

붙임 1

4단계 BK21사업 자체평가보고서 신산업분야 교육연구단

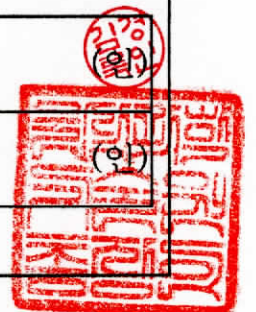
**『4단계 BK21사업』 혁신인재양성사업(신산업분야)
교육연구단 자체평가보고서**

접수번호									
신청분야	지능형반도체 (시스템반도체 포함)					단위	전국		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야			관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류		
	분류명	전자/정보 통신공학	반도체	전자/정보 통신공학	회로시스템	컴퓨터학	뉴로컴퓨터		
	비중(%)	40			35		25		
교육연구 단명	국문)	초절전 지능형 뇌모방 시스템 공학단							
	영문)	Ultimate neuromorphic intelligent Brain(UniBrain) system engineering							
교육연구 단장	소 속	울산과학기술원 전기전자공학과							
	직 위	교수							
	성명	국문	김경록		전화				
		영문	Kim Kyung Rok		팩스				
				이동전화					
				E-mail					
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (209~212)	2차년도 (213~222)	3차년도 (223~232)	4차년도 (233~242)	5차년도 (243~252)	6차년도 (253~262)	7차년도 (263~272)	8차년도 (273~278)
	국고지원금	93.275	186.550	186.550	186.550	186.550	186.550	186.550	93.275
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)								
자체평가 대상기간	2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)								

본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.

2022년 10월 4일

작성자	교육연구단장	김 경 록
확인자	울산과학기술원 총장	이 용 훈



〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	리딩 이노베이터	교육과 연구의 선순환	창의-혁신적 융합기술
	글로벌 리더 양성	하드웨어(HW)-소프트웨어(SW) 융복합	뉴로컴퓨팅
	지능형 반도체	초절전 지능형 뇌모방 시스템 '유니브레인(UniBrain)'	전계층 holistic scheme 연구방법론
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	<ul style="list-style-type: none"> ■ 비전: 반도체 기술혁신 속도를 뛰어넘는 교육-연구개발을 글로벌 선도수준으로 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 교육: 초절전 뇌모방 시스템 HW-SW 융복합 혁신인재 양성 [달성] 융복합 혁신인재 양성을 위한 자기주도형 혁신적 교과목 개설 및 글로벌 선도추구를 위한 BK 학생의 장단기 해외 파견 진행 중이며 정량적으로 매우 우수한 실적 창출. - 연구: 새로운 뉴로컴퓨팅 HW-SW 융복합 연구영역 개척 및 선점 [달성] 전계층에서 작년보다 향상된 환산보정IF 수치를 달성하여 우수한 학술적 성과를 거두었으며 이는 각 계층 간 창의-혁신적 융합기술 구현 체계 구축 및 학생활동 지원을 통하여 성공적으로 시행됨. - 국제화: 국제학생교류/국제공동연구를 통한 글로벌 선도추구 [달성] ISSCC 2편, VLSI 2편 등 국제 최고 수준 학회에서 논문발표와 학생활동을 지원하여 다양한 계층 연구자들간 적극적 교류활동을 촉진하였으며, 2명의 우수한 BK학생의 장단기 해외 파견을 통하여 국제 교류를 통한 글로벌 리더 양성 및 글로벌 영향력 확대하는 발판을 마련함. ■ 목표: 지능형 반도체 기술의 '리딩 이노베이터(Leading Innovator)' 로의 도약 <ol style="list-style-type: none"> 1. 자기주도형 혁신적 융복합 학습 기반 교육-연구의 선순환 체계 구축 [달성] 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning) 이 가능한 융복합 교과목 및 계층별 Flipped Learning 교과목들을 개설 및 활성화하여 다계층간 공동 프로젝트를 통한 상호 보완 및 발전을 도모하여 연구의 내용이 교육과 자연스럽게 선순환하는 체계를 구축. 2. 전계층 holistic scheme 융복합 연구 기반 창의-혁신적 융합기술 구현 [달성] 반도체소자-회로설계-시스템-소프트웨어 전계층 연구자들간 융합을 통하여 창의-혁신적 융합기술 기반 연구의 질적 우수성 향상. 3. 세계 수준의 교육과 국제 교류를 통한 글로벌 리더 양성 및 영향력 확대 [달성] 세계 최고 수준 국회 학술지 및 high impact journal을 다수 출판하여 글로벌 최고 수준의 우수한 성과를 올렸으며 BK학생의 장단기 해외 파견을 통해 세계적 교육/연구 기관과 교류할 수 있는 기회를 제공. 		
교육역량 영역 성과	<ul style="list-style-type: none"> ■ 적극적인 국제 교류를 통한 글로벌 리더 양성 <ul style="list-style-type: none"> - COVID-19로 인한 해외출장 제약이 해제되어 2명의 우수한 BK 학생의 장단기 해외 파견을 진행 중. - 해외학회출장 지원에 국제화활동 사업비 활용을 통하여 세계적인 연구기관과의 활발한 연구자 교류 및 실적 창출 중. - 100% 영어 강의, 100% 영어 학위 논문 작성, 영어 세미나 과목 운영. - 다양한 국가 출신의 우수한 학생들을 모집하여 교내에서 자연스럽게 영어를 사용할 수 있는 기회와 각국 문화를 체험하고 교류할 수 있는 환경 제공. - 최근 1년간 배출된 석사, 박사들의 학위 논문 작성 과정에서 100% 영어 사용. ■ 체계적인 반도체소자-회로-시스템 소프트웨어 융복합 교육을 통한 자기주도형 교육-연구의 선순환 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 기존의 학문의 틀에서 벗어나 체계적인 반도체소자-회로-시스템-소프트웨어 융복합 교육 과정 제공 - 최신 연구 주제를 주도적으로 탐구할 수 있는 프로젝트 중심의 PBL (Project-Based Learning) 과목 개설/전환. - 핵심 전자공학적 주제와 관련된 자기주도형 심화선택 교과목 개선 및 설계. 		
연구역량 영역			

<p style="text-align: center;">성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ HW-SW 융복합 연구 성과 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 1년간 본 교육연구단은 융합연구를 통해 Nature photonics, Nature electronics 와 같은 high impact 저널, 학회에 논문을 52편 발표하는 실적을 창출함. 뿐만 아니라 환산 논문 1편당 환산보정 IF가 0.907로 각각의 논문이 질적으로도 매우 우수함. - 학회 활동이 매우 중요한 반도체 분야에서 ISSCC 2편, VLSI 2편과 같은 반도체 최고학회에 많은 논문발표와 학생활동을 지원하여 우수한 성과를 올림. ■ 연구업적의 질적 우수성 향상 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 장단기 파견 및 해외학회출장 지원을 통해 글로벌 선도 융합연구 및 국제공동연구 활성화 기회 제공. - 국제 학술지, 학술대회에 논문 투고를 적극 장려하고 Nature photonics, nature electronics, ISSCC, VLSI 등 다수의 우수한 실적을 창출하여 글로벌 최고 수준의 연구역량을 보유하는 기회를 제공함.
<p style="text-align: center;">산학협력 영역 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 특허, 창업 실적 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 전계층에서 국내외 특허 출원 20건, 등록 3건의 실적을 창출하여 원천기술의 사업화를 위한 기반을 마련함. 각각의 특허는 매우 높은 신규성, 진보성을 지닐 뿐 아니라 융복합 연구의 결과물로서 특허 간 유기성이 높아 지적 재산 침해에 매우 강건함. - 교내 창업기업 (주터널 실적 : 기진행된 기술이전 9건 등 보유 IP 의 높은 가치를 인정 받아, 기업가치 40억 추산됨과 더불어 투자금 2억 유치 등 우수한 창업·기술사업화 실적 창출 ■ 산학협력단 창업인재육성 프로그램 개설 <ul style="list-style-type: none"> - 창업형 인재 육성을 위한 프로그램 2개 지원 및 개설하여 작년에 미진했던 산학협력 이내장성 프로그램을 개설 및 활성화하는 우수한 성과를 올림 ■ 산학협력을 통한 산업문제 해결 실적 <ul style="list-style-type: none"> - 다수의 삼성미래기술육성센터 과제 및 삼성전자, SK 하이닉스 등의 반도체 기업 전략산학 기반 협력체계 구축 - 라이다/3D 센서 IC의 메모리용량, 노이즈 등의 산업문제를 산학과제 형태의 협력을 통해 새로운 기술을 개발하여 해결하였으며, 국제적 수준의 최첨단 기술로서 새로운 기술 분야를 선도함.
<p style="text-align: center;">미흡한 부분 / 문제점 제시</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교육 영역 <ul style="list-style-type: none"> - 석사/박사 최근 1년간 배출 실적 ■ 연구 영역 <ul style="list-style-type: none"> - 교육프로그램 국제화 및 국제공동연구 달성도의 미흡
<p style="text-align: center;">차년도 추진계획</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교육 영역 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 2년 상당수의 석사, 박사과정 인력 충원을 바탕으로 배출 실적을 달성할 계획 ■ 연구 영역 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 융복합 인재 양성을 위해 단기 학술대회 출장 및 장기 해외파견 등을 추진 계획함. - 시도 수준에 머물렀던 융복합 연구를 차년도에는 결과를 적극 응용하여, 특허, 논문 등의 실적에서 우수성을 본격적으로 입증하고자 함. - 시스템 반도체 혁신을 위한 글로벌 기술 네트워킹 주제로 해외석학 및 BK 사업단 교수진 20여명 규모의 국제공동워크샵 행사 진행 계획. ■ 산학협력 영역 <ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 자율제조 클러스터 사업 기획 참여하여 지자체 및 지역사회와의 교류 계획에 있음. - Automatic Guided Vehicle 관련 기술 개발 협의중에 있음.

I

교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	김경록	영문	Kim Kyung Rok
소속기관	울산과학기술원 전기전자컴퓨터공학부			

교육연구단장 김경록 교수는 지능형반도체 분야 “초절전 지능형 뇌모방 시스템 공학단”의 비전을 누구보다 잘 달성할 수 있는 다음과 같은 탁월한 연구·교육·행정 역량을 가졌다.

(1) 연구역량

- 김경록 교수의 지난 5년간 국제전문 학술지 연구실적은 총 14편으로, 이중 IEEE 논문 9편, Springer Nature 출판그룹 논문 3편으로 질적 우수성이 탁월함. (Q1 비율 62.5 %)
- 특히, Springer Nature 저널 3편 (Nature Electronics, Nature Communications, Scientific Reports) 중 2019년 7월 출판된 Nature Electronics 논문 (대표연구실적 1)은 국내 전기 및 전자공학과 (EE) 최초 출판으로서, 모든 저자가 UNIST 학생과 교수로 구성되어 UNIST EE만의 융복합 교육과 연구를 통해 “3진법 반도체”라는 새로운 반도체 패러다임을 제시한 탁월한 업적임. 이는 교육-연구 선순환 구현의 실제 사례로서, 업적의 선도성과 탁월성을 인정받아 UNIST “젊은특훈교수”에 선정/임용되었음. (2019년 9월)
- 또한, 반도체 분야의 세계 최고 학술대회로 인정받는 VLSI 논문 2편을 출판하였으며, 주로 글로벌 반도체 기업들의 첨단기술 경연장에서 2017년 VLSI 논문은 순수 대학교/대학원 자체 기술로는 국내 유일한 발표논문으로 선정되었고, 2019년 논문은 반도체 소자-회로 융복합 연구 결과의 가치를 인정받아 VLSI Technology와 Circuit program에 모두 포함되어 Joint-Focus Session에서 발표한 탁월한 융복합 연구업적임.
- IEEE 논문 또한 주전공 분야인 ‘전자소자’ (Electron Device Society) 논문 (Electron Device Letters 4편, Transactions on Electron Devices 4편)을 기반으로, 다양한 융복합 연구를 추구하여 ‘컴퓨터’ (Computer Society, ISMVL 2편), ‘마이크로파’ (MTTS, Transactions on Terahertz Science and Technology 2편), ‘안테나’ (Transactions on Antennas and Propagation 1편) 분야 등 3개 이상의 분야에서 질적으로 우수한 IEEE 논문 출판을 통해 차별화된 융복합 연구역량을 보유하고 있음을 확인할 수 있음.

(2) 교육역량

- 김경록 교수는 UNIST EE 재직기간 9년 중 총 6명의 박사, 6명의 석사 학생을 배출하였으며, 이중 박사학위자 1명은 탁월한 연구업적을 인정받아 UNIST Best Research Award를 수상하였으며, 5명 석사학위자 모두 취업 (삼성전자 2명, LG전자 1명, SK 하이닉스 1명) 및 진학 (박사과정 2명) 하였음.
- 박사과정 진학 학생 1명은 Global Ph.D Fellowship (GPF)에 선정되었으며, 2017년 박사학위 취득 후 SK 하이닉스(미래반도체연구소)에 취업하였고, 지도 학생 중 총 3명이 삼성전자 휴먼테크 논문 대상 (은상 2, 장려상 1)을 수상하여, 글로벌 최고 수준의 반도체 기업에서 필요로 하는 인재양성 역량을 보였음.

(3) 행정역량

- 김경록 교수는 UNIST 개교 초기인 2010년부터 재직하여, 대학교/대학원 교육과정/연구 프로그램 제도 확립에 대한 행정경험이 풍부하며, 특히, 학교 대학원위원회 위원으로 자대생이 학부 1, 2학년이었던 초기에 타대생의 UNIST 대학원 유치를 위한 U-SURF/U-WURF 등 인턴십 프로그램을 성공적으로 수행하여, UNIST 대학원 운영의 기틀을 마련하였음.
- 본 교육연구단의 모체인 UNIST 나노전자 뇌모방 시스템 연구센터 (Center for Nanoelectronic Brain-inspired Systems, CNeBS)의 센터장(Director)으로 재직하면서, 센터 구성 및 운영을 위한 행정경험이 풍부하며, 전자공

학 내 다양한 학문 분야의 융합을 바탕으로 창의적인 연구 성과를 추구하는 본 교육연구단을 성공적으로 리딩할 것으로 확신함.

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
전기전자공학과	2021년 2학기	20	7	27	9	4	13
	2022년 1학기	23	9	32	9	4	13

<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	김명수	2021년 2학기	전입	신규 임용	
2	김광인	2022년 1학기	전출	참여기간 종료	
3	전명재	2022년 1학기	전출	참여기간 종료	
4	권지민	2022년 2학기	전입	신규 임용	
5	윤희인	2022년 2학기	전입	신규 임용	

<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 (%)
전기전자공학과	2021년 2학기	16	16	100	7	6	86	30	22	73	53	44	83
	2022년 1학기	15	14	93	5	4	80	31	24	77	51	42	82
참여교수 대 참여학생 비율		330											

*위 표의 전체 인원은 BK 참여교수의 지도학생의 전체 수입.

*자퇴, 제적, 휴학 인원 제외.(참여 시작일 기준)

*참여 비율(%)은 반올림 처리함.

*참여교수 대 참여학생 비율: 학기별 참여교수 수의 합 / 학기별 참여학생 수의 합 * 100

(1) 참여인력 구성 변경 및 현황

- 사업 신청 시와 동일한 참여교수 수 13인 체제를 유지하고 있으며 원활한 사업 운영을 위하여 2022년 2학기 부터 제 1소속이 전기전자공학과인 권지민 교수, 윤희인 교수를 충원함.
- 소자-회로 모델링 CAD (Computer-Aided Design) 분야 및 아날로그-디지털 혼성회로 분야의 충원계획을 성공적으로 이행함으로써, 세계최고 수준의 교육연구단 운영을 위한 미래 성장 동력을 확보함.

※ 제안서 당시 충원계획 - 더욱 짜임새있는 교육-연구 분야 스펙트럼 구성을 위해, 아날로그-디지털 혼성회로 분야와 함께, 소자-회로 모델링 CAD (Computer-Aided Design) 분야에 충원 우선순위를 두고 우수한 신입 교원 초빙을 단계적으로 계획 중임. (그림 1.3-6)



3. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

교육연구단의 비전 ‘반도체 기술혁신 속도를 뛰어넘는 교육-연구개발을 글로벌 선도수준으로 수행’ 및 목표 ‘지능형 반도체 기술의 리딩 이노베이터(Leading Innovator) 로의 도약’ 를 계획 대비 교육, 연구, 산학 모든 측면에서 우수하게 달성함.

■ 교육 분야

(1) 교육과정 구성 및 운영 성과 (최근 1년간 이행실적)

본 연구교육연구단의 ‘초절전 뇌모방 시스템 HW-SW 융복합 혁신인재 양성’ 교육비전에 따라 지능형반도체 기술을 선도해 나갈 인재 약성을 위하여 반도체소자부터 시스템 소프트웨어에 이르는 전자공학의 핵심 분야를 체계적으로 융합하여 자기주도형 교육-연구 선순환을 구현하고 적극적인 국제 교류를 통한 글로벌 리더를 양성할 수 있는 교과과정을 구성 및 운영함. 작년에 이어 교과목개설/PBL 전환/개선은 작년에 이어 꾸준히 시행되어오고 있고, 7년차 목표달성을 위해 순조롭게 진행 중임.

- 융합교육과정 신설 (총 7년간 계획: 신설 4, 최근 1년간 이행실적: 신설 1, 전체 이행실적: 신설 3)
기존의 학문의 틀에서 벗어나 다양한 학문간 융복합 교육 과정을 제공하고자 교과목을 반도체소자-회로-시스템-소프트웨어로 분류하고 교과목 간의 연결 체계를 구축. 핵심 교육 주제를 하드웨어-소프트웨어 융합설계, AI 시스템, 저전력 시스템 설계 등으로 분류하였음.

- 신세운 교수 ‘전자회로설계및응용특수토퍅(Power Management IC)’ Power management IC 의 기본 이론 및 동작 원리를 학습하는 과목이다. 다양한 종류의 전력 변환 기술을 익히는 것부터 시작하여, 스위칭 인덕터 타입의 DC-DC 컨버터 설계에 집중하여, 학생들의 이해도를 높이도록 함. 또한 이를 위해 필요한 다양한 블록들에 대해서도 살펴봄.

- PBL (Project-Based Learning) 과목 개설/전환 (총 7년간 계획: 5과목, 최근 1년간 이행실적: 1과목, 전체 이행실적: 3과목)

학생들이 각 교과목 주제와 관련된 최신 연구 주제를 주도적으로 탐구할 수 있도록 하고, 우수한 탐구 결과를 교과목에 다시 반영하는 교육-연구 선순환 구현을 목표로, 교과목의 주제와 관련된 최신 기술 논문을 학생 스스로 찾아 내용을 이해한 후 발표하는 자기주도형 세미나를 교과목 내에 접목하는 방식으로 진행됨 다음과 같이 PBL 과목 개설.

- 이종은 교수 ‘영상 인식을 위한 텐서 프로세서 설계’ : 교과목 설계 (강의자료 준비, 실험/프로젝트 선정 및 솔루션 준비) 프로젝트 기반 교과목이라는 철학에 따라 새롭게 설계된 교과목으로서, 본 교과에서는 인공지능 응용에서 자주 사용되는 AI 프로세서를 직접 설계하고, 이미지 분류 등 실제 응용을 FPGA 상에서 하드웨어로 직접 구현해 봄으로써 실전문제 해결 능력을 기르는 것을 목표로 한다. 본 교과목을 통해서 학생들은 디지털 반도체 설계 관련 지식을 습득할 수 있으며, 프로젝트 수행을 통해서 높은 전공 이해도를 얻을 수 있도록 함.

- 심화선택 교과목 개선 및 설계 (총 7년간 계획: 개선 4, 최근 1년간 이행실적: 개선 2, 전체 이행실적: 개선 3)

- 김명수 교수 ‘나노전자소자’ : 교과목 설계 (강의자료 준비, 수정, 개선) 현대 VLSI 시스템을 구성하는 나노스케일 전자 소자들의 물리적 원리와 기술에 대해 소개한다. 이를 기반으로 하여 현재 널리 사용되는 실리콘 반도체 기술의 동작 원리뿐만 아니라 한계점 및 돌파구를 학습하고 나아가 차세대 반도체 물질과 소자에 대해서도 학습한다.

- 김명수 교수 ‘고급 반도체소자 공학’ : 교과목 설계 (강의자료 준비, 수정, 개선) 반도체 소자의 동작을 결정하는 poisson’s equation, continuity equations, carrier transport equations과 양자역학적 현상들에 관련된 다양한 수식들과 수식들에 대해 학습한다. 또한 실리콘 반도체 소자의 발전 과정에서의 기술 혁신들의 내용에 대해 파악하고, 현재 문제점들의 해결방안 및 차세대 반도체 소자의 구현에 필요한 기술적 난제들의 해결방안을 모색한다.

이러한 교육연구단 초기의 우수한 융합교육과정 신설 (75% 이행) 및 PBL 과목 개설/전환 (60% 이행), 그리고 심화선택 융합 교과목 개선(75% 이행)을 통해 본 교육연구단의 교육비전을 실현하기 위한 교육과정의 기반을 다지고, 이를 2~3년간 지속 개선 운영하면서, 중반기부터 좀 더 체계화된 대학원 기초핵심 FL 교과목전환 (4과목 이상)과 외부 산학 창의자율연구 개설(1)을 이행하고자 한다.

(2) 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 성과

- 혁신 인재 양성을 위한 우수 대학원생 충원 및 배출 실적 초과 달성함.

- 박사 충원 실적 :목표 5명 대비 통합과정 포함 5명 충원 (100%)

(3) 대학원생 학술활동 지원 성과

- 주요 학술활동 경비 지원

- COVID-19로 인한 해외출장 제약이 해제되어 총 2명의 우수한 BK 학생의 장단기 해외 파견 진행 중
- 반도체 최고수준 국제학회인 ISSCC, VLSI 에 참석하는데 학생활동 경비를 지원하여 참여 대학원생들의 연구 내용 발표, 최근 연구 동향 파악, 인적 네트워크 구축을 장려함.

- 작년 COVID-19로인한 국제화 경비를 해외특허 출원에 할당하여 총 출원 20건 중 12건의 (60%) 해

외특허 출원 달성함. 참여 대학원생들이 개발한 기술에 대한 지적 재산을 보호하는데 기여하여, 창의-혁신적인 새로운 연구를 추구 할수 있도록 환경을 조성함.

- 고도의 연구활동을 수월하게 할 수 있도록 최고 수준의 시뮬레이션 (SILVACO TCAD, CALIBRE_NMLVS 등) 실험 환경을 구축함.

● 국제화 역량 향상 지원

- 100% 영어 강의, 100% 영어 학위 논문 작성, 영어 세미나 과목 운영을 통하여 학생들이 국외 세계적인 대학, 기업과 연구소에 진출하여 국제적인 리더로 성장할 수 있도록 국제화된 교육 환경을 제공함.
- 다양한 국가 출신의 우수한 학생들을 모집하여 교내에서 자연스럽게 영어를 사용할 수 있는 기회와 각국 문화를 체험하고 교류할 수 있는 환경 제공.
- 최근 1년간 배출된 석사, 박사들의 학위 논문 작성 과정에서 100% 영어 사용.

* 교육연구단의 비전/목표 구현을 위한 정량적 목표치 및 실적 요약

구분	내용	2021년도 실적	최근 1년간 실적	목표(사업 7년차 기준)	
교육과정	융합교육과정	AI System/ AI Accelerator Architectures (2)	전자회로설계및응용 특수토픽I(Power Management IC) (1)	총 10개 HW-SW 융합 교과목 구축 및 운영: 신설(4)/개선(4)	일부 AI 대학원 코드웨어 고려
	Project-Based Learning (PBL)	AI System/ 전자소자실험 (2)	영상 인식을 위한 텐서 프로세서 설계 (1)	PBL 교과목 전환 (5) 산학 창의자율연구 개설(1)	
	Flipped Learning (FL)	-	-	대학원 기초핵심 FL 교과목 전환 (4과목 이상)	
대학원생 충원	석사/박사/통합과정 충원 (명)	총 19/5(16)	총 7/2/(13)	누적 총 105/64 명 (교수 1인당 석사1.5 /박사1)	
대학원생 배출	석사/박사 배출 (명)	총 7/6	총 5/3	누적 총 94/46 명 (석사 2년/박사 5년 연한)	
연구 수월성	논문 환산 편수	10.8편/년 (1인당 0.87편)	7.04편/년 (1인당 0.54편)	글로벌 평균보다 74% 더 인용되는 우수한 현황 기반 새로운 연구 영역 개척 목표로 Top-tier 저널/학회 출판	
	환산보정 피인용수(FWCD)	생략 - 논문발표 1년 미만, 인용 수 산정불가	생략 - 논문발표 1년 미만, 인용 수 산정불가		
	환산논문 1편당 환산보정IF (ES)	7.93/10.8* = 0.732 (16.7/10.8* = 1.54) (*포스터논문제외 총 환산편수)	6.87/7.04 = 0.975 (13.54/7.04 = 1.92)		
국제화	교육프로그램 국제화	-		STAR-MOOC 플랫폼 기반 국제공동교육과정 구축 (4)	

국제공동연구 /국제교류수행	2건		매년 10건 이상 (논문출판 장단기과제, 석학초빙, 세미나 교류/개최 포함)
외국어 강의 /영어글쓰기	100% 영어강의/ 100% 영어학위논문작성 지속 유지 및 강화		

■ 연구 분야

(1) 교육연구단의 연구 성과

본 교육연구단이 추구하고 있는 연구 목표인 HW와 SW의 융복합 연구를 통한 새로운 연구 분야 선도를 위해 소자부터 회로설계, 시스템, 소프트웨어까지 전계층에 걸쳐 다양한 차세대 지능형 반도체 기술을 개발하고 holistic scheme 역량을 향상시켰으며 연구 결과들을 IF가 높은 저널에 게재함으로써 우수성을 입증하였음.

● 연구실적의 질적 우수성

- 2021년 9월부터 2022년 8월까지 1년의 연구 기간 동안 각 연구 분야에서 국제적으로 인정받는 우수한 저널과 학술대회를 포함하여 47편의 학술지 및 학술대회 논문을 게재하고 발표하였음.
- SCI(E) 저널만 고려할 때 환산논문 편수는 7.04편이고 모든 논문의 환산보정 IF 총합은 6.87으로 계산됨. 따라서 환산논문 1편당 환산보정 IF는 0.975로 본 교육연구단이 목표로 하였던 0.622를 크게 뛰어넘는 결과를 달성하였음.

● 세부 연구 분야 별 (계층 별) 연구실적

가) 소재/소자 분야 연구실적

- 28-nm CMOS 파운드리 공정에서 subTHz 파동 검출기인 컴팩트한 monolithic trantenna (transistorantenna) 를 제시하였으며 온칩 측정에서 535배의 photoresponse (u) 향상을 얻었다. 그리고 highly localized plasmonic wave nano-ring FET 이용하여 record high인 12.4 kV/W 의 free-space responsivity 와 0.12 THz radiation 하에서 1 pW/Hz^{0.5} 의 감소된 noise equivalent power 를 실험적으로 입증함.
- 2차원 반도체물질인 이황화몰리브덴을 이용해 대기전력 소모가 0인 아날로그 스위치를 개발했다. 이 스위치는 테라헤르츠 고주파 영역에서도 작동해 IEEE 6G 통신의 데이터 전송 요구 속도인 100Gbit/s의 속도를 만족할 수 있음.

나) 회로설계 분야 연구실적

- 추가적인 전압 밸런서 없이 바이폴라 전압 레벨을 밸런싱할 수 있는 3포트 DAB 컨버터를 제안함. 또한 각 바이폴라 출력에는 DC 극 중 하나에서 단락오류가 발생한 상태에서 정상 DC 극의 균형을 맞추기 위한 독립적인 회로가 있어, 전력 시스템 신뢰성을 향상시킴.
- 바이폴라 직류 배전 시스템의 바이폴라 DC 버스를 상호 연결 할 수 있는 다중 포트 DC-DC 컨버터를 제안함. 바이폴라 DC 배전 시스템은 유니폴라 DC 배전 시스템에 비해 향상된 기능을 가지고 있음. 하지만 양극성 DC 버스는 불균형 부하 조건에서 양극성 전압 레벨의 균형을 맞추기 위해 전압 균형 기능이 필요함. 따라서 제안하는 다중 포트 DC-DC 컨버터는 두개의 양극성 DC 버스를 상호연결하여, 두개의 양극성 DC 버스간에 양방향 전력 흐름을 전달 할 수 있고 전압 밸런서 없이 양극성 전압 레벨의 균형을 맞출 수 있음.

다) 시스템 분야 연구실적

- 바이오 메디컬용 저전력 전류 모드 무선전력전송 기술에 대해 정리함. 기존의 전류모드에 대한 정리 논문이 부재했으나 본 논문을 통해 정리 하였음.

- 바이오 메디컬용 저전력 전류모드 구조를 새롭게 제시함. 입력 전압을 낮게만 받을 수 있었던 기존의 구조와는 달리 입력 전압을 높여 많은 파워를 전달 받을 수 있도록 하였음. 또한 최적 파워를 전달 할 수 있는 컨트롤 기술을 제안 하였음.

라) 소프트웨어 분야 연구실적

- Deep neural network (DNN) 기반 산업 현장 안전 모니터링 시스템에 관한 연구. 작업장 내 1안 카메라로부터 작업자, 중량물 등의 위치, 진행 방향, 상호 위치 추정. 집합론(set theory)로 기술된 안전 관련 규정 위반 여부 판정. 실제 작업장 및 선적장에 적용하여 기술 동작 확인함.

(2) 연구의 국제화 현황 및 실적

- 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황
 - 이종원 교수: 독일 Technical University of Munich (뮌헨공대) 와 III-V 반도체 헤테로구조를 기반으로 다중양자우물구조의 거대 광학 비선형성 및 거대 전기광학현상을 이용한 비선형 광학 메타표면 및 능동변조 광학 메타표면 연구를 진행하고 있음. 본 공동연구의 성과로 2022년 Nature Photonics 에 전기적 변조가 가능한 비선형 광학 메타표면에 대한 연구결과를 게재했으며, 본 연구 논문은 2022년 1월 Nature Photonics 표지논문으로 선정됨.
 - 이종원 교수: 네덜란드 TNO 와 민군겸용기술개발사업의 반도체 레이저 기반 비접촉식 화학작용제 탐지기 개발의 평가를 진행했으며, 개발한 탐지기의 VX, GA, GB, HD 최소 탐지 농도 추출 실험을 진행함.
 - 심재영 교수: Journal of Visual Communication and Image Representation에서 2021년 부터 현재까지 associate editor로 활동하였음

■ 산학 분야

(1) 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

- 산학인력양성 프로그램(창업형 인재 육성, 산학 연계 인력양성)을 개설하여 미진했던 산학협력 인재 양성 프로그램을 개설 및 활성화 하고 삼성전자, 한국조선해양 등의 다방면 기업과의 전략 산학 기반 협력체계 구축.
- 산업 현장에서 취득된 데이터를 기반으로 AI 기술을 이용하여 기업의 문제를 해결하는 Project Based Learning(PBL) 운영으로 기업별 필요 기술을 과제로 선정하여 기업체 인력 교육 진행.

(2) 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- 전계층에서 국내외 특허 출원 20건(국내 8건, 해외 12건), 등록 3건의 실적을 창출하여 원천기술의 사업화를 위한 기반을 마련함.

□ 교육역량 대표 우수성과

(1) 최근 2년간 (2020년 2학기~2022년 1학기) 대학원생 총원 및 배출 계획 대비 실적 (단위: 명)

	목표	실적	달성도(%)
석사 총원	22.5	26	116 %
박사 총원	6.5	7	108 %
석사 배출	14	11	79 %
박사 배출	6.5	8	123 %

석박사 배출에 있어서는 석사 배출은 목표 대비 다소 부족해 보이지만 연구중심의 고급박사인력 양성에 초점을 둔 과기원 특성상 석박사 통합과정 총원 비율이 높기 때문으로, 이에 따라 박사 배출은 목표를 초과하였고, 석박사 전체 인원으로 보면 목표를 모두 달성하였음.

(2) 교육과정 구성 및 운영 성과

자기주도형 융복합 학습 기반 교육-연구의 선순환 체계 구축을 활성화하기 위해 융합교육과정 신설(최근 1년간 1과목 신규 개설), Project-Based Learning (PBL) 과목의 개설/전환(최근 1년간 1과목 신규 설계) 및 심화선택 교과목 개선 및 설계(최근 1년간 2과목 신규 설계) 등의 주요 성과가 있었음. 교육과정은 세계 탑 대학들의 수업을 벤치마킹하여 국제적 연구 역량을 갖도록 구성함.

- 융합교육과정 신설: 신세운 교수 ‘전자회로설계및응용특수토픽(Power Management IC)’
- Project-Based Learning (PBL) 과목 설계: 이종은 교수 ‘영상 인식을 위한 텐서 프로세서 설계’
- 심화선택 교과목 설계: 김명수 교수 ‘나노전자소자’, ‘고급 반도체소자 공학’ 교과목 설계

(3) 대학원생 학술활동 지원 성과

- 국제 연구 및 인적 교류 기회 제공
 - 이종은 교수: UC Irvine의 Prof. Fadi Kurdahi 교수팀과 함께 공동으로 저항성 메모리 기반 신경망 가속기 회로-아키텍처 관련 연구를 진행하고 있음.
 - 이종원 교수: Technical University of Munich (Germany) 의 Prof. Mikhail Belkin group 과 III-V 반도체 기반 다중양자우물구조를 이용한 능동/비선형 메타표면 연구를 공동으로 진행하고 있음.
- 주요 학술활동 경비 지원
 - ISSCC, VLSI 등 세계 최고 수준의 국제학회에 참석하는데 경비를 지원하여 참여 대학원생들의 연구 내용 발표, 최근 연구 동향 파악, 인적 네트워크 구축을 장려함.
 - 국내외 특허 출원 장려 및 등록비 지원을 통해 참여 대학원생들이 개발한 기술에 대한 지적 재산권을 보호하는데 기여하여, 창의-혁신적인 새로운 연구를 추구 할수 있도록 환경을 조성함.
 - 고도의 연구활동을 수월하게 할 수 있도록 최고 수준의 시뮬레이션 (SILVACO TCAD, CALIBRE_NMLVS 등) 실험 환경을 구축함.
- 국제화 역량 향상 지원

- 다수의 석사, 박사를 배출하는 과정에서 학위논문을 100% 영어로 작성함에 따라 학위논문의 수준을 글로벌 스탠다드 수준으로 향상시킴.
- 국제 학술지, 학술대회에 논문 투고를 적극 장려하고 다수의 실적을 창출하여 글로벌 최고 수준의 연구역량을 보유하는 기회를 제공함.

(4) 신진연구인력 현황 및 실적

- 신진연구인력의 확보 및 지원 계획

- 본 교육연구단의 신진연구인력은 참여 교수별로 추천된 연구 실적이 우수한 박사 후 연구원들을 대상으로, 운영위원회의 엄정한 심사과정을 거쳐 선발되었으므로, 우수 신진연구인력 채용 제도를 확립한것으로 판단됨.
- 신진연구인력 (박사 후 연구원) 에게 선정평가 당시 계획한 최대 급여 액수 (350만 원/월) 보다 높은 급여를 보장함으로써 최고 수준의 급여대우를 이행하고 연구활동을 활성화 함. 당해년도의 신례를 통해 다수의 박사 후 연구원들에게 본 제도를 통한 채용 의식을 고취하여 우수한 연구인력 유지를 할 수 있는 환경을 구축함.

- 신진연구인력의 연구 활동 활성화를 위한 제도적 장치 마련

- 연구에 전념 할 수 있도록 PC와 사무가구 일체를 지원, 최적의 환경을 제공하였으며, 연구원 아파트에 입주 할 수 있도록 지원하여 안정적인 정착환경을 마련함.
- 국내외 유수의 대학, 연구소와의 협동 연구를 독려하여 최고 수준의 국제적 연구 역량을 갖출 수 있는 기회를 제공.

- 대학원 차원의 혁신 지표와의 연계성

- 당초 계획한 '수월성 연구 추진 지향' 에 걸맞게 원천기술 연구를 장려함. 당해년도 연구결과는 그 우수성을 입증받아 국내 최대 반도체 분야 학술대회에서 분과 우수 논문상을 수상하는데 기여함. 뿐만 아니라, 국내외 특허 출원 20건(국내 8건, 해외 12건), 등록 3건의 실적을 창출하였으며, 각각의 특허들은 모두 매우 높은 신규성, 진보성을 지닌것으로 평가됨.
- 이를 통해 신진연구인력이 원천 기술 기반으로 가치 창출이 가능함을 간접적으로 경험하는 값진 기회가 되어, 기술 사업화 센터의 도움과 함께 독자적 기업 설립에 대한 동기를 부여함.

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

(1) 교육과정 구성 및 운영 성과 (최근 1년간(2021.09.01.~2022.08.31.) 이행실적)

본 연구교육연구단의 '초절전 뇌모방 시스템 HW-SW 융복합 혁신인재 양성' 교육비전에 따라 지능형반도체 기술을 선도해 나갈 인재 약성을 위하여 반도체소자부터 시스템 소프트웨어에 이르는 전자공학의 핵심 분야를 체계적으로 융합하여 자기주도형 교육-연구 선순환을 구현하고 적극적인 국제 교류를 통한 글로벌 리더를 양성할 수 있는 교과과정을 구성 및 운영함.

- 융합교육과정 신설 (총 7년간 계획: 신설 4, 최근 1년간 이행실적: 신설 1, 전체 이행실적: 신설 3)
기존의 학문의 틀에서 벗어나 다양한 학문간 융복합 교육 과정을 제공하고자 교과목을 반도체소자-회로-시스템-소프트웨어로 분류하고 교과목 간의 연결 체계를 구축. 핵심 교육 주제를 하드웨어-소프트웨어

트웨어 융합설계, AI 시스템, 저전력 시스템 설계 등으로 분류하였음.

- 신세운 교수 ‘전자회로설계및응용특수토펙(Power Management IC)’ Power management IC 의 기본 이론 및 동작 원리를 학습하는 과목이다. 다양한 종류의 전력 변환 기술을 익히는 것부터 시작하여, 스위칭 인덕터 타입의 DC-DC 컨버터 설계에 집중하여, 학생들의 이해도를 높이도록 함. 또한 이를 위해 필요한 다양한 블록들에 대해서도 살펴봄.
- PBL (Project-Based Learning) 과목 개설/전환 (총 7년간 계획: 5과목, 최근 1년간 이행실적: 1과목, 전체 이행실적: 3과목)
학생들이 각 교과목 주제와 관련된 최신 연구 주제를 주도적으로 탐구할 수 있도록 하고, 우수한 탐구 결과를 교과목에 다시 반영하는 교육-연구 선순환 구현을 목표로, 교과목의 주제와 관련된 최신 기술 논문을 학생 스스로 찾아 내용을 이해한 후 발표하는 자기주도형 세미나를 교과목 내에 접목하는 방식으로 진행됨 다음과 같이 PBL 과목 개설.
- 이종은 교수 ‘영상 인식을 위한 텐서 프로세서 설계’ : 교과목 설계 (강의자료 준비, 실험/프로젝트 선정 및 솔루션 준비) 프로젝트 기반 교과목이라는 철학에 따라 새롭게 설계된 교과목으로서, 본 교과에서는 인공지능 응용에서 자주 사용되는 AI 프로세서를 직접 설계하고, 이미지 분류 등 실제 응용을 FPGA 상에서 하드웨어로 직접 구현해 봄으로써 실전문제 해결 능력을 기르는 것을 목표로 한다. 본 교과목을 통해서 학생들은 디지털 반도체 설계 관련 지식을 습득할 수 있으며, 프로젝트 수행을 통해서 높은 전공 이해도를 얻을 수 있도록 함.
- 심화선택 교과목 개선 및 설계 (총 7년간 계획: 개선 4, 최근 1년간 이행실적: 개선 2, 전체 이행실적: 개선 3)
- 김명수 교수 ‘나노전자소자’ : 교과목 설계 (강의자료 준비, 수정, 개선) 현대 VLSI 시스템을 구성하는 나노스케일 전자 소자들의 물리적 원리와 기술에 대해 소개한다. 이를 기반으로 하여 현재 널리 사용되는 실리콘 반도체 기술의 동작 원리뿐만 아니라 한계점 및 돌파구를 학습하고 나아가 차세대 반도체 물질과 소자에 대해서도 학습한다.
- 김명수 교수 ‘고급 반도체소자 공학’ : 교과목 설계 (강의자료 준비, 수정, 개선) 반도체 소자의 동작을 결정하는 poisson's equation, continuity equations, carrier transport equations과 양자역학적 현상들에 관련된 다양한 수식들과 수식들에 대해 학습한다. 또한 실리콘 반도체 소자의 발전 과정에서의 기술 혁신들의 내용에 대해 파악하고, 현재 문제점들의 해결방안 및 차세대 반도체 소자의 구현에 필요한 기술적 난제들의 해결방안을 모색한다.

이러한 교육연구단 초기의 우수한 융합교육과정 신설 (75% 이행) 및 PBL 과목 개설/전환 (60% 이행), 그리고 심화선택 융합 교과목 개선(75% 이행)을 통해 본 교육연구단의 교육비전을 실현하기 위한 교육과정의 기반을 다지고, 이를 2~3년간 지속 개선 운영하면서, 중반기부터 좀 더 체계화된 대학원 기초핵심 FL 교과목전환 (4과목 이상)과 외부 산학 창의자율연구 개설(1)을 이행하고자 한다.

(2) 세계 수준의 교육과 국제 교류를 통한 글로벌 리더 양성

학생들이 국외 세계적인 대학, 기업과 연구소에 진출하여 국제적인 리더로 성장할 수 있도록 국제화된 교육 환경을 제공한다.

- 100% 영어 강의, 100% 영어 학위 논문 작성, 영어 세미나 과목 운영.
- 다양한 국가 출신의 우수한 학생들을 모집하여 교내에서 자연스럽게 영어를 사용할 수 있는 기회와 각국 문화를 체험하고 교류할 수 있는 환경 제공.
- 최근 1년간 배출된 석사, 박사들의 학위 논문 작성 과정에서 100% 영어 사용.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

(1) 교육연구단 소속 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	16	6	22	44
	2022년 1학기	14	4	24	42
	계	30	10	46	86
배출 (졸업생)	2021년 2학기	4	2		6
	2022년 1학기	1	1		2
	계	5	3		8

*확보(재학생) 계: BK 참여대학원생 전체 수

*배출(졸업생) 작성 기준

- 2021년 2학기: 2022년 2월 졸업생
- 2022년 1학기: 2022년 8월 졸업예정자

(2) 우수 대학원생 확보를 위한 프로그램 진행

- UNIST는 개교 이래 다양한 대학원 홍보 프로그램을 통하여 적극적이고 지속적으로 우수 대학원생 유치·확보에 힘써 왔음.
- 우수 대학원생 확보를 위한 활동은 본교 학부생의 동대학원 진학을 위한 활동과 타교 학부생 유치를 위한 활동으로 나눌 수 있음.

· 본교생 유치를 위한 전략 및 프로그램

- 연구 인턴십: 본교 3, 4학년 학생을 대상으로 연구 인턴십 교과목을 필수로 하고 있음. 학부 과정에서 미리 연구실 연구 활동을 경험하게 하여 대학원 과정 진학에 대한 자신감을 키우고, 대학원 생과의 유대감을 향상시켜 본 대학원 진학을 장려함.
- 포스터 발표회: 학부생을 대상으로 연 2회에 걸쳐 포스터 발표회를 개최하고 우수한 연구를 한 학생에게는 학회논문 및 저널 투고를 적극 장려하여 연구에 대한 흥미를 고취함.
- 대학원 Lab Tour: 학부생들의 연 2회에 걸친 대학원 Lab 투어를 통하여 학부생들과 교수 및 대학원생들의 만남을 주선하고, 평소에 관심 있는 학문 분야에 대한 궁금증을 해소하고 흥미를 고취하여 대학원 진학 적극 장려 및 인턴십 기회 제공함.

· 교육연구단의 대학원생 지원을 위한 프로그램

본 교육연구단은 선발된 대학원생들이 편안한 환경에서 연구에 전념할 수 있도록 다양한 대학원생 지원 프로그램을 시행함.

- HW-SW 융복합 혁신인재 양성을 위한 맞춤형 커리큘럼 운영: Hardware와 Software에 대한 이해와 지식을 두루 갖춘 미래형 인재를 양성하기 위하여 HW와 SW를 통합한 시스템에 대한 교육을 진행하는 실용적인 융복합 교과목들을 개설하였으며, 본인의 연구 분야가 아닌 부분도 전체적 관점에서 이해할 수 있도록 기본적 HW와 SW의 소양을 습득할 수 있는 커리큘럼을 운영하고 있음. 대표적으로 지능형 반도체 제작을 하기 위해 회로 디자인부터 CMOS 공정 제작까지의 과정을 이해할 수 있는 교과목을 개발했으며 지능형 시스템에서 핵심적인 역할을 담당하는 아날로그-디지털 컨버터에 대한 과목 그리고 AI 가속기와 algorithm에 대해 이해할 수 있는 과목들을 개설하여 HW-SW 융복합 지능형 반도체 기술에 대한 고급 인력의 역량 강화를 지원함.
- 창업 지원 프로그램: 본교에서 운영 중인 창업보육센터와 기술사업화센터를 통하여 대학원생이 주체적으로 본인의 연구를 창업으로 연계할 수 있는 지원제도를 마련하였음. 기술, 경영, 행정, 자금 등 다방면의 지원을 통하여 개발 단계의 기술이 사업화 단계로 진입할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하여, 현재 교내 창업기업 (주)터널 (대표자: 김경록 교수)은 우수한 창업 실적을 창출하였음
- 글로벌 인재양성 지원: 전 과목 100% 영어수업을 통하여 세계 무대에서 각국의 연구자들과 원활한 커뮤니케이션 바탕으로 연구를 수월하게 수행할 수 있는 환경 제공. 구체적으로 영어논문 작성, 학술대회 발표 등에 도움이 되는 영문 교정, 발표 모니터링 서비스 등을 제공하였으며, 이를 통해 국제 학술지, 학술대회에 논문 투고하여 다수의 실적을 창출하는데 기여함.

(3) 우수 대학원생 확보를 위한 프로그램 진행

- UNIST는 개교 이래 다양한 대학원 홍보 프로그램을 통하여 적극적이고 지속적으로 우수 대학원생 유치·확보에 힘써 왔음.
- 우수 대학원생 확보를 위한 활동은 본교 학부생의 동대학원 진학을 위한 활동과 타교 학부생 유치를 위한 활동으로 나눌 수 있음.

● 본교생 유치를 위한 전략 및 프로그램

- 연구 인턴십: 본교 3, 4학년 학생을 대상으로 연구 인턴십 교과목을 필수로 하고 있음. 학부 과정 중에 미리 연구실 연구 활동을 경험하게 하여 대학원 과정 진학에 대한 자신감을 키우고, 대학원 생과의 유대감을 향상시켜 본 대학원 진학을 장려함.
- 포스터 발표회: 학부생을 대상으로 연 2회에 걸쳐 포스터 발표회를 개최하고 우수한 연구를 한 학생에게는 학회논문 및 저널 투고를 적극 장려하여 연구에 대한 흥미를 고취함.
- 대학원 Lab Tour: 학부생들의 연 2회에 걸친 대학원 Lab 투어를 통하여 학부생들과 교수 및 대학원생들의 만남을 주선하고, 평소에 관심 있는 학문 분야에 대한 궁금증을 해소하고 흥미를 고취하여 대학원 진학 적극 장려 및 인턴십 기회 제공함.

● 교육연구단의 대학원생 지원을 위한 프로그램

본 교육연구단은 선발된 대학원생들이 편안한 환경에서 연구에 전념할 수 있도록 다양한 대학원생 지원 프로그램을 시행함.

- HW-SW 융복합 혁신인재 양성을 위한 맞춤형 커리큘럼 운영: Hardware와 Software에 대한 이해와 지식을 두루 갖춘 미래형 인재를 양성하기 위하여 HW와 SW를 통합한 시스템에 대한 교육을 진행하는 실용적인 융복합 교과목들을 개설하였으며, 본인의 연구 분야가 아닌 부분도 전체적 관점에서 이해할 수 있도록 기본적 HW와 SW의 소양을 습득할 수 있는 커리큘럼을 운영하고 있음. 대표적으로 지능형 반도체 제작을 하기 위해 회로 디자인부터 CMOS 공정 제작까지의 과정을 이해할 수

있는 교과목을 개발했으며 지능형 시스템에서 핵심적인 역할을 담당하는 아날로그-디지털 컨버터 대한 과목 그리고 AI 가속기와 algorithm에 대해 이해할 수 있는 과목들을 개설하여 HW-SW 융복합 지능형 반도체 기술에 대한 고급 인력의 역량 강화를 지원함.

- 창업 지원 프로그램: 본교에서 운영 중인 창업보육센터와 기술사업화센터를 통하여 대학원생이 주체적으로 본인의 연구를 창업으로 연계할 수 있는 지원제도를 마련하였음. 기술, 경영, 행정, 자금 등 다방면의 지원을 통하여 개발 단계의 기술이 사업화 단계로 진입할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하여, 현재 교내 창업기업 (주)터널 (대표자: 김경록 교수)은 우수한 창업 실적을 창출하였음
- 글로벌 인재양성 지원: 전 과목 100% 영어수업을 통하여 세계 무대에서 각국의 연구자들과 원활한 커뮤니케이션 바탕으로 연구를 수월하게 수행할 수 있는 환경 제공. 구체적으로 영어논문 작성, 학술대회 발표 등에 도움이 되는 영문 교정, 발표 모니터링 서비스 등을 제공하였으며, 이를 통해 국제 학술지, 학술대회에 논문 투고하여 다수의 실적을 창출하는데 기여함.

2.2 대학원생 학술활동 지원

(1) 대학원생의 국제교류 (장기연수)

- University of California, San Diego, US와 공동 연구를 통한 생체신호 모니터링용 IC 개발, 구체적으로는 뇌 이미징을 위한 fMRI, NIRS용 IC를 개발하는 것으로 BK 참여 대학원생인 박용재 학생이 2022.08.01 ~ 2023.07.31. 기간동안 장기연수 중임. 본 과제에서 추구하는 뇌 모방 시스템 제작에 큰 도움을 줄 것으로 기대함.
- 2022년 하반기에 University of California, Irvine와 저항성 메모리 기반 뉴럴넷 가속기의 칩설계 참여를 위해 BK 참여 대학원생인 유민상 학생의 장기연수가 추가로 계획되어 있음.

(2) 국제 연구 교류 및 인적 교류 기회 제공

- 해외 학교/연구 기관과의 구체적인 교류 협력을 통해 우수 대학원생들에게 공동 연구의 기회를 제공하고자 하였으며, 참여교수인 심재영 교수는 UCSD의 Truong Nguyen 교수의 초청으로 세미나 발표를 했으며, 인공지능 기술을 이용한 시각정보처리 주제로 연구 협 및 교류를 지속할 계획임.
- 국제공동연구 확대 및 지원: 세계 최고 수준의 대학/기관들과 공동연구를 확대하고, 참여 대학원생들의 공동연구/공동 논문 작성을 위한 국제학술대회 및 여름학교 참가를 통한 연구 및 네트워킹 활동을 전폭적으로 지원할 것임. 김경록 교수는 미국 로렌스버클리랩 (LBNL) CS department의 High-performance computing group (Leader, PI: Dr. David Donofrio)에서 협업 제안을 받았으며, 추후 T-CMOS 기반 초절전 뇌모방 시스템 연구의 완성도를 제고했을 때, 최상위 반도체 설계 계층인 Computer Architecture 연구를 협업할 예정임.

(3) 주요 학술활동 경비 지원

- 학술대회 참석경비 지원: 참여 대학원생들의 연구 내용 발표, 최신 연구 동향 파악, 인적 네트워크 구축을 장려하기 위해 분야별 주요 국제학술대회에 참석할 때 경비 지원함.
- 기술 세미나 참석 경비 지원: 참여 대학원생들이 연구를 수행하는 데 필요한 실무 기술을 배울 수 있는 세미나에 참석하도록 적극 장려하고 해당 경비를 지원함.
- 특허 출원 장려 및 등록비 지원: 기술을 개발했을 경우, 지적 재산권 보호를 위해 특허 출원을 적극적으로 장려하고, 국제 특허 등록에 필요한 비용 지원함.
- 연구회 활동 지원: 참여 대학원생들의 공동 연구를 활성화할 수 있도록 내부 세미나, 연구회, 워크숍 등의 활동을 장려하고 지원함.

(4) 국제화 역량 향상 지원

- 영어 능력 향상 지원: 본교의 모든 수업은 100% 영어로 진행되므로 참여 대학원생들이 강의 청취, 질의응답, 발표 등을 통해 기술적인 내용을 영어로 효과적으로 의사소통하는 능력을 습득할 수 있도록 지원함. 또한, 본교의 언어교육원에 있는 다양한 영어강의를 수강할 수 있도록 제도적으로 지원함으로써 대학원생들의 영어 능력을 향상하고자 함. 이를 통해 외국 대학 및 연구기관과의 연구 협업 작업을 더욱 수월하게 했음.
- 영어 논문 작성 능력 향상 지원: 본교의 학위논문은 100% 영어로 작성하므로, 학위논문의 수준을 글로벌 스탠다드로 향상하고, 특히 세계 최고 수준의 질적으로 우수한 논문 성과 창출을 위하여, 참여 대학원생들이 본교 언어교육원에서 technical writing 관련 수업을 수강할 수 있도록 제도적으로 지원함.
- 국제 저명 학술지 및 학술대회 논문 투고 적극 장려 : 참여 대학원생들이 전기, 전자, 컴퓨터 공학 분야에서 국제적으로 저명한 학술지 및 학술대회에 논문을 투고하도록 적극적으로 장려함. 이에 IEEE EDL, Nano Letters 등의 국제 학술지, IEEE ISSCC, VLSI 등의 국제 학술대회에 논문 발표 실적을 거둘 수 있었음.

(5) 기타 학술활동 지원

- 정보 검색 능력 향상 지원: 본교 도서관에서 제공하는 전기, 전자, 컴퓨터 공학 분야 학술자료 가이드 프로그램을 적극적으로 활용하여 대학원생들이 관련 분야 참고서적, 학위 논문, 주요학술지 등을 효율적으로 검색할 수 있도록 지원함.
- 한국연구재단 국내 우수 등재학술지 논문 투고 및 게재 적극 장려: 대학원생들이 자신들의 연구 성과를 국내 연구진들에게 소개하고 논의할 수 있도록 국내 우수 등재학술지 논문 투고 및 게재를 적극적으로 장려함.

3. 연구실적의 우수성 (참여교수, 참여 대학원생)

① 저명학술지 논문의 우수성

(1) Myungsoo Kim, et al. "Monolayer molybdenum disulfide switches for 6G communication systems" NATURE ELECTRONICS 5, 367 (2022)

- 2차원 반도체물질인 이황화몰리브덴을 이용해 대기전력 소모가 0인 아날로그 스위치를 개발함. 이 스위치는 테라헤르츠 고주파 영역에서도 작동해 IEEE 6G 통신의 데이터 전송 요구 속도인 100Gbit/s의 속도를 만족할 수 있음.

(2) Jongwon Lee, et al. "E-Band Metasurface-Based Orbital Angular Momentum Multiplexing and Demultiplexing" LASER & PHOTONICS REVIEWS 16(6), 2100456 (2022)

- E-band (85GHz) 영역에서 orbital angular momentum (OAM) 모드를 생성 및 검출 할 수 있는 메타표면을 설계 및 제작했으며, off-axis integration 을 통해 특정 각도에서 입사한 두개의 gaussian beam 이 각기 다른 co-axial OAM 모드를 형성하며 검출부에서 OAM 모드 변조를 통해 각각의 OAM 모드를 분리 및 식별 할 수 있음을 실험적으로 구현함. 본 연구의 OAM multiplexing 및 demultiplexing 기술은 향후 6G wireless communication 을 위한 high capacity 통신의 가능성을 보여 줌.

(3) Jongwon Lee, et al. “Electrically tunable nonlinear polaritonic metasurface” NATURE PHOTONICS 16(1), 72 (2022)

- InGaAs/AlInAs III-V 반도체 헤테로구조를 기반으로한 다중양자우물구조에서 발생하는 전자부밴드전이 및 이를 통한 거대 광학 2차 비선형성을 유도하고, 구조에 전압을 인가해 Quantum-confined Stark effect 를 기반으로 광학 2차 비선형성의 스펙트럼, 크기, 위상의 전기적 변조현상을 최초로 구현함. 전기적 변조가 가능한 2차 비선형 광학 비선형성과 플라즈모닉 나노공진구조를 결합한 비선형 메타표면을 통해 기록적인 제2고조파 발생 효율, 기록적인 제2고조파 변조특성, 세계 최초의 제2고조파 발생 빔조향 특성을 구현함.

(4) Jongwon Lee, “Aqueous Microlenses for Localized Collection and Enhanced Raman Spectroscopy of Gaseous Molecules” ADVANCED OPTICAL MATERIALS 9(22), 2101209 (2021)

- LiCl solution 의 Aqueous microlenses 를 이용해 기존에 탐지가 매우 어렵다고 알려진 가스상의 분자를 Raman spectroscopy 방식을 기반으로 ppb level 로 탐지할 수 있는 소자를 개발함. microwell 을 이용해 aqueous microlenses 를 제작했으며 기판위에 stamping 방식으로 위치시켰음. Raman fingerprint 를 기반으로 DMMP (GB warfare agent 의 simulant) 를 타겟 분자로 탐지 시험을 진행했으며 800ppb 레벨을 5초 이내로 탐지할 수 있는 특성을 확보함. 본 소자를 기반으로 향후 healthcare, environmental-monitoring 등에 활용할 수 있을 것으로 기대됨.

② 학술대회 대표실적의 우수성

(1) Park, Seonghyeok, et al. “An 80×60 Flash LiDAR Sensor with In-Pixel Histogramming TDC Based on Quaternary Search and Time-Gated Δ -Intensity Phase Detection for 45m Detectable Range and Background Light Cancellation” 2022 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC).

- 자율 주행 자동차 등 3차원 공간 인식을 하는데 중요한 플래쉬 LiDAR 센서를 집적회로로 구현하여 반도체 분야에서 권위적인 학술 대회인 International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)에 게재됨. 기존의 해결 과제였던 3차원 공간 인식을 위한 데이터 처리량을 획기적으로 낮춤과 동시에 데이터 처리 시간을 2배 이상 낮출 수 있는 4진 기법 기반의 픽셀 내 히스토그램 TDC를 개발하였음. 이는 3D 영상 처리를 위한 프로세서의 계산 부담을 줄일 수 있어 3차원 영상 데이터를 실시간으로 이용할 수 있는 데이터 프로세싱 어플리케이션에도 사용될 수 있음. 더 나아가 기존의 LiDAR 센서가 겪는 외광에 의한 거리 분해능의 저하를 제안한 회로의 delta-intensity를 측정하는 기능을 통해 해결하여 외광 상황에서도 높은 분해능을 가질 수 있음.

(2) Cha, Ji-Hyoung, et al. “A Reconfigurable Sub-Array Multiplexing Microelectrode Array System With 24,320 Electrodes and 380 Readout Channels for Investigating Neural Communication.” 2022 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC).

- 뇌 신경 세포에서 발생하는 신호 정보를 효과적으로 모니터링 할 수 있는 Microelectrode array (MEA) 시스템을 개발함. 넓은 면적을 고밀도로 측정하기 위해서 많은 양의 데이터 처리량이 요구되며 무작위로 분포하는 신경세포를 모든 전극을 통해 읽을 때 신경세포가 분포하지 않은 전극의 불필요한 정보도 처리해야 하는 비효율적인 방식이 주요 문제가 됨. 제안하는 기술은 신경세포가 위치한 전극만을 선택적으로 읽어 전체 데이터 처리량을 50% 이상 대폭 감소시킬 수 있었음. 기존의 유사 기술은 전체 전극의 3% 수준만을 측정할 수 있었지만, 이번 연구는 신경세포의 분포 환경에 따라 12.5%부터 최대 50% 까지 유동적으로 제어할 수 있는 기술을 개발해 측정 효율을 극대화할 수 있었으며 결과적으로 시스템 확장성 및 유연성을 증가시킬 수 있는 기술임.

(3) Han, Suhyun, et al. "A 100×80 CMOS Flash LiDAR Sensor with 0.0011mm² In-Pixel Histogramming TDC Based on Analog Counter and Self-Calibrated Single-Slope ADC", IEEE Symp. VLSI Circuits Dig. Tech. Papers, 2022.

- 자율 주행 자동차 등 3차원 공간 인식을 하는데 중요한 플래쉬 LiDAR 센서를 집적회로로 구현하여 반도체 분야에서 권위적인 학술 대회인 Symposium on VLSI Technology and Circuits 에 게재됨. 3차원 공간을 처리하기 위해서는 많은 양의 정보를 처리할 수 있어야하며, 이에 요구되는 높은 전력 소모량은 기존 LiDAR 센서 설계를 함에 있어 주요 문제가 됨. 제안하는 기술은 픽셀 내 히스토그램 TDC를 digital 카운터가 아닌 저전력 analog counter 를 사용하여 기존 대비 3300배 이상 전력 소모 감소를 시킬 수 있었음. 더 나아가 해당 카운터를 재사용하여 픽셀 내 ADC로 이용하여 self-calibration을 구현할 수 있었음. 해당 연구는 3D 영상을 추출하는데 효율을 극대화할 수 있음.

(4) Kang, Jubin, et al. "A 640×480 Indirect Time-of-Flight Image Sensor with Tetra Pixel Architecture for Tap Mismatch Calibration and Motion Artifact Suppression", IEEE Symp. VLSI Circuits Dig. Tech. Papers, 2022.

- AR/VR 등 어플리케이션을 위한 3차원 정보를 인식할 수 있는 indirect time-of-flight (iToF) 센서를 개발하여 반도체 분야에서 권위적인 학술 대회인 Symposium on VLSI Technology and Circuits 에 게재됨. 픽셀에서 거리 정보를 얻기 위해서 네 가지의 분주 정보가 필요하며, 기존 센서의 경우 각 정보를 얻는 시간이 달라 동작 잡음이 나타나는 것이 주요 문제가 됨. 이를 해결하기 위해 인접한 4개의 픽셀에서 각각 다른 분주 정보를 한 번에 추출하여 동작 잡음을 해결하였음. 하지만, 각 픽셀의 이격이 있을 경우 거리 분해능이 낮아지는 문제가 있음. 위 구조에서는 각 픽셀 동작들의 분주 정보를 번갈아 동작시켜 해당 문제를 해결하며, 주변 픽셀들의 정보를 보간하여 더욱 높은 거리 분해능을 구현함. 이번 연구는 동작 잡음 및 거리 분해 성능을 높일 수 있는 방법을 제시하였으며, 정확한 3차원 영상 데이터를 구현하였음.

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

■ 특허실적 (등록건만 작성)

(1) 트랜지스터, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (Nanowire T-CMOS) (김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석)

- Nanowire FET 구조의 기판 상에 형성된 정전류 형성 핀 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 nanowire FET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

(2) 트랜지스터, 이를 포함하는 삼진 인버터, 및 트랜지스터의 제조 방법 (NCFET T-CMOS) (김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석)

- NCFET 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 NCFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

(3) 터널 전계효과트랜지스터 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (TFET TCMOS) (김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석)

- NCFET 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 NCFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- (4) 터널 전계효과트랜지스터 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (TFET TCMOS) (김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석)
 - 터널 전계효과트랜지스터 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 TFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- (5) 터널 전계효과트랜지스터 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (TFET TCMOS 2nd) (김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석)
 - 터널 전계효과트랜지스터 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 TFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 스위칭 능력이 향상될 뿐만 아니라 공정의 간소화를 도모할 수 있어 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- (6) 삼진 인버터 및 그 제조방법 (Tristor) (김경록, 정재원, 최영은, 김우석)
 - CFET 기반 고집적 저전력 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- (7) 삼진 인버터 및 그 제조방법 (Tristor) (일본) (김경록, 정재원, 최영은, 김우석)
 - CFET 기반 고집적 저전력 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- (8) 3진 메모리 셀을 포함하는 메모리 장치 (김경록, 정재원, 최영은, 김우석, 김명)
 - 삼진 메모리 셀 기반한 메모리 장치에서, T-CMOS를 기반으로 하는 가중치 회로 설계를 통해 AI 연산 가속기의 성능, 에너지 효율, 면적 효율을 향상시킬 수 있다는 점에서 우수성을 입증함
- (9) T-CMOS 기반 TCAM (김경록, 정재원, 최영은, 김우석)
 - 삼진 메모리 셀 기반한 TCAM 장치에서 T-CMOS 기반의 TCAM 회로 설계를 통해 TCAM 회로의 에너지 효율과 면적 효율을 증가시킬 수 있으며 이를 적용한 회로 설계에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- (10) CNT 기반 3진수 논리회로 (미국) (김경록, 정재원, 최영은, 김우석, 전재현)
 - CNTFET 기반 고집적 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- (11) CNT 기반 3진수 논리회로 (일본) (김경록, 정재원, 최영은, 김우석, 전재현)
 - CNTFET 기반 고집적 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- (12) 광 위상변조를 기반으로 한 광대역 파장판 소자 및 그 제조방법 (이종원, 정형주)
 - 다중양자우물구조의 거대 전기광학현상 및 플라즈모닉 공진구조를 결합해 인가전압에 따른 국소 위상제어가 가능한 소자를 제안했고, 이를 통해 중적외선 영역의 광대역 파장판 소자로 활용할 수 있

음을 제안함.

- (13) 파장가변 양자폭포 레이저 기반의 비접촉식 액상 화학물질 탐지 방법 및 장치 (이종원, 박성진)
- 중적외선 영역 파장가변 양자폭포레이저 및 광검출기를 통합한 레이저 분광기를 제안하고 이를 통해 비접촉식으로 액상 화학물질을 탐지 및 식별할 수 있는 탐지법을 제안함.
- (14) 비선형 원형 이색성을 기반으로 한 광 변조 소자 (이종원, 김대익)
- 다중양자우물구조의 거대 2차 및 3차 비선형 광학 특성 및 카이랄 플라즈모닉 공진구조를 적용해 제 2 및 제3고조파 발생에 대한 거대 비선형 원형 이색성을 구현할 수 있는 소자 설계 및 제작방법을 제안함.
- (15) 전기적 변조가 가능한 비선형 광학 소자 (이종원, 유재연)
- 다중양자우물구조의 거대 2차 비선형 광학 특성 및 Quantum-confined Stark effect 에 의한 2차 비선형 광학반응의 스펙트럼, 크기, 위상을 전기적으로 변조할 수 있으며, 플라즈모닉 공진구조와 결합해 인가전압에 따른 제2고조파 변조특성, 제2고조파 국소 위상변조특성, 제2고조파 능동 빔조향 특성을 구현할 수 있는 소자 설계 및 제작방법을 제안함.
- (16) 차동 전력 조절기를 제어하는 장치, 방법, 컴퓨터 관독 가능한 기록 매체 및 컴퓨터 프로그램 (정지훈, 박승빈, 김민아)
- PV 패널들과 병렬로 연결된 차동 전력 조절기들 간의 전류 값들의 차이가 지정된 레벨 내에 포함되도록, 상기 차동 전력 조절기를 각각의 전류 값에 대해, 공통된 오프셋의 값을 더하거나 빼는 연산을 통해 상기차동 전력 조절기들 각각의 전류 값을 제어에 관한 것임.
- (17) 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어 시스템 (정지훈)
- 절연형 양방향 DC/DC 컨버터 중 하나인 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어 기술에 관한 것으로, 듀얼 액티브 브릿지 회로의 1차측 및 2차측 스위치와 연결되어, 기존 위상천이(CPS)의 크기에 따라 전체 확장형 위상 천이(EPS)의 크기를 제어하는 위상천이 제어부를 포함하며, 상기 전체 확장형 위상천이(EPS)는 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역 및 기존의 위상천이 영역인 CPS를 포함하는 것을 특징으로하는 특허임.
- (18) 돌입전류저감용 벽 컨버터 (허경욱, 정지훈)
- 본 발명은 벽 컨버터와 릴레이가 결합된 구조를 기반으로 LVDC 수용가에서 직류 콘센트 연결시 발생할 수 있는 돌입 전류를 저감시킬수 있음. 초기 돌입전류와 최대 과도전류를 기준 전류 이하로 제한하기 위한 벽 컨버터의 최소 인덕턴스 설계를 통하여 돌입전류를 효율적으로 저감하고 시스템 사이즈를 최소화할 수 있음.
- (19) 모듈화 및 Fault 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 (윤창우, 이준영, 정지훈)
- 본 발명은 양방향 멀티포트 DAB 컨버터에서 발생하는 전력 동조화 현상을 해결하기 위한 비동조화 회로임. 계통연계모드와 단독운전모드에 따라 인덕터 사용방법을 다르게 하여 모드별 전력 비동조화 현상을 달성하였음.
- (20) 동작 주파수 변동에 따른 저항 차 추적을 통한 유도가열 용기의 온도 추정기법 (허경욱, 김근욱, 정지훈)
- 본 발명은 인덕션 히팅에서 용기의 온도를 정확히 추정하기 위하여 제안된 연구임. 용기의 온도를 추정하기 위하여 공진 네트워크의 임피던스 추정이 이용될 수 있음. 그러나 추정된 임피던스 중 저항은 용기의 온도 뿐만 아니라 코일의 온도 정보를 모두 포함하여 저항 값에 기초한 온도 추정은 많은 오차를 초래할 수 있음. 이를 해결하기 위하여 스위칭 주파수를 변화시켜 각 스위칭 주파수에서 추정된 저항 값들의 차를 이용하여 용기의 온도를 추정할 수 있음. 용기의 저항 차는 용기의 저항만으로 표현되어 용기의 온도를 대변할 수 있음. 따라서 저항 차를 통해 용기의 온도를 정확히 추정할 수 있음.
- (21) 3 레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 (윤창우, 정지훈)

- 본 발명은 릴레이 회로를 사용하지 않고 인덕터를 선택적으로 사용하여 전력 동조화 현상을 해결하는 비동조화 회로임. Full-Bridge 컨버터의 2 legs 형태의 스위치 4개가 아닌, 3 Legs 형태의 스위치 6개를 적용시켜 모드에 따른 Switching Modulation을 다르게 하여 비동조화 현상 달성 하였음.
- (22) 비동조화 현상이 적용된 BUCK-BOOST 컨버터와 릴레이의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 (윤창우, 정지훈)
 - 본 발명은 비동조화 회로가 적용된 양방향 DAB 멀티포트 컨버터로 계통과 연결된 입력 포트의 기본 Full-Bridge 구조에서 Four Swithces Buck-boost(FSBB) 구조를 Cascading 형식으로 연결한 비동조화 멀티포트 컨버터임. 벡부스트 컨버터의 스위칭 모듈레이션을 적용하여 모드에 맞게 인덕터를 사용할 수 있으며, 듀티비를 조절하여 넓은 입력 전압 범위로 인해 ZVS 영역이 넓어지는 장점이 있는 회로임.
- (23) 3진 데이터를 처리하는 감지 증폭기 및 감지 증폭기를 포함하는 메모리 장치 (김경록 김명 최영은 김우석 홍승우)
 - SRAM 메모리 시스템에서 고속으로 정보 읽기를 담당하는 회로. 기존 이진 정보만 감지 가능하였던 감지 증폭기를 간단한 회로의 추가만으로 삼진 정보 처리를 가능케함. 초저전력동작을 하는 T-CMOS Latch에서 저장된 정보를 고속으로 읽기(READ)동작을 완료하는 회로로서, 추후 T-CMOS 기반 고속 메모리 T-SRAM의 핵심 회로임.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

(1) 신진 연구 인력 확보

- “3진법 반도체” 기반의 새로운 회로 및 시스템·소프트웨어 설계와 새로운 뉴로컴퓨팅 시스템 HW-SW 융복합 플랫폼 개발 및 기술완성도 제고를 위한 우수 신진 연구 인력으로 정재원 박사후연구원을 2022년 3월 확보하였음.
- 거리에 따라 적응적으로 성능을 변화시키는 지능형 CMOS 라이다 센서 연구 및 개발과 차세대 시간-디지털 변환기 회로 설계를 위해 2022년 9월 새로운 신진 연구 인력 김범준 박사후연구원을 채용 예정함.

(2) 신진연구인력의 연구 활동 활성화를 위한 제도적 장치

- 연구에 전념 할 수 있도록 PC와 사무가구 일체를 지원, 최적의 환경을 제공하였으며, 연구원 아파트에 입주 할 수 있도록 지원하여 안정적인 정착환경을 마련함.
- 국내외 유수의 대학, 연구소와의 협동 연구를 독려하여 최고 수준의 국제적 연구 역량을 갖출 수 있는 기회를 제공.

(3) 대학원 차원의 혁신 지표와의 연계성

- 당초 계획한 '수월성 연구 추진 지향'에 걸맞게 원천기술 연구를 장려함. 당해년도 연구결과는 그 우수성을 입증받아 국내 최대 반도체 분야 학술대회에서 분과 우수 논문상을 수상하는데 기여함. 뿐만아니라 특허 출원 14건/ 등록 5건의 성과를 창출하였으며, 각각의 특허들은 모두 매우 높은 신규성, 진보성을 지닌것으로 평가됨.
- 상기 특허들은 교내 창업기업 주식회사 터널 (대표 : 김경록 교수)의 핵심 IP로서 엄청난 가치를 인정받았으며, 이를 통해 신진연구인력이 원천 기술 기반으로 가치 창출이 가능함을 간접적으로 경험하는 값진 기회가 되어, 기술 사업화 센터의 도움과 함께 독자적 기업 설립에 대한 동기 부여함.

(4) 신진연구인력의 확보 및 지원 계획

- 본 교육연구단의 신진연구인력은 참여 교수별로 추천된 연구 실적이 우수한 박사 후 연구원들을 대상으로, 운영위원회의 엄정한 심사과정을 거쳐 선발되었으므로, 우수 신진연구인력 채용 제도를 확립한것으로 판단됨.
- 신진연구인력 (박사 후 연구원) 에게 선정평가 당시 계획한 최대 급여 액수 (350만 원/월) 보다 높은 급여를 보장함으로써 최고 수준의 급여대우를 이행하고 연구활동을 활성화 함. 당해년도의 선례를 통해 다수의 박사 후 연구원들에게 본 제도를 통한 채용 의식을 고취하여 우수한 연구인력 유치를 할 수 있는 환경을 구축함.

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/SBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
1	이종은		컴퓨터학	영상 인식을 위한 텐서 프로세서 설계	없음
	프로젝트 기반 교과목이라는 철학에 따라 새롭게 설계된 교과목으로서, 본 교과에서는 인공지능 응용에서 자주 사용되는 AI 프로세서를 직접 설계하고, 이미지 분류 등 실제 응용을 FPGA 상에서 하드웨어로 직접 구현해 봄으로써 실전문제 해결 능력을 기르는 것을 목표로 한다. 본 교과목을 통해서 학생들은 디지털 반도체 설계 관련 지식을 습득할 수 있으며, 프로젝트 수행을 통해서 높은 전공 이해도를 얻을 수 있도록 함.				
2	신세운		회로	전자회로설계및응용특수토픽(Power Management IC)	없음
	Power management IC 의 기본 이론 및 동작 원리를 학습하는 과목이다. 다양한 종류의 전력 변환 기술을 익히는 것부터 시작하여, 스위칭 인덕터 타입의 DC-DC 컨버터 설계에 집중하여, 학생들의 이해도를 높이도록 함. 또한 이를 위해 필요한 다양한 블록들에 대해서도 살펴봄.				
3	김명수		소재-소자 물리	나노전자소자	없음
	현대 VLSI 시스템을 구성하는 나노스케일 전자 소자들의 물리적 원리와 기술에 대해 소개한다. 이를 기반으로 하여 현재 널리 사용되는 실리콘 반도체 기술의 동작 원리뿐만 아니라 한계점 및 돌파구를 학습하고 나아가 차세대 반도체 물질과 소자에 대해서도 학습함.				
4	김명수		소재-소자 물리	고급 반도체소자 공학	없음

	반도체 소자의 동작을 결정하는 poisson's equation, continuity equations, carrier transport equations과 양자역학적 현상들에 관련된 다양한 수식들과 수식들에 대해 학습한다. 또한 실리콘 반도체 소자의 발전 과정에서 기술 혁신들의 내용에 대해 파악하고, 현재 문제점들의 해결방안 및 차세대 반도체 소자의 구현에 필요한 기술적 난제들의 해결방안을 모색함.				
5	김경록		반도체소자/회로	전자소자실험	없음
	지능형 반도체에서 핵심적인 CMOS 소자 및 회로 집적기술을 실제 UNIST UCRF 나노랩 클린룸에서 실험/실습할 수 있는 실험교과목을 개발하고 이를 전기 및 전자공학과 대학원 과정에 개설하였음. 해당 교과목에는 산화, 확산, 사진, 이온주입, 증착/식각 공정 등 기본 단위공정부터 시작하여 저항, 다이오드, 트랜지스터 등 집적할 수 있는 CMOS 전 공정을 학생들이 실제로 실험/실습해 보고, 공정 전 시뮬레이션 실습을 수행하여 공정 후 측정과의 비교를 통해 이론과 실재를 모두 체득하게 할 수 있으며, 이를 기반으로 최적의 CMOS 집적공정 설계를 위한 일종의 Best Performance Design Competition 성격의 기말 Term Project를 수행, 학생들에게 실재를 고려한 CMOS 집적공정에 대한 이해 및 소자-회로 동작원리에 대한 융복합적 이해도를 높이는 대표적인 Project-Based Learning (PBL) 교과목임.				
6	이규호		회로	Advanced Digital IC Design AI Accelerator Architecture	없음
	인공지능 SoC 설계 기법에 대해 배운다. CMOS 공정을 활용한 Digital Integrated Circuit 제작 기법과 더불어 Artificial Intelligence System을 위한 System-on-Chip과 컴퓨터 구조에 관하여 깊이있게 탐색한다. 기존의 인공지능 System-on-Chip의 history를 기반으로 각 시스템의 문제점을 검토하고, 이를 해결하기 위한 과정, 아이디어 및 회로 설계 기법에 대해 심층 수업을 하여 인공지능 시스템 설계를 위한 난제들의 해결방안을 모색함.				
7	이규호		회로	디지털 집적회로	없음
	디지털 회로에 대한 기초부터 심화까지 다루는 디지털 집적회로 교과목으로, 디지털 VLSI 시스템 성능, 소비전력 최적화 설계법, 타이밍 분석, 최적화된 구조 레이아웃 기법을 강의한다. CMOS 공정을 사용한 디지털 로직의 설계부터 프로세서 설계법을 포괄적으로 하드웨어 제작 방법을 학습함.				
8	정지훈		전력전자	Understanding Electrical Engineering	없음
	전기전자공학에 관심이 있는 1~2학년 대상으로 전기공학의 기초와 최근 동향을 소개하고 정보를 제공하기 위한 강의. 모든 수업은 세미나 프레젠테이션 형식으로 여러 EE 교수님들이 담당함. 특히 각 세미나는 기본적인 배경 지식과 첨단 기술 및 응용 프로그램의 소개와 함께 전기전자공학 특정 연구 영역과 주제를 다룸.				

9	이종원		소재-소자 물리	화합물 반도체 소자	없음
	<p>현대 광전자 및 나노전자소자의 핵심 물질인 III-V 또는 II-VI 화합물 반도체의 기본 특성 및 활용에 대해 심도있는 학습을 진행함. 화합물 반도체의 direct bandgap structure 구성원리를 Zinc Blend 구조 및 tight-binding, k.p 이론을 통해 계산하며 1D, 2D, 3D 구조에 따른 mobility 특성을 학습함. 화합물 반도체 기반의 헤테로 구조 및 이를 통한 HEMT 소자의 원리에 대해 학습하며, 광소자 응용에서는 헤테로 구조를 기반으로한 photodetector, LED, Laser 의 기본원리를 심도있게 학습함.</p>				
10	이종원		소재-소자 물리	나노광자학	없음
	<p>나노구조에 기반한 최신 나노광자소자의 심도있는 원리 및 응용에 대해 학습함. 나노구조에 기반한 복잡계 구조에서 발생하는 light propagation, emission, absorption, scattering 의 기본 원리에 대해 심도있게 학습하며, subwavelength 구조에서 발생하는 빛의 집적 및 활용에 대해 깊이있게 탐색한다. 나노광자소자의 응용으로써 light-matter interaction, surface-plasmon polaritons, plasmonic waveguides, photonic crystals, metamaterials, metasurfaces 에 대해 최신 연구내용을 학습함.</p>				

6. 교육의 국제화 전략

① 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

(1) 대학원생의 국제교류 (장기연수)

- University of California, San Diego, US와 공동 연구를 통한 생체신호 모니터링용 IC 개발, 구체적으로는 뇌 이미징을 위한 fMRI, NIRS용 IC를 개발하는 것으로 BK 참여 대학원생인 박용재 학생이 2022.08.01 ~ 2023.07.31. 기간동안 장기연수 중임. 본 과제에서 추구하는 뇌 모방 시스템 제작에 큰 도움을 줄 것으로 기대함.
- 2022년 하반기에 University of California, Irvine와 저항성 메모리 기반 뉴럴넷 가속기의 칩설계 참여를 위해 BK 참여 대학원생인 유민상 학생의 장기연수가 추가로 계획되어 있음.

□ 연구역량 대표 우수성과

■ 논문실적

- 김경록 교수 : 초절전 신경망 시스템 및 신개념 뉴로모픽 소자개발을 위한 기초연구를 수행함. 28-nm CMOS 파운드리 공정에서 subTHz 파동 검출기인 컴팩트한 monolithic trantenna (transistorantenna) 를 제시하였으며 온칩 측정에서 535배의 photoresponse (u) 향상을 얻었으며, low power npon-volatile memory에서 큰 포텐셜을 갖고 있는 Ferroelectric tunnel junction (FTJ) 기반의 전자소자 연구를 수행했으며, 밀도함수이론에서 구한 kp Hamiltonian을 이용한 양자수송 시뮬레이션을 통해 CIPS 기반 FTJ 의 성능에 대한 이론적 연구를 제시했다. 상기 두 연구결과를 전자소자 분야의 우수저널인 IEEE Electron Device Letters에 게재함.
- 김명수 교수 : 초절전 신경망 시스템 및 신개념 뉴로모픽 소자개발을 위한 초 저전력 전자소자 기초연구를 수행함. 2차원 반도체물질인 이황화몰리브덴을 이용해 대기전력 소모가 0인 아날로그 스위치를 개발했음. 이 스위치는 테라헤르츠 고주파 영역에서도 작동해 IEEE 6G 통신의 데이터 전송 요구 속도인 100Gbit/s의 속도를 만족할 수 있음을 실험적으로 구현했으며, 본 연구는 전자소자 최우수 저널인 Nature Electronics 에 게재되었음.
- 이종원 교수 : InGaAs/AlInAs III-V 반도체 헤테로구조를 기반으로한 다중양자우물구조에서 발생하는 전자부밴드전이 및 이를 통한 거대 광학 2차 비선형성을 유도하고, 구조에 전압을 인가해 Quantum-confined Stark effect 를 기반으로 광학 2차 비선형성의 스펙트럼, 크기, 위상의 전기적 변조현상을 최초로 구현함. 전기적 변조가 가능한 2차 비선형 광학 비선형성과 플라즈모닉 나노 공진구조를 결합한 비선형 메타표면을 통해 기록적인 제2고조파 발생효율, 기록적인 제2고조파 변조특성, 세계 최초의 제2고조파 발생 빔조향 특성을 구현함. 새로운 이종접합 반도체 구조 개발을 통해 초절전 신경망 시스템을 위한 신개념 뉴로모픽 소자를 설계할 수 있는 환경을 구축하였으며, 본 연구는 광학분야 최우수 저널인 Nature Photonics에 게재되었음. 또한, E-band (85GHz) 영역에서 orbital angular momentum (OAM) 모드를 생성 및 검출 할 수 있는 메타표면을 설계 및 제작했으며, OAM multiplexing 및 demultiplexing 기술을 기반으로 향후 6G wireless communication을 위한 high capacity 통신의 가능성을 보여줌. 본 연구는 광학분야 최우수 저널인 Laser & Photonics Reviews에 게재됨.
- 정지훈 교수 : 유도 가열 기기를 위한 Random-Linear Modulation SST 를 제안함. 제안된 방법은 EMI 방출을 효과적으로 완화하고 가청 노이즈를 제거할 수 있음을 확인함. 추가적인 전압 밸런서 없이 바이폴라 전압 레벨을 밸런싱할 수 있는 3포트 DAB 컨버터를 제안함. 다양한 냄비를 빠르고 안전하게 가열하기 위해 모든 금속 유도가열 쿡탑의 인기에 따라, IH 전력 퍼포먼스를 증가시키기 위해. LAM 방식을 적용한 IH시스템의 다중 모드제어 전략을 제안함. IPOP 모듈러 컨버터의 높은 전력 변환 효율과 높은 신뢰성 그리고 향상된 동적 성능을 얻기 위한 하이브리드 입력 전력 밸런스 방법을 제안함. 경부하 및 고부하 조건에서 CF-IBDC의 전력 변환 효율을 향상시키기 위해 하이브리드 스위칭 변조를 제안함. 웨어러블 애플리케이션의 전력 시스템은 다양한 전원 및 부하와의 호환성을 얻어야함. 따라서 높은 전력 변환 효율과 양방향 전력 흐름이 필요함. 이에 높은 전력변환 효율과 양방향 전력 변환 능력을 얻기 위해 CLLC 공진형 컨버터를 제안함.

플라이백 컨버터의 누설 인덕턴스는 전력 손실 뿐만아니라, 전력 스위치의 고압 전압 스파이크를 유발 할 수 있음. 그리고 이를 방지하기 위한 스너버 또한 전력 소비를 증가시킴. 이러한 문제를 해결하기 위해서 전력 스위치의 전압 스파이크를 억제하고 전력변환 효율을 개선하기 위해 분할 공진 커패시터 특성을 활용하여 유사 공진 플라이백 컨버터 설계방법을 제안함. 상기 연구결과를 통해 IEEE TIE 및 TPE 에 논문을 4편 및 1편 게재함.

- 신세운 교수 : 초절전 지능형 뇌모방 시스템의 응용으로써 바이오 메디컬용 저전력 전류 모드 무선전력전송 기술에 대해 정리함. 기존의 전류모드에 대한 정리 논문이 부재했으나 본 논문을 통해 정리 하였음. 또한, 바이오 메디컬용 저전력 전류모드 구조를 새롭게 제시함. 입력 전압을 낮게만 받을 수 있었다 기존의 구조와는 달리 입력 전압을 높여 많은 파워를 전달 받을 수 있도록 하였음. 또한 최적 파워를 전달 할 수 있는 컨트롤 기술을 제안 하였음. 본 연구를 통해 Biomedical Eignearing Letters 및 IEEE TPE 에 논문을 게재함.
- 양승준 교수 : Deep neural network (DNN) 기반 산업 현장 안전 모니터링 시스템에 관한 연구. 작업장 내 1안 카메라로부터 작업자, 중량물 등의 위치, 진행 방향, 상호 위치 추정. 집합론(set thoery)로 기술된 안전 관련 규정 위반 여부 판정. 실제 작업장 및 선적장에 적용하여 기술 동작 확인함. 본 연구를 통해 IEEE Acess 에 논문을 게재함.

■ 특허실적

- 특허명 : 트랜지스터 제조 방법 및 삼진 인버터 제조 방법 (고농도 Epi sub T-CMOS)
출원/등록국가 : 미국, 출원/등록번호: 17/636,026, 출원/등록연도: 2022
 - 기관 상에 에피택시 성장 공정에 의해 형성된 정전류 형성 핀 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 핀 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함.
- 특허명 : 트랜지스터, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (Nanowire T-CMOS)
출원/등록국가 : 미국, 출원/등록번호: 17/636,328, 출원/등록연도: 2022
 - Nanowire FET 구조의 기관 상에 형성된 정전류 형성 핀 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 nanowire FET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- 특허명 : 트랜지스터, 이를 포함하는 삼진 인버터, 및 트랜지스터의 제조 방법 (NCFET T-CMOS)
출원/등록국가 : 미국, 출원/등록번호: 17/636,342, 출원/등록연도: 2022
 - NCFET 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 NCFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- 특허명 : 터널 전계효과트랜지스터 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (TFET TCMOS)
출원/등록국가: 미국, 출원/등록번호: 17/636,336, 출원/등록연도: 2022
 - 터널 전계효과트랜지스터 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로

부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 TFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

- 특허명 : 터널 전계효과트랜지스터 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (TFET TCMOS 2nd)
출원/등록국가: 미국, 출원/등록번호: 17/673,766, 출원/등록연도: 2022
 - 터널 전계효과트랜지스터 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 TFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 스위칭 능력이 향상될 뿐만 아니라 공정의 간소화를 도모할 수 있어 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함.

- 특허명 : 삼진 인버터 및 그 제조방법 (Tristor)
출원/등록국가: 미국, 출원/등록번호: 17/673,754, 출원/등록연도: 2022
 - CFET 기반 고집적 저전력 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

- 특허명 : 삼진 인버터 및 그 제조방법 (Tristor)
출원/등록국가: 일본, 출원/등록번호: 2022-22869, 출원/등록연도: 2022
 - CFET 기반 고집적 저전력 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

- 특허명 : 3진 메모리 셀을 포함하는 메모리 장치
출원/등록국가: 미국, 출원/등록번호: 17/672,650, 출원/등록연도: 2022
 - 삼진 메모리 셀 기반한 메모리 장치에서, T-CMOS를 기반으로 하는 가중치 회로 설계를 통해 AI 연산 가속기의 성능, 에너지 효율, 면적 효율을 향상시킬 수 있다는 점에서 우수성을 입증함

- 특허명 : T-CMOS 기반 TCAM
출원/등록국가: 미국, 출원/등록번호: 17/672,662, 출원/등록연도: 2022
 - 삼진 메모리 셀 기반한 TCAM 장치에서 T-CMOS 기반의 TCAM 회로 설계를 통해 TCAM 회로의 에너지 효율과 면적 효율을 증가시킬 수 있으며 이를 적용한 회로 설계에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

- 특허명 : CNT 기반 3진수 논리회로
출원/등록국가: 미국, 출원/등록번호: 17/673,772, 출원/등록연도: 2022
 - CNTFET 기반 고집적 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

- 특허명 : CNT 기반 3진수 논리회로
출원/등록국가: 일본, 출원/등록번호: 2022-22870, 출원/등록연도: 2022

- CNTFET 기반 고집적 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

- 특허명 : 3진 데이터를 처리하는 감지 증폭기 및 감지 증폭기를 포함하는 메모리 장치
출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2022-0051046, 출원/등록연도: 2022

- SRAM 메모리 시스템에서 고속으로 정보 읽기를 담당하는 회로. 기존 이진 정보만 감지 가능하였던 감지 증폭기를 간단한 회로의 추가만으로 삼진 정보 처리를 가능케함. 초저전력동작을 하는 T-CMOS Latch에서 저장된 정보를 고속으로 읽기(READ)동작을 완료하는 회로로서, 추후 T-CMOS 기반 고속 메모리 T-SRAM의 핵심 회로임.

- 특허명 : 광 위상변조를 기반으로 한 광대역 파장판 소자 및 그 제조방법
출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: PCT/KR2022/000308, 출원/등록연도: 2022

- 다중양자우물구조의 거대 전기광학현상 및 플라즈모닉 공진구조를 결합해 인가전압에 따른 국소 위상제어가 가능한 소자를 제안했고, 이를 통해 중적외선 영역의 광대역 파장판 소자로 활용할 수 있음을 제안함.

- 특허명 : 파장가변 양자폭포 레이저 기반의 비접촉식 액상 화학물질 탐지 방법 및 장치
출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 2022-0007847, 출원/등록연도: 2022

- 중적외선 영역 파장가변 양자폭포레이저 및 광검출기를 통합한 레이저 분광기를 제안하고 이를 통해 비접촉식으로 액상 화학물질을 탐지 및 식별할 수 있는 탐지법을 제안함.

- 특허명 : 전기적 변조가 가능한 비선형 광학 소자
출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 2022-0118524, 출원/등록연도: 2022

- 다중양자우물구조의 거대 2차 비선형 광학 특성 및 Quantum-confined Stark effect 에 의한 2차 비선형 광학반응의 스펙트럼, 크기, 위상을 전기적으로 변조할 수 있으며, 플라즈모닉 공진구조와 결합해 인가전압에 따른 제2고조파 변조특성, 제2고조파 국소 위상변조특성, 제2고조파 능동 빔조향 특성을 구현할 수 있는 소자 설계 및 제작방법을 제안함.

- 특허명 : 비선형 원형 이색성을 기반으로 한 광 변조 소자
출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2421130, 출원/등록연도: 2022

- 다중양자우물구조의 거대 2차 및 3차 비선형 광학 특성 및 카이랄 플라즈모닉 공진구조를 적용해 제2 및 제3고조파 발생에 대한 거대 비선형 원형 이색성을 구현할 수 있는 소자 설계 및 제작방법을 제안함.

- 특허명 : 돌입전류저감용 벽 컨버터
출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2022-0009122, 출원/등록연도: 2021

- 본 발명은 벽 컨버터와 릴레이가 결합된 구조를 기반으로 LVDC 수용가에서 직류 콘센트 연결시 발생할 수 있는 돌입 전류를 저감시킬수 있음. 초기 돌입전류와 최대 과도전류를 기준 전류 이하로 제한하기 위한 벽 컨버터의 최소 인덕턴스 설계를 통하여 돌입전류를 효율적으로 저감하고 시스템 사이즈를 최소화할 수 있음.

- 특허명 : 모듈화 및 Fault 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터

출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2022-0021594, 출원/등록연도: 2022

- 본 발명은 양방향 멀티포트 DAB 컨버터에서 발생하는 전력 동조화 현상을 해결하기 위한 비동조화 회로임. 계통연계모드와 단독운전모드에 따라 인덕터 사용방법을 다르게 하여 모드별 전력 비동조화 현상을 달성하였음.

- 특허명 : 동작 주파수 변동에 따른 저항 차 추적을 통한 유도가열 용기의 온도 추정기법

출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2022-0028939, 출원/등록연도: 2022

- 본 발명은 인덕션 히팅에서 용기의 온도를 정확히 추정하기 위하여 제안된 연구임. 용기의 온도를 추정하기 위하여 공진 네트워크의 임피던스 추정이 이용될 수 있음. 그러나 추정된 임피던스 중 저항은 용기의 온도 뿐만 아니라 코일의 온도 정보를 모두 포함하여 저항 값에 기초한 온도 추정은 많은 오차를 초래할 수 있음. 이를 해결하기 위하여 스위칭 주파수를 변화시켜 각 스위칭 주파수에서 추정된 저항 값들의 차를 이용하여 용기의 온도를 추정할 수 있음. 용기의 저항 차는 용기의 저항만으로 표현되어 용기의 온도를 대변할 수 있음. 따라서 저항 차를 통해 용기의 온도를 정확히 추정할 수 있음.

- 특허명 : 3 레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터

출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2022-0078745, 출원/등록연도: 2022

- 본 발명은 릴레이 회로를 사용하지 않고 인덕터를 선택적으로 사용하여 전력 동조화 현상을 해결하는 비동조화 회로임. Full-Bridge 컨버터의 2 legs 형태의 스위치 4개가 아닌, 3 Legs 형태의 스위치 6개를 적용시켜 모드에 따른 Switching Modulation을 다르게 하여 비동조화 현상 달성 하였음.

- 특허명 : 비동조화 현상이 적용된 BUCK-BOOST 컨버터와 릴레이의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터
출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2022-0078740, 출원/등록연도: 2022

- 본 발명은 비동조화 회로가 적용된 양방향 DAB 멀티포트 컨버터로 계통과 연결된 입력 포트의 기본 Full-Bridge 구조에서 Four Switches Buck-boost(FSBB) 구조를 Cascading 형식으로 연결한 비동조화 멀티포트 컨버터임. 벡부스트 컨버터의 스위칭 모듈레이션을 적용하여 모드에 맞게 인덕터를 사용할 수 있으며, 듀티비를 조절하여 넓은 입력 전압 범위로 인해 ZVS 영역이 넓어지는 장점이 있는 회로임.

- 특허명 : 차동 전력 조절기를 제어하는 장치, 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체 및 컴퓨터 프로그램

출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2338890, 출원/등록연도: 2021

- PV 패널들과 병렬로 연결된 차동 전력 조절기들 간의 전류 값들의 차이가 지정된 레벨 내에 포함되도록, 상기 차동 전력 조절기를 각각의 전류 값에 대해, 공통된 오프셋의 값을 더하거나 빼는 연산을 통해 상기차동 전력 조절기들 각각의 전류 값을 제어에 관한 것임.

- 특허명 : 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어 시스템

출원/등록국가: 대한민국, 출원/등록번호: 10-2314871, 출원/등록연도: 2021

- 절연형 양방향 DC/DC 컨버터 중 하나인 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어 기술에 관한 것으로, 듀얼 액티브 브릿지 회로의 1차측 및 2차측 스위치와 연결되어, 기존 위상천이(CPS)의 크기에 따라 전체 확장형 위상 천이(EPs)의 크기를 제어하는 위상천이 제어부를 포함하며, 상기 전체 확장형 위상천이(EPs)는 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPs 영역 및

기존의 위상천이 영역인 CPS를 포함하는 것을 특징으로하는 특허임.

1. 연구업적물

1.1 참여교수 연구업적물의 우수성

(1) 연구실적의 질적 우수성

- 2021년 9월부터 2022년 8월까지 1년의 연구 기간 동안 각 연구 분야에서 국제적으로 인정받는 우수한 저널과 학술대회를 포함하여 47편의 학술지 및 학술대회 논문을 게재하고 발표하였음.
- SCI(E) 저널만 고려할 때 환산논문 편수는 7.04편이고 모든 논문의 환산보정 IF 총합은 6.87으로 계산됨. 따라서 환산논문 1편당 환산보정 IF는 0.975로 본 교육연구단이 목표로 하였던 0.622를 크게 뛰어넘는 결과를 달성하였음.
- 본 교육연구단이 추구하고 있는 연구 목표인 HW와 SW의 융복합 연구를 통한 새로운 연구 분야 선도를 위해 소자부터 회로설계, 시스템, 소프트웨어까지 전계층에 걸쳐 다양한 차세대 지능형 반도체 기술을 개발하고 holistic scheme 역량을 향상시켰으며 연구 결과들을 IF가 높은 저널에 게재함으로써 우수성을 입증하였음.
- 대표적으로 신소자 연구 결과를 Nature Photonics, Nature Electronics, Laser & Photonics Reviews, Advanced Optical Materials 및 IEEE Electron Device Letters에 게재하였고 아날로그 회로 연구 결과를 IEEE ISSCC 및 VLSI 학술대회에서 발표하였으며 전력 계통 시스템 연구 결과를 IEEE Transaction on Power Electronics(TPE) 및 IEEE Transaction on Industrial Electronics(TIE)에 게재하였음. IEEE ISSCC 및 VLSI 학회는 본 사업단의 연구 계획서에 명시되어 있는 목표 학회들로 우수성이 이미 입증되어 있으며, Nature Photonics는 IF 39.728의 저널로 광학분야에서 Top 1에 랭크되어 있는 최우수 저널이며, Nature Electronics는 IF 33.255의 저널로 전자소자 분야에서 Top 1에 랭크되어 있는 최우수 저널임. Laser & Photonics Reviews (IF: 10.947) 및 Advanced Optical Materials (IF: 10.050)은 물리, 재료, 광학 분야에서 상위 10% 내에 들고있는 우수 저널임. IEEE TIE 또한 전기전자분야에서 10% 내에 들고 계측설비 분야에서는 2위에 올라 있는 우수 저널임.

(2) 세부 연구 분야 별 연구실적

가) 소재/소자 분야 연구실적

- 28-nm CMOS 파운드리 공정에서 subTHz 파동 검출기인 컴팩트한 monolithic trantenna (transistorantenna) 를 제시하였으며 온칩 측정에서 535배의 photoresponse (u) 향상을 얻었음. highly localized plasmonic wave nano-ring FET 이용하여 record high인 12.4 kV/W 의 free-space responsivity 와 0.12 THz radiation 하에서 1 pW/Hz^{0.5} 의 감소된 noise equivalent power를 실험적으로 입증하였음. 또한, low power npon-volatile memory에서 큰 포텐셜을 가지고 있는 Ferroelectric tunnel junction (FTJ) 기반의 전자소자를 개발했으며, 밀도함수이론에서 구한 kp Hamiltonian을 이용한 양자수송 시뮬레이션을 통해 CIPS 기반 FTJ 의 성능에 대한 이론적 해석방법을 제시했음. 강유전성 HfZrO2 기반 FTJ를 사용한 벤치마킹은 더 낮은 터널링 전위 장벽과 더 큰 터널링 유효 질량으로 인해 CIPS 기반 FTJ에서 훨씬 더 높은 TER을 달성할 수 있음을 보여줌. 상기 두 연구는 반도체 소자 분야의 최고 수준 저널인 IEEE Electron Device Letters(EDL)에 논문 게재됨.
- 2차원 반도체물질인 이황화몰리브덴을 이용해 대기전력 소모가 0인 아날로그 스위치를 개발했음. 이 스위치는 테라헤르츠 고주파 영역에서도 작동해 IEEE 6G 통신의 데이터 전송 요구 속도인 100Gbit/s의 속도를 만족할 수 있으며, 본 연구결과는 전자소자분야 최우수 저널인 Nature

Electronics에 게재됨. 또한, 6G 통신의 Data capacity를 극단적으 향상시킬 수 있는 새로운 방법론을 제시했으며, 이 연구에서는 E-band (85GHz) 영역에서 orbital angular momentum (OAM) 모드를 생성 및 검출 할 수 있는 메타표면을 설계 및 제작했으며, off-axis integration 을 통해 특정 각도에서 입사한 두개의 gaussian beam 이 각기 다른 co-axial OAM 모드를 형성하며 검출부에서 OAM 모드 변조를 통해 각각의 OAM 모드를 분리 및 식별 할 수 있음을 실험적으로 구현함. 본 연구의 OAM multiplexing 및 demultiplexing 기술은 향후 6G wireless communication 을 위한 high capacity 통신의 가능성을 보여줌. 본 연구결과는 광학분야 최우수 저널인 Laser & Photonics Reviews 에 게재됨.

- 초절전 지능형 뇌모방 시스템 및 3진법 반도체 기술 구현을 위해 기존의 주류 소자인 Si MOSFET 소자 외에 새로운 동작 원리에 기반한 신개념 뉴로모픽 소자 개발이 필수임. 새로운 소재와 동작 원리에 기반한 신개념 소자에 대한 이론과 실험 연구를 진행하고 있으며 2022년도에는 III-V 반도체 소자 연구에서 성과를 보여 세계적인 학술지인 Nature Photonics에 논문을 게재함. 구체적으로는 InGaAs/AlInAs III-V 반도체 헤테로구조를 기반으로한 다중양자우물구조에서 발생하는 전자바운드전이 및 이를 통한 거대 광학 2차 비선형성을 유도하고, 구조에 전압을 인가해 Quantum-confined Stark effect 를 기반으로 광학 2차 비선형성의 스펙트럼, 크기, 위상의 전기적 변조현상을 최초로 구현함. 전기적 변조가 가능한 2차 비선형 광학 비선형성과 플라즈모닉 나노공진구조를 결합한 비선형 메타표면을 통해 기록적인 제2고조파 발생효율, 기록적인 제2고조파 변조 특성, 세계 최초의 제2고조파 발생 빔조향 특성을 구현함. 새로운 이중접합 반도체 구조 개발을 통해 초절전 신경망 시스템을 위한 신개념 뉴로모픽 소자를 설계할 수 있는 환경을 구축함.

나) 회로설계 분야 연구실적

- 유도 가열 기기를 위한 Random-Linear Modulation SST를 제안함. 제안된 방법은 EMI 방출을 효과적으로 완화하고 가청 노이즈를 제거할 수 있으며, 다른 변조 방식에 THD를 억제할 수 있음을 확인함. 추가적인 전압 밸런서 없이 바이폴라 전압 레벨을 밸런싱할 수 있는 3포트 DAB 컨버터를 제안함. 각 바이폴라 출력에는 DC 극 중 하나에서 단락오류가 발생한 상태에서 정상 DC 극의 균형을 맞추기 위한 독립적인 회로가 있어, 전력 시스템 신뢰성을 향상시킴. 또한, IPOP 모듈러 컨버터의 높은 전력 변환 효율과 높은 신뢰성 그리고 향상된 동적 성능을 얻기 위한 하이브리드 입력 전력 밸런스 방법을 제안함. 정상상태에서 제안하는 방법은 각 컨버터에서 균형을 이루도록 입력 전력을 제어했음. 입력 전력 밸런싱 방식의 전력 손실 분배 기능은 전체 전력 변환 효율을 향상시킬 수 있고 IPOP 변환기의 전체 작동 온도를 낮출 수 있어 컨버터의 수명과 신뢰성을 향상시킬 수 있음. 과도 동작 동안 제안된 방법을 통해 IPOP 컨버터를 인터리빙 모드로 만들어 출력 전압을 엄격하고 조절하고 빠른 동적 성능을 얻을 수 있음을 확인함. 상기 세 연구는 전기전자분야 최우수 저널인 IEEE Transactions on Industrial Electronics (TIE)에 논문을 게재함.
- 플라이백 컨버터의 누설 인덕턴스는 전력 손실 뿐만아니라, 전력 스위치의 고압 전압 스파이크를 유발 할 수 있음. 그리고 이를 방지하기 위한 스너버 또한 전력 소비를 증가시킴. 이러한 문제를 해결하기 위해서 전력 스위치의 전압 스파이크를 억제하고 전력변환 효율을 개선하기 위해 분할 공진 커패시터 특성을 활용하여 유사 공진 플라이백 컨버터 설계방법을 제안함. 본 연구는 전기전자분야 최우수 저널인 IEEE Transactions on Industrial Electronics (TIE)에 논문을 게재함.
- DC 아크로 인한 PV 및 계통 연결 인버터의 안전을 보장하기 위해, 차동 전력 처리(DPP)구조를 이용한 아크 결합 검출 알고리즘을 제안함. 제안된 알고리즘은 DPP와 인버터의 고유 전압 센서만을 사용하므로 PV 시스템의 비용 효율성을 향상시킬 수 있음. 또한 제안된 알고리즘은 각 PV 패널에 대한 최대 전력 처리기능과 아크 결합 감지 기능을 통합할 수 있음을 확인함. 본 연구는 전력전자분야의 우수저널인 IEEE Transactions on Power Electronics에 논문을 게재함.

- 초절전 지능형 뇌모방 시스템의 응용으로써 바이오 메디컬용 저전력 전류 모드 무선전력전송 기술에 대해 정리하였으며, 또한 바이오 메디컬용 저전력 전류모드 구조를 새롭게 제시함. 입력 전압을 낮게만 받을 수 있었던 기존의 구조와는 달리 입력 전압을 높여 많은 파워를 전달 받을 수 있도록 하였음. 또한 최적 파워를 전달 할 수 있는 컨트롤 기술을 제안 하였음. 상기 연구를 통해 Biomedical Engineering Letters 및 IEEE TPE 에 논문을 게재함.

다) 시스템 분야 연구실적

- 초절전 지능형 뇌모방 시스템의 응용으로써 바이오 메디컬용 저전력 전류 모드 무선전력전송 기술에 대해 정리하였으며, 또한 바이오 메디컬용 저전력 전류모드 구조를 새롭게 제시함. 입력 전압을 낮게만 받을 수 있었던 기존의 구조와는 달리 입력 전압을 높여 많은 파워를 전달 받을 수 있도록 하였음. 또한 최적 파워를 전달 할 수 있는 컨트롤 기술을 제안 하였음. 상기 연구를 통해 Biomedical Engineering Letters 및 IEEE TPE 에 논문을 게재함.

라) 소프트웨어 분야 연구실적

- Deep neural network (DNN) 기반 산업 현장 안전 모니터링 시스템에 관한 연구. 작업장 내 1안 카메라로부터 작업자, 중량물 등의 위치, 진행 방향, 상호 위치 추정. 집합론 (set theory) 로 기술된 안전 관련 규정 위반 여부 판정. 실제 작업장 및 선적장에 적용하여 기술 동작 확인함. 본 연구를 통해 IEEE Access 에 논문을 게재함.

1.2 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물

<표> 최근 1년간(2021.09.01.~2022.08.31.) 참여교수 대표연구업적물 실적(저널논문)

연번	교수명	연구자 등록번호	이공/인 문사회 계열	전공분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
				세부 전공분야		
대표연구업적물의 적합성과 우수성						
1	김경록		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: E-San Jang, Min Woo Ryu, Ramesh Patel, Sang Hyo Ahn, Ki Jin Han and Kyung Rok Kim ②논문제목: Performance Enhancement of Silicon-Based Sub-Terahertz Detector by Highly Localized Plasmonic Wave in Nano-Ring FET ③학술지명: IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS ④권(호), 페이지: 42(12), 1719 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202112 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/LED.2021.3119926
				전자소자		
28-nm CMOS 파운드리 공정에서 subTHz 파동 검출기인 컴팩트한 monolithic trantenna (transistorantenna) 를 제시하였으며 온칩 측정에서 535배의 photoresponse (u) 향상을 얻었음. 그리고 highly localized plasmonic wave nano-ring FET 이용하여 record high인 12.4 kV/W 의 free-space responsivity 와 0.12 THz radiation 하에서 1 pW/Hz ^{0.5} 의 감소된 noise equivalent power 를 실험적으로 입증하였음.						
2	김경록		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: ②논문제목: Theoretical Evaluation of Two-Dimensional Ferroelectric Material CuInP2S6 for Ferroelectric Tunnel Junction Device ③학술지명: IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS ④권(호), 페이지: 42(10), 1472 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202110 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/LED.2021.3103518
				전자소자		
Ferroelectric tunnel junction (FTJ) 는 low power npon-volatile memory에서 큰 포텐셜을 가지고 있음. 밀도함수이론에서 구한 kp Hamiltonian을 이용한 양자수송 시뮬레이션을 통해 CIPS 기반 FTJ 의 성능에 대한 이론적 연구를 제시함. 강유전성 HfZrO2 기반 FTJ를 사용한 벤치마킹은 더 낮은 터널링 전위 장벽과 더 큰 터널링 유효 질량으로 인해 CIPS 기반 FTJ에서 훨씬 더 높은 TER을 달성할 수 있음을 보여줌.						
3	김명수		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Myungsoo Kim, Guillaume Ducournau, Simon Skrzypczak, Sung Jin Yang, Pascal Szriftgiser, Nicolas Wainstein, Keren Stern, Henri Happy, Eilam Yalon, Emiliano Pallecchi, Deji Akinwande
				전자소자		

						②논문제목: Monolayer molybdenum disulfide switches for 6G communication systems ③학술지명: NATURE ELECTRONICS ④권(호), 페이지: 5, 367 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202206 ⑦DOI번호(해당시):10.1038/s41928-022-00766-2
	2차원 반도체물질인 이황화몰리브덴을 이용해 대기전력 소모가 0인 아날로그 스위치를 개발함. 이 스위치는 테라헤르츠 고주파 영역에서도 작동해 IEEE 6G 통신의 데이터 전송 요구 속도인 100Gbit/s의 속도를 만족할 수 있음.					
4	신세운		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Jong-Hun Kim, Najam ul Hassan, Seung-Ju Lee, Yeon-Woo Jung, Se-Un Shin ②논문제목: A resonant current-mode wireless power transfer for implantable medical devices: an overview ③학술지명: BIOMEDICAL ENGINEERING LETTERS ④권(호), 페이지: 12, 229 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: ⑥게재연월:202208 ⑦DOI번호(해당시):10.1007/s13534-022-00231-1
				회로및시스템		
	바이오 메디컬용 저전력 전류 모드 무선전력전송 기술에 대해 정리함. 기존의 전류모드에 대한 정리 논문이 부재했으나 본 논문을 통해 정리 하였음.					
5	신세운		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: ②논문제목: A Power-Efficient Resonant Current Mode Receiver With Wide Input Range Over Breakdown Voltages Using Automated Maximum Efficiency Control ③학술지명: IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS ④권(호), 페이지: 37(7), 8738 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: ⑥게재연월:202207 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/TPEL.2022.3151427
				회로및시스템		
	바이오 메디컬용 저전력 전류모드 구조를 새롭게 제시함. 입력 전압을 낮게만 받을 수 있었더 기존의 구조와는 달리 입력 전압을 높여 많은 파워를 전달 받을 수 있도록 하였음. 또한 최적 파워를 전달 할 수 있는 컨트롤 기술을 제안 하였음.					
6	정지훈		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Mina Kim, Hwa-Pyeong Park, and Jee-Hoon Jung ②논문제목: Spread Spectrum Technique with Random-Linear Modulation for EMI Mitigation and Audible Noise Elimination in IH Appliances
				전력전자		

						③학술지명: IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS ④권(호), 페이지: 69(8), 8589 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월:202208 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/TIE.2021.3102405
	유도 가열 기기를 위한 Random-Linear Modulation SST 를 제안함. 제안된 방법은 EMI 방출을 효과적으로 완화하고 가청 노이즈를 제거할 수 있음. 또한 다른 변조 방식에 THD를 억제할 수 있음.					
7	정지훈		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Jun-Young Lee, and Jee-Hoon Jung ②논문제목: Modified Three-port DAB Converter Employing Voltage Balancing Capability for Bipolar DC Distribution System ③학술지명: IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS ④권(호), 페이지: 69(7), 6710 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월:202207 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/TIE.2021.3102425
				전력전자		
	추가적인 전압 밸런서 없이 바이폴라 전압 레벨을 밸런싱할 수 있는 3포트 DAB 컨버터를 제안함. 또한 각 바이폴라 출력에는 DC 극 중 하나에서 단락오류가 발생한 상태에서 정상 DC 극의 균형을 맞추기 위한 독립적인 회로가 있어, 전력 시스템 신뢰성을 향상시킴.					
8	정지훈		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: See-Hoon Jeong, Ju-Il Jin, Hwa-Pyeong Park, and Jee-Hoon Jung ②논문제목: Enhanced Load Adaptive Modulation of Induction Heating Series Resonant Inverter to Heat Various-Material Vessels ③학술지명: JOURNAL OF POWER ELECTRONICS ④권(호), 페이지: 22, 1020 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월:202206 ⑦DOI번호(해당시):10.1007/s43236-022-00409-x
				전력전자		
	다양한 냄비를 빠르고 안전하게 가열하기 위해 모든 금속 유도가열 쿡탑의 인기에 따라, IH 전력 퍼포먼스를 증가시키기 위해. LAM 방식을 적용한 IH시스템의 다중 모드제어 전략을 제안함. 특히 제안된 제어 전략을 사용하여, 경부하 효율을 향상시키기 위해 변조 방법을 선택할 수 있음.					
9	정지훈		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Mina Kim, Hwa-Pyeong Park, and Jee-Hoon Jung ②논문제목: Hybrid Input Power Balancing Method of Modular Power Converters for High Efficiency, High Reliability, and Enhanced Dynamic Performance ③학술지명: IEEE TRANSACTIONS ON
				전력전자		

						INDUSTRIAL ELECTRONICS ④권(호), 페이지: 69(5), 5132 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월:202205 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/TIE.2021.3080214
	IPOP 모듈러 컨버터의 높은 전력 변환 효율과 높은 신뢰성 그리고 향상된 동적 성능을 얻기 위한 하이브리드 입력 전력 밸런스 방법을 제안함. 정상상태에서 제안하는 방법은 각 컨버터에서 균형을 이루도록 입력 전력을 제어한다. 입력 전력 밸런싱 방식의 전력 손실 분배 기능은 전체 전력 변환 효율을 향상시킬 수 있고 IPOP 변환기의 전체 작동 온도를 낮출 수 있어 컨버터의 수명과 신뢰성을 향상시킬 수 있음. 또한 과도 동작 동안 제안된 방법을 통해 IPOP 컨버터를 인터리빙 모드로 만들어 출력 전압을 엄격하고 조절하고 빠른 동적 성능을 얻을 수 있음.					
10	정지훈		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Hyun-Jun Choi, Kyung-Wook Heo, and Jee-Hoon Jung ②논문제목: A Hybrid Switching Modulation of Isolated Bidirectional DC-DC Converter for Energy Storage System in DC Microgrid ③학술지명: IEEE ACCESS ④권(호), 페이지: 10, 6555 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202201 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/ACCESS.2021.3138988
				전력전자		
	경부하 및 고부하 조건에서 CF-IBDC의 전력 변환 효율을 향상시키기 위해 하이브리드 스위칭 변조를 제안함. 전달되는 전력량에 따라 2차측의 듀티 사이클과 Phase shift가 독립적으로 제어됨에 따라 전체 부하조건에서 ZVS 능력을 얻을 수 있고 SPMS에서 순환 전류를 최소화 할 수 있음.					
11	정지훈		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Hwa-Pyeong Park, Mina Kim, and Jee-Hoon Jung ②논문제목: Bidirectional Current-Fed CLLC Resonant Converter Employing Asymmetric PWM ③학술지명: IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION ④권(호), 페이지: 36(4), 3167 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202112 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/TEC.2021.3076450
				전력전자		
	웨어러블 애플리케이션의 전력 시스템은 다양한 전원 및 부하와의 호환성을 얻어야함. 따라서 높은 전력 변환 효율과 양방향 전력 흐름이 필요함. 이에 높은 전력변환 효율과 양방향 전력 변환 능력을 얻기 위해 CLLC 공진형 컨버터를 제안함. 소프트 스위칭 동작, 영점 DC 오프셋 전류 및 작은 피크 전류는 높은 전력 변환 효율을 유도함.					
12	정지훈		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Hwa-Pyeong Park and Jee-Hoon Jung ②논문제목: Design Methodology of Quasi-Resonant Flyback Converter with a Divided Resonant Capacitor
				전력전자		

						③학술지명: IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS ④권(호), 페이지: 68(11), 10796 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202111 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/TIE.2020.3029481
	<p>플라이백 컨버터의 누설 인덕턴스는 전력 손실 뿐만아니라, 전력 스위치의 고압 전압 스파이크를 유발 할 수 있음. 그리고 이를 방지하기 위한 스너버 또한 전력 소비를 증가시킴. 이러한 문제를 해결하기 위해서 전력 스위치의 전압 스파이크를 억제하고 전력변환 효율을 개선하기 위해 분할 공진 커패시터 특성을 활용하여 유사 공진 플라이백 컨버터 설계방법을 제안함.</p>					
13	정지훈		이공계열	전기전자 전력전자	저널 논문	①저자명: Hwa-Pyeong Park, Mina Kim, Jee-Hoon Jung, and Suyong Chae ②논문제목: Series DC Arc Fault Detection Method for PV Systems Employing Differential Power Processing Structure ③학술지명: IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS ④권(호), 페이지: 36(9), 9787 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202109 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/TPEL.2021.3061968
	<p>DC 아크로 인한 PV 및 계통 연결 인버터의 안전을 보장하기 위해, 차동 전력 처리(DPP)구조를 이용한 아크 결합 검출 알고리즘을 제안함. 제안된 알고리즘은 DPP와 인버터의 고유 전압 센서만을 사용하므로 PV 시스템의 비용 효율성을 향상시킬 수 있음. 또한 제안된 알고리즘은 각 PV 패널에 대한 최대 전력 처리기능과 아크 결합 감지 기능을 통합할 수 있음.</p>					
14	정지훈		이공계열	전기전자 전력전자	학술대회 논문	①저자명: Jun-Young Lee, and Jee-Hoon Jung ②논문제목: Multi-port DC-DC Converter for Interconnecting Bipolar DC Buses of Bipolar DC Distribution System ③학술지명: IEEE Energy Conversion Congress and Exposition ④권(호), 페이지: ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202110 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/ECCE47101.2021.9595214
	<p>바이폴라 직류 배전 시스템의 바이폴라 DC 버스를 상호 연결 할 수 있는 다중 포트 DC-DC 컨버터를 제안함. 바이폴라 DC 배전 시스템은 유니폴라 DC 배전 시스템에 비해 향상된 기능을 가지고 있음. 하지만 양극성 DC 버스는 불균형 부하 조건에서 양극성 전압 레벨의 균형을 맞추기 위해 전압 규현 기능이 필요함. 따라서 제안하는 다중 포트 DC-DC 컨버터는 두개의 양극성 DC 버스를 상호연결하여, 두개의 양극성 DC 버스간에 양방향 전력 흐름을 전달 할 수 있고 전압 밸런서 없이 양극성 전압 레벨의 균형을 맞출 수 있음.</p>					
15	정지훈		이공계열	전기전자 전력전자	학술대회 논문	①저자명: Kyoung-Wook Heo and Jee-Hoon Jung ②논문제목: DC Microgrid Testbed for Testing Operation between Power

						<p>Converter and DC Microgrid under Fault Situations using PHIL Simulation Technique</p> <p>③학술지명: International Conference on Electrical Machines and Systems</p> <p>④권(호), 페이지:</p> <p>⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1</p> <p>⑥게재연월: 202111</p> <p>⑦DOI번호(해당시):10.23919/ICEMS52562.2021.9634515</p>
	<p>추가적인 계통 설비 및 위험한 실험 없이 다양한 계통 장애 조건을 시뮬레이션 할 수 있는 20-kW DC 마이크로그리드 테스트 베드를 제안함. 특히 유틸리티 그리드 장애, 급격한 부하 증가 및 DC 버스 전압 진동으로 인한 DC 마이크로그리드의 정전을 모사 할 수 있음.</p>					
16	이종원		이공계열	전기전자	저널 논문	<p>①저자명: Hyeongju Chung, Daek Kim, Eunmi Choi and Jongwon Lee</p> <p>②논문제목: E-Band Metasurface-Based Orbital Angular Momentum Multiplexing and Demultiplexing</p> <p>③학술지명: LASER & PHOTONICS REVIEWS</p> <p>④권(호), 페이지: 16(6), 2100456</p> <p>⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1</p> <p>⑥게재연월: 202206</p> <p>⑦DOI번호(해당시):10.1002/lpor.202100456</p>
				광소자		
<p>E-band (85GHz) 영역에서 orbital angular momentum (OAM) 모드를 생성 및 검출 할 수 있는 메타표면을 설계 및 제작했으며, off-axis integration 을 통해 특정 각도에서 입사한 두개의 gaussian beam 이 각기 다른 co-axial OAM 모드를 형성하며 검출부에서 OAM 모드 변조를 통해 각각의 OAM 모드를 분리 및 식별 할 수 있음을 실험적으로 구현함. 본 연구의 OAM multiplexing 및 demultiplexing 기술은 향후 6G wireless communication 을 위한 high capacity 통신의 가능성을 보여줌.</p>						
17	이종원		이공계열	전기전자	저널 논문	<p>①저자명: Seongjin Park, Jeongwoo Son, Jaeyeon Yu and Jongwon Lee</p> <p>②논문제목: Standoff detection and identification of liquid chemicals on a reflective substrate using a wavelength-tunable quantum cascade laser</p> <p>③학술지명: SENSORS</p> <p>④권(호), 페이지: 22(9), 3172</p> <p>⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1</p> <p>⑥게재연월: 202204</p> <p>⑦DOI번호(해당시):10.3390/s22093172</p>
				광소자		
<p>LWIR (8-12um) 영역의 가변파장 양자폭포레이저 및 MCT 광검출기를 통합한 레이저 분광기를 구성했고, 금속탐지표면에 묻어있는 오염물질을 근접거리에서 비접촉식으로 탐지할 수 있는 알고리즘 및 실험결과를 제시함. 측정에서는 DMMP (GB warfare agent 의 simulant) 및 DEP (VX simulant) 를 이용해 표면 농도에 따른 탐지신호 특성 및 diffuse reflection spectrum 을 측정했으며 탐지알고리즘을 적용해 두 물질을 구별 및 식별할 수 있음을 실험적으로 입증함.</p>						
18	이종원		이공계열	전기전자	저널 논문	<p>①저자명: Jaeyeon Yu, Seongjin Park, Inyong Hwang, Daek Kim, Frederic Demmerle, Gerhard Boehm,</p>

				광소자	Markus-Christian Amann, Mikhail A. Belkin and Jongwon Lee ②논문제목: Electrically tunable nonlinear polaritonic metasurface ③학술지명: NATURE PHOTONICS ④권(호), 페이지: 16(1), 72 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202201 ⑦DOI번호(해당시):10.1038/s41566-021-00923-7	
	InGaAs/AlInAs III-V 반도체 헤테로구조를 기반으로한 다중양자우물구조에서 발생하는 전자부밴드전이 및 이를 통한 거대 광학 2차 비선형성을 유도하고, 구조에 전압을 인가해 Quantum-confined Stark effect 를 기반으로 광학 2차 비선형성의 스펙트럼, 크기, 위상의 전기적 변조현상을 최초로 구현함. 전기적 변조가 가능한 2차 비선형 광학 비선형성과 플라즈모닉 나노공진구조를 결합한 비선형 메타표면을 통해 기록적인 제2고조파 발생효율, 기록적인 제2고조파 변조특성, 세계 최초의 제2고조파 발생 빔조향 특성을 구현함.					
19	이종원		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Yun-Tae Kim, Daeik Kim, Sanghwan Park, Anar Zhexembekova, Mirang Byeon, Tae Eun Hong, Jongwon Lee and Chang Young Lee ②논문제목: Aqueous Microlenses for Localized Collection and Enhanced Raman Spectroscopy of Gaseous Molecules ③학술지명: ADVANCED OPTICAL MATERIALS ④권(호), 페이지: 9(22), 2101209 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202111 ⑦DOI번호(해당시):10.1002/adom.202101209
				광소자		
	LiCl solution 의 Aqueous microlenses 를 이용해 기존에 탐지가 매우 어렵다고 알려진 가스상의 분자를 Raman spectroscopy 방식을 기반으로 ppb level 로 탐지할 수 있는 소자를 개발함. microwell 을 이용해 aqueous microlenses 를 제작했으며 기관위에 stamping 방식으로 위치시켰음. Raman fingerprint 를 기반으로 DMMP (GB warfare agent 의 simulant) 를 타겟 분자로 탐지 시험을 진행했으며 800ppb 레벨을 5초 이내로 탐지할 수 있는 특성을 확보함. 본 소자를 기반으로 향후 healthcare, environmental-monitoring 등에 활용할 수 있을 것으로 기대됨.					
20	김성진		이공계열	전기전자	저널 논문	①저자명: Yongjae Park, Ji-Hyoung Cha, Su-Hyun Han, Jee-Ho Park, and Seong-Jin Kim ②논문제목: A 3.8- μ W 1.5-NEF 15-G Ω Total Input Impedance Chopper Stabilized Amplifier with Auto-calibrated Dual Positive Feedback in 110nm CMOS ③학술지명: IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS ④권(호), 페이지: 57(8), 2449 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202201 ⑦DOI번호(해당시): 10.1109/JSSC.2021.3137509
				회로 및 시스템		

	<p>바이오 메디컬 시스템에 바이오 시그널을 센싱하는 amplifier의 input impedance를 높임으로써 dry electrode의 사용을 용이하게 하였고 또한 chopper를 사용하여 매우 낮은 noise 수준의 amplifier를 구현하였다. 구체적으로 본 논문은 positive feedback loop을 두개 사용하여 15Gohm의 높은 input impedance를 갖고 있으면서도 10nV/Hz 수준의 매우 낮은 노이즈 수준을 가지고 있음.</p>					
21	김성진		이공계열	전기전자	저널 논문	<p>①저자명: Jee-Ho Park, Yongtae Shin, Jaehyuk Choi, and Seong-Jin Kim ②논문제목: A 5.02nW 32-kHz Self-Reference Power Gating XO with Fast Startup Time Assisted by Negative Resistance and Initial Noise Boosters ③학술지명: IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS II-EXPRESS BRIEFS ④권(호), 페이지: 68(11), 3386 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202111 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/tcsii.2021.3077589</p>
				회로 및 시스템		
<p>IoT device에 clock을 저전력으로 제공하기 위한 oscillator design을 제시함. 기존에 에너지를 줄이기 위해서 필요할 때만 키고 이외의 시간 동안에는 전력을 차단하는 동작이 필요하나 이를 구현하기 위해서는 oscillator가 켜지기 까지 걸리는 start-up 시간을 줄여야 하며 이 시간을 90% 이상 단축하는 회로 design을 제안하였음. 또한 이를 구현하기 위한 전력 소모도 최소화하기 위한 start-up 컨트롤 기술을 제안함.</p>						
22	김성진		이공계열	전기전자	학술대회 논문	<p>①저자명: Jee-Ho Park, Jung-Hye Hwang, Changyong Shin, and Seong-Jin Kim ②논문제목: A 3.1-μW BJT-Based CMOS Temperature-to-Frequency Converter with Untrimmed Inaccuracy of $\pm 1^\circ$ C (3σ) from -40° C to 140° C ③학술지명: Asian Solid-State Circuits Conference ④권(호), 페이지: ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202111 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/A-SSCC53895.2021.9634717</p>
				회로 및 시스템		
<p>반도체 회로의 성능은 온도에 의해 크게 좌우 됨으로 이를 측정하기 위한 센서가 필요함. 기존의 온도센서는 그 필요 면적이 크고 구조가 복잡하여 다른 반도체 칩에 같이 집적하는데 어려움이 있었으나 온도센서의 구조의 복잡성과 필요면적을 크게 줄이는 회로 design을 고안하여 다른 반도체 칩에 집적 할 수 있는 온도 센서를 제안함.</p>						
23	김성진		이공계열	전기전자	학술대회 논문	<p>①저자명: Ji-Hyong Cha, Jee-Ho Park, Yongjae Park, Hyogeun Shin, Kyeong Seob Hwang, Il-Joo Cho, and Seong-Jin Kim ②논문제목: A Reconfigurable Sub-Array Multiplexing Microelectrode Array System with 24,320 Electrodes and 380 Readout Channels for Investigating Neural Communication ③학술지명: IEEE International Solid-State</p>

						Circuits Conference ④권(호), 페이지: 342 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202202 ⑦DOI번호(해당시):10.1109/ISSCC42614.2022.9731590
	뇌의 넓은 면적에 분포하는 신경세포에서 발행하는 신경신호를 고밀도로 모니터링하기 위해 Time-multiplexing 기법을 이용한 Microelectrode array (MEA) 시스템을 개발함. 기존의 기술은 전체 전극의 3% 수준만을 측정할 수 있었지만, 제안하는 기술은 데이터 처리량을 50%이상 대폭 감소시키면서 신경세포 분포 환경에 따라 12.5%부터 최대 50%까지 유동적으로 측정가능한 영역을 확장시킴으로써 시스템 확장성 및 유연성을 증가시킬 수 있는 기술을 제안함.					
24	김성진	이공계열	전기전자	회로 및 시스템	학술대회 논문	①저자명: Seonghyeok Park, Bumjun Kim, Junhee Cho, Jung-Hoon Chun, Jaehyuk Choi, and Seong-Jin Kim ②논문제목: An 80×60 Flash LiDAR Sensor with In-Pixel Histogramming TDC Based on Quaternary Search and Time-Gated Δ -Intensity Phase Detection for 45m Detectable Range and Background Light Cancellation ③학술지명: IEEE International Solid-State Circuits Conference ④권(호), 페이지: 98 ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202202 ⑦DOI번호(해당시):
해당 LiDAR 센서는 실시간 3D 데이터 처리량을 대폭 낮출 수 있는 in-pixel histogramming TDC를 quaternary search algorithm 방식으로 설계하여 소형화된 pixel을 구현함. 이는 기존의 binary search algorithm에 비해 2배 이상의 속도를 구현할 수 있음. 또한 Δ -Intensity Phase Detection기능을 이용하여 Background Light Cancellation을 구현할 수 있었으며, 이는 외광에 의한 거리 분해능 저하를 해결하였음.						
25	김성진	이공계열	전기전자	회로 및 시스템	학술대회 논문	①저자명: Su-Hyun Han, Bumjun Kim, Seonghyeok Park, Yongjae Park, Jaehyuk Choi, and Seong-Jin Kim ②논문제목: A 100×80 CMOS Flash LiDAR Sensor with 0.0011mm ² In-Pixel Histogramming TDC Based on Analog Counter and Self-Calibrated Single-Slope ADC ③학술지명: IEEE Symposium on VLSI Circuits ④권(호), 페이지: ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202206 ⑦DOI번호(해당시):
LiDAR 센서에서 빛을 수광하고 모으는 과정에서 많은 전력이 소모됨. 이를 해결하기 위해 저전력 histogramming analog counter를 설계하였고, 이를 self-calibration이 가능하도록 single-slope ADC로 재사용할 수 있는 구조를 제안함. 이를 통해 기존 digital counter 대비 3300배 전력 소모 감소를 구현함.						

26	김성진	이공계열	전기전자	학술대회 논문	①저자명: Jubin Kang, Yongjae Park, Jung-Hye Hwang, Jung-Hoon Chun, Jaehyuk Choi, and Seong-Jin Kim ②논문제목: A 640×480 Indirect Time-of-Flight Image Sensor with Tetra Pixel Architecture for Tap Mismatch Calibration and Motion Artifact Suppression ③학술지명: IEEE Symposium on VLSI Circuits ④권(호), 페이지: ⑤공동저자 중 대표업적물 제출 참여교수 수: 1 ⑥게재연월: 202206 ⑦DOI번호(해당시):
			회로 및 시스템		
<p>제안하는 indirect time-of-flight (iToF)센서는 4-phase 정보를 한 번에 얻을 수 있는 tetra pixel architecture를 제안하여 3D 영상에서 발생하는 motion artifact 문제를 해결하였음. 또한 주변 pixel들과의 interpolation을 구현하여 공정으로 인한 tap-mismatch를 calibration하여 거리 분해능을 향상시킬 수 있음.</p>					

1.3 중앙정부 및 해외기관 연구비

<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	7,291,245.125	3,511,890.211	
해외기관(산업체 제외) 연구비 수주 총 (환산)입금액	0	0	
이공계열 참여교수 수	13	13	
1인당 총 연구비 수주액	560,865.0096	270,145.400	

2. 연구의 국제화 현황

2.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

(1) 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

본 교육연구단 참여교수의 국제적 학술활동 중 질적 우수성을 나타내는 하이라이트 활동 내용을 다음과 같이 정리하였다.

- 김성진 교수: 반도체 집적회로 분야에서 가장 저명한 학술 대회인 International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)에서 International Technical Program Committee (ITPC) 멤버로 참여하고 있음. Imagers, MEMS, Medical, and Display (IMMD) 분과에 소속되어 해당 기간 동안 2022년 ISSCC에서 발표될 논문을 선정하고 학회 운영에 기여하였음.
- 심재영 교수: Journal of Visual Communication and Image Representation에서 2021년부터 현재까지

associate editor 로 활용하고 있음.

(2) 향후 추진계획

COVID-19의 세계적 확산으로 인해 국제적 학술활동에 많은 어려움이 있었으나, 팬데믹이 종식될 것으로 예상되는 올해 말 혹은 내년 초부터는 국제 학술대회 참여 및 초청강연, 기조연설 등의 활동을 활성화 할 계획임.

2.2 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

○ 이종원 교수:

- 독일 Technical University of Munich (뮌헨공대) 와 III-V 반도체 헤테로구조를 기반으로한 다중양자우물구조의 거대 광학 비선형성 및 거대 전기광학현상을 이용한 비선형 광학 메타표면 및 능동변조 광학 메타표면 연구를 진행하고 있음. 본 공동연구의 성과로 2022년 Nature Photonics 에 전기적 변조가 가능한 비선형 광학 메타표면에 대한 연구결과를 게재했으며, 본 연구논문은 2022년 1월 Nature Photonics 표지논문으로 선정됨.
- 네덜란드 TNO 와 민군겸용기술개발사업의 반도체 레이저 기반 비접촉식 화학작용제 탐지기 개발의 평가를 진행했으며, 개발한 탐지기의 VX, GA, GB, HD 최소 탐지 농도 추출 실험을 진행함.

□ 산학협력 대표 우수성과

(1) 교육연구단 산학협력 대표 창업 성과

○ 양승준 교수

- (주) 세이프에이아이 솔루션즈 창업 (자본금: 5,000천원, 창업연도: 2019년, 창업기술명: 객체 제거를 통한 이미지 처리 및 장치)
- 작업자를 제외한 작업장 영상을 취득하는 기술 (주) 세이프에이아이 솔루션에 기술이전 1건 진행 중. 한국조선해양과 협업하여 미포조선 등에 작업자 제외 영상 취득 시스템 적용하여 파이럿 테스트 진행 중. 작업자 개인 정보 유출 등을 민감하게 고려하고 있는 작업장에 카메라 시스템 적용하여 안전 모니터링 및 공정 진행 상황 모니터링 가능하게 하는 기술로 인정받아 한국조선해양 그룹 관계사에 확산 적용 검토 진행 중.

(2) 교육연구단 산학협력 대표 특허 성과

○ 김경록 교수

- 특허 출원: 11건 (미국 9건, 일본 2건)

- 기관 상에 에피택시 성장 공정에 의해 형성된 정전류 형성 핀 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 핀 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- Nanowire FET 구조의 기관 상에 형성된 정전류 형성 핀 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 nanowire FET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- NCFET 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 NCFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- 터널 전계효과트랜지스터 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 TFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- CFET 기반 고집적 저전력 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- 삼진 메모리 셀 기반한 메모리 장치에서, T-CMOS를 기반으로 하는 가중치 회로 설계를 통해 AI 연산 가속기의 성능, 에너지 효율, 면적 효율을 향상시킬 수 있다는 점에서 우수성을 입증함
- 삼진 메모리 셀 기반한 TCAM 장치에서 T-CMOS 기반의 TCAM 회로 설계를 통해 TCAM 회로의 에너지 효율과 면적 효율을 증가시킬 수 있으며 이를 적용한 회로 설계에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
- CNTFET 기반 고집적 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함

○ 이종원 교수

- 특허 출원: 4건 (대한민국 3건, PCT 1건)

- 다중양자우물구조의 거대 전기광학현상 및 플라즈모닉 공진구조를 결합해 인가전압에 따른 국소

위상제어가 가능한 소자를 제안했고, 이를 통해 중적외선 영역의 광대역 파장판 소자로 활용할 수 있음을 제안함.

- 중적외선 영역 파장가변 양자폭포레이저 및 광검출기를 통합한 레이저 분광기를 제안하고 이를 통해 비접촉식으로 액상 화학물질을 탐지 및 식별할 수 있는 탐지법을 제안함.
- 다중양자우물구조의 거대 2차 및 3차 비선형 광학 특성 및 카이랄 플라즈모닉 공진구조를 적용해 제2 및 제3고조파 발생에 대한 거대 비선형 원형 이색성을 구현할 수 있는 소자 설계 및 제작방법을 제안함.
- 다중양자우물구조의 거대 2차 비선형 광학 특성 및 Quantum-confined Stark effect 에 의한 2차 비선형 광학반응의 스펙트럼, 크기, 위상을 전기적으로 변조할 수 있으며, 플라즈모닉 공진구조와 결합해 인가전압에 따른 제2고조파 변조특성, 제2고조파 국소 위상변조특성, 제2고조파 능동 빔조향 특성을 구현할 수 있는 소자 설계 및 제작방법을 제안함.

○ 정지훈 교수

- 특허 등록 2건 (대한민국 2건), 특허 출원: 6건 (대한민국 6건)

- PV 패널들과 병렬로 연결된 차동 전력 조절기들 간의 전류 값들의 차이가 지정된 레벨 내에 포함 되도록, 상기 차동 전력 조절기들 각각의 전류 값에 대해, 공통된 오프셋의 값을 더하거나 빼는 연산을 통해 상기차동 전력 조절기들 각각의 전류 값을 제어에 관한 것임.
- 절연형 양방향 DC/DC 컨버터 중 하나인 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어 기술에 관한 것으로, 듀얼 액티브 브릿지 회로의 1차측 및 2차측 스위치와 연결되어, 기존 위상천이(CPS)의 크기에 따라 전체 확장형 위상 천이(EPS)의 크기를 제어하는 위상천이 제어부를 포함하며, 상기 전체 확장형 위상천이(EPS)는 확장형 위상 천이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역 및 기존의 위상천이 영역인 CPS를 포함하는 것을 특징으로하는 특허임.
- 본 발명은 벽 컨버터와 릴레이가 결합된 구조를 기반으로 LVDC 수용가에서 직류 콘센트 연결시 발생할 수 있는 돌입 전류를 저감시킬수 있음. 초기 돌입전류와 최대 과도전류를 기준 전류 이하로 제한하기 위한 벽 컨버터의 최소 인덕턴스 설계를 통하여 돌입전류를 효율적으로 저감하고 시스템 사이즈를 최소화할 수 있음.
- 본 발명은 양방향 멀티포트 DAB 컨버터에서 발생하는 전력 동조화 현상을 해결하기 위한 비동조화 회로임. 계통연계모드와 단독운전모드에 따라 인덕터 사용방법을 다르게 하여 모드별 전력 비동조화 현상을 달성하였음.
- 본 발명은 인덕션 히팅에서 용기의 온도를 정확히 추정하기 위하여 제안된 연구임. 용기의 온도를 추정하기 위하여 공진 네트워크의 임피던스 추정이 이용될 수 있음. 그러나 추정된 임피던스 중 저항은 용기의 온도 뿐만 아니라 코일의 온도 정보를 모두 포함하여 저항 값에 기초한 온도 추정은 많은 오차를 초래할 수 있음. 이를 해결하기 위하여 스위칭 주파수를 변화시켜 각 스위칭 주파수에서 추정된 저항 값들의 차를 이용하여 용기의 온도를 추정할 수 있음. 용기의 저항 차는 용기의 저항만으로 표현되어 용기의 온도를 대변할 수 있음. 따라서 저항 차를 통해 용기의 온도를 정확히 추정할 수 있음.
- 본 발명은 릴레이 회로를 사용하지 않고 인덕터를 선택적으로 사용하여 전력 동조화 현상을 해결하는 비동조화 회로임. Full-Bridge 컨버터의 2 legs 형태의 스위치 4개가 아닌, 3 Legs 형태의 스위치 6개를 적용시켜 모드에 따른 Switching Modulation을 다르게 하여 비동조화 현상 달성 하였음.
- 본 발명은 비동조화 회로가 적용된 양방향 DAB 멀티포트 컨버터로 계통과 연결된 입력 포트의 기본 Full-Bridge 구조에서 Four Swithces Buck-boost(FSBB) 구조를 Cascading 형식으로 연결한 비동조화 멀티포트 컨버터임. 벽부스트 컨버터의 스위칭 모듈레이션을 적용하여 모드에 맞게 인덕터를 사용할 수 있으며, 듀티비를 조절하여 넓은 입력 전압 범위로 인해 ZVS 영역이 넓어지는 장점이 있는 회로임.
- SRAM 메모리 시스템에서 고속으로 정보 읽기를 담당하는 회로. 기존 이전 정보만 감지 가능하였던 감지 증폭기를 간단한 회로의 추가만으로 삼진 정보 처리를 가능케함. 초저전력동작을 하는 T-CMOS Latch에서 저장된 정보를 고속으로 읽기(READ)동작을 완료하는 회로로서, 추후 T-CMOS 기반 고속 메모리 T-SRAM의 핵심 회로임.

(3) UNIST 산학협력단 창업인재육성 프로그램

○ 창업형 인재 육성을 위한 프로그램 지원

- 공공기술기반 시장연계창업탐색 지원사업 운영
 - 공공연구성과를 기반으로 창업하고자 하는 대학 소속 석·박사 과정 재학생, Post-Doc 대상
 - 기초창업교육, 실전창업교육(美 NSF 아이코어 프로그램을 활용한 미국 현지 집중 교육)
 - 창업탐색비(시제품제작, 재료비, 교육비, 여비 등 3천만원 내외)
 - 분야별 심화 멘토링 및 교육 등
- Univ of California - Davis 경영학과 창업 교육 협업 방안 논의
 - 산학협력 및 창업 인재 육성 프로그램 협력방안 협의

(4) 신설 프로그램 운영

○ 산학 연계 인력양성 프로그램 운영

산업 현장에서 취득된 데이터를 기반으로 AI 기술을 이용하여 기업의 문제를 해결하는 project based learning (PBL) 운영. Python 코딩 기본 교육 후 기업별 필요 기술을 PBL 과제로 선정. PBL 과제 수행을 통해 기업체 인력 교육 진행

- 악취종류분류 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 태성환경연구소
 - 과제기간: 2021.10 ~ 2021.11
 - 생활 환경에서 발생하는 악취 종류 자동 분류 기술 개발
 - 데이터 노이즈를 줄이는 전처리 기술 개발
 - 11개 센서 출력으로 구성된 데이터 10개 악취로 분류 기술 개발
- 자동차 도어트림 BSR 소음유형 분류 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 서현이화
 - 과제기간: 2022.04 ~ 2022.05
 - 도어트림 소음을 유형에 따라 분류. 600건의 데이터 분석.
 - 시계열 데이터를 스펙트로그램을 이용하여 주파수 domain으로 변환하는 전처리 수행 및 AI 기반 분류 기법 개발
 - 도어트림 차종별 buzz, squick, rattle (BSR) 소음 검출 기법 개발
- 비전 기반 실러 도포 품질 예측 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 오토모션
 - 과제기간: 2022.04 ~ 2022.05
 - 실링 비전 검사 이미지를 활용하여 도포품질을 예측하고 검사를 위한 ROI(region of Interest, 검사 구역) AI 인지 기술 개발
 - 도로 안전 구조물 촬영 영상 이용 도포 품질 불량 5종 분류 기법 개발

(5) 산학협력과제 기반 인적/물적 교류 실적

(a) 삼성전자 반도체 디바이스솔루션(DS) 전략산학과제 (2022.05.01~)

대표적 글로벌 반도체 기업인 삼성전자 DS 부문과의 인적네트워크 형성을 위한 전략적 산학과제로서 참여교수의 실적은 다음과 같다.

- ① 과제명: 고효율 고집적 멀티 레벨 하이브리드 타입 DC-DC Buck Converter 설계 (PI: 신세운 교수)
 - 과제기간: 2022.05.01.~2025.04.30.
 - 고효율 고집적 하이브리드 컨버터 개발을 위해 단계적 연구 개발 과정을 거쳐 최종적으로 고효

을 고집적 Multi level DC DC Buck 컨버터 개발

- ② 과제명: 금속-2D 물질 접촉 저항 최소화를 통한 고성능 RF 트랜지스터 개발 (PI: 김명수 교수)
- 과제기간: 2022.05.01~2025.04.30
- ③ 과제명: RF소자/회로의 성능 및 열화 특성 예측을 위한 Compact Model 개발 (PI: 김경록 교수)
- 과제기간: 2022.05.01~2025.04.30
- ④ 과제명: A Hierarchical Processing-in-Memory Architecture for Ultra-Low-Power AI Applications (PI: 이규호 교수)
- 과제기간: 2022.05.01~2025.04.30
- 초저전력 인공지능 응용을 위한 Processing-in-Memory 구조를 계층적으로 진행하여 아날로그/디지털 혼성회로 기반의 차세대 컴퓨터 구조 개발
- ⑤ 과제명: 모바일 기기용 LiDAR를 위한 저전력 초소형 dToF 센서 구조 연구 (PI: 김성진 교수)
- 과제기간: 2022.05.01~2025.04.30
- ⑥ 과제명: 빅데이터 워크로드를 위한 메모리 시스템 관리 (PI: 전명재 교수)
- 과제기간: 2022.05.01~2025.04.30

(b) 기타 산업체 산학협력 과제기반 인적/물적 교류 실적

- Low-Power Multi-core General-Purpose Mobile Deep Learning Processor (PI: 이규호 교수)
- 관련 기업명: 삼성전자
- 과제기간: 2019.01.01~2021.12.31
- 저전력 범용 딥러닝 프로세서 제작을 위한 알고리즘 경량화 기법, 프로세서 구조를 제안하였으며, TSMC 65nm, 삼성 28nm 공정으로 tape-out 진행하였음
- 세미나1: 저전력 범용 딥러닝 프로세서 기술
- 정주은 석박통합 과정 학생의 논문 발표, 기술 교류
- DRAM PIM을 위한 Soft-logic ALU 및 Multi-bank DRAM 컨트롤러 설계 (PI: 이규호 교수)
- 관련 기업명: 삼성전자
- 과제기간: 2021.06.01~2024.05.31
- DRAM 공정을 활용한 차세대 컴퓨터 구조인 Processing-in-Memory 아키텍처의 구현을 통해 높은 에너지 효율의 인공지능 프로세서 개발함
- 디스플레이 집적 배열안테나 및 빔조향 기술 개발 (PI: 변강일 교수, 참여교수: 이규호 교수)
- 관련 기업명: 삼성디스플레이
- 과제기간: 2021.03.01~2022.02.28
- 디스플레이에 집적된 배열 안테나를 활용한 빔조향 기술을 위한 인공지능 알고리즘 및 시스템 개발함
- 디스플레이 탑재 MIMO 레이더 및 RF Gesture 센싱 기술 연구 (PI: 변강일 교수, 참여교수: 이규호 교수)
- 관련 기업명: 삼성디스플레이
- 과제기간: 2022.03.01~2023.02.28
- 디스플레이에 탑재된 배열 레이더 안테나를 기반으로 Hand Gesture Recognition을 위한 인공지능 알고리즘, 모바일 컴퓨팅 플랫폼, 가속기 구조 개발
- 반도체 레이저 기반 비접촉식 화학작용제 탐지기 개발 (PI: 이종원 교수)
- 관련 기업명: (주) 주원
- 과제기간: 2018.10.31~2022.01.30
- 중적외선 파장 가변형 레이저 및 광검출기를 통합한 근거리 액상 및 기상 화학작용제 및 TIC

탐지기 개발

- OAM기반 통신시스템 개발을 위한 무한 Capacity 가능성 연구 (PI: 이종원 교수)
 - 관련 기업명: 삼성전자
 - 과제기간: (1차) 2018.09.01~2022.02.28; (2차) 2022.06.01~2024.05.31
 - 다중 OAM 모드 발생 및 검출 시스템 개발 및 E-band 근거리 통신 시스템 개발
- 블록 진도 추정을 위한 영상 및 3D 설계 정보 비교 기술 개발 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 한국조선해양
 - 과제기간: 2022.03.01~2022.08.31
 - CCTV 영상과 CAD 설계 데이터를 비교하여 현재 진행 중인 작업 단계 검출하는 AI 기반 비교 기술 개발
- Humanless 영상기반 내업실적 인식기술 개발 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 한국조선해양
 - 과제기간: 2022.02.01~2022.10.31
 - 작업자 개인 정보 보호 영상 취득 및 이를 이용한 선박 제작 실적 인식 기술 개발
- AI 기반 혼재 제품 표면 품질 검사 시스템 개발 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 한국몰드
 - 과제기간: 2022.03.01~2023.02.28
 - 다수의 생산 제품을 인식하고 부제별 표면 품질을 검사하는 AI 기반 자동 검사 시스템 개발
- 자유목적 제조 AI 데이터셋 구축 (PI: 임성훈 교수, 참여교수: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 삼기산업
 - 과제기간: 2021.09.15~2021.12.15
 - 제조AI 활용도가 높은 분석 목적 기반 제조AI데이터셋 구축
- 악취종류분류 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 태성환경연구소
 - 과제기간: 2021.10 ~ 2021.11
 - PBL
 - 생활 환경에서 발생하는 악취 종류 자동 분류 기술 개발
 - 데이터 노이즈를 줄이는 전처리 기술 개발
- 자동차 도어트립 BSR 소음유형 분류 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 서현이화
 - 과제기간: 2022.04 ~ 2022.05
 - PBL
 - 도어트립 소음을 유형에 따라 분류. 600건의 데이터 분석.
 - 시계열 데이터를 스펙트로그램을 이용하여 주파수 domain으로 변환하는 전처리 수행 및 AI 기반 분류 기법 개발
- 비전 기반 실러 도포품질 예측 (PI: 양승준 교수)
 - 관련 기업명: 오토모션
 - 과제기간: 2022.04 ~ 2022.05
 - PBL
 - 실링 비전검사 이미지를 활용하여 도포품질을 예측하고 검사를 위한 ROI(region of Interest, 검사 구역) AI 인지 기술 개발
- 고효율 전하전달 소재기반 고출력 발전기 개발 및 응용 (PI: 양창덕 교수(에너지화학공학과), 참여교수: 정지훈 교수)

- 관련 기업명: 삼성전자(주)관기관: 성균관대학교, 공동연구기관: 울산과학기술원)
- 과제기간: 2020.03.01~2022.11.30
- TENG 에너지 하베스팅 시스템에서 전력변환부 및 전력제어장치 설계와 개발 진행
- 정상상태에서 동작하는 IH Inverter의 EMI 저감을 위한 스위칭 패턴 개발 (PI: 정지훈 교수)
 - 관련 기업명: 엘지전자(주)
 - 과제기간: 2020.07.01~2021.04.30
 - IH 시스템의 EMI 저감을 위한 새로운 스위칭 기법을 개발
- Pattern PCB를 적용한 SiC 기반 IH Inverter 개발 (PI: 정지훈 교수)
 - 관련 기업명: 엘지전자(주)
 - 과제기간: 2021.12.17~2022.09.30
 - IH 시스템에서 PCB 코일을 활용하기 위한 고주파 SiC 인버터 시스템 개발 진행
- 전기차용 양방향 다채널 컨버터 시스템 (PI: 정지훈 교수)
 - 관련 기업명: (주)코렌스이엠
 - 과제기간: 2022.03.14~2022.12.31
 - 전기차의 OBC와 LDC용 양방향 전력변환장치를 개발 진행

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
국내의 산업체 연구비 수주 총 입금액	3,319,252.127	641,396.000	
지자체 연구비 수주 총 입금액	118,900	0	
이공계열 참여교수 수	13	13	
1인당 총 연구비 수주액	264,473.2405	49,338.153	

1.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

연번	교수 성명	전공분야	세부전공분야	실적 구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
					특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성
1	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 정재원, 장지원, 최영은, 김우석 ②특허명: 트랜지스터 제조 방법 및 삼진 인버터 제조 방법 (고농도 Epi sub T-CMOS) ③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/636,026 ⑤출원/등록연도: 2022
					기관 상에 에피택시 성장 공정에 의해 형성된 정전류 형성 핀 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 핀 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제한함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
2	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석 ②특허명: 트랜지스터, 이의 제조 방법, 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (Nanowire T-CMOS) ③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/636,328 ⑤출원/등록연도: 2022
					Nanowire FET 구조의 기관 상에 형성된 정전류 형성 핀 통하여 드레인과 기관 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 nanowire FET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제한함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함
3	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석 ②특허명: 트랜지스터, 이를 포함하는 삼진 인버터, 및 트랜지스터의 제조 방법 (NCFET T-CMOS)

					③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/636,342 ⑤출원/등록연도: 2022
	NCFET 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 NCFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함				
4	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석 ②특허명: 터널 전계효과트랜지스터 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (TFET TCMS) ③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/636,336 ⑤출원/등록연도: 2022
	터널 전계효과트랜지스터 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 TFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함				
5	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 장지원, 정재원, 최영은, 김우석 ②특허명: 터널 전계효과트랜지스터 및 이를 포함하는 삼진 인버터 (TFET TCMS 2nd) ③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/673,766 ⑤출원/등록연도: 2022
	터널 전계효과트랜지스터 구조의 정전류 형성층 통하여 드레인과 기판 사이에 게이트 전압으로부터 독립적인 정전류를 형성하며, 기존 TFET 구조체와 같은 구조의 삼진 인버터 제작 방법 제안함으로써 스위칭 능력이 향상될 뿐만 아니라 공정의 간소화를 도모할 수 있어 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함				
6	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 정재원, 최영은, 김우석 ②특허명: 삼진 인버터 및 그 제조방법 (Tristor) ③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/673,754 ⑤출원/등록연도: 2022
	CFET 기반 고집적 저전력 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함				
7	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 정재원, 최영은, 김우석 ②특허명: 삼진 인버터 및 그 제조방법 (Tristor)

					③출원/등록국가: 일본 ④출원/등록번호: 2022-22869 ⑤출원/등록연도: 2022
	CFET 기반 고집적 저전력 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함				
8	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 정재원, 최영은, 김우석, 김명 ②특허명: 3진 메모리 셀을 포함하는 메모리 장치 ③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/672,650 ⑤출원/등록연도: 2022
	삼진 메모리 셀 기반한 메모리 장치에서, T-CMOS를 기반으로 하는 가중치 회로 설계를 통해 AI 연산 가속기의 성능, 에너지 효율, 면적 효율을 향상시킬 수 있다는 점에서 우수성을 입증함				
9	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 정재원, 최영은, 김우석 ②특허명: T-CMOS 기반 TCAM ③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/672,662 ⑤출원/등록연도: 2022
	삼진 메모리 셀 기반한 TCAM 장치에서 T-CMOS 기반의 TCAM 회로 설계를 통해 TCAM 회로의 에너지 효율과 면적 효율을 증가시킬 수 있으며 이를 적용한 회로 설계에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함				
10	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 정재원, 최영은, 김우석, 전재현 ②특허명: CNT 기반 3진수 논리회로 ③출원/등록국가: 미국 ④출원/등록번호: 17/673,772 ⑤출원/등록연도: 2022
	CNTFET 기반 고집적 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함				
11	김경록	전기공학	반도체소자 /회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록, 정재원, 최영은, 김우석, 전재현 ②특허명: CNT 기반 3진수 논리회로 ③출원/등록국가: 일본 ④출원/등록번호: 2022-22870 ⑤출원/등록연도: 2022

	CNTFET 기반 고집적 삼진 인버터 및 제조방법을 통하여 향후 Ternary CMOS가 초저전력 반도체 시장을 이끌어 나가기 위해서, 본 발상 및 이를 적용한 설계, 공정에 대한 지적재산 확보했다는 점에서 우수성을 입증함				
12	김경록	전기공학	반도체소자 / 회로	특허 (출원)	①발명자: 김경록 김명 최영은 김우석 홍승우 ②특허명: 3진 데이터를 처리하는 감지 증폭기 및 감지 증폭기를 포함하는 메모리 장치 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2022-0051046 ⑤출원/등록연도: 2022
	SRAM 메모리 시스템에서 고속으로 정보 읽기를 담당하는 회로. 기존 이진 정보만 감지 가능하였던 감지 증폭기를 간단한 회로의 추가만으로 삼진 정보 처리를 가능케함. 초저전력동작을 하는 T-CMOS Latch에서 저장된 정보를 고속으로 읽기(READ)동작을 완료할 하는 회로로서, 추후 T-CMOS 기반 고속 메모리 T-SRAM의 핵심 회로임.				
13	이종원	전자/정보 통신공학	광전자	특허 (출원)	①발명자: 이종원, 정형주 ②특허명: 광 위상변조를 기반으로 한 광대역 파장판 소자 및 그 제조방법 ③출원/등록국가: PCT ④출원/등록번호: PCT/KR2022/000308 ⑤출원/등록연도: 2022
	다중양자우물구조의 거대 전기광학현상 및 플라즈모닉 공진구조를 결합해 인가전압에 따른 국소 위상 제어가 가능한 소자를 제안했고, 이를 통해 중적외선 영역의 광대역 파장판 소자로 활용할 수 있음을 제안함.				
14	이종원	전자/정보 통신공학	광전자	특허 (출원)	①발명자: 이종원, 박성진 ②특허명: 파장가변 양자폭포 레이저 기반의 비접촉식 액상 화학물질 탐지 방법 및 장치 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 2022-0007847 ⑤출원/등록연도: 2022
	중적외선 영역 파장가변 양자폭포레이저 및 광검출기를 통합한 레이저 분광기를 제안하고 이를 통해 비접촉식으로 액상 화학물질을 탐지 및 식별할 수 있는 탐지법을 제안함.				
15	이종원	전자/정보 통신공학	광전자	특허 (출원)	①발명자: 이종원, 유재연 ②특허명: 전기적 변조가 가능한 비선형 광학 소자 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 2022-0118524 ⑤출원/등록연도: 2022
	다중양자우물구조의 거대 2차 비선형 광학 특성 및 Quantum-confined Stark effect 에 의한 2차 비선형 광학반응의 스펙트럼, 크기, 위상을 전기적으로 변조할 수 있으며, 플라즈모닉 공진구조와 결합해 인가전				

<p>압에 따른 제2고조파 변조특성, 제2고조파 국소 위상변조특성, 제2고조파 능동 빔조향 특성을 구현할 수 있는 소자 설계 및 제작방법을 제안함.</p>					
16	이종원	전자/정보 통신공학	광전자	특허 (등록)	①발명자: 이종원, 김대익 ②특허명: 비선형 원형 이색성을 기반으로 한 광 변조 소자 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2421130 ⑤출원/등록연도: 2022
	<p>다중양자우물구조의 거대 2차 및 3차 비선형 광학 특성및 카이랄 플라즈모닉 공진구조를 적용해 제2 및 제3고조파 발생에 대한 거대 비선형 원형 이색성을 구현할 수 있는 소자 설계 및 제작방법을 제안함.</p>				
17	정지훈	전기공학	전력전자	특허 (출원)	①발명자: 허경욱, 정지훈 ②특허명: 돌입전류저감용 벽 컨버터 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2022-0009122 ⑤출원/등록연도: 2021
	<p>본 발명은 벽 컨버터와 릴레이가 결합된 구조를 기반으로 LVDC 수용가에서 직류 콘센트 연결시 발생할 수 있는 돌입 전류를 저감시킬수 있음. 초기 돌입전류와 최대 과도전류를 기준 전류 이하로 제한하기 위한 벽 컨버터의 최소 인덕턴스 설계를 통하여 돌입전류를 효율적으로 저감하고 시스템 사이즈를 최소화할 수 있음.</p>				
18	정지훈	전기공학	전력전자	특허 (출원)	①발명자: 윤창우, 이준영, 정지훈 ②특허명: 모듈화 및 Fault 상황에 대응 가능한 멀티포트 DAB 컨버터 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2022- 0021594 ⑤출원/등록연도: 2022
	<p>본 발명은 양방향 멀티포트 DAB 컨버터에서 발생하는 전력 동조화 현상을 해결하기 위한 비동조화 회로임. 계통연계모드와 단독운전모드에 따라 인덕터 사용방법을 다르게 하여 모드별 전력 비동조화 현상을 달성하였음.</p>				
19	정지훈	전기공학	전력전자	특허 (출원)	①발명자: 허경욱,김근욱, 정지훈 ②특허명: 동작 주파수 변동에 따른 저항 차 추적을 통한 유도가열 용기의 온도 추정기법 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2022-0028939 ⑤출원/등록연도: 2022
	<p>본 발명은 인덕션 히팅에서 용기의 온도를 정확히 추정하기 위하여 제안된 연구임. 용기의 온도를 추정하기 위하여 공진 네트워크의 임피던스 추정이 이용될 수 있음. 그러나 추정된 임피던스 중 저항은 용기의 온도 뿐만 아니라 코일의 온도 정보를 모두 포함하여 저항 값에 기초한 온도 추정은 많은 오차를 초래할 수 있음. 이를 해결하기 위하여 스위칭 주파수를 변화시켜 각 스위칭 주파수에서 추정된 저항 값들</p>				

	의 차를 이용하여 용기의 온도를 추정할 수 있음. 용기의 저항 차는 용기의 저항만으로 표현되어 용기의 온도를 대변할 수 있음. 따라서 저항 차를 통해 용기의 온도를 정확히 추정할 수 있음.				
20	정지훈	전기공학	전력전자	특허 (출원)	①발명자: 윤창우, 정지훈 ②특허명: 3 레그 폴브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2022-0078745 ⑤출원/등록연도: 2022
	본 발명은 릴레이 회로를 사용하지 않고 인덕터를 선택적으로 사용하여 전력 동조화 현상을 해결하는 비동조화 회로임. Full-Bridge 컨버터의 2 legs 형태의 스위치 4개가 아닌, 3 Legs 형태의 스위치 6개를 적용시켜 모드에 따른 Swithcing Modulation을 다르게 하여 비동조화 현상 달성 하였음.				
21	정지훈	전기공학	전력전자	특허 (출원)	①발명자: 윤창우, 정지훈 ②특허명: 비동조화 현상이 적용된 BUCK-BOOST 컨버터와 릴레이의 통합형 멀티포트 DAB 컨버터 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2022-0078740 ⑤출원/등록연도: 2022
	본 발명은 비동조화 회로가 적용된 양방향 DAB 멀티포트 컨버터로 계통과 연결된 입력 포트의 기본 Full-Bridge 구조에서 Four Swithces Buck-boost(FSBB) 구조를 Cascading 형식으로 연결한 비동조화 멀티 포트 컨버터임. 벡부스트 컨버터의 스위칭 모듈레이션을 적용하여 모드에 맞게 인덕터를 사용할 수 있으며, 듀티비를 조절하여 넓은 입력 전압 범위로 인해 ZVS 영역이 넓어지는 장점이 있는 회로임.				
22	정지훈	전기공학	전력전자	특허 (등록)	①발명자: 정지훈, 박승빈, 김민아 ②특허명: 차동 전력 조절기를 제어하는 장치, 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체 및 컴퓨터 프로그램 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2338890 ⑤출원/등록연도: 2021
	PV 패널들과 병렬로 연결된 차동 전력 조절기들 간의 전류 값들의 차이가 지정된 레벨 내에 포함되도록, 상기 차동 전력 조절기들 각각의 전류 값에 대해, 공통된 오프셋의 값을 더하거나 빼는 연산을 통해 상기차동 전력 조절기들 각각의 전류 값을 제어에 관한 것임.				
23	정지훈	전기공학	전력전자	특허 (등록)	①발명자: 정지훈 ②특허명: 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어 시스템 ③출원/등록국가: 대한민국 ④출원/등록번호: 10-2314871 ⑤출원/등록연도: 2021
	절연형 양방향 DC/DC 컨버터 중 하나인 듀얼 액티브 브릿지 컨버터용 확장형 위상천이 제어 기술에 관한 것으로, 듀얼 액티브 브릿지 회로의 1차측 및 2차측 스위치와 연결되어, 기존 위상천이(CPS)의 크기에 따라 전체 확장형 위상 천이(EPS)의 크기를 제어하는 위상천이 제어부를 포함하며, 상기 전체 확장형				

	위상전이(EPS)는 확장형 위상 전이에 따라 생성되는 영역인 EPS 영역 및 기존의 위상전이 영역인 CPS를 포함하는 것을 특징으로하는 특허임.
--	--

1.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

<표 4-3> 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

연 번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
1	김경록		반도체 소자	RF소자/회로의 성능 및 열화 특성 예측을 위한 Compact Model 개발
	<p>- 반도체 산업의 Mainstream device가 Planar 구조에서 Fin구조로 넘어감에 따른 성능의 향상과 동시에 공정상 발생할 수 있는 Dielectric interface roughness에 의한 불규칙한 Trap level의 발생으로 회로시스템의 성능저하가 야기됨. 따라서 Fin구조 Device에서 상대적으로 Trap의 양이 많은 Side wall surface의 Interface trap density 분석이 중요해 졌으나 Interface를 따라 존재하는 Trap의 밀도는 제조 공정과 소자의 기하학적 구조 및 다양한 물리적 특성을 가진 여러 요인을 고려해야하는 어려움으로 해당 Profile를 설명하는 모델이 확립되어 있지 않음. 이에 따라, 실물 소자의 구조적 변수에 따른 측정 데이터를 기반으로 초기 Interface trap density의 Profile을 모사할 수 있는 기술 모델을 개발 중임. 본 기술은 차세대 및 Mainstream device에 보편적으로 적용 가능한 실효성 높은 연구를 진행하며, 이를 기반으로 단위 소자 수준에서 RF 회로 레벨 및 RF 시스템의 성능까지 평가할 수 있음. 이는 RF 소자의 고집적화를 위한 필수적인 연구로서, 실험적 검증 기반의 기술 모델 제안을 통해 고성능/ 저전력/ 고집적이 가능한 Fin-FET 기반의 6G 기술의 주요 쟁점인 성능, 소비전력, 폼팩터를 달성하기에 적합함.</p>			
2	김명수		반도체 소자	금속-2D 물질 접촉 저항 최소화를 통한 고성능 RF 트랜지스터 개발
	<p>- 2D 물질 기반 트랜지스터 특성 향상을 위한 금속-2D 물질 접촉 저항 최소화 공정 개발, 특성 개선 및 고주파 특성 향상시킴.</p>			
3	신세운		회로 및 시스템	고효율 고집적 멀티 레벨 하이브리드 타입 DC-DC Buck Converter 설계
	<p>- 고효율 고집적 하이브리드 컨버터 개발을 위해 단계적 연구 개발 과정을 거쳐 최종적으로 고효율 고집적 Multi level DC DC Buck 컨버터를 개발함.</p>			

4	이규호		회로 및 시스템	A Hierarchical Processing-in-Memory Architecture for Ultra-Low-Power AI Applications
	- 초저전력 인공지능 응용을 위한 Processing-in-Memory 구조를 계층적으로 진행하여 아날로그/디지털 혼성회로 기반의 차세대 컴퓨터 구조 개발함.			
5	이규호		회로 및 시스템	Low-Power Multi-core General-Purpose Mobile Deep Learning Processor
	<ul style="list-style-type: none"> - 저전력 범용 딥러닝 프로세서 제작을 위한 알고리즘 경량화 기법, 프로세서 구조를 제안하였으며, TSMC 65nm, 삼성 28nm 공정으로 tape-out 진행하였음. - 세미나1: 저전력 범용 딥러닝 프로세서 기술 - 정주은 석박통합 과정 학생의 논문 발표, 기술 교류 			
6	이규호		회로 및 시스템	DRAM PIM을 위한 Soft-logic ALU 및 Multi-bank DRAM 컨트롤러 설계
	- DRAM 공정을 활용한 차세대 컴퓨터 구조인 Processing-in-Memory 아키텍처의 구현을 통해 높은 에너지 효율의 인공지능 프로세서 개발함			
7	PI: 변강일 교수, 참여교수: 이규호 교수		회로 및 시스템	디스플레이 집적 배열안테나 및 빔조향 기술 개발
	- 디스플레이에 집적된 배열 안테나를 활용한 빔조향 기술을 위한 인공지능 알고리즘 및 시스템 개발함			
8	PI: 변강일 교수, 참여교수: 이규호 교수		회로 및 시스템	디스플레이 탑재 MIMO 레이다 및 RF Gesture 센싱 기술 연구
	- 디스플레이에 탑재된 배열 레이더 안테나를 기반으로 Hand Gesture Recognition을 위한 인공지능 알고리즘, 모바일 컴퓨팅 플랫폼, 가속기 구조 개발			

9	이종원		반도체 소자	반도체 레이저 기반 비접촉식 화학작용제 탐지기 개발
	- 중적외선 파장 가변형 레이저 및 광검출기를 통합한 근거리 액상 및 기상 화학작용제 및 TIC 탐지기 개발			
10	이종원		반도체 소자	OAM기반 통신시스템 개발을 위한 무한 Capacity 가능성 연구
	- 다중 OAM 모드 발생 및 검출 시스템 개발 및 E-band 근거리 통신 시스템 개발			
11	정지훈		전력전자	상상태에서 동작하는 IH Inverter의 EMI 저감을 위한 스위칭 패턴 개발
	- IH 시스템의 EMI 저감을 위한 새로운 스위칭 기법을 개발			
12	정지훈		전력전자	Pattern PCB를 적용한 SiC 기반 IH Inverter 개발
	- IH 시스템에서 PCB 코일을 활용하기 위한 고주파 SiC 인버터 시스템 개발 진행			
13	정지훈		전력전자	전기차용 양방향 다채널 컨버터 시스템
	- 전기차의 OBC와 LDC용 양방향 전력변환장치를 개발 진행			

14	PI: 양창덕 교수, 참여교수: 정지훈 교수		전력전자	고효율 전하전달 소재기반 고출력 발전기 개발 및 응용
	- TENG 에너지 하베스팅 시스템에서 전력변환부 및 전력제어장치 설계와 개발 진행			
15	김성진		회로 및 시스템	모바일 기기용 LiDAR를 위한 저전력 초소형 dToF 센서 구조 연구
	- Data converter 및 histogramming process를 구현하기 위한 새로운 architecture를 기반으로 모바일 기기용 저전력 초소형 LiDAR sensor를 개발			
16	양승준		신호처리	블록 진도 추정을 위한 영상 및 3D 설계 정보 비교 기술 개발
	- CCTV 영상과 CAD 설계 데이터를 비교하여 현재 진행 중인 작업 단계 검출하는 AI 기반 비교 기술 개발			
17	양승준		신호처리	Humanless 영상기반 내업실적 인식기술 개발
	- 작업자 개인 정보 보호 영상 취득 및 이를 이용한 선박 제작 실적 인식 기술 개발			
18	양승준		신호처리	AI 기반 혼재 제품 표면 품질 검사 시스템 개발
	- 다수의 생산 제품을 인식하고 부제별 표면 품질을 검사하는 AI 기반 자동 검사 시스템 개발			

19	양승준		신호처리	악취종류분류
	<ul style="list-style-type: none"> - 생활 환경에서 발생하는 악취 종류 자동 분류 기술 개발 - 데이터 노이즈를 줄이는 전처리 기술 개발 			
20	양승준		신호처리	자동차 도어트림 BSR 소음유형 분류
	<ul style="list-style-type: none"> - 도어트림 소음을 유형에 따라 분류. 600건의 데이터 분석. - 시계열 데이터를 스펙트로그램을 이용하여 주파수 domain으로 변환하는 전처리 수행 및 AI 기반 분류 기법 개발 			
21	양승준		신호처리	비전 기반 실러 도포품질 예측
	<ul style="list-style-type: none"> - 실링 비전검사 이미지를 활용하여 도포품질을 예측하고 검사를 위한 ROI(region of Interest, 검사 구역) AI 인지 기술 개발 			
22	PI: 임성훈 교수, 참여교수: 양승준 교수		신호처리	자유목적 제조 AI 데이터셋 구축
	<ul style="list-style-type: none"> - 제조AI 활용도가 높은 분석 목적 기반 제조AI데이터셋 구축 			
22	심재영		시각정보처리	극한 수중 환경에서 시각 정보 복원 기술 개발
	<ul style="list-style-type: none"> - 극한 수중 환경에서의 이미지 영상 복원 기술 개발 			

2. 산학 간 인적/물적 교류

2.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

○ 과제 기반 향후 계획

- Automatic Guided Vehicle 관련 기술 개발 협의
 - 관련 기업명: (주) 에스아이에스
 - 자율주행 시스템을 도입하여 물류플랜에 따라 별도의 가이드 없이 장애물이나 작업자를 인식하여 안전하게 공장내 물류를 이송하는 시스템
 - 현 기술 수준 분석을 통한 단기/장기 개발 필요 기술 도출
 - AI 기술 및 3진법 반도체 기술을 도입하여 개선 가능한 기술 검토
- 수소 전지 생산 관련 기술 개발 협의
 - 관련 기업명: (주) 한맥에너지 솔루션즈
 - 수소전지 주요 불량 발생 프로세스 검토 후 현재 불량 관정이 불가능한 5개 프로세스 정의
 - AI 및 비전 기술 적용하여 불량 검출 가능한지 검토 진행 중

○ 지자체 및 지역사회와의 교류 계획

- 인공지능 자율제조 클러스터 사업 기획 참여
 - 울산 및 경남 지역 제조 인프라 노후화에 따른 문제 해결 방안 검토
 - 지능형 반도체의 자율제조 시스템 적용 방안 검토 및 관련 사업 기획 진행 예정