

코드번호 0301

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 자성메모리(MRAM) 및 로직소자 개발
연구 과제명 (Project Title)	자가생성 스핀 전류로 구동하는 자기 메모리 소자
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	스핀 토크 자성 소자 제작 및 평가
<p>(연수 내용)</p> <p>스핀 메모리 및 로직 소자는 비휘발성의 특성과 함께, 초저전력 초고속의 소자 동작 특성을 지녀 차세대 메모리 및 로직 소자를 각광받는 기술 중 하나임. 특히 기존 폰노이만 방식의 한계를 극복하기 위한 일환으로 대두되고 있는 로직-인-메모리 소자, 뉴로모픽, 확률론적 컴퓨팅과 같은 차세대 컴퓨팅 기술로써의 활용이 기대되고 있는 대표 기술임. 본 연수에서는 다양한 다층 자성 박막에서 발현되는 물리 현상에 대한 탐색을 통해 신개념의 스핀 메모리-로직 기술을 개발하고자 하며, 아래의 연수 과정을 통해 연구를 수행할 예정임.</p> <ol style="list-style-type: none">자성 메모리 및 로직 소자를 위한 박막 소재 개발<ul style="list-style-type: none">다층 자성 박막 제작 (스퍼터링, 이빔이베퍼레이션).자성 박막 물성 측정 (VSM, 광학적, 전기적 신호 측정).자성 메모리 및 로직 소자 제작 및 공정<ul style="list-style-type: none">포토 리소 및 이빔 리소 공정을 이용한 미세 패턴 구조 제작.아이언 밀링, RIE 등을 애칭 공법을 이용한 소자 제작.메모리 및 로직 등 소자 동작 특성 평가<ul style="list-style-type: none">DC 전하 및 스핀 수송 특성 및 고주파 동작 특성 측정 및 분석.광자기 효과 (MOKE)을 이용한 소자의 광자기적 특성 분석. <p>연수 지원자는 연수과정 기간 동안 박막 제작을 비롯하여 소재 물성 측정 및 분석, 소자 제작 공정, 소자 동작 특성 평가 기술 등 반도체 분야 핵심 기술 전반에 걸쳐 전문성을 습득하고, 동시에 MRAM 소자 동작의 핵심 원리를 이해함으로써 차세대 반도체 분야의 핵심인력으로 성장 할 수 있을 것으로 기대함.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 한동수	

코드번호 0302

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	스핀트로닉스
연구 과제명 (Project Title)	스핀현상을 이용한 차세대 소자 및 컴퓨팅 연구
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	나노 스핀 소자 공정 및 고주파 측정
<p>1. 확률론적 컴퓨팅 기술 개발 및 연구</p> <ul style="list-style-type: none">- 랜덤 나노 자성체와 인공신공망 구조를 이용하여, 확률론적 컴퓨팅 기술 구현 <p>2. 초고속 스핀 나노 소자 개발 및 연구</p> <ul style="list-style-type: none">- 0.1-1 ns 이하 영역에서 동작하는 초고속 자성 메모리 개발 및 연구- 스핀 다이내믹스를 이용한 고주파 발진기 개발 및 연구 <p>3. 양자 현상을 이용한 초정밀 자기 센서 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- diamond defect을 이용한 양자 (quantum) 자기 센서 개발- 다이아몬드 기판 공정: 나노 필러 및 렌즈 공정- 마이크로웨이브 가이드 공정- 양자 센서를 이용한 측정용 샘플 제작 (나노 크기) <p>4. 나노 공정 및 고주파 측정 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- 이빔리소 공정을 통한 스핀 나노 소자 공정 기술 개발- 고주파 측정 기술 개발- 1-3번 연구를 위한 기술 개발	
소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 이억재	

코드번호 0303

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	스핀/이차원물질 소자
연구 과제명 (Project Title)	베리곡률 기반 신물질 연구를 위한 자성 및 위상 물질
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	이차원물질 이종접합구조를 활용한 스핀소자 개발
<p>연수 내용</p> <p>1. 이차원 자성체를 활용한 스핀소자 개발 층상구조 자성물질을 활용하여 스핀밸브, 자기터널접합 등과 같은 스핀 정보 소자를 제작하고 해당 소자의 저전력 동작 및 층상 스핀 필터로서의 동작을 구현함. 전기장을 이용한 전자/홀 도핑으로 이차원 자성체의 자화 크기, 자기이방성 등의 자기적 특성을 제어하는 소자를 개발함.</p> <p>2. 이차원 물질 이종접합구조 개발 이차원 자성체를 포함한 다양한 성질의 이차원 물질의 이종접합구조를 개발하고, 표면 및 계면 자성 특성을 분석함. 이종접합으로 인한 계면엔지니어링으로 자성체의 성질을 제어함. 이를 통해 계면 스핀 정보가 유지되는, 스핀소자에 가장 적합한 이차원 소재구조를 개발함.</p> <p>3. 이차원 자성체 및 자성박막의 자구구조 분석 자성물질의 자구구조 측정을 통해 자기이방성(magnetic anisotropy), 지알로신스키-모리야 상호작용(Dzyaloshinskii-Moriya Interaction; DMI) 등 스핀소자의 스핀 수송 특성에 큰 영향을 미치는 기초 물성들을 분석하고 스핀소자에 최적화된 이차원 자성체와 자성박막을 개발함.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 최준우	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 스핀 정보소자
연구 과제명 (Project Title)	스핀/양자현상을 이용한 초저전력 및 초고속 스핀 메모리 기술 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	전기장 제어 스핀소자 개발
<p>1. 연구의 필요성: 빅데이터, 소셜네트워크, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅 등 유비쿼터스 모바일 컴퓨팅이 더욱 활발해짐에 따라 처리해야 하는 정보량은 기하급수적으로 증가하고 있음. 이러한 방대한 양의 정보의 저장과 처리를 위해서 반도체 소자는 점차 고집적화되고 있는데 이로 인한 온도상승 및 에너지 소모 문제를 해결하기 위한 차세대 메모리소자에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음. 그 중 스핀 메모리는 초저전력 구동 가능성과 정보 처리 속도 및 신뢰성 부분에서 큰 장점을 가지고 있어 가장 주목받는 차세대 메모리라고 할 수 있음.</p> <p>2. 연구개발 내용: 새로운 스핀/양자 현상을 이용한 스핀소자 원천기술과 첨단 측정 및 분석기술을 결합하여 고성능 모바일 기기, 빅데이터 처리용 초저전력 (50 fJ) 및 초고속 (1 ns) 스핀 메모리를 개발하고자 함. 실용화 단계까지 와있는 스핀 메모리인 STT-MRAM도 비교적 저전력 동작이 가능하지만, 예를 들어 100 μA, 1 V, 5 ns의 펄스로 정보를 기록하는 경우에 약 500 fJ (6.25×10^6 k_BT)의 에너지가 소모되며, 이는 실제 정보를 저장하는 데에 사용되는 에너지 장벽 60-80 k_BT의 10만 배 이상의 에너지를 사용하게 되는 한계를 가지고 있음. 이러한 한계를 극복하기 위해 STT-MRAM 전기장으로 자성 스위칭을 하는 방법이 주목받고 있음. 현재 전기장으로 자성 특성을 제어하는 연구는 기초적인 단계에서 수행되고 있으며 그 메커니즘이 실험적으로 명확히 규명되지 않은 상태임. 전기장을 인가하면 자성 나노 구조의 계면 전자밀도, 3d 오비탈, 산화도 등의 변화로 자성 박막의 특성이 변화하는 것으로 예측되지만, 이들 메커니즘의 규명을 위한 연구는 거의 수행되지 않은 상태임. 본 과제를 통해서 학생연구원은 전기장에 의한 나노구조 자성의 가능성을 확인하고, 가장 효과가 큰 물질과 구조를 탐색하게 될 것임. 또한, 이온의 이동에 의한 산화 환원 반응 및 수소이온의 주입에 따른 자기이방성의 변화에 관한 연구를 진행하고 이를 응용한 소자를 구현하는 연구를 진행할 계획임.</p>	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 이기영</p>	

코드번호 0305

연수 제안서

연구 분야	양자정보 및 양자광학
연구 과제명	다중모드 양자상태 기반 양자컴퓨팅 및 양자통신 연구
연수 제안 업무	다중 모드 양자상태 기반의 양자측정 및 응용

(연수 내용)

- 연수기간 : 2021. 3. 1 - 2022. 2. 28

- 연수 내용 :

- 비선형 결정에서 자발매개하향변환 (SPDC)을 이용한 이광자 상태 준비
 - ▶ PPKTP 결정을 이용한 고효율 이광자 양자상태 준비 셋업 개발
 - ▶ 온도 안정화, focusing & coupling lens 조합 등을 최적화하여 고효율 양자상태 준비 셋업 개발
- 다중모드 양자상태 준비 및 다중모드 양자연산의 재구성 방법 개발
 - ▶ 간섭계 안정화 등 모드 간 위상의 locking을 통한 다중모드 양자상태 준비
 - ▶ $m \times m$ multi-port 빔분할기 등 다양한 다중모드 양자연산의 실험적 재구성 방법 개발
- 다중모드 양자얽힘 상태의 생성 및 이를 이용한 양자 측정방법 개발
 - ▶ 양자간섭 등을 이용하여 다중모드 양자얽힘 상태를 준비하는 셋업 개발
 - ▶ 다중모드 양자얽힘 상태를 이용하여 실용적인 양자측정 방법 개발
- 연구개발한 다중모드 양자얽힘 상태를 이용하여 최신의 양자정보연구를 수행함

소속 부 서 : 양자정보연구단
연수 책임자 : 임향택

코드번호 0306

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	초고성능/초저전력 광전소자 제작
연구 과제명 (Project Title)	고성능 광스위치 및 광트랜지스터 제작
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	광스위치 및 광트랜지스터의 제작 및 평가, 메모리 소자 평가
<p>본 연구과제는 화합물 반도체, 실리콘, 메모리 소재 및 구조(강유전체, Flash gate stack 등)를 이용한 고성능/저전력 광전소재 개발을 목표로 함. 특히, 고성능/저전력/비휘발성의 광스위치 및 광트랜지스터 소자의 실현을 목표로 함. 이를 위한 소자의 설계와 알맞은 소재의 탐색, 소자의 제작, 소자의 특성 평가를 종합적으로 연수하는 것을 목표로 함.</p> <p>연수 내용 개요</p> <ol style="list-style-type: none">1. 광스위치 소자의 설계, 제작 및 특성 평가2. 광트랜지스터 소자의 설계, 제작 및 특성 평가3. 비휘발성 메모리의 제작 및 특성 평가 <p>연수 내용 상세</p> <p>본 연구과제는 초저전력 광스위치를 제작하기 위한 소자의 설계, 제작 및 평가를 일괄적으로 연수할 수 있도록 계획됨. 기존의 실리콘을 이용한 광스위치 및 광트랜지스터의 성능을 높이기 위한 화합물 반도체 소자의 제작과 지금까지는 시도되지 않았던 비휘발성 재료를 이용한 광스위치 제작 가능성을 모색함.</p> <ul style="list-style-type: none">- 화합물 반도체를 이용한 광스위치/광트랜지스터 성능 평가- 비휘발성 재료의 특성 평가 및 구조 최적화- 비휘발성 재료의 광스위치 응용 모색	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단	
연수 책임자(Advisor) : 한재훈	

코드번호 0307

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	유기반도체기반 차세대 광전자 소자 개발
연구 과제명 (Project Title)	나노소재기반 집적화용 초고속 광전소자
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	차세대 광전자소자용 유기반도체 소재 개발
<p>○ 차세대 반도체 기술 개발은 실리콘 반도체의 한계를 넘어서는 (i) 초저전력, 뉴로모픽, optical computing 등 초고성능화와 함께, (ii) 유연 웨어러블 디바이스용 스마트 반도체 소자 개발을 목표로 위해 연구력이 집중되고 있음.</p> <p>○ 유기반도체는 분자 구조와 자기조립 방법에 따라 다양한 3차원 구조체를 비교적 단순한 용액공정을 통해 제작할 수 있는 특징이 있음. 이는 3차원 구조를 구현하기 위해 매우 복잡하고 까다로운 식각 공정을 수차례 거쳐야 하는 기존 반도체 소재와 크게 차별화됨. 그러나 아직까지 유기반도체의 3차원 구조의 제조 및 이를 이용한 전자소자 응용에 대한 연구는 많이 이루어지지 않고 있음.</p> <p>○ 본 연구실에서는 유기반도체의 용액공정과 나노구조 제어를 통해 기존의 무기물 반도체로는 구현이 어려운 차세대 광전자소자 개발 연구를 진행하고 있음. 유기반도체 소재, 박막 공정, 인쇄공정, 나노구조 제어를 포함하는 소재 연구와 더불어 직접 트랜지스터, 광다이오드 와 같은 소자를 제작하여 소재에서부터 소자 성능 구현에 이르는 전주기적 연구를 수행하게 됨.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단	
연수 책임자(Advisor) : 임정아	

코드번호 0308

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	저전력-고집적 인공 뉴런 소자 개발
연구 과제명 (Project Title)	뇌과학 기반 인공 신경망 핵심 기술 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	소자 제작 및 특성 분석
<p>(연수 내용)</p> <p>- 연수기간 : 2021. 3. 1 - 2023. 2. 28</p> <p>- 연수 내용 :</p> <ol style="list-style-type: none">전압 제어 스위칭 소자 기반 인공 뉴런 소자의 동작 원리 및 거동 특성생물학적 신경 세포의 거동 특성 연구 및 인공 뉴런 소자를 이용한 다양성 거동 모사 기술전압 제어 스위칭 소자 제작 공정 및 특성 측정/분석 방법	
소속 센터/단 명(Center) : 인공뇌융합연구단 연수 책임자(Advisor) : 이수연	

코드번호 0309

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	에피택시 실리콘 전자소자 공정 개발
연구 과제명 (Project Title)	• 실리콘태양전지의 이론한계효율을 극복하는 슈퍼 태양전지 • 플렉시블 하이브리드 탠덤 태양전지 응용을 위한 두께 50um 이하 고효율 초박형 결정질 실리콘 하부셀 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	플렉시블 초박형 에피택시 실리콘 공정 및 탠덤 태양전지 지향 고효율 실리콘 소자 개발
<p>(연수 내용)</p> <p>○ 에피택시 실리콘 성장 공정</p> <ul style="list-style-type: none">- 플렉시블 고효율 초박형 실리콘 태양전지 개발을 위한 고품위 에피택시 실리콘 성장 공정 개발- 플라즈마 공정 패러미터 및 에피택시 박막 상관관계 규명- 고품위 에피택시 실리콘 박막 성장을 위한 플라즈마 모니터링- 에피택시 박막의 저차원 결함 및 전기 물성 분석- 초박형 에피택시 유연박막 트랜스퍼 기술 개발 <p>○ 탠덤태양전지 지향 실리콘 소자 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- 탠덤소자 응용을 위한 저손실 재결합 접합 및 후면 전극공정 개발- 극초단파 펄스레이저를 이용한 신규 재결합 접합 공정 개발- 후면 저손실 레이저 국소접합 공정 연구- 광포집 극대화를 위한 실리콘 나노구조 설계 및 공정 개발- 표면 재결합 손실 저감을 위한 전자 선택형 박막 소재 개발- 전기자동차, 모바일 기기, IoT 소자등의 전력원 응용 기술 연구	
소속 센터/단 명(Center) : 인공지능융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 김인호	

코드번호 0310

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	양자점 합성 및 양자점 광전소자 제작 및 특성평가
연구 과제명 (Project Title)	QD-LED 소자 성능 향상을 위한 소자 내의 electronic trap 분석 및 원인 규명
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	양자점 합성 기술 개발/소자 제작 및 양자점 특성 평가
(연수 내용)	
<p>- 연수기간 : 2021. 3. 1 - 2022. 2. 28</p> <p>- 연수 내용 :</p> <ol style="list-style-type: none">1. 다양한 파장대의 콜로이드 양자점 합성 및 III-V 양자점 합성 기존에 알려진 다양한 합성 방법의 장단점 파악 및 기저 원리를 습득함으로써 새로운 합성 route 발굴 및 응용 분야에 맞는 양자점 성능 향상2. 양자점 기반 광전 소자 제작 양자점을 활용하여 LED를 비롯하여 측정 분석용 기본 소자 제작 기술3. 양자점 trap 분석 플랫폼 구축 및 측정 분석 양자점 trap 분석을 위한 플랫폼 구축 및 실제 측정 분석 과정에 대한 이론 이해 및 실습	
소속 센터/단 명(Center) : 인공뇌융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 황규원	

코드번호 0311

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	뉴로모픽 소자개발
연구 과제명 (Project Title)	뇌과학 기반 인공 신경망 핵심기술 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	2D 소재기반의 소자 제작, 측정 및 분석
<ul style="list-style-type: none">- 본 과제에서는 뉴로모픽 하드웨어 개발을 위한 소자 연구를 진행함- 주로 2D 소재를 활용예정이며 동시에 다른 물리적 특성을 지닌 소재와 결합하여 소자제작 진행함- 이미징 소자를 이용한 array 제작 및 적용- 뉴로모픽 알고리즘 연구 <ul style="list-style-type: none">- 연수내용1. 2D 기반의 소재 (예: Graphene 및 TMDC 등)에 대한 물리적, 광학적 이해 및 분석2. 분석툴 (Raman, AFM, SEM, TEM 등)에 대한 이해3. 소자 제작을 위한 mask 제작부터 annealing까지 이해4. Etching, deposition, ALD 등의 장비 활용5. 2D 소자 제작을 통한 물리적, 광학적 실험6. 뉴로모픽 소자특성 측정기기 (probestation) 사용법 이해 및 측정7. 뉴로모픽 소자의 data 분석 및 향상8. 대규모 array 구조로 확장시켜 뉴로모픽 시스템 적용 및 알고리즘 연구 진행9. 연구 논문/특허 작성	
소속 센터/단 명(Center) : 인공뇌융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 곽준영	