

차세대 반도체 소자 및 시스템 연구실 (Emerging Electronic Devices and Systems Lab.)

▶ 위치: 공대-7호관 321호

▶ 전화: 053-950-5536

▶ E-mail: jiyong.woo@knu.ac.kr

▶ 홈페이지: <https://sites.google.com/view/jiyongwoo>

01

연구실구성원

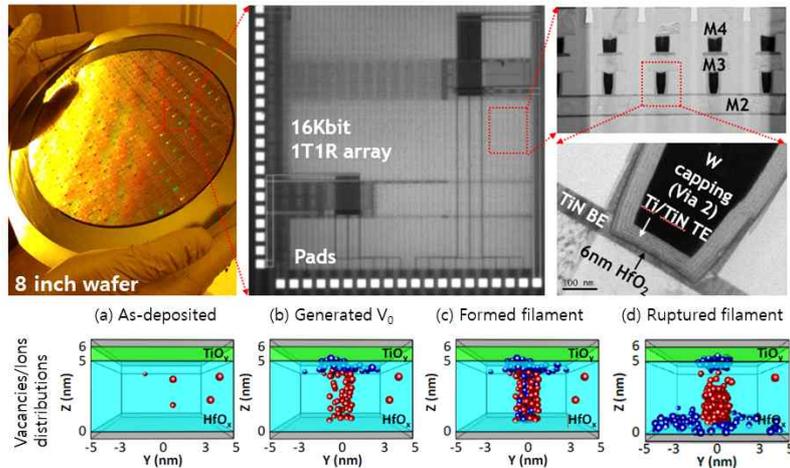
- 지도교수 : 우지용 교수님
- 석사과정 : 강희범, 김현욱, 홍은령
- 학부연구생 : 김나연, 전선욱

02

연구분야

□ 저항변화 메모리 소자

- 산화물 기반 저항변화 메모리 소자 (RRAM, MRAM, and ferroelectric memory) 제작 및 특성 평가
- 3차원 고집적 크로스포인트 어레이 용 선택 소자 제작 및 특성 평가

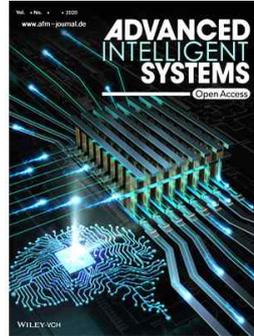
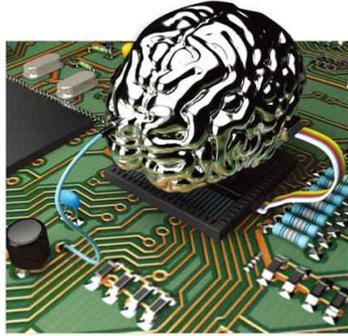


□ 뉴로모픽 시냅스 및 뉴런 소자

- 저항변화 메모리 및 Electro Chemical RAM (ECRAM) 기반 아날로그 시냅스 소자/어레이 개발
- Oscillation 뉴런 소자 제작 및 시냅스-뉴런 집적화 연구

□ 뉴로모픽 컴퓨팅 위한 회로 및 시스템

- Verilog-A 및 HSPICE 이용하여 아날로그 시냅스 소자 모델링 연구
- Matlab 및 다양한 시뮬레이션 Tool을 이용하여 뉴로모픽 시스템 응용 분야인 패턴 인식 정확도 향상 연구
- 패턴 인식을 향상을 위한 비이상적 소자 효과들 및 보상회로 연구 (Device-Circuit Interaction)
- 패턴 인식 시스템 환경 구축 (신소자 기반 뉴로모픽 시냅스 어레이+CMOS/Non-CMOS 구동회로)



□ 주요 수행과제

- 인간의 신경계를 모사한 뉴로 칩 설계 기술 및 뉴로 컴퓨팅 플랫폼 연구 개발, 참여 연구원, 2022.07-2029.12 (정보통신기획평가원)
- 지능형 추론 시스템을 위한 초소형 커패시터-리스 문턱 스위칭 기반 오실레이션 뉴런 소자 연구, 과제 책임자, 2021.03-2024.02 (한국연구재단)
- 웨이퍼 레벨 양이온 제어형 3단자 뉴로모픽 시냅스 소자 및 소자 개발, 과제 책임자, 2020.07-2023.02 (한국연구재단)
- 초박막 구조기반 고성능 멤리스터 소자를 이용한 뉴로모픽 하드웨어 개발, 참여 연구원, 2019.04-2019.12, (한국전자통신연구원)
- Oxide Synapse, 참여 연구원, 2017.08-2019.03 (미국 SRC)

□ 최근 5년 제1저자/교신저자 연구 논문

- "Understanding synaptic characteristics of nonvolatile analog redox transistor based on mobile ion-modulated-electrolyte thickness model for neuromorphic applications," Applied Physics Letters, 2022.
- "Area and Thickness Scaling of NbO_x-Based Threshold Switches for Oscillation Neurons," IEEE Journal of the Electron Devices Society, 2022.
- "Ion-Driven Electrochemical Random-Access Memory-Based Synaptic Devices for Neuromorphic Computing Systems: A Mini-Review," Micromachines, 2022.
- "Analog Synaptic Behavior of Mobile Ion Source-limited Electrochemical RAM Using CuO_x Oxide Electrode for Deep Learning Accelerator," Applied Physics Letters, 2022.
- "Two- and Three terminal HfO₂-Based Multilevel Resistive Memories for Neuromorphic Analog Synaptic Elements," Neuromorphic Computing and Engineering, 2021.
- "Hybrid memory characteristics of NbO_x threshold switching devices," Applied Physics Letters, 2021.
- "Cu-ion-actuated three-terminal neuromorphic synaptic devices based on binary metal-oxide electrolyte and channel," Applied Physics Letters, 2021.
- "Recent Advancements in Emerging Neuromorphic Device Technologies," Advanced Intelligent Systems, 2020.
- "Exploiting defective RRAM array as synapses of HTM spatial pooler with boost-factor adjustment scheme for defect-tolerant neuromorphic systems," Scientific Reports, vol. 10, no. 1, 2020.
- "Improved Ferroelectric Switching in Sputtered HfZrO_x Device Enabled by High Pressure Annealing," IEEE Electron Device Letters, vol. 41, no. 2, 2019.
- "Integrated Crossbar Array with Resistive Synapses and Oscillation Neurons," IEEE Electron Device Letters, vol. 40, no. 8, 2019.
- "Impact of Selector Devices in Analog RRAM based Crossbar Arrays for Inference and Training of Neuromorphic System," IEEE Transactions on Very Large Scale Integration, vol. 27, no. 9, 2019.

- “Two-Step Read Scheme in One-Selector and One-RRAM Crossbar based Neural Network for Improved Inference Robustness,” IEEE Transactions on Electron Devices, vol. 65, no. 12, 2018.
- “Resistive Memory based Analog Synapse: The Pursuit for Linear and Symmetric Weight Update,” IEEE Nanotechnology Magazine, vol. 12, no. 3, 2018.
- “Comparative Study of Cross-point MRAM Array with Exponential and Threshold Selectors for Read Operation,” IEEE Electron Device Letters, vol. 39, no. 5, 2018.
- “Dual functionality of threshold and multilevel resistive switching characteristics in nanoscale HfO₂-based RRAM devices for artificial neuron and synapse elements,” Microelectronic Engineering, 182, 2017.

□ 수상 실적

- 김나연, ISPSA 2022 Best Poster Presentation Award, 2022
- 전선욱, NANO KOREA 2022 Best Poster Award (Gold Prize), 2022
- 강희범/김현욱/홍은령, 2022 대학원생 글로벌 챌린저 선발, 2022
- 홍은령, 여대학원생 공학연구팀제 지원사업 일반과정 연구팀 선정, 2022
- 강희범, NANO KOREA 2021 Best Poster Award (Gold Medal), 2021

□ 대외 활동

- 제 5기 국가나노종합기술발전계획 미래 R&D 콘텐츠 발굴 분과위원, 2020-현재
- Review editor, Frontiers in Neuroscience, 2020-현재
- Guest editor, Micromachines (special issue: Nano/Micro semiconductor based memory), 2020
- NANO KOREA 2021, Nanoelectronic Devices session 위원, 2020-현재
- Korean Conference on Semiconductors (KCS), Device & Process Modeling, Simulation and Reliability session 위원, 2019-현재
- International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA), AI session 위원, 2019-현재
- 97대 국가나노기술동향 스토리지 클래스 메모리 분야 집필, 2019

04

특허 및 등록출원 현황

□ 국내특허 출원 및 등록

- 모바일 이온을 함유한 산화물 전극 기반의 3단자 뉴로모픽 시냅스 소자 및 그 제조 방법, 국내특허 출원, 10-2022-0034647, 2022.03.21.
- 듀얼 이온 제어형 3단자 시냅스 소자, 국내특허 출원, 10-2022-0009003, 2022.01.21.
- 균일한 이온 이동이 가능한 3단자 시냅스 소자, 국내특허 출원, 10-2022-0009004, 2022.01.21.
- 전이금속 산화물 기반 3차원 구조 뉴로모픽 소자 및 그 제조 방법, 국내특허 출원, 10-2021-0161845, 2021.11.23.
- 3단자 뉴로모픽 시냅스 소자 및 그 제조 방법, 국내특허 출원, 10-2021-0117132, 2021.09.02.
- 선형적 컨덕턴스를 갖는 3단자 뉴로모픽 시냅스 소자, 국내특허 출원, 10-2021-0046245, 2021.04.09.
- 3단자 시냅스 소자 및 그 제조 방법, 국내특허 출원, 10-2021-0029, 2021.03.05.
- 뉴런회로 및 이를 포함하는 뉴로모픽 시스템, 국내특허 등록, 10-2067189-0000, 2020.01.10.
- 뉴로모픽 시스템 응용을 위한 시냅스 장치의 강화 동작 방법, 국내특허 등록, 10-2002212-0000, 2019.07.15.
- 발화형 뉴런 회로 및 이의 동작 방법, 국내특허 출원, 10-2017-0081418, 2017.06.27.
- 뉴로모픽 시스템 응용을 위한 시냅스 장치, 이의 제조방법 및 이를 포함한 시냅스 회로 소자, 국내특허 출원, 10-2016-0155948, 2016.11.22.
- 메모리 소자 및 메모리 셀 어레이, 국내특허 공개, 10-2015-0091689, 2015.08.12.

- 양방향 스위칭 특성을 갖는 2-단자 스위칭 소자, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 저항성 메모리 소자 크로스-포인트 어레이, 국내특허 등록, 10-1457812-0000, 2014.10.28.
- 내부 저항을 포함하는 저항 변화 메모리 소자 및 이의 제조방법, 국내특허 출원, 10-2011-0127790, 2011.12.01.

□ 국제특허 출원 및 등록

- Three terminal neuromorphic synaptic device and method for manufacturing the same, US Patent, US 17580640, 2022.01.21.
- Two terminal switching device having bipolar switching property, method of fabricating the same, and resistive memory cross-point array having the same, US Patent, US 9,178,023, 2015.11.03.
- Memory device and memory cell array, US Patent Application Publication, US 2015/0221701, 2015.08.06.