

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 스핀 반도체 소자 및 컴퓨팅
연구 과제명 (Project Title)	스핀을 이용한 차세대 소자 및 컴퓨팅 연구
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	나노 스핀 소자 공정 및 고주파 측정
<div style="margin-bottom: 10px;">1. 확률론적 컴퓨팅 기술 개발 및 연구</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 랜덤 나노 자성체와 인공신공망 구조를 이용하여, 확률론적 컴퓨팅 기술 구현</div> <div style="margin-bottom: 10px;">2. 초고속 스핀 나노 소자 개발 및 연구</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 0.1-1 ns 이하 영역에서 동작하는 초고속 자성 메모리 개발 및 연구</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 스핀 다이내믹스를 이용한 고주파 발진기/검출기 개발 및 연구</div> <div style="margin-bottom: 10px;">3. 양자 현상을 이용한 초정밀 자기 센서 개발</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- diamond defect을 이용한 양자 (quantum) 자기 센서 개발</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 다이아몬드 기판 공정: 나노 필터 및 렌즈 공정</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 마이크로웨이브 가이드 공정</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 양자 센서를 이용한 측정용 샘플 제작 (나노 크기)</div> <div style="margin-bottom: 10px;">4. 나노 공정 및 고주파 측정 기술 개발</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 이빔리소 공정을 통한 스핀 나노 소자 공정 기술 개발</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 고품질 다층 박막 구조 공정 개발</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 고주파 측정 기술 개발</div> <div style="margin-bottom: 10px;">- 1-3번 연구를 위한 기술 개발</div>	
소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단 연수 책임자(Advisor) : 이억재	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	반도체 신소재 개발
연구 과제명 (Project Title)	비선형 홀효과를 이용한 신개념 반도체 핵심소재 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	반도체 신소재 개발 및 양자 물성 연구
<div>연수 내용</div> <div><div>1. 반도체 신소재의 전자구조 및 전하수송 현상 연구</div><div>1) 다양한 박막의 소자 공정을 통한 전하수송현상 측정 및 분석. 이를 통해, 물성 제어 방안 제시, 신물질 발견, 신물질 합성 등을 통해 신개념 반도체 신소재를 개발함.</div><div>2) 방사광가속기의 ARPES, spin-ARPES 등을 활용하여 자성/위상 등의 다양한 특성을 지니는 물질의 전자구조를 측정 및 분석함.</div><div>2. 반도체 신소재 개발</div><div>분자선 에피택시(MBE)와 물리적 박리법(mechanical exfoliation)을 이용한, 반도체 신소재 개발. 다양한 물질의 조합을 통한 새로운 자성/위상 혹은 그 외의 다양한 새로운 특성을 지니는 신소재 박막 제작. 기존의 물질에 전자 혹은 홀 도핑, 또는 strain 등을 이용하여, 물질의 특성을 제어하여, 반도체 소자 개발에 적합한 신소재로 박막 성능 향상.</div></div>	
<div>소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단</div> <div>연수 책임자(Advisor) : 류 혜 진</div>	

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, MOKE 차세대 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 공정 Gating 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 	
<p style="text-align: center;">소속 센터/단 명(Center) : 스핀융합연구단</p> <p style="text-align: center;">연수 책임자(Advisor) : 백 승 현</p>	

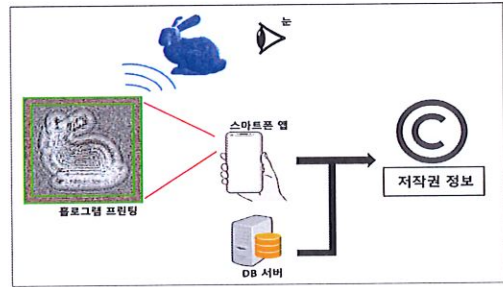
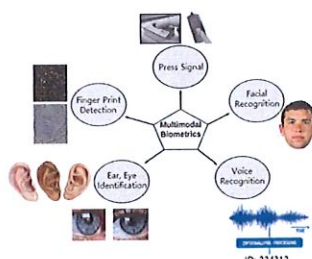
연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	반도체광전소자, 양자광소자
연구 과제명 (Project Title)	광자기반 양자 기술 향 능동 소자 응용을 위한 Si기반 나노소재, 산화물소재, 3-5족 반도체 소재 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	양자광소자 또는 박막형반도체소자 제작/측정/분석
<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>소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 문 효 원</p>	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	산화물 기반 박막 증착 및 광소자 개발
연구 과제명 (Project Title)	광신호제어용 광전자소자
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	산화물 기반 기능성 박막 특성 연구 및 광소자제작
<p>“광신호제어용 광전자소자”연구과제는 초고성능 컴퓨팅을 구현하기 위하여 기존 전자 소자에 광처리 장치를 융합하는 것을 목표로 하며 이를 위하여 각 요소 소자를 제작한 후 신호 처리용 플랫폼에 장착하여 융합된 요소 소자의 구동 특성을 살펴보는 것을 주된 내용으로 하고 있다. 다양한 요소 소자 중 산화물 기반 광전자 소자는 기존 실리콘 기반 광전자 소자 대비 매우 작은 크기를 가지며 우수한 광특성을 가지고 있어, 본 연구 과제의 세부 연구 주제 중 하나로 연구될 것이다. 관련 업무를 수행할 연수자는 연구과제 참여연구원으로써 산화물 기반 기능성 박막을 제작하고 이를 이용하여 광신호 제어를 위한 광전자소자를 제작하는 연구를 진행할 것이다.</p> <p>연수자는 기존 산화물 기반의 광소자들이 가지는 공정상의 한계를 극복하기 위하여 저온 스퍼터링 증착법을 기반으로한 고품위 산화물 증착 연구를 다음과 같이 수행할 것이다. 첫째, 플라즈마 스퍼터링 공정시 증착되는 입자의 에너지를 계산하여 이를 실제 증착에 응용할 것이다. 둘째, RF 플라즈마 공정 시 추가 직렬 전압을 인가하거나 Pulsed DC 전원 공급장치를 통한 추가 전위를 인가하여 스퍼터링 공정 조건을 탐색할 것이다. 셋째, 다양한 인가 전압 조건하에서 증착된 박막의 특성을 SEM, AFM, TEM, XRD를 활용하여 분석할 것이다. 마지막으로, 광스위치나 광모듈레이터와 같은 광소자의 특성을 개선하기 위하여 산화물 박막을 추가한 구조를 가지는 소자를 제작하여 특성을 측정하는 업무를 수행할 것이다.</p> <p>본 연수를 통하여 연수자는 연구과제 수행에 기여하는 동시에 전자 소자 제작 공정에 대한 전문성을 습득할 수 있을 것이다. 또한 공정 설계, 소자 제작, 특성 평가와 같이 학계 또는 산업계에 관련 연구를 수행하고자 할 때 필요한 전문지식을 쌓을 수 있을 것이다.</p>	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 박동희</p>	

연수 제안서

연구 분야	인공지능 기반 광학 및 영상표시 시스템
연구 과제명 (Project Title)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 홀로그램 보안과제 2. 다채널 기반 궤도차량을 위한 감시시스템 개발 3. XR기반 복합테러 대응 교육·훈련 테스트 베드 구축 4. 다양한 센서를 활용한 복합 상황인지 시스템 개발
연수 제안 업무	인공지능(딥러닝, 뉴로모픽)기반 이미징 및 영상표시 광학계설계
<ul style="list-style-type: none"> - 다채널/다시점 기반의 생육환경 영상 획득 및 모니터링 시스템 개발 - 다파장 분석을 위한 하이퍼 스펙트럴 이미징 및 드론 시스템 개발 	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><다채널/다시점 기반의 생육환경 모니터링></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><하이퍼 스펙트럴 이미징 및 드론 시스템></p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> - Multi-GPU 기반 홀로그램 콘텐츠 암호화 시스템 기술 개발 - 스마트폰 인증용 암호화 홀로그램 내 저작권 정보 삽입 기술 개발 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><Multi-GPU 기반 암호화 시스템 개념도></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><저작권 정보 추출 기술 기반의 스마트폰 앱 연동></p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> - SNN 기반의 뉴로모픽 카메라 Spike image 획득 시스템 개발 - 뉴로모픽 카메라 기반의 Object Detection/Tracking 기술 개발 - 멀티모달 기반의 감정 및 개인 신원 확인 기술 개발 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><뉴로모픽 카메라 Spike image 획득></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><Object Detection/Tracking></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><멀티모달 기반 신원확인 기술></p> </div> </div>	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단	
연수 책임자(Advisor) : 박민철	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	저차원 나노소재의 맞춤형 합성, 나노소재 기반의 초고속 포토닉스 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 포토닉스 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 포토닉스 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	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	라이다(LiDAR) 및 3D 이미지센서(D-ToF)를 위한 차세대 센서소자
연구 과제명 (Project Title)	차세대 Single-Photon Detectors/Sensors 연구개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	Single-Photon Detectors/Sensors 시뮬레이션, 설계, 측정 및 분석
<p>Single-photon avalanche diode(SPAD)는 avalanche 효과를 이용한 매우 큰 gain 특성으로 single-photon (단일광자) level의 검출이 가능할 뿐만 아니라 우수한 timing jitter 성능을 보이기 때문에, photon counting 및 time-of-flight (ToF) 특성이 요구되는 응용분야에서의 필수 소자/센서입니다. 최근 각광받고 있는 응용분야의 예로는, 자율주행자동차, 드론, 로봇, 3D 얼굴/동작 인식 및 추적 등의 D-ToF (Direct ToF), LiDAR (light detection and ranging; 라이다) 응용분야 및 TOF PET (time-of-flight positron emission tomography), FLIM (fluorescence-lifetime imaging microscopy), NIRI (near-infrared imaging), super-resolution microscopy 등의 다양한 바이오 응용분야, 그리고 양자암호, 양자통신 등의 양자 응용분야를 들 수 있습니다.</p> <p>본 분야에서의 연구 수행을 통해 학생연구원은 이러한 차세대 센서소자의 이론에 대해 자세히 배우고 공부하는 것뿐만 아니라 제작된 소자들을 직접 측정하면서 보다 직관적인 이해력을 키울 수 있을 것이고, 다양한 측정방법에 대한 기술 및 노하우를 배울 수 있을 것입니다. 또한, 디바이스 시뮬레이션 방법을 배우고 각 소자에 대한 상세한 분석을 진행하며, 그리고 이와 더불어 소자의 모델링 연구를 진행하면서 소자의 동작 원리 및 성능 향상을 위해 요구되는 필수 부분들을 명확히 확인 및 파악할 수 있으리라 예상합니다. 추가적으로 반도체 소자 설계 방법을 배우면서, 이론 공부 및 모델링 연구를 기반으로 도출된 아이디어를 직접 설계 및 검증하면서, 본 연수과정 후에는 학생연구원 본인이 직접 소자의 설계부터 측정 및 분석, 검증까지 모두 수행할 수 있는 연구원으로 성장하게 될 것이라 기대됩니다.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단 연수 책임자(Advisor) : 이명재	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	신개념 하드웨어 기반 인공지능 응용
연구 과제명 (Project Title)	신개념 신소재 기반 인공신경망 학습 및 알고리즘 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	소재 측정 및 분석, 데이터 처리 및 프로그래밍
<p>신개념 소재의 특성을 기반으로 인공지능 학습이 가능한 인공신경망 알고리즘을 구현. 소재 특성 및 동작 구조 고려한 하드웨어 기반 인공지능 구현 시스템 개발.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소재 I-V 특성 측정 및 분석 (DC, pulse 특성) ○ 소재 모델 기반 인공신경망 학습 알고리즘 개발 ○ 소재 기반 인공신경망 학습 구현 ○ 소재 어레이 동작 구조 설계 및 구동 위한 로직 설계 ○ 소재 특성 측정한 데이터 처리 및 알고리즘 구현 위한 프로그램 작성 	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 주현수</p>	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	III-V족 및 IV족 반도체를 이용한 heterogeneous 광전소자에 관한 연구
연구 과제명 (Project Title)	III-V족 및 IV족 반도체를 이용한 heterogeneous 광/전자소자
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	광전소자의 설계/제작/평가
<p>광소자와 전자소자의 융합 및 이를 다양한 기술(양자, 뉴로모픽 등)에 응용하기 위해서는 광/전소자의 고성능화에 관한 연구가 필수적임. 이를 위해, 본 연구실에서는 주로 III-V족 및 IV족 반도체를 CMOS compatible한 공정 기술을 이용해 다양한 광/전자소자를 제작/집적하는 연구를 수행 중임. 이를 위해 III-V족 및 IV족 반도체의 이종접합을 통해 다양한 광/전자소자를 실현할 수 있는 실험을 수행 중임. 또한, 현재 Si CMOS에서는 많이 사용되고 있는 HfO₂ 기반의 강유전체를 광/전집적소자에 접목할 수 있는 새로운 아이디어를 실현할 수 있는 실험을 수행 중이며 우수 국제학회 (OFC, IEDM) 등에 투고하고 논문 등을 준비 중임.</p> <p>본 연구실은 소자 디자인, 소자 공정, 소자 측정을 전반적으로 수행할 수 있는 인프라를 갖추고 있으며 아래에서 제시하는 주제에 추가하여 학연 지원자의 배경 및 희망에 따라서 최적의 연구환경을 제공할 수 있음.</p> <p>구체적으로는 다음 중 희망에 따라 연구를 진행할 예정</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 적외선 영역의 광검출기의 설계, 제작 및 특성 평가 2. CMOS 호환 비휘발성 재료인 HfZrO₂를 이용한 비휘발성 광스위치 및 전자소자 소자의 설계, 제작 및 특성 평가 3. LED나 laser와 같은 화합물 반도체 발광 소자의 설계, 제작 및 특성 평가 	
소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단 연수 책임자(Advisor) : 한재훈	

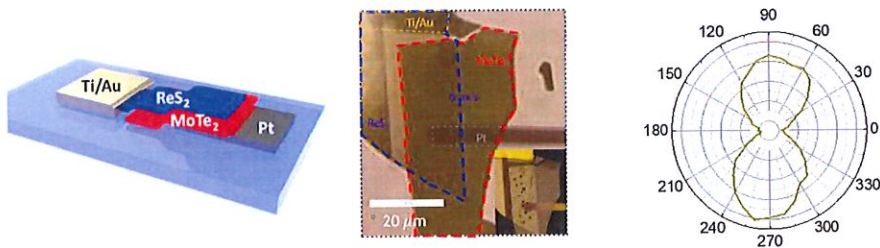
연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 저차원 반도체 기반 광전자 소자 개발
연구 과제명 (Project Title)	광자기반 양자 기술 향 능동 소자 응용을 위한 Si기반 나노소재, 산화물소재, 3-5족 반도체소재 개발 SWIR 라이더를 위한 2차원 삼원계 층상소재가 적용된 후면조사 SPAD 센서 어레이
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	광전자 소자 설계, 공정, 측정 및 연구 논문

1. 나노 반도체 기반 광전자 소자 개발

- ✓ 2차원 반도체 이종 접합을 통한 신기능성 광전자소자 개발
- ✓ 나노 반도체 소재를 적용한 양자 기술 향 능동 소자 개발

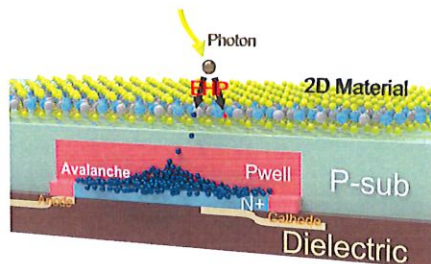
2D MoTe₂/ReS₂ heterojunction



<예시: 2차원 나노 반도체 이종접합 선형편광감지 광다이오드 소자>

2. 2차원 나노소재와의 융복합에 보다 적합한 BSI CMOS SPAD 기술 개발

- ✓ 표준 BSI CMOS 공정을 통한 SPAD 소자와 융복합 할 수 있는, 특히 동작하는 빛의 파장 영역을 1.0 μm 이상으로 확장 시킬 수 있는 2차원 나노 반도체 공정 및 하이브리드 SPAD 소자 기술 개발.



<예시: 2차원 나노 반도체와 Si-based SPAD 결합된 하이브리드 광전소자 >

소속 센터/단 명(Center) : 광전소재연구단

연수 책임자(Advisor) : 황 도 경

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	이머징 소자 기반 인공지능망 기술 개발
연구 과제명 (Project Title)	소뇌모사 OTS 기반 뉴런 신소자 및 멤리스터 기반 시냅스 신소자 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	인공지능망용 소자 및 어레이 개발
<p>- 연수 내용 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 뉴로모픽 시스템을 위한 비정질 실리콘 기반 멤리스터 소자 제작 및 평가 <ul style="list-style-type: none"> → 최근 주목 받고있는 a-Si 기반 멤리스터 소자의 저전력화를 위한 연구 → 이온 거동 분석 방법을 활용한 소자 분석 연구 2. 신소자 기반 인공지능망 연구 <ul style="list-style-type: none"> → 신소자에 이용에 적합한 알고리즘 연구 및 최적화 	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 인공지능융합연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 정연주 선임연구원</p>	

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)	인공지능 및 뉴로모픽 알고리즘, 시스템 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 	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 인공뇌융합연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 박성식</p>	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Reseah Fields)	아날로그 뉴로모픽 집적회로 설계
연구 과제명 (Project Title)	두뇌모사 AI 반도체 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	뉴로모픽 혼성신호 집적회로 설계 스파이킹 신경망 알고리즘 개발
<p>- 연수 내용 :</p> <p>본 연수에서는 두뇌모사 AI 알고리즘 및 칩 개발을 목표로 스파이킹 신경망 기반의 학습 알고리즘을 개발하고, 혼성신호 집적회로 설계 기반의 주문형 반도체(ASIC) 칩을 제작하여 그 성능을 검증함.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 인공뇌융합연구단	
연수 책임자(Advisor) : 김재욱	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	양자점(QD) 합성/분석/소자 제작
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(QD)/반도체 나노입자의 합성/소자 제작/ 분석
<p>연수 내용 :</p> <p>다음 제시한 내용 모두 또는 일부 연구 업무:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 반도체나노입자/양자점(QD) 합성 2. 양자점(QD)/반도체 나노입자를 활용한 소자 제작 <ul style="list-style-type: none"> -QD 성능 평가용 소자 제작 -광감응성 소자 제작 -반도체 나노입자와 뉴로모픽 소자의 집적 공정 -반도체 나노입자/QD를 활용한 센서 소자 제작 3. 양자점(QD)/반도체 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 	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 인공지능융합연구단</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 황규원</p>	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	지능형 나노 광-반도체 소자 연구
연구 과제명 (Project Title)	2D 나노소재/메타물질 기반의 지능형 광-반도체 소자 및 생체모방 시각뉴런소자 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	2D 나노소재/메타물질 기반의 지능형 광-반도체 소자 설계, 제작, 성능평가 및 머신러닝 알고리즘 적용연구 진행
<div style="margin-bottom: 10px;"> <input type="checkbox"/> 2차원 나노소재-메타물질 결합형 지능형 광-반도체 소자 설계 <ul style="list-style-type: none"> - FDTD 전산모사 기법을 활용, 메타물질 광학특성 설계 및 구조인자별 영향분석 - 그래핀-hybrid 포토트랜지스터 선택적 광 반응도 향상기구 연구 - 지능형 동작을 위한 그래핀 Fermi-level 제어 접근법 모색 - Threshold switching 특성의 인공뉴런 소자 설계 </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <input type="checkbox"/> 지능형 광-반도체 소자 제작 공정 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 그래핀 및 메타물질 나노패터닝 공정 개발 - 3-terminal FET 및 2-terminal 소자구조 형성을 위한 표준 포토리소공정 진행 </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <input type="checkbox"/> 지능형 광-반도체 소자 특성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 그래핀-hybrid phototransistor/photodiode의 광대역 광 응답특성 평가 - 외부자극 반응물질 적용 및 게이트 전압 인가에 따른 감도함수 변화 관찰 - 메타물질의 설계인자별 소자특성 향상효과 분석 - 생체모방 시각뉴런 및 시냅스 소자 특성 평가 </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <input type="checkbox"/> 차세대 초소형 분광센서 및 초분광 적외선 영상센서 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 스냅샷 방식 멀티채널 초분광 적외선 영상센서 제작 - 인공지능 알고리즘에 기반한 초분광 적외선 영상 신호처리 기술 개발 - 머신러닝을 통한 스펙트럼 복원 및 분광학적 대상체 분류 시연 </div>	
소속 센터/단 명(Center) : 인공지능융합연구단 연수 책임자(Advisor) : 이경석	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	광자기반 양자정보 및 양자광학 실험
연구 과제명 (Project Title)	광자 기반의 다양한 양자정보 프로토콜 구현
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	양자정보 프로토콜의 구현 및 이의 실용적 적용
<p>양자정보기술의 응용 분야는 크게 양자컴퓨팅, 양자통신, 그리고 양자센싱 등으로 나눌 수 있다. 양자정보기술을 구현하는 데 사용되는 물리계에는 초전도 시스템, 이온 덩, 양자 점, 고체 점결함, 원자, 광자 등이 있는데, 각 물리계는 각 응용에 있어서 장단점을 가지고 있다. 특히, 이 중에서 광자는 양자컴퓨팅, 양자통신, 그리고 양자센싱에 있어서 고루 장점을 가지고 있는 유용한 물리계 중 하나이며, 특히 원거리 양자통신, 분산형 양자컴퓨팅 또는 센서 네트워크 등에서 빠질 수 없는 중요한 물리계이다.</p> <p>본 연수에서는 아래의 연구개발 업무를 통해 양자정보 분야에 필요한 인재를 양성하고자 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 고차원 양자얽힘 상태 생성 및 이를 이용한 양자정보 프로토콜 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 두 개 이상의 광자를 이용하여, 각 광자가 갖는 다양한 자유도 (편광, 경로, 시간, 각운동량 등)를 기반으로 한 고차원 양자얽힘 상태 생성 및 분석 (qubit → qudit) - 고차원 양자얽힘상태는 큐비트 얽힘상태보다 더 많은 정보처리를 할 수 있으므로 이를 기반으로 한 다양한 양자정보 프로토콜을 구현함 2. 광섬유 및 실용 광섬유망을 이용한 장거리 양자통신, 양자센싱, 양자컴퓨팅 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 연구실 내의 원리 구현 실험 (proof-of-principle)을 넘어 수 km 이상의 광섬유를 이용하여 실용적인 양자정보 연구를 수행 - 이를 위하여 광통신 영역에서 사용하는 1.5 μm 파장을 갖는 통신파장대역의 양자얽힘 상태를 생성하고, 이를 기존 광섬유망을 통하여 실제 상황에서 장거리 양자정보 프로토콜을 구현하는 연구를 수행 	
소속 센터/단 명(Center) : 양자정보연구단 연수 책임자(Advisor) : 임 향 택	

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	다이아몬드 기반 양자 정보처리 기술 개발
연구 과제명 (Project Title)	문제해결형 양자컴퓨팅 기술 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	다이아몬드 기반 양자 프로세서 요소기술 개발

양자 컴퓨터는 물리학에서 말하는 ‘양자역학’의 원리를 정보처리에 직접 사용하는 미래형 정보연산 장치이다. 기존 컴퓨터로 거의 해결 불가능한 문제를 해결할 수 있어, 미국, 유럽, 중국의 글로벌 기업과 연구소에서 양자컴퓨터에 대한 연구를 경쟁적으로 진행 중이다. 양자 컴퓨터는 일반적으로 두가지의 양자상태를 0과 1로 인코딩하여 큐비트로 활용합니다. 큐비트는 고전 비트와 달리 중첩현상을 활용해 0과 1의 양자상태를 1개 큐비트(quantum bit, qubit)에 동시에 담을 수 있기 때문에 큐비트 개수에 대해 지수함수적인 정보처리 능력을 가질 수 있다. 최근에는 수십개의 양자비트만으로, 슈퍼컴퓨터를 뛰어넘는 정보연산이 가능함을 보이며, 바야흐로 양자의 시대가 열리고 있다고 말할 수 있다. 이러한 양자정보기술을 구현하는데 사용되는 물리적 플랫폼은 초전도 시스템, 이온 덩, 중성원자, 양자 점, 고체 점결함, 광자 등 다양하나, 각각의 물리시스템은 응용에 있어서 장단점을 가지고 있다.

이 중에서 다이아몬드 NV센터로 대표되는 고체점결함은 광자는 양자컴퓨팅, 양자통신, 그리고 양자센싱에 두루 사용되는 물리계로, 내부의 스핀 큐비트는 1분이 넘는 긴 양자 수명을 가지고, 대기압 및 상온에서도 동작한다는 강력한 장점이 있습니다. 다이아몬드큐비트는 컬러센터라고 불리는 이름처럼, 빛과의 상호작용이 활발하여, 포톤 큐비트와의 양자인터페이스 유리하다.

본 연수에서는 아래의 연구개발 업무를 통해 양자정보 분야에 필요한 인재를 양성하고자 한다.

1. 문제해결형 양자컴퓨팅 시스템 기술 연구
 - 다이아몬드 NV센터의 전자스핀과 핵스핀을 활용하여, 복수의 큐비트 시스템을 구성하여, 양자정보연산을 수행하고, 실제로 필요로 하는 문제를 해결하는 연구
 - 다이아몬드 양자시스템과 연관된 고체점결함 양자상태 제어에 연관된 양자정보 연구
2. 다이아몬드 NV센터 기반 양자중계기 기술 연구
 - 다이아몬드 NV 센터 내 스핀 큐비트와 NV센터에서 생성하는 단일광자 간의 양자 얽힘 구현 및 이를 활용한 양자인터페이스 요소 기술 연구
 - 양자인터페이스를 활용하여 떨어져 있는 다이아몬드 NV센터 단일 양자 노드 간 양자 얽힘을 구현하여, 양자텔레포테이션 기술을 활용한 양자통신을 구현하는 연구를 수행

소속 센터/단 명(Center) : 양자정보연구단

연수 책임자(Advisor) : 강 동 연

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	양자정보 이론
연구 과제명 (Project Title)	양자컴퓨팅 및 양자통신 이론
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	양자컴퓨팅 및 양자통신 이론
<p>양자컴퓨터와 양자통신 기술의 상용화를 위해서는 다중 큐비트로 구성된 규모있는 양자 시스템의 오류 문제를 해결하고 이를 활용한 응용 분야의 발굴이 필요하다. 본 연수에서는 아래의 연구개발 업무를 통해 양자컴퓨팅과 양자 통신 분야의 필요한 인재를 양성하고자 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 규모있는 양자컴퓨터 및 양자네트워크 개발을 위한 양자오류정정 이론 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 양자오류정정 코드 및 프로토콜 연구 - 결함허용 양자컴퓨팅 연구 및 오류허용한계수치 분석 기술 개발 - 양자오류정정을 이용한 양자 네트워크 이론 연구 2. 양자컴퓨팅 알고리즘 개발 및 실용화 가능성 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 범용 양자컴퓨터로 양자이득을 달성하기 위한 알고리즘 분석 및 개발 - 양자컴퓨팅 응용 분야 발굴 및 기술 접목 가능성 연구 - 양자컴퓨팅 기술 실용화 단계의 기반 기술 연구 개발 	
소속 센터/단 명(Center) : 양자정보연구단 연수 책임자(Advisor) : 이 승 우	