

1 Neuromorphic Device & Processor

2 Si MOSFET-based Sensor Platform

3 Nonvolatile Memory

학력

서울 대학교 전자공학과 박사 (1993)
MIT, Microsystems Tech Lab 박사 후 연구 (1999)

경력

1994~2002 원광대학교 전기공학부 전강/조교수/부교수
2002~2009 경북대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수
2009~현재 서울대학교 전기정보공학부 교수
2016~현재 IEEE Fellow

홈페이지 : <http://smdl.snu.ac.kr> / <http://genie.snu.ac.kr>

연락처: jhl@snu.ac.kr



Neuromorphic Device & Processor

기술개요

1. 신경모방 소자 (Deep/Spiking Neural Network)

- 기존 소프트웨어 기반 인공신경망 기술의 전력 소모 및 처리속도 문제 해결 가능
- 초고집적 / 초저전력 / 고내구성 보장
- 장단기 기억, STDP 기능 구현 가능

2. 신개념 뉴런 회로 기반 뉴로모픽 시스템

- 고집적 / 저전력 뉴런 소자/회로 연구
- 컨트롤 아키텍처 및 Neural Network 알고리즘 개발과 이를 통합한 뉴로모픽 칩 개발

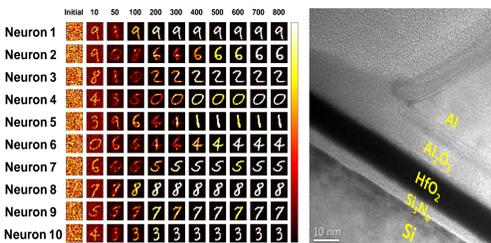
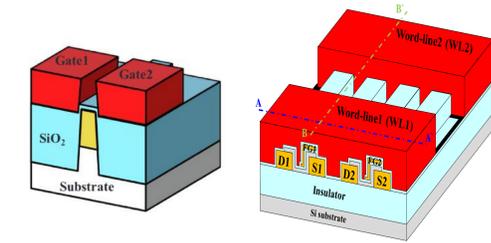
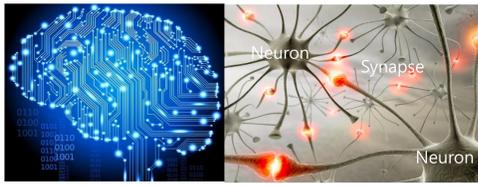
기술내용

1. 시냅스 모방 소자 개발 (on-chip / off-chip)

- Spiking Neural Network(SNN)에 적용 가능한 실리콘 기반 기반 시냅스 모방 소자 연구
- 흥분(Excitatory)과 억제(Inhibitory)를 구현하기 위한 다양한 소자 구조 연구
- 장/단기 기억 구현을 위한 다양한 게이트 구조 및 소재 탐색

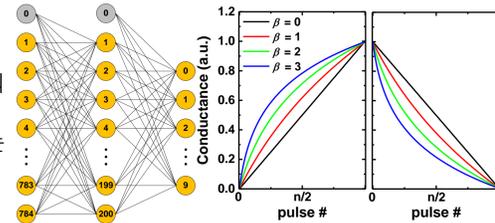
2. 신개념 뉴런 소자 및 회로 어레이

- 초고집적 신경모방 어레이 제작을 위한 신개념 뉴런 소자 연구
- 뉴런 네트워크 구성에 필수적인 주변 회로 연구



3. 효율적 뉴로모픽 시스템 구현

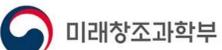
- 하드웨어 구현에 적합한 구조의 뉴런 네트워크 시스템 개발
- 하드웨어에서 back-propagation 을 모사하는 학습 방법에 대한 알고리즘 개발



수행중인 연구과제

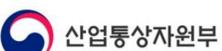
1. 수행과제 : 나노전자소자 기술을 응용한 신경세포 모방 뉴런소자 및 시스템 원천기술 개발

- 지원기관명 : 미래창조과학부/나노소재기술개발 사업
- 연구기간 : 2016 / 08 ~ 2021 / 07
- 연구요약 : 기존 CMOS 회로 기반 뉴런을 제외한 신개념 고집적/저전력 뉴런 소자를 개발하고, 이와 집적화된 뉴로모픽 시스템을 위한 핵심기술 개발



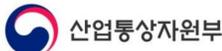
2. 수행과제 : 3차원 적층 형태의 시냅스 소자 기반 신경모방 패턴인식 시스템 개발

- 지원기관명 : 산업통상자원부/산업핵심기술개발 사업
- 연구기간 : 2017 / 07 ~ 2021 / 12
- 연구요약 : 3차원 플래시 메모리 기술을 창의적으로 변화시켜 초고집적, 고신뢰성, 저전력을 동시에 만족하는 실용적인 시냅스 모방 소자 어레이 및 패턴인식 시스템 개발



3. 수행과제 : 고효율 초저전력 경량엣지 디바이스용 소자회로 및 SoC 개발

- 지원기관명 : 산업통상자원부/차세대지능반도체기술개발 사업
- 연구기간 : 2020 / 04 ~ 2023 / 12
- 연구요약 : on-chip 학습이 가능한 저전력 지능형 하드웨어 엔진을 개발하고, 새로운 학습 기반의 컴퓨팅 모델과의 협업이 가능한 SoC를 개발



Si MOSFET-based Sensor Platform

기술개요

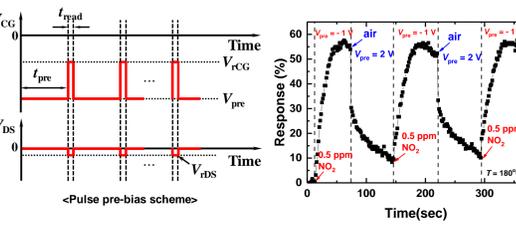
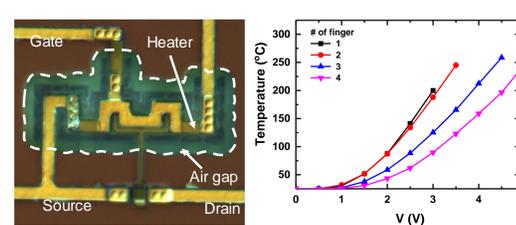
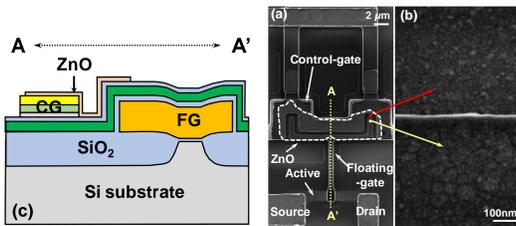
■ Si MOSFET 기반 센서 플랫폼

- 기존 저항형·용량형 센서가 갖는 소형화의 어려움, 큰 전력 소모, 큰 외부 잡음 및 낮은 수율 등의 문제점 해결 가능
- CMOS 공정을 통해 5장의 마스크만을 이용하여 저비용 제작 가능
- 수평형 플로팅 게이트 구조로, 높은 coupling ratio를 갖고 다양한 감지물질 적용을 통한 다중 감지 가능
- 다양한 감지기구(일함수형·저항형·용량형) 융합을 통한 고신뢰성 센서 개발
- 감지물질 주변만 가열 가능한 초소형·초저전력 히터 개발
- 센서 보정을 위한 내장형 비휘발성 메모리 및 외부 잡음 최소화를 위한 증폭기 설계
- 펄스 측정 방식을 이용한 센서 특성 개선

기술내용

1. 가스센서 (Gas sensor)

- 가스 감지 메커니즘 : 검출 가스와의 흡착/탈착에 따른 일함수 변화 → 문턱 전압 및 드레인 전류의 변화



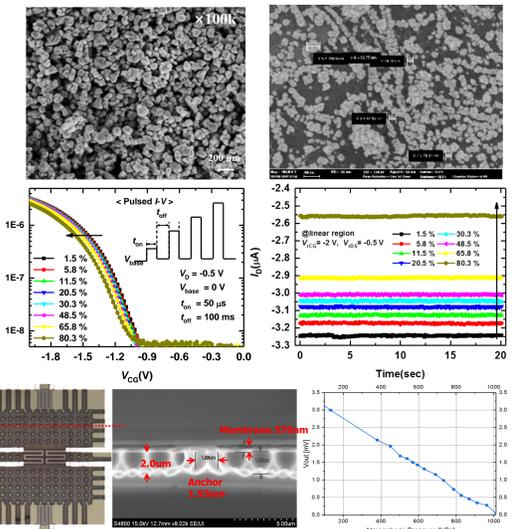
- 금속 산화물(metal oxides), SWNT(single-walled nanotube), 전해질, 2차원 나노물질 (e.g. MoS₂)을 스퍼터링, 잉크젯 프린팅, 원자층 증착 방식 등을 통해 감지물질 증착
- 산화성(oxidizing) 및 환원성(reducing)을 가지는 여러 가지 유해가스 검출

2. 습도센서 (Humidity sensor)

- 고분자 화합물(polymer), 금속 산화물, 2차원 나노물질을 감지물질로 이용 가능
- 가스센서와의 융합을 통해 습도 보정이 가능한 고신뢰성 가스센서 개발 가능

3. 기압센서 (Barometric sensor)

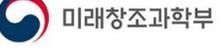
- Silicon Substrate에 Cavity를 형성하여 기압변화에 따라서 Membrane높이가 움직일 수 있도록 하고, 그 변화를 Polysilicon의 Piezo-resistance 변화로 감지



수행중인 연구과제

1. 수행과제 : 뉴로모픽 기반 초저전력 인지 가스센서 플랫폼

- 지원기관명 : 미래창조과학부/이공분야기초연구 사업
- 연구기간 : 2016 / 06 ~ 2021 / 05
- 연구요약 : 실리콘 기반 초소형/초저전력/고신뢰성 FET형 가스센서, 가중치함 모델의 딥 뉴런 네트워크 기반 뉴로모픽 소자, 그리고 저전력 구동이 가능한 디지털 컨트롤러를 하나로 통합하여 초저전력 인지 가스센서 플랫폼 개발



Nonvolatile Memory

기술개요

■ Device reliability

- 3차원 적층형 낸드 플래시 셀 소자로 구성된 메모리 어레이의 신뢰성 평가, 분석 및 모델링
- 3차원 적층형 낸드 플래시 셀 소자의 Endurance 실험 및 Retention 특성 분석
- 3차원 적층형 낸드 플래시 셀 소자의 trap 분석을 위한 다양한 측정 수형

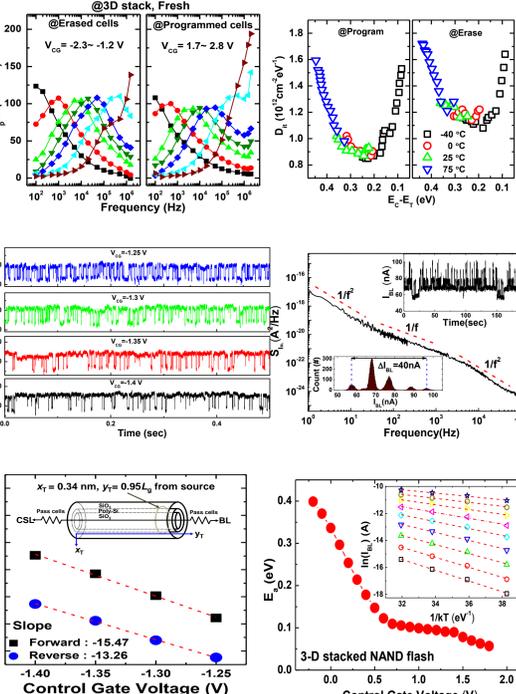
■ Oxide characterization

- 공정 시 다른 질소 농도 조건에서 공정된 oxide 가 소자 특성 및 사용에 미치는 영향 분석

기술내용

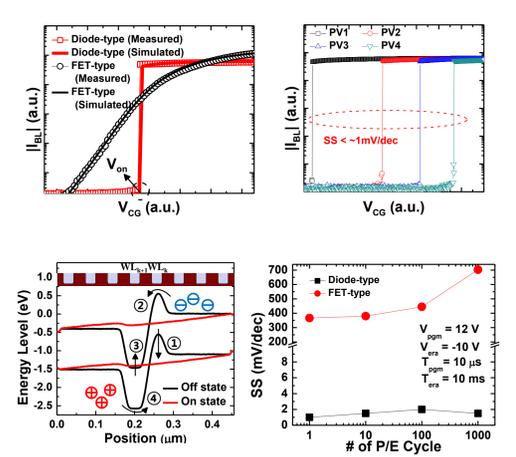
1. 3D NAND flash memory

- 3차원 적층형 낸드 플래시 소자의 Retention 측정 및 분석, nitride layer내의 carrier 분포 및 이동에 대한 모델링
- 3차원 적층형 낸드 플래시 소자의 측정을 통한 트랩 분석 및 연구, Trap 반응으로 나타나는 전류 특성 변화 분석
- Poly-Si body의 grain size와 memory cell 특성의 상관관계에 대한 연구 및 분석



2. Memory 기반 steep SS특성을 갖는 소자

- 3차원 적층형 소자를 기반의 positive feedback을 이용한 Read scheme을 통해 가파른 SS특성을 가지는 Super-subthreshold 소자의 제안
- 제안된 소자의 3차원 시뮬레이션을 통한 특성 분석, 실현 가능성 분석
- 제안된 구조를 적용하여 소자 제작 계획



수행중인 연구과제

1. 수행과제 : 3차원 적층형 낸드 플래시 메모리의 reliability 및 새로운 소자 구조 연구

- 지원기관명 : SK-Hynix
- 연구기간 : 2018/05 ~ 2019/04
- 연구요약 : 3차원 낸드 소자의 trap, stress 특성 분석 및 diode-type 소자의 특성 분석

