

나노 양자 소자 연구실

Nanohybrid Quantum Devices Lab.



도용주
교수

yjdoh@gist.ac.kr

062-715-5921

<https://qdev.gist.ac.kr>

Education

- 2000** Ph.D. in Physics, POSTECH
- 1994** M.S. in Physics, POSTECH
- 1992** B.S. in Physics, Seoul National University

Experience

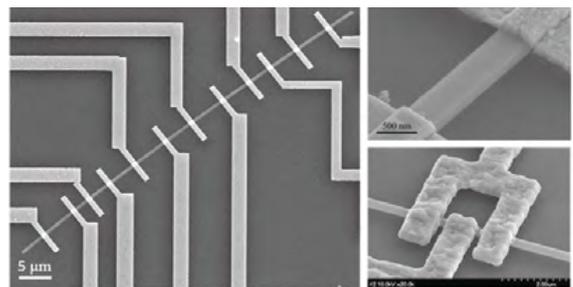
- 2016 ~** Professor, Dept. of Physics and Photon Science, GIST
- 2015 ~** Visiting Scholar, University of Geneva, Switzerland
- 2015 ~ 2016** Professor, Dept. of Applied Physics, Korea University
- 2010 ~ 2015** Associate Professor, Dept. of Applied Physics, Korea University
- 2007 ~ 2010** Research Professor, POSTECH
- 2005 ~ 2007** Post-doctoral Researcher, Harvard University, USA
- 2003 ~ 2005** Post-doctoral Researcher, Kavli Institute of Nanoscience, TU Delft, the Netherlands
- 2000 ~ 2003** Post-doctoral Researcher, Seoul National University

연구실 소개

차세대 정보 소자의 궁극적인 목표는 정보의 저장 및 연산 등의 정보 처리 과정을 단일 전자, 광자, 스핀 등을 써서 이들의 양자역학적인 상태를 구현하고 이를 제어하는 양자정보소자 기술이 될 것이다. 물리적으로 영차원(양자점), 일차원(반도체 나노선), 또는 이차원(그래핀, 다이칼코게나이드 나노박막)의 특징을 갖는 나노구조체는 원자 수준의 결정 성장과 여러 물질들의 인위적인 조합 및 첨가 등을 통해 다양한 물성 구현이 가능하다는 장점을 갖는다. 또한, 극저온에서 양자 구속(quantum confinement) 및 양자역학적인 위상 결맞음(phase coherence) 현상을 드러낸다는 점에서 저차원 양자계의 특징을 갖는다. 나노구조체가 갖는 중시계(mesoscopic system)적인 특성과 고유의 반도체 물성을 적절하게 결합시킴으로써, 실리콘 기술에 기반하고 있는 기존의 전자정보소자의 한계를 극복할 수 있는 새로운 차세대 정보 소자를 개발할 수 있을 것으로 전망된다. 본 연구실은 반도체 나노선 및 그래핀 등으로 대변되는 나노구조체의 양자 전도 특성을 초전도체 또는 자성체의 응집 물성과 결합한 새로운 개념의 응집상 양자정보소자를 개발하는 것을 주요 연구 목표로 삼는다.



극저온(7mK) 고자기장(9 Tesla) 장치



위상절연 나노선을 이용한 다양한 양자 소자의 전자현미경 사진

연구 성과

수행중인 주요 연구과제 (주요과제경력)

- 리더 프로젝트: "위상양자소자 창의연구단" (2018-2027)
- 선도연구센터(SRC)사업: "응집상 양자 결맞음 연구센터" (2016-2022)
- GIST-Caltech Joint 과제: "저차원 나노융합 양자정보소자 연구" (2017- 2020)
- 삼성미래기술육성사업 과제: "게이트 제어 가능한 위상 초전류 큐비트 연구" (2017-2018)
- 중견 핵심 과제: "안드레이 구속 상태 및 특이 준입자 연구" (2015-2018)
- 중견 도약 과제: "나노 하이브리드 조셉슨 큐비트 소자 연구" (2012-2015)
- 기본 연구: "그래핀 나노전자소자의 양자 전도 특성 연구" (2010-2015)

주요논문 (대표실적)

- ACS Nano (2020), "Adjustable Quantum Interference Oscillations in Sb doped Bi₂Se₃ Topological Insulator Nanoribbons"
- Nature Communications (2019), "Nanomechanical characterization of quantum interference in a topological insulator nanowire"
- Nano Letters (2017), "Macroscopic Quantum Tunneling in Superconducting Junctions of Ag₂Se Topological Insulator Nanowire"
- Nature Communications (2015), "Polarity-tunable magnetic tunnel junctions based on ferromagnetism at oxide heterointerfaces"
- Nature Communications (2013), "Complete gate control of supercurrent in graphene p-n junctions"
- Physical Review Letters (2011), "Electrically tunable macroscopic quantum tunneling in a graphene-based Josephson junction"
- Nano Letters (2008), "Andreev Reflection versus Coulomb Blockade in Hybrid Semiconductor Nanowire Devices"
- Science (2005), "Tunable Supercurrent Through Semiconductor Nanowires"

수상실적

- 한국초전도학회 삼동 초전도 학술상 (2020)
- GIST 공로상 (2018)
- 한국물리학회 응용물리학술상(2017)
- 석탑 강의상(2016)
- 석탑 연구상(2014)

주요연구시설

- 극저온 고자장 냉동기 및 미세 신호 측정기
- 전자 현미경 및 전자빔 증착기
- 스퍼터링 시스템 및 플라즈마 발생기

융합연구 및 비전

융합연구 가능분야

나노융합 초전류
트랜지스터
게이트 조절 가능한
초전류 위상 및 자속
큐비트 소자 구현

양자소자 집적화

스핀트로닉 소자
위상절연체를 이용한
스핀 트랜지스터 및
스핀 밸브 소자 구현

나노융합 양자 소자

양자광학소자
단일광 발생기/
검출기 구현 및
나노융합 양자소자
집적회로 및 논리 구현

양자 연산 실용화