□ 지원대상 사업 및 과제(품목/RFP) 목록(첨부파일 참조)

(단위 : 백만원, 개월)

사업	순번	과제명	주관기관	20년 지원 규모	총 수행 기간	과제 유형			과제 특징
						가	나	다	
소재부품산업미래성장동력	1	리소그래피(Lithography) 공정에 의한 OLED 화소 형성 기술 개발	(1단계) 비영리/ (2단계) 중소·중견 (대기업 가능)	500	55	일반	혁신제품	품목지정	챌린지트랙
	2	고해상도 대면적 디스플레이가 가능한 비실리콘계 반도체 TFT와 이를 활용한 CMOS 제조 핵심 기술개발	(1단계) 비영리/ (2단계) 중소·중견 (대기업 가능)	500	55	일반	혁신제품	품목지정	
	3	3차원 반도체 소자 제조를 위한 Si계 물질(Si, SiO2, SiN)의 열 원자층 에칭(Thermal ALE) 기술에 관한 연구	대학	75	31	일반	원천기술	품목지정	
	4	전구체 흡착 제어를 통한 원자단위 박막 조성 제어 기술	대학	75	31	일반	원천기술	품목지정	
차세대지능형반도체기술개발	1	90,000 DMIPS 이상급 CPU 및 5 TOPS 이상급 NPU 내장 차세대 스마트 차량용 SoC 개발	중소·중견기업	1,300	43	일반	혁신제품	품목지정	
	2	실시간 공정 제어가 가능한 원자층 식각 장비	중소·중견기업	1,000	43	일반	원천기술	품목지정	
바이오산업핵심기술개발	1	바이오매스 기반 나일론66 대체 바이오 나일론56 기술개발	제한없음	800	57	일반	혁신제품	지정공모	
	2	비침습 연속 혈당 모니터링용 바이오 리코더 기술 개발	제한없음	700	57	일반	혁신제품	품목지정	챌린지트랙, 특허연계
	3	단백질 의약품의 경구투여 제품화 기술 개발	중소·중견기업	700	57	일반	혁신제품	품목지정	
기계산업핵심기술개발 첨단장비	1	고강도 난삭재 가공용 고출력 레이저 융합 가공기 개발	제한없음	850	43	일반	원천기술	품목지정	챌린지트랙
	2	첨단소재부품용 정밀 전자빔 용접장비 개발	제한없음	850	43	일반	원천기술	품목지정	
	3	제조현장 적용을 위한 가공 공정 모니터링 기반 절삭공구 데이터 플랫폼 개발	제한없음	900	43	일반	원천기술	품목지정	
기계산업핵심기술개발 첨단기계	4	유압실린더급 추력밀도와 내구성을 갖는 전기구동실린더 개발	제한없음	900	43	일반	원천기술	품목지정	
로봇산업핵심기술개발	1	유연 케이블 와이어링을 위한 인식, 파지, 조작 기술 개발	제한없음	1,200	55	일반	혁신제품	지정공모	
지식서비스산업핵심기술개발	1	설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자율운영 서비스 기술 개발	제한없음	600	55	일반	원천기술	지정공모	
	2	비대면 학습 및 산업현장 지원을 위한 감성 인지·교감 AI 서비스 기술 개발	제한없음	600	55	일반	원천기술	지정공모	

※ 평가결과에 따라 지원 총 사업비(연구비) 및 연구개발 내용 등은 평가위원회 심의를 통해 조정될 수 있음

※ 상기 지원대상 과제 목록과 관련된 사항은 공고문의 “9. 기타유의사항”을 참조

※ 각 RFP/품목 등을 반드시 확인 필요

※ 로봇산업핵심·바이오산업핵심·지식서비스산업핵심기술개발사업은 ‘혁신도약형 R&D’ 사업임

① 미래형디스플레이 분야

□ 지원대상 과제(품목/RFP) 목록

우선순위	과 제 명	과제유형	주관기관	'20년예산/연구기간(개월)	과제특징
1	리소그래피(Lithography) 공정에 의한 OLED 화소 형성 기술 개발	혁신제품	(1단계)비영리기관/(2단계)중소·중견기업(대기업 가능)	5억/55	챌린지 과제
2	고해상도 대면적 디스플레이가 가능한 비실리콘계 반도체 TFT와 이를 활용한 CMOS 제조 핵심 기술개발	혁신제품	(1단계)비영리기관/(2단계)중소·중견기업(대기업 가능)	5억/55	챌린지 과제

□ 실무작업반 명단

우선순위	과 제 명	실무작업반		
		성명	소속	직위
1	리소그래피(Lithography) 공정에 의한 OLED 화소 형성 기술 개발	윤경근 김종웅	코오롱인더스트리 전북대학교	수석 교수
2	고해상도 대면적 디스플레이가 가능한 비실리콘계 반도체 TFT와 이를 활용한 CMOS 제조 핵심 기술개발	윤경근 곽민기 권장혁	코오롱인더스트리 전자부품연구원 경희대학교	수석 수석 교수

<(미래형디스플레이) - 01>

관리번호	2020-미래형디스플레이-일반-품목-01	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	□ 원천기술 ■ 혁신제품		디스플레이	* 융합형 기술일 경우, 중분류 추가기입
융합유형	■ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 □ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
품목명	리소그래피(Lithography) 공정에 의한 OLED 화소 형성 기술 개발 (TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ OLED에 사용하는 발광층 유기물은 산-염기, 일반 용매, 초순수 등에 취약하여 일반적인 포토리소그래피(photolithography)가 불가능하여 대화면 OLED의 화소형성을 위하여는 백색(white) OLED를 형성한 뒤, 노광공정을 통해 컬러 필터(color filter)로 RGB 화소를 형성하고 있음

○ 최근, OLED 발광층 유기물을 포토리소그래피(photolithography) 기술을 활용하여, RGB 컬러 패터닝을 하는 방법에 대해 기초연구 개발을 진행하고 있음. 이러한 기술을 응용한 포토리소그래피(photolithography) 기법으로 화소 형성을 하기 위해서는 새로운 감광형 소재와 공정개발이 이루어져야 함

○ OLED 발광층 유기물을 패텅을 할 때 불소계 감광제나 불소계 현상 및 스트리퍼를 활용하거나 친수성 감광제를 이용하는 기술을 연구하고 있으며, 향후 이러한 연구가 성공할 경우 대형 OLED에 대한 새로운 공정방법을 제시할 수 있음

□ 개발내용

○ 포토리소그래피에 의한 OLED 유기물 패터닝 기술 개발

- 유기물에 손상을 주지 않는 감광액(photoresist) 소재기술
- 유기물에 손상를 주지 않는 노광 기술
- 유기물의 특성 저하를 최소화하는 에칭기술
- 유기물의 특성 저하를 최소화하는 스트립(stripping) 기술

○ 대면적 및 고해상도 RGB화소 형성을 위한 미세 패턴 형성 기술개발

- 유기물의 특성 저하를 최소화하는 RGB 화소 공정기술
- FMM공정대비 노광/에칭 공정의 특성 저하를 방지하는 공정 기술

□ 개발결과의 활용방안

○ OLED 디스플레이는 LCD대비 고해상도화 및 대형 TV 화소 형성기술이 이슈로 되어 있음. 발광층 유기물의 노광공정 기술이 개발되면 LCD와 같은 고해상도와 대형화 기술이 가능함

○ 헤드마운트 디스플레이(HMD), 구글글래스 등의 초고해상도 웨어러블 디스플레이 제작 가능

○ 2,000 ppi 이상의 고해상도 디스플레이 제작 기술 확보를 통한 AR/VR용 디스플레이 시장 확대 및 신시장 창출

○ 3D 디스플레이를 위한 초고해상도 프로젝션 광원용 디스플레이

○ 원천 기술 확보를 통한 국내 디스플레이 기업의 경쟁력 향상 및 기술 이전

□ 핵심 목표 성능

핵심 성능지표		단위	달성목표
1	RGB 화소 패턴 정밀도 (L/S)	μm	≤ 3/3
2	RGB OLED 소자 효율 저하* (No Pattern 대비)	%	≤ 10
3	FMM 공법대비 패턴된 RGB OLED 소자 수명 감소율*	%	≤ 10 @T90

* 평가를 위한 기준 휘도는 Red: 3,000 h (@3,000 nits), Green: 5,000 h (@5,000 nits), Blue: 1,000 h (@1,000 nits)에서 진행할 것

2. 국내외 기술 동향

○ 인하대학교의 이진균 교수팀은 불소계 포토레지스트를 이용한 OLED 패터닝 공법을 개발중
○ 벨기에의 IMEC도 불소계 감광제와 용매 등을 사용하는 방법으로 OLED 패터닝 공정 기술 및 공정 소재를 개발하고 있음
○ Fraunhofer는 전자빔 리소그래피 방식으로 초고해상도 OLED 마이크로 디스플레이를 개발하고 있음
○ 미국 Orthogonal Inc. 회사에서는 불소계 포토레지스트를 이용한 OLED 패터닝 재료를 개발하여 판매하고 있으나 성능은 초기 단계로 판단됨

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 초고해상도 AMOLED 의 조기개발을 통해 AR/VR 기기에 대한 독보적 지위를 점하기 위해서는 경쟁 국가와 차별성을 부여할 수 있는 국내 독자의 기술 개발이 필요함. 노광 및 현상 기술은 해상도 측면에서 가장 유리한 기술이므로 소재, 공정 기술의 우선 확보를 통해, 기술 경쟁력을 확보가 가능하다고 판단
○ 대형 AMOLED TV용 디스플레이의 화소형성기술이 항상 기술적인 큰 이슈로 되어 왔으며, 노광/현상 기술은 높은 수율과 고광효율의 기술로 그 활용성이 우수하다고 판단됨.
○ 현재 국외에서 리소그라피 기술을 가능성 있는 기술로 연구하고 있으며, 연구 초기 단계로 해외기술 의존도가 매우 높음. 이 기술로 OLED 화소형성에 성공할 경우 OLED 제조에 대한 원천기술 확보와 제조 경쟁력을 확보할 수 있을 것임

□ 경제적 지원필요성

○ 2018년 7월 15일 한국과학기술기획평가원(KISTEP)이 최근 펴낸 보고서에 따르면 시장조사업체 디지캐피털은 오는 2022년 전 세계 초고해상도 디스플레이 시장이 1천50억달러(약 119조원) 규모로 성장할 것으로 전망함.

○ 2020년 120조원에 달하는 전세계 디스플레이 시장에서 초고해상도 디스플레이 기술이 보다 중요해지고 있음. 현재 디스플레이에서 OLED 기술이 최우선으로 고려되고 있으나 초고해상도 실현의 한계를 보이고 있음. 포토/에칭 기술을 이용한 초고해상도 디스플레이 구현의 가능해지면 AR·VR 시장에서 국내 디스플레이 기업 및 전자 기업의 시장 지배력을 획기적으로 향상 될 것임

○ 리소그라피 기반의 초고해상도 실현시 국내 원천기술에 기반한 리소그라피용 재료, 장비, 공정업체 등의 강소 기업 출현이 예상되며, 이는 개발 후 10년 이내에 수 천억원의 관련 매출을 일으킬 수 있는 리소그라피 산업으로 성장 될 것으로 판단함.

□ 정부/정책적 지원 필요성

○ OLED제작용 포토리소그래피 기술에 대한 원천특허는 해외 기업에 있으나, 실질적으로 이 기술을 활용하고 있는 패널 업체가 없으며, 양산성 검증도 이루어진 적이 없는 상황임. 더욱이, 초고해상도 패터닝 기술 개발 가능성도 발표된 적이 없으므로, 중국의 AMOLED산업에 대한 추격 의지를 꺽는 초격차 기술로써 반드시 개발이 되어야 할 연구 주제임

○ 민간에서는 아직 기술 축적이 이루어져 있지 않으므로 국가가 선행 투자를 하고, 이를 기반으로 관련 업계의 투자로 이어지게 하는 역할 분담이 필요함

○ 단기적으로는 초고해상도 디스플레이 산업 기반 확충을 위해 투자환경 개선, 초기 시장 정착을 위한 공공사업 마련, 산업 발전 정책을 총괄하고 추진할 수 있는 민관협력체계가 필요함

○ 기술 개발 성공시 국내의 관련 산업이 크게 성장할 것이지만, 현재 리소그라피 관련 기술 경쟁력은 매우 미약함. 민간 기업은 현재 상용화 가능한 기술에 집중하여 개발하고, 국가는 산업의 판도를 크게 바꿀 수 있는 원천 기술에 기반한 기술 개발에 주력하는 것이 바람직함

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **지원단계** : 1단계(선행연구) : 3년 / 2단계(개발연구) : 2년

○ **기간** : 55개월 이내 (1차연도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3~5차연도 : 각 12개월)

○ **정부출연금** : ‘20년 5억 이내 (총 정부출연금 45억원 이내)

○ **주관기관** : (1단계) 비영리기관 / (2단계) 중소·중견기업(대기업 가능)

○ **기술료 징수여부** (1단계) 비징수 / (2단계) 징수

* 19년 지원된 “디스플레이산업 고도화를 위한 R&D 및 인프라 연계 제조혁신 플랫폼 구축과 산업경쟁력 확보 지원” 과제(주관:한국디스플레이연구조합)의 세부과제로 추진 예정

<(미래형디스플레이) - 02>

관리번호	2020-미래형디스플레이-일반-품목-02	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	□ 원천기술 ■ 혁신제품		디스플레이	반도체소자 및 시스템
융합유형	■ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 □ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선			
품목명	**고해상도 대면적 디스플레이가 가능한 비실리콘계 반도체 TFT와 이를 활용한 CMOS 제조 핵심 기술개발** (TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

ㅇ 기존 디스플레이산업에서 상용화되어 있는 실리콘 계열의 TFT를 대체하기 위해 산화물의 경우 전자이동도 100 cm^2/Vs 이상, 정공이동도 15 cm^2/Vs 이상의 고성능 TFT와 새로운 소재/소자 기술 및 소자 기능성 확장을 위한 CMOS 회로 구성 검증 기술을 목표로 함

ㅇ 현재 TV와 같은 대형 디스플레이는 70인치대를 벗어나 80인치 TV가 상용화하고 있으며, 해상도도 8k 급의 TV 또한 점차 시장을 확대해 가고 있음. 향후 점차 고해상도 디스플레이 개발이 요구되며, 240Hz의 8k 급 디스플레이 구현을 위해서는 100 cm^2/Vs 이상의 이동도가 필요하다고 보고되고 있음. 따라서 이러한 고해상도/고주사율 디스플레이를 위한 고이동도의 신소재 TFT 기술개발이 필수적임

ㅇ 이와 더불어 회로의 전기적 성능 개선 및 활용 범위 확장을 위한 비실리콘계 반도체 기반 CMOS 로직 회로를 구성하기 위해서는 n형과 p형 TFT가 모두 필요하므로, 산화물의 경우 이미 양산화된 n형 반도체외에 p형 반도체를 이용한 TFT 기술이 필요함

ㅇ 고성능 n, p형 TFT로 CMOS 로직 회로 구현을 위한 핵심 원천기술 개발은 차세대 디스플레이 영역인 SOG (System on Glass), SOP (System on Plastic) 및 웨어러블 디바이스용 센서 내장 디스플레이 등으로 확장하기 위해서 필요한 기술임

□ 개발내용

ㅇ 디스플레이 적용을 위한 고이동도 TFT 소자 특성 향상 기술

- 높은 이동도를 갖는 p형, n형 반도체 소재기술
  (산화물의 경우 전자이동도 100 cm^2/Vs 이상, 정공이동도 15 cm^2/Vs 이상)
- 신규 소재/소자에 적합한 n형, p형 반도체 제조 공정 기술
- 8세대 이상 유리/PI 대면적 기판에 적용이 가능한 높은 균일도 확보 기술
- 플렉서블 기판에 적용이 가능한 높은 신뢰성과 저온(≤400℃) 공정 기술개발

○ CMOS 회로 구성을 위한 비실리콘계 TFT 소자 기술 개발
- 다수 소자로 이루어진 로직 CMOS 회로 설계 및 동작 특성 향상 기술
- 빛(Light)과 같은 외부 환경에 대한 내구성 있는 소자의 전기적 신뢰성 향상 기술

□ **개발결과의 활용방안**

○ 고해상도 대면적 디스플레이의 백플레인 소자

○ 고성능 반도체 소재를 요구하는 RFID 태그, 웨어러블 기기, 헬스케어 시스템, 대형 플렉서블 안테나 어레이

□ **핵심 목표 성능**

핵심 성능지표		단위	달성목표
1	CMOS용 TFT 전하이동도*	cm^2/Vs	≥ 100/15
2	I_{on}/I_{off} ratio	-	10^7
3	ΔV_{th} 변화@BTIS	V	≤ 1.5
4	CMOS 회로 구동 제시***	건	≥ 2

* CMOS를 구성하는 n, p형 TFT에서 n형 100 cm^2/Vs 이상이고 p형 15 cm^2/Vs 이상 혹은 p형 100 cm^2/Vs 이상이고 n형 15 cm^2/Vs 이상이 되어야 함

** BTIS (Bias-Temperature-Illumination Stress) 조건 : (60℃, 10,000nit, V_{GS}=20V, V_{DS}=0V, 5,000s)

*** 단, CMOS 회로를 구성하는 n, p형 TFT가 각각 10개 이상 집적되어야 함

2. 국내외 기술 동향

○ 산화물 기반 소재는 이미 n형 반도체소자가 양산에 적용된 바 있으므로 p형 소재 또한 일본, 사우디아라비아, 독일, 중국 등 여러 나라에서 연구가 이루어지고 있으며, 연구 방향은 공정 파라미터들의 제어나 산화 상태에 따른 소재 변화에 중점을 두고 있음

○ 일본 동경공대 Hosono 교수 그룹에서는 delafossite 계열의 p-type TCO, $CuAlO_2$를 1997년 Nature지에 보고하여 산화물 연구를 촉발시킨 이후 $CuInO_2$, $SrCu_2O_2$ 등 다양한 3성분계 산화물 반도체 및 LnCuOCh (Ln = La, Pr and Nd; Ch = mixture of S and Se) 계의 4성분계 산화물 연구를 진행한 바 있음

○ 중국 Wuhan 대학에서는 pulse laser deposition(PLD) 박막 증착법을 이용하여 High k 절연막인 HfON 위에 Cu_2O를 성장시키는 연구를 진행하고 있음. 기판의 온도가 감소함에 따라 채널층의 이온화된 결함과 결정립계가 감소하고 절연층/채널 계면의 결함 밀도가 감소하여 이동도가 증가함을 확인함. 또한 p형 Cu_2O TFT를 제조하여 4.3 cm^2/Vs의 p형 산화물 반도체 전계 이동도 및 $3X10^6$의 전류 점멸비 특성을 보고하였음

○ 탄소 기반 소재중 그래핀의 경우 백플레인 소자의 채널 층에 적용되기 위해서 제로 밴드갭을 해결하기 위한 연구가 진행되고 있으며 카본 나노 튜브는 하나가 아닌 많은 수의 나노와이어 집합체를 TFT의 채널 영역으로 사용하는 연구를 하였음

○ 국내의 경우 대학이나 연구소들을 중심으로 기초 연구들을 진행하고 있으며, 2원계 산화물인 Cu_2O, SnO 등을 TFT에 사용하는 연구를 진행하고 있음

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 비정질 실리콘계 TFT 기술은 이동도가 제한적이고 다결정 실리콘 TFT 기술은 대면적 제품 대응이 제한적으로 이를 개선할 수 있는 신규 소재 및 소자 개발이 필요한 실정임. 또한, 기능성 확장을 극대화할 수 있는 CMOS 회로 구현용 소재 개발은 아직 기술개발 초기로 다양한 종류의 연구가 요구됨으로 이를 위한 산학연 공동 연구가 필요함

□ 경제적 지원필요성

○ 현재 적용 중인 실리콘계를 뛰어 넘는 고성능 소재 기술의 개발을 통해 고부가가치를 가지는 고해상도, 고주사율 디스플레이 시장 선점하여 후발 주자들과의 시장 격차를 증가시킬 수 있을 것으로 기대됨. 또한, 기존의 디스플레이 시장을 넘어 비교적 고성능을 요구하는 웨어러블 기기, 헬스케어 시스템 시장 등 디스플레이가 융합될 수 있는 신시장을 창출해낼 가능성이 큼

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 현재 미국, 일본, 중국 등 관련 소재 기술 선도국의 경우 장기간의 연구를 통해 후발 주자들과의 기술 격차를 유지하고 있음. 이러한 기술 격차를 극복하고 국내 관련 산업의 경쟁력을 확보하여 세계시장 선도가 가능하기 위해서는 정부 차원에서의 적극적인 지원이 필요함. 또한, 소재 개발단계에서 실제 디스플레이 기기에 적용될 수준의 연구를 진행해야 하므로 정부가 구심점 역할을 하여 산학연 연구진들을 구성하는 것이 필수적임

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **지원단계** : 1단계(선행연구) : 3년 / 2단계(개발연구) : 2년
○ **기간** : 55개월 이내 (1차연도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3~5차연도 : 각 12개월)
○ **정부출연금** : '20년 5억 이내 (총 정부출연금 45억원 이내)
○ **주관기관** : (1단계) 비영리기관 / (2단계) 중소·중견기업(대기업 가능)
○ **기술료 징수여부** (1단계) 비징수 / (2단계) 징수

* '19년 지원된 "디스플레이산업 고도화를 위한 R&D 및 인프라 연계 제조혁신 플랫폼 구축과 산업경쟁력 확보 지원" 과제(주관:한국디스플레이연구조합)의 세부과제로 추진 예정

② 반도체 분야

□ 지원대상 과제(품목/RFP) 목록

우선순위	과 제 명	과제유형	주관기관	'20년예산/연구기간(개월)	과제특징
1	3차원 반도체 소자 제조를 위한 Si계 물질(Si, SiO2, SiN)의 열 원자층 에칭(Thermal ALE) 기술에 관한 연구	원천기술	대학	0.75억/31	챌린지 과제
2	전구체 흡착 제어를 통한 원자단위 박막 조성 제어 기술	원천기술	대학	0.75억/31	챌린지 과제
3	90,000 DMIPS 이상급 CPU 및 5 TOPS 이상급 NPU 내장 차세대 스마트 차량용 SoC 개발	혁신제품	중소·중견기업	13억/43	챌린지 과제
4	실시간 공정 제어가 가능한 원자층 식각 장비	혁신제품	중소·중견기업	10억/43	챌린지 과제

□ 실무작업반 명단

우선순위	과 제 명	실무작업반		
		성명	소속	직위
1	3차원 반도체 소자 제조를 위한 Si계 물질(Si, SiO2, SiN)의 열 원자층 에칭(Thermal ALE) 기술에 관한 연구	박정현 전욱희	삼성전자 SK하이닉스	차장 수석
2	전구체 흡착 제어를 통한 원자단위 박막 조성 제어 기술	박정현 전욱희	삼성전자 SK하이닉스	차장 수석
3	90,000 DMIPS 이상급 CPU 및 5 TOPS 이상급 NPU 내장 차세대 스마트 차량용 SoC 개발	이수인 김현석	텔레칩스 동국대학교	부장 교수
4	실시간 공정 제어가 가능한 원자층 식각 장비	이원준 박근오	세종대학교 KSP	교수 부사장

<(차세대반도체) - 01>

관리번호	2020-차세대반도체-일반-품목-1	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	■ 원천기술 □ 혁신제품		반도체장비	
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
품목명	3차원 반도체 소자 제조를 위한 Si계 물질(Si, SiO_2, SiN)의 열 원자층 에칭(Thermal ALE) 기술에 관한 연구 (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 5단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ Si계 물질(Si, SiO_2, SiN)의 저손상, 고선택비, 등방성 Thermal ALE 기술 개발
- 특정 물질의 선택적 modification이 가능한 할로겐 화합물 선정
- 이온충돌에 의한 손상이 없는 modification 층의 removal 공정 기술
- 에칭 선택비 극대화를 위한 표면처리 공정 및 첨가제 기술

○ ALE 반응기구 연구 개발
- 반응기구 전산모사에 의한 ALE 반응 예측 및 검증
- 실시간 공정 모니터링 (FTIR, QCM, QMS 등)을 이용한 반응기구 연구 (상세 정량목표는 수요기업 요구에 맞게 제안)

□ 개발결과의 활용방안

○ 원자층 수준의 초미세화 패턴 차세대 소자 제조 Thermal ALE 공정 기술 확보
- 원자층 수준의 정밀도로 고선택비 및 등방성 에칭이 가능하며, 이온 충돌에 의한 소자 손상의 문제점을 해결 가능한 패터닝 기술 확보
- 3 nm 이후 logic 소자 제조기술(nanosheet transistor)과 3차원 메모리소자 제조기술(3D V-NAND, DRAM) 등에 활용 가능한 원자층 수준의 등방성 에칭 공정 기술 확보

2. 국내외 기술 동향

○ 국내 동향
- 국내엔 Thermal ALE 기술에 대한 연구가 보고된 바 없음

○ 국외 동향
- 최근 Applied Materials사는 NF_3/NH_3 remote plasma에 의한 modification 공정과 heating에 의한 removal 공정에 의해 native oxide를 제거하는 공정을 상용화함. 다른 물질에 대한 응용은 제한적임
- 2015년 Colorado 대학에서 HF와 $Sn(acac)_2$를 이용하여 Al_2O_3를 thermal ALE 공정으로 에칭함. 이후 동일한 방식으로 다양한 물질들에 대한 공정을 발표중임

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 반도체 소자의 미세화 및 3차원화에 의해 기존 etching 공정만으로는 차세대 소자 제조가 어려운 실정임

* 10nm이하 미세선폭의 경우 1nm이하의 오차율을 가져야 하기 때문에 기존 건식 식각 방법인 RIE(Reactive Ion Etch)로는 한계가 발생함

○ 기존 dry etching 공정은 이온 충돌로 인한 기저층 손상, 선택비 저하, 박막의 조성비 파괴 등이 문제가 되고 있음

○ 한편 nanosheet/nanowire 소자, 3차원 수직 NAND 등 3차원 구조의 소자에서는 기존 dry etching의 이방성(anisotropic) 에칭 뿐만이 아니라 등방성(isotropic) 에칭도 필요함. Wet etching으로도 등방성 에칭이 가능하지만 초미세 패턴에서는 모세관현상에 의해 패턴이 손상되기 때문에 dry etching 방식으로 등방성 에칭이 필요함

○ 원자층 에칭 (ALE, atomic layer etching) 기술은 원자층 수준의 정밀도로 에칭이 가능하며 이온 충돌에 의한 문제점을 해결할 수 있고 등방성 에칭이 가능하기 때문에 초미세화되는 차세대 소자 제조공정에 필수적인 기술로 대두되고 있음

○ 하지만 개발 역사가 매우 짧아서 (5년 미만) 개념을 검증하는 수준의 초보적인 연구결과가 소수의 연구그룹에서 발표되고 있는 실정이라, Thermal ALE 공정 기술이 개발 시급함

□ 경제적 지원필요성

○ 도전적인 신규 패터닝 공정의 개발을 통해 새로운 장비 및 소재 시장의 창출이 가능하며 세계 시장 진출이 기대됨

- 식각기술은 미세패터팅의 필수기술이며, 식각장비 시장규모가 전체 반도체장비 시장의 약 20%를 차지하는 중요분야임

□ 정부/정책적 지원필요성

○ ALE에 적합한 소재(할로겐 화합물, 유기금속 화합물)와 ALE 공정 방식 (ligand exchange, evaporation, sputtering), 그리고 이를 구현할 수 있는 ALE 장비에 대한 종합적이고 도전적인 연구개발이 필요함. 특히 소재 및 공정에 관해 체계적이고 깊이 있는 기초연구가 필요하여 정부의 정책적 지원이 필요함

○ 도전적인 Thermal ALE의 공정기술의 성공하면, 반도체 제조 장비 업체 및 소재 업체와 기술이전 및 협력을 통해 사업화 가능함

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 31개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3차년도 : 12개월)

○ **정부출연금** : '20년 0.75억원 이내(총 정부출연금 2.75억원 이내)

- 정부출연금+민간투자금 : '20년 1.5억원 이내(정부출연금 0.75억 , 민간투자금 0.75억)

* 단, 사업계획서의 사업비는 정부출연금에 대해서만 작성하고, 연구목표 및 내용은 민간투자금을 포함한 총 사업비(정부출연금+민간투자금) 규모로 작성

* 또한, 정부출연금 이외의 민간투자금액은 총괄주관기관과 별도 협약시 민간투자금액과 관련된 사업비 내역서를 추가로 첨부하여 별도 지급 예정 (정부출연금 내역과 이중 계상 불가)

○ **주관기관** : 대학

○ **기술료 징수여부** : 비징수

<(차세대반도체) – 02>

관리번호	2020-차세대반도체-일반-품목-2	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	■ 원천기술 □ 혁신제품		반도체장비	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
품목명	전구체 흡착 제어를 통한 원자단위 박막 조성 제어 기술 (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 5단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 단일 원자층 수준에서의 전구체 흡착제어를 통한 고품질 박막의 원자층증착법 (Atomic Layer Deposition, ALD) 기술 개발

- ALD 공정 시 단일 원자층 수준에서 전구체의 steric hindrance 예측·제어, 흡착기전 예측·제어, 흡착 면적(공간) 예측·제어 등을 통하여 단일(일원계 또는 이원계) 및 다성분계(삼원계 이상) 박막의 형성 기술

* 단순 ALD 공정 recipe 제어 기술 제외

- 단일 박막의 경우, 상용 반도체 소자 공정에서 사용되고 있는 것을 선택하고 기존 상용화된 ALD 방식으로 증착된 박막 대비 품질 향상을 대변할 수 있는 핵심 성능지표 및 달성목표를 제시
- 다성분계 박막의 경우, 반도체 소자 공정에 적용 가능성이 높은 것을 선택하고 적용 소자 특성에 기반하여 핵심 성능지표 및 달성목표를 제시(단, 조성 제어 가능성 확보를 대표할 수 있는 지표 포함 필수)
- In situ 분석 및 이론적 (Density Functional Theory, Molecular Dynamics) 접근을 통한 개발 ALD 공정의 흡착 기전 예측 및 실험 개선

* In situ 분석의 경우, 2종 이상의 박막 물성 모니터링 기술 제시

(상세 정량목표는 수요기업 요구에 맞게 제안)

□ 개발결과의 활용방안

○ 기존 상용화된 nm 두께 수준의 ALD 기반 단일 박막의 품질 향상 도모

- 새로운 방식의 전구체 흡착 제어 기술 개발을 통해 두께 scaling에 따른 품질 저하 문제점 해결
- 전구체 흡착 제어 기술을 기반으로 높은 step coverage 확보

○ 차세대 반도체 소자에서 요구되는 nm 두께 수준의 다성분계 박막 증착 기술 확보

- 박막 물성 개선을 위한 조성 제어가 가능한 혼합 (도핑, 얼로잉) 공정 확보
- 차세대 반도체 소자에서 요구되는 신규 다성분계 박막의 증착 공정 확보

2. 국내외 기술 동향

○ 차세대 메모리 및 로직 반도체 소자에서 3차원 기판상 nm 두께의 다양한 고품질 박막 형성이 요구됨

- 기존 ALD 공정에서 recipe tuning을 통한 박막의 품질 향상이 다양하게 시도되고 있으나 전구체 자체의 흡착 특성을 이론적으로 이해하고 이의 제어를 통한 박막 형성 기술은 취약함

- ALD 박막의 특성 개선을 위하여 다양한 원소의 혼합 (도핑, 얼로잉)이 요구되나 nm 수준 두께에서는 원자층 단위에서의 조성 제어가 어려움
- 다양한 차세대 소자들에 있어 다성분계 박막의 요구가 지속적으로 늘어나고 있으므로 정확한 조성 제어가 가능한 ALD 공정 기술이 요구되고 있음

* 어플라이드 머티어리얼즈 차세대 메모리에 사용되는 다성분계 소재의 정밀한 증착과 통제가 가능하게 해주는 내장형 계측기와 함께 최대 9개 웨이퍼 공정 챔버들로 구성된 증착 플랫폼 발표 (2019.9)

○ 국내 ALD 공정 기술 수준은 세계적 수준이나, ALD 표면화학의 in situ 분석 및 이론적 이해가 취약함

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 현재 다양한 반도체 소자의 박막 형성 기술로 ALD가 널리 사용되고 있으나 지속적인 소자 스케일링에 따른 물리적 한계를 극복할 수 있는 고품질의 nm 두께 수준의 박막 증착 기술이 지속적으로 요구됨

- 반도체 소자의 스케일링에 따라 요구되는 박막의 최소 두께가 nm 수준으로 줄어들어, 물성이 구현되지 않거나 품질의 저하가 나타남
- 박막의 특성개선을 위한 혼합 공정 (도핑, 얼로잉) 적용 시 정밀한 조성 제어가 필수적임

○ 현 반도체 소자의 한계 극복 또는 신개념 소자의 개발을 위해 다양한 새로운 다성분계 박막의 증착 기술이 요구됨

□ 경제적 지원필요성

○ 극박막의 품질향상을 기반으로 한 차세대메모리 및 비메모리 소자 스케일링의 물리적 한계 극복 및 시장점유 지속성 확보

○ 상대적으로 세계적 기술수준을 보유한 국내 ALD공정의 원천기술 확보를 통한 관련장비 시장 확대

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 기존 방식이 아닌 새로운 개념의 ALD 공정 아이디어 도출 및 이의 도전적 구현 연구이므로 학계 중심의 정책적 연구 개발이 선행되어야 함

○ 도전적 연구로 향후 성공 시 민간 산업체로의 기술 이전을 통한 사업화 추진이 가능함

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 31개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3차년도 : 12개월)

○ **정부출연금** : '20년 0.75억원 이내(총 정부출연금 2.75억원 이내)

- 정부출연금+민간투자금 : '20년 1.5억원 이내(정부출연금 0.75억 , 민간투자금 0.75억)

* 단, 사업계획서의 사업비는 정부출연금에 대해서만 작성하고, 연구목표 및 내용은 민간투자금을 포함한 총 사업비(정부출연금+민간투자금) 규모로 작성

* 또한, 정부출연금 이외의 민간투자금액은 총괄주관기관과 별도 협약시 민간투자금액과 관련된 사업비 내역서를 추가로 첨부하여 별도 지급 예정 (정부출연금 내역과 이중 계상 불가)

○ **주관기관** : 대학

○ **기술료 징수여부** : 비징수

<(차세대반도체) - 03>

관리번호	2020-차세대반도체-일반-품목-3	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	□ 원천기술 ■ 혁신제품		반도체소자및시스템	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
품목명	90,000 DMIPS 이상급 CPU 및 5 TOPS 이상급 NPU 내장 차세대 스마트 차량용 SoC 개발 (TRL : [시작] 5단계 ~ [종료] 7단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 90,000 DMIPS 이상급 CPU 및 다채널 디스플레이 동시 구동 가능한 고대역폭 메모리 서브-시스템 기술 개발

- 90,000 DMIPS 이상 Computing 지원 가능한 CPU 아키텍처 설계
- 최대 8개 디스플레이 동시 구동, 4K 해상도 지원, 24MP 처리 가능한 GPU 아키텍처 설계 및 Display Controller 개발
- 최대 32GB 용량, 68GB/s 이상의 대역폭을 지원하는 DRAM Sub-system 개발

○ 카메라 센서 기반의 ADAS 기능 지원을 위한 아키텍처 및 인터페이스 설계기술

- 12채널 카메라 입력 인터페이스 기술 개발
- 최대 1080p 해상도, 30fps 카메라 입력에 대해 4채널 멀티 인코딩 지원 가능한 Video encoding 아키텍처 설계 구현
- 5 TOPS 급의 딥러닝 연산 성능 NPU 내장 SoC 아키텍처 설계

□ 개발결과의 활용방안

○ (스마트 차량) AVN 등 고사양 Cockpit 시스템, ADAS 등

※ 수요기업과 연계한 상용화 방안 제시 (필수)

□ 핵심 목표 성능

핵심 성능지표		단위	달성목표
1	CPU 성능지표	DMIPS	90,000 이상
2	GPU 성능지표	GLOPS	500GLOPS 이상
3	NPU 성능지표	TOPS	5 TOPS 이상

1) DMIPS : Dhrystone Million Instructions Per Second

2. 국내외 기술 동향

○ 국내의 경우, 모바일용 프로세서를 기반으로 차량용 프로세서 브랜드를 출시한 삼성이 인포테인먼트, ADAS, 텔레메틱스 등 차량내 주요 시스템에 대한 라인업으로 본격적인 차량용 반도체 사업을 추진하고 있으며, 3.2 TOPS NPU가 탑재된 신규 제품을 공급 예정임

○ NXP, Renesas 등 차량용 반도체 시장을 선도하던 기존의 대형 SoC 업체 외에도, 자율주행용 Super Computer 및 AI 가속 처리 프로세서 개발하던 NVIDIA나 Intel(Mobileye)과 더불어 모바일용 프로세서를 차량용 제품으로 확대하여 새롭게 시장 진입하는 Qualcomm 등의 해외 선진 대형 SoC 기업들이 NPU 또는 AI 전용 프로세서를 내장한 SoC를 시장에 출시하고 있음

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 차세대 스마트 차량은 고해상도 다중 디스플레이, AR HUD, AR Navi, 영상기반의 ADAS 기능(운전자 모니터링, Face Recognition, 사물/표지판/차선 인식) 등 고사양이 요구되는 응용 기능이 탑재될 전망임

- ADAS 알고리즘의 고도화 및 NPU(Neural Processing Unit) 기술의 발달로 기존 CPU 기반의 알고리즘은 딥러닝 기반의 알고리즘으로 빠르게 전환되고 있으며, 글로벌 대형 SoC 제조사는 이러한 딥러닝 알고리즘 연산을 위한 전용 NPU가 내장된 SoC 개발에 적극적인 투자를 진행하고 있음

○ 글로벌 완성차 업체들은 개발비 및 원가절감, 시스템 복잡도 개선과 차량 중량 감소를 위해 다양한 고사양 ADAS 응용을 하나의 SoC에서 구현할 수 있는 통합형 솔루션을 선호함에 따라 SoC의 고사양화가 가속화 되고 있음

□ 경제적 지원필요성

○ 글로벌 완성차 업체들은 개발비 및 원가절감, 시스템 복잡도 개선과 차량 중량 감소를 위해 다양한 고사양 ADAS 응용을 하나의 SoC에서 구현할 수 있는 통합형 솔루션을 선호함에 따라 SoC의 고사양화가 가속화 되고 있음

○ 2021년 기준 차세대 스마트 차량 세계 시장은 32백만대 규모로 성장이 예상되며 국내 Tier1 생산량은 약 4백만대 수준일 것으로 예상할 수 있음

- 차세대 스마트 차량 시장은 국내 Tier1 업체의 세계시장점유율이 높은 고부가가치의 응용 시장임

○ 스마트 차량용 SoC는 차량용 반도체 중 단가 및 부가가치가 가장 높은 제품으로 국산화 성공시 사업화 가능성이 매우 높고, 국내 팹리스 반도체 기술 경쟁력을 향상하며, 여러 다양한 후방 산업으로 확산가능함에 따라 자동차 관련 전 산업 영역에 걸친 에코 시스템이 강화되며 이를 통한 양질의 대규모 일자리 창출 가능함

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 자율주행 기능 탑재 및 인공지능 확산의 시대적 패러다임 변화에 따라, 세계 각국의 차량용 SoC 개발은 막대한 규모의 투자가 이루어지고 있으며, 국내에서의 스마트 차량을 위한 고사양 SoC 개발은 기술의 난이도 및 높은 투자비용으로 민간 주도의 개발이 더욱 어려운 실정이며, 단기간에 빠른 고부가가치 기술 확보 및 확산이 이루어지기 위해서는 정부의 적극적인 지원이 필수적임

○ 자율주행차 시대의 도래에 앞서, Euro NCAP(유럽 신차안전도평가), NHTSA (미국 도로교통안전국) 및 대부분의 각국 정부는 2022년까지 모든 신차에 AEB(Automatic Emergency Braking: 자동긴급제동시스템) 적용 및 운전자 모니터링 시스템 등 안전기능 자동화를 법제화 또는 인센티브화 하고 있으며, 지속적으로 요구 기준이 강화되고 있음

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 43개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3차년도 : 12개월, 4차년도 : 12개월)

○ **정부출연금** : '20년 13억원 이내(총 정부출연금 48억원 이내)

○ **주관기관** : 중소·중견기업

○ **기술료 징수여부** : 징수

<(차세대반도체) - 04>

관리번호	2020-차세대반도체-일반-품목-4	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	□ 원천기술 ■ 혁신제품		반도체장비	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
품목명	실시간 공정 제어가 가능한 원자층 식각 장비 (TRL : [시작] 5단계 ~ [종료] 7단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 반도체 제조공정에서 패턴 형성을 위해 사용되고 있는 기존 RIE (reactive ion etching) 방식의 건식 식각 장비는 식각 깊이 조절, 식각 프로파일 조절, 식각 대상 물질의 손상 등에서 점차 한계를 맞고 있음

○ 원자층 식각 (atomic layer etching, ALE)은 새로운 방식의 식각 기술로서 원자층 수준의 정밀한 식각 깊이 조절이 가능하기 때문에 나노미터급 초미세 반도체 소자의 제조를 위해 필수적인 장비임

○ 또한 ALE는 식각속도가 균일하기 때문에 식각 프로파일을 정밀하게 조절할 수 있고 에칭하려는 박막과 하부막의 손상을 최소화할 수 있으며 Aspect ratio 및 pattern density 의존성이 낮음

○ 그러나 ALE는 기존 RIE 방식에 비해 에칭속도가 낮고 공정시간이 길어 throughput이 낮음. 또한 전세계적으로도 연구개발 역사가 짧아 기술의 성숙도가 낮음

○ 따라서 공정시간의 단축에 의한 생산성 향상 및 정밀한 공정 제어를 위해 공정 모니터링 시스템에 의해 실시간으로 공정을 제어하는 ALE 장비의 개발이 필요함

□ 개발결과의 활용방안

○ 차세대 반도체소자의 양산을 위한 300 mm ALE 시스템의 개발

○ 차세대 반도체소자의 개발에 활용

- 파운드리: 5 nm급 이하 FinFET 및 nanosheet FET, DRAM: 1a nm급 이하

□ 핵심 목표 성능

핵심 성능지표		단위	달성목표
1	Etch Rate	Å/cycle	≥1.5
2	Cycle Time	s	≤30
3	RMS Roughness	Å	≤2 (bare Si wafer 대비)
4	Etch Rate Uniformity	%	≤2 ((MAX-MIN)/(2*AVERAGE)*100)
5	Etch Profile	-	No Micro-trenching

* 과제 신청 시 수요기업의 요구사항을 반영한 목표성능 추가 제시

2. 국내외 기술 동향

○ ALE에 관한 기초연구는 1990년대 일본과 한국에서 시작되었으나 2010년대부터 관심이 높아지면서 본격적으로 연구개발이 진행중
- ALE에 관한 국제학회가 2014년에 시작됨

○ 최근 램 리서치, 도쿄일렉트론(TEL), 히다치 하이테크 등의 장비기업들은 5 nm 이하의 소자 제조를 위해 ALE 방식의 장비를 개발이며 일부 상용화가 시작된 실정임
- 에칭공정, 에칭가스, 플라즈마 소스, 시뮬레이션 등의 관련기술 연구를 위하여 전세계 대학 및 연구소와 공동연구를 수행중

○ 국내에서는 대학을 중심으로 기초연구가 진행되고 있으나 상용화 수준의 ALE 장비개발은 보고된 바 없음
- 대학과 연구소에서 ALE 공정 및 시뮬레이션 연구가 진행중

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 나노미터급으로 초미세화되는 반도체 소자의 개발을 위해서는 초정밀도, 초저손상의 식각공정이 가능한 ALE 장비의 개발이 시급함
○ 초정밀도의 ALE 공정의 개발은 각종 원자층 수준의 공정 개발에 활용될 것임
- 선택적 증착 (area-selective deposition)을 위해서는 선택성을 유지하기 위한 ALE 공정이 필요함
- 세정공정 역시 원자층 수준의 제어가 가능한 atomic layer cleaning(ALC)이 요구되기 때문에 ALE 장비 기술은 ALC 장비 개발에 활용될 것임

□ 경제적 지원필요성

○ ALE 장비는 시장이 형성되기 시작한 단계이므로 ALE 장비의 조기개발은 장비 국산화는 물론 세계시장 선점이 기대됨

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 국내 ALE 장비 시장이 형성되지 않은 상태이기 때문에 기업의 리스크가 크고 민간 직접 개발만으로는 개발 착수 시점이 늦어져 글로벌 기업과의 경쟁에서 크게 뒤쳐질 우려가 있음
○ 정부지원을 통해 장비기업과 소자기업의 협력을 촉진하고 산학연 협동연구를 활성화하여 장비의 조기 상용화가 기대됨

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 43개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3차년도 : 12개월, 4차년도 12개월)
○ **정부출연금** : '20년 10억원 이내(총 정부출연금 46억원 이내)
○ **주관기관** : 중소·중견기업
○ **기술료 징수여부** : 징수

③ 바이오 분야

□ 지원대상 과제(품목/RFP) 목록

우선순위	과 제 명	과제유형	주관기관	'20년예산/연구기간(개월)	과제특징
1	바이오매스 기반 나일론66 대체 바이오나일론56 기술개발	혁신제품	제한없음	8억/57	챌린지과제
2	비침습 연속 혈당 모니터링용 바이오리코더 기술 개발	혁신제품	제한없음	7억/57	챌린지과제
3	단백질 의약품의 경구투여 제품화 기술 개발	혁신제품	중소·중견기업	7억/57	챌린지과제

□ 실무작업반 명단

우선순위	과 제 명	실무작업반		
		성명	소속	직위
1	바이오매스 기반 나일론66 대체 바이오나일론56 기술개발	이승환 나정걸	전남대학교 서강대학교	교수 교수
2	비침습 연속 혈당 모니터링용 바이오리코더 기술 개발	이택 민준홍	광운대학교 중앙대학교	교수 교수
3	단백질 의약품의 경구투여 제품화 기술 개발	김진기 김민수	한양대학교 부산대학교	교수 교수

<(바이오) - 01>

관리번호	2020-첨단바이오신소재-일반-지정-1	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	□ 원천기술 ■ 혁신제품		산업바이오	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선			

과제명	**바이오매스 기반 나일론66 대체 바이오나일론56 기술개발** (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 7단계)

1. 개념 및 정의

○ 지구 온난화 문제 해결이라는 전 세계적 메가트렌드에 따라 화석 자원에 전적으로 의존하는 기존 화학소재시장에서도 원료 변경을 통한 이산화탄소 배출량 감축 노력이 활발히 진행되고 있음

○ 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 플라스틱 등 다양한 소재를 석유가 아닌 바이오매스로부터 생산하고자 추진 중이며, 향후 이러한 친환경 소재를 새로운 무역장벽으로 활용할 가능성이 높음

○ 지속가능한 바이오매스 소재 산업 시장의 급격한 성장과 미래수요 확보 측면에서, 나일론산업(Nylon)에서도 석유 기반 합성나일론를 바이오매스 기반 친환경나일론으로 대체하는 기술 개발이 진행 중임

- BASF, Enonik, Arkema, Cathay Industrial Biotech 등이 나일론 또는 폴리아마이드(Polyamide)를 바이오매스로부터 제조하는 기술을 개발 중이거나 일부 바이오나일론 소재를 상용화하여 판매하고 있음
- 이들 글로벌 선도기업은 바이오화학 융복합기술을 보유하고 있으나, 국내 기업의 경우, 바이오 또는 화학기술에 특화되어 민간기업 단독으로 바이오나일론 기술개발을 통한 상용화 추진이 어려운 실정임

○ 바이오매스 기반 바이오나일론은 기존 석유계 나일론을 대체하는 첨단 신소재에 해당하며, 친환경 나일론소재의 해외수입 의존을 해소하고 미래시장 선점을 위한 기술경쟁력 확보가 가능하여, 기술개발 성공 시 국내 나일론산업에 새로운 활력을 찾을 수 있어 국가 차원에서의 중소, 중견 기업 기술 개발 지원이 필요함

2. 연구목표 및 내용

□ 최종 목표

○ 바이오매스 활용 단량체 생산기술 및 바이오나일론56 중합기술 개발과 시제품 제작
- 바이오나일론56는 나일론66 대비 80% 이상 수준의 물성(강도, 내열 등) 충족

○ 정량적 목표

	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	카다베린 생산 농도[1]	g/L	>180 (1톤)	136 (125 mL)	103[1] (한국, 한국화학연구원, 5 L) 221[2] (중국, Jiangnan University,

핵심 기술/제품 성능지표		단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
					125 mL)
2	아디프산 생산 농도	g/L	>30 (30 L)	12	68 (중국, Jiangnan University, 5 L)
3	단량체 정제 순도	%	>99 (5 L)	99	99 이상 (독일, Saarland University)
4	융점(Melting point)	°C	254.0	-	254.0 (중국, Cathay Industrial Biotech)
5	인장탄성률 (Tensile Modulus)	MPa	>2940	-	2940 (중국, Cathay Industrial Biotech)
6	바이오매스 함량	%	>90[3] >45[4]	-	45 (중국, Cathay Industrial Biotech)
7	공정설계 자료	건	통합공정 PFD (process flow diagram)	-	-
8	시제품 제작	건	1	-	-

1) 발효공정 이용 생산농도, 2) 전세포 생물전환반응 이용 생산농도
3) 실험실 규모 생산 제품 내 함량 기준, 4) 시제품 내 함량 기준(ASTM-D6866측정)

□ 개발 내용

- ㅇ 바이오매스 활용 카다베린 고생산 산업용 균주 개발
- ㅇ 바이오매스 활용 아디프산 생합성 대사경로 최적화 및 고생산 균주 개발
- ㅇ 바이오매스 활용 아디프산 생산 화학전환 기술 개발
- ㅇ 바이오나일론56 단량체 생산 및 분리·정제공정 스케일-업
- ㅇ 바이오나일론56 중합 및 공정 스케일-업
- ㅇ 섬유화제품 기술 개발 추진
- ㅇ 시제품 제작 및 경제성 평가

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

핵심 기술요소		최종 단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	바이오매스 활용 단량체 생산기술	7	바이오매스 활용 나일론 단량체 생산 산업용 균주 및 배양공정 (1000 L 파일럿 규모)	자체평가
2	바이오나일론56중합기술	7	바이오매스 활용 카다베린과 아디프산 중합 기술	공인인증기관

3. 국내외 기술 동향

- ㅇ (국내: 한국화학연구원) 2-piperidone과 카프로락탐을 단량체로 개환중합법으로 바이오매스 기반 나일론56 공합체 제조기술을 개발하였으나, 기초 연구개발 수준에 머무름
- ㅇ (국내: 대상, CJ제일제당, 한국화학연구원, 롯데케미칼) 바이오매스 또는 라이신 활용 카다베린의 생물학적 생산기술을 개발하여 바이오플라스틱 510 제조기술을 확보하였으며, 해당 기술의 경우 바이오나일론56 기술에 일부 적용 가능하나 바이오매스 활용 아디프산 기술 개발은 초기 연구단계임
- ㅇ (해외: Cathay Industrial Biotech, Toray) 바이오매스 기반 카다베린, 장쇄 다이에시드 제조기술을 토대로 바이오나일론56 상용화 추진

○ (해외: INVISTA, Ube, Envonik) 장쇄 다이에시드의 상용화 기술을 활용하여 바이오매스 활용 나일론 모노필라메트를 개발하는데 주력하고 있음

4. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 바이오화학 융복합 기술을 보유하고 있는 바이오플라스틱 글로벌 선도기업과 달리 국내 기업은 바이오 또는 화학기술에 특화되어 있으므로, 향후 시장선점과 무역장벽 해소를 위하여 바이오와 화학기술 융복합을 통한 바이오나일론 소재 생산기술에 대한 국가 차원에서의 지원이 필요함

○ 특히, 나일론66를 대체하는 바이오나일론56는 흡습성과 염색성이 우수하며, 단량체인 카다베린은 국내 생산기술을 이미 상당부분 확보하고 있으므로, 생산기술 고도화와 중합기술 접목을 통하여, 경제성 있는 바이오나일론56 생산기술 개발이 가능함

□ 경제적 지원필요성

○ 나일론은 소비재의 가장 큰 분야를 차지하고 있으며, 그 중 나일론66 시장은 2019년 76억달러 규모를 형성하고 있어, 나일론66과 유사한 물성을 갖는 바이오매스 활용 나일론56을 개발할 경우, 막대한 대체 시장 확보가 가능함

○ 수입에 의존하고 있는 바이오나일론 소재 국산화를 통한 국내 나일론산업의 경쟁력 강화 및 국내 아미노산 산업의 새로운 시장 개척에 확대 적용 가능함

- 아미노산 분야 글로벌 경쟁력을 가진 국내산업이 본 기술 개발을 통한 카다베린, 아디프산 소재 국산화 성공 시 국내 나일론시장뿐만 아니라, 글로벌 시장 확대를 통해 큰 경제적 효과가 기대됨

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 우리나라의 석유계 플라스틱 및 나일론산업 소재기술은 선진국대비 기술적 격차가 크지 않으나 원료의 의존성, 기후변화 영향성의 문제를 안고 있으므로 이를 해결하기 위한 정부 차원에서의 노력이 필요함

○ 바이오 기업과 화학 기업, 관련 소재 생산 중소·중견기업의 기술 경쟁력 동반 강화를 통한 상생 산업 구조 확립이 필요함

○ 바이오 또는 화학 단일기술 중심의 민간기업의 R&D로는 바이오화학 융·복합 기술개발에 많은 시간과 노력이 필요하므로 단량체 생산, 고분자 중합, 시작품 제작/평가, 등 단계별로 기술적 문제점들을 해결해야하기 때문에 정부 지원하의 체계적인 산/학/연 융합 기술개발이 요구됨

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ 바이오나일론56 소재기술 개발을 통해 국내 나일론산업 경쟁력 강화 및 바이오플라스틱 분야로의 확대 가능

○ 생활용, 산업용, 의약용 나일론 제품에 사용 가능 (캐리어, 낙하산, 보호복, 낚시대, 아웃도어 의류, 메디컬용 제품 활용)

□ 기술적 기대효과

○ 바이오화학 융·복합 기술 확보를 통해 국내 나일론 및 플라스틱산업에 바이오화학 기술 보급이 가능하며 관련 석유 유래 소재의 바이오매스 활용 친환경 소재로 대체 가능

○ 국내 바이오산업 분야 중소·중견기업의 기술 경쟁력 향상에 기여

□ 경제적 기대효과

○ 수입에 의존해 온 바이오나일론 소재 국산화를 통한 나일론 산업 경쟁력 강화 및 바이오플라스틱 분야로의 확대 가능

○ 국내 바이오 원료기업과 나일론소재화 기업, 제품화기업 등의 협력을 통해 대·중소·중견 기업의 동반성장이 가능하며, 새로운 바이오나일론 산업의 창출로 인해 고용확대, 글로벌 시장 진출 및 수출 확대 가능

□ 기타 사회.문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

○ 나일론 및 플라스틱 강국에서 나아가 친환경 소재기술 강국의 대한민국 이미지 제고

○ 정부 주도하의 산학연 공동 기술 개발을 통한 중소기업 지원 및 강소기업 육성

6. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 57개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 12개월, 3차년도 : 12개월, 4차년도 : 12개월, 5차년도 : 12개월)

○ **정부출연금** : '20년 8억원 이내 (총 정부출연금 50억원 이내)

○ **주관기관** : 제한없음 (기업참여필수)

○ **기술료 징수여부** : 징수

<(바이오) - 02>

관리번호	2020-디지털헬스케어-일반-품목-2	산업기술분류	중분류Ⅰ	중분류Ⅱ
과제성격	□ 원천기술 ■ 혁신제품		융합바이오	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	■ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선			
과제명	**비침습 연속 혈당 모니터링용 바이오리코더 기술 개발** (TRL : [시작] 3단계 ∽ [종료] 7 단계)			

1. 개념 및 정의

○ 완전 비침습 방식으로 체온계와 같이 생활환경에서 측정의 고통 없이 혈액 내 당 농도를 실시간으로 정확하게 측정, 기록, 분석 및 예측하는 연속 혈당 모니터링용 바이오리코더 개발

* 바이오리코더: 생체정보를 연속적으로 측정 및 기록하고, 기록된 데이터를 기반으로 질병 변화를 분석/예측하는 헬스케어 기기

- 채혈에 따른 고통과 불편함을 해소하면서 임상수준의 정확도를 갖는 완전 비침습 혈당측정 기술

* 상시/연속적 혈당값을 측정하기 위하여 채혈에 따른 고통과 불편함을 해소하는 비침습형 혈당 측정 기술 필요

* 복잡한 센서 칩 삽입과정, 센서 칩 교체, 채혈식 혈당기를 사용한 보정이 필요한 기존 무채혈 혈당기의 불편함을 해소하는 비침습 혈당측정 기술 필요

- 당뇨환자 관리를 위하여 혈당값 변화를 추적하고 예측하는 분석 알고리즘
- 고혈당 및 저혈당 발생 시 실시간으로 대처하기 위하여 시간 지연 없는 실시간 혈당 측정기술

* 눈물, 타액, 소변 등에 존재하는 글루코스(당) 농도는 실제 혈당값보다 1~2시간 후에 변화하기 때문에 당뇨 관리를 위해서 시간 지연 없는 실시간 혈당 측정기술 필요

2. 연구목표 및 내용

□ 최종 목표

○ 체액 내 혈당을 정확하게 측정 및 분석하고, 혈당 변화를 예측하는 비침습형 혈당 바이오리코더 기술 개발

- 혈당 연관 융합 신호 기반 체액 내 혈당을 상시/연속적으로 정확하게 측정하는 비침습 혈당측정 모듈 개발
- 시간 지연 없이 실시간 혈당값을 추출하고, 혈당 변화를 예측하는 인공지능 알고리즘 개발
- 혈당측정 신뢰도 확보를 위한 신호 증폭 및 잡음제어 기술 개발

- 환자 대상 임상시험 데이터 확보 및 바이오리코더 신뢰성 시험

ㅇ 정량적 목표

핵심 기술/제품 성능지표		단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	혈당 측정 범위	mg/dL	50-400 주1)	50-250 주5)	50-400 주4) (Cnoga Medical)
2	신뢰도 (Consensus Error Grid Zone A)	%	> 95 주2)	70 주5)	96.6 주4) (Cnoga Medical)
3	신뢰도 (Consensus Error Grid Zone B)	%	> 99 주3)	> 99 주5)	100.0 주4) (Cnoga Medical)
4	순간 측정 시간 (측정→결과제공 소요시간)	분	< 2	15 주5)	-
5	연속 측정 기간	일	> 60	-	-
6	연속 측정 최소 시간 간격	분	< 1	5 주5)	-
7	혈당기 보정 주기	개월	> 6	-	-
8	혈당예측 정확도	%	> 90	-	-

* 주1) FDA 채혈식 혈당기 인증 기준
* 주2) FDA 채혈식 혈당기 인증 기준 - Zone A (오차 ±15% 이내) 측정 결과 분포율
* 주3) FDA 채혈식 혈당기 인증 기준 - Zone B 측정 결과 분포율
* 주4) 비침습 혈당기기 대상(연구개발단계 수준)
* 주5) 연구개발 수준: Scientific Reports 8:1059 (2018)

□ 개발 내용

ㅇ 혈당 연관 비침습적 특이 신호(광학, 음향, 전자기파 등)를 측정하는 고감도 센서 소자 제작

ㅇ 측정 정확도 향상용 비침습적 특이 융합 신호를 증폭하는 소재/부품 기술 개발

- 신호증폭, 손실억제, 잡음제어를 위한 유연소재 기반 소자 기술

ㅇ 혈당 농도 변화를 실시간, 연속적으로 측정하고 분석하는 센서 모듈 제작

ㅇ 혈당 변화 추적 및 예측 정확도 향상을 위한 기계학습 알고리즘 개발

ㅇ 비침습 혈당측정기술 연계 만성질환 케어 어플리케이션 및 BM 개발

ㅇ 기계학습 및 바이오리코더 신뢰성 평가를 위한 임상시험 검증 500례 이상

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

핵심 기술요소		최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	비침습 혈당 바이오리코더	6	시제품	공인인증기관
2	유효성 임상평가	7	시제품을 이용한 임상 결과	임상시험기관

3. 국내외 기술 동향

ㅇ 혈당기 시장은 대부분 채혈식 혈당측정기로 Roche 등 세계적인 체외진단회사를 포함하여, 아이센스 등 다양한 국내업체가 시장을 점유하고 있음.

ㅇ 최근 급성장 중인 연속 혈당기는 Medtronic의 가디언커넥트와 Dexcom의 G5 두 가지 제품이 시장을 선점하고 있고, 국내 아이센스에서 제품개발 완료 단계 수준이지만 마이크로 니들(needle)을 사용함으로써 채혈을 통한 보정 및 통증이 존재하는 최소침습 방식임

ㅇ 고통이 전혀 없는 비침습 혈당 측정기술은 수많은 기관에서 연구개발이 되고 있지만, 아직까지 정확도 확보를 위한 대부분 연구개발 단계 수준으로 상용기술이 부재한 상황임

- 현재 비침습 혈당 측정기의 제품으로 Integrity사(이스라엘) GlucoTrack이 출시 되었으나 의료기기로 사용할 정도의 정확도를 확보하고 있지 못하고 있음
- 비침습 혈당측정기술의 난이도로 인하여 혈액이 아닌 다양한 체액(눈물, 땀, 타액, 소변 등) 기반의 혈당 측정 장치가 개발되고 있지만, 실제 혈당 변화보다 1~2시간 정도 지연이 발생하여 시장에서의 효용성이 떨어짐
- 의료기기로 사용될 정도의 높은 신뢰도를 갖는 비침습 혈당 기술로 Cnoga Medical 등에서 연구논문 수준으로 최근 발표되고 있음

ㅇ 국내도 다양한 비침습 혈당기 연구가 진행되고 있으나 연구개발 단계 수준임

- 삼성전자에서 돼지 귓불을 사용한 비침습 혈당 측정기술을 발표하였지만 측정 정확도를 확보하지 못하고 있음
- ETRI에서는 건강관리에 활용 가능한 수준의 비침습 혈당 측정기술을 개발하였으나 의료기기 수준의 정확도를 확보하지 못함
- 기초과학연구원, UNIST, 포항공대 등 국내 대부분 비침습 혈당기 연구는 시간 지연이 많은 눈물, 땀 등의 체액 기반 혈당 측정 장치를 개발하고 있음

4. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

ㅇ 전세계적으로 당뇨 환자의 급격한 증가로 혈당 측정 시장이 지속 성장하고 있으며, 평생관리가 필요한 당뇨환자를 효율적으로 관리하기 위해서 고통이 수반되지 않고 상시 측정이 가능한 비침습 혈당기에 대한 시장 수요가 매우 높음

ㅇ 비침습 혈당기는 기술적 난이도가 매우 높아, 많은 연구기관에서 개발을 추진하고 있지만 아직까지 정확도 미확보로 인한 상용기술이 부재하기 때문에 기기의 정확도 및 신뢰도 확보를 위한 하드/소프트웨어적 장기간 연구개발 투자가 필요한 분야로 민간 투자의 리스크가 높아 정부의 R&D 지원이 필요함

□ 경제적 지원필요성

ㅇ 전세계적으로 식습관과 생활습관이 서구화 되어감에 따라, 당뇨·비만과 같은 선진국형 질환이 증가하고 있어, 이로 인한 사회경제비용이 증가하고 있는 실정임. 특히 당뇨로 인한 사회적 부담을 낮추기 위해서는 기존의 채혈식 혈당측정기기가 아닌 획기적인 기법의 혈당측정기기 개발의 필요성이 대두되고 있음

ㅇ Fortune Business Insights 연구에 따르면, 세계 당뇨 모니터링 소자 시장은

2018년 216억달러 시장을 형성하였고, 연평균 5.4% 성장이 예상되고 있음

□ 정부/정책적 지원필요성

ㅇ 비침습 혈당기는 연구개발단계로 세계적으로 서비스되고 있는 상용 제품이 부재한 기술로, 향후 비침습 혈당기 기술을 주도하고 세계시장을 선점하기 위하여 정책적 지원이 절실함

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

ㅇ 환자가 급격히 증가하여 외래진료만으로 감당하기 어려운 당뇨 질환은 자기관리와 빈번한 의료진 접촉을 통한 수시관리 및 합병증 예방하는 만성질환 관리 및 의료서비스 플랫폼에 적용 가능

ㅇ 편의성 및 정확성 향상으로 평생 지속적이고도 철저한 관리가 가능한 디지털 헬스케어 플랫폼으로 기술 적용 가능

□ 기술적 기대효과

ㅇ 혈당 측정 정확도를 획기적으로 높임으로써 누구나 손쉽고 고통없이 혈당을 측정하는 꿈의 기기인 비침습 혈당기의 실제 현장 적용기대

ㅇ 혈액 및 체내에 존재하는 다양한 바이오마커(단백질, 이온, 핵산, 호르몬 수치 등)를 비침습적으로 모니터링하는 비침습 바이오리코더 기술로 발전 기대

□ 경제적 기대효과

ㅇ 비침습 혈액 분석 바이오리코더 기술은 기존 채혈기반 혈당측정기 시장을 대체해가고 있으며, 이는 향후 ICT 기반 의료기기 개발에 2020년 270조원의 세계시장과 14조원의 국내시장을 형성할 것으로 예측되어 대한민국의 미래 경제 성장동력 창출에 기여할 수 있음

6. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **기간**: 57개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 12개월, 3차년도 : 12개월, 4차년도 : 12개월, 5차년도 : 12개월)

ㅇ **정부출연금**: ‘20년 7억원 이내(총 정부출연금 50억원 이내)

ㅇ **주관기관**: 제한없음 (기업 및 병원참여 필수)

ㅇ **기술료 징수여부**: 징수

<(바이오) - 03>

관리번호	2020-맞춤형진단치료제품-일반-품목-3	산업기술분류	중분류Ⅰ	중분류Ⅱ
과제성격	□ 원천기술 ■ 혁신제품		의약바이오	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	■ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선			

품목명	단백질 의약품의 경구투여 제품화 기술 개발 (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 단백질의약품은 대부분 피하주사 및 정맥주사 형태로 환자들에게 투여되고 있으나, 주사제는 환자에게 통증을 유발하고 감염에 대한 우려가 있으며 투여시 의료기관에서 전문 의료인에 의해 투여가 이루어져야 하므로 환자에게 경제적인 부담과 함께 투여시 불편함을 초래하는 문제점이 있음

○ 단백질의약품은 대부분 친수성 거대분자로 소화관에 존재하는 소화효소에 의해 분해되거나, 위장관 막을 통과하기 어려워 체내 흡수율이 낮기 때문에 이들 장벽을 극복할 수 있는 고도의 약물전달기술이 필요함

○ 단백질의약품의 일반적인 투여제형인 주사제형을 대체할 수 있는 새로운 제형 개발은 치료효과를 극대화 할 수 있으며, 고부가가치를 창출할 수 있어 단백질의약품 신시장의 창출 및 시장 경쟁력의 확보가 가능함

○ 본 과제는 기존 주사제 형태의 단백질의약품을 성공적으로 대체할 수 있는 고효율 단백질의약품 경구투여 제형의 원천 기술을 개발하고 제품화를 추진하고자 함

□ 개발 내용

○ 치료용 단백질의약품의 경구투여 제형 개발
- 단백질의약품(분자량 5 kDa 이상)의 경구 흡수 개선 기술 확보
- 캡슐형, 장용코팅 등 단백질의약품의 경구 전달을 위한 원천기술 연구
- 주사제 대비 동등 이상 수준의 유효성 확보
- 비임상 생체이용률, 조직분포 및 약동학적 평가
- 비임상 단기 및 장기 안전성 평가
- 장기보존시험 또는 가속시험 조건에서 2년 또는 6개월 이상 안정성 확보

○ 임상 1상 IND 승인

□ 개발결과의 활용방안

○ 단백질의약품 경구투여 제형의 원천기술은 개발에 많은 어려움이 있을 수 있으나 다양한 단백질의약품에 적용할 수 있는 플랫폼 기술임. 단백질의약품의 일반적인 투여형태인 주사제를 빠르게 대체하고 의약품시장에 큰 변화를 불러

오고 있는 단백질의약품 및 항체 등에도 적용함으로써 기술 확보시 정체된 내수시장의 한계를 극복하고 세계시장에 진출할 수 있는 글로벌 경쟁력을 확보할 수 있음

□ 핵심 목표 성능

핵심 성능지표		단위	달성목표
1	생체이용률 확보	%	절대 생체이용률 5% 이상 확보
2	경구흡수개선	%,배	단순 경구투여 대비 5배 이상의 흡수 개선 확보
3	효능 검증	%,배	기존 주사제와 비교 시 동등한 효능 확보
4	경구 제형의 안정성	개월	장기보존시험 또는 가속시험 조건에서 1년 또는 6개월 이상 안정성 확보
5	원천기술 확보	개	1개 이상 원천 특허 출원 및 등록
6	IND 진입	개	임상 1상 IND 승인

2. 국내외 기술 동향

○ 국내외적으로 바이오의약품의 경구용 제형 시장 개척을 위한 기술 개발 노력이 적극적으로 진행되고 있으나 성공률은 낮은 편임. 특히 경구용 인슐린 등 단백질의약품의 경구제형 개발 시도가 많았으나, 성공적이지 못하였음

○ 통상적으로 비이오의약품은 경구투여 시 생체이용률이 0~2%로 매우 낮으나 크기가 작은 펩타이드의 경우 단백질 및 항체보다 성공 가능성이 높아 상대적으로 경구투여 제형 개발이 활발하게 진행되고 있음

○ Chiasma 사에서는 Trasient Permeability Enhancer (TPE) 기술로 Octreotide 경구 캡슐 제형을 개발하여 말단비대증에 관한 임상3상을 진행한 바 있음.

○ Enteris Biopharma사는 펩타이드 약물의 경구제 개발을 위해 장용코팅으로 위에서 약물을 보호하고, 장에서 방출되어 세포간 기전으로 흡수되도록 하는 전략을 사용하여, 2017년 Sanofi와 협약을 체결한 바 있음. Enteris Biopharma 사에서는 Calcitonin, PTH (parathyroid hormone) 등 다양한 펩타이드에 적용을 시도하고 있음

○ Novo Nordisk사는 2형 당뇨병의 치료용 펩타이드인 GLP-1의 경구용 신약을 2019년에 최초로 FDA 판매승인을 받음

○ 아직까지 국내외적으로 단백질의약품의 경구제형 개발이 매우 제한적이므로 성공적인 제품화를 견인할 수 있는 효과적인 단백질의약품의 경구 전달 플랫폼 기술 구축이 필요함

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 최근 환자의 복약 편의성과 안전성을 향상시킨 단백질의약품의 비침습적 전달 시스템에 대한 중요성이 대두됨. 경구투여가 가능한 바이오의약품 제형 개발을 통해 내수시장의 한계를 극복하고 경쟁력 있는 제약기업 육성이 가능하기에 지원이 필요함

□ 경제적 지원필요성

○ 세계 전문의약품 시장은 2024년까지 약 1,400조원 규모로 성장할 것으로 전망되며 전체 시장의 약 30%가 단백질의약품일 것으로 예측됨

○ 개발 중인 다수의 단백질의약품은 복약순응도가 낮은 침습적 방법을 통해 환자에게 투여되고 있음. 가장 복약순응도가 높은 경구투여 단백질의약품이 개발된다면 기존의 침습적 투여 단백질의약품을 빠르게 대체하여 국내외 전문의약품 시장에서 높은 점유율을 확보할 수 있을 것으로 전망됨

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 단백질의약품의 경구투여 제형 개발은 많은 제약기업이 적극적으로 개발연구를 진행하였으나, 성공한 사례가 극히 드문 난이도가 매우 높은 기술임

○ 해당 기술 개발에 성공하기 위해서는 다학제적, 광범위한 연구가 수행되어야 하며, 민간 기업 규모로 개발하기에는 많은 어려움이 있어 정부의 체계적인 경제적, 정책적 지원이 필요함

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 57개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 12개월, 3차년도 : 12개월, 4차년도 : 12개월, 5차년도 : 12개월)
○ **정부출연금** : '20년 7억원 이내 (총 정부출연금 50억원 이내)
○ **주관기관** : 중소·중견기업(비영리기관 참여필수)
○ **기술료 징수여부** : 징수

③ 첨단장비 분야

□ 지원대상 과제(품목/RFP) 목록

우선순위	과 제 명	과제유형	주관기관	'20년예산/연구기간(개월)	과제특징
1	고강도 난삭재 가공용 고출력 레이저 융합 가공기 개발	원천기술	제한없음	8.5억/43	챌린지과제
2	첨단소재부품용 정밀 전자빔 용접장비 개발	원천기술	제한없음	8.5억/43	챌린지과제
3	제조현장 적용을 위한 가공 공정 모니터링 기반 절삭공구 데이터 플랫폼 개발	원천기술	제한없음	9억/43	챌린지과제

□ 실무작업반 명단

우선순위	과 제 명	실무작업반		
		성명	소속	직위
1	고강도 난삭재 가공용 고출력 레이저 융합 가공기 개발	한민섭	한국산업기술대학교	조교수
		박만진	(재)한국전자기계융합기술원	책임연구원
2	첨단소재부품용 정밀 전자빔 용접장비 개발	최병찬	에이티아이(주)	부장
3	제조현장 적용을 위한 가공 공정 모니터링 기반 절삭공구 데이터 플랫폼 개발	김태곤	한국생산기술연구원	수석연구원

<(첨단장비) - 01>

관리번호	2020-첨단제조공정·장비-일반-품목-01	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	■ 원천기술 □ 혁신제품		정밀생산기계	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선			
품목명	**고강도 난삭재 가공용 고출력 레이저 융합 가공기 개발** (TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 6단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 고강도 난삭재를 레이저 기술과 절삭 가공 기술을 융합 적용하여, 원하는 형상으로 정밀 가공하는 다축 융합 가공기 개발

- 레이저 가공과 밀링 가공 융합, 레이저 가공과 워터젯 가공 융합 등

* 레이저 융합 가공기에 탑재하는 광학유닛은 자체개발하여야함

○ 고강도 난삭재 가공용 레이저 융합가공기 개발

- 고강도 난삭재 레이저 융합 가공용 광학 모듈 개발

* (예시1) 레이저-밀링 : 고속 스티어링 광학 부품을 포함한 광학 모듈

* (예시2) 레이저-워터젯 : 층류 발생 노즐을 포함한 광학 모듈

- 초점 심도 1mm 이상 고출력 레이저 집속 광학 유닛 개발
- 융합 가공기 탑재용(소형, 경량) 스펙트럼 기반 측정 모듈 개발
- 레이저 융합 공정 제어를 위한 컨트롤러 개발
- 다축 융합 가공을 위한 공구경로 생성 CAM 구현
- 가공 대상에 따른 융합 가공특성 DB 구축 및 최적 가공 기술 확보

□ 개발결과의 활용방안

○ 친환경 발전소용 가스터빈 블레이드 가공 및 항공기용 터빈 블레이드 가공

- 터빈 블레이드용 소재인 초내열합금을 3차원의 복잡한 형상으로 가공 시 활용

○ 첨단 전자제품 및 초경량 자동차 등에 사용할 수 있는 고강도 세라믹 부품 가공

- 자동차, 반도체 등 고품질 고강도 세라믹 부품 생산에 적용

□ 핵심 목표 성능

	핵심 성능지표	단위	달성목표
1	가공 가능 심도[1)]	mm	1 이상
2	Thermal drift[2)]	%	Beam waist의 ±10% 이하
3	동시 제어 축[3)]	ea	5

1) 초점 심도 또는 최소 빔 직경 유지 길이, 2) 72시간 연속 측정 기준, 3) 레이저 출력 제어 포함

2. 국내외 기술 동향

○ 해외기술 동향
- 글로벌 선진기업에서도 하나의 장비에서 Tool change를 통해 레이저 및 절삭 가공기술을 구현한 사례는 있으나, 레이저 기술과 절삭 가공 기술을 융합하는 기술은 높은 난이도로 인하여 아직은 연구단계에 머물러 있음

  * Trumpf, DMG Mori 등이 tool change 방법으로 레이저-절삭 복합 가공기를 출시하였음

- 각종 부품과 제품의 고성능화를 위해 고품질(고강도, 초내열성 등)의 신소재가 등장하고 있으며, 이를 가공하기 위한 레이저 융합 가공방법(LAM, Laser assisted machining)이 연구되고 있음

○ 국내기술 동향
- 국내에서는 ㈜아메코가 선삭 공정과 레이저 공정이 융합된 융합가공기를 개발하여 회전 대칭의 공작물 가공에 적용한 바 있음
- 레이저 빔이 움직이면서 절삭 가공과 융합하는 기술은 창원대, 한국기계연구원등을 비롯한 대학·연구소에서 공정을 연구하는 단계임
- 최근 레이저-워터젯 하이브리드 가공장비를 에이티아이(주)가 개발하였으나, 아직 사업화 준비 단계이고, 주요 핵심 부품은 외산에 의존한 상황

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 자동차, 항공/우주, 차세대 전자부품 등 첨단 주력산업에서 초경량 고경도의 난삭재 비중이 급격히 증가하고 있으나, 난삭재 가공은 높은 절삭저항에 의한 공구의 조기 마모와 파손을 유발하여 공정이 불안정하고 생산성이 급격히 저하
○ 레이저 융합가공은 난삭재 가공의 생산성을 급격히 향상시키는 주요 가공기술이지만, 현재까지 5축 공작기계에서 레이저와 절삭가공을 융합하여 현장에 적용한 사례는 극히 일부에 국한되며, 특히 레이저 광학 핵심 부품 관련 기술자립도는 매우 취약하여 대부분 해외 선진기업에 의존

□ 경제적 지원필요성

○ 다축 융합 가공기는 레이저 가공모듈과 5축 공작기계의 HW, SW 융합을 요구함은 물론 공구와 난삭재의 특성까지 시스템에 반영해야하는 고도의 기술집약형 장비이므로, 개발성공 시 고부가 선진장비 시장 진입이 가능
○ 본 개발을 통해 장비와 공정기술 확보 시 가공장비 시장 뿐 아니라 수요산업의 시장 경쟁력 및 가공비용 절감을 통한 경제적 효과 기대

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 본 기술은 산업기술 R&D 투자전략('19~'21) 중 첨단제조공정장비 분야 중점투자대상인 '에너지 응용 하이브리드 가공장비' 및 '첨단소재 가공장비'에 해당하며, 특히 레이저 광학 핵심 부품 기술 확보 시 타 산업으로의 파급효과가 크므로 정부 지원이 반드시 필요

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 43개월 이내(1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3~4차년도 : 각 12개월)
○ **정부출연금** : '20년 8.5억원 이내(총 정부출연금 45억원 이내)
○ **주관기관** : 제한없음
○ **기술료 징수여부** : 징수

<(첨단장비) - 02>

관리번호	2020-첨단제조공정·장비-일반-품목-02	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	■ 원천기술 □ 혁신제품		정밀생산기계	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
품목명	**첨단소재부품용 정밀 전자빔 용접장비 개발** (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 항공, 자동차, 반도체 및 디스플레이의 고부가가치 첨단소재부품 생산에 필수적인 무결점 용접을 위한 전자빔 건 및 용접시스템 개발
- 30kW/100kV급 이상의 전자빔 건 장치 및 멀티빔 용접 제어기술 개발
- 대면적 전자빔 용접 시스템 및 전자빔/스테이지 동기화 모션 제어 기술개발
- 전자빔 용접 시스템 운용 SW 및 공정 모니터링 기술 개발

○ 전자빔 용접 공정 해석, 분석을 통한 제품 정밀 제조 및 신뢰성 평가
- 핵심기술 보유국과의 기술협력을 통한 전자빔 용접 공정 해석, 예측 및 최적화
- 첨단소재별 용접공정 DB 구축, 공정 최적화 및 공정 품질 분석
- 전자빔 용접 제품의 신뢰성 평가 및 개선 기술

□ 개발결과의 활용방안

○ 니켈 합금, Ti 등 첨단소재가 사용되는 전 산업 분야의 고부가가치 부품생산에 필수적인 장비임
- 터빈 블레이드 등 항공기 부품산업
- 미션 및 터보차저 등 자동차 부품산업
- 초고압 접점 등 전기 부품산업
- 샤워헤드 및 히터블럭 등 반도체 부품산업
- 메탈마스크 프레임 등 디스플레이 부품산업

□ 핵심 목표 성능

핵심 성능지표		단위	달성목표
1	전자빔 가속전압	kV	100 이상
2	용접부 깊이/너비 비율* (aspect ratio)	-	10 이상
3	제품 사이즈	mxm(면적), mm(두께)	1x1, 30 이상

* 소재 : 니켈 합금, 티타늄 등, 용접부 너비 : 3mm 이내

2. 국내외 기술 동향

○ (국외) 전자빔 용접장비 및 시장을 선도하고 있는 국가는 독일과 일본임
- 핵심원천기술을 보유한 국가는 영국(전자빔 건 해석), 미국(전자빔 용접공정), 독일(전자빔 장비 등), 일본(전자빔 장비 등) 등임
- 유럽의 생산량은 PTR(24%), Pro-Beam(24%), CVE(19%), TECHMETA(16%) 순임
- 독일 및 일본의 경우 장비당 10-30억 규모의 고가화 장비를 개발하고 있으며, 장비당 이익율이 50% 이상의 고부가가치 장비를 개발하고 있음
- 전자빔을 활용한 용접/표면 열처리 등의 다양한 응용 분야의 기술이 자동차, 항공, 디스플레이, 반도체 등의 핵심부품 제조에 사용되고 있음

○ (국내) 전방 수요산업의 첨단소재부품 제작에 필수적이나 전량 수입 중
- 항공, 자동차, 반도체 및 디스플레이 산업 핵심부품 제조에 필수적이지만, 99% 이상 일본 및 독일 등에서 장비를 수입하여 사용 중
- Ti, 니켈 합금, 구리 등 첨단소재부품을 정밀 용접하기 위한 공정기술의 해외 의존도가 크며, 장비 관련 핵심기술 등의 국내 원천기술 개발이 시급함

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 고부가가치 첨단소재부품인 항공용 블레이드, 자동차 미션, 반도체 히터블럭, 디스플레이 메탈마스크 등의 제조에 필수적인 기술임
- 이러한 부품들은 고온에서도 일정 수준 이상의 강도를 유지하는 초내열 합금(superalloy)이 주로 사용되고, 용접부에 결함(defect) 발생 시 성능이 크게 감소
- 전자빔 용접장비는 아크, 브레이징, 레이저 등의 다른 용접장비와 달리 초내열 합금의 무결점, 10:1이상의 고세장비(high aspect ratio) 용접이 유일하게 가능함

□ 경제적 지원필요성

○ 전자빔 용접장비 관련 국내 전체무역 수출입 규모는 평균 3,300억원 가량이며, 수입 비중은 약 97%로 무역역조가 심각함
- 특히, 대일 무역규모는 2,000억원, 수입비중은 99%로 무역역조가 매우 심각
- 대당 30억원 이상의 고가 전자빔 용접장비를 수입하더라도 국내기술 부재로 유지보수 과정에서 국내기업 기술유출 및 소모품 등의 국외 의존성이 매우 큼
- 따라서, 핵심요소기술(전자빔 건, 필라멘트 등) 및 장비 등 정부 지원을 통한 기술개발 및 국산화가 필요함

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 전자빔 용접에 대한 설계, 해석, 제작, 개발시험에 대한 국내 기관들의 경험이 부족하므로 전자빔 장비 및 공정개발, 제품생산 경험이 풍부한 해외 산・학・연 전문기관과의 협력연구를 위한 정부의 정책적 지원이 필요함
- 전자빔 용접 해석, 전자빔 용접 공정 등 관련 원천기술을 보유한 해외 기관들과의 협력연구가 필요함

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 43개월 이내(1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3~4차년도 : 각 12개월)
○ **정부출연금** : '20년 8.5억원 이내(총 정부출연금 45억원 이내)
○ **주관기관** : 제한없음
○ **기술료 징수여부** : 징수

<(첨단장비) - 03>

관리번호	2020-첨단제조공정·장비-일반-품목-03	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	■ 원천기술 □ 혁신제품		정밀생산기계	
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
품목명	**제조현장 적용을 위한 가공 공정 모니터링 기반 절삭공구 데이터 플랫폼 개발** (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 제조업 생산 효율성 향상과 스마트 제조 구현을 위한 절삭공구/피삭재 데이터 플랫폼 개발, 가공 최적화를 위한 제조 현장 데이터 모니터링 및 기계학습 기반 가공공정 예측/진단 기술 개발

○ 절삭공구/피삭재 실증 기반 데이터 플랫폼 구축 및 연계 활용기술
- 현재 국내·외 공구 제조사에서 제공하지 않고 있는 절삭공구 데이터 확보
- 추천 절삭조건 제시 위한 공구성능 분석기술 개발(현장 사용 공구 연계)
- ISO 규격 피삭재별(P, M, K, 등) 한국형 절삭성 등급(K-Machinability Rating) 및 기계적 물성 데이터 정량화 기술 개발(현장 사용 피삭재 연계)
- 가공공정 모니터링 데이터 연계 절삭공구-피삭재 플랫폼 데이터 갱신/최적화 알고리즘 및 활용 기술 개발

○ 다양한 기종의 가공 공정을 위한 실시간 모니터링, 제조 데이터 분석시스템 개발
- 다양한 가공공정의 실시간 모니터링 및 상태진단을 위한 센서, CNC 기반의 제조 데이터 모니터링 시스템 개발
- 기업 적용 위한 가공 데이터 분석, 이상 진단 알고리즘 및 학습모델 개발

○ 절삭공구 데이터 플랫폼 및 서비스 애플리케이션 개발
- CAM 연계 위한 공구 정보기반 가공조건 최적화 기술
- 클라우드 기반 플랫폼 아키텍처, 정보모델(장비, 공정, 공구 정보 등), 절삭공구 데이터 플랫폼 구조 설계와 개발
- 작업자 활용/편의성 확보를 위한 서비스 애플리케이션 및 디바이스 개발

○ 현장 데이터 수집을 위한 인프라 적용 및 공정 최적화
- 수요 제조기업 대응 모니터링 시스템 및 절삭공구 데이터 플랫폼 현장적용
- 가공 공정의 생산성 향상을 위한 절삭공구 데이터 플랫폼 최적화

□ 개발결과의 활용방안

○ 베어링, 금형, 자동차 등 주력산업 뿐 아니라 항공, 전자 등 공구를 사용하여 부품을 가공하는 산업 전반에 활용 가능

○ 국내 공구 제조기업의 플랫폼 활용을 통해 자체 기술정보 데이터화, 수요기업 대응 비즈니스 기회 및 서비스 확대 가능

□ 핵심 목표 성능

핵심 성능지표		단위	달성목표
1	절삭공구 실증데이터[1)]	종	100
2	피삭재 실증데이터[2)]	종	80
3	제조데이터 기반 모니터링 상태진단 정확도[3)]	%	80 이상

1) 국내·외 제조사 상용공구 데이터
2) ISO규격 기반 피삭재의 기계적 물성 및 절삭성 데이터
3) 기업현장의 가공공정 제조데이터를 분석하여 공구의 이상상태를 추정하여 평가

2. 국내외 기술 동향

○ 국외 기술동향

- 절삭공구 글로벌 1위 기업인 Sandvik(스웨덴)은 절삭공구 전용 플랫폼(TDMS)뿐 아니라 CNC 프로그래밍 어플리케이션(Prism), 공구/툴링 솔루션(CoroPlus) SW 패키지 등 다양한 디지털 매뉴팩처링 솔루션을 제공 중
- Kennametal(미국)은 공구 정보와 형상 데이터 제공, CAD/CAM/CAE SW에서 제공하는 가공공정 시뮬레이션 패키지와의 연계 등이 가능한 Cloud 기반 웹/APP인 MachiningCloud을 통해 스마트제조에 대응 중
- Iscar(이스라엘)도 웹 및 스마트폰 기반 Tool Advisor APP을 개발하여 공구정보, 공구선정, 절삭조건 추천 등의 기능 제공하고 있음

○ 국내 기술동향

- 국내 제조현장의 스마트 솔루션 및 패키지 등은 대부분 해외 기술에 의존하고 있으며, 일부 연구소나 대학에서 가공 공정 모니터링/예측/진단 연구가 수행 중이나 절삭공구, 제조현장과 연계된 기술은 전무한 실정
- 국내 절삭공구 전문기업 대구텍의 경우는 이스라엘 Iscar社의 플랫폼을 공유하는 수준이며, 와이지원, 한국야금 등 또한 공구 정보, 관련 공구 리스트 제공 등에 머물러 있어, 실제 대부분의 가공기업은 자체 절삭공구 데이터 활용 시스템을 구축하지 못하고 있는 상황

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 글로벌 선진 메이커는 이미 TDMS(Sandvik), Machining Cloud(Kennametal) 등 Web/Cloud기반의 절삭공구 플랫폼을 개발하여 DMG/Mori, Mazak 등 공작기계 메이커들과 협력하여 솔루션을 공급하고 있으나, 국내에는 이와 관련된 원천기술이 매우 미흡한 수준으로 절삭공구 데이터 플랫폼 구축 및 스마트 공정 모니터링 기술 확보가 시급

- 제조산업의 ICT융합/스마트화 트렌드에 대응하여 생산현장 상황에 적시 대응이 가능한 지속적인 공정최적화 및 이상상태 사전대응 시스템 개발이 반드시 필요

□ 경제적 지원필요성

○ 절삭공구 글로벌 메이커인 Sandvik(스), Kennametal(미) 등 세계 TOP 5의 세계시장 점유율은 약 55%로 매우 높은 점유율을 나타내고 있으며, 특히, 수요기업과 연계한 공구DB 솔루션 공급으로 글로벌 시장 지배력을 확대

- 국내 절삭공구 소비량은 약 6%로 세계 5위권이지만 글로벌 메이커 및 중국의 성장으로 인해 국내기업의 시장 점유율은 3% 수준에서 정체되어 있고, 수요기업의 솔루션 요구에 대한 대응력 부재로 시장 점유율 향상에 어려움이 있어 본 기술 확보를 통한 시장 경쟁력 제고가 절실

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 국내 가공산업의 저효율/숙련 작업자 중심의 제조환경을 탈피하여 스마트 제조공정으로 전환하기 위해 정부의 정책적 지원 필요

- 공구/피삭재에 대한 DB를 구축하고, 가공공정과 ICT기술의 융합을 통해 기존 가공산업에서 작업자 노하우 중심의 낮은 효율성 극복 가능하며, 부품가공 현장에서 비용·시간·납기 단축을 통한 제조업의 생산성 및 경쟁력 향상 기대
- 공구수명, 공구마모, 절삭력 등 절삭공구의 성능과 피삭재의 물성, 절삭성 등급 등의 정보는 공공 플랫폼을 통해 국내 공구제조 및 가공기업에 기본 지원하되, 공구 시제품 제작, 공구성능평가, 절삭조건 최적화 등은 고객 맞춤형 고급 서비스로 유료화하는 지속 가능한 플랫폼 운영 전략 필요

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 43개월 이내(1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3~4차년도 : 각 12개월)
○ **정부출연금** : '20년 9억원 이내(총 정부출연금 50억원 이내)
○ **주관기관** : 제한없음
○ **기술료 징수여부** : 징수

⑤ 첨단기계 분야

□ 지원대상 과제(품목/RFP) 목록

우선순위	과 제 명	과제유형	주관기관	'20년예산/연구기간(개월)	과제특징
1	유압실린더급 추력밀도와 내구성을 갖는 전기구동실린더 개발	원천기술	제한없음	9억/43	챌린지과제

□ 실무작업반 명단

우선순위	과 제 명	실무작업반		
		성명	소속	직위
1	유압실린더급 추력밀도와 내구성을 갖는 전기구동실린더 개발	장달식	대성나찌유압공업(주)	대표이사
		박영준	서울대학교	교수

<(첨단기계) - 01>

관리번호	2020-첨단기계-일반-품목-01	산업기술분류	중분류Ⅰ	중분류Ⅱ
과제성격	■ 원천기술 □ 혁신제품		산업/일반기계	건설/광산기계
융합유형	■ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 □ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
품목명	**유압실린더급 추력밀도와 내구성을 갖는 전기구동실린더 개발** (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)			

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 기존 유압 굴착기에 사용되는 유압 실린더를 대체할 수 있는 전기구동형 실린더 모듈로서, 5톤급 전기굴착기에 사용할 수 있는 중량 100kg 이하의 초경량 전기구동 실린더 기술 개발

- 전동기의 회전운동을 직선운동으로 변환하는 추력밀도 2kN/kg이상의 초경량 전기구동 혁신 메커니즘 개발
  * 기존의 볼 스크류 등 타입의 전기구동 실린더가 갖는 고중량 문제를 해결할 수 있는 혁신적인 전기구동 메카니즘 개발
  * 역방향 구동이 가능한 (Back drivable) 메커니즘 설계
- 초경량 전기구동 실린더를 위한 전동기 구조 및 냉각* 기술 개발
  * 저속 고토크 운전이 빈번한 굴착기용 실린더의 운전특성을 고려한 냉각 기술
- 전기구동 실린더용 Holding brake* 기술 개발
  * 유압 실린더가 적용된 굴착기의 Counter balance valve에 해당하는 기능으로서 전원 off 시에도 부하를 지지할 수 있는 기능으로 정지 상태에서 1분 이상 지속

□ 개발결과의 활용방안

○ 전기 굴착기 및 전동 지게차의 직선운동 액츄에이터

○ 그 외 텔레핸들러, 크레인 등 전동식 건설기계 및 일반 산업기계의 액츄에이터

□ 핵심 목표 성능

핵심 성능지표		단위	달성목표
1	추력밀도[1)]	kN/kg	≥ 2 (세계 최고 수준)
2	최대추력	kN	≥ 200
3	최대출력	kW	≥ 30
4	내구성	B10 cycle	≥ 350,000

1) 추력밀도 : 전동기를 포함한 전기구동 실린더 중량(kg) 대비 최대 추력(kN)
2) 실린더 최고속도 250mm/s, 스트로크 700mm 이상

2. 국내외 기술 동향

○ 국내 기술동향
- 기존 유압식 소형 굴착기는 MCV 및 유압 실린더의 조합이 적용되고 있으며 최근 전기식 소형 굴착기는 연비 개선을 위해 전기 유압식 실린더 (EHA Electro-Hydraulic Actuator) 가 개발 적용된 사례가 있으나 건설기계에 적용하기 위한 전기 구동형 기계식 실린더 모듈에 대한 기술개발은 전무함
- 국내에 사용되고 있는 전동 실린더의 대부분은 산업용 기계 및 모션제어 플랫폼 등에 적용되고 있으며 이중 50~60%는 Moog(美), Parker(美) 등 국외 기업의 제품임

○ 국외 기술동향
- Rexroth(獨), Hydac(獨), Moog(美), Parker(美) 등 유압 부품 해외 선진사들은 볼 스크류 (ball screw) 또는 유성 롤러 스크류 (Planetary roller screw)타입의 전기구동 실린더를 상용화하고 생산 장비 및 모션 플랫폼 등에 적용하고 있으나, 중량 및 내구성, 가격 등의 문제로 인해 건설기계에 상용화한 사례는 없음
- Volvo는 소형 굴착기 전 라인업의 전동화를 위한 계획을 발표하였으며, 전기구동 실린더를 적용하여 기존 내연기관 굴착기 대비 연료비 및 소음을 획기적으로 개선한 프로토타입 굴착기를 공개하였으나 아직 상용화되지 못함

3. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 유압 실린더를 전기구동 실린더로 대체하는 일은 건설기계 전동화를 위해 마지막으로 해결해야 하는 도전적인 과제임
- 대부분의 건설기계 부품에 대해 전동화가 이루어졌으나 유압 실린더는 현재까지 전동화로 전환되지 못하여 완전 전기식(Full electric) 건설기계의 걸림돌이 되고 있음
- 기존 전기 굴착기에 사용되는 유압 실린더를 고효율의 전기구동 실린더 모듈로 대체하여 완전한 전기 동력원 활용과 에너지 효율 극대화 기술이 필요함
- 건설 기계용 전동 실린더 모듈 기술의 국산화를 통해 전기 굴착기 및 핵심 부품에 대한 독자적 기술력 확보와 국내외 시장 선점이 시급한 시점임
- 건설기계 자동화 추세에 따라 설치 및 운용이 용이하고 (Plug & Play) 제어 정밀도가 높은 전기구동 실린더의 수요가 증가될 것으로 전망됨

□ 경제적 지원필요성

○ 건설기계 중 수요가 많고 도시 내 작업이 많은 소형 전기 굴착기의 국내외 시장 선점과 경쟁력 확보가 필요함
- 도시화에 따른 소형 전기굴착기에 대한 수요가 증가하고 있으며, 핵심 부품에 대한 전기화율을 높여 가격, 성능 및 활용가치 등에서 차별적인 경쟁력이 확보하는 것이 필요함
- 기존 굴착기는 유류비가 전체 운영비에서 차지하는 비율이 가장 높으므로 연비는 고객의 핵심구매요인이자 제품 경쟁력의 핵심지표로서 중장비의 연비를

획기적으로 향상 시킬 수 있는 기술의 개발이 필요

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 건설기계 산업은 수출 주도적인 산업이므로 국내 핵심부품업체 등 관련 산업의 지속적인 사업유치 및 경쟁력 강화가 필요함

○ 도시화에 따른 도시 재생 공사의 증가로 인해 도시 거주민의 소음으로 인한 민원이 발생하고 있어 저소음 건설기계의 개발이 필요함

○ 전기 구동 실린더 모듈은 기존 유압 실린더를 대체할 수 있는 선도형 원천 기술 개발로 전문기술을 보유한 산학연의 융합연구를 위한 정부 지원이 필요함

4. 지원기간/예산/추진체계

○ **기간** : 43개월 이내 (1차년도 9개월, 2차년도 10개월, 3~4차년도 12개월)
○ **정부출연금** : '20년 9억원 이내 (총 정부출연금 43억원 이내)
○ **주관기관** : 제한없음
○ **기술료 징수여부** : 징수

⑥ 로봇 분야

□ 지원대상 과제(품목/RFP) 목록

우선순위	과 제 명	과제유형	주관기관	'20년예산/연구기간(개월)	과제특징
1	유연 케이블 와이어링을 위한 인식, 파지, 조작 기술 개발	혁신제품	제한없음	12억/55	챌린지과제

□ 실무작업반 명단

우선순위	과 제 명	실무작업반		
		성명	소속	직위
1	유연 케이블 와이어링을 위한 인식, 파지, 조작 기술 개발	김재홍	전자통신연구원	실장

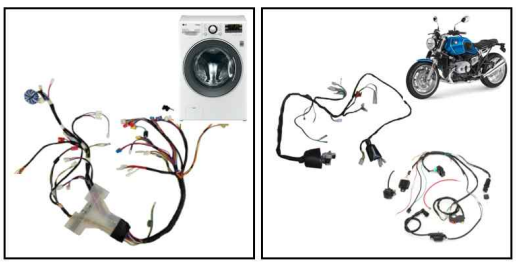
<(로봇) - 01>

관리번호	2020-로봇-일반-지정-01	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	□ 원천기술 ■ 혁신제품		100502	
융합유형	■ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 □ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			
과제명	**유연 케이블 와이어링을 위한 인식, 파지, 조작 기술 개발** (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 7단계)			

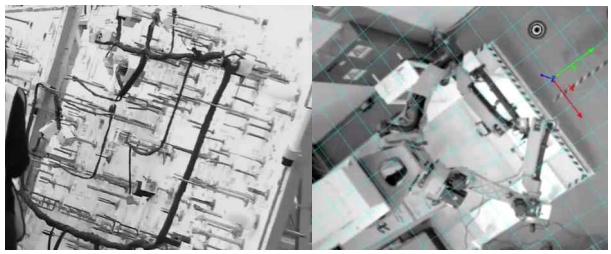
1. 개념 및 정의

○ 기존 수작업에 의존하고 있는 와이어링 케이블 제작 공정의 로봇 자동화를 위해, 케이블 인식 기술, 케이블 정밀 파지 기술, 다중 로봇팔 기반 협조 작업 기술 등 로봇 핵심 원천 기술을 개발하고, 실제 유연한 제작 공정을 구현할 수 있는 로봇 자동화 통합 솔루션을 개발

- 유연 케이블 인식, 파지 및 다중 로봇 협력 기반 정밀 조작 핵심 원천기술
- 기존 수작업 기반의 와이어링 케이블 제작 공정의 로봇 자동화 솔루션



<작업 대상물 예시>



< 대상 작업 및 공정 예시 >

2. 연구목표 및 내용

□ 최종 목표

○ 와이어링 케이블의 도면과 공정 DB로부터 작업 공정을 자동으로 생성하고, 다양한 종류의 유연 케이블 인식 및 다중 로봇팔 기반 협조 작업을 통해, 조립도판을 제외한 별도의 지그 없이 와이어링 케이블을 제작할 수 있는 로봇 기술 개발

○ 정량적 목표

핵심 기술/제품 성능지표		단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	수작업 대비 공정 시간	-	2배 이하	수작업	-
2	도면 기반 자동 작업 공정수 *	종	3종 이상	無	無

* 로봇프로그래밍이 없이, 표준 도면 및 공정DB로부터 3종 이상 임의의 와이어링 케이블 작업을 자동으로 구현 (최소 1종은 세탁기, 냉장고, 에어컨 등 대형 가전 메인 케이블을 포함)

□ 개발 내용

○ 유연 케이블의 인식, 파지 기술 및 다중 로봇팔 기반 협조 작업을 위한 핵심 요소 기술 개발

- 유연 케이블과 같은 비정형 물체 정밀 위치, 자세 인식 기술
  * 케이블 공급 방식에 따라 다양한 형태를 가지는 유연 케이블의 형상, 위치, 자세 인식 기술 개발
  * 작업 도판 상의 단일 또는 다중 유연케이블의 형상, 위치, 자세 인식 기술 개발
- 유연 케이블 조작을 위한 그리퍼 및 그리핑 기술
  * 다양한 케이블 두께, 형태, 자세에 대응 가능한 유연 케이블 파지용 그리퍼 개발
  * 단일/다중 케이블의 유연한 핸들링을 위한 파지 전략 및 파지 기술 개발
- 다중 로봇팔 기반 와이어링 케이블 정밀 조작 및 작업 기술
  * 와이어링 케이블 표준도면 및 공정DB로부터 로봇 자동화 공정 전략 및 다중 로봇팔 작업 계획 자동 생성 기술 개발
  * 지그리스 기반의 케이블 핸들링을 위한 다중 로봇팔 기반 협조 제어 기술 개발
  * 다중 로봇팔 협조 제어를 통한 케이블 배치, 결합, 분리, 와인딩, 테이핑 등 복합 작업 기술 개발 (로봇 자체 구현이 불가능한 작업은 부가장치 활용 가능)

○ 와이어링 케이블 제작을 위한 인식/파지/조작 통합 공정 솔루션 개발

- 3종 이상의 가전제품용 또는 자동차용 와이어링 케이블 제작 공정 전략 자동 수립
- 유연 케이블 인식 시스템, 단일/다중 케이블 파지용 그리퍼, 다중 로봇팔을 이용한 케이블 파지/조작/결합 제어 기술, 공정 모니터링 기술을 통합한 실공정 구현

※ 개발내용에 대해 1단계 3년 및 2단계 2년으로 추진

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

핵심 기술요소		최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	유연 케이블 파지, 조작 기술	TRL7	데모 공정	실공정 구현
2	유연 케이블 인식 기술	TRL7	데모 공정	실공정 구현

3. 국내외 기술 동향

○ 지그리스 작업 및 유연한 공정 구현을 위한 다중 로봇팔 기반 협력 작업 기술

- (국외) Yaskawa, KUKA, ABB 등 기존 제조업용 로봇 선도 기업에서는 다중 로봇팔(SDA 시리즈, LBR-iiwa, Yumi 및 기타 Multi-Arm)을 이용한 정밀한 지그리스 협력 작업 기술과 적용 공정 솔루션 개발을 추진하고 있음

- (국내) 연구소, 학교를 중심으로 지그리스 작업용 로봇 플랫폼 및 기계부품 조립을 위한 협조 작업에 대한 원천 기술 연구를 수행한 바 있음

○ 유연 케이블과 같은 유연 부품에 대한 인식 및 파지 기술

- (국외) 정형 부품에 대한 빈피킹 기반 인식 기술 연구가 다수 있으며, Schunk, Righthand Robotics, Robotiq 등에서는 다지 그리퍼 형태의 그리퍼를 통해 유연 부품에 대한 파지, 조작 대응을 위한 솔루션을 개발하고자 함
- (국내) 국내에서도 정교한 조작을 위한 다지 그리퍼나 핸드에 대한 연구가 다수 진행되고 있으나, 단일/다중 케이블 인식과 정교한 파지, 조작 기술에 대한 연구는 미흡한 편임

4. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

○ 와이어링 케이블 특성상 형상이 일정하지 않아 인식 및 핸들링이 어렵고, 복잡하고 유연한 작업으로 로봇 자동화 기술의 난이도가 매우 높아, 유연 케이블 조작 기술은 중장기의 연구 기간이 소요됨 (유연 물체 인식, 파지, 조작 기술 및 다중 로봇 협업 작업 기술은 로봇 기술 선진국에도 연구 개발 단계임)

□ 경제적 지원필요성

○ 자동화율이 현저히 낮은 와이어링 케이블 조립 공정 자동화로 국내 기계/전기/전자 제품 제조 산업의 경쟁력 확보가 가능하고, 로봇 산업 측면에서도 난이도가 높은 다중 로봇 기반의 유연 케이블 공정 솔루션을 개발함으로써 다양한 신공정 적용 및 시장 확대가 가능

□ 정부/정책적 지원필요성

○ 다수개의 유연한 케이블이 조립된 와이어링 케이블은 기계/전기/전자 제품의 핵심 연결 부품이나, 기존에는 수작업에 의존하고 있기 때문에 단가 문제로 인하여 핵심 부품 공급선의 해외 의존도가 매우 심화된 상태임

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

○ 기계/전기/전자 제품의 와이어링 케이블 제조 자동화 시스템으로 활용

- 세탁기, 냉장고 등 가전제품 와이어링 케이블 제작
- 자동차, 오토바이, 건설기계 제조 및 관련 부품 제작을 위한 케이블 제작
- 자동화 기기의 전원, 신호 케이블 제작 및 와이어링 케이블 제조

○ 케이블, 와이어 제조 이외에 다양한 산업 분야의 비정형 유연 대상물 핸들링 조립용 다중 로봇 시스템 응용 가능

□ 기술적 기대효과

○ 선진국에서도 연구개발 단계인 유연 물체 인식, 파지, 조작 기술과 다중 로봇 협업 작업에 대한 원천 기술 확보를 통해 차세대 제조 로봇 기술 선도

□ 경제적 기대효과

○ 수작업에 의존하고 있는 와이어링 케이블 제작 공정의 로봇 자동화로 제조 산

업 경쟁력 제고와 더불어, 제조 로봇의 신공정 적용 및 시장 확대가 기대됨

□ 기타 사회.문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

○ 단순반복 작업에 대한 제조 현장의 인력 부족 문제 해결이 가능하고, 자동화 기술 도입을 통한 작업 환경 개선 기대

6. 지원기간/예산/추진체계	

○ **기간** : 55개월 이내 (1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3~5차년도 : 12개월)
○ **정부출연금** : '20년 12억원 이내(총 정부출연금 73억원 이내)
○ **주관기관** : 제한없음
○ **기술료 징수여부** : 징수

⑦ 지식서비스 분야

□ 지원대상 과제(품목/RFP) 목록

우선순위	과 제 명	과제 유형	주관 기관	'20년예산/ 연구기간 (개월)	과제특징
1	설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자율운영 서비스 기술 개발	원천기술	제한없음	6억/55	챌린지과제
2	비대면 학습 및 산업현장 지원을 위한 감성 인지·교감 AI 서비스 기술 개발	원천기술	제한없음	6억/55	챌린지과제

□ 실무작업반 명단

우선순위	과 제 명	실무작업반		
		성명	소속	직위
1	설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자율운영 서비스 기술 개발	이주연 최상수	한국생산기술연구원 ㈜아이지아이코리아	수석연구원 대표이사
2	비대면 학습 및 산업현장 지원을 위한 감성 인지·교감 AI 서비스 기술 개발	박영충 김원종	전자부품연구원 한국전자통신연구원	센터장 책임연구원

<지식서비스 - 01>

관리번호	2020-지식서비스-일반-지정-01	기술 분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	■ 원천기술 □ 혁신제품		연구개발/엔지니어링 서비스	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선 □ 안전관리형			

과제명	**설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자율운영 서비스 기술 개발** (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)

1. 개념 및 정의

□ 개념

○ 현실세계의 물리적 객체에 대한 디지털 표현인 "디지털트윈 (digital twin)"은 사물인터넷 (IoT)을 통해 실제 데이터를 입력받고, 인공지능 (AI) 기술을 통해 입력된 데이터에 대한 영향을 예측 또는 시뮬레이션하여, 그 출력값을 기반으로 물리적 객체를 최적화하여 운영할 수 있도록 지원

○ "설명가능한 AI"는 인공지능이 입력된 데이터를 기반으로 도출된 특정 판단결과의 과정과 이유를 사람이 이해할 수 있도록 제공하는 기술로서, 이를 통해 **디지털트윈이 특정 상황에 대해 입력된 데이터를 처리 및 분석하여 의사결정 결과(insights)를 도출하는 과정과 근거를 효과적으로 제시할 수 있는 서비스** 제공

○ "**설명가능한 AI 기반 디지털트윈**"은 ① 실시간 수집 데이터를 기반으로 **실감형 3D 모델로 자동생성**되고, ② **내재된 학습모델을 통해 문제상황에 대한 원인과 결과 및 해결방안을 도출**하며, ③ 도출된 결과를 기반으로 대응하는 **전 과정을 능동적으로 수행하는 자율운영 (autonomous operation)**이 가능한 기술

○ 설명가능한 AI 기반 디지털트윈은 디지털트윈의 생성에서부터 활용까지의 전 과정을 자동화를 넘어 자율화하고, 이를 위한 수리적이고 논리적인 모델들의 사고체계를 사용자에게 이해할 수 있는 방법으로 제시함으로써 **初고난이도 수준의 기술을 필요로 하는 도전적인 연구**분야

2 연구 목표 및 내용

□ 연구목표

○ 실시간 변화하는 환경에서의 능동적 상황인지, 분석 및 대응을 위해 설명가능한 AI 학습모델이 내재된 디지털트윈의 자동생성 및 자율운영 기술을 개발하고, 이를 활용한 시스템과 서비스를 개발

* 디지털트윈 하우스 (digital twin house) 또는 디지털트윈 클래스룸 (digital twin classroom) 분야를 대상으로 제안된 내용에 대한 POC (Proof-of-Concept) 수준의 실증 서비스 시나리오와 사업화 모델을 구체적으로 제시

** 해당 기술 분야에 대한 연구개발 경험이 풍부하고 자문능력을 갖춘 출연(연) 연구원, 대학 교수, 생산기술 전문가 등 국내외 기술전문가 그룹 운영 필수

□ 핵심 목표 성능

핵심 성능지표		단위	달성 목표	국내 수준	세계수준
1	디지털트윈 3D모델의 경량화 수준	%	100	-	독일, Siemens (JT)
2	실시간 상황변화에 대한 디지털트윈 자율 운영 정확도	%	95	-	미국, GE (Predix)
3	설명가능한 AI 학습모델 개수 및 정확도	EA/%	3/95	-	미국, DARPA (Glass-Box)

□ 연구내용

[1단계] 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자동생성 및 자율운영 서비스 요소기술 개발

○ **실시간 디지털트윈 자동생성 및 자율운영 서비스 기술 개발 (국내 기술 및 솔루션 활용 제한)**

- 웹, 모바일 지원용 실감형 경량화 3D 디지털트윈* 자동생성 기술 개발
  * 3D 디지털트윈 모델은 형상, 재질, 키네마틱 (kinematic) 정보를 필수적으로 포함
- 디지털트윈 자율운영을 위한 능동적 상황인지, 분석 및 대응 기술 개발
- 국제 또는 산업 표준 (RAMI 4.0, AutomationML, OPC UA 등) 기반 디지털트윈 구현 기술 개발

○ **설명가능한 AI* 기반 디지털트윈 학습모델 개발**

- 디지털트윈의 실시간 의사결정을 지원하는 AI 기반 감지, 분석 및 예측 학습모델 개발
- 디지털트윈 학습모델을 위한 설명가능한 AI 알고리즘, 시각화 및 설명 인터페이스 기술 개발
  * 설명가능한 인공지능 (eXplainable AI, XAI): 딥러닝의 고차원적 학습능력은 유지시키면서 설명가능성을 향상시키는 연구 분야로서, 인공지능의 결정과 판단을 사람이 이해하는 형태로 설명해주기 위한 심층설명학습 (deep explanation), 해석가능한 모델 (interpretable models), 모델 귀납 (model induction) 등의 전략을 통해 개발 가능

○ **설명가능한 AI 기반 디지털트윈 시스템 개발 및 적용사례 확보 (1개)**

- 실사이트 대상 실시간 수집 데이터 기반 디지털트윈 생성 및 운영 인프라 구축
- 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자동생성 및 자율운영 요소기술을 활용한 시스템 개발 및 실사이트 적용*
  * 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 시스템 적용대상: **디지털트윈 하우스** 또는 **디지털트윈 클래스룸** 중 한 개 대상에 대한 구체적 적용
- 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 시스템의 서비스 시나리오 및 사업화 모델 (BM) 개발

[2단계] 클라우드 시스템 환경 구축 및 실증 (2개 이상)

○ **클라우드 환경의 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 시스템 개발 및 실증**

- SaaS 지원 클라우드 시스템 운영체계, 애플리케이션 및 서비스 개발
- 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 클라우드 시스템 환경 구축
- 클라우드 기반 개발 시스템, 요소기술 및 서비스 모델의 실사이트 시범적용을 통한 검증
  * 실사이트 내 기존 인프라와의 통합된 구축 사례 포함

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

핵심 기술요소		최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	디지털트윈 자동생성 기술	6단계	디지털트윈 모델, SW	실증환경
2	디지털트윈 자율운영 기술	6단계	수학적/논리적 모델, SW	실증환경
3	설명가능한 AI 기술	6단계	설명가능한 AI 학습모델, SW	실증환경

□ 단계평가: 1단계 개발 완료 후 평가를 통해 2단계 지원여부 결정

3. 국내외 기술동향

ㅇ 다쏘 (Dassault)의 싱가포르 도시형 모델, GE의 산업형 모델 및 지멘스 (Siemens)의 암베르크 공장은 대표적인 디지털트윈 선진 사례

ㅇ 최근 ADT와 같은 보안전문기업들과 AT&T와 같은 이동통신 사업자들을 중심으로 스마트홈 서비스가 개발되고 있음

ㅇ 디지털트윈 기반의 스마트 홈, 스마트 클래스룸 등의 구축을 위한 부분적 시도는 있었으나(지멘스, 다쏘, PTC 등), 설명가능한 AI를 활용하여 확장성이 가능한 연구가 진행된 적용사례는 없으며 현재까지 실용화된 솔루션 또한 부재한 상황

ㅇ 설명가능한 AI 학습모델이 내재된 디지털트윈의 자동생성 및 자율운영 기술과 서비스를 개발하여 확대 전개 시 디지털트윈 시장의 선점 가능

4. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

ㅇ 글로벌 플레이어의 디지털트윈 솔루션들은 자사제품에 특화되어 특정 도메인 적용 시 기술적 이해가 어렵고, 다양한 산업 확장성에 많은 한계가 존재

ㅇ 스마트 홈, 스마트 클래스룸 분야의 설명가능한 AI 학습모델이 내재된 디지털트윈의 자동생성 및 자율운영 시스템 개발은 기술적으로 선도적인 R&D가 필요한 상황

□ 경제적 지원필요성

ㅇ 디지털트윈 시장 (2025년: 3조9000억 달러, 약 4397조 원 규모)은 향후 지속적인 성장을 통해 고부가가치 新산업으로 발전할 전망

- 향후 전 세계의 스마트 홈, 스마트 클래스룸 시장과 디지털트윈 기술과의 융합을 통한 新산업창출 생태계 조성의 적기

* 스마트 홈 시장: 2023년 1550억달러, 원격교육 시장: 2022년 2,415억달러

□ 정부/정책적 지원필요성

ㅇ 스마트 홈, 스마트 클래스룸을 위한 체계적인 디지털트윈 구축과 서비스 개발을 통한 산업화 및 중소, 중견기업 육성 가능

ㅇ 설명가능한 AI가 탑재된 디지털트윈 기술은 전 세계적으로 개념적인 시작단계로 위험성과 투자가 소요되어 정부지원이 필요

5. 활용방안 및

기대효과
□ 연구개발 성공 시 큰 활용성과와 기대효과 예상 ○ 스마트 홈, 스마트 클래스룸 분야에 디지털트윈 자동생성 및 자율운영 (인테리어 설계, 동선분석, 에너지분석, 자율주문 등) 기술의 적용은 국내외 산업에 큰 규모의 시장을 형성할 것으로 기대 ○ 설명가능한 AI가 탑재된 디지털트윈은 새로운 모델로 新산업 창출 가능 - 다양한 국내 산업을 기반으로 글로벌 시장에서 선점 가능
6. 지원기간/예산/추진체계
○ **기간** : 55개월 이내, 1단계(1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3차년도 : 12개월), 2단계(4차년도 : 12개월, 5차년도 : 12개월) ○ **정부출연금** : '20년 6억원 이내(총 정부출연금 60억원 이내) ○ **주관기관** : 제한 없음 (대기업/중견기업 참여 권고) ○ **기술료 징수여부** : 징수

<지식서비스 - 02>

관리번호	2020-지식서비스-일반-지정-01	산업기술분류	중분류 I	중분류 II
과제성격	■ 원천기술 □ 혁신제품		* 산업기술분류표 참고	-
융합유형	□ 산업고도화형 □ 사회문제해결형 □ 신산업(시장)창출형 ■ 해당없음			
해당여부	□ 특허연계 □ 표준연계 □ 디자인연계 □ 글로벌협력형 R&D □ 경쟁형 R&D □ 기획경쟁 □ 경진대회형 □ 규제개선			
과제명	**비대면 학습 및 산업현장 지원을 위한 감성 인지·교감 AI 서비스 기술 개발** (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)			

1. 개념 및 정의

○ **(개념)** 일상생활에서 무의식적으로 반응하는 인간의 행위나 감성을 인지하여 인간-기기 간의 상호교감을 통한 **인간 중심의 인공지능(Human-centered AI) 서비스** 창출

- **비접촉 생체반응*을 통한 사회감성 인지**와 **감성교감의 지능 수준**을 정의, **성장과 진화가 가능하도록 구현**하며, 예측 불가능한 행위나 **감성을 인지적 수준에서 직관적 수준으로 극복하는 새로운 차원의 인간 중심적인 인공지능 서비스** 제공

* 비접촉 생체반응 : 일상에서 가용한 센서 카메라, AI스피커 등을 활용하여 오감 기반의 생체신호 측정

○ **(서비스 정의) 사용자의 반응 측정 및 추적을 통한 신뢰성 높은 사회감성인식** → 사용자의 숨겨진 욕구를 찾아내어 감동을 주는 인간중심의 인공지능 서비스인 **감성교감 AI 서비스** 제공

- (센싱) 접촉형의 불편함과 부정확성, 일상 추적 불가능 → 비접촉형으로 불편함 해소 및 정확도 개선
- (인식) 외현적 반응을 통한 기본 감성(6 Basic: 기쁨, 슬픔 등) 인식 → 외현적·내면적 반응의 상호작용 추적을 통한 사회감성(공감, 친밀감, 긍정 등) 인식
- (처리) 단순한 특정 시점에서의 감성 → 시계열 감성상태 변이 추적으로 감성 네트워크 강화 학습
- (서비스) 단편적 감성 인지 → 사회감성을 통한 복합적, 지속적, 자가학습적 감성인지, 서비스로는 디지털동반자, 사회안전망 서비스, 학습강화, 제조현장 작업자의 피로도 개선 및 감정 노동자의 감성적 대응 향상 등

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

○ 비접촉 생체반응을 감지하는 기술을 개발하고, 사회감성 인지와 감성적 교감을 위한 대응 기술을 구현하며, 인간 중심의 인공지능 서비스인 감성교감 AI 서비스 개발

- 사용자의 사회적 감성 인식 기술 개발
- 감성 데이터 네트워크 구축 및 개인 감성 AI 서비스 개발
- 비대면 학습 및 산업현장 지원을 위한 감성 AI 서비스* 실증

* (1단계) 비대면 학습, (2단계) 산업현장 사회정서역량 강화 서비스, 소셜 컴패니언 서비스

** 해당 기술 분야에 대한 연구개발 경험이 풍부하고 자문능력을 갖춘 출연(연) 연구원, 대학 교수, 생산기술 전문가 등 국내외 기술전문가 그룹 운영 필수

○ 정량적 목표

핵심 기술/제품 성능지표		단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	비대면 환경에서 생체반응 인식 정확도	%	90%	-	미국, MIT (얼굴에 의한 맥박 인식 가능)
2	스마트기기를 통한 개인감성 및 사회감성 인식 종류/ 정확도	종/%	(개인)6종(사회)3종 /90%	-	미국, MIT (6가지 기본감성 인식)

□ 개발내용

(1단계) 비접촉식 생체반응 추적을 통한 사회감성 인지 및 사회감성 데이터 유효성을 검증하고, 이를 통한 감성 데이터 네트워크 구축 및 개인 감성AI 서비스 개발

○ 비접촉식 생체반응 추적 모듈 탑재 감성교감 기술 개발 및 데이터 유효성 검증
- 인간의 외부적 반응을 반영한 일상의 데이터 및 상황 인식 기술 개발
- 오감 신호 및 일상 상황 추적 기반 개인 간 사회감성의 동적 패턴 추적 기술 개발
  * 추적하고자 하는 오감 중 택 1~2건 (ex. 시각, 청각 등)

○ 동적 사회감성 인식 및 예측 기술 개발
- 오감의 미세 인식 기술 개발 (개인 및 사회감성 인식)
- 동적 사회감성 인식 예측 알고리즘 및 사회감성 관계망 분류 기술 개발

○ 감성 데이터 네트워크 구축 및 개인 감성AI 서비스 지원 시스템 개발
- 사회감성 인식을 위한 감성 데이터 네트워크 모델 개발
- 개인 학습활동(학습·사회정서 역량강화)과 사회감성을 연계한 내·외부 감성 매핑 기술 개발
- PC 및 스마트기기(스마트패드, 스마트폰, AR기기 등) 연동 인터페이스 및 시각화 기술 개발
- 비대면 학습 감성AI 서비스 시나리오 및 서비스 개발

(2단계) 산업현장 사회감성 인지 고도화 및 소셜 감성 AI 서비스 지원 감성 클라우드 시스템 개발

○ 산업현장 및 소셜 감성AI 서비스 지원 감성 클라우드 시스템 개발
- 비접촉 생체반응 인식 고도화 및 사회감성 인지 기능의 스마트기기 적용 기술 개발
- 개인 일상활동(소셜 라이프로그)과 사회감성을 연계한 내·외부 감성 매핑 기술 개발
- 서비스 형태에 따른 사회감성 기반 감성 데이터 네트워크 고도화
- 스마트기기 연동 인터페이스 및 시각화 기술 개발

○ 감성AI 서비스 지원 시스템 및 서비스 실증
- 감성AI 서비스 시나리오 및 서비스 개발 (2종)
- 감성AI 서비스 실증을 위한 서비스 인프라 구축 및 지원 시스템 개발
- 실증데이터, 실증기관 확보 및 실증방법과 사업화 방안을 구체적으로 제시

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

핵심 기술요소		최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	사회감성인식 기술	1단계	사회감성인식 알고리즘/SW	일상데이터활용
2	비접촉식 생체반응 인식 기술	1단계	비접촉식 생체반응 인식 알고리즘/SW	일상데이터활용
3	감성AI 서비스	2단계	감성AI 서비스(2종)	실증환경

□ 단계평가: 1단계 개발 완료 후 평가를 통해 2단계 지원여부 결정

3. 국내외 기술 동향

□ 기계적이고 단순한 반응 위주인 현재의 인공지능 기술은 감성기술을 접목하여 사용자의 감성상태에

따라 반응하는 기기 및 서비스로 진화, 5G통신과 인공지능에 감성기술을 입힌 서비스 등장 전망

- ㅇ (미국 Affectiva) MIT 미디어랩에서 스핀오프(Spin-Off)한 인공지능 스타트업으로, 얼굴표정, 목소리 등 방대한 데이터에서 감성을 추출하는 인공지능 연구
- ㅇ (미국 MIT) 감성 기반 쌍방향 교육 지원 로봇 플랫폼인 Tega 개발
- ㅇ (이스라엘 Beyond Verbal) 사람의 음성을 분석해 감정을 파악하는 기술개발
- ㅇ (한국 K사) CES2019에서 생체정보인식을 통해 운전자의 감정 상태를 분석

4. 지원 필요성

□ 기술적 지원필요성

- ㅇ 최근 인간중심의 서비스 트렌드는 개인의 라이프 스타일의 변화에 따른 사용자의 감정이나 선호도 등을 파악하여 고객중심의 맞춤형 서비스를 제공하는 방향으로 발전
- ㅇ 비접촉식으로 생체반응(뇌, 심전도 등)을 추적하여 사회감성을 추출하는 기술은 初고난이도 기술로 현재 해외연구 그룹에서도 초기단계 → 단편적 감성을 개선, 사회감성과 AI를 접목하여 인간-기기 간 상호교감이 가능한 인간중심의 新서비스 창출 가능

* 마이크로소프트(MS)에서 제공하는 인공지능 플랫폼을 통해 감성인식서비스를 시연, 이미지 속의 인물을 식별해 분노, 슬픔, 놀라움, 공포 등 여러 감정요인을 확률적으로 표현(2019)

** 미국 MIT Media Lab Affective Computing Group 'Emotion AI', Fluid Interface Group

□ 경제적 지원필요성

- ㅇ ICT기술의 확산과 함께 유통/마케팅, 교육, 공공서비스 등 지식서비스 분야에서 감성융합 기술을 통한 고객 중심의 서비스 창출에 대한 수요 확대

* 감성인식 기술 시장규모: (2018) 120억 3,700만 달러 → (2024) 910억 6,700만 달러,(연평균 40.46%) 높은 성장세 전망

- ㅇ 감성인식 기술은 인공지능 서비스의 경쟁력을 결정하는 핵심요소로, 인공지능 시장과 연계하여 지속적인 시장 창출이 가능하며, 서비스와의 융합을 통해 부가가치 증진 및 사람 중심의 다양한 형태의 새로운 비즈니스 모델 생성이 가능한 시장 잠재력을 가진 기술임 (IITP 기획시리즈-인공지능, 2020.3.4)

□ 정부/정책적 지원필요성

- ㅇ 감성을 중심으로 한 차세대 모바일 라이프 실현 및 고부가가치의 新산업 창출을 통한 차세대 국가 먹거리 창출 가능
- ㅇ 코로나19 등 언택트(untact) 환경 등장으로 국가주도의 기민한 대응과 지원 필요

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- ㅇ 기존 지식서비스 분야에 감성인지 기술을 융합한 다양한 형태의 서비스 고도화로 인간생활영역(교육, 소셜 커뮤니티, 엔터테인먼트 등)에서 인간중심의 AI 서비스 창출 가능

□ 기대효과

- ㅇ 사회감성 인지 기술은 인간중심의 인공지능 서비스로 일상생활에서의 라이프 스타일의 변화 대응과 맞춤형 서비스 제공 가능
- ㅇ 감성인식 산업은 하드웨어와 소프트웨어 등 전후방 기술시장이 매우 유망한 산업

6. 지원기간/예산/추진체계

- ㅇ **기간** : 55개월 이내, 1단계(1차년도 : 9개월, 2차년도 : 10개월, 3차년도 : 12개월) / 2단계(4차년도 : 12개월, 5차년도: 12개월)
- ㅇ **정부출연금** : '20년 6억원 이내(총 정부출연금 60억원 이내)

○ **주관기관** : 제한 없음 (중견·대기업 참여 권고) ○ **기술료 징수여부** : 징수