

코드번호 0701

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	1. 열에너지 전달 2. 열전달
연구 과제명 (Project Title)	1. 도심형 건물의 열에너지 플러스 기반 기술 개발 2. 상용급 (5 ton/day)고효율 수소액화 공정 설계 기술 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	- 해석 및 실험

(연수 내용)

- 연수기간 : 2022. 01. 01 - 2022. 12. 31

- 연수 내용 :

1. 연수의 목적 및 필요성

- 건물에너지 축방열 해석 및 실험

- 수소액화 cycle 해석 및 실험

- 극저온 유체 저장용기 설계해석 및 실험

소속 센터/단 명(Center) : 청정신기술연구본부장실

연수 책임자(Advisor) : 강상우

코드번호 0702

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	e-chemical 제조기술
연구 과제명 (Project Title)	전기화학적 CO ₂ 전환 유용화합물 생산 기술 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	이산화탄소 전환 촉매 개발 및 반응 시스템 개발

연수 목표

전기화학적 이산화탄소 전환을 통한 유용화합물 생산 기술 개발

연수 내용

- 연수생은 연수 과정 동안 전기화학적 이산화탄소 전환을 통해 일산화탄소, 메탄, 에틸렌, 에탄올, 프로판올 등 유용한 화합물을 생산할 수 있는 요소 기술 개발을 수행할 예정임.

- 이산화탄소 환원을 위한 전기화학 촉매 디자인 및 제조
: 이산화탄소로부터 특정 생성물을 선택적으로 제작할 수 있는 촉매를 디자인 및 합성
- 제작한 촉매의 특성 및 물성 분석
: 디자인 및 제작한 촉매가 가지는 물리적/화학적인 특성을 다양한 분석 장비를 사용하여 분석
- 이산화탄소 전환 반응 운전 및 생성물 분석
: 제작한 촉매를 적용하여 이산화탄소 전환 반응을 수행
: 반응을 통해 생성되는 생성물의 정성/정량 분석 수행
- 이산화탄소 전환 반응 시스템 및 반응기 개발
: 이산화탄소 전환 반응을 개선할 수 있는 반응기 구조 개발을 수행
: 전해질 종류 및 유량, 이산화탄소 유량 등 반응 구동 조건에 대한 최적화 수행
- 실험 결과 정리 및 논문 작성
: 실험 결과를 정리하고 해당 내용을 논문으로 작성

소속 센터/단 명(Center) : 청정에너지연구센터

연수 책임자(Advisor) : 원다혜

코드번호 0703

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	전기화학적 CO ₂ 전환 에틸렌 생산 연구
연구 과제명 (Project Title)	실시간 분석 활용 전기화학적 CO ₂ 전환 C ₂₊ 화합물 생산 구리전극의 내구성 개선 연구
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	고내구성 구리전극 개발 및 메커니즘 연구
<p>▶ 고내구성 구리기반 C₂₊ 화합물 생성 전극 촉매 개발 및 반응 메커니즘 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> Cu 촉매의 CO₂-C₂₊ 전환 선택성이 낮은 이유는 주요 경쟁반응인 수소생성이 활발히 일어나기 때문이며 이를 억제하는 동시에 C₂ 생성의 핵심 중간체인 *OCCO를 안정화시킬 수 있는 촉매 개발이 요구됨. 하지만, d-band 이론에 따라 *H, *CO, *OCCO 중간체의 결합에너지는 서로 연관되어 있어서 완벽하게 분리하기가 어려움. 따라서 선택적으로 C₂₊ 생산 반응을 활성화시키는데 이론적 한계가 존재함. 본 연구과제에서는 이러한 이론적 한계를 뛰어넘을 수 있는 전략으로 나노단위 계면을 활용하고자 하였음. 계면은 서로 다른 결합 특성의 두 표면이 공존하는 활성점이기 때문에 중간체의 결합 특성을 바꾸는데 크게 기여할 수 있을 것이라 예상하였음. 특히, <u>*OCCO 같은 중간체의 경우 planar 결합 구조를 가지므로 계면과의 상호작용을 통해 결합 모드를 바꿀 수 있을 것이라 예상함.</u> 보고된 계산 연구들에 따르면, <u>구리촉매 표면에 존재하는 산소가 CO₂-C₂ 전환 선택도에 중요한 역할을 한다는 가설이 알려져 있음</u> (예: subsurface 산소 혹은 Cu-Cu₂O 계면). 따라서 이산화탄소 환원 반응 중에 촉매의 산화수 변화 거동을 살펴보는 것이 중요하며, 촉매 표면에 특화된 <u>연 X-선 기반 NEXAFS 실시간 분석</u>의 활용이 필수임. C₂₊ 생성 반응은 *CO 흡착 단계, 흡착된 *CO 분자 2개가 dimerization 되어 *OCCO가 생성되는 단계, 그리고 이후의 환원단계로 구성된다고 알려져 있음. 여기서 CO dimerization 단계가 속도결정단계로 알려져 있으며, CO가 다량 흡착되어 있는 활성점에서 C₂₊ 생성 반응이 일어난다는 것을 알 수 있음. C₂₊ 생성 반응의 활성점을 확인하기 위해 실시간 표면 분석이 필요함. 전기화학적 이산화탄소 전환 C₂₊ 화합물 생성 촉매 탐색 및 내구성을 높이는 방안 모색: ① 촉매 조성, ② 담지체간 상호 결합력 조절, ③ 전해질 조성 조절 <p>▶ 구리기반 C₂₊ 화합물 생성 전극 촉매의 내구성 및 전자구조 거동 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> sXAS의 경우 표면 반응만을 관찰 할 수 있음. (① Auger electron yield (AEY): ~1nm, ② Total electron yield (TEY): ~10nm, ③ Partial electron yield (PEY): ~5nm, ④ Total fluorescence yield (TFY): ~500nm) 상기 분석을 위해서는 UHV 조건이 되어야하며, 수계 전기화학 분석을 위해서는 특별한 반응기가 필요함. 고진공조건에서 전해질의 leak가 없도록 디자인이 필요하며, soft X-선이 투과될 수 있는 창 소재 선정, 크기, 두께 등의 최적화가 필요함. 창과 일체화된 작동 전극을 준비하는 방법 및 이를 3전극 실험에 적용 할 수 있도록 기준전극과 상대전극이 반응기 내 위치 할 수 있도록 디자인이 필요함. <u>포항가속기 10D 빔라인 NEXAFS용 전기화학 반응기 설계 및 제작</u> 	
소속 센터/단 명(Center) : 청정에너지연구센터	
연수 책임자(Advisor) : 오형석	

코드번호 0704

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	양이온/음이온 전도성 산화물 박막고체전해질
연구 과제명 (Project Title)	수소·연료전지, 전고체전지 전해질 박막 제조 및 분석
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	고체전해질 박막 증착공정 및 구조/물성 평가
<ul style="list-style-type: none">• 연구팀 소개: KIST-SSEMS (Solid State Energy Materials & Systems) 연구팀은 기후변화대응과 미래 에너지기술의 패러다임 변화에 선제적으로 대응하기 위하여, 차세대 연료전지인 고체산화물 연료전지 (SOFC), 그린수소 생산을 위한 고온 수전해셀 (SOEC), 차세대전지기술인 전고체전지 (ASSB) 등 다양한 에너지변환/저장용 전기화학소자기술을 연구주제로 삼고 있으며 이를 제작하기 위한 무기물질(세라믹, 금속) 기반의 소재서부터 박막-나노공정 등을 이용한 공정기술까지 관련 세계 최고 수준의 연구능력을 보유하고 있습니다. (연구팀 홈페이지: ssems.kist.re.kr)• 연수 분야 및 내용:<ul style="list-style-type: none">1) 박막 고체전해질 개발<ul style="list-style-type: none">- 박막증착 (PLD, Sputter) 기술을 이용한 나노구조 세라믹 전해질 박막 제작- 고체전해질 이온이동 메커니즘 규명을 위한 구조분석 및 전기화학적 물성 평가2) 고체산화물 전해질 기반 연료전지 (SOFC)/ 고온수전해 (SOEC) 적용 평가 수행<ul style="list-style-type: none">- 음극지지체/전해질/양극으로 구성된 SOC 셀 제작- 전기화학소자 (SOFC/SOEC) 성능 평가 및 사후 분석• 기대성과<ul style="list-style-type: none">1) 연구결과의 활용방안<ul style="list-style-type: none">- 차세대 에너지소재 관련 수월성 논문창출 및 대외발표- 차세대 에너지 변환/저장 소자기술 관련 특허창출 및 사업화 기여2) 학생연구원의 연구력 및 경쟁력 제고<ul style="list-style-type: none">- 차세대 에너지소재 분야 최고의 융합기술인재 양성- 차세대 전기화학디바이스 제조 및 평가분야 실무경험 습득- 수소연료전지, 그린수소생산, 전고체전지 등 차세대 에너지 변환/저장분야 취업기회	
소속 센터/단 명(Center) : 에너지소재연구센터	
연수 책임자(Advisor) : 이종호	

코드번호 0705

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	재료공학, 금속공학, 소재구조분석, 수소저장소재
연구 과제명 (Project Title)	실시간 구조분석 장치를 이용한 금속 소재 내 수소 효과 분석
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	<ul style="list-style-type: none">• 금속 소재의 수소 저장 특성에 연관된 소재 내 수 소 효과에 관한 심층 연구• 주사전자현미경(SEM)용 실시간 시편 수소 충·방 전 장치 설계 및 구축• 실시간 수소 충전 X선 회절 장치 테스트• 상기 실시간 소재 구조분석 장치를 이용하여 금속 소재의 수소 충·방전 과정에서의 구조변화 분석• 고용량 수소저장 합금 소재에 대한 설계 방향 제안, 합금 제조 및 분석을 통한 입증
<p>수소는 상온에서도 금속 소재 내부로 쉽게 침투할 수 있고, Ti-, Mg-, La- 계 합금 과 같은 특정 합금 소재 내에서는 수소 원자가 금속 원자와 강하게 결합하여 고용체 혹 은 수소화물의 형태로 저장될 수 있다. 이러한 특성을 활용하여 수소를 금속 내에 고체 상태로 저장하는 금속 수소 저장 소재가 고용량의 안전한 수소 저장 수단으로써 활발하 게 연구되어왔다. 그러나 실제 수소 흡·방출 과정에서 금속 소재의 미세구조가 어떻게 변 화하는지에 대한 연구는 아직 미비한 상태인데, 전자현미경 관찰과 같은 고해상도의 미세 구조 관찰에 필수적인 고진공 환경과 시편 수소 충전에 필요한 수소원이 단일 환경에서 공존하기 어렵기 때문이다.</p> <p>본 연수 연구에서는 상기 문제점을 해결하여 SEM 내에서 실시간으로 시편에 수소를 주입 혹은 제거할 수 있는 새로운 형태의 수소 충·방전 장치를 구축하여, 금속 소재 내 수소 효과를 심층적으로 분석하는 것을 목표로 한다. SEM용 수소 충·방전 장치와 더불어 연구센터 내에 현재 구축되어 있는 실시간 수소 충전 X선 회절 장치를 이용하여, 수소 압력, 온도, 합금 종류에 따른 소재 내 상변화 및 미세구조 변화를 분석한다. 이러한 분 석 결과를 기반으로, 반복적인 장기간 수소 충·방전 사이클에도 신뢰성 있게 사용 가능한 고용량의 수소 저장 합금 소재에 대한 설계 방향을 제시하고, 실제로 실험실 규모에서 신 합금을 제조하고 이를 분석함으로써 제시한 합금 설계 방향의 타당성을 입증하는 것을 최종적인 목표로 한다.</p>	
소속 센터/단 명(Center) : 에너지소재연구센터	
연수 책임자(Advisor) : 김 진 우	

코드번호 0706

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	재료 및 화학 공정 개발
연구 과제명 (Project Title)	수소-양자전도 하이브리드막 및 고효율 촉매 기술을 통한 전기화학적 암모니아 합성 막 반응기 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	- 수소생산용 암모니아 분해/합성 촉매 개발 - 수소분리막 및 양자전도막 개발
<p>(연수 내용)</p> <p>- 연수기간 : 2022. 01. 01 - 2022. 12. 31</p> <p>- 연수 내용 :</p> <p>1. 연수의 목적 및 필요성 중견연구 과제 연구가 2021년 3월 새로 시작됨에 따라 수행할 신규인력이 필요함</p> <p>2. 연수의 내용, 방법, 범위 고성능 암모니아 합성 촉매 신소재 제조기술 개발 수소 및 양자전도 하이브리드막 신소재 개발 및 조성/구조 최적화 고효율/장수명 전기화학적 암모니아 합성 막 반응기 개발</p> <p>3. 연수결과에 대한 기대효과 및 활용방안 본 연구에서 개발된 막 반응기를 고압,고온에서는 암모니아 합성 막반응기로, 상압, 고온에서는 암모니아 분해 막 반응기로 활용해 그린 수소 생산 및 저장에 동시 적용이 가능함. 이를 통해, 수소 생산 관련 원천기술 확보를 통해 산업 주도권 및 시장을 확보하고 관련 기술의 선진국 종속을 극복할 수 있음</p> <p>4. 기타 관심분야 등 3D printed SOC를 개발하는 것에도 관심이 있음</p>	
<p>소속 센터/단 명(Center) : 수소연료전지연구센터</p> <p>연수 책임자(Advisor) : 최선희</p>	

코드번호 0707

연수 제안서(Training Proposal)

연구 분야 (Research Fields)	차세대 수소저장/방출 원천 기술 개발
연구 과제명 (Project Title)	차세대 수소 저장체용 촉매 및 반응 시스템 개발
연수 제안 업무 (Training Proposal Work)	차세대 수소저장/방출 반응기 및 시스템 원천 기술 개발

(연구 개요)

- 활용분야: 기계공학, 화학공학, 기계시스템공학, 응용화학, 공업화학, 환경공학
- 수행과제: 차세대 수소 저장체용 촉매 및 반응 시스템 개발
- 배경 및 목적: 기존 연료 공급 인프라를 활용하면서 수소 저장 무게/부피 밀도 개선이 요구됨. 이에 따라 새로운 수소저장/방출 반응기 및 시스템 원천 기술 개발 필요
- 직무 내용:
 1. 수소저장 및 방출 반응기 구성 촉매 성능 및 내구성 평가
 2. 수소저장 및 방출 반응기 및 시스템 개념 설계
 3. 반응기 및 각종 BOP 개발

(세부 연수 내용)

1. 수소저장 및 방출 반응기용 촉매 성능 및 내구성 평가
 - 기구촉 촉매 반응 시스템 활용 최적 촉매 종류, 사용량, 반응 운전 조건 도출
 - 우수 촉매 후보군 바탕으로 촉매 선택도 및 내구성 평가
 - 촉매 선택도 및 내구성 개선 방안 도출
2. 수소저장 및 방출 반응기 및 시스템 개념 설계
 - 공정 설계 기법을 활용한 수소저장 및 방출 반응기 시스템 에너지 흐름 설계
 - 시스템 구성 요소 용량 및 배치 개념 설계 및 후보 시스템 검토
3. 반응기 및 각종 BOP 개발
 - 반응기 및 각종 BOP 설계, 제작, 성능 평가
 - 반응기 및 시스템 Scale-up 방안 도출

소속 센터/단 명(Center) : 수소연료전지연구센터

연수 책임자(Advisor) : 김용민