『4단계 BK21사업』미래인재 양성사업(과학기술 분야)
교육연구단 자체평가보고서

접수번호	5199991414543							
사업 분야	*기초*	신청분야	*첨단소재*	단위	*지역*	구분	*교육연구단*	
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	고분자공학	기능성고분자	화학공학	계면/표면공학	재료공학	복합재료	
	비중(%)	40		30		30		
교육연구 단명	국문) 첨단화학소재교육연구단							
	영문) BK21 Program for Advanced Chemicals and Materials							
교육연구 단장	소 속	전남대학교	일반대학(원)	고분자공학과(부)				
	직 위	교육연구단장 (주임교수)						
	성명 국문	윤현석		전화	062-530-1778			
				팩스	062-530-1779			
	성명 영문	Hyeonseok Yoon		이동전화	010-3545-1779			
				E-mail	hyoon@chonnam.ac.kr			

연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 ('20.9~'21.2)	2차년도 ('21.3~'22.2)	3차년도 ('22.3~'23.2)	4차년도 ('23.3~'24.2)	5차년도 ('24.3~'25.2)	6차년도 ('25.3~'26.2)	7차년도 ('26.3~'27.2)	8차년도 ('27.3~'27.8)
	국고지원금	107	217	217	217	217	217	217	107

총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)
자체평가 대상기간	2020.9.1.-2021.8.31.(12개월)

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

2021년 9월 16일

작성자	교육연구단장	윤현석 (인)
확인자	전남대학교 산학협력단장	민정준 (인)

<자체평가 보고서 요약문>

<table>
<tr><td rowspan="2">중심어</td><td>융합소재</td><td>에너지 신산업</td><td>전문인력양성</td></tr>
<tr><td>산학연관 네트워크</td><td>지역거점 플랫폼</td><td>국제화</td></tr>
<tr><td>교육연구단의
비전과 목표
달성정도</td><td colspan="3">창의성과 전문성을 겸비한 에너지 신산업 분야 전략 화학융합소재 교육 및 연구를 바탕으로, 지역산업 및 지역사회 발전을 위한 거점 플랫폼 역할을 하였다.
(1) 창의/융합형 공학인재들을 양성
(2) 참여 교수진들의 교과목 개발 및 연구 분야 특성화를 진행
(3) 국내외협력기관과 협동연구를 통해 다양한 성과를 달성</td></tr>
<tr><td>교육역량 영역
성과</td><td colspan="3">[교육연구단의 교과과정]
▪ 현재 본 교육연구단은 고분자공학, 화학공학, 섬유공학 등 다양한 분야의 전공자로 구성된 연구단으로서 미래전략형 융복합에너지 첨단소재 분야를 주도할 창의 우수 인재를 양성
▪ 본 연구단 소속 교수들은 최근 1년간 2019~2022 교육과정개편을 통해 재료합성, 에너지 및 전자재료, 에너지재료, 통계역학특론 등의 새로운 교과목을 개발
▪ 산학연 참여 및 연계를 위한 교육 프로그램 개발
▪ 학술중점/실용중점 투 트랙 (two track) 박사 학위 프로그램 도입
▪ 외국 연구소/산업체 등과의 교류를 통한 교육프로그램 구축 및 운영
▪ 해외 각국의 여러 연구기관과 국제 공동연구가 활발하게 이뤄지고 있고, 지속적인 연구 성과를 기대
[교육연구단 인력양성 및 참여대학원생 성과]
▪ 본 교육연구단은 최근 1년간 12명의 인력양성을 하였고, 졸업자는 진학 및 전공 관련 연구기관, 산업체 등으로 취업
▪ 참여대학원생들은 SCI급 논문 12편(JCR 분야별 랭킹 상위 5%이상: 6편, 상위 10%이상: 4편, Impact factor 10이상 2편)과 다양한 국내외 학술대회 참여(포스터 발표 3건과 구두 발표 1건 수상), 특허 출원 및 등록 등의 다양한 연구성과 달성</td></tr>
<tr><td>연구역량 영역
성과</td><td colspan="3">[교육연구단의 연구업적물 우수성]
▪ 본 연구단 소속 교수들은 최근 1년간 양적으로는 총 38편의 논문성과를 달성하였고, 질적으로는 그 중 9편이 JCR 분야별 랭킹 상위 10%이상, 13편이 JCR 상위 5%이상이며, 10건의 특허 등록과 1건의 기술이전 달성
▪ 본 연구단 소속 교수들의 다양한 국제적 학술지의 편집위원 활동 및 국제학회 초청강연 참여
▪ 최근 1년간 일본, 베트남, 미국, 중국 등의 다양한 나라의 연구기관과 국제 공동연구를 통해 다양한 연구 성과 달성
▪ 산학 기업인 특강의 정기적 실시를 통한 산업체 최신기술 노하우 공유 및 산학 간 연구 성과의 공유 및 지속성 있는 네트워크 교류 진행
▪ 공동 장비운영을 통해 산학 간 인적/물적 교류를 극대화하고 산업체의 애로기술 파악 후 보유 기술의 전수, 산학협력 지원을 통한 교류 시스템 구축</td></tr>
<tr><td>달성 성과 요약</td><td colspan="3">▪ 논문 총 38편 (JCR 상위 5%: 13편, JCR 상위 10%: 9편, IF>10: 7편)
▪ 국내외 학술대회 26회 참여
▪ 특허출원: 1건, 특허등록: 10건
▪ 기술이전 1건
▪ 교과목 개발 4건
▪ 국제 공동연구 4건
▪ 산업사회 기여도 13건
▪ 신진인력 2명</td></tr>
<tr><td>미흡한 부분 /
문제점 제시</td><td colspan="3">▪ 코로나 19로 인한 다양한 국내 및 국제 학술대회, 단기 및 장기 연수 등의 국제적 교류가 원활히 진행되지 못하였음.</td></tr>
<tr><td>차년도</td><td colspan="3">[교육연구단의 교육역량 향상 계획]
▪ 대학원생의 연구 환경 기반 조성/수월성 증진을 위한 지원/연구 활동 및 취업을 위한 인프</td></tr>
</table>

추진계획	라 구축/외국인 학생 지원 등을 통하여 화학융합소재기반의 인력양성을 목표로 하며 신진 연구인력도 지원 및 확보할 계획 **[교육연구단의 연구역량 향상 계획]** ▪ 본 교육연구단은 이러한 첨단소재 기반의 에너지 응용 기술 개발에 대해 교육 및 연구 활동을 통해 근본적인 이해의 폭을 넓히는 기회를 마련하고자 함. 특히, 소재의 융복합화를 통하여 에너지의 고효율 생산 및 저장을 꾀하며 시스템 효율을 극대화하는 융복합 소재를 개발을 목표 ▪ 본 교육연구단은 에너지 생산, 전환, 저장, 고효율화 등과 관련된 첨단소재 개발에 대한 교육 및 연구 활동을 수행하며, 해외 연구자와 공동연구를 통하여 에너지 관련 첨단 기술 개발을 이루며 지역사회경제 발전에 기여 ▪ 학부 내 Alan MacDiarmid 에너지 연구소와 협력 관계에 있는 유수의 국외 연구 그룹과 에너지 관련 첨단소재 관련 기술 교류를 실시하여 참여를 유도하여 성과를 지속 ▪ 에너지 생산, 저장, 고효율화를 위한 첨단소재 개발을 위하여 본 교육연구단은 단위요소기술 확보, 요소기술 융합을 통한 에너지 저장 소재 개발, 그리고 고효율 융복합 소재를 통한 기술 고도화의 3단계로 연구를 진행할 예정

Ⅰ 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성 명	한 글	윤현석	영 문	Hyeonseok Yoon
소 속 기 관	전남대학교	일반대학(원)	고분자공학과(부)	

- 교육연구단장을 맡은 윤현석 교수는 2010년 전남대학교에 부임하여 해당 학부에서 근무하고 있으며, 전공주임(2014.03~2016.02)을 거쳐 현재 학부장(대학원 주임교수)을 맡고 있다.
- 최근 3년간 대표 연구실적은 다음과 같다.

연번	저자/수상자/발명자/창업자	논문제목/저서제목/book chapter 제목	저널명/출판사명	권(호), 페이지/ISBN/ISBN(pp. **-**)	게재/출판	DOI 번호 (해당 시)
1	E. Heo, S. Noh, U. Lee, T. -H. Le, H. Lee, H. Jo, S. Lee, H. Yoon	Surfactant-in-Polymer Templating for Fabrication of Carbon Nanofibers with Controlled Interior Substructures: Designing Versatile Materials for Energy Applications	Small	17권, 2007775페이지	게재	10.1002/smll.202007775
2	U. Lee, E. Heo, T. -H. Le, H. Lee, S. Kim, S. Lee, H. Jo, H. Yoon	Carbon Dots for Epoxy Curing: Anti-Forgery Patterns with Long-Term Luminescent Stability	Chemical Engineering Journal	405권, 126988페이지	게재	10.1016/j.cej.2020.126988
3	S. Kim, T. -H. Le, Y. Choi, H. Lee, E. Heo, U. Lee, S. Kim, S. Chae, Y. A. Kim, H. Yoon	Electrical Monitoring of Photoisomerization of Block Copolymers Intercalated into Graphene Sheets	Nature Communications	11권, 1324페이지	게재	10.1038/s41467-020-15132-z
4	Y. Kim, S. Kim, S. Noh, S. Kim, G. Park, T. -H. Le, H. Han, Y. A. Kim, H. Yoon	Single-Walled Carbon Nanotube-Mediated Physical Gelation of Binary Polymer Blends: An Efficient Route to Versatile Porous Carbon Electrode Materials	Chemical Engineering Journal	353권, 849페이지	게재	10.1016/j.cej.2018.07.188
5	H. -J. Kim, S. J. Park, C. S. Park, T. -H. Le, S. H. Lee, T. H. Ha, H. -i. Kim, J. Kim, C. -S. Lee, H. Yoon, O. S. Kwon	Surface-Modified Polymer Nanofiber Membrane for High-Efficiency Microdust Capturing	Chemical Engineering Journal	339권, 204페이지	게재	10.1016/j.cej.2018.01.121

주요경력	박사후연구 및 협력연구 진행
- 박사후연구원 (2018.11~2010.08): Department of Chemical Engineering, MIT (Advisor: Prof. Michael Strano) - Guest Faculty (2018.07~2019.07): Materials Sciences Division, Lawrence Berkeley National Laboratory (Host: Prof. Gabor Somorjai)	
대학 내 주요활동	교육, 산학교류 및 국제화 관련 활동 수행
- 산업대학원위원회 위원 (2017.06~2019.05; 2021.02~2023.02) - 국제협력위원회 위원 (2017.09~2019.08)	- 공학실습교육센터 운영위원 (2017.04~2019.03) - 공과대학 편집위원회 위원 (2017.09~2018.01; 2020.09~2020.12) - 공과대학 하베스트 페스티벌 심포지움 준비위원장 (2021.07~2021.11)

대형인력양성사업	융합화학소재 및 에너지 관련 학부/대학원 인력양성 사업 수행
- **BK21plus** (글로벌 융합화학소재 창의인재양성사업팀, 2014.09~2016.02) - **지방대학특성화사업 CK-1**(차세대 에너지융합 특성화 사업단, 2014.06~2019.02)	
국제공동연구사업	에너지 관련 국제공동연구 사업 수행
- **Global Research Laboratory** (2010.09~2015.08): Alan G MacDiarmid Energy Research Institute 연구 및 교류 네트워크 조성 - **AFRL AOARD Project** (Nanostructured catalytic hybrid materials for energy conversion or storage, 2013.11~2017.02): 미공군연구소(AFRL)와 공동으로 수소 생산용 촉매 연구 진행 - **광주연구개발특구 국제공동기술화사업** (클린에너지 국제공동연구소 설립 및 기술사업화, 2011.11~2013.10): 일본 큐슈대학교, 중국 칭화대학교, 미국 UT Dallas 연구팀과 참여기업 ㈜세방전지, ㈜아이비티, ㈜하남정밀 간 연구개발에서 기술이전까지 진행	
학술활동	학회, 국제학술지 및 평가/심사위원 활동
- **학회**: 한국고분자학회(학술이사/평의원), 한국공업화학회(나노분과 학술간사), 한국고무학회(학술지 편집위원), 한국생산제조시스템학회((전)그린에너지응용분과 이사) - **평가/심사위원**: 한국전력공사 전력연구원 핵심평가위원, 한국산업기술평가관리원 평가위원, 국가기술표준원 평가위원, 중소기업기술정보진흥원 평가위원 - **국제학술지 부편집인** (Section Editor-in-Chief): Polymers (Impact Factor, IF 4.329) - **국제학술지 편집위원** (Editorial Board Member): Scientific Reports (IF 4.379), Applied Sciences (IF 2.679), International Journal of Molecular Sciences (IF, 5.923), Macromolecular Research (IF 2.227)	
교육활동	영어 강의 및 타학과 강의 오픈
- 최근 3년 대학원 영어 강의 100% (4과목), 타학과생(기계공학, 신소재공학 등) 강의수강율 13% - 산업체 재직자교육: 제일모직-전남대 CEM-Course 산학연계 프로그램 강의 (2013.02~05)	
연구 성과물	총 99편, 5350회 인용, h-index 42 (Web-of-Science 기준)
융합화학 소재	(1, 초청리뷰) "Exfoliation of 2D materials for energy and environmental applications" ***Chemistry−A European Journal***, 2020 (DOI 10.1002/chem.202000223); (2, 초청리뷰) "Strategies for fabricating versatile carbon nanomaterials from polymer precursors" ***Carbon***, 2019, 152, 796-817.
에너지 생산/ 변환	(1) "Electrical monitoring of photoisomerization of block copolymers intercalated into graphene sheets", ***Nature Communications***, 2020, 11, 1324; (2) "Pine cone mold: a toolbox for fabricating unique metal/carbon nanohybrid electrocatalysts" ***Nanoscale***, 2019, 11, 23241-23250.
에너지 저장	(1) "Fabrication of graphene sheets intercalated with manganese oxide/carbon nanofibers: toward high-capacity energy storage" ***Small*** 2013, 9, 248-254; (2) "Anisotropic growth control of polyaniline nanostructures and their morphology-dependent electrochemical characteristics" ***ACS Nano***, 2012, 6, 7624-7633.
에너지 효율 향상	(1, 방열) "Effective heat dissipation from color-converting plates in high-power white light emitting diodes by transparent graphene wrapping" ***ACS Nano***, 2016, 10, 238-245; (2, 스마트소재) "Periplasmic binding proteins as optical modulators of single-walled carbon nanotube fluorescence: amplifying a nanoscale actuator" ***Angew. Chem. Int. Ed.***, 2011, 50, 1828-1831.

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

- 교육연구단 대학원 학부에 전임 교원 1명 신규 임용. 2021년 2학기부터(9월부터) 교육연구단에 참가할 예정임.

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

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
고분자공학과(부)	**20년 2학기**	11명	8명	72.7	
	21년 1학기	11명	8명	72.7	

<표 1-2> 최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.) 교육연구단 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	윤창훈	2020년 2학기	전입	신규 임용	
2					
3					
4					

<표 1-3> 교육연구단 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
고분자공학과 (부)	20년 2학기	21	21	100	6	2	33.3	3	1	33.3	30	24	80
	21년 1학기	23	17	73.9	8	2	25	3	1	33.3	34	20	58.8
참여교수 대 참여학생 비율					2.75								

3. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

창의성과 전문성을 겸비한 에너지 신산업 분야 전략 화학융합소재 교육 및 연구를 바탕으로, 지역산업 및 지역사회 발전을 위한 거점 플랫폼 역할을 하였다.

(1) 창의/융합형 공학인재들을 양성

(2) 참여 교수진들의 교과목 개발 및 연구 분야 특성화를 진행

(3) 국내외 협력기관과 협동연구를 통해 다양한 성과를 달성

II 교육역량 영역

[교육연구단의 교과과정]

- 현재 본 교육연구단은 고분자공학, 화학공학, 섬유공학 등 다양한 분야의 전공자로 구성된 연구단으로서 미래전략형 융복합에너지 첨단소재 분야를 주도할 창의 우수 인재를 양성
- 본 연구단 소속 교수들은 최근 1년간 2019~2022 교육과정개편을 통해 재료합성, 에너지 및 전자재료, 에너지재료, 통계역학특론 등의 새로운 교과목을 개발
- 산학연 참여 및 연계를 위한 교육 프로그램 개발
- 학술중점/실용중점 투 트랙 (two track) 박사 학위 프로그램 도입
- 외국 연구소/산업체 등과의 교류를 통한 교육프로그램 구축 및 운영
- 해외 각국의 여러 연구기관과 국제 공동연구가 활발하게 이뤄지고 있고, 지속적인 연구 성과를 기대

[교육연구단 인력양성 및 참여대학원생 성과]

- 본 교육연구단은 최근 1년간 12명의 인력양성을 하였고, 졸업자는 진학 및 전공 관련 연구기관, 산업체 등으로 취업
- 참여대학원생들은 SCI급 논문 12편(JCR 분야별 랭킹 5% 이내: 6건, 10% 이내: 4건, IF>10 2건)과 국내 및 국제의 다양한 학술대회 참여(포스터 발표 3건과 구두 발표 1건에서 수상), 특허 출원과 등록 등의 다양한 연구성과를 달성

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

□ 교과과정 구성

- 본 교육연구단 소속 학과 대학원의 학사관리는 입학전형부터 학위 수여까지 일련의 체계적인 과정을 거쳐 이뤄지며, 본 과정 중 어느 하나라도 거치지 않으면 졸업을 할 수 없는 엄격한 학사 관리 제도를 가지고 있음.
- 전공단위 명품 공유교과목 개발, 공학자를 위한 현대물리학 (화학공학부, 신소재공학부, 전자공학과 등 공유가능)
- 대학원 캡스톤디자인 교과목 개설 (2021년 2학기 개설): 기업연계형 산학협력 교과목 개발
- 대학원 교과목에 연구지도 과목이 개설되어 있어, 이를 통해 효율적인 연구수행 및 논문 작성을 위한 기본 교육이 대학원생에게 제공.
- 세미나 교과목 개설 (전공세미나): 교육 및 연구 프로그램 활성화 및 교류를 위하여 산업체 임직원 및 동문 기업인 초빙 세미나 개최
- 교육과정개편을 통해 다양한 교과목을 개발함 (분자설계합성특론, 고분자 전자재료 특론, 통계역학특론1 등)
- AI, 빅데이터 특강: 파이썬 활용 데이터 분석 특강 (2021.08.19.)
- 대학원 교과목 CQI 작성

1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>연구자등록번호</th><th>세부전공분야</th><th>주제</th></tr>
<tr><th colspan="4">실적의 적합성과 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>김형우</td><td>10838435</td><td>섬유소재</td><td>4차산업혁명과 ICT융합기술</td></tr>
<tr><td colspan="4">수업명: 4차산업혁명과 ICT융합기술
수업기간: 2020.09.01.-2020.12.30.
수업내용: 섬유 관련 산업체 및 기업체 특강 수업
강연자 목록:
박홍원 (한국섬유소재연구원) / 김동하 (이화여대) / 고민재 (한양대) / 정재석 (한국섬유개발연구원) / 정재훈 (패션산업연구원) / 신희진 (패션산업협회) / 박성규 (중앙대) / 최자영 (숭실대) / 조승호 (숭실대) / 유재형 (SNT) / 지성태 (스마트기술진흥협회) / 송기봉 (한국전자통신연구원) / 이정호 (K2) / 김광일 (클로버추얼패션) / 김세훈 (어썸레이) / 김영무 (섬유산업연합회) / 김승현 (모아) 등</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>윤현석</td><td>10193200</td><td>산학협력</td><td>전공 세미나</td></tr>
<tr><td colspan="4">수업명: 전공세미나
수업기간: 2020.09.01.-2020.12.30.
수업내용: 외부전문가 초청 세미나
-기능성 고분자 나노복합재료 개발 현황 (9/21), 한국소방산업기술원/김유경 박사
-Development of interfacing organic materials for selective molecular recongnition (11/16), 대구경북첨단의료산업진흥재단/박철순 박사
-Fabrication of carbon nanomaterials and their applications (11/23), 한국화학연구원/홍진용 박사</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>윤현석</td><td>10193200</td><td>산학협력</td><td>산학특강</td></tr>
<tr><td colspan="4">수업명: 산학특강
수업기간: 2020.04.11.-2020.06.07
수업내용: 외부전문가 초청 세미나
-고분자 블랜드, 컴포지트의 원리 및 컴파운딩 원리/장비에 대한 개괄적인 설명 (5/3), 롯데케미칼/고성록 수석연구원
:롯데케미칼 소개, 고분자 blend 제조기술의 이해, 양축압출기를 이용한 Blending/Compounding 개론
-소방산업(한국소방산업기술원) 소개 및 관련 기술 이해 (5/10), 한국소방산업기술원/김영근 국제협력팀장
:한국소방산업기술원의 역할, 소방용품시험검사, 소방기술 연구개발, 위험물시설의 안전관리, 소방장비 품질검사, 소방산업 진흥
-KT&G 기업소개 및 R&D 직무 이해 (5/17), KT&G/안기진 연구원
:기업소개, 직무이해, 자기소개서 전략 및 면접 노하우
-화학소재 물성 데이터베이스 구축 및 인공지능 기술 적용 현황 (5/24), 한국화학연구원/최우진 화학소재솔루션센터 센터장
:인공지능을 활용한 소재 개발에 대한 개요, 물성 DB 구축 현황 소개, 인공지능을 활용한 고분자 복합수지 및 탄성소재 물성 예측 개발 현황 소개
-기체분리막 원리 및 동향 (5/31), 상명대학교/강상욱
:기체분리의 중요성 및 시장, 기체분리의 원리 및 촉진수송, 이산화탄소 및 올레핀 촉진수송 분리막의 개발동향
-화학산업과 화학물질 (6/7), 베스트환경기술/조천래
:우리나라 주요 화학산업의 구조의 이해, 화학물질관련 통계 및 화학사고의 이해, 화학물질관련 법률 및 관리방법의 이해</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>윤현석</td><td>10193200</td><td>산학협력</td><td>융합인재양성 및 기술개발</td></tr>
<tr><td colspan="4">지능형 에너지 4.0 소재부품 융합인재 육성 및 기술 고도화
국내·외 학계 및 산업체에서 종사하는 에너지 소재 연구 및 기술 관련 전문가를 초청하여 대학원생을 대상으로 온·오프라인 교육.
교육기간: 2021.03.29.~2021.04.26.
- 친환경 재생에너지 소재 및 기술 관련 연구동향 (3/29), FITI 시험연구원/박근수 연구원</td></tr>
</table>

	: 고무 및 합성섬유 기반 소재의 에너지분야 적용 연구 동향 - 에너지 관련 유기 소재 평가 기술 (4/1), 뉴욕주립대학교/임규 조교수 : 고분자기반 소재를 이용하여 태양에너지 전환 기술 - 에너지저감용 광학소재 (4/5), 한양대학교/임원빈 교수 : 광학용 고분자복합소재를 통한 고성능 형광체 연구동향 - 탄소 소재 특허 동향 및 수소에너지산업연계성 (4/12), 특허청/최문정 사무관 : 탄소소재의 연구동향 및 탄소기반 특허기술 - 신재생에너지와 플라스틱 재활용 (4/19), LG화학/하현규 책임 : 신재생에너지 분야 및 플라스틱재활용 기술 - AI를 이용한 에너지 최적화 공정(인공지능과 섬유패션산업) (4/26), 서울대학교/김성민 교수 : AI의 역사 및 분석법 소개. 예시로 여러 가지 AI분석기술을 통한 직물 거동 예측.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적 (단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2020년 2학기	*21*	*2*	*1*	*24*
	2021년 1학기	*17*	*2*	*1*	*20*
	계	*38*	*4*	*2*	*44*
배출 (졸업생)	2020년 2학기	*10*	*0*		*10*
	2021년 1학기	*1*	*1*		*2*
	계	*11*	*1*		*12*

2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

(1) 우수대학원생 확보 계획

-1차년도에 참여한 대학원생 24명 중 10명의 석사학위자를 배출하였으며, 최근 1년간 11명의 석사학위자와 1명의 박사학위자를 배출. 또한, 본 사업을 통해 대학원생의 입학이 증가하였고, 계획상과 같이 석사 및 박사가 배출될 것이라 예상.

-학과생의 대학원 연구 참여 독려를 위해 학과/대학원 교과목의 연계 및 캡스톤 디자인 팀 운영을 통해 학과생의 대학원 연구과제 참여 활성화

-교내 타대학, 타대학, 외국대학의 우수학부생 대학원 진학 촉진

(2) 우수 대학원생 지원계획

-연구능력 개발 지원 (최신 연구 동향과 관련된 다양한 세미나 및 프로그램 제공, 국내외 전문학술대회 발표 및 참가경비 지원, 국제공동연구개발 프로그램을 통한 단기 해외연수 추진)

-산업체 취업지원 (기업체 전문가 초청 세미나 개최, 산학협력전담교수와 객원교수를 활용한 취업지원)

-연구장려 및 생활비 지원 (연구단 내의 대학원생 전원이 장학금 받을 수 있도록 교내/외 장학 프로그램을 적극 활용)

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2021.2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적 (단위: 명,%)

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취(창)업률(%) (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2021년 2월 졸업자	석사	*10*	*1*	-	-	*9*	*6*	*66.7*
	박사	-			-	-	-	

-2020년 2학기 참여대학원생 중 10명 2021년 2월에 졸업.
-박사진학 : 1명
-조선내화, FITI 시험연구원, 화순전남대학교병원, 광소재부품연구센터, LT소재 부설연구소, KIST 등 전공 관련하여 다양한 곳으로 취업 및 준비중.

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

성명	연구자 등록번호	번호	논문 제목	저널명	ISSN	게재 년월	역할 (제1, 교신, 공동)	IF
최고봉	11285418	1	Thermodynamics of linear carbon chains	Physical Review Letters	0031-9007	202103	공동	9.161
- 나노튜브 내부라는 특수한 공간 내에 선택적으로 성장시킨 일차원적 탄소 체인에 대한 열역학적 특성 파악 - 고체상의 일차원적 탄소 체인에 대한 열역학적 기본 물성 - 나노스케일에서 압력보정 및 고성능 무게 센서를 포함한 나노계측 기술의 응용 가능성 - University of Alabama와 지속적인 공동연구 진행 중 - Physics, Multidisciplinary JCR 상위 4.09%, IF 9.161								
김혜지	11756622	2	Microporous Organic Polymers: A Synthetic Platform for Engineering Heterogeneous Carbocatalysts	ChemSusChem	1864-5631	202011	제1	8.928
- Bottom-up 방식을 통한 기능성 고분자 네트워크 구조 합성 및 이를 기반으로 한 탄소 촉매 제조 - 분자 단위 설계를 통한 기능성 탄소 촉매 합성법 및 모폴로지 제어 검증 - 탄소 복합재료 제조 및 에너지 촉매 활용 - 제1저자 김혜지 석사 졸업생은 화순전남대학교병원에 방사화학 연구원 취업 및 연구 활동 지속 - GREEN & SUSTAINABLE SCIENCE & TECHNOLOGY 분야 JCR 상위 6.1% IF 7.962 (2020년 기준)								
김혜지	11756622	3	Functional Hierarchical Pores in Polymer Monoliths: Macromolecular Synthesis and Selective Removal of Dyes	ACS Applied Polymer Materials	2637-6105	202102	공동	4.089
- Pickering emulsifier를 이용하여 high internal phase emulsion (HIPE) 구조를 만들고 이를 이용하여 위계적 기공을 갖는 소재 제조 - 위계적 기공 구조를 갖는 고분자 모노리스 합성 및 선택적 광분해 활성 확인 - 다공성 고분자 소재의 광촉매 활성의 선택성 제어								

- 제1저자 김혜지 석사졸업생은 화순전남대학교병원에 방사화학 연구원 취업 및 연구 활동 지속 - POLYMER SCIENCE 분야 JCR 상위 24.43%, IF 4.089 (2021년 기준).								
채지애	11813658	4	Fibrous mesoporous polymer monoliths: macromolecular design and enhanced photocatalytic degradation of aromatic dyes	Polymer Chemistry	1759-9962	202103	제1	5.582
- 섬유형의 고분자 모노리스 구조체의 단일 중합 제조 - 가교된 섬유형 소재를 단일 중합법으로 합성하고 광촉매 활성 제어 및 최적화 - 에너지 관련 smart textile 제조 가능성 증명 - 해당 소재는 대면적으로 쉽게 만들어질 수 있어 공동 연구를 통해 섬유기반 센서 및 에너지 발생 장치로 활용하고자 하는 연구를 진행하고 있음. - POLYMER SCIENCE 분야 JCR 상위 8.43%, IF 5.342 (2020년 기준)								
Jingzhe Sun	11917177	5	Surface-control enhanced crater-lie electrode in a gelatin/polvinylalcohol/carbon composite for biodegradable multi-modal sensing systems with human-affinity	Journal of Materials Chemistry A	2050-7488	202103	제1	13.
- 젤라틴/폴리비닐알코올/카본 복합체로 기공이 현성되는 통기성 전극과 암호화 필름을 형성함 - 생체에 적응이 가능한 인간친화형 통기성을 갖는 고전도성 전극을 형성하여 셍체신호 및 센서로 적용하고 가능함, 또한, 기공의 크기를 조절하여 암호화된 비문을 기공을 통하여 반사형으로 해독 가능하게 함 - 생분해가 가능한 카본 복합 융합소재로 전극 및 통기성을 조절한 전극으로 활용함 - 공동 제1저자 손경철 (Jingzhe Sun) 박사과정 학생은 중국 유학생으로 현재 박사과정 3년차 학생임 - Environmental/Chemical Engineering 2분야 JCR 상위 2.88%/3.99%, IF 8.355 (보정IF 1.1, 보정ES 2.7).								
이운한	11731652	6	Carbon Dots for Epoxy Curing: Anti-forgery Patterns with Long-term Luminescent Stability	Chemical Engineering Journal	1385-8947	202102	제1	13.273
- 아민 함유 전구체에서 얻은 카본닷을 별도의 표면 처리 등의 과정 없이, 직접적으로 다양한 기능의 에폭시 경화에 적용 가능함을 증명함. - 카본닷은 경화 반응 전과 경화 반응 중에 에폭시 단량체와 우수한 상용성을 나타내어 투명 에폭시 매트릭스 상에 균일한 분산을 보였고, 그 결과, 발광 특성을 갖는 카본닷/에폭시 나노복합체를 손쉽게 수득 가능했음. 카본닷/에폭시 나노복합체는 주변 조건에서 8주간 보관한 후에도 발광 세기가 80% 이상 유지되었고, 이는 다양한 기판에 쉽게 인쇄되거나 패턴화가 가능했음. 결과적으로, 카본닷/에폭시 수지의 조합은 스텔스 패터닝 및 프린팅에 대한 높은 가능성을 보여줌. - 제 1저자 이운한 졸업생은 FITI 시험연구원으로 근무 중, 논문 관련 특허(등록/1018995360000) 보유 및 기술이전 준비 중. - 본 연구는 Chemical Engineering Journal (IF, 13.273 화학공학분야 JCR, 상위 2.45%)에 게재됨.								
허은서	12427025	7	Surfactant-in-Polymer Templating for Fabrication of Carbon Nanofibers with Controlled Interior Substructures: Designing Versatile Materials for Energy Applications	Small	1613-2829	202103	제1	13.281
- 기존 나노구조체 제작 및 나노입자 분산의 경우, 일반적으로 나노미터 크기에서 발생하는 불안정성으로 인해, 입자들이 서로 뭉치는 경우가 발생함. 본 연구에서는 금속/계면활성제 복합체를 단순히 전구체 매트릭스 수지에 혼합시킴으로서,								

나노섬유 내부에 이차적인 미세 혼성 구조를 용이하게 도입할 수 있었고, 이와 같은 간단하고 효율적인 제조법은 나노기술의 상용화에 매우 유리할 것으로 판단됨.
[창의성] 폴리머 내 계면활성제 템플릿 접근 방식은 기본(primary) 구조에서 더 나아가 내부 미세 혼성 구조를 제어가능하게 함. 다양한 금속/계면활성제 합성이 가능하고, 나아가 농도 등의 변수 제어를 통해 다양한 종류, 모양의 내부 미세 혼성 구조 도입이 가능함.
[성과·지속] 제 1저자 허은서 졸업생은 광소재부품연구센터에 근무중. 논문 관련 특허(등록/1018109430000)를 보유중. 위 논문과 관련된 추가적인 2차 논문 투고중.
[질적 지표] 본 연구는 Small (IF, 13.281 재료과학분야 JCR, 상위 7.51%) 에 게재됨.

주양율	12408511	8	Revealing the flame retardancy mechanism of highly transparent cellulose nanopapers fabricated by vacuum filtration assisted layer-by-layer deposition	Carbohydrate Polymers	1879-1344	202010	공동	9.381

- LBL Self-assembly를 이용하여 불에 타지 않으면서 투명성 유지하는 에너지 효율 증가형 셀룰로오스 나노페이퍼 제조
- 얇은 나노페이퍼 단위에서 자기소화성질을 나타낼 수 있음을 증명하였으며, 자기소화성질을 이용하여 난연성 페이퍼 제조에 도움이 됨
- 지속 생산 가능한 셀룰로오스를 재료로 사용하여 난연성 나노페이퍼를 제작함으로써 실제 융복합소재에 적용이 가능한 얇은 난연성 필름을 제조함
- 관련 기술을 이용하여 고난연성 나노페이퍼 제조에 대한 특허 출원을 진행함
- 공동 저자 주양율 학생은 관련 연구를 토대로 추가적인 실험을 수행하여 Ceramics International (Materials Science 분야 JCR 상위 8%, 보정IF 0.95, 보정ES 2.735)에 1저자로 논문 게재
- Polymer Science 분야 JCR 상위 2.84%, IF 9.381 (보정IF 1.262, 보정ES 2.142).

주양율	12408511	9	Optimizing the printability and dispersibility of functionalized zirconium oxide/acrylate composites with various nano-to micro-particle ratios	Ceramics International	0272-8842	202012	제1	4.527

- 세라믹 3D프린팅을 이용하여 세라믹/고분자 융합소재를 프린팅할 수 있는 기술을 구현함으로써 기술적으로 난이도가 높은 세라믹 베이스 융복합소재의 3D 및 4D 프린팅을 가능하게 함
- 세라믹 베이스 융복합소재는 에너지 저장 소재로 각광받고 있지만 이를 정밀하게 프린팅하고 프린팅 특성을 정량적으로 수 있는 묘사할 수 있는 기술을 선보임
- 에너지 융복합소재(전극 슬러리, 전극 도포, 전극 코팅)의 프린팅을 수행하고 이를 정량적으로 묘사할 수 있는 기술 개발
- 관련 기술을 이용하여 실제 프린팅 공정에서 활용하는 HDDA와의 결합을 통한 3D 프린팅 구현 및 치과재료 적용 가능성 선보임.
- 공동 저자인 하진수 대학원생의 후속 연구를 통하여 치과수복재용 HDDA-based 지르코니아 복합소재 연구를 진행하고 있으며, 이 연구결과는 현재 Ceramics International (Materials Science 분야 JCR 상위 8%, 보정IF 0.95, 보정ES 2.735) 투고 후 revision 단계에 있음
- 제1저자인 주양율 대학원생은 해당 논문의 우수성을 인정 받아 현재 세라믹3D프린팅 관련 분야인 조선내화(내화물 국내 1위)에 취업하여 세라믹 프린팅에 대한 연구를 수행 중임
- Materials Science 분야 JCR 상위 8%, IF 4.527 (보정IF 0.95, 보정ES 2.735).

하진수	12524405	10	Prediction of enhanced interfacial bonding strength for	Composites Part A: Applied	1359-835X	202103	공동	7.664

			basalt fiber/epoxy composites by micromechanical and thermomechanical analyses	Science and Manufacturing				
- 나노융복합소재의 기계적 성능을 판단할 수 있는 코드를 개발하고 이를 수치적으로 구현함으로써 이방성 재료의 기계적 성능을 수치모사할 수 있는 방법 마련 - 실제 나노융복합소재의 개발을 위해 수치모사를 통한 표면 결합 성능을 테스트할 수 있는 코드를 구현하였으며, 이를 통하여 기존 소재 개발 속도를 보다 빠르게 수행할 수 있을 것으로 기대 - 나노융복합소재의 개발은 소재 특성 구현과 더불어 이를 단시간에 효과적으로 측정할 수 있는 기술이 필수적인데 본 연구에서 수행한 코드 구현을 통하여 융복합소재의 이방성 및 이방성이 전기적, 열적, 기계적 성질에 미치는 영향을 효과적으로 파악할 수 있고 이는 고효율 에너지소재 개발에 큰 도움이 될 것으로 예상됨 - 관련 기술을 이용하여 후속논문으로 Composites Part A (Engineering, Manufacturing 분야 JCR 상위 8%, IF 7.66, 보정IF 0.971, 보정ES 1.247)에 2021.09.01.자 논문 게재 - 공동 저자 하진수 대학원생은 후속 연구를 수행하여 최근 Carbohydrate Polymers (Polymer Science 분야 JCR 상위 2.84%, IF 9.381, 보정IF 1.262, 보정ES 2.142).에 주양율 대학원생(제1 저자)와 함께 2021.11.15.자 논문 게재 - Engineering, Manufacturing 분야 JCR 상위 8%, IF 7.66 (보정IF 0.971, 보정ES 1.247)								
정강훈	12491803	11	Thermal annealing effects on the morphology and charge transport of polymer semiconductor nanowires aligned in an insulating polymer matrix	Dyes and pigments	0143-7208	2021.2	제1	4.889
- 공액 고분자/절연 고분자 블렌드의 열처리를 통해 향상된 전하 전달 성능을 가진 박막 제조 - 열처리 온도에 따른 블렌드 박막 내 분자 배향, 결정성 향상 및 전하 수송 메커니즘 규명 - 적당한 세기의 열을 가하여 중 절연 고분자 내 공액 고분자 사슬의 분절 운동을 유도하여 사슬의 배향을 향상 - 제1저자 정강훈 석사과정 학생은 석•박사 통합과정 진학 예정 - MATERIALS SCIENCE 분야 JCR 상위 10%, IF 4.889								
이창오	13664139	12	High-voltage solar energy conversion based on ZIF-67-derived binary redox-quasi-solid-state electrolyte	Journal of Electroanalytical Chemistry	1572-6657	202107	공동	4.464
- 금속유기구조체를 사용하여 고체형 전해질 제작 및 이의 태양전지 시스템 도입을 통한 효율 및 안정성 극대화 - 액체형 전해질과 비슷한 수준의 효율 및 더 높은 안정성 증명 - 유·무기 복합소재 전해질 활용, 다공성 및 금속 특성을 통한 이온 전달 성능 향상을 통한 에너지효율 증가 - 관련 기술을 이용하여 에너지 효율적인 소자 및 시스템 관련 후속 연구 진행 - Chemistry, Analytical JCR 상위 24%, IF 4.464.								

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

성명	연구자 등록번호	번호	발표제목	주관기관명/ 학회명	국제/ 국내 구분	학회 일정	역할 (제1, 교신, 공동)	발표 구분
최고봉	11285418	1	Role of boron atoms within carbon structure in hydrogen evolution reaction	한국탄소학회/2020추계학술대회	국내	2020.12.10.~11.	제1	포스터
- 탄소 나노섬유 내의 이종 원소의 위치에 따른 전기화학적 특성 분석								

- 탄소 구조 중 이종 원소의 위치에 따른 촉매 효과 확인 - 탄소 재료의 가장자리 혹은 평면육각구조 내부의 위치함에 따른 탄소촉매 기술의 응용 가능성 - 후속 연구를 통한 논문 투고 작업 진행 중 - 한국탄소학회 주관 2020 추계학술대회 포스터 발표								
최주은	11886594	2	Lignin-dispersed carbon nanotubes and their application as the electrode of supercapacitors	한국탄소학회/2020추계학술대회	국내	2020.12. 10.~11.	제1	포스터
- 바이오 부산물인 리그닌을 사용하여 탄소 나노튜브를 분산 및 슈퍼커패시터 전극으로써의 응용 - 저가형의 리그닌을 활용한 탄소 나노튜브의 분산성 향상 - 나노스케일인 탄소 나노튜브를 성공적으로 분산함으로써 전기화학 디바이스에 응용 가능성 - 후속 연구를 통한 논문 투고 작업 진행 중 - 한국탄소학회 주관 2020 추계학술대회 포스터 발표								
강민	11812902	3	High Pressure Raman Study on Boron-Substituted and Dedoped Graphite	한국탄소학회/2020추계학술대회	국내	2020.12. 10.~11.	제1	포스터
- 고압 라만 분광분석을 통해 높은 압력의 특수한 환경에서의 탄소 구조의 변화를 분석 - 이종 원소가 도핑 혹은 디도핑된 탄소 구조의 라만 특성 파악 - 고기능성 나노탄소 소재를 고압 라만 분석을 통해 우주항공 기술의 응용 가능성 파악 - 후속 연구를 통한 논문 투고 작업 진행 중 - 한국탄소학회 주관 2020 추계학술대회 포스터 발표								
채지애	11813658	4	Compressible Mesoporous Polymer Monoliths for the Selective Removal of Oils from Water	한국고분자학회/ 2020년도 추계 정기총회 및 학술대회	국내	2020.10. 06.~08.	제1	포스터
- 압축 가능하며 메조 기공을 갖는 스폰지형 고분자 소재 개발 - 단일중합법으로 메조 기공을 갖는 고분자 스폰지 모노리스를 모노머로부터 제조함 - 내부 기공 및 가역적인 신축, 압축성으로 에너지 저장용 소재를 사용 가능할 것으로 기대 - 논문 게재 (Polym. Chem., 2019, 10, 5142)								
오유리	11748540	5	Sustainable Adhesive Thermosets: Preparation, Reuse, and Signal-Induced De-Bonding	한국고분자학회/ 2020년도 추계 정기총회 및 학술대회	국내	2020.10. 06.~08.	제1	포스터
- 재사용이 가능하며 필요에 따라 손쉬운 제거가 가능한 고분자 소재 개발 - 열처리로 재사용이 가능하며, 특정 외부 자극에 따라 쉽게 떨어지는 접착제 개발 - 외부자극 감응형 에너지 효율 제어 복합재료 가능성 타진 - 논문 게재 (Chem. Mater., 2020, 32, 6384) - 오유리 석사졸업생은 KIST에서 고분자 복합재료 응용에 대한 연구를 지속								
김혜지	11756622	6	Microporous organic polymers: a synthetic platform for atomic level engineering of heterogeneous carbocatalysts	한국고분자학회/ 2020년도 추계 정기총회 및 학술대회	국내	2020.10. 06.~08.	제1	포스터
- Bottom-up 방식을 통한 고분자 네트워크 구조 합성 및 이를 기반으로 한 탄소 촉매 합성 - 기능성 촉매용 탄소 소재 및 모폴로지 제어 기술 개발 - 복합재료기반의 에너지 촉매 합성 및 활용 - 논문 게재 (ChemSusChem, 2021, 14, 624) - 김혜지 석사졸업생은 화순전남대학교병원에 방사화학 연구원 취업 및 연구 활동 지속								
정송아	1251480		Multifunctional Role of	한국고분자학회/	국내	2020.10.	제1	포스터

		7	MoS_2 in Preparation of Composite Hydrogels: Radical Initiation and Cross-Linking	2020년도 추계 정기총회 및 학술대회		06.~08.		
- 라디칼 중합으로 고분자 네트워크에 2차원 층상재료인 MoS_2를 도입하여 복합 하이드로겔 네트워크 제조 - 추가적인 가교제나 외부 자극 없이 중합이 가능하며 MoS_2함량에 따라 탄성 및 강도 제어 가능 - 비공유 가교 네트워크로 인한 자가 치유 가능 소재로서 에너지 효율 제어 적용 가능 - 논문 게재 (ACS Appl. Mater. Interfaces, 2020, 12, 8642)								
정송아	1251480	8	Macromolecular Design and Structural Engineering of MoS_2-Containing Hierarchical Composite Hydrogels	한국고분자학회/ 2021년도 추계 정기총회 및 학술대회	국내	2021.04. 07.~09.	제1	포스터
- MoS_2를 포함하는 하이드로겔 네트워크의 계층적 구조 합성 및 하이드로겔의 양친매성, 팽윤성으로 인해 추가적인 네트워크의 합성 가능성 검증 - 추가 기능성 네트워크의 도입으로 열에 의한 염료 분자의 방출 거동 제어 - 탄소기반의 복합재료 촉매 합성 및 활용 - 현재 논문 투고 및 심사 중								
정송아	1251480	9	Synthesis of MoS_2-Embedded Hierarchical Composite Hydrogels that Show Controlled Release and Tunable Mechanical Strength	대한화학회/ 제127회 대한화학회 학술발표회 및 총회	국내	2021.04. 21.~23.	제1	포스터
- 하이드로겔 네트워크에 무기 재료를 도입함으로써 라디칼 중합 및 비공유 가교 네트워크 합성 - 추가 네트워크를 합성함으로써 향상된 기계적 강도를 갖는 하이드로겔 복합재료 형성 검증 [재료합성, 에너지 소재] 하이드로젤 내부에 MoS_2를 포함하므로 촉매 활성을 갖는 에너지 소재 개발 가능성 타진 - 현재 논문 투고 및 심사 중								
이상혁	11618798	10	An efficient route to carbon nanotube/polymer gels with controlled porosity	한국고분자학회/ 2020년도 추계 정기총회 및 학술대회	국내	2020.10. 06.~08.	제1	구두
- 상용화 측면에서 유리한 물리적 젤화법을 통한 고분자/탄소나노튜브 젤을 제조하고 이용함. - Polyvinyl alcohol(PVA)와 polyacrylonitrile(PAN)은 다양한 응용분야에서 활발하게 연구 및 생산에 이용되는 고분자이다. 이러한 고분자와 single-walled carbon nanotubes (SWNTs)의 접목은 꽤나 흔하게 응용되고 있는 조합임. 하지만 용매를 이용하여 이 복합체를 젤화하여 이용한 사례는 많지 않음. 이 복합체 젤은 전도성을 띄고 있으며 다양한 응용분자에서 응용될 수 있을 것임. - 앞서 기술하였듯이 고분자물질과 그래핀, 탄소나노튜브와 같은 탄소물질의 복합체는 과거, 현재에도 상당히 많이 사용되고 있는 소재이고 앞으로 미래에도 꾸준하게 연구될 소재일 것임. 이러한 소재를 파우더나 용액에 분산시켜 사용한 사례는 많으나 젤화를 시킴으로써 또 다른 가능성을 제시하고, 물성과 메카니즘을 비롯하여 응용 효율면에서도 가능성을 제시할 수 있을 것으로 기대함. - 본 연구는 Chemical Engineering Journal (IF, 13.273; 화학공학분야 JCR, 상위 2.45%)에 게재됨.								
이상혁	11618798	11	Strategy for achieving the uniform dispersion of carbon dots in epoxy resin	한국고분자학회/ 2021년도 추계 정기총회 및 학술대회	국내	2021.04. 07.~09.	제1	포스터
- 에탄올과 올쏘, 메타, 파라위치에 따른 이성질체 3종의 형광을 띄지 않는 간단한 유기 물질을 이용하여 카본닷을 제조하여 형광체를 제조함. - 간단한 용매와 간단한 물질들의 간단한 합성과정에 의해 확실하게 다른 형상의 카본닷 3종을 제조함. 이를 기반으로 하여 카본닷 합성에 대한 디자인 및 합성 메카니즘의 규명에 있어서도 연구 활용성이 있고 응용분야 또한 다양하게 적								

용이 될 것으로 기대 됨.
- 카본닷을 제조함에 있어 비교적 간단하고 확실하게 비교가 가능한 3종의 이성질체와 용매로 주로 사용되는 에탄올을 이용하였으며, 빨강, 파랑, 초록에 해당하는, 파장대가 확연히 다른 3종의 카본닷을 제조하는데에 성공하였으며 이는 간단한 다른 물질들을 이용하여 또 다른 카본닷을 제조할 수 있을 것이라는 가능성을 제시함.
- 본 연구는 Chemical Engineering Journal (IF, 13.273; 화학공학분야 JCR, 2.45%)에 게재됨.

이상혁	11618798	12	Density functional theory calculations for the properties of carbene-functionalized graphene nanohybrids	American chemical society/2021 ACS spring conference	국제	2021.04.06.~05.02	제1	포스터

- 평면 탄소물질에 카벤 부분을 합성 및 도입하여 이를 anchor로써 활용하고 그래핀의 안정성을 계산화학적으로 연구함.
- 카벤 물질은 현재 다양한 분야에서 응용되고 있는 물질로써 주로 촉매에 응용되고 있음. 이러한 카벤의 반응성을 이용하여 기존의 금속과의 촉매로서의 활용이 아닌 탄소 물질과의 interaction 및 응용함으로써 카벤 물질의 또 다른 응용가능성을 제시함.
- 카벤 물질은 그 특수한 안정성과 반응성으로 인하여 주로 촉매나 특수한 반응에 사용되어 왔음. 또한 그래핀의 안정성 확인 또한 계산화학적으로 예상을 하거나 사진으로 보여주는 것이 주류를 이루어 왔음. 하지만 본 연구에서 카벤과 탄소물질을 이용하여 또 다른 응용 방향을 제시함으로써 그 연구에 대한 메카니즘과 후속 연구에 대한 관심이 있을 것으로 예상되고 기대되는 바임.
- 본 연구는 Nanoscale (IF, 7.790)에 게재됨.

이운한	11731652	13	A Highly Elastic and Stretchable Polymer Gel for Quantum Dots-Based Light Emitters	한국고분자학회/2020년도 추계 정기총회 및 학술대회	국내	2020.10.06.~08.	제1	포스터

- 200% 이상의 가역적 신축성을 갖는 겔 형태의 6색 퀀텀닷(QD) 기반 백색 발광 다이오드(WLED)를 제조.
- 다층 구조는 서로 다른 기계적 특성을 갖는 재료의 계면으로 인하여 외부 응력 하에 기계적 고장을 초래할 수 있지만 겔을 발광 다이오드에 이용함으로서 고체와 액체상의 장점을 결합하여 수용성 중합체의 저온 물리적 가교결합으로 인하여 투명한 퀀텀닷 겔을 이용함.
[에너지 변환/생산]
기존의 고체 매트릭스 내의 퀀텀닸은 기계적 신뢰성이 낮기 때문에 PL 강도 및 수명과 같은 성능이 액체상에 분산된 퀀텀닷에 비해 일반적으로 10-90% 낮지만, 겔을 이용하여 기계적 유연성 및 생체 적합성을 포함하여 매우 유연하고 신축성 있는 WLED를 개발함.
- 6가지 색상의 퀀텀닷이 물성 저하 없이 젤에 통합되고 액상에서 또한 퀀텀닷의 우수한 광학적 특성이 겔상에서 유지됨. 퀀텀닷 겔(QDG)은 최대 200%의 탄성 변형을 나타내며 전체 젤에 걸쳐 균일한 PL을 나타냄. 퀀텀닷 기반 WLED은 1000번 이상의 굽힘/신장 주기 후에도 변형이 없도록 설계함. 고체 매트릭스 내에 캡슐화된 다양한 유형의 퀀텀닷으로써 응용이 가능함
- 본 연구는 Advanced Optical Materials (IF, 9.926 광학분야 JCR, 상위 7.07%) 에 게재됨.

조혜미	11894617	14	Luminescent carbon dot/epoxy patterns obtained at low curing temperatures	ACS Meetings & Expositions /ACS Meeting Spring 2021	국제	2021.04.06.~05.02.	제1	포스터

- 발광 에폭시 수지를 경화제 없이 오직 카본닷만을 이용하여 에폭시 수지 경화.
- 카본닷을 이용해 경화 반응 전과 경화 반응 중에 에폭시 단량체와 우수한 상용성을 나타내어 에폭시 매트릭스에서 균일한 분산을 유도하도록 설계함. 또한 카본닷 공기 중에서 저하되는 발광 특성과 달리 에폭시 매트릭스와의 통합으로 인해 8주간의 발광을 유지시킴.
- 기존의 에폭시 경화는 7-800°C의 고온에서 이루어지지만 고온 열처리 없이도 아민 함유 전구체로부터 100°C 이하에서 경화가 이루어짐. 낮은 경화 온도로 인해 종이 및 직물과 같은 일반적인 기판에 열 열화 없이 카본닷/에폭시 수지의 인쇄가 용이해짐.
- 경화제 없이 오직 카본닷을 이용하여 에폭시 수지를 경화시킴. 경화제로 카본닷을 사용하면 에폭시 매트릭스에서 몇 나노미터 직경의 카본닷을 균일하게 분산 가능함. 이로 인해 발광성 또한 균일하게 장시간 유지 가능함. 이는 경화제로서 카

본닷의 사용이 다른 다양한 종류의 수지로 더욱 확장될 수 있다는 가능성을 보임. - 본 연구는 Chemical Engineering Journal (IF, 13.273 화학공학분야 JCR, 상위 2.45%)에 게재됨.								
하진수	12524405	15	Quantitative Evaluation of the Stability and Dispersibility of Suspensions according to Surface Treatment through Rheological Method	한국고분자학회/ IUPAC-MACRO 2020+	국제	2021.05. 16.~20.	제1	포스터
- 표면 개질을 통한 세라믹 고분자 나노복합재료의 분산 안정성 비교 및 유변학적 분석을 통한 정량적인 분산성 지표 제공 - 기존의 분산성 측정법의 한계 극복, 광범위한 영역 내의 분산성 평가법 제시 -복합재료 내 카본블랙 입자 분산성 향상 및 분산성 정량적 평가를 통하여 고방열 특성 향상, 에너지 절감형 고분자 복합소재 제조 - 관련 기술을 이용한 후속 에너지 저장 논문 게재: 세라믹/고분자 나노복합재료(Ceramics International, Materials Science 분야 JCR 상위 8%, 보정IF 0.95, 보정ES 2.735) 논문 심사 중임 - IUPAC-MACRO2020+에서“IUPAC-MACRO 2020+ Online Short Talk Student Award” 수상								
송예은	12511158	16	Rheological Analysis of Cellulose-Based Hydrogels with Metal-Carboxylate Coordination Bonding by Large Amplitude Oscillatory Shear (LAOS) test.	한국유변학회/2021 춘계 유변학회	국내	2021.05. 21.	제1	포스터
- 물리-화학적으로 가교된 가역적인 하이드로겔을 제조하고, 이를 유변학적 테스트를 통하여 하이드로겔 가역 효과에 대한 물리적인 인자를 파악함 - 물질의 점탄성 역학 및 에너지 소산의 근본적인 복잡성을 이해하기 위한 심층적인 지식 제공 - 하이드로겔의 기계적 힘 향상, 생체의료용품으로 활용이 가능하며, 생체적합성 테스트를 통하여 바이오 융복합소재로 적용 가능 - 관련 연구 성과는 송예은 대학원생을 제1저자로 하여 현재 Carbohydrate Polymers (Polymer Science 분야 JCR 상위 2.84%, IF 9.381, 보정IF 1.262, 보정ES 2.142) 에 논문 투고 준비중임 - 2021 춘계유변학회에서 “Excellent Paper AWARD (Poster Presentation)” 수상								
송예은	12511158	17	Large Amplitude Oscillatory Shear (LAOS) test for Rheological Analysis of Cellulose-based Hydrogels with Metal-Carboxylate Coordination Bonding	한국복합재료학회/2021년도 한국복합재료학회 춘계학술대회	국내	2021.06. 24.~25.	제1	포스터
- 물리-화학적으로 가교된 하이드로겔의 제조 및 에너지 소산 메커니즘 분석 - 물질이 무너진 이후의 점탄성 역학 및 에너지 소산 거동의 분석을 위한 심층적인 지식 제공 - 하이드로겔의 기계적 힘 향상, 생체의료용품으로 활용이 가능하며, 생체적합성 테스트를 통하여 바이오 융복합소재로 적용 가능 - 관련 연구 성과는 송예은 대학원생을 제1저자로 하여 현재 Carbohydrate Polymers (Polymer Science 분야 JCR 상위 2.84%, IF 9.381, 보정IF 1.262, 보정ES 2.142) 에 논문 투고 준비중임 - 2021년도 한국복합재료학회 춘계학술대회에서 “도초우수발표학술상” 수상								
조승현	12425957	18	Facile preparation of polyethyleneimine-coated microgel capsules via schiff base reaction for removal	한국고분자학회/ 2020 추계 정기총회 및 학술대회	국내	2020.10. 06.~08.	제1	포스터

			of heavy metal ions					
- 폴리비닐알코올과 글루타르알데히드로 구성된 이중 에멀젼의 중간상을 수소 이온에 노출하여 겔로 변화 시킨 후, 폴리에틸렌이민을 겔 표면에 코팅하여 중금속 이온을 흡착하는 마이크로캡슐 제조 - 매우 간단한 공정과 더불어 응용 가능한 수치의 중금속 흡착 및 제거 성능 - Schiff base 반응을 통하여 마이크로캡슐의 shell 위에 폴리에틸렌이민을 코팅하는 효율적 공정과 제조된 캡슐의 중금속 이온에 대한 높은 흡착 성능 증명 - 제 1저자 조승현 석사과정 졸업생의 해당 연구결과는 Chemical engineering journal (ENGINEERING, ENVIRONMENTAL 분야 JCR 상위 2.78%, IF 13.27)에 게재 예정 논문 원제 : Facile preparation of amino-functionalized polymeric microcapsules as efficient adsorbent for heavy metal ions removal (Chemical Engineering Journal, Volume 425, 2021, 130645)								
조승현	12425957	19	Facile preparation of Amino-functionalized polymeric microcapsules as efficient absorbent for heavy metal ions removal	ISNNM/16th international symposium on novel and nano materials	국제	2020.11. 03.~06.	제1	포스터
- 마이크로캡슐의 shell에 열을 가하여 추가적 처리 없이 폴리에틸렌이민을 가교결합시켜 기능성 부여 및 공정 매개변수를 조절하여 흡착 성능 평가 - 간편한 기능성 마이크로캡슐의 제조법 및 pH, 접촉 시간, 중금속 이온 농도 등 다양한 매개 변수에 따른 영향 제안 - 미세유체 접근법을 사용하여 마이크로캡슐을 제조하고 열을 가하여 기능성 부여, 다양한 중금속에 대한 흡착 성능 발표 - 제 1저자 조승현 석사과정 졸업생의 해당 연구 결과는 Chemical engineering journal (ENGINEERING, ENVIRONMENTAL 분야 JCR 상위 2.78%, IF 13.27)에 게재 예정 논문 원제 : Facile preparation of amino-functionalized polymeric microcapsules as efficient adsorbent for heavy metal ions removal (Chemical Engineering Journal, Volume 425, 2021, 130645)								
장민구	11682268	20	Nanostructures-assisted self-assembly via solvent vapor annealing for enhanced charge transport of conjugated polymer thin films	ISNNM/16th international symposium on novel and nano materials	국제	2020.11. 03.~06.	제1	포스터
- 용매 증기 어닐링을 통하여 공액 고분자 사슬의 자기 조립을 촉진하고 전하 수송 특성의 향상을 이끌어 냄 - 용매 증기에 노출되는 조건을 조절하여 공액 고분자 박막의 형상 변화와 전하 수송 특성을 상세히 조사 - 초음파와 자외선 처리를 통해 각기 형성된 나노 결정은 용매 증기 어닐링을 통하여 분자 배열이 향상되고 박막의 구조가 변화함 - 제 1저자 장민구 석사과정 졸업생은 LT소재 부설연구소 근무, 해당 연구 결과는 유해 가스센서로서 응용되어 Sensors and acturators B-chemical (CHEMISTRY, INSTRUMENTS 2분야 JCR 상위 7.83%/3.91%, IF 7.46) 저널에 현재 리뷰 진행 중								
정강훈	12491803	21	Thermal annealing effects on the morphology and charge transport of polymer semiconductor nanowires aligned in an insulating polymer matrix	한국고분자학회/ 2021 춘계 정기총회 및 학술대회	국내	2021.04. 07.~09.	제1	포스터
- 공액 고분자를 이용한 유기 전계효과 트랜지스터의 전기적 성능 향상을 위해, PS를 혼합한 조건에서 NW를 포함한 공정을 거친 필름에 후처리로 열을 가하여 이외의 별도 처리 없이 전기적 성능을 향상시키는 것 - 단순히 열을 가하는 것으로 나노와이어의 결정성을 증대시키고, 필름 내 세부 구성을 제어할 수 있음.								

- 1차원 나노결정체, 소위 나노와이어를 제조하고 이를 전단코팅을 통해 정렬하는 방식을 적용하여 1차적으로 전기적 특성을 향상시킴. 해당 공정에 PS를 추가하고 열처리를 함으로써 성과를 보임. - 제1저자 정강훈 석사과정 학생은 석•박사 통합과정 진학 예정								
고성문	12547306	22	Facile preparation of Amino-functionalized polymeric microcapsules as efficient absorbent for heavy metal ions removal	한국복합재료학회/2021춘계학술대회	국내	2021.06. 24.~25.	제1	포스터발표
- 마이크로캡슐의 shell에 글루타르 알데히드와 폴리비닐알코올, HCl을 사용하여 겔의 표면에 폴리에틸렌이민을 코팅하고 2가 양이온의 중금속을 흡착하는 원리 - 간편한 기능성 마이크로 캡슐의 제조법 및 pH, 접촉 시간, 중금속 이온 농도 등 다양한 매개 변수에 따른 영향 제안 - 미세 유체 접근법을 사용하여 마이크로캡슐을 제조하고, 아민 작용기를 이용한 다양한 중금속에 대한 흡착 성능 발표 - 제 1저자 고성문 석사과정 학생은 해당 연구 결과를 이용한 논문작성 예정								
김태이	11875404	23	Phase Behavior of Multicomponent Polymer Brushes Having Non-flat Surface	ACS Meetings & Expositions /ACS Meeting Spring 2021	국제	2021.04. 06.~05.02.	제1	구두
김태이	11875404	24	Microphase Separation of Multicomponent Polymer Brushes with Topography of Free Surface	한국고분자학회/ IUPAC-MACRO 2020+	국제	2021.05. 16.~20.	제1	구두
- 다성분계 고분자 브러쉬로 표면 개질 시 다양한 시스템 조건에서 형성될 수 있는 상을 비롯한 내부구조 및 계면현상 해석. - 다성분계 고분자 브러쉬의 미세상분리에 미치는 광범위한 시스템 변수의 영향을 자유표면을 구현할 수 있는 시뮬레이션을 통해 예측함으로써 실제 실험에 가이드라인 제공과 비용 절감. - IUPAC-MACRO 2020+ 국제학회에서 Macromolecular Research Best Presentation Award 수상. - 해당 연구를 실험 결과와 결합한 논문 게재 및 시뮬레이션 결과 논문 투고. 논문 게재 : 높은 접목밀도를 가진 혼합형 고분자 브러쉬의 상분리 (ACS Macro Letters, 2019, 8, 1086-1090) 논문 투고 : 주요 시스템 변수가 블록공중합체 브러쉬의 구조 형성에 미치는 영향								
안지훈	11875375	25	Identification of defects in block copolymer films with Deep Learning Network	ACS Meetings & Expositions /ACS Meeting Spring 2021	국제	2021.04. 06.~05.02.	제1	구두
안지훈	11875375	26	Identification of defects in directed self-assembly of block copolymers based on Deep Learning	한국고분자학회/ IUPAC-MACRO 2020+	국제	2021.05. 16.~20.	제1	구두
- 기존의 리쏘그래피 공정에서는 박막의 결함구조를 SEM 이미지를 직접 확인하여 식별하였음. 80 여개의 물체 탐색이 가능한 구조의 딥러닝 네트워크인 YOLOv3 을 활용하여 라멜라 패턴의 SEM 이미지를 사람이 직접 확인하고 결함구조를 식별하는 과정을 대체하였음. - 딥러닝을 사용하기 위해서는 많은 훈련데이터가 필요함. SEM 이미지에 flipping data augmentation 을 활용하여 훈련데이터를 늘렸으며, 목표한 결함구조를 생성할 수 있는 수치모사 시뮬레이션을 활용하여 훈련데이터를 더욱 늘렸음. 적은 수의 실험데이터로도 네트워크를 충분히 훈련시킬 수 있는 데이터를 확보함. YOLOv3 의 파라미터 수를 10분의 1 가까이 줄여 오버피팅을 방지하고 계산의 효율성을 늘렸음. - 라멜라 패턴의 박막뿐만 아니라 실린더 패턴의 박막의 결함을 식별하고 실린더의 중요 지표들을 해석할 수 있는 딥러닝 네트워크를 개발하고 있음. - IUPAC-MACRO2020+ 에서 Outstanding Online Short Talk Award 수상								

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

성명	연구자 등록번호	번호	발명의 명칭	출원(등록)번호	출원 (등록)국	출원 (등록) 구분	출원 (등록)기관	출원 (등록)일
오유리	11748540	1	나린제닌을 포함하는 열경화성 고분자 소재 및 이의 제조방법	10-2188113	대한민국	등록	전남대학교 산학협력단	20201201
- 나린제닌 기반의 재사용이 가능한 열경화성 고분자 소재 합성 - 나린제닌 기반의 열경화성 고분자 합성 및 해당 재료의 형상기억성질 및 재사용성, 분해성 확인 - 자연물 기반의 소재합성 및 외부 자극에 따른 형태 변화 확인 - 논문 게재 (ACS Macro Lett., 2019, 8, 239) 및 후속 연구에 영향 (Chem. Mater., 2020, 32, 6384) - 오유리 석사졸업생은 KIST에서 고분자 복합재료 응용에 대한 연구를 지속								
오유리	11748540	2	재활용 및/또는 분해가능 열경화성수지, 이의 제조방법 및 이를 이용한 응용제품	10-2020-0110660	대한민국	출원	전남대학교 산학협력단	20200831
- 영구적인 재사용이 가능하나 특정 자극으로 분자단위로 분해가 가능한 열경화성 소재 개발 - 열경화성 고분자의 단점을 극복하여 열처리로 재사용이 가능하며 쉽게 분자 단위로 분해가 가능한 고분자 친환경 소재 개발 및 해당 소재를 재사용 가능하며 쉽게 제거가 가능한 접착제로 검증 - 외부 자극 감응형 에너지 소재 적용 접착 재료로 활용 가능 - 논문 게재 (Chem. Mater., 2020, 32, 6384) - 오유리 석사졸업생은 KIST에서 고분자 복합재료 응용에 대한 연구를 지속								

④ 참여대학원생 연구활동 지원 계획

-본 연구단 소속 대학원 교과목에 연구지도 과목이 개설되어 있어, 이를 통해 효율적인 연구수행 및 논문작성을 위한 기본 교육 제공.

-석·박사과정 대학원생의 연구 장려 및 연구력 증진을 위해 주저자 대학원생에게 논문 게재 인센티브 제공 및 논문 실적 평가를 통한 추가 장학금의 선별적 지급.

-석·박사과정 재학생의 선진학문 습득을 통한 연구력 향상과 대학원 경쟁력 강화를 위해 학술행사 참가 지원.

-BK 장학금 외 전남대학교 및 학과예산 활용을 통한 장학금 지원을 확대하여 대학원생이 연구 활동에 전념하도록 적극 지원.

-분야별 국내 산학연전문가 초청과 해외 전문가/학자를 초빙하여 대학원생들에게 최신기술동향 및 전문 지식과 기술을 습득하는 기회를 제공.

4. 신진연구인력 현황 및 실적

-본 연구단은 지난 최근 1년동안 1명의 계약교수와 3명의 박사후 연구원을 선발하여 양성하고 있음.

-정기적 리크루팅 및 홍보를 통한 사업단 자체적인 국내외 우수 인재의 유치 전략 구축 및 운영.

-우수 신진연구인력 유치활동을 외국대학에 본 연구단을 널리 홍보.

-우수 신진연구인력 확보는 BK21 사업 지원에만 의존하지 않고, 한국연구재단에서 시행하고 있는 해외 고급과학자 초빙(Brain Pool)사업, 해외 국가와의 국제협력사업, 해외 우수신진연구자 유치(KRF)사업 등을 적극 활용.

-참여 교수진의 국제적 네트워크를 이용하여 융합소재 관련 외국국적의 박사급 연구인력을 채용하고, 연구

단의 국제화 지수를 높이기 위해 적극적으로 활용.

신진연구인력		연구실적 및 역량
계약교수	황혜숙	• 박사학위: 미국 Georgia State University (2016) • 최근 5년 SCI급 21편 논문 게재 • 친환경 연료생산용 촉매 연구 진행 • 2021.09 순천대 교수임용
전임연구원 (신진 박사인력)	LE THANH HAI	• 박사학위: 전남대학교 (2020) • 최근 5년 SCI급 9편 논문게재 • 탄소나노소재 연구 진행

5. 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/인터넷 주소 등
	참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성				
1	김형우	10838435	재료합성	교과목개발	분자설계합성특론
	2019~2022 교육과정개편을 통해 [에너지소재합성] 측면에서 아래와 같은 교과목을 개발함. -분자설계합성특론: 소재의 개발은 산업에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있는데 그 중, 특히 고분자 기반의 에너지 소재는 넓은 응용 가능성과 경제성으로 많은 현대 AI 및 에너지 융복합 산업에서 각광을 받고 있다. 본 과목에서는 고분자 소재가 실질적으로 에너지 산업에 어떻게 응용되며 각각의 경우에 필요한 원천기술을 이해하고자 한다. 특히 유기 고분자 소재의 화학 구조 설계 및 합성 반응에 대해 중점적으로 다룬다.				
2	박종진	11005402	에너지 및 전자재료	교과목개발	고분자 전자재료 특론
	2019~2022 교육과정개편을 통해 [융합소재 가공, 에너지 효율증진, 전자재료 확대] 관점에서 아래와 같은 1개의 교과목을 개발함. 소재 측면에 다소 치우쳐있던 교과목들에 대학원 수준에서의 최종 제품 중심의 공정 및 시스템 관련 응용 교과목을 보강함. -고분자 전자재료 특론: 본 교과목에서는 디스플레이, 전자 디바이스, 태양전지, 에너지하베스팅의 시스템을 구성하는 전기화학적, 광학적 원리와 공정 및 분석 그리고 실제 사용에 필요한 기능을 부여하기 위한 특징을 해석하고 이해하는 것을 목표로 한다. 해당분야에 엔지니어로 및 연구원으로서 진출 시 필요한 기본공학 소양 및 응용원리를 습득란 인력을 육성한다				
3	이두진	10181551	에너지재료	교과목개발	캡스톤디자인
	2019~2022 교육과정개편을 통해 [융복합소재 개발, 고효율 에너지소재, 효과적 연구방법론] 측면에서 아래와 같은 1개의 교과목을 개발함. 소재 측면에 다소 치우쳐있던 교과목들에 대학원 수준에서의 합리적 연구수행, 연구 개발법, 연구수행법 및 연구 결과 작성법 등을 보강함. -캡스톤디자인(Capstone design for graduate students): 본 교과목에서는 학생들의 창의적인 문제해결 과정을 배양하고, 창의적 사고에 요구되는 필요조건에 맞추어 공학 시스템, 요소, 공정 등을 종합적으로 설계할 수 있는 능력을 배양함을 목표로 한다. 이를 위하여, 연구주제 선정에서 논문 작성까지의 전 과정을 종합하고 구체화하여 발표할 수 있는 의사소통능력을 함양하고, 과정 이수를 통해 연구 주제에 대한 깊이 있는 이해를 달성하고 이를 논문화하여 대학원 과정에서 수행하고자 하는 연구 및 학습 목표를 충실히 달성하도록 한다.				
4	허수미	11184897	통계역학	교과목개발	통계역학특론1
	2021~2022 교육과정개편을 통해 통계역학특론1을 개설하여 소재개발에서 증가되는 계산과학의 역할에 비해 부족한 대학원 수준의 교육문제를 해결하고자 교과목을 개발함. -통계역학특론1: 본 교과목은 확률 통계 및 확률변수론에 대한 내용을 익히고, 통계역학의 기본이론 (앙상블, 파티션 함수, 에너지 함수, 깁스 엔트로피등)과 이를 통한 평형 상태에서 유체 시스템 해석을 다룸. 나아				

	가 통계역학에 기반하는 컴퓨터 분자 시뮬레이션 (monte carlo, molecular dynamics)의 기본 원리를 익히고 실습을 진행함. 나아가 통계역학을 기반으로 하는 고분자 물리(스케일링 이론, 상거동, 리노멀라이제이션, 계면해석)에 대해서 배움.

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

(1) 외국대학과의 복수학위제, 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 계획

-2020년 인도네시아대학교 금속 및 재료공학과, 일본 시즈오카이공과대학 과학기술학부와 각각 연구, 교육 및 국제이해의 발전을 위한 학술 및 연구 협력에 관한 MOU를 체결하였음. MOU를 체결한 연번대 화학과, 인도네시아대학교 금속 및 재료공학과, 일본 시즈오카이공과대학 과학기술학부와 공동 화상 강의 개설 및 운영: 전남대 온라인 강의 시스템을 활용하여 교육프로그램 국제화 추진 중임.

-MOU 체결한 인도네시아 대학교와 대학원 교과목 구성 및 운영방법에 대한 상호평가 시스템을 도입하여, 객관적인 검증 및 지속적인 평가가 이뤄질 수 있도록 함.

(2) 해외학자(전임교수, 초빙교수, 객원교수 등 포함) 활용 계획 및 역할

-해외석학을 지속적으로 초빙하여 학부 전공과목 강의 및 교과목 내 특강 기회 제공.

-미래창조과학부 Brain Pool 프로그램 활용을 통한 해외석학의 장기체류 계획.

-해외석학의 겸임교수(Adjunct Professor) 제도 적극 활용하고자 함.

-국제 교류중인 연구소 소속의 연구진들에 의한 화상 강의 개설. 연구소 연구진들에게 후학 양성 및 강의의 기회를 제공할 뿐 아니라, 학생들에게는 최첨단 연구와 관련된 지식을 습득할 수 있는 기회 제공하고자 함.

-사업단 차원의 콜로키움을 운영하여 해외석학 강연 및 초청 정례화할 계획임.

(3) 우수 외국인 학생 유치 현황 및 계획

-2020년 인도네시아대학교 금속 및 재료공학과, 일본 시즈오카이공과대학 과학기술학부와 각각 연구, 교육 및 국제이해의 발전을 위한 학술 및 연구 협력에 관한 MOU을 체결한 바 있음.

-MOU 체결 기관 소속의 외국 학생의 전남대 고분자공학과 인턴십 활성화하고, 인턴쉽 경험이 본 사업단 소속 대학원 진학으로 연계될 수 있도록 관리할 계획임.

-해당국 국비 지원 유학 장학금을 확보한 학생 등 국가별 우수외국인 학생을 우선적으로 선발하여 국제화 역량을 높이고, 졸업 후 지속적인 학술 네트워크를 형성하도록 계획하고 있음.

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

대학원생	지도교수	공동연구주제 및 내용	기관	공동연구자	기타 내용
김태이	허수미	극자외선 리쏘그래피용 포토레지스트 개발	IMEC, 벨기에	Danilo de Simon	공동 논문 연구 성과 결과, 내용 및 김태이 인턴 계획 포함
김태이	허수미	고분자 브러쉬 관련 연구	University of Wisconsin, Madison	Padma Gopalan	김태이와 공동논문 성과 및 NSF 과제 제안서 제출
안지훈	허수미	고분자 메조스케일 시뮬레이터 개발, 바틀브러쉬 관련 연구	University of Texas, San Antonio	Abelardo Ramirez-Hernando	현재 논문작업 중인 사항
송예은	이두진	Quartz Crystal Microbalance(QCM)	Ulster University	Nikhil Bhalla	영국의 Ulster university 는 2019년 기준 세계 대학랭킹

		과 microfluidics 기술을 연계한 유체 슬립 현상 연구			20% 내의 우수한 대학으로 전기공학 및 기계공학에서 높은 성과를 보임
하진수	이두진	마이크로채널에서의 미세액적 생성과 계면유변현상 연구	Okinawa Institute of Science and Technology (OIST)	Amy Q. Shen	연구중심 대학원으로 211명의 Postdoc Scholar가 연구를 수행 중이며, 교수 및 학생의 50% 이상이 외국인으로 구성됨
최고봉	김융암	유연열전소자용 탄소나노튜브 개발	Shinshu University	Hiroyuki Muramatsu	신슈대학이 보유한 이중벽 탄소나노튜브 제조 및 분산 등의 원재료 및 공정화 기술에 전남대가 보유한 붕소 및 질소를 치환형태로 도입하는 기술을 융합

Ⅲ 연구역량 영역

[교육연구단의 연구업적물 우수성]

- 본 연구단 소속 교수들은 최근 1년간 총 38편의 논문성과를 달성하였고, 그 중 9개의 논문은 JCR 분야별 랭킹 10% 이내이며, 13건의 논문은 JCR 분야별 랭킹 5% 이내이고, 10개의 특허 등록과 특허를 바탕으로 1건의 기술이전을 달성
- 본 연구단 소속 교수들의 다양한 국제적 학술지의 편집위원 활동 및 국제학회 초청강연 참여
- 최근 1년간 일본, 베트남, 미국, 중국 등의 다양한 나라의 연구기관과 국제 공동연구를 통해 다양한 연구 성과 달성
- 산학 기업인 특강의 정기적 실시를 통한 산업체 최신기술 노하우 공유 및 산학 간 연구 성과의 공유 및 지속성 있는 네트워크 교류 진행
- 공동 장비운영을 통해 산학 간 인적/물적 교류를 극대화하고 산업체의 애로기술 파악 후 보유 기술의 전수, 산학협력 지원을 통한 교류 시스템 구축

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	*3,242,287,984*	*1,245,764,009*	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	*56,100,000*	-	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	-	-	
1인당 총 연구비 수주액	*412,298,498*	*155,720,501.1*	
참여교수 수	*8*	*8*	

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>연구자등록번호</th><th>이공계열/인문사회계열</th><th>전공분야
세부전공분야</th><th>실적구분</th><th>대표연구업적물 상세내용</th></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td rowspan="8">김융암</td><td rowspan="8">10083848</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① K. Sharma, N. L. Costa, 김융암, H. Muramatsu, N. M. Barbosa Neto, L. G. P. Martins, J. Kong, A. Rocha Paschoal and P T. Araujo</td></tr>
<tr><td>② Anharmonicity and Universal Response of Linear Carbon Chains Mechanical Properties Under Hydrostatic Pressure</td></tr>
<tr><td>③ Physical Review Letters</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄소재료</td><td>④ 125, 105501</td></tr>
<tr><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2020</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1103/PhysRevLett.125.105501</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 나노튜브 내경이라는 특수한 공간 안에 일차원 탄소 체인을 선택적으로 성장시켜 초고압에 의한 선형적인 변화는 초정밀 나노계측 기술 제안
- 초고압 하에서 탄소 체인의 광학 특성의 일차원적 변화
- 나노스케일에서 압력보정 및 고성능 무게 센서를 포함한 나노계측 기술의 응용 가능성
- 관련 기술을 이용한 후속 논문 게재 : 탄소 체인의 열역학적 특성 분석(Phys. Rev. Lett. 2021, 126, 125901)
- 관련 기술을 이용한 후속 논문 발표: Phys. Rev. Lett. 2021, 126, 125901
- Physics, Multidisciplinary JCR 상위 4.09%, IF 9.161</td></tr>
<tr><td rowspan="8">2</td><td rowspan="8">김융암</td><td rowspan="8">10083848</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① T. Kamanaka, H. Haniu, M. Tanaka, T. Takizawa, K. Aoki, M. Okamoto, A. Sobajima, K. Yoshida, H. Ideta, T. Miura, H. Ishida, K. Ueda, T. Uemura, 김진희, 김융암, H. Kato and N. Saito</td></tr>
<tr><td>② Carbon fibers for treatment of cancer metastasis in bone</td></tr>
<tr><td>③ RSC Advances</td></tr>
<tr><td rowspan="4">탄소재료</td><td>④ 10, 33071-33079</td></tr>
<tr><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2020</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1039/D0RA05992G</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 항암제 함유 포러스 탄소섬유의 약물전달체 제작 및 in vivo 평가
- 탄소섬유 표면의 존재하는 나노내공 내에 항암제의 담지 및 시간적 탈리 조절에 의한 항암효과 확인 및 탄소섬유의 뼈 조직 스캐폴드 효과
- 활성화에 의해 탄소 표면에 항암제의 크기에 사응한 나노구조를 제조하여 항암제의 선택적 흡착 및 탈리 조절 가능에 의한 항암 특성 향상
- 일본 신슈대학교의 바이오 메디컬 센터와 지속적인 공동연구 지속
- Chemistry, Multidiciplinary JCR 40.6%, IF 3.361</td></tr>
<tr><td>3</td><td>김융암</td><td>10083848</td><td>이공계열</td><td>재료공학</td><td>저널논문</td><td>① 홍승기, D-M. Lee, 박민, 위재형, H. S. Jeong, 구본철, 양철민, D. S. Lee, M. Terrones, 김융암, 황준연</td></tr>
</table>

						② Controlled Synthesis of N-type Single-Walled Carbon Nanotubes with 100% of Quaternary Nitrogen
						③ Carbon
				탄소재료		④ 167, 881-887
						⑤
						⑥ 2020
						⑦ DOI: 10.1016/j.carbon.2020.06.027
	- 탄소나노튜브를 활성탄 내부에 균일 분산하여 전기전도성이 뛰어난 플랙시블 전극 제조 - 탄소나노튜브 분산제를 활성탄 전구체로 사용하여 강도가 뛰어난 플랙시블 전극제조 - 탄소나노튜브와 활성탄의 융합에 의한 플랙시블 전극제조 - 일본 신슈대학교와 지속적인 공동연구 - Chemistry, Multidiciplinary JCR 16.7%, IF 9.594					
4	김융암	10083848	이공계열	재료공학	저널논문	① 김두원, 하수민, 고영일, 위재형, 김지훈, S. Y. Jeung, T. Tojo, 양철민, 김융암
						② Rapid, Repetitive and Selective NO2 Gas Sensor Based on Boron-doped Activated Carbon Fibers
						③ Applied Surface Science
				탄소재료		④ 531, 147395
						⑤
						⑥ 2020
						⑦ DOI: 10.1016/j.apsusc.2020.147395
	- 포러스 탄소섬유 표면에 보론 관능기 도입에 의한 NO2 가스 센서 개발 - 고온 열처리에 의해 보론 관능기를 도입함으로써 전기전도성 향상과 더블어 NO2 가스에 대한 선택성 향상 - NO2 가스에 대한 선택성과 더불어 뛰어넌 안정성 보유함 - 관련 기술을 이용하여 특허권 확보: 특허등록번호 10-2190734 - Materials Science, Coatings & Films JCR 상위 2.38%, IF 6.707					
5	김융암	10083848	이공계열	재료공학	저널논문	① 위재형, 김융암, 양철민
						② Sequential doping of nitrogen and oxygen in single-walled carbon nanohorns for use as supercapacitor electrodes
						③ Microporous and Mesoporous Materials
				탄소재료		④ 310, 110595
						⑤
						⑥ 2021
						⑦ DOI: 10.1016/j.micromeso.2020.110595
	- 탄소나노혼에 선택적으로 질소와 산소를 도핑하여 고성능, 고용량 전극 제조 - 탄소나노혼 표면에 CVD를 이용하여 질소 및 산소 도핑하여 높은 표면적당 용량 구현함 - 탄소나노혼 표면에 질소함유 탄소막 형성 및 질산 처리에 의한 산소 도입에 의해 고용량 전극 - 전북 키스트와 지속적인 공동연구 진행 중 - Chemistry, Physical JCR 24.11%, IF 5.455					
6	김융암	10083848	이공계열	재료공학	저널논문	① 김지훈, 고영일, 김융암, K. S. Kim, 양철민
						② Sulfur-doped carbon nanotubes as a conducting agent in supercapacitor electrodes
						③ Journal of Alloys and Compounds
				탄소재료		④ 855, 157282
						⑤
						⑥ 2021
						⑦ DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.157282

<table>
<tr><td></td><td colspan="7">- 황이 도핑된 탄소나노튜브 제조 및 이를 이용한 슈퍼커패시터 전도성 첨가제로서 고성능 전극 제조
- CVD 방법을 이용하여 황이 도핑된 탄소나노튜브 제조
- 황 도핑 탄소나노튜브의 슈퍼커패시터 전도도 첨가제로소 평가
- 전북 키스트와 지속적인 공동연구 진행 중
- Metallury & Metallurgical Engineering, JCR 7.22%, IF 5.316</td></tr>
<tr><td rowspan="8">7</td><td rowspan="8">김융암</td><td rowspan="8">10083848</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학

탄소재료</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① C-H. Lee, 최고봉, E. M. Kim, J. Lee, J. Lee, H. G. Moon, M. J. Kim, 김융암, 서태훈</td></tr>
<tr><td>② Gas barrier performance of hexagonal boron nitride monolayers grown on copper foils with electrochemical polishing</td></tr>
<tr><td>③ Applied Science</td></tr>
<tr><td>④ 11, 4599</td></tr>
<tr><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.3390/app11104599</td></tr>
<tr><td colspan="7">- CVD에 의한 다층 BN 필름이 제조 및 이를 이용한 가스 배리어 특성 향상
- 전기화학적 폴리싱에 의해 구리촉매를 제조함으로써 BN 필름 제조
- 제조된 BN 필름의 높은 가스 배리어 특성
- 생산기술연구원와 지속적인 공동연구 진행 중
- Physics, Applied JCR 45.31%, IF 2.679</td></tr>
<tr><td rowspan="8">8</td><td rowspan="8">김융암</td><td rowspan="8">10083848</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학

탄소재료</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① 전우식, 김창효, 위재형, 김지훈, 김융암, 양철민</td></tr>
<tr><td>② Sulfur-doping effects on the supercapacitive behavior of porous spherical graphene electrode derived from layered double hydroxide template</td></tr>
<tr><td>③ Applied Surface Science</td></tr>
<tr><td>④ 558, 149867</td></tr>
<tr><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1016/j.apsusc.2021.149867</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 황이 도입된 그래핀을 제조 하였으며 이를 이용한 고능성 전극 제조
- 황이 도입된 포러스 그래핀은 높은 전기전도성, 젖음성 그리고 슈도용량 부여
[융합소재, 에너지소재] 포러스 그래핀 제조 시 황의 선택적 도입
- 키스트 전북분원과 지속적인 공동연구 진행 중
- Materials Science, Coatings & Films JCR 상위 2.38%, IF 6.707</td></tr>
<tr><td rowspan="8">9</td><td rowspan="8">박종진</td><td rowspan="8">11005402</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학

기능성고분자</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① 박상기, 최형섭, 조유장, 정재선, Jingzhe Sun, 차석준, 최민석, 배지현, 박종진</td></tr>
<tr><td>② Wearabel Strain Sensors with Alighned Macro Carbon Cracks Using a Two-Dimensional Triaxial-Braided Fabric Structure for Monitoring Human Health</td></tr>
<tr><td>③ ACS Applied Materials & iNTERFACES</td></tr>
<tr><td>④ 353, 849</td></tr>
<tr><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1021/ACSAMI.1C01961</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 텍스타일 섬유와 카본잉크를 이용한 웨어러블 압저항 센서를 구현하여 착용시 신체의 운동 변화, 생체신호를 감지 할 수 있는 시스템을 구현 함
- 착용시 인체에 무해한 텍스타일 섬유과 카본잉크를 전극으로 사용함
- 텍스타일 섬유와 카본잉크를 혼합한 복합 전극 섬유로 융합소재를 구현한 센서
- 1저자 박상기 박사졸업생은 한국과학기술연구원 복합소재 센터 박사후 과정연구원으로 근무 중,</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="6">- Environmental/Chemical Engineering 2분야 JCR 상위 2.88%/3.99%, IF 8.355 (보정IF 1.1, 보정ES 2.7).</td></tr>
<tr><td rowspan="8">10</td><td rowspan="7">윤현석</td><td rowspan="7">10193200</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① Thanh-Hai Le, 이상혁, 조혜미, 정강훈, 장민철, 윤현석</td></tr>
<tr><td>② Morphology-Dependent Ambient-Condition Growth of Perovskite Nanocrystals for Enhanced Stability in Photoconversion Device</td></tr>
<tr><td>③ The Journal of Physical Chemistry Letters</td></tr>
<tr><td>④ 1948-7185</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기능성고분자</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021.06.10</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI:10.1021/acs.jpclett.1c01376</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 에너지, 촉매, 환경 분야 신소재로 각광 받고 있는 페로브스카이트 2D 나노결정의 성능 안정성 향상 (한달 동안 광전환 유지율 44%로 대조군 대비 약 3배 높은 안정성을 나타냄)
- 기상 조건에서도 자발적 응집을 통한 defect-free 결정 성장을 관찰할 수 있었으며, 이를 통한 효율적 전하수송을 통해 물성 향상 및 장기간 안정성 향상을 관찰할 수 있었음.
- 해당 기술을 기반으로 탄소나노소재와의 나노하이브리드 제조 및 나노결정 기반 superlattice 제조 관련 후속 연구 진행 중
- 본 연구는 The Journal of Physical Chemistry Letters (IF, 6.475; 물리학, 원자, 분자 및 화학 분야 JCR, 상위 7.32%)에 게재됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="8">11</td><td rowspan="7">윤현석</td><td rowspan="7">10193200</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① Thanh-Hai Le, 이상혁, 허은서, 이운한, 이하늬, 조혜미, 양갑승, 장민철, 윤현석</td></tr>
<tr><td>② Controlled Anisotropic Growth of Layered Perovskite Nanocrystals for Enhanced Optoelectronic Properties</td></tr>
<tr><td>③ Chemical Engineering Journal</td></tr>
<tr><td>④ 128045</td></tr>
<tr><td rowspan="3">소재개발</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021.07.15</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI:10.1016/j.cej.2020.128045</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 2D 나노결정 표면에서 epitaxial 성장과 트랜지스터형 광변환 장치에서 장기간 성능 안정성 확인.
- 개별 나노결정의 특성을 저하시키지 않으면서 전극기판에 나노결정 조립허용을 관찰할 수 있었으며, 이를 통한 효율적 전하수송을 통해 물성 향상 및 장기간 안정성 향상을 관찰할 수 있었음.
- 해당 기술을 기반으로 탄소나노소재와의 나노하이브리드 제조 및 나노결정 기반 superlattice 제조 관련 후속 연구 진행 중
- 본 연구는 Chemical Engineering (IF, 13.273; 화학공학분야 JCR, 2.5%) 에 게재됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="8">12</td><td rowspan="7">윤현석</td><td rowspan="7">10193200</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① Thanh-Hai Le, 이상혁, 조혜미, 김민진, 이지선, 장민철, 윤현석</td></tr>
<tr><td>② Deep Exciton Self-Trapping Cu-Based Perovskite Nanocrystals for Optoelectronic Applications</td></tr>
<tr><td>③ ACS Appl. Nano Mater.</td></tr>
<tr><td>④ 7621-7627</td></tr>
<tr><td rowspan="3">소재개발</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021.08.27</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI:10.1021/acsanm.1c01642</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 나노결정의 체계적인 크기와 모양 제어를 통해 전자적 및 광학적 특성 제어
- PNC 나노결정의 크기, 모양과 유기 리간드의 사슬 길이의 관계를 확인함으로써 광범위한 응용분야에서 원하는 모양의 고품질 구리 할로겐화물 PNC를 제조하는 다양한 방법을 확인할 수 있었</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="7">음.
- 해당 기술을 기반으로 탄소나노소재와의 나노하이브리드 제조 및 나노결정 기반 superlattice 제조 관련 후속 연구 진행 중
- 본 연구는 The Journal of ACS Applied Nano Materials (IF, 5.097; 나노과학 및 나노기술 분야 JCR, 상위 33.07%)에 게재됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="8">13</td><td rowspan="8">이두진</td><td rowspan="8">10181
551</td><td rowspan="8">이공계
열</td><td rowspan="4">고분자
재료</td><td rowspan="8">저널논
문</td><td colspan="2">① 박성열, 김성윤, 이두진, 송영석</td></tr>
<tr><td colspan="2">② Micro-Macroscopic coupled modeling for the prediction of synergistic improvement on the thermal conductivity of boron nitride and multi-walled carbon nanotube reinforced composites</td></tr>
<tr><td colspan="2">③ Composites Part A: Applied Science and Manufacturing</td></tr>
<tr><td colspan="2">④ 148, 106474-</td></tr>
<tr><td rowspan="4">제조공
정기술</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021.08.01</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1016/j.compositesa.2021.106474</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 나노융복합소재의 고방열 특성을 개발하여 고효율 에너지, 에너지 절감형 복합소재를 구현할 수 있는 기술로써, 실험적 결과와 함께 이론적 해석을 수행하여 열전도 특성에 미치는 인자를 파악함
- 상용화되고 있는 고방열 에너지 절감형 소재를 활용하여 실제 공정 및 에너지 절감에 적용할 수 있는 소재를 구현함
- 고방열 복합소재는 실제 생활에서 널리 응용되고 있으며, 이를 이용하여 에너지 절감형 복합소재를 구현할 수 있기 때문에 그 산업적 효과는 상당하며, 이론적 모델 제시를 통하여 에너지 절감효과를 극대화시킴
- 관련 기술을 이용하여 후속논문으로 Carbohydrate Polymers (Polymer Science 분야 JCR 상위 2.84%, IF 9.381, 보정IF 1.262, 보정ES 2.142).에 2021.11.15. 자 논문 게재
- Engineering, Manufacturing 분야 JCR 상위 8%, IF 7.66 (보정IF 0.971, 보정ES 1.247)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">14</td><td rowspan="8">장민철</td><td rowspan="8">10945
591</td><td rowspan="8">이공계
열</td><td rowspan="4">고분자
재료</td><td rowspan="8">저널논
문</td><td colspan="2">① 황혜숙, 김융암, 장민철</td></tr>
<tr><td colspan="2">② Influenza-host interplay and strategies for universal vaccine development</td></tr>
<tr><td colspan="2">③ Vaccines</td></tr>
<tr><td colspan="2">④ 8(3), 548</td></tr>
<tr><td rowspan="4">제조공
정기술</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2020.09.20</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.3390/vaccines8030548</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 인플루엔자 바이러스-숙주 간 분자 수준의 상호작용 메카니즘과 최근의 연구 전략들의 이해를 통한 새로운 백신개발의 가능성 제시
- 인플루엔자 백신 개발을 위한 유용한 전략 제안
- 인플루엔자 면역에 대한 기본적인 이해와 바이러스가 유전 물질을 운반하는 여러 메커니즘 제안
- MEDICINE, RESEARCH & EXPERIMENTAL 분야 JCR 상위 44.64%, IF 4.422</td></tr>
<tr><td rowspan="8">15</td><td rowspan="8">장민철</td><td rowspan="8">10945
591</td><td rowspan="8">이공계
열</td><td rowspan="4">고분자
재료</td><td rowspan="8">저널논
문</td><td colspan="2">① Vinh Van Tran, Nhu Hoa Thi Tran, 황혜숙, 장민철</td></tr>
<tr><td colspan="2">② Development strategies of conducting polymer-based electrochemical biosensors for virus biomarkers: Potential for rapid COVID-19 detection</td></tr>
<tr><td colspan="2">③ Biosensors & Bioelectronics</td></tr>
<tr><td colspan="2">④ 182, 113192</td></tr>
<tr><td rowspan="4">제조공
정기술</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021.06.15</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1016/j.bios.2021.113192Get rights and content</td></tr>
<tr><td colspan="7">- 코로나 19 바이러스 탐지를 위한 전도성 고분자 기반 바이오센서의 개발 전략 및 전망 제안</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="6">- 다양한 바이오마커의 검출을 기반으로 전도성 고분자 기반 전기화학적 바이오센서의 코로나 19 바이러스 검출 가능성에 대한 과학적 증거 제공
- 생체 분자 바이오마커와 전도성 고분자 사이의 문제들과 해결방안 전기화학적 바이오센서로의 응용 등 포괄적인 개요를 제시
- CHEMISTRY분야 JCR 상위 3.0%, IF 10.618 (JCR 0.6% Chemistry, Analytical 2019적용)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">16</td><td rowspan="8">지원석</td><td rowspan="8">11168025</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">고분자공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① 정재원, 조경렬, 최솔잎, 김융암, 윤현석, 류상완, 정재한, 장민철</td></tr>
<tr><td>② Biodegradation of polystyrene by bacteria from the soil in common environments</td></tr>
<tr><td>③ Journal of Hazardous Materials</td></tr>
<tr><td>④ 416, 126239</td></tr>
<tr><td rowspan="4">환경공학</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021.08.15</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.126239</td></tr>
<tr><td colspan="6">- 주변 환경에서 얻을 수 있는 박테리아를 통하여 고분자 분해 확인 및 매커니즘 제안
- 초기 연구 단계의 연구 증명 및 지속성이 높은 방식 제안
- 고분자 분해 방법 적용, 지속적인 분해 방법을 통한 에너지 소비저감 극대화
- 관련 기술을 이용한 후속 에너지 효율적인 고분자 분해 특허 및 논문 준비
- Environmental Science/Engineering, Environmental 2분야 JCR 상위 3.64%/7.41%, IF 10.588.</td></tr>
<tr><td rowspan="8">17</td><td rowspan="8">허수미</td><td rowspan="8">11184897</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">고분자공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① 김은지, Jaeman J. Shin, Taeyang Do, 이규선, 박주해, Vikarm Thapar, 최지웅, 방주나, Gi-Ra Yi, 허수미*, Jeung Gon Kim*, and Bumjoon J. Kim*</td></tr>
<tr><td>② Molecular Weight Dependent Morphological Transitions of Bottlebrush Block Copolymer Particles: Experiments and Simulations</td></tr>
<tr><td>③ ACS Nano</td></tr>
<tr><td>④ 15(3), 5513-5522</td></tr>
<tr><td rowspan="4">고분자재료계산</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021.02.16</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1021/acsnano.1c00263</td></tr>
<tr><td colspan="6">- 바틀브러쉬 이멀전 드랍에서 backbone의 분자량에 따른 모폴로지 변화를 실험과 계산을 통해 밝힘
- 용액공정상의 고분자 이멀전의 모폴로지변화를 보이는 메조스케일의 시뮬레이션. 곡면의 계면, 용액상, 바틀브러쉬등이 모두 고려된 시뮬레이션
[융합소재, 에너지 저장, 에너지 효율향상] 블락바틀브러쉬 모톨로지 제어를 통한 융합소재 개발에 기여가능
- 블락공중합체 이멀전 드랍내에서 나노입자의 분산에 관한 실험 연구의 결과를 설명하기 위한 시뮬레이션 기법 개발로 확장해서 연구진행중.
- JCR 10%, IF 15.881</td></tr>
<tr><td rowspan="8">18</td><td rowspan="8">허수미</td><td rowspan="8">11184897</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">고분자공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① 허수미, Vikram Thapar, Abelardo Ramírez-Hernández, Paul F. Nealey, Juan J. de Pablo</td></tr>
<tr><td>② Mesoscale Simulations of Polymer Solution Self-Assembly: Selection of Model Parameters within an Implicit Solvent Approximation</td></tr>
<tr><td>③ Polymers</td></tr>
<tr><td>④ 13(6), 953</td></tr>
<tr><td rowspan="4">고분자재료계산</td><td>⑤</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021.03.19</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.3390/polym13060953</td></tr>
<tr><td colspan="6">- 다양한 용매성질과 전 농도 범위에서 고분자 용액의 거동을 해석할 수 있는 단일 메조스케일 시뮬레이션 플랫폼
- 단일 고분자 사슬, 마이셀, semi-dilute, 멜트등 모든 범위의 고분자 거동을 단일 모델로 수치모사 가능.</td></tr>
</table>

	용매성질, 농도, 계면장력의 거시적인 물성치를 입력으로 모델 파라미터 선정가능. - 다양한 고분자 용액공정에 적용하여 소재 성능 향상을 가져올 수 있는 인자해석에 적용할 수 있으리라 기대됨 - 개발된 시뮬레이터를 블락바틀브러쉬 이멀전 드랍에 확장하여 실험팀과의 협업으로 ACS Nano 15 (3), 5513-5522 게재 - JCR 25%, IF 4.329

② 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2020.9.1.-2021.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	[저널논문] Thanh-Hai Le, 이상혁, 허은서, 이운한, 이하늬, 조혜미, 양갑승, 장민철, 윤현석 “Controlled Anisotropic Growth of Layered Perovskite Nanocrystals for Enhanced Optoelectronic Propertie”, Chemical Engineering Journal, 416, 128045 (2021) - 2D 나노결정 표면에서 epitaxial 성장과 트랜지스터형 광변환 장치에서 장기간 성능 안정성 확인. - 개별 나노결정의 특성을 저하시키지 않으면서 전극기판에 나노결정 조립허용을 관찰할 수 있었으며, 이를 통한 효율적 전하수송을 통해 물성 향상 및 장기간 안정성 향상을 관찰할 수 있었음. - 해당 기술을 기반으로 탄소나노소재와의 나노하이브리드 제조 및 나노결정 기반 superlattice 제조 관련 후속 연구 진행 중 - 본 연구는 Chemical Engineering (IF, 13.273; 화학공학분야 JCR, 2.5%) 에 게재됨.
2	[저널논문] Vinh Van Tran, Nhu Hoa Thi Tran, 황혜숙, 장민철 “Development strategies of conducting polymer-based electrochemical biosensors for virus biomarkers: Potential for rapid COVID-19 detection”, Biosensors & Bioelectronics, 182, 113192 (2021) - 코로나 19 바이러스 탐지를 위한 전도성 고분자 기반 바이오센서의 개발 전략 및 전망 제안 - 다양한 바이오마커의 검출을 기반으로 전도성 고분자 기반 전기화학적 바이오센서의 코로나 19 바이러스 검출 가능성에 대한 과학적 증거 제공 [바이오마커, 전기화학 바이오센서, 전도성 고분자] 생체 분자 바이오마커와 전도성 고분자 사이의 문제들과 해결방안 전기화학적 바이오센서로의 응용 등 포괄적인 개요를 제시 - CHEMISTRY분야 JCR 상위 3.0%, IF 10.618 (JCR 0.6% Chemistry, Analytical 2019적용)
3	[저널논문] 김은지, Jaeman J. Shin, Taeyang Do, 이규선, 박주해, Vikarm Thapar, 최지웅, 방주나, Gi-Ra Yi, 허수미*, Jeung Gon Kim*, and Bumjoon J. Kim* “Molecular Weight Dependent Morphological Transitions of Bottlebrush Block Copolymer Particles: Experiments and Simulations”, ACS Nano, 15(3), 5513-5522 (2021) - 바틀브러쉬 이멀전 드랍에서 backbone의 분자량에 따른 모폴로지 변화를 실험과 계산을 통해 밝힘 - 용액공정상의 고분자 이멀전의 모폴로지변화를 보이는 메조스케일의 시뮬레이션. 곡면의 계면, 용액상, 바틀브러쉬등이 모두 고려된 시뮬레이션 - 블락바틀브러쉬 모톨로지 제어를 통한 융합소재 개발에 기여가능 - 블락공중합체 이멀전 드랍내에서 나노입자의 분산에 관한 실험 연구의 결과를 설명하기 위한 시뮬레이션 기법 개발로 확장해서 연구진행중. - JCR 10%, IF 15.881

4	[저널논문] 정재원, 조경렬, 최솔잎, 김융암, 윤현석, 류상완, 정재한, 장민철, 지원석, “Biodegradation of polystyrene by bacteria from the soil in common environments”, Journal of Hazardous Materials, 416, 126239 (2021) - 주변 환경에서 얻을 수 있는 박테리아를 통하여 고분자 분해 확인 및 매커니즘 제안 - 초기 연구 단계의 연구 증명 및 지속성이 높은 방식 제안 - 고분자 분해 방법 적용, 지속적인 분해 방법을 통한 에너지 소비저감 극대화 - 관련 기술을 이용한 후속 에너지 효율적인 고분자 분해 특허 및 논문 준비 - Environmental Science/Engineering, Environmental 2분야 JCR 상위 3.64%/7.41%, IF 10.588.

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

-특허의 우수성

성명	연구자 등록번호	번호	발명의 명칭	출원(등록)번호	출원 (등록)국	출원 (등록) 구분	출원 (등록) 기관	출원 (등록)일
김융암	10083848	1	균일한 나노 사이즈의 기공을 갖는 그래핀의 제조방법	10-2190734	대한민국	등록	전남대학교 산학협력단	20201208
- 붕소의 그래핀 내 치환 도핑 및 탈리에 의해 나노사이즈의 균일한 나노 포아를 지닌 그래핀 제조 - 붕소 탈리에 의한 원자 크기의 결함으로부터 나노크기의 포아 생성 - 원소 크기의 결함 도입에 의한 선택적 필터 - 논문 작성 중								
김형우	10838435	2	자가치유가 가능한 무기물 하이드로젤 나노 복합체의 제조방법	10-2290930	대한민국	등록	전남대학교 산학협력단	20210811
- 2차원 층상재료인 MoS_2를 이용한 복합 하이드로겔 네트워크 제조법 검증 - 추가적인 가교제나 외부 자극 없이 중합이 가능하며 MoS_2함량에 따라 하이드로젤 재료의 탄성 및 강도 제어 가능함. 또한, 비공유 가교 네트워크로 인한 자가 치유가 가능함을 증명. - 유,무기 기반의 자가치유형 소재로 에너지 변환 및 효율 제어 적용 가능 - 논문 게재 (ACS Appl. Mater. Interfaces, 2020, 12, 8642)								
박종진	11005402	3	삼차원텍스타일 구조의 압력 전달체를 갖는 압전센서	10-2290936	대한민국	등록	전남대학교 산학협력단	20210811
- Multi local strain을 부여하는 3차원 텍스타일을 구조로 압력 증폭 압전 센서를 제조하여 착용가능한 고감도 센서를 구현 함 - 상용화 가능한 3차원 텍스타일 압전 센서 단위 구조체를 개발하여 기술 이전 함 - 3차원 텍스타일 필라멘트 구조를 이용한 섬모형 섬유 구조를 설계하여 고분자 압전 소재에 국부적인 다중 압력 스트레인을 부가하는 에너지 발생 및 자가충전형 센서 시스템 개발 - 관련 기술을 이용한 고감도 텍스타일 센서 특허권 확보: 고감도 센서 기술을 논문 발표하여 기술검증 및 기술이전 2천만원 나노에너지 발표 : Nano Energy 74(2020) 104932 - 공동 발명자 안성철 학생은 2021년 한국화학연구원 인턴 연구원 근무 후 2022년 3월 KAIST 신소재공학과 박사과정 국비 입학 예정								
박종진	11005402	4	깃털 구조를 이용하는 마찰전기 발생장치	10-2216926	대한민국	등록	전남대학교 산학협력단	20210210
- Hyper branched 구조를 갖는 깃털을 이용하여 마찰전기의 효율을 극대화함 - 자연에서 얻을 수 있는 나노 구조체를 이용한 자연모사 소재 응용 - Hyper branched 구조 기반의 나노 융합소재를 이용하여 일반 소재로는 구현하기 어려운 공기역학에 따른 부피								

<table>
<tr><td colspan="8">변화와 마찰면적 변화를 극대화시켜 에너지 효율을 향상시킴
- 관련 기술을 이용한 논문 발표
나노에너지 발표 : Nano Energy 61(2019) 370-380
- 기술 검증된 내용을 바탕으로 중소기업 업체에서 기술이전을 위한 협상 진행 중</td></tr>
<tr><td>박종진</td><td>11005402</td><td>5</td><td>그라디에이션 변색 마이크로캡슐 및 이의제조방법,이를 이용한 정보 표시모듈의 제조방법</td><td>10-2190731</td><td>대한민국</td><td>등록</td><td>전남대학교 산학협력단</td><td>20201208</td></tr>
<tr><td colspan="8">- 상전이 물질을 함유하고 온도에 따라 변색성을 갖는 염료를 혼합한 마이크로 캡슐을 형성함
- 온도에 따라 색깔이 변색되고 에너지를 흡수하여 단열재로 사용 가능한 외장재용 융합소재를 개발하여 특허권을 확보함
- 관련 기술을 바탕으로 단열 외장 소재 및 가변성 외벽을 구성하는 기술을 지속적으로 개발할 예정임</td></tr>
<tr><td>박종진</td><td>11005402</td><td>6</td><td>정전용량방식 섬유형 터치패드 및 그 제조방법</td><td>10-2180599</td><td>대한민국</td><td>등록</td><td>전남대학교 산학협력단</td><td>20201112</td></tr>
<tr><td colspan="8">- 텍스타일을 구조로 정전 방식의 터치 패드 센서를 제조하여 착용 가능한 고감도 터치 센서를 구현 함
[융합소재, 에너지 저장, 에너지효율 향상] 착용 가능하고 입어서 편리한 터치 센서를 융합소재로 구현하여 에너지 저장 및 효율 증대를 확인하기 위한 입력 센서로 융합할 예정임
- 기반 기술을 확보하여 융합소재 기반 에너지 저장 소재와 연계하여 종합적인 착용 가능한 웨어러블 시스템을 에너지 발생장치와 융합하여 구현할 예정임</td></tr>
<tr><td>박종진</td><td>11005402</td><td>7</td><td>축열 마이크로캡슐 및 그의 제조 방법</td><td>10-2172399</td><td>대한민국</td><td>등록</td><td>전남대학교 산학협력단</td><td>20201026</td></tr>
<tr><td colspan="8">- 상전이 물질을 함유한 마이크로 캡슐 표면에 열전도성이 우수한 나노 금속 입자를 도입하여 열전도율을 개선함
- 단열 물질의 성질 및 열전도율이 우수한 방열 물질의 성능을 도입한 융합소재의 권리 확보
- 단열소재에 적용하면 상정이 물질이 온도에 따른 열에너지를 흡수하고 그에 따라 쌓인 열에너지를 방출할 수 있는 마이크로 켑슐로 에너지효율을 향상하는 물질을 개발함
- 관련 기술을 이용하여 중소 기업 업체에 기술이전을 위한 LINC+ 과제 진행 중</td></tr>
<tr><td>윤현석</td><td>10193200</td><td>8</td><td>카벤/탄소나노물질 복합체 제조방법</td><td>10-2211144000 0</td><td>대한민국</td><td>등록</td><td>전남대학교 산학협력단</td><td>20210127</td></tr>
<tr><td colspan="8">- 카벤화합물을 이용하여 관능기가 도입된 복합체 또는 광학적 및 전기화학적 특성이 개선된 새로운 나노소재를 제공함.
- 형광 물질의 광불안정성, 형광 물질의 농도, 극성 온도 등과 같은 형광 물질 자체의 불안정한 요인들을 최소화 할 수 있는 새로운 광학센서용 재료를 개발함
- 전기화학적 에너지저장장치에 응용하면 성능을 제어하여 유사 커패시턴스 영역과 전기이중층 커패시턴스 영역이 공존하는 특성을 가진 최적화된 성능을 갖는 하이브리드 커패시터로도 응용가능 함.
- 관련 기술을 이용하여 논문 게재 : Nanoscale 12(2020) 13351</td></tr>
<tr><td>윤현석</td><td>10193200</td><td>9</td><td>2차원 나노물질 박리상태유지용 조성물, 상기 조성물을 이용한 2차원나노물질적층형구조체 및 그 제조방법</td><td>10-2157386</td><td>대한민국</td><td>등록</td><td>전남대학교 산학협력단</td><td>20200911</td></tr>
<tr><td colspan="8">- 카벤유도체의 암부 및 작용기의 종류에 따라 2차원 나노물질과 카벤화합물 사이에 공유결합 또는 비공유결합을 제어 가능하게 하는 다양한 적층형 구조체를 제조, 또한 제조 방법을 개발.
- 촉매로만 사용되었던 카벤 유도체를 새로운 용도로서 2차원나 노물질을 박리 혹은 박리상태 유지를 위한 조성물로 제조.
- 물리적, 화학적 박리 방법으로 박리된 2차원 나노물질이 박리된 상태를 유지하지 못하고 응집되는 현상을 방지하여 콜로이드 형태 시 분산성 및 안정성이 매우 낮은 문제점을 보완함으로써 박리상태를 유지 가능한 새로운 소재를 개발.
- 발명자 채수빈 학생은 2021년 FITI 시험연구원 취업, 공동 발명자 김세민 학생은 2021년 한국화학연구원 취업</td></tr>
<tr><td>장민철</td><td>10945591</td><td>10</td><td>전단코팅을 이용한 다공성 공액 고분자</td><td>10-2019-0176686</td><td>대한민국</td><td>등록</td><td>전남대학교 산학협력단</td><td>20210802</td></tr>
</table>

			박막의 제조 방법 및 상기 제조방법으로 제조된 다공성 공액 고분자 박막					
- 공액 고분자와 절연 고분자의 기계적 물성과 환경 안정성의 효과적 향상 - 조성비의 조절을 통한 유연하며 신축성 있는 전자기기로서의 응용 가능성 - 공액 고분자 조성물과 큰 용해도 계수 차를 갖는 절연 고분자의 혼합, 전단 코팅을 진행하여 박막 내 기공 모양을 갖는 작은 섬 형태 형성 - 발명자로 참여한 조경렬 석사과정 졸업생은 국외 박사 과정 (University of Massachusetts Amherst) 진학(2021.09.01.)								

-기술이전의 우수성

연번	참여교수명	연구자등록번호	전공분야 / 세부전공분야	실적구분	특허, 기술이전, 창업 상세내용
	특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성				
1	박종진	11005402	재료공학 / 스마트 구조	기술이전 (현물출자)	① 박종진, 안성철, 조유장, 박상기 ② 삼차원 텍스타일 구조의 압력 전달체를 갖는 압전 센서 ③ ㈜ 싸이버 메틱 ④ 20,000천원 10-2290936 ⑤ 2020년
	기술이전 등록 특허 [10-2290936]는 외측, 내측에 3차원 모노필라멘트로 구성된 텍스타일을 압전성 필름에 대향하여 배치는 기술로 외부 압력에 대해 국부적인 스트레인 포인트가 증가 되어 압전 성질이 증폭되어 나노에너지 제너레이터 및 압전기반 고감도 압력 센서를 제조할 수 있는 방법에 관한 것임. 외부의 압력으로 에너지를 생산 할 수 있을 뿐만 아니라 신체에 착용 가능한 압력 센서는 적용 부위에 따라 신체의 운동을 감지하거나 호흡을 감지하거나 신발에 인솔로 사용하는 압력 센서는 걸음걸이 변화에 따라 치매를 예측할 수 있는 센서 시스템으로 구성 가능하다. 또한, 스마트폰으로 신호를 보낼 수 있는 압력 감지 시스템에 사용될 수 있어 또한, 맥파, 심박수, 심근이완, 맥박, 성문 분석, 관절 이완 감지 시스템 등에서 생체정보전달 소자로서 유용하게 이용될 수 있다. ㈜싸이버 메딕에서 걸음걸이를 분석할 수 있는 압력센서로 제작하여 신규 사업에 필요로 하는 핵심 기술을 제공 함. 본 특허를 바탕으로 작성된 센서는 Nanoe Energy 74(2020) 104932(dor, org/10.1016/j.nanoen.2020.104932)에 발표 되어 기술의 우수성을 입증하였고 ㈜싸이버 메딕에서 본 기술을 이전받아 (이전료 총20,000천원)되어, 사업화를 계획하고 있음.				

2. 산업·사회에 대한 기여도

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	주제
	실적의 적합성과 우수성			
1	김융암	10083848	나노복합소재	나노섬유기반 방수, 방진, 통음 원단 제조
	협력기업명: 아모그린텍 (연구소장: 김찬) 사업기간: 2021.04.-2021.12.			

	사업내용: 월드클래스플러스 사업 일환으로 아모그린텍, 전남대학교와 섬유소재연구원이 산학연으로 진행 중임. 이 연구의 목적은 전기방사에 의해 제조된 나노멤브레인은 전자기기 노출 시 내부와 외부의 압력평형을 유지하면서 방수, 방진 특성과 통음 기능을 제공하는 원단으로서 스피커와 리시버, 마이크의 왜곡현상을 최소할 수 있는 4차 산업혁명의 핵심적인 부품 소재를 개발하는 데 기여하고 있다.
2	김형우 | 10838435 | 현장실습 | 현장실습 협력기업명: ㈜ 재이디 실습기간: 2020.11.30.-2020.12.04. 실습내용: ▪ 실습내용은 기업의 전반적인 소개와 현재 개발하고 있는 제품에 대한 설명 및 실습으로 진행됨. ▪ '(주)재이디'는 깨끗하고 건강한 생활을 위한 물을 만들고자 살균소독제와 살균수제조장치에 관한 개발을 진행하고 있음. ▪ 살균수제조장치를 이용하여 차아염소산수를 포함하는 살균수를 만들 수 있음. ▪ 생성된 살균수는 모든 식재료와 주방도구, 가정 내의 살균 소독이 필요한 모든 곳에 사용할 수 있음. ▪ 재이디의 살균수제조장치는 내부에 열선센서를 장착하여 생성된 차아염소산수의 온도를 유지함으로써 살균효과를 극대화할 수 있음. ▪ 살균소독제는 시박(SIBARC), 바이러캐쳐(VIRURCATCHER), 새라수(SAERASU)가 있으며, 그 중 새라수는 구절초 추출물이 포함되어 냄새 제거에도 용이함. ▪ 살균소독제의 주 성분은 미산성차염소산수 (HClO)로 락스와 같은 차아염소산나트륨보다 뛰어난 살균력을 가짐. ▪ COVID-19와 같은 '호흡기 세포융합 바이러스' 시험을 통과하여 바이러스 사멸에 강한 효과를 나타낼 수 있음을 입증함. ▪ 실습으로는 살균수제조장치의 구조와 원리를 배우고 실제로 살균수를 만들어 사용해봄. ▪ 살균소독제가 세균과 바이러스의 DNA와 효소를 공격하여 살균작용이 일어남을 배움. ▪ 살균소독제를 직접 만들어 살균, 탈취 능력을 측정하였고 물과 비교했을 때 실제로 약 99 %의 살균효과를 확인함. ▪ 해당 활동을 통해 실제 기업에서 진행되는 연구와 기술 개발의 과정에 대한 이해도를 높일 수 있었음.
3	박종진 | 11005402 | 에너지 및 전자재료 | 통기성 필름 성능개선 해결 협력기업명: 이폴리텍 (대표자: 최상환) 사업기간: 2021.07.01.~2022.03.31. 사업내용: 중소기업기술진흥원의 공학컨설팅 센터 사업의 일환으로 대학에서 보유하고 있는 기술로 업체의 애로사항을 해결하기 위한 컨설팅을 진행 중임. 통기성 필름의 몰포로지를 제어하여 일정한 통기성을 유지하여 신선도 유지 포장 필름을 개발하고자 함. 본 과제에서는 협력기업의 사업분야인 폴리에틸렌 복합체 사업과 이를 기본으로 폴리에틸렌 필름을 이용한 식품용 포장 사업 확대를 위한 기반기술을 개발하기 위한 자문으로 통기성 필름의 신규 적용 가능성을 검증하여 대상기술의 사업화(기술이전)를 추진 중에 있음
4	박종진 | 11005402 | 에너지 및 전자재료 | 상전이 물질 기반 단열재 개발 협력기업명: 비에이에너지 (대표자: 강태영) 사업기간: 2021.06.01.~2021.12.31. 사업내용: LINC+ 사업의 일환으로 대학에서 보유하고 있는 상전이 물질 특허 기술을 이용한 단열재 개발 기술이전을 위한 공동연구를 진행 중임. 상전이 물질을 함유한 마이크로 캡슐표면에 나노 금속 물질을 도입하여 열전도성을 향상 시킨 물질로 구성된 단열재를 완성하여 이 기술을 사업화 추진중에 있음, 본 과제에서는 협력기업의 사업분야인 단열복합 소재 사업과 이를 기본으로 에너지 저장장치 (ESS)에 적용한 단열재 사업 확대를 위한 기반기술로 신규 적용 가능성을 검증하여 대상기술의 기술이전료 2천만원을 받을 예정임.
5	박종진 | 11005402 | 에너지 및 전자재료 | 판상형 무기소재 개발 협력기업명: KC (대표자: 박주봉 회장) 사업기간: 2019.07.01.~2022.12.31. 사업내용: 산업기술 혁신사업의 일환으로 초저가 공정을 이용한 내오염성이 우수한 무기입자 복합 생분해성 포장필름 개발을 협력 사업체와 컨소시엄을 구성하여 2년반 동안 진행해오고 있음. 본 과제에서 판상형 구조를 갖는 몬모릴로나이트(MMT)의 층간에 4급 암모늄을 삽입하여 비표면적을 증가시켜 배리어 특성을 확보한 생분해 포장필름을 개발 함. 특히 저가의 4급 암모늄을 적용하여 기존 공정보다 1/10 적은 비용으로 배리어 특성

	을 갖는 공정 개발을 하여 생분해 필름의 공정 단가를 낮추는데 기여를 하고 특허권을 2개 확보하여 사업화에 가격 경쟁력을 확보할 수 있는 핵심기술을 제공 함.			
6	박종진	11005402	에너지 및 전자재료	압전 에너지 장치 개발
	협력기업명: ㈜사이버메딕 (대표자: 정호춘) 사업기간: 2020.07.01.~2020.12.31. 사업내용: LINC+ 사업의 일환으로 알츠하이머병 치매 예방을 위한 스마트 인솔장치 개발을 위해 3차원 텍스타일 구조의 압력 전달체를 갖는 압전센서 특허를 기술이전 함(기술이전료 2천만원). 본 과제에서 3차원 텍스타일 구조를 이용하여 고분자 압전 물질인 PVDF를 샌드 위치 구조로 형성하여 외부 압력에 대해 압전 에너지를 발생하는 구조체를 기술 이전 함. 이 구조체를 신발에 인솔로 사용하게 되면 걸음걸이 변화를 갖는 치매환자를 예측할 수 있는 압전 센서로 사용 가능하여 전남의 고령화 사회에서 에너지 발생 장치를 치매 환자를 예측할 수 있는 센서 기술로 활용가능하게 하여 업체의 사업화에 경쟁력을 확보할 수 있는 핵심기술을 기술이전 함.			
7	박종진	11005402	에너지 및 전자재료	열교환장치 개발
	협력기업명: 비에이에너지 (대표자: 강태영) 사업기간: 2020.06.17.~2021.06.16. 사업내용: 중소벤처기업부 미세먼지 저감 실용화 기술개발 사업의 일환으로 대학에서 보유하고 있는 상전이 물질 특허 기술을 이용한 열교환 장치 개발을 공동개발 함. 본 과제에서 상전이 물질을 이용한 열교환 장치를 공동 개발하여 에너지 효율을 높일 수 있는 환기시스템을 개발 함. 더불어 생활밀착공간의 실내 공기질 유지 및 개선을 위한 쌍이온 정전 가가필터를 공동으로 개발하여 열교환 환기 장치에 미세 먼지 저감을 할 수 있는 창문형 필터를 추가로 개발 완료 함. 이 창문형 필터를 활용하면 업체의 공기정화를 갖는 창문형 환기 시스템 과 더불어 창문을 개방시 에너지를 저감 할 수 있는 기술 개발로 업체의 제품 경쟁력을 확보 함.			
8	장민철	10945591	고분자 재료	공정개발
	협력기업명: ㈜유성하이텍 사업기간: 21.04.20-21.04.27 사업내용: -고분자 발포체의 물성에 따른 발포체 분류. -고분자 발포체는 고분자 물질 속에 기포가 분산되어 있기 때문에 기체의 유동이 없어 열전도도가 낮으므로 단열 및 방음 효과가 우수함. -발포조성물(expandable formulations)속에 기포를 생성할 수 있는 발포제의 기포 생성 메카니즘. -기포 생성에 영향을 주는 인자, 즉, 기포 생성 촉진, 기체농도, 반응속도, 계면활성제등의 중요성. -발포체 물성의 결정 인자 : 비중, 기포의 구조(크기, 모양, 열린 기포 비율), 고분자의 조성, 고분자의 형태. -고분자 발포제의 제조방법(물리적/화학적 방법)에 대한 자료 공유 및 설명. -난연성 고분자 재료의 기술개발 동향. -난연성 테스트 시험기관에 대해 설명.			
9	지원석	11168025	에너지 및 생체재료	고분자 박막 코팅 기술 개발
	협력기업명: ㈜킴즈메드 (대표자: 김송희) 사업기간: 2020.06.01.~2020.12.31. 사업내용: LINC+ 사업의 일환으로 지역기업에서 필요한 고분자 박막 코팅 기술 개발을 위한 연구를 진행함. 의료용 보형물을 효율적으로 삽입하기 위해서 생체의료기기를 개선함. 친환경 PVC 소재 표면에 얇은 복합고분자 고팅용액을 사용하여 박막을 형성함. 첨가제와 가교제의 농도 및 비율 제어를 통하여 효율적으로 안정적으로 사용할 수 있는 박막 기술을 개발함. 본 과제에서는 지역기업과의 협력을 통하여 기업이 독자적으로 사용할 수 있는 기술을 개발함. 이를 공정에 실제 적용하여 단가를 낮추고 및 제품 성능을 높여 기업 경쟁력을 확보할 수 있는 기술을 제공함.			
10	지원석	11168025	에너지 재료	섬유 복합소재 기반 물질전달 기술 개발
	협력기업명: ㈜재이디 (대표자: 양재열) 사업기간: 2020.05.01.~2022.01.31 사업내용: 섬유 산업 기술을 기반으로 유·무기 복합소재를 개발하고 이를 물질전달 응용분야에 적용할 수 있는 기술을 개발함. 섬유관련 인력양성을 위하여 지역기업과 협력하여 산학프로젝트를 2년째 진행해오고 있음. 본 과제			

	에서는 섬유 소재 기반의 멤브레인 소재를 제작하고 이를 효율적인 기체분자나 이온전달에 적용하고 있음. 지역기업은 이온화 필터, 살균수 제조장치 등 다양한 필터 기술을 필요로 하고 있어 본 섬유 기반의 물질전달 소재 및 기술을 통하여 공정에 도입할 수 있는 가능성을 판단하고 있음. 추후 적용 가능 기술을 개발되면 해당 분야에 핵심기술을 제공하여 제품에 도입할 수 있도록 하고자 함.

11	이두진	10181551	산학협력	세라믹/탄소 융복합소재 제조공정 기술 자문
	협력기관: 한국세라믹기술원 사업기간: 2020.11.05. 사업내용: 세라믹/탄소 융복합소재 제조공정 기술 자문 - 용융고분자 융복합소재와 나노페이스트의 3차원 프린팅을 수행하기 위한 제조 조건 및 기술 등 소개 - 현재 기술 개발 진행하고 있는 에너지절연형 나노융복합소재의 물성 측정 방법 소개 - 효과적인 에너지 절연 소재 및 나노융복합소재의 산업체 활용 사례 소개			
12	이두진	10181551	산학협력	고분자 블렌드 고전압 절연 소재
	협력기관: 한국전기연구원 사업기간: 2021.05.03. 사업내용: 고분자 블렌드 고전압 절연 소재 - 고분자 복합소재 및 절연 소재의 최신 트렌드 / 시장성 분석 - 고분자 복합소재의 고방열 특성 분석 - 효과적인 열전도 메커니즘과 절연 메커니즘에 대한 분석 및 산업체 활용 사례 소개			
13	이두진	10181551	산학협력	나노카본 고분자복합소재의 제작 및 산업에의 응용
	협력기관: 한국세라믹기술원 사업기간: 2021.05.31. 사업내용: 나노카본 고분자복합소재의 제작 및 산업에의 응용 - 고분자, 금속, 세라믹, 나노카본 소재별 특성 분석 및 비교 - 나노카본 고분자융복합재 개발 및 이를 활용한 우주항공용 초고온 복합재 제조 기술 소개 - SiC섬유 및 융복합 고분자소재를 활용한 복합재 제조 기술 소개 및 산업체 활용 사례 소개			

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

■김융암

- 국제 학술지 Carbon (IF 9.594) 부편집위원
- 국제 학술지 편집위원: Scientific Reports (IF 4.011), Carbon Letters (IF 1.917), Applied Sciences (IF 2.217)
- 전문학술도서: K. Fujisawa, 김융암, T. Hayashi, K. Takeuchi, H. Muramatsu, S. Tsuruoka, T. Yanagisawa, M. Terrones, M. Endo, Nanocarbons in Industrial Carbon and Graphite Materials, Vol. 1: Raw Materials, Production and Applications, I (Eds, H. Jager and W. Frohs), 2021. Wiley-VCH. ISBN: 9783527674046

■김형우

- 국제 학술지 Materials, guest editor 활동

■윤현석

- 국제 학술지 Polymers (IF 3.164) 부편집장
- 국제 학술지 편집위원: Scientific Reports (IF 4.011), Applied Sciences (IF 2.217), International Journal of Molecular Sciences (IF 4.183)

■ 허수미

-좌장 및 위원외 활동

2021. 5 IUPAC-MACRO 2020+ , 사무국 위원, 프로그램 위원, 좌장

‣ 국제 학술지 관련 활동: Macromolecular Research 편집위원

‣ 국제 저술 활동: N/A

-초청강연 (국제학회)

2020.11 AIChE, Efficient Mesoscale Simulation Model for Self-Assembly in Polymeric Systems. 미국, 온라인

2020.11 ENGE2020(The 6th International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Envirnment), Simulation Studies on Boundary-Directed Epitaxy of Block Copolymers, 대한민국, 제주 ICC & 온라인

2021.5 IUPAC-MACRO 2020+ , Efficient Mesoscale Simulation Model Applicable to Polymeric Self-Assembly under Universal Conditions, 대한민국, 제주 ICC

2021.7 2021 International Conference on Modern Challenges in Polymer Science and Technology, Challenges in Numerical Studies of Polymeric System, 대만, 온라인

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	이두진	Amy Q. Shen	일본/Okinawa Institute of Science and Technology	Lee, D., & Shen, A. Q. (2021). Interfacial Tension Measurements in Microfluidic Quasi-Static Extensional Flows. Micromachines, 12(3), 272.	10.3390/mi12030272
2	장민철	Nhu Hoa Thi Tran	베트남/Faculty of Materials Science and Technology, University of Science, Vietnam National University	V. V. Tran, N. H. T. Tran, H. S. Hwang, M. Chang (2021) Development strategies of conducting polymer-based electrochemical biosensors for virus biomarkers: Potential for rapid COVID-19 detection. Biosensors and Bioelectronics. Vol. 182, pp. 113192(1)-113192(21).	https://doi.org/10.1016/j.bios.2021.113192
3	허수미	*Abelardo Ramírez-Hernández*	*미국/University of Texas, San Antonio*	J Park, A Ramírez-Hernández*, V Thapar*, SM Hur* (2021) "Mesoscale Simulations of Polymer Solution Self-Assembly: Selection of Model Parameters within an Implicit Solvent Approximation" Polymers 13(6), 953	*https://doi.org/10.3390/polym13060953*
4	허수미	*Shisheng Xiong* *Paul Nealey*	*중국/Fudan Univerisity* *미국/ Univesity of Chicago*	J Zhou, V Thapar, Y Chen, BW Wu, GSW Craig, PF Nealey, SM Hur*, TH Chang*, S Xiong* (2021) "Self-Aligned Assembly of Poly(2-vinylpyridine)-b-polystyrene-b-poly(2-vinylpyridine) Triblock Copolymer on Graphene Nanoribons" ACS Appl. Mater. Interfaces,	*https://doi.org/10.1021/acsami.1c08940*

Ⅳ 4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	첨단화학소재교육연구단
교육연구단(팀)장명	윤현석

연번	구분	언론사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제목/ 수상명 등	관련 URL
		주요내용 (200자이내)			
1	행사	전자신문 외 4건	21.03.31	생체전극 및 암호화 물질 개발	https://m.etnews.com/20210331000040
		생체 전극겸 위조방지 암호화 기술개발 홍보			
2	성과	전남일보 외 7건	21.08.24	전남대 학부생들, 국제학술지에 공동 1저자로 논문 발표	https://www.jnilbo.com/view/media/view?code=2021082412191397212
		전남대 고분자융합소재공학부 4학년 천형준, 신서영 학생(지도교수 장민철)은 여러 휘발성 유기화합물들(VOCs)에 대한 고감도 공액 고분자/산화 그래핀 복합박막을 개발하고, 이를 국제학술지 'Chemical Engineering Journal'(영향력지수 13.27, SCI 화학분야 상위 2.4%)에 공동 1저자로 발표			

Ⅴ 교육연구단(팀) 자체평가 결과

1. 평가개요

(1) 중점 평가방향

□ **연차 실적 및 차년도 계획 점검을 통한 운영 내실화**

○ 부문별 이행상황을 점검하여 계획대비 이행실적, 문제점 등을 도출하고 차년도 성과 제고를 위한 추진방향 제시

○ 질적 성과창출 정도 등을 확인하기 위해 내외부 위원으로 구성된 자체평가위원회 평가 실시

(2) 평가추진 개요

□ **평가추진 체계**

○ **자체평가위원회**

- (구성) 연구단장 및 내부 자문/운영위원 3인, 그리고 외부위원 2인(연구기관 및 기업체 소속)으로 구성
- (역할) 연차 실적 점검 및 성과 목표 및 시행계획에 대한 평가 및 점검(평가)결과에 따른 컨설팅 진행

2. 평가방법

○ **(이행점검)** 전략목표 및 성과목표와 연계한 관리과제별 분기별 정책 추진계획의 이행정도 및 주요실적 점검

○ **(평가)** 성과관리시행계획의 관리과제 실적자료를 서면으로 1차 확인·점검하고, 평가 및 컨설팅 진행

※ 외부위원의 대면평가 및 컨설팅은 코로나19 상황을 고려하여 서면으로 진행하였음.

○ **(정량·정성평가)** 평가지표별 측정기준에 따라 정량·정성평가 병행

3. 평가결과

□ **자체평가 등급 및 컨설팅**

○ 교육: (등급: 우수)

신규 교과목 개설 등이 빠르게 진행되고 있음. 교과목 개설을 통한 교육 성과를 얻는 데는 다소 많은 시간이 소요되기 때문에 속도감 있는 교과목 개설 등은 적절한 것으로 판단됨. 국제화 부분에서 인력교류의 경우, 아쉽게도 COVID로 인해 진행이 원활하지 못함. 이 부분은 COVID 상황에 따라 불가피한 점으로 계획의 수정이 필요할 것으로 판단됨.

ㅇ 연구 (등급: 매우 우수)

SCI 논문 38편 게재하였고, 연구단 내에서 전반적으로 참여교원들이 고르게 연구논문을 게재하고 있는 것을 확인 할 수 있었음. 질적인 지표의 경우, JCR 상위5% 이상 논문이 전체의 34%에 해당하며, JCR 상위10% 이상으로 기준을 완화할 경우 전체 논문의 58%가 이에 해당한다. Impact factor 10이상의 논문 기준으로는 전체에서 18%가 이에 해당했다. 따라서 질적으로 매우 우수한 논문을 게재하고 있는 것으로 판단됨.

ㅇ 산학협력 (등급: 보통)

산학교류를 위한 세미나, 기술지도, 산학과제 수행, 기술이전 등의 성과를 창출함.

□ **개선보완 사항(제언)**

과제 시작 후, 1년이라는 짧은 시간이 경과한 시점에서 본 수행과제가 교육연구단의 연구역량에 기여한 효과를 평가하기에는 아직 이른 것으로 판단됨. 그러나 BK 과제 시작 후, 대학원생 수가 증가하고 있으며, 특히 박사과정 진학률이 증가하고 있는 점은 고무적으로 판단됨. 전체적인 우수한 연구의 질 향상을 계속적으로 추구하기 위해서는 효율적인 공동연구 추진이 필요할 것으로 판단됨. COVID 환경으로 공동세미나 또는 워크샵 개최에 제한이 있었지만, 추후 여건이 허락할 경우, 상호 교류 증진을 위한 다양한 노력을 보다 기울일 필요가 있는 것으로 판단됨.