

# 제60회 한국진공학회 동계정기학술대회

*The 60th Winter Annual Conference of  
the Korean Vacuum Society*

2021. 2. 4(목) ~ 6(토)

온라인 학술대회

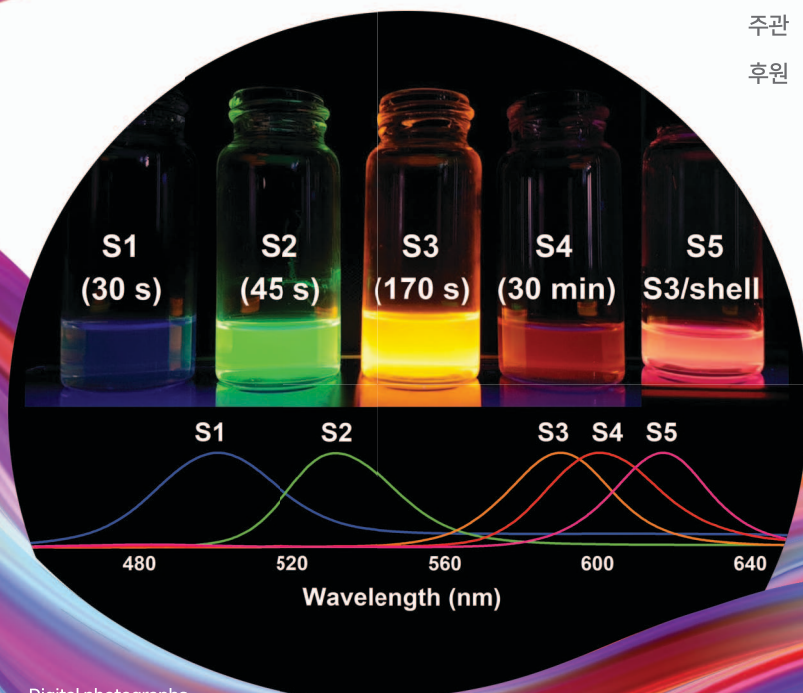
주관 (사)한국진공학회

후원 한국과학기술단체총연합회

주식회사 이엘

한국핵융합에너지연구원 플라즈마기술연구소

한국반도체산업협회



Digital photographs  
under a single 365 nm UV light source  
and fluorescence spectra of CdSe quantum dots (QDs)  
at different growth times (S1, S2, S3, and S4)  
and CdSe/CdS core/shell structure QDs (S5).

대표그림 출처:

Size and Shell Effects on  
CdSe Quantum Dots in  
Binary Ligand System



한국진공학회  
The Korean Vacuum Society

| 주식회사 | 이엘

# 온실가스 저감시설 효율측정 및 반도체/디스플레이 공정진단 모니터링 시스템



## 저 진공 극미량 가스분석에서 반도체 공정진단까지

2004년, 가스분석 전문 기업으로 설립된 이엘은 현재 분석업무를 포함한 가스분석시스템, 희석장치, 진공 관련 서브 아이템(sub item) 제작과 관련한 컨설팅 분야에 이르기까지 가스에 관한 다양한 업무로 고객 만족을 위해 최선을 다하고 있다. 이엘의 주요비지니스로는 창업시부터 꾸준히 이어오던 대외분석과 진공관련 컨설팅업무를 포함,



www.elanalysis.com  
대전시 유성구 가정북로 96 대전경제통상진흥원 504호, 503호  
t. 042-861-0110 / f. 042-367-6938  
info@elanalysis.com

온실가스  
저감시설  
효율측정 및  
측정기개발

반도체공정  
실시간  
모니터링  
시스템(TOF,  
OES)

각종  
대외분석 및  
진공관련  
서비스

2015년부터 시행된 탄소배출권 거래제로 국내 반도체·디스플레이 산업에서 사용하고 있는 온실가스 저감 시설의 효율측정 서비스 및 측정시스템을 공급하고 있으며 반도체 제조공정의 실시간 모니터링이 가능한 TOF, OES 시스템을 자체개발하여 판매하고 있다. 향후, 반도체 제조공정에서 필요한 설비모니터링 통합 시스템의 개발을 위한 연구개발에 매진하고 있다.



# 플라즈마기술연구소

국내 유일의 정부 출연 플라즈마 전문연구기관입니다

Institute of Plasma Technology realizes Green World getting joined with human beings, environment and technology!

## 플라즈마 원천 기술 연구

- 새로운 플라즈마 발생원 개발

## 플라즈마 기반 기술 연구

- 플라즈마 물성 데이터 생산, 평가, 지식 자료화 및 빅데이터 분석
- 플라즈마 모델링 및 시뮬레이션
- 플라즈마 진단기술 및 장치 개발

## 플라즈마 융복합 기술 개발

- 플라즈마를 활용한 에너지 생산, 저장
- 플라즈마를 활용한 환경개선
- 플라즈마를 활용한 반도체 및 디스플레이
- 플라즈마를 활용한 나노/바이오기술
- 플라즈마 기술을 농식품에 적용

글로벌 플라즈마 기술 연구의 거점 구축

플라즈마 기술 기반의 국가 신성장 동력 및 국가현안문제 해결

플라즈마기술 기반의 지방 R&D 역량 강화

원천 기술 연구기반 인력양성 시스템 구축 및 전문인력 양성

**KFE**

한국핵융합에너지연구원  
KOREA INSTITUTE OF FUSION ENERGY

[H . Q] 대전광역시 유성구 과학로 169-148(어은동) 34133

TEL: 042-879-6000, <http://www.kfe.re.kr>

[Center] 전라북도 군산시 동장산로 37(새만금군산국가산업단지 내) 54004

TEL: 063-440-3900, <http://www.plasma.re.kr>



# 반도체 소재 · 부품 · 장비 기술 전문인력양성 사업

## 사업 목표

글로벌 경쟁력 비교 우위 확보를 위한 중소·중견기업 수요 연계 실무 중심형 반도체 소재·부품·장비 전문인력 양성

- 산업계 관점 석·박사급 전문인력양성을 통한 반도체 소재부품장비분야 글로벌 경쟁력 확보
- 인력 수요 관점 반도체 소재부품장비분야 중소중견 기업의 전문인력 부족문제 해소
- 인력 공급 관점 반도체 소재부품장비분야의 산업 밀착형 우수 인재 양성

## 기대 효과

## 사업 내용

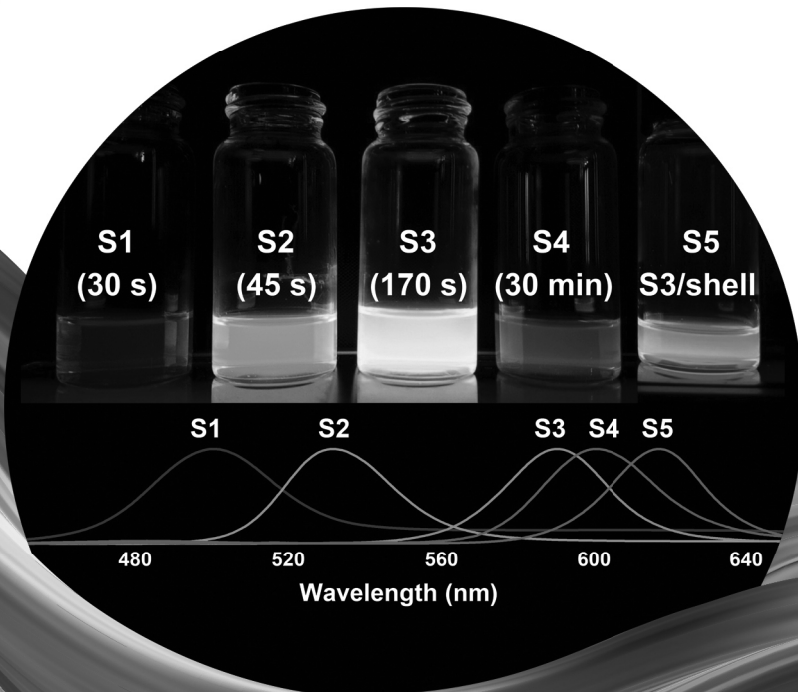


## 참여기관 구성도





## :: 하이라이트



## 총회초청강연

2월 5일(금) 11:15-12:00 | 좌장 : 황찬국 (포항가속기연구소)



## IBS-Making Discoveries for Humanity &amp; Society

노도영 원장

기초과학연구원

IBS is the Korea's first dedicated basic science research institute that promotes the highest quality of research to increase the national basic science capacity and to generate new opportunities for Korea. Scientists at IBS work together as a group with a common long-term research perspective. By developing strong synergies from outstanding talents and providing full autonomy, IBS is steadily growing into a major basic research institute worldwide. In this presentation, we present the current programs of IBS and recent research achievements that help to envision the research at IBS.

**Keywords :** IBS, 기초과학, 연구기관

## :: Short Biography

## • Education

- B.S. Seoul National Univ. Dept. of Physics, 1985
- Ph. D. MIT (Massachusetts Institute of Technology) Physics 1991

## • Work Experience

- President, Institute for Basic Science, (2019-present)
- Professor, Gwangju Institute of Science and Technology, Professor (1995- Present)
- Senior Physicist, EXXON (1993-1995)
- Post-doctoral Associate MIT (1991-1992),
- Cornell University, Visiting Scholar (2000.01-2001.12)

## • Services &amp; Projects

- Dean, GIST College, Gwangju Institute of Science and Technology (2012-2015)
- Director, SRC 'Center for Advanced X-ray Science' (2015-2019)
- Director, NCRC 'Center for Extreme Light Applications' (2008-2015)
- Director, BK21 Center for Advanced Materials Research and Education (2006-2009)
- Deliberative Member, Presidential Advisory Committee of Science and Technology

## • Organizations

- President, Korean Synchrotron Users' Association (2016-2017)
- Vice President for Ethics, Korean Physical Society (2019-2020)

## • Honors and Awards

- Honorary Ph.D. Nara Institute of Science and Technology (2012.10)
- Science and Technology Medal (2012)



## ○ 특별심포지엄 | 표면 및 계면과학 : 차세대 방사광 가속기 건설 및 활용

우리나라 과학기술 발전을 견인할 차세대 방사광가속기 건설의 시작이 가시화되고 있습니다.  
이에 방사광가속기 전반에 대한 이해와 함께 이를 활용한 연구주제들에 대한 소개를 하고자 합니다.

2월 5일(금) 09:00-11:00 | 좌장 : 전철호 (한국기초과학지원연구원)



**김재영 박사** (기초과학연구원)

차세대 방사광원을 활용한 연구방법의 발전 전망



**이재유 박사** (포항가속기연구소)

Design of Korean 4GSR and its beam characteristic



**신현준 박사** (포항가속기연구소)

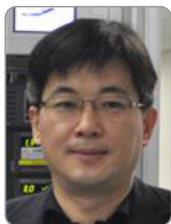
차세대 방사광가속기에 제안되는 빔라인들



**김근수 교수** (연세대학교)

New science opportunities with nanoARPES at 4GSR

SF-S001



## 차세대 방사광원을 활용한 연구방법의 발전 전망

김재영

기초과학연구원

1990년대 중반에 등장한 3세대 방사광 가속기는 이전 세대에 비해 수천 배 이상의 성능을 보였고, 이는 방사광에 특화된 새로운 실험방법들이 등장하게 되는 물적 기반이 되었다. 그리고, 최근 수년 전부터 주요 국가들에서 이러한 3세대 방사광 가속기들을 다시 차세대로 업그레이드하거나, 새로운 차세대 방사광을 구축하고자 하는 붐이 일어나고 있다. 4세대 방사광은 이전 세대에 비해 다시 100 배 이상의 성능을 가지고 있기 때문에 방사광 활용 연구에 다시 한번 패러다임 전환을 일으킬 것으로 기대된다. 이 강연에서는 차세대 방사광의 광원 특성을 소개하고, 이를 토대로 등장할 수 있는 새로운 실험 방법들을 전망해 보고자 한다.

**Keywords :** 4세대 방사광 가속기

### :: Short Biography

- 2000년 1월 ~ 2002년 1월      포항가속기연구소 박사후 연구원
- 2002년 1월 ~ 2017년 9월      포항가속기연구소 선임/책임/수석대우연구원
- 2007년 9월 ~ 2017년 9월      포항공대 물리학과 겸직교수
- 2009년 2월 ~ 2012년 2월      포항가속기연구소 빔라인사이언스팀장
- 2010년 5월 ~ 2012년 8월      포항가속기연구소 자외선운영팀장
- 2012년 9월 ~ 2013년 8월      미국 SLAC 국립연구소 방문연구원
- 2013년 10월 ~ 2017년 9월      포항가속기연구소 산업기술융합센터 센터장
- 2016년 1월 ~ 2016년 4월      포항가속기연구소 빔라인운영부 부장
- 2016년 10월 ~ 2017년 9월      포항가속기연구소 방사광연구단 단장
- 2017년 10월 ~ 현재          IBS 저차원전자계연구단 연구위원
- 2017년 12월 ~ 현재          한국방사광이용자협회 총무이사



SF-S002



## Design of Korean 4GSR and its beam characteristics

이재윤

포항가속기연구소

KBSI, KAERI and PAL are working on the conceptual design report for the Korean 4th Generation Storage Ring (4GSR). It contains technical and implementation details at a sub system level. Korean 4GSR is 4 GeV, 800 m long and 58 pm emittance machine. Up to 60 beamlines can be constructed. In this talk, we describe the design features of the Korean 4GSR and its photon beam characteristics. We compare its performances with the performances of the PLS-II.

**Keywords :** 방사광가속기

### :: Short Biography

- 2016.03 ~ now : Staff Scientist, PAL, Pohang, Korea
- 2015.09 ~ 2016.02 : Postdoctoral position, PAL, Pohang, Korea
- 2010.03 ~ 2015.08 : Ph. D. in Department of Physics, POSTECH, Pohang, Korea
- 2008.03 ~ 2010.02 : M. S. in Department of Physics, POSTECH, Pohang, Korea
- 2004.03 ~ 2008.02 : B. S. in Department of Physics, POSTECH, Pohang, Korea

## SF-S003



## 차세대 방사광가속기에 제안되는 빔라인들

신현준<sup>1\*</sup>, 강보선<sup>2,3</sup><sup>1</sup>포항가속기연구소, <sup>2</sup>한국연구재단, <sup>3</sup>건양대학교 의공학과

방사광은 물질의 원자-분자-결정 구조 및 전자-에너지 구조에 대한 정보 제공에 있어 매우 유용하다. 3세대 방사광가속기는 방사광 활용기법 개발 및 응용 분야 개척의 초창기 때와는 다르게, 이제는 다양한 기능의 추가, 이용자 편이성의 증대, 처리량의 증대 등으로 많은 과학자들이 즐겨찾는 시설이 되었다. 이를 반영하듯이, 현재 전세계에는 35기의 3세대급 방사광가속기가 운영 중에 있으며, 최근에는 13기의 차세대급 방사광 가속기가 (신설 혹은 3세대 시설의 성능향상 방법으로) 구축되었거나 계획 중이다. 국내에도 방사광 활용 물질 분석의 욕구가 충분히 많으며 관련기술과 과학 발전을 고려한다면, (최종 40여기의 빔라인을 가질) 차세대 방사광가속기의 구축은 국가 R&D 경쟁력 증진에 크게 기여할 것으로 판단한다. 특히, 고부가가치 창출 산업의 기반이 되는 신약, 반도체, 전자 소자, 디스플레이, 에너지 등의 신소재 및 소자 개발의 경쟁력 제고를 위해서 큰 역할을 할 것이다.

차세대 방사광에 적절한 빔라인을 선정하는 데에는 다양한 의견들이 있을수 밖에 없다. 그만큼 국내의 활용 분야가 매우 다양하며, 임팩트도 상황에 따라 매우 다양하게 정해지기 때문이다. 빔라인 기법은 크게 보면, (i) 실공간 구조분석을 위한 산란, 회절, (ii) 전자-에너지 구조분석을 위한 분광, (iii) 비균질 물질의 각 부위와 비파괴적인 물질 내부 탐구의 중요성으로 인한 이미징, 현미경 기법으로 분류할 수 있다. 이 기법들이 4 GeV, 0.1 nmrad 이하에 미턴스의 차세대 방사광가속기에서 실현될 때 획득될 수 있는 데이터의 내용과 수준이 어떻게 달라지는지 기술적으로 소개하고자 한다. 다음으로, 우선적으로 설치를 고려 중에 있는 10기의 빔라인이 차세대 방사광가속기의 장점을 어떻게 활용하고자 하는지에 대해 소개하고자 한다. 이 빔라인들은 산업지원을 고려한 3기의 빔라인, 이용자 협회가 (각 분과위를 위주로) 제안해 준 6기의 빔라인, 도전적으로 기획한 1기의 빔라인이다.

본 내용은 차세대 방사광가속기 CDR 작성 프로젝트 구성원을 대신해서 발표합니다.

**Keywords :** 차세대 방사광가속기, 빔라인

### :: Short Biography

- 1999.3 ~ present: Adjunct Professor, Physics Department, POSTECH.
- 1996.6 ~ present: Pohang Accelerator Laboratory (PAL). Chief scientist (2011.3 ~ present), Senior scientist (1999 ~ 2011), Research Scientist (1996 ~ 1999).
- 2019.12 ~ 2020.8: Director, PLS-II Department, PAL.
- 2018.3 ~ 2019.12: Director, Synchrotron R&D Department, PAL.
- 2016.3 ~ 2018.2: Head, PLS-II Beamline Division, PAL.
- 2006.12 ~ 2010.4: Leader, Soft X-ray Operation Team, PAL.
- 2015.3 ~ 2016.2: Visiting Scholar, Elettra-sincrotrone Trieste, Italy,
- 2005.11 ~ 2006.10: Visiting Scholar, Advanced Light Source, LBL, USA
- 1995.3 ~ 1996.5: Post-doctoral fellow, Advanced Light Source, LBL, USA.
- 1990.3 ~ 1995.2: Ph.D., Experimental Plasma Physics, Physics Department, Pohang University of Science and Technology
- 1986.3 ~ 1988.2: M.S., Optics, Physics Department, Seoul National University.
- 1982.3 ~ 1986.2: B.S., Physics, Physics Department, Seoul National University.



SF-S004



## New science opportunities with nanoARPES at 4GSR

Keun Su Kim\*

Department of Physics, Yonsei University, Seoul 03722, Korea

Over past few decades, angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES) combined with a high-flux synchrotron radiation has emerged as a powerful technique to measure the electronic structure of materials. The typical beamsize of ARPES experiments at the surface of samples is about 30 ~ 100 micrometer, which is termed microARPES. Recently, this beamsize is reduced even further to the range of nanometer scale, which is the so-called nanoARPES. In this talk, I will introduce our recent research activities on the band structure of quantum materials by means of microARPES and nanoARPES. The in situ deposition of alkali metals on the surface of quantum materials has been used to modulate the band gap [1]. The widely tunable band gap can be used to systematically study the topological phase diagram, and to explore a novel class of Dirac and Weyl semi-metal states [2]. The control of light polarization was also used to visualize quantum phases in the band structure of materials, and to find a novel bipolar pseudospin polarization [3]. I will also introduce new directions allowed by the use of nanoARPES, which is the electrostatic control of band gaps by applying electric field directly to samples made in the form of gate devices.

### :: Short Biography

#### • Career History

- B.S. Department of Physics, Yonsei University, Aug. 2005
- Ph. D Department of Physics, Yonsei University, Feb. 2010  
Supervisor: Prof. Han Woong Yeom
- Pstdoc Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory, Oct. 2013  
Supervisor: Dr. Eli Rotenberg and Dr. Aaron Bostwick
- Nov. 2013-Feb. 2017 Assistant Professor, Department of Physics  
Pohang University of Science and Technology(POSTECH)
- Mar. 2017-Present Assistant, Assistant Professor, Department of Physics  
College of Science, Yonsei University

#### • Research Interest

Experimental Condensed Matter Physics

- Surface and Interface Physics(in situ Surface Doping)
- Low-Dimensional Quantum Matter(Two-Level Quantum Systems)
- Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy(ARPES) and nanoARPES

## ● 특별심포지엄 | 플라즈마 및 디스플레이 : 플라즈마의 바이오메디컬 응용

플라즈마는 재료, 농업, 환경, 항공우주 등 다양한 분야에 적용되어 최신의 과학기술 발전을 이끌고 있다. 특히 최근에는 바이오메디컬 분야에 플라즈마가 널리 적용되고 있으며, COVID-19의 세계적 확산에 따른 대책으로 플라즈마를 포함한 새로운 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 이번 특별심포지엄에서는 바이오메디컬 분야에 이용되고 있는 최신의 연구결과를 살펴보고 향후 발전방향에 대해 논의하고자 한다.

2월 5일(금) 09:00-11:00 | 좌장 : 최수석 (제주대학교)



**이승훈 선임연구원** (재료연구소)

소재기술 기반의 바이오메디컬 분야 플라즈마 응용연구 현황



**김대웅 선임연구원** (한국기계연구원)

플라즈마의 바이오메디컬 응용에 적합한 다양한 구조의 플라즈마 반응기 개발연구



**최은하 교수** (광운대학교)

Nonthermal Biocompatible Plasma (NBP) Sources and their Applications to Plasma Medicine and Agricultures



**조혜민 교수** (동아대학교)

Non-thermal plasma for cancer therapy: Anticancer effect of APPJ-generated RONS



PF-S001



## 소재기술 기반의 바이오메디컬 분야 플라즈마 응용연구 현황

이승훈<sup>1</sup>, 정성훈<sup>1</sup>, 변은연<sup>1</sup>, 김도근<sup>1</sup>, 박주영<sup>1</sup>, 김상진<sup>1</sup>, 이유리<sup>2</sup>, 최주연<sup>2</sup>, 김용희<sup>2</sup>,  
김상현<sup>3</sup>, 김남경<sup>3</sup>, 류성원<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국재료연구원, <sup>2</sup>더블유랩, <sup>3</sup>경북대학교 의과대학, <sup>4</sup>국립마산병원

저온 플라즈마의 살균, 대사촉진, 약물전달과 관련된 다양한 효능이 알려짐에 따라 이를 활용한 다양한 연구개발과 산업화가 진행 중이다. 저온 플라즈마를 다양한 분야에 효과적으로 사용하기 위해 플라즈마 발생기에 사용되는 소재를 적절히 선택하여 사용자가 안전하고 편리하게 플라즈마 기술을 활용할 수 있어야 한다. 본 발표에서는 한국재료연구원서 수행 중인 바이오메디컬 분야 저온 플라즈마 연구와 플라즈마-소재기술 융합을 통한 코로나 19 사태의 조기종식에 기여하기 위한 연구를 소개하고자 한다.

**Keywords :** 저온 플라즈마, 살균, 약물전달, 코로나19

### :: Short Biography

#### • 학력

- 2015.3 ~ 2019.2 : 한국과학기술원 자연과학대학 물리학과 이학박사
- 2006.3 ~ 2008.8 : 서울대학교 공과대학 원자핵공학과 공학석사
- 2002.3 ~ 2006.2 : 서울대학교 공과대학 원자핵공학과 학사

#### • 경력

- 2008 ~ 2013: 재료연구소 연구원
- 2014 ~ 현재: 재료연구소 선임연구원
- 2019 ~ 현재: 한국진공학회 평의원
- 2020 ~ 현재: 한국표면공학회지 편집이사
- 2020 ~ 현재: 피부미용의료기기 전문기업 ‘더블유랩’ 기술고문

#### • 연구 분야

- 저온 플라즈마 발생장치, 선형 이온빔 발생장치, 물투를 표면처리 장치
- 선형 이온빔 응용 유연소재 표면처리 공정 개발
- 대기압 저온 플라즈마 응용 바이오 소재 (세포, 균, 피부) 표면처리 연구

#### • 주요 연구성과

- SCI/E 논문: 25편
- 특허: 등록 39건, 저온 플라즈마 응용 장치 및 소재 관련
- 기술이전: 계약액 기준 4.39억 (2018-2020)
- 기술사업화: 김해강소특구 1호 연구소기업 ‘더블유랩’ 설립, 플라즈마 헬스케어 기기 제조사
- 재료연구소 세계1등 기술 『광폭 표면처리용 선형 이온빔 소스 및 공정 기술, 2013년

PF-S002



## 플라즈마의 바이오메디컬 응용에 적합한 다양한 구조의 플라즈마 반응기 개발연구

김대웅\*, 강우석, 허민, 김형우, 이대훈

한국기계연구원

대기압 플라즈마 방전은 저진공 플라즈마 방전과 달리 진공시스템과 같은 복잡한 장치의 도움없이 대기중에서 발생한다. 대기 그자체 또는, 아르곤, 헬륨 등의 기체와 이를 공급하는 유로, DC, RF 등 다양한 주파수의 전력소스와 바늘전극, 유전체격벽전극 등의 전극을 이용하면 수월하게 방전시킬 수 있는 장점으로 인해, 바이오, 농업, 환경, 반도체 등 다양한 분야에서 활발하게 응용이 진행중이거나 새로운 기술영역을 확장중이다. 본 발표에서는 대기압 플라즈마 소스의 구조를 바이오-메디컬과 같이 특정한 응용분야에 적합하게 보완 개발하여 새로운 기술영역에 적용하는 기술개발과정에 대하여 소개하고자 한다.

**Keywords :** Atmospheric pressure plasma source, industrial application, bio-medical application

### :: Short Biography

#### · 연구분야

- Bio 및 농업 등의 대기압 플라즈마 활용을 위한 방전소스 개발, 대기압 플라즈마 진단, 반도체/디스플레이 플라즈마 공정 플라즈마 소스 개발, 플라즈마 공정 진단

#### · 학력

- Ph. D. 기계공학과, 한국과학기술원 2017
- M. Sc. 물리학과, 한국과학기술원 2011
- B. Sc. 물리학과, 연세대학교 2009

#### · 박사학위제목

- “Characterization of atmospheric pressure needle plasma source and evaluation of its effect on angiogenesis in wound healing progress by using angiogenic optical coherence tomography”

#### · 경력 및 대외활동

- 2019. 01 ~ 현재: 한국진공학회 플라즈마 및 디스플레이 분과 위원
- 2017. 01 ~ 현재: 선임연구원, 한국기계연구원
- 2012. 08 ~ 2017. 01: Research assistance, 한국과학기술원

#### · 대표논문

1. S. J. Kim, J. J. Lee, Y. S. Lee, D. W. Kim, and S. J. You, Effect of an inhomogeneous electron density profile on the transmission microwave frequency spectrum of the cutoff probe, Plasma Sources Science and Technology, (2020)

2. 노승원, 박종석, 김성진, 김대웅, 강우석, 담액수경재배 시스템에서 플라즈마수 처리가 상추의 생육 및 폐놀류 함량에 미치는 영향, Protected Horticulture and Plant Factory, 29 (2020)
3. D. W. Kim, S. J. You, S. J. Kim, J. H. Kim, J. Y. Lee, W. S. Kang, and M. Hur, Planar cutoff probe for measuring the electron density of low-pressure plasmas, Plasma Sources Science and Technology, 28 (2019)
4. D. W. Kim, S. J. Kim, J. H. Kim, W. Y. Oh and S. J. You, Two-resonance probe for measuring electron density in low-pressure plasmas, Plasma Sources Science and Technology, 7, 045015(2017)
5. D. W. Kim, T. J. Park, S. J. Jang, S.J. You, and W. Y. Oh, Plasma treatment effect on angiogenesis in wound healing process evaluated in vivo using angiographic optical coherence tomography, Appl. Phys. Lett., 109, 233701 (2016)

PF-S003



## Nonthermal Biocompatible Plasma (NBP) Sources and their Applications to Plasma Medicine and Agricultures

최은하

광운대학교 플라즈마바이오과학연구소

저온바이오플라즈마(Nonthermal biocompatible plasma :NBP)의 발생[1]은 일반적으로 대기압에서 발생시킨다. NBP의 물리적, 화학적 특성, 그리고 이의 의학, 공중보건 및 농업등의 적용모형[1,2] 및 실험을 소개하고 논의한다. Soft jet 와 micro-DBD 방식의 NBP는 플라즈마 전자온도와 밀도의 값이 각각 1.2 ~ 3. -15 eV 및  $3 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  [3] 인 특성을 가지며, 이로부터 플라즈마 자외선광분해 (Plasma UV photolysis) [1,4,5]과정에 의해 세포 및 조직안에 활성산소 및 질소종 (RONS)들이 동시다발적으로 생성되며, 그 다음에는 세포밖의 RONS 들이 세포안으로 확산침투되어 들어가게 된다. 이와 같은 RONS 의 순차적인 시너지 상호작용[1,5]로 상처치유, 난치성 암치유 및 의학의 적용에 플라즈마를 의학적으로 사용하고 있다[1,2]. 각종 미생물 사멸 및 바이러스 비활성화, 특히 요즘 전세계적으로 번지고 있는 COVID19 및 이의 변종 바이러스와의 전쟁은 플라즈마라는 지혜를 가지고 적극적으로 예방할수 있고, 또한 소독 및 감염된 경증증 환자를 치료할수 있는 가능성이 매우 높다[6]. 그리고 식물, 농업의 이슈를 식물 및 생활환경으로 승화하여 이와 관련된 플라즈마 질소고정[7]을 같이 생각하여 본다.

**Keywords :** 저온바이오플라즈마(NBP), 활성산소 및 질소(RONS), 플라즈마 자외선광분해과정, 확산침투, 순차적인 시너지상호작용, COVID19 및 변종, 플라즈마 질소고정

### :: Short Biography

#### · 주요경력

- 1978 ~ 1982 : 서울대학교 물리교육과
- 1982 ~ 1984 : KAIST 석사 (플라즈마 물리)
- 1984 ~ 1987. 8 : KAIST Ph.D. (플라즈마 물리학)
- 1987.9 ~ 1990 : NSWC (White Oak)/Catholic Univ., post-doc/NASA (Langley)  
위축연구원/Hamton University 조교수
- 1990 ~ 1992 : 한국표준과학연구원 플라즈마연구실 선임연구원
- 1992 ~ 현재 : 광운대학교 전자바이오물리학과 교수
- 2004 ~ 2009 : PDP 공동연구기반센터 소장, 산학연협의회 회장
- 2010 ~ 2017 : SRC 플라즈마바이오과학연구센터(PBRC) 소장
- 2015 ~ 2016 (제13대 한국진공학회): 운영이사장 및 부회장, IVC20 집행실무위원장
- 2016 ~ 현재 : INP-PBRC 플라즈마의과학센터 (APMC) 소장
- 2017 ~ 2018 (한국물리학회): 부회장 및 기획정책위원장,
- 2017 ~ 현재 (제14대-15대 한국진공학회): 자격심의위원회 위원장, 이사
- 2019.3 ~ 현재 (식약처) : 한국 IEC/TC62D 전문위원



- 2020 ~ 현재 : 플라스마바이오산업진흥협회(사) 회장
- 2021 ~ 현재 : 한국진공학회 회장

• 주요연구분야

- 펄스전자빔 및 고출력마이크로파, EMP 발생
- 플라스마 스위치 및 펄스플라스마 집속장치, MPD 추진
- 집속이온빔 및 기체전기장 이온원 발생장치
- 플라스마바이오과학및 융복합 연구

• 주요기술이전분야

- 플라스마 화상치료기, 구급차 플라스마살균소독기, 플라스마 치아미백기, 플라스마 공기청정 및 바이러스 제거기 등.

PF-S004



## Non-thermal plasma for cancer therapy: Anticancer effect of APPJ-generated RONS

조혜민<sup>1</sup>, 조아라<sup>2</sup>, 배진희<sup>1</sup>, 정진웅<sup>2</sup>, 정태훈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>신소재물리학과, 동아대학교, <sup>2</sup>의생명과학과, 동아대학교

Non-thermal atmospheric pressure plasma (NTAPP) has recently been applied living cells and tissues and emerged for cancer therapy. Many studies have reported that NTAPP induced cell death without affecting normal cells and attributed to the production of intracellular reactive oxygen and nitrogen species (RONS). This paper reports on interaction between NTAPP and cancer cells or liquids, focusing on amounts of RONS production. Furthermore, we summarize the anticancer effect of plasma treatment depends on various plasma operating conditions to find out cell death mechanism.

**Keywords :** Non-thermal atmospheric pressure plasma(NTAPP), atmospheric pressure plasma jet (APPJ), cancer therapy, reactive oxygen and nitrogen species(RONS)

### :: Short Biography

#### • EDUCATION

- 2009.09 ~ 2015.02 Ph.D., Department of Physics, Dong-A University.
- Dissertation: Study on Plasma-Cancer Cell Interactions using Atmospheric Pressure Plasma Jets
- 2007.03 ~ 2009.08 M.S., Department of Integrated Science Education, Dong-A University.
- 2001.03 ~ 2006.02 B.S., Department of Materials Physics & Mathematics, Dong-A University.

#### • CAREER

- 2016.03 ~ now Assistant Professor, Department of Materials Physics, Dong-A University.
- 2015.03 ~ 2016.02 Post-doctoral Researcher, Department of Materials Physics, Dong-A University.
- 2006.03 ~ 2015.02 Teaching & Research Assistant, Department of Materials Physics, Dong-A University.

#### • PUBLICATIONS

- SCI journal : 17 papers

#### • PROFESSIONAL RESEARCH EXPERIENCES

- 2017.04 ~ 2020.08 Korean Ministry of Science and ICT (NRF #2017R1C1B5075526)  
Title : Study on plasma discharge characteristics according to structure of atmospheric pressure plasma devices and applications
- 2020.06 ~ 2023.02 Korean Ministry of Science and ICT (NRF #2020R1F1A1069892)  
Title : Study on diagnostics of reactive species in non-thermal plasma and its biomedical applications

#### • RESEARCH INTERESTS

- Atmospheric Pressure Plasmas; Plasma-jet Devices; Plasma Diagnostics; Plasma Medicine; Plasma-cell interactions; Plasma-Liquid interactions; Plasma-liquid-cell interactions

## ○ 특별심포지엄 | 반도체 및 박막 : 저차원 반도체 응용 및 분석

본 특별심포지엄에서는 전기발광소자, 센서 등의 다양한 광전소자 응용이 가능한 저차원 물질의 최근 연구동향과 이러한 저차원 소재 및 소자의 구조적, 광학적, 전기적 특성을 분석할 수 있는 다양한 나노 분석법에 대하여 소개하고자 한다.

2월 5일(금) 09:00-10:05 | 좌장 : 이홍석 (전북대학교)



**김정길 교수** (제주대학교)

실리콘 나노선 기반의 다기능 나노 소자의 개발



**홍영준 교수** (세종대학교)

Remote epitaxy of GaN microrod heterostructures for fabricating deformable micro-light emitting diodes

2월 5일(금) 10:05-11:05 | 좌장 : 배수강 (한국과학기술연구원)



**김희대 교수** (중국 동북사범대학)

Investigation of optical properties in a coupled quantum dot molecule



**안상민 교수** (전북대학교)

Low dimensional soft matter physics by using an atomic force microscope

2월 5일(금) 14:35-15:10 | 좌장 : 조창희 (대구경북과학기술원)



**박경덕 교수** (UNIST)

Dynamic plasmonic tip-cavity for low-dimensional semiconductors from weak to strong coupling regime

SF-S001



## 실리콘 나노선 기반의 다기능 나노 소자의 개발

김정길

제주대학교

본 연구에서는 Photon-triggered nanowire (NW) transistor (PTNT), PTNT logic gate 및 단일 NW 광 검출 시스템을 개발하였다. NW는 짧은 다공성 실리콘 (PSi) 세그먼트로 연결된 긴 결정질 실리콘 (CSi) 세그먼트로 합성된다. 준비한 NW의 양단에 전극을 제작하고 중간의 단일 PSi 세그먼트에 CSi 채널이 연결된다. PSi 세그먼트를 빛에 노출시키면  $> 8 \times 10^6$ 의 높은 ON / OFF 비율로 NW의 전류가 트리거된다. NW를 따라 2 개의 PSi 세그먼트를 포함하는 장치는 2 개의 독립적인 광학 입력 신호를 사용하여 트리거 할 수 있다. 국소적으로 focus된 레이저를 사용하여 AND, OR 및 NAND 게이트를 포함한 PTNT logic gates를 시연하였다.

**Keywords :** Nanowire, Transistor, Silicon

### :: Short Biography

#### • Educations

- 2004 ~ 2009 B.Eng. Radio Communication Engineering, Kyung Hee University
- 2009 ~ 2011 M.Sc. Physics, Kyung Hee University
- 2012 ~ 2016 Ph.D. Physics, Kyung Hee University

#### • Careers

- 2020 ~ Current Assistant Professor, Jeju National University
- 2019 ~ 2020 Research Professor, Korea University
- 2018 ~ 2019 Post-Doctoral Fellowship, Johns Hopkins University
- 2016 ~ 2018 Research Professor, Korea University

#### • Selected Papers

- Jungkil Kim, Hoo-Cheol Lee, Kyoung-Ho Kim, Min-Soo Hwang, Jin-Sung Park, Jung Min Lee, Jae-Pil So, Jae-Hyuck Choi, Soon-Hong Kwon, Carl J. Barrelet, and Hong-Gyu Park, "Photon-triggered nanowire transistors," Nat. Nanotechnol. 12, 963-968 (2017).
- Tomojit Chowdhury, Jungkil Kim, Chenyang Li, Seong Won Lee, Weinan Xu, David H. Gracias, Natalia V. Drihko, Todd H. Brintlinger, Tim Mueller, Hong-Gyu Park, Thomas J. Kempa, "Substrate directed synthesis of MoS2 crystals with tunable dimensionality and optical properties," Nat. Nanotechnol. 15, 29-34 (2020).
- Jungkil Kim<sup>†</sup>, Ha-Reem Kim<sup>†</sup>, Hoo-Cheol Lee, Kyoung-Ho Kim, Min-Soo Hwang, Jung Min Lee, Kwang-Yong Jeong, and Hong-Gyu Park, "Photon-Triggered Current Generation in Chemically-Synthesized



- Silicon Nanowires,” Nano Lett. 19, 1269-1274 (2019).
- Hoo-Cheol Lee<sup>†</sup>, Soon-Jae Lee<sup>†</sup>, Jungkil Kim<sup>†</sup>, Kyoung-Ho Kim, Jin-Sung Park, Min-Soo Hwang, Jung Min Lee, Kwang-Yong Jeong\*, and Hong-Gyu Park, “Unique Scattering Properties of Silicon Nanowires Embedded with Porous Segments,” ACS Appl. Mater. Interfaces 11, 21094-21099 (2019).
  - Jungkil Kim, Shin-Young Park, Sung Kim, Dae Hun Lee, Ju Hwan Kim, Jong Min Kim, Hee Kang, Joong-Soo Han, Jun Woo Park, Hosun Lee, and Suk-Ho Choi, “Precise and selective sensing of DNA-DNA hybridization by graphene/Si-nanowires diode-type biosensors,” Sci. Rep. 6, 31984 (2016).

SF-S002



## Remote epitaxy of GaN microrod heterostructures for fabricating deformable micro-light emitting diodes

홍영준

세종대학교 나노신소재공학과 & GRI-TPC 국제공동연구센터

Among many solid-state materials, semiconductor is undoubtedly an ideal light source material. However, rigid, brittle property of semiconductor makes it difficult in use of flexible lighting devices or displays. In this talk, the remote epitaxy of GaN microrod heterostructure is mainly presented for fabricating flexible light-emitting diodes (LEDs).[1] The site-selective remote epitaxy is reported for massive transfer of semiconductor microarrays.[2] We also discuss the challenges and opportunities of graphene substrates toward future flexible optoelectronics.

**Keywords :** remote epitaxy, GaN, micro-light emitting diodes, heterostructure, graphene

### :: Short Biography

#### • Education

- 2011: Ph.D., Materials Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH), Pohang, Korea
- 2004: B.S., Materials Science and Engineering, Korea University, Seoul, Korea

#### • Current Professional Activities

- 2020 ~ present: Vice Provost, Industry Academy Cooperation Foundation (연구처·산학협력단 부단장), Sejong University, Korea
- 2020 ~ present: Academician member (평의원), Korean Physical Society, Korea
- 2020 ~ present: Board member (사업이사), Materials Research Society of Korea
- 2019 ~ present: Vice Executive Editor (편집부실무이사), Current Applied Physics, Elsevier
- 2016 ~ present: Associate Professor, Dept. Nanotechnology and Advanced Materials Engineering, Sejong University, Korea

#### • Research Fields

- III-V semiconductor epitaxy (selective area epitaxy, van der Waals epitaxy, remote epitaxy) by MOCVD technique
- Semiconductor nanowire heterostructures for optoelectronic device applications
- Fabrication and characterization of quantum dot light-emitting diodes
- Synthesis of polymeric nanostructures for water desalination.

• 10 Selected Publications (as the first or corresponding author)

1. H. J. Kim et al. "Recyclable aqueous metal adsorbent: synthesis and Cu(II) sorption characteristics of ternary nanocomposites of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles@graphene-poly-N-phenylglycine nanofibers" J. Hazard. Mater. 401, 123283 (2021).
2. J. Jeong et al. "Remote heteroepitaxy of GaN microrod heterostructures for deformable light-emitting diodes and wafer recycle" Sci. Adv. 6, eaaz5180 (2020).
3. J. Jeong, et al. "Remote homoepitaxy of ZnO microrods across graphene layers" Nanoscale 10, 22970 (2018).
4. Y. R. Park et al. "Graphene oxide-inserted poly(N-vinylcarbazole)/vanadium oxide hole transport heterojunctions for high-efficiency quantum-dot light-emitting diodes" Adv. Mater. Interfaces 4, 1700476 (2017). (featured as a back-cover paper)
5. H. J. Kim et al. "Phytic Acid-Doped Polyaniline Nanofibers for Enhanced Aqueous Copper(II) Adsorption Capability" ACS Sustainable Chem. Eng. 5, 6654 (2017).
6. Y. R. Park et al. "Quantum-Dot Light-Emitting Diodes with Nitrogen-Doped Carbon Nanodot Hole Transport and Electronic Energy Transfer Layer" Sci. Rep. 7, 46422 (2017).
7. Y. J. Hong et al. "Van der Waals Epitaxial Double Heterostructure: InAs/Single-Layer Graphene/InAs" Adv. Mater. 25, 6847 (2013).
8. Y. J. Hong et al. "van der Waals epitaxy of InAs Nanowires Vertically Aligned on Single-Layer Graphene" Nano Lett. 12, 1431-1436 (2012).
9. Y. J. Hong, and T. Fukui "Controlled van der Waals heteroepitaxy of InAs nanowires on carbon honeycomb lattices" ACS Nano 5, 7576 (2011).
10. Y. J. Hong et al. "Visible-color-tunable light-emitting diodes" Adv. Mater. 23, 3284-3288 (2011).

SF-S003



## Investigation of optical properties in a coupled quantum dots

Heedae Kim

Northeast Normal University

Recent advances in droplet epitaxy (DE) methods have enable the growth of laterally coupled quantum dot (CQD) structures. We found that the exciton dipole-dipole interaction in a single laterally CQD structure can be controlled by the linear polarization of optical excitation [1-2]. As the excitation intensity is increased with the linearly polarized light parallel to the lateral coupling direction, excitons and local biexcitons show a redshift along with coupled biexciton, while neither coupled biexcitons nor a redshift are observed when the direction of excitation beam is perpendicular to the coupling direction. The polarized dependence and power dependent redshift are attributed to an optical nonlinearity in the exciton energy transfer interaction. This interaction becomes significant with increasing the excitation parallel to the coupling direction, where redshifts, an exciton population transfer, and a coupled biexciton appear.

### :: Short Biography

Heedae Kim received his Bachelor degree in Physics from University of Texas at Austin and Ph. D. degree in Physics from University of Oxford. Currently, Heedae Kim is working at Northeast Normal University, department of Physics as a Distinguished Professor. His main research background is investigation of optical properties in quantum dot, nanowire, coupled nanostructures.



SF-S004



## Low dimensional soft matter physics by using an atomic force microscope

Sangmin An

Department of Physics, Institute of Photonics and Information Technology

The atomic force microscope (AFM) allows studies on physical properties of the low dimensional soft matters. However, it has been limited for research on the low dimensional liquid due to snap-in issue by capillary force. The quartz tuning fork (QTF)-AFM [1,2] addresses this issue with high stiffness and high quality factor, and least interaction on the nanoscale soft matter. Here, I introduce a small oscillation, distance-controlled non-contact mode QTF-AFM revealing physical properties of the nanoscale liquid (water) with discussion of their applications.

**Keywords :** low dimensional soft matter, QTF-AFM, high stiffness, high quality factor

### :: Short Biography

Sangmin An is the assistant professor in Department of Physics of Jeonbuk National University (South Korea). He received PhD in Physics from Seoul National University (South Korea) in 2013. Following research in Center for Nanoscale Science and Technology (CNST) of National Institute of Standard and Technology (NIST), USA as a NIST associate (Postdoctoral Researcher) focusing the optomechanical nanoscale cantilever-based atomic force microscopy (AFM) for 3 years and then research on nanoscale soft matter physics by using a specialized (quartz tuning fork, QTF) AFM in Department of Physics & Astronomy of Seoul National University (South Korea) as a Research Assistant Professor for 3 years, he is working on the cantilever-based and QTF-based AFM and advanced scanning tunneling microscopy (AFM-combined STM), and advanced scanning electron microscopy (AFM-SEM) for analyzing 2D (Graphene, hBN, TMD), 1D (Quantum dot), 0D (Viscoelastic nanoscale liquid) materials in Department of Physics of Jeonbuk National University (South Korea) as an assistant professor. He contributes developing nanopipette-AFM combined nanolithography and 3D nanofabrication with realization of low-volume liquid delivery through the nanoscale aperture ( $< \sim 100\text{nm}$ ) via a connection of liquid nanochannel and naturally condensed nanoscale water meniscus which is another intensive research topic, and also nanorod-AFM combined nanoscratching and a instability-induced ultra sensitive non-linear sensor.

SF-S005



## Tip-induced control of quantum light-matter interactions in low-dimensional semiconductors

Kyoung-Duck Park

Ulsan National Institute of Science and Technology(UNIST)

Structure, functions, dynamics, and interactions are the basic elements to systematically understand scientific phenomena in nature. For the last hundred years there have been many scientific adventures of these properties on the micrometer scale alongside with evolving microscopy techniques, yet the nanoscopic nature leaves many open questions due to the limited spatial resolution of them. To achieve the desired nanometer imaging-resolution with multifunctional spectroscopic specificity, I develop scanning near-field microscopies with different optical modalities, such as elastic scattering, Raman scattering, IR absorption, photoluminescence (PL), and second-harmonic generation (SHG) from UV to mid-IR/THz regime in various interacting environments, e.g., ultra-high vacuum (UHV), cryogenic, and liquid. In this talk, I will demonstrate a range of new functions and properties of van der Waals materials, which are revealed by tip-enhanced nano-spectroscopy and -imaging on their natural physical length scales. Further, I will present a new perspective of near-field microscopy for applications in atomically thin 2D materials, i.e., active control of nanoscale light-matter interactions, with several examples I achieved recently.

**Keywords :** Tip-enhanced nano-spectroscopy, 2D materials

### :: Short Biography

#### • 학력 및 주요 경력

- 2018/11 ~ 현재: 울산과학기술원, 물리학과, 조교수
- 2018/01 ~ 2018/10: Department of Physics and JILA, University of Colorado at Boulder, 박사 후 연구원
- 2013/08 ~ 2017/12: Department of Physics and JILA, University of Colorado at Boulder, 박사
- 2013/04 ~ 2013/07: 성균관대학교, IBS 나노구조물리 연구단, 연구원
- 2010/03 ~ 2013/03: 광주과학기술원, 고등광기술연구소, 연구원
- 2008/03 ~ 2010/02: 인하대학교, 정보통신공학부 (광정보 트랙), 석사
- 2004/03 ~ 2008/02: 인하대학교, 정보통신공학부 (광정보 트랙), 학사

#### • 수상경력 및 활동

- 2020: 한국물리학회 광학 및 양자전자학 신진과학자상
- 2020 ~ Editorial Board (Nanophotonics)
- 2020 ~ Editorial Board (Nano Convergence)
- 2020: 한국물리학회 광학 및 양자전자학 신진과학자상
- 2019: 한국광학회 젊은광과학자상

- 2019 ~ Associated editor (Applied Science and Convergence Technology)
- 2016: 제 22회 삼성전자 휴먼테크 논문대상 Top10
- 2015: 제 21회 삼성전자 휴먼테크 논문대상 Top10
- 2014: 제 20회 삼성전자 휴먼테크 논문대상 은상
- 2013: Best poster award, The 16th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA-16, 한국물리학회 주관)
- 2012: Best poster award, The 12th international conference on Near-field Optics, Nanophotonics and Related Techniques (NFO 12)
- 2011: 우수발표상 (구두, 반도체분과), 2011 한국물리학회 가을 학술논문발표회
- 2011: 우수발표상 (포스터, 반도체분과), 2011 한국물리학회 가을 학술논문발표회
- 2011: Best poster award, The 15th International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA-15, 한국물리학회 주관)
- 2010: 우수발표상 (구두, 광학 및 양자전자학 분과), 2011 한국물리학회 가을 학술논문발표회

#### • 주요 논문

- [1] Kyoung-Duck Park, Molly May, Haixu Leng, Jiarong Wang, Jaron A. Kropp, Theodosia Gougousi, Matthew Pelton, and Markus B. Raschke “Tip-enhanced strong coupling spectroscopy, imaging, and control of a single quantum emitter” Science Advances 5, eaav5931 (2019)
- [2] Kyoung-Duck Park, Tao Jiang, Genevieve Clark, Xiaodong Xu, and Markus B. Raschke “Radiative control of dark excitons at room temperature by nano-optical antenna-tip Purcell effect” Nature Nanotechnology 13, 59 (2018)
- [3] Kyoung-Duck Park, Markus B. Raschke, Joanna M. Atkin, Young Hee Lee, and Mun Seok Jeong “Probing Bilayer Grain Boundaries in Large Area Graphene with Tip-Enhanced Raman Spectroscopy” Advanced Materials 29, 1603601 (2017)
- [4] Kyoung-Duck Park, Omar Khatib, Vasily Kravtsov, Genevieve Clark, Xiaodong Xu, Markus B. Raschke “Hybrid tip-enhanced nanospectroscopy and nanoimaging of monolayer WSe<sub>2</sub> with local strain control” Nano Letters 16, 2621 (2016)
- [5] Kyoung-Duck Park and Markus B. Raschke “Polarization control with plasmonic antenna-tips: A universal approach for optical nano-crystallography and vector-field imaging” Nano Letters 18, 2912 (2018)
- [6] Kyoung-Duck Park, Eric A. Muller, Vasily Kravtsov, Paul M. Sass, Jens Dreyer, Joanna M. Atkin, and Markus B. Raschke “Variable-Temperature Tip-Enhanced Raman Spectroscopy of Single-Molecule Fluctuations and Dynamics” Nano Letters 16, 479 (2016)

## ○ 제20회 진공기술강좌 : 일반진공 정기기술 강좌

2월 4일(목) 09:30~17:00

시간	성명	소속	제목
09:30~11:10	하태균	포항가속기연구소	진공기술 기본 이론
11:15~12:10	이동주	(주)헥사	진공펌프의 용량 선정과 배기시간 계산
13:05~14:00	홍승수	(주)WSA	진공게이지 및 진공도 측정
14:05~15:00	나동현	포항가속기연구소	진공 재료
15:05~16:00	주정훈	군산대학교	QMS를 이용한 분압 측정의 원리와 응용
16:05~17:00	정낙관	한국표준과학연구원	수소에너지 인프라 용 핵심 소재의 물성 측정

## ○ 제7회 플라즈마기술강습회

2월 4일(목) 13:00~16:50 | 좌장 : 김경남 (대전대학교)

시간	성명	소속	제목
13:00~13:50	최수석	제주대학교	플라즈마 기초특성
14:00~14:50	이효창	한국표준과학연구원	플라즈마 발생장치
15:00~15:50	유신재	충남대학교	플라즈마 진단방법
16:00~16:50	김경남	대전대학교	플라즈마 공정

## ○ 제5회 진공 Tutorial : 컴퓨터 계산 기법을 활용한 진공설계



실습을 위한 개인 노트북 지참 필요.

2월 5일(금) 14:35~17:30

시간	성명	소속	제목
14:35~15:30	이동주	(주)헥사	Vactran을 활용한 진공 디자인
15:35~16:30	하태균	포항가속기연구소	Molflow+를 활용한 3D 진공 분석 1(기초)
16:35~17:30	하태균	포항가속기연구소	Molflow+를 활용한 3D 진공 분석 2(활용)



## ● 분석기술 Tutorial

신소재 개발 연구 수행 시에 꼭 필요한 조성, 구조를 분석하는 대표적 방법 4가지에 대한 Tutorial입니다. 아래 분석법에 대한 기초적 설명, 데이터 해석 방법, 분석 의뢰시에 고려해야 할 점을 학생회원 및 관심 있는 회원을 대상으로 진행하고자 합니다.

XPS/XAS는 화학적 조성과 전자구조분석, SIMS는 미세조성분석 및 depth profiling, 전자현미경은 TEM을 중심으로 설명을 진행합니다.

또한 방사광가속기 기반의 분석법 중 활용도가 점점 커지고 있는 엑스레이흡수분광학(XAFS)을 이용한 구조 분석에 대한 강연을 준비하였습니다.

2월 5일(금) 15:10-16:30 | 좌장 : 전철호 (한국기초과학지원연구원)

시간	성명	소속	제목
15:10-15:50	임규욱	포항가속기연구소	연 X-선 분광법(XPS/XAS)를 이용한 화학적 조성 및 전자구조 분석
15:50-16:30	홍태은	한국기초과학지원연구원	이차이온질량분석기(SIMS)를 이용한 미세조성 및 depth profiling 분석

2월 5일(금) 16:30-17:50 | 좌장 : 임규욱 (포항가속기연구소)

시간	성명	소속	제목
16:30-17:10	장재혁	한국기초과학지원연구원	투과전자현미경(TEM)을 활용한 원자구조/전자구조 분석법
17:10-17:50	이국승	포항가속기연구소	엑스레이흡수분광학(XAFS)을 이용한 구조 분석

## ● 알기 쉬운 위상반도체

1947년 발명된 반도체 트랜지스터는 전자공학의 패러다임을 바꾸는 사건이었다. 그 후 기존 트랜지스터는 전자의 전하를 이용하기 때문에 소자의 속도 및 발열문제에 한계가 있어서 전자의 스핀을 이용한 스핀트로닉스 분야가 생겨났다. 최근에는 전자의 위상학 성질에 기인한 위상부도체가 발견되었고, 사람들은 위상물리에 기반한 새로운 위상전자소자, 특히 위상반도체에 많은 관심을 보이고 있다. 위상물리는 아직까지 소수의 전문가 집단만이 집중적으로 연구하고 있는 분야로써, 아직 산업체 및 반도체관련 연구자에게 쉽게 다가갈 수 있는 Tutorial 강좌가 거의 없다. 따라서 본 Tutorial에서는 위상물리 비전문가에게 전자의 토폴로지적 성질을 알기 쉽게 설명하여 향후 위상소자분야 관련분야에 기여를 하려고 한다.

2월 5일(금) 14:35~17:30

시간	성명	소속	제목
14:35~16:00	김지훈	포항공과대학교	알기 쉬운 위상반도체 1
16:05~17:30	김지훈	포항공과대학교	알기 쉬운 위상반도체 2

## 제6회 산업기술세션 (The 6<sup>th</sup> Industrial Vacuum Technology & Applications)

2021년 2월 4일(목) ~ 6일(토)까지 온라인으로 개최되는 제60회 한국진공학회 동계정기학술대회 기간 동안 “제6회 산업기술세션”이 2월 5일(금)에 개최됩니다.

산업기술세션은 한국진공학회에 참석하시는 많은 학계, 연구계, 산업계와 긴밀한 Co-work을 통해 다 학제간 (Multi-disciplinary) 진공기술의 응용 범위를 넓히고, 특히 Corona19 Pandemic 현상을 극복하면서 美中 간 기술 패권주의 틈바귀에서 우리 기업들의 생존을 위해 진공기술의 발전과 응용분야를 넓히고 첨단기술의 기초를 다짐은 물론 일본의 對한 수출규제 품목에 대한 기술개발의 성공 사례를 발표함으로써 더욱 더 폭 넓은 협력의 장을 마련하여 우리나라 진공산업 발전의 모멘텀을 제공하는 데 있습니다.

본 산업기술세션에서는 그간 진공기술의 사업화 성공사례, 사업화 기술 노하우, 연구개발 성과, 시장 마케팅 성공사례 등을 발표하여 연구과제 아이디어의 도출, 새로운 사업기회 창출 등 산학연 상호간 협력을 도모할 수 있는 장이 마련되어지기를 기원하며 적극적인 참여를 통해 기업의 발전을 기원합니다.

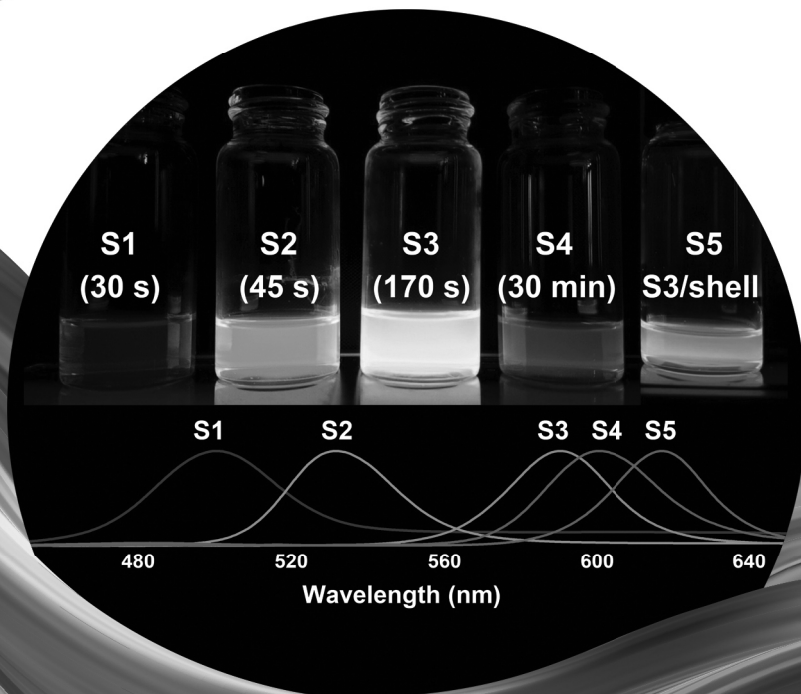
• 일시 : 2021년 2월 5일(금) 14:35~17:10

발표시간	발표자	소속	발표제목
09:00~17:00	온라인 포스터발표 및 온라인 진공장비전시회		
11:00~11:15	휴식		
11:15~12:00	총회초청강연 1 : 노도영(기초과학연구원)		
12:00~13:00	점심시간		
13:00~14:00	온라인 정기총회 및 시상식		
14:00~14:35	휴식		
14:00~15:00	표면 및 계면과학		
14:35~15:10	주 대 규	바이오플라테크	Plasma Bioscience for Medical Care in the 21st Century
15:10~15:40	이 두 영	한국알박	Development of sputtering system for Cu barrier seed process
15:40~16:10	전 부 일	주성엔지니어링	Characteristics of plasma for semiconductor process
16:10~16:40	김 지 현	한국알박	Characteristics of Batch type Native Oxide Remove Equipment Uniformity
16:40~17:10	이 철	원익IPS	Advanced RF/Plasma Engineering for Semiconductor Manufacturing Equipment

⋈ 구두발표

## 젊은진공과학자상

2월 4일(목) 14:00-14:30



젊은진상1

## High-sensitive microfluidics-based multichannel graphene field-effect transistor for rapid bacteria discrimination detection

김경호, 권오석

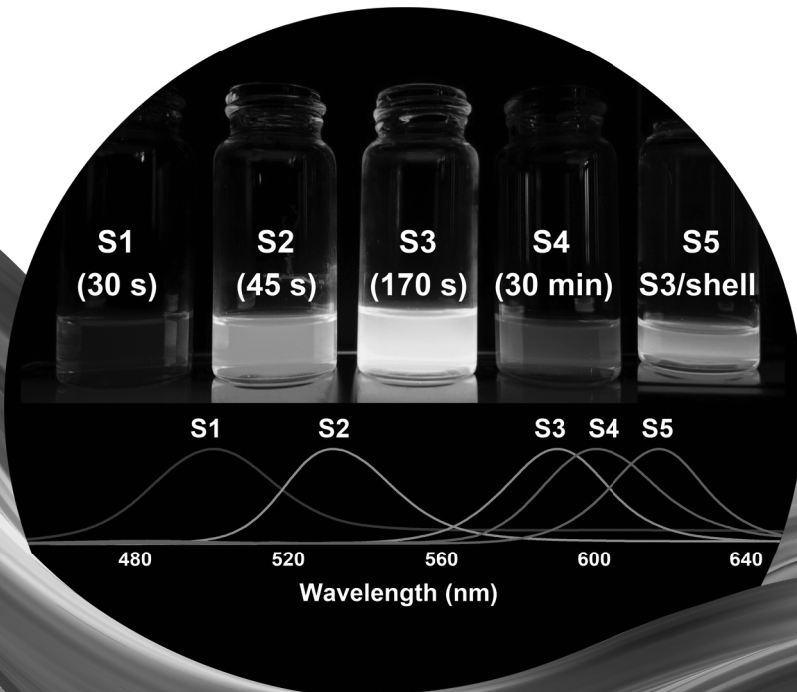
한국생명공학연구원

Rapid bacteria detection is a critical point for the prevention of abuse and misuse of antibiotics. Various methods for bacteria are labor-intensive and time-consuming. In this study, we demonstrated bacteria discrimination detection based on Gram-staining utilizing microfluidics and graphene field-effect transistors. The sensor platform exhibited excellent performance of 100 cfu/mL LOD, selective detection, and rapid detection, and was developed with a portable device for utilizing on-site. Those results, the portable GFET device can potentially be adapted for rapid monitoring on-site.

**Keywords :** Portable biosensor, Graphene field-effect transistor, Microfluidics, Real-time monitoring

# 구두발표 진공기술

2월 5일(금) 10:00-11:00 | 좌장 : 정낙관 (한국표준과학연구원)



VT-001

## 중·대형 터보분자펌프 특성 평가 시스템 개발

심섭<sup>1</sup>, 문지훈<sup>1</sup>, 박재서<sup>1,2</sup>, 송선민<sup>1,3</sup>, 임종연<sup>1</sup>, 제갈원<sup>1</sup>, 강상우<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>한국표준과학연구원 첨단측정장비연구소, <sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교 측정과학전공,

<sup>3</sup>대전대학교 신소재공학과

최근 차세대 반도체용 신규 소재/공정 도입 및 진공펌프의 수요처 다변화 등으로 인해 중형(2500 L/s 이상) 및 대형(4000 L/s 이상) 터보분자펌프(TMP)의 수요가 점차 확대되고 있지만 아직까지 국내에서는 이에 대한 표준화된 시험 평가 기술/절차/장비의 부재로 인해 제품 개발에 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 국제적 소급성이 확보된 성능 평가 기법 및 시스템을 개발하고자 국제 규격을 준용한 TMP 특성 평가 시스템을 설계, 구축하였다. 이를 통해 2,500 L/s급 개발품 및 4,000 L/s급 상용품의 배기속도(4,000L/s 이상; N<sub>2</sub>), 도달진공도( $1.0 \times 10^{-8}$  mbar 이하), 압축비( $1.0 \times 10^{-9}$  이상; N<sub>2</sub>), 소비전력 등의 주요성능에 대한 기초 시험평가를 수행하였다.

**Keywords :** 터보분자펌프, turbomolecular pump, TMP, 특성 평가 시스템, 신뢰성, 고진공펌프



VT-002

## PECVD공정에 사용되는 드라이펌프에서 내부 입자 생성 확률 모델링

주정훈

군산대학교

$\text{SiH}_4 + \text{O}_2$  가스의 조합을 사용하는  $\text{SiO}_2$  증착용 PECVD 장치에 사용될 루츠타입 드라이펌프는 일정량의  $\text{SiO}_2$  입자 생성 가능성을 고려하여 설계하여야 한다. 로터 사이 간극이 0.2 mm, 로터 - 하우징 간극 0.15 mm 수준이며 약간의 열팽창을 고려하여 로터와 하우징의 규격을 결정하지만, 입자들이 다수 생성되면 로터 - 하우징 사이에 헐착되어서 회전이 불가능한 조건까지 발생할 확률이 높다. CFD-ACE+의 화학 반응 모듈을 사용하여 수 Torr 정도의 입구압력에서 6단 루츠 펌프의 내부 구조를 고려한 3차원 수치모델을 개발하였다. 압력의 함수로 주어진  $\text{SiO}_2$  입자 생성 가능성을 해석하여 펌프 내부 구조 최적화를 위한 데이터를 확보하였

**Keywords :** Roots dry pump,  $\text{SiO}_2$  particle generation, rotor, stator, connecting volume

VT-003

## Hydrogen Permeability Measurement of EPDM Compounded with Carbon black and Silica for Hydrogen Infrastructure

Jin-Sub Jang<sup>1,2</sup>, Chun-Joong Kim<sup>2</sup>, Nak-Kwan Chung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Team of Material Compatibility to Hydrogen Facility, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Materials Science & Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea

최근 수소전기차와 수소충전소 보급을 위해 수소 인프라에 사용되는 재료에 대한 연구개발 활발히 진행되고 있다. 수소 기체가 투과된 폴리머는 온도, 압력, 응력에 따라 다양한 파손이 발생한다. 따라서 수소기체와 폴리머 재료의 상호작용 및 투과메커니즘에 대한 연구가 필요하며, 수소의 저장 및 운송에 사용되는 재료의 높은 기밀성 유지를 위해 수소투과의 허용범주 보다 낮은 투과도소재의 개발이 필요하다.

본 연구는 EPDM에 Carbon black 또는 Silica 충전제 배합비율에 따른 수소 투과도, 확산도, 용해도를 측정하였으며, 각 충전제의 배합비율 증가에 따라 수소 투과도의 감소를 보였다.

**Keywords :** Hydrogen Permeability, Hydrogen Diffusivity, Hydrogen Solubility, Hydrogen Energy, Polymer.

VT-004

## 4세대 원형 방사광가속기의 초기 운전 시 진공도 변화 계산

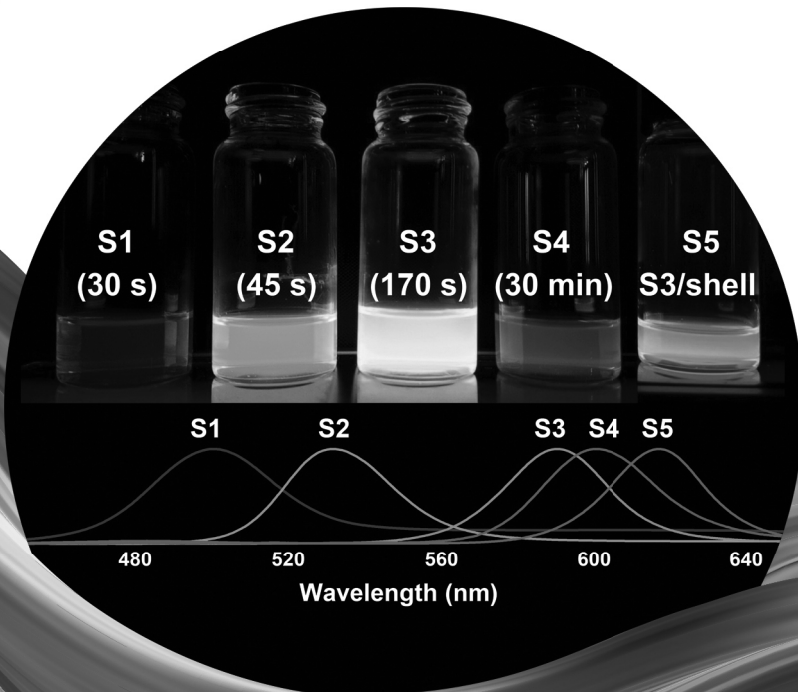
하태균, 박종도, 홍만수, 신승환

포항가속기연구소

4세대 원형 방사광 가속기의 진공시스템은 좁고 촘촘한 전자석 간격으로 인해 컨덕턴스가 작고 진공펌프 설치 공간이 부족하므로 세심한 설계가 요구된다. 특히 초기 시운전 기간 중에는 광유도 탈착률이 높아 충분한 길들이기 시간이 필요하다. 진공 재료의 종류에 따라 광유도 탈착의 양상이 다르므로 각 재료에 대한 초기 운전 시 진공도 변화를 계산하여 적합한 재료의 선정과 길들이기 시간 예측을 위한 수치해석 계산을 수행하였다.

# ⦿ 포스터발표

## 진공기술



VT-P001

## Atom Layer Deposition of $\text{Al}_2\text{O}_3$ Thin Film on Anodic Aluminum Oxide for Fabrication of Standard Leak Element

Dong-Geun Lee<sup>1,2</sup>, Chun-Joong Kim<sup>2</sup>, Nak-Kwan Chung<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Research Team of Material Compatibility to Hydrogen Facility, Korea Research Institute of Standards and Science

<sup>2</sup>Materials Science & Engineering, Chungnam National University

최근 각광을 받고 있는 수소 에너지의 안전한 사용을 위해 수소 인프라에 사용되는 비금속 소재의 수소 투과 특성 평가가 중요하다. 이에 따라 수소 대면 소재에 대한 수소 투과 특성 평가가 널리 행해지고 있으나, 아직 수소 투과도에 대한 측정표준물질이 개발되지 않아 각 소재의 신뢰성 있는 측정값을 얻는데 어려움을 겪고 있다. 따라서, 본 연구에서는 수소 투과 측정용 표준물질을 개발하기 위해 ALD를 이용하여 다공성 시편인 AAO 위에  $\text{Al}_2\text{O}_3$  박막을 증착하여 박막 두께에 따른 Conductance의 변화를 확인하였다.

**Keywords :** Hydrogen,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Standard Leak Element, Atomic Layer Deposition, Anodic Aluminum Oxide

VT-P002

## Hydrogen Permeability Barrier Properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Deposited by Atomic Layer Deposition on Polymer

이혜영<sup>1,2</sup>, 김천중<sup>2</sup>, 정낙관<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Team of Material Compatibility to Hydrogen Facility,  
Korea Research Institute of Standards and Science

<sup>2</sup>Materials Science & Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea

화석 연료의 고갈과 지구 온난화 문제로 인해 수소를 에너지원으로 활용하는 수소연료전지자동차에 대한 관심이 증가하고 있다. 수소연료전지자동차 속 수소저장용기는 연비 향상을 위해 가벼운 플라스틱 소재를 사용하는데, 금속에 비해 수소 투과도가 높아 안전성에 문제가 될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 ALD를 이용하여 LDPE 위에 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 코팅한 후 수소 투과 배리어 특성을 평가하였다. 또한, 표면 거칠기와 잔류 응력이 수소 투과에 미치는 영향을 알아보았으며, 인장 테스트를 통해 배리어 코팅의 내구성 평가도 수행하였다.

**Keywords :** Atomic Layer Deposition, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, barrier coating, Hydrogen permeability



VT-P003

## Effect of electrolyte solution in the morphology control of polycrystalline W nanotip

Bishwa Chandra Adhikari, Jun Sung Kim, Pradeep Lamichhane, Ramhari Paneru, Eun Ha Choi

Department of Electrical and Biological physics, Plasma Bioscience Research Center (PBRC),  
Kwangwoon University

The consistency in the shape and reproducibility of the ultra-sharp nanotips are important for both commercial application and research. In this study, a polycrystalline tungsten wire of diameter 150  $\mu\text{m}$  was used to fabricate the nanotip below the 10 nm by static process of electrochemical etching. The static electrochemical etching process was a common process in which electrolyte solution of NaOH, and KOH varied from 2N to 8N. The taper length, a radius of curvature, and the etching current of nanotips were observed and compared between 4N of NaOH and KOH, respectively. The drop off process quickly occurred in the aqueous solution of 4N of NaOH than in the KOH solution because of high conductivity. The field emission electron beam stability, I-V curve, Fowler-Nordheim (FN) plot are compared between 4N of NaOH and KOH, respectively. Furthermore, the scanning electron microscopy (SEM), field ion microscopy (FIM), field emission microscopy (FEM) image was compared between two nanotips prepared by 4N of NaOH and KOH, respectively.

**Keywords :** Electrochemical etching, Field emission, Field ionization, Fowler-Nordheim plot

VF-P001

## Development of a residual gas analyzer utilizing Time-of-Flight mass spectrometry

Byung Gwun Jin, Yong Ju Lee, Sung Jun Lee, Jeong Hun Kim

ASTA Inc.

Over decades, residual gas analyzers (RGAs) have been developed extensively from analytical research to industrial fields. As semiconductor industry is growing rapidly, fast detection of residual gases becomes important for improvement of the fabrication process. High performance, such as rapid scanning and fine resolution with high sensitivity, and compactness are required for industrial applications. In this work, a Time-of-Flight (ToF) mass spectrometry for fast analyzation of injected gas in real time with an electron impact ionization device has been developed and will be presented.

**Keywords :** RGA, Mass spectrometry, Time-of-Flight

VF-P002

## Beam profile measurement of domestic fabricated electron gun for medical accelerator

주영도<sup>1</sup>, 김승환<sup>1</sup>, 이병준<sup>1</sup>, 안석호<sup>1</sup>, 공형섭<sup>1</sup>, 임희진<sup>2</sup>, 이만우<sup>2</sup>, 강상구<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pohang accelerator laboratory, <sup>2</sup>Dongnam Institute of Radiological & Medical Sciences

We fabricated a prototype electron gun for medical accelerator. After fabrication, vacuum leak test, high voltage insulation test, outer housing temperature measurement, current measurement, and electron beam profile measurement were performed. All measurements met the design objectives or similar results. The prototype electron gun is ready for use in C-band medical accelerator.

This work was supported by the Dongnam Institute of Radiological & Medical Sciences (DIRAMS) grant funded by the Korea government (MSIT). (No. 50495-2020)

**Keywords :** electron gun, medical accelerator, thermionic cathode, beam profile measurement, vacuum brazing and welding

VF-P003

## Carbon coating of Silicon nanopowders with Continuous Chemical Vapor Deposition

양형우, 조현철, 이강일, 김지용, 조성원\*

기업부설연구소, (주)싸이엔텍

A carbon layer was coated on silicon nanopowders by the continuous chemical vapor deposition(CVD). In this study, the CVD system that enables a continuous carbon coating on Si powders was designed and built. The carbon was uniformly coated on a surface of Si with a thickness of ~4 nm to confirm with TEM, XPS and Raman spectroscopy. Furthermore, The experimental findings show that the rate of carbon coating by using the c-CVD was approximately 30g/h. This continuous CVD process provides an avenue for the mass production of uniform carbon coating materials used for batteries and other devices.

**Keywords :** Silicon, Carbon coating, Chemical Vapor Deposition

VF-P004

## 광기반 진공 표준기를 위한 굴절을 측정시스템 구축

송한욱, 김종호, 우삼용

한국표준과학연구원

최근 수은의 유해성이 대두됨에 따라 저진공분야에서는 수은을 이용하지 않는 새로운 개념의 1차 표준기의 개발이 요구되고 있는 시점이다. 이러한 새로운 압력구현방법 중에 최근 많이 연구되고 있는 것이 매질의 광굴절을 측정함으로써 매질의 압력을 측정하는 방법이다.

KRISS에서는 개발중인 광기반 진공표준기는 두개의 FP형 압력셀을 이용하여 하나는 기준인 진공상태로 유지하고 다른 하나는 임의의 측정압력을 가하여 각 조건에서 기준 요오드 안정화 레이저와 비교하여 beat frequency를 측정함으로써 이를 통해 압력을 측정하는 시스템을 개발하고 있다. 현재 1 MHz의 주파수변화가 1 Pa의 압력변화에 해당함을 알 수 있었다.

**Keywords :** Vacuum standard, Refractive index, Fabry-Perot cavity, Single-mode He-Ne laser, Beat frequency

VF-P006

## Comparison of Relative Moisture Between N<sub>2</sub> Purge and Rough Pumping Through Residual Gas Analyzer With The Visual Inspection On The Condensation At Liquid Nitrogen Supply Line Equipped In Cryogenic Test System

Ji Hwan Kim, Hee Tae Kwon, Woo Jae Kim, Gi Won Shin, Bum Soo On, Yeon Soo Park,  
In Young Bang, Sun Hee Lee, Gi-Chung Kwon\*

Electrical and Biological Physics, Kwangwoon University

We compared the relative moisture between N<sub>2</sub> purge and rough pumping through a residual gas analyzer with the visual inspection on the condensation at LN<sub>2</sub> supply line equipped in cryogenic test system. LN<sub>2</sub> supply line is located at the center of system. And, its inside is vacuum space. We measured the relative moisture of the inside vacuum space through the residual gas analyzer. After reaching base pressure with checking the relative moisture, LN<sub>2</sub> is supplied into LN<sub>2</sub> supply line from LN<sub>2</sub> Dewar. As a result, there was no significant condensation at LN<sub>2</sub> supply line.

**Keywords :** Cryogenic, Condensation, Vacuum, Liquid Nitrogen



VF-P007

## 우주부품 시험용 진공챔버 운용 현황

이상훈<sup>1</sup>, 이상윤<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공우주연구원, <sup>2</sup>한국산업기술시험원

한국항공우주연구원과 한국산업기술시험원에서는 우주급 핵심부품의 국산화 개발을 통한 국가 우주개발 수준 향상을 위하여 국내 우주기업들의 부품 국산화를 지원하고자 우주부품 전문 시험인증 센터를 구축하였다. 특히, 고진공과 고온, 극저온으로 대변되는 우주환경에서의 부품 적합성을 확인하기 위하여 베이크 아웃 챔버, 열진공챔버를 구축 운영하고 있다. 2019년 구축 후, 운영 중인 우주부품시험센터의 진공챔버 운용 결과에 대해 고찰해보고자 한다.

**Keywords :** 우주부품, 우주환경, 열진공챔버

VF-P008

## 대형 우주부품의 베이क्र아웃

이상훈, 박성욱, 전수환, 이혜진, 조혁진, 서희준

한국항공우주연구원

우주에서 작동하는 위성체는 극저온과 고진공의 환경에 노출되어 있으며 태양 복사열 및 전하입자, 파라즈마 등 각종 유해광선의 영향을 받는다. 이러한 극한 조건에서 작동하는 위성체의 부품들은 오염 물질에 민감하게 반응하며 최악의 경우는 오염 물질로 인해 부품이 제 기능을 발휘하지 못해 임무 실패를 가져올 수 있다. 따라서 지상에서 위성체 부품에 대해 고온과 고진공 상태를 모사하여 오염 물질을 제거하고, 아울러 오염원을 검출할 수 있는 베이क्र아웃 시험을 필수적으로 수행한다. 특히, 최근 대형화되어가는 위성 구조물의 베이क्र아웃에 대해 고찰해 보고자 한다.

**Keywords :** 우주환경, 위성구조체, 베이क्र아웃, 오염

VF-P009

## EUV 가속기 진공설계

나동현, 김상훈, 박미소, 이상봉

포항가속기연구소

현재 포항가속기연구소에서는 반도체 공정의 핵심장비인 극자외선 Extreme Ultra Violet (EUV) 마스크 검사 장비용 가속기(빔라인)를 구축하고 있다. EUV 노광용 스캐너는 네덜란드의 ASML사에서 공급하고 있지만, 마스크를 검사할 수 있는 장비는 아직 상용화되어 있지 않다. 방사광가속기를 사용하면 임의의 파장에서 대역폭이 좋고 결맞음도가 높은 EUV를 만들 수 있다. 저장링 빔에너지 500MeV, 140mA에서 빔 컨디셔닝 기준으로 Gas interaction을 최소화하고 Beam lifetime을 증가시키기 위해서는 진공도가 low E-9 mbar이하이어야 한다. 여기에서는 현재까지 진행된 EUV 진공설계에 대하여 보고하고자 한다.

**Keywords :** EUV, VACUUM, ACCELERATOR, STORAGE RING

VF-P010

## 소형 드라이 펌프에서 blow-off valve design

김선범\*, 주정훈

군산대학교

소형 6단 루츠 펌프의 설계에서 대기압 근처에서 소비 전력을 감소시키기 위하여 blow-off valve를 추가하기 위하여 중력을 복원력으로 하는 check-valve를 설계하였다. 볼의 무게, 단면적, 표면 탄성층과 함께 설치 위치를 몇 단의 압축을 거친 후로 할 것인지를 3차원 수치해석 소프트웨어인 Simerics MP+를 이용하여 해석하였다. 1기압 이상이면 배출이 가능하지만 볼이 수직상승을 한 후 빠른 시간내에 다시 원래의 자리로 복귀하여 배출구 입구를 폐쇄해야 높은 진공도를 얻는데 유리하다. 부상량을 너무 크게 설계하면 낙하후 탄성에 의해서 다시 튀어올라서 정확한 폐쇄가 되지 않는 문제에 대하여 고찰하였다.

**Keywords :** Multi-stage dry pump, Roots, CFD, blow-off, valve

VF-P011

## PFA 라인드 볼밸브의 시트 누설 측정

김현준, 이원호, 이종철\*

강릉원주대학교

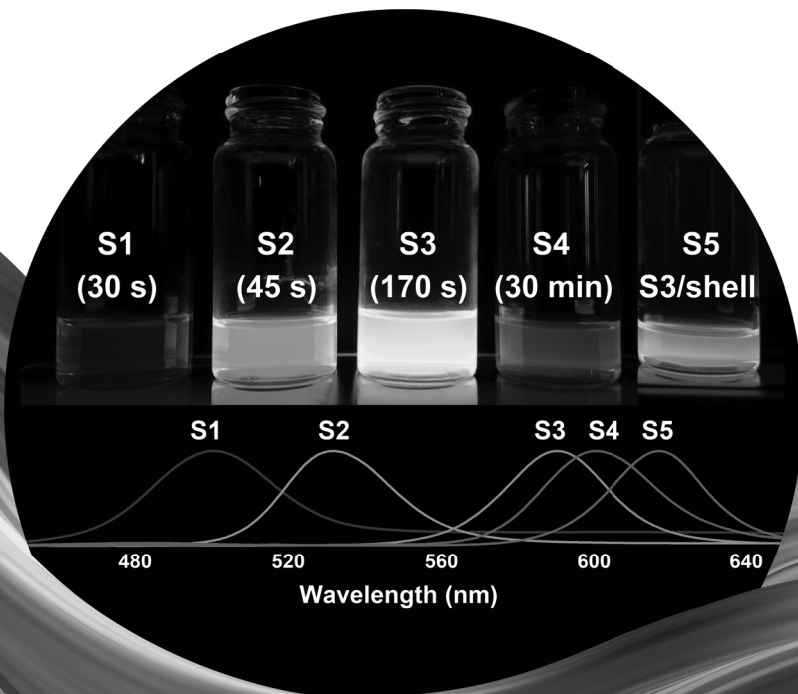
PFA 라인드 볼밸브(PFA lined ball valve)는 고온( $\sim 120^{\circ}\text{C}$ ), 고압( $\sim 10\text{ bar}$ )의 환경에서 위험도가 높고 강한 부식성을 갖는 염산, 황산, 질산 등의 화학물질 이송이 필요한 반도체, LCD 및 화학제품 제조공정의 배관 시스템에 주로 적용되고 있다. 시트 누설(seat leakage)은 볼밸브가 닫혀있는 상태에서 PFA 라인드 볼과 PTFE 시트링(seat ring) 사이의 틈새를 통한 밸브 전후로의 누설이다. 본 논문에서는 기포 관측(bubble observation), 가스 유량 측정, 헬륨 질량 분석 등 3가지 방법을 PFA 라인드 볼밸브의 시트 누설 측정에 적용하였고, 각각의 누설률(leak rate) 측정 결과를 동일한 단위로 환산하여 검토하였다.

**Keywords :** PFA 라인드 볼밸브, 시트 누설, 기포 관측, 가스 유량 측정, 헬륨 질량 분석

# :: 구두발표

## 표면 및 계면과학

2월 5일(금) 14:00-15:00 | 좌장 : 임규욱 (포항가속기연구소)



SF-001

## Electronic structure analysis of PEDOT:PSS films incorporated with non-ionic surfactant Brij C10

Seungsun Choi, Wonsik Kim, Woojin Shin, Chaeryeon Park, Hyeji Han, Hyunbok Lee\*

Department of Physics and Institute for Accelerator Science, Kangwon National University

Poly(3,4-ethylenedioxythiophene):polystyrene sulfonate (PEDOT:PSS) has been widely researched as electrode material to replace ITO because of its good thermal stability and mechanical flexibility. However, the low conductivity of a PEDOT:PSS film is a bottleneck in electrode applications.

In this study, we investigated the improvements in conductivity of PEDOT:PSS films incorporated with non-ionic surfactant Brij C10. The origin of conductivity enhancements in PEDOT:PSS-Brij C10 films were analyzed with the electronic structure using X-ray photoelectron spectroscopy.

**Keywords :** X-ray photoelectron spectroscopy, PEDOT:PSS, Brij C10, conductivity enhancement



SF-002

## The low-energy electron band structure of a two-dimensional Dirac nodal-line semimetal grown on a silicon surface.

주현정<sup>1</sup>, 김규<sup>2</sup>, 황춘규<sup>1</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 물리학과, <sup>2</sup>한국원자력연구원

Topological properties of a matter are one of the main streams in the recent study of condensed matters. Especially, several materials have been explored to find a topological Dirac state that is protected by symmetries. Using ARPES, we present the electron band structure of Cu<sub>2</sub>Si on Si(111) that exhibits topological Dirac nodal-lines protected by mirror reflection symmetry. We also discuss low-energy excitations of the Dirac state that is possibly described as the marginal Fermi liquid.

**Keywords :** topological Dirac nodal-line semimetal, ARPES, Cu<sub>2</sub>Si, Si(111)

SF-003

## An efficient methodology to tune the electronic properties of a thermoelectric semiconductor SnSe

Ji-Eun Lee<sup>1,2</sup>, Hyejin Ryu<sup>2</sup>, Jinwoong Hwang<sup>1,3</sup>, Minhee Kang<sup>1</sup>, Hyun-Jeong Joo<sup>1</sup>, Kyoo Kim<sup>4,5</sup>,  
Yongsam Kim<sup>6</sup>, Naming Kim<sup>6</sup>, Anh Tuan Duong<sup>7</sup>, Sunglae Cho<sup>7</sup>, Van Quang Nguyen<sup>7</sup>,  
Jonathan Denlinger<sup>3</sup>, Byung Il Min<sup>8</sup>, Sung-Kwan Mo<sup>3\*</sup>,  
Imjeong Ho-Soon Yang<sup>1\*</sup>, Choongyu Hwang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Pusan National University, Busan 46241, Korea

<sup>2</sup>Center for Spintronics, Korea Institute of Science and Technology, Seoul 02792, Korea

<sup>3</sup>Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory Berkeley, CA 94720, USA

<sup>4</sup>Korea Atomic Energy Research Institute, 111, Daedeok-Daero 989Beon-Gil, Yuseong-Gu, Daejeon 34057, Korea

<sup>5</sup>Max Plank-POSTECH/Hsinchu Center for Complex Phase Materials, Max Plank POSTECH/Korea Research Initiative (MPK), Gyeongbuk 37673, Korea

<sup>6</sup>Pohang Accelerator Laboratory, Pohang University of Science and Technology, Gyeongbuk 37673, Korea,

<sup>7</sup>Department of Physics, University of Ulsan, Ulsan 44610, Korea

<sup>8</sup>Department of physics, Pohang University of Science and Technology(POSTECH), Pohang 37673, Korea

One of the main research topics in thermoelectrics is to find an efficient way to tune the type and the concentration of charge carriers. In SnSe, the characteristic electron band structure provides high charge carrier concentration, leading to the highest ZT.<sup>1,2</sup> Remaining challenge is to tune the charge carrier type. Here we address this tunability with angle-resolved photoemission spectroscopy. We show that charge carriers can be tuned to be either p-type or n-type through the control of a cooling rate during the growth process or Ta adsorption on the surface after the growth, respectively.

**Keywords :** SnSe, Angle-Resolved Photoemission, Charge carrier type, Cooling rate, Ta adsorption

SF-004

## 탄소나노튜브의 두께 및 다공성에 따른 플라즈마 침투 깊이

정운석, 이한수

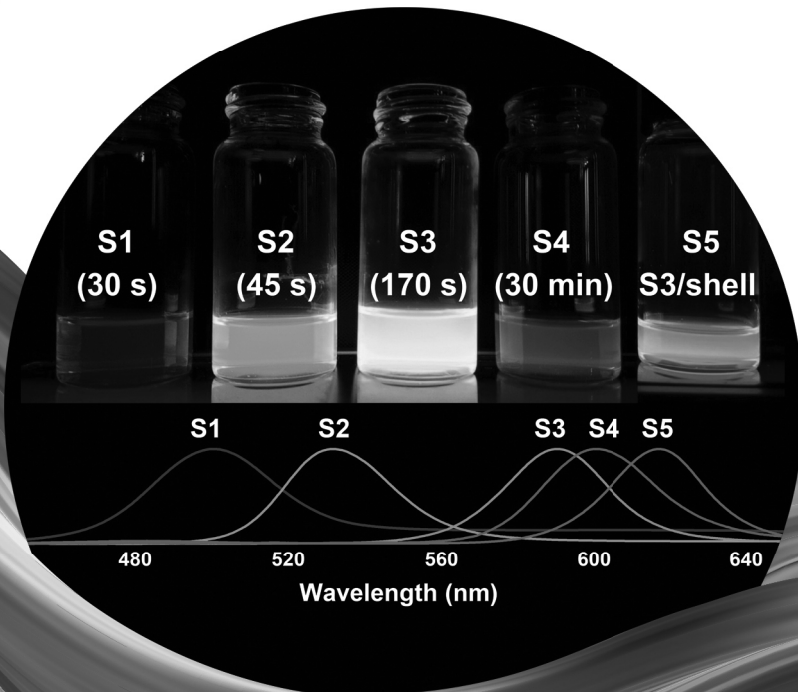
한국과학기술연구원

플라즈마는 기존의 화학적 방법에 비해 탄소 나노 튜브(CNTs)의 표면을 기능화하는 빠르고 친환경적인 방법입니다. 산업적인 측면에서 대용량 플라즈마 기능화를 위하여, 플라즈마의 침투 메커니즘에 대한 이해를 통한 공정 조건의 최적화가 필요합니다. 그러나 현재까지 플라즈마 침투에 대한 연구는 부족합니다. 따라서, 이번 실험은 저압 플라즈마를 이용하여 CNTs의 두께와 다공성에 따른 플라즈마 침투 메커니즘 연구를 위해 수행되었습니다. CNTs의 두께는 면적 밀도에 의해 조절되었으며, 다공성은 초음파 및 원심분리믹서를 이용한 전처리를 통해 조절되었습니다. 최종적으로 플라즈마에 의해 CNTs에 추가된 산소 함량이 예측되었습니다.

**Keywords :** 탄소 나노 튜브, 기능화, 플라즈마 침투 깊이

# ⦿ 포스터발표

## 표면 및 계면과학



ST-P001

## Ni 금속 이온빔 조사에 의한 Fe 분말 소재의 전자파 흡수성능 향상 연구

장혜민, 김동석, 박준규, 김초롱, 이재상, 조원제

Accelerator application Research Division, Korea Atomic Energy Research Institute, Gyeonju  
Gyeongbuk 38180, Korea

본 연구에서는 값싼 전자파 흡수 페인트의 원료로 사용되는 Fe 입자에 Ni 원소를 이온빔 형태로 주입시켜 분체가 가진 전자파 흡수 차폐 특성이 향상되는지를 연구하는 실험을 수행하였다. 연구에 사용된 Ni 이온빔은 40keV, 140keV 두 가지 에너지 조건에서 조사량이  $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2 \sim 5 \times 10^{17}/\text{cm}^2$  되도록  $1\mu\text{m}$  크기의 Fe 분체 입자에 조사하였다. 조사된 시료는 ESR, SQUID, Network analyzer 분석을 수행하여 특성 규명을 하였고 실험결과 Ni 이온빔이 조사된 Fe 분말소재는 Fe 분말 대비 10dB 이상의 전자파흡수능이 향상됨을 확인하였다.

**Keywords :** Fe분말, 전자파흡수, 투자율

ST-P002

## Ti oxide 기판에 오염된 유사 G-series 신경 화학작용제의 광분해 연구

양주현<sup>1,2</sup>, 박소정<sup>1</sup>, 홍성민<sup>1,2</sup>, 김정권<sup>1</sup>, 이기주<sup>3</sup>, 정희수<sup>4</sup>, 손영구<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 화학과, <sup>2</sup>충남대학교 응용화학공학과, <sup>3</sup>충남대학교 물리학과, <sup>4</sup>국방과학연구소

본 연구는 UVC, UVB, UVA 광원을 이용하여 Ti oxide 기판에 오염된 유사 G-series 신경 화학작용제인 dimethyl methylphosphonate, dimethyl phosphite, diethyl methylphosphonate, diethyl phosphite의 광분해 연구에 대해 수행하였다. 휘발성의 2차 광분해 부산물은 gas chromatography로 분석하고, 기판 위 잔여물은 scanning electron microscopy와 energy-dispersive X-ray spectrometry로 분석하였다. 본 연구는 광원에 따른 광분해 부산물 분석을 통해 유사 G-series 신경 화학작용제의 광분해 메커니즘을 추적하고, 이차 생성물의 2차 오염원 처리 및 다양한 신경 화학작용제의 레이저 광분해 연구에 유용한 정보를 제공할 것으로 본다.

**Keywords :** 화학작용제, dimethyl methylphosphonate, 광분해 메커니즘, gas chromatography, Ti oxides, 2차 오염원

ST-P003

## Terpyridine-ITO 전극에서의 Eu(III)의 전기화학적 거동 특성 및 Eu 원소의 회수

박소정<sup>1</sup>, 주민희<sup>1,2</sup>, 홍성민<sup>1,2</sup>, 강준길<sup>1,3</sup>, 이충균<sup>1</sup>, 이성우<sup>4</sup>, 손영구<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 화학과, <sup>2</sup>충남대학교 응용화학공학과, <sup>3</sup>IDK, <sup>4</sup>한경대학교 공동실험실습관

본 연구에서는 terpyridine으로 기능화 된 Indium Tin Oxide 전극을 사용, Cyclic voltammetry 방법을 이용하여 전해질에 용해되어 있는 Europium (Eu) 이온의 전기화학적 거동을 파악하고, 이를 amperometry electrodeposition 으로 선택적으로 Eu 원소를 회수하는 연구를 수행하였다. Thin-film 형태로 electrodeposition 된 화합물에 대해서는 분광학 분석 (SEM, TEM, XPS, EDX, XRD 와 PL) 을 통해 물리화학적 특성을 파악했고, DFT 이론 계산으로 terpyridine 리간드의 구조와 에너지에 대한 연구를 병행했다. 본 연구는 란타나이드 원소들의 전기화학거동 파악 과 회수의 효율 증대를 가능하게 하는 기술임을 제시하고 있다.

**Keywords :** Terpyridine 기능화, indium tin oxide, Europium 회수, electrodeposition, cyclic voltammetry, DFT, 전기화학거동

SF-P001

## Surface modified Ti-based hydroperoxo complex for photocatalytic oxidation of volatile organic compounds under visible-light irradiation

Ji Won Lee, Rak Hyun Jeong, Dong In Kim, Jin-Hyo Boo\*

Chemistry, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

In this paper, we have successfully synthesized Ti-based hydroperoxo complex (THPC) by facile sol-gel synthesis method at room-temperature. As a metallic precursor,  $\text{TiH}_2$  was used because it has much more active sites than conventional  $\text{TiO}_2$ , which can makes many hydroperoxo groups and controlling oxygen vacancy originated from  $\text{Ti}^{3+}$  during the process. Finally, photocatalytic oxidation test of acetaldehyde as VOCs, was evaluated under visible-light irradiation.

**Keywords :**  $\text{TiH}_2$ , Sol-gel synthesis, Hydroperoxo complex, Visible-light photocatalyst, VOCs oxidation.



SF-P002

## Exploring Ni/MgO(100) for NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> adsorption: A first-principles study

Sung Gu Kang

University of Ulsan

The major air pollution sources are nitrogen oxides and sulfur dioxides. It is significant to design the promising NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> adsorbents that can be effective in reducing concentrations of each source. In specific, the adsorption performance of Ni/MgO(100) was investigated using DFT calculations. The Bader charge method was employed to understand the adsorption in detail. To tune the adsorption strength, the tensile and compressive strains were applied to the Ni/MgO(100) system. The changes in adsorption strength of NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> on Ni/MgO(100) by the applied strain will be discussed.

**Keywords :** NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, adsorption, surface alloys

SF-P003

## Fabrication of carbon nanotube fiber using a nanopipette-combined QTF-AFM

Taesun Yun, Sangmin An\*

Department of Physics, Institute of Photonics and Information Technology, Jeonbuk National University

The nanopipette, which aperture diameter is a few hundred nanometer, is a promising tool for manipulating individual nanostructures, delivering materials with sub-femto liter volume of liquid in Bio-system [1], patterning nanometer-scaled features [2]. We introduce a fabrication method of carbon nanotube (CNT) fiber on the Si substrate by using a nanopipette-combined quartz tuning fork-atomic force microscope (QTF-AFM) [3] through free-standing liquid nanochannel.

**Keywords :** CNT fiber, nanopipette, QTF-AFM, nanochannel

SF-P004

## Research on the nanoscale water by using a quartz tuning fork-based atomic force microscope

Hyeonsu Kim, Sangmin An\*

Department of Physics, Institute of Photonics and Information Technology, Jeonbuk National University

The nanoscale water formed between the nanoscale particles or nanoscale gap plays important role in nature as condensation, capillary force [1]. There have been several researches of the mechanical properties of the nanoscale water indicating higher value of effective elasticity or viscosity as in a confined geometry. Here, we show the mechanical properties (viscoelasticity) of the nanoscale water meniscus formed between the sharp quartz tip (nanoscale apex radius) and mica substrate by using a high stiffness quartz tuning fork (QTF)-based atomic force microscope (AFM) [2].

**Keywords :** nanoscale water, QTF-AFM, confined geometry, viscoelasticity

SF-P005

## Probe-type nanolithography by using a nanopipette-based quartz tuning fork-atomic force microscope

Donggwon Heo, Sangmin An

Department of Physics, Institute of Photonics and information Technology, Jeonbuk National University

Nanolithography is a promising method for nanofabrication and manipulation of nanostructures. There are several techniques of nanolithography such as electron beam lithography, nanoimprint lithography, self-assembly method for nanolithography [1], which show limitation for individual nanostructures. Here, we demonstrate that the probe-type nanolithography by using a nanopipette-based quartz tuning fork-atomic force microscope (QTF-AFM) [2] delivering various nanomaterials such as Au nanoparticles, single-walled carbon nanotube (SW-CNT), and nanoscale molecules as a individual nanostructure.

**Keywords :** Probe-type nanolithography, nanopipette, QTF-AFM, nanomaterials

SF-P006

## Water-repellent properties of PTFE film deposited on glass substrate by using RF-magnetron sputtering technique

B.C. Lee<sup>1</sup>, T.W. Kim<sup>1</sup>, S.Y. Sohn<sup>2</sup>, H.M. Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Advanced Materials and Chemical Engineering, Catholic University of Daegu,  
Gyeongsan 38430, Korea

<sup>2</sup>Department of Creative IT Engineering, Pohang University of Science and Technology, Pohang 37673,  
Korea

The polytetrafluoroethylene (PTFE) film was deposited on glass by using the conventional RF-magnetron sputtering technique. The water repellent properties of the film are applicable for anti-fouling coating layers on display screens. PTFE film coated on glass etched with Ar 20 sscm plasma of 100-watt power showed a maximum contact angle of 148°, which is close to the super water-repellent surface. Also, the PTFE films showed very stable water-repellent property with very good transparency in the visible light region, good heat resistance, and good durability.

**Keywords :** RF-magnetron sputtering, Water repellency, PTFE film, Durability, Contact angle

SF-P007

## Mo-promoted $\text{GaO}_x$ catalysts for non-oxidative propane dehydrogenation

Jungmok Oh, Namgi Jeon, Yongju Yun\*

Pohang University of Science and Technology

Catalytic dehydrogenation of propane to propene is important to meet increasing demand of propene market. In this study, we investigated catalytic properties of Mo-promoted  $\text{GaO}_x$  catalysts in propane dehydrogenation. To elucidate the promotion effect of Mo and its role during the reaction,  $\alpha$  Mo-3 $\text{GaO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$ , where  $\alpha$  denotes weight percent of Mo and  $\alpha=0\sim3$ , and 3 $\text{MoO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$  were prepared by wet impregnation. The physicochemical properties of these catalysts were characterized by XRD, ICP-OES, XAS, and XPS. We found that addition of proper amount of Mo promotes catalytic activity.

**Keywords :** Heterogeneous catalyst, Propane dehydrogenation, Gallium

SF-P008

## Potential application of a hybrid nanomaterial of methylammonium tin iodide submicron spheres and tin dioxide nanowires in the detection of NO<sub>2</sub> at room temperature

Phung Dinh Hoat\*, In-Taek Lee, Hyo-Jun Lim, Yu-Jin Nam, Sung-Hoon Bae,  
Sangwook Lee, Joon-Hyung Lee, Young-Woo Heo

경북대학교 신소재공학부

This study proposes a reliable process for synthesizing hybrid nanomaterials made of methylammonium tin iodide (MASnI<sub>3</sub>) submicron spheres and tin dioxide (SnO<sub>2</sub>) nanowires. Post-fabricated hybrid nanomaterials were investigated for NO<sub>2</sub> sensing properties at 25°C in the dark. The effect of moisture on the NO<sub>2</sub> sensitivity and the durability of sensor components using this material was investigated. The limit of NO<sub>2</sub> detection is 25 ppb with a response of 10. Additionally, the NO<sub>2</sub> sensing mechanism of this hybrid nanomaterial has been proposed and discussed.

**Keywords :** Hybrid material, halide perovskite, CVD method, gas sensor, Lead free

SF-P009

## Biaxial p-SnO/n-ZnO nanowires and its NO<sub>2</sub> gas sensing properties

Phung Dinh Hoat\*, In-Taek Lee, Hyo-Jun Lim, Yu-Jin Nam, Sung-Hoon Bae,  
Sangwook Lee, Joon-Hyung Lee, Young-Woo Heo

경북대학교

In this study, we introduce a single – step process for synthesizing biaxial p-SnO/n-ZnO heterostructured nanowires using a CVD system. The growth process includes: the VLS catalytic growth of the ZnO nanowire and subsequent epitaxial SnO growth on the sidewall of the pre-grown ZnO nanowire. The device exhibit a good performance to ppb-level NO<sub>2</sub> at room temperature (without light illumination) with the detection limit of 50 ppb. the NO<sub>2</sub> sensing properties was investigated under various relative humidity. Finally, the NO<sub>2</sub> sensing mechanism of the p-SnO/n-ZnO nanowires was proposed and discussed.

**Keywords :** SnO, ZnO, heterostructured nanowires, biaxial, gas sensor.



SF-P010

## 전기방사를 이용한 나노섬유 기반 분리막 표면 특성 연구

이예지, 김선민\*

한국전자기술연구원

나노섬유와 내오염성 복합소재를 결합하여 분리막의 표면 특성을 제어하는 연구는 산업적으로 큰 의미를 가지고 있어서 여과효율 향상, 투수율 향상, 내오염성 향상 등 다양한 연구가 진행 중이다. 분리막 분야에서 나노섬유를 이용한 구조는 표면의 거칠기 조절을 통해 표면 특성 제어가 가능하며 이를 통해서 다양한 액체의 내오염성 향상 구현이 가능하다.

본 연구에서는 분리막 표면에 전기방사를 통해 고분자 토출량을 microliter 단위로 조절하여 나노섬유 막의 두께 변화를 제어하였다. 섬유두께에 따른 3차원 섬유간 간격에 따라서 접촉각이 어떻게 변화하는지를 통해 내오염성 향상 효과를 평가하고 투수율에 대한 분석을 진행하였다.

**Keywords :** nanofiber, electospinning, membrane, Contact Angle(CA)

SF-P011

## Fundamental Study of Impurity Depth Profile by Secondary Ion Mass Spectrometer

Mirang Byeon, Ga Yun Kim, Tae Eun Hong\*

Busan Center, Korea Basic Science Institute, Busan, Korea

Element distributions on surfaces are important in many research fields such as semiconductors, secondary batteries, steel etc. For precise analysis on the surface, an advanced surface analytical technique is required. One of the most sensitive surface analysis technique is Secondary Ion Mass Spectrometer (SIMS) for high resolution depth profiling as well as ion image mapping [1-2]. In this study, we will show the impurity depth profile data using SIMS.

**Keywords :** Secondary Ion Mass Spectrometer, SIMS, Depth Profile, Surface Analysis

SF-P012

## Sputter Depth-Profile Study of Solution-Processed Organic Light-Emitting Diodes by Using Argon Cluster Ion Beam

Seungjun Lee<sup>1</sup>, Hyun Kyoung Shon<sup>2</sup>, Hyein Ha<sup>3</sup>, Ja Yeon Lee<sup>3</sup>,  
Min Chul Suh<sup>3</sup>, Tae Geol Lee<sup>2\*</sup>, Yongsup Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics and Institute of Basic Science, Kyung Hee Univeristy, Seoul 02447, Korea

<sup>2</sup>Bioimaging Team, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon 34113, Korea

<sup>3</sup>Orgarnic Electronic Materials Laboratory, Department of information Display, Kyung Hee Univeristy, Seoul 02447, Korea

Solution processing of organic light-emitting diodes (OLEDs) layers has recently been studied as the next-generation manufacturing process of OLEDs. However, the device lifetime of solution-processed OLEDs is still inferior to compete with vacuum-deposited OLEDs. To understand a fundamental degradation mechanism of thermally annealed solution-processed OLEDs, we investigated depth profiles of organic layers in degraded solution-processed OLEDs by using X-ray photoelectron spectroscopy and time-of-flight secondary mass spectroscopy with argon gas cluster ion beam sputtering.

**Keywords :** Solution-Processed Organic Light-Emitting Diodes, Argon cluster ion beam, ToF-SIMS, XPS

SF-P013

## Solid to Quasi-liquid Phase Transition of Submonolayer Pentacene on SiO<sub>2</sub> and Au surfaces

Mihyung Yang<sup>1</sup>, Jong Tae Lim<sup>2</sup>, Seong Chu Lim<sup>3</sup>, Kyuwook Ihm<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>PAL, <sup>2</sup>ETRI, <sup>3</sup>SKKU

In this work we studied the structural behavior of pentacene molecules with temperature using NEXAFS spectroscopy and found that pentacene crystal undergoes a additional phase transition, i.e., surface melting, at relatively low temperatures 400 K. These results unveil an additional factor should be considered in understanding the morphology of organic molecules based on physisorption. This finding reveals a hidden factor governing the morphology of the molecular crystal and expands our understanding on the thermal behavior of various physisorbed organic molecules.

**Keywords :** Surface melting, phase transition, organic crystal, pentacene

SF-P014

## Modulation of Co-Al interaction by V in alumina supported Co-V oxide catalysts and its consequences for propane dehydrogenation

Namgi Jeon, Jungmok Oh, Jisu Park, Iljun Chung, Yongju Yun\*

Department of Chemical Engineering, Pohang University of Science and Technology

CoO<sub>x</sub>-based catalysts have been suggested as promising catalysts for C-H and C-C bond activation. Alumina-supported Co-V oxide catalysts are prepared to enhance the catalytic performance for propane dehydrogenation. The change in the properties of Co oxides by V component are investigated by in-situ XAS and ex-situ characterizations. The presence of the V component improves the reducibility of Co nanoparticles by modifying the interactions of Co with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. The increase in the surface concentration of metallic Co species by V component leads to the enhanced performance for PDH.

**Keywords :** Dehydrogenation, Propane, Cobalt, Vanadium, Metal Oxide.

SF-P015

## Laser Scribed Carbon Nanomaterials for Gas Sensor based on Polyacrylonitrile-Copper composite

Yong-il Ko<sup>1</sup>, Min Jae Kim<sup>1</sup>, A-Rang Jang<sup>2</sup>, Keun Soo Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Sejong university, <sup>2</sup>Semyung University

열처리법을 통한 탄소재료의 합성은 비용과 공정 시간의 측면에서 단점을 가지고 있는데, 레이저 스크라이빙법은 매우 짧은 시간으로 합성 가능하고 원하는 패턴으로 탄화가 가능하다는 장점이 있어 많은 응용이 기대되고 있다. 한편, PAN(polyacrylonitrile)은 레이저 스크라이빙을 이용한 탄소소재의 전구체로 활용될 수 있는데, 본 연구에서는 Cu 입자와의 복합화를 통해 레이저 흡수성을 향상시키고 탄소화 촉매 역할을 수행하게 하여 우수한 성질의 탄소나노재료를 패터닝 할 수 있었다. 또한 pulsed laser와 구형의 Cu 입자로 인해 3차원 입체 구조를 가지게 되어 기체를 흡착하여 발현하는 가스센서로서 우수한 성능을 나타내었다.

**Keywords :** Carbon material, Gas sensor, Chemical sensor, Laser scribing

SF-P016

## Biochemical properties of SnSe thin film obtained by RF co-sputtering

Donghyun Kim<sup>1</sup>, Juyun Park<sup>1</sup>, Jihyeon Lee<sup>1</sup>, Hee-Seung Yoon<sup>1</sup>, Sang Yong Pyun<sup>1</sup>,  
Jin-Woo Oh<sup>2</sup>, Yong-Cheol Kang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Pukyong National University, 45, Yongso-ro, Nam-Gu, Busan 48513, Korea

<sup>2</sup>Department of Nanoenergy Engineering, Pusan National University, Busan 46241, Korea

SnSe as a metal chalcogenide has been studied due to its advantages. Biochemical properties of SnSe can be changed by the ratio of Sn to Se and annealing temperature. We fabricated SnSe TFs having different compositional ratios by RF magnetron co-sputtering and annealed at various temperatures in Ar atmosphere. The surface morphology of TFs were analyzed by SEM. We calculated the work function of the TFs using UPS and KP. The surface atomic composition and oxidation state of the elements in TFs were calculated using XPS. The antibacterial efficiency of TFs was investigated using E. coli.

**Keywords :** SnSe thin film, annealing temperature effect, XPS, antibacterial efficiency

SF-P017

## Temperature effect of SnSe nanofibers fabricated by electrospinning

Donghyun Kim<sup>1</sup>, Juyun Park<sup>1</sup>, Jihyeon Lee<sup>1</sup>, Dongwoo Kim<sup>2</sup>, Jin-Woo Oh<sup>3</sup>, Yong-Cheol Kang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Pukyong National University, 45, Yongso-ro, Nam-Gu, Busan 48513, Korea

<sup>2</sup>Cooperative Laboratory Center, Pukyong National University, 45, Yongso-ro, Nam-Gu, Busan 48513, Korea

<sup>3</sup>Department of Nanoenergy Engineering, Pusan National University, Busan 46241, Korea

SnSe has been studied as optoelectronic devices due to its several advantages such as earth-abundant and ultralow thermal conductivity. Also, nanofiber (NF) is one of the most striking materials due to high surface to volume ratio. We fabricated SnSe NFs by electrospinning method and calcined at various temperature to investigate temperature effect. The surface morphology and atomic compositional ratio of NFs were studied by SEM and EDX mapping. The crystallinity and phase of NFs were investigated using XRD. To study the compositional ratio and chemical environment of NFs, we performed XPS.

**Keywords :** SnSe nanofiber, calcination effect, EDX mapping, XPS



SF-P018

## Ni 기판에서의 란탄나이드 원소들의 전기화학적 방법을 이용한 회수 및 물리화학적 특성 연구

주민희<sup>1,2</sup>, 박소정<sup>1</sup>, 홍성민<sup>1,2</sup>, 이충균<sup>1</sup>, 손영구<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 화학과, <sup>2</sup>충남대학교 응용화학공학과

란탄족 원소 (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb)들의 전기화학적 거동에 대한 연구는 사용 후 핵연료 처리 뿐만 아니라 란탄족 원소들이 포함된 자석이나 디스플레이 폐기물로 부터의 회수에 매우 중요한 역할을 한다. 이들 원소들을 분리하고 재처리하는 과정에서 전기화학적 방법이 매우 유용하게 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 Ni 기판을 전극으로 이용하여 중성 전해질에서의 전기화학적 거동을 cyclic voltammetry를 통해 연구하고 amperometry electrodeposition 방법을 이용해 회수에 대한 연구를 수행 했다. 회수된 물질들의 물리화학적 특성은 SEM, EDXS, FT-IR, XPS 와 PL을 이용해 분석하였다.

**Keywords :** 란탄나이드 원소, 회수, electrodeposition, Ni 기판, cyclic voltammetry, amperometry

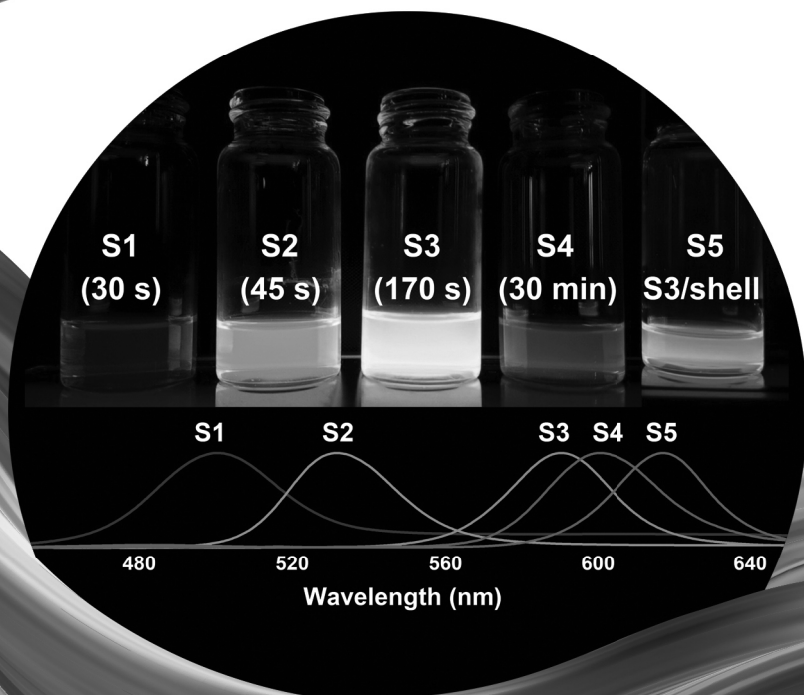
## :: 구두발표

# 플라즈마 및 디스플레이

2월 5일(금) 14:35-15:20 | 좌장 : 조혜민 (동아대학교)

2월 5일(금) 15:20-16:20 | 좌장 : 이효창 (한국표준과학연구원)

2월 5일(금) 16:20-17:35 | 좌장 : 김경남 (대전대학교)



PF-001

## Numerical simulation for O<sub>3</sub> concentration generated from non-thermal atmospheric biocompatible plasma (NBP)

Jang Sick Park, Se Hoon Ki, Do Young Kim, Eun Ha Choi

Plasma Bioscience Research Center, Applied Plasma Medicine Center, Kwangwoon University, Seoul  
Korea

It is necessary to apply high voltage (5kV ~ 50kV) and a high frequency (0 ~ 30kHz) between electrodes (1mm ~ 3cm) to generate non-thermal atmospheric biocompatible plasma(NBP) in dielectric barrier discharge (DBD). When DBD occurs in air, reactive species such as O<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, OH, O, N etc are generated by ionization, dissociation, excitation of O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> molecule gas. O<sub>3</sub> gas having high oxidation property and long life time (0.5h ~ 25h) has been widely used for sterilization of microorganisms, decomposition of organic compounds, and purification of contaminated water etc for a long time.

We simulated the variation of O<sub>3</sub> concentration in the system with pulse power supply of duty ratio of 0.5 ~ 2.5 using chemical reaction equation, atomic oxygen concentration and decay constant. Decay constant was estimated by measuring ozone concentration in sensor apart from plasma source after power off. Simulation results for the ozone concentration were in good agreement with experimental results.

**Keywords :** ozone, non-thermal atmospheric biocompatible plasma (NBP), Dielectric barrier discharge (DBD), decay constant

PF-002

## Sterile plasma surface treatment of titanium dental implants

Youbong Lim<sup>1</sup>, Seung Hun Lee<sup>1</sup>, Jun Young Kim<sup>1</sup>, Hyun Jeong Jeon<sup>1</sup>, Ara Jung<sup>2</sup>, Bomi Gweon<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Plasmapp R&D Center, <sup>2</sup>Sejong University

We present a novel plasma surface treatment system where a glow plasma is discharged under a vacuum condition with a low-frequency power supply. The sterile plasma treatment reduces hydrocarbon residue on the implant surface, which can greatly improve the osseointegration effect of the dental implant. We found that the atomic percentage of residual carbon on the implant was drastically reduced from 29.6% to 14.4%. The osseointegration efficiency of the sterile plasma treated implant was further evaluated through in vitro experiments using extracellular proteins and human osteoblasts.

**Keywords :** plasma surface treatment, hydrocarbon, protein adsorption, cell attachment, osseointegration

PF-003

## A study on Electron Heating Mechanism in RF Capacitively Coupled Plasma at Low Discharge Current based on PIC-MCC simulation

Si Jun Kim<sup>1,2</sup>, Jang Jae Lee<sup>2</sup>, Young Seok Lee<sup>2</sup>, Chul Hee Cho<sup>2</sup>, In Ho Seong<sup>2</sup>, Han Sol Choi<sup>2</sup>, Jin Ho Lee<sup>2</sup>, Won Nyeong Jeong<sup>2</sup>, Ha Jeong Choi<sup>2</sup>, Ye Bin You<sup>2</sup>, Min Su Choi<sup>2</sup>, Shin Jae You<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Nanotech Optoelectronics Research Center

<sup>2</sup>Department of Physics, Chungnam National University

<sup>3</sup>Institute of Quantum System (IQS), Chungnam National University

This presentation presented analysis of the electron heating mechanism in capacitively coupled plasma based on particle-in-cell Monte Carlo collision (PIC-MCC) simulation. As discharge current decreases, abrupt reduction of low energy electron population in electron energy probability function (EPPF) were observed, while the gradual decrease of high energy electrons. This change of the EPPF shape was analyzed in terms of power absorption and electric field. It is believed that this research elucidates the understanding of the electron heating mechanism at low discharge current

**Keywords :** RF Capacitively Coupled Plasma, Electron heating, PIC-MCC simulation

PF-004

## 딥러닝과 OES를 이용한 건식 식각 챔버 내 플라즈마 밀도 예측

권오형

한국생산기술연구원

건식 식각 챔버 내 플라즈마 밀도는 반도체 공정 재현성을 확인하는데 유용한인자이나, 침투 방식의 밀도 측정 장치는 공정 중에 사용이 불가하여 현장에서 플라즈마 밀도를 모니터링 인자로 활용하기 어렵다. 따라서, 본 연구에서는 딥러닝을 이용하여 OES 광 세기로부터 Ar 플라즈마 밀도를 예측할 수 있는 모델을 제안하였다. 소스파워, 압력, 유속 조건을 변화시키면서, 200에서 800 nm 광 세기와 플라즈마 밀도를 동시에 수집하였으며, 파장 별 광 세기만으로 플라즈마 밀도를 예측할 수 있도록 신경망을 학습시켰다. 도출된 모델은 99.4%의 높은 정확도를 보였으며, 실시간 플라즈마 밀도 모니터링에 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

**Keywords :** 딥러닝, OES, 플라즈마

PF-005

## 표준가스를 활용한 사중극자질량분석법 데이터 정량화 신뢰성 향상 방법론 개발

이영석<sup>1</sup>, 성인호<sup>1,2</sup>, 이장재<sup>1</sup>, 조철희<sup>1</sup>, 김시준<sup>3</sup>, 유신재<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 물리학과, <sup>2</sup>충남대학교 자연과학대학 양자제어물리연구소, <sup>3</sup>나노텍

사중극자질량분석법은 공정 플라즈마 활성종 모니터링을 위해 널리 사용되고 있다. 이를 플라즈마 진단에 활용하기 위해서 측정된 데이터를 정량화하는 방법에 대한 연구가 다수 진행된 바 있는데, 관련 이론이 많은 가정을 기반으로 한다는 한계점이 있다 [1,2]. 본 연구에서는 구성성분이 정확히 알려진 혼합가스인 표준가스를 이용하여 보다 신뢰성 있는 정량화 방법론을 개발하였고, 기존에 알려진 간단한 이론 기반의 정량화 방법과 비교했을 때 이상기체방정식에 따른 Ar 밀도값에 보다 유사한 결과를 얻었다. 본 발표에서는 제시된 방법론에 대한 타당성과 신뢰성에 대해 논의하고자 한다.

**Keywords :** 플라즈마, 플라즈마 진단, 플라즈마 활성종, 사중극자질량분석법, 표준가스

PF-006

## AF-MPD 추력기 기반의 고이온속 이온빔 발생장치

채길병, 권덕희, 이민규

한국원자력연구원 핵물리응용연구부

플라즈마-표면 상호작용 연구를 위해 AF-MPD 추력기 기반의 고이온속 이온빔 발생장치를 KAERI에 구축하였다. AF-MPD 추력기는 cw로 작동하는 고전력 전기추력기의 일종으로 고밀도 플라즈마를 만들 수 있다. 알곤, 수소, 헬륨, 제논을 이용하여 성공적으로 플라즈마를 얻었으며 랑뮤어 탐침을 이용하여 우리 장치가 만들어내는 수소이온의 입자속을 측정하였는데 그 결과 세계적인 linear device들과 유사한  $5 \times 10^{22} / \text{m}^2/\text{s}$ 의 입자속을 얻었다. 현재에는 표면 온도 측정이 가능한 텅스텐 샘플 홀더를 제작 중에 있으며 제작이 완료되면 텅스텐 샘플에 높은 입자속의 이온빔을 조사하면서 텅스텐 표면 손상에 대해서 연구할 계획이다.

**Keywords :** plasma source, plasma surface interaction, MPD thruster, ion beam



PF-007

## 대기압 마이크로웨이브 플라즈마 시스템을 이용한 ZnO 나노와이어의 구조 제어 합성

이병주, 조성일, 이우영, 허성규, 정구환

강원대학교 신소재공학과

본 연구에서는 고온 특성을 지녀 반응속도가 매우 빠르고, 연속 공정이 가능하여 대량 합성에 적합한 대기압 마이크로웨이브 플라즈마를 이용하여 ZnO의 나노구조 제어 합성을 목적으로 하였다. ZnO 나노와이어의 길이와 직경의 제어는 플라즈마 온도와 관계된 인가전력과 산소 소스인 OH 라디칼의 농도를 수분의 투입량을 조절하는 방법으로 조절하였다. 그 결과 플라즈마 온도와 OH 라디칼의 양을 제어함으로써 ZnO 나노와이어의 길이 및 직경이 제어 가능한 것을 확인하였고, aspect ratio가 10-340으로 구조 제어된 다양한 형상의 ZnO 나노와이어를 합성하였다.

**Keywords :** 대기압 마이크로웨이브 플라즈마, ZnO 나노와이어, 구조제어 합성

PF-008

## 플라즈마 폐기물 분해 기술 개발

최용섭, 최대현, 강인제, 김지훈, 황순모

한국 핵융합 에너지 연구원

플라즈마를 이용한 폐기물 분해 기술은 한국에서는 1990년대부터 연구되어, 유해 폐기물에 적용하거나, 생활 폐기물에 적용하려는 시도가 여러 번 있었다.

850도 정도에서 폐기물을 태우는 일반 소각보다 높은 온도인 1400도 정도에서 열 플라즈마를 이용하여 폐기물을 열분해하기에 원리적으로 유해가스 발생량을 대폭 낮출수 있는 장점이 있는 기술이다. 그럼에도 경제적인 이유로 현장에 적용되지 못한 상황을 검토하고, 기존 적용사례의 개선 방안도 고찰해 보고자 한다.

또한 보다 친환경적인 폐기물 분해기술을 개발하기 위해 한국핵융합에너지연구원 플라즈마 기술연구소에 설치한 실험 장치에 대해서도 소개하고자 한다.

**Keywords :** 플라즈마, 폐기물, 열분해

PF-009

## 마이크로 LED 디스플레이 기술개발

김자연, 사기동, 김은비, 김사웅, 정지호

한국광기술원

GaN on Si 기반의 80 마이크로미터급 마이크로 LED 공정 기술 개발과 Si 기판으로부터의 GaN 마이크로 LED 칩분리 공정 기술 개발 및 점착성 변화를 통한 Transfer 기술을 개발함. 전사 전후 I-V 특성은 변하지 않았으며 기판 분리를 통해 Tensile stress가 release 되어 효율은 증가되는 결과를 보여주었음. 또한 선택적 전사를 통하여 R, G, B 마이크로 광원을 ACF 본딩을 통하여 디스플레이 패널에 전사 및 접합을 하였고 성공적으로 디스플레이 구현이 되는 결과를 보여줌

**Keywords :** 마이크로 LED, 전사 기술, 본딩 기술, ACF, 디스플레이

PF-010

## 물 분해를 위한 붕화 코발트 나노촉매의 열플라즈마 합성

오정환, 홍승현, 최수석

제주대학교 에너지공학과

붕화 코발트 나노입자는 알칼리 전해질에서 물분해 반응에 효율적인 전기화학적 특성을 보여준다. 물 분해 전극촉매로 활용가치가 높은 붕화 코발트 나노입자를 합성하기 위해서는 화학적 환원 방식인 습식법이 주로 이용되어 왔다. 그러나 습식법을 활용한 붕화 코발트 나노입자 합성은 긴 공정 시간과 여러 단계의 공정을 거쳐서 효율성이 떨어진다는 단점을 가지고있다. 본 연구에서는 열플라즈마를 이용한 단일공정으로 5~40 nm 크기의 고결정성 붕화 코발트 나노입자를 합성하였다. 또한, 이들에 대한 전기화학적 특성을 분석한 결과 수소 및 산소 반응의 Tafel 기울기가 HER의 경우 92 mV/dec, OER의 경우 49 mV/dec로 우수하게 평가되었다

**Keywords :** Thermal plasma synthesis, cobalt boride, nano-catalyst, HER, OER.

PF-011

## Atomic layer etching of SiO<sub>2</sub> with low-global warming potential C<sub>4</sub>H<sub>3</sub>F<sub>7</sub>O isomers

Yongjae Kim<sup>1</sup>, Yebin Lee<sup>2</sup>, Seonghyeon Lee<sup>2</sup>, Heeyeop Chae<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>SKKU Advanced Institute of Nanotechnology, Sungkyunkwan University

<sup>2</sup>School of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University

Atomic layer control of semiconductor processing is essential as critical dimensions are reduced below the 10nm scale. [1,2,3] In this work, cyclic plasma atomic layer etching process was conducted for SiO<sub>2</sub> with surface modification in an inductively coupled plasma (ICP) reactor with fluoroether plasmas. Etch rate were compared at various conditions of precursor, reactive gases, and ion energy. High etching selectivity of SiO<sub>2</sub>/Si was obtained with fluoroether precursor having low F1s/C1s ratio and the higher carbon on surface is attributed to the lower Si etch rate.

**Keywords :** Atomic layer etching, Low global warming potential, Etching selectivity

PF-012

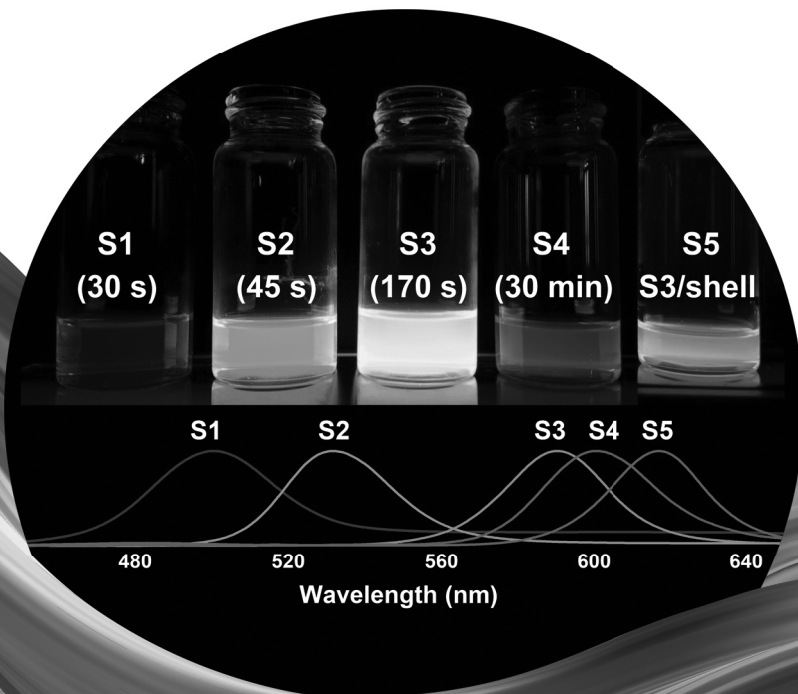
**He/Ar 혼합 가스 플라즈마의 제어 변수에 따른 이온에너지분포 조사**성인호<sup>1,3</sup>, 이장재<sup>1</sup>, 김시준<sup>1,2</sup>, 이영석<sup>1</sup>, 조철희<sup>1</sup>, 이상호<sup>1</sup>, 정원녕<sup>1</sup>, 유신재<sup>1,2\*</sup><sup>1</sup>충남대학교 물리학과, <sup>2</sup>나노텍 광전자연구소, <sup>3</sup>충남대학교 양자제어물성연구소

혼합가스 플라즈마에서는 플라즈마의 복잡성에 인해 전극에 도달하는 이온종에 따른 이온에너지분포의 확인이 어렵다. 따라서 수치해석 전산모사를 통해 아르곤 및 헬륨 플라즈마에 대한 압력 및 주파수에 따른 이온에너지분포를 조사하였다. 모든 주파수에서 압력이 증가할수록 전극에 도달하는 헬륨 이온의 양이 줄어드는 것을 확인하였다. 즉, 전극에서의 총 이온에너지분포는 아르곤 이온이 지배적이다. 물리적인 이유의 확인을 위해 쉬스에서 이온 특성을 확인한 결과, 각 반응에 대한 충돌 단면적에 의해 결정된다는 것을 알 수 있었다. 이는 높은 압력에서의 이온에너지분포 변화에 대한 이해 향상에 큰 도움이 될 것이라고 기대된다.

**Keywords :** Plasma, Simulation, Inert gas mixture

## ⦿ 포스터발표

### 플라즈마 및 디스플레이



PT-P001

## Airborne bacteria inactivation with low ozone production by the humidity control

전우진<sup>1,2</sup>, 최준<sup>1</sup><sup>1</sup>한국생산기술연구원, <sup>2</sup>동국대학교

Dielectric barrier discharge(DBD) is used for bacteria sterilization or disinfection in the medical field, but there is a critical limitation that high ozone generation can cause harmful effect for human. This paper proposes a new system to inactivate the airborne bacteria with lower ozone generation than before by the humidity control[1]. The humidity was controlled by nebulizer and dehumidifier. As the humidity increased, when comparing the relative humidity 30% to 70%, the ozone generation decreased 10 times and survival rate of bacteria decreased by 50%.

**Keywords :** Atmospheric-pressure plasma, Dielectric barrier discharge(DBD), Ozone, Humidity, Sterilization



PT-P002

## L-FC를 이용한 플라즈마 공정 중 회수 및 재사용 연구

오지영<sup>1</sup>, 정준호<sup>2</sup>, 이윤석<sup>3</sup>, 김석준<sup>4</sup>, 김경남\*

Daejeon University

반도체 재료 공정 식각 공정과 챔버 세정에 주로 사용되는 PFC(Perfluorocarbon) 가스는 매우 안정한 물질로써 지구에 잔류하는 시간이 상당히 길며, 지구의 복사열의 방출을 막아 지구온난화 현상을 일으키기 때문에 높은 GWP(Global Warming Potential)를 가지고 있다. 이러한 지구온난화 문제를 해결하기 위해 기존의 PFC 가스 중 C/F ratio가 높고 상온에서 액체로 존재하는  $C_6F_6$ 를 이용하여 흡착 및 회수를 진행하고 이를 사용하여 회수 전후의 가스에 대한 특성 연구를 하였다. 이를 통해 회수한 가스의 재사용 가능성을 확인하기 위해 회수 전후의 잔류가스의 차이를 RGA(Residual Gas Analyzer)를 통해 비교하였다.

**Keywords :**  $C_6F_6$ , Plasma etching, GWP (Global Warming Potential), Polymer thickness, L-FC (Liquid Fluorocarbon)

PT-P003

## 열플라즈마를 이용한 폐기물 연소로의 열유동 수치해석

강혁준, 오정환, 최수석

제주대학교

시멘트 생산과 같이 막대한 에너지를 소비하는 산업에서는 여전히 석탄 등의 화석연료를 사용한다. 그러나 화석연료의 사용은 에너지 비용의 증가와 제조 원가의 불안정성을 초래하고, 이산화탄소의 배출량을 증가시켜 환경에 미치는 영향이 크다. 온실가스 감축과 자원순환을 위하여 폐기물과 같은 폐자원의 에너지화에 대한 연구가 진행되고 있으나 기술의 상용화는 여전히 제한적이다. 본 연구에서는 폐기물 대체연료의 발열량 및 처리 용량 향상을 위한 연소로 시스템의 설계 및 공정 조건을 도출하기 위해 CFD 기반의 ANSYS-FLUENT를 활용하여 연소로 크기 및 플라즈마 주입 각도 변화에 따른 내부 열유동 특성을 분석하였다.

**Keywords :** Alternative fuel, Thermal plasma, Numerical simulation, FLUENT, Thermal flow

PT-P004

## 2차원 입자셀 시뮬레이션을 이용한 이중 주파수 용량성 결합 플라즈마 장치에서의 구동 압력에 따른 시간 가변형 이온 에너지 분포 비교

신지현, 김창호, 박건우, 이해준\*

부산대학교 전기전자공학과

반도체 식각 및 증착 공정에서 공간 균일성과 이온 에너지 조절의 용이성으로 인해 용량성 결합 플라즈마가 일반적으로 많이 사용된다. 이중 주파수 구동을 이용할 경우 이온 반응시간보다 빠른 고주파(HF)와 이보다 느린 저주파(LF) 전압 파형에 전력 배분을 따로 함으로써 기판으로 향하는 이온 에너지와 플렉스의 조절이 가능하고 공정 균일도를 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 graphics processing unit(GPU)를 이용한 병렬화된 2차원 입자셀 시뮬레이션을 사용하여 전극 표면에 입사하는 이온 에너지 분포의 phase에 따른 변화를 살펴보았다. 인가 전압 및 압력에 따라 ion의 에너지 및 입사각도 분포를 비교하여 물리적 변화를 관찰했다.

**Keywords :** 용량성 결합 플라즈마, 입자셀 시뮬레이션, 이중 주파수, 이온 에너지 분포

PT-P005

## 저주파에서의 펄스 폭에 따른 저온 대기압 플라즈마의 특성 및 응용 연구

배진희, 조혜민\*, 정태훈\*

동아대학교

대기압에서 구동되는 저온 플라즈마 내 활성 종들은 플라즈마의 방전 조건에 따라 그 생성량이 조절될 수 있다. 이에 펄스 폭에 따른 헬륨 플라즈마의 방전 특성(플라즈마 형태 변화, 온도, 전압-전류 특성, 광 방출 특성)을 알아 보고, 시료에 처리하기 적절한 플라즈마 방전 조건을 찾았다. 플라즈마를 액체에 적용하여 액체 내에 발생하는 활성종의 농도( $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{O}_3$ )와 pH 그리고 전도도를 측정했고, 1.6  $\mu\text{s}$ 의 펄스폭에서 액체 내 활성 종의 생성량이 가장 높음을 확인했다. 플라즈마 처리된 Polystyrene에서 접촉각을 측정해봄으로써 친수성을 필요로 하는 열에 민감한 재료의 표면 처리 분야에도 적용 가능함을 알 수 있다.

**Keywords :** 대기압 저온 플라즈마, 플라즈마 방전 조건, 활성 산소 및 질소 종

PT-P006

## 수평형 ICP 플라즈마 시스템의 광학적 진단결과를 기반으로한 그래핀의 무결함 질소 도핑 연구

조성일, 이병주, 정구환

강원대학교 신소재공학과

본 연구에서는 수평형 유도 결합 플라즈마(ICP) 시스템으로 그래핀 도핑을 실시함에 있어서 플라즈마의 광학적 진단을 수행하여 그 결과를 바탕으로 무결함 도핑을 실현하고자 하였다. 그래핀은 기계적 박리법을 통해 준비하였으며, ICP 시스템은 1인치 직경의 쿼츠 튜브를 반응기로 이용하였다. 무결함 도핑의 최적 조건을 도출하기 위해 RF 코일과 샘플 간 이격 거리, 플라즈마 전력, 압력 및 처리 시간과 같은 공정변수를 다양하게 설정하였으며, 질소가스를 사용하여 수행되었다. 플라즈마 진단 방법으로는 OES를 사용하였고, 그래핀의 구조적 특징은 라만 피크의 강도에서 정량적이고 광범위하게 평가하였다.

**Keywords :** 수평형 ICP 플라즈마, OES, 그래핀, 무결함, 질소도핑

PT-P007

## HFCVD 공정 온도분포에 대한 ANSYS-FLUENT를 이용한 전산해석

최다운<sup>1</sup>, 이용화<sup>2</sup>, 최수석<sup>1</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 에너지공학과, <sup>2</sup>한국전자산업협회

HFCVD은 다이아몬드 박막의 제조를 위해 널리 사용되는 기술이다. 아직까지 다이아몬드 박막 합성원리는 명확히 규명되지 않았지만, HFCVD 공정에서의 온도분포는 고품질의 박막 제조를 위한 중요한 조건이다. 전산해석에서는 상용 CFD 코드인 ANSYS-FLUENT를 사용하여 복사열전달을 고려한 해석을 진행하였다. 실험을 통해 주어진 전력을 입력조건으로 하여 필라멘트의 표면온도 및 반응기 내의 공간 온도 분포를 시뮬레이션 하였다. 전산해석 결과의 타당성 검증을 위해 이색분광법을 적용하여 필라멘트의 표면 온도를 진단하였다. 실험적으로 측정된 온도는 전산해석 결과와 비교하여 5% 이내의 오차가 발생하는 것을 확인하였다.

**Keywords :** Hot filament CVD, Radiative heat transfer, ANSYS-FLUENT, Two color pyrometry

PT-P008

## 부패감귤 처리를 위한 플라즈마 반응기의 열수지 계산 및 열유동 전산해석

고혜영, 현수연, 강혁준, 최수석

제주대학교 에너지공학과

제주도내 매년 저장 감귤 출하시기가 되면 되풀이 되는 부패감귤 처리 문제에 대한 방안이 시급한 상황이다. 현재 연구되고 있는 처리 방법 중 전기건조 및 미생물에 의한 퇴비화 방식은 높은 전기료와 미생물의 관리가 힘들며, 착즙 파괴 및 매립 방식은 토양 오염과 하수처리 비용의 문제가 있다. 본 연구에서는 마이크로웨이브 플라즈마와 LPG를 복합 열원으로 한 반응기에서 효과적인 부패감귤의 건조와 퇴비화를 이루기 위한 기초 연구를 수행하였다. 열수지 계산을 통해 처리 용량에 필요한 운전조건을 도출하였고, 반응로의 설계 및 운전조건을 제시하고자 상용 코드인 ANSYS-FLUENT를 활용하여 반응로 내부의 열유동 특성을 분석하였다.

**Keywords :** Microwave plasma, Numerical simulation, thermal flow characteristic, FLUENT

PT-P009

## Plasma-assisted nitrogen fixation for vibrant agricultural application

Pradeep Lamichhane, Mayura Veerana, Jun Sup Lim, Gyungsoon Park, Eun Ha Choi\*

Kwangwoon University

In this study, nitrogen fixation in water was achieved using an atmospheric pressure non-thermal nitrogen plasma jet generated by a 10 kV sinusoidal power supply with a repetition frequency of 33 kHz. Besides this, some easily accessible metals such as Mg, Al, and Zn were dipped separately in the water. The obtained water with various metal are further allowed to soak corn seed. It was found that, germination rate, seedling growth, photosynthesis, chlorophyll content, and protein synthesis significantly increased with plasma activated water as comparison with the control sample.

**Keywords :** Plasma-assisted nitrogen fixation, Plasma activated water, non thermal plasma, plant growth



PT-P010

## 유도결합 플라즈마 식각 장치에서 소스 및 바이어스 전력에 따른 식각 속도 분포 변화

이재빈\*, 주정훈

군산대학교

CFD-ACE+를 이용하여  $\text{CF}_4^+/\text{Ar}$ 에서  $\text{SiO}_2$ 의 식각 공정을 모델링 하였다.  $\text{SiO}_2$ 의 건식식각은 F,  $\text{CF}_x$ 의 흡착에 의한  $\text{SiO}_2\text{-F}_2$ ,  $\text{SiO}_2\text{-CF}_2$ 종 생성이 1단계,  $\text{CF}_3^+$ 등 이온의 표면 충돌에 의한 식각으로 이루어져 있다. 안테나의 형상 설계, 가스 주입구의 위치 및 수량, 방향 설계등의 변수가 중요하게 여겨지는데, 이온 증진 식각 기구를 적용한 수치 모델을 통해서  $\text{CF}_4^+/\text{Ar}$  세트에서 ICP power와 bias power가 미치는 반지름 방향의 식각 속도 분포 변화에 대해서 분석하였다. 일정값 이상의 bias power에서 라디칼의 공급이 충분한 조건에서는 이온의 밀도 분포가 식각 속도를 결정하였고 가스 주입의 영향은 거의 없었다.

**Keywords :** Inductively Coupled Plasma, Reactive Ion Etching, Radical adsorption, numerical modeling

PT-P011

## Biodegradable polymer film modification for food packaging application

Ramhari Paneru, Se Hoon Ki, Bishwa Chandra Adhikari, Eun Ha Choi

Department of Electrical and biological physics, Kwangwoon University

The surface of biodegradable polymer composite film made up of polyvinyl alcohol and chitosan was modified by dielectric barrier discharge argon plasma. The surface physical and chemical properties of the films were investigated by scanning electron microscope, water contact angle, X-ray photoelectron spectroscopy, and atomic force microscope. The surface hydrophilicity was evaluated by measuring the water contact angle and corresponding surface energy were calculated using Owens – Wendt method. Moreover, the antibacterial properties of samples were studied using the plate counting method.

**Keywords :** Biodegradable polymer, dielectric barrier discharge, wettability, antibacterial property

PT-P012

## Axial distribution of rotational temperature in atmospheric pressure plasma jet

Jun Sup Lim<sup>1</sup>, Young June Hong<sup>2</sup>, Jin Sung Choi<sup>2</sup>, Eun Ha Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Electrical and biological physics department, Kwangwoon University

<sup>2</sup>Plasma Bioscience Research Center(PBRC), Kwangwoon University

In this reports, we studied rotational temperature axial distribution in atmospheric pressure plasma jet. In atmospheric pressure plasma, rotational temperature could transferred their energy by excited molecules in plasma and contribute to reactive oxygen & nitrogen species (RONS) formation.[1,2] Rotational temperature distribution could give us to information of molecular energy transition processes in the plasma jet. The rotational temperature has been measured by optical emission spectroscopy of nitrogen molecule and hydroxyl radical.

**Keywords :** Plasma diagnostics, Rotational temperature, Nitrogen molecule, hydroxyl radical

PT-P013

## Correlation Analysis of Plasma Optical Emission Spectra and Silicon Nitride Films Deposited in Inductively Coupled Plasmas

Seunghun Han<sup>1</sup>, Byung hyun Oh<sup>2</sup>, Yong soo Lim<sup>2</sup>, Heeyeop Chae<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

<sup>2</sup>SKKU Advanced Institute of Nanotechnology (SAINT), Suwon 16419, Korea

In this work, the relationship between plasma characterization and film qualities was analyzed in plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) using optical emission spectroscopy (OES). The line ratios of N<sub>2</sub><sup>+</sup>/N<sub>2</sub> is known to reflect the plasma physical states and other OES signals was related with deposition rate, refractive index, N/Si ratio, H-concentration and Si-N peak of silicon nitride films. The intensity ratio is confirmed as an indicator of film properties in the silicon nitride deposition process. A linear regression model was also suggested to predict the process results.

**Keywords :** Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition(PECVD), Optical Emission Spectroscopy(OES), Silicon Nitride

PT-P014

## 축전 결합형 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar 플라즈마 내에서 웨이퍼 두께에 따른 쉬스 렌즈 효과 분석

이진호<sup>1</sup>, 성인호<sup>1,4</sup>, 김시준<sup>2</sup>, 이장재<sup>1</sup>, 이영석<sup>1</sup>, 조철희<sup>1</sup>, 이상호<sup>1,3</sup>, 정원녕<sup>1</sup>, 유신재<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 물리학과, <sup>2</sup>나노텍 광전자 연구소, <sup>3</sup>한국기계연구원, <sup>4</sup>충남대학교 양자제어물성 연구소

반도체 식각 공정에서, 웨이퍼 존재에 따라 쉬스 형상에 굴곡이 생기게 되는데, 이로 인한 식각 프로파일에 각도 변화를 쉬스 렌즈 효과라고 한다. 본 연구에서는 축전 결합형 C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/Ar 플라즈마 내에서 웨이퍼 두께 변화에 따라 식각 공정을 진행하였고, 식각 프로파일의 각도 변화를 측정하여 다양한 식각 프로파일 데이터를 확보하였다. 추후 본 연구결과를 바탕으로, 다양한 조건에서의 쉬스 곡률 해석에 도움이 될 것이다.

**Keywords :** 식각, 각도, 쉬스, 플라즈마

PT-P015

## Development of methodology for Individual control of ion and radical in dual frequency(13.56 MHz + 400 kHz) pulsed Ar/CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub> plasma

정원녕<sup>1</sup>, 이장재<sup>1</sup>, 이영석<sup>1</sup>, 김시준<sup>3</sup>, 조철희<sup>1</sup>, 성인호<sup>1</sup>, 유신재<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Chungnam National University, <sup>2</sup>Institute of Quantum Sytems, Colledge of Natural Science,  
Chungnam National University, <sup>3</sup>Nanotech

In modern etching process, the radical-to-ion flux ratio play essential role. It is shown that improper ratio results in etch stop and profile distortions. Hence, individual control of ion and radical is important topic lately. In this study, we suggest methodology for controlling ion and radical independently, based on the Pulsed global model and IED simulation. we observed that Radical density monotonically increases depending on duty ratio, while Ion density stays relatively the same. And we conclude that precise IED control by synchronous pulse is achievable with constant radical density.

**Keywords :** Plasma, Plasma processing, High-aspect-ratio-contac etching, Plasma parameter control

PT-P016

## Thermal Atomic Layer Etching of $\text{Al}_2\text{O}_3$ Using Ligand Exchange with $\text{CF}_4$ and $\text{NF}_3$ Inductively Coupled Plasmas

Jihyun Kim<sup>1</sup>, Yongjae Kim<sup>2</sup>, Dahee Shim<sup>1</sup>, Heeyeop Chae<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>School of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU), Suwon 16419, Korea

<sup>2</sup>SKKU Advanced Institute of Nanotechnology (SAINT), Sungkyunkwan University (SKKU), Suwon 16419, Korea

As the semiconductor devices shrinks in nanoscale,  $\text{SiO}_2$  used as gate oxide gets challenging due to tunneling effect causing leakage current. [1] So high-k materials having high dielectric constant (k) are being studied to replace  $\text{SiO}_2$ .  $\text{Al}_2\text{O}_3$  is considered as one of important high-k materials having 10 dielectric constants. Thermal ALE processes enable isotropic etching of 3D structures and may achieve etching without damaging the underlying film and high uniformity. [2, 3] In this work, cyclic thermal atomic layer etching process was performed for  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in an inductively coupled plasma reactor.

**Keywords :** Thermal ALE, High-k

PT-P017

## Study of mitochondria depolarization by plasma activated medium on cancer cell lines

Ara Jo<sup>1</sup>, Jin Hee Bae<sup>2</sup>, Tae Hun Chung<sup>2</sup>, Jin Woond Chung<sup>1</sup>, Hae Min Joh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of biology, Dong-A University, Busan, Korea

<sup>2</sup>Department of materials physics, Dong-A University, Busan, Korea

Non-thermal atmospheric pressure plasma (NTAPP) has been reported to have strong anti-cancer effects. We investigated how plasma activated medium (PAM) can induce the cancer cell death. First, we treated PAM on human cervical cancer cell (HeLa cells), human lung cancer cells (A549 and H1299 cells) for 24 hours. The reduced cell viability rate was observed on all cancer cell lines. Moreover, the mitochondrial ROS level and depolarization rate was increased. These results suggest that cancer cell death occurs due to increase of mitochondria ROS and depolarization by PAM.

**Keywords :** Plasma activated medium, cancer cell, anti-cancer, mitochondria depolarization, reactive oxygen species



PT-P018

## Selective cytotoxic Effects of Non-thermal Biocompatible Plasma Treated Liquid on Ovarian Cancer

Mahmuda Akter<sup>1,2</sup>, Se Hoon Ki<sup>2,3</sup>, Eun Ha Choi<sup>1,2,3\*</sup>, Ihn Han<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Plasma Bio-Display, Kwangwoon University, Seoul 01897, Korea

<sup>2</sup>Plasma Bioscience Research Center, Applied Plasma Medicine Center, Kwangwoon University, Seoul 01897, Korea

<sup>3</sup>Department of Electrical and Biological Physics, Kwangwoon University, Seoul 01897, Korea

The results of our study shows that PTL significantly exhibits cytotoxicity, induce cell cycle arrest and apoptosis pathway against SKOV3 cells which are resistant to chemotherapy. In addition, we examined the effect of reactive oxygen and nitrogen species (RONS) in the cells where H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and NO derivatives play the role in the apoptotic pathway. In general, our results suggest that cylinder DBD Plasma treated liquid may be a competent therapeutic alternate for clinical study of ovarian cancer therapy.

**Keywords :** Human ovarian cancer, Non-thermal biocompatible plasma, Plasma treated liquid, cytotoxicity, Cancer therapy.

PT-P019

## Study on the diffusion of plasma generated reactive species through agarose gel

Se Hoon Ki, Ku Youn Baik, Eun Ha Choi

Department of Electrical and Biological Physics, Kwangwoon University, Seoul 01897, Korea

Skin treatment methods using non-thermal atmospheric pressure plasma (NTAPP) have been studied for medical and cosmetic purposes. In these applications, it is necessary to understand the generation of reactive species by NTAPP and their diffusion into the skin. In this study, the penetration of reactive species was analyzed by UV-VIS spectroscopy using an agarose model. The diffusion efficiencies of hydrogen peroxide, nitrite, and nitrate were quantified through curve fitting. A diffusion study was also conducted that added a stratum corneum to create conditions like real skin.

**Keywords :** Non-thermal atmospheric pressure plasma (NTAPP), Reactive oxygen species (ROS), Reactive nitrogen species (RNS), Skin model

PT-P020

## Improvement of Organic Light Emitting Diode Charge Balance by Electron Delay Layer between Emitting layers

강성천<sup>1</sup>, 유재인<sup>2</sup>, 송석호<sup>2</sup>, 김상수<sup>2</sup>, 송장근<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>한국항공대학교 항공전자정보공학부, <sup>2</sup>성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

인광 발광체를 사용한 유기물 발광다이오드(organic light-emitting diode, OLED)는 우수한 명암비, 높은 색 재현력, 유연기판에서 사용할 수 있는 범용성으로 널리 사용되는 디스플레이이다.[1] OLED의 발광특성을 감소시키는 것은 주로 발광층에서의 정공과 전자의 불균형이다. 이러한 전하 불균형은 보조층의 물질, 두께, 전하이동도 등을 통해서 개선할 수 있다. 예를 들면 전자수송층의 두께를 변화시켜 발광특성을 개선시킨 연구가 있다.[2] 본 연구에서는 전하 불균형을 해소하기 위해 발광층 사이에 전자 지연층을 삽입하였고 전자 지연층의 두께에 따른 외부 양자효율, 전력효율, 전류효율에 끼치는 영향을 알아보았다.

**Keywords :** 유기물 발광다이오드, 전자 지연층, 전하 불균형

PT-P021

## Formation of a second virtual cathode by using the drifting electrons in an axial vircator

Sohail Mumtaz, Sheikh Abdul Munnaf, Eun Ha Choi

Kwangwoon University

An axial vircator was studied numerically to form a second virtual cathode (VC2). A floating zone plate was designed for 3.42 GHz and inserted inside the drift tube. To observe the material effects the opaque zones were changed to copper, aluminum, and glass. When the opaque zones are metal, it behaves as an obstacle for the propagation of the electromagnetic wave when the frequency is changed owing to VC2. While, when it is glass, the VC2 is formed and it is appropriate for the power enrichment at all frequencies. These results are useful to take the first step for a real experiment.

**Keywords :** Vircator, Virtual cathode, Zone plate, Electromagnetic wave

PT-P022

## Effects of Plasma Activated Water on the Root Elongation and Initiation with XTH9, XTH17 Development in *Arabidopsis thaliana* L.

Dong Hyeun Ka<sup>1,2</sup>, Ryza A. Pritama<sup>1</sup>, Joo Young Park<sup>1</sup>, Young Koun Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Plasma Technology, Korea Institute of Fusion Energy, 37 Dongjangan-ro, Gunsan-si, Jeollabuk-do 54004, Korea

<sup>2</sup>Department of Chemistry, College of Natural Science, Kunsan National University, 558 Daehak-ro, Gunsan-si, Jeollabuk-do 54150, Korea

In this study, plasma-activated water (PAW) generated from a surface dielectric barrier discharge (SDBD) device is used for the *Arabidopsis* plant in the early developmental stage. Seedlings grown in the PAW5, 7 and 12 have increased root length while root lengths decreased in the PAW19 and 40. Additional root examination on cellular level revealed that PAW mainly modulates root hair density in root. Moreover, we found that root hair density and length at PAW5 in ideal condition were positively regulated by the expression of AtXTH9, AtXTH17.

**Keywords :** Plasma Agriculture, Plasma activated water, *A. thaliana*, Nitrate

PT-P023

## Study on a plasma thermal oxidizer using gliding arc plasma assisted LPG combustion

Yong Wook Shin<sup>1</sup>, Geon Woo Yang<sup>1,2</sup>, Se Min Chun<sup>1,3</sup>, Yong Cheol Hong<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute of Fusion Energy,

<sup>2</sup>Department of Bio-Nano System Engineering, Jeonbuk National University

<sup>3</sup>Department of Mechanical Design Engineering, Jeonbuk National University

<sup>4</sup>Department of Applied Plasma & Quantum Beam Engineering, Jeonbuk National University

Recently, interest in plasma assisted combustion to improve the thermal efficiency of traditional combustion technologies is increasing. In this regard, we studied a plasma thermal oxidizer (PTO) using LPG combustion assisted by gliding arc plasma. Combustion characteristics according to applied power, fuel injection amount, or fuel injection location were analyzed through flame temperature and gas analysis. Also we compared to traditional LPG combustion. Finally, PTO was applied to purify the odor gas of a large flow rate ( $\sim 2\text{N}^3/\text{min}$ ) and the reduction of odor components was verified.

**Keywords :** Thermal Oxidation, Odor Reduction, Gliding Arc Plasma, Combustion

PF-P001

## Plasma gasification of monomer with different electrode configuration

임대천, 김영국, 최준\*

한국생산기술연구원

플라스틱 폐기물 처리 문제를 해결하기 위해 플라스틱의 단량체를 플라즈마로 분해하여 Syngas를 생성하는 공정이 연구되었다[1]. 본 논문에서는 단량체 분해 공정에 사용되는 플라즈마의 생성 범위를 증가시켜 시간당 단량체 분해량을 증가시키는 연구를 진행하려 한다. 플라즈마 생성에 사용되는 두 전극의 마주보는 면을 넓혀 변위전류가 흐르는 영역을 확대하는 방법을 사용한다. 변위전류에 의한 전기장 영역 또한 확대되어 플라즈마가 생성되는 영역이 넓어져 단량체와 반응하는 범위가 증가할 것이다. 변형한 전극을 사용하는 것으로 기존 단량체 분해 공정에 비해 시간당 단량체 분해량을 200% 이상 증가시킬 수 있을 것이다.

**Keywords :** plasma, monomer, decomposition, syngas, plastic

PF-P002

## 금속 나노입자들이 내장된 자성나노복합체의 열플라즈마 합성

김태희<sup>1\*</sup>, 오정환<sup>2</sup>, 김민석<sup>2</sup>, 홍승현<sup>2</sup>, 최수석<sup>2</sup>

<sup>1</sup>원광대학교, <sup>2</sup>제주대학교

고온 고속의 삼중 열플라즈마 제트 시스템을 이용하여 유리나노물질 내에 다종의 자성을 가진 금속 나노입자들이 내장된 자성나노복합체를 합성하였다. 유리물질은 Si-Mg-Fe-Na-Al-Ca-O 조성으로 비정질 상으로 형성되었고, 내부에 Fe 또는 FeNi 조성을 가진 결정질의 금속 나노입자들이 내장되었다. 열플라즈마 화염에 의해 기화된 원료가 급랭과정을 거치며, 비평형 응축에 의해 금속 나노입자와 유리나노물질의 응축이 별개로 일어나며 복합체가 형성되었다. 플라즈마의 열환경을 조절하며 합성된 자성나노복합체의 특성 변화를 연구하였다.

**Keywords :** 열플라즈마, 합성, 자성나노복합체, 나노입자



PF-P003

## 라디칼 흡착을 사용한 원자층 식각 공정

정준호<sup>1</sup>, 오지영<sup>2</sup>, 이윤석<sup>3</sup>, 김민희<sup>4</sup>, 김경남

대전대학교

4차 산업혁명으로 인해 여러 분야에서 고성능, 고집적, 고전력의 높은 기술 수준을 갖는 반도체가 요구되고 있다. 이에 따라 반도체 소자의 미세화 및 고집적화가 이루어져 왔으나 트랜지스터의 critical dimension이 atomic scale로 감소함에 따라 물리적인 한계에 도달하였다. 이에 원자층 식각 기술이 각광받고 있다. 하지만 원자층 식각 공정 중 반응성 기체를 흡착하는 과정에서 많은 시간이 필요하기 때문에 공정 수율이 매우 낮다는 문제가 있다. 본 연구에서는 원자층 식각 공정의 흡착 단계에서 Mesh-grid를 이용해 반응성 라디칼을 선택적으로 흡착시킴으로써 원자층 식각 공정의 수율 및 신뢰성을 향상시키고자 하였다.

**Keywords :** atomic layer etching(ALE), silicon, chlorine, mesh-grid, radical, Cl plasma

PF-P004

## 공정의 신뢰성 향상을 위한 두께센서 기술 연구

이윤석, 오지영, 정준호, 김경남\*

대전대학교 신소재공학과, 대한민국 대전 34520

다양한 산업이 발달하면서 반도체 소자의 소형화와 고집적화가 빠르게 진행된다. 반도체 생산성을 극대화하기 위해서는 공정을 실시간으로 측정하고 그 결과를 공정의 안정화와 개선을 위해 활용할 필요가 있다. 그러나 이 과정에서 돌발적인 변수와 판단 착오 등은 기업 입장에서는 큰 손실로 이어지기도 한다. 따라서 이를 보완하고 두께를 정확하게 in-situ 모니터링 할 수 있는 센서 기술도 중요하다. 본 연구에서는 식각에 따른 박막의 전기적 물리량 변화를 통한 두께 진단 센서 개념에 대한 기초연구가 진행되었다. 다양한 공정조건에 따라 박막의 면저항 변화를 측정하였으며, 그에 따른 전기적 변화와의 관계에 대해 연구를 진행하였다.

**Keywords :** plasma, atomic layer, thickness, thin film, etching, sensor

PF-P005

## 삼불화질소의 플라즈마 반응성 이온 식각 특성 연구

김우재, 방인영, 김지환, 박연수, 온범수, 권희태, 신기원, 권기청\*

광운대학교

오늘날, 삼불화질소( $\text{NF}_3$ )는 반도체 제조 분야 등의 세정 공정 과정 중 반응성 가스로 사용된다. 이러한 챔버 세정 공정의 경우  $\text{NF}_3$ 가 챔버 내로 직접 주입된 후 플라즈마를 방전하여 챔버 내부에 증착된 부산물을 제거한다. 본 연구에서는 실리콘(Si)에 용량 결합형 플라즈마 반응성 이온 식각을 수행하며 잔류 가스 분석기(RGA)와 발광 분광 분석법(OES)을 이용해 공정을 모니터링하였다. 동일한 압력에서 RF 전력이 상승함에 따라  $\text{SiF}_3^+$ 의 양 및 Si의 식각 속도는 증가하였지만, 불소 원자선은 감소하였다. 동일한 RF 전력에서 압력이 높아지면 불소 원자선의 강도,  $\text{SiF}_3^+$ 의 양 및 Si의 식각 속도 모두 증가하였다.

**Keywords :** 삼불화질소, 반응성 이온 식각

PF-P006

## 플라즈마 진단 시스템을 이용한 기판에서의 플라즈마 밀도 측정 실험

박연수, 신기원, 김우재, 권희태, 김지환, 온범수, 방인영, 권기청\*

광운대학교 자연과학대학 전자바이오물리학과

기존의 플라즈마 벌크(Bulk)를 측정하는 탐침형 측정 방식은 공정을 진행 중, 기판 상에서의 플라즈마 진단이 어렵다는 단점이 존재하며 프로브를 플라즈마 내부에 침투하여 측정하는 방식이기에 섭동이 생기는 단점도 존재한다.

본 실험은 여러 조건에서 방전시킨 플라즈마의 상태를 웨이퍼 내에 삽입된 전극 센서를 이용하여 플라즈마 변수 측정을 통해 플라즈마 상태를 확인하였으며 동시에 기존에 사용되는 Plasma Oscillation method probe를 이용한 측정 결과와 비교하였다. ICP(Inductively Coupled Plasma) 플라즈마 소스에 RF Generator(Radio-Frequency, 13.56 MHz)를 이용하여 방전 전력을 변화시키며 실험을 진행하였다.

**Keywords :** Substrate status, Plasma status, Wafer sensor

PF-P007

## 3차원 입자-셀 시뮬레이션을 이용한 방위각 비대칭 자석을 사용한 마그네트론 스퍼터링 시뮬레이션

김철웅<sup>1</sup>, 조영현<sup>2</sup>, 이해준<sup>1</sup>

<sup>1</sup>부산대학교, <sup>2</sup>삼성전자

DC 마그네트론 스퍼터링 시스템은 금속 코팅을 위한 표준적이고 효과적인 방법이다. 우수한 품질의 필름 증착을 얻기 위해 플라즈마의 생성, target에 입사하는 이온 flux의 공간분포, 그리고 대상 물질에서 스퍼터링 된 원자의 거동을 이해하고 제어하는 것이 중요하며 이러한 현상을 이해하기 위해 입자-셀 몬테카를로 시뮬레이션을 사용한 연구가 활용되고 있다. 본 연구에서는 3차원 직교 좌표계의 입자-셀 시뮬레이션을 수행하여 비대칭 자석이 있는 마그네트론 스퍼터링 시스템을 조사하고 자기장의 곡률에 따른 플라즈마 거동 변화를 관찰하였다.

**Keywords :** Magnetron sputtering, Particle-in-cell Monte Carlo Simulation

PF-P008

## 1차원 입자-셀 시뮬레이션을 이용한 RF 용량성 결합 플라즈마의 전자 가열 및 전자에너지 분포 변화 양상 분석

김재완, 김철웅, 신지현, 이정열, 이해준

부산대학교

반도체 식각 및 증착 공정에서 널리 사용되고 있는 용량성 결합 플라즈마(CCP)는 전기장과 전류의 위상 차이에 의해 다양한 비선형 현상을 포함하고 있으며 이러한 현상을 분석하기 위해서 몬테카를로 충돌 (Monte Carlo collision, MCC) 계산 기법이 도입된 입자셀 (particle-in-cell, PIC) 시뮬레이션이 필요하다. 본 연구에서는 1차원 입자-셀 시뮬레이션을 이용하여 Ar CCP 방전의 다양한 압력, 전극 간 거리, 전압 조건에서 전자가열 현상 및 전자 에너지 분포함수의 변화에 대해서 분석하고 RF 방전의 Paschen 방전 특성곡선과의 연관성을 조사하였다.

**Keywords :** CCP, MCC, Paschen

PF-P009

## CO<sub>2</sub>플라즈마를 이용한 카본 분체 친수처리

유승열, 석동찬, 정용호

한국핵융합에너지연구원 플라즈마기술연구소

카본 분체는 표면 기능기가 거의 존재하지 않으며, 대부분 C-C bonds 로 인해 낮은 surface energy 를 가지고 있어 wetting 이 어렵다. 카본 분체는 표면의 카본 기가 산소 관련 라디칼과 결합하여 C-O, C=O, COOH 등의 기능기를 형성하면서 친수화되므로, C, O 가 포함된 CO<sub>2</sub> gas를 해리시키면 친수처리 할수있다. 적용된 전극은 직렬로 연결된 stacked DBD 전극을 사용하였고[1], QMS와 OES 로 방전부산물을 측정하였다[2]. 플라즈마 처리된 카본 분체는 표면의 COOH 기능기가 증가하였고, SEM, EDS, XPS, Washburn method를 이용한 powder wettability, BET, 분체저항 및 수분산후 층분리 속도 비교로 친수처리 됨을 확인하였다.

**Keywords :** 카본 분체, 표면처리, 친수처리, DBD, powder wettability, 플라즈마

PF-P010

## 이중주파수 유도결합 플라즈마에서 모드전이 연구

김주호, 정진욱

한양대학교

본 연구에서는 이중 주파수 유도 결합 플라즈마에서 모드 전이가 연구되었다. 실험에서 RF전력이 증가함에 따라 capacitive mode에서 inductive mode로 전이가 관찰되었고, 이중주파수 동작에서 전이는 싱글 주파수의 경우와 비교되었다. 또한, 압력이 변경됨에 따라 모드 전이의 발생 구간이 변경되었다. 분석을 위해, 용량성 결합 및 유도성 결합에 의해 플라즈마로 전달되는 전력이 포함된 모델이 사용되었고, 계산 결과와 실험 결과의 경향성이 잘 일치함을 확인하였다.

**Keywords :** 유도결합플라즈마, 이중주파수, 모드전이



PF-P011

## 실시간 플라즈마 측정을 통한 Ashing rate 예측 모델

유헌환, 이호원, 서범준, 정진욱

한양대학교 전기공학과

본 연구에서는 유도 결합 플라즈마에서 이온 밀도, 전자 온도, 라디칼 선속을 측정하고 ashing rate을 예측하는 모델을 만들었다. 부유 고조화 분석법으로 전자 온도와 이온 밀도를 측정하였고 Optical Emission Spectroscopy로 광량을 측정하여 라디칼의 선속을 계산하였다. 측정한 플라즈마 변수들과 광량을 이용하여 Ion assisted ashing에서의 흡착-탈착 반응을 통해 ashing rate을 예측하였다. Alpha step을 사용하여 ashing된 박막 두께 및 ashing rate을 측정하였다. 측정한 ashing rate와 모델을 통해 예측한 ashing rate을 비교하였고 잘 일치함을 확인하였다.

**Keywords :** Ashing rate, Floating Harmonic method

PF-P012

## 초고속 전자 온도 측정법 개발을 통한 전자 온도의 이방성 연구

이현중, 서범준, 정진욱

한양대학교

기존의 부유 고조화 방법은 낮은 주파수의 정현 전압을 이용하여 등방적인 이온 밀도와 전자 온도를 측정한다. 본 연구에서는 시간 분해능을 높이기 위해서 고주파수를 인가하였고, 이러한 고주파수로 인한 여러 이슈들을 해결하여 초고속 전자 온도 측정을 구현할 수 있었다. 유도 결합 플라즈마의 구동 주파수(2MHz)보다 높은 주파수의 정현 전압을 평판형 탐침에 인가하여 측정 시간 분해능을 높였으며, 그에 따라 이온 밀도와 전자 온도를 측정하였다. 챔버 내의 평판형 탐침의 측정 방향이 변화함에 따라 전자 온도가 다른 것을 확인했으며, 그 물리적 이유와 결과들에 대해 논의하였다.

**Keywords :** plasma, sheath, floating harmonic method

PF-P013

## 초고속 플라즈마 전자 온도 측정법 개발을 통한 2MHz 유도 결합 플라즈마의 전자 가열 및 동력학적 특성 연구

이무현<sup>1</sup>, 서범준<sup>2</sup>, 정진욱<sup>2</sup>

한양대학교

부유 고조화 분석법은 부유 전위에 있는 탐침에 작은 정현 전압을 인가하여 전류 파형을 얻고, 이 전류 파형의 여러 고조화 성분을 분석해 전자 온도를 구하는 방법이다. 기존의 연구들은 구동 주파수가 탐침 전압의 주파수보다 큰 조건에서 시간 평균 된 전자온도를 측정하였으나, 본 연구에서는 유도 결합 플라즈마 구동 주파수(2 MHz) 보다 높은 탐침 주파수(10 MHz)를 사용하여 유도 결합 플라즈마 소스의 한 주기 안에서 시변하는 전자 온도를 측정하여 전자 가열 동력학을 관찰하고자 하였다.

**Keywords :** 부유 고조화 분석법, 초고속, 전자 온도, 전자 가열 동력학

PF-P014

## 플라즈마에서 삼중 주파수를 이용한 밀리미터 두께의 유전체 두께 실시간 측정법 개발

최재훈, 서범준, 정진욱

한양대학교 일반대학원 전기공학과

기존 유전체 두께 측정은 마이크로 미터 정도의 얇은 경우가 대부분이었다. 본 연구에서는 서로 다른 세가지 고주파수를 사용하여 두꺼운 유전체의 두께를 측정하는 전기적 진단 방법을 제안한다. 측정을 위해 유전체의 축전 용량, 쉬스의 저항 및 축전 용량을 포함한 회로 모델이 제안된다. 유전체가 입혀진 평판형 탐침에 세가지 고주파수를 가진 작은 정현 전압을 인가하여 얻은 전류로부터 유전체의 축전 용량 및 두께를 측정하였으며, 실제 두께와 잘 일치함을 보였다.

**Keywords :** 삼중 주파수, 두께 측정

PF-P015

## 60 MHz CCP에서의 전류 고조파 성분과 플라스마 밀도 분포의 관계에 대한 실험적 연구

이준호, 하우, 정진욱

한양대학교 플라스마전자공학 연구실

60MHz 용량 결합 플라스마(CCP)의 반경 방향 위치 별 전자 에너지 분포 함수(EEDF)를 측정하였다. 쉬스의 비선형성 때문에 생기는 고조파 성분의 공간 분포가 인가 파워에 따라 변화하였고 이에 따라 위치 별 플라스마의 흡수 전력 차이가 커져 플라스마 밀도의 불균일성은 낮은 파워보다 높은 파워에서 더 크게 나타났다. 본 연구에서는 CCP에서의 전자 밀도 불균일성을 고조파 성분의 크기 및 분포에 대해 분석하여 그 원인을 밝혀보고자 하였다. 특히 120MHz, 180MHz의 경우 성분의 크기가 구동 주파수와 비슷한 수준으로 측정되는 영역이 있었다. 또, 고조파 성분을 쉬스의 비선형성 및 플라스마 직렬 공진과 연관하여 그 원인을 분석하였다.

**Keywords :** CCP, Plasma density, Harmonics, EEDF

PF-P016

## Application of unstructured mesh libraries in developing gyrokinetic code

Eisung Yoon<sup>1</sup>, Gahyung Jo<sup>2</sup>, Janghoon Seo<sup>2</sup>, Jae Min Kwon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ulsan National Institute of Science and Technology, <sup>2</sup>Korea Institute of Fusion Energy

Unstructured mesh has been widely used for realistic complex geometry in simulating physics models. Unstructured mesh generators are already present for commercial simulation codes. However, general-purpose mesh generators have apparent limitation, by its very nature, in efficiently fulfilling requirements specific to application.

In this presentation, we introduce detailed workflows of applying unstructured mesh libraries, SimModSuite and PUMI(Parallel Unstructured Mesh Infrastructure), to examples. Also overview of mesh-related processes within a developing gyrokinetic code is explained.

**Keywords :** Unstructured mesh, SimModSuite, PUMI, Gyrokinetic code, Tokamak

PF-P017

## Progress in gyrokinetic validation study in KSTAR

C. Sung<sup>1</sup>, J. Kang<sup>2</sup>, M. W. Lee<sup>2</sup>, J. Candy<sup>3</sup>, D. Kim<sup>1</sup>, S. Yi<sup>2</sup>, J. -M. Gwon<sup>2</sup>, E. S. Yoon<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology, <sup>2</sup>Korea Institute of Fusion Energy,

<sup>3</sup>General Atomics, <sup>4</sup>Ulsan National Institute of Science and Technology

We will present the progress in the gyrokinetic model validation study using KSTAR plasmas. To design a future fusion device, it is essential to predict its performance based on the validated transport model. The Gyrokinetic model has been used widely to describe turbulent transport in fusion plasmas, commonly accepted as a main transport mechanism in fusion plasmas. We have started gyrokinetic validation study using CGYRO[1] for KSTAR plasmas. We will discuss initial results of gyrokinetic analysis, including turbulence characteristics and the comparison of heat transport with experiment.

**Keywords :** Turbulent transport in fusion plasmas, gyrokinetic analysis, fusion transport model validation

PF-P018

## 저압에서의 헬륨 및 아르곤을 이용한 동일 평면 구조 유전체 장벽 방전 특성에 관한 연구

최민수<sup>1</sup>, 이장재<sup>1</sup>, 김시준<sup>2</sup>, 이영석<sup>1</sup>, 조철희<sup>1</sup>, 성인호<sup>1</sup>, 이상호<sup>3</sup>, 유신재<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 물리학과, <sup>2</sup>나노텍 광전자연구소, <sup>3</sup>한국기계연구원, <sup>4</sup>양자제어물성연구소

플라즈마 기반 스텔스 기술에 적용을 위한 동일 평면 구조의 유전체 장벽 방전 플라즈마원을 이용하여 아르곤 및 헬륨 가스 방전 특성에 대해 실험적으로 조사하였다. 스텔스 기술의 지표인 레이더 단면적 감소 효과가 적용될 수 있는 수 Torr의 압력에서 고정된 전압을 인가하여 압력, 구동 주파수, 및 가스 비율에 따라 방전 경향을 확인하였고, 방전 전압 및 전류와 같은 전기적 특성을 실험적으로 측정하였다. 또한 한 주기당 플라즈마원에서 소비하는 전력을 계산하였다. 구동 주파수는 5-6 kHz 일 때, 압력은 낮을수록, 헬륨 및 아르곤의 비율이 대략 8:2일 때 가장 밝고 균일한 글로우 방전이 발생하는 것을 확인했다.

**Keywords :** 유전체 장벽 방전(DBD), 저압 플라즈마



PF-P019

## Current status for 500 kW DC arc plasma torch system in KFE

In Je Kang, Daehyun Choi, Ji Hun Kim, Soon-Mo Hwang, Yong-Sup Choi\*

Korea Institute of Fusion Energy

The 500 kW DC arc plasma torch system, which is a non-transferred arc type with hollow electrodes, has been designed and developed for scale-up of a high-temperature waste decomposition system, currently researched in KFE. It consisted of five parts: DC arc plasma torch, gas injection system, water cooling system, DC power supply and main test chamber, including a transfer system for motion control of the DC arc plasma torch. In this presentation, we will introduce development of the 500 kW DC arc plasma torch system with the utilities, required for the stable operation of DC arc plasma torch.

**Keywords :** DC arc plasma torch, Non-transferred arc, Waste treatment

PF-P020

**원통형 홀추력기에서 다중 하전된 이온을 고려한 제논 플라즈마 단순 모델**이장재<sup>1</sup>, 김시준<sup>2</sup>, 이영석<sup>1</sup>, 염희중<sup>3</sup>, 성인호<sup>1</sup>, 정원녕<sup>1</sup>, 유신재<sup>1,4\*</sup><sup>1</sup>충남대학교 물리학과, <sup>2</sup>나노텍 광전자연구소, <sup>3</sup>한국표준과학연구원, <sup>4</sup>충남대학교 양자제어물성연구소

플라즈마 홀 추력기에서 내부 중심코어가 없는 형태의 원통형 홀 추력기(CHT)는 고리형 홀 추력기(AHT)에 비해 높은 이온 전류를 갖고 1보다 큰 연료 효율을 보였다. 이는 AHT에 비해 CHT 내 생성된 다중 하전된 이온의 높은 비율이 기여한 것임을 실험적으로 확인된 바 있다. 본 연구에서는 CHT 내 제논 플라즈마에 대한 간단한 글로벌 모델을 통해 다중 하전된 이온의 비율을 이론적으로 확인하였다. 전자 밀도에 대한 이온 및 가스 밀도, 전자 및 가스 온도 등 플라즈마 변수를 확인하였고, 높은 전자 밀도 영역에서 다중 하전된 이온의 비율이 높음을 확인하였다. 각 입자에 대한 상대 반응률을 통해 이온 밀도 계산 결과에 대해 해석하였다.

**Keywords :** plasma Hall thruster, cylindrical Hall thruster (CHT), multiply charged ions, xenon plasma

PF-P021

## PCB 패턴 형태 일체형 전압-전류 센서 개발

최하정<sup>1</sup>, 김시준<sup>1,2</sup>, 성인호<sup>1</sup>, 유신재<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 물리학과, <sup>2</sup>나노텍 광전자 연구소, <sup>3</sup>충남대학교 양자제어물성연구소

본 연구는 더 작은, 그리고 열 손상과 전기적인 손상이 적은 센서인, PCB 내 하나의 토로이달 코일로 구성된 전압-전류 센서 개발을 목표로한다. 컴퓨터 시뮬레이션으로 RF 도선과 토로이달 코일 간 Capacitive 커플링과 Inductively 커플링을 각각 차단해주는 형상을 만들어, 하나의 토로이달 코일을 통해 전압과 전류를 각각 센싱할 수 있다는 것을 검증하였다. 또한, 센서의 감도 및 선형성을 고려하여, PCB 내 토로이달 코일의 회전수와 길이를 최적화하였다. 이 최적화 된 센서는 안정적이고 정밀한 공정 모니터링을 실현할 수 있을 것으로 기대된다.

**Keywords :** 공정 모니터링, 전압-전류 센서, 일체형 전압-전류 센서, 전자기 시뮬레이션

PF-P022

## Low-Global Warming Potential Isomer Plasmas for Silicon Oxide Etching in Dual Frequency Superimposed Capacitively Coupled Plasmas

Hojin Kang<sup>1</sup>, Yongjae Kim<sup>2</sup>, Junhyun Kim<sup>3</sup>, Heeyeop Chae<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>School of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU)

<sup>2</sup>SKKU Advanced Institute of Nanotechnology (SAINT), Sungkyunkwan University (SKKU)

<sup>3</sup>Institute of Convergent Chemical Engineering and Technology, Sungkyunkwan University (SKKU)

High selective etching process precision control is required in semiconductor devices. Perfluorocarbon compounds have intrinsic global warming issue. In this work, reactive ion etching process was conducted for SiO<sub>2</sub> and a-C in a dual frequency superimposed capacitively coupled plasmas (DFS-CCPs) reactor with C<sub>4</sub>H<sub>3</sub>F<sub>7</sub>O ether and alcohol plasmas. The etch rate and radical density showed that ether was higher than alcohol. Selectivity was superior when the low frequency power ratio was higher than high frequency power ratio.

**Keywords :** SiO<sub>2</sub>/ACL Selectivity, Low-Global warming potential, Plasma density

PF-P023

## SF<sub>6</sub> 및 CO<sub>2</sub> 스위칭 아크의 난류 유동 특성 비교

김현준, 이원호, 이종철\*

강릉원주대학교

전력용 가스 차단부(gas interrupter)에는 절연 및 소호 매질로 절연회복 능력이 우수한 SF<sub>6</sub> 가스가 널리 사용되고 있다. 하지만 SF<sub>6</sub> 가스는 지구 온난화 지수가 23,900으로 매우 높아서 이를 대체할 수 있는 친환경 매질에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 SF<sub>6</sub> 가스의 대체가스(alternative gas) 중 하나인 CO<sub>2</sub> 가스에 대한 스위칭 아크(switching arc) 현상을 상용 전산유체역학(computational fluid dynamics) 프로그램을 이용하여 시뮬레이션 하였고, 대전류 영역 및 전류영점 영역에서의 스위칭 아크 온도 및 챔버 압력 계산에 중요한 영향을 미치는 난류 모델(turbulence model)을 검토하였다.

**Keywords :** 스위칭 아크, 대체가스, 전산유체역학, 난류 모델

PF-P024

## 공조 시스템 내 살균용 플라즈마 필터 운전 특성 연구

박주영, 이승훈, 김상진, 박훈관

한국재료연구원

코로나 19 바이러스가 공조 시설 등으로 전파된 사례가 보고됨에 따라, 공조 시설 및 공조 시설로 연결된 공간에 대한 살균 수요가 커지고 있다. 본 발표에서는 기존 공조시스템에 적용이 가능한 살균 플라즈마 기반 필터 기술과 그 특성에 대해 다룬다.  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  사이즈의 전극과 유전체 구슬을 이용하여 유전장벽방전(DBD) 형식의 플라즈마 필터를 제작하였다. 유전체 종류에 따른 플라즈마 방전 및 오존 생성량과의 상관관계를 물리적, 전기적, 화학적으로 분석하여 오존 생성량을 제어할 수 있음을 밝혔다. 또한 공조 배출구에서 환경부에서 권고하는 오존농도 이하로 유지하는 동시에 살균능력과 플라즈마 특성과 상관관계를 파악하였다.

**Keywords :** 유전장벽방전, 살균, 공조시설, 오존

PF-P025

## Study on ionic wind for airborne bacteria inactivation

김영운<sup>1,2</sup>, 최준<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원, <sup>2</sup>경북대학교

Many people are suffering from diseases caused by microorganisms in the air. It increases the necessity of air purification. Among the air quality improvement methods, the DBD is widely known, but inactivation is possible only when bacteria are near the discharge area [1]. This paper proposes an ionic wind method that can increase the plasma exposure time of bacteria by inducing an electrostatic force on the discharge area [2]. Unlike the one-pass duct structure, this paper aims to analyze the airborne bacteria inactivation rate of ionic wind in a 1-m<sup>3</sup> chamber designed in a laboratory scale.

**Keywords :** ionic wind, inactivation, airborne bacteria, plasma, ion velocity

PF-P026

## 실리콘-다중벽탄소나노튜브 나노복합체의 열플라즈마 합성 및 리튬이온 배터리 음극재로써 전기화학적 특성 평가

홍승현, 오정환, 최수석\*

제주대학교 에너지공학과

리튬이온 배터리의 음극재인 흑연을 대체할 수 있는 물질 중 하나인 실리콘은 높은 이론 용량을 가지고 있지만, 리튬이온과의 반응 시 발생하는 부피 팽창으로 인해 매우 짧은 수명을 가지고 있다[1]. 본 연구에서는 실리콘의 부피 팽창을 줄이기 위해 다중벽 탄소나노튜브(MWCNT)에 실리콘 나노 입자가 부착된 형태의 나노 복합체의 합성과, 리튬이온 배터리로의 성능시험을 수행하였다. 삼중 열플라즈마 제트 시스템을 이용하여 Si-MWCNT 나노 복합체를 합성하였으며, 합성된 나노 복합체를 음극재로하여 Coin Cell을 제작한 다음 전기화학적 특성과 전지수명 특성을 분석하였다.

**Keywords :** Silicon, MWCNT, thermal plasma, synthesis, lithium ion battery, anode



PF-P027

## 알곤 이온빔 입사각에 따른 PEN (Polyethylene Naphthalate) 필름 표면의 자가나노구조화 및 anti-fogging/anti-bacterial 특성 분석

조경환<sup>1,2</sup>, 양준영<sup>1,3</sup>, 변은연<sup>1</sup>, 박영배<sup>2</sup>, 정성훈<sup>1</sup>, 이승훈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>재료연구원 표면재료연구본부, <sup>2</sup>안동대학교 신소재공학부 청정에너지소재기술연구센터,

<sup>3</sup>부산대학교 유기소재시스템공학과

고분자 필름 표면에 이온을 조사하였을 때 발생하는 자가나노구조화 현상을 이용하여 형성한 nm급 크기의 구조를 통해 anti-fogging 특성을 형성시키고 나노구조 상에 항균물질을 마그네트론 스퍼터링을 통해 증착하여 anti-bacterial 특성을 동시에 구현한 필름을 제작하고자하였다. 본 연구에서는 알곤 이온빔으로 Polyethylene Naphthalate (PEN) 필름 표면에 입사되는 이온의 각도를 조절하여 나노구조를 형성하였으며 이온 입사각에 따라 변하는 PEN 필름 상 다양한 형태의 나노구조 표면에서의 anti-fogging 특성을 분석하고 나노구조 상에 항균물질인 Cu를 증착하여 anti-bacterial 특성을 분석하였다.

**Keywords :** 자가나노구조화, 이온빔 입사각, anti-fogging, anti-bacterial

PF-P028

## Discharge characteristics of mesh-type DBD plasmas and their performance H<sub>2</sub>S removal

Geonwoo Yang<sup>1,2</sup>, Semin Chun<sup>1,4</sup>, Heejae Lee<sup>1,2</sup>, Kangil Kim<sup>1</sup>, Yongcheol Hong<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Plasma Technology Research, Korea Institute of Fusion Energy

<sup>2</sup>Department of Bio-Nano System Engineering, Jeonbuk National University

<sup>3</sup>Department of Mechanical Design Engineering, Jeonbuk National University

<sup>4</sup>Department of Applied Plasma & Quantum Beam Engineering, Jeonbuk National University

Non-thermal plasma (NTP), which has high energy yields, removal efficiency and good economy, offer a solution for odor removal. In this study, we developed and compared two dielectric barrier discharge (DBD) system with mesh-type flexible electrode configuration. The discharge characteristics of flexible electrode DBD and concentration of ozone generated in the reactor were confirmed. Hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) was removed by more than 99% through ozone oxidation in the reactor of flexible electrode DBD and  $\beta$  values was 50.58 J/L in the first-order decay.

**Keywords :** DBD, Flexible electrode, Ozone oxidation, Odor removal

PF-P029

## Highly Efficient Blue PHOLED using Co-Host Emissive Layer

Seungchan Kim

Chemical Engineering, Sungkyunkwan University

It is well known that the photon emission efficiency and lifetime of the device can be improved by controlling the exciton in EML. Using bipolar Emissive layer material is the one of the many approaches to improve the emission efficiency and the device lifetime. For highly efficient blue emission PHOLED device, 3-different types of PHOLED devices have been investigated. The device structure is ITO/HAT-CN/3-different types of EML with FIrpic /TmPyPB/Liq/Al. As a result, the emission efficiency in co-host PHOLED device can be improved further.

**Keywords :** PHOLED, Current Efficiency, Blue, Emissive Layer

PF-P030

## Disinfection effect of RONS water mist made from atmospheric-pressure plasmas

Heejae Lee<sup>1,2</sup>, Geonwoo Yang<sup>1,2</sup>, Yongwook Shin<sup>1</sup>, Kangil Kim<sup>1</sup>, Yong Cheol Hong<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Plasma Technology, <sup>2</sup>Jeonbuk National University

Globally, concern about infection by COVID-19 has led to rapidly increase in interest in anti-virus system. We developed underwater plasma jet disinfection system and measured electrical and optical characteristics. The plasma-treated water went into a rotary spraying means. And the sprayed water drops were placed on micro-organisms on the petri dish. Sterilization mechanism study and observed the effect of the size of water-droplet.

**Keywords :** COVID-19, sterilization, atmospheric-pressure plasma

PF-P031

## Study on the damage of low-k thin films according to plasma etching process control

오영훈, 이준명, 이종찬, 권광호

고려대학교

To solve various device problems, it has been replaced by lower resistance Cu instead of the conventional wiring material Al, and SiO<sub>2</sub> is being replaced by low-k thin films with lower dielectric constant. Ions, radicals, and photons generated during plasma generation, and the study of effects of these three factors on low-k thin films are insufficient. In particular, there is no research on the respectively effects of ions, radicals, and photons on low-k thin films, and research on them is essential.

PF-P032

### 3.5 GHz High Power Pulsed Microwaves irradiated solutions and their biological evaluation

Pradeep Bhartiya, Sohail Mumtaz, Nagendra Kaushik\*, Eun Ha Choi\*

Plasma Bioscience Research Center, Applied Plasma Medicine Center, Department of Plasma Bio Display, Department of Electrical and Biological Physics, Kwangwoon University

Microwaves are used frequently for domestic, industrial and military purposes. This study is focused to investigate the cellular effects of 3.5 GHz pulsed high-power pulsed microwave radiation-irradiated liquid solutions on the functions and survival of human cancer and normal cells. We used different physiological solutions such as phosphate buffer saline, deionized water, and Dulbecco's modified Eagle medium (DMEM) commonly used for cell culture growth which were irradiated with high power pulsed microwave radiation (45 shots with energy of 1 J/shot)). We observed changes in metabolic viability, cell death and cell cycle alterations in cells treated with high power pulsed microwaves irradiated liquid solutions.

PF-P033

## $C_3H_2F_6$ Isomer 를 이용한 Dielectric 식각 특성 연구

탁현우<sup>1</sup>, 성다인<sup>1</sup>, 문룡<sup>1</sup>, 김동우<sup>1</sup>, 염근영<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교신소재공학과, <sup>2</sup>성균관대학교성균나노과학기술원

반도체 공정의 Memory Device 공정에서 High-Aspect-Ratio Contact (HARC) 공정은 DRAM 과 3D NAND 구조에서 소자 특성을 결정짓는 중요한 공정이다.

특히나, 이러한 HARC 공정은 높은 선택비와 수직한 Etch Profile을 요구한다. 특히, 3D NAND HARC 공정에서는 Oxide 식각 속도만큼 Nitride 식각 속도가 요구된다. 이를 위하여 H가 포함된 Hydrofulorocarbon 을 이용한 Plasma 식각공정을 한다.

이러한 공정을 만족하기 위하여 신규 대체 L-Hydrofulorocarbon 중에 대한 식각을 제시하고자 한다. 본 연구에서는  $C_3H_2F_6$ 의 Isomer를 이용한 미세 식각 특성 결과를 보이고자 한다.

**Keywords :** DRAM, 3D NAND, HARC Etching, L-FC, Global Warming Potential (GWP), Capacitively Coupled Plasma Etch

PF-P034

## Cyclic Dry Etching of SiO<sub>2</sub> using NF<sub>3</sub>/H<sub>2</sub> remote plasma

길홍성<sup>1</sup>, 길유정<sup>1</sup>, 김두산<sup>1</sup>, 염근영<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>2</sup>SKKU Advanced Institute of Nano Technology (SAINT), Sungkyunkwan University

미세 패턴에서의 습식 식각은 모세관 현상으로 인한 패턴 기울어짐, 패턴 고착 등의 문제점들이 발생할 수 있으며, 이러한 문제들을 최소화하기 위해 건식 식각을 적용할 수 있다. 그러나 미세 패턴의 측벽에 반응물이 두껍게 형성되어 고종횡비 패턴의 내부 식각에 어려움이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 NF<sub>3</sub>/H<sub>2</sub> 리모트 플라즈마에 의한 HF 흡착과 NH<sub>3</sub> 가스와의 반응으로 인한 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>의 형성, 열처리의 3단계 순환 공정을 사용해 식각 두께를 정밀하게 조절하고 반응물에 의한 패턴 막힘을 해결하기 위한 연구를 진행하였다. 또한, XPS, SIMS 및 FTIR 데이터 분석을 통해 SiO<sub>2</sub>와 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 사이의 표면 화학적 변화를 비교하였다.

**Keywords :** cyclic etching, remote plasma, silicon oxide (SiO<sub>2</sub>), nitrogen trifluoride (NF<sub>3</sub>), hydrogen (H<sub>2</sub>)



## :: 구두발표

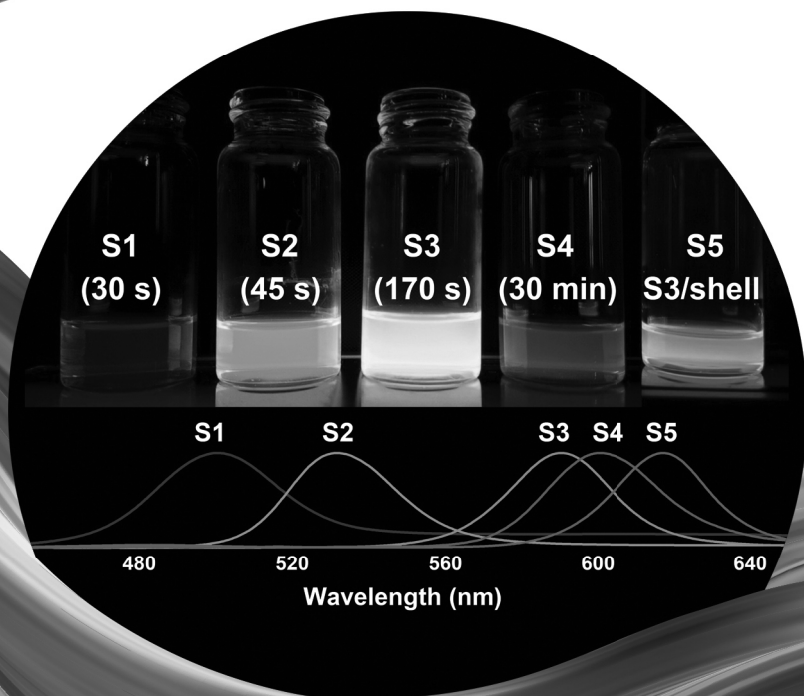
### 반도체 및 박막

2월 4일(목) 14:20-15:00 | 좌장 : 박경덕 (울산과학기술원)

2월 4일(목) 15:20-16:00 | 좌장 : 주민규 (숙명여자대학교)

2월 5일(금) 15:20-16:20 | 좌장 : 양정엽 (군산대학교)

2월 5일(금) 17:00-17:40 | 좌장 : 김영덕 (경희대학교)



TT-002

## 실내 IoT 시스템 구동을 위한 상시 전원용 유기 태양전지 연구

이용주, 이형원, 김혁\*

서울시립대학교

저차원, 마이크로 파워 및 무선 실내 전자 장치에 대한 요구가 증가하고 있다. 이들 장치에 전력을 공급하기 위해, 유기태양전지 (Organic Photovoltaic, OPV) 셀이 사용되고 있다. OPV 전지는 밴드갭 조절이 가능하고 기계적 유연성을 나타내며, 인공 실내 광 에너지를 효율적으로 수확 할 수 있다. OPV에서 정공전달층으로 흔히 사용되는 PEDOT:PSS는 강산성이며 흡습성이 강하고 고가라는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 우리는 PPy:PSS를 이용하여 PTB7-th:PC70BM 기반 실내형 OPV를 제작하였다. 또한 PPy와 PSS 농도 조절을 통하여 디바이스를 최적화 하였고, 백색 LED 1000 lux 조명 아래에서 약 14.15% 효율을 보였다.

**Keywords :** 유기태양전지, 실내형 OPV, PEDOT:PSS, PPy:PSS, PTB7-th

TT-003

## Improving power conversion efficiency of perovskite and organic solar cells using sodium lignosulfonate layer

Woojin Shin<sup>1,2</sup>, Wonsik Kim<sup>1,2</sup>, Seungsun Choi<sup>1,2</sup>, Sehyun Jung<sup>1,2</sup>, Hyesung Oh,  
Moonseock Ko<sup>1,2</sup>, Hyunbok Lee<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Kangwon National University

<sup>2</sup>Institute for Accelerator Science, Kangwon National University

A solution-processable sodium lignosulfonate (SLS) layer has a low work function owing to its ionic functional groups. Thus, an insertion of the SLS layer can reduce an energy barrier between the Fermi-level of a cathode and the conduction band minimum of a semiconductor in solar cells. In this study, we presented the SLS layer improves power conversion efficiencies of perovskite and organic solar cells. Such significant improvements are owing to the efficient electron transport. To unravel the enhanced device performance, various properties of the SLS layer were investigated.

**Keywords :** sodium lignosulfonate, perovskite solar cells, organic solar cells, cathode interlayer

TT-004

## InGaN/GaN 나노와이어의 III-족 조성 변화에 따른 광전기화학적 물분해 특성 연구

노시윤, 한상문, 신재혁, 유연태, 김진수\*

전북대학교

본 논문은 III족 조성을 변화시켜 형성한  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  나노와이어를 광전기화학적 물분해의 광양극으로 응용한 결과를 논의한다.  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  나노와이어는 분자선 증착기를 이용하여 Si(111) 기판 위에, In 조성을 5~40%로 변화시켜 성장하였다. 광전기화학적 물분해의 특성평가는 -1 V의 전압과  $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 의 광세기에서 진행하였으며,  $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}$  나노와이어 조건에서 전류밀도가  $-12.7 \text{ mA}/\text{cm}^2$ 로 가장 높게 측정되었다. 이는 기존 보고된 결과 대비 크게 향상된 것으로,  $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}$  나노와이어의 결정성 개선과 광 흡수 증가,  $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{N}/\text{GaN}$  계면에서 Schottky barrier 형성과 표면 에너지 준위의 영향 감소로 수소 발생 반응에 기여하는 전자의 수 증가로 설명할 수 있다.

**Keywords :** InGaN/GaN, 나노와이어, 광전기화학적 물분해, 광양극

TT-005

## GaN 나노와이어어와 그래핀을 이용한 신축성 광센서 제작 및 특성 평가

한상문<sup>1</sup>, 노시윤<sup>1</sup>, 신재혁<sup>1</sup>, 김종웅<sup>1</sup>, 이승기<sup>2</sup>, 김진수<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 전자정보재료공학과, <sup>2</sup>한국과학기술연구원 양자응용복합소재연구센터

본 논문은 폴리우레탄 기판 위에 GaN 나노와이어어와 그래핀을 갖는 신축성 광센서의 제작 및 특성평가 결과를 보고한다. 신축성 광센서는 기판에 응력을 인가한 조건에서, GaN 나노와이어어가 무작위로 도포된 그래핀 위에 다 시 그래핀을 전사하는 방식으로 제작하였다. 기판에 50%의 응력을 인가한 조건에서 제작한 신축성 광센서의 최대 광전류와 광응답도는 각각 0.9 mA와 11.4 A/W로, 기존 보고된 반도체 기반 광센서와 비교할 때 매우 우수한 특성을 갖는다. 신축성 광센서의 특성을 저항과 커패시터를 갖는 RC 등가회로로 근사화 하여 해석하였다. 신축성 광센서를 손가락 마디에 직접 부착하여 실제 응용 가능성을 평가하였다.

**Keywords :** GaN, 나노와이어, 신축성, 광센서, 운반자 거동

TF-001

**환원된 산화그래핀기반 탄소 도핑된 다공성 ZnO 복합물의 합성 및 광촉매 특성**Edegulla Girija Shankar, 유재수

경희대학교

수역에서 제약화합물의 존재는 심각한 환경문제로 부상하고 있으며 환경 생물 다양성과 인간 건강을 위협하고 있다. 많은 수질정화기술이 개발되었으며 그 중에서 태양광 활성 광촉매 정수가 가장 유망한 후보로 관심을 받고 있다. 광촉매 효율은 에너지 밴드갭과 morphology를 제어하고 도핑을 통한 이종접합 나노구조의 형성을 통해 재결합시간을 늘림으로써 향상될 수 있다. 본 발표에서는 자연 태양광을 사용하여 상업적으로 이용 가능한 항생제 아목시실린 및 클라불라네이트 칼륨의 광촉매 분해를 강화하기 위해 환원된 산화그래핀 및 폴리아닐린기반의 탄소 도핑 다공성 ZnO 이종접합 나노 복합물을 합성하였고 광촉매 특성을 조사하였다.

**Keywords :** 나노 복합물, ZnO, 광촉매

TF-002

## GaN 나노와이어 및 그래핀 기반 상온동작 가스센서의 전기적 특성 평가

신재혁, 한상문, 노시윤, 유연태, 김진수\*

전북대학교

본 논문은 GaN 나노와이어와 그래핀을 이용해 제작한 상온에서 동작하는 가스센서의 특성평가 결과를 보고한다. 가스센서는 Si(111) 기판에 성장된 GaN 나노와이어 위에 그래핀을 전사하고 구리 전극을 증착시켜 제작하였다. GaN 나노와이어와 그래핀은 각각 광흡수층과 운반자 전도층으로 사용되었다. 가스센서는 가스 유량과 광세기 변화를 평가하였다. 상온에서  $1 \text{ mW/cm}^2$ 의 광세기와 100 ppm의 이산화질소 조건에서 신호응답은 8%로 측정되었고, 광세기 증가에 따라 신호응답은 증가하여  $100 \text{ mW/cm}^2$ 에서 23%로 측정되었다. 이는 기존 결과에 비해 매우 우수한 특성으로, 에너지 밴드와 운반자 거동을 이용하여 이론적으로 해석하고자 한다.

**Keywords :** GaN 나노와이어, 그래핀, 가스센서, 상온동작, 광세기

TF-003

## 용액공정기반 CVD-WS<sub>2</sub> 합성 시 계면활성물질 열 분해를 이용한 성장모드 제어

안광휘, 이현석\*

충북대학교 물리학과, 나노과학기술연구소

금속전구체수용액 기반 화학기상증착법에서 유기물 계면활성제의 사용은 균일하고 대면적 WS<sub>2</sub>의 성장에 필수적이지만 불완전하게 분해된 유기물 계면활성제는 성장의 장벽으로 작용한다 [1]. 이에 본 연구에서는 수용액 기반 WS<sub>2</sub>의 공정에서 O<sub>2</sub> 사전 열처리를 도입하여 유기물 계면활성제의 분해에 대한 효과를 연구하였다. 300°C 이상의 O<sub>2</sub> 사전 열처리에서는 유기물 계면활성제에서 분해된 잔류 탄소가 크게 감소되어 대면적 WS<sub>2</sub>가 성장되었다. 또한, O<sub>2</sub> 가스 유량에 따라 삼각형에서 육각형 WS<sub>2</sub>로 제어되었다. 최적화된 O<sub>2</sub> 사전 열처리 공정을 도입하여 유기 잔류물의 방해없이 O<sub>2</sub> 가스 유량에 따른 WS<sub>2</sub>의 형상제어방법을 제시한다.

**Keywords :** 성장모드, 유기물 계면활성제, 금속전구체수용액, WS<sub>2</sub>, 화학기상증착법



TF-005

## 기판 직성장 CVD-MoSe<sub>2</sub> 단일층의 비정상 광발광 특성 및 잔류화합물 효과

김수진, 이현석

충북대학교 물리학과, 청주 28644, 대한민국

전이금속 칼코겐화합물은 구성 원소와 조성에 따라 다양한 광학적 특성을 갖고 단일 층에서는 높은 광발광 효율을 나타내어 광전자소자로 높은 응용성이 기대된다. 이들의 합성 방법 중 용액 전구체 기반 화학기상증착법이 있다. 본 연구에서는 합성 시 발현되는 비정상 PL 분광특성 및 그 원인을 분석하였다. 합성 과정 중 원하지 않는 잔여물이 표면에 남게 되어 이를 제거하는 전사과정이 필요하다. 직성장된 MoSe<sub>2</sub>는 비정상적 PL 분광특성이 발현된 반면 전사 및 열처리된 MoSe<sub>2</sub>에서는 일반적인 PL 분광특성을 보인다.[1] 물질과 기판간 상호작용 및 표면 특성을 분석하여 Na 및 C 원소화합물이 비정상 PL 분광특성을 유발함을 확인하였다.

**Keywords :** MoSe<sub>2</sub>, Photoluminescence(PL), 전사(transfer)

TF-006

## Epsilon engineering of metallic nano-hole arrays for broadband high optical transmission

Hyeon-Seo Choi, Bokyung Song, Minjee Ko, Chang-Hee Cho

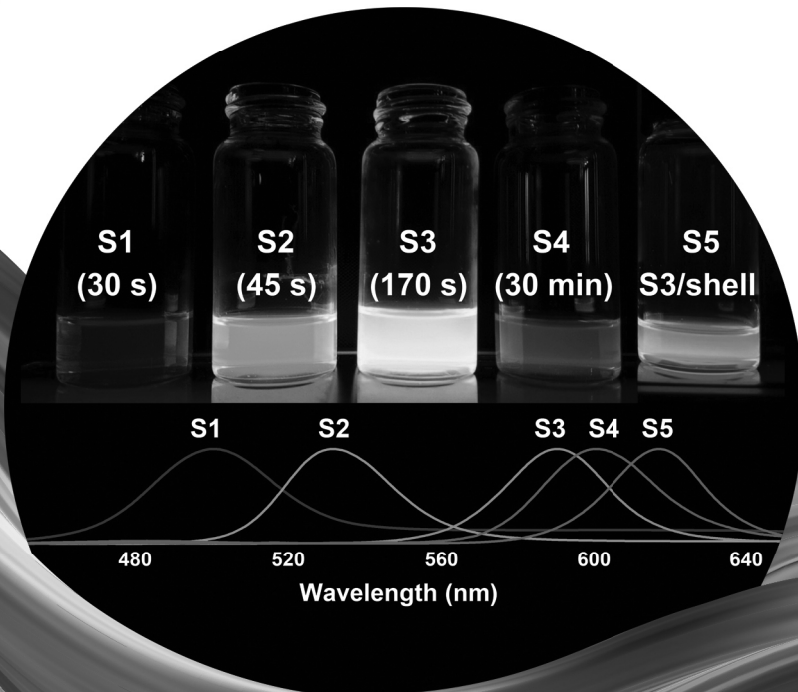
Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology (DGIST)

We observed a broadband high optical transmission through subwavelength Ag nano-hole arrays, which can be tuned by the period of nano-hole array. Analysis of effective optical constants revealed that the plasmonic surface lattice resonance becomes significantly broadened at the thicknesses close to the skin depth, showing a very broad Lorentzian resonance line shape. This results in a gradual epsilon change from positive, through zero, to negative values over the broad spectral range, leading to the broadband high optical transmission.

**Keywords :** epsilon engineering, broadband high optical transmission, subwavelength metallic nano-hole arrays, plasmonic surface lattice resonance

## ⦿ 포스터발표

### 반도체 및 박막



TT-P001

반응 온도와 시간에 따른 CsPbBr<sub>3</sub> 나노결정의 상전이 유도김성훈<sup>1</sup>, 박경덕<sup>2</sup>, 이흥석<sup>1\*</sup><sup>1</sup>전북대학교, <sup>2</sup>울산과학기술원

CsPbBr<sub>3</sub> 나노결정은 높은 색순도와 강한 발광을 보이는 특성을 보일 뿐만 아니라 물질의 성장 조건이나 화학적 반응을 제어하여 다양한 크기 변화와 상전이를 유도할 수 있다는 장점을 보이고 있어 여러 응용분야에 활용되고 있다. 하지만 페로브스카이트 나노결정은 불안정한 콜로이드 상태와 극성 물질인 할로겐 원소를 포함하여 수율의 저하를 동반하는데 이를 극복하기 위한 여러 결정성장면의 성장을 제어한 구조 변화에 따른 광특성 분석 연구가 미진한 실정이다 [1]. 따라서 본 연구에서는 반응 온도와 시간을 제어하여 CsPbBr<sub>3</sub> 나노결정의 상전이를 유도하고 발광 세기 변화, 양자 수율 측정을 포함한 광 특성 변화를 분석하였다.

**Keywords :** CsPbBr<sub>3</sub>, 나노결정, 성장 조건, 상전이, 광 특성 변화

TT-P002

## 백색 발광을 가진 Cu, Mn 도핑된 ZnSe 양자점의 광학적 특성 분석

김주석, 김성훈, 이홍석\*

전북대학교

양자점은 크기를 제어하여 에너지 밴드를 변화시킬 수 있는 독특한 특성으로 다양한 응용분야에 연구되고 있으며 특히 백색 발광 다이오드 분야에서 많은 관심을 받고 있다. 일반적으로 에너지 밴드를 쉽게 조절할 수 있는 Cd-기반의 백색 발광 양자점에 관한 연구가 진행되고 있지만 중금속의 고유 독성은 응용에 있어 문제점으로 지적된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 서로 다른 전이 금속을 적절한 도핑 방법을 사용하여 Cd-기반이 아닌 양자점에 도핑 할 경우 백색 발광을 가진 양자점을 제작할 수 있다[1]. 따라서 본 연구에서는 ZnSe 양자점에 다른 전이 금속인  $\text{Cu}^{2+}$ 와  $\text{Mn}^{2+}$ 을 도핑하여 백색 발광을 가진 양자점을 제작하고 광학적 특성을 분석하였다.

**Keywords :** 콜로이드 양자점, ZnSe, Cu 도핑, Mn 도핑, 백색 발광

TT-P003

## A nano-scaled phototransistor induced by focus ion beam for short wavelength infrared photodetection

Min-Jung Park<sup>1,2</sup>, Min-Jun Kim<sup>1</sup>, So-Yeon Yoon<sup>1</sup>, Min-Su Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electronics Engineering, Dong-A university, Busan 49315, Korea

<sup>2</sup>Department of ICT Convergence Marine Smart-City Engineering, Dong-A university, Busan 49315, Korea

Decreasing a total capacitance of phototransistors is crucial to increase sensitivity [1-2]. We suggest a new phototransistor which has a very small capacitance and a nano-scaled injector induced by an ion implantation as shown in Fig. 1. A simulation study demonstrates that the concentration of holes that induce electron injection was observed much more in the implanted phototransistor (Fig. 2) and the photocurrent of the phototransistor at the low bias voltage was higher than that of the control device (Fig. 3). The experimental results will be discussed.

**Keywords :** phototransistor, ion implantation, SWIR, optical gain

TT-P004

## P-doping Effects of Tungsten Diselenide Transistors by Fluoropolymer Encapsulation

Hyeonji Lee<sup>1</sup>, Seongin Hong<sup>2</sup>, Hocheon Yoo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Electronic Engineering, Gachon University, 1342 Seongnam-daero, Seongnam 13120, Korea

<sup>2</sup>School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

We show that the ambipolar charge transport of the WSe<sub>2</sub> transistor can be made into a unipolar p- type through Cytop fluoropolymer and thermal annealing. After doping, the charge transport can be controlled by thermal annealing temperature. The C-F bond is rearranged through thermal annealing, and the well-aligned dipole moment causes the Fermi level to be lowered, enabling the channel transport to be p-doped.

**Keywords :** Tungsten Diselenide, Doping effects, Cytop, Encapsulation

TT-P005

## P-N junction Photodiode from IGZO/p-Si Heterostructure

Yeri Heo<sup>1</sup>, Gunhoo Woo<sup>2</sup>, Donghyeon Lee<sup>1</sup>, Won Jae Lee<sup>1</sup>, Taesung Kim<sup>2</sup>, Hoocheon Yoo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electronic Engineering, Gachon University, 1342 Seongnam-daero, Seongnam 13120, Korea

<sup>2</sup>SKKU Advanced Institute of Nanotechnology, Sungkyunkwan University (SKKU), Suwon 16419, Korea

P-N junction heterostructure photodiodes obtained by combining different energy bandgap structures materials provide promising photo-sensing behaviors. Here, we demonstrated an indium gallium zinc oxide (IGZO)/p-Si heterostructure photodiode which shows clear difference along to light intensity and wavelength without gate. Through this study, we obtained a gateless photo-sensing behavior according to wavelength of light. As a result, we obtained considerably a high on/off current ratio as high as 52.71 A/A.

**Keywords :** heterostructure, photodetector, IGZO, P-N junction



TT-P006

## Comprehensive analysis of contact resistivity in metal/graphene contact devices

Hyungyu Choi, Myeongjin Lee, Ngo tian dat, Won Jong Yoo

SKKU advanced Institute of Nano-Technology (SAINT), Sungkyunkwan University

The contact resistivity between metal and graphene were examined. The transfer length method is the most common method to extract contact resistance in metal/graphene contact device. In this study, we analyzed the transfer length method(TLM), 4-point probe method(4PPM) and cross-bridge kelvin structure(CBK) to measure the contact resistance and sheet resistance. Reliable contact resistance and sheet resistance can be obtained by comparing various measurement methods.

**Keywords :** Graphene, h-BN, Transfer length method, TLM, 4-point probe method, 4PPM, Kelvin

TT-P007

## Fabrication of multi-bit floating gate memory based on two-dimensional materials

Oh Hun Gwon<sup>1</sup>, Jong Yun Kim<sup>2</sup>, Seok-Ju Kang<sup>2</sup>, Young-Jun Yu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Chungnam National University, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34134, Korea

<sup>2</sup>Institute of Quantum Systems, Chungnam National University, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34134, Korea

Currently, as AI is in the spotlight, researches on various synapse devices are ongoing. Especially, synapse devices for AI are important low power, integration, and speed. However, the limit of integration is almost reached. So, researches are underway in the direction of increasing the number of bits[1]. In addition, many researches have recently conducted on two-dimensional materials that have advantage in the degree of integration[2]. Therefore, we fabricated floating gate memory devices based on two-dimensional materials.

**Keywords :** multi-bit, two-dimensional materials, floating gate memory

TT-P008

## High-performance Te-doped p-type MoS<sub>2</sub> transistor with high-K insulators

Guen Hyung Oh, TaeWan Kim\*

Department of Electrical Engineering and Smart Grid Research Center, Jeonbuk National University,  
Jeonju 54896, Korea

Herein, we demonstrate the n-type conductivity suppressing property of the tellurium (Te)-doped multilayer MoS<sub>2</sub>, grown by metal-organic chemical vapor deposition. The back-gated as-grown Te-doped multilayer MoS<sub>2</sub> field-effect transistor (FET) is observed to exhibit p-type behavior. Enhanced device performance has been achieved by doping the p-type MoS<sub>2</sub> transistors in high-K dielectric gate insulators with Te. pFET devices containing Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dielectric insulators exhibit extremely high performance, including a maximum mobility of  $\sim 182 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ , a low subthreshold swing of  $\sim 215 \text{ mV/dec}$ .

**Keywords :** p-type MoS<sub>2</sub> transistors, Te-doping, high-K dielectric insulators, p-channel FETs

TT-P009

## 플라즈마를 이용한 ZnO 나노와이어의 질소 도핑과 광 센싱 특성 연구

이우영, 이병주, 조성일, 허성규, 정구환

강원대학교 신소재공학과

본 연구에는 ZnO 나노와이어에 고효율 질소도핑을 위하여 평행평판형 직류 플라즈마 시스템을 이용하였다. 질소 도핑 공정은 0.7 Torr의 질소 분위기에서 플라즈마 파워를 8-20W, 처리시간을 1-50 min으로 변경하여 도핑의 경향을 조사하였다. Raman 스펙트럼에서 질소 치환과 관련된 피크의 강도를 비교한 결과, 20 W에서 10분동안 플라즈마 처리한 경우가 질소 도핑 효율이 가장 높으며 재료의 손상도 거의 없는 것을 확인하였다. 한편, 광 센싱 특성을 평가한 결과, 최적의 도핑 조건으로 처리한 샘플에서 가장 우수한 UV 센싱 결과를 얻을 수 있었다.

**Keywords :** 직류 플라즈마, ZnO 나노와이어, 질소 도핑

TT-P010

## SiC 쇼트키 다이오드의 순/역방향 특성 향상과 최적화에 대한 연구

장민석<sup>1</sup>, 김상우<sup>1</sup>, 정지훈<sup>1</sup>, 이호준<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전기공학과, <sup>2</sup>부산대학교

Junction Barrier Schottky diode는 Schottky Barrier Diode 구조에 p-type 영역을 형성하여 누설전류에 의한 역방향 특성을 개선하고자 사용한다. 하지만, 쇼트키 면적이 감소되어 순방향 전류 밀도가 감소하는 단점이 있다. 본 연구에서는 특성 열화 개선을 위해 JBS 구조의 p-type 영역에 식각 공정을 진행한 Trench JBS 구조를 사용하고자 한다. TJBS에서는 p-type 영역에 trench를 형성하여 trench 측벽만큼 쇼트키 면적이 증가하여 전류 밀도를 개선할 수 있다. 또한, p-type 영역의 shielding 효과로 누설전류도 개선할 수 있다. TCAD 시뮬레이션을 사용하여 TJBS 구조의 Trench 각도와 깊이에 따라 순방향 및 역방향 특성을 분석하였다.

**Keywords :** Schottky Barrier Diode, Junction Barrier Schottky Diode, Trench Depth, Trench Slope

TT-P011

## The impact of defect states in ZnO quantum dot on energy level alignment

김아영<sup>1</sup>, 김홍희<sup>1</sup>, 김기태<sup>1,2</sup>, 한승연<sup>1</sup>, 이연진<sup>2</sup>, 최원국<sup>1</sup>, 박수형<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute of Science and Technology (KIST), <sup>2</sup>Yonsei University

ZnO nanoparticles (NP) exhibit advantageous properties for quantum dot based electronic applications such as widely tunable band-gap and high enough conductivity to be used for an electron transport layer. According to the recent theoretical report, however, there exist unexpected defective states in ZnO that possibly affect the electrical and optical properties. In this work, we demonstrate the comprehensive understandings of the impact of defect states in ZnO-NP on their energy level alignments by using photoluminescence and photoelectron spectroscopy.

**Keywords :** Quantum dot, energy level alignment, defect

TT-P012

## 24시간 전력생산을 위한 고안정성 역구조 유기 태양전지

이형원, 이용주, 김 혁\*

서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부

유기태양전지는 저비용과 경량성, 높은 생산성 등의 이점이 부각되면서 이를 이용한 응용 연구가 활발히 진행되어 오고 있다. 최근 무선통신 및 마이크로 전자 기계 시스템 기술이 발전함에 따라 무선 센서 노드 및 저전력 소비 전자 기기의 수요가 급격히 증가하고있는 가운데 유기태양전지 Indoor light harvester 개발은 실내의 광 흡수를 이용한다는 측면에서 관심있게 볼 분야이다. 본 연구에서는 높은 전자 이동도와 도핑의 용이함으로 인해 역구조 유기태양전지 전자전달층으로 많이 사용되는 ZnO에 불순물(Al, Ga)을 도핑 하여 전기적, 광학적 및 구조적 특성을 향상시켰고, LED 1000 lux에서 전력변환효율을 최대 22.34%까지 달성하였다

**Keywords :** 실내광, Harvester, 유기태양전지, 역구조, 전자전달층

TT-P013

## Variation in electronic properties of solution-processed copper phthalocyanine film by ultraviolet-ozone treatment

Wonsik Kim<sup>1,2</sup>, Seungsun Choi<sup>1,2</sup>, Woojin Shin<sup>1,2</sup>, Jaewon Oh<sup>1,2</sup>, Hyesung Oh<sup>1</sup>, Sehyun Jung<sup>1</sup>, Moonseock Ko<sup>1</sup>, Mee-Yi Ryu<sup>1,2</sup>, Hyunbok Lee<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Kangwon National University, <sup>2</sup>Institute for Accelerator Science, Kangwon National University

Ultraviolet-ozone (UVO) treatment modifies the surface properties of an organic film. However, the electronic properties of UVO-treated organic films have not understood sufficiently. In this study, the changes in the electronic structure of tetra-tert-butyl copper phthalocyanine (ttb-CuPc) films by various UVO treatment times were explored by using UV-vis absorption spectroscopy and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). Significant oxidation is observed in both UV-vis and XPS spectra. The charge redistribution on the ttb-CuPc molecule is discussed using detailed fittings of the XPS spectra.

**Keywords :** X-ray photoelectron spectroscopy, ultraviolet-ozone treatment, oxidation, UV-vis absorption spectroscopy



TT-P014

## 마이크로 실린더 크기에 따른 반분극 질화물계 발광다이오드의 전계 발광 특성에 대한 연구

나영채, 김희웅, 이건우, 백승혜, 이성남\*

Korea Polytechnic University

본 연구에서는 m면 사파이어 기판 위에 MOCVD를 이용하여 증착된 반분극 (11-22) GaN계 LED소자를 습식 식각 공정만을 이용하여 제작된 마이크로 실린더 구조 LED의 실린더 직경에 따른 전계발광 특성을 체계적으로 연구하였다. 마이크로 실린더 직경이 40 $\mu\text{m}$ 에서 10 $\mu\text{m}$ 로 감소됨에 따라 작동전압은 증가하였으며, 발광 파장은 단파장으로 이동하는 것을 확인하였다. 이는 금속 접촉 면적이 감소함에 따른 접촉 저항 증가 및 전류 밀도 증가에 따른 밴드채움현상의 증가에 기인한 것으로 판단된다. 특히, 마이크로 실린더 구조형성을 위해 습식 식각 시간 증가에 따라 추출효율이 증가하며 I-V 특성도 향상되는 것을 확인하였다.

**Keywords :** 습식 식각, 반분극 마이크로 실린더, 전계발광

TT-P015

## Sol-gel법을 이용한 CNT-ZnO 나노 복합 구조 가스 센서에 대한 연구

이건우, 백승혜, 이성남\*

Korea Polytechnic University

본 연구에서는 sol-gel법을 이용하여 성장 시킨 CNT를 혼합한 ZnO 기반의 나노 복합 구조체를 형성하고, CNT 농도에 따른 광학 및 전기적 특성을 기반으로 수소 가스 센서에 대해 연구하였다. Sol-gel법을 사용하여 성장 시킨 ZnO에 비하여 CNT를 추가하였을 때 ZnO-CNT 나노구조체 박막의 저항 감소와 포토루미네선스 세기가 향상되는 것을 확인하였지만, 2wt% 이상의 CNT가 복합체를 형성하였을 때 전기적 특성이 감소하는 것을 확인하였다. CNT-ZnO 나노 복합구조를 기반으로 금속-반도체-금속 구조의 가스 센서를 제작한 바 1.5wt% CNT에서 가장 높은 H<sub>2</sub> 가스 반응도 및 반응 속도를 얻을 수 있었다.

**Keywords :** 산화아연, Sol-gel, Carbon Nanotube, Hydrogen, Gas sensor

TT-P016

## Structural formation from pyrochlore to perovskite in KTN thin films: effects of potassium-enriched target

Bogyu Kim<sup>1,2\*</sup>, Younguk Jeon<sup>1</sup>, Hyebi Kim<sup>1</sup>, Chulwoo Lee<sup>1</sup>, JoonHyun Kang<sup>1</sup>, Jongbum Kim<sup>1</sup>,  
In Soo Kim<sup>1</sup>, Young-Hwan Kim<sup>1</sup>, Kwanil Lee<sup>1</sup>, Young Duck Kim<sup>2,3</sup>, Il Ki Han<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Nanophotonics Research Center, Korea Institute of Science and Technology, <sup>2</sup>KHU-KIST Department of  
Converging Science and Technology, Kyung Hee University, <sup>3</sup>Department of Physics, Kyung Hee  
University

Potassium tantalate niobate ( $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ , KTN) is a ferroelectric material with an extremely high electro-optic (EO) coefficient suitable for integrated photonic device. In the K-Ta-Nb-O system, the perovskite structure KTN with the ferroelectric properties is generally hard to deposit due to high volatility of potassium(K). By controlling K contents in a KTN ceramic target, the crystal structure can be formed from pyrochlore to perovskite phase. In this presentation, we will analyze the effects of K-enriched targets on the phase-formation process in KTN films and its structural differences.

**Keywords :** Potassium tantalate niobate, KTN, Electro-optic effect, Perovskite oxide

TT-P018

## Hexyltrimethylammonium bromide based 2D/3D halide perovskite diode photodetector

Hanbyeol Cho<sup>1</sup>, Min Ju Jeong<sup>2</sup>, Yeonghun Yun<sup>1</sup>, Jun Hong Noh<sup>2\*</sup>, Sangwook Lee<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>School of Materials Science and Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea,

<sup>2</sup>School of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Korea University, Seoul, Korea,

<sup>3</sup>KNU Advanced Material Research Institute, Daegu 41566, Korea

Photo detectors are now finding broad applications in various fields. In this study, we demonstrate an all-halide-perovskite junction (wide bandgap 2D/narrow bandgap 3D perovskite) type photo detector device. Developed all-halide-perovskite junction photodetector shows diode type characteristics even without an electron or a hole transport layer. The photo-response behavior of 2D/3D perovskite overshadows to that of individual 3D perovskite. Furthermore, analysis of material properties is exclusively conducted to understand the photo response behavior.

**Keywords :** Photodetector, Organic-inorganic Halide Perovskite

TT-P019

## Fundamental properties of vacancy-ordered $A_2TeX_6$ (A= Rb, Cs; X= Cl, Br, I) halide perovskites

Yeonghun Yun, Byungjin Park, Wonchang Choi, Hanbyeol Cho, Joon Hyung Lee, Sangwook Lee\*

Kyungpook National University, School of Materials Science and Engineering, Daegu 41566, Korea

Organic-inorganic hybrid perovskites have been focused due to their outstanding photoelectric properties. However, toxic Pb-based halide perovskites are not suitable for commercialization, demanding Pb-free alternatives. In this study, Pb-free vacancy-ordered  $A_2TeX_6$  (A= Rb, Cs; X= Cl, Br, I) halides have been studied as promising alternatives. Fundamental crystal structures, optical properties, and surface chemical states of  $A_2TeX_6$  perovskites are explored. These results can provide vital insights in designing of Pb-free halide perovskite materials for photovoltaic applications.

**Keywords :** halide, perovskite, lead-free, absorption, photoluminescence

TF-P001

## Artificial Van-der-Waals Hybrid Synapse for Brain-Inspired Parallel Computing

서승환, 박진홍

성균관대학교 정보통신대학

In this study, we developed an artificial van der Waals hybrid synapse that features linear and symmetric conductance-update characteristics. Tungsten diselenide and molybdenum disulfide channels were used to potentiate and depress conductance selectively. In addition, via training and inference simulation, we delivered high recognition rates that were comparable to those delivered using SW-NN. This simulation involving the use of acoustic and numerical patterns was performed with a neural network that was theoretically formed with the characteristics of the hybrid synaptic device.

**Keywords :** neuromorphic, synapse device

TF-P002

## Negative Differential Resistance Device Based on Hafnium Disulfide/Pentacene Hybrid Structure

서승환, 박진홍

성균관대학교 정보통신대학

Recently, combinations of 2D van der Waals (2D vdW) materials and organic materials have attracted attention because they facilitate the formation of various heterojunctions with excellent interface quality owing to the absence of dangling bonds on their surface. In this work, a negative differential resistance (NDR) characteristic of a hybrid 2D vdW/organic tunneling device consisting of a hafnium disulfide/pentacene heterojunction and a 3D pentacene resistor is reported.

TF-P003

## Rhenium Disulfide based Artificial Optoelectronic Synapse Device for Neuromorphic Computing

서승환, 박진홍

성균관대학교 정보통신대학

Here, we report a flexible optoelectronic synapse fabricated on a 2D vdW layered rhenium disulfide ( $\text{ReS}_2$ ) featuring inherent photosensitive memory nature, which modulates the synaptic weight in response to optical stimulation, thereby successfully mimicking the dynamics of biological synapses, such as excitatory postsynaptic current (EPSC), paired-pulse facilitation (PPF), and long-term potentiation (LTP) characteristics. Such photosensitive synaptic dynamics originate from the inherent PPC effect of the  $\text{ReS}_2$  active layer.



TF-P004

## Effects of etch-back on Cell for an Advanced Vertical NAND Manufacturing Process using gas reactor

이용준<sup>1</sup>, 박기홍<sup>2</sup>, 김태성<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>성균관대 반도체디스플레이공학과, <sup>2</sup>성균관대 기계공학과,

<sup>3</sup>성균관대 Advanced Institute of Nanotechnology

NAND Flash Memory의 data storage cell 형성 과정에서 seam에 의한 제품 불량 방지를 위해 효율적인 oxide gap-fill은 필수적이다.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NF}_3$ 를 통한 top 영역의 partial filled oxide etch back이 선행되어야 seam 발생을 억제할 수 있다. Narrow/deep한 cell 구조에서 충분한 sublimation 이 되지 않은 경우 etch back 효율이 낮아지며, 보완을 위해 cell 내부 영역으로의 gas reactor injection 및 외부로의 byproduct emission 강화가 요구된다. Cell spacer 를 확장하는 방법에는 한계가 있으므로 sublimation time 및 temperature 를 상향함으로써 mobility, 반응속도가 개선되며 이를 통한 효과적인 profile 및 efficiency를 얻을 수 있다.

**Keywords :**  $\text{NH}_3/\text{NF}_3$  reaction, Oxide gap-fill, Sublimation, Temperature, V-NAND flash memory

TF-P005

## Channel migration and restriction in 2D multilayer transistor

Min-Kyu Joo

Department of Applied Physics, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

When the thickness-dependent mobility is coupled with Thomas-Fermi screening and interlayer resistance in 2D materials, a conducting channel migrates from the bottom to the top-surface under electrostatic bias conditions. However, insufficient carrier density, atomically thin thickness, and oxide trap/defects limit our deep understanding of carrier transport mechanism in 2D based transistors. In this poster, we demonstrate a plausible origin of channel migration and restriction in 2D multilayer transistor by considering the resistor network model and Thomas-Fermi charge screening theory.

**Keywords :** Rhenium disulfide, multilayer, carrier transport, oxide defect, carrier mobility.

TF-P006

## 레이저 조사를 이용한 CdSe 양자점의 선택적 파장 제어

김용빈<sup>1,2</sup>, 김성훈<sup>1</sup>, 임상엽<sup>2\*</sup>, 이흥석<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교, <sup>2</sup>고등광기술연구소

양자점은 높은 색 순도와 양자 효율을 가질 뿐만 아니라 크기와 모양에 따라 발광 파장을 조절할 수 있다는 장점을 가지고 있어 태양전지, 디스플레이, 바이오 센서 등의 응용 분야에 활용될 수 있다. 특히 나노 패터닝 (patterning)을 이용한 디스플레이 분야에서는 서브마이크로미터(submicrometer) 수준으로 양자점의 파장을 제어하고 원하는 위치에 서로 다른 파장의 양자점을 배열시키는 것이 중요하다 [1]. 따라서 본 연구에서는 레이저 파워와 조사 시간을 조절하여 CdSe 양자점의 발광 파장을 선택적으로 제어하여 하이퍼스펙트럴 이미징을 통해 광학적 특성을 분석하였다.

**Keywords :** 양자점, CdSe, 레이저 조사, 선택적 파장 제어, 광학적 특성

TF-P007

## Development of a thin-film deposition system for X-ray mirror coating

김정수, 임준, 김종현, 김장우

포항가속기연구소

A thin film deposition system was developed for coating the surface of X-ray mirrors. There were two coating areas, and each coating area was equipped with two sputtering cathodes. Various combinations of thin films can be coated, including single layer, multi-layer, and co-deposition thin films using four sputtering cathodes. It is also possible to modify the surface shape or apply a compensation coating by controlling the speed of the substrate stage. Above to test the device performance, the evaluation was made by depositing an arbitrary shape on an X-ray mirror.

**Keywords :** X-ray mirror, Magnetron sputtering, Thin film, Multilayer, Differential deposition

TF-P008

## Van-der-Waals Heterojunction based Light-Triggered Ternary Device and Inverter

강준철, 박진홍

성균관대학교

Here, we report the light-induced negative differential transconductance (L-NDT) phenomenon in graphene/tungsten diselenide (WSe<sub>2</sub>) type I heterojunction, where the photoinduced drain current in an MVL device unusually decreases in a specific bias region with increasing gate voltage under illumination. Because a MVL device operating on the basis of this L-NDT phenomenon exhibits an abnormal ID–VG characteristic curve with two VTH, using this MVL device, we finally implement a ternary inverter circuit handling three stable logical states.

**Keywords :** negative differential transconductance, multivalued logic, light-triggered ternary inverter, van der Waals material, heterojunction structure

TF-P009

## Esaki-diode in vdW heterostructure and its application to negative differential resistance oscillator

강준철, 박진홍

성균관대학교

Here, we study lateral-type NDR devices based on the Esaki diode scheme, which combine vdW materials. Also, we designed the non-attenuating oscillators based on the NDR phenomenon, which compensates for the oscillation loss caused by the series resistance with a positive value, subsequently enabling the zero damping of oscillating signal. We then discuss how the NDR device characteristics affect the performance of the non-attenuating oscillator circuit. Finally, we demonstrate the feasibility of lateral vdW NDR device toward the non-attenuating oscillator circuits

**Keywords :** vdW materials, non-attenuating oscillator circuits, Negative differential resistance, Esaki diode

TF-P010

## Effect of Annealing Conditions on the Optical and Structural Properties of Perovskite Films in Ambient Atmosphere

Jaewon Oh, Dong Seok Kim, Mee-Yi Ryu\*

Department of Physics, Kangwon National University

Increasing the size of grain is considered an essential factor for manufacturing high-efficiency perovskite (PS) solar cells [1]. The grain size of PS film strongly depends on annealing temperature and time. We investigated the structural and optical properties of PS film with different grains because of various annealing conditions.

As the annealing temperature and time increased, the grain size in PS increased, and a vertically columnar grain was formed. The PS film annealed at 150°C for 1 min showed better properties compared with that annealed at 100°C for 1 min.

**Keywords :** perovskite, annealing condition, photoluminescence, Scanning Electron Microscope

TF-P011

## Novel method for large area exfoliation of Graphene

문지윤, 이재현

아주대학교

We will introduce modified exfoliation method which resolve the critical problems of conventional exfoliation method using thin metal film as a supporting layer. This novel exfoliation method allows large area (more than several thousand times than standard exfoliation method), layer engineered (mono-, bi- layers) high quality 2D materials isolated from bulk crystal. By using spectroscopic and microscopic tool, we also confirmed that uniform and clean surface of exfoliated 2D materials without any mechanical damage and chemical contamination during exfoliation process.

**Keywords :** spalling, exfoliation, graphene, 2D materials



TF-P012

## Dipole orientation of emitting layers in organic light-emitting diodes investigated by angular dependent fluorescence

Changhee Lee<sup>1</sup>, Minjun Kim<sup>1</sup>, Dongeon Kim<sup>2</sup>, Joohyeok Choi<sup>2</sup>, Eunsu Song<sup>2</sup>,  
Minsu Park<sup>1\*</sup>, Gi-dong Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Electronics Engineering, Dong A University, Busan 49315, Korea

Molecular orientation at an emission layer(EML) in OLEDs has a effects on the external quantum efficiency (EQE)[1,2]. Based on the angular dependence of the p-polarized fluorescent spectra, we have extracted the anisotropic factor using the Finite-Difference Time-Domain (FDTD) method so that the vertical and horizontal orientation coefficients( $\theta_v$  and  $\theta_h$ ) can be calculated. The effect of the Brewster angle on the thickness and refractive indices of the EML was investigated. The angular dependent fluorescence of PGH-02 (30 nm) EML was measured and each coefficient of the material was obtained.

**Keywords :** Molecular Orientation, Polarization, External Quantum Efficiency

TF-P013

## Doping effect of Oxidized Molybdenum Ditelluride by Ultraviolet Ozone treatment

신호성, 문인용, 이성원, 유원종\*

성균관대학교

The development of low-resistance source/drain contacts to transition-metal dichalcogenides(TMDCs) is crucial for the realization of high-performance logic components. Using a convenient and effective method, ultraviolet ozone treatment, molybdenum ditelluride( $\text{MoTe}_2$ ) can be p-type doped and become molybdenum oxide( $\text{MoO}_x$ ,  $x < 3$ ).  $\text{MoO}_x$  acts as an efficient hole injection layer, so adjacent layer of other TMDCs get p-type doped through charge carrier transfer. In this study, we performed Raman, AFM, and current-voltage characteristics to compare the properties of  $\text{MoTe}_2$  before and after UVO treatment.

**Keywords :** TMDC, ultraviolet ozone treatment, p-type doping,  $\text{MoTe}_2$ ,  $\text{MoO}_x$ , hole injection layer, charge carrier transfer, 1D contact

TF-P014

## Effect of different Al compositions on AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> HEMTs of Low-frequency noise

최여진<sup>1</sup>, 임기식<sup>2</sup>, 최진석<sup>1</sup>, 배창호<sup>1</sup>, 천동휘<sup>1</sup>, 서재인<sup>1</sup>, 최은경<sup>1</sup>, 안성진<sup>1</sup>

<sup>1</sup>금오공과대학교, <sup>2</sup>금오공과대학교 신소재연구소

Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N/GaN heterostructures with two kinds of Al composition were grown by metal organic chemical vapor deposition (MOCVD) on sapphire substrates. The compositions of Al in the AlGa<sub>N</sub> layer were confirmed to be 13% and 28% using high resolution X-ray diffraction (HRXRD). Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N/GaN high-electron mobility transistors (HEMTs) with different Al compositions were fabricated, characterized, and compared using the Hall effect, DC, and low-frequency noise (LFN).

**Keywords :** AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub>, HEMTs, Low-frequency noise, Al composition

TF-P015

## 이형접합 물질을 이용한 시냅스소자 인식을 개선

이제준, 박진홍

ANSDL, 성균관대학교 진공학회

Recently, artificial intelligence (AI) that allows machines to think and act humanly again. Since the 1960s, there has been a resurgence of not only academia but also society as a whole. And that's what you can see from Google's Alpha-go project, and it's just the AI that's been studied so far.

It's already proven that we can implement systems that go beyond human experience and skill. Artificial neural networks are human, not only in games like Go, but also in visual and auditory recognition and classification. Recent research has shown that it can be more accurate. These are the results.

**Keywords :** synapse device

TF-P016

## Electrical property of memristor devices from two-dimensional materials and metal electrode materials

Jong Yun Kim<sup>1</sup>, Oh Hun Gwon<sup>2</sup>, Seok-Ju Kang<sup>2</sup>, Young-Jun Yu<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Quantum Systems, Chungnam National University, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34134, Korea

<sup>2</sup>Department of Physics, Chungnam National University, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34134, Korea

Memristor is suitable for neuromorphic systems because of its advantages of high density, low power consumption and simple manufacturing. [1] Today, research on memristor devices using two-dimensional (2D) materials is increasing. [2, 3] However, the study of 2D material-based memristor devices is still in its infancy and a lot of basic information is needed.

In this study, a 2D material-based memristor device to which various 2D materials and various metal electrodes are applied was fabricated, and basic information was obtained by confirm the electrical characteristics.

**Keywords :** Memristor, two-dimensional (2D) materials

TF-P017

## Distinct Optical and Electrical Properties of Disparate Defect Domains in CVD-grown h-WS<sub>2</sub> Monolayers

Seok-Ju Kang<sup>1</sup>, Gwang Hwi An<sup>3</sup>, Hyun Seok Lee<sup>3</sup>, Jong Yun Kim<sup>1</sup>,  
Oh Hun Gwon<sup>2</sup>, Young-Jun Yu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Quantum Systems, and <sup>2</sup>Department of Physics, Chungnam National University, Yuseong-gu, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>Department of Physics, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

Atomic Vacancies in two-dimensional tungsten disulfide (WS<sub>2</sub>) can be primary contributors to charge-carrier scattering, doping effects varying optical properties.[1,2,3]

At the specific chemical vapor deposition condition, tungsten or sulfur vacancies in WS<sub>2</sub> are arisen with a hexagonal domain growth. In detail, the photoluminescence (PL) in these WS<sub>2</sub> flakes exhibits the alternating bright and dark PL emission along with the heterogeneous defect domains. As well, the contact potential difference in the WV domains was larger than the SV domains in the Scanning Kelvin Probe Microscopy measurement.

**Keywords :** tungsten disulfide, chemical vapor deposition, tungsten vacancy, sulfur vacancy, photoluminescence, contact potential difference, Scanning Kelvin Probe Microscopy

TF-P018

## 고자기장하에서 MAPbX<sub>3</sub> (X=Cl, Br and I) 결정의 Rashba-polaron 효과에 따른 광전이 연구

최하림<sup>1</sup>, 신용호<sup>1</sup>, 김용민<sup>1</sup>, 박대영<sup>2</sup>, 정문석<sup>2</sup>

<sup>1</sup>단국대학교, <sup>2</sup>성균관대학교

유무기 페로프스카이트 MAPbX<sub>3</sub> (X = I, Br and Cl) 단결정은 극저온 (4.2 K)에서 free exciton (FX) 전이를 보이는데, 고자기장하에서 할로젠 원소 변화에 따라 서로 다른 변화를 나타낸다. MAPbCl<sub>3</sub> 결정의 경우 두 개의 FX 전이는 모두 red-shift를 보였으며, 20 T를 넘어서며 새로운 전이가 나타나며, blue-shift 경향을 보였다. FX 전이는 Rashba 효과와[1] polaron 효과가 결합하여 나타나는 것으로 이해된다. MAPbBr<sub>3</sub> 결정의 경우 일반적인 diamagnetic shift를 보이나 기존 알려진 parameter들과는 상당한 차이를 보이고 있다. MAPbI<sub>3</sub> 결정은 20 T아래에서 B<sup>1/2</sup>, 이를 넘어선 고자기장하에서는 자기장에 비례하는 경향을 보였다.

**Keywords :** 유무기페로프스카이트, Rashba 효과, Polaron

TF-P019

## Angular dependence of SiO<sub>2</sub> etch rates during plasma etching in perfluoroalkyl vinyl ethers

유상현<sup>1</sup>, 김준현<sup>2</sup>, 김창구<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering and Department of Energy Systems Research, Ajou University, Suwon, Korea, <sup>2</sup>Institute of Convergent Chemical Engineering and Technology, SungKyunKwan University, Suwon 16419, Korea

SiO<sub>2</sub> 식각에 사용되는 CF<sub>4</sub>, c-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> 등의 perfluorocompound (PFC)는 global warming potential (GWP)가 높고 대기 중 생존 시간이 길어 환경에 유해하다. 따라서 GWP가 낮은 물질로 PFC를 대체하려는 연구가 진행되고 있다.<sup>1</sup> Perfluoroalkyl vinyl ether는 GWP가 낮고 대기 중 분해되기 쉬워 PFC 대체 물질 중 하나로 평가받는다. 본 연구에서는 perfluoropropyl vinyl ether (PPVE)와 perfluoroisopropyl vinyl ether (PIPVE) 플라즈마로 이온의 입사 각도에 따른 SiO<sub>2</sub> 식각 특성을 비교했다. 식각 후 SiO<sub>2</sub> 표면에 형성된 정상상태 불화탄소 박막과 F radical의 optical intensity 분석하여 PPVE, PIPVE 플라즈마 식각 메커니즘을 설명했다.

**Keywords :** Plasma etching, Silicon dioxide, Perfluoroalkyl vinyl ether, Angular dependence



TF-P020

## Low temperature metal organic chemical vapor deposition grown MoS<sub>2</sub> nanoflowers

Jaese Park<sup>1,2</sup>, Jun Oh Kim<sup>1</sup>, Jun Oh Kim<sup>1</sup>, Jihun Mun<sup>1</sup>, Zahyun Ku<sup>3\*</sup>, Sang-Woo Kang<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Research Institute of Standards and Science,

<sup>2</sup>University of Science and Technology, <sup>3</sup>Air Force Research Laboratory

MoS<sub>2</sub> NFs have received considerable attention due to their inherently distinctive structure and extraordinary properties<sup>1</sup>. We report a simple MOCVD method that can grow high crystal quality MoS<sub>2</sub> NFs through controlling the partial pressure ratio ( $P_{SR}/P_{MoP}$ ) of the H<sub>2</sub>S gas to the Mo(CO)<sub>6</sub> precursor. We investigate microscopically and spectroscopically that the fundamental properties of the grown MoS<sub>2</sub> NFs can be controlled by adjusting the PSR/PMoP from 1.15 to 1.9. It is also shown that the LT-MOCVD can regulate the petal size of MoS<sub>2</sub> NFs through the growth time, thereby controlling PL intensity.

**Keywords :** Vertically aligned MoS<sub>2</sub>, MoS<sub>2</sub> nanoflower, Low-temperature MOCVD

TF-P021

## Artificial synapse based on 2D van der Waals heterostructure

Seojoo Lee, Jin-hong Park

Sungkyunkwan University

We demonstrate a synaptic device, which is fabricated on a vdW heterostructure (h-BN/WSe<sub>2</sub>). In the vdW synaptic device, the conductance related to the synaptic weight is adjusted by the charges trapped in the weight control layer that is formed on h-BN by O<sub>2</sub> plasma treatment. This vdW synaptic device in particular shows good linearity with nonlinearity for weight increase/decrease, a large number of conductance state, and very small variation below 1% after the random state. These synaptic properties highlight the potential of our synaptic device for building an artificial neural network.

**Keywords :** heterostructure, artificial neural network, synaptic device

TF-P022

## Electrolyte-gated Artificial synaptic device based on Transition Metal Dichalcogenides (TMD)/Ion-gel Dielectric Hybrid Structure

Ju-Hee Lee, Jin-Hong Park

성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

Here, we fabricated transition metal dichalcogenides (TMD) based synaptic device using an ion gel dielectric layer. Basic synaptic characteristics, such as long-term potentiation and depression (LTP/D), were successfully demonstrated via an electrical measurement. We expect that the movement of ions in ion-gel cause our synaptic device to show long-term plasticity. Furthermore, we also compared the linearity of the device by changing the frequency of the gate pulse. Finally, we performed training and recognition simulation to evaluate the feasibility of our synaptic device.

**Keywords :** Transition metal dichalcogenides (TMD), ion-gel, long-term plasticity

TF-P023

## Phosphorene/Hafnium disulfide heterojunction-based negative differential resistance device

Seojoo Lee, Jin-hong Park

Sungkyunkwan University

Negative differential resistance (NDR) devices have attracted considerable attention due to their folded current – voltage characteristic, which presents multiple threshold voltage values. we demonstrate a NDR device based on a BP/HfS<sub>2</sub> heterojunction. Also, the carrier transport mechanism of the BP/HfS<sub>2</sub> negative differential resistance device is investigated in detail by analysing the tunnelling and diffusion currents with the proposed analytic NDR device model. This study of a two-dimensional material heterojunction is a step forward toward future multi-valued logic device research.

**Keywords :** NDR, BP/HfS<sub>2</sub>, heterostructure

TF-P024

## A partial gate-negative differential transconductance device based on h-BN/WSe<sub>2</sub> structure

Seojoo Lee, Jin-hong Park

Sungkyunkwan University

We demonstrate a partial gate-negative differential transconductance (PG-NDT), which is fabricated on a h-BN/WSe<sub>2</sub> vdW heterostructure. we report multiple NDT phenomenon achieved via the control of partial gate (PG) potential and light power/wavelength in a vdW multi-channel phototransistor, hereafter referred to as a PG-NDT device. The partial gating enables the formation of a controllable potential barrier/well in the middle of the vdW channel, which enables control over the collection of carriers and eventually induces the NDT phenomenon.

**Keywords :** h-BN/WSe<sub>2</sub>, negative differential transconductance, NDT

TF-P025

## Amorphous Oxide Semiconductor (AOS)-based Synaptic Device with a Ferroelectric Material

Jeong-Ick Cho, Jin-Hong Park\*

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

Beyond the limitations of the commonly used von Neumann architecture, research interests in neuromorphic devices, which can mimic biological synaptic behavior, have been studied. A Polyvinylidene fluoride (PVDF), which operates as a dipole moment mechanism, was adopted as a material for weight update of synaptic devices. Here, we demonstrate the SZTO-based artificial synaptic device with a PVDF. We conducted electrical measurements for synaptic plasticity.

**Keywords :** Amorphous Oxide Semiconductor, Ferroelectric, synaptic device

TF-P026

## Controllable Negative Differential Resistance (NDR) Phenomenon based on Van-der Waals and Ferroelectric Materials

Jeong-Ick Cho, Jin-Hong Park

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

Recently, the multi-valued logic (MVL) circuit have attracted attention to replace the conventional binary logic circuit due to rapidly increasing data and power consumption. For realization of MVL circuit capable of processing huge amounts of data, many researches of the negative differential resistance (NDR) devices have been explored.

In this paper, we demonstrate controllable NDR device consisting of two dimensional BP/ReS<sub>2</sub> heterojunctions and ReS<sub>2</sub> Ferro-FET using poly-vinylidene fluoride (PVDF). The BP/ReS<sub>2</sub> heterojunctions was implemented for realizing individual NDR.

**Keywords :** Negative Differential Resistance, Transition Metal Chalcogenide, Ferroelectric

TF-P027

## Artificial Synaptic Device based on Silicon-Zinc-Tin-Oxide using a Ion-gel dielectric material

Jeong-Ick Cho, Jin-Hong Park

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

Recently, three-terminal synaptic devices have attracted considerable attention owing to their nondestructive synaptic weight-update Compared to the 2-terminal synaptic devices. Here, we demonstrate a three-terminal synapse featuring a remote weight update via ion gel, which is also extendable to a  $3 \times 3$  array structure. This synaptic device operates excellent synaptic characteristics, which are achieved via precise control of ion penetration onto the channel through the weight-control terminal.

**Keywords :** Artificial Synaptic device, Ion-gel



TF-P028

## Fabrication and characterization of p-n heterojunction with CoOx/IGZO oxide semiconductors

Juntae Ahn, Taeyoung Kim, Eun Kyu Kim\*

Department of Physics, Hanyang University

Most of oxide semiconductors show n-type conduction, but there are some p-type materials such as copper oxide and cobalt oxide.[1,2] We fabricated oxide semiconductor based p-n heterojunction with p-CoOx and n-IGZO. The CoOx films were deposited by high vacuum RF sputtering system. IGZO films were sputtered. For Ohmic contacts, Au/Ti with thickness of 50 nm /3 nm and Al of 50 nm thickness were deposited on CoOx and IGZO layers, respectively, by a thermal evaporator. Thin film transistors and p-n heterojunctions of p-CoOx and n-IGZO films were fabricated and characterized.

**Keywords :** Oxide semiconductor, p-n heterojunction, Cobalt oxide, Indium gallium zinc oxide

TF-P029

## Surface engineered graphene-based photodetector using tungsten oxide supporting layer

Seung-il Kim<sup>1</sup>, Ji yun Moon<sup>2</sup>, Jae-Hyun Lee\*

Department of Energy Systems and Department of Materials Science and Technology, Ajou University

Since graphene was first synthesized by the chemical vapor deposition (CVD) method in 2009<sup>1</sup>, CVD-graphene achieved the large area and high standard characteristics required by the future electronics industry. In this study, monolayer graphene grown on Ge substrate by applying amorphous WO<sub>3</sub> was transferred cleanly over a large area without chemical etching with its water-soluble nature. In addition, the graphene surface-protection continued in all processes from the transfer to the device applying the WO<sub>3</sub> supporting layer minimized the performance degradation of graphene-based applications.

**Keywords :** Water-soluble, photodetector, tungsten oxide, graphene, transfer

TF-P030

## Optimizing of a-IGZO TFT according to Pulse Duty ratio of Pulse-RF and Pulse-DC

Jaewoong Cho, Jaemin Kim, Eun-Chel Cho, Junsin Cho

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

During the sputtering process, in the atmosphere of Ar: O<sub>2</sub> = 19: 1, it was possible to confirm the change in the characteristics of the Bottom Gate TFT structure according to the plasma duty ratio change, and to find the optimal conditions in each condition of Pulsed-DC and Pulsed-RF. Afterwards, a-IGZO thin film according to each optimized condition was deposited to a thickness of 50 nm on a glass substrate to see the deposition characteristics of the thin film, and the stoichiometric investigation through XPS, surface roughness and optical bandgap through AFM were measured.

**Keywords :** a-IGZO, TFT, Sputtering, Pulsed-DC, RF, Oxide Semiconductor

TF-P031

## Enhanced optical properties of co-growth WS<sub>2</sub>/MoS<sub>2</sub> monolayer with plasmonic nanoparticles

Minji Park<sup>1</sup>, Jaeseo Park<sup>1,2</sup>, Won Chegal<sup>1\*</sup>, Sang-Woo Kang<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Research Institute of Standards and Science, <sup>2</sup>University of Science and Technology

We investigated the optical properties of co-growth WS<sub>2</sub>/MoS<sub>2</sub>-Ag nanoparticle(AgNP) hybrids by using photoluminescence(PL) and Raman spectroscopies. The co-growth WS<sub>2</sub>/MoS<sub>2</sub> were directly grown by using MOCVD. We formed locally and effectively a simple plasmonic structures composed of randomly disordered AgNPs. The AgNPs can be employed either for concentrating light or tuning to better match the exciton energy of 2D monolayers. We confirmed the PL and Raman of the hybrids were enhanced, indicating a stronger coupling and higher energy transfer rate between the AgNPs and co-growth WS<sub>2</sub>/MoS<sub>2</sub>.

**Keywords :** WS<sub>2</sub>/MoS<sub>2</sub>, Plasmonic nanoparticles, PL, Raman

TF-P032

## Applications of various ion beam using a KIST 400 kV accelerator

W.C. Lim<sup>1,3</sup>, J.A. Eliades<sup>1</sup>, J.P. Singh<sup>2</sup>, K. H. Chae<sup>1</sup>, T. Seong<sup>3</sup>, J. Song<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Advanced Analysis Center, Korea Institute of Science & Technology, <sup>2</sup>Pohang Accelerator Lab, Pohang University of Science and Technology, <sup>3</sup>Department of Materials Science and Engineering, Korea University

As the industrial era moves into the information era, it's necessary to process and store a lot of data more quickly and reliably. In order to satisfy these needs, numerous studies on the development of new semiconductors are being conducted using implantation. However, due to the limited number of elements that can be produced by most systems for ion implantation researches, development of new materials has likewise been limited. In particular, we have increased the number of elements available on our 400 kV accelerator system from less than 5 to 30, including Li, Be, Na, Mg, Al, and Si.

**Keywords :** ion implantation, accelerator

TF-P033

## Analysis of a-IGZO channel layer deposited via Pulsed-DC sputtering

Jiwon Choi, Jaemin Kim, Eun-Chel Cho, Junsin Yi

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

The characteristics of a-IGZO thin films deposited by Pulsed-DC magnetron sputtering and RF magnetron sputtering were analyzed. The effect of the characteristics of thin films on the electrical characteristics of TFT devices according to the sputtering method was investigated. It has been confirmed that the characteristics of the transistor fabricated using Pulsed-DC are better. This result will be helpful in the research on the fabrication of oxide semiconductors.

**Keywords :** a-IGZO, Oxide Semiconductor, Sputtering

TF-P034

## Reactive Ion Beam Etching (RIBE) of MTJ Cell using $H_2/NH_3$ plasma for Magnetic Random Access Memories

김두산<sup>1</sup>, 김예은<sup>1</sup>, 장윤종<sup>1</sup>, 김인호<sup>2</sup>, 김형용<sup>2</sup>, 채명관<sup>2</sup>, 염근영<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>School of Advanced Materials Science and Engineering, Sungkyunkwan University, <sup>2</sup>Process Development Team, Semiconductor R&D Center Samsung Electronics Co. Ltd., <sup>3</sup>SKKU Advanced Institute of Nano Technology (SAINT), Sungkyunkwan University

MRAM을 구동하기 위해 Magnetic Tunnel Junction (MTJ)층이 사용되며, 일반적으로 MTJ 층은 fixed layer, free layer, barrier layer로 구성된다. MTJ의 자성층 재료로써 CoFeB 및 CoPt가 일반적으로 사용되고 있으며, 이러한 MTJ cell 식각을 위해서 halogen-based RIE가 이용된다. 그러나, halogen 기체와 자성재료가 반응하여 halogen compound를 형성할 경우, 이는 non-volatile한 화합물로서 화학적 손상을 주게 되며, 식각 과정에서 패턴의 측벽에 다시 재 증착되는 문제 등으로 인해 쉽게 제거되지 않는다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해  $H_2/NH_3$  가스조합을 이용한 RIBE를 통해 CoFeB 박막의 식각 특성을 확인하였다.

**Keywords :** Reactive Ion Beam Etching (RIBE), Magnetic Random Access Memory (MRAM), Magnetic Tunnel Junction (MTJ), CoFeB

TF-P035

## The effect of silicon incorporation on electrical characteristics of solution-processed Indium-Zinc oxide thin film transistor

Hyuntaek Woo<sup>1</sup>, Byoungdeog Choi<sup>2\*</sup>

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

We observed electrical characteristics of IZO TFT with silicon. The activation layer was formed by a spin-coating method. The value of on/off ratio increased from  $1.6 \times 10^3$  to  $2.4 \times 10^4$ , S.S. decreased from 2.69 V/dec to 0.43 V/dec, and  $V_T$  shifted positive from -2.04 V to -1.51 V as the molar ratio of silicon in IZO films increased. Silicon has not only larger electronegativity and but also higher metallic bonding energy with oxygen than Indium and Zinc. This means that the electrical characteristics of the TFT can be improved by incorporating silicon in the IZO activation layer.

**Keywords :** IZO TFT, oxide semiconductor, Si incorporation, on/off ratio, threshold voltage



TF-P036

## Electrical Characterization of Oxide Semiconductor Connected to Hafnium Aluminum Oxide(HAO) Capacitance

Dong Young Lee, Jin Hong Park\*

Department of Electronic, Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon  
16419, Korea

Ferroelectric materials, which can phase transition, were discovered that have many properties and led to huge large of applications in nonvolatile memory. We fabricate  $\text{HfO}_2$  and Al to make the HAO(Hafnium Aluminum oxide) capacitance between two Molybdenum metal and connected to the gate of the SZTO( $\text{SiZnTiO}$ ) semiconductor. SZTO with MFM structure capacitance is observed over three orders of magnitude at large drain current levels And the extent of hysteresis is found. This could lead to the fast adoption of negative capacitance effects in future products with markedly improved energy efficiency

**Keywords :** Hafnium oxide, Aluminum, Oxide Semiconductor,  $\text{SiZnTiO}$ , FeFET

TF-P037

## Synaptic device based on IGZO-Alkylated Graphene Oxide Hybrid Structure

Dong Young Lee, Jin Hong Park\*

Department of Electronic, Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon  
16419, Korea

Recently, research interest in brain-inspired neuromorphic computing has surged owing to the ability of such technology to facilitate low-power, highly adaptive. Here, a photosynaptic device with a weight updating mechanism for high-speed and low-power optoelectronic is proposed. boosts up the probability of electron de-trapping from graphene oxide (GO) charge-trapping layer to the photosensitive indium-gallium-zinc oxide (IGZO) charge-transporting layer. The proposed photosynaptic device is expected to play an important role in the development of neuromorphic technology in the future.

**Keywords :** Graphene Oxide, Synapse, floating-gate transistor, photosynaptic

TF-P038

## Excitatory postsynaptic current and inhibitory postsynaptic current response triggered and modulated by VWC spikes

Dong Young Lee, Jin Hong Park\*

School of Electronic and Electrical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

there has been a great surge of research interest in the development of brain-inspired neuromorphic architectures. several important synaptic functions such as excitatory postsynaptic current (EPSC), inhibitory postsynaptic current (IPSC) were successfully demonstrated through the application of a voltage-only spike to the presynaptic terminal. This means that modulation of the amplitude of the VWC spike enabled control of the LTP/D characteristics. The proposed photosynaptic device technology is expected to play an important role in the development of neuromorphic technology in the future.

**Keywords :** photosynaptic, neuromorphic

TF-P039

## Van-der-Waals heterostructures for reconfigurable negative differential resistance phenomenon

이태란<sup>1</sup>, 서승환<sup>2</sup>, 조정익<sup>3</sup>, 박진홍<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

<sup>2,3,4</sup>Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

<sup>4</sup>SKKU Advanced Institute of Nanotechnology, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

Here, we report a reconfigurable-NDR (r-NDR) device featuring reconfigurability for the NDR phenomenon. The reconfigurability for the NDR phenomenon was achieved via the following strategy: i) adjusting the resistivity of the ReS<sub>2</sub> channel by applying electrical control spikes to the control terminal, and ii) shifting VTHs within NDR phenomenon originated from the adjustment of the resistivity of the ReS<sub>2</sub> channel, and thereby reconfiguring NDR phenomenon. Then, by integrating r-s-NDR phenomena with different VTHs in parallel, the r-m-NDR phenomenon was achieved.

**Keywords :** negative differential resistance, van-der-waals heterojunction

TF-P040

## Emulation of synaptic behavior by ferroelectric polymer

Kyeong-Bae Lee, Jin-Hong Park\*

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

In the last few years, synaptic characteristics with ferroelectric field-effect transistor (FeFET) has been the focus of intense research. However, thorough physical analysis of the ferroelectric materials have not been well explored. Here, we demonstrate the ferroelectric field effect transistor (FeFET) with poly (vinylidene fluoride-trifluoroethylene) P(VDF-TrFE) as a ferroelectric layer. The effects by the formation temperature of the poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene) P(VDF-TrFE) are examined in this report.

**Keywords :** partial polarization, biological synapse, tunneling width, ferroelectric domains.

TF-P041

## Suppression of Aggregation with Acrylate-Terminated Quantum Dots in the Matrix via Ligand Modification

Yonghyeok Choi<sup>1</sup>, Eunhwa Jeon<sup>1</sup>, Boram Kim<sup>1</sup>, Heeyeop Chae<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>School of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University (SKKU), <sup>2</sup>Sungkyunkwan Advanced Institute of Nanotechnology (SAINT), Sungkyunkwan University (SKKU)

InP QDs are being actively studied as non-toxic Cd-free QDs. The application of QDs in photoluminescence is often limited due to incompatibility between QDs and polymers. Herein, the suppression of aggregation is demonstrated in non-toxic solvents such as propylene glycol methyl ether acetate (PGMEA), which are commonly used in industrial groups. We functionalized ligands into acrylate group to disperse QDs in a non-toxic solvent. The QDs with acrylate ligands were then reacted with siloxane polymer to form a QD-siloxane matrix by UV curing. The QD-siloxane matrix showed improved stability.

**Keywords :** Quantum dot, QD, InP, PGMEA

TF-P042

## Stretchable self-healable semiconducting polymer film

Hyongsuk Choo, Jin-Hong Park, Donghee Son

Sungkyunkwan University

A self-healing polymer that warrants a longer lifetime of the e-skin has been focused and for the absence of self-healable transistor, there is limit on building ultimate e-skin device. Here we report a semiconducting film which of dynamic metal-ligand coordination leads to excellent self-healable properties. To investigate transistor characteristic under strain, we then measure the drain current when a strain (0%, 10%, 30%, 50%, 80%, 100%) is applied under gate voltage sweep. For its sensitive  $I_d$  change under various stain, conventional 1T-1S structure is integrated into 1T structure.

**Keywords :** Organic, flexible, stretchable electronics

TF-P043

## Graphene Growth on Metal Wire for Barrier of Filament

Minjae Kim, Young-il Ko, Gilyoung Lee, Bumjin Lee, Keun Soo Kim\*

Department of Physics and Graphene Research Institute, Sejong University, Seoul 05006, Korea

본 연구에서는 동축 금속 필라멘트를 산화로부터 보호하는 보호막으로 그래핀을 사용하기 위한 기초 연구이다. CVD 공법을 이용하여 금속 와이어 위에 그래핀을 합성하는 조건에 대하여 연구하였다. 와이어의 두께, 금속의 종류에 따른 그래핀의 특성 변화 그리고 금속을 도금한 탄소 섬유에서 합성한 그래핀 품질을 확인하였다. 고온에서의 합성 과정 동안 도금된 금속의 증발을 방지하기 위하여 낮은 온도에서 액체 소스를 이용한 Rapid CVD Growth를 진행하였다. 실험 조건에 따른 그래핀의 품질 변화를 라만 스펙트럼으로 관측하고 전자현미경을 이용하여 합성된 그래핀의 균일함을 확인하였다.

**Keywords :** Graphene, Thin Film, Rapid Growth



TF-P044

## Ferroelectric Polymer-based synaptic device with SiZnSnO Oxide semiconductor

Jejun Lee, Jin Hong Park

Sungkyunkwan University

뇌에서 영감을 받은 인공 시냅스는 전통적인 폰 노이만 구조를 극복하기 위해 광범위하게 연구되어 왔다. 시냅스 특성을 구현하기 위해 여기서는 강전 중합체를 사용했다. 시냅스 특성을 모방한 PVDF-TrFE(Polyvinidene fluoride-Trifluoroethylene) 여기서는 새로운 시냅스 특성을 가진 강전 중합기 기반 인공 시냅스를 제안한다. 동적 범위, 비선형성 및 저에너지 소비량.

이 연구를 통해 낮은 비선형성(~ 0.026)을 얻어 동적 범위가 개선되었습니다. (~ 1.1qo)

**Keywords :** synaptic device, ferro electric

TF-P045

## Optoelectronic synaptic device with organic heterojunction

Kyeong-Bae Lee, Jin-Hong Park\*

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

In recent years, significant research efforts have focused on artificial synapses based on organic transistors. Here, we report an artificial optoelectronic synapse based on copper-phthalocyanine (CuPc) and para-sexiphenyl (p-6P) heterojunction structure. Outstanding synaptic characteristics were achieved by band engineering of the organic heterojunction under the light of various wavelengths. By demonstrating post synaptic current (PSC) of the organic heterojunction at a particular wavelength of light and different gate pulses, we could obtain different synaptic responses.

**Keywords :** post synaptic current, organic, heterojunction, artificial synapse

TF-P046

## Performance Enhancement of Photodetector by Selective p-Doping Technique

구지완, 박진홍\*

School of Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

In the past decade, owing to the superior optical properties of transition-metal dichalcogenides (TMDs), such as their excellent light – matter interaction, high light absorbance, and efficient photocarrier generation, various TMD materials have been proposed and researched for high-performance photodetectors.

**Keywords :** ReS<sub>2</sub>, HCl, photodetector

TF-P047

## Fermi Level Position from the Graphene - Molybdenum Disulfide( $\text{MoS}_2$ ) Heterojunction Barristor with aminopropyltriethoxysilane(APTES)

구지완, 박진홍\*

School of Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

Recently, in order to resolve the low on/off current ratio that is a weak point of graphene devices, graphene-based heterojunction barristors were proposed. These barristors are based on heterojunctions with transition metal dichalcogenides(TMDs) materials such as hexagonal boron nitride (h-BN), indium gallium zinc oxide (IGZO), molybdenum disulfide ( $\text{MoS}_2$ ), tungsten diselenide ( $\text{WSe}_2$ ), molybdenum diselenide ( $\text{MoSe}_2$ ), tungsten disulfide ( $\text{WS}_2$ ), and pentacene.

**Keywords :** Graphene,  $\text{MoS}_2$ , APTES

TF-P048

## Charge Transfer Doping methods by triphenylphosphine (PPh<sub>3</sub>) and nitric acid (HNO<sub>3</sub>) on Tungsten Diselenide

Hogeun Ahn\*, Jin-Hong Park\*

Sungkyunkwan University

In this work, we demonstrate a controllable n-doping and p-doping method for Tungsten Diselenide (WSe<sub>2</sub>) by using triphenylphosphine (PPh<sub>3</sub>) and nitric acid (HNO<sub>3</sub>), respectively. These dopings would be based on charge-transfer phenomenon between the solution and WSe<sub>2</sub> and the doping concentration can be adjusted by controlling concentration of PPh<sub>3</sub> solution and HNO<sub>3</sub> solution. The proposed doping methods can be used to make multi-valued logic devices with double-peaked that can be applied to future multi-valued logic circuits.

**Keywords :** Charge transfer, TMD, Fermi level

TF-P049

## Negative Differential Transconductance Device For Multi-Valued Logic based on the Tungsten Diselenide / Tungsten Ditelluride Heterojunction

Hogeun Ahn\*, Jin-Hong Park\*

Sungkyunkwan University

MVL circuits is capable of expressing more than three states ('0', '1', and '2'). Therefore, MVL circuits need fewer number of devices to handle same amount of data, leading lower power consumption. Here, we demonstrate devices based on the tungsten diselenide/tungsten ditelluride ( $\text{WSe}_2/\text{WTe}_2$ ) van der Waals heterostructure, featuring the negative differential transconductance (NDT) phenomenon. In this NDT device, NDT phenomenon is realized by modulating the voltages between metal electrodes to control current flow. The proposed NDT device is expected to enable lower power consumption.

**Keywords :** Negative Differential Transconductance, Multi-Valued Logic, Heterojunction

TF-P050

## High-Performance Anti-Ambipolar WSe<sub>2</sub>—MoS<sub>2</sub> Heterotransistors

Hogeun Ahn, Jin-Hong Park

Sungkyunkwan University

Van der Waals (vdW) p—n heterojunctions formed by two-dimensional nanomaterials show many physical and delivery properties to enable future electronic and optoelectronic devices. The channel conductance reaches its local maximum at a specific gate bias, as opposed to typical V-shape transfer curves of regular ambipolar devices. This behavior is therefore called anti ambipolarity, which was observed in 2D p—n heterostructures made of WSe<sub>2</sub>—MoS<sub>2</sub>. The anti-ambipolar property brings important advantages to enables both positive and negative transconductance in a single device.

**Keywords :** TMD, Multi-valued logic, Heterostructure

TF-P051

## Drain bias independent negative differential transconductance (NDT) Characteristic in vdW heterostructure device

Je-Jun Lee<sup>1</sup>, Jin-Hong Park<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

<sup>2</sup>Department of SKKU Advanced Institute of Nano Technology (SAINT), Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

Beyond binary logic system with conventional complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS), multivalued-logic which has two or more threshold voltage is considered as one of approach to future electronics due to low interconnection loss than binary logic system. To achieve this goal, we fabricated WSe<sub>2</sub>/SnS<sub>2</sub> heterostructure based device that represents NDT behavior with high peak-to-valley ratio (PVCR) of 10<sup>6</sup> and less dependence of peak position on sweep direction and drain voltage bias

**Keywords :** 2d materials, negative differential transconductance



TF-P052

## Transfer Characteristics Comparison of HfO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Deposited InGaZnO Thin Film Transistors

Jongyoon Lee<sup>1</sup>, Byoundeog Choi<sup>2\*</sup>

Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

Transfer characteristics of indium-gallium-zinc-oxide thin film transistors (IGZO TFTs) using HfO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as gate dielectrics were identified. We confirmed that the subthreshold swing of the TFTs with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.68 V/decade) is lower than that of TFT with HfO<sub>2</sub> (1.27 V/decade). Also, TFT with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> has higher saturation mobility ( $\mu_{sat}$ ) (7.56 cm<sup>2</sup>/Vs) than TFT with HfO<sub>2</sub> (2.12 cm<sup>2</sup>/Vs) even though HfO<sub>2</sub> has higher dielectric constant. Because Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> IGZO has lower  $N_T$  ( $5.58 \times 10^{12}$  cm<sup>-2</sup>) than that of HfO<sub>2</sub> devices ( $1.8 \times 10^{13}$  cm<sup>-2</sup>) the carrier scattering in the IGZO channel can be reduced.

**Keywords :** IGZO, High-k, Gate dielectric, HfO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

TF-P053

## 반도체공정에서 발생하는 오염입자 실시간 측정을 위한 광 산란 방식 고효율 진단 시스템 개발 및 평가

김종호<sup>1,2</sup>, 문지훈<sup>2</sup>, 강상우<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>과학기술연합대학원대학교 측정과학, <sup>2</sup>한국표준과학연구원 첨단측정장비연구소

반도체 공정에서 발생하는 오염입자는 전 공정 마지막 단계에서 wafer full inspection 방식을 통해 관리되었다. 이 방식은 정확한 측정이 가능하지만, lot-to-lot 방식의 비 실시간방식이기에, 첨단반도체공정관리를 위한 wafer-to-wafer 방식의 실시간 진단 센서 개발이 현장 중심으로 요구되고 있다. 본 연구에서는 최적화된 광학계와 입사광을 스캐닝 할 수 있는 모듈을 적용한 실시간 진단시스템을 개발하여 기존 측정 센서 대비 우수한 성능의 시스템을 개발하였다 (26% 효율 @100 nm). 또한, 기존 측정 센서의 가장 큰 단점인 짧은 사용 주기를 향상시키기 위한 오염방지 모듈을 개발하였으며, 평가 결과 사용 주기가 약 10배 상승하였다.

**Keywords :** Contamination particle, Real-time monitoring, Light scattering, Semiconductor process monitoring

TF-P054

## Electron beam patterning with Vertically Aligned CNTs (C-beam) for next generation lithography

Alfi Rodiansyah<sup>1</sup>, Kyu Chang Park<sup>2\*</sup>

Department of Information Display, Kyung Hee University

Lithography is an important technique that has been widely used in micro-nano electronics. In this study, we demonstrated vertically aligned carbon nanotube emitters (C-beam) as electron beam lithography to prepare patterns into the self-assembled monolayers (SAMs) on silicon substrate. Herein, we accomplished the C-beam diode technique to make patterns on Octadecyl trichlorosilane (OTS) as SAMs that coated on silicon substrate. We used 0.01 mA as current exposure with the 20 s time exposure. We conducted the water contact angle measurement to investigate the surface changing on the OTS. We found that there are reduction of water contact angle of OTS after exposure by C-beam. The water contact angle changed from 104.9° (as deposited OTS) to 62.9° after exposure by C-beam. Furthermore, after exposure, the silicon patterns generated by wet etching used KOH. The effect of electron bombarded into SAMs has made some opening site that made some patterns appears after silicon etching. By this accomplishment, we can consider to utilize C-beam as new generation for electron beam lithography.

TF-P055

## Far UVC lighting with carbon nanotube based electron beam (C-beam)

Sung Tae Yoo, Kyu Chang Park\*

Department of Information Display, Kyung Hee University

Research on mercury-free light sources has been underway as mercury regulations have progressed due to environmental problems. Ultraviolet light emitting diodes (UV-LEDs) are one of the alternatives, but research in the UV region has major obstacles [1]. UV-LEDs require complex epitaxial growth processes, especially in the deep UV range, a major problem is the low efficiency due to the deep UV light absorption of AlGaIn and the dislocation due to mismatch of epitaxial layers and substrate. Many studies are underway to overcome these issues and most promising technique is UV light generation using cold cathode electron beam (E-beam). Compared with UV-LEDs, E-beam has advantages [2]. E-beam pumping technology has simple structure and manufacturing procedure. UV light sources using E-beam are advantageous as areal light sources, and unlike UV-LEDs as point light sources, it can be manufactured as a large light source. As one of the E-beam technologies, we introduce carbon nanotube based cold cathode electron beam (C-beam).

Cold cathode electron beams are being studied for next-generation vacuum nano-electronic applications, and among the cold cathode electron beams, C-beam is the most promising electron source candidates. Various UV light sources were developed by irradiating C-beam to various anode materials such as SrB<sub>4</sub>O<sub>7</sub>:Eu phosphor, Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, Sapphire, and AlGaIn multi-quantum wells [3]-[6]. We synthesized vertically aligned CNT emitters with homemade plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) and used it as an excitation source to generate UV light. For UV light generation, triode structure is used and wide band gap material that generates UV light is used for the anode. In this presentation, we report on the UV generation in a wide wavelength range from 363 nm to 226 nm by C-beam irradiation.

**Keywords :** Carbon nanotube, C-beam, Ultraviolet, Field electron emission

TF-P056

## Fabrication and Performance of X-ray tube with CNT based Electron Beam (C-beam)

Yi Yin Yu, Kyu Chang Park\*

Department of Information Display, Kyung Hee University

Modern x-ray imaging techniques require more finer resolution and dose reduction for early diagnosis of diseases and safety regulation respectively. Currently available x-ray sources are based on thermionic electron emitters which emit electron when they are heated over 2000 K. Therefore, the emitters are susceptible to oxidation and it degrades x-ray tube lifespan. In addition, the emitted electron beam has wide beam divergence hence, additional electrodes are required to focus the beam on anode target. Besides fast switching of x-ray radiation from thermionic emitters is impossible due to its inherent electron emission mechanism.

Field emission phenomena and the principles are intensively studied due to its extraordinary electrical properties. Among them, vertically align carbon nanotubes (VACNTs) are prominent cold cathode candidates owing to their ballast electron transport characteristics and free-standing structure which is easy to maximize electric field strength to the emitters.

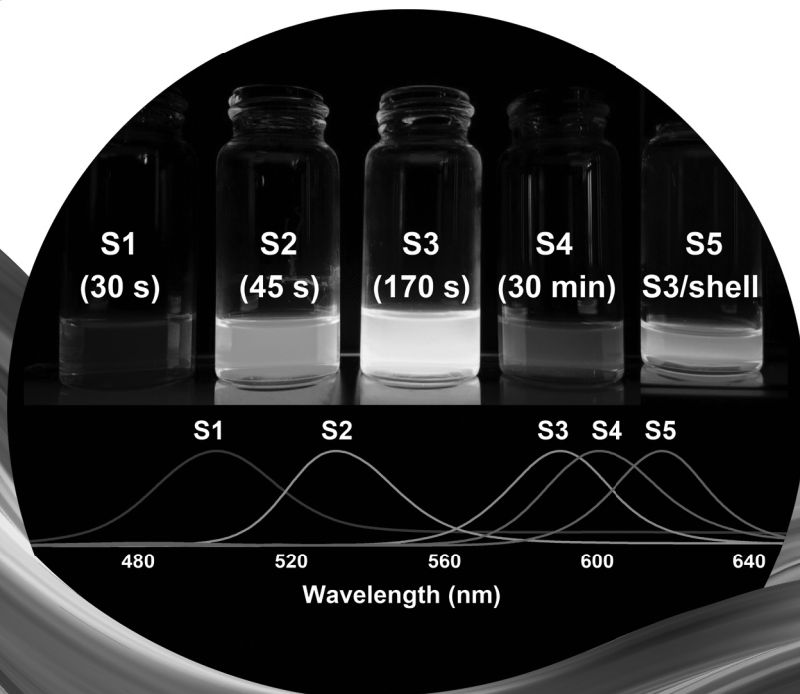
The authors report on triode configuration e-beam module fabrication process and their electrical characteristics for the purpose of x-ray tube applications. Furthermore, a reflection type of glass sealed x-ray tube also fabricated with our c-beam module. The tube properties such as I-V curves, dose rate and focal spot size were evaluated and compared to that of conventional thermionic one. The authors believe that our cold cathode employed x-ray tubes are viable for high resolution medical imaging and dose reduction thanks to their narrow beam divergence and capability of instantaneous switching respectively.

**Keywords :** VACNTs, C-beam, triode configuration, x-ray tube, field electron emission

⋈ 구두발표

# 나노과학 및 바이오인터페이스

2월 5일(금) 09:30-10:50 | 좌장 : 권오석 (한국생명공학연구원)



NF-001

## A Study on DNA Computing for Efficient Digital Data Information Storage

이의진, 김문일\*

한국생명공학연구원

DNA computing uses DNA as a medium for calculation and storage. And DNA can store enormous amounts of data compared to conventional computers. We developed a simple and reliable method that can convert and store data stored in a computer language into DNAs. The integrity of the DNA sequence encoded by the digital data was confirmed under conditions that accelerated time. It will be a method to solve problems such as repetition sequence and GC ratio occurring in the encoding process for storing DNA information.

**Keywords :** DNA, DNA computing, data storage, data algorithm

NF-002

## YOLK-SHELL TYPE GOLD NANOAGGREGATES FOR CHEMO- AND PHOTOTHERMAL COMBINATION THERAPY OF DRUG-RESISTANT CANCERS

Hyun-Seok Choe<sup>1</sup>, Min Joo Shin<sup>2</sup>, Jae Ho Kim<sup>2\*</sup>, Jae-Hyuk Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical and Environmental Engineering, Pusan National University, Busan 46241, Korea

<sup>2</sup>Department of Physiology, School of Medicine, Pusan National University, Yangsan 50612, Korea

A yolk-shell structured silica nanocapsule encapsulating aggregated gold nanospheres (aAuYS) was developed for the photothermal therapy on cell death of drug-resistant ovarian cancer in vitro and in vivo. Furthermore, chemo- and photothermal combination therapy using doxorubicin and aAuYS synergistically inhibited the in vivo tumor growth of doxorubicin-resistant A2780 cells in a xenograft transplantation model.

**Keywords :** gold nanoaggregates, chemo-photothermal therapy, yolk-shell structures, drug resistance, ovarian cancer



NF-003

## Real-time detection of geosmin using aptamer based GFET

Sung Eun Seo, Oh Seok Kwon

Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

As the earth's temperature rose, the occurring of algae increased. Subsequently, a large number of bacteria grew from algae and cyanobacteria can produce geosmin and 2-MIB. Geosmin is similar to earthy taste when it rains, and human sense of smell is very sensitive to geosmin and starts to smell from 5 ppt. Therefore, in this study, a field-effect transistor using graphene, geosmin was successfully detected with a high sensitivity of 0.01 ~ 0.1 nM in the sample solution. Our approach can be applied to detect harmful substances in various water sources.

**Keywords :** Water pollution, geosmin, GFET, real-time monitoring

NF-004

## Ideal Amorphous Indium-Gallium-Zinc Oxide Schottky Contact via Defect-Induced Physical Interface Modifier

Donggun Lee, Youn Sang Kim<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Program in Nano Science and Technology, Graduate School of Convergence Science and Technology, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

<sup>2</sup>School of Chemical and Biological Engineering, College of Engineering, Seoul National University, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

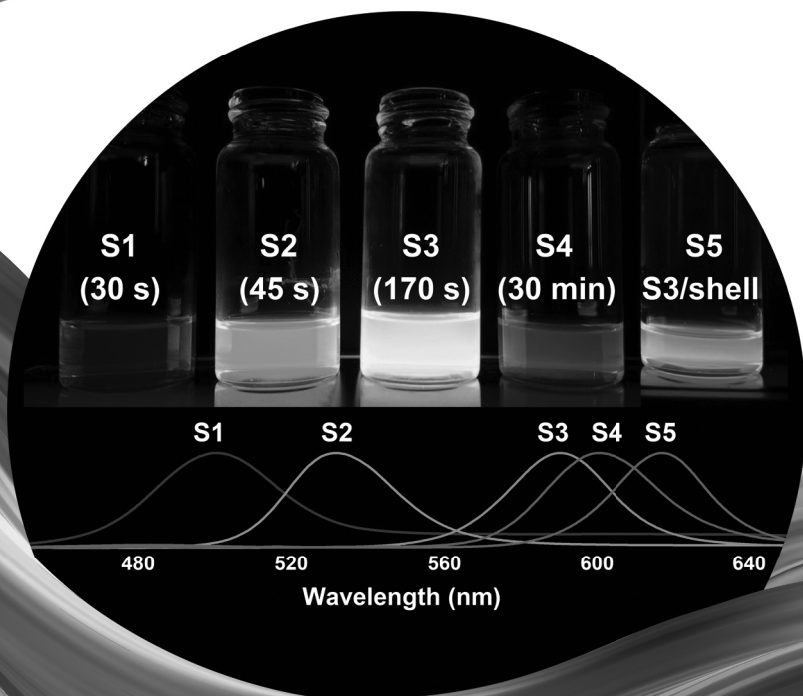
<sup>3</sup>Advanced Institutes of Convergence Technology, 145 Gwanggyo-ro, Yeongtong-gu, Suwon 16229, Korea

The amorphous indium-gallium-zinc oxide (IGZO) Schottky contact is widely demanded for switching/sensing purpose electronic devices. [1] However, noble metal/IGZO Schottky contact often induces chemical reaction at the interface between the noble metal and IGZO. [2] Here in, we present a new approach to form the ideal Schottky contact via defect-induced physical interface modification (DIPIM). This defect-induced physical interface modifier enables a high-quality IGZO growth with reduced oxygen vacancies at the interface, improving Schottky properties such as rectification ratios and ideality factor.

**Keywords :** Amorphous IGZO, Noble metal/IGZO Schottky contact, Interface XPS, Interface modification

## :: 포스터발표

# 나노과학 및 바이오인터페이스



NT-P001

## Transparent wearable heater based on copper mesh/poly(vinyl alcohol) film

Dong-In Choi<sup>1,2</sup>, Han-Jung Kim<sup>1</sup>, Yoonkap Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Gumi Electronics and Information Technology Research Institute,

<sup>2</sup>Kumoh National Institute of Technology

투명유연 히터에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 연구에서는 Lift-off/Etching 공정 없이, Cu micromesh 구조물을 PVA 기판 위에 인쇄하여 투명 히터를 제작하고 그 성능을 조사하였다. 제작된 금속 투명 히터는 ITO와 FTO glass 대비, 우수한 광학적·전기적 성능을 보였으며, 기판 두께가 얇을수록 빠른 열적 응답특성을 보였다. 이를 통해, 기판 두께가 최적화된 금속 기반 고성능 투명 히터는 센서용 히터, 소프트 액츄에이터 등에 적용이 기대된다. This work was supported by the Technology Innovation Program (20006408) funded by the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

**Keywords :** Transparent heater, Transparent electrode, Metal mesh

NT-P002

## 태양광 활용 탄소 기반 나노 촉매로써 안트라퀴논 결합 카본닷 개발 및 과산화수소 생성: 촉매표면기의 역할규명

이도연, 김형일\*

연세대학교 건설환경공학과

광촉매활용  $H_2O_2$  생산공정은 물, 산소, 빛을 주로 필요로 한다는 점에서 친환경적 에너지 기술임. 본 연구에서는 탄소나노물질인 카본닷(Carbon-dot, CD)의 광특성을  $H_2O_2$  생산 분야에 최초 적용하였으며, CD는 전자 공여체가 부재한 경우에도 높은 광활성도를 보임. 이를 표면 분석을 통해 산소 환원 반응(ORR)에 대한 CD 내 카르복시기와 퀴논기의 전자/양성자 주개 특성을 증명함. 또한 CD와 안트라퀴논(AQ)을 결합해, 광전환 ORR 반응에 대한 동시 기능화를 통해 광활성도를 향상시킴. 본 연구는  $H_2O_2$  생산용 광전환 탄소기반 나노촉매로써 CD 활용 및 표면개질 가능성을 최초로 시사하여, 나노과학 분야에서 중요성 및 의의를 가짐.

**Keywords :** 과산화수소, 안트라퀴논, 카본닷, 태양광전환나노촉매

NT-P003

## Characterizing Individual Force of Actomyosin via Analysis of Cellular Traction Forces on Nanopillars

Jihun Kang<sup>1,2</sup>, Young-Shik Yun<sup>1,2</sup>, Eun-Hye Kang<sup>3</sup>, In-Sik Yun<sup>3</sup>, Jong-Souk Yeo<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>School of Integrated Technology, Yonsei University, Incheon, Korea

<sup>2</sup>Yonsei Institute of Convergence Technology, Yonsei University, Incheon, Korea

<sup>3</sup>Department of Plastic and Reconstruction Surgery, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, Korea

Cellular traction forces (CTFs) are essential factors for various cell behaviors. However, previous studies have not completely identified the relationships between cellular traction forces and cell behaviors. Herein, human adipose-derived stem cells (hASCs) were cultured on polyurethane (PUA) nanopillars, and their interactions were observed with a scanning electron microscopy. With the analyses, the individual force of spring-like actomyosin was characterized by calculating CTFs on each nanopillar. Then, the relationships between the forces of actomyosin and cellular behaviors were proposed.

**Keywords :** actomyosin, cellular traction force, human adipose-derived stem cell, nanopillar

NT-P004

## Electrical Characteristics of Te-based Ovonic Threshold Switching Devices by Post-Deposition Annealing

Chaebin Park<sup>1,2</sup>, Sang-Heon Park<sup>1,2</sup>, Jong-Souk Yeo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>School of Integrated Technology, Yonsei University, Incheon, Korea

<sup>2</sup>Yonsei Institute of Convergence Technology, Yonsei University, Incheon, Korea

While chalcogenide-based Ovonic Threshold Switching (OTS) devices are receiving interests for next-generation memory, their low selectivity due to high off-current remains a major concern. Here, we investigate the effect of post-deposition annealing on the electrical characteristics of Te-based OTS device. Based on Poole-Frenkel model, annealing is expected to reduce defects and unsaturated bonds within amorphous OTS film, reducing trap density and leading to lower off-current. This work aims to verify such correlation between post-deposition treatment and electrical performance of OTS device.

**Keywords :** Ovonic Threshold Switching (OTS), Annealing, Poole-Frenkel model

NT-P005

## Methylene Blue Reported Electrochemical Aptasensor for Dopamine Detection

Sang-Heon Park<sup>1,2</sup>, Jihye Lee<sup>1,2</sup>, Jong-Souk Yeo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>School of Integrated Technology, Yonsei University, Incheon, Korea

<sup>2</sup>Yonsei Institute of Convergence Technology, Yonsei University, Incheon, Korea

Dopamine (DA) is a neurotransmitter molecule with functions in the neuronal signal transduction. We developed aptamer based electrochemical biosensing of methylene blue (MB) as redox labels. MB-anchored aptamer probe can be forced to dissociate from the interface after structure-switching of the aptamer by combining with DA. Moreover, the LTCC chip with screen printed gold electrodes showed a high stability and great resistance against gold degradation over cycles, enabling specific detection of DA with long-term reliability.

**Keywords :** Dopamine (DA), Electrochemical Aptasensor, Low-temperature co-fired ceramic chips (LTCC), Biosensing



NT-P006

## Optimization of Slice-and-View Technique in Conductive Atomic Force Microscopy to Identify Nanoscale Switching Region in Chalcogenide Thin Film

Young-Min Kim<sup>1,2</sup>, Sang-Heon Park<sup>1,2</sup>, Yoongu Lee<sup>1,2</sup>, Jong-Souk Yeo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>School of Integrated Technology, College of Engineering, Yonsei University, Incheon, Korea,

<sup>2</sup>Yonsei Institute of Convergence Technology, Yonsei University, Incheon, Korea

Understanding the switching mechanism of Ovonic threshold switch (OTS) is necessary to improve device performance. It is hard to observe the switching region since it is usually localized in nanoscale dimension. To elucidate switching phenomenon, slice-and-view technique using conductive atomic force microscopy (C-AFM) is a direct approach as an advanced analysis technique. This can help us identify localized switching region by measuring the current using a nanoscale tip. Process conditions such as slice depth and pressure can be optimized for analysis to provide insight on OTS mechanism.

**Keywords :** Ovonic threshold switch (OTS), Conductive Atomic Force Microscopy (C-AFM), Chalcogenide thin film, Slice-and-Scan method

NT-P007

## Multidimensional Conducting Polymer Nanofiber Membrane Conjugated with Human Dopamine Receptor for Early Dopamine Detection

Jai Eun An, Oh Seok Kwon\*

Infectious Disease Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB)

Dopamine plays the important role as a neurotransmitter and a local chemical messenger. The dysfunction of dopamine can cause serious illness such as Alzheimer's and Parkinson's disease. We present a high-selective and sensitive rapid real-time response ( $<2$  s) with high selectivity and sensitivity performance with detection limit of 100 fM novel human dopamine receptor (hDRD1) conjugated with multidimensional conducting polymer nanofiber (NF) membrane for dopamine detection which can assimilate in to a poly(dimethylsiloxane)-base microfluidic system high performance in the large scale.

**Keywords :** human dopamine receptor, dopamine sensor, multidimensional nanostructures, nanofiber membrane, neurotransmitter

NT-P008

## ZnO 나노구조체의 합성 및 크기에 따른 광촉매 특성 비교

허성균, 이병주, 이우영, 조성일, 정구환\*

강원대학교 신소재공학과

본 연구에서는 ZnO 나노구조체의 크기를 제어 합성하고, 이들의 광촉매 특성을 비교 평가하였다. 합성원료는 구형의 Zn 분말을 이용하였으며, 산소와 질소의 혼합 가스를 이용하여 플라즈마를 발생시켰고, 플라즈마 인가전력 및 생성물의 포집위치에 따라 샘플을 구분하였다. 생성된 ZnO는 테트라포드 형상이었으며, 포집위치에 따라 지름 100~500 nm 정도의 크기 변화가 발생함을 알 수 있었다. 메틸렌블루 용액을 이용하여 각 생성물에 대한 광촉매 특성을 분석한 결과, ZnO의 크기가 클수록 우수한 광촉매 특성을 보이는 것으로 확인되었다.

**Keywords :** 대기압 마이크로웨이브 플라즈마, tetrapod ZnO, 크기제어 합성

NF-P001

## Covalently Functionalized Graphene Field-Effect Transistor for Gram-Negative Bacteria detection

최홍식, 이연경, 김다정, 문청원, 이성민, 임홍섭, 박철순\*

대구경북첨단의료산업진흥재단(DGMIF)

Recently, some works have reported that the formation of covalent directional  $\sigma$ -bonded C-substrate, from metals to carbon materials, provides stability and functionality of the surface of materials. Among them, oligo(phenylene ethynylene) (OPE) molecule is an effective candidate to protect the surface of the various materials with extreme conditions. Using its stability properties of the OPE-modified graphene, we synthesized a novel OPE derivative and was functionalized on CVD graphene, which improved field-effect transistor (FET) sensor for the selective detection of Gram-negative bacteria.

**Keywords :** CVD Graphene, Chemical Functionalization, Field-Effect Transistor, Gram-Negative Bacteria

NF-P002

## A Non-enzymatic Glucose Sensor using Diboronic Acid Fluorophore Conjugated by Interfacial Polymerization

최홍식, 이연경, 이성민, 문청원, 김다정, 임홍섭, 김중현\*, 박철순\*

대구경북첨단의료산업진흥재단(DGMIF)

Photophysical analysis of sweat using soft substrates on skin could provide a novel route for noninvasive glucose monitoring without painful blood collection as well as without using unstable GOx, which reacts specifically with glucose. Here, we designed and synthesized the novel glucose-stimulated fluorescent materials composed of diboronic acid as a glucose-recognition sites then fabricated fluorescent polymer chip on soft substrates with uniformity. The fabricated polymer-based fluorescence chips were successfully monitored to glucose concentrations in sweat.

**Keywords :** Non-enzymatic glucose sensor, Diboronic acid molecular fluorescence recognition, Surface polymerization

NF-P003

## A simple colorimetric paper sensor for sensitive sensing of miRNA

Jieon Lee\*, Seungmin Park

Korea Institute of Toxicology

MicroRNAs (miRNAs) are short single stranded non-coding RNAs, which have emerged as promising next-generation biomarkers of diverse diseases. In this study, we established a facile paper sensor using graphene oxide (GO) for highly sensitive colorimetric miRNA detection. The proposed strategy is fundamentally based on two principles: 1) peroxidase-mimicking DNAzyme (Dz) mediated double-amplified colorimetric assay in response to target miRNA and 2) GO mediated simple blotting method. This sensor allows clear visualization of the target at sub-nanomolar levels with the naked eye.

**Keywords :** microRNA, graphene oxide, DNAzyme, signal amplification, paper sensor

NF-P004

## Fast and sensitive hydrogen peroxide monitoring strategy based on a graphene field effect transistor (G-FET) integrated with cytochrome C

Seon Joo Park, Oh Seok Kwon\*

Infectious Disease Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB),  
Daejeon, Korea

Hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ), a representative reactive oxygen species (ROS), plays various roles in physiological processes, including cellular signaling, where it regulates cell growth, immune activation, and apoptosis. Moreover, it has been associated with several bodily disorders, such as neurological disorders, atherosclerosis, cancer, and Alzheimer's disease. Therefore, rapid and sensitive detection of  $H_2O_2$  is very important for trace ROS.

Herein, we present a highly sensitive graphene field-effect transistor (G-FET) sensor integrated with cytochrome C for  $H_2O_2$  detection (LOD 100 fM).

**Keywords :** Hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ), reactive oxygen species (ROS), graphene field-effect transistor (G-FET) sensor

NF-P005

## DNA fluorescence switching system for constructing DNA memory chip

Hoang Hiep Nguyen<sup>1,2</sup>, Moonil Kim<sup>1,2\*</sup>

Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

The potential effectiveness of fluorescence switching-based optical encoding system is presented with a series of wet experiments, in which rewriting and randomly accessing of data was successfully achieved on a microfluidic chip. As a combination of biology and computer science, our method offers not only an alternative for information storage device but also an approach to overcome the obstacle of current existing read-only encoding methods. Besides, with the use of fluorescence switching and DNA manipulation techniques, the current approach eliminates the need for expensive and bulky sequencing machinery as well as error-prone long DNA strand synthesis, and allowed for simple and easy error handling of data. Although this study demonstrated a minuscule amount of encoded text data, at least it is demonstrated that a DNA-based fluorescence switching system could be potentially useful to fabricate a rewritable and randomly accessible digital information storage device on microfluidic chip platform.

**Keywords :** DNA, data storage, fluorescence switching, strand displacement, microfluidic chip



NF-P006

## Recombinant Angiotensin-converting enzyme 2(ACE2) as a potential material for detecting coronavirus (COVID-19)

Siyoun Ha, Oh Seok Kwon\*

Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology (KRIBB)

The ACE2 is an appear target for the spike S1 protein on Coronavirus specifically SARS-CoV and SARS-CoV-2. The expression of ACE2 in cortical neurons and glials makes them susceptible to SARS-CoV and CoV-2 attack, a possible basis for the occurrence of olfactory syndrome and neurological deficits seen in COVID-19. When the Spike S1 protein binds to the enzymatic domain of ACE2 on the cell surface, viruses and enzymes are transfected into the cell. Based on this, the objective of this study was to test the antigenic potential of the recombinant ACE2 protein for subsequent use in diagnostic test

**Keywords :** ACE2, COVID-19, recombinant protein, biosensor

NF-P007

## Applications of positron beams produced from radio-isotopes to atomic size defect analysis

김재홍

기초과학연구원

Real-world materials do not have exactly uniform properties throughout; all materials contain various defects in which the properties are substantially different from that in the rest of the material. Recently positron beams are to be promised a very powerful probe for observing submicroscopic defect structures. Positrons in materials have specific lifetimes that are governed by the electron density in the material; the higher the electron density, the shorter the positron lifetime. The application of positrons and its source (radio-isotope) to atomic size defect study will be reviewed.

**Keywords :** nano defect, electron density, positron, lifetime

NF-P008

## Development of N-Heterocyclic Carbene Ligands Conjugated receptonics for Biosensors

Jinyeong Kim, Oh Seok Kwon\*

Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

N-Heterocyclic carbenes as a novel class of ligands have appeared particularly relevant for the stabilization and functionalization of the surface of materials. Through the physiochemical stability of the NHCs, we synthesized novel NHC derivatives connecting the functional groups as an amine, acid, and azide at the end of the molecule, which were able to stably link with bio-receptors as well as improve sensor performance and reproducibility. The NHC-nanohybrids are stable in diverse aqueous solutions in the wide range of pH and in 0 – 1000 mM electrolyte solutions, at high and low temperature.

**Keywords :** N-Heterocyclic carbene, Thiol, Surface Functionalization, Gold Nanoparticle, Biosensors

NF-P009

## Development of electrochemical sensor for using as bacteria – on – a chip

오지원, 윤옥자\*

중앙대학교

Development of electrochemical  $H_2O_2$  sensor for using as bacteria – on – chip is important for antibiotic drug susceptibility-resistance test. An electrochemical  $H_2O_2$  sensor was developed using composite of alginate/water-soluble prussian blue/bacterial cellulose coated by reduced graphene oxides (A/s-PB/BC coated rGOs) on carbon screen printed electrodes. In Antibiotic drug susceptibility-resistance test, the amount of electrochemical  $H_2O_2$  was measured by using Escherichia coil (E. coil) and Kanamycin-resistant E. coil. This work was supported by NRF-2018R1D1A1B07050778

**Keywords :** Antibiotic drug susceptibility-resistance test, Bacteria – on – chip, Electrochemical  $H_2O_2$  sensor, biomedical application, environmental applications

NF-P010

## Plasma-assisted fabrication of manganese oxide-gold hybrid nanoparticles

Linh Nhat Nguyen, Nagendra Kumar Kaushik, Eun Ha Choi\*

Department of electrical and biological physics, Kwangwoon University, Seoul 01897, Korea

In this study, we design hybrid nanoparticles of Manganese oxide- gold ( $\text{MnO}_2\text{-Au}$ ), which possesses enzyme-like characteristics of GOx ( $\text{MnO}_2$ ) and CAT (AuNPs) by using plasma-assisted synthesis method. Cold atmospheric plasma triggers the chemical reactions that lead to the formation of the  $\text{MnO}_2\text{-Au}$  NPs. The manganese dioxide ( $\text{MnO}_2$ ) would react with  $\text{H}_2\text{O}_2$  and acid to generate  $\text{O}_2$ . Meanwhile, the generated  $\text{O}_2$  can be further consumed by GOx-like AuNPs to decompose glucose and produce  $\text{H}_2\text{O}_2$  again. The plasma-synthesized  $\text{MnO}_2\text{-Au}$  NPs is a potential candidate for starvation therapy.

**Keywords :** Plasma synthesis, Manganese Oxide, Gold nanoparticles, Starvation therapy

NF-P011

## Structural coloration of the quasi-ordered inverse opal nanostructures fabricated by infiltrating $\text{Al}_2\text{O}_3$ into nanoparticle arrays

지승묵<sup>1</sup>, 문승환<sup>1</sup>, 강지훈<sup>1</sup>, 전덕진<sup>1</sup>, 김진희<sup>2</sup>, 여종석<sup>1</sup><sup>1</sup>연세대학교, <sup>2</sup>국립생태원

In this work, we demonstrate bright blue structural coloration via quasi-ordered inverse opal nanostructures (IONs) made with  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . The IONs are manufactured by penetrating  $\text{Al}_2\text{O}_3$  into polymeric nanoparticle arrays with an atomic layer deposition (ALD) and subsequent burning inside an electric furnace at 500°C for 4 hours. Polymeric nanoparticle arrays exhibit magenta due to size-dependent optical scattering, while the IONs show the light blue color, which is consistent with computational simulations.

**Keywords :** Structural color, Inverse opal, Atomic layer deposition

NF-P012

## PEGylated graphene oxide-based colorimetric sensor for recording temperature

이지언, 김우근

Korea Institute of Toxicology

Here, we established a polyethylene glycol-functionalized graphene oxide (PEG-GO)-based colorimetric thermosensor using guanine (G)-rich DNAzyme (Dz) and peptide nucleic acid (PNA). The Dz served as a DNA template for thermosensitive nanostructures and as catalytic DNA for colorimetric assays. Using the combination of PNA and PEG-GO, we were perfectly able to control the peroxidase like activity of Dz in a thermosensitive manner, resulting in colorimetric visualization of temperature. The programmable Dz/PNA structure with PEG-GO enabled sensitive, rapid, temperature-dependent responses.

**Keywords :** Pegylated graphene oxide, peptide nucleic acid, DNAzyme, Thermosensor, temeperature detection

NF-P013

## Colorimetric Virus Detection Using CRISPR/dCas9

문정<sup>1,2</sup>, 정주연<sup>1\*</sup>, 박현규<sup>2\*</sup>, 강태준<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology<sup>2</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology

Viruses have been a continuous threat to human beings. We report a colorimetric viral detection method based on the clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPR)/Cas9 endonuclease dead (dCas9) system.

Using the developed method, we successfully identified SARS-CoV-2, pH1N1, and pH1N1/H275Y viruses by the naked eye. Moreover, the detection of viruses in human nasopharyngeal aspirates and sputum was demonstrated. Finally, clinical samples from COVID-19 patients led to a successful diagnosis. We anticipate the current method can be employed for the diagnosis of viruses.

**Keywords :** SARS-CoV-2, COVID-19, drug-resistance, influenza virus, CRISPR/dCas9, colorimetry



NF-P014

## 3D프린팅 기법을 이용한 맞춤형 플라즈모닉 환경 센서

장민수<sup>1</sup>, 박형규<sup>1</sup>, 권준형<sup>1</sup>, 김원근<sup>2</sup>, 이종민<sup>3</sup>, 오진우<sup>1</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 나노에너지공학과, <sup>2</sup>부산대학교 나노융합기술학과, <sup>3</sup>부산대학교 Bio-IT 융합연구소

플라즈모닉 기반 환경 센서는 반도체 공정에 기반을 두고있어 대량생산에는 유리하지만 목적에 따라 다양한 변화를 주기 어렵다. 하지만 환경 오염 요인은 날이 갈수록 다변화되고 있으며 목적에 따라 변화하는 공간적 위치 조건도 고려하여야 한다. 따라서 환경 오염 요인을 감지하는 환경 센서 또한 다양한 조건을 만족하여야 한다. 이에 본 연구에서는 3D 프린팅 기술을 접목하여 플라즈모닉 환경 센서를 제작하였으며, 특히 박테리오파지 도입을 통해 특이 대상 물질에 대한 선택성을 증가시켰다. 박테리오파지, 금속 나노 입자 혼합물이 기판을 안정적으로 프린팅하고 플라즈모닉 특성을 분석해 신호가 정상적으로 검출되는지 확인하였다.

**Keywords :** 환경 센서, 플라즈모닉 센서, 3D print

NF-P015

## Development of a novel Antibody-Mediated SERS Immunoassay for Drug-Resistant Influenza Virus

Hyunju Kang<sup>1</sup>, Juyeon Jung<sup>1,2\*</sup>, Taejoon Kang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Bionano Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon 34141, Korea

<sup>2</sup>Department of Bioengineering, University of Science and Technology (UST), Daejeon 34113, Korea

1. The novel antibody had a KD of 72.74  $\mu$ M for wild-type NA and 32.76 pM for H275Y NA, suggesting that it can distinguish drug-resistant influenza virus.
2. The novel antibody has been applied to dot-blot, enzyme-linked immunosorbent assay, bare-eye detection, and lateral flow assay to demonstrate the specificity of the antibody to the drug-resistant virus.
3. We immobilized the antibody onto atomically flat Au nanoplate and Au nanoparticles, demonstrating the surface-enhanced Raman scattering (SERS)-based immunoassay for oseltamivir-resistant influenza virus in human nasopharyngeal samples

**Keywords :** influenza H1N1, antibody, biosensor, Surface-enhanced Raman spectroscopy, H275Y mutation, drug resistance, immunoassay

NF-P016

## Highly-sensitive Polypyrrole Nanotube Coupled Field-Effect Transistor for Stress Biomarker Detection

Chan Jae Shin, Oh Seok Kwon\*

Infectious Disease Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB)

Hormones and neurotransmitter, which are the stress biomarker in bodily fluids can imply one's physical and mental state along with the quality of life and health care. Here, we present a field-effect transistor (FET) platform for fast and highly sensitive cortisol detection based on conducting polymer (CP) nanotube (NT). Our FET showed detection limit of  $2.7 \times 10^{-10}$  M (100 pg/mL), with a dynamic range of  $2.7 \times 10^{-10}$  to  $10^{-7}$  M; it exhibited rapid responses ( $<5$  s). Thus, our approach can serve as an option to fast detection and also used for diagnosis of underlying stress-related disorders.

**Keywords :** stress hormone, nanotube, conducting polymer, cortisol, field-effect transistor

NF-P017

## Ultra Sensitive Nerve-Agent Chemiresistors with Carboxylic Acid-Functionalized Conducting-Polymer Nanotubes

Byeong Gon Kang, Jae Gwan Kang, Oh Seok Kwon\*

Infectious Disease Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB)

Organophosphates are powerful inhibitors of acetylcholinesterase and also important for nerve function. We demonstrate simply fabricated chemiresistive gas sensors using conducting-polymer polypyrrole (PPy) nanotube transducers which can recognize sub-ppb concentration (ca. 0.5 ppb) for dimethyl methylphosphonate (DMMP). Additionally, it was found that the sensitivity of the nanotube transducer depended on the degree of the carboxylic group. Our sensor array composed of 5 different transducers including carboxylated nanotubes exhibited excellent selectivity to DMMP.

**Keywords :** Organophosphates, chemiresistive, gas sensors, conducting-polymer polypyrrole, nanotube

NF-P018

## Fabrication of Indium tin oxide (ITO) film with semiconductor characteristics and utilization of biosensors

김대훈, 김형진

구미전자정보기술원

In this study, indium tin oxide (ITO) film with semiconductor properties was developed using RF sputtering system at room temperature. For the production of semiconductor characteristic ITO, conditions other than the ratio of oxygen and argon were fixed. The semiconductor characteristics of the ITO film were confirmed by measuring the I-V characteristic curve after thin-film transistor (TFT) fabrication. Additionally, the possibility of application as a biosensor was confirmed by measuring liver cancer biomarkers using the prepared ITO-TFT.

**Keywords :** Indium tin oxide(ITO), TFT, Biosensor

NF-P019

## 면역입자 응집에 의한 산란광 기반 면역진단용 플라스틱 미세유로 소자 개발

S.W. Woo<sup>1</sup>, D.I. Kwon<sup>2</sup>, J.H. Oh<sup>2</sup>, K. Kim<sup>3</sup>, H.S. Jung<sup>3</sup>, D.H. Kang<sup>1</sup>,  
K.O. Kim<sup>1</sup>, J.S. Yoon<sup>1</sup>, Y.E. Yoo<sup>1</sup><sup>1</sup>Korea Institute of Machinery and Materials, <sup>2</sup>Neo Nanotech, <sup>3</sup>Seoul National University

혈액이나 체액 혹은 음용수와 같은 시료에 대해서 세균, 바이러스 등에 의한 감염여부 혹은 특정 질병의 발병 여부를 나타내는 단백질 등의 대상체를 검출하기 위하여 특정 항체와의 특이적 결합인 면역반응을 이용한 진단 기술이 신속 진단을 위하여 개발되고 있다[1-4]. 이러한 면역반응 기반 진단은 신속한 진단이 가능하다는 장점이 있으나, 민감도의 한계로 대상체의 농도가 낮은 시료에 대해서는 검출이 어려운 등의 문제가 있다. 면역 진단의 민감도 향상을 위한 방법으로 특정 파장의 광 산란에 영향을 주지 않는 크기의 나노 입자에 항체가 고정된 면역입자를 시료와 혼합하여 시료 내의 대상체와 특이적으로 결합하여 응집시켜 산란광을 유도하여 측정하는 진단기술에 대한 연구가 미세유로를 기반으로 수행되어 높은 민감도의 진단 결과가 보고되었다[5]. 본 연구에서는 양산이 가능하도록 플라스틱 미세유로 소자를 사출성형 및 필름 접착을 통하여 제작하였으며, 진단 특성 분석을 위하여 면역반응에 의한 응집체를 모사할 수 있는 10 $\mu$ m 크기의 입자가 혼합된 현탁액을 0.1% ~ 0.01% 범위의 농도로 변화시켜 흘려주며 365nm ~ 385nm 파장의 LED를 조사하여 형성되는 산란광을 측정하여 입자가 혼합되지 않은 용액에 비하여 산란광 강도가 20% 정도 증가하는 결과를 얻었다. 광원으로는 광섬유에 LED가 연결된 fiber optic LED 및 렌즈가 적용된 LED chip을 사용하였으며, 산란광 측정은 photo-diode 및 spectrometer를 이용하였다. 이를 통하여 양산형의 미세유로 소자를 이용한 면역반응 응집에 의한 산란광 기반의 면역 진단이 가능함을 확인하였다.

**Keywords :** 면역진단, 미세유로, 면역입자, 산란광, 응집반응

NF-P020

## Bioelectronic tongue for sensing bitter tastes based on human bitter taste receptor proteins

Inwoo Yang<sup>1</sup>, Kyung Ho Kim<sup>2</sup>, Oh Seok Kwon<sup>2\*</sup>, Seung Hwan Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Hanyang University, <sup>2</sup>Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology University

Human taste receptors in their tongues recognize five tastes: sweet, umami, bitter, sour, and salty. These senses of taste play an important role in perception and sense. Among the tastes, bitter is important for determining food safety and in development of drugs in the pharmaceutical industry. Based on the sense of bitter taste, humans can avoid intake of spoiled and toxic foods. Reducing and masking the bitter taste can reduce the repulsion to pharmaceutical ingredients. Therefore, a detection system that mimics human bitter taste system has been required. In this study, we demonstrate the expression, purification, and reconstitution of human bitter taste receptors. Bitter taste receptor genes (hTAS2R10, hTAS2R16, hTAS2R46) were cloned into the bacterial expression vector system. The receptors were expressed in *Escherichia coli* and purified by interaction between polyhistidine tag and Ni-NTA columns. Then, the receptors were reconstituted using nanodisc (ND) technology. A graphene-based field effect transistor (FET) system was functionalized with the bitter taste receptor-embedded NDs. The bitter-taster receptors-based system detected their counterpart molecules with high sensitivity and selectivity. This system can mimic the human bitter taste system and be used in development of food, ingredient, and pharmaceuticals.

**Keywords :** G-protein coupled receptor, bitter taste receptor, Biosensor

NF-P021

## Microfluidic droplet platform for generating homogeneous gold nanomaterials

Young Jae Kim<sup>†</sup>, Ji Wook Choi<sup>†</sup>, Bong Geun Chung\*

서강대학교

We show the synthesis of homogeneous AuNPs using a droplet-based microfluidic chip for enhancing HRP-based ELISA signals. For stable generation of droplets, we optimized size of the droplets using computational simulation. Using optimized flow rate of oil, uniform droplets could be generated in a droplet-based microfluidic chip to generate continuous synthesis of the AuNPs. We also compared our droplet microfluidic-based synthesis method with a conventional batch method. With droplet-based microfluidic chips, narrower size distribution and higher reproducibility of the nanoparticles could be achieved due to fast mixing and high mass/heat transfer. Furthermore, we demonstrated that AuNPs synthesized by droplet-based microfluidic chips significantly enhanced the signal amplification of HRP-based ELISA compared to conventional batch synthesis. Therefore, this droplet-based synthesis system could be a powerful tool for gold nanoparticles-based biochemical sensing applications.

**Keywords :** Microfluidic chip, synthesis, droplet



NF-P022

## Wearable strain sensor based on plasma-induced wrinkles on elastomer

Nguyen Hoang Minh<sup>1,2\*</sup>, Kwanoh Kim<sup>1</sup>, Do Hyun Kang<sup>1</sup>, Yeong-Eun Yoo<sup>1,2</sup>, Jae Sung Yoon<sup>1,2\*†</sup>

<sup>1</sup>Dept. Nano Manufacturing Technology, Korea Institute of Machinery and Materials (KIMM)

<sup>2</sup>Dept. Nanomechatronics, Korea University of Science and Technology (UST)

There is an increasing demand for wearable and flexible devices since they are facile to be integrated in human body or clothes. Especially, wearable strains sensors are needed for monitoring human motion in real time. In this research, we report a simple process to fabricate colorimetric strain sensor that applied force results in human-eyes detectable color change. A polydimethylsiloxane (PDMS) stamp is pre-stretched then treated in plasma chamber to form periodic wrinkles on the stamp surface. Due to light diffraction on the wrinkles, PDMS stamps appear in a color at a fixed angle of view. The stamps shift from blue to red and become transparent when PDMS stamps are stretched. Moreover, the working range of sensor can be tuned by adjusting pre-stretched force. In addition, the effect of plasma treatment conditions on the profile of wrinkle patterns will be investigated. This real-time visual display of body motion strain sensors are highly potential for use in robots, and point of care applications.

**Keywords :** wrinkle, strain, sensor, polydimethylsiloxane (PDMS), flexible substrate

NF-P023

## High Performance Bioelectronic Nose for detecting the Liquid and Gaseous Cadaverine

김단아, 권오석

한국생명공학연구원

Cadaverine (CV), a small aliphatic diamine, acts as a strong repulsive odor to human. Herein, we developed the bioelectronic nose (BN) that allows the high-performance detection of CV with excellent stability in both aqueous and gas phases with a detection limit of 100 aM. The BN was fabricated by the oriented assembly of TAAR13c, which has high specificity to CV, onto the transistor with The nickel (Ni)-decorated carboxylated polypyrrole nanoparticle (cPPyNP) (Ni/cPPyNPs). It could provide the stable immobilization with highly uniform and efficient electrostatic gating effect.

**Keywords :** Cadaverine (CV), bioelectronic nose (BN), polypyrrole nanoparticle

NF-P024

## High-sensitive Dopamine Excytosis Aptasensor based on Polymer Nanotube Liquid-Ion Gated Field-Effect Transistor

Nayoung Kim, Oh Seok Kwon\*

Infectious Disease Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB)

In this study, we present a high-performing conducting polymer nanotubes (CPNTs) modified dopamine (DA) aptasensor composed of interdigitated microelectrodes (IMEs). The sensitivity and selectivity of this aptasensor were monitored using liquid-ion gated field-effect transistor where the minimum detection level (MDL) is 100 pM. The real-time response to numerous exogeneous release of DA levels showed similar to the standard DA aptasensor. Thus, our CPNT-based aptasensor showed fast DA screening to avoid serious diseases such as Parkinson's disease.

**Keywords :** Aptasensor, conducting polymer nanotubes, interdigitated microelectrodes, liquid-ion gate, field-effect transistor

NF-P025

## Photolithography with single mask for the shape modulation of micropatterns

Ji Hyeon Shin, Oh Seok Kwon\*

Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

Recent efforts on photolithography has been focused on the scaling-down for the reduction of the feature sizes with utilizing extra device or materials. Herein, we conducted single-mask photolithography method for the shape modulation of desired patterns. By adjusting a few fabrication parameters such as temperature and exposure energy, various micropatterns were modulated with desired shapes over a large area with high throughput. Furthermore, our newly developed technology can be applied to two dimensional and three dimensional multiscale architectures.

**Keywords :** Photolithography, single mask, micropattern, electrode

NF-P026

## Highly sensitive, selective bioelectronics nose that mimics the human nose

Ye Rim Mun, Oh Seok Kwon\*

Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

Among various human sensory system, due to the complexity of olfactory sensory neurons, it is difficult to make achievement in mimicking human nose. Herein, we demonstrated an artificial multiplexed bioelectronic nose combining the olfactory receptor on uniform graphene micropatterns (GM). Utilizing the transistor, target odorants were monitored with high selectivity and sensitivity (minimum detectable level: 0.1 fM)

**Keywords :** Graphene transistor, olfactory, FET, receptor

NF-P027

## Highly ordered and disposable nanopillar array for detection of beta-amyloid

Yoo Min Park<sup>1</sup>, Junhyoung Ahn<sup>2</sup>, Seok Jae Lee<sup>1</sup>, Jae Jong Lee<sup>2</sup>, Bong Gill Choi<sup>3</sup>, Kyoung G. Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Nano-Bio Sensor/Chip Development, National NanoFab Center (NNFC), Daejeon 34141, Korea

<sup>2</sup>Department of Nano Manufacturing Technology, Nano-Convergence Mechanical Systems Research Division, Korea Institute of Machinery & Materials (KIMM), Daejeon 34103, Korea

<sup>3</sup>Department of Chemical Engineering, Kangwon National University, Samcheok 25913, Korea

The sensitive evaluation of Alzheimer's disease (AD) is important for monitoring of progression of disease. This study established the highly ordered and flexible nano-pillar electrode (NPE) for detecting the beta-amyloid. The NPE was manipulated by soft/photolithography principle. The polyurethane (PU) was firstly fabricated based on nanohole-patterned mask. Then, the NPE surface was modified with Ti/Au with 20/200 nm. The nanopillar has the 1500 nm height and 500 nm diameter with 1:3 aspect ratio. Based on the NPE, the self-assembled monolayer (SAM) was modified to densely immobilize the beta-amyloid antibodies. Sequentially, the immunoassay was implemented with the 0 – 1.0 ng/mL of beta-amyloid. The horseradish peroxidase (HRP)-based electrochemical analysis was applied, and the beta-amyloid was quantified by using the square wave voltammetry (SWV). The exhibited test result of limit of detection was 0.14 ng/mL with 10% reproducibility for beta-amyloid in artificial tear sample in whole detection range. Based on the reliable test result, the developed biosensing principle with NPE sensor shows the sensitive electrochemical behavior for real sample-based beta-amyloid, proving possibilities for sensitive diagnosis in medical and commercial field as a point-of-care testing (POCT) technologies.

**Keywords :** Nano-pillar electrode, immunoassay, Electrochemistry

NF-P028

## Multifunctional polymer micropattern for integrated digital loop-mediated isothermal amplification

Yunho Choi<sup>1†</sup>, Younseong Song<sup>1†</sup>, Yong Tae Kim<sup>2</sup>, Seok Jae Lee<sup>3</sup>,  
Kyoung G. Lee<sup>3\*</sup>, Sung Gap Im<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology, <sup>2</sup>Korea Polytechnic University,

<sup>3</sup>National Nanofab Center

The digital nucleic acid assay is a precise, sensitive, and accurate method for nucleic acid analysis based on digitized amplification and detection. Here, we propose a multifunctional polymer micropattern enabling nucleic acid partitioning and direct DNA extraction and digitized quantification thereof. The multifunctional polymer micropattern is fabricated by the deposition of a copolymer film, poly(2-dimethylaminomethyl styrene-co-hydroxyethyl methacrylate) (pDH), via photo-initiated chemical vapor deposition (piCVD) process, followed by hydrophobic microcontact printing ( $\mu$ CP) to obtain partitions for nucleic acid isolation. With intrinsic positive charge of pDH, it enables bacteria lysis and DNA capture, while showing exceptional water stability for more than 24 h.  $\mu$ CP-treated pDH surface is also stable under aqueous conditions at high temperature (70°C) for 1 h. Using multifunctional polymer micropattern, loop-mediated isothermal amplification (LAMP) in each partition can detect DNA templates over a concentration range of 0.01 – 2 ng/ $\mu$ L. The untreated bacteria cells can also be detected by direct compartmentalization, followed by on-site cell lysis and digital LAMP. For *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Staphylococcus aureus* cells, cell numbers ranging from  $1.4 \times 10^4$  to  $1.4 \times 10^7$  can be quantitatively detected using the multifunctional polymer micropattern. The suggested multifunctional polymer micropattern provides a novel multifunctional compartmentalization method for rapid, simple, and accurate digital LAMP.

**Keywords :** Digital nucleic acid assay, sessile microdroplet, micropattern, microcontact printing, photo-initiated chemical vapor deposition (piCVD)

NF-P029

## Ionic polymer-coated nanopillars for antimicrobial intraocular lens via initiated chemical vapor deposition

Younseong Song<sup>1</sup>, Hogi Kim<sup>1</sup>, Chi Hyun Kim<sup>2</sup>, Sung Gap Im<sup>1\*</sup>, Kyoung G. Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), <sup>2</sup>National NanoFab Center (NNFC)

A bacterial infection is a severe issue for cataract treatment using intraocular lens (IOL). To deal with this issue, we proposed a novel strategy to impart an antimicrobial property onto the IOL surface. The antimicrobial IOL surface comprises elastic nanopillars coated by quaternary ammonium compounds (QAC). The QAC coated nanopillar able to capture bacteria by both topological interaction of nanopillar and physicochemical surface function of QAC, providing excellent antibacterial efficiency over 99% against *Staphylococcus aureus*. Furthermore, the QAC coated nanopillar diminishes the adhesivity of corneal endothelial cells and posterior capsule opacification without any cytotoxicity. This work opens up the possibility of a novel efficient strategy to prevent postoperative complications related to bacteria contamination of IOL after cataract surgery.



NF-P030

## Handheld digital PCR system

Ji Wook Choi, Bong Geun Chung\*

Department of Mechanical Engineering, Sogang University, Seoul, Korea

Point-of-care testing is important for testing the global epidemics, such as the current outbreak of the coronavirus. There are numerous portable polymerase chain reaction (PCR) and real-time PCR devices. However, the portable digital PCR (dPCR) device has not yet been proposed. We developed a handheld dPCR device with plasmonic heating system. Low power consumption (4.5W) of the device allowed for up to 25 dPCR. With a small size and light weight, the device has the fast heating and cooling rate as compared to bench-top devices. Target DNA could be detected using microwells in a range from 100 to 250,000 copies/ $\mu$ L. Furthermore, the feasibility of heating device was demonstrated using a mass producible plastic array.

**Keywords :** Point-of-care testing, digital PCR, Plasmonic

NF-P031

## Detection and Visualization of Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticles using Magnetic Particle Imaging

박상진\*, 김우근

안전성평가연구소 바이오시스템

To verify the applicability of PoCT-MPI in the field of medical diagnosis, this study was conducted to visualize SPIONs within the tumor animal model. SPIONs were prepared and measured to check the measurable concentration of PoCT-MPI. The spatial resolution was checked and the SPIONs present in three-dimensional spatial coordinates. Finally, the biological availability of PoCT-MPI was examined by using in vivo tumor animal model. In this study, the biological applicability of the recently developed PoCT-MPI technology was determined and consequently succeeded in imaging the pathological region in the tumor animal model.

**Keywords :** Magnetic Particle Imaging, Tumor animal model, Medical imaging, SPIONs

NF-P032

## 전자기기용 고 열전도성 절연계 방열 점착제 개발

이병주, 조성일, 이우영, 허성규, 정구환

강원대학교 신소재공학과

전자 소자가 고집적화 될수록 많은 열이 발생하고, 이는 소자의 수명 저하와 오작동 등의 원인이 된다. 소자의 효율적인 방열을 위해서는 열원과 방열 시트 간의 점착층 사용이 필수적이며, 높은 열전도성과 절연 특성이 요구되어 이에 대한 개발이 요구되고 있다.

본 연구에서는 고열전도성 절연계 점착제 응용을 위한 탄소/세라믹/아크릴 복합체의 최적의 합성조건을 도출하고 관련 특성을 평가하였다. 주요 변수로 충전재인 탄소나노소재와 세라믹 분말의 형상 및 함량, 혼합 비율을 설정하였고, 각 샘플의 열전도 및 절연 특성을 평가하였다.

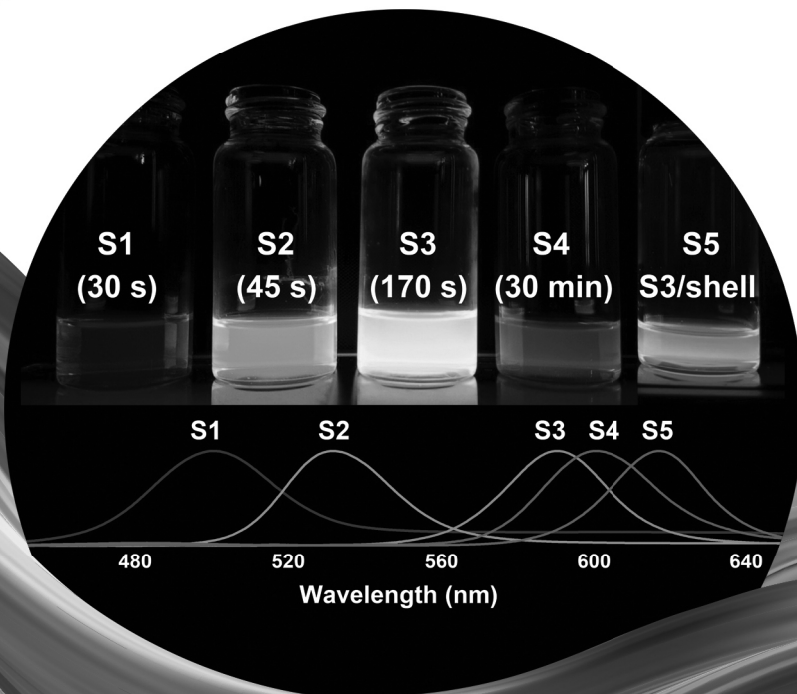
**Keywords :** 탄소기반 세라믹 복합체, 열전도성 점착제, 절연계 점착제

# :: 구두발표

## 에너지기술

2월 5일(금) 09:00-10:20 | 좌장 : 배창득 (성균관대학교)

2월 5일(금) 10:20-11:20 | 좌장 : 김창현 (녹색에너지연구원)



EF-001

## Large scale all transparent Si-embedded solar cell

김상호, 김준동

Photoelectric and Energy Device Application Lab (PEDAL), Multidisciplinary Core Institute for Future Energies (MCIFE), Incheon National University, Department of Electrical Engineering, 119 Academy Rd. Yeonsu, Incheon, Kore

The transparent photo voltaic (TPV) device has been studied with lots of interesting to be used to various applications such as building window, car window and display in the future due to its transparency. Despite the potential of TPV, the performance and stability of device materials still remain a challenge. Using amorphous silicon is one of alternative material for high photo generated current for TPV. The Si-embedded transparent solar cell is made by plasma dry-process for large scale device. The Si-embedded TPV produced 0.7V of VOC and 2.8mA/cm<sup>2</sup> of current density under the AM 1.5G.

**Keywords :** Transparent photo voltaic, Large, Amorphous silicon

EF-002

## All-inorganic metal oxide transparent solar cells

NGUYEN THANH TAI, PATEL MALKESHKUMAR PRAVINBHAI, 김준동

Photoelectric and Energy Device Application Lab (PEDAL), Multidisciplinary Core Institute for Future Energies (MCIFE), Incheon National University, Department of Electrical Engineering, 119 Academy Rd. Yeonsu, Incheon, Kore

Transparent solar cells have the great advantage of generating energy without blocking human vision. All transparent solar cells were achieved by solid state method. Large scale available sputtering was applied to deposit inorganic metal oxide layers. The sequential formation of p-NiO/n-TiO<sub>2</sub> spontaneously forms the heterojunction that drives the transparent photovoltaic cell. The TSC produced photovoltage of 154 mV and photocurrent of 0.4 mA under the natural Sun and can move a fan (0.3 V and 25mA) under LED light.

**Keywords :** Transparent solar cell, Inorganic, Metal oxide, n-TiO<sub>2</sub>/p-NiO heterojunction.

EF-003

## 슈퍼커패시터 전극을 위한 니켈-몰리브덴 황화물 나노구조의 합성 및 전기화학적 특성 분석

Bhimanaboina Ramulu, S. Chandra Sekhar, Shaik Junied Arbaz, 유재수

경희대학교

최근 빠른 충방전 능력, 긴 사이클링 안정성 등의 우수한 특성을 갖는 슈퍼커패시터에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 발표에서는 화학적 안정성, 저비용 및 향상된 전기화학적 성능을 가지는 니켈 몰리브데이트를 효율적인 전극제작을 위해 연구하였다. 인, 질소, 붕소 및 황과 같은 이종원자를 사용한 도핑공정은 호스트 물질의 전자상태를 효율적으로 조정하고 표면 wettability를 개선하며 활성결함을 생성할 수 있다. 여기서 수열합성법으로 니켈-몰리브덴 옥사-인화물과 옥사-황화물을 합성한 후 음이온 교환공정을 진행하여 전하수송을 촉진하는 나노구조를 형성하여 슈퍼커패시터 전극 제작을 통해 전기화학적 특성을 조사하였다.

**Keywords :** 니켈-황화물, 수열합성법, 슈퍼커패시터, 전기화학적특성

EF-004

## Development of low surface roughness, low residual stress, and high electrical conductivity a-InZnO for next generation optoelectronic devices

Naveen Kumar, 김준동

Photoelectric and Energy Device Application Lab (PEDAL), Multidisciplinary Core Institute for Future Energies (MCIFE), Incheon National University, Department of Electrical Engineering, 119 Academy Rd. Yeonsu, Incheon, Kore

A unique RF superimposed DC sputtering technique was used to tailor the plasma during the sputtering process and to control the kinetics for the growth of a-IZO. The growth dynamics were controlled to achieve high optoelectronic properties, low surface roughness and low residual stress for flexible devices using statistical design of experiment approach. A common growth space was found to achieve a smooth surface in a stress-free and high optoelectronic merit a-IZO thin film. The grown a-IZO thin film was also used as a transparent electrode in a flexible Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> solar-blind photodetector.

**Keywords :** Sputter, RF power, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, IZO



EF-005

## Cycle-life prediction model of $\text{LiFePO}_4$ -based lithium-ion battery module

Dae Hyun Jung, Dong Min Kim, TaeWan Kim\*

Jeonbuk National University

The aging of lithium-ion batteries depends on temperature and working conditions and needs to be studied to effectively supply and store power. In a battery module, the thermal energy released by the exothermic reaction occurring in each battery cell is transferred to adjacent battery cells, leading to a higher temperature than a single cell. Therefore, there may be a difference between the internal and external temperature of the battery module [1]. Therefore, research on battery module temperature is essential when developing a cycle life model.

**Keywords :** Lithium-ion battery module, Temperature effect, Capacity fade, Cycle life model, Arrhenius equation

EF-006

## Proximity Vapor Transfer for Wafer-Scale SnS Semiconductors for Transparent Photovoltaics

PATEL MALKESHKUMAR PRAVINBHAI, 김준동

Photoelectric and Energy Device Application Lab (PEDAL), Multidisciplinary Core Institute for Future Energies (MCIFE), Incheon National University, Department of Electrical Engineering, 119 Academy Rd. Yeonsu, Incheon, Kore

The 2D semiconductors, enhanced light absorption and fast speed of charges, can be applied to transparent photovoltaics (TPV). We explored the wafer-scale 2D-SnS in nanoplatelets geometry to TPV and broadband photodetector. Confined tin and sulfur vapors between a solid SnS source and variable substrates in close proximity originate the S-rich SnS nanoplatelets. The TPV cell with SnS via proximity vapor transfer demonstrates stable and balanced light-matter interaction, a visible transmission of 60%, an open-circuit voltage of 0.7 V, and output power of 6 mW by a 60 mW light.

**Keywords :** 2D semiconductors, Wafer-scale growth, Transparent solar cells, Tin sulfides, Proximity vapor transfer of 2D layers

EF-007

## Self-biased transparent photoreceptor with a memory feature

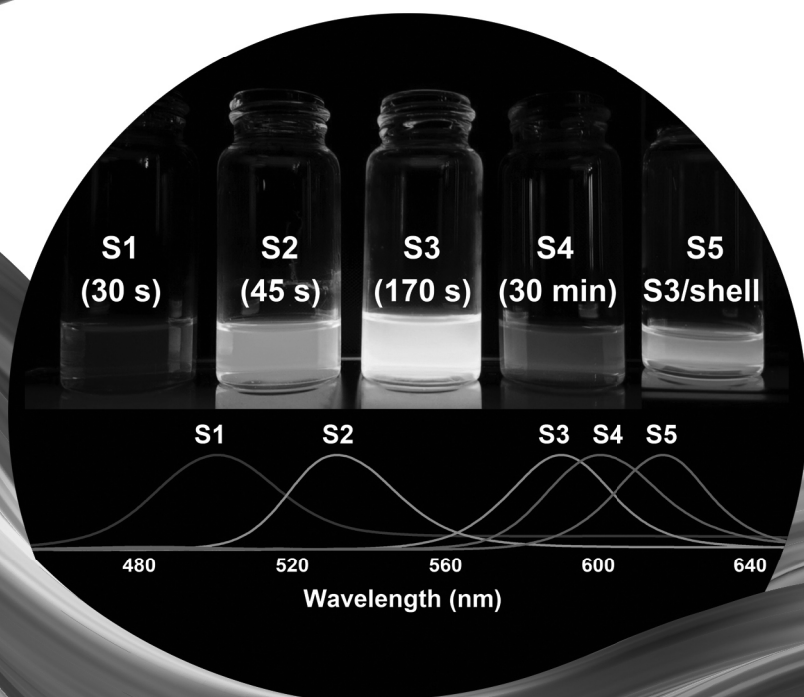
Priyanka Bhatnagar, PATEL MALKESHKUMAR PRAVINBHAI, 김준동

Photoelectric and Energy Device Application Lab (PEDAL), Multidisciplinary Core Institute for Future Energies (MCIFE), Incheon National University, Department of Electrical Engineering, 119 Academy Rd. Yeonsu, Incheon, Kore

Artificial neurobiotics is an emerging field of research for the development of biomimetic electronic devices. We have proposed a transparent metal oxide based photovoltaic device which exhibits photoreceptive and synaptic features. The significant feature of the device is that it is a transparent solar cell which paves a way for the development of energy efficient see-through biosensors. The photovoltaic feature also ensures long term reliability without needing to replace the power system and can provide a route for sustainable applications of neuromorphic computing, including artificial eye.

**Keywords :** Transparent, Photovoltaic, self-biased, memory, Neuromorphic

# ⦿ 포스터발표 에너지기술



ET-P001

## 슈퍼 커패시터 전극 응용을 위한 탄소섬유에 통합된 삼중 금속 산화물 나노입자의 바인더 없는 성장 및 특성

Shaik Junied Arbaz, S. Chandra Sekhar, Bhimanaboina Ramulu, 유재수

경희대학교

최근, 에너지 저장소자로 슈퍼커패시터에 대한 관심이 증가하고 있다. 본 발표에서는 바인더 없는 방법, 즉 직접 성장방법을 통해 슈퍼커패시터의 전극으로 삼금속 산화물 나노입자 통합 탄소섬유를 제작하였다. 구조적 구성에서 각 요소의 기여와 나노입자의 전기화학적 반응에 대한 연구가 이루어졌기 때문에 우수한 성능 특성을 가진 샘플을 최적화했다. 최적화된 샘플은 다른 합성 샘플에 비해 CV 특성에서 높은 전류응답, GCD특성에서 긴 방전시간 및 높은 커패시턴스 값을 나타냈다. 또한 최적화된 샘플의 지속 가능성, 신뢰성 및 내구성은 전극이 여분의 충전 및 방전 사이클을 거치게 함으로써 사이클링 프로세스를 통해 연구되었다.

**Keywords :** 삼금속 산화물, 나노입자, 슈퍼커패시터, 전기화학적 특성

ET-P002

## 고출력 태양광 싱글드 모듈의 라미네이션 공정조건 최적화

정정호<sup>1</sup>, 배재성<sup>2</sup>, 이재형<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>한국산업기술대학교, <sup>2</sup>성균관대학교

싱글드 기술을 이용한 태양광 모듈 제작은 고출력을 얻는 기술 중 하나로, 최근 큰 관심을 끌고 있다. 그러나 라미네이션 공정이 기존 모듈의 조건을 따르고 있어, 새로운 공정 조건 확립이 필요하다. 일반적으로 태양광 모듈에 태양빛이 조사되면 EVA 시트를 거쳐 태양전지에 도달하는데 이 과정에서 빛이 감소한다<sup>1</sup>. 본 연구는 싱글드 모듈에 최적화된 라미네이션 공정 조건을 연구하였으며, 기존의 EVA 시트보다 넓은 파장대의 빛을 투과시키는 UV투과형 EVA 시트를 사용하여 추가적인 출력 특성을 개선하고자 했다. 이에 대한 결과로 공정 온도에 따른 EVA의 특성 분석을 통해 싱글드 모듈에 적합한 라미네이션 공정 조건의 최적화를 하였다.

**Keywords :** Lamination, UVT, EVA, Solar cell, Shingled

ET-P003

## 싱글드 반투명 태양광 모듈 최적화

이수지, 배재성, 이재형\*

성균관대학교

최근 주목받고 있는 건물 일체형 태양광 모듈 기술은, 디자인과 효율을 동시에 만족시키는 것이 중요하다. 태양 전지의 분할·접합을 이용한 싱글드 구조 태양광 모듈은 제한된 면적에서 출력을 극대화할 수 있을 뿐 아니라 gapless 구조로 인해 디자인적으로도 선호되고 있다. 본 연구에서는 싱글드 기술을 기반으로 한 반투명 태양광 모듈의 최적화를 연구하였다. 시뮬레이션을 통해 분할된 셀들의 간격 변경을 통해 개구율을 조정하였으며, 각 조건에 대한 출력 특성 분석을 통해 최적화를 진행하였다.

**Keywords :** 싱글드, 솔라셀, APERTURE RATIO

ET-P004

## BIPV기술을 위한 고출력 싱글드 태양광 모듈의 온도 저감 및 특성 분석

김주휘<sup>1</sup>, 배재성<sup>2</sup>, 지홍섭<sup>2</sup>, 이재형<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>순천향대학교, <sup>2</sup>성균관대학교

최근 전 세계 시장에서 건물일체형태양광발전(BIPV)이 큰 관심을 끌고 있으며 이에 관련한 BIPV에 사용되는 태양광 기술이 주목받고 있다. 태양광 모듈은 온도가 증가할수록 전압과 전력이 감소하는 특성을 갖기 때문에 안정된 출력을 위해서 태양광 모듈의 온도 저감 기술 확보가 중요하다. 본 연구에서는 고출력 싱글드 태양광 모듈의 방열 성능을 높이기 위해 싱글드 태양광 모듈의 후면부에 알루미늄 강판 및 흑연방열시트를 부착하고 비교 분석하였다. 각 제작된 모듈의 전면부에  $1000\text{W/m}^2$ 의 광량을 일정하게 조사함에 따라 증가하는 온도를 비교하였고 그에 따른 출력 저감 및 특성 변화를 분석하였다.

**Keywords :** BIPV, 강판, 온도저감, 방열시트, 태양광모듈



ET-P005

## 고출력 싱글드 태양광 모듈 제작을 위한 양면수광형 태양전지의 레이저 스크라이빙 조건 최적화

노은빈<sup>1</sup>, 배재성<sup>2</sup>, 지홍섭<sup>2</sup>, 이재형<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>호남대학교, <sup>2</sup>성균관대학교 정보통신대학

최근 태양광 분야에서는 고출력 발전을 위해 태양전지의 후면부에서도 발전을 할 수 있는 양면수광형 태양전지와, 태양전지를 분할 후 접합하여 모듈을 제작하는 싱글드 기술에 대한 관심이 커지고 있다. 싱글드 기술은 태양전지 분할 시 레이저 열에 의한 손상을 감소시키기 위해 태양전지의 후면으로 레이저 스크라이빙을 진행한다. 하지만 양면수광형 태양전지의 경우 레이저에 의한 광활성층 손상으로 인해 효율이 감소하여 양면수광형으로써의 장점을 잃게 된다 [1]. 본 연구에서는 싱글드 기술을 양면수광형 태양전지에 적용하기 위한 레이저 스크라이빙 공정 조건 최적화 연구를 하였으며, 각 조건에 따른 출력 특성을 비교 분석하였다.

**Keywords :** 레이저 스크라이빙, 양면수광형 태양전지

ET-P006

## Improving Hall mobility mechanism of sputtered AZO film for thin-film silicon solar cell application

Yewon Cha<sup>1,2</sup>, Hyeongsik Park<sup>3,4\*</sup>, Youngkuk Kim<sup>3</sup>, Junsin Yi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>BK Energy, <sup>2</sup>Yeongnam University, <sup>3</sup>College of Information and Communication Engineering,

<sup>4</sup>Convergence Research Center for Energy and Environmental Sciences in Sungkyunkwan University,  
Suwon 16419, Korea

In this work, we carried out to reduce the optical absorption and to enhance Hall mobility in TCO film for improving optoelectrical properties. In terms of mean free path, we used for the varying distance between the target and substrate. To confirm improving crystallinity in AZO film, we have used the substrate temperature and then analyzed the XRD, film stress, EDAX, XPS, and PL, respectively.

**Keywords :** Light trapping, ZnO, Hall mobility, thin-film solar cells

ET-P007

## Influence on the performance of the transparent front surface layer by thermal annealing for SHJ solar cells

Yewon Cha<sup>1,2</sup>, Hyeongsik Park<sup>3,4\*</sup>, Muhammad Quddamah Khokhar<sup>3</sup>,  
Muhammad Aleem Zahid<sup>3</sup>, Youngkuk Kim<sup>3</sup>, Junsin Yi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>BK Energy, <sup>2</sup>Yeongnam University, <sup>3</sup>College of Information and Communication Engineering,

<sup>4</sup>Convergence Research Center for Energy and Environmental Sciences in Sungkyunkwan University

We carried out the thermal annealing to improve the efficiency of SHJ solar cells. To find the optimal temperature, we have investigated for temperature and then ambient gas, respectively. For 150°C and Ar atmosphere, we can be obtained the constant values compared to as deposited sample. However, over 150°C, it was decreased to Hall mobility because of re-crystallinity. Therefore, thermal annealing of ITO and  $\mu\text{c-SiO:H}$  layers was contributed to improving FF for SHJ solar cells.

**Keywords :** ITO,  $\mu\text{c-SiO:H}$ , high efficiency, silicon heterojunction solar cells, thermal annealing

ET-P008

## Transparent Heater Based on Transparent Conductivity Electrode

서지훈<sup>1</sup>, Malkesh Kumar Patel<sup>1</sup>, 이기범<sup>2</sup>, Joondong Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Photoelectric and Energy Device Application Lab (PEDAL), Multidisciplinary Core Institute for Future Energies (MCIFE), Incheon National University, Department of Electrical Engineering, 119 Academy Rd. Yeonsu, Incheon, Korea

<sup>2</sup>(주) 솔라라이트

High-performing transparent heater was achieved by using silver nanowires (AgNWs). To protect AgNWs from deformation, a functional metal oxide (ZnO) was coated over the AgNWs. The transparent heater has a structure of ZnO/AgNWs/FTO/glass has more than 70% transmittance at the wavelength of 550 nm. The heating temperature of the transparent heater was reached over 300°C. The functional ZnO coated AgNWs transparent heater was stable for the thermal-cyclic operation to suggest for the applications for windows of transportation vehicles and buildings as smart vision windows.

**Keywords :** Transparent, heater, transparent conductive electrodes

ET-P009

## Co-deposits of Pt and Bi on Au disk toward formic acid oxidation

Hyein Lee, Young Jun Kim, Sungmin Hong, Youngku Sohn\*, Choong Kyun Rhee\*

Department of Chemistry, Chungnam National University, Deajeon 34134, Korea

This study presents a simple way to prepare electrocatalysts toward formic acid oxidation (FAO) using co-deposition of Pt and Bi on Au. The previous deposition procedure using irreversible adsorption was two sequential deposition steps of Pt and Bi on Au. In this work, one step to co-deposit Pt and Bi simultaneously was investigated. The amount of Pt and Bi was controlled by repeating the co-deposition cycle. The FAO catalytic activity of Pt-Bi/Au ( $\sim 14 \text{ mA/cm}^2$ ) was higher than Bi/Pt/Au ( $\sim 6 \text{ mA/cm}^2$ ). Thus co-deposition of Pt and Bi was effective in preparation of catalysts for FAO.

**Keywords :** Formic acid oxidation, Fuel cell, Pt, Au, Irreversible adsorption

ET-P010

Eu(III) 이온이 도핑된 SrTiO<sub>3</sub> 나노입자의 광촉매 특성 연구장혜지<sup>1</sup>, 박소정<sup>1</sup>, 양주현<sup>1,2</sup>, 홍성민<sup>1,2</sup>, 이충균<sup>1</sup>, 김동수<sup>3,4</sup>, 손영구<sup>1,2\*</sup><sup>1</sup>충남대학교 화학과, <sup>2</sup>충남대학교 응용화학공학과, <sup>3</sup>한국지질자원연구원, <sup>4</sup>재료연구소

Eu(III)이온은 도핑된 환경에 따라 고유한 발광 특성을 가진다. 본 연구에서는 Eu(III)이온이 도핑된 strontium titanate (SrTiO<sub>3</sub>) 나노입자를 합성하여 이산화탄소 환원과 유기 오염물 분해를 위한 광촉매 활성화, 물분해 산소 생성 반응을 위한 광전기촉매 활성의 도핑제의 역할을 연구하였다. Eu(III) 이온은 형광특성 및 X-ray photoelectron spectroscopy 분석으로 확인하였으며, Sr(II) 사이트에서 초기 도핑된 것으로 보였고, Ti(IV) 산화 상태도 Eu(III) 도핑의 영향을 받은 것으로 확인되었다. 다양한 응용 테스트 결과로부터 도핑된 SrTiO<sub>3</sub> 촉매 성능을 이해하는데 Eu(III)이온이 매우 유용한 정보를 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다.

**Keywords :** SrTiO<sub>3</sub>, Eu(III) ion, photocatalytic organic pollutant removal, electrocatalytic oxygen evolution, photocatalytic CO<sub>2</sub> reduction, photoluminescence

ET-P011

## Electrochemical CO<sub>2</sub> energy conversion over Gallium Zinc Alloy on Copper Substrate

홍성민<sup>1,2</sup>, 박소정<sup>1</sup>, 양주현<sup>1,2</sup>, 주민희<sup>1,2</sup>, 이충균<sup>1</sup>, 손영구<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 화학과, <sup>2</sup>충남대학교 응용화학공학과

환경과 에너지 문제의 관점에서 CO<sub>2</sub>를 사용 가능한 에너지로 전환하여 재사용하고자 하는 연구가 다각도로 매우 활발하게 진행되고 있다. 본 연구에서는 Gallium Zinc alloy를 제조하여 전기화학적 방법을 통해 0.1M NaHCO<sub>3</sub> 전해질 조건에서 CO<sub>2</sub>를 메탄올로 전환하는 연구를 수행하였다. 개발된 전기화학 촉매의 물리화학적 특성들은 scanning electron microscopy, X-ray photoelectron spectroscopy, transmission electron microscopy를 사용하여 분석하였다. 그리고 CO<sub>2</sub> 환원 생성물들은 Gas-Chromatography와 Ion-exchange Liquid Chromatography를 이용 분석하여 촉매의 메탄올 전환 Faradaic 효율이 44%임을 확인하였다.

**Keywords :** Gallium Zinc Alloy, 이산화탄소 에너지 전환, 메탄올, 전기화학, 물리화학적 특성, Faradaic efficiency

EF-P001

## Formic acid electrooxidation activity of Pt and Pt/Au catalysts: Effects of irreversible adsorption of Bi and Os

Young Jun Kim, Hyein Lee, Sungmin Hong, Youngku Sohn\*, Choong Kyun Rhee\*

Department of Chemistry, Chungnam National University, Deajeon 34134, Korea

This study presents enhancement of formic acid oxidation (FAO) on Bi-modified Pt nanoparticles (Bi/Pt NP) by depositing Os. The modification of Bi/Pt NP was performed by depositing Os only (Os/Bi/Pt NP) and co-depositing Os and Pt simultaneously (Os-Pt/Bi/Pt NP). The FAO activities of Os/Bi/Pt NP and Os-Pt/Bi/Pt NP were enhanced by factor of ~3 referring to Pt NP. Also their catalytic efficiencies were higher by factor of ~5 after 500 voltammetric cycles of FAO. The role of Os is proposed to be bifunctional, i.e., an oxygen supplier from water to formic acid.

**Keywords :** Formic acid oxidation, Pt, Os, Bi, Irreversible adsorption



EF-P002

## Oxidation controlled Black phosphorus/WS<sub>2</sub> nanocomposit photocatalyst for water treatment

Rak Hyun Jeong<sup>1,2</sup>, Dong In Kim<sup>1</sup>, Ji Won Lee<sup>1,2</sup>, Jin-Hyo Boo<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

<sup>2</sup>Institute of Basic Science, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

We synthesized black phosphorus that was oxidized properly and easily at a low cost and made a catalyst for water quality improvement through composite with WS<sub>2</sub>. Through these composites, we studied nanocatalysts that satisfy bandgap changes and disadvantages of each other. This material was measured by TEM, SEM, XRD, XPS, UV-VIS spectrophotometer, FT-IR and RAMAN spectroscopy. Such catalyst materials are used in various fields such as hydrogen generation, atmospheric purification, and water purification.

**Keywords :** Two dimensional material, nanocomposit, Transition metal chalcogenide, black phosphorus, water treatment, nano catalyst

EF-P003

## Review of Worldwide Strategy and Timeline toward Commercial Fusion Power Plants

Doo-Hee Chang, Sun-Ho Kim

Korea Atomic Energy Research Institute

7 countries (European Union, India, Japan, Russia, United States, South Korea and China) are involved in the construction of ITER tokamak. There is a wide agreement between international fusion communities that a demonstration plant (DEMO) is the last-step necessary to reduce the technical and programmatic risk associated with the first commercial fusion power plant. Worldwide strategies and timelines toward nuclear fusion energy and commercial power plants are reviewed for major fusion development countries to reach the first operation of commercial fusion power plants[1].

**Keywords :** nuclear fusion energy, ITER, DEMO, fusion power plant

EF-P004

## Higher Efficiency Bifacial Type Hetero-Junction Solar Cells with Proposed Designs

Somin Park<sup>1</sup>, Youngwoo Jeon<sup>1</sup>, Hongrae Kim<sup>1</sup>, Minkyu Jang<sup>1</sup>,  
Donghyun Oh<sup>2</sup>, Junsin Yi<sup>2</sup>, Jinjoo Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Major of Energy and Applied Chemistry, Division of Energy & Optical Technology Convergence,  
Cheongju University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419,  
Korea

We studied about 'Hetero-junction solar cell with intrinsic thin layer (HIT) solar cells of bifacial type structure with optimized electrode design. We designed front electrode of the cells that have 20 busbars with 0.07 mm width and 85 fingers with 70  $\mu\text{m}$  width. As a results mono-facial type HIT solar cell have efficiency ( $\eta$ ) 22.87%. The  $\eta$  of the bifacial type HIT cells was examined by varied conditions. We achieved  $\eta$ , 26.3% that is higher than mono-facial HIT cell. The solar cell properties showed 19.7%, 15% increase in the  $J_{sc}$  and  $\eta$  by made mono-facial type HIT solar cell.

**Keywords :** Hetero-junction solar cell, mono-facial type, bifacial type, efficiency

EF-P005

## Reduced optical loss and electrode design in bifacial PERC solar cells

Hongrae Kim<sup>1</sup>, Somin Park<sup>1</sup>, Youngwoo Jeon<sup>1</sup>, Minkyu Jang<sup>1</sup>,  
Donghyun Oh<sup>2</sup>, Junsin Yi<sup>2</sup>, Jinjoo Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Major of Energy and Applied Chemistry, Division of Energy & Optical Technology Convergence,  
Cheongju University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419,  
Korea

This study conducted with the aim of 'high efficiency PERC(passivated emitter and rear contact) solar cells'.  
STC conditions were all applied in here and M2 size wafer was used.

We got the optical properties on 5 busbars 0.6 mm width and 100 fingers with 30  $\mu\text{m}$ .

Next, we fixed the optimized properties of the front side and changed the rear side designs.

As a result, compared to mono-facial PERC solar cell, we got 25.66% from bifacial type. Overall 19.44% of efficiency and 18.13% of Jsc was gained.

**Keywords :** PERC solar cell, mono-facial type, bifacial type, short circuit current density, efficiency, bifaciality

EF-P006

## Optimization grid design of rear side in bifacial PERC solar cells

Somin Park<sup>1</sup>, Youngwoo Jeon<sup>1</sup>, Hongrae Kim<sup>1</sup>, Minkyu Jang<sup>1</sup>,  
Donghyun Oh<sup>2</sup>, Junsin Yi<sup>2</sup>, Jinjoo Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Major of Energy and Applied Chemistry, Division of Energy & Optical Technology Convergence,  
Cheongju University, Cheongju, Korea

<sup>2</sup>College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419,  
Korea

Bifacial solar cells are expected in the field of solar cells. we obtained the value of the bifacial- passivated emitter rear contact (bi-PERC) solar cell structure. The front is fixed to 12 BB, BB width of 0.11mm, 100 finger with keeping width of 30  $\mu$ m. The rear conditions: The number of BB is 12, 16, 20 and 24, the width of the BB is 0.11, 0.13, 0.15, 0.17 and 0.19 mm. And the number of fingers is 80, 90, 100, 110 and 120, the width of the finger is 30, 45 and 60  $\mu$ m. 24 BB, BB width of 0.11mm, 100 fingers, finger width of 30  $\mu$ m (pitch 1.57 mm), we got optimal results in 26.48% efficiency.

**Keywords :** PERC solar cell, bifacial type, fine width busbar, efficiency

EF-P007

## Impact of inboard materials on the size of a tokamak fusion reactor

Bong Guen HONG

Jeonbuk National University

Impact of inboard materials on the size of a tokamak fusion reactor were studied via a coupled analysis of tokamak systems and neutron transport. The shielding capability was the best for a tungsten carbide (WC), showing smaller reactor size than cases using other shield materials. It was found that the tritium self-sufficiency requirement could be satisfied with an inboard blanket replaced by neutron multiplier and/or reflector materials. An optimum combination of the multiplier and reflector materials can lead to smaller reactor size than the reactor with an inboard blanket.

**Keywords** : inboard material, tritium breeding blanket, shield material, neutron reflector, coupled tokamak systems analysis

EF-P009

## 실리콘, MCMB, 나노 탄소 구조체 복합 합성을 이용한 리튬 이차전지 제조 및 특성 평가

박현재, 신진하, 유승열

한국핵융합에너지연구원, 플라즈마기술연구소

IT 기술의 발달과 전기자동차 시장의 성장으로 인해 리튬이온 이차 전지의 경량화 및 고 성능화에 대한 기술 개발의 필요성이 요구되고 있다 [1]. 그러나 현재 리튬이온 이차 전지의 음극으로 사용되고 있는 흑연의 이론 용량은 372 mAh/g으로 높은 에너지 밀도가 요구되는 응용처에 활용하는데 있어 제약이 있다 [2]. 본 연구에서는 SLAN plasma source를 이용하여 실리콘/음극 소재 MCMB 캐스팅 표면에 나노 탄소 소재를 합성하였다. 실리콘 함유량은 0~20wt%이며, 각 조건에 대한 전기화학적 특성 평가를 수행하였다. 이후 복합 합성 소재를 이차전지 음극으로 활용하여 half coin cell을 제조하였고 이에 대한 이차전지 특성을 분석하였다.

**Keywords :** 이차전지, 실리콘, 나노 탄소 물질

EF-P010

## Development of high-temperature combustion system with DC arc plasma torches

Daehyun Choi, In Je Kang, Jihun Kim, Soon-Mo Hwang, Yongsup Choi\*

Korea Institute of Fusion Energy

The high-temperature waste decomposition system with plasma torches was constructed to derive a research to overcome the problems which cannot be treated with conventional waste treatment technology. The system consisted of waste feeder, plasma reactor, heat exchanger and gas analyzer and so on. The plasma was generated at atmospheric pressure using 30 kW and 60 kW DC arc torches. It is capable of processing up to 60 kg/hr waste and is designed to 2000°C temperature inside reactor. In this presentation, the developed high-temperature system for waste decomposition will be discussed.

**Keywords :** Plasma, DC arc, Combustion, High-temperature, Waste treatment



EF-P011

## Characterization of electrochemical properties of carbon nano wall based MoS<sub>2</sub> hybrid electrodes for electrical double layer capacitors

Jinha Shin<sup>1</sup>, Hyunjae Park<sup>2</sup>, Yongsup Choi\*

한국핵융합에너지연구원

In this study, MoS<sub>2</sub> combined CNW electrodes for supercapacitor application were fabricated to improve the electrochemical capacitive properties using hydrogen introduced remote ECR plasma without heating system. The source of MoS<sub>2</sub> was prepared from ATTM. The results revealed that crystallization of ATTM to MoS<sub>2</sub> can be achieved by hydrogen radicals without heating system. Enhancement of specific capacitance was achieved by MoS<sub>2</sub> synthesis on CNW structure from 2.6 mFcm at pristine CNW electrode to 3.3, 5.8 and 8.5 mFcm<sup>-2</sup> depending on MoS<sub>2</sub> concentration.

**Keywords :** Electrical double layer capacitor, Carbon nano wall, electron cyclotron resonance plasma, hybrid electrode, transition metal dichalcogenide

EF-P012

## 해양 태양광 발전을 위한 Renewable Energy Certificate(REC)가중치 정책 연구

차예원<sup>1,2\*</sup>, 이행우<sup>2</sup>

<sup>1</sup>영남대학교 전자공학과, <sup>2</sup>BK에너지

전 세계적으로 신재생 에너지원의 중요성이 주목받으며 그중 하나인 태양광 발전 또한 많은 관심이 집중되고 있다. 그중에서도 장소 제한에 영향을 적게 받는 수상 태양광의 비율도 증가하고 있다. 현재까지 수상 태양광은 주로 저수지, 강 등에 주로 설치되고 있으나, 해상에서는 부지제한이 없어 좁은 국토의 한계를 뛰어넘을 수 있다. 그러나 현재 REC 가중치가 일반 수상 태양광과 해양 태양광에 동일하게 부여되고 있다. 해양 태양광의 경우 염도에 의한 부식, 파고 등의 여러 가지 고려사항이 필요하여 1.5배 이상의 사업비가 필요하다. 사업주들이 해양 태양광 진입 장벽을 낮추기 위하여 구분된 가중치 지정이 되어야 한다.

**Keywords :** 해양 태양광

EF-P013

## 해양 태양광 부유체를 위한 연구

차예원<sup>1,2\*</sup>, 이행우<sup>2</sup>

<sup>1</sup>영남대학교 전자공학과, <sup>2</sup>BK에너지

신재생 에너지는 청정 에너지원으로 차세대 에너지로 주목받으며 국내외에서 연구와 사업이 활발히 진행되고 있다. 국토 부지의 제한을 뛰어넘기 위한 수상 태양광 발전에 관심이 점차 높아지고 있다. 그중에서도 아직 해양 태양광에 관한 연구는 미미한 실정하기에 여러 가지 측면을 고려하여 연구가 진행되어야 한다. 기존 수상 태양광은 구조물 측면에서 외력, 부유체 재료, 계류장치, 연결장치의 안정성 기술을 고려하고 있다. 반면에 해양 태양광은 염분, 파도, 바람, 조수간만의 차 등의 고려사항이 더욱 추가된다. 이러한 설치 환경을 고려하여 해상 태양광에 대한 지속적인 연구가 진행되어야 한다.

**Keywords :** 해양 태양광

EF-P014

## 10Be, 26Al, 36Cl, 41Ca and 129I AMS – Internal Data Analysis Software at KIST

일라드스존 (ELIADES, John A)

한국과학기술연구원, 가속기연구동

Because of their very trace natural abundances, 10Be, 26Al, 36Cl, 41Ca and 129I are measured by accelerator mass spectrometry (AMS). However, chemical pretreatment techniques produce either highly resistive materials (ex. BeO and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) or compounds that are volatile at higher temperature (CaF<sub>2</sub>, AgI, AgCl). These are therefore mixed with a second powder (ex. Ag) to aid the sputtering process, and pressed into metal cathodes. Quality varies, especially when users prepare their own cathodes. Problems can include violent ion beam instability and premature drop in current. Since cathodes are analyzed for 30 minutes in 30 s “block” intervals, data from poor cathodes can still be used if blocks with poor current quality are excluded.

While the KIST 6MV AMS system manufacturer software produces a “result file” that summarizes the data for each cathode, an internal Visual Basic program run through Microsoft Excel is used to analyze the raw data from each 30 s block to determine if there was a spurious period in the data acquisition. As the radio-isotope produces only several to several thousand counts in 30 mins, the stable isotope beam currents (typically in the range 1  $\mu$ A to 10  $\mu$ A) are monitored for inter-block beam stability using both the high energy beam stability and the accelerator injection current to high energy current ratio stability. Isotope ratio stability and rare-isotope detector dead time are also monitored by 10 min run intervals. Finally, overall cathode current during the entire 30 min period is monitored. The program calculates averages and uncertainties both for the full data set and the data less flagged points, and provides the analyst with a quick graphical interface to plot data through a user-form. Data flagging will be discussed, along with examples of data that have been discarded based on monitoring flags.

**Keywords :** 10Be, 26Al, 36Cl, 41Ca, 129I, 가속기질량분석, AMS, analysis software

EF-P015

## 간단하고 효율적인 다 기능성 계면층을 적용한 페로브스카이트 태양전지 연구

유시카<sup>1</sup>, 박재우<sup>2</sup>, 박병주<sup>3</sup>, 최은하<sup>4</sup>

광운대학교

본 연구에서는 poly(oxyethylene tridecyl ether) (PTE)와 극성 ethanolamine (EA)를 혼합한 기능성 계면층을 페로브스카이트 태양전지에 도입하여, 성능을 향상시키고자 하였다. 용액 공정으로 형성된 PTE:EA 계면층의 도입은 페로브스카이트의 박막 형성 능력과 그레인의 크기를 향상시켰고, 박막 내 결함을 감소시켰다. 또한, 태양전지 소자의 전하 분리와 전공 추출 능력을 향상시켰으며, 기준 소자 대비 높은 광전 변환 효율을 구현하였다. 이러한 기능성 복합 계면층은 고효율 저 비용의 차세대 용액 공정 기반 페로브스카이트 태양전지 구현의 기반이 될 수 있다.

## 2021년 제60회 한국진공학회 동계정기학술대회 회보집

발행일	2021년 2월 4일
발행인	최은하
편집인	채희엽
발행처	사단법인 한국진공학회
주 소	(06151) 서울시 강남구 테헤란로 313, 성지하이츠1 1616호 Tel. (02)567-9486 Fax. (02)556-5675 E-mail : kvs@kvs.or.kr Homepage : <a href="http://www.kvs.or.kr">http://www.kvs.or.kr</a>
편집 · 인쇄	(주)에이퍼브 <a href="mailto:apub.edit@apub.kr">apub.edit@apub.kr</a> , (02)2274-3666

\* 이 발표논문집은 2021년도 정부재원(과학기술진흥기금 및 복권기금)으로  
한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음.