

코드번호0201

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	반도체 3차원 적층 및 2D/반도체 이종 집적 소자 공정
연구 과제명 (Project Title)	M3D를 위한 비정질상 위 결정방향 조절이 가능한 저온 단결정 active층 형성 기술
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	반도체 에피 박막 및 2차원 소재의 이종 집적 및 소자 응용

- 연수 내용 :

실리콘 CMOS의 소형화에 따른 물리적 한계는 소자의 성능, 소모전력, 생산 비용 측면에서 획기적인 기술 혁신이 요구되며, 소재, 소자, 회로 및 아키텍처 측면에서 연구개발이 집중되고 있음. 최근 모놀리식 3차원 집적(monolithic 3D integration)과 같은 소자의 수직 적층은 Heterointegration (H.I.) 기술의 일환으로 산업계와 연구계에서 주목을 받고 있음.

국내 연구계의 동향을 고려하여 아래의 연구를 통한 원천기술 확보가 필요함.

1. 화합물 및 Si(Ge) 반도체를 이용한 monolithic 3D integration 공정 기술 개발
 - 에피 및 웨이퍼 본딩을 이용한 3차원 반도체 적층 공정 기술 개발
 - 적층된 반도체 상부층의 전기적 특성 분석 및 평가
 - MgO를 이용한 상부 반도체 층의 surface orientation 제어
 - Field Effect Transistor 공정
 - 이종 반도체 소재 및 소자의 집적 공정
 - 2차원 소재 물성 분석 및 소자 응용

소속 센터/단 명(Center) : 차세대반도체연구소장실

연수 책임자(Advisor) : 김 형 준

코드번호0202

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 스핀 메모리 소자
연구 과제명 (Project Title)	스핀기반 나노신경망모사 기술개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	위상 솔리톤 기반 인공신경망 모사 기술 개발
<p>● 석사과정</p> <p>● (스핀 소재 및 소자 개발) 수직 자기 이방성을 가지는 강자성 물질 또는 준강자성 물질을 이용한 스핀 소재 개발. 나노 공정(포토리소그래피 또는 이빔리소그래피)을 활용한 스핀 소자 개발.</p> <p>● (스핀 소자 특성 및 분석) 광학 측정(광자기 토크 효과) 및 전기 측정(비정상 홀 효과) 기술을 바탕으로 위상 솔리톤인 구조의 정적, 동적 특성 연구 및 응용 연구 수행. 동적 특성을 활용한 스핀기반 인공신경망 모사 구현.</p> <p>● (LABVIEW 또는 Python 프로그램을 활용한 측정 및 분석) 소자 구동 제어 및 소자 특성 분석을 하는데 필요한 프로그래밍 가능한 자 우대.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단 연수 책임자(Advisor) : 김덕호	

코드번호0202

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 스핀 메모리 소자
연구 과제명 (Project Title)	초저전력 스핀 소자를 위한 위상 솔리톤 동역학 임계값 보편성 연구
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	차세대 스핀 메모리 소자 개발을 위한 위상 솔리톤 동역학 연구
<p>● 석박통합과정</p> <p>● (스핀 동역학 측정 기술 개발) 광학 측정법(광자기 톨 효과) 및 전기 측정법(비정상 홀 효과) 기반 위상 솔리톤(자구벽 및 스커미온) 동역학 측정법 개발 및 구축. 다양한 온도, 동역학 범위에서 스핀 동역학 연구로 확대 적용.</p> <p>● (스핀 동역학 측정 및 분석) 광학 측정(광자기 톨 효과) 및 전기 측정(비정상 홀 효과) 기술을 바탕으로 강자성체(ferromagnet), 준강자성체(ferrimagnet)의 위상 솔리톤 구조의 정적, 동적 특성 연구 및 응용 연구 수행.</p> <p>● (LABVIEW 또는 Python 프로그램을 활용한 측정 및 분석) 소자 구동 제어 및 소자 특성 분석을 하는데 필요한 프로그래밍 가능한 자 우대.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단 연수 책임자(Advisor) : 김덕호	

코드번호0203

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 스핀 정보소자 개발
연구 과제명 (Project Title)	스핀기반 나노신경망모사 기술개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	스핀궤도토크를 이용한 스핀소자 공정 개발
<div><input type="checkbox"/> 스핀기반 나노신경망모사소자 개발을 위한 나노소자 개발<ul style="list-style-type: none">- 스핀토크와 자성체를 이용한 나노 스핀소자 개발- 비휘발성, 고속정보처리, 고집적화가 가능한 나노 스핀소자 개발- 스핀궤도토크 소재 개발 및 전기적/자기적 특성 분석- 나노스핀소자 성능 향상을 위한 측정기술 개발</div> <div><input type="checkbox"/> 나노자성체기반 스핀소자 개발을 위한 나노소자 공정 개발<ul style="list-style-type: none">- 비휘발성, 고속정보처리, 고집적화가 가능한 나노 스핀소자 공정 개발- 전자빔 리소그래피를 이용한 나노소자 제작 공정- 높은 터널자기저항비 (TMR)와 낮은 스위칭 전류밀도(J_c)를 구현하기 위한 나노 자성 메모리 개발</div>	
소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 민병철	

코드번호0204

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	인공지능용 차세대 SOT-MRAM 소자 개발
연구 과제명 (Project Title)	신경망 플랫폼형 저전력 스핀궤도토크 소재 및 소자 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	SOT-MRAM 소자 제작 및 고효율 SOT 소재 개발
<p>스핀트로닉스 소자 (스핀 소자)는 비휘발성의 특성과 함께 빠른 동작 속도와 초저전력 소모의 특징을 지녀 차세대 반도체 소자로 각광받는 기술 중 하나임. 특히 인공지능 및 자율주행과 같이 빅데이터를 신속하고 효율적으로 처리하기 위해 기존 폰노이만 컴퓨팅 방식을 한계를 극복하기 위한 인공뇌모사, Processing in memory (PIM) 등과 같은 기술로의 활용이 기대되는 기술 중 하나임. 본 연수를 통해 다층 자성 박막 기반 스핀 메모리 소자를 개발하고 이를 활용하여 PIM과 같은 차세대 컴퓨팅 기술을 개발하고자 함.</p> <ol style="list-style-type: none">차세대 MRAM 개발을 위한 박막 소재 개발<ul style="list-style-type: none">- 다층 자성 박막 제작: 초고진공 스퍼팅, 이베퍼레이터 사용- 다층 자성 박막 물성 측정: VSM, MOKE차세대 MRAM 개발을 위한 소자 개발<ul style="list-style-type: none">- 클린룸을 사용하여 미세 패턴 구조 제작: 포토 리소그래피, 이빔 리소그래피- Ion beam milling (IBE), RIE 등 에칭 공정Gating 효과를 이용한 MRAM 소자 제어<ul style="list-style-type: none">- DC, AC 측정 및 이방성 에너지 변화 측정- data retention 변화에 따른 스위칭 전류 증감 제어	
소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 백 승 현	

코드번호0205

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	단결정 다이아몬드 결함기반 양자자기장센서
연구 과제명 (Project Title)	양자자기장센서를 이용한 미세 불량 검출 장치
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	단결정 다이아몬드 양자자기장 센서용 나노구조체 개발
<p>연수 내용</p> <p>양자자기장 센서용 나노구조체 개발</p> <p>1. 단결정 다이아몬드 식각을 통한 나노구조체 제작</p> <ul style="list-style-type: none">- 단결정 다이아몬드 결함을 이용한 양자자기장센서의 민감도 향상을 위해 다이아몬드 기판 표면에 나노구조체를 구현- 센서용 다이아몬드 제작 공정 및 성능향상을 위한 공정 최적화 <p>2. 층상구조 기반 양자자기장센서 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- 층상구조 물질 결함 기반 양자자기장센서 개발에 필요한 필수 공정 및 측정기술 개발. <p>3. 양자자기장센서 측정용 소자 제작</p> <ul style="list-style-type: none">- 양자자기장센서를 사용하여 관측 가능한 자성소자를 제작.	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) :장차운</p>	

코드번호0206

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 자성메모리(MRAM) 및 로직소자 개발
연구 과제명 (Project Title)	스핀 기반 나노신경망모사 기술개발
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 연수를 통해 다양한 다층 자성 박막에서 발현되는 물리 현상을 탐색하고 이를 바탕으로 신개념의 스핀 메모리-로직 기술을 개발하고자함. 연수자는 아래의 연수내용을 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, 이빔이베피레이션).- 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 에칭 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	

코드번호0207

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	양자정보 이론
연구 과제명 (Project Title)	문제해결형 양자컴퓨팅 기술 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	실용적인 양자 상태 검증 알고리즘 개발
<p>실용적인 양자컴퓨터 구현의 중요한 도전 과제 중 하나는 효과적으로 양자 상태를 검증하는 기술이다. 특히 여러 큐비트의 양자 얽힘 상태를 만들어내고 이를 검증하는 기술은 양자컴퓨팅과 양자네트워크 개발의 중요한 요소지만, 큐비트의 수가 늘어날수록 얽힘 상태를 검증하기 위해 소모되는 자원과 시간은 기하급수적으로 증가한다. 이를 극복하기 위해서 얽힘 자원의 검증과 분석을 실용적이고 빠르게 수행하기 위한 알고리즘 연구개발이 반드시 필요하다.</p> <ol style="list-style-type: none">다중 큐비트 양자 얽힘 검증 기술 개발<ul style="list-style-type: none">- 다중 큐비트 양자 얽힘의 class 분석과 구분 기술- 벨 부등식을 이용한 양자 얽힘 검증 기술 개발- 소규모 자원을 이용한 실용적인 양자 얽힘 검증 기술 개발소규모 양자컴퓨터와 양자 네트워크에서 구동가능한 양자얽힘 검증 구현 기술<ul style="list-style-type: none">- 물리적 특성에 맞는 양자 얽힘 검증 기술 (DV, CV or Bosonic) 연구- 양자 네트워크의 비국소성과 (Nonlocality)와 벨 테스트 (Bell test) 연구	
소속 센터/단 명(Center) : 양자정보연구단	
연수 책임자(Advisor) : 이 승 우	

코드번호0208

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	반도체광전소자, 양자광소자
연구 과제명 (Project Title)	광자기반 양자 기술 향 능동 소자 응용을 위한 Si기 반 나노소재, 산화물소재, 3-5족 반도체 소재 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	차세대 나노스케일 반도체소자 또는 양자광소자 개 발
<p>✓ 차세대반도체물질 기반 나노스케일 광전소자 연구 (Semiconductor-based excitonic devices)</p> <ul style="list-style-type: none">- 기존 방식으로 제작되는 반도체 회로의 소형화는 물리적 한계에 다다르고 있음- 박막형 반도체물질은 원자단위의 두께로 이루어져 있어 기존방식의 소자보다 더 작은 차세대 초소형 소자로의 응용성이 뛰어남- 이를 이용해 일반적인 광회절한계를 넘어서는 나노스케일 광소자/전자소자/광전소자 제작 및 특성을 연구 <p>✓ 양자광소자 제작 및 특성 평가 (Quantum light sources)</p> <ul style="list-style-type: none">- 고전적인 컴퓨터의 성능 역시 물리적 한계에 다다르고 있음- 소자의 크기가 작아지면 개별 소자 단위에서도 양자적 현상이 발생함- 따라서 차세대 반도체소자 개발을 위해서는 양자현상을 이해하고 적용하는 것이 필수적- 양자컴퓨터/통신, 디스플레이, 바이오센서 등 다양한 분야에 응용 가능한 양자광소자 개발: 차세대 기반 기술을 마련 <p>✓ 제작된 양자/광전소자의 광집적회로 내 통합 및 제어 (Integration into photonic circuits)</p> <ul style="list-style-type: none">- 실용적 응용을 위해 제작된 양자/광전소자를 광집적회로(photonic integrated circuits)에 통합 (integration)시키고 능동적으로 제어하는 기술 연구 <p>참고문헌</p> <ol style="list-style-type: none">1. Gabriele Grosso*, Hyowon Moon* et al., "Tunable and high-purity room temperature single-photon emission from atomic defects in hexagonal boron nitride," Nature Communications, 8 (1), 705 (2017)2. Hyowon Moon et al., "Dynamic exciton funneling by local strain control in a monolayer semiconductor," Nano Letters, 20 (9), 6791-6797 (2020) <p>https://sites.google.com/view/qpel</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단	
연수 책임자(Advisor) : 문 효 원	

코드번호0209

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	저차원 나노소재의 맞춤형 합성, 나노소재 기반의 초고속 광정보 소자
연구 과제명 (Project Title)	광자기반 양자 기술 향 능동 소자 응용을 위한 Si기반 나노소재, 산화물소재, 3-5족 반도체소재 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	1. 저차원 나노소재 합성 2. 나노소재 기반의 초고속 광정보 소자 개발
<p>폭발적으로 증가하는 데이터의 수요를 충족하기에는 기존 실리콘 기반의 전자소자는 데이터 처리 속도 및 에너지 소비 면에서 한계가 있어, 이의 극복을 위해 초고속 동작과 저전력 작동이 가능한 광정보 소자의 개발이 필수적이다. 특히, 뛰어난 광특성을 갖는 나노소재에 기반한 광소자는 집적화가 가능하며, 높은 동작 특성과 경제성을 동시에 기대 할 수 있다.</p> <p>광학적으로 높은 비선형성을 갖는 2차원 나노소재로서 현재 그래핀이 활발히 연구되고 있으며, 추가적인 신규 나노소재의 탐색 또한 동 분야의 연구에 큰 진전을 가져올 것으로 예상된다. 또한, 기존의 나노소재들의 새로운 조합과 구조를 도출하여, 이로부터 얻어지는 광정보 특성을 측정 분석 함으로써, 이들이 적용된 초고속 광정보 소자의 특성 향상과 부가 특성을 유도하고자 한다. 이러한 소자들에는 femtosecond laser, 초고속 광학 스위치, modulator, 광 logic gate 등이 포함된다.</p> <p>본 연구에서는 기존 또는 새로운 저차원 나노소재의 합성에 있어서, 광정보소자 응용을 위한 맞춤형 합성 방법을 개발하고, 합성된 나노소재의 비선형 특성을 극대화한 소자 개발을 목표로 한다. 또한, 리소그래피의 공정이 필요하지 않은 sub-micrometer 급 고분해능을 갖는 초정밀 3D 프린팅 공정을 개발하여, 폴리머 광소자를 제작하고 나노소재를 내부에 도입 함으로써 보다 효과적인 광정보 소자를 구현하고자 한다.</p> <p>이렇게 개발된 소재와 소자를 기반으로, 광변조 및 광연산 등의 광정보 제어 시스템까지의 확장 연구가 이루어질 예정이다.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단	
연수 책임자(Advisor) : 송 용 원	

코드번호0210

연수 제안서

연구 분야	반도체를 이용한 광소자
연구 과제명	III-V족 화합물반도체 기반 우주용 태양전지 기반 기술 연구
연수 제안 업무	III-V족 태양전지 및 적외선 소자 제작공정
<p>(연수 내용)</p> <ul style="list-style-type: none">- III-V족 화합물반도체 다층박막을 성장하는 기술-- III-V족 화합물 반도체기반 태양전지를 포함하는 광소자 제작하고 측정하는 기술- III-V족 화합물 반도체 다층박막 구조를 epitaxial liftoff 공정을 통해 분리하는 기술- PI 유연기판상에 태양전지 구조를 전사하는 기술- 적외선 광소자를 제작하는 기술	
<p>소속 부 서 : 광전소재연구단</p> <p>연수 책임자 : 최 원준</p>	

코드번호0211

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Reseah Fields)	유연전자소자
연구 과제명 (Project Title)	뉴로모픽 광전자소자 기반 머신비전 카메라 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	뉴로모픽 광전자소자 개발 및 분석
<p>- 연수 내용 :</p> <p>1) 나노물질 (2차원 재료 및 실리콘 나노멤브레인) 기반 유연광전자소자 제작.</p> <p>2) 뉴로모픽 광전자소자 기반 머신비전 카메라 개발.</p> <p>3) iCVD (initiated chemical vapor deposition) 기반 고분자 유전체 합성.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단	
연수 책임자(Advisor) : 최창순	

코드번호0212

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	IV족 및 III-V족 반도체 광/전자소자 제작
연구 과제명 (Project Title)	광자기반 양자 기술 향 능동 소자 응용을 위한 Si기 반 나노소재, 산화물소재, 3-5족 반도체소재 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	III-V족 광원 및 양자향 광소자/전자소자 제작 및 평가
<p>광전융합 집적소자 및 이 집적소자를 다양한 기술(양자, 뉴로몰픽 등)에 응용하기 위해 서는 III-V족 및 IV족 반도체를 이용한 고성능 광전소자의 연구가 필수적임. 이를 위해, 본 연구실에서는 CMOS compatible한 재료 및 공정 기술을 이용해 다양한 광/전자소자 를 제작/집적하는 연구를 수행 중임. 특히, 현재 Si CMOS에서는 많이 사용되고 있는 HfO₂ 기반의 강유전체를 광전집적소자에 접목할 수 있는 새로운 아이디어를 실현할 수 있는 실험을 수행 중임. 또한, 고성능 광전소자를 위한 III-V족 및 IV족 반도체를 이 종접합을 통해 집적할 수 있는 기초 기술을 이용해 다양한 광/전자소자를 실현할 수 있는 실험을 수행 중임. 이를 위해, 소자 디자인, 소자 공정, 소자 측정을 전반적으로 수행할 예정.</p> <p>구체적으로는 다음 중 하나 이상의 연구에 투입되어 연구를 진행할 예정</p> <ol style="list-style-type: none">1. 고성능 III-V족 RF소자에 관한 연구2. CMOS compatible 한 비휘발성 강유전체 등을 이용한 메모리 광소자/전자소자의 제작	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단	
연수 책임자(Advisor) : 한재훈	

코드번호0213

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	뉴로모픽 컴퓨팅
연구 과제명 (Project Title)	뇌과학 기반 저전력 & 멀티모달 인공 지능 핵심 기술
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	뉴로모픽 응용 개발, 이벤트 기반 데이터 처리 및 SNN 학습 알고리즘 개발
<p>연수 내용</p> <p>1) 뉴로모픽 응용 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- 뉴로모픽 컴퓨팅에 적합한 응용 개발- 딥러닝 모델 및 응용을 뉴로모픽 영역으로 변환 <p>2) 이벤트 기반 데이터 처리 알고리즘 및 모델 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- 이벤트 기반 데이터 처리를 위한 딥러닝 및 뉴로모픽 알고리즘, 모델 개발- Dynamic vision sensor로 수집한 데이터 처리 응용 개발 <p>3) SNN 학습 알고리즘 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- Biologically plausible 학습 알고리즘 개발- Supervised, unsupervised, self-supervised SNN 학습 알고리즘 개발- DNN-to-SNN conversion 효율 향상 알고리즘 개발	
소속 센터/단 명(Center) : 인공뇌융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 박성식	

코드번호0214

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	반도체 나노입자 합성/소자 제작
연구 과제명 (Project Title)	뇌과학 기반 저전력&멀티모달 인공지능 핵심 기술
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	반도체 나노입자 합성/소자 제작/분석
<p>연수 내용 :</p> <p>다음 제시한 내용 모두 또는 일부 연구 업무:</p> <ol style="list-style-type: none">반도체 나노입자 합성반도체 나노입자를 활용한 소자 제작<ul style="list-style-type: none">-광감응성 소자 제작-반도체 나노입자와 뉴로모픽 소자의 집적 공정-반도체 나노입자 센서 소자 제작반도체 나노입자 성능 및 소자의 성능 평가<ul style="list-style-type: none">-소재 및 소자의 분광학적 분석-소재 및 소자의 전기적 특성 분석-소자 계면 및 트랩 분석-양자점 표면에 대한 이론적 분석 (DFT) <p>대상:</p> <p>9월 대학원 입학 예정자 또는 현재 대학원 재학 중인 학생 연구원</p>	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 인공뇌융합연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 황규원</p>	