2020 전기및전자공학부 연구실 소개 책자

Device Division

KAIST EE

KAIST 전기 및 전자공학부

Device Division

1. 3D 광전자 소자 연구실 (3D Opto-electronic Device Lab., 김상현 교수 연구실)

: 3차원 수직 적층 (Monolithic 3D integration), 차세대 컴퓨팅 (Next generation computing), 박막 카메라 (Thin film imager), 마이크로 LED 디스플레이 (MicroLED display), 중적외선 포토닉스 (Mid-IR Photonics)

2. 제1원리 나노소자 컴퓨팅 연구실 (1st-Principles Nano-Device Computing Laboratory, 김용훈 교수 연구실)

: 나노 전자/에너지 소자(Nano-Electronic/Energy Devices), 제1원리 및 멀티스케일 소자 계산(1st-Principles and Multi-scale Device Simulations), 기계학습 나노소자 설계(Machine Learning for Nanodevice Design), 비평형 열린 양자 시스템(Nonequilibrium Open Quantum Systems)

3. 초고주파 회로 연구실 (Microwave Microsystems Laboratory, 박철순 교수 연구실)

: 60 GHz 대역 무선 통신 회로 설계, 60 GHz 대역 빔포밍 송수신기 설계, 200 Gbps급 120 GHz 대역 고속 송수신기 설계

4. 계산나노공학연구실 (Computational Nanotechnology, 신민철 교수 연구실)

: Physics-based device modeling and TCAD tool development, Simulations of nanoscale field effect transistors (nanowire, ultra-thin, gate-all-around FETs), Simulations of novel devices, novel materials (steep slope devices, ferroelectrics, 2D materials), Electron/spin transport (quantum mechanical approach, millions-atom simulations)

5. 초고속나노소자연구실 (High Speed Nano Electronics Laboratory, 양경훈 교수 연구실)

: 양자효과(Quantum-effect) 나노 전자 소자 공정/모델링 및 최첨단 나노 CMOS 소자 모델링/회로 연구, 테라헤르츠(THz)파 대역 응용을 위한 나노 전자소자 및 집적회로/시스템 개발 연구

6. 집적유기전자소자연구실 (Integrated organic electronics lab, 유승협 교수 연구실)

: 유기전자소자 (Organic electronics), 유기발광다이오드 (OLED), 유기 태양전지 (Organic photovoltaics), 페로브스카이트 태양전지 (Perovskite solar cell), 유연 전자소자 (Flexible electronics)

7. 테라헤르츠 나노시스템 랩 (Terahertz Nano System Lab, 윤기완 교수 연구실)

: 마이크로 열전 에너지 하베스팅, 압전 에너지 하베스팅, 반도체 소자 시스템, 나노 물질 구조 및 소자 연구, 하이브리드 에너지 하베스팅

8. 3차원 마이크로-나노 구조체 연구실 (3-dimensional micro-nano structures laboratory, 윤준보 교수 연구실)

: 마이크로/나노 기계적 스위치 (Micro/Nano-switch for DC & RF applications),
마이크로/나노 광학 렌즈 (M/NEMS for optical components)
나노 소재 기반 화학,물리,광학 센서 (Nano-sensors for futrue electronics)

9. 차세대 에너지 변환 소자 연구실 (Advanced Devices for Energy Conversion Lab, 이정용 교수 연구실)

1) Multi-layered devices utilizing novel spontaneous spreading process
2) Electrodes for flexible, stretchable, and conformable devices
3) Electro-optical physics for LED and photovoltaics

10. 뇌/생체 의료 마이크로소자 연구실 (Brain/Bio Medical Microsystem Lab, 이현주 교수 연구실)

: 초음파 뇌 자극 (Ultrasound brain stimulation), 신경 프로브 (Neural probe), 표피 센서 (Epidermal sensor), 화학 센서 (Chemical sensor), 바이오 센서 (Bio sensor),

11. 안토니스 연구실 (ANTONIS Laboratory, 전상훈 교수 연구실)

: 하프니아 강유전체 기반 소자, 차세대 반도체 비 휘발성 로직 소자, 전자피부, Wearable IoT 센서, 스트레쳐블 디스플레이

12. 바이오 일렉트로닉스 연구실 (Bio-Integrated Electronics and Systems Laboratory, 정재웅 교수 연구실)

: Flexible/Stretchable Electronics, MEMS, Biomedical Devices, Bio-inspired Engineering

13. 나노 및 에너지 소자 연구실 (Nano Electronics & Energy Device Lab., 조병진 교수 연구실)

: CMOS Device and Process Technology(Si & Ge), Neuromorphic Device, Flexible Electronics, Memory Device, Thermo-Electric Device and Application

14. 차세대 디스플레이 및 나노융합 연구실 (Advanced Display and Nano Convergence laboratory, 최경철 교수 연구실)

: 플렉시블/투명/웨어러블/스트레쳐블 디스플레이, 나노 및 디스플레이를 활용한 바이오/의료 응용

15. 분자 및 나노소자 연구실 (Molecular and Nano Device Laboratory, 최성율 교수 연구실)

: 그래핀 & 2차원 물질(Graphene & 2D Materials), 유연전자소자 및 디스플레이(Flexible Electronics & Display), 뉴로모픽 소자 및 집적회로(Neuromorphic Devices & Integrated Circuit)

16. 차세대 나노기술 집적시스템 연구실 (Emerging Nano Technology and Integrated System Lab. 최신현 교수 연구실)

: 멤리스터 디바이스 (Memristor Device), 인공 신경망 (Artificial Neural Network), 신경망 모사 집적시스템 개발 (Integrated Systems Development)

17. AND 랩 (Advanced Neuromorphic&Nano Device (AND) Laboratory, 최양규 교수)

: 인공지능 뉴로모픽 소자, Machine learning, Artificial Intelligence, CMOS, 에너지하베스터, 웨어러블 전자소자, 바이오센서, 생체모방 기술

18. 파동 내재 집적시스템 연구실 (Wave Embedded Integrated System Lab, 홍성철 교수 연구실)

: 초고주파 집적회로(RFIC), mm-Wave 5세대 이동통신(mm-Wave 5G), 레이더(Radar), 무선 전력 전송(Wireless Power Transfer), 센서(Sensor)

<김상현 교수 연구실>

3D integrated opto-electronic device group	■ 연락처 교수 : TBD TEL : TBD 연구실 : TBD TEL : TBD 홈페이지 : https://sites.google.com/site/sanghyeonkim85/

■ 연구실 현황(2017 가을학기 기준)

박사후과정 : 0명 박사과정 : 0명 석사과정 : 0명

■ 연구 분야 소개

IOT시대에 필요한 반도체 기기는 기존의 소자보다 소형, 다기능, 저저력이 요구된다. 이를 실현하기 위해 3차원 집적형 소자 제작이 필수적이며 본 연구실에서는 3차원 집적형 반도체 단위 소자에 대한 연구를 수행한다. 이를 통해 소비 전력을 획기적으로 절감하고 성능을 향상시킬 수 있으며 다양한 소자를 적층함으로서 하나의 칩의 기능을 크게 높일 수 있다.

▶ Monolithic 3D integration

기존의 3차원 반도체는 보통 칩을 제작한 후에 패키징 단계에서 적층한다. 하지만 이 경우에는 정렬의 정확도 및 위 아래 칩을 연결하기 위한 via의 사이즈가 마이크론 사이즈로 제한된다. 본 연구실에서는 이를 본질적으로 돌파하기 위해 Monolithic 3차원 적층 (sequential 3차원 적층) 기술을 개발하고 있다. 구체적으로는 웨이퍼 본딩 및 기판 분리 기술 등의 적층 공정과 이를 이용한 3차원 소자 제작을 진행중이다.

▶ Next Generation computing

최근에 큰 문제가 되고 있는 컴퓨팅 소비전력 저감을 위해 기존의 Si보다 재료적인 특성이 우수한 Ⅲ-V화합물 반도체, Ge 등을 이용한 소자 등을 연구중이다. 또한 기존의 폰 노이만 컴퓨팅 방식을 뛰어 넘기 위한 neuromorphic computing 용 시냅스/뉴론 소자에 관한 연구를 진행중이다.

▶ MicroLED display

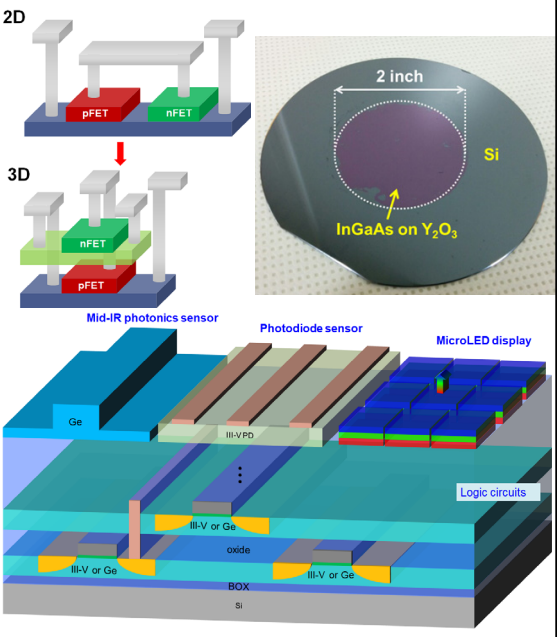
초소형, 초고해상도 디스플레이 구현을 위해 3차원 집적형 무기물 MicroLED 디스플레이에 관한 연구를 수행중이다. 본 연구실의 웨이퍼 본딩 기술을 응용하여 기존보다 해상도가 획기적으로 개선된 디스플레이 제작이 가능할 것으로 기대한다.

▶ Mid-IR photonics

중적외선 대역은 여러 가지 가스, 바이오 물질의 흡수가 존재하는 영역으로 광센서 제작을 위해 매우 중요하다. 본 연구실에서는 센싱용 중적외선 플랫폼으로서 GOI구조를 연구중이다.

▶ Thin film imager

포토 디텍터의 광 흡수층을 박막화 함으로서 하부에서의 빛의 반사등을 이용한 성능향상, 멀티 컬러 디텍터 등의 연구를 수행중이다.



■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

본 연구실은 전자소자에서부터 광소자까지 다양한 소자의 단위 소자 연구를 하고 있기 때문에 반도체 소자 물성, 고체물리, 반도체 소자 집적, 포토닉스 소자 등에 관한 어떤 과목도 도움이 된다. 본인의 성향에 따라 학계, 산업계, 연구소 등 다양한 진로 선택이 가능하다.

■ 연구 활동 외 소개

본 연구실은 직접적인 연구활동 이외에 연구를 보는 넓은 시야를 위해 적극적으로 국내외 학회 참가를 장려하고 있다.

또한 친목도모를 위한 연구실 회식, 주기적인 운동 및 워크샵 개최를 계획하고 있다.

■ 연구실 홍보

현재 본 연구실은 한국과학기술연구원에 있으며 2019년 2월부터 카이스트 전기 및 전자공학부로 옮겨 연구를 지속할 예정입니다. 자유로운 분위기 속에서 학생들의 재능을 발휘하게 하며 세계를 리딩하는 연구를 할 수 있도록 지도 교수 또한 지속적으로 노력할 것입니다.

위에서 소개된 연구 분야와 같이 반도체 소자라는 작은 단위임에도 전자소자/광소자의 다양한 분야를 연구 중입니다. 이러한 환경 속에서 팀원들과의 상호 작용을 통해 본인의 연구 토픽 뿐만 아니라 반도체 소자 전반에 대한 이해도를 넓힐 수 있으며 이러한 경험이 졸업 후 여러 분야에서 활약할 수 있는 리더가 되는데 큰 도움이 될 것입니다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('15~'17)

- D. -M. Geum, M.-S. Park, J. -Y. Lim, H. -D. Yang, J. D. Song, C. -Z. Kim, E. Yoon, S. -H. Kim*, and W. J. Choi, "Ultra-high-throughput Production of Ⅲ-V/Si Wafer for Electronic and Photonic Applications", Scientific reports 6, 20610 (2016)
- S. -K. Kim, J. -P. Shim, D. -M. Geum, C. Z. Kim, H. -S. Kim, Y. -S. Kim, H. -K. Kang, J. D. Song, S. -J. Choi, D. H. Kim, W. J. Choi, H. -J. Kim, D. M. Kim*, and S. -H. Kim*, "Cost-effective Fabrication of $In_{0.53}Ga_{0.47}As$-on-Insulator on Si for Monolithic 3D via Novel Epitaxial Lift-Off (ELO) and Donor Wafer Re-use", International Electron Devices Meeting (IEDM), p. 616 (2016)
- S. -H. Kim*, S. -K. Kim, J. -P. Shim, D. -M. Geum, G. Ju, H. -S. Kim, H. -J. Lim, H. -R. Lim, J. -H. Han, S. Lee, H. -S. Kim, P. Bidenko, C. -M. Kang, D. -S. Lee, J. -D. Song, W. J. Choi, and H. -J. Kim, "Heterogeneous Integration toward Monolithic 3D Chip enabled by Ⅲ-V and Ge Materials", IEEE Journal of the Electron Device Society 6, p. 579 (2018)

See more in the webpage ---------->

<김용훈 교수 연구실>

제1원리 나노소자 컴퓨팅 연구실	■ 연락처 교수 : N5 #2311 TEL : 042-350-1717 연구실 : N5 #2154A/2148 TEL : 042-350-1757/1777 홈페이지 : http://nanocore.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

박사후과정 : 1명 박사과정 : 5명 석사과정 : 2명

■ **연구 분야 소개**

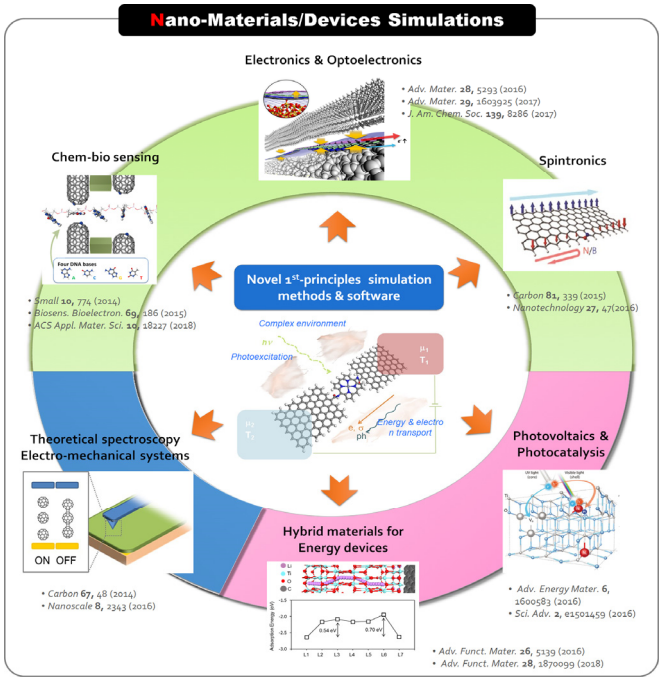
- **이론 및 컴퓨팅**
- 비평형 열린 양자 시스템 물리
- 제1원리 및 멀티스케일 양자수송/광여기 전산모사
- 기계학습/인공지능 기반 나노소자 시뮬레이션

⇓

- **기능성 나노소재**
- 그래핀 및 탄소소재, 2차원 소재 및 이종접합 구조체
- 양자점, 나노막대, 나노판
- 할로겐 페로브스카이트 소재, 유기/바이오 소재

⇓

- **차세대 나노소자**
- "more Moore & more than Moore" 전자소자 (다치논리, 멤컴퓨터, DNA 센서 등)
- 에너지 변환 소자 (태양전지, LED, 전기/광촉매, 슈퍼커패시터 등)
- 바이오 및 전기화학 계면



■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

- **연구실 구성원들의 관심분야 및 수강과목**
  (1) 고급 양자물리, 소자물리
  (2) 고성능 및 인공지능 컴퓨팅
  (3) 차세대 소자 전산설계 및 개발
- **연구실 졸업생 진로**
  - 학계 및 산업계 모두 제1원리 계산 전공자에 대한 수요가 급속히 증가하고 있음 (삼성 - CMOS R&D, LG – LED R&D, 현대차 – 연료전지 R&D 등)
  - 최근 2년 연구실 구성원 진로: 박사 졸업생 2명 국가연구소(KISTI) 정직원 채용(졸업 후 1년 내), 박사후연구원 파키스탄 최고수준 대학 부교수 채용

■ **연구 활동 외 소개**

- 매년 겨울 스키리조트에서 겨울학교 개최, 매년 봄 또는 가을 국립공원 하이킹, 매주 월/금요일 산책 및 점심식사
- 국제학회 정기참석(American Physical Society March Meeting, IEEE International Electron Device Meeting, International Conference on Simulation of Semiconductor Processes & Devices)

■ **연구실 홍보**

- 연구분야 유망성: *Nature* (http://nature.com/top100)에 따르면 인류역사상 모든 분야에서 출간된 논문들 중 가장 많이 인용된 100개의 논문 중 12개가 제1원리계산 분야 논문이며, 이러한 추세는 더욱 강화되는 추세임.
- 본 연구실은 양자수송 및 광여기 현상을 효율적이고 정확하게 기술할 수 있는 새로운 제1원리 및 다차원/인공지능 전산모사 이론과 소프트웨어 개발 연구를 수행하여, 전산 소자 설계 분야를 새롭게 정립하고 선도하고 있음.
- 이는 비평형 열린 양자계 물리의 이해와 첨단 전자/에너지/바이오 나노소자의 개발에 획기적인 전기를 마련할 수 있음.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

- "*Semimetallicity and Negative Differential Resistance from Hybrid Halide Perovskite Nanowires*", Adv. Funct. Mater. (2019)
- "*HfO_2/HfS_2 hybrid heterostructure fabricated via controllable chemical conversion of two-dimensional HfS_2*", Nanoscale (2018)
- "*Nitrogen doping of carbon nanoelectrodes for enhanced control of DNA translocation*", ACS Appl. Mater. Interfaces (2018)
- "*Epitaxially self-assembled alkane layers for graphene electronics*", Adv. Mater. (2017)

('17~'19년 인용지수 > 6 SCI 저널에 논문 10편 발표; 연구분야 및 전체논문 리스트는 그룹 홈페이지 http://nanocore.kaist.ac.kr 참조)

- 김용훈 교수, 연구혁신 부문 과기부 장관상(나노코리아 2017, 과학기술부)
- 김태형 학생, 우수 발표상(2019 봄학술대회, 한국물리학회) 등 학생 수상 다수

<박철순 교수 연구실>

초고주파 회로 연구실

■ **연락처**

교수 : 전기및전자공학부동(E3-2) 6209 TEL : 042-350-3455

연구실 : 전기및전자공학부동(E3-2) 6210 TEL : 042-350-3455

홈페이지 : http://microlab.kaist.ac.kr

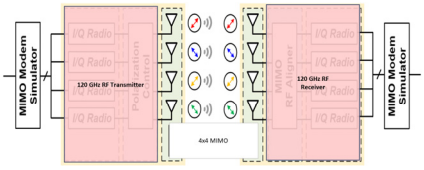
■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

박사후과정 : 1명 박사과정 : 9명 석사과정 : 3명

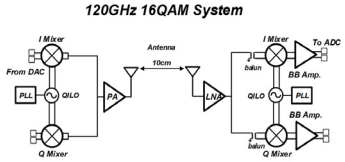
■ **연구 분야 소개**

초고주파 회로 연구실은 CMOS 공정 기반 밀리미터파(mm-Wave) 무선 통신 회로와 시스템에 대해 연구하고 있습니다.

- **200 Gbps Millimeter-Wave/THz Wireless Communication**



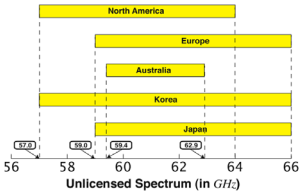
<Conceptual Diagram for 4x4 MIMO Communication System>



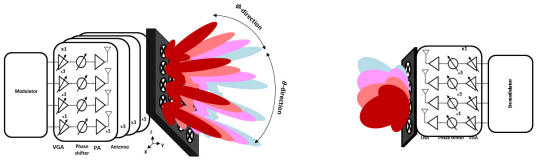
<Block Diagram for 120GHz Communication>

- 칩 사이의 무선 통신이나 가까운 거리의 단말기 사이의 무선 통신 활용을 목표로 하고 있음.
- 120 GHz 중심 주파수, 16-QAM 변조를 통해 한 채널 당 50 Gb/s 데이터 전송률을 목표로 하고 있음.
- 4X4 MIMO를 통해 200 Gb/s 데이터 전송률 달성.

- **60 GHz Millimeter-Wave Radio for Wireless Body Area Network**



<60-GHz Frequency Spectrum>



<Conceptual Diagram of 60 GHz Beam-forming System>

- WBAN(Wireless Body Area Network, 인체무선통신)을 위해 3m 거리에서 10 Gb/s 데이터 전송률을 목표로 하고 있음.
- NLoS(Non Line of Sight) 통신을 위해 Beam-forming 기술을 적용하고 ISI를 줄이고 SRR (Side-lop Rejection Ratio)를 최대화 하기 위해 Beam-tapering 기술을 적용함.

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

추천 수강 과목으로는 통신 이론, 회로 이론, 전자 회로, 전자기학, 전자파 및 안테나, 무선 공학 등의 과목들이 추천됩니다. 졸업생들은 교수나 각종 연구 기관의 연구원, 벤처 기업 CEO 등 산업계, 학계 전반에서 활동하고 있습니다.

■ **연구 활동 외 소개**

연구실 친목을 도모하기 위해 매년 2회(하계, 동계) Workshop을 개최하며 Microlab 홈커밍데이와 축구, 농구, 등산 등으로 체력단련 행사를 열고 있다.

■ **연구실 홍보**

Microlab은 한국연구재단에 선정된 최고의 NRL(2006), ERC(2014) 우수연구센터의 중심연구실로서, 차세대 이동통신 및 휴대단말기의 초고속 WBAN, Full HD 동영상의 무선전송을 위한 Millimeter-wave/Terahertz 대역의 CMOS 설계 및 System Packaging 기술을 연구하고 있습니다. CMOS 회로로부터 Packaging에 이르는 system 구현 연구를 통하여 최신의 연구 환경에서 최고의 창의력과 능력을 펼칠 수 있는 연구실입니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

1. Hee Sung Lee, Seung Hun Kim, Tae Hwan Jang, Hee Gyum Park, Byoung Chul Min, Seung Young Park, Chul Soon Park, 'Power-Efficient Spin-Torque Nano-Oscillator-Based Wireless Communication With CMOS High-Gain Low-Noise Transmitter and Receiver', IEEE Transaction on Magnetics, Vol.55, No.5, pp.1. May. 2019

2. Tea Hwan Jang, Hong Yi Kim, Dong Min Kang, Seung Hun Kim, Chul Soon Park, '60-GHz Low-profile, Wideband Dual Polarized U-Slot Coupled Patch Antenna with High Isolation', IEEE Transaction on Antennas and Propagation, Vol.67, No.7, pp.4453-4462. Jul. 2019

3. Joong Geun Lee, Tae Hwan Jang, Geon Ho Park, Hee Sung Lee, Chul Woo Byeon, Chul Soon Park, 'A 60-GHz Four-Element Beam-Tapering Phased-Array Transmitter With a Phase-Compensated VGA in 65-nm CMOS', IEEE Transaction on Microwave Theory and Technique, Vol.67, No.7, pp.2998-3009, Jul. 2019

4. Hyuk Su Son, Tae Hwan Jang, Seung Hun Kim, Kyung Pil Jung, Joon Hyung Kim, Chul Soon Park, 'Pole-Controlled Wideband 120 GHz CMOS Power Amplifier for Wireless Chip-to-Chip Communication in 40-nm CMOS Process', IEEE Transactions on Circuits and Systems Ⅱ: Express Briefs, Vol.66, No.8, pp.1351-1355, Aug. 2019

* 2019년 이전 논문 및 학회 실적은 홈페이지(http://microlab.kaist.ac.kr)에서 확인 가능합니다.

Computational Nanoelectronics Laboratory
http://cnl.kaist.ac.kr

■ **연락처**
교수 : E3-2, #6204 TEL : 042-350-7418
연구실 : E3-2, #5216 TEL : 042-350-7618
홈페이지 : http://cnl.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

연구교수 : 1명 박사후과정 : 2명 박사과정 : 6명 석사과정 : 2명

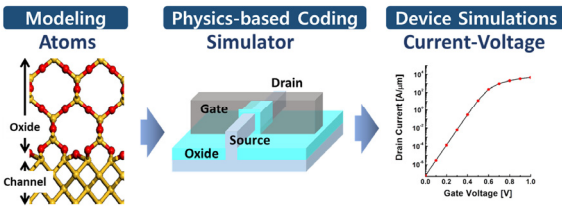
■ **연구 분야 소개**

Nanoelectronics

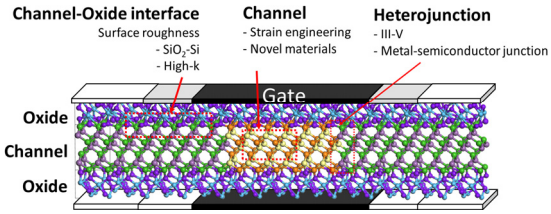
전통적인 평면 MOSFET의 크기가 나노미터 단위로 줄어듦에 따라 소자의 성능은 단채널 효과에 의해 크게 저하된다. 이러한 소자의 성능저하를 극복하고자 평면 실리콘 MOSFET의 대체 후보들인 나노와이어, Ultra thin-body, 쇼트키-배리어 트랜지스터 등 차세대 트랜지스터에 대한 연구가 진행되고 있다. 하지만, 나노미터 단위의 소자는 고전적인 모델링 방법으로는 소자를 정확하게 기술하지 못하므로 양자역학적 모델링이 필요하다.

우리 연구실에서는 원자 수준의 Tight-binding, 제일 원리 계산과 비평형 그린 함수 등 엄밀한 양자 역학 방법론을 기반으로 전자 소자 시뮬레이터를 자체 개발 하고 있으며 이를 이용한 소자 특성연구를 진행하고 있다. 더 나아가 실리콘 뿐 아니라 게르마늄, Ⅲ-V 화합물, TMDC, 강유전체 등 차세대 물질을 모델링하여 소자의 특성 해석도 진행 중이다. 또한 sub 60 mV/decade를 가지는 터널링 트랜지스터, Negative-Capacitance 트랜지스터 등 다양한 미래 소자에 대해서도 연구한다.

[Device Modeling and Simulations]



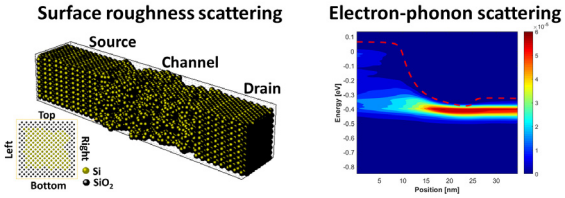
[Nanoscale Field Effect Transistors]



Spintronics

스핀트로닉스는 과거 전자공학에서 다루지 않았던 양자의 스핀특성을 제어하는 기술로, 차세대 나노테크놀로지의 주요기술 중의 하나로서 여겨진다. 특히 자성체를 활용한 MRAM은 차세대 메모리로 각광받고 있으며, 2008년 노벨 물리학상을 가져온 거대자기저항(GMR), 높은 MR ratio를 보이는 TMR, 그리고 2D, 3D의 topological insulator 모두 스핀트로닉스의 예시이다. 이러한 spintronic device로서의 다양한 활용과 수송특성을 연구한다.

[Electron/Spin Transport]



■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

물리전자개론, 반도체소자, 현대물리, 전자기학 등이 있으며 물리학과의 양자역학, 고체물리 등을 수강하는 것도 추천한다. 졸업생은 삼성전자, SK-Hynix 등 관련 기업에 진출해 있고, 세계 유수의 대학원, 연구소 및 기업에도 진출 가능하다.

■ **연구 활동 외 소개**

연구 활동뿐만 아니라 연구실 생활에서 워크샵, 등산 및 회식을 통하여 친목을 다지고 있다. 또한 졸업생이 참여하는 바베큐 파티를 통하여 활기차고 가족적인 분위기를 만들고자 노력하고 있다.

■ **연구실 홍보**

바야흐로 계산 과학/공학의 시대가 열리고 있습니다. 계산 과학/공학은 전통적인 이론 및 실험에서 벗어난 제3의 연구 방법론으로서 컴퓨터 연산 능력의 눈부신 발전과 나노 융합이라는 시대적 요구에 따라 크게 성장하고 있습니다. CNL에서 양성하고자 하는 인력은 반도체 소자, 고체 물리, 양자 역학, 전산 모사 등을 섭렵할 수 있는 고급 전문 인력입니다. 이러한 능력을 갖춘 고급 인력은 소수이며, 최근 계산 과학/공학이 강조되는 추세로 보아 앞으로 학계 및 산업계에서 절실히 요구되는 인력이 될 것입니다. 대학원 과정을 거치고 졸업하는 우리 학생들은 확실한 이론적 백그라운드로 무장되어, 향후 어떤 분야의 일을 하더라도 잘 할 수 있는 포텐셜을 가질 수 있습니다. 또한 대학교, 연구소, 기업 등에서 소자 관련 연구에 있어서 계산을 통한 핵심적 역할을 수행할 수 있습니다. 열정적이고 도전적인 학생들의 많은 관심 부탁 바랍니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

[1] Y. Ahn and M. Shin, "Efficient Atomistic Simulation of Heterostructure Field-Effect Transistors," IEEE Journal of the Electron Devices Society, vol. 7, pp. 668–676, Jun. 2019.

[2] S. Noh, D. H. Kang, and M. Shin, "Simulation of Strain Assisted Switching in Synthetic Antiferromagnetic Free Layer-Based Magnetic Tunnel Junction," IEEE Transactions on Magnetics, vol. 55, no. 4, pp. 3400705, Apr. 2019.

[3] D. H. Kang, J. Lee, W. J. Woo, and M. Shin, "Spin torque nano-oscillators directly integrated on a MOSFET," IEEE Transactions on Nanotechnology, vol. 17, no. 1, pp. 122-127, Jan. 2018.

[4] H. E. Jung, M. Shin, "Effects of Si/SiO2 interface stress on the performance of ultra-thin-body field effect transistors: A first-principles study," Nanotechnology, vol. 29, pp. 025201, dec. 2017.

[5] M. Shin, "First-principles based quantum transport simulations of nanoscale field effect transistors," 2017 IEDM 초청강연.

<양경훈 교수 연구실>

초고속 나노소자 연구실
High Speed Nano Electronics Laboratory

■ 연락처

교 수 : E3-2 1223-1 TEL : 042-350-3471
연구실 : E3-2 1227 TEL : 042-350-5471
홈페이지 : http://hsnl.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황 (2019 가을학기 기준)**

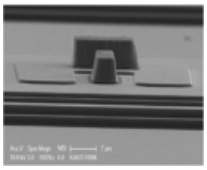
박사과정 : 2명 (공동지도) & 외부 연구기관/대학/회사 연구인력과 활발한 실용화 공동연구 진행 중.

■ **연구 분야 소개**

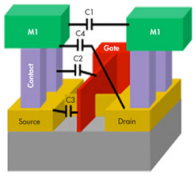
Nano-Quantum Devices & ICs Design

▸ **나노 전자 소자 공정 및 모델링 연구**

본 연구실에서는 Beyond-CMOS 시대의 유망한 소자 중 하나이자 신개념 양자효과 나노전자 소자인 공명 터널 다이오드 (Resonant Tunnling Diode, RTD) 에 대한 연구를 지속적으로 수행하고 있다. 나노미터 수준의 RTD 설계/공정 기술은 차세대 초고속/저전력 회로를 개발하는데 필수적인 기술이며 제작된 소자를 분석하고 모델링 하는 연구를 진행하고 있다. 또한 차세대 5G/6G 통신 및 110 GHz 대역의 회로 및 시스템 연구를 위하여 SOI FinFET 과 같은 나노 CMOS 소자에 대한 초고주파 RF 모델링 연구도 수행하고 있다.



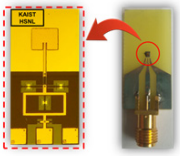
Resonant Tunneling Diode (RTD)



Nano-CMOS FinFET Modeling

▸ **THz(테라헤르츠 발진) 6G & Beyond-5G 나노 소자 및 집적회로 개발**

전자 소자 중 테라헤르츠 신호 발생이 용이한 RTD를 이용하여 테라헤르츠 소자 및 회로 연구를 진행하고 있다. 테라헤르츠파 기술은 투과성을 활용한 이미징 시스템 또는 초고속 통신에 활용될 수 있다. 본 연구실에서는 양자소자 시뮬레이터를 이용한 테라헤르츠 발진을 위한 RTD 소자 구조 연구 및 자체 공정 장비를 이용한 테라헤르츠 아날로그 집적회로 공정을 진행하고 있으며, 테라헤르츠 회로 설계, 테라헤르츠급 안테나 설계, 고주파 발진 측정 등 집적회로 전반에 대한 연구를 수행하고 있다.



Terahertz RTD Oscillator

▸ **양자 나노소자를 이용한 3D 집적 RF/THz System 개발**

모든 사물의 IP화 개념인 '사물인터넷(Internet of Things)' 에서는 데이터의 양이 급속도로 증가하기 때문에, 차세대 무선 이동통신 기반에서 활용 가능한 초고주파 (밀리미터파, THz-wave) 대역의 근거리 무선 네트워킹 시스템이 핵심 기술이다. 특히 헬스케어 등의 휴대용 장치는 소형 배터리로 동작, 24시간 실시간 인터넷 연결이 필요하며 나노전자소자인 RTD를 이용하여 기존 시스템 대비 전력소모 및 전송속도를 최적화 할 수 있는 Transceiver 연구를 진행한다.

■ **추천 수강 과목**

물리전자개론, 전자회로, 고체 물리전자, 고주파 전자소자, 마이크로파 공학, 광전자 소자 등

■ **졸업생 진로**

삼성전자 / SK Hynix / ADD / ETRI / KIST / 학계

■ **연구 활동 외 소개**

▸ 연구실 내부 친목 워크샵 및 야유회 진행.
▸ 월별 점심식사를 통한 자유로운 미팅 진행.

■ **연구실 홍보**

본 연구실은 세계를 이끌기 위한 창의적이며 미래지향적인 연구를 수행하고 있습니다. 그 결과, 미래 나노전자 분야를 이끌어가기 위한 신개념 양자/나노 소자인 공명 터널 다이오드(RTD) 소자를 세계최초로 실용화 IC에 적용하는데 성공하였으며, 세계 최고 수준의 우수한 성능을 보여 양자 효과를 이용한 회로 설계 기술이 차세대 기술 중 가장 실용적인 회로 기술 중 하나임을 입증 하였습니다. 뿐만 아니라, 테라헤르츠 소자 및 회로 연구를 통해 공명 터널 다이오드의 우수성을 극대화 시키는 연구를 수행하고 있습니다.

■ **연구 성과 소개 ('18~'19)**

[1] J. Park, J. Lee, K. Lee, and K. Yang, "A 24-GHz Low-Power RTD-Based ON–OFF Keying Oscillator With an RTD Pair Configuration" , IEEE Microwave and Wireless Components Letters, Vol. 28, No. 6, pp. 521-523, June 2018.

[2] M. Kim and K. Yang, "A Sub-THz RTD-pair Oscillator with Enhanced RF Output Power Characteristics", IEEE IPRM/ISCS, CSW-2019, Nara, Japan, May 2019.

<유승협 교수 연구실>

IOEL
Integrated Organic Electronics Lab

■ **연락처**
교수 : 정보전자동(E3-2) 6층 6202호 TEL : 042-350-3483
연구실 : 정보전자동(E3-2) 6층 6207호 TEL : 042-350-5483
홈페이지 : http://ioel.kaist.ac.kr

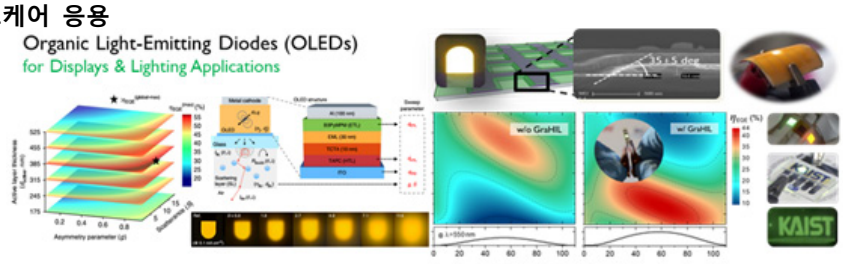
■ **연구실 현황 (2019 가을학기 기준)**

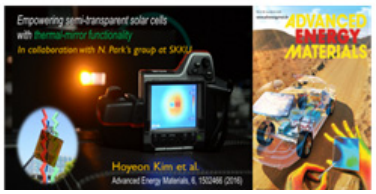
박사후과정 : 2명 박사과정 : 12명 석사과정 : 7명

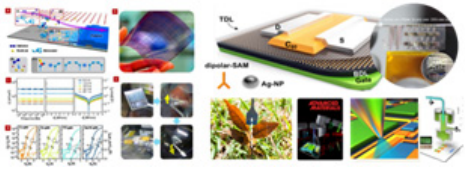
■ **연구 분야 소개**

OLED을 이용한 차세대 디스플레이/ 조명 및 헬스케어 응용

OLED는 자체발광 특성으로 인해 디스플레이 광원으로 각광받고 있으며, 다른 기술과 달리 플렉서블, 투명 등 다양한 형태로 구현 될 수 있기 때문에, 현재의 모바일 기기, TV의 디스플레이 뿐 아니라 롤러블 디스플레이, 폴더블 디스플레이 등 차세대 디스플레이의 핵심 기술로서 시장을 점점 넓혀나가고 있다. 본 연구실 에서는 OLED 의 효율을 극대화 하는 기술, OLED 의 장점을 살리는 플렉서블/ 스트레쳐블/ 투명 OLED 기술 등의 분야에서 여러 연구결과를 Nature Comm. 등 매우 우수한 저널에 발표하였으며, 최근에는 그 응용분야를 차세대 조명기술, 웨어러블 헬스케어 기술 등에 확대하고 있다.







유기태양전지 및 응용기술

유기태양전지 (OPV) 및 페로브스카이트 태양전지는 차세대 태양전지로써 최근 빠르게 성장하고 있다. IOEL은 차세대 태양전지의 기술 발전을 위해 태양전지의 반투명화 및 유연 소자 개발에 주력함으로써 건물외벽이나 자동차 등에 활용 가능하도록 차세대 태양전지가 연구실 수준에서 그치지 않고 실제 활용될 수 있는데 필요한 핵심 기술을 확보하고자 노력하고 있다.

유기 FET, 메모리 및 센서 / Printed electronics

유기 FET는 얇고 유연하다는 점과 인쇄기술을 이용하여 구현이 가능하다는 점에서 저비용 플렉서블 전자 기술에서 중요 역할을 할 수 있을 것이라 기대되고 있다. IOEL은 유기 FET 단위 소자뿐 아니라 이를 기반으로 한 메모리, 센서 등 다양한 응용 디바이스 및 공정상에 이점을 얻기 위해 인쇄 공정을 통한 전자 디바이스 제작에 대한 연구를 진행하고 있으며, Nature Materials, Nature Comm. 등 매우 우수한 저널 논문을 게재하고 있다.

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

학부 과목으로는 물리전자개론 또는 반도체 소자 개론, 학석 통합 과목으로 유기전자 개론 또는 디스플레이 공학 개론을 추천한다. Photonics 개론 분야의 과목도 큰 도움이 된다. 졸업 후 진로로는 각 기업 연구원, 정부출연 연구소 연구원, 또는 학계진출이 가능하다.

■ **연구 활동 외 소개**

IOEL은 우수 저널에 논문을 출간함과 동시에, 국내외 학회에 꾸준히 참가하여 연구 성과를 널리 알리고 있다. 또한 적어도 1년에 1회 이상 연구실 워크샵을 통해, 연구의 진행상황을 점검하며, 동시에 구성원 간 친목을 도모한다.

■ **연구실 홍보**

유기반도체는, OLED 등을 통해 실제 상용화에 이른 몇 안 되는 차세대 반도체 기술입니다. IOEL은 유기전자 기술에 중요한 device physics/ engineering과 더불어 optics, 반도체 공정 기술에 걸치는 요소 기술과 디스플레이, 센서, 태양전지 등 응용 기술에 걸쳐 다양한 연구를 수행할 수 있는 연구 기반을 갖추고 있으며, 국내외 산학연 네트워크와 함께 세계 속의 위상도 빠르게 성장하고 있는 그룹입니다. 본인이 융합연구 분야에 관심이 있고, 새로운 분야에 도전하는 것을 두려워하지 않는 분이라면, IOEL에서 본인이 갖고 있는 전기 전자 실력을 새로운 분야에 접목하여 깊이 있는 연구를 수행할 수 있는 기회를 놓치지 말고, 큰 학자나 엔지니어로의 꿈을 키워 가시기 바랍니다.

■ **연구 성과 소개**

[1] J. Song, *et al.*, "Lensfree OLEDs with over 50% external quantum efficiency via external scattering and horizontally oriented emitters", Nature Communications 9, 3207 (2018)
[2] H. Lee, *et al.*, "Toward all-day wearable health monitoring: An ultralow-power, reflective organic pulse oximetry sensing patch", Science Advances 4(11) (2018)[3] S. Lee, *et al.*, Organic flash memory on various flexible substrates for foldable and disposable electronics", Nature Communications 8, 725 (2017)
[4] J. Lee et al., "Synergetic electrode architecture for efficient graphene-based flexible organic light-emitting diodes", Nature Communications 7, 11791 (2016)
[5] Various awards: KIDS 제1회 김용배상 금상, 휴먼테크 25회 동상, 24회 은상, (Best Poster Paper Awards) OSA Advanced Photonics Congress 2019, IMID 2019, etc.

<윤기완 교수님 연구실>

KAIST
TERAHERTZ Nano System Laboratory

■ **연락처**

교수 : 미래융합소자동 (E3-3) 2306호 TEL : 350-7411

연구실 : 미래융합소자동 (E3-3) 2302호 TEL : 350-7511, 7611

홈페이지 : http://tnslab.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황 (2019.9)**

박사과정: 5명, 석사과정 1명

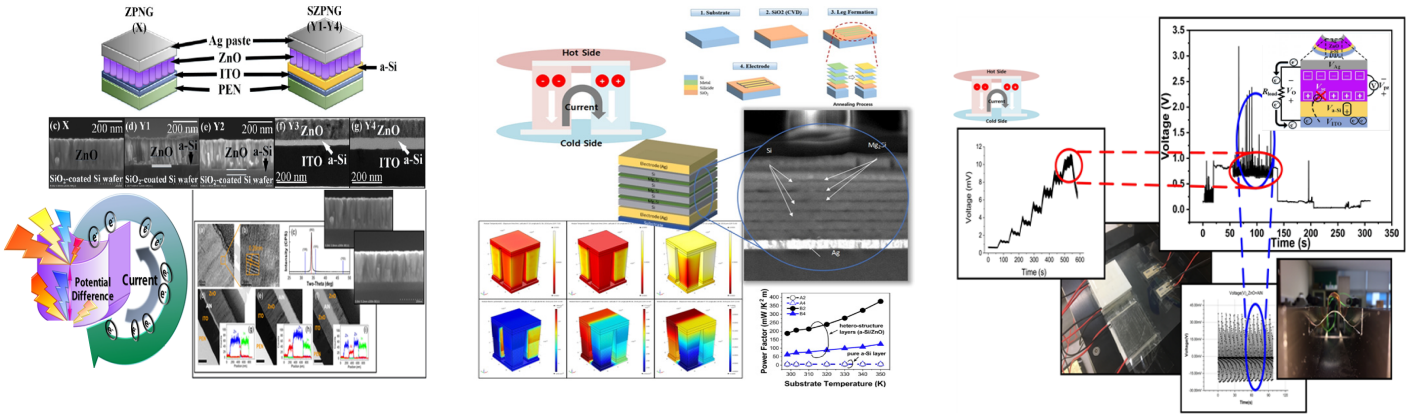
■ **연구 분야 소개**

1) Wearable・IoT 기술과의 융합을 위한 나노 스케일 박막 구조 기반의 압전 에너지 하베스팅 소자 연구・개발

2) Wearable・IoT 기술과의 융합을 위한 나노 스케일 박막 구조 기반의 열전 에너지 하베스팅 소자 연구・개발

3) 센서 네트워크 기술과의 융합을 위한 압전・열전 하이브리드 에너지 하베스팅 소자 연구・개발

Piezoelectric energy harvesting | **Thermoelectric energy harvesting** | **Hybrid energy harvesting**



★ **진행 프로젝트/최종 목표 : 웨어러블/사물인터넷 응용을 위한 나노 구조체 열전 에너지 하베스팅 소자와 혁신적 센서 네트워크의 융합을 통한 고효율 자가발전 센서 네트워크 연구**

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

추천 과목으로는 물리전자개론, 반도체 소자, 반도체 집적회로 등이 있습니다. 졸업 후에는 교수, 대기업, 국책 연구소, 정부 출연 연구소 등으로 진로를 정할 수 있습니다.

■ **연구 활동 외 소개**

기회가 있을 때마다 수시로 짧은 자유로운 친목 도모의 자리를 가지고 연구에 대해 토론합니다. 또한 연구 관련 학회 및 교육, 논문 투고 참여를 장려하여, 보다 더 다양한 경험과 활동 기회를 제공합니다. 매달 연구실 학생들의 문화의 날도 갖습니다.

■ **연구실 홍보**

본 연구실은 반도체 기반의 초소형, 저전력, 고효율을 가진 (1) 압전 에너지 하베스팅 소자, (2) 열전 에너지 하베스팅 소자를 중점적으로 연구/개발하고 있습니다. 또한, 최근에는 열전 및 압전 소자의 구조 설계와 제작 기술을 기반으로 압전-열전 기술을 융합한 하이브리드 에너지 하베스팅 소자 및 기술을 개발하는 연구를 활발히 수행하고 있습니다.

■ **연구 성과 소개 (18~19년도)**

[1] Jaekwon Ha et al., "An experimental study of a-Si/ZnO-stacked hetero-structures for potential thermoelectric energy harvesting applications", **Applied Physics Letters**, 2018.

[2] Jihwa Lee et al., "Characteristics of hetero-structured thermoelectric devices with a-Si/Mg_2Si-stacked thin film layers", **Electronics Letters**, 2018.

[3] Buil Jeon et al., "Effect of a-Si thin film on the performance of a-Si/ZnO-stacked piezoelectric energy harvesters", **Applied Physics Letters**, 2018.

[4] Munhyuk Yim et al., "Fabrication of Tandem-type Vertically Integrated Nanogenerators by In-situ Deposition of AlN/ZnO Films", **Journal of Semiconductor Technology and Science**, 2019.

[5] Yeongseon Kim et al., "Electrical characteristics and detailed interfacial structures of Ag/Ni metallization on polycrystalline thermoelectric SnSe", **Journal of materials science & technology**, 2019.

[6] Yeongseon Kim et al., "Practical evaluation of electrical contact resistance of thermoelectric legs at high operation temperature", **Journal of Materials Science: Materials in Electronics**, 2019.

[7] Chongsei Yoon et al., "A Feasibility Study of Fabrication of Piezoelectric Energy Harvesters on Commercially Available Aluminum Foil", **Energies**, 2019.

<윤준보 교수 연구실>

3DMNSL 3-DIMENSIONAL MICRO-NANO STRUCTURES LABORATORY **3D Micro-Nano Structures Laboratory**	**■ 연락처** 교수 : (E19) 나노종합기술원 513호 TEL : 042-350-3476 연구실 : (E19) 나노종합기술원 523호 TEL : 042-350-5476 홈페이지 : http://MEMS.kr/

■ 연구실 현황 (2018 가을학기 기준)

박사후연구원: 0명 박사과정: 6명 석사후연구원 : 1 석사과정: 6명

■ 연구분야 소개

▷고성능 3차원 마이크로-나노 전자기계 시스템 개발 (M/NEMS)
▷독창적인 소자 디자인, 제작 및 특성 평가
▷전반적인 소자 지식을 기반으로 세계 최고 수준의 기계식 스위치 (DC/RF), 광학 컴포넌트, 나노 센서 개발
▷4차 산업 혁명에 발맞춰 바이오 센서, 에너지 수확 소자 등 다양한 학부 출신 연구원과 연구 분야 확장 중

▪ Nano/micro-switch for DC & RF applications----------

기존 반도체 소자에서 불가능한 누설 전류가 없고 Abrupt switching 특성을 기계식 스위치를 통해 얻을 수 있다 (Fig. 1). 우리는 기계식 스위치의 높은 동작 전압과 낮은 신뢰성 문제를 해결하여 메모리, 논리회로, RF 소자에 응용하고자 한다. 대표적인 연구 사례로 세계 최소 나노갭을 갖는 스위치를 개발하고, 1 V 이하로 구동하는 NEM 스위치를 개발하여 ***Nature Nanotechnology*** (IF: 31.170) 에 게재한 바 있다.

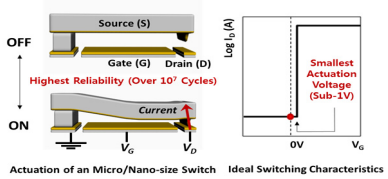


Fig. 1 이상적 특성의 기계식 스위치

▪ N/MEMS for Optical Components----------

다년에 걸쳐 쌓아온 연구실 고유의 공정 기술과 경험을 바탕으로, 마이크로/나노 구조체로 구성된 복합 광학 필름을 개발한다. 제작된 필름은 얇고, 투명한 특성을 지니며 3차원 디스플레이, 로컬 디밍에 활용한다 (Fig. 2). 또한, 스마트 윈도우, 투명 OLED 디스플레이에 응용 가능한 마이크로 셔터를 개발하였다. 최근에는 이러한 기술을 바탕으로 MEMSLUX라는 스타트업을 창업하였고, 상용화를 앞두고 있다.

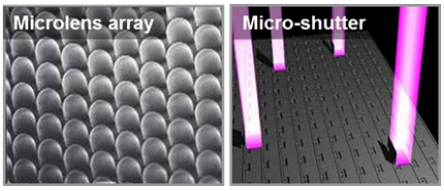


Fig. 2 디스플레이를 위한 광학 필름

▪ Nano-sensor devices for future electronics----------

4차 산업 혁명을 실현하기 위해서는 고성능 센서를 높은 수율, 신뢰성으로 재현성 있게 생산해 내는 기술이 필수적이다. 연구실 고유의 고정밀, 대면적, 높은 재현성의 나노 구조 제작 기술을 바탕으로 (Fig. 3), 나노 크기에서 나타나는 특이한 물리/화학적 특성을 신뢰적으로 탐구하며, 최근 많은 주목을 받고 있는 다양한 가스, 압력, 적외선 센서 및 에너지 수확 소자에 응용하는 연구를 진행 중이다.

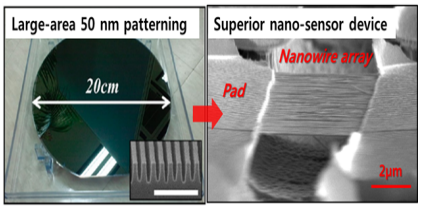


Fig. 3 나노구조체를 이용한 고성능 센서

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

추천 과목으로는 반도체소자, 집적회로소자개론, MEMS전자공학이 있으며, 전반적인 물리/화학 지식이 필요하다.

2018년 8월까지 박사 20명, 석사 42명을 배출하였으며, 졸업생들은 해외 유수 대학 및 연구소(Northwestern, MIT, UCSD, Caltech, UIUC, John`s Hopkins, NIH) 포닥 및 삼성전자, LG전자, SK하이닉스, Broadcom 등 다양한 산업체에 연구원으로 취업하여 활발한 연구를 진행하고 있다.

■ 연구활동 외 소개

워크샵 ----------
- 한 해 동안 진행한 연구 정리 및 다음 한 해 연구 계획 발표
- 겨울 스포츠 (스키, 보드)

홈커밍데이 ----------
- 재학생과 졸업생의 만남, 정보 공유

스포츠 ----------
- 정기적인 체육활동 (풋살, 볼링 등)

■ 연구실 홍보

본 연구실은 반도체 공정 기술을 바탕으로, 새로운 공정을 개발하거나 새로운 원리의 소자를 개발하고 있다. 개발된 기술은 주로 MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) 라는 분류 아래 묶여지는 소자 개발에 응용된다. 현재 국가과제 뿐만 아니라 다수의 기업과 함께 연구를 진행함으로써 이론뿐만이 아닌, 실무능력도 겸비할 수 있는 좋은 연구 환경을 지니고 있다. 연구실 모토는 지식창조, 지식축적, 바른 사용, 주인 의식이고, 연구실원 모두가 인간적이고 따뜻한 분위기 속에서 훌륭한 연구를 할 수 있도록 노력하고 있다.

■ 최근 연구 성과 소개

▪ 총 106건의 국제 저널, 108건의 국제 학회, 44건의 국제 특허, 94건의 국내 특허
- **Journals : Nature Nanotechnology, Advanced Materials, ACS Nano, Nano Letters, Advanced Functional Materials etc.**
- **Awarded for our researches from IEEE, Samsung Electronics, Society of Micro and Nano Systems, and KAIST. (KAIST Top 10 Research Achievements of 2018)**

Advanced Devices for Energy Conversion Lab

■ **연락처**
교수 : E3-2 6208호 TEL : 042-350-1722
연구실 : KI빌딩 (E4) A523 TEL : 042-350-1762
홈페이지 : http://adec.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

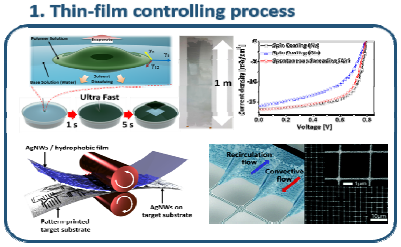
박사후과정 : 1명 박사과정 : 7명 석사과정 : 5명

■ **연구 분야 소개**

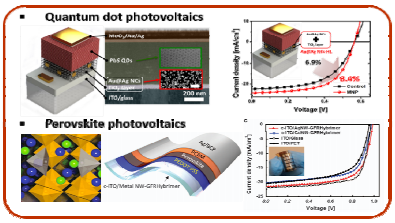
1. 새로운 다층박막 유기 소자 개발

유기 소자를 위한 박막 공정 제어 기술로 마랑고니 현상을 이용한 자발적 확산 현상을 이용한 공정, 물 표면에 박막을 형성시키는 공정, 롤투롤 공정 등의 연구를 통해 대면적의 저비용 공정기술 개발을 목표로 하고 있다. 이러한 공정 기술을 이용한 연구 결과들은 여러 논문들에 게재하였으며, 향후 유기 소자 박막 형성에 산업적인 측면으로의 발전 가능성을 목표로 하고 있다.

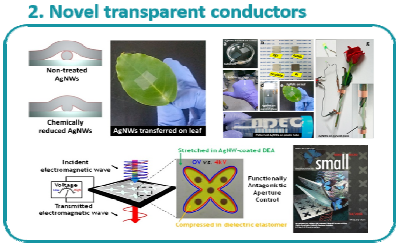
1. Thin-film controlling process



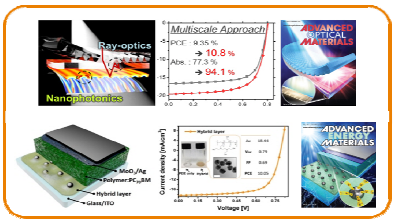
3. Various type of photovoltaics



2. Novel transparent conductors



4. Highly efficient photovoltaics



2. 플렉시블, 스트레쳐블, 컨포머블 전극 개발

기존 평면 디스플레이와는 달리 플렉시블하고 스트레칭이 가능한 유연 소자 제작을 위해서는 유연한 전극 개발이 필수적이다. 따라서 기존의 평면 디스플레이에 사용되는 ITO를 대체하기 위한 나노 구조의 금속 전극, 하이브리드 전극, 그래핀 등을 개발하여 유연 OPV, OLED, 웨어러블 소자 등에 적용할 수 있도록 연구에 초점을 두고 있다.

3. 다양한 광전소자 연구 및 개발

우리 연구실은 위와 같은 박막 제어 공정 기술 및 플렉시블 전극 제작 기술을 이용하여 유기 (Organic), 페로브스카이트 (Perovskite), 양자점 (Quatum dot) 또는 하이브리드 물질을 적용한 다양한 태양전지 기술 개발에 관심을 두고 있다. 특히, 최근에 많은 주목을 받고 있는 페로브스카이트 및 양자점 물질과 태양전지에서 얻은 지식을 접목시켜 발광물질 합성 및 고성능 발광소자 제작을 목표로 연구하고 있다.

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

추천 수강 과목으로는 유기 전자 공학 (EE568), 고체물리 (EE661), 전자기학I (PH507)을 추천한다.

졸업 후 진로로는 삼성, LG, 하이닉스 같은 기업 연구원 및 정부출연 연구소 연구원 또는 학계 진출이 가능하다.

■ **연구 활동 외 소개**

우리 연구실은 연구 활동 외에 건강 증진을 위한 풋살, 농구, 배드민턴 등의 체육 활동을 하고 있다. 또한 한 달에 한 번 그룹원들의 팀워크 시간을 통해 친목을 다지고 있다.

■ **연구실 홍보**

우리 연구실은 2010년부터 2019년 현재까지 차세대 박막형 태양전지, 투명 전극, 나노물질을 활용한 광공학 기술, 광학 시뮬레이션에 관한 연구를 진행해 왔다. 최근에는 우리 연구실에서 개발한 물 위에서의 얇은 박막 형성 방법(spontaneous spreading)을 이용하여 태양전지를 포함한 다양한 소자 제작을 목표로 연구하고 있다. 교수님과 전체그룹원이 매 달 그룹미팅을 통해 의견을 나누며 각 팀별로 매 주 팀미팅을 통해 연구를 발전시켜 나가고 있다. 이외에도 선 후배 간의 자유로운 논의를 통하여 활발하고 즐거운 연구 활동을 하고 있다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

[1] SW. Baek et al., "A hydro/oxo-phobic top hole-selective layer for efficient and stable colloidal quantum dot solar cells", Energy & Environmental Science 11, 2078-2084 (2018)

[2] SW. Baek et al., "A Colloidal-Quantum-Dot-Based Self-Charging System via the Near-Infrared Band", Advanced Materials 1707224 (2018)

[3] KW. Seo et al., "Highly efficient (>10%) flexible organic solar cells on PEDOT-free and ITO-free transparent electrodes", Advanced Materials 31, 1902447 (2019)

(Journal articles (Total : 20 SCI articles) : 2019 : 2, 2018 : 8, 2017 : 10)

<이현주 교수 연구실>

BMM
Brain/Bio Medical Microsystems Lab

■ **연락처**

교수 : E3-2 Rm 4220 TEL : 042-350-7436

연구실 : E3-2 Rm 4233 TEL : 042-350-7536

홈페이지 : http://bmm.kaist.ac.kr/

■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

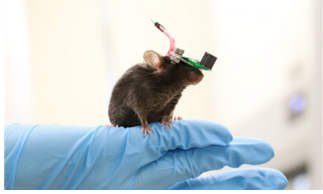
박사후과정 : 0명 박사과정 : 5명 석사과정 : 6명

■ **연구 분야 소개**

- 저희 그룹은 1) Developing biocompatible and flexible material 2) Applying micromachining and MEMs technology to these materials 3) Integrating these devices with interface circuits 위 세 가지에 중점을 두어 연구를 진행하고 있습니다.

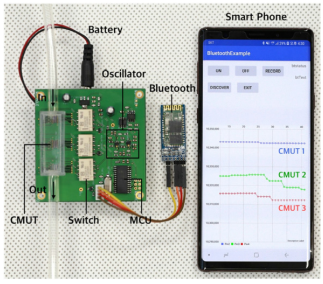
[비침습적 초음파 뇌 자극]

- 최근 현대 공학과 의료 업계 쪽의 차세대 융합이 많은 주목을 받고 있습니다. 저희 그룹은 자체적으로 제작한 초경량 트랜스듀서를 이용하여 비 침습적인 방법을 이용하여 동물실험을 진행하고 있으며 특히, 뇌 자극 연구에 초점이 맞추어져 있습니다. 이러한 자극에 대응하는 반응들에 대하여 연구하고 있습니다.



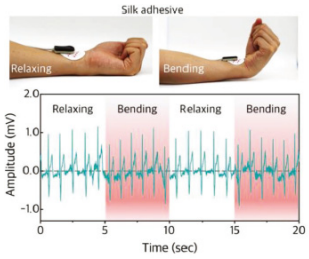
[휴대용 화학 센서]

- 인간의 건강에 큰 영향을 미칠 수 있는 환경문제를 우리 주변에서 인식 할 수 있도록 하기 위하여 휴대하기 용이하며 실시간으로 주변을 센싱할 수 있는 화학 센서 소자들에 대하여 연구하고 있습니다. 이러한 소자들은 미세전자기계시스템 흔히, MEMs라고 불리는 공정을 통하여 제작을 하고 있습니다.



[생체 부착용 표피 센서]

- 인체에 부착하는 소자들이 최근 많은 연구가 진행되고 있는 반면, 이를 어떻게 인체에 부착할 것인지에 대한 연구는 아직 미흡합니다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 저희 연구은 접착력이 매우 강하며 전기가 흐를 수 있는 센서에 대하여 연구를 진행하고 있습니다. 인체에 무해하며, 다양한 센서로 응용이 가능한 전자소자를 제작하고 있습니다.



■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

- 추천 수강 과목: MEMs 전자공학, 나노 바이오 전자 공학

- 졸업생 진로: 삼성반도체, 티맥스소프트, 삼성파운드리, 스탠포드 박사 후 과정

■ **연구 활동 외 소개**

- 일 년에 한번 씩 정기적으로 제주도에서 열리는 한국 마이크로 나노시스템 학회에 참석하여 학문적 지식뿐만 아니라 다양한 활동을 진행함.

■ **연구실 홍보**

- 저희 연구실에서는 소자에 대한 시뮬레이션부터 시작하여 공정까지 진행할 수 있어 자신만의 연구에 대한 계획부터 실질적인 디바이스까지 제작할 수 있습니다. 또한, 연구실 내에서는 다양한 학과의 학생들이 있어 넓은 분야의 지식을 충분히 쌓을 수 있을 뿐만 아니라, 다양한 응용 및 활용을 통하여 우수한 논문을 제작할 수 있는 연구 환경이 조성되어있습니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

국제 학술지: 16, 국제 학회: 9,

[1] "Highly sensitive and selective detection of dopamine using overoxidized polypyrrole/soduim dodecyl sufate-modified carbon nanotube electrodes," Journal of Electroanalytical Chemistry, 2019.

[2] "Multifunctional multi-shank neural probe for investigating and modulating long-range neural circuits in vivo", Nature communication, 2019.

[3] "Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer-based resnonat sensor array for poratble volatile organic compound detection with wireless system," Sensors, 2019.

[4] "Wafer-scale multilayer fabrication for silk fibroin microelectronics," ACS Applied Materials & Interfaces, 2018.

[5] "Miniature ultrasound ring array transducers for transcranial ultrasound neuromodulation of freely-moving small animals," Brain Stimulation, 2018.

[6] "Calcium-modified silk as a biocompatible and strong adhesive for epidermal electronics," Advanced Functional Materials, 2018.

<전상훈 교수 연구실>

ANTONIS Lab

■ **연락처**

교수 : E19 S217 TEL : 042-350-7444

연구실 : E19 S217 TEL : 042-350-7444

홈페이지 : http://antonis.kaist.ac.kr

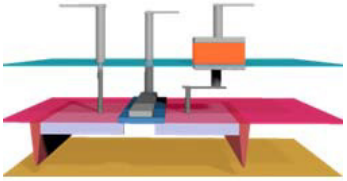
■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

박사후과정 : 2명 박사과정 : 4명 석사과정 : 5명

■ **연구 분야 소개**

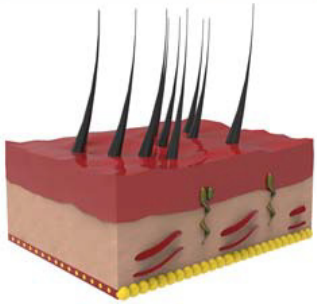
반도체 및 디스플레이 공정과 소자 물리를 활용하여, 뉴로모픽, Wearable IoT 센서, 하프니아 강유전체 소자, 스토리지 클래스 메모리, 스트레쳐블 디스플레이의 핵심 소재, 공정, 소자, 집적기술을 연구를 수행 중임.

"Ferroelectric Materials & Devices for Semiconductor Device"



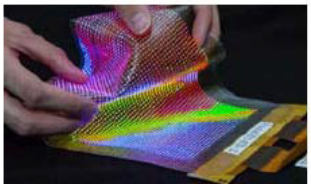
기존 DRAM의 1T-1C 구조에서 탈피하여, 1T 구조의 셀 개발 필요하며, 특히 비 휘발성 특성을 갖아 Refresh 동작을 최소화 하여, IoT(Internet of Things)시대에 맞추어 고성능 초 절전 DRAM 소자 구현 가능함. CMOS 공정 적합성이 뛰어난 하프늄 옥사이드 기반 강유전체 트랜지스터 활용 시, 비 휘발성 특성, 뛰어난 내구성 및 빠른 스위칭 속도를 갖아, 차세대 DRAM 향 1T 메모리에 매우 적합함.

"Electronic Skin"



전자 피부는 궁극적으로 로봇에게 사람 닮은 피부를 제공하며, 이를 이용한 촉각 센서는 기기와 인간이 소통하기 위한 공감, 감성 기반의 사용자 인터페이스를 제공하며, 촉각을 감지하는 전자소자의 네트워크로 이루어진 전자피부는 나노 물질 및 기존에 존재하는 반도체기술의 변형을 통해 피부에 부착하는 고성능 웨어러블 전자기기에 사용됨. 이뿐만 아니라, 온도와 압력 구배 감지 기능과 유연성이 결부된 촉각 센서 구현 시, 터치 센서의 차세대 기술로서, 모바일 기기 및 차세대 웨어러블 컴퓨터의 사용자 인터페이스에도 적용가능

" Stretchable Display"



2세대 Flexible Display인 60인치이상 대면적 Plastic AMOLED과 동등이상의 화질을 가지면서, 면적기준 30% 이상 연신 및 수축이 10,000회 이상 반복적으로 가능하고, 곡률반경 1mm 이하로 접을 수 있는 완전한 Flexible Form Factor를 갖고, 현재의 10세대 TFT-LCD/AMOLED 생산 Line의 제조설비의 80% 이상을 활용 가능한 생산성이 담보 되어야 하며, 기존의 Flexible Display(Bended, Rollable, 1-Foldable)처럼 Dispay Neutral Plane의 Displacement가 0이 아닌 Display를 구현하고자 함

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

추천 과목으로는 반도체 소자, 집적회로 소자개론, 집적회로 기술, 박막 트랜지스터, 등이 있다.

졸업생은 전자, 반도체 및 디스플레이 분야 기업의 연구원 및 정부출연 연구소 연구원 또는 학계진출이 가능함

■ **연구 활동 외 소개**

여름 및 겨울 그룹 파티 및 워크샵을 개최하고 있으며, 연구 성과를 알리기 위해 다양한 학회활동을 하고 있음.

■ **연구실 홍보**

ANTONIS 연구실은 소자물리와 반도체 공정을 기반으로 한, 반도체, 디스플레이, 센서 기술과 다양한 융합 연구를 통해 차세대 반도체 및 디스플레이 소자 및 집적 시스템을 개발하고 있습니다.. 이와 관련하여 월드 클래스 최고 수준의 저널과 학회에 발표를 해오고 있으며, 강유전체 터널 정선 과제는 17년 삼성미래재단에서 차세대 반도체 분야의 대표과제로 선정된 바 있습니다. 본 연구실은 University of Cambridge와 공동 연구를 수행 중에 있고, 지도교수는 연구에 대한 철학과 사상을 구성원들에게 전파하여, 본 연구실은 뜨겁고 열정적인 연구원과 학생으로 구성되어 있습니다. 일에 몰입과 극도의 집중력을 통해 많은 성취를 하고자 하는 학생들의 많은 관심 부탁합니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('15~'17)**

[1]"Transparent Semiconducting Oxide Technology for Touch Free Interactive Flexible Displays," Proceeding of IEEE (2015)

[2]"The Influence of Hydrogen on Defects of In–Ga–Zn–O Semiconductor Thin-Film Transistors With Atomic-Layer Deposition of Al2O3", IEEE Elec. Dev. Lett. (2016)

[3]"Low-voltage, High-sensitivity and High-reliability Tactile Sensor Array with Fully Inkjet-printed Stretchable Conducting Electrode," Nano Energy (2017)

[4]"Vertically stacked nanocellulose tactile sensor," Nanoscale (2017)

[5]"Excellent Resistive Switching Performance of Cu−Se-Based Atomic Switch Using Lanthanide Metal Nanolayer at the Cu−Se/Al2O3 Interface," ACS Applied Materials and Interfaces (2018)

<정재웅 교수 연구실>

Bio-Integrated Electronics and Systems Laboratory	■ 연락처 교수 : 정재웅 TEL : 042-350-7442 연구실 : Nanofab (E19), 522 TEL : N/A 홈페이지 : http://jeongresearch.org

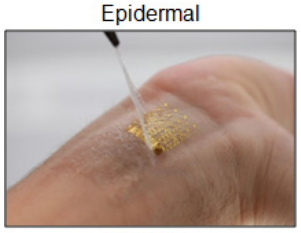
■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

박사후과정 : 0명 박사과정 : 3명 석사과정 : 3명

■ **연구 분야 소개**

부드러운 신체 조직 및 장기에 비침습적으로 적용되거나 임플랜트 되어 질병진단 및 치료, 나아가 바이오 메디컬 연구에 적용될 수 있는 유연/신축성 바이오 전자 디바이스 및 시스템을 개발하고 있다. 이를 위해 쉽게 휘고 늘어날 수 있는 유연신축성 전자기기 및 센서, 마이크로 광학 시스템 및 마이크로 플루이딕 디바이스를 개발하고 적용하는 연구를 하고 있다.

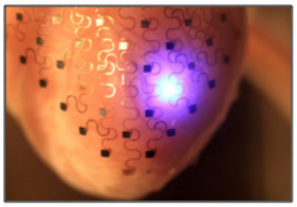
Epidermal



"Wearable" Skin-like Electronics

일반적인 메디컬 디바이스의 경우 단단하고 부피가 크며, 기계적 물성이 인간의 부드러운 피부와 맞지 않기 때문에 우리 몸에 착용하고 사용시 각종 불편함을 야기할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 신체활동시 피부의 늘어남이나 주름 등을 마치 피부의 일부처럼 따라갈 수 있는 유연/신축성 전자 센서 및 웨어러블 디바이스를 개발하고 있고, 이러한 디바이스를 뇌질환 및 심장 모니터링, 각종 생체 상태의 실시간 확인 등에 적용하여 건강증진 및 질병진단에 기여하고자 한다.

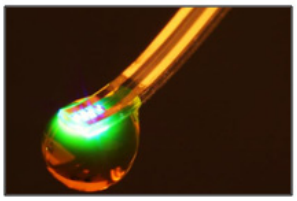
Cardiac



"Implantable" Soft Electronics

우리 몸에 임플랜트 될 수 있는 디바이스는 의사의 도움없이 혈압, 체온 등 많은 생체정보를 지속적으로 모니터링 하고 나아가 특정 질병의 장기적 치료를 가능하게 하기 때문에 그 중요성이 높다. 장기적으로 우리 몸에 이식되었을 때 생길 수 있는 신체의 거부 반응, 조직의 염증 및 파괴를 최소화하기 위해 인체 장기의 3D 구조의 굴곡을 따라 완벽하게 인테그레이션되고 또 장기의 수축/팽창을 따라갈 수 있는 조직과 흡사한 형태의 유연 전자 시스템을 연구 개발하고 있다. 현재 미국 워싱턴대 의대와 공동연구를 통해 뇌에 임플랜트되어 뇌의 신경회로를 정교하게 컨트롤 할 수 있는 다양한 무선 디바이스를 개발 중에 있다.

Neural



■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

추천 과목으로는 MEMS 전자공학, 반도체 소자, 집적회로 소자개론, 임베디드 시스템 등이 있다.

졸업생은 전자 및 의료 분야 기업의 연구원 및 정부출연 연구소 연구원 또는 학계진출이 가능하다.

■ **연구 활동 외 소개**

여름 및 겨울 그룹 파티 및 워크샵을 개최하고 있으며, 연구 성과를 알리기 위해 다양한 학회활동을 하고 있다.

■ **연구실 홍보**

Bio-Integrated Electronics and Systems 연구실은 Micro/Nano 기술과 재료공학, 전자 시스템, 그리고 Biomedicine의 지식을 결합하는 융합연구를 통해 인간의 조직 및 장기와 흡사한 특성을 가지는 유연/신축성 바이오 전자 디바이스 및 시스템을 개발하고 있습니다. 이를 통해 기존의 기술로는 불가능했던 진단, 치료, Biomedical 연구를 실현가능하도록 구현함으로써 인간의 건강증진 및 의과학 발전에 이바지하기 위해 노력하고 있습니다. 연구실은 Washington University School of Medicine 및 St. Louis College of Pharmacy, 그리고 연세대 의과대학과 왕성한 공동연구를 진행중이며, 랩에서 개발된 혁신적인 디바이스들을 다양한 동물실험을 통해 높은 완성도로 구현하고 있습니다.
융합학문을 통해 기존 전자기기의 한계를 뛰어넘고 메디컬 디바이스의 새로운 패더다임을 창출하고자 하는데 함께 조인하고 싶은 학생은 언제든 환영입니다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('17~'19)**

- 2015-2016: ***Cell*** (2015); ***Science Advances*** (2016).

[1] "Wireless optofluidic brain probes for chronic neuropharmacology and photostimulation," ***Nature Biomedical Engineering*** 3, 655-669 (2019).

[2] "Miniaturized, battery-free optofluidic systems with potential for wireless pharmacology and optogenetics," ***Small*** 14, 1702479 (2018).

[3] "Preparation and implementation of optofluidic neural probes for in vivo wireless pharmacology and optogenetics," ***Nature Protocols*** 12(2), 219-237 (2017).

Nano Electronics & Energy Device Lab.

■ **연락처**
교수 : 나노종합기술원(N19) 515호 TEL : 042-350-3485
연구실 : 나노종합기술원(N19) 521호 TEL : 042-350-5485
홈페이지 : http://need.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황 (2019 가을학기 기준)**

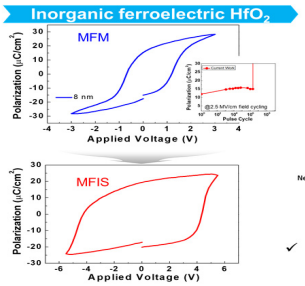
박사과정 : 10명 석사과정 : 8명

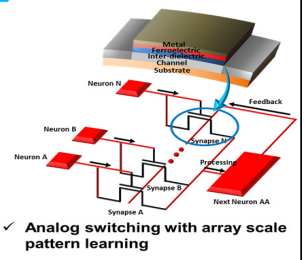
■ **연구실 홍보**

차세대 인공지능 반도체 소자 (Next Generation Neuromorphic Devices)

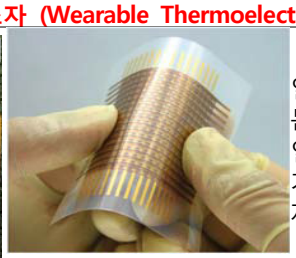
- **Ferroelectric Device and Application**

사람 수준의 인공지능을 구현하려면, 사람의 신경계를 모사한 소자 개발이 필요하다. 강유전체 물질은 외부 전기장을 가함 으로써 자발적으로 전기 분극을 형성할 수 있다. 이러한 강유전체가 활용된 트랜지스터인 비휘발성 메모리 소자는 생물학적 시냅스 같은 역할을 할 수 있으므로, 차세대 인공지능 소자로 각광을 받고 있다.





입을 수 있는 유연 열전소자 (Wearable Thermoelectric Generator)

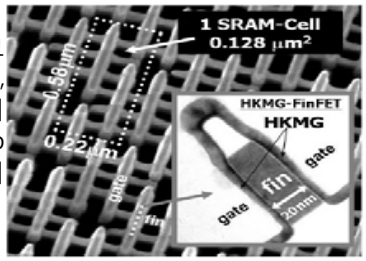


우리 주변에서 낭비되고 있는 에너지를 쓸모 있는 에너지로 바꾸어 주는 일을 에너지 하베스팅이라고 한다. 이 중 폐열을 전기에너지로 바꾸어 주는 소자를 열전 소자라고 한다. 현재 유리 섬유를 이용한 가볍고 유연한 열전 발전소자 제작에 관한 연구를 진행하고 있으며, 이를 웨어러블 전자기기에 응용하여 하나의 완성된 자가 발전형 웨어러블 시스템을 구축하고자 한다.

실리콘/저마늄 기반의 CMOS 기술 (Si/Ge-based CMOS Technology)

- **High-K/Metal Gate ALD process AND Diffusion process**

7 nm 급 이하로 반도체 기술 노드가 발전해 갈수록, disruptive 반도체 공정이 요구되고 있다. ALD (Atomic Layer Deposition) 장비를 이용하여 기존 Si 반도체 산업에 기반한 로직, 플래지 메모리 소자 및 공정기술을 개발하고 있으며, 산학연 협동 프로그램 운영을 통하여 차세대 소자에 적용 가능한 Gate Stack 연구를 진행하고 있다. 뿐만 아니라, high quality n/p junction을 형성하기 위한 새로운 diffusion 공정을 개발, Si/Ge 로직 소자에서부터 CMOS 이미지 센서까지 적용하여 연구하고 있다.



- **Flash Memory**

한 번에 입력 받고 처리해야하는 데이터 양이 증가하면서, 차세대 고성능 메모리 소자에 대한 요구가 증가하고 있다. 특히 비휘발성 메모리인 플래시 메모리가 핵심적인 역할을 할 것으로 기대되고 있으며, 메모리 특성을 높이기 위한 소자 구조 및 유전체 개선 연구를 삼성 및 SK 하이닉스와 진행하고 있다.

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

물리전자, 반도체 소자, 반도체 집적회로 기술, 집적회로 소자 개론 등 반도체 관련 분야 과목들의 수강이 요구된다.

졸업생들의 진로는 국내외 대기업이나 연구기관, 대학교 등에 연구원, 교수 등으로 진출한다.

■ **연구 활동 외 소개**

매년 정기적으로 MT 나 야유회를 감으로써 연구실 화합을 도모하고 있다. 또한 매년 한 번 이상의 해외 학회 참가 기회가 주어진다.

■ **연구실 홍보**

조병진 교수님은 벨기에의 imec 연구소와 SK Hynix 반도체, 그리고 싱가포르 국립 대학교에서 재직하셨기 때문에, 학계와 산업계 전반에 걸쳐 많은 공동연구의 기회가 주어진다. 또한, 현재 총 6개의 산학/정부 과제를 진행하고 있으며, 그 중에서도 연구비 규모가 큰 글로벌 프론티어 사업(소프트 반도체 소자 기술), 선도연구센터 지원 사업(유연 열전 반도체 소자 기술)에 선정되어 KAIST에서 연구비 규모가 가장 큰 연구실 중 하나로써, 학생들의 연구를 아낌없이 지원하고 있다. 또한, 대당 수 억 이상의 Atomic Layer Deposition (총 2 대, 금속 및 박막) 장비 등 현재 양산 되는 반도체 소자 뿐만 아니라 인공지능 반도체와 같은 미래 반도체 소자 연구를 위해 필수적인 장비 및 기술을 보유, 세계에서 손꼽히는 연구 실력과 환경을 갖추고 있다.

■ **최근 연구 성과 소개 ('15~'17)**

[1] 2019 KAIST 리서치 데이 연구대상 수상 (최근 5년 연구실적 반영, 2019년)
[2] 세계 최고 반도체 학회 (IEDM 및 VLSI) 30편 이상의 논문 발표 (작년 IEDM, VLSI 발표 포함, 2018년)
[3] 미래부 주관 2016년 국가연구개발 우수성과 최우수 연구성과 선정 (미래부 장관 표창, 2016년)
[4] 유연 열전 발전소자 개발 (UNESCO가 선정하는 세상을 바꿀 10대 기술 선정 및 그랑프리 대상 수상, 2015년)
[5] 저장시간 1만배 늘린 메모리 소자 개발 및 KAIST 기술혁신우수상 수상 (YTN 뉴스, 중앙일보 등 주요 언론에 보도, 2011년)

<최경철 교수 연구실>

차세대 디스플레이 및 나노융합 연구실	**■ 연락처** 교수 : 미래융합소자동(E3-3) 2308호 TEL : 042-350-3482 연구실 : 미래융합소자동(E3-3) 2302호 TEL : 042-350-5482 홈페이지 : http://adnc.kaist.ac.kr

■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

박사후과정 : 1명 박사과정 : 15명 석사과정 : 7명

■ 연구 분야 소개 :

▶ **투명 유연 디스플레이** – 유기발광소자에 기반한 차세대 투명 유연 디스플레이에 적용 가능한 배리어, 전극, 광추출 향상 등 미래 디스플레이에 관한 근본적인 기술에 관해 연구합니다.

▶ **웨어러블 또는 스트레처블 디스플레이** – 섬유 또는 직물 기반으로 옷과 같이 입을 수 있는 디스플레이를 구현하는 기술을 연구하며, 이러한 웨어러블 디스플레이 기술은 미래에 디스플레이 커튼이나 카펫 같은 다양한 응용 디스플레이의 핵심 기술이 될 것이며 또한 패션 산업으로 확장될 것으로 예상합니다. 그리고 휘어지거나 구부러지는 디스플레이를 넘어서서, 사람의 피부와 같은 늘어날 수 있는 디스플레이에 대한 기초 연구를 수행하고 있습니다.

▶ **바이오 및 의료 응용 소자 밴드형 광치료 전자 패치)** - 기존의 정보디스플레이의 기능에서 벗어나 유연하고 늘어나는 소자 기술을 활용하여 광치료 및 건강 관리 기능의 전자 패치와 같은 제품에 대한 기초 연구를 수행합니다.

▶ **나노 기술과 나노 융합 – 새로운 혁신 나노 기술에 대한 연구를 수행합니다.**

1) 전극과 컬러필터 기능을 결합한 컬러필터전극
2) 옥사이드 박막트랜지스터의 성능 향상, 안정성 향상, 투명 플렉시블 구조 기술
3) 빛 조절 기능을 갖는 나노스케일의 무기물질을 활용한 양자점 디스플레이 기술

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

'디스플레이 공학' 수업 수강을 추천.

총 39명(박사 21명, 석사 16명, 박사후연구원 2명)의 본 연구실 졸업생이 엘지디스플레이, 삼성전자, 삼성 디스플레이, 현대자동차, 창업회사, 한국생산기술연구원, 한국전자통신연구원 등 다양한 기관에서 활동하고 있으며, 박사후연구원 또는 대학교수로 진출하였습니다.

■ 연구 활동 외 소개

풋살, 야구 등 연구실 구성원들이 선택한 다양한 스포츠 활동을 통해 팀워크를 향상시킵니다.

매년 개인 여름 휴가,
봄마다 졸업생들과 모임,
가을마다 단체 활동 (등산 또는 축구)

■ 연구실 홍보

본 ADNC 연구실은 첨단 디스플레이의 광범위한 영역을 다루는 연구를 수행하며, 166개의 SCI 논문과 234번의 학회 발표, 그리고 134건의 특허 출원 성과를 보였습니다. 본 연구실은 2007년부터 2016년까지 한국연구재단(NRF)의 선도연구센터지원사업으로 '차세대 플렉시블 디스플레이 융합센터'를 이끌었습니다. 그리고 2017년부터 2024년까지 지원되는 새로운 선도연구센터공학분야의 '인체부착형 빛 치료 헬스케어 공학 센터'에서 중요한 부분을 담당하고 있습니다. 최경철 교수님은 2010년부터 지금까지 엘지디스플레이-카이스트 협력센터의 장을 맡고 계시며, 연구원들은 엘지디스플레이와 기술 세미나와 산학협력 등의 많은 기회를 얻고 있습니다. 세계 최고 효율의 플라즈마디스플레이 연구결과에서부터, 직물 기반의 세탁가능한 광전자 모듈 연구에 이르기까지 본 연구실은 수많은 우수한 결과를 보였고 전세계의 다양한 매체로부터 주목을 받아오고 있습니다. 미래 디스플레이와 응용에 관심이 있는 학생들은 본 연구실을 주목하기 바랍니다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('17~'19)

28개의 SCI 논문, 33번의 학회 발표, 20개 특허출원 및 등록.

2018년와 Advanced Materials Technologies 저널과 2019년 Energy and Environmental Science 저널에 각각 광 치료 패치와 섬유기반 세탁 가능한 광전자 모듈과 관련한 2편의 표지논문 게재

<최성율 교수 연구실>

MNDL
MOLECULAR & NANO DEVICE LAB

■ **연락처**
교 수 : KI빌딩 (E4) C413호 TEL : 042-350-7427
연구실 : 미래융합소자동(E3-3) 2302호 042-350-7627
KI 빌딩 (E4) C418호 042-350-7527
홈페이지 : http://mndl.kaist.ac.kr

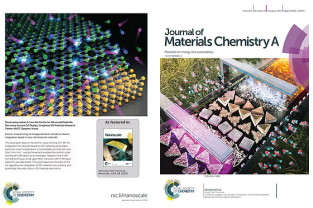
■ 연구실 현황 (2019년 가을학기)

연구교수 : 1명 박사 후 연구원 : 1명 박사과정 학생: 9명 석사과정 학생 : 4명

■ 연구 분야 소개

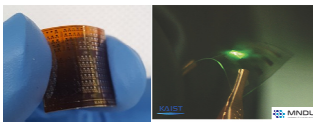
▸ Graphene & 2D Materials

- 2차원 소재 기반 혁신소자 개발을 위한 기본 물질 합성 연구
- 이론값에 근접한 전기적, 광학적 특성 발현을 위한 고품질/균일 2차원 소재 합성
- 도체인 그래핀(graphene), 반도체인 전이금속 칼코젠화합물(MoS_2, $MoSe_2$ 등), 부도체인 hexagonal boron nitride(h-BN) 등 다양한 물성을 갖는 2차원 소재 합성 기술 보유
- 2차원 소재 기반 소자 제작을 위한 다양한 합성 방법 연구
- 기존 공정의 한계를 극복하기 위한 유기금속 화학기상증착법(metal organic chemical vapor deposition), 광열처리 합성법(photothermal synthesis), 원자층증착법(atomic layer deposition) 등 응용 분야 맞춤형 합성법 연구



▸ Flexible Electronics & Display

- 그래핀 및 2차원 소재 성장, 공정기술 및 단위소자 제작기술을 기반으로 한 다양한 응용연구 수행
- 그래핀의 얇은 두께와 높은 전도성 특성을 활용해 디스플레이 분야의 투명전극을 대체할 수 있는 그래핀 전극기술 및 발광 효율을 향상시킬 수 있는 도핑기술에 대한 연구 수행
- 2차원 반도체 소재를 디스플레이의 백플레인의 박막트랜지스터 채널소재로 활용
- 2차원 소재 기반의 초박막 전자소자 및 공정 최적화를 통한 저전력 집적회로 개발
- 2차원 소재의 장점을 활용한 유연소자 기반 플랫폼은 차세대 소프트 일렉트로닉스 시대의 핵심 연구로 활용될 것으로 기대됨



▸ Neuromorphic Devices & Integrated Circuit

- 차세대 메모리 및 논리소자 개발을 위한 멤리스터 소자 및 array 연구
- 기존의 메모리와 로직이 분리되어있는 폰노이만 방식과는 달리 메모리소자 내에서 로직연산이 가능한 차세대 컴퓨팅 방식 연구
- 멤리스터 기반 인공지능 컴퓨팅용 뉴로모픽 시냅스 소자 기술 연구
- 개발된 멤리스터 시냅스 소자기반 device-to-system 인공신경망 시뮬레이션 진행
- 멤리스터 크로스바 어레이(crossbar array)를 통한 아날로그 컴퓨팅 및 MAC연산* 가속기 등

*MAC연산 : multiply and accumulation operation

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

다음의 반도체 관련 과목들을 수강할 것을 추천한다.
물리전자개론 (EE211) / 반도체소자 (EE362) / 반도체 집적회로 기술 (EE463)
MNDL의 졸업생들은 해외 박사 후 연수, 국가 연구 기관, 반도체 회사 (삼성전자/SK하이닉스/LG디스플레이) 등 다양한 분야로 진출하여 활동 중이다.

■ 연구 활동 외 소개

연구활동 외 일간으로 점심시간에 커피 브레이크를 갖으며, 주간 일정으로는 풋살과 농구와 같은 팀 스포츠를 진행한다. 그 외에도 다양한 국내/국외 학회 참여 기회를 제공한다. 연례행사로는 4월에 딸기파티와 12월말에 송년회를 진행한다.

■ 연구실 홍보

본 연구실은 나노소재에 대한 분자수준 이해에 바탕한 전자소자, 광소자 응용연구를 통해 차세대 IT-ET-BT의 융합 기술을 목표로 한다. **"세상을 바꾸는 창의적인 연구"**라는 비젼을 공유하고 연구주제는 위의 큰 줄기를 기반으로 각 학생들의 의견을 반영하여 창의적인 주제를 연구하고 있다. 연구실 활동에 대한 강제규율은 없으며, 자율적, 창의적 연구를 위한 개인의 시간 관리에 대한 자유를 보장한다. 특히 본 연구실은 **KAIST 그래핀/2D소재 연구센터 (GRC)와 디스플레이 미래소재 연구센터 (CAMD^3) 주관연구실**로 다양한 분야의 연구실과 융합연구를 통해 더욱 깊이 있고 완성도 높은 연구를 진행할 수 있는 기회를 누릴 수 있다.

KAIST GRC
그래핀/2D소재 연구센터
GRC (Since 2012)

KAIST CAMD^3
디스플레이 미래소재 연구센터
CAMD^3 (Since 2016)

■ 연구 성과 소개 ('17~'19)

Graphene & 2D Materials

1. 2D Materials, 6, 025025 (2019)
2. Adv. Fuct. Mater., 29, 1807550 (2019)
3. Nanoscale, 10, 15205 (2018) [Inside Back Cover]
4. Adv. Func. Mater., 27, 1703545 (2017) [Front Cover]
5. J. Mater. Chem. A, 5, 14950 (2017) [Front Cover]

Flexible Electronics & Display

1. Adv. Electron. Mater., 5, 1800688 (2019)
2. ACS Appl. Mater. & Inter., 11, 7626 (2019)
3. Sci. Rep., 9, 1199 (2019)
4. ACS Appl. Mater. & Inter., 10, 40212
5. Adv. Electron. Mater., 1800251, (2018)
6. Adv. Func. Mater., 28, 1704435 (2018)

Neuromorphic Devices & Integrated Circuit

1. Adv. Mater., 31, 1806663 (2019)
2. Nano Letters, 19, 839 (2019)
3. Adv. Func. Mater., 28, 1804844 (2018)
4. Adv. Func. Mater., 28, 1704725 (2018) [Front Cover]
5. Nano Research, 10, 2459 (2017)

<최신현 교수 연구실>

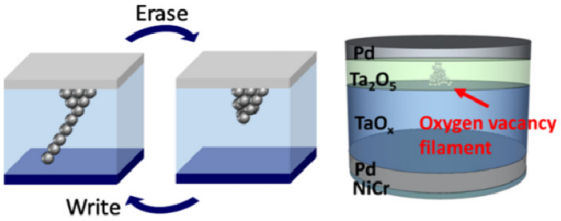
■ 연락처
교수 : E3-2 #5224 TEL : 042-350-7450
연구실 : E3-2 #5235 TEL : 042-350-7550, 7650
홈페이지 : www.shinhyunlab.kaist.ac.kr

■ 연구실현황 (2019 가을학기 기준)

박사후과정 : 0 박사과정: 0 석사과정: 3

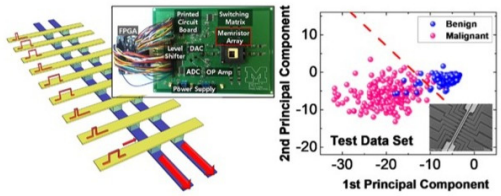
■ 연구 분야 소개

차세대 컴퓨팅/메모리용 소자 (멤리스터, memristor) 개발



멤리스터 소자는 RRAM 또는 저항 변화 소자(Resistive switching device)라고도 불리우며, 현재 CMOS 기술을 뛰어 넘어 신경망 모사 컴퓨팅 시스템 (Neuromorphic computing system), 차세대 메모리 소자, 로직 응용 소자, 그리고 보안시스템에 두루 쓰일 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 기존 트랜지스터처럼 복잡한 3-단자 (3-terminal) 소자가 아닌 단순한 2-단자 (2-terminal)에 내재되어 있는 메모리 기능을 갖고 있어, 효율적인 데이터 저장과 병렬식 읽고 쓰기 (parallel write/read-out system)가 가능하다. 멤리스터 소자는 높은 집적도, 낮은 에너지 소비, 그리고 nano-second보다 빠 른 스위칭 등 다른 특성에서도 우수한 성능을 보여주고 있다. 본 연구진은 기존의 CMOS 공정/물질을 이용하여 현재 상용화 에 가장 필요한 균일성(Uniformity)를 가진 멤리스터 디바이스를 만들고 분석하고 있다.

멤리스터 소자를 이용한 인공 신경망 구축



최근 딥러닝 (deep-learning)과 인공신경망(artificial neural network)은 슈퍼컴퓨터를 이용하여 larger-scale recognition과 classification에 있어서 전례 없는 정확도를 이루어내었다. 하지만 딥러닝과 인공신경망 분야에 소프트웨어 발전을 뒷받침할 하드웨어 개발은 아직 부족한 실정이다. CMOS 기반의 주문형 반도체 (ASIC, application-specific integrated circuit)는, 여전히 에너지 소비량, 데이터 처리 속도, 실시간 학습 등에서 한계를 보이고 있다. 이 문제들을 해결하기 위해 멤리스터 소자가 인공 스냅스 (artificial synapse)로 주목받고 있다. 멤리스터로 구현하게 되면 빠른 병렬 방식으로 신경망 모사 컴퓨팅 시스템을 매우 작은 소자 (<10 nm)들로 만들 수 있게 되고, 에너지 효율 또한 높게 만들 수 있다. 본 연구진에서는 멤리스터로 large-scale neural network array를 제작하여 AI hardware (artificial Intelligence hardware)를 구현하고 있다.

통합 시스템 구축

본 연구진은 각종 센서로부터 컴퓨팅 셀까지 heterogeneous integration을 구현하고 있다. 멤리스터 기반의 컴퓨팅 시스템으로 on body decoding system과 biometrics를 이용한 hack-free 보안시스템을 만들고 있다.

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

추천 과목으로는 반도체 소자, 집적회로소자개론, 소자 공정 등이 있으며, 물리/재료의 기초적인 지식이 필요하다. 이 분야의 졸업생들은 세계적으로 우수한 대학이나 회사 (IBM,Samsung, Hynix, Intel. etc.)등에서 핵심 멤버로 활동하게 된다.

■ 연구 활동 외 소개

본 연구실은 Multi-disciplinary한 연구와 다른 그룹과의 교류를 적극 권장한다. 매해 국제 우수 학회 참석을 통해 개인의 역량을 이끌어 낼 것이며, 주기적인 운동/여가활동을 통해 개인건강과 팀워크를 향상 시켜 즐거운 연구 생활을 목표로 한다.

■ 연구실 홍보

본격적으로 도래하는 인공지능 시대에서 hardware-based research로 솔루션을 제공하는 선두 연구실이 될 것입니다. 이 분야는 재료, 전자물리, 회로, 신경망 알고리즘 등 다양한 연구 분야를 아우르고 있습니다. 이는 다른 분야의 전문가들과 끊임없는 협업이 필요함을 의미하며, 이로 인해 학생들은 유수의 대학 및 산업체와 협업할 기회를 얻게 될 것입니다. 앞으로 차세대 반도체 소자에 관심이 많은 학생의 창의력과 능력을 펼칠 수 있는 연구실이 될 것입니다.

■ 최근 연구 성과 소개 ('17~'19)

[1] "SiGe Epitaxial Memory for Neuromorphic Computing with Reproducible High Performance Based on Engineered Dislocations," **Nature Materials,** 17, 335-340 (2018) (Highlighted in News & Views of Nature Materials, Spotlighted in MIT main page, MIT news)
[2] "Remote epitaxy through graphene for two-dimensional material based layer transfer," **Nature**, 544, 340-343 (2017)
[3] "Experimental Demonstration of Feature Extraction and Dimensionality Reduction using Memristor Networks," **Nano Letters,** 17, 3113-3118 (2017) (Highlighted in Nature Nanotechnology)

<최양규 교수 연구실>

Advanced Neuromorphic & Nano Device

■ **연락처**

교수 : 나노종합팹센터 514호 TEL : 042-350-3477

연구실 : 나노종합팹센터 524호 TEL : 042-350-5477

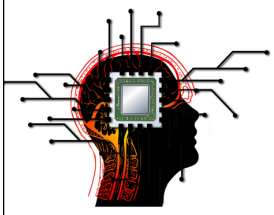
홈페이지 : http://nobelab.kaist.ac.kr

■ **연구실 현황(2019 가을학기 기준)**

Postdoctoral Fellows : 1명 박사과정 : 9명 석사과정 : 7명

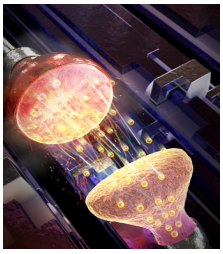
■ **연구 분야 소개**

○ **AI 기반의 머신러닝을 활용한 CMOS 소자 디자인**



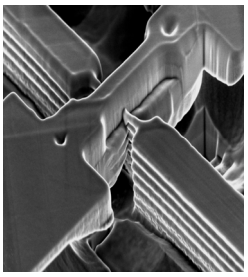
- **알파고와 같이 머신러닝 및 딥러닝 기법을 이용한 CMOS 소자 및 설계**
- **머신러닝과 딥러닝 기반의 failure analysis와 classification**
- **뉴로모픽 시스템에 활용 가능한 머신러닝과 딥러닝 기술 개발**

○ **뉴로모픽 소자 (하드웨어 기반의 AI)**



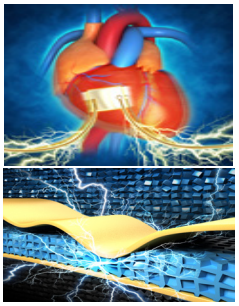
- **Bio-inspired 뉴로모픽 시스템**
- **시냅스&뉴런 소자**
- **뉴런과 시냅스의 동시 집적 기술**
- **하드웨어 기반의 뉴런-시냅스를 활용한 생물학적 뇌 모사**
- **On-chip 과 off-chip learning**
- **뇌와 기계의 interface 연구**

○ **차세대 CMOS 및 메모리 소자 (More than Moore)**



- **3차원 MOSFET (FinFET, gate-all-around MOSFET 등)**
- **새로운 구조와 신물질 기반의 CMOS**
- **Gate-less & capacitor-less DRAM**
- **3차원 V-NAND Flash memory**
- **폰노이만 architecture를 초월한 RRAM, fabric-기반 memristor**
- **보안 소자 및 자가 치유가 가능한 CMOS**

○ **에너지 하베스터**



- **정전기 기반 마찰대전 발전기 (TENG)**
- **Hybrid 에너지 하베스터**
- **IoT 향 자가 발전 센서 시스템**
- **자가 발전 보안 소자 및 보안 기술**
- **에너지 하베스터를 활용한 자가 발전 CMOS 시스템**
- **TENG 기반의 우주 탐사선용 CMOS (미국 NASA와 칩 크기의 우주선 프로젝트 진행)**

■ **추천 수강 과목 및 졸업생 진로**

- **반도체 이론, 소자 물리, 공정**
- **융합 연구에 필요한 물리, 화학, 생물 관련 지식이 상당 부분 도움 (타과생 환영)**
- **우수한 연구 성과를 바탕으로 교수가 되거나, 해외 박사 후 연수**
- **국가 연구소 또는 SK하이닉스, 삼성전자 등 반도체 기반 회사에 취업**

■ **연구실 홍보**

- **우수한 연구 실적 (~ 30 편/1 년)**
- **학생이 원하는 연구를 자유롭게 할 수 있음**
- **전자과가 아닌 타 과를 졸업한 학생에게도 자유로운 입학**
- **수많은 논문 수상 실적과 상금 수혜 (장학금 포함)**

■ **연구 활동 외 소개**

주간 체육활동 (축구, 풋살)

주간 체육활동 (농구)

야외 소풍

맥주 파티

■ **연구 성과 소개 ('17~'19)**

※ SCI 저널에 319 편의 논문 (Impact factor 10 이상의 논문 52편, 10편의 cover 논문), 국제 학회에 129 편의 논문 (총 450 편의 논문 / 15 년간)

[1] 3차원 실리콘 트랜지스터를 활용한 자가치유 시냅스 소자 (Advanced Functional Materials, 2018)

[2] 로직 공정에 적합한 Junction-less ferroelectric FinFET 시냅스 소자의 최초 구현 (IEEE Electron Device Letters, 2018)

[3] 다중 방향 및 다중 진폭 마찰 전기 발생기 (Advanced Energy Materials, 2018)

[4] 상업용 직물 위에 구현한 기능성 회로 (Nano Letters, 2017)

Wave Embedded Integrated Systems

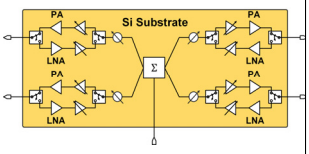
■ 연락처
교수 : 홍 성 철 TEL : 042-350-3449
연구실: 나노종합기술원 s-216 TEL : 042-350-9940~5
홈페이지 : https://weis.kaist.ac.kr

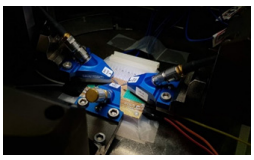
■ 연구실 현황(2019 가을학기 기준)

박사후과정 : 0명 박사과정 : 16명 석사과정 : 6명

■ 연구 분야 소개

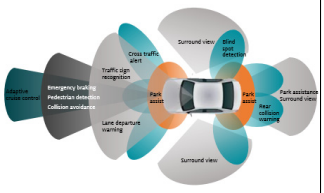
밀리미터파 5G 통신 시스템을 위한 CMOS 전력 증폭기 설계



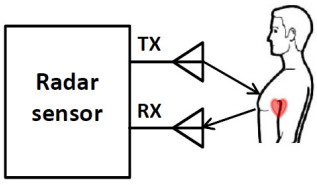


무선 통신 시스템에서, 전력 증폭기(PA)는 송신기의 끝에서 신호 전력을 증폭시키는 중요한 블록이다. 다른 구성 요소와 달리 기존의 상용화 제품에 쓰이는 PA는 CMOS 공정이 아닌 GaN 및 GaAS와 같은 화합물로 구현되었습니다. CMOS공정을 사용하면 고전력 영역에서 엄격한 선형성 요구 사항을 충족시키기가 매우 어렵기 때문입니다. 그러나 CMOS PA는 빔 포밍을 위해 위상 배열 시스템을 사용하는 다음 5G 시스템에서 각광을 받고 있습니다. 5G 시스템 에서는 각 PA에 대해 적은 선형 전력이 필요로 합니다. 따라서 CMOS를 이용하여 모든 회로가 집적된 시스템을 구현하면 많은 비용을 절약 할 수 있습니다. 화합물 공정 PA와 비교할 수있는 CMOS PA를 연구했으며 5G 무선 통신 시스템에 적극적으로 적용하고 있습니다.

CMOS 공정을 이용한 초광대역 레이더 센서 칩 설계



CMOS 공정 기반 레이더 시스템 기술의 개발은 SoC (System on Chip) 기술을 사용하여 초소형 저비용 시스템을 가능하게 합니다. 또한 펄스 모드 작동 UWB 레이더 센서 시스템은 분해능, 정확도 및 전력 소비에 이점이 있습니다. 이를 바탕으로 다양한 주파수 및 응용 분야의 레이더 시스템을 개발 합니다. 지금까지 우리는 자동 도어 및 가로등을 위한 24GHz 인간 감지 레이더 기술을 개발하고 기술이전 했습니다. 현재 저희 연구실은 자동 운전 또는 무인 자동차를위한 79GHz 단거리 자동차 레이더와 인간 컴퓨터 상호 작용 (HCI)을위한 60GHz 핸드 모션 감지 레이더를 개발하고 있습니다. 이러한 기술은 로봇, 드론, 생체 신호 측정 등과 같은 다양한 분야에 적용될 수 있습니다.



서브 테라헤르츠 회로 시스템

MHz 및 GHz 대역이 포화되고 높은 데이터 속도가 필요하기 때문에 테라헤르츠 대역이 중요 연구 분야로 각광 받고 있습니다. 테라헤르츠 대역에서 RF 회로 시스템은 안테나를 포함하는 칩에 통합 될 수 있으며 높은 데이터 레이트 칩 간 통신에 사용될 수 있습니다. 우리는 CMOS 기술을 사용하여보다 컴팩트 한 THz 회로 시스템을 연구하고 있습니다.

■ 추천 수강 과목 및 졸업생 진로

학부생에게는 전자 회로 관련 과목 및 마이크로파 공학이 권장됩니다. 디지털 회로 및 디지털 신호 처리와 통신시스템 또한 저희 연구 분야에 유용한 과정입니다. WEIS 졸업생 대부분은 Samsung, Hynix, Qualcomm 또는 ETRI 또는 ADD와 같은 국립 연구소에서 근무합니다. 박사 후 과정을 해외로 이수한 후 교수로 임용 된 동문 분들도 많이 있습니다.

■ 연구 활동 외 소개

저희 연구실은 일주일에 한 번 스포츠 활동 (축구, 탁구, 배드민턴, 볼링)을 하고 정기적으로 문화 활동 (영화 감상, 스포츠 게임, 쇼)을 함께합니다. 또한 매년 2 ~ 3 회 산을 오르거나 등산을합니다.

■ 연구실 홍보

WEIS LAB은 고주파 회로 설계에 특화되어 있습니다. 우리는 세상을 무선으로 만드는 것을 목표로합니다. 많은 사람들이 불가능하다고 생각한 것을 포기하지 않으면서, 우리는 학계와 산업계 모두가 인정하는 의미있는 결과를 만들어 냈습니다. 우리는 항상 창의적이고 열정적인 사람에게 열려 있습니다

■ 최근 연구 성과 소개 ('18~'19)

[1] J. Park, S. Lee, D. Lee and S. Hong, "A 28GHz 20.3% Transmitter Efficiency 1.5° Phase-Error Beamforming Front-End IC withEmbedded Switches and Dual-Vector Variable-Gain Phase Shifters," in 2019 ISSCC, vol. 9, no. 8.
[2] S. Kang, G. Jeong and S. Hong, "Study on Dynamic Body Bias Controls of RF CMOS Cascode Power Amplifier," in IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 28, no. 8, pp. 705-707, Aug. 2018.
[3] W. Lee and S. Hong, "Low-loss and small-size 28 GHz CMOS SPDT switches using switched inductor," in Proc. *IEEE Radio Freq. Integr. Circuits Symp. (RFIC)*, June 2018, pp. 148–151.