천승주, 한강수, 신주현, 이현, 김동환†

고려대학교 신소재공학부  
(solar@korea.ac.kr†)

CdS/CdTe 태양전지는 실리콘 태양전지와 함께 양산형 태양전지로서 주목 받는 태양전지이다. 이러한 CdS/CdTe 태양전지를 flexible한 구조로 만들기 위해서 우리는 ITO가 코팅된 flexible 기판에 전기·화학 증착 법(electro chemical deposition)을 통하여 CdTe 물질을 생성 시켰다. 그리고 단순 박막 구조가 아닌 나노 구조 층을 형성시키기 위하여 ITO가 코팅된 flexible 기판 위에 나노 인쇄 법(nano imprinting)을 통하여 형판(template)을 형성 시킨 뒤, 작업 전극(working electrode)로 사용하는 방식을 사용했다.

이렇게 형성된 CdTe 나노 구조 층을 분석 하기 위하여 XRD와 라만(RAMAN) 분석법을 통하여 구조적 성질을 분석 하였으며, FIB-SEM을 통하여 형성된 구조 형상을 확인 하였다.

**Keywords:** CdTe, flexible 기판, 전기·증착 법, 나노 인쇄 법



## 저전력 마이크로 플랫폼 상에 MWCNT와 나노 입자 SnO<sub>2</sub> 혼합 재료를 이용하여 제조된 가스센서의 다중 가스 감지 특성

최광용, 박준식<sup>\*†</sup>, 박광범<sup>\*</sup>, 김성동<sup>\*</sup>, 김현재<sup>\*\*</sup>

전자부품연구원 융합센서소자 연구센터, 연세대학교 전기전자공학과;  
\*전자부품연구원 융합센서소자 연구센터; \*\*연세대학교 전기전자공학과  
(jspark@keti.re.kr<sup>†</sup>)

유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 대기 환경 모니터링을 위하여 저전력 구동으로 다종의 가스를 감지 할 수 있는 환경 센서에 대한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 이를 위하여, 본 연구에서는 저전력 구동이 가능한 마이크로 발열체와 감지전극을 포함하는 초소형 마이크로 플랫폼 상에, 고감도, 선택성을 갖는 감지 재료를 적용한 마이크로 가스 센서를 제조하고, 이를 이용하여, 다종의 가스를 연속적으로 감지하여 그 감도와 선택성에 대하여 조사되었다.

마이크로 플랫폼은 MEMS공정을 이용하여 SiN<sub>x</sub> 멤브레인 상에 마이크로 발열체와 감지전극을 절연체를 중간에 이용하는 적층 구조로 제조되어 300 °C 구동을 약 47.58 mW에서 할 수 있는 저전력 구동을 확보하였다. 감지 재료는 도체 특성을 갖는 다공질 MWCNT와 나노 사이즈의 반도체 특성의 SnO<sub>2</sub> 입자를 혼합하여 페이스트화하여 마이크로 플랫폼 상의 감지 전극 상에 도포하였다. 전압 인가를 통해 마이크로 발열체를 직접 발열시켜 감지 재료에서 유기물을 제거하고, 소결되도록 함으로써 큰 비표면적과 안정적인 저항을 갖도록 유도하였다. 이상과 같이 제조된 마이크로 가스 센서는 측정 대상 가스와의 빠른 흡탈착을 유도하기 위하여, 마이크로 플랫폼의 발열체에 일정 전압을 인가시켰으며, 이 때, 일정한 용량의 가스 챔버에 일정한 농도의 NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> 그리고 Xylene 등을 주입하면서 감지 재료와의 반응에 의한 저항변화를 전압 값으로 변환하여 감지 전극을 통해 측정함으로써 가스 감지 특성이 조사 되었다. NO<sub>2</sub> 가스의 경우 3.6 ppm 에서 4.80, Xylene은 3.6 ppm 에서 0.35, 그리고 NH<sub>3</sub>는 90ppm 에서 0.31의 감도가 측정되었다. 또한, NO<sub>2</sub> 가스가 0.6 ppm 에서 0.32의 감도를 측정됨으로써 저 농도의 NO<sub>2</sub> 가스 검출이 가능한 것으로 확인되었으며, 이상의 검출된 가스 감지 결과로부터 NO<sub>2</sub> 가스에 대한 선택성이 현저한 것으로 확인되었다.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT원천기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다 [2006-S-078-04, 나노선 나노튜브를 이용한 환경 검지 경보 시스템]. 연구비 지원에 감사드립니다.

**Keywords:** 저전력, 마이크로 플랫폼, MWCNT, SnO<sub>2</sub>, 가스 센서

## TiO<sub>2</sub> Filler Particle이 포함된 고분자 전해질을 이용한 고체염료감응 태양전지의 특성

최효림, 김은이, 유상현, 황진명<sup>\*†</sup>

인하대학교 세라믹공학과; \*인하대학교 신소재공학과  
(cmwhang@inha.ac.kr<sup>†</sup>)

차세대 대체 에너지 가운데 태양에너지는 무한 청정에너지로써, 환경 친화적이고, 세계 어디에서나 사용이 가능하여 신재생 에너지로 각광받고 있다. 그 중에서도 염료감응 태양전지 (dye sensitized solar cell, DSSC)는 광합성 원리를 이용한 태양전지로써 높은 에너지 변환효율, 저렴한 제조단가 및 단순한 제조공정 등의 장점을 가지고 있다. 그러나 DSSC에 주로 사용되는 액체전해질은 높은 에너지 변환효율을 보이지만, 누액, 휘발성, 약한 기계적 물성 등의 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 단점을 극복하고자, 고분자 전해질을 염료감응 태양전지에 이용하고자 하였다. 이 때, TiO<sub>2</sub> nanoparticle을 filler로 사용함으로써 기존 고분자 전해질의 단점인 낮은 이온전도도와 재결정화 문제를 해결하여 에너지변환효율을 향상시켰다. 이렇게 제조된 나노복합 고분자 전해질의 특성을 평가하고자 FT-IR spectroscopy, differential scanning calorimeter (DSC), thermo gacimetric analyzer (TGA), scanning electron microscopy (SEM) 및 이온전도도 등을 측정하였고, 제작된 DSSC의 전기적 특성과 에너지변환효율을 알아보기 위해 광 전압특성을 평가하였다.

**Keywords:** DSSC, 염료감응태양전지, 고분자 전해질, TiO<sub>2</sub>

## The effects of TCO/a-Si:H layer on silicon hetero-junction solar cells

탁성주, 강민구, 이승훈, 박성은, 이준성, 이정철\*, 김동환†

고려대학교 신소재공학부; \*한국에너지기술연구원  
(solar@korea.ac.kr<sup>†</sup>)

본 연구에서는 실리콘 이중접합 태양전지에 응용하기 위해 rf-magnetron sputtering 법을 이용하여 Al 이 2 wt.% 도핑된 수소화된 AZO (HAZO) 투명전도 산화막을 제작하고 TCO/p type a-Si:H layer 계면특성을 분석하였다. TCO/ p type a-Si:H layer 간의 계면특성을 향상 시키기 위해 buffer layer 를 삽입하여 CTLM (circular transmission line model) 패턴을 이용한 접촉저항 측정 및 AES (auger electron spectroscopy) 분석을 통한 depth profile을 분석하였으며, 열처리를 통한 TCO박막의 특성변화를 관찰하였다. 시편은 스퍼터링에 사용된 반응가스에 포함된 수소의 유량에 따른 박막 및 계면 특성 변화를 관찰한 H<sub>2</sub> flow ration series 와 AZO/a-Si layer 사이에 삽입된 Zn 박막의 두께에 따른 변화를 관찰한 Zn thickness series 로 제작하였으며, 시편 열처리는 RTA(rapid thermal annealing) 장치를 통해 저 진공 상태에서 3분간 진행되었다. 제작된 HAZO 박막의 전기·광학·구조적 특성 분석 및 계면특성 분석을 통해 실리콘 이중접합 태양전지에서 TCO/p type a-Si:H layer의 계면 특성이 미치는 영향과 계면특성 향상을 위한 방안을 연구하였다.

**Keywords:** Hydrogenated Al-doped ZnO, rf magnetron sputtering, interface analysis, Silicon hetero-junction solar cell

## Synthesis and Properties of Nanocrystalline Ceria-Based Electrolytes Using a Sonochemical Processing

형은희, 배승목, 이홍경, 양희선, 황진하†

홍익대학교 신소재공학과  
(jhwang000@empal.com<sup>†</sup>)

High efficiency of solid oxide fuel cells (SOFCs) have gained widespread attention as environment-friendly energy conversion techniques, along with less or negligible pollution. However, zirconia-based electrolytes limit the use of cost-effective stainless steels as interconnects, due to high temperature operations, ranging near 1000°C. Such high temperature fuel cells prevent SOFCs from being commercialized toward small- and large-power applications. Contrary to zirconia-based electrolytes, ceria-based electrolytes offer higher conductivities at lower temperatures. However, conventional ceria-based electrolytes requires sintering at significantly high temperatures, near or above 1500°C. Contrary to the microcrystalline ceria-based electrolytes, the nanocrystalline electrolytes can lead to reduction in sintering temperature, along with full densification. This work will investigate the sonochemical approach to the synthesis of nanocrystalline electrolytes, i.e, Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-doped ceria-based electrolyte. Sonochemical process can produce nanopowders with the aim to achieving the full densification at lower temperatures. The characteristics of the synthesized nanocrystalline powder were investigated in terms of physical and chemical features. In particular, X-ray diffraction and Energy Dispersed Spectroscopy was performed in conjunction with impedance characterization. Therefore, the ramifications of the sonochemical approach will be discussed towards the commercialization of intermediate temperature solid oxide fuels.

**Keywords:** SOFC, impedance characterization, ceria-based electrolytes, sonochemical processing

**Properties of Silicon based anode using RF magnetron sputtering  
for rechargeable lithium ion batteries.**

**황창목, 박종완<sup>\*,†</sup>**

한양대학교 신소재 공학과; <sup>\*</sup>한양대학교 신소재공학과  
(jwpark@hanyang.ac.kr<sup>†</sup>)

최근 휴대용 전자기기같은 소형기기 뿐 아니라 HEV, PHEV등과 같은 중대형 기기의 에너지 공급원으로서 리튬이차전지의 수요가 증가함에 따라 리튬 이차전지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

그동안 상용화 되어 있는 리튬 이차전지의 음극재료로는 대부분 카본계 음극 소재가 사용되어 왔다. 카본계 재료는 낮은 가격과 안정성이 좋다는 점 외에도 많은 장점이 있지만 이론적 용량이 372 mAh/g으로 제한되기 때문에 고용량화를 요구하는 현재의 추세에 한계를 드러내고 있다. 따라서 이를 새로운 음극 물질로 대체하기 위한 연구가 꾸준히 진행중에 있는데, 그 중 리튬과 합금화 반응을 하는 소재를 이용한 음극 소재는 에너지 밀도가 커서 고용량화에 대한 요구를 만족할 수 있는 장점을 보이고 있지만 충전과 방전과정이 반복되면서 전극이 큰 부피 변화를 수반하여 전기화학적 특성이 급격히 열화되는 현상이 발생한다.

본 연구의 목적은 리튬 이온 이차전지의 차기 물질로 연구되고 있는 실리콘과 다른 활물질 또는 비 활물질(M = Al, Mo, Ti, V)을 동시증착법(Co-deposition method)과 순차증착법(multi-layer deposition method)을 이용하여 충방전 중 급격한 부피변화에 대한 스트레스를 완충 시켜줄 수 있는 새로운 전극 구조를 설계하고 이 전극의 전기화학적 특성을 향상시키는 데 목적이 있다.

**Keywords:** Lithium ion batteries, anode, Si based alloy, multi-layer





# 서지 INDEX



## 저자 INDEX

강경훈 ..... P-163	곽지혜 ..... P-11	김남정 ..... P-97	김동환 ..... P-245
강경훈 ..... P-189	곽지혜 ..... P-21	김대건 ..... E-3	김동환 ..... P-249
강계명 ..... P-164	곽지혜 ..... P-44	김대건 ..... P-252	김동환 ..... P-250
강계명 ..... P-75	곽지혜 ..... P-45	김대건 ..... P-37	김동환 ..... P-253
강광중 ..... P-196	구본흔 ..... P-116	김대일 ..... A-2	김동환 ..... P-262
강동수 ..... P-195	구본흔 ..... P-187	김대일 ..... P-121	김동환 ..... P-267
강민구 ..... P-225	구본흔 ..... P-84	김대일 ..... P-230	김동환 ..... P-280
강민구 ..... P-234	구은희 ..... P-246	김대일 ..... P-248	김동환 ..... P-283
강민구 ..... P-245	구은희 ..... P-274	김대일 ..... P-38	김동환 ..... P-44
강민구 ..... P-262	구재분 ..... S-2	김대일 ..... P-47	김동환 ..... S-1
강민구 ..... P-283	구창영 ..... P-118	김대일 ..... P-87	김동훈 ..... S-7
강병우 ..... P-18	구창영 ..... S-11	김대환 ..... C-6	김명섭 ..... S-10
강병우 ..... P-76	권계시 ..... S-8	김도경 ..... P-188	김명수 ..... B-5
강병준 ..... P-226	권광우 ..... A-21	김도경 ..... P-31	김명춘 ..... P-13
강병준 ..... P-249	권나현 ..... B-15	김도근 ..... P-277	김명호 ..... B-1
강병준 ..... P-250	권동희 ..... P-77	김도식 ..... P-168	김명호 ..... B-8
강봉균 ..... A-15	권순우 ..... E-5	김도식 ..... P-169	김명호 ..... P-129
강성구 ..... S-7	권순우 ..... P-226	김도진 ..... B-4	김민성 ..... D-2
강성균 ..... P-278	권순우 ..... P-253	김도진 ..... D-17	김민성 ..... P-213
강인구 ..... P-102	권영도 ..... P-22	김도진 ..... P-11	김민성 ..... P-214
강인구 ..... P-98	권오상 ..... S-5	김도진 ..... P-28	김민영 ..... P-231
강인구 ..... P-99	권의표 ..... P-165	김도진 ..... P-30	김민완 ..... P-99
강인철 ..... D-13	권진형 ..... P-78	김도진 ..... P-45	김민우 ..... P-15
강재욱 ..... P-113	길상철 ..... E-10	김도진 ..... P-48	김민우 ..... P-36
강재욱 ..... P-145	김건홍 ..... P-10	김도진 ..... P-5	김민우 ..... P-49
강재욱 ..... P-277	김건홍 ..... P-275	김동국 ..... P-119	김범기 ..... P-118
강정우 ..... P-218	김건홍 ..... P-276	김동국 ..... P-120	김범준 ..... P-264
강주희 ..... P-83	김경곤 ..... P-267	김동권 ..... P-78	김범준 ..... P-34
강필현 ..... P-100	김경남 ..... P-229	김동민 ..... P-200	김범준 ..... P-39
강필현 ..... P-173	김경범 ..... P-79	김동수 ..... S-10	김병곤 ..... P-247
강형범 ..... P-216	김경운 ..... P-80	김동유 ..... P-110	김병구 ..... P-170
고병천 ..... PT-2	김경운 ..... P-81	김동조 ..... P-118	김병구 ..... P-201
고재선 ..... E-15	김경중 ..... C-5	김동조 ..... P-126	김병식 ..... P-171
고정국 ..... S-8	김경택 ..... P-133	김동조 ..... P-46	김병일 ..... P-127
고현석 ..... P-227	김구성 ..... P-275	김동조 ..... S-11	김보식 ..... P-259
고현석 ..... P-228	김규언 ..... P-141	김동진 ..... D-12	김봉우 ..... A-15
공기오 ..... P-115	김균환 ..... P-11	김동찬 ..... A-19	김상섭 ..... P-136
공만식 ..... P-10	김근영 ..... P-114	김동찬 ..... A-22	김상섭 ..... P-152
공만식 ..... P-115	김기남 ..... P-166	김동찬 ..... P-151	김상식 ..... E-14
공만식 ..... P-275	김기남 ..... P-182	김동찬 ..... P-25	김상욱 ..... P-215
공만식 ..... P-276	김기범 ..... C-1	김동찬 ..... P-32	김상혁 ..... D-10
공보현 ..... A-22	김기범 ..... C-3	김동현 ..... B-4	김상호 ..... S-12
공보현 ..... P-151	김기택 ..... P-167	김동화 ..... D-5	김선진 ..... C-6
공보현 ..... P-29	김기택 ..... P-82	김동환 ..... A-17	김선진 ..... P-166
공보현 ..... P-32	김기하 ..... P-168	김동환 ..... E-5	김선진 ..... P-171
공수철 ..... P-137	김기현 ..... P-217	김동환 ..... P-180	김선진 ..... P-177
공수철 ..... P-9	김남정 ..... E-9	김동환 ..... P-225	김선진 ..... P-182
곽경아 ..... P-214	김남정 ..... P-12	김동환 ..... P-226	김선진 ..... P-192
곽상호 ..... P-264	김남정 ..... P-153	김동환 ..... P-232	김선진 ..... P-199
곽정춘 ..... B-5	김남정 ..... P-24	김동환 ..... P-234	김성동 ..... P-281

김성연	A-9	김용훈	P-265	김준섭	P-237	김택유	P-12
김성연	P-27	김웅선	P-18	김준수	P-123	김택유	P-97
김성원	P-232	김웅선	P-76	김준수	P-163	김한기	P-109
김성원	P-267	김원목	P-262	김준수	P-92	김한기	P-110
김성진	P-14	김원용	D-9	김준호	P-151	김한기	P-113
김성진	P-179	김원용	P-150	김준호	P-172	김한기	P-145
김성진	P-203	김유성	P-87	김지나	P-15	김한기	P-277
김성현	P-15	김윤기	P-119	김지현	P-90	김한솔	D-9
김세훈	P-101	김윤기	P-120	김지희	P-182	김한솔	P-150
김수민	P-233	김윤기	P-167	김진광	P-189	김한호	P-229
김수현	P-83	김윤기	P-58	김진수	A-13	김행만	P-189
김승연	D-1	김윤기	P-82	김진수	A-3	김혁민	A-15
김승연	D-11	김윤석	P-15	김진수	P-103	김혁중	P-102
김승연	D-5	김윤석	P-23	김진수	P-138	김혁중	P-98
김승연	D-6	김은경	P-130	김진수	P-147	김혁중	P-99
김승연	D-8	김은이	P-235	김진수	P-22	김현빈	P-100
김신우	P-236	김은이	P-255	김진수	P-91	김현빈	P-173
김양도	P-233	김은이	P-282	김진수	P-93	김현수	P-148
김양도	P-263	김은정	C-2	김진수	P-96	김현우	P-20
김연수	P-89	김은정	C-8	김진아	D-16	김현재	P-281
김영곤	D-11	김은진	P-86	김진아	P-125	김현중	E-2
김영국	C-4	김의용	E-15	김진아	P-94	김현중	P-240
김영도	C-9	김익현	A-21	김진우	C-9	김현주	P-241
김영도	E-3	김익환	P-90	김진우	P-101	김현철	P-242
김영도	P-101	김인정	A-15	김진원	S-8	김현호	P-122
김영도	P-234	김재원	P-88	김진주	P-143	김현호	P-67
김영도	P-245	김재천	P-13	김진태	P-141	김형욱	I-5
김영도	P-252	김재천	P-236	김진혁	D-16	김형준	A-4
김영도	P-37	김정민	B-8	김진혁	P-125	김형준	P-19
김영민	B-12	김정민	P-167	김진혁	P-94	김혜정	P-55
김영빈	P-15	김정민	P-58	김진호	P-130	김흥연	P-243
김영빈	P-23	김정민	P-89	김진호	P-146	김흥연	P-257
김영석	E-1	김정섭	A-20	김진호	P-229	김흥연	P-261
김영석	P-16	김정은	P-256	김진호	P-95	김희봉	B-6
김영석	P-263	김정호	D-12	김찬석	P-225	김효성	P-20
김영석	P-39	김제하	I-8	김찬욱	P-238	김효진	P-229
김영석	P-78	김종국	P-277	김창규	P-239	김효진	P-28
김영선	I-8	김종도	C-4	김창균	A-10	김효진	P-48
김영이	A-19	김종렬	P-140	김창균	P-135	김훈섭	P-101
김영이	A-22	김종렬	P-149	김창균	P-50	김희규	P-102
김영이	P-25	김종렬	P-77	김창열	P-246	김희규	P-98
김영이	P-32	김종선	P-112	김창열	P-272	김희규	P-99
김영주	P-116	김종선	P-90	김창열	P-274	나석인	P-110
김영주	P-187	김종우	E-11	김창일	B-7	나성훈	P-103
김영주	P-84	김종천	P-103	김창일	P-79	나성훈	P-138
김영호	B-12	김종천	P-138	김충환	S-10	나성훈	P-147
김영훈	P-17	김종천	P-153	김태경	C-5	나성훈	P-91
김영훈	P-85	김종천	P-91	김태성	P-103	나성훈	P-93
김영희	P-213	김종천	P-93	김태성	P-138	나성훈	P-96
김영희	P-214	김종천	P-96	김태성	P-147	나종주	S-4
김완두	S-4	김종하	C-4	김태성	P-91	나현석	P-43
김용민	P-216	김종희	P-260	김태성	P-96	남산	B-7
김용범	P-86	김좌연	P-13	김태연	D-16	남상희	P-15
김용상	P-19	김좌연	P-236	김태훈	S-7	남상희	P-23
김용식	S-3	김주영	P-262	김택남	P-190	남상희	P-36



남상희	P-49	민형섭	E-14	박재현	P-111	박호균	P-113
노봉현	P-104	박경원	P-175	박재현	P-139	박효민	E-5
노용영	S-2	박경원	P-176	박정갑	P-12	박효민	P-250
노재승	P-195	박광범	P-281	박정갑	P-128	박효민	P-253
노재승	P-264	박근우	P-23	박정갑	P-147	반태곤	P-117
노정훈	P-118	박기정	B-13	박정갑	P-153	방희곤	P-179
노지영	P-174	박남규	P-267	박정갑	P-24	방희곤	P-203
노호섭	A-16	박노광	P-197	박정갑	P-97	배귀남	E-13
노호섭	A-3	박노진	P-191	박정희	P-267	배동식	P-231
노호섭	B-19	박노진	P-202	박종력	P-247	배동식	P-237
류도형	P-246	박동수	P-114	박종완	P-133	배동식	P-241
류도형	P-274	박래만	I-8	박종완	P-18	배동식	P-242
류병환	P-135	박명국	A-17	박종완	P-181	배동식	P-258
류상욱	P-9	박명철	P-177	박종완	P-285	배병수	A-14
류새희	P-174	박미영	I-4	박종완	P-76	배병수	P-123
류새희	P-198	박미혜	P-244	박종하	P-174	배병수	P-124
류시욱	P-26	박병윤	P-107	박종하	P-198	배병수	P-59
류정호	P-114	박병윤	P-108	박주현	A-11	배병수	P-92
류혁현	A-11	박상엽	P-179	박주현	P-53	배병수	PT-3
류혁현	P-53	박상엽	P-203	박주홍	A-16	배병주	A-1
류호석	P-112	박상희	I-2	박주홍	B-19	배병주	A-5
류호석	P-90	박상희	S-5	박준식	P-104	배성범	I-8
맹완주	A-4	박성규	P-17	박준식	P-167	배승묵	P-251
명재민	A-4	박성범	P-197	박준식	P-281	배승묵	P-265
명재민	A-9	박성용	P-28	박준식	P-58	배승묵	P-269
명재민	P-131	박성용	P-48	박중학	E-13	배승묵	P-284
명재민	P-27	박성은	E-5	박지경	P-200	배영숙	A-19
명재민	P-40	박성은	P-225	박지혜	P-248	배영숙	A-22
명재민	P-52	박성은	P-226	박지훈	E-7	배영숙	P-25
문경주	A-4	박성은	P-234	박지훈	P-16	배영숙	P-29
문경주	P-131	박성은	P-245	박지훈	P-39	배영숙	P-32
문경주	P-40	박성은	P-249	박지훈	P-50	배은진	P-26
문기웅	P-140	박성은	P-250	박진구	A-13	백상열	P-168
문대용	P-76	박성은	P-253	박진구	A-15	백승제	P-168
문동권	P-21	박성은	P-262	박진구	D-12	백승제	P-169
문선희	P-22	박성은	P-283	박진구	P-216	백승준	P-137
문연건	P-133	박순섭	P-104	박진선	P-132	백종환	P-22
문연건	P-18	박승욱	P-22	박진선	P-186	백종후	B-7
문영민	P-105	박영배	P-88	박진섭	P-178	백종후	P-79
문영민	P-106	박영빈	P-233	박진우	P-112	백창우	P-114
문종하	D-16	박용석	P-109	박찬범	I-8	변경재	A-18
문종하	P-125	박용석	P-110	박창원	E-3	변경재	A-6
문주소	P-261	박용석	P-113	박창원	P-37	변경재	D-14
문주호	P-118	박유식	P-246	박평규	E-15	변동진	A-10
문주호	P-126	박유식	P-274	박하영	E-5	변동진	E-1
문주호	P-243	박은숙	S-5	박하영	P-226	변동진	E-7
문주호	P-257	박이호	D-2	박하영	P-249	변동진	P-16
문주호	P-46	박인수	E-9	박하영	P-250	변동진	P-34
문주호	S-11	박인수	P-103	박현	P-229	변동진	P-39
문지현	E-2	박인수	P-96	박형원	A-18	변동진	P-50
문지현	P-240	박인유	P-270	박형원	A-6	변동진	P-51
민기득	C-6	박재성	P-117	박형원	D-14	변상식	P-187
민동준	P-220	박재영	P-136	박형호	P-9	변재원	P-180
민영기	D-2	박재영	P-152	박혜영	C-2	변춘원	I-2
민형섭	E-11	박재우	P-164	박호균	P-110	변춘원	S-5

서동규 ..... P-151	송태권 ..... P-129	안주현 ..... P-112	위당문 ..... P-273
서동학 ..... P-272	송한정 ..... A-3	안주현 ..... P-90	유근봉 ..... P-193
서민혜 ..... P-115	송현수 ..... C-4	안철현 ..... A-19	유민기 ..... I-2
서석준 ..... A-14	송현수 ..... C-5	안철현 ..... A-22	유민기 ..... S-5
서석준 ..... P-59	송호연 ..... D-2	안철현 ..... P-25	유병옥 ..... P-168
서성호 ..... P-216	송호연 ..... P-213	안철현 ..... P-29	유병옥 ..... P-169
서수정 ..... E-9	송호연 ..... P-214	안철현 ..... P-32	유상하 ..... P-33
서수정 ..... P-103	신경수 ..... P-182	안효준 ..... P-112	유상현 ..... P-235
서수정 ..... P-12	신경희 ..... P-227	안효준 ..... P-90	유상현 ..... P-255
서수정 ..... P-128	신동범 ..... P-119	양기연 ..... D-15	유상현 ..... P-282
서수정 ..... P-138	신동범 ..... P-120	양기연 ..... E-12	유상현 ..... P-89
서수정 ..... P-147	신동욱 ..... P-215	양기열 ..... P-122	유연태 ..... P-271
서수정 ..... P-153	신동욱 ..... P-256	양기호 ..... P-99	유인규 ..... S-2
서수정 ..... P-24	신동욱 ..... P-270	양민규 ..... E-14	윤경민 ..... D-15
서수정 ..... P-91	신범기 ..... P-27	양승철 ..... P-123	윤경민 ..... E-12
서수정 ..... P-93	신봉걸 ..... P-180	양승철 ..... P-124	윤경훈 ..... A-17
서수정 ..... P-96	신상택 ..... D-12	양승철 ..... P-92	윤경훈 ..... P-11
서수정 ..... P-97	신상현 ..... P-186	양신혁 ..... I-2	윤경훈 ..... P-21
서승국 ..... P-195	신순기 ..... P-183	양신혁 ..... S-5	윤경훈 ..... P-44
서승국 ..... P-264	신순기 ..... P-184	양종우 ..... P-121	윤경훈 ..... P-45
서영관 ..... S-7	신순기 ..... P-185	양종우 ..... P-230	윤경훈 ..... P-94
서영수 ..... P-86	신의철 ..... P-142	양종우 ..... P-248	윤관수 ..... S-3
서영익 ..... P-252	신이나 ..... P-186	양종우 ..... P-254	윤동철 ..... C-7
서용준 ..... P-116	신정욱 ..... D-11	양창재 ..... A-20	윤민석 ..... P-15
서용준 ..... P-84	신정욱 ..... D-5	양현모 ..... P-152	윤민석 ..... P-23
서일 ..... P-19	신정욱 ..... D-6	양희선 ..... P-284	윤민석 ..... P-36
서진교 ..... P-181	신정철 ..... P-278	여준철 ..... B-16	윤민석 ..... P-49
서현석 ..... P-278	신주용 ..... A-3	오경민 ..... P-23	윤병신 ..... E-15
서현식 ..... P-52	신주현 ..... E-4	오경민 ..... P-36	윤성민 ..... I-2
성미린 ..... P-78	신주현 ..... E-6	오경민 ..... P-49	윤성민 ..... S-5
성연수 ..... B-1	신주현 ..... P-280	오동훈 ..... D-17	윤성철 ..... S-1
성연수 ..... B-8	신창미 ..... A-11	오동훈 ..... P-28	윤세왕 ..... E-5
성연수 ..... P-129	신창호 ..... P-121	오동훈 ..... P-30	윤세왕 ..... P-226
성영택 ..... P-241	신창호 ..... P-248	오동훈 ..... P-48	윤세왕 ..... P-253
성창훈 ..... P-116	신창호 ..... P-254	오명훈 ..... P-197	윤용섭 ..... P-256
성태연 ..... P-43	신초롱 ..... P-112	오상진 ..... B-2	윤의준 ..... A-20
소희섭 ..... P-122	신초롱 ..... P-90	오상철 ..... A-5	윤재식 ..... P-127
소희섭 ..... P-67	신혜숙 ..... P-186	오성근 ..... P-266	윤재식 ..... P-134
송갑득 ..... P-117	심현섭 ..... P-22	오수영 ..... I-8	윤재호 ..... A-17
송근규 ..... P-118	안기석 ..... P-135	오승탁 ..... P-217	윤재호 ..... P-11
송근규 ..... P-46	안상복 ..... P-168	오지훈 ..... P-124	윤재호 ..... P-21
송근규 ..... S-11	안상복 ..... P-169	오현필 ..... P-125	윤재호 ..... P-44
송기안 ..... C-1	안성훈 ..... B-16	오현필 ..... P-94	윤재호 ..... P-45
송기안 ..... C-3	안성훈 ..... B-18	왕개 ..... P-187	윤재호 ..... P-94
송동우 ..... P-164	안세진 ..... A-17	용석민 ..... P-31	윤준도 ..... P-163
송우진 ..... B-16	안세진 ..... P-11	우규희 ..... P-126	윤준도 ..... P-189
송우진 ..... B-18	안세진 ..... P-21	우기도 ..... D-10	윤종훈 ..... P-194
송용섭 ..... P-169	안세진 ..... P-44	우기도 ..... P-165	윤태식 ..... P-19
송인범 ..... P-197	안세진 ..... P-45	우창호 ..... P-151	윤형철 ..... E-9
송주용 ..... E-5	안세환 ..... P-252	우창호 ..... P-29	윤희숙 ..... D-1
송주용 ..... P-250	안영수 ..... P-227	우창호 ..... P-32	윤희숙 ..... D-11
송주용 ..... P-253	안영수 ..... P-228	웬래홍 ..... P-28	이건환 ..... S-4
송창호 ..... E-5	안용식 ..... P-139	웬래홍 ..... P-48	이경자 ..... P-239
송태권 ..... B-1	안은성 ..... P-28	위당문 ..... P-260	이계영 ..... P-78
송태권 ..... B-8	안은성 ..... P-48	위당문 ..... P-268	이광근 ..... P-128

이광근	P-153	이수성	P-189	이재영	P-38	이창형	P-153
이광근	P-24	이승무	E-1	이재철	P-175	이창형	P-24
이광근	P-91	이승무	P-16	이재철	P-176	이창형	P-96
이광택	P-34	이승무	P-50	이재훈	P-195	이창형	P-97
이귀중	S-7	이승복	E-13	이재훈	P-264	이태근	P-244
이규석	I-8	이승은	P-132	이전국	E-11	이태민	A-11
이규태	P-200	이승준	P-188	이전국	E-14	이태민	P-53
이규환	I-4	이승협	P-75	이정구	P-172	이태일	A-4
이규환	P-252	이승호	A-13	이정구	P-178	이태일	A-9
이근호	P-271	이승호	A-15	이정원	P-132	이태일	P-131
이기라	P-78	이승호	B-5	이정철	E-2	이태일	P-27
이내성	B-5	이승호	P-243	이정철	P-225	이태일	P-40
이대희	P-243	이승호	P-257	이정철	P-240	이태일	P-52
이대희	P-257	이승호	P-261	이정철	P-283	이학민	P-137
이대희	P-261	이승호	P-266	이정환	D-12	이학형	A-21
이덕행	P-115	이승훈	C-1	이제원	A-16	이한민	B-4
이도한	A-10	이승훈	P-262	이제원	A-3	이한상	P-193
이도한	P-50	이승훈	P-283	이제원	B-19	이한용	B-2
이도한	P-51	이시우	A-7	이종무	P-148	이헌	A-1
이동국	P-216	이시우	D-11	이종무	P-218	이헌	A-18
이동진	E-13	이시우	D-5	이종우	P-20	이헌	A-5
이동해	P-258	이시우	D-6	이종원	P-265	이헌	A-6
이두형	P-259	이시우	P-89	이종혁	P-119	이헌	D-14
이명환	B-1	이시	P-133	이종혁	P-120	이헌	D-15
이명환	P-129	이시	P-18	이종호	P-265	이헌	E-12
이문권	D-12	이영국	P-135	이주동	P-233	이헌	E-4
이민정	P-131	이영규	P-36	이주동	P-263	이헌	E-6
이민정	P-27	이영기	P-186	이준기	A-21	이헌	P-280
이민	P-130	이영무	P-194	이준성	E-5	이현주	P-232
이병덕	C-8	이영미	P-127	이준성	P-180	이현주	P-233
이병주	P-142	이영미	P-134	이준성	P-226	이현주	P-263
이병철	P-99	이영일	S-7	이준성	P-234	이현주	P-267
이병택	D-2	이영중	E-3	이준성	P-245	이현호	P-19
이병택	P-213	이영중	P-37	이준성	P-249	이혜연	P-268
이병택	P-214	이영진	B-7	이준성	P-250	이호성	P-151
이봉상	C-6	이영진	P-79	이준성	P-253	이호성	P-194
이상관	P-217	이영환	P-141	이준성	P-262	이홍경	P-269
이상권	P-98	이용진	P-190	이준성	P-283	이홍경	P-284
이상민	P-43	이유민	P-135	이준원	P-136	이홍림	P-163
이상보	P-188	이윤석	P-233	이준원	P-152	이홍림	P-189
이상열	P-35	이윤석	P-263	이중기	E-7	이효수	P-83
이상호	C-1	이윤수	P-117	이지욱	D-1	이후정	P-41
이석현	P-260	이윤용	P-260	이진복	P-43	이희덕	P-21
이선숙	P-135	이은경	P-263	이진형	P-244	이희수	C-7
이선영	B-16	이은진	P-191	이진호	I-8	임경원	P-216
이선영	B-18	이인규	P-104	이진호	P-266	임동찬	I-4
이선영	P-174	이장균	P-264	이찬규	P-116	임성순	E-13
이선영	P-198	이재갑	P-122	이찬규	P-187	임성철	P-10
이선영	P-78	이재갑	P-67	이찬규	P-84	임순규	P-22
이성일	P-217	이재건	P-192	이창규	P-172	임승규	P-103
이성찬	B-1	이재상	P-34	이창규	P-178	임승규	P-138
이성찬	P-129	이재승	I-7	이창규	P-239	임승규	P-147
이성현	A-16	이재열	A-20	이창진	S-1	임승규	P-91
이성현	B-19	이재엽	A-11	이창형	P-12	임승규	P-93
이수성	P-163	이재엽	P-53	이창형	P-128	임승규	P-96

임정훈	C-9	전호연	P-195	정철우	P-254	조종호	P-129
임종모	P-270	전호연	P-264	정철우	P-38	조종연	A-5
임종선	S-1	정구환	P-142	정철우	P-47	조진녕	P-271
임태영	P-130	정구환	P-143	정태성	P-132	조태선	C-9
임태영	P-146	정구환	P-144	정택모	A-10	조형균	A-19
임태영	P-95	정규봉	B-16	정택모	P-135	조형균	A-22
임현우	D-12	정규봉	B-18	정택모	P-50	조형균	P-151
임현우	P-216	정근희	P-128	정하균	P-105	조형균	P-25
임형미	P-266	정근희	P-24	정하균	P-106	조형균	P-29
장규범	P-271	정대영	P-225	정하균	P-107	조형균	P-32
장범식	P-186	정대용	P-114	정하균	P-108	좌용호	P-149
장삼석	P-16	정대화	B-6	정하균	P-154	좌용호	P-217
장삼석	P-39	정동렬	A-21	정하균	P-155	주민희	P-217
장성은	P-270	정두화	C-7	정하균	P-80	주범석	P-103
장시영	P-259	정명혁	P-88	정하균	P-81	주범석	P-12
장아름	P-272	정민재	P-196	정하균	P-10	주범석	P-128
장아름	P-274	정민재	P-201	정하균	P-275	주범석	P-147
장원영	E-7	정민호	P-279	정하균	P-276	주범석	P-91
장임남	P-111	정민호	P-42	정혁	B-4	주범석	P-93
장임남	P-139	정상용	P-43	정혁	D-17	주범석	P-96
장재권	P-12	정성표	P-112	정혁	P-5	주범석	P-97
장재권	P-138	정성훈	P-44	정현호	P-146	주병권	E-11
장재권	P-97	정숙희	P-36	정훈철	P-28	주용선	P-168
장주희	P-12	정숙희	P-49	정훈철	P-48	주용선	P-169
장주희	P-153	정순옥	P-277	조경식	P-197	주재환	P-271
장주희	P-24	정승룡	P-170	조경익	I-2	주정은	P-278
장주희	P-97	정승룡	P-196	조경익	S-5	주형돈	P-191
장준혁	P-273	정승룡	P-201	조관식	A-16	지창욱	P-233
장지연	D-6	정승묵	I-2	조관식	B-19	진성언	A-10
장해욱	P-274	정승철	P-45	조광연	P-246	진성언	P-50
장혜빈	P-279	정영민	P-118	조광연	P-274	진성언	P-51
장혜빈	P-42	정영민	P-126	조규석	P-49	진용식	P-279
장호정	P-137	정영민	P-46	조기현	P-238	진용식	P-42
장호정	P-9	정영민	S-11	조기희	A-7	진정근	P-34
장희동	P-247	정영훈	B-7	조남규	P-104	진정호	P-124
전광원	P-140	정영훈	P-79	조대형	I-8	진창현	P-148
전병호	S-7	정용덕	I-8	조동국	P-198	차순용	P-195
전석우	I-3	정용수	I-4	조두희	I-2	차유정	B-7
전석우	S-9	정우람	P-86	조두희	S-5	채길병	P-279
전영갑	P-227	정우석	I-1	조문경	P-220	채길병	P-42
전영갑	P-228	정우석	S-5	조문규	C-7	채주현	A-2
전영선	P-141	정우진	P-117	조병기	D-12	채주현	P-121
전용범	P-168	정우호	P-9	조봉한	B-2	채주현	P-230
전용범	P-169	정원석	P-267	조상봉	P-189	채주현	P-248
전주희	P-40	정재경	I-2	조성우	P-277	채주현	P-254
전준우	P-43	정재영	D-6	조승환	P-118	채주현	P-87
전준표	P-100	정재우	S-3	조시형	P-216	천동현	P-273
전준표	P-173	정재욱	S-1	조영래	B-13	천두만	B-16
전준혁	A-14	정주현	P-141	조영래	B-15	천두만	B-18
전준혁	P-59	정진성	P-193	조영래	B-6	천승주	P-280
전지나	P-148	정진아	P-110	조영창	P-104	천진민	P-149
전태환	P-118	정진아	P-113	조예	P-170	천진민	P-77
전하석	P-41	정진아	P-145	조용호	C-7	천희곤	P-254
전형탁	P-9	정철우	P-121	조재환	P-199	최강희	P-143
전호석	P-247	정철우	P-248	조종호	B-1	최경훈	A-16

최경훈	..... B-19	최효림	..... P-235	현창용	..... P-180	A.V. Moholkar	..... P-60
최광응	..... P-281	최효림	..... P-255	형은희	..... P-265	Beyong-Hwan Ryu	... P-72
최광혁	..... P-110	최효림	..... P-282	형은희	..... P-284	Bong Ki Ryu	..... P-158
최광혁	..... P-113	추용호	..... P-200	홍광준	..... P-33	Bong Ki Ryu	..... P-162
최광혁	..... P-145	추일호	..... P-200	홍광준	..... P-35	Bong-Jun Park	..... P-2
최귀동	..... P-150	탁병수	..... P-170	홍광준	..... P-54	Byong Taek Lee	..... P-212
최대규	..... P-279	탁병수	..... P-201	홍광준	..... P-55	Byong-Taek Lee	..... D-3
최대규	..... P-42	탁성주	..... P-225	홍광준	..... P-56	Byong-Taek Lee	..... D-4
최덕균	..... P-146	탁성주	..... P-234	홍광준	..... P-57	Byong-Taek Lee	... P-204
최두선	..... S-4	탁성주	..... P-245	홍문기	..... P-179	Byong-Taek Lee	... P-206
최미경	..... P-151	탁성주	..... P-262	홍문기	..... P-203	Byong-Taek Lee	... P-207
최미경	..... P-29	탁성주	..... P-283	홍성제	..... P-85	Byong-Taek Lee	... P-208
최미경	..... P-32	태세원	..... P-154	홍성환	..... P-167	Byong-Taek Lee	... P-209
최병춘	..... P-129	태세원	..... P-155	홍성환	..... P-58	Byong-Taek Lee	... P-211
최병호	..... P-102	피동혁	..... C-1	홍성훈	..... A-1	C. D. Lokhande	..... B-10
최병호	..... P-98	피동혁	..... C-3	홍성훈	..... A-5	C.E Song	..... P-62
최병호	..... P-99	하린	..... P-263	홍순직	..... P-172	C.E Song	..... P-63
최선우	..... P-136	하상훈	..... B-6	홍순직	..... P-178	C.H. Bhosale	..... P-60
최선우	..... P-152	하정원	..... P-98	홍은주	..... A-18	Chang, Hyo Sik	..... P-219
최성호	..... P-105	한강수	..... E-4	홍은주	..... A-6	Chang-Ho Shin	..... P-221
최성호	..... P-106	한강수	..... E-6	홍은주	..... D-14	Chang-Hwan Kim	..... P-3
최성호	..... P-107	한강수	..... P-280	홍재근	..... P-197	Chel-Jong Choi	..... P-1
최성호	..... P-108	한문형	..... E-1	홍주표	..... P-22	Chel-Jong Choi	..... P-2
최성호	..... P-154	한상호	..... P-202	홍찬석	..... P-218	ChenLi	..... P-156
최성호	..... P-155	한승열	..... P-26	홍창섭	..... P-107	Cheol-Woo Jeong	... P-221
최성호	..... P-80	한승전	..... P-83	홍창섭	..... P-108	Chih-Hung Chang	... P-26
최성호	..... P-81	한승훈	..... P-132	홍현선	..... P-10	Choi Kyung-Hyun	..... S-6
최신호	..... A-11	한원규	..... P-278	홍현선	..... P-115	Choi, Kyoon	..... P-219
최신호	..... P-53	한원석	..... I-8	홍현선	..... P-275	Chungyong Lee	..... P-61
최영덕	..... E-15	한원석	..... P-151	홍현선	..... P-276	Dal-Ho Kim	..... P-224
최영준	..... B-13	한원석	..... P-32	황규석	..... P-141	Dang Hyun-Woo	..... S-6
최영준	..... B-15	한재광	..... P-276	황보승	..... P-141	Deail Kim	..... P-221
최용준	..... P-9	한재길	..... D-13	황연	..... P-244	Do Kyung Kim	..... E-8
최우성	..... P-12	한정인	..... P-17	황영환	..... A-14	Do-Deun Kim	..... P-70
최우성	..... P-153	한정인	..... P-85	황영환	..... P-59	Do-Geun Kim	..... P-64
최우성	..... P-24	한정환	..... C-2	황용길	..... E-10	Dojin Kim	..... P-4
최우성	..... P-91	한정환	..... C-8	황재연	..... A-1	Do-Kyung, Kim	..... P-161
최우성	..... P-97	허남회	..... P-154	황재연	..... A-5	Dong-Bok Lee	..... P-156
최은석	..... A-15	허남회	..... P-155	황종선	..... P-86	Dong-Bok Lee	..... P-160
최재원	..... P-112	허민영	..... P-112	황종희	..... P-130	Dongwoo Khang	..... D-7
최재원	..... P-90	허보영	..... P-170	황종희	..... P-146	Doo Sun Choi	..... P-69
최정환	..... P-200	허보영	..... P-196	황종희	..... P-95	Doo Sun Cho	..... P-65
최종근	..... P-200	허보영	..... P-201	황진명	..... P-235	Do-yeon Jeong	..... P-66
최종문	..... A-10	허수진	..... D-11	황진명	..... P-255	E.E.B. Campbell	..... P-144
최종문	..... P-50	허수진	..... D-5	황진명	..... P-282	Eric Fleury	..... P-175
최종문	..... P-51	허수진	..... D-6	황진하	..... P-251	Eric Fleury	..... P-176
최종운	..... P-75	허승헌	..... P-246	황진하	..... P-265	Eunseong Ahn	..... P-4
최준락	..... S-7	허승헌	..... P-274	황진하	..... P-269	Eunsoo Jang	..... B-3
최지혁	..... A-4	허주회	..... A-11	황진하	..... P-284	Fumio Saito	..... D-13
최지혁	..... P-131	허주회	..... P-53	황창목	..... P-285	H.J Ji	..... P-62
최지혁	..... P-40	허증수	..... B-2	황치선	..... I-2	H.J Ji	..... P-63
최지혁	..... P-52	현상일	..... P-246	황치선	..... S-5	H.W Kim	..... P-62
최진은	..... P-9	현상일	..... P-274	황해진	..... P-246	H.W Kim	..... P-63
최진혁	..... P-86	현용택	..... D-11	황현태	..... C-4	H.Y Park	..... P-62
최홍일	..... P-247	현용택	..... D-8	황현태	..... C-5	H.Y Park	..... P-63

Ha-Kyun Jung	P-72	Jeong-soo Kim	P-66	Min-Sung Kim	D-3	Seongjin Hwang	B-17
Ha-Kyun Jung	P-73	Jeungchoon Goak	B-3	Min-Sung Kim	P-204	Seongjin Hwang	P-61
Han Qi Fei	A-11	Ji Hui Kim	P-157	Mohammad Amdad Ali		Seongjin Hwang	P-74
Han Qi Fei	P-53	Ji-Heon Kim	P-224		P-122	Seongyong Park	P-4
Han-Bo-Ram Lee	A-8	Ji-Hoon Lee	B-14	Mohammad Amdad Ali		Seung Hwan Jo	E-8
Han-Ki Kim	P-64	Jin Cheng	P-220		P-67	Seung Jun, Lee	P-161
Hansung Lee	B-3	Jin Hyeok Kim	P-65	N. Olofsson	P-144	Seung Wook Shin	P-65
Hao Cui	P-8	Jin Hyeok Kim	P-69	Na Young-Hoon	P-205	Seung Wook Shin	P-69
Heung-Soon Lee	A-12	Jin-Bok Lee	P-1	Naesung Lee	B-3	Seungho Lee	B-3
Ho Yeon Song	P-212	Jin-Bok Lee	P-2	Nam Jin Kim	P-158	Seunghun Hong	A-8
Hoocheol Jung	P-4	Jinhyong Lim	P-222	Nam Jin Kim	P-162	Shalendra Kumar	P-116
Ho-Yeon Song	D-3	Jin-Hyung Park	P-8	Nam-Hee Park	P-68	Shalendra Kumar	P-84
Ho-Yeon Song	D-4	Jin-Nyeong Jo	P-68	Nam-Hee Park	P-71	Su-Hwan Lee	P-224
Ho-Yeon Song	P-206	Ji-Nyoung Jo	P-71	Nguyen Duc Hoa	D-17	Sungho Choi	P-72
Ho-Yeon Song	P-207	Joe Lem berg	P-198	Nguyen Duc Hoa	P-5	Sungho Choi	P-73
Ho-Yeon Song	P-209	Joe Lemberg	P-174	Nguyen Le Hung	P-4	Sung-Ho Seo	P-6
Ho-Yeon Song	P-211	Jon Ha Moon	P-65	Nguyen Thi Phuong		Sungmin Lee	B-17
Hun Mo Yang	P-208	Jong-Dae Lee	P-3		P-207	Sungyeon Kim	P-222
Hun-Mo Yang	D-4	Jong-Ha Moon	P-69	Nguyen Thuy Ba Linh		Sun-Young Park	P-70
Hun-Mo Yang	P-206	Jong-Yeog Son	A-12		P-208	Suraj Kumar Tripathy	
Hun-Mo Yang	P-209	Jong-Yung Cho	P-8	Nguyen Van Quy	B-4		P-68
Hwang, Kwang Taek		Joo Hyun Kim	P-70	Nguyen Van Quy	P-5	Suraj Kumar Tripathy	
	P-219	Joo-Hyun Chae	P-221	NguyenVanQuy	D-17		P-71
Hyojin Kim	P-4	Joon-Ho Oh	P-1	Nobuhiro Tsuji	I-5	Swapan Kumar Sarkar	
Hyun Choi	P-222	Joonsoo Kim	P-61	P. Muralidharan	E-8		P-206
Hyungjun Kim	A-12	Jungki Lee	B-17	P. Muralidharan	P-31	T. Y. Lee	B-9
Hyungjun Kim	A-8	Jung-Ryoul Yim	B-14	Park, Kwi-Il	P-159	Tae Young Jang	P-7
Hyungsun Kim	B-17	Junjie Xiong	P-222	Prabhakar Rai	P-68	Tae-Hun Shim	P-224
Hyungsun Kim	P-74	K.Y. Rajpure	P-60	Prabhakar Rai	P-71	Tae-hyun Nam	D-7
Hyun-Jin Hong	P-204	Keita Kawahara	D-1	Qiwu Zhang	D-13	Tae-Yeon Seong	P-1
Hyun-Min Seung	P-3	Kim Nam-Jin	P-205	Quang Bao Trinh	P-209	Tae-Yeon Seong	P-2
Hyunsang Jung	P-74	Kim, Do Kyung	P-159	Rino Choi	P-7	Taik Nam Kim	P-210
Hyunsun Kim	P-61	Kim, Jinho	P-219	Robert Ritchie	P-174	Takayoshi Nakano	D-1
Im Sang-Hyeok	P-205	Kim, YooJin	P-219	Robert Ritchie	P-198	Tea Wan Kim	P-7
In Chan Hwang	A-12	Koji MATSUMARU	PT-1	Ryu Bong-Ki	P-205	Thi Hiep Nguyen	P-211
In-Seon Byun	P-206	Kozo ISHIZAKI	PT-1	S. M. Pawar	B-10	Thi-Hiep Nguyen	D-4
In-Seon Byun	P-211	Kozo ISHIZAKI	PT-1	S. N. Das	B-11	Toshiyuki Hirano	P-268
J. H. Choi	B-11	Kwang Heo	A-8	S. N. Das	B-9	Toshiyuki Hirano	P-273
J. H. Choi	B-9	Kwang-Hee Park	P-6	S. W. Shin	B-10	Trinh Quang Bao	P-213
J. M. Myoung	B-11	Kwang-Hyuk Choi	P-64	S.k Choi	P-62	Ungyu Paik	P-8
J. M. Myoung	B-9	Kyoung-Cheol Kwon	P-3	S,K Choi	P-63	Van Viet Thai	D-3
J. M. Myoung	P-222	Kyoung-won Seo	P-66	S.M. Pawar	P-60	Wei Jie	D-5
J. P. Kar	B-11	Kyu Ung Sim	P-65	Sang Hyeok Im	P-158	Woo-Hee Kim	A-8
J. P. Kar	B-9	Kyu Ung Sim	P-69	Sang Hyeok Im	P-162	Woong-Jun Hwnag	P-8
J.H. Kim	B-10	Lee, Hyeon-Keun	P-159	Sang-Hwan Bak	P-156	Woo-Sik Nam	P-6
J.H. Kim	P-60	Li Wei	D-17	Sang-Hwan Bak	P-160	Xiao-Feng Wu	P-223
Jae-han Kim	P-66	M. A. Ali Rehmani	S-6	Sang-Joon Park	A-12	Y. A. Lee	B-9
Jae-Wook Kang	P-64	Man-seok Gil	P-66	Sang-Soo Kang	D-7	Ya Xu	P-268
Jae-Wook Kang	P-70	Masahiko Demura	P-268	Sang-Yi Lee	P-6	Ya Xu	P-273
Jea-Gun Park	P-224	Masahiko Demura	P-273	Sanosh K P	P-190	Yanghee Kim	P-212
Jea-gun Park	P-3	MD. Anirban Joyti	P-214	Sanosh K P	P-210	Yeon-Tae Yu	P-223
Jea-Gun Park	P-6	Md. Anirban Jyoti	P-206	Seol-Min Yi	B-14	Yeon-Tae Yu	P-68
Jea-Gun Park	P-8	Mesfin Abayneh Kebede		Seon Jin Kim	P-157	Yeon-Tae Yu	P-71
Jeonghyeon Lee	P-74		P-20	Seong Jai Cho	P-210	Yo Han Yoon	B-14
Jeong-Mo Yoon	P-223	Min-Cheol Chu	P-210	Seong-Han Park	P-1	Yong Jin Lee	P-210

Yonghyeon Yu ..... P-74	Young Hoon Na ..... P-162	Younghee Kim ..... P-212	zhangjin ..... P-136
Yong-Kwang Kim ..... P-72	Young Ki Min ..... P-208	Younghee Kim ..... P-74	Zhangjin ..... P-152
Yong-Kwang Kim ..... P-73	Young Kon Kim ..... I-6	Young-Ki Min ..... D-4	Zhen yi Wang ..... P-224
Yool-Guk Kim ..... P-6	Young-Chang Joo ..... B-14	Young-Ki Min ..... P-206	
Young Hoon La ..... P-158	Young-Hee Kim ..... P-206	Young-Ki Min ..... P-209	

