

『4단계 BK21사업』 혁신인재양성사업(신산업분야)
교육연구단 자체평가보고서

접수번호	5199991114555									
신청분야	가상증강현실					단위		지역		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야			관련분야			관련분야		
		중분류	소분류		중분류	소분류		중분류	소분류	
	분류명	컴퓨터학	인간과컴퓨터 상호작용		물리학	고체물리		감성과학	감성문화/사회	
	비중(%)	40%			30%			30%		
교육연구단명	국문) 버추얼 스마트시티 시각화시스템 융합교육연구단									
	영문) Virtual Smart City Visualization System Convergence Education & Research Cluster									
교육연구단장	소 속		고려대학교		일반대학(원)		응용물리학과(부)			
	직 위		교수							
	성명	국문	홍문표		전화		[REDACTED]			
					팩스		[REDACTED]			
		영문	MunPyo Hong		이동전화		[REDACTED]			
					E-mail		[REDACTED]			
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019~2020)	2차년도 (2021~2022)	3차년도 (2023~2024)						
	국고지원금	116	260	260						
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)								
자체평가 대상기간		2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)								
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다. 2022년 10월 5일										
작성자	교육연구단장					홍 문 표 (인)				
확인자	고려대학교 세종산학협력단장					전 현 식 (인)				

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	스마트시티 (Smart City)	증강현실 / 혼합현실 (AR : Augmented Reality / MR : Mixed Reality)	시각화 (Visualization)
	데이터 과학 (Data Science)	e스포츠 / e문화 (e-Sport / e-Culture)	융합현실 교육 (AR/MR-Learning)
	스마트 오픈랩 (Smart Open Lab)	차세대 디스플레이 연구/개발 (Future Display R/D)	몰입형 인터페이스 (Immersive HCI)
	인공지능형 융합디바이스 (Device Convergence with AI)	극사실주의 실감형콘텐츠 (Hyper-Realistic Contents)	비대면 언택트(Untact) 기술 (Hyper-UX/UI Tech)
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	■ 비전: “실용적 융합(融合) 역량을 갖춘 시각화시스템 전문가 배출의 요람” - 달성정도: 2022년도 1학기 현재, AR·MR 시스템 및 콘텐츠 관련 공통이론 수업, 기초기술 및 기반기술 훈련과정 실시 및 애플리케이션 디자인 및 실습을 진행하였고, 현황 탐사 활동으로 세종시 인근 국립박물관의 AR·MR관련 실감 체험관 견학하고 현장의 목소리를 청취함. 또한 E-ICT 및 문화·스포츠 및 AR·MR 및 디스플레이 현업에 필요한 프로젝트를 산업체, 지자체, 지역사회와 공동으로 도출하여 성공적으로 수행하였음. ■ 목표: AR·MR 관련 3가지 전문가 교육영역*에서 융합교육 심화도의 탄력적 적용을 기반으로 4가지의 다방면적 스펙트럼**을 갖춘 실용 융합인재의 양성 - 달성정도: AR·MR 참여 교수진들에 의한 융합전공 필수과목 4과목 신규 개설을 통해 융합 교육이 진행되었으며 안정적으로 융합 교육을 진행하였음. 이에 따라 2단계 전공 융합 정착기를 안정적으로 진입했다고 판단함. *AR·MR 시스템/디스플레이/콘텐츠, **AR·MR 콘텐츠 디자이너/디스플레이 연구개발자/콘텐츠 프로듀서/시스템 전문가		
교육역량 영역 성과	■ 융합적 미래인재 양성 - 현황: 본 연구단의 키워드, ‘융합’의 핵심이 되는 전공필수 과목들을 개설하여 운영하고 있음. 이·공학을 기초로 한 학생들에게는 인문사회적 이론과 사례를 중심으로 융합적 사고능력을 증진하고, 인문학을 바탕으로 한 학생들에게는 AR·MR의 배경지식을 습득하게 함으로써 실현 가능한 콘텐츠에 대한 이해/응용 능력을 개발하고 있음. 아울러 진정한 융합인재로 거듭날 수 있도록 참여교수들의 지도하에 전문적으로 연구를 수행하고 있으며, 다양한 외부 학술 활동을 장려하고 있음. - 성과: 전공 융합 도입기 2단계 시기에는 연구단 융합대학원의 개선된 커리큘럼에 따라 2022년 1학기에 유기반도체에너지소자, “광전기에너지특성”, “AR·MR 시스템개론”, “AR·MR컨텐츠의이해I”를, 2022학년 2학기에는 신설 융합과목으로서 “AR·MR컨텐츠의이해II” 및 “실감형 디지털 환경의 이해”와 “AR·MR·XR 캡스톤디자인” 교과목이 개설되었으며, 특히 본교 대학원 단위에서 최초로 개설된 캡스톤디자인 과목은 향후 실무형 융합인재양성 프로그램의 시금석이 될것이라 판단되며, 이를 통해 이론적인 융합전공에서 더 확장하여 실무적인 융합전공이 이루어질 수 있도록 함. 이를 통해 융합인재로 거듭날 수 있도록 참여교수들의 지도하에 전문적인 연구를 수행하고 있음. - 본 사업단 참여 대학원 학생들의 활발한 연구 수행을 바탕으로 SCI 논문 4편, KCI 등재지 연구논문 2편 게재, 참여 대학생의 학회 발표 17회, 특허출원 9회의 성과를 이룸		

	■ 교육의 국제화 - 현황: 국제 인턴십, 선진 외국 연구 단체와 교환학생 제도를 통한 학생 교류, 우수 외국인 대학원생 유치, 학위 과정 중 국제학회 발표 기회 제공을 통해 국제적인 수준의 대학원생을 육성키 위해 교류지원비및 학회 참석비용을 지원하였음. - 성과: 이미 다양한 국적의 나라들의 우수 대학원생이 입학하여 교육이 진행 중이며, 독일 프라운호퍼 연구소 (FH-ISC)와 공동연구를 수행하면서 해외연구자들과의 소통 및 교류를 통하여 국제화의 경험을 쌓고 있으며, 첨단 융합 기술 동향을 파악할 수 있도록 대학원생들의 국제학회(MRS Spring 2022, IMID 2022, SPIE-Optics & Photonics 2022 등) 의 참석을 독려하고 이를 경제적으로 지원하였음.
연구역량 영역 성과	■ 참여교수의 연구성과 - 현황: 본 연구단의 참여교수들은 각 분야의 전문가로서 활발한 연구활동을 통해, 다양한 성과를 양산 있으며 이를 통해 융합연구의 기반 마련 및 심화를 도모함. - 성과: 활발한 국내외적 공동연구와 대한민국 내 자체연구를 통해 SCI/SCIE 등 재지 논문 11편, KCI 등재지 논문 7편 게재 ■ 연구의 국제화 - 현황: 독일 프라운호퍼 연구소 (FH-ISC)와 공동연구를 수행하면서 국제적으로 진행되는 연구역량을 축적하고 있으며, 코로나가 점차 잦아들고 있는 시점에서 2022년 1학기부터는 미국과 유럽 등지의 국제학술대회 본 사업단 참여교수들이 직접 외국으로 건너가 논문 발표실시 참여교수들은 초청강연 등, 다양한 학회활동을 통해 본 연구단의 성과를 이렇게 코로나 엔데믹 시점에 직접 미국 등 국제 학회에 보고하고 있으며, 국제적으로 저명한 저널들의 편집자 또는 논문 심사위원 그리고 학회 심사위원으로 활동하고 있음. 또한, 적극적인 국제 공동연구를 통해, 첨단의 연구결과를 발표하며 본 연구단의 국제화에 기여하였음. - 성과: 국내/외 학회 발표 15회, 초청강연 3회, 논문 심사위원 1회, 공동연구협의 3회의 성과를 이룸. ■ 학생들에게 현장 감각을 일깨워주기 위한 AR·MR 시스템 분야 및 콘텐츠 분야 분야 최고의 전문 신입교원 초빙을 통해 전문인력을 충원을 진행함.
산학협력 영역 결과	■ 산학공동 교육 프로그램 운영 - 현황: 산학협력 활동을 통해 다양한 기업과의 공동 연구를 수행하고, 다수의 지역사회 기술 이전 및 물적 교류 시행하고 있음. 교육측면에서는, 현장 실습을 통해 대학원생들의 실무교육이 가능하도록 훈련하고 있으며, 산학협력 기업 전문가를 초빙하여 다양한 강연을 제공하고 있음. - 성과: 삼성디스플레이, LG디스플레이, APS홀딩스/리서치, 이노스첨단소재, 프라운호퍼연구소(독) 등 다양한 기업들과 기업 부설 연구소들과 함께 다양한 산학협력 공동 연구 수행 및 성과를 발표함. 수건의 지역사회 기술 지도 및 이전, 지역사회 물적 교류 실적을 기록함. 전문가 초빙을 통한 AR·MR 관련 공통이론 수업, 기초기술 및 기반기술 훈련과정 실시하였으며, 애플리케이션 디자인 및 실습 진행을 효과적으로 운영할 수 있는 캡스톤 디자인 교과목으로 수행하였음. 아울러 평균 10회 이상의 산학협력 기업전문가 강연을 주최함.
미흡한 부분 / 문제점 제시	■ 아직 완전한 코로나 종식은 이루어지지 않았지만 사업단 참여교수와 학생의 보다 적극적인 해외 학술대회 참여를 포함한 국제화 활동 강화가 필요함.
차년도 추진계획	■ 참여 학생들의 경쟁력 있고 다양한 AR·MR 실무 수행능력 증진을 위해 여러 학과 및 컨소시엄 기업과 공동으로 문제 사항 해결을 위한 연합융합 프로젝트 추진 그리하여 삼성, LG등 대기업들 뿐만 아니라 국내 중소 VR, AR, MR, XR, 프로젝트션 매핑, 메타버스등 다양한 미디어콘텐츠 관련 기업과 공동 협업 프로젝트를 논의중

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	홍문표	영문	MunPyo Hong
소속기관	고려대학교	일반대학(원)	응용물리학과(부)	

■ 교육역량

[미래혁신적 교육지원사업 경험] 지방대학 특성화 사업인 “CK-1 인공지능 디스플레이반도체 융합디바이스 창의인재양성 연구단(중형)” (2016.9~2019.2) 단장으로서 대형 교육연구단을 성공적으로 이끌어 본 학부의 특성화 2단계 (특성화 및 고도화)를 성공적으로 실현함.

[융복합 교육커리큘럼 설계역량] 본교 인재상인 “융합연구역량을 갖춘 미래신산업 전문핵심 융합인재 양성”에 대응하여 신소재 영역과 물리학이 융합된 새로운 디스플레이 교과목 “광전기특성” 과목을 2019년 1학기에 교수개발하여 신설하였음 - 물리와 화학을 넘나드는 수업내용으로 학생들로부터 높은 강의평가를 받음.

[대학원 교재개발 이력] 해당 수업내용을 토대로 융복합기술 대학원 강의교재를 2019년 말에 출간하였음¹⁾

[학외 전문교육 역량 및 평가] 캠퍼스 울타리를 넘어서 학부 4학년 및 대학원생들 대상으로 하는 전국단위 전공교육의 장인 한국정보디스플레이학회(KIDS) 주관 KIDS Display School의 주 강사로서 차세대디스플레이 관련강의를 2016년부터 현재까지 담당하고 있으며, 최상위권의 강의 만족도 평가를 받고 있음.

■ 연구역량

[분야 선도성 및 산학적 경력] 교육연구단장인 홍문표 교수는 AR·MR 기기의 핵심 출력소자인 초고해상도 디스플레이(AMOLED) 및 반도체 산업 분야의 차세대기술 연구를 선도적으로 이끌고 있는 전문가로서, 초고해상도 Display의 기술적 한계의 극복에 기여한 Display Pixel 구조 혁신, 고밀도 플라즈마를 이용한 나노급 미세 Patterning 기술, 신소재 기술을 디스플레이/반도체 분야에 창의적으로 도입하는 연구를 지난 25년간 지속적으로 수행하고 있으며, 소속하였던 기업(삼성전자/삼성디스플레이)에서의 탁월한 성과를 소속 학교에서도 이어 나가고 있음

[산업난제해결 및 원천기술 개발력 그리고 기술이전] 특히, 현재 AR·MR 기기의 최대 기술적 난제인 “고해상도와 디자인의 자유도의 동시 구현”을 위한 고해상도 Flexible Display 관련 연구는 90년대 후반 국내에서 개척자의 역할을 시작하여 현재까지 20년 가까이 연구를 계속하고 있으며, 현재는 차세대 AR·MR 기기를 고해상도 Stretchable Display 관련 연구로 확장되어 산업부에서 지원하는 대형 연구사업인 Stretchable Display 혁신연구 연구단 단장 역할을 수행하면서, Stretchable OLED의 구현을 위한 핵심기술인 “화소단위의 단일박막 봉지형성 원천기술”, “저손상 투명전극 형성 원천기술”, 지금까지 Dry Etching이 불가능하다고 알려진 Cu, Ni Alloy 등 금속박막의 “저온 Clean Dry Etching 원천기술”을 세계최초로 개발하여 장비회사와 함께 사업화를 진행 중에 있음

[글로벌 퍼스트무버적 기술력 및 산업적 파급능력] 초고해상도 Display Panel 및 3nm급 차세대 반도체 소자를 위해 필수적으로 필요한 기술이나 최근까지도 확보가 안되었던 초미세배선을 위한 구리(Cu), 은(Ag) 및 고탄성 특수금속 (NiTi, NiFe 등)의 대면적 Dry Etching 공정/장비 원천기술을 세계 최초로 개발하여 삼성 디스플레이와 함께 양산적용을 추진 중에 있음.

[연구력 인정 수상경력] 차세대 고해상도 플렉서블 디스플레이 관련 연구개발을 25년 이상 지속하면서 “융합기반의 실용 연구 중심대학”이라는 본교의 비전을 선도적으로 실현하고 있는 대표연구자로서 본교에서 최고 연구자에게 수여하는 석탑연구상을 총 8회 수상함

[확산적 융합연구성] 이와 같은 연구능력을 바탕으로 4차 산업혁명시대의 신산업 생태계인 “AR·MR 산업” 분야에 필요한 실용연구를 콘텐츠 분야와 융합하여 새롭게 전개하고 있음

■ 행정역량

[산학협력 관련] 본교의 교무위원인 초대 산학협력단장(2016.5~2018.2)으로서 세종산학협력단을 신설하고, 산단이 연구지원의 중심조직으로 완벽 작동하도록 단기간에 조직과 체계를 구축하여 탁월한 행정 능력을 검증받았음

[연구조직 관련] 본교의 독립된 연구센터인 Flexible Device 연구센터 (2011~2016)와 Stretchable Display 연구센터 (2017~2021)의 센터장으로 연구조직을 성공적으로 운영하였고, 독일 프라운호퍼 연구소를 포함한 국내외 연구기관이 보유한 신소재관련 원천기술을 실소자단위에서 사업성을 검증하고 국내소재기업에 기술이전을 하는 첨단신소재기술이전평가센터(AMTEC) (2021~현재)를 설립하고 센터장으로 활발하게 활동 중이며, 2023년 상반기엔 프라운호퍼-고려대 공동연구소 (독일정부/세종시 지원)를 출범시킬 예정임

[융합적 교육연구 관련] 혁신적 미래인재 양성을 위한 본 교육연구단의 이중 분야 교수진 간 원활한 커뮤니케이션 및 학문간 갈등 조율 능력을 상기 이력을 통해 확보하였으므로 본 사업의 성공적 운영과 관리가 가능함

2. 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단 대학원 학과(부) 전임 교수 현황 (단위: 명, %)

신청학과(부)	기준 학기	전체교수 수			참여교수 수		
		전임	겸임	계	전임	겸임	계
E·ICT- 문화·스포츠 융합전공	2021년 2학기	0	10	10	0	10	10
	2022년 1학기	0	10	10	0	10	10

<표 1-2> 최근 1년간 교육연구단 대학원 학과(부) 소속 전임/겸임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	신성태	2021년 2학기	전출	정년 퇴임	
2	홍종열	2022년 1학기	전입	신규 등록	

<표 1-3> 교육연구단 참여교수 지도학생 현황 (단위: 명, %)

신청학과 (부)	기준학기	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
E·ICT- 문화· 스포츠 융합전공	2021년 2학기	11	10	90.9	3	2	66.7	4	4	100	18	16	88.9
	2022년 1학기	18	16	88.9	5	5	100	3	3	100	26	24	92.3
참여교수 대 참여학생 비율					1 : 2.4								

- 2021년 2학기 신성태 교수(응용물리학과) 전출
- 2022년 1학기 홍종열 교수(문화콘텐츠학과) 전입

2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

■ 교육연구단의 비전 및 목표

○ [시대추동성 대응]

향후 인간의 일상적 삶 속에서 인공지능(AI)과 증강인간(Augmented Human)의 동반적 조융합을 지향하는 하는 4차산업혁명 시대의 핵심산업 중 하나인 '인간중심기술(Human centered Technology)'을 근간으로 미래인재를 양성하고자 함.

○ [전문기술성 대응]

최근 COVID-19 팬데믹 이후 급격히 확장되고 있는 앞으로 도래할 메타버스 시대의 기반산업이자 요소기술을 구성하는 확장현실(XR)·증강현실(AR)·혼합현실(MR) 분야의 현실적 장애를 극복하고 미래를 선도하면서 대한민국을 대변할 수 있는 AR·MR 분야 실용융합 전문인력 양성기관으로 발돋움하고자 함.

○ [콘텐츠 융합 고도화]

미국정부의 정책과 주요 대학의 연구 및 교육 방향은 이미 제 3단계에 돌입하였으나, 국내 AR·MR 관련 연구 및 교육은 아직도 기존 공학 (전자공학, 컴퓨터공학)의 범위를 벗어나지 못한 1단계 또는 2단계에 머물고 있음.

- 본 연구단은 AR·MR 기기 기술과 문화·스포츠 콘텐츠가 융합 고도화된 3단계로 바로 진입하는 전략을 세웠던바 2022년 2학기부터는 본 연구단에서 상대적으로 부족한 VR, AR, XR, MR 콘텐츠 실물 제작을 위해 AR·MR 전문기업의 현장 전문가의 지도하에, 다양한 XR콘텐츠를 기획, 제작하여 학생들의 졸업후 실무 능력을 배양시킬 예정임.

- 본 연구단은 코로나가 곧 끝나가는 시기에 발맞추어 향후 AR, MR, XR, 메타버스 분야를 연구 중인 몽골, 중국, 태국, 두바이, 이집트 소재 대학과 활발한 교류 및 공동 연구계획을 가지고 있음.

□ 교육역량 대표 우수성과

- 2020학년도 2학기를 기점으로 매 학기 E·ICT-문화·스포츠융합전공의 활성화를 위하여 일반 대학원 문화콘텐츠학과, 사회체육학과(스포츠융합학과) 그리고 응용물리학과에 속해 있는 대학원생들이 AR 및 MR 기술의 기초 기술과 콘텐츠에 대한 지식 습득을 할 수 있도록 연관된 과목을 개설하여 융합적인 관점에서 교육성과 고도화를 도모함.
- 유기반도체에너지소자 : 해당 과목을 통해 AR 및 MR 시스템 구성 기기/기술의 핵심인 고해상도 유연 디스플레이의 원리와 관련 물리적 매커니즘을 교육. AR·MR 시스템 구성에 필요한 여러 전공의 학생들이 이해하고 실제로 적용할 수 있도록 일반적인 OLED 원리와 사례 중심으로 강의를 진행하였음
- 광전기에너지특성 : 해당 과목을 통해 OLED에 적용되는 에너지 변환과정과 발광 원리에 대해 교육하였음. OLED에 관한 기본적인 내용들을 중심으로 강의를 구성하였으며, 관련 논문 등 전문지식을 갖출 수 있는 자료들로 수업을 진행하였음
- AR·MR시스템개론 : 새로운 과정을 이론 학습과 실습으로 균형있게 설계하여 진행. 본 과정을 통하여 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 그리고 혼합현실(MR)에 이르기까지 현실 세계의 경험에서 오는 실감과 임장감(臨場感)을 극대화하는 여러 기술들과 시각화 시스템에 대해 기초적인 내용을 학습하고, Unity 엔진을 기반으로 한 가상현실(VR) 최신기기인 Oculus Go, Oculus Quest) 콘텐츠를 직접 구현하는 이론 실습을 병행하여 실무적 감각을 함양함. 실습은 과학기술 1관 211B호 전산실을 상시 개방하여 진행하고, 2개월 간 전문가((주)태울) 강사와 함께 실습을 진행하고 학기 말에 개인별 프로젝트 발표회를 실시함. 프로젝트 발표 시 기업체 전문가의 의견을 듣고 향후 기업체 인턴 채용 등에 적극 반영할 수 있도록 함.

▪ VR 예제 및 실습

□ 굴러다니는 공 VR 만들기

1. VR 환경설정 추가
2. 시선을 움직이며 공의 움직임을 관찰하기



[시선을 움직이며 공의 움직임을 관찰하고, 가상현실을 체험한다]



- AR·MR콘텐츠의이해 I : 4차 산업혁명 시대 IoT와 인공지능 기반의 초지능 혁명의 시대로 사람과 사물 공간을 초연결, 초지능화 하는 산업구조 사회에서 인간과 기계의 대결과 함께 AR 기술과 콘텐츠의 접목, MR이 융합된 콘텐츠 사례를 분석하여 기술과 콘텐츠에 대해 학습하였음. VR, AR, MR, XR의 기본적인 개념, 그리고 관련 콘텐츠와 함께 이러한 기술이 접목되었을 경우 표현될 수 있는 가능성에 관한 토론과 함께 미래의 AR, MR 콘텐츠 산업에 대한 이해에 대해 강의하였음.

미디어가 지속적으로 발달하는 것만큼 기존의 한계를 뛰어 넘는 다양한 실감형 디스플레이에 대한 연구가 필요하고, 결국 기술과 콘텐츠의 기술적 결합을 통해 콘텐츠 산업이 발달함을 강 의하였음. 디스플레이 기반의 전공 학생들에게는 미디어의 발달과 콘텐츠의 유형에 대한 이해 를, 문화콘텐츠 및 스포츠융합학과 학생들에게는 기술적 발달이 미디어의 발달에 끼치는 영향 력에 대한 이해를 통하여 기본 응용 원리에 대해 이해할 수 있게 함.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

- 2020학년도 2학기를 기점으로 매 학기 E·ICT-문화·스포츠융합전공의 활성화를 위하여 일반대 학원 문화콘텐츠학과, 사회체육학과(스포츠융합학과) 그리고 응용물리학과에 속해 있는 대학원생 들이 AR 및 MR 기술의 기초 기술과 콘텐츠에 대한 지식 습득을 할 수 있도록 연관된 과목을 개 설하여 융합적인 관점에서 교육성과 고도화를 도모함.
- 유기반도체에너지소자, 광전기에너지특성, AR·MR시스템개론, AR·MR컨텐츠의이해 등 융합전공 기 초공통 과목을 개설하여 강의하였음.
- **향후 계획 (2022학년도 2학기 ~ 연말)**
 - 2022학년도 2학기에 기존 융합전공 과목 중 AR·MR컨텐츠의이해Ⅱ(류성욱) 및 실감형 디지털 환 경의이해(박재병 교수)가 개설되어 운영 중임.
 - AR·MR 데이터 처리 및 프로그래밍 기술(이현용) 과목의 개설을 계획하였으나, 수강 및 개설 희 망 인원 부족으로 현재까지 개설이 미이행되었음. 대학원생 수가 충원되고 수강 희망을 고려하 여 개설될 수 있도록 계획함.
 - AR·MR·XR 캡스톤디자인(박재병 교수·박진호 교수) 신규 융합전공 교과목 개설 : 총 16장에 이르는 팀티칭 캡스톤 수업으로, AR, MR, XR 관련 최신 사례 탐방(ex. 박물관 실감콘텐츠 견학 등)을 실시하고 수강생들의 VR, MR, XR, AI 관련 기업들이 수행하는 현장 참여 프로젝트도 동시 에 진행되고 있음. 시스템, 콘텐츠 분야의 이론과 실무를 통한 융합을 통하여 융합전공 대학원생 들의 상호교류와 자발적 참여를 이끌어내는 팀 프로젝트로 유도.



<그림> 2022년 상반기 부여군에 소재한 국립부여박물관 실감콘텐츠 방문 체험모습과 본 사업단의 견학기념 사진

- 가상(VR)·증강(AR)·확장현실(XR) 콘텐츠 기획과 제작에 관하여 학습하고 XR 기반 실감형 콘텐츠 사례에 대하여 토론하여 기술적 분석을 통하여 각각의 의미를 파악할 수 있음. 지역별 국립박물관(국립부여박물관, 서울 용산 국립중앙박물관 등 2차례 이상)을 포함한 현장견학을 진행, 실감형 콘텐츠 체험을 통하여 고찰하고 향후 메타버스(Metaverse) 영역으로의 발전 방향에 대하여 전체 토론을 진행하고자 기획함.
- 시스템과 콘텐츠가 융합된 캡스톤디자인 프로젝트 결과 발표를 통하여 시제(작)품을 제작하고 캡스톤디자인 과제 성과를 바탕으로 학생의 창의적인 아이디어 개발 및 새로운 발명(Brainstorming Session 실시)과 창업 아이디어 도출을 독려함. 대학원 단위에서 학제간 융합으로 실시되는 최초의 캡스톤디자인 과목으로 향후 본 사업단을 대표하는 시그니처 커리큘럼으로 발전시킬 계획임.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

〈표 2-1〉 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2021년 2학기	11	3	4	18
	2022년 1학기	18	5	3	26
	계	29	8	7	44
배출 (졸업생)	2021년 2학기	0	0		0
	2022년 1학기	0	0		0
	계	0	0		0

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

- 홍문표
 - 디스플레이반도체물리학과 및 지능형반도체공학과 3,4학년 대상의 디스플레이 및 반도체 관련 전공과목(유기물반도체소재, TFT소재, 소자및분석, 플라스마물리개론, TFT공정및실험캡스톤디자인) 수업을 통해 특화된 전공을 기반으로한 융합학문의 필요성을 설명하고 본 대학원 융합전공과정을 소개하여 우수한 학생들의 대학원 진학을 유도하여, 다수의 학생들이 학부연구생 과정에 참여하고 있음. 특히, 공동연구를 수행하고 있는 독일 프라운호퍼 연구소와 국제연구 경험을 제공하여 교육 및 연구의 국제화의 기회를 부여함.
 - AR·MR용 실감형디스플레이, 반도체관련 대기업 (삼성전자/삼성디스플레이/LG디스플레이/SK Hynics 등)의 박사장학생 TO를 유치하여 우수한 대학원생의 확보 및 지원 방안으로 추진 중
- 류승윤
 - 에너지광전자변환연구실에서 대학원생들과 함께 여러 연구를 함께 진행하고 해당 연구와 관련된 이론적인 부분들 학습하고 있음
 - 2020년 8월부터 에너지 광전자 변환 연구실 학부 연구생으로서 활동한 박민재 학생은 근 3학기 동안 교내 성적우수자로 선정되고 학술제에서 최우수상을 수상한 경력이 있는 우수한 자원임. 에너지 광전자 변환

연구실에서 대학원생들과 함께 여러 연구를 진행하고 해당 연구와 관련된 이론적인 부분을 학습하였음. 이에 대학원 진학에 흥미를 느끼고 교수와의 면담과 연구실 대학원생들과의 상담을 통해 해당 학생이 류승운 교수의 지도하 학·석통합과정에 합격하여 2023년부터 학위 과정을 시작할 예정임.

○ 박재병

- AR/VR 동아리 활동 지도: 동아리 AR/VR 관련 동아리를 학부생과 대학원생을 함께 구성하도록 하여 관련 프로젝트를 수행 하도록 함.
- 특허 출원 독려: 연구 참여자들이 참여하는 아이디어 발상회를 정기적으로 개최하여 AR/VR/MR/XR 과 실감형 콘텐츠 관련 특허를 도출하고 특허화를 진행함. (유전영동과 전기영동을 활용한 대면적 디스플레이상에 균등하게 나노라드를 자가정렬하는 기술(DP-2022-0501), 증강현실 기반 자동 제세동기(DP-2019-0494P1))
- 혼합현실(mixed Reality)용 투명 디스플레이 공정 평가 시뮬레이터 개발: 혼합현실(mixed Reality)용 대면적 투명 디스플레이를 구현하기 위한 표시 소자의 자가정렬 공정 및 장비 설계 변경을 위한 시뮬레이션 프로그램을 개발을 진행함.
- 관련 학회 참석: 지도학생(신호산)에게 AR/VR 및 디스플레이 관련 미국 학회 현장 참석 기회를 부여하고 내부 설명회를 통하여 핵심 기술을 BK 연구원들에게 전달 교육을 진행함.
- 학부 과정 졸업반 학생을 상대로한 설명회: 4학년 학부생 중 BK 프로그램에 관심이 있는 학생을 대상으로 융합 전공 관련 프로그램 설명회를 각 수업 시간을 활용하여 간략하게 진행함.
- 2022년 1학기 TFT 공정 및 실험 캡스톤디자인 수업을 진행하여, 참여 학부생 4학년 중 김규원 학생은 2023년 대학원 진학 예정임.
- 2023년 대학원 진학 예정 학생 서지철(본교졸업생), 김규원(본교 4학년 학부생)은 반도체 학술대회(IMID)에 참가하여 학생들의 세션 발표 및 포스터 발표에 참여하였음.
- 지도학생에게 AR/VR 및 디스플레이 관련 해외 학회 현장 참석 기회 부여

○ 이현용

- 학부 전공필수 과목 강의 과정 중 우수한 학부생들에게 인턴 및 학부 연구생 활동을 적극적으로 장려하며, 연구 및 학업에 흥미를 돋우어 자연스럽게 대학원 진학 과정으로 유도. 특히, 장/단기 프로젝트를 통해 학생들이 직접 연구활동을 하고 학회, 기업 현장실습 등에 참여하는 기회를 마련함으로써 학업 및 대학원 진학에 관심을 갖을 수 있도록 장려함.

○ 김보성

- 학부 과정에서 융합전공과 관련된 과목 개설 및 수강 장려 : TFT공정및실험캡스톤디자인을 통해 TFT의 동작원리와 반도체의 원리적 이해를 돕고, 클린룸에서 학부생들이 실험을 진행하도록 지도함. 실험 결과에 대해 학기 말에 발표하도록 하여 ARMR디스플레이에 사용되는 TFT 소자들에 대한 이해를 도움. 디스플레이공학개론을 통해 디스플레이의 원리 및 최근 기술 동향에 대하여 소개함. 산업체에서의 디스플레이에 대한 needs와 진화 방향에 대해 토론하고 수업함. 나노소재및소자를 통해 나노기술 기반의 재료 및 소자에 대한 지식 습득을 통하여 디스플레이, 반도체, 에너지 관련 분야의 소재, 부품, 공정 등 다양한 분야에 대한 최신 기술 동향 및 응용 기술을 파악. TFT소재, 소자및분석을 통해 TFT를 구성하는 소재와 최적화된 구조로써의 소자의 물성과 원리를 이해함. TFT의 소재의 재료적 특성과 소자의 물리적 특성을 파악하기 위한 실용적 분석기술을 학습하고 실무적 능력을 습득함.
- 학부연구생 제도 강화 : 현재 연구실 내 학부연구생들에게 실험 방법과 연구 방향에 대해 지도하고 직접 소자를 제작하고 분석해보도록 하여 연구 능력을 배양함.
- 디스플레이 공정/장비 설계 및 실험 능력 배양 공정 실습 : 증착장비, 측정장비를 사용하여 소자를 직접 제작 및 측정한 후 매주 실험 결과에 대한 발표 및 논의를 진행함. sputter, ALD, RIE 등 플라즈마를 이용하는 진공장비들을 통해 디스플레이에 필요한 소자를 직접 제작할 수

있도록 지도함. 위와 같이 제작된 소자들을 반도체 물성 분석 장비를 이용하여 특성과 신뢰성을 확보한 후 매주 연구실 원생들과 결과를 발표 및 토론함.

- 학제, 산학 간 공동연구 능력 배양 : 2022학년도 1학기 응용물리세미나 수업에서 1시간 동안 원생 간의 개인 연구성과를 공유하고 이후 약 2시간 동안 기업체를 초청하여 대학원생들에게 산업 동향을 제시하고 질의 응답을 진행함.
- 디스플레이 공정/장비의 실용화 교육 : 청정 클린룸 내부 장비를 이용하여 직접 소자를 제작하도록 하고, 오작동 또는 문제가 생겼을 경우 원인을 파악하여 해결해나가는 과정을 통해 원생들의 장비에 대한 이해도가 높아지도록 함. 학부생들에게 연구실에서 사용하는 장비들의 사용 방법과 작동원리에 대한 교육을 진행하도록 하고 그 결과로 장비 사용 매뉴얼 제작 및 실제 산업에서 사용되고 있는 장비에 대해 조사하도록 하여 장비에 대한 이해도를 높임.
- 2022년 1학기 TFT 공정 및 실험 캡스톤디자인 수업을 진행하여, 참여 학부생 4학년 중 김규원 학생은 2023년 대학원 진학 예정임.
- 2023년 대학원 진학 예정 학생 서지철(본교졸업생), 김규원(본교 4학년 학부생)은 반도체 학술대회(IMID)에 참가하여 학생들의 세션 발표 및 포스터 발표에 참여하였음.
- 지도학생에게 AR/VR 및 디스플레이 관련 해외 학회 현장 참석 기회 부여

○ 류성욱

- 지도하고 있는 원생들과 함께 KCI 등재지 연구논문 게재, 국제학술대회 참가 등 활발히 활동함으로써 가시적인 성과를 느낄 수 있게 함.
- 현재 재학생 기준 박사 4명, 석사 1명을 확보 중이며 KCI급 논문 20년도에 3건, 21년도에 1건, 22년도에 1건 게재하였음.
- 21년 7월 제90차 한국관광학회 서울국제학술대회에서 스포츠융합학과 소속 대학원생 3인은 연구논문 2편에 대해 구두발표 진행함. (이용준, 조호순, 배현호)
- 22년 7월 제92차 한국관광학회 부산국제학술대회에서 스포츠융합학과 소속 대학원생 3인은 연구논문 3편에 대해 구두발표 진행함. (김혜림, 고현지, 박호성)

○ 홍종열

- 대학원 문화콘텐츠학과의 본인 소속 지도학생들을 중심으로 본 사업이 진행하고 있는 방향과 향후 학생들의 미래 비전을 논의하며 적극적인 참여를 유도하였으며 2022년 2학기 신규 진입 학생 신청을 확보한 상태임. 이로 인해 다음 학기부터 BK사업 참여 학생이 늘 것으로 예상됨. 또한 2022년 2학기부터 새로 대학원에 들어온 신입생을 중심으로 BK사업 설명은 물론 적극적인 연구와 지원을 통해 보다 확장된 문화콘텐츠 전공 역량 현실화를 홍보함. 지속적으로 신규 진입 학생이 꾸준히 늘 것으로 예상하고 있음.

○ 김정우

- 22년 6월 문화콘텐츠 연합학술대회에서 박진호 연구교수 및 박사(수료)생 김영욱 원생과 함께 공동으로 발표 진행함.

○ 박진호

- <캡스톤 디자인> 수업은 사업단이 표방하고 있는 VR, AR, MR, 홀로그램, 메타버스 전반에 이르는 이론 수업을 시작으로 실제 실감콘텐츠가 현업에 쓰이고 있는 국립박물관 현장 견학을 통해 디지털 현장을 학생들에게 충분히 체험할 수 있는 입체적인 수업 환경을 제공하려함
- 실제 현업 디지털 콘텐츠 회사(VR, MR, 프로젝션 매핑등)와 참여 프로젝트를 통해 학생 졸업시 실무적으로 회사 프로젝트에 바로 참여할 수 있는 현장 적응력을 배양시킬 것임
- 이를 위해 서울 용산 국립중앙박물관 실감콘텐츠(VR·XR) 현장 담당자(장은정 학예관), 국립부여박물관(권소현 학예사) 방문을 통해 현업의 실무 감각과 현장성을 체득시키려함

2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

- 본 사업단 참여 대학원생 간의 융합역량을 끌어올리기 위한 지원 계획
- ① 참여대학원생(수혜인력) 중 우수자(상위 50%)에게 수요기업으로의 현장 실습 및 인턴 자격을 부여하여 참여 학생 간의 선의의 경쟁을 유도함.
- ② 참여학생의 수행실적 평가에 기초하여 AR·MR 시스템, 콘텐츠 및 실감형 디스플레이 관련 해외학회 참여 및 연구기관 연수 경비(등록비, 항공료, 체재비) 지원
- ③ 캠프톤 디자인 팀티칭에 적극 참여하여 우수 콘텐츠를 만들어내거나 국내외 주요 학술 컨퍼런스에 발표 혹은 논문 제출한 대학원생을 선발하여 수상 및 포상을 진행함.

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

[SCI/SCIE 등재지 연구논문 게재]

1. **황의선**, 강민진, 정병호 (2022) Resonance colors in an amorphous-Si thin layer irradiated by an ultraviolet nanosecond laser 12 065323.
단파장 레이저 (355nm)를 실리콘 박막에 조사함으로써 표면에 형성된 반구형 나노입자의 공명에 의한 컬러를 연구함. 레이저 세기와 스캔 조건에 따른 나노 입자의 크기를 변화 하므로써 RGB color를 구현 할 수 있음을 제시하였음.
2. 박태상, **황의선**, 강민진, **백기현**, 정병호 (2022) Order-disorder control of Si nanoparticles in laser-irradiated amorphous-Si thin film 133, 112956.
레이저가 조사된 비정질 실리콘 박막의 표면 구조가 레이저의 편광과 입사각에 따라 어떻게 변화 하는지 연구한 논문. 특히 경사 입사 조건에서 입자의 무질서도를 제어할 수 있음을 제시하였음.
3. **Chang Min Lee**, **Dong Hyun Choi**, Amjad Islam, Dong Hyun Kim, **Tae Wook Kim**, Geon-Woo Jeong, Hyun Woo Jo, Min Jae Park, **Syed Hamad Ullah Shah**, Hyung Ju Chae, Kyoung-Ho Kim, Muhammad Sujak, Jae Woo Lee, Donghyun Kim, Chul Hoon Kim, Hyun Jae Lee, Tae-Sung Bae, Seung Min Yu, Jong Sung Jin, Yong-Cheol Kang, Juyun Park, Myungkwan Song, Chang-Su Kim*, and Seung Yoon Ryu*, "Improved Device Efficiency and Lifetime of Perovskite Light Emitting Diodes by Size-Controlled Polyvinylpyrrolidone-Capped Gold Nanoparticles with Dipole Formation ", Scientific Reports, (2022) 12:2300 [IF : 4.996]
- 폴리비닐피롤리돈(PVP) 캡핑과 함께 크기 의존적 금 나노입자(AuNP)를 기존의 정공 수송층인 poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate)(PEDOT:PSS)에 혼입하여 변형된 층간으로서 메틸암모늄-납-브로마이드(MAPbr3) 기반의 페로브스카이트 발광 다이오드(PeLED)에서 이온 확산/이행을 차단함. 큰 AuNP(>90 nm)를 사용하면 넓은 표면적으로 인한 과도한 전하 운반체의 트랩으로 인해 엑시톤 재조합이 감소한다는 것을 나타냄.
4. Dong Hyun Kim, **Chang Min Lee**, Amjad Islam, **Dong Hyun Choi**, Geon-Woo Jeong, **Tae Wook Kim**, Hyun Woo Cho, **Yeong Beom Kim**, **Syed Hamad Ullah Shah**, Min Jae Park, Chul Hoon Kim,* Hyun Jae Lee, Jae Woo Lee, Seain Bang, Tae-Sung Bae, Jong Bae Park, Seung Min Yu, Yong-Cheol Kang, Juyun Park, Myeongkee Park, Yeonsu Jeong, Sang Geul Lee, Jong Sung Jin, Kyoung-Ho

Kim,* Muhammad Sujak, Surk-Suik Moon, Sanghyuk Park, Myung kwan Song, Chang-Su Kim, and Seung Yoon Ryu*, “Efficient Photon Extraction in Top-Emission Organic Light-Emitting Devices Based on Ampicillin Microstructures”, Advanced Materials, (2022) 2202866 [IF : 32.086]

- 광발광(PL)과 일렉트로루미네센스(EL)를 유도하는 이중상(α/β -phase)을 갖는 암피실린 미세구조(Ampicillin microstructure, Amp-MS)를 도입하여 TEOLED(Top Emission OLED)의 효율성을 향상시킴. 또한, Amp-MS는 페르미 레벨(EF) 정렬에 의해 전하 균형을 조정할 수 있으므로 누출 전류를 줄일 수 있음. 파동 유도 모드의 감소는 광 산란을 통한 광 아웃 커플링을 향상시킬 수 있음. 결과로 TEOLED는 J-aggregation에 의한 스펙트럼의 적색 이동으로 인해 더 넓은 색역(118%)과 함께 기록적인 외부 양자 효율성(EQE)을 보여줌. (최대: 68.7%, 평균: 63.4%, 최대: 44.8%, 평균: 적분구: 42.6%) EL 강도의 deconvolution은 Device EQE 향상에 대한 Amp-MS의 기여를 명확히 하기 위해 수행됨(Amp-MS에 의한 광학 산란: 17.0%, 복사 에너지 전달에 의한 PL: 9.1%, J-aggregated excitons 에 의한 EL: 4.6%).

5. Influence of oxygen-related defects on In-Ga-Sn-O semiconductor due to plasma-enhanced atomic layer deposition of Al₂O₃ for low-temperature thin-film transistor in terms of electrical properties, **H.W. Kim, C. Oh, H. Jang, M.Y. Kim, B.S. Kim***, Journal of Alloys and Compounds (2022), 918, 165649.

- 저온 공정을 위해 산화물 반도체 위에 Al₂O₃ 박막을 PEALD를 이용하여 증착 할 경우, O₂ plasma power에 의한 TFT의 전기적 특성 변화에 대한 메커니즘 규명

6. Enhanced electrical properties of In-Ga-Sn-O thin films at low-temperature annealing, **C. Oh, H. Jung, S.H. Park, B.S. Kim***, Ceramics International (2022), 48, 9817.

Electrical and optical properties of In-Ga-Sn-O (IGTO) thin films deposited by radio-frequency magnetron sputtering were investigated according to annealing temperatures. While IGTO films remained an amorphous phase even after a heat treatment at temperature up to 500 ° C, Hall measurements showed that annealing temperature had a significant impact on electrical properties of IGTO thin films.

7. Electrical properties of low-temperature SiO₂ thin films prepared by plasma-enhanced atomic layer deposition with different plasma time, **T. Kim, C. Oh, S.H. Park, J.W. Lee, S.I. Lee, B.S. Kim***, AIP Advances (2021), 11, 115126.

SiO₂ films grown by PEALD at a low temperature of 150 ° C using DIPAS and oxygen exhibited dramatically different electrical characteristics depending on plasma exposure time. The growth rate and etch rate of SiO₂ films decreased as plasma exposure time increased, reflecting an increase in SiO₂ film densification. C-f characteristics showed that the dielectric constant of the resultant SiO₂ film decreased to 4.0, close to that of stoichiometric SiO₂, with increasing plasma time.

[KCI 등재지 연구논문 게재]

스포츠융합학과 소속 대학원생 1명은 KCI 등재 학술지에 1편의 연구논문을 게재했으며, 현재 진행 중인 연구의 결과를 향후 SSCI 등재 학술지에 게재할 예정이다

1. **김혜림 · 김대진 · 류성욱***(2022). 골프 전문화 수준에 따른 스크린골프장 서비스스케이프 선호의 다양성. 『한국사회체육학회지』, 89, 117-126.

문화콘텐츠융합학과 소속 대학원생 1명은 KCI 등재 학술지에 1편의 연구논문을 게재했으며, 김정우 교수, 박진호 교수와 함께 공동연구자료를 학술대회에 발표하였음. 해당 연구를 포함한 3편의 연구논문을 KCI학술지에 게재할 예정임. 또한 현재 진행 중인 연구의 결과를 향후 SSCI 등재 학술지에 게재할 예정임

1. **김영옥**, 김정우(2021) 가상세계 아바타 활용을 위한 디지털 리터러시 역량에 관한 연구. 인문콘텐츠학회. 인문콘텐츠 제63호 143 - 170 (28 pages)

[KCI 등재지 연구논문 Under Review]

스포츠융합학과 소속 대학원생 3명은 KCI 등재 학술지에 2편의 연구논문을 Under Review 중에 있음. 현재 1편은 2022년 10월 게재 예정이며, 1편은 1차 심사 중에 있음.

1. **박호성 · 김혜림 · 류성옥***, 등산활동 참여자의 진지한 여가 경험이 긍정심리자본과 여가 만족을 향상시키는가? 『한국스포츠학회지』 (10월 게재 예정)
2. **고현지 · 김대진 · 류성옥***, PC방 서비스스케이프 지불의사. 『한국게임학회』 (1차 심사중)

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

[인문콘텐츠학회 (2022.06.04.)]

- 김정우 교수님과 박진호 교수님과 함께 인공지능 기술이 결합된 디지털 휴먼에 관한 연구 진행.

2022 문화콘텐츠 연합학술대회 공동 연구자료 발표

(인문콘텐츠학회, 글로벌문화콘텐츠학회, 콘텐츠문학학회, 한국다큐멘터리학회, 한국전자출판학회, 한국축제포럼)

1. **박진호·김영옥·김정우**, “디지털 휴먼 유형에 관한 연구”
 - 인문콘텐츠학회(KCI등재학회)를 포함한 6개의 KCI등재학회와 콘텐츠전문단체가 주최하는 연합학술대회에서 발표 진행함.

[제92차 한국관광학회 부산국제학술대회 (2022.07)]

스포츠융합학과 소속 대학원생 3명은 2022년 7월 부산 벡스코 컨벤션홀에서 열린 제92차 한국관광학회 부산국제학술대회에 연구논문 3편에 대해 구두 발표함

1. **김혜림**, 류성옥, “스크린레크리에이션 전문화에 따른 골프장 이용자의 서비스스케이프 지불의사”
 - 본 연구는 코로나 팬데믹으로 인한 골프 붐에 따라 스크린골프장의 이용객들을 레크리에이션 전문화로 분류한 뒤 세분집단이 갖는 서비스 속성의 선호도를 파악하는 것에 목적이 있음. 미시경제적 가치평가 방법중 하나인 선택실험법을 통해 선호 구조를 파악하여 우후죽순 생겨나고 있는 스크린 골프장들의 경쟁력을 제고하고 업주들이 고객들의 만족도를 극대화 할 수 있는 시사점과 마케팅 전략을 제시하였음.

2. **고현지**, 류성옥, “e스포츠-여가활동 참여자의 PC방 서비스스케이프 선호”

- 본 연구는 계량경제기법인 이산형 선택실험법을 통해 PC방 서비스스케이프를 구성하는 속성에 대한 이용객의 선호 구조를 파악하는데 목적이 있음. PC방 서비스와 관련된 다양한 속성을 토대로 연구가 설계되었으며, 계속해서 도태되고 있는 PC방들의 경쟁력을 향상시켜 이용객의 만족을 극대화할 수 있는 운영 전략을 제시한 점이 특징임.

3. **박호성**, 류성옥, “등산 활동 참여자들의 진지한 여가 경험이 긍정심리 자본과 여가 만족 형성에 미치는 영향”

- 본 연구는 등산활동 참여자를 대상으로 진지한 여가 경험이 긍정심리자본과 여가 만족 형성에 미치는 영향을 살펴보는 데 목적이 있음. 지난 1년 동안 등산활동에 참여한 성인 337명을 대상으로 온라인 설문조사를 진행하였으며, 분석 결과에 근거해 변수들 사이의 이론적 관계에 대한 상관관계를 입증하고 논의를 진행하였음.

[레이저가공학회 2021 추계학술 발표 대회 (2021. 11.18~11.19)]

1. **황의선**, 강민진, 정병호

- 제목: 자외선 나노초 레이저에 의해 형성된 비정질 실리콘 나노입자의 RGB 색 공명
- 요약: 실리콘 박막 표면에 자외선 나노초 레이저를 조사하여 박막의 변화를 확인. 레이저의 에너지와 scan pitch를 조절하여 표면에 실리콘 나노입자를 형성하고 형성된 나노입자의 RGB 색 특성을 측정 및 시뮬레이션 결과와 비교 분석함

2. **백기현**, 정병호, **황의선**

- 제목: 적외선 펄스 레이저를 이용한 마이크로렌즈 어레이 제작 과정
- 요약: 초단 펄스 레이저를 이용하여 유리에 조사하여 에칭을 한 후 PDMS 몰딩을 통해 지름 26 um, 초점거리 70 um의 microlens array를 만들었으며 실험을 진행하며 90분 에칭이 렌즈 형상에 가장 적합함을 알 수 있었음

[2021 MRS(Material Research Society) Fall Meeting & Exhibit (11/29~12/2)]

1. **Chang Min Lee**, Won Ho Lee, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Kim, **Dong Hyun Choi**, **Tae Wook Kim**,

Hyun Woo Cho, **Syed Hamad Ullah Shah**, **Yeong Beom Kim**, Min Jae Park, Hyung Ju Chae, Amjad Islam, Sung Tae Shin and Seung Yoon Ryu* “Variations in Surface Morphology and Thin Film Properties of Thermally Damaged Top-Emission Organic Light-Emitting Diodes”

- 열 노출 조건 Ph-OLED architecture에서 개별 유기층의 광학 및 기하학적 특성 변화를 보고함. 열촉진제로서의 구리(Cu) 증착으로부터 소자와 유기층에 일정한 열손상이 발생함. 중요한 것은 낮은 유리 전이 온도(Tg)로 인해 인광 호스트 물질 CBP가 빠르게 손상되어 광학 및 기하학적 표면 특성이 변화한다는 것임. 높은 Tg에도 불구하고 여기자 차단층 TCTA와 정공 수송층 NPB는 열 노출로 인한 현저한 광학 특성과 표면 형태적 변화를 보임. 따라서 본 연구는 Ph-OLED의 열손상이 Tg와 광학, 형태학적 안정성에 대한 온도 의존성 모두에 의해 영향을 받는다는 것을 밝힐 수 있음.

[2022 MRS(Material Research Society) Spring Meeting & Exhibit (5/8~13)]

1. **Tae Wook Kim, Chang Min Lee, Dong Hyun Kim, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Hyun Woo Cho, Yeong Beom Kim, Min Jae Park, Syed Hamad Ullah Shah, Amjad Islam and Seung Yoon Ryu***, "Exploring the Recombination Zone of Blue Organic Light-emitting Diodes from Various Thickness of Emitting Layer without Sensing Layer"
 - 발광층(EML)의 두께를 변화시켜 청색인광 OLED(Ph-OLED)의 재결합 영역(RZ) 움직임을 묘사하는 간단하고 효과적인 방법을 제시함. 다양한 EML 두께에 따른 전계발광(EL) 스펙트럼에서 관찰된 변화를 조사하였고, 그 색상 좌표를 비교하여 EML에서 효율적인 여기자 제한으로 청색 Ph-OLED의 향상된 성능을 노출시킴. 청색 Ph-OLED의 RZ 이동은 EML 두께 변동과 전기적 분석에 의해 모니터링됨. 메인 RZ와 서브 RZ로부터 EL 강도를 분석하고 EL 강도를 통해 EML 두께의 최적점을 찾을 수 있다는 결론을 내림. 따라서 본 연구는 EML의 두께를 최적화하여 RZ를 제한하는데 유리할 것이며, 청색 OLED에서 EML 두께의 적절한 선택은 원하는 효율을 실현하기 위한 성능 향상을 위해 필수적임.
2. **Dong Hyun Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Chang Min Lee, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Yeong Beom Kim, Hyun Woo Cho, Min Jae Park, Amjad Islam and Seung Yoon Ryu***, "Strategy for Highly Efficient Perovskite Solar Cell : The Ratio of Precursor with GBL : DMF:DMSO Mixing Solution"
 - 디메틸포름아미드(DMF)의 혼합물을 포함하는 세 가지 혼합 용매인 디메틸설폭사이드(DMSO)와 γ -부티로락톤(GBL)을 사용함. 용매는 생성된 페로브스카이트 필름의 두께와 입도에 영향을 미침. 페로브스카이트 필름의 형태는 PSC의 광전 성능을 강하게 입증함. 용액 간 혼합비를 비교하여 가장 최적의 조성비를 찾았으며, 필름 형성 시 용액의 화학반응이 효율을 개선 및 감소시키는 원인임을 알 수 있었음. 고효율 페로브스카이트 태양전지 제조에 적합한 솔루션을 선정하는 것이 유용한 지침이 될 수 있을 것으로 기대됨.
3. **Hyun Woo Cho, Dong Hyun Kim, Chang Min Lee, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Yeong Beom Kim, Min Jae Park, Syed Hamad Ullah Shah, Amjad Islam and Seung Yoon Ryu***, "A Simple Structured Exciplex Device with a Multi-Color Sensing Capability"
 - 본 연구에서는 간단한 구조의 백색 발광을 위한 이중 엑시플렉스 소자를 소개함. 기존에 보고된 다층 백색 유기 발광 다이오드(OLED)는 두 개 또는 세 개의 발광체를 결합하여 백색광을 방출함. 그러나, 소자 제작의 관점에서, 여러 유기층을 적층하는 것은 너무 어렵고 비용이 많이 듦. 종래의 구조는 소자 제조 공정의 복잡성 및 비용 문제와 같은 문제점을 가지고 있음. 엑시플렉스 소자는 기존 OLED의 한계를 해결하기 위한 후보 중 하나일 수 있지만 구동 전압에 따라 색상이 달라질 수 있는 문제가 있음. 여기서, 우리는 비율을 제어하고 구동 전압에 따라 거의 변화가 없는 2개의 전자 수송층(ETL) 재료(TPBi, TmPyPB)를 사용하는 2층 엑시플렉스 소자를 제안함.

[2022 한국진공학회 하계정기학술대회 (8/17~19)]

1. **Hyun Woo Cho, Chang Min Lee, Dong Hyun Kim, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Yeong Beom Kim, Min Jae Park, Amjad Islam, and Seung Yoon Ryu***, "Optimum Doping Concentration of Host and Guest System in Red Phosphorescent Organic Light-Emitting Diodes"

- 본 연구에서는 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode, OLED) 구조의 일부인 발광층(Emission Layer, EML)의 호스트 물질과 도펀트 물질의 농도 차이로 인한 성능 변화를 관찰하였음. 일반적으로 인광물질을 이용한 OLED 소자는 텍스터 에너지 전달 원리를 이용하기 때문에 EML을 구성하는 도펀트 원자간 거리가 가까워야 함. EML을 구성할 때 도펀트의 도핑 농도를 8~10%로 설정하면 도펀트 물질 간의 거리가 가까워져 텍스터 에너지 전달이 잘 일어남. 다만, 본 실험에서 EML의 도핑 농도의 약 0.5~10%를 스크리닝한 결과, 낮은 도핑 농도(1~2%)가 적용된 소자는 종래의 도핑 농도(8~10%) 도핑 소자보다 우수한 성능을 보임. 본 포스터에서는 OLED에 사용되는 에너지 전달 원리와 저농도에서 소자의 효율이 향상되는 이유에 대해 설명함.

[2022 IMID (8/23~26)]

1. **Yeong Beom Kim, Dong Hyun Kim, Chang Min Lee, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Hyun Woo Cho, Min Jae Park, Amjad Islam and Seung Yoon Ryu*** “Optical and Electrical Approaches for the Recombination Zone in FIrpic based Blue Phosphorescent Organic Light-Emitting Diodes”
 - FIrpic 기반 청색 PhOLED에서 재결합 영역(RZ)의 폭과 그 제한 전략에 대해 자세히 연구함. EML에서 엑시톤 밀도를 제한하지 못하는 것은 효율적인 EML을 가지고 있음에도 불구하고 장치 효율의 상당한 변화를 유도할 수 있음. 따라서, 개선을 위해 EML에서 엑시톤 밀도 또는 RZ를 제한하는 것이 필수적임. OLED 장치의 효율성 EL 시프트의 정확한 메커니즘을 밝히기 위해, 우리는 전계 증폭 분광법으로 조사함. 20 nm 이상의 EML 두께에서 계면 엑시플렉스는 사라지고 EQE는 최대 23% 증가했음. EML 두께가 추가로 증가하면 색상 좌표가 하늘색에서 녹색으로 바뀜. 더 높은 두께(>20 nm)에서 FIrpic의 저지대 결합 상태와 관련하여 생성된 엑시톤은 색상 좌표 이동과 함께 EQE의 감소를 유도함. 따라서, 에너지 효율이 높은 청색 Ph-OLED를 실현하기 위해 계면 엑시플렉스와 저지대 에너지 상태를 유도하는 결합을 배제하는 최적화된 두께를 갖는 고품질 EML이 예시됨.
2. **Syed Hamad Ullah Shah, Chang Min Lee, Dong Hyun Kim, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Yeong Beom Kim, Hyun Woo Cho, Min Jae Park, Amjad Islam, and Seung Yoon Ryu*,** “The Effect of Solvent Engineering on the Morphology and Performance of Perovskite Solar Cells”
 - 디메틸포름아미드(DMF), 디메틸설폭사이드(DMSO) 및 γ -부티로락톤(GBL)의 세 가지 용제의 조합을 사용하여 요오드화납(PbI₂)을 용해하고, 페로브스카이트 기반 요오드화메틸암모늄(MAPBI3) 필름의 석출을 위해 요오드화메틸암모늄(MAI)을 용해함. 혼합 용매는 생성된 페로브스카이트 필름의 두께, 거칠기 및 입도에 영향을 미침. 용매간 혼합비를 비교하여 가장 나쁜 점과 가장 좋은 점을 찾았으며, 효율이 향상되고 감소하는 이유는 용질과 용매 간의 적절한 중간상 형성으로 인한 거칠기의 감소였음. 낮은 조도는 전하 수송층과 페로브스카이트층 사이의 더 나은 접촉을 보장했음. 주사전자현미경(SEM)을 통해 40:30:30(DMF:GBL:DMSO)이 페로브스카이트 층의 더 나은 입도 및 형태학을 달성하기 위한 최적의 비율임을 알 수 있었음. 고효율 PVSC 소자 제작에 적합한 솔루션을 선정하는 것이 유용한 지침이 될 수 있을 것으로 기대됨.
3. **Dong Hyun Kim, Chang Min Lee, Amjad Islam, Dong Hyun Choi, Geon-Woo Jeong, Tae Wook Kim, Hyun Woo Cho, Yeong Beom Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Min Jae Park, and Seung Yoon Ryu*,** “Optimal Fusion of Hole-Transport Layer with Antibiotic for Highly Efficient Organic Light-Emitting Diodes”

- 평판 디스플레이, 휴대용 전자 장치 및 바이오 의료 장치의 수요가 기하급수적으로 증가함에 따라, 고효율 유기 발광 다이오드(OLED)의 제조에 상당한 관심이 쏠리고 있음. 우리는 광전자 공학에서 널리 사용되는 항생제인 암피실린(Ampicillin)의 강력한 기여를 제시함. Amp와 poly(3,4-ethylene dioxythiophene): poly(styrene sulfonate)(PEDOT: PSS)의 최적 용착은 단일 단위 녹색 인광 바닥 발광 OLED(BEOLED)의 소자 효율을 크게 향상시킴. 분자의 병렬 배열은 J-응집 생성을 용이하게 했음. 결과적으로, BEOLED에서 전류 효율(CE)(120 cd/A)과 EQE(35%)의 값이 나옴. 또한 TEOLED (Top-Emission OLED)에서 어닐링 조건을 최적화함. 그 결과 TEOLED는 매우 높은 CE(최대 281.3 cd/A, 평균 264.3 cd/A)와 EQE(최대 68.7%, 평균 63.4%)를 보임. 이러한 연구결과는 고성능 광전자/바이오 전자소자의 개발을 가능하게 할 것으로 기대됨.

4. **Donghoon Kim**, Jaewan Park, Seongyoon Lee, and Munpyo Hong, Ni-based Elastic Metal Alloy Dry Etching for High Resolution Stretchable AMOLED

- 차세대 고해상도 신축성 AMOLED 또는 LED 디스플레이의 경우 백플레인 상의 금속 버스 라인은 낮은 저항과 2 μ m 선폭 이하의 미세 패터닝 공정을 만족시켜야 함. 이러한 요구 사항을 아카이브하기 위해 Ni계 합금/AI 박막의 다층 금속 버스라인에 대한 대안적인 건식 에칭 공정을 개발하고 있음. Ni계 합금의 경우 탄성과 복원력이 좋아 신축성 디스플레이에 필요한 특성을 나타내는 반면 AI 층은 충분히 높은 전도성과 연성을 제공한다. 일반적인 Cl 기반 가스 시스템을 사용하는 종래의 유도 결합 플라즈마(ICP) 드라이 에칭 장비로는 탄성금속으로서의 Ni계 합금 박막 에칭이 거의 이루어지지 않았음. 이러한 한계를 극복하기 위한 시도로 80 $^{\circ}$ C 이하를 유지하는 저온 기판 표면과 침탄 ICP 소스를 갖는 반응성 이온 에칭 시스템에서 Cl 기반 가스와 새로운 첨가제 가스의 조합을 이용하여 대체 건식 에칭 공정을 모색하고 있음.

5. Enhanced Electrical Performance and Stability of InGaSnO Thin-film Transistors with Al₂O₃ Grown by Dual-Atomic Layer Deposition

Changyong Oh, Hyunjae Jang, and Bo Sung Kim

- 탑게이트 In-Ga-Sn-O(IGTO) 박막 트랜지스터는 150 $^{\circ}$ C의 저온에서 게이트 절연체로 알루미늄 산화물(Al₂O₃)을 사용하여 제작되었다. 150 $^{\circ}$ C에서 PEALD와 Thermal ALD의 순차 공정을 이용하여 Al₂O₃층의 이중 증착 사이클 비율을 조절함으로써, IGTO TFT는 전기적 게이트 바이어스에 대한 우수한 전기적 특성을 나타내었다. IGTO 박막의 2차 이온 질량 분석 및 X선 광전자 분광 분석 결과, 저온 IGTO TFT의 성능과 전기적 안정성은 IGTO 반도체의 하이드록실기 양 및 산소 결핍에 크게 좌우되는 것으로 나타났다. 수소 및 물 분자에 의한 결함은 Al₂O₃의 열 ALD 동안 IGTO 층으로 확산된다.

6. Effects of hydrogen incorporation on electrical performance in top gate coplanar InGaZnO thin-film transistors by thermal annealing

Hyeong Wook Kim, Hyunjae Jung, Bo Sung Kim

- TCAD 방법을 이용한 coplanar 구조의 IGZO TFT에서의 수소 관련 상태 연구

7. Electrical stability for positive gate bias stress of a-IGZO TFTs with Al₂O₃ Grown by O₃-Thermal Atomic Layer Deposition as a protection layer

So Hee Park, **Hyeong Wook Kim**, Bo Sung Kim

- 게이트 바이어스 전극에 의해 형성된 기생 전류에 대한 원인 분석과 개선 방안 연구

8. Studies on Hump Phenomena Induced by Long-term Mechanical Stress of Stretchable Top Gate InGaZnO Thin-film Transistors on Wavy-form Elastomer Substrates

MinYoung Kim, Bo Sung Kim

- 장기간 반복된 물리적 스트레스에 의해 Stretchable IGZO TFT에서 나타나는 Hump 현상 연구

[제 29회 한국반도체학술대회 (2022.01.24.~1.26)]

Study of Sub-gap States Related to Electrical Characteristics of Low-Temperature In-Ga-Sn-O Thin-Film Transistors with Al₂O₃ Gate Insulators Prepared by Plasma-Enhanced Atomic Layer Deposition,

H.W. Kim, C. Oh, H. Jang, M.Y. Kim, B.S. Kim

- 저온 공정을 위해 산화물 반도체 위에 Al₂O₃ 박막을 PEALD를 이용하여 증착 할 경우, O₂ plasma power에 의한 TFT의 전기적 특성 변화에 대한 메커니즘 규명.

[한국광학회 2022 동계 학술발표회 (2022.2.16.~2.18)]

1. **황의선, 강민진, 정병호**

- 제목: RGB resonance colors in an amorphous-Si thin film induced by an ultra-violet nanosecond laser
- 요약: 레이저의 에너지 fluence 및 irradiation number를 조절하여 실리콘 박막 표면구조를 만들고 만들어진 구조에서 나타나는 RGB spectrum과 구조를 비교 분석함

[SPIE-Optics & Photonics 2022 (미국 샌디에고 8/21-8/16)]

1. **황의선, 강민진, 정병호**

- 제목: Laser-induced Si nanoparticle and the application of RGB resonance color-filters

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

1. 열손상에 대한 유기발광다이오드의 소자 성능 및 박막 특성 분석, 출원, 10-2021-0143837, (2021.10), 류승운, 김동현, **이창민, 정건우, 김태욱, 최동현**, 박민재, **조현우**, 채형주

- 본 발명은 유기발광소자의 열에 대한 영향에 관한 것이며, 보다 상세하게는 유기물이 증착 및 공정 환경에서 열에 노출될 경우 유기발광소자에 어떤 영향을 미치는지에 관한 것임.

2. 도핑이 없는 유기발광다이오드용 도너- π -억셉터 기반 딥블루 전계발광 재료, 출원, 10-2021-0146428, (2021.10), 류승운, **이창민**, 김동현, **정건우, 김태욱, 최동현**, 박민재, **조현우**, Amjad Islam, 채형주

- 향상된 OLED 소자 성능으로 이미다졸 형광단의 활용 범위를 넓히기 위해, 높은 전자 수송 능력을 가지고 있는 수용체인 이미다졸을 적용하고 acceptor로 tri-phenylamin (TPA)를 적용하였음. 높은 정공 수송 능력이 phenyl linker와 연관되기 때문에 고유한 Y형 분자를 설계하는 Donor- π -Donr 전략을 채택하였음. 이 분자 설계에서 우리는 이전에 보고된 분자와 비교하여, TPA 부분(이미다졸 고리의 C2, C4 및 C5 위치에서)을 1개에서 3개로 늘렸음.

3. 스트레처블 유기 발광소자를 활용한 웨어러블 스트레인 센서, 출원, 10-2021-0150178, (2021.11), 류승운, **이창민**, 김동현, **정건우, 김태욱, 최동현**, 박민재, **조현우**, 채형주

- 본 발명은 연신가능한 유기발광소자에 기반한 센서에 관한 것이며, 보다 상세하게는 색 변화를 토대로 연신율을 유추하는 장치에 관한 것임.

4. 스트레처블 광 소자 및 그 제조방법, PCT 국제출원, PCT/KR2021/016790, (2021.11), 류승윤, 김동현, **이창민**, 최대근, 채형주, **정건우**, **최동현**, **김태욱**, 박민재, **조현우**
 - 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 2축 연신이 가능하되, 연신 시에도 시야각에 따라 색 좌표가 변하지 않고 일정한 색을 유지할 수 있는 스트레처블 광 소자를 제공하는데 있다. 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 구동 중 발생하는 열을 효과적으로 방출시킴으로써, 고 휘도에서도 열방출을 통한 고 효율을 유지할 수 있는 스트레처블 광 소자를 제공하는 데 있다. 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 광 소자를 단시간에 유리 기판으로부터 분리시킬 수 있는 스트레처블 광 소자 제조방법을 제공하는 데 있다.
5. 웨어러블 스트레인 센서 및 그 제조방법, 출원, 10-2022-0001478, (2022.01), 류승윤, **이창민**, 김동현, **정건우**, **김태욱**, **최동현**, 박민재, **조현우**, 채형주
 - 웨어러블 스트레인 센서가 제공됨. 상기 웨어러블 스트레인 센서는, 대상 체에 부착되며, 빛을 발생시키되, 상기 대상체의 변형 시 유발되는 상기 빛의 색 변화를 통하여, 상기 대상체의 변형 정도를 측정하는 웨어러블 스트레인 센서로서, 스트레처블 주름을 가지며, 소정 두께 이하로 형성되는 스트레처블 기판; 상기 스트레처블 기판 상에 형성되는 제1 전극; 상기 제1 전극과 대향되게 형성되는 제2 전극; 및 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 형성되는 유기 발광층을 포함하되, 상기 제1 전극, 제2 전극 및 유기 발광층의 형상은 상기 스트레처블 기판의 형상에 종속되며, 상기 제1 전극은, 상기 유기 발광층으로부터 방출되는 빛의 색이 상기 대상체에 의해 상기 웨어러블 스트레인 센서에 가해지는 스트레인(strain)에 따라 변화되도록 미세 공동(micro-cavity)을 발생시키는 반투명 전극으로 이루어질 수 있음.
6. 유기발광소자용 화합물, 그 제조방법 및 이를 구비하는 유기발광소자, 출원, 10-2022-0001461, (2022.01), 류승윤, **이창민**, 김동현, **정건우**, **김태욱**, **최동현**, 박민재, **조현우**, Amjad Islam, 채형주
 - 유기발광소자용 화합물이 제공됨. 상기 유기발광소자용 화합물은, 도너인 트리 페닐아민(TPA) 및 엑셉터인 이미다졸을 가지며, 상기 도너와 엑셉터가 π 링커로 연결되어 이루는 Y형 이미다졸 형광단을 포함하되, 상기 Y형 이미다졸 형광단은 도핑되지 않을 수 있음.
7. 광전소자용 화합물, 그 제조 방법 및 이를 구비하는 광전소자, 출원, 10-2022-0071358, (2022.06), 류승윤, **이창민**, 김동현, **정건우**, **김태욱**, **최동현**, 박민재, **조현우**, **김영범**, SHAH SYED HAMAD ULLAH, Amjad Islam
 - 광전소자용 화합물이 제공됨. 상기 광전소자용 화합물은, 매트릭스 물질; 및 상기 매트릭스 물질 내에 혼재되어 있으며 생성 온도가 다른 이중의 결정상을 포함하되, 상기 이중의 결정상 중 어느 하나의 결정상에 의하여 광 산란이 유도될 수 있음.
8. 광전소자용 화합물, 이를 구비하는 광전소자 및 그 제조 방법, 출원, 10-2022-0071360, (2022.06), 류승윤, **이창민**, 김동현, **정건우**, **김태욱**, **최동현**, 박민재, **조현우**, **김영범**, SHAH SYED HAMAD ULLAH, Amjad Islam
 - 광전소자용 화합물이 제공됨. 상기 광전소자용 화합물은 매트릭스 물질; 및 상기 매트릭스 물질 내에 분산되어 있으며, 표면에 쌍극자 외피층이 형성되어 있는 복수 개의 금속나노입자를 포함하며, 페로브스카이트 발광 소자(PeLED)로 이 루어지는 광전소자의 정공층을 이루게 될 수 있음.
9. 유전영동과 전기영동을 활용한 대면적 디스플레이상에 균등하게 나노라드를 자가정렬하는 기술 (DP-2022-0501), (2022. 8), 박재병, **신호산**

- 대형 투명 디스플레이를 구현하기 위하여 유전영동(DEP)과 전기영동(EP)을 이용하여 Microfluidic Structure내에서의 위치별로 파라미터(Cell Gap, 전압, Waveform 등) 값을 달리하여 진행하는 기술을 제안하고 시뮬레이션을 통하여 이론을 검증하고 청구항에 포함하여 특허화를 진행함.

10. 기관탈착용 박막 및 그 제조방법, 출원, 10-2022-0026616, (2022.03), 김보성, **김민영, 김태현, 박소희**

- 본 발명의 기관 탈착용 박막 제조방법에 따르면, 지지 기관의 일면에 금속무기염으로 이루어진 금속 무기염 박막층을 배치하는 단계를 포함함. 수명이 긴 UV 또는 IR 램프를 사용하여 빛과 열 에너지를 전달할 수 있어, 유지관리 비용이 저렴하고, 단순히 빛과 열에너지를 넓은 면적으로 전달할 수 있어 11세대 글래스 이상의 대면적 기관 탈착을 용이하게 진행할 수 있는 기관 탈착용 박막 및 그 제조방법을 제공할 수 있음.

11. 액티브 매트릭스 디스플레이 구동을 위한 수직 트랜지스터 어레이, 출원, 10-2022-0026546, (2022.03), 김보성, **김형욱, 오창용**

- 본 발명은 모바일 폰을 위한 OLED와 AR/VR 용 OLED 디스플레이, 폴더블, 롤러블 등 차세대 플렉서블 디스플레이 제품DML 표시성능을 향상시키기 위한 백플레인(backplane)의 트랜지스터 구조 및 공정에 관한 기술임. 또한, OLED 백플레인(backplane) 트랜지스터 어레이 형성에 관한 기술임.

12. 스마트 안경용 디스플레이 렌즈 및 그 제조 방법, 출원, 10-2022-0044726, (2022.04), 김보성, **김형욱, 오창용, 홍문표**

- 본 발명은 스마트 안경용 디스플레이 렌즈 및 그 제조 방법에 관련된 것으로 보다 구체적으로는, 스마트 안경의 전방면에 초고해상도로, 이미지나 텍스트 등과 같은 형태의 정볼트 디스플레이할 수 있는 스마트 안경용 디스플레이 렌즈 및 그 제조 방법에 관련된 것임.

13. 수소연료탱크 및 그 제조방법, 출원, 10-2022-0008563, 김보성, **김민영**

- 상기 수소연료탱크는, 비금속 재질로 이루어지며, 수소 기체가 수용되는 수용 공간이 내부에 마련되되, 내벽면 및 외벽면 중 적어도 어느 한 벽면에 삼차원 형상의 주름 구조가 종횡 방향으로 형성되는 탱크 바디; 및 상기 탱크 바디에 형성되어 있는 주름 구조의 형상이 표면으로 드러나도록, 상기 주름 구조상에 상기 주름 구조의 형상을 따라 형성되며, 서로 다른 박막의 적층 구조로 이루어지는 수소 배리어층을 포함할 수 있음.

14. 단채널 수직 트랜지스터, 그 제조 방법 및 이를 포함하는 디스플레이, 출원, 10-2022-0006796, (2022.01), 김보성, **김형욱**

- 본 발명은 단채널 수직 트랜지스터, 이를 포함하는 디스플레이 및 그 제조 방법에 관련된 것으로 보다 구체적으로는, OLED의 해상도를 1,000 ppi 이상의 초고해상도로 구현할 수 있는, 단채널 수직 트랜지스터, 이를 포함하는 디스플레이 및 그 제조 방법에 관련된 것임.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

○ 캡스톤디자인 (대학원) (박재병 · 박진호)

- <캡스톤 디자인> 수업은 사업단이 표방하고 있는 VR, AR, MR, 홀로그램, 메타버스 전반에 이르는 이론 수업을 시작으로 실제 실감콘텐츠가 현업에 쓰이고 있는 국립박물관 현장 견학을 통해 이론수업과 디지털 현장을 아우르는 입체적인 수업을 전개하고 있음. 캡스톤 디자인 그룹별 팀티칭 콘텐츠 제작 참여를 통해 현장기업과 연계성을 이루는등 이론과 실무 능력을 고루 갖추게 할 것임.

- 김정우·김영옥(2022) 가상세계 아바타 활용을 위한 디지털 리터러시 역량에 관한 연구, 인문콘텐츠 제63호 143 - 170 (28 pages)
- 한국콘텐츠학회 2022 종합학술대회 논문발표 (2022.7.15)
 - 제목 : 역사인물형 인공지능 디지털 휴먼 콘텐츠에 관한 연구, -조선 마지막 왕 고종 인공지능 디지털 휴먼을 중심으로 -
 - 요약 : AI 휴먼을 분류하고 역사인물형 디지털 휴먼인 구한말 고종 황제 디지털 휴먼 제작과정과 그 의미를 논문으로 기술하였음
 - 수상 : 한국콘텐츠학회 2022년 종합학술대회 우수학술논문(Best Paper Award)에 선정됨
- 해외 국제학회 학술 활동
 - 학회명 : 2022 융복합 지식학회 국제학술대회 참여(몽골 수도 울란바토르)
 - 논문명 : The Metaverse of Harahorum the capital of the Mongol Empire and development of Genghis Khan AI Digital Human(박진호, 김정우, 김영옥 : 본 사업단 소속 교수와 학생과 공동 논문 제출)
 - 활 동 : 메타버스 관련 논문 제출 및 학회 참여(몽골 울란바토르 몽골국제대학교)



<그림> 몽골 울란바토르 국제대학(MIU)에서 열린 한국 융복합 학회 국제학술대회 모습

- 몽골국립대학교와 VR·AR·MR·메타버스 분야 관련 학술교류 실시
 - 몽골 최고 대학인 몽골국립대학교와 디지털 콘텐츠 공동연구와 학술교류 관련 논의
 - 몽골국립대학교 Multimedia Lab 엔크바야르(Enkhbayar Altantsetseg) 교수팀과 VR·MR 관련 교류
 - 2023년 상반기중 MR·XR·메타버스 기반 한몽 디지털헤리티지 국제학술대회 개최 논의중



<그림> 몽골국립대학교 멀티미디어랩 전경(왼쪽)과 몽골국립대 디지털문화유산 VR특강 모습(오른쪽)

- <2023년 문화체육관광 연구개발사업 '콘텐츠·문화예술 분야'과제 기획위원회> 활동
 - 실적내용 : KOCCA의 2023년 기획과제 전통문화 분야의 전문 기획위원으로 활동중(월 2회 자문)
 - 주관기관 : 문화체육관광부 한국콘텐츠진흥원
 - 기 간 : 2022.09.01.~2022.11.15.

◦ 경주 2022 HERI-TECH 디지털헤리티지(Digital Heritage) 국제학술대회 논문 발표

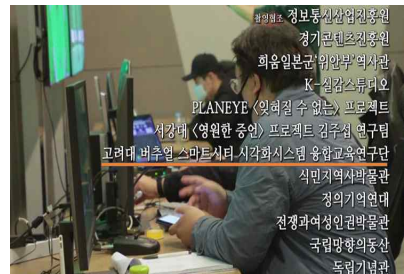
- 본 사업단 소속 박진호 교수, “XR기술 기반의 AI인공지능 디지털 휴먼” 발표
- 9월 16일 경주화백컨벤션센터에서 열린 ‘2022 제 2회 HERI-TECH 국제학술대회’에서 발표



<그림> 2022년 9월 16일 경주 화백컨벤션센터에서 열린 2022 HERI-TECH 국제학술대회 발표 모습

◦ SBS 방송사 8월15일 광복절 특집 다큐멘터리인 ‘홀로기록’에 본 사업단 방영

- 박진호, 김정우(문화콘텐츠학과 교수), 김영욱(문화콘텐츠학과 박사과정 본 사업단) 출연
- 지난 8월 14일 SBS의 8.15 광복절 특별 다큐멘터리에 본 사업단의 교수와 학생 출연 방송진행
- 본 사업단 박진호 교수의 6번 방송 노출과 함께 홀로그램 등 첨단 기술에 관한 3번의 인터뷰 실시



<그림> SBS방송사의 8.15특별 다큐멘터리 방영 모습으로 본 사업단명이 크레딧에 정확하게 명기

◦ JTBC 방송사 ‘차이나는K클래스’ 제 8회 강연자로 출연, 문화재 디지털 복원과 VR, XR, AI 최첨단기술 강연

- 박진호(본 사업단 연구교수)의 70분짜리 XR강연 프로그램
- jtbc 방송사의 경기도 김포에 위치한 버추얼 프로덕션(Virtual Production)인 XR-Studio에서 진행
- 총 3부로 이어진 70분짜리 강연 프로그램이었음, XR스튜디오에서 AR, MR기법을 총동원한 입체적인 강연





<그림> jtbc차이나는클래스 XR스튜디오 모습과 9월 25일 차이나는k클래스 방송 당시 모습 캡처 이미지



<그림> 고려대학교 세종캠퍼스 ICT가속기관 3층 AR,VR센터내 Dome 영상관 모습과 시범 콘텐츠

○ AR·VR센터 활성화를 위한 디지털콘텐츠 확보

- AR,VR센터 동영상관 콘텐츠 설치
- 4K고화질, 360도 VR용 영상, 디지털헤리티지 분야 관련 약 10종의 콘텐츠 확보
- 2022년도 2학기 캡스톤디자인 수업 팀티칭을 통해 신규 콘텐츠 제작 확보 예정임

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

○ 웹콘텐츠기획과개발 (학부) (홍종열)

- <웹콘텐츠 기획과 개발> 수업을 하면서 빠르게 변화하고 있는 현실에서 BK 사업과 연동시킨 실질적인 접목을 유도하였으며 향후 대학원에 진입해 보다 적극적인 전문인력 양성의 의미와 가능성을 논의하였음. 앞으로 문화콘텐츠 전공 학부생들의 대학원 입학과 BK 신규진입을 지속적으로 홍보할 예정임.

○ 문화콘텐츠정책의 이해 (대학원) (홍종열)

- <문화콘텐츠정책의 이해> 수업은 문화콘텐츠정책에 대한 거시적 사유를 함양하고 관련 하위 정책들에 대한 유기적 연계성에 대한 이해의 지평을 높이기 위해 설계되었다. 문화콘텐츠정책에 대한 세밀한 이해를 바탕으로 연구력 향상을 높이고 실제 연구논문을 체계적으로 작성해 봄으로써 문화콘텐츠 연구자로서의 역량을 증대시키고자 했다. 본 BK 사업과도 밀접하게 연계되어진 교과목으로 지속적인 대학원생 연구역량 강화에 심혈을 기울였다.

- 스포츠비즈니스연구방법론(영강)(류성욱) : 스포츠비즈니스 분야 연구논문을 작성하기 위한 다양한 지식과 테크닉을 습득하는 것에 목표를 두어 E-ICT 분야에서 스포츠와 접목시킨 최근 연구동향을 파악해 자유롭게 토론을 진행하였음.

- 문화콘텐츠론(김정우) : 문화를 만들어내는 목적과 문화를 만들어내는 주체, 문화가 형성되는 과정, 문화에 담긴 내용에 담론과 함께 4차산업이 시작된 시점에서 미디어를 포함한 문화콘텐츠의 변화에 관한 내용을 학습하였음. 4차산업 기술이 문화와 접목되어 시대, 집단, 인간 전체의 특정한 생활양식의 변화에 끼치는 영향과 예술 작품의 창의적 표현력을 과거와 달리 VR/AR 기술이 접목된 다양한 형태로 표현되는 것에 관한 새로운 해석과 과학기술의 발달로 인한 대중문화의 변화에 대한 내용을 학습하였음. 대중들이 접하는 문화의 다양성에 AR·MR 기술적 요소가 끼치는 영향력에 대한 내용을 이해하고, 디스플레이와 문화콘텐츠, 스포츠융합 전공자들의 향후 융·복합적 콘텐츠에 대한 예측을 토론하며 향유자가 몰입할 수 있는 미디어 콘텐츠 개발을 이해할 수 있도록 함.
- 스포츠ICT세미나(한남희) : 지식정보화 사회, 스포츠 문화의 시대를 향한 발걸음인 스포츠 ICT 산업의 성장은 꿈과 감성을 파는 사회로 나아가는 길임. 그러므로 스포츠 ICT 마케팅은 고객들에게 꿈과 감성을 팔기 위한 방법이라고 할 수 있음. ICT 콘텐츠를 통해 고객의 감수성을 자극하고 아름다운 꿈을 꾸게 함으로써 그들을 만족시키는 것이 궁극적으로 스포츠 ICT 콘텐츠 마케팅의 목적이라 할 수 있음. 그러나 이러한 목적을 달성하기 위해서는 다양한 스포츠 문화콘텐츠의 속성을 잘 이해하고 가장 적절하고 효과적인 마케팅 방안을 모색해야 함. 문화콘텐츠의 거대공룡은 스포츠임. 세계에서 가장 큰 축제인 올림픽 또한 ICT 올림픽이라고 함. 이는 ICT 콘텐츠로써 스포츠가 차지하는 비중이 크고 이러한 ICT 스포츠 마케팅의 연관, 복잡성은 매우 큼. 따라서 ICT 콘텐츠 마케팅의 실재를 스포츠를 중심으로 살펴보았음. 스포츠 ICT 산업의 발달은 스포츠 독자적인 학문의 발전보다는 학제 간의 융복합에 의한 연구가 필수불가결 함. 이러한 과정을 통해 융합학제 간 연구가 전개되었음.
- 박막트랜지스터소자물리2(김보성) : 대학원 교과목을 통하여 AR·MR용 고해상도 TFT 반도체 소자에 대한 수업을 진행. 고해상도 디스플레이를 구현하기 위해서는 TFT의 고성능이 뒷받침되어야 함. 산화물 TFT의 경우 높은 on/off 전류, 낮은 leakage current 특성, 저온 공정 등이 가능하므로 여러 분야에 사용되고 있음. 산화물 TFT의 구동 원리, 응용 분야 등에 대해 강의하고, 강의 후 학생들의 관련 논문 리뷰와 토론을 통해 연구역량을 개발하고 산화물 TFT를 통한 가상현실, 증강현실용 디스플레이의 성능 개선 연구 방향 등에 대한 내용을 공유하였음.
- 현장실습(김보성) : 2021년 11월 이엔에프테크놀로지 현장견학 (디스플레이, 반도체 소재)
- e스포츠레저행동이슈(영강)(류성욱) : 이 수업은 e스포츠 참가자들의 행동심리에 관련된 다양한 이론과 모델을 더 잘 이해할 수 있는 또 다른 기회를 제공하는 것에 목표를 둔다. e스포츠를 AR과 MR을 이용해 직간접적으로 체험함으로써 더 발전된 e스포츠를 만들 수 있는 발판을 마련하였음.
- 웹콘텐츠 기획과 개발(홍종열) : 학부 수업을 하면서 빠르게 변화하고 있는 현실에서 BK사업과 연동시킨 실질적인 접목을 유도하였으며 향후 대학원에 진입해 보다 적극적인 전문인력 양성의 의미와 가능성을 논의하였음. 앞으로 문화콘텐츠 전공 학부생들의 대학원 입학과 BK 신규진입을 지속적으로 홍보할 예정임.
- 스포츠에이전트(한남희) : 스포츠 산업의 핵심은 프로퍼티의 개발에 있음. 무형서비스 산업으로 분류되는 스포츠 산업은 제품을 개발하는데 복잡적이고 융합적인 성격이 강함. 또한 이러한 서비스

제품을 유통하는 단계는 일반적인 유형제품과 다른 형태를 띠며, 즉 스포츠 제품의 유통은 에이전트에 의해 이루어지고 있음. 따라서 이러한 스포츠에이전트의 이해는 스포츠 산업의 시장을 확대하는 가장 중요한 요소임. 현재의 스포츠에이전트는 스포츠 분야 뿐만 아니라 다양한 실무 처리를 필요로 하는데, 전략분석이나 비디오분석 등 첨단 융복합의 학제 간 연구를 수행하게 되어 있어 BK 취지에 부합함.

- 커뮤니케이션의 이해(김정우) : 커뮤니케이션의 기본적인 내용과 함께 어떻게 활용되고 있는가, 미디어를 사용하고 있는 커뮤니케이션의 이해를 중점으로 학습함. 모바일을 중심으로 하는 디스플레이가 많이 사용되고 있으며, 커뮤니케이션 툴이 다양하게 등장하면서 어떻게 잘 활용할 수 있는가에 관한 내용을 중심으로 학습하였음. 과거와 달리, 현재 AR·MR이 콘텐츠에 접목되는 다양한 사례들을 이해하고 향후 과학적 기술을 어떻게 잘 활용할 수 있는가에 대해 이해할 수 있게 함.
- 문화콘텐츠와 미디어(김정우) : 미디어에 관한 기초적 강의와 문화콘텐츠도 결국 미디어를 통하여 구현되고 미디어에 대한 기초적 이해의 필요성에 기반한 내용을 중심으로 학습하였음. 문화콘텐츠와 미디어의 관계 속 기술적 요소가 필수적 요소로 자리 잡고 있으며, 다양한 디스플레이와 플랫폼의 발달로 여러형태의 콘텐츠와 미디어가 등장하고 있으므로 이에 대해 강의함. 몰입감을 높이는 미디어 콘텐츠 개발을 위한 전문 인력 양성을 위한 미디어에 대한 이해를 높일 수 있게 함.
- 현장실습(김보성) : 2022년 8월 이녹스첨단소재 현장견학 (디스플레이, 반도체 소재)
- 응용물리세미나1(김보성) : 대학원 교과목을 통하여 대학원생 간 실무 R&D 세미나 및 기업체 전문가 초청 강의를 수행하였음.

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

- 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 계획과 수혜학생의 해외 연구 기회 확대
 - 본교 첨단신소재기술이전평가센터(AMTEC, 센터장 홍문표)가 총괄기관으로 독일 프라운호퍼 연구소(FH-ISC)와 진행 중인 “산업기술국제협력 전략기술형 국제공동기술개발사업 글로벌 협력거점형 공동R&D 사업”에 연구원으로 참여하여 국제화된 연구환경을 경험하고 세계수준의 연구자로 역량을 축적하고 있음
 - 박사 과정생 국제 인턴십, 선진 외국 연구 단체와 교환학생 제도를 통한 학생 교류, 학위 과정 중 국제학회 발표 기회 제공을 통해 국제적인 수준의 대학원생을 육성
 - 연구성과와 학업성적이 우수한 대학원생들을 우선으로 AR·MR 시스템, 콘텐츠 및 실감형 디스플레이 관련 해외 저명학회 참석 비용을 본 사업 예산에서 지원
- 외국대학과의 복수 학위제, 해당 신산업분야의 외국 연구소/산업체 등과의 교류를 통한 교육 프로그램 구축 및 운영 계획
 - 2023년 2월에 출범 예정인 “프라운호퍼-고려대 공동연구소 (독일정부/세종시 지원)”를 통해서 본 사업단에 참여하는 학생들에게 AR·MR 시스템 및 실감형 디스플레이 관련 독일연구소와

공동연구 및 실무교육의 기회를 부여하고 교차방문 교육프로그램을 수립할 예정임

- 몽골국립대학교와 AR·MR 콘텐츠 관련 인적교류 확대
- 본 사업단과 몽골 최고의 대학인 몽골국립대학교와 VR·AR·MR·메타버스 분야 관련 학술교류 실시
- 몽골 최고 대학인 몽골국립대학교와 디지털 콘텐츠 공동연구와 학술교류 추진 예정
- 몽골국립대학교 Multimedia Lab 엔크바야르(Enkhbayar Altantsetseg) 교수팀과 VR·MR 관련 교류
- 2023년 상반기중 MR·XR·메타버스 기반 한몽 디지털헤리티지 국제학술대회 개최 예정

- 외국어 사용 인프라 구축
- 대학원 내 개설 강의 중 영어 강좌 개설 비율을 50% 수준 이상 유지
- 학위논문과 심사는 영어 사용을 의무화
- 본교 혹은 외부 공인 기관에서 운영하는 영어 능력 평가시험에 대해 인력양성 프로그램에서 정한 일정 점수 이상을 획득해야 인증 자격을 부여

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

- 대학원생 외국과 국제공동 연구
- 독일 프라운호퍼 연구소 (FH-ISC)와 공동으로 진행 중인 “산업기술국제협력 전략기술형 국제공동 기술개발사업 글로벌 협력거점형 공동R&D 사업”에 대학원 연구원으로 참여하여 해외연구자들과 교류를 통해 국제화된 연구환경을 경험하고 있으며, 연구자로서 역량이 지속적으로 축적될 수 있도록 할 것임
- 특히, 2023년 2월에 출범 예정인 “프라운호퍼-고려대 공동연구소 (독일정부/세종시 지원)”를 통해서 본 사업단의 참여대학원생들에게 AR·MR 시스템 및 실감형 디스플레이 관련 독일연구소와 공동연구 및 실무교육의 기회를 부여하고 해외인턴쉽 기회 제공을 추진함.
- 또한, AR·MR 콘텐츠 관련 본 사업단의 참여대학원생들과 University of Florida와의 신세대 스포츠 이벤트 마케팅 전략 연구를 준비중에 있음.
- 향후 美國 University of Florida의 교수와 연구원을 초청해 강연과 단기간의 파견을 독려해 연구의 질과 속도를 높일 예정임. 이를 통해 스포츠 이벤트 개최 시 마케팅 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대함.

□ 연구역량 대표 우수성과

[KCI 등재지 연구논문 게재]

1. **홍종열**, 고민정, 최선화, 「지역사회의 노인놀이터 조성 정책 방향과 과제에 대한 소고」, 『지역사회연구』, 제 29권 3호, 2021
초고령 사회 진입을 앞두고 있는 한국은 사회를 구성하고 있는 노년층에 대한 보다 다양하고 심층적인 노인복지 정책이 요청되고 있다. 이에 본고에서는 노인복지와 연계된 하나의 정책적 방안으로 지역사회의 노인놀이터 기반 실버콘텐츠 활용 방안에 대해 고찰해 본다.
2. Heesoo Choi, **Jong Youl Hong**, Sangheon Kim and Kwangcheol Rim, A study on the Construction and Utilization of Korean Prehistoric Remains Database, Mobile Information Systems, Volume 2022. Article ID 7081286.
한국 선사유적 데이터베이스 구축의 체계적 필요성이 대두되고 있는 가운데 선사유적에 대한 종합적 서비스 구축은 관련 연구의 지평을 넓힘은 물론 향후 전자지도나 사물인터넷 등을 통한 문화유적 안내 서비스 등 문화유산 정보서비스 확충에 기여할 것이다.
3. **홍종열**, 여영현, 「상호문화능력으로서의 비언어적 행위의 중요성에 대한 고찰: 문화지능 이론을 중심으로」, 『글로벌문화콘텐츠』, 52호, 2022.
인간 간 커뮤니케이션에 있어 새롭게 대두되고 있는 문화지능 행동 이론이 중점을 두고 있는 측면을 논의해 보고자 한다. 그리고 이러한 이해와 함께 비언어 연구 영역의 통시적 흐름의 추적과 성과 분석 및 향후 연구 방향성과 과제에 대해 종합적으로 고찰해 본다.
4. **김정우**·김영욱(2021) 가상세계 아바타 활용을 위한 디지털 리터러시 역량에 관한 연구, 인문콘텐츠 제63호 143 - 170 (28 pages)
5. 한남희, 김진국(2022), 뉴미디어를 활용한 국내 프로스포츠 리그의 수익모델 발굴과 성과 관리지표 개발 연구, 『한국사회체육학회지』
6. 한남희, 조호순, 김철학, 이정훈, 박증환(해나), 최세희, 박정석, 김기환, 김대환, 류성욱, 박상진, 박준상, (2022), 이스포츠:e스포츠를 바라보는 세 가지, DH미디어, ISBN 9791190021197 93690, 학술단행본
- 학술단행본 발매 후 시중에 판매, 대학 및 전문학술 서적 평가
7. **Lyu, S. O.**, & Hwang, J.*, A discrete choice experimental approach to understand sports event tourists' in-stadium beer consumption preferences, Journal of Hospitality and Tourism Research, 45(7),1324-1345. [IF=4.317]

최근 많은 팬들이 프로야구장에서 선수들의 플레이를 지켜보며 맥주를 즐기고 있습니다. 만약 다음과 같이 맥주를 판매하는 두 종류의 프로야구장(프로야구장 A와 프로야구장 B)이 있다면 귀하께서는 어떤 야구장에서 맥주를 마시고 싶습니까? 두 야구장이 모두 마음에 들지 않는다면 '둘 모두 방문하지 않는다'를 고르십시오.

	프로야구장 A	프로야구장 B	둘 모두 방문하지 않는다
맥주 브랜드 수	1개 맥주회사	5개 맥주회사	
맥주 온도	4℃	12℃	
주문/결제 소요 시간	1분	5분	
판매 종료 시기	7회말	8회말	
맛의 종류	1종류	5종류	
맥주 알코올 최고 도수	4%	8%	
1인당 맥주 최대 구매량	2잔(1,000cc)	4잔(2,000cc)	
가격(500cc 1잔 기준)	4,000원	4,000원	
나의 선택은?	☐	☐	☐

그림 1. 선택집합 사례

표 4. 한계지불의사(MWTP) 금액 산출 결과(단위: 원)

속성(단위 변화)	전체 응답자	남성	여성
브랜드(1개 회사)	261	197	321
온도(1℃)	-154	-192	-117
주문/결제 소요시간(1분)	-300	-211	-368
판매 종료시기(1이닝)	171	168	164
맛의 종류(1종류)	195	160	220
알코올 최고 도수(1%)	-83	-31	-130
최대 구매량(1잔)	395	488	328

Results : suggested that KBO League spectators showed their stronger preferences for more number of beer cups per purchase and shorter waiting times for ordering and purchasing at concession stores. An interesting finding was derived from the model estimation processes that our respondents showed their aversion to beer with high alcohol content. Results of marginal willingness-to-pay value calculations also indicated that female spectators revealed their stronger preferences for diverse attributes associated with beer quality, including number of beer brands and beer tastes.

[SCI/SCIE 등재지 연구논문 게재]

- Wei-Lin Tu, Eun-Gook Moon, Kwan-Woo Lee, Warren E. Pickett and **Hyun-Yong Lee**. (2022.05). Field-induced Bose-Einstein condensation and supersolid in the two-dimensional Kondo necklace, Communications Physics 5, 130 [IF: 6.497]
- 교신저자 수행. 본 연구에서는 인공지능 프레임워크에서 활용하는 자동미분 방식을 활용하고, 텐서 그물망을 통한 데이터 압축을 활용하여 양자 물리계를 연구하는 방법론을 개발하고 인공지능의 활용성 가능성을 제시함.
- Young Heon Kim, Hye Jeong Lee, **Hyun-Yong Lee*** and S.-R. Eric Yang. (2022. 08). New disordered anyon phase of doped graphene zigzag nanoribbon, Scientific Reports 12, 14551 [IF: 4.996]
- 공동저자 수행. 본 연구에서는 그래핀 소자를 활용하여 양자 컴퓨팅과 양자 인공지능 알고리즘에 활용 가능성이 있는 위상학적 성질을 갖는 물질상이 발현 가능함을 발견함.
- 강민진, 박태상, **정병호** (2021) Scan-path dependence of surface ripples on Si thin films induced by laser irradiation with an asymmetric Gaussian beam, Optics and Laser Technology 146 107550.
- 레이저를 이용한 비정질 실리콘 박막 결정화에서 비대칭형 가우시안빔의 스캔 경로에 따른 결정성과 박막의 표면 특성을 연구함.
- 황의선, 강민진, **정병호** (2022) Resonance colors in an amorphous-Si thin layer irradiated by an ultraviolet nanosecond laser 12 065323.
- 단파장 레이저 (355nm)를 실리콘 박막에 조사함으로써 표면에 형성된 반구형 나노입자의 공명에 의한 컬러를 연구함. 레이저 세기와 스캔 조건에 따른 나노 입자의 크기를 변화 하므로써 RGB color를 구현 할 수 있음을 제시하였음.

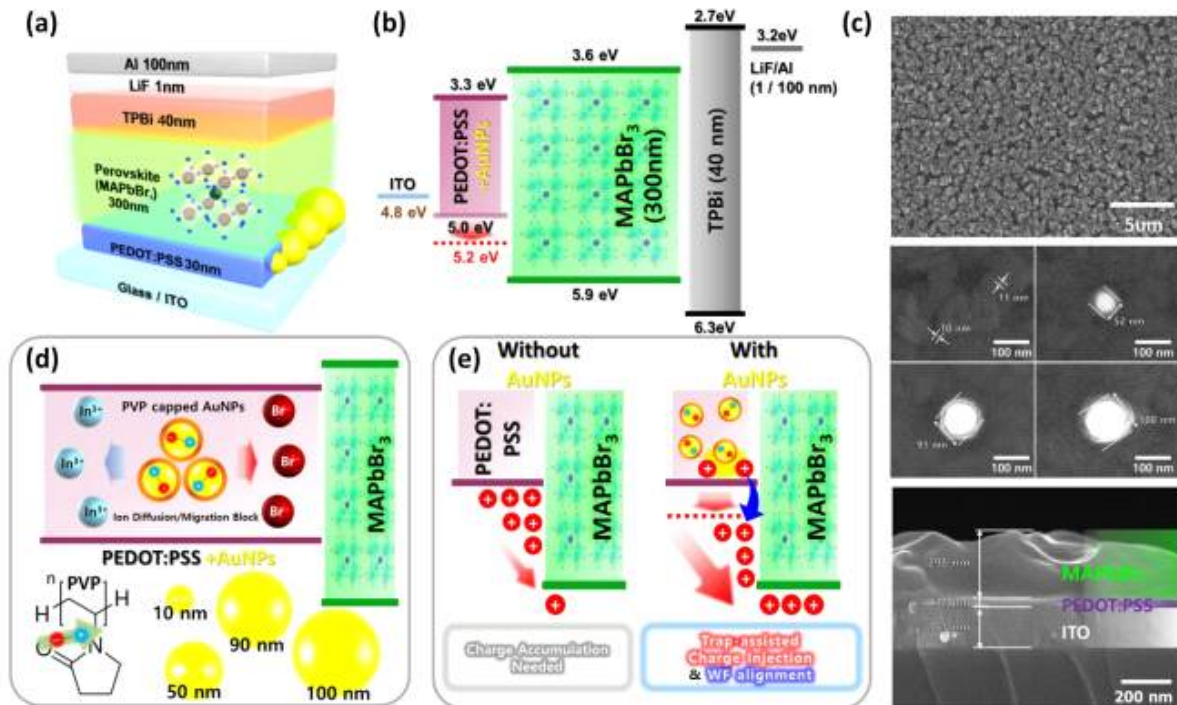
5. 박태상, 황의선, 강민진, 백기현, **정병호** (2022) Order-disorder control of Si nanoparticles in laser-irradiated amorphous-Si thin film 133, 112956.

- 레이저가 조사된 비정질 실리콘 박막의 표면 구조가 레이저의 편광과 입사각에 따라 어떻게 변화하는지 연구한 논문. 특히 경사 입사 조건에서 입자의 무질서도를 제어할 수 있음을 제시하였음.

6. 제목 : Improved device efficiency and lifetime of perovskite light-emitting diodes by size-controlled polyvinylpyrrolidone-capped gold nanoparticles with dipole formation

저널 : Scientific Reports, (2022) 12:2300 [IF : 4.996]

저자 : Chang Min Lee, Dong Hyun Choi, Amjad Islam, Dong Hyun Kim, Tae Wook Kim, Geon-Woo Jeong, Hyun Woo Jo, Min Jae Park, Syed Hamad Ullah Shah, Hyung Ju Chae, Kyoung-Ho Kim, Muhammad Sujak, Jae Woo Lee, Donghyun Kim, Chul Hoon Kim, Hyun Jae Lee, Tae-Sung Bae, Seung Min Yu, Jong Sung Jin, Yong-Cheol Kang, Juyun Park, Myungkwan Song, Chang-Su Kim*, and **Seung Yoon Ryu***

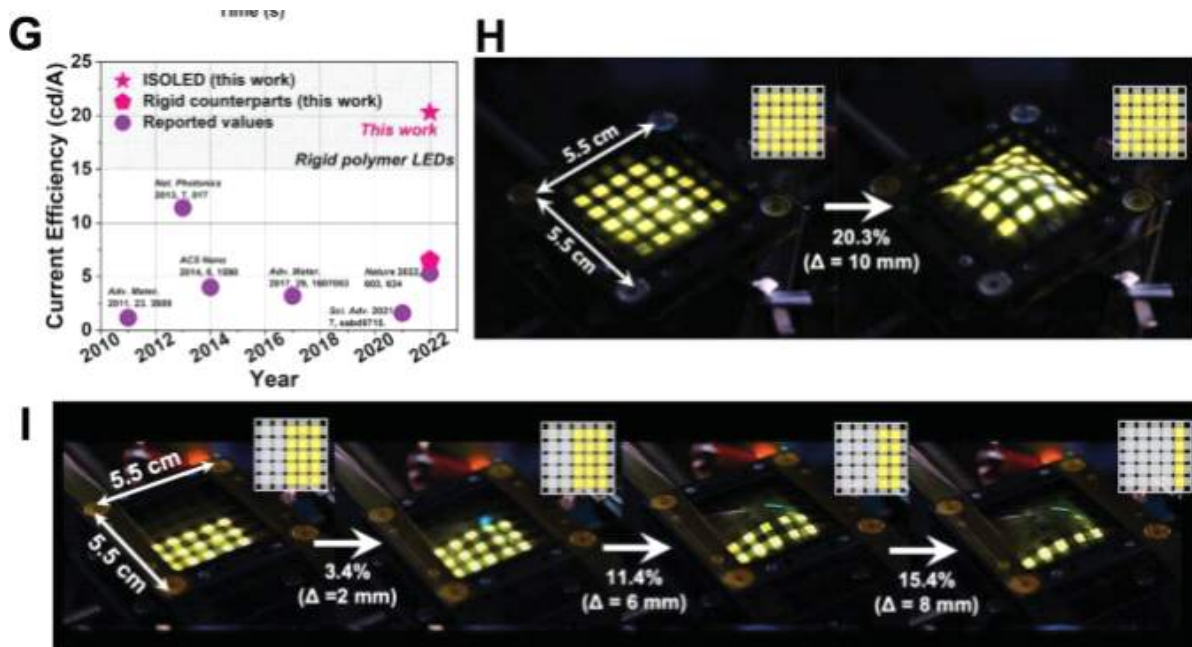


요약 : 폴리비닐피롤리돈(PVP) 캡핑과 함께 크기 의존적 금 나노입자(AuNP)를 기존의 정공 수송층인 poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate)(PEDOT:PSS)에 혼입하였음. 정공 수송층은 변형된 층간으로서 메틸암모늄-납-브로마이드(MAPbBr₃) 기반의 페로브스카이트 발광 다이오드(PeLED)에서 이온 확산/이동을 차단함. PVP 캡이 적용된 90 nm AuNP 소자는 AuNP가 없는 소자(0.22%)에 비해 효율(1.5%)이 7배 증가하였으며, 소자 수명도 17배 향상됨. 이러한 발전은 AuNP의 원거리 산란, 수정된 작업 기능 및 캐리어 트래핑/디트래핑에 기인함. 소자 수명 향상은 페로브스카이트 층으로의 인듐 확산과 유도 전기 쌍극자 형성을 통한 PEDOT:PSS로의 표면 이온 이동을 방지하는 AuNP의 PVP 캡핑에 기인함. 결과는 큰 AuNP(>90 nm)를 사용하면 넓은 표면적으로 인한 과도한 전하 운반체의 트랩으로 인해 엑시톤 재조합이 감소한다는 것을 나타냄.

7. 제목 : Graphene-Based Intrinsically Stretchable 2D-Contact Electrodes for Highly Efficient Organic Light-Emitting Diodes

저널 : Advanced Materials, (2022) 2203040 [IF : 32.086]

저자 : Huanyu Zhou, Shin Jung Han, Amit Kumar Harit, Dong Hyun Kim, Dae Yoon Kim, Yong Seok Choi, Hyeokjun Kwon, Kwan-Nyeong Kim, Gyeong-Tak Go, Hyung Joong Yun, Byung Hee Hong, Min Chul Suh, **Seung Yoon Ryu**, Han Young Woo,* and Tae-Woo Lee*



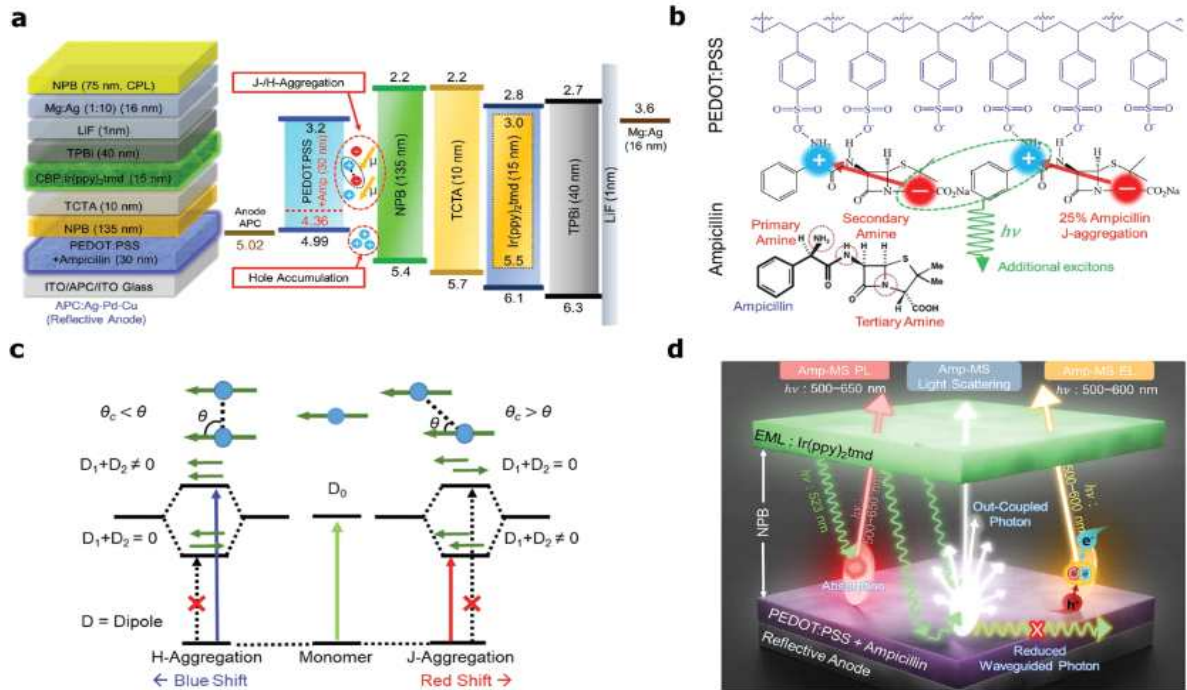
요약 : 본질적으로 신축성 있는 유기 발광 다이오드(ISOLED)는 웨어러블 전자 장치의 필수 구성 요소가 되고 있음. 그러나, 본질적으로 신축이 가능한 유기발광소자(ISOLED)의 효율은 연신 가능한 전극 재료에 비해 매우 떨어졌는데, 이는 1D 금속 나노와이어/유기 계면에서의 전하 주입 불량 현상을 극복할 수 있는 이상적인 신축성 전극 재료가 부족하기 때문임. 여기서 내포된 금속 나노와이어 위에 그래핀 층을 포함하는 그래핀 기반 2D-접촉 신축성 전극(TCSE)을 사용하는 고효율의 ISOLED가 시연됨. 그래핀층은 작업 기능을 수정하고 전하 확산을 촉진하며 산소와 수분의 내부 확산을 방해함. 3.57 eV의 work function(WF)은 새롭게 설계된 크라운 에테르 및 음이온 설포네이트기와 함께 TCSE 상에 증착된 후 강한 계면 쌍극자를 형성함으로써 달성됨. 이는 ISOLED 중 보고된 가장 낮은 값으로, ISOLED에서 전자주입이 매우 불량하다는 기존의 문제를 극복한 것임. 후속 압력 제어 라미네이션은 20.3cd A⁻¹의 전례 없는 높은 전류 효율을 생성하며, 이는 다른 것과 동일한 강성 적층체의 전류 효율을 능가함. 마지막으로 블록 스트레칭을 사용하여 3인치 5x5 패시브 매트릭스 ISOLED가 시연됨. 이 작업은 유리한 인터페이스 전자 구조를 가진 본질적으로 신축성 높은 고효율 광전자 장치를 설계하기 위한 합리적인 프로토콜을 제공할 수 있음.

8. 제목 : Efficient Photon Extraction in Top-Emission Organic Light-Emitting Devices Based on Ampicillin Microstructures

저널 : Advanced Materials, (2022) 2202866 [IF : 32.086]

저자 : Dong Hyun Kim, Chang Min Lee, Amjad Islam, Dong Hyun Choi, Geon-Woo Jeong, Tae Wook Kim, Hyun Woo Cho, Yeong Beom Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Min Jae Park, Chul Hoon

Kim,* Hyun Jae Lee, Jae Woo Lee, Seain Bang, Tae-Sung Bae, Jong Bae Park, Seung Min Yu, Yong-Cheol Kang, Juyun Park, Myeongkee Park, Yeonsu Jeong, Sang Geul Lee, Jong Sung Jin, Kyoung-Ho Kim,* Muhammad Sujak, Surk-Suik Moon, Sanghyuk Park, Myung kwan Song, Chang-Su Kim, and **Seung Yoon Ryu***



요약 : 유기발광소자(Organic Light Emitting Device, OLED)의 효율성을 높이하고자 하는 연구가 특별한 특성을 지닌 첨단 소재들의 조사로 퍼지게 됨. 본 연구에서는 광발광(PL)과 일렉트로루미네선스(EL)를 유도하는 이 중상(α/β -phase)을 갖는 암피실린 미세구조(Ampicillin microstructure, Amp-MS)를 도입하여 TEOLED(Top Emission OLED)의 효율성을 향상시킴. 또한, Amp-MS는 페르미 레벨(EF) 정렬에 의해 전하 균형을 조절할 수 있으므로 누출 전류를 줄일 수 있음. 파동 유도 모드의 감소는 광 산란을 통한 광 아웃 커플링을 향상시킬 수 있음. 결과로 TEOLED는 J-aggregation에 의한 스펙트럼의 적색 이동으로 인해 더 넓은 색역(118%)과 함께 기록적인 외부 양자 효율성(EQE)을 보여줌. (최대: 68.7%, 평균: 63.4%, 최대: 44.8%, 평균: 적분구 : 42.6%) EL 강도의 디콘블루션은 장치 EQE 향상에 대한 Amp-MS의 기여를 명확히 하기 위해 수행됨(Amp-MS에 의한 광학 산란: 17.0%, 복사 에너지 전달에 의한 PL: 9.1%, J-aggregated excitons에 의한 EL : 4.6%). 제안된 TEOLED는 장치 효율성 측면에서 기존 프레임워크를 능가함.

- Influence of oxygen-related defects on In-Ga-Sn-O semiconductor due to plasma-enhanced atomic layer deposition of Al₂O₃ for low-temperature thin-film transistor in terms of electrical properties, H.W. Kim, C. Oh, H. Jang, M.Y. Kim, B.S. Kim*, Journal of Alloys and Compounds (2022), 918, 165649.
- 타프 게이트 In-Ga-Sn-O (IGTO) 박막 트랜지스터는 150°C의 저온에서 게이트 절연체로 알루미늄 산화물 (Al₂O₃)로 제작되었다. 플라즈마 강화 원자층 증착 (PEALD)에 의해 성장된 Al₂O₃를 가진 IGTO TFT의 임계 전압(V_{th})은 플라즈마 전력이 70W에서 200W로 증가할 때 5.2V에서 11.5V로 증가하였다. 그러나 Thermal ALD로 재배한 Al₂O₃ IGTO TFT는 전도체와 유사한 거동을 보였다. IGTO TFT는 150°C에서 PEALD와 Thermal ALD 순차 공정을 통해 Al₂O₃층의 이중증착 사이클 비율을 조절해 이동도

36.7cm²V-ls-1, 문턱전압 0.5V, 0.18dec/V의 경사 서브홀드 등 우수한 전기적 특성을 보였다. IGTO 박막의 2차 이온 질량 분석 및 X선 광전자 분광법의 분석 결과, 저온 IGTO TFT의 성능과 전기적 안정성은 IGTO 반도체의 하이드록시기와 산소 공극의 양에 크게 좌우된다는 것이 밝혀졌다. Al₂O₃의 Thermal ALD 동안 IGTO 층으로 확산된 수소와 물 분자에 의한 산소 관련 결함의 Passivation의 의한 것으로 확인되었다.

10. Enhanced electrical properties of In-Ga-Sn-O thin films at low-temperature annealing, C. Oh, H. Jung, S.H. Park, B.S. Kim*, *Ceramics International* (2022), 48, 9817.

- RF-마그네트론 스퍼터에 의해 증착된 In-Ga-Sn-O (IGTO) 박막의 열처리 온도에 따른 전기적, 광학적 특성을 조사하였다. 상온-500도까지의 열처리 범위에서 비정질을 가지는 반면 열처리 온도에 따라 전기적 특성에 큰 변화를 나타냈다. 흥미롭게도 200도 열처리에서 36.9 cm²/Vs의 가장 우수한 Hall 이동도를 보여주었다. 200°C에서 어닐링된 IGTO 필름에서 공여체 결함으로 작용하는 Sn⁴⁺ 이온이 높은 비율을 차지한 반면, 전자 트랩으로 작동하는 하이드록시기는 증착된 필름에 비해 상당히 낮은 비율을 보였다. 자외선 가시 스펙트럼에서 얻은 IGTO 필름의 광학 대역 간극은 3.38-3.47 eV였다. 200°C에서 어닐된 IGTO 필름의 가장 큰 밴드 갭 값 3.47 eV는 전도 밴드 내 운반체 농도의 증가로 인한 페르미 수준의 증가에 기인할 수 있다. 이러한 분광 결과는 어닐링 온도에 따른 IGTO 필름의 전기적 특성과 잘 일치했다.

11. Electrical properties of low-temperature SiO₂ thin films prepared by plasma-enhanced atomic layer deposition with different plasma time, T. Kim, C. Oh, S.H. Park, J.W.Lee, S.I. Lee, B.S. Kim, *AIP Advances* (2021), 11, 115126.

- 이산화규소(SiO₂) 박막은 150°C의 저온에서 플라즈마 흡수 원자층 증착(PEALD)에 의해 제조되었다. 다이이 소프로필아미노실레인과 플라즈마 시간 0.5초의 산소 조건에서 증착된 SiO₂ 필름은 높은 누설 전류를 보였지만 플라즈마 시간 7초로 침전된 SiO₂ 필름은 1 MV/cm에서 4.8×10^{-9} A/cm²의 낮은 전류 밀도와 10.5MV/cm의 높은 파괴장을 포함하여 우수한 유전 특성을 보였다. 플라즈마 시간이 0.5초에서 7초로 증가함에 따라 SiO₂ 필름의 유전 상수는 7.5에서 4.0으로 감소했는데, 이는 화학양론적 SiO₂ 값에 가까웠다. 플라즈마 시간에 따라 전기적 특성이 다른 이러한 SiO₂ 필름의 적절한 전도 메커니즘을 조사하였다. X선 광전자 분광학과 2차 이온 질량 분석기로 분석한 결과 SiO₂ 필름의 품질은 저온 증착으로 발생하는 하이드록시, 수소 관련 중 등 결함의 양에 크게 좌우되는 것으로 나타났다.

1. 참여교수 연구역량

1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 실적	비고
중앙 정부 연구비 수주 총 입금액	3,072,744	971,824	
해외기관(산업체 제외) 연구비 수주 총 (환산)입금액	0	120,000	
이공계열 참여교수 수	6	7	
1인당 총 연구비 수주액	512,124	155,975	

<표 3-1-1> 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 인문사회계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 실적	비고
중앙 정부 연구비 수주 총 입금액	245,477	123,069	
해외기관(산업체 제외) 연구비 수주 총 (환산)입금액	0	0	
인문사회계열 참여교수 수	3	4	
1인당 총 연구비 수주액	81,825	30,767	

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

[연구논문 게재]

- Chang Min Lee, Dong Hyun Choi, Amjad Islam, Dong Hyun Kim, Tae Wook Kim, Geon-Woo Jeong, Hyun Woo Jo, Min Jae Park, Syed Hamad Ullah Shah, Hyung Ju Chae, Kyoung-Ho Kim, Muhammad Sujak, Jae Woo Lee, Donghyun Kim, Chul Hoon Kim, Hyun Jae Lee, Tae-Sung Bae, Seung Min Yu, Jong Sung Jin, Yong-Cheol Kang, Juyun Park, Myungkwan Song, Chang-Su Kim*, and **Seung Yoon Ryu***, 'Improved device efficiency and lifetime of perovskite light-emitting diodes by size-controlled polyvinylpyrrolidone-capped gold nanoparticles with dipole formation " , Scientific Reports, (2022) 12:2300 [IF : 4.996]

- 폴리비닐피롤리돈(PVP) 캡핑과 함께 크기 의존적 금 나노입자(AuNP)를 기존의 정공 수송층인 poly (3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate)(PEDOT:PSS)에 혼입하여 변형된 층간으로서 메틸암모늄- 납-브로미드(MAPbBr₃) 기반의 페로브스카이트 발광 다이오드(PeLED)에서 이온 확산/이행을 차단함. 큰 AuNP(>90 nm)를 사용하면 넓은 표면적으로 인한 과도한 전하 운반체의 트랩으로 인해 엑시톤 재조합이 감소 한다는 것을 나타냄.
- Huanyu Zhou, Shin Jung Han, Amit Kumar Harit, Dong Hyun Kim, Dae Yoon Kim, Yong Seok Choi, Hyeokjun Kwon, Kwan-Nyeong Kim, Gyeong-Tak Go, Hyung Joong Yun, Byung Hee Hong, Min Chul Suh, **Seung Yoon Ryu**, Han Young Woo,* and Tae-Woo Lee*, “Graphene-Based Intrinsically Stretchable 2D-Contact Electrodes for Highly Efficient Organic Light-Emitting Diodes” , Advanced Materials, (2022) 2203040 [IF : 32.086]
- 금속 나노와이어 위에 그래핀 층을 포함하는 그래핀 기반 2D-접촉 신축성 전극(TCSE)을 사용하는 고효율의 ISOLED가 시연됨. 그래핀 층은 작업 기능을 수정하고 전하 확산을 촉진하며 산소와 수분의 내부 확산을 방해함. 3.57 eV의 work function(WF)은 새롭게 설계된 크라운 에테르 및 음이온 설포네이트기와 함께 TCSE상에 증착된 후 강한 계면 쌍극자를 형성함으로써 달성됨. 이는 ISOLED 중 보고된 가장 낮은 값으로, ISOLED에서 전자주입이 매우 불량하다는 기존의 문제를 극복한 것임. 후속 압력 제어 라미네이션은 20.3cd A⁻¹의 전압 없는 높은 전류 효율을 생성하며, 이는 다른 것과 동일한 강성 적층체의 전류 효율을 증가함. 마지막으로 블록 스트레칭을 사용하여 3인치 5x5 패시브 매트릭스 아이솔리드(ISOLED)가 시연됨. 이 작업은 유리한 인터페이스 전자 구조를 가진 본질적으로 신축성 높은 고효율 광전자 장치를 설계하기 위한 합리적인 프로토콜을 제공할 수 있음.
- Dong Hyun Kim, Chang Min Lee, Amjad Islam, Dong Hyun Choi, Geon-Woo Jeong, Tae Wook Kim, Hyun Woo Cho, Yeong Beom Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Min Jae Park, Chul Hoon Kim,* Hyun Jae Lee, Jae Woo Lee, Seain Bang, Tae-Sung Bae, Jong Bae Park, Seung Min Yu, Yong-Cheol Kang, Juyun Park, Myeongkee Park, Yeonsu Jeong, Sang Geul Lee, Jong Sung Jin, Kyoung-Ho Kim,* Muhammad Sujak, Surk-Suik Moon, Sanghyuk Park, Myung kwan Song, Chang-Su Kim, and **Seung Yoon Ryu***, “Efficient Photon Extraction in Top-Emission Organic Light-Emitting Devices Based on Ampicillin Microstructures”, Advanced Materials, (2022) 2202866 [IF : 32.086]
- 광발광(PL)과 일렉트로루미네센스(EL)를 유도하는 이중상(α/β -phase)을 갖는 암피실린 미세구조(Ampicillin microstructure, Amp-MS)를 도입하여 TEOLED(Top Emission OLED)의 효율성을 향상 시킴. 또한, Amp-MS는 페르미 레벨(EF) 정렬에 의해 전하 균형을 조정할 수 있으므로 누출 전류를 줄일 수 있음. 파동 유도 모드의 감소는 광 산란을 통한 광 아웃 커플링을 향상시킬 수 있음. 결과로 TEOLED는 J-aggregation에 의한 스펙트럼의 적색 이동으로 인해 더 넓은 색역(118%)과 함께 기록적인 외부 양자 효율성(EQE)을 보여줌. (최대 : 68.7%, 평균: 63.4%, 최대: 44.8%, 평균: 적분구: 42.6%) EL 강도의 deconvolution은 Device EQE 향상에 대한 Amp-MS의 기여를 명확히 하기 위해 수행됨(Amp-MS에 의한 광학 산란: 17.0%, 복사 에너지 전달에 의한 PL : 9.1%, J-aggregated excitons 에 의한 EL: 4.6%).
- 강민진, 박태상, **정병호** (2021) Scan-path dependence of surface ripples on Si thin films induced by laser irradiation with an asymmetric Gaussian beam, Optics and Laser Technology 146 107550.
- 레이저를 이용한 비정질 실리콘 박막 결정화에서 비대칭형 가우시안빔의 스캔 경로에 따른 결정성과 박막의 표면 특성을 연구함.

- 황의선, 강민진, **정병호** (2022) Resonance colors in an amorphous-Si thin layer irradiated by an ultraviolet nanosecond laser 12 065323.
- 단파장 레이저 (355nm)를 실리콘 박막에 조사함으로써 표면에 형성된 반구형 나노입자의 공명에 의한 컬러를 연구함. 레이저 세기와 스캔 조건에 따른 나노 입자의 크기를 변화 하므로써 RGB color를 구현 할 수 있음을 제시 하였음.
- 박태상, 황의선, 강민진, 백기현, **정병호** (2022) Order-disorder control of Si nanoparticles in laser-irradiated amorphous-Si thin film 133, 112956.
- 레이저가 조사된 비정질 실리콘 박막의 표면구조가 레이저의 편광과 입사각에 따라 어떻게 변화 하는지 연구한 논문. 특히 경사 입사 조건에서 입자의 무질서도를 제어할 수 있음을 제시하였음.
- Wei-Lin Tu, Eun-Gook Moon, Kwan-Woo Lee, Warren E. Pickett and **Hyun-Yong Lee**. (2022.05). Field-induced Bose-Einstein condensation and supersolid in the two-dimensional Kondo necklace, Communications Physics 5, 130 [IF: 6.497]
- 교신저자 수행. 본 연구에서는 인공지능 프레임워크에서 활용하는 자동미분 방식을 활용하고, 텐서 그물망을 통한 데이터 압축을 활용하여 양자 물리계를 연구하는 방법론을 개발하고 인공지능의 활용성 가능성을 제시함.
- Young Heon Kim, Hye Jeong Lee, **Hyun-Yong Lee*** and S.-R. Eric Yang. (2022. 08). New disordered anyon phase of doped graphene zigzag nanoribbon, Scientific Reports 12, 14551 [IF: 4.996]
- 공동저자 수행. 본 연구에서는 그래핀 소자를 활용하여 양자 컴퓨팅과 양자 인공지능 알고리즘에 활용 가능성이 있는 위상학적 성질을 갖는 물질상이 발견 가능함을 발견함.
해당 기간 동안 탐티어 SSCI 등재 저널에 1편의 연구논문을 게재했으며, 현재 Under Review 중인 연구 논문 1편이 있음. 또한 KCI 등재 학술지에도 3편의 연구논문을 연구실 지도학생과 함께 게재하였음.
- **Lyu, S. O.**, & Hwang, J.* (2021). A discrete choice experimental approach to understand sports event tourists' in-stadium beer consumption preferences. Journal of Hospitality and Tourism Research, 45(7),1324-1345. [2021년 IF=4.317]
- 이용준 · 최세희 · **류성욱***(2021). 프로야구 관람객의 경기장내 맥주 소비 지불의사: 이산형 선택 실험법 접근. 『한국사회체육학회지』, 86, 49-59.
- 김혜림 · 김대진 · **류성욱***(2022). 골프 전문화 수준에 따른 스크린골프장 서비스스케이프 선호의 다양성. 『한국사회체육학회지』, 89, 117-126.
- 최영진 · 권현규 · **류성욱***(2022). 골프장 이용객의 코로나19 방역 조치 지불의사: 이산형 선택 실험법 접근. 『관광연구논총』, 34(2), 71-86.
- 류성욱 교수는 현재 University of Florida의 김진원 교수(Department of Recreation and Tourism Management)와 함께 geographic information system을 이용한 AR, VR, 스포츠를 접목시킨 연구를 진행 중에 있으며, 현재 SSCI 등재 저널 『Tourism Management Perspectives』에서 Under Review 를 진행 중임. 내년 게재 예정. 「Gender Diversity in Sport Event Tourists' willingness-to-pay for Ancillary Services: A Choice Experimental Approach」

- 본 연구는 이산 선택 실험 접근법을 이용하여 전문 스포츠 이벤트에서 가장 선호되는 보조 서비스 항목을 개발하기 위한 실험 가능한 관리 시사점을 제공하는 것을 목적으로 함. 본 연구는 또한 한국프로야구 관중의 사례를 통해 야구팬들이 서로 다른 부대서비스 요소에 대한 지불의사를 어떻게 나타내는지 더 잘 이해하고자 한다. 연구 결과는 응답자들이 경기장 양허시설에서 판매하는 전통적인 프라이드 치킨 외에도 더 건강한 로컬 푸드에 대해 가장 많은 지불의지 가치를 보인다는 것을 시사함.
- **한남희**, 김진국(2022), 뉴미디어를 활용한 국내 프로스포츠 리그의 수익모델 발굴과 성과 관리지표 개발 연구, 『한국사회체육학회지』
- **홍중열**, 고민정, 최선화, 「지역사회의 노인돌이터 조성 정책 방향과 과제에 대한 소고」, 『지역사회연구』, 제29권 3호, 2021
- 초고령 사회 진입을 앞두고 있는 한국은 사회를 구성하고 있는 노년층에 대한 보다 다양하고 심층적인 노인복지 정책이 요청되고 있다. 이에 본고에서는 노인복지와 연계된 하나의 정책적 방안으로 지역사회 노인돌이터 기반 실버콘텐츠 활용 방안에 대해 고찰해 본다.
- Heesoo Choi, **Jong Youl Hong**, Sangheon Kim and Kwangcheol Rim, A study on the Construction and Utilization of Korean Prehistoric Remains Database, Mobile Information Systems, Volume 2022. Article ID 7081286.
- 한국 선사유적 데이터베이스 구축의 체계적 필요성이 대두되고 있는 가운데 선사유적에 대한 종합적 서비스 구축은 관련 연구의 지평을 넓힘은 물론 향후 전자지도나 사물인터넷 등을 통한 문화유적 안내 서비스 등 문화유산 정보서비스 확충에 기여할 것이다.
- **홍중열**, 여영현, 「상호문화능력으로서의 비언어적 행위의 중요성에 대한 고찰: 문화지능 이론을 중심으로」, 『글로벌문화콘텐츠』, 52호, 2022.
- 인간 간 커뮤니케이션에 있어 새롭게 대두되고 있는 문화지능 행동 이론이 중점을 두고 있는 측면을 논의해 보고자 한다. 그리고 이러한 이해와 함께 비언어 연구 영역의 통시적 흐름의 추적과 성과 분석 및 향후 연구 방향성과 과제에 대해 종합적으로 고찰해 본다.
- **김정우**, 김영옥(2021) 가상세계 아바타 활용을 위한 디지털 리터러시 역량에 관한 연구, 인문콘텐츠 제63호 143 - 170 (28 pages)

[국제학회 발표]

- **2022 Materials-2022**, 미국 보스턴, 초청강연 (4/18~20)
- 1. **MunPyo Hong***, Jaewan Park, SeungMin Shin, Gerhard Domann, Daniela Collin, “Shallow Thin Film Encapsulation with Stoichiometric Silicon Nitride and ORMOCER Double Layers, with Applications to Foldable and Stretchable OLED”
- Stretchable OLED의 최대 난제인 Encapsulation 문제를 해결하기 위해 이론적으로 가장 단순한 구조인 SiNx/유무기하이브리드 보호막 2층 구조로 총 두께 1um 이하 두께로 성공한 결과를 보고함

○ 2022 SID, 미국 산호세 (5/15~20)

1. Chiwoo Kim, Jae Hoon Jung, Jin Nyoung Jang, Jong Hwa Lee, Ho-Won Yoon, Sangheon Lee, Donghoon Kim, Sang-Gab Kim and **Munpyo Hong***, “Development low temperature metal dry etching equipment via ECR plasma source”

- Dry Etrching 공정적용이 불가능한 것으로 알려진 구리금속 박막을 새로운 ECR Plasma Source 와 HCl gas를 이용하여 세계최초로 50℃ 이하의 저온에서 Clean Dry Etching을 성공시킨 원천기술이 적용된 양산형 장비개발 현황 발표

○ 2022 IMD, 한국 부산 (8/23~26)

1. Yeong Beom Kim, Dong Hyun Kim, Chang Min Lee, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Hyun Woo Cho, Min Jae Park, Amjad Islam and **Seung Yoon Ryu*** “Optical and Electrical Approaches for the Recombination Zone in Flrpic based Blue Phosphorescent Organic Light-Emitting Diodes”

- Flrpic 기반 청색 PhOLED에서 재결합 영역(RZ)의 폭과 그 제한 전략에 대해 자세히 연구함. EML에서 엑시톤 밀도를 제한하지 못하는 것은 효율적인 EML을 가지고 있음에도 불구하고 장치 효율의 상당한 변화를 유도할 수 있음. 따라서, 개선을 위해 EML에서 엑시톤 밀도 또는 RZ를 제한하는 것이 필수적임. OLED 장치의 효율성 EL 시프트의 정확한 메커니즘을 밝히기 위해, 우리는 전계 증폭 분광법으로 조사함. 20 nm 이상의 EML 두께에서 계면 엑시플렉스는 사라지고 EQE는 최대 23% 증가했음. EML 두께가 추가로 증가하면 색상 좌표가 하늘색에서 녹색으로 바뀜. 더 높은 두께(>20 nm)에서 Flrpic의 저지대 결합 상태와 관련하여 생성된 엑시톤은 색상 좌표 이동과 함께 EQE의 감소를 유도함. 따라서, 에너지 효율이 높은 청색 Ph-OLED를 실현하기 위해 계면 엑시플렉스와 저지대 에너지 상태를 유도하는 결합을 배제하는 최적화된 두께를 갖는 고품질 EML이 예시됨.

2. Syed Hamad Ullah Shah, Chang Min Lee, Dong Hyun Kim, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Yeong Beom Kim, Hyun Woo Cho, Min Jae Park, Amjad Islam, and **Seung Yoon Ryu***, “The Effect of Solvent Engineering on the Morphology and Performance of Perovskite Solar Cells”

- 디메틸포름아미드(DMF), 디메틸설폭사이드(DMSO) 및 γ -부티로락톤(GBL)의 세 가지 용제의 조합을 사용하여 요오드화납(PbI₂)을 용해하고, 페로브스카이트 기반 요오드화메틸암모늄(MAPBI3) 필름의 석출을 위해 요오드화메틸암모늄(MAI)을 용해함. 혼합 용매는 생성된 페로브스카이트 필름의 두께, 거칠기 및 입도에 영향을 미침. 용매간 혼합비를 비교하여 가장 나쁜 점과 가장 좋은 점을 찾았으며, 효율이 향상되고 감소하는 이유는 용질과 용매 간의 적절한 중간상 형성으로 인한 거칠기의 감소였음. 낮은 조도는 전하 수송층과 페로브스카이트층 사이의 더 나은 접촉을 보장했음.

주사전자현미경(SEM)을 통해 40:30:30(DMF:GBL:DMSO)이 페로브스카이트 층의 더 나은 입도 및 형태학을 달성하기 위한 최적의 비율임을 알 수 있었음. 고효율 PVSC 소자 제작에 적합한 솔루션을 선정하는 것이 유용한 지침이 될 수 있을 것으로 기대됨.

3. Dong Hyun Kim, Chang Min Lee, Amjad Islam, Dong Hyun Choi, Geon-Woo Jeong, Tae Wook Kim, Hyun Woo Cho, Yeong Beom Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Min Jae Park, and **Seung Yoon Ryu***,

“Optimal Fusion of Hole-Transport Layer with Antibiotic for Highly Efficient Organic Light-Emitting Diodes”

- 평판 디스플레이, 휴대용 전자 장치 및 바이오 의료 장치의 수요가 기하급수적으로 증가함에 따라, 고효율 유기 발광 다이오드(OLED)의 제조에 상당한 관심이 쏠리고 있음. 우리는 광전자 공학에서 널리 사용되는 항생제인 암피실린(Ampicillin)의 강력한 기여를 제시함. Amp와 poly(3,4-ethylene dioxythiophene): poly(styrene sulfonate)(PEDOT: PSS)의 최적 융착은 단일 단위 녹색 인광 바닥 발광 OLED(BEOLED)의 소자 효율을 크게 향상시킴. 분자의 병렬 배열은 J-응집 생성을 용이하게 했음. 결과적으로, BEOLED에서 전류 효율(CE)(120 cd/A)과 EQE(35%)의 값이 나옴. 또한 TEOLED(Top-Emission OLED)에서 어닐링 조건을 최적화함. 그 결과 TEOLED는 매우 높은 CE(최대 281.3 cd/A, 평균 264.3 cd/A)와 EQE(최대 68.7%, 평균 63.4%)를 보임. 이러한 연구결과는 고성능 광전자/바이오 전자소자의 개발을 가능하게 할 것으로 기대됨.

4. Enhanced Electrical Performance and Stability of InGaSnO Thin-film Transistors with Al₂O₃ Grown by Dual-Atomic Layer Deposition hangyong Oh, Hyunjae Jang, and **Bo Sung Kim**

- 탑게이트 In-Ga-Sn-O(IGTO) 박막 트랜지스터는 150°C의 저온에서 게이트 절연체로 알루미늄 산화물(Al₂O₃)을 사용하여 제작되었다. 150°C에서 PEALD와 Thermal ALD의 순차 공정을 이용하여 Al₂O₃ 층의 이중 증착 사이클 비율을 조절함으로써, IGTO TFT는 전기적 게이트 바이어스에 대한 우수한 전기적 특성을 나타내었다. IGTO 박막의 2차 이온 질량 분석 및 X선 광전자 분광 분석 결과, 저온 IGTO TFT의 성능과 전기적 안정성은 IGTO 반도체의 하이드록실기 양 및 산소 결핍에 크게 좌우되는 것으로 나타났다. 수소 및 물 분자에 의한 결함은 Al₂O₃의 열 ALD 동안 IGTO 층으로 확산된다.

5. Effects of hydrogen incorporation on electrical performance in top gate coplanar InGaZnO thin-film transistors by thermal annealing

Hyeong Wook Kim, Hyunjae Jung, **Bo Sung Kim**

- TCAD 방법을 이용한 coplanar 구조의 IGZO TFT에서의 수소 관련 상태 연구

6. Electrical stability for positive gate bias stress of a-IGZO TFTs with Al₂O₃ Grown by O₃-Thermal Atomic Layer Deposition as a protection layer

So Hee Park, Hyeong Wook Kim, **Bo Sung Kim**

- 게이트 바이어스 전극에 의해 형성된 기생 전류에 대한 원인 분석과 개선 방안 연구

7. Studies on Hump Phenomena Induced by Long-term Mechanical Stress of Stretchable Top Gate InGaZnO Thin-film Transistors on Wavy-form Elastomer Substrates

MinYoung Kim, **Bo Sung Kim**

- 장기간 반복된 물리적 스트레스에 의해 Stretchable IGZO TFT에서 나타나는 Hump 현상 연구

8. Donghoon Kim, Jaewan Park, Seongyoon Lee, and **Munpyo Hong***, Ni-based Elastic Metal Alloy Dry Etching for High Resolution Stretchable AMOLED

- 차세대 고해상도 신축성 AMOLED 또는 LED 디스플레이의 경우 백플레인 상의 금속 버스 라인은 낮은 저항과 2μm 선폭 이하의 미세 패터닝 공정을 만족시켜야 함. 이러한 요구 사항을 아카이브하기 위해 Ni계 합금/AI 박막의 다층 금속 버스라인에 대한 대안적인 건식 에칭 공정을 개발하고 있음. Ni계 합금의 Dry Etching 한계를 극복하기 위하여 80°C 이하를 유지하는 저온 기판 표면과 침단 ICP 소스를 갖는 반응성 이온 에칭 시스템에서 Cl 기반 가스와 새로운 첨가제 가스의 조합을 이용하여 대체 건식 에칭 공정을 확보함

9. Falguni Ahmed¹, SeungMin Shin, Joonho Song, Gerhard Domann³, Daniela Collin and **Munpyo Hong***, Photocured Hybrid Elastomeric Substrate by using Inorganic-Organic Hybrid Polymer for Stretchable Display

- 고해상도 스트레처블 디스플레이 구현을 위해 마이크 사이즈로 설계된 Rigid 영역과 Soft 영역이 형성된 하이브리드 유연기판 제조방법 및 특성 연구

[국내학회 발표]

- 박진호, 김정우, 김영욱(2022), 인공지능 디지털 휴먼 유형에 관한 연구, 2022 문화콘텐츠학 대회 (6개 콘텐츠학회 연합학술대회)
- BK21 취지에 맞는 콘텐츠융복합 1편의 국내논문을 KCI에 게재하였고 BK연구교수로 초빙된 박진호 교수와 BK 박사과정생(김영욱)과 함께 인공지능기술이 결합된 디지털 휴먼에 관한 연구를 진행하고 있으며 연구 내용을 6월 4일 고려대학교 세종캠퍼스 농심관에서 열린 ‘문화콘텐츠학 학술대회’에서 발표하였음.
- 문화체육관광부, 한국스포츠산업협회 포럼 개최 (**한남회**)
- 스포츠산업현장의 비즈니스 네트워크
- 현장전문가 발표 및 산학관 관계자 참석
- **한남회**, 조호순, 김철학, 이정훈, 박증환(해나), 최세희, 박정석, 김기환, 김대환, 류성욱, 박상진, 박준상, (2022), 이스포츠:e스포츠를 바라보는 세 가지, DH미디어, ISBN 9791190021197 93690, 학술 단행본
- 학술단행본 발행 후 시중에 판매, 대학 및 전문학술 서적 평가
- 이스포츠 서적 발간을 위해 대학원생과 함께 집필에 참여
- 현장전문가 및 타 대학과 학제 간 교류
- **레이저가공학회 2021 추계학술 발표 대회 (2021. 11.18~11.19)**
- 강민진, 박태상, **정병호**
- 제목 : 비대칭 가우시안 레이저 빔을 이용한 균일한 나노구조의 비정질 박막 실리콘
- 요약 : 355 nm의 UV 비대칭 가우시안 빔을 이용하여 45 nm a-Si 박막위에 스캐닝 방법으로 2D 대면적 공정을 진행하여 스캐닝 조건의 영향을 알아보고 매우 균일한 표면 구조를 형성함
- 박태상, 김상일, **정병호**
- 제목 : 나노초 고체레이저를 이용한 매우 얇은 폴리이미드 층의 레이저 탈착 공정 기술
- 요약 : Blister의 형성을 통해 탈착 적정 에너지 영역을 찾고, 이를 바탕으로 탈착 실험을 하여 PI 표면의 잔사를 분석
- 황의선, 강민진, **정병호**
- 제목 : 자외선 나노초 레이저에 의해 형성된 비정질 실리콘 나노입자의 RGB 색 공명
- 요약 : 실리콘 박막 표면에 자외선 나노초 레이저를 조사하여 박막의 변화를 확인. 레이저의 에너지와 scan pitch를 조절하여 표면에 실리콘 나노입자를 형성하고 형성된 나노입자의 RGB 색특성을 측정 및 시뮬레이션 결과와 비교 분석함

- 백기현, **정병호**, 황의선

- 제목 : 적외선 펄스 레이저를 이용한 마이크로렌즈 어레이 제작 과정

- 요약 : 초단 펄스 레이저를 이용하여 유리에 조사하여 에칭을 한 후 PDMS 몰딩을 통해 지름 26 um, 초점거리 70 um의 microlens array를 만들었으며 실험을 진행하며 90분 에칭이 렌즈 형상에 가장 적합함을 알 수 있었음

○ **한국광학회 2022 동계 학술발표회 (2022.2.16.~2.18)**

- 강민진, 박태상, **정병호**

- 제목 : Scan-path dependence of highly uniform Si nanostructures on Si thin film via laser irradiation with an asymmetric Gaussian beam

- 요약 : 박막 silicon 표면위에 비대칭 가우시안 스팟 빔을 조사하여 overlapping 정도에 따른 주기적인 표면 구조 형성에 대해 분석함

- 황의선, 강민진, **정병호**

- 제목 : RGB resonance colors in an amorphous-Si thin film induced by an ultra-violet nanosecond laser

- 요약 : 레이저의 에너지 fluence 및 irradiation number를 조절하여 실리콘 박막 표면구조를 만들고 만들어진 구조에서 나타나는 RGB spectrum과 구조를 비교 분석함

○ **2022 한국진공학회 하계정기학술대회 (8/17~19)]**

1. Hyun Woo Cho, Chang Min Lee, Dong Hyun Kim, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Yeong Beom Kim, Min Jae Park, Amjad Islam, and **Seung Yoon Ryu***, “Optimum Doping Concentration of Host and Guest System in Red Phosphorescent Organic Light-Emitting Diodes”

- 본 연구에서는 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode, OLED) 구조의 일부인 발광층(Emission Layer, EML)의 호스트 물질과 도펀트 물질의 농도 차이로 인한 성능 변화를 관찰하였음. 일반적으로 인광물질을 이용한 OLED 소자는 텍스터 에너지 전달 원리를 이용하기 때문에 EML을 구성하는 도펀트 원자간 거리가 가까워야 함. EML을 구성할 때 도펀트의 도핑 농도를 8~10%로 설정하면 도펀트 물질 간의 거리가 가까워져 텍스터 에너지 전달이 잘 일어남. 다만, 본 실험에서 EML의 도핑 농도의 약 0.5~10%를 스크리닝한 결과, 낮은 도핑 농도(1~2%)가 적용된 소자는 종래의 도핑 농도(8~10%) 도핑 소자보다 우수한 성능을 보임. 본 포스터에서는 OLED에 사용되는 에너지 전달 원리와 저농도에서 소자의 효율이 향상되는 이유에 대해 설명함.

[제 29회 한국반도체학술대회 (2022.01.24.~1.26)]

Study of Sub-gap States Related to Electrical Characteristics of Low-Temperature In-Ga-Sn-O Thin-Film Transistors with Al₂O₃ Gate Insulators Prepared by Plasma-Enhanced Atomic Layer Deposition,

H.W. Kim, C. Oh, H. Jang, M.Y. Kim, **B.S. Kim**

- 저온 공정을 위해 산화물 반도체 위에 Al₂O₃ 박막을 PEALD를 이용하여 증착 할 경우, O₂ plasma power에 의한 TFT의 전기적 특성 변화에 대한 메커니즘 규명.

② 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2021.9.1.-2022.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	류승윤, “Improved device efficiency and lifetime of perovskite light-emitting diodes by size-controlled polyvinylpyrrolidone-capped gold nanoparticles with dipole formation “ , Scientific Reports, (2022) 12:2300 [IF : 4.996]
2	류승윤, ” Graphene-Based Intrinsically Stretchable 2D-Contact Electrodes for Highly Efficient Organic Light-Emitting Diodes “ , Advanced Materials, (2022) 2203040 [IF : 32.086]
3	류승윤, ” Efficient Photon Extraction in Top-Emission Organic Light-Emitting Devices Based on Ampicillin Microstructures “ , Advanced Materials, (2022) 2202866 [IF : 32.086]
4	Lyu, S. O., & Hwang, J.* (2021). A discrete choice experimental approach to understand sports event tourists’ in-stadium beer consumption preferences. Journal of Hospitality and Tourism Research, 45(7),1324-1345. [IF=4.317]
5	이용준 · 최세희 · 류성옥*(2021). 프로야구 관람객의 경기장내 맥주 소비 지불의사: 이산형 선택실험법 접근. 『한국사회체육학회지』, 86, 49-59.
6	김혜림 · 김대진 · 류성옥*(2022). 골프 전문화 수준에 따른 스크린골프장 서비스스케이프 선호의 다양성. 『한국사회체육학회지』, 89, 117-126.
7	최영진 · 권현규 · 류성옥*(2022). 골프장 이용객의 코로나19 방역 조치 지불의사: 이산형 선택 실험법 접근. 『관광연구논총』, 34(2), 71-86.
8	Influence of oxygen-related defects on In-Ga-Sn-O semiconductor due to plasma-enhanced atomic layer deposition of Al ₂ O ₃ for low-temperature thin-film transistor in terms of electrical properties, H.W. Kim, C. Oh, H. Jang, M.Y. Kim, B.S. Kim*, Journal of Alloys and Compounds (2022), 918, 165649.
9	Enhanced electrical properties of In-Ga-Sn-O thin films at low-temperature annealing, C. Oh, H. Jung, S.H. Park, B.S. Kim*, Ceramics International (2022), 48, 9817.
10	Electrical properties of low-temperature SiO ₂ thin films prepared by plasma-enhanced atomic layer deposition with different plasma time, T. Kim, C. Oh, S.H. Park, J.W.Lee, S.I. Lee, B.S. Kim, AIP Advances (2021), 11, 115126.
11	기관 탈착용 박막 및 그 제조방법, 김보성,김민영,김태현,박소희, 특허출원번호 10-2022-0026616
12	액티브 매트릭스 디스플레이 구동을 위한 수직 트랜지스터 어레이, 김보성,김형욱,오창용 특허출원번호 10-2022-0026546
13	스마트 안경용 디스플레이 렌즈 및 그 제조 방법, 김보성,김형욱 특허출원번호 10-2022-0044726
14	수소 연료 탱크 및 이의 제조방법, 김보성,김형욱,오창용,홍문표 특허출원번호 10-2022-0014368
15	수소연료탱크 및 그 제조방법, 김보성,김민영 특허출원번호 10-2022-0008563

연번	대표연구업적물 설명
16	단채널 수직 트랜지스터, 그 제조 방법 및 이를 포함하는 디스플레이, 김보성,김형욱 특허출원번호 10-2022-0006796

2. 연구의 국제화 현황

① 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

- 국제학회 활동 (**이현용**)
 - 학회명 : 2021 KPS Fall Meeting
 - 활동 : 초청강연 (제목 : Tensor Network Application in Manybody Physics)
- 국제학회 활동 (**이현용**)
 - 학회명 : 2022 KPS Spring Meeting
 - 활동 : 초청강연 (제목 : Prethermalization via Self-driving and External-driving of Extension Subsystems)
- 국제 학술지 활동 (**이현용**)
 - 학술지 : Physical Review E
 - 활동 : 논문 심사위원
- 해외대학 기술교류 (**홍문표**) Duke University, Department of Mechanical Engineering & Material Science Prof. David Mitzi Lab. 공동연구협의 (2022/04/21~04/30)

[3rd International conference on materials science & engineering, 미국 보스턴 (2022/04/17~04/21)]

- 홍문표, Shallow Thin Film Encapsulation with Stoichiometric Silicon Nitride and ORMOCER Double Layers, with Applications to Foldable and Stretchable OLED, 초청강연

[SID DISPLAY WEEK 2022, 미국 산호세 (2022/05/08~05/13)]

- **홍문표**, 초고해상도 Stretchable AMOLED용 TFT Backplane 개발을 위한 Cu Dry Etching용 ECR Plasma 기반 Dry Etcher 개발현황 발표
- 차세대 디스플레이 개발 현황 정보 취합, 공동개발을 위한 해외 업체 협의 미팅 (Apple, Google, Ms, AMD)

[SPIE-Optics & Photonics 2022, 미국 샌디에고 (8/21-8/16)]

- 황의선, 강민진, **정병호**
- 제목: Laser-induced Si nanoparticle and the application of RGB resonance color-filters

[2021 MRS(Material Research Society) Fall Meeting & Exhibit (11/29~12/2)]

1. Chang Min Lee, Won Ho Lee, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Kim, Dong Hyun Choi, Tae Wook

Kim, Hyun Woo Cho, Syed Hamad Ullah Shah, Yeong Beom Kim, Min Jae Park, Hyung Ju Chae, Amjad Islam, Sung Tae Shin and **Seung Yoon Ryu*** “Variations in Surface Morphology and Thin Film Properties of Thermally Damaged Top-Emission Organic Light-Emitting Diodes”

- 열 노출 조건 Ph-OLED architecture에서 개별 유기층의 광학 및 기하학적 특성 변화를 보고함. 열촉진제로서의 구리(Cu) 증착으로부터 소자와 유기층에 일정한 열손상이 발생함. 중요한 것은 낮은 유리 전이 온도(Tg)로 인해 인광 호스트 물질 CBP가 빠르게 손상되어 광학 및 기하학적 표면 특성이 변화한다는 것임. 높은 Tg에도 불구하고 여기자 차단층 TCTA와 정공 수송층 NPB는 열 노출로 인한 현저한 광학 특성과 표면 형태적 변화를 보임. 따라서 본 연구는 Ph-OLED의 열 손상이 Tg와 광학, 형태학적 안정성에 대한 온도 의존성 모두에 의해 영향을 받는다는 것을 밝힐 수 있음.

[2022 MRS(Material Research Society) Spring Meeting & Exhibit (5/8~13)]

1. Tae Wook Kim, Chang Min Lee, Dong Hyun Kim, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Hyun Woo Cho, Yeong Beom Kim, Min Jae Park, Syed Hamad Ullah Shah, Amjad Islam and **Seung Yoon Ryu***, “Exploring the Recombination Zone of Blue Organic Light-emitting Diodes from Various Thickness of Emitting Layer without Sensing Layer”
 - 발광층(EML)의 두께를 변화시켜 청색인광 OLED(Ph-OLED)의 재결합 영역(RZ) 움직임을 묘사하는 간단하고 효과적인 방법을 제시함. 다양한 EML 두께에 따른 전계발광(EL) 스펙트럼에서 관찰된 변화를 조사하였고, 그 색상 좌표를 비교하여 EML에서 효율적인 여기자 제한으로 청색 Ph-OLED의 향상된 성능을 노출시킴. 청색 Ph-OLED의 RZ 이동은 EML 두께 변동과 전기적 분석에 의해 모니터링됨. 메인 RZ와 서브 RZ로부터 EL 강도를 분석하고 EL 강도를 통해 EML 두께의 최적점을 찾을 수 있다는 결론을 내림. 따라서 본 연구는 EML의 두께를 최적화하여 RZ를 제한하는데 유리할 것이며, 청색 OLED에서 EML 두께의 적절한 선택은 원하는 효율을 실현하기 위한 성능 향상을 위해 필수적임.
2. Dong Hyun Kim, Syed Hamad Ullah Shah, Chang Min Lee, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Yeong Beom Kim, Hyun Woo Cho, Min Jae Park, Amjad Islam and **Seung Yoon Ryu***, “Strategy for Highly Efficient Perovskite Solar Cell : The Ratio of Precursor with GBL : DMF : DMSO Mixing Solution”
 - 디메틸포름아미드(DMF)의 혼합물을 포함하는 세 가지 혼합 용매인 디메틸설폭사이드(DMSO)와 γ -부티로락톤(GBL)을 사용함. 용매는 생성된 페로브스카이트 필름의 두께와 입도에 영향을 미침. 페로브스카이트 필름의 형태는 PSC의 광전 성능을 강하게 입증함. 용액 간 혼합비를 비교하여 가장 최적의 조성비를 찾았으며, 필름 형성 시 용액의 화학반응이 효율을 개선 및 감소시키는 원인임을 알 수 있었음. 고효율 페로브스카이트 태양전지 제조에 적합한 솔루션을 선정하는 것이 유용한 지침이 될 수 있을 것으로 기대됨.
3. Hyun Woo Cho, Dong Hyun Kim, Chang Min Lee, Geon-Woo Jeong, Dong Hyun Choi, Tae Wook Kim, Yeong Beom Kim, Min Jae Park, Syed Hamad Ullah Shah, Amjad Islam and **Seung Yoon Ryu***, “A Simple Structured Exciplex Device with a Multi-Color Sensing Capability”
 - 본 연구에서는 간단한 구조의 백색 발광을 위한 이중 엑시플렉스 소자를 소개함. 기존에 보고된 다층 백색 유기 발광 다이오드(OLED)는 두 개 또는 세 개의 발광체를 결합하여 백색광을 방출함. 그러나, 소자 제작의 관점에서, 여러 유기층을 적층하는 것은 너무 어렵고 비용이 많이 듦. 종래

의 구조는 소자 제조 공정의 복잡성 및 비용 문제와 같은 문제점을 가지고 있음. 엑시플렉스 소자는 기존 OLED의 한계를 해결하기 위한 후보 중 하나일 수 있지만 구동 전압에 따라 색상이 달라질 수 있는 문제가 있음. 여기서, 우리는 비율을 제어하고 구동 전압에 따라 거의 변화가 없는 2개의 전자 수송층(ETL) 재료(TPBi, TmPyPB)를 사용하는 2층 엑시플렉스 소자를 제안함.

② 국제 공동연구 실적

〈표 3-6〉 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	홍문표	Gerhard Domann, Daniela Collin	독일/ 프라운호퍼 연구소	- Foldable and Stretchable OLED를 위한 Pixelized Thin Film Encapsulation용 신규 Top Coating ORMOCER 소재 개발 및 사업화 진행 - 국제학회인 Materials-2022 에서 초청강연	
2	홍문표	Daniela Collin, Gerhard Domann	독일/ 프라운호퍼 연구소	- 노광공정 기반의 Stretchable OLED용 Hybrid Elastomer 신규 소재/공정 개발 및 사업화 진행 - 국제학회인 IMID 2022 에서 논문발표	
3	박진호	엔크바야르 교수 Enkhbayar Altantsetseg	몽골 / 몽골국립대학교	- 본 사업단 몽골국립대학교 멀티미디어랩에서 VR · XR 특별 강연 개최 - 박진호 교수 초청으로 Enkhbayar Altantsetseg 교수 한국의 국립박물관 및 최신 디지털 전시관의 VR, XR콘텐츠 견학진행(2022.9.13. ~9.18)(6일간 실시)	https://guyuk.mn/num.html

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

- 독일 프라운호퍼 연구소 (FH-ISC)와 공동연구소 설립 및 연구원 교류
 - 본 대학 사업단 참여교수들이 핵심 구성원으로 참여하는 “프라운호퍼-고려대 공동연구소”를 기반으로 본 사업단의 참여대학원생들에게 AR·MR 시스템 및 실감형 디스플레이 관련 독일연구소와 공동연구 및 실무교육의 기회를 부여하고 해외연구소 인턴쉽 기회 제공
- 몽골국립대학교와 VR, AR, 메타버스 분야 학술교류 및 협업계획
 - 본 대학 사업단과 몽골 최고의 대학인 몽골국립대학교와 VR · AR · MR · 메타버스 분야 관련 학술 교류 실시
 - 몽골 최고 대학인 몽골국립대학교와 디지털 콘텐츠 공동연구와 학술교류 관련 논의
 - 몽골국립대학교 Multimedia Lab 엔크바야르(Enkhbayar Altantsetseg) 교수팀과 VR · MR교류 논의
 - 2023년 상반기중 MR · XR · 메타버스 기반 한몽 디지털헤리티지 국제학술대회 개최 논의중

□ 산학협력 대표 우수성과

○ 홍문표 교수 활동

1. 지역 종합발전 협력 및 기여 실적

- 세종시 초광역협력사업 공동기획 (실감형콘텐츠 미래모빌리티 융합)(책임)
- 세종시 지역혁신 메가프로젝트과제 공동기획 (실감형 미래모빌리티)(책임)
- 세종시 공동 세종발전위원회 위원장/위원 (신성태 교수/홍문표 교수)

2. 지자체/외국 사업 지원 실적

- 세종시 / 독일 Fraunhofer-ISC / 고려대학교 세종캠퍼스 공동연구 MOU
- 세종시 참여/독일정부 지원 Fraunhofer Innovation Platform (FIP) 사업기획 및 수주
- 세종시 소재 프라운호퍼-고려대 공동연구소 유치 (홍문표 교수 외 3명)

3. 지역사회 공동 연구 실적

- 에이피리서치 1건
- 이녹스첨단소재 1건 (홍문표, 김보성 교수)
- 인투시 1건

4. 지역사회 기술 지도 및 이전 실적

- ㈜아이펍포인트 : 2차전지용 가스차단막 평가 기술
- ㈜ICD : 고해상도 OLED용 배선식각 기술
- ㈜PSK : 차세대 반도체/디스플레이용 건식PR Strip 기술

○ 홍종열 교수 활동

1. <인도네시아 문화인재 양상사업 사전 타당성 조사>

- 실적내용 : 본 사전 타당성 조사와 관련 공동연구자로서 문화콘텐츠 부문 책임을 맡아 관련 작업을 인도네시아 정부 관계자 및 국내 전문가들과 작업을 실행함
- 주관기관 : 문화체육관광부
- 기간 : 2021.07.01.~2022.02.28.

2. 경북콘텐츠진흥원 : 자문 및 평가위원

3. 충남콘텐츠진흥원 : 자문 및 평가위원

4. 한국정보문화진흥원: 자문 및 평가위원

○ 2021년 11월 이엔에프테크놀로지 현장견학 (디스플레이, 반도체 소재)

○ 2022년 6월 7일 국립부여박물관으로 디지털 박물관 투어 현장견학

- <백제금동대향로>, <백제인의 문양> 등 실감콘텐츠 및 디지털 콘텐츠 체험하였음.

○ 2022년 6월 22일 세종시청 아동청소년과 담당자 3인 AR/VR 실습관 방문

- 실내놀이터에 가상/증강현실을 반영하고 싶어 참고하고자 방문
- 장비 종류, 운영 방식, 운영 필요 인원, 콘텐츠 등 문의하였음.

○ 2022년 8월 이녹스첨단소재 현장견학 (디스플레이, 반도체 소재)

- 2022년 몽골국립대학교 Multimedia Lab과 학술교류
- 몽골국립대학교 Multimedia Lab 앵호바르 교수와 VR 및 메타버스 관련 교류
- 2023년에는 본격적인 VR, MR, 메타버스 관련 네트워크 및 국제 학술교류 증진 예정
- 산학협력 기업 전문가 강연
- 교육과정 운영에 외부전문가를 초빙하여 강의함. ICT, 디스플레이, 반도체 산업과 관련된 특성화 분야 기업의 전문가 강연을 수행함.

번호	일자	연사명/소속	강의주제
1	3/11	곽병성 박사(전 에기연 원장) / (주)한빛레이저	연결과 혁신
2	3/18	손대락 CEO / (주)센서피아	교수(기술)창업
3	3/25	이상지 박사 / (주)푸시폴시스템	메타버스 현황과 미래전망
4	4/1	윤성철 박사 / 한국화학연구원 화학소재연구본부장	Toward Color-selective Solution-processed Organic Photodiodes for Visible and Near Infrared Image Sensors
5	4/8	이재현박사(연구위원) / LG에너지솔루션 자동차전지개발센터	전기자동차용 배터리의 연구개발 동향
6	4/15	황인선 부사장 / 에이유플렉스	폴더블 디스플레이와 힌지 기술
7	4/22	중간고사	
8	4/29	강성호 박사 / 차세대 융합기술연구원	차세대 태양전지 오늘 그리고 미래 (페로브스카이트/실리콘 탠덤 태양전지)
9	5/6	김희섭 전무 / 삼성 SDI	삼성 SDI 전자재료 소개
10	5/20	정용철 박사 / 한국생산기술연구원	플렉시블 디스플레이를 위한 신축성 내마모 소재 개발
11	5/27	전기원 박사 / 한국화학연구원 차세대탄소자원화연구단장	탄소중립을 위한 이산화탄소 활용기술의 현황 및 전망
12	6/3	신기철 전무 / 신화인터텍	5G/mmWave용 고주파대응 FPC와 관련재료의 개발동향
13	6/10	안근옥 사장 / 나노캡	Semiconductor Technology & Overview
14	6/17	기말고사	
15	6/24	김상일 상무 / ENF	차세대 반도체 및 디스플레이 소재 기술의 발전 동향

- 박재병, 신호산
- 1. <한국 문화 체험 메타버스 콘텐츠 아이디어 공모전> 출품

- 실적내용 : 2022년 <한국 문화 체험 메타버스 콘텐츠 아이디어 공모전>에 메타버스 콘텐츠 출품
- 작품명 : 광화문에서 증강현실을 통해 만나는 이순신
- 출품 개요 : MS사 Hololens II와 앱 기반 증강현실을 적용하여 광화문 광장에 있는 이순신 동상이 살아 움직이며 각종 연출과 함께 체험 진행자와 상호작용이 일어나는 실감형 콘텐츠. (Storytelling이 체험자마다 상의한 것이 특징임)
- 주관기관 : 문화체육관광부
- 협력업체 : (주)편웨이브



<그림> 한국 문화체험 메타버스 콘텐츠 아이디어 공모전 출품 컨셉 시나리오(왼쪽)와 포스터(오른쪽)

1. 참여교수 산학협력 역량

1.1 연구비 수주 실적

〈표 4-1〉 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 국내외 산업체 및 지자체 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 실적	비고
국내외 산업체 연구비 수주 총 입금액	784,040	37,400	
지자체 연구비 수주 총 입금액	33,889	0	
이공계열 참여교수 수	6	7	
1인당 총 연구비 수주액	136,321	5,343	

〈표 4-1-1〉 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 인문계열 참여교수 1인당 국내외 산업체 및 지자체 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 실적	비고
국내외 산업체 연구비 수주 총 입금액	18,600	215,564	
지자체 연구비 수주 총 입금액	0	0	
인문계열 참여교수 수	3	4	
1인당 총 연구비 수주액	6,200	53,891	

1.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- 마이크로 결함이 최소화된 고치밀성을 갖는 무기 박막 제작 및 그 방법, 출원, (2021.10.), 홍문표, 신승민
- 스트레처블 광 소자 및 그 제조방법, 출원, (2021.12.), 홍문표, 신승민
- 마이크로 결함이 최소화된 고치밀성을 갖는 무기 박막, 및 그의 제조 방법 및 장비, 출원, (2022.01.), 홍문표, 신승민
- 수소 연료 탱크 및 이의 제조방법, 출원, (2022.02.), 김보성, 김형욱, 오창용, 홍문표
- 본 발명은 수소 연료 탱크 및 이의 제조방법에 대한 것으로, 상기 수소 연료 탱크는 내부에 수소를 저장할 수 있는 탱크 본체; 및 상기 탱크 본체의 적어도 일면 상에 배치된 수소 배리어층을 포함하고, 상기 수소 배리어층은 상기 탱크 본체의 적어도 일면 상에 배치되고, (준)금속으로 된 제1배리어층; 및 상기 제1 배리어층 상에 배치되어 상기 제1 배리어층 내 빈 공간을 충전하는 제2 배리어층을 포함한다.

- 기관 탈착용 박막 및 그 제조방법, 출원, 10-2022-0026616, (2022.03), 김보성, 김민영, 김태현, 박소희
- 본 발명의 기관 탈착용 박막 제조방법에 따르면, 지지 기관의 일면에 금속무기염으로 이루어진 금속 무기염 박막층을 배치하는 단계 를 포함한다. 수명이 긴 UV 또는 IR 램프를 사용하여 빛과 열에너지를 전달할 수있어, 유지관리 비용이 저렴하고, 단순히 빛과 열에너지를 넓은 면적으로 전달할 수 있어 11세대 클래스 이상의 대면적 기관 탈착을 용이하게 진행할 수 있는 기관 탈착용 박막 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.
- 액티브 매트릭스 디스플레이 구동을 위한 수직 트랜지스터 어레이, 출원, 10-2022-0026546, (2022.03), 김보성, 김형욱, 오창용
- 본 발명은 모바일 폰을 위한 OLED와 AR/VR 용 OLED 디스플레이, 폴더블, 롤러블 등 차세대 플렉서블 디스플레이 제품DML 표시성능을 향상시키기 위한 백플레인(backplane)의 트랜지스터 구조 및 공정에 관한 기술이다. 또한, OLED 백플레인(backplane) 트랜지스터 어레이 형성에 관한 기술이다.
- 스마트 안경용 디스플레이 렌즈 및 그 제조 방법, 출원, 10-2022-0044726, (2022.04), 김보성, 김형욱, 오창용, 홍문표
- 본 발명은 스마트 안경용 디스플레이 렌즈 및 그 제조 방법에 관련된 것으로 보다 구체적으로는, 스마트 안경의 전방면에 초고해상도로, 이미지나 텍스트 등과 같은 형태의 정볼브 디스플레이할 수 있는 스마트 안경용 디스플레이 렌즈 및 그 제조 방법에 관련된 것이다.
- 수소연료탱크 및 그 제조방법, 출원, 10-2022-0008563, 김보성, 김민영
- 상기 수소연료탱크는, 비금속 재질로 이루어지며, 수소 기체가 수용되는 수용 공간이 내부에 마련되되, 내벽면 및 외벽면 중 적어도 어느 한 벽면에 삼차원 형상의 주름 구조가 종횡 방향으로 형성되는 탱크 바디; 및 상기 탱크 바디에 형성되어 있는 주름 구조의 형상이 표면으로 드러나도록, 상기 주름 구조 상에 상기 주름 구조의 형상을 따라 형성되며, 서로 다른 박막의 적층 구조로 이루어지는 수소 배리어층을 포함할 수 있다.
- 단채널 수직 트랜지스터, 그 제조 방법 및 이를 포함하는 디스플레이, 출원, 10-2022-0006796, (2022.01), 김보성, 김형욱
- 본 발명은 단채널 수직 트랜지스터, 이를 포함하는 디스플레이 및 그 제조 방법에 관련된 것으로 보다 구체적으로는, OLED의 해상도를 1,000 ppi 이상의 초고해상도로 구현할 수 있는, 단채널 수직 트랜지스터, 이를 포함하는 디스플레이 및 그 제조 방법에 관련된 것이다.
- 스트레처블 광 소자 및 그 제조방법, 출원, (2022.03.), 홍문표, 신승민, PCT
- 유연 폴리이미드 기관 탈착용 수용성 고분자 기반 계면 희생층용 조성물, 출원, (2022.03.), 김환규, 신성태, 홍문표, 노형진
- 신축성 기관 구조체 및 그 제조방법, 신축성 디스플레이 및 그 제조방법 그리고 신축성 디스플레이 사용방법, 등록, (2021.10.), 김상일, 홍문표, 이동혁, 윤호원, 정민현, U.S.A
- 기관 탈착용 박막 및 그 제조방법, 출원, 10-2022-0026616, 김보성, 김민영, 김태현, 박소희
- 액티브 매트릭스 디스플레이 구동을 위한 수직 트랜지스터 어레이, 출원, 10-2022-0026546, 김보성, 김형욱, 오창용
- 스마트 안경용 디스플레이 렌즈 및 그 제조 방법, 출원, 10-2022-0044726, 김보성, 김형욱
- 수소연료탱크 및 그 제조방법, 출원, 10-2022-0008563, 김보성, 김민영

- 단채널 수직 트랜지스터, 그 제조 방법 및 이를 포함하는 디스플레이, 출원, 10-2022-0006796, 김보성, 김형욱
- 열손상에 대한 유기발광다이오드의 소자 성능 및 박막 특성 분석, 출원, 10-2021-0143837, (2021.10), 류승윤, 김동현, 이창민, 정건우, 김태욱, 최동현, 박민재, 조현우, 채형주
- 본 발명은 유기발광소자의 열에 대한 영향에 관한 것이며, 보다 상세하게는 유기물이 증착 및 공정 환경에서 열에 노출될 경우 유기발광소자에 어떤 영향을 미치는지에 관한 것임.
- 도핑이 없는 유기발광다이오드용 도너- π -억셉터 기반 딥블루 전계발광 재료, 출원, 10-2021-0146428, (2021.10), 류승윤, 이창민, 김동현, 정건우, 김태욱, 최동현, 박민재, 조현우, Amjad Islam, 채형주
- 향상된 OLED 소자 성능으로 이미다졸 형광단의 활용 범위를 넓히기 위해, 높은 전자 수송 능력을 가지고 있는 수용체인 이미다졸을 적용하고 acceptor로 tri-phenylamin (TPA)를 적용하였음. 높은 정공 수송 능력이 phenyl linker와 연관되기 때문에 고유한 Y형 분자를 설계하는 Donor- π -Donor 전략을 채택하였음. 이 분자 설계에서 우리는 이전에 보고된 분자와 비교하여, TPA 부분(이미다졸 고리의 C2, C4 및 C5 위치에서)을 1개에서 3개로 늘렸음.
- 스트레처블 유기 발광소자를 활용한 웨어러블 스트레인 센서, 출원, 10-2021-0150178, (2021.11), 류승윤, 이창민, 김동현, 정건우, 김태욱, 최동현, 박민재, 조현우, 채형주
- 본 발명은 연신가능한 유기발광소자에 기반한 센서에 관한 것이며, 보다 상세하게는 색 변화를 토대로 연신율을 유추하는 장치에 관한 것임.
- 스트레처블 광 소자 및 그 제조방법, PCT 국제출원, PCT/KR2021/016790, (2021.11), 류승윤, 김동현, 이창민, 최대근, 채형주, 정건우, 최동현, 김태욱, 박민재, 조현우
- 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는, 2축 연신이 가능하되, 연신 시에도 시야각에 따라 색 좌표가 변하지 않고 일정한 색을 유지할 수 있는 스트레처블 광 소자를 제공하는데 있다. 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 구동 중 발생하는 열을 효과적으로 방출시킴으로써, 고 휘도에서도 열방출을 통한 고 효율을 유지할 수 있는 스트레처블 광 소자를 제공하는 데 있다. 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 광 소자를 단시간에 유리 기판으로부터 분리시킬 수 있는 스트레처블 광 소자 제조방법을 제공하는 데 있다.
- 웨어러블 스트레인 센서 및 그 제조방법, 출원, 10-2022-0001478, (2022.01), 류승윤, 이창민, 김동현, 정건우, 김태욱, 최동현, 박민재, 조현우, 채형주
- 웨어러블 스트레인 센서가 제공됨. 상기 웨어러블 스트레인 센서는, 대상 체에 부착되며, 빛을 발생시키되, 상기 대상체의 변형 시 유발되는 상기 빛의 색 변화를 통하여, 상기 대상체의 변형 정도를 측정하는 웨어러블 스트레인 센서로서, 스트레처블 주름을 가지며, 소정 두께 이하로 형성되는 스트레처블 기판; 상기 스트레처블 기판 상에 형성되는 제1 전극; 상기 제1 전극과 대향되게 형성되는 제2 전극; 및 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 형성되는 유기 발광층을 포함하되, 상기 제1 전극, 제2 전극 및 유기 발광층의 형상은 상기 스트레처블 기판의 형상에 종속되며, 상기 제1 전극은, 상기 유기 발광층으로부터 방출되는 빛의 색이 상기 대상체에 의해 상기 웨어러블 스트레인 센서에 가해지는 스트레인(strain)에 따라 변화되도록 미세 공동(micro-cavity)을 발생시키는 반투명 전극으로 이루어질 수 있음.
- 유기발광소자용 화합물, 그 제조방법 및 이를 구비하는 유기발광소자, 출원, 10-2022-0001461, (2022.01), 류승윤, 이창민, 김동현, 정건우, 김태욱, 최동현, 박민재, 조현우, Amjad Islam, 채형주

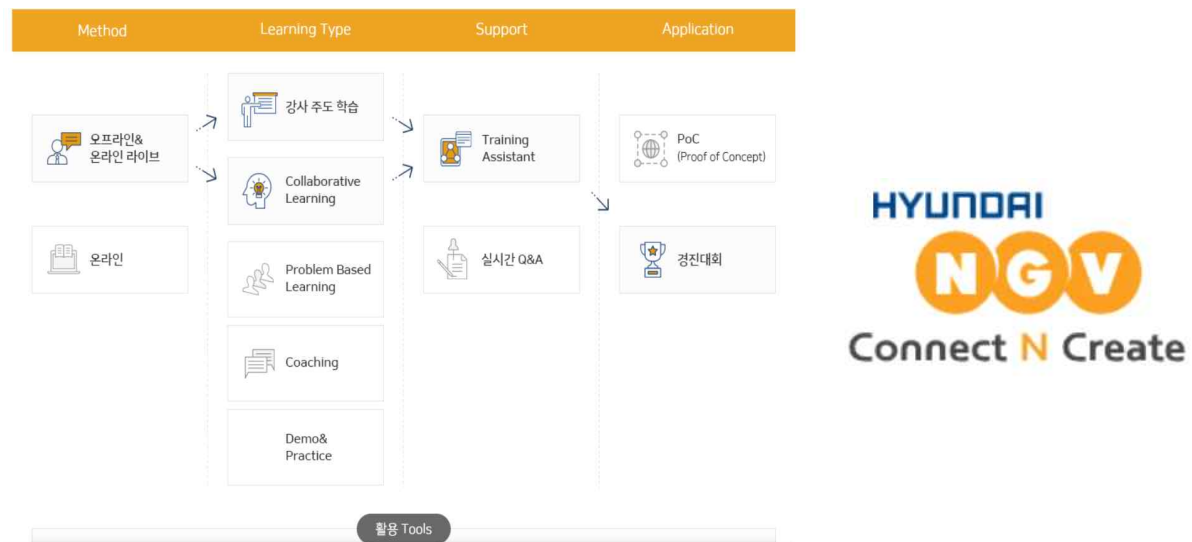
- 유기발광소자용 화합물이 제공됨. 상기 유기발광소자용 화합물은, 도너인 트리 페닐아민(TPA) 및 엑셉터인 이미다졸을 가지며, 상기 도너와 엑셉터가 π 링 커로 연결되어 이루는 Y형 이미다졸 형광단을 포함하되, 상기 Y형 이미다졸 형광단 은 도핑되지 않을 수 있음.
- 광전소자용 화합물, 그 제조 방법 및 이를 구비하는 광전소자, 출원, 10-2022-0071358, (2022.06), 류승윤, 이창민, 김동현, 정건우, 김태욱, 최동현, 박민재, 조현우, 김영범, SHAH SYED HAMAD ULLAH, Amjad Islam
- 광전소자용 화합물이 제공됨. 상기 광전소자용 화합물은, 매트릭스 물질; 및 상기 매트릭스 물질 내에 혼재되어 있으며 생성 온도가 다른 이중의 결정상을 포함하되, 상기 이중의 결정상 중 어느 하나의 결정상에 의하여 광 산란이 유도될 수 있음.
- 광전소자용 화합물, 이를 구비하는 광전소자 및 그 제조 방법, 출원, 10-2022-0071360, (2022.06), 류승윤, 이창민, 김동현, 정건우, 김태욱, 최동현, 박민재, 조현우, 김영범, SHAH SYED HAMAD ULLAH, Amjad Islam
- 광전소자용 화합물이 제공됨. 상기 광전소자용 화합물은 매트릭스 물질; 및 상기 매트릭스 물질 내에 분산되어 있으며, 표면에 쌍극자 외피층이 형성되어 있는 복수 개의 금속나노입자를 포함하며, 페로브스카이트 발광 소자(PeLED)로 이 루어지는 광전소자의 정공층을 이루게 될 수 있음.

2. 산학 간 인적/물적 교류

2.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

- 홍중열
 1. <인도네시아 문화인재 양상사업 사전 타당성 조사>
 - 실적내용 : 본 사전 타당성 조사와 관련 공동연구자로서 문화콘텐츠 부문 책임을 맡아 관련 작업을 인도네시아 정부 관계자 및 국내 전문가들과 작업을 실행함
 - 주관기관 : 문화체육관광부
 - 기간 : 2021.07.01.~2022.02.28.
 2. 경북콘텐츠진흥원 : 자문 및 평가위원
 3. 충남콘텐츠진흥원 : 자문 및 평가위원
 4. 한국정보문화진흥원: 자문 및 평가위원
- 지역 종합발전 협력 및 기여 실적
 - 세종시 초광역협력사업 공동기획 (실감형콘텐츠 미래모빌리티 융합)(책임)(홍문표 교수)
 - 세종시 지역혁신 메가프로젝트과제 공동기획 (실감형 미래모빌리티)(책임) (홍문표 교수)
 - 세종시 공동 세종발전위원회 위원장/위원 (신성태 교수/홍문표 교수)
- 지자체/외국 사업 지원 실적
 - 세종시 / 독일 Fraunhofer-ISC / 고려대학교 세종캠퍼스 공동연구 MOU (홍문표 교수)
 - 세종시 참여/독일정부 지원 Fraunhofer Innovation Platform (FIP) 사업기획 및 수주 (홍문표 교수)
 - 세종시 소재 고려대-프라운호퍼 공동연구소 유치 (홍문표 교수 외 3명)

- 지역사회 공동 연구 실적
 - 에이피리서치 1건 (홍문표 교수)
 - 이녹스첨단소재 1건 (홍문표, 김보성 교수)
 - 인투시 1건 (홍문표 교수)
- 지역사회 기술 지도 및 이전 실적
 - ㈜아이펄포넌트 : 2차전지용 가스차단막 평가 기술
 - ㈜ICD : 고해상도 OLED용 배선식각 기술
 - ㈜PSK : 차세대 반도체/디스플레이용 건식PR Strip 기술
- 2021년 11월 이엔에프테크놀로지 현장견학 (디스플레이, 반도체 소재)
- 2022년 6월 7일 국립부여박물관으로 디지털 박물관 투어 현장견학
 - <백제금동대향로>, <백제인의 문양> 등 실감콘텐츠 및 디지털 콘텐츠 체험하였음.
- 2022년 6월 22일 세종시청 아동청소년과 담당자 3인 AR/VR 실습관 방문
 - 실내놀이터에 가상/증강현실을 반영하고 싶어 참고하고자 방문
 - 장비 종류, 운영 방식, 운영 필요 인원, 콘텐츠 등 문의하였음.
- 2022년 8월 이녹스첨단소재 현장견학 (디스플레이, 반도체 소재)
- 2022년 몽골국립대학교 Multimedia Lab과 학술교류
 - 몽골국립대학교 Multimedia Lab 앵호바르 교수와 VR 및 메타버스 관련 교류
 - 2023년에는 본격적인 VR, MR, 메타버스 관련 네트워크 및 국제 학술교류 증진 예정
- 현대 NGV(<http://www.hyundai-ngv.com/main/index.do>) 원격 교육 프로그램 운영 (2021.10.11.~10.13.)
 - : 가상현실(VR) 기술 이해 과정 (On-line 실시간 Live 학습 및 실습 교육)
- 현대엔지비와 공동개발을 통하여 차별화된 교수설계법을 기반으로 차세대 자동차 개발 사업 고객의 Needs에 따른 Learning 타입별 과정을 개발하여 높은 교육성과를 창출함



<그림> 현대 NGV원격 프로그램의 수행 과정(왼쪽)과 프로그램 로고(오른쪽)

- 게더타운(Gather Town)이라는 현실과 유사한 경험을 할 수 있는 가상 공간 상에서 가상의 아바타를 이용한 교육·토론·협업을 할 수 있도록 하는 온라인 플랫폼을 실습하고 교육함.
- 보다 Interactive한 교육 프로그램 개발로 매년 교육을 진행할 계획 (2023년 하반기)

- 제주대학교를 포함한 타 지역 대학교 재학생 AR·VR센터 방문 추진
- 제주대학교 재학생 32명 및 교직원 (2022.05.19.)
- AR/VR 실습관 및 교육 환경 Benchmarking
- 교육프로그램 공동 개발 논의
- AR·MR 시스템 분야 및 콘텐츠 분야에 대해 양 대학 관련 학과 및 컨소시엄 기업과 공동으로 문제 사항 해결을 위한 연구 과제를 수행할 수 있는지 검토 후 추후 상호교류



<그림> 제주대학교 학생들의 고려대학교 세종캠퍼스 AR·VR센터내 콘텐츠 체험 모습

- 세종특별자치시와의 “산업기술단지거점기능강화사업”의 “2030 세종미래 먹거리 산업 마스터플랜” 중장기 로드맵 수립
- 박재병 교수 (전문위원)
- 충청권 “인공지능+메타버스 융합생태계 구축을 위한 기획 TF”를 위한 융합얼라이언스 총괄 기획 진행
- 박재병 교수 (대전·세종시 포함 충청 중부권역 위원장)
- 박진호
- 1. <2023년 문화체육관광 연구개발사업 ‘콘텐츠·문화예술 분야’ 과제 기획위원>
 - 실적내용 : KOCCA의 2023년 기획과제 전통문화 분야의 전문 기획위원으로 활동중(월 2회 자문)
 - 주관기관 : 문화체육관광부 한국콘텐츠진흥원
 - 기간 : 2022.09.01.~2022.10.15.
- 2. 국립중앙박물관 : 실감콘텐츠 자문 및 평가위원
- 3. 한국정보문화진흥원: 메타버스 부분 자문 및 평가위원

• 본격적인 사업 2년차를 맞아 AR·MR 분야에 특화된 교육 프로그램 구축 강화

: 신규 교과목 개발, 현장 견학의 확대, 관련 세미나의 강화

- 대학원 단위의 캡스톤디자인 교과과정의 완성도를 높여서, 석사학위 논문을 대체
- AR·MR·메타버스 분야에 대한 외부 전문가 세미나 진행
- 실제 VR·MR이 쓰여지고 있는 견학을 통해 사업단 참여 학생들의 현장성 부여(ex. 국립부여박물관 실감콘텐츠관 방문등)

• 코로나 이후 해외 연구소 및 대학과의 인적교류 점차 확대

- AR·MR연구의 국제화, 세계화를 위해 사업단 소속 학생의 해외 연구 기회를 확대
- 독일 프라운호퍼 연구소와 공동연구과제 수행 및 프라운호퍼-고려대 공동연구소 (23년 2월 설립 예정)을 통하여 참여 학생들에게 국제적 연구환경을 경험하고 연구역량 축적의 기회 부여
- 박사 과정생 국제 인턴쉽, 선진 외국 연구 단체와 교환학생 제도를 통한 학생 교류, 학위 과정 중 국제학회 발표 기회 제공을 통해 국제적인 수준의 대학원생을 육성
- 향후 외국 대학과의 복수 학위제, 해당 VR·MR·메타버스 분야의 해외 연구소(ex. 몽골국립대학교 Multimedia Lab) 등과의 교류를 통한 국제적인 VR·AR분야의 교류를 도모하고자 함

• AR·MR·AI·메타버스 관련 논문 게재 확대

- 전년도(2021)에 비해 사업단내 논문 게재 비율이 전반적으로 높아졌으며, 특히 사업단 참여교수와 학생의 공동 집필 논문이 두드러졌음
- 이는 국내 학술대회 뿐만아니라 해외 학술대회 참가를 통한 국내·국외까지 포괄하는 영역임
- 어떤 특정한 기술 위주의 논문 보다는 XR혹은 AI영역까지 포함하는 융복합적인 논문임

• 실제 현업에 쓰일 수 있는 AR·MR 관련 실무형 교육 프로그램의 확충

- 연구단 융합대학원의 개선된 커리큘럼에 따라 2022년 1학기에는 유기 반도체 에너지 소자”, “광전기 에너지 특성”, “AR·MR 시스템 개론”, “AR·MR 콘텐츠의 이해”를 개설하였음.
- 2022학년 2학기에는 신설 과목인 기존 융합전공 과목 중 AR·MR 콘텐츠의 이해Ⅱ(류성욱) 및 실감형 디지털 환경의 이해와 AR·MR·XR 캡스톤디자인 신규 융합전공 교과목이 개설되었음.
- 이를 통해 사업단 소속 학생들에게 이론적인 융합전공에서 더욱 확장하여 실무적인 융합전공이 이루어질 수 있도록 함
- 더욱이 2022년 2학기부터 신설된 “캡스톤 디자인”의 경우 학생들이 실무에 적용되는 디지털 콘텐츠 제작 참여를 통해 AR·MR사업단 본래의 취지를 충분히 반영될 것으로 사료됨

• VR·AR·MR 자체 교육을 통한 해당 기술기반 콘텐츠 제작 여건 확립

- 본 사업단 커리큘럼을 통해 학생들이 졸업후 현업에서 실질적으로 프로젝트 수행 및 디지털 콘텐츠 제작 환경 적응력 배양
- 본교 ‘ICT가속기융합관’ 3층에 위치한 “AR·VR센터”의 장비(VR, MR, Dome영상시스템)를 테스트베드로한 디지털콘텐츠 제작 및 시연
- 2022년 2학기부터 진행중인 ‘캡스톤 디자인’ 수업 그룹 위킹을 통해 학생 자체적인 디지털콘텐츠 제작 능력 배양