

친환경 전기자동차 충전스테이션 운영시스템

분산전력시스템연구센터 | 변길성

○ 본 기술은 본격적인 전기차 보급과 빠르게 증가하는 급속충전기 용량에 따른 인근 계통의 영향을 완화하고 신재생에너지원의 활용을 최대화하여 전기차 충전사업자의 수익을 극대화하는 운영시스템임.

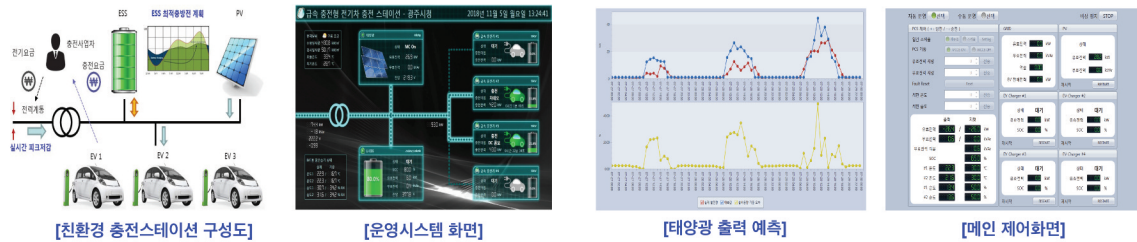
기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 전기차 충전스테이션의 운영시스템에 적용되는 에너지관리 기술에 관한 것으로 KS R 1202-1 (전기자동차 충전스테이션 관리시스템-일반요구 사항)과 일반/V2G 전기차 관련 표준 ISO/IEC 15118에 기반하여 개발됨.

기술의 구성도

▶ 신재생에너지원과 에너지저장장치를 이용하여 신재생발전출력을 최대로 수용하고 전기차 충전 수요를 관리하는 기술임.



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 전기자동차는 화석연료 기반의 내연기관 자동차를 대체할 유망한 대안으로 매년 2배이상의 보급률을 보이고 있으며 충전인프라도 급속도로 증가하고 있음, 그에 따라 동시충전에 의한 급작스런 조류변화가 인근계통에 전압 및 주파수 변동을 야기할 수 있기 때문에 대대적 충전스테이션 중심의 계통인입점 조류제어 기술이 요구됨.
- ▶ 전기자동차의 전기는 신재생에너지원을 이용하여 발전한 전기를 사용할 때 전기자동차의 의의가 있으며 발전된 신재생에너지를 최대로 활용할 수 있는 에너지 관리기술이 필요함.
- ▶ 현재의 충전사업자 전기요금제도 하에서 최대의 수익을 얻을 수 있도록 데이터학습 기반의 예측기법과 최적화기법이 결합된 충전스테이션 운영시스템의 개발이 필요함.

2. 기술 내용

기술의 특징

기술의 특징점

- 전기차 충전을 위한 최적의 에너지관리를 자동으로 수행해주어 충전사업자의 수익을 극대화함.
- 신재생에너지원의 출력변동에 따른 잉여전력을 에너지저장장치에 저장하여 신재생에너지원의 활용을 극대화하고 계통의 역조류를 방지함.
- 전기차 충전기 용량 증가에 따른 동시충전에 의한 인근 계통 영향을 충전스테이션 자체의 부하관리를 통해 완화하여 배전계통 안정도에 기여함.
- 마이크로그리드 운영, 신재생발전사업자, V2G 기반 모델 등으로 확장이 가능함.

기술의 상세 구역

- KS R 1202-1
- ISO/IEC 15118

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
- 태양광, ESS 연계 전기차 충전소

기술명	태양광-ESS 연계 전기차 충전 기술	
	기술 내용	기술 내용
국내	태양광발전으로 자체전력을 생산해 전기차를 충전하고 남은 전력을 ESS에 저장	신재생에너지 및 에너지저장장치 기반 전기차 충전인프라 실증사업(EV Cafe)
	신재생에너지(태양광) 발전시설로 전력을 생산하여 에너지저장장치(ESS)에 저장한 후 전기차 충전수요를 처리	
국외	PV-ESS EV Charging Station (SICON)	
	분산자원 분산태양광발전으로 자체전력을 생산해 전기차를 충전하고 남은 전력을ESS에 저장, 부하 분석, 경제성 분석, 용량/구성 선정 등의 설계 요소에 대한 체계화된 방법론, 다양한 데이터 베이스 및 기능을제공	

경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
태양광-ESS 연계 전기차 충전 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 태양광 출력 예측, 전기차 수요 예측을 통한 ESS 최적 부하관리 기술 • 전기차 충전소 계통 인입점의 조류, 역률 제어 및 피크 저감 기술

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 태양광발전설비가 구비된 전기차 충전소
- 에너지저장장치가 설치된 전기차 충전소
- 스마트홈 전기차 충전시스템

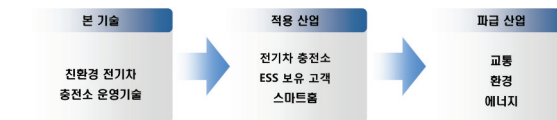


시장이슈

- 환경부는 '19년 전기차 보급을 3만대로 예상하고 지난 7년간 누적량을 넘어서, '22년까지 전기차 누적 35만대 보급과 급속 충전기 1만기를 목표 하고 있음
- 최근 전기차에 관심을 보이는 소비자들 늘면서 자동차 업체들은 자체적인 충전 인프라 확대에 나서고 있어, 아우디는 '21년까지 국내 150여 곳에 150kw급 급속 충전기를 갖춘 충전 시설 설치 계획을 밝힘
- 국내 전기차 보급 확대에 따른 지속적인 전기차 충전인프라 구축
 - 충전인프라 인식 조사 결과, 전기차 불편요인 1위는 충전기 부족 (55.8%)
 - 충전기 불편요인 1위는 긴 충전시간(46.3%)

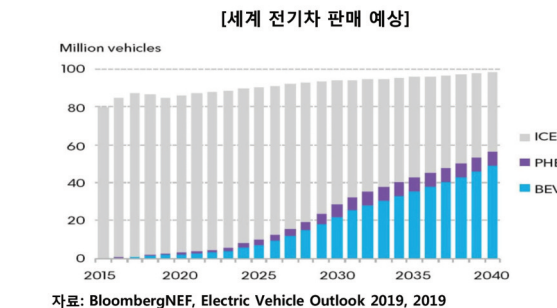
Supply chain

- 본 기술은 신재생에너지원, ESS 제어기술과 전기차 충전 기술을 활용한 에너지관리기술로, 급 완속 전기차 충전소, 에너지저장장치가 있는 수용가, 가정용 전기차 충전시스템에 적용이 가능하며, 교통, 환경, 에너지 관련 산업 에 영향을 미침



수요전망

- '10년 수 천대 판매에 불과했던 전기차가 '18년 200만대 이상이 판매되었고, 이러한 성장세에 힘입어 '25년 1,000만대, '30년 2,800만대, '40년에는 5,600만대의 전기차가 판매될 것으로 예상됨
- '40년이 되면 신차로 출고되는 자동차의 약 절반이 배터리로 구동되는 전기차가 될 것이고, 그 뒤를 내연기관(ICE)과 플러그인 하이브리드 자동차가 이을 것으로 전망됨



4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	고속철도 변전소 피크부하 제어 방법, 그 방법을 수행하는 장치 및 기록매체	한국	10-1876751	2018
출원	V2G 전기자동차 충전스테이션의 설계 방법 및 그 장치	한국	10-2018-0117811	2018
출원	전기자동차를 이용한 최적수요관리 방법 및 그 장치	한국	10-2017-0078860	2017

기술의 완성도

- ▶ TRL 7 수준의 기술완성도 단계 : 시제품 신뢰성 평가(실증 완료)
- ▶ 개발 기술 범위 : 친환경 전기차 충전스테이션 운영기술
 - 신재생에너지원 출력, 전기차충전 수요 예측 기술
 - ESS 최적 충방전 제어 기술
 - 신재생출력 최대 수용 기술
 - 인근 배전계통 영향 완화 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2018년 12월 : 광주시청 전기차 충전스테이션 실증 완료

5. 기대 효과

기술 도입 효과

경제적인 효과

- 2018년 글로벌 자동차 시장에서 전기차는 당초 예상을 웃도는 197만대 수준의 판매량(하이브리드 차량을 제외한 플러그인, 순수 전기차 기준)을 기록, 2018년 전기차 판매량은 2017년 98만대 판매량에서 약 50% 증가. 2019년 글로벌 자동차 판매량은 약 9,250만대, 전기차 판매량은 약 400만대로 예상되며 전기차 판매량이 전체 자동차 시장에서 점유율 4%를 넘어서게 됨.
- 전기자동차 산업은 자동차, 배터리 산업과 밀접하게 연관되어 있으며 국가별로 강력한 탄소 배출량 규제 정책을 펼치고 있어 신재생에너지 산업 등 신산업 창출에 기여함.

기술·산업적 파급 효과

기술적 파급 효과

- 온실효과, 미세먼지 저감을 위한 신재생에너지원 및 에너지저장장치 운영기술을 확보함으로써 친환경 전력기술을 선도할 수 있음.
- 전기차 충전사업이라는 새로운 수익모델을 창출함으로써 지속가능한 전기차 산업 생태계를 조성하고 신성장동력 및 핵심기술 산업으로 육성.

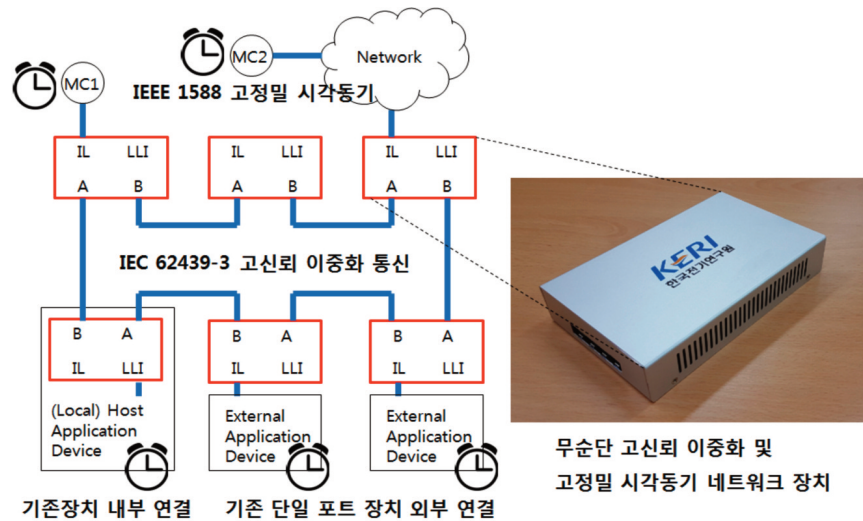
○ 본 기술은 차세대 디지털 변전소 통신 및 정밀 시각동기 국제규격인 IEC 62439-3 Ed.3 PRP/HSR 및 IEEE 1588-2008 에 맞게 개발된 기술로서, 네트워크 상의 고장 및 오류에 대하여 Zero Recovery Time (무손실) 회복과 1us이하의 정밀도를 갖는 네트워크 기반의 시각동기를 특징으로 함.

기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 Full Digital 스마트 변전소 프로세스 버스를 구현하기 위한 핵심 기술인 IEC62439-3, IEC/IEEE61850-9-3, IEEE1588-2008 표준 기반의 HSR/PRP 고신뢰 네트워크 및 PTP 고정밀 시각동기 기술임

기술의 구성도



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 최근, 변전소 통신체계인 IEC61850 국제표준을 중심으로 전력시스템 아키텍처가 재편되고 있으며, 분산전원 에너지 등 전력망 전 응용 영역으로 확장발전됨에 따라 해당 IEC 61850 기반의 디지털 변전소 자동화의 중요성이 더욱 부각되고 있음
- ▶ Full Digital 변전소는 스테이션버스와 프로세스버스의 두 가지 디지털 네트워크 버스기술로 구성이 되며, 국내의 경우 현재까지 154kV 변전소 스테이션버스 자동화기술이 적용됨. 그러나 프로세스버스까지 확장하기 위해서는 기존의 통신 방식으로는 Bus Protection, Breaker Failure, Wide Area Protection 시스템 등 기능 신뢰성 확보가 필요하며, 장비이중화에서의 순간단절현상을 근본적으로 해결해야만 함
- ▶ Full Digital 스마트 변전소 프로세스버스기술은 IEC 61850-5 요구조건을 만족시킬 수 있는 대용량 데이터 실시간 고속 전송처리제공, 고정에도 끊김이나 데이터 누락 없이 전달할 수 있는 높은 가용성의 IEC 62439-3 PRP/HSR, IEC 61588 시각동기 원천기술, IEC 61850 통신 기반 IED 장치(MU IED, PC IED, ACT IED) 응용기술 개발이 필요함

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 네트워크 상의 오류에 대하여 손실없는 무순단 (Zero time recovery)

이중화를 보장함

- 네트워크 장치간 1μs 이하의 고정밀 시각동기
- 무순단 이중화, 고정밀 시각동기 및 IEC 61850 S/W 를 하나의 FPGA 에 구현함으로써 최소의 비용으로 다양한 응용 가능
- 본 기술은 UCAIug 에서 주최한 Interoperable Test (2017, New Orleans, USA) 에서 시연하고 TimeSync Sub-Group 전 테스트 항목 PASS함

경쟁기술과 차별성

▶ 국내외 유사· 경쟁 기술 현황

국 내	기술명	독립형 마이크로그리드용 전압 제어 기술
	기술 내용	산업용 이더넷 기술 기반은 RRP(IEC 62439-7 Ring-based Redundancy Protocol) 기술을 개발하였음. 무순단 기능의 부재로 Full Digital 스마트 변전소 프로세스 버스에는 적용할 수 없음
국 외	기술명	마이크로그리드 전력품질 향상 제어 기술
	기술 내용	ABB의 AFS660은 PRP/HSR based RedBox 기술임. 본 기술은 RedBox 만을 구성할 수 있으며, 별도의 장치를 활용하여 IEC 61850 통신 기술을 구현해야 함.
	기술명	PCS간 주파수 편파를 극복 제어 기술
국 외	기술 내용	SoC사는 Xilinx FPGA에 구성된 HSR/PRP Switch IP Core 로 사용자가 FPGA를 구성해야 하며, 장치 운영을 위한 인터페이스를 구성해야 함.

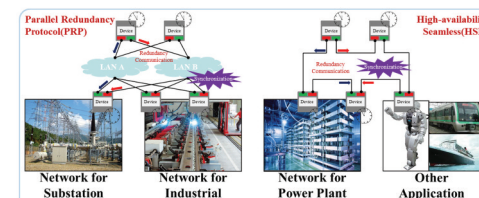
▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
스마트 변전소 프로세스 버스 구현 및 응용기술	<ul style="list-style-type: none"> • 1Gbps PRP/HSR+IEEE 1588v2 네트워크 (PRP/HSR/PTP) 칩셋, 모듈, 토폴로지 설계, 분석 및 시뮬레이션 기술, 펌웨어 임베딩 및 운영 리눅스 드라이버 기술) • IEC 61850 통신 기술 지원(MMS, GOOSE, SV의 Publisher, Subscriber S/W, 구성장치 IED (MU, PI, ACT) 응용 H/W 제작기술)

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 발전소, 변전소, 산업용 네트워크
- 로봇, 차량용 네트워크

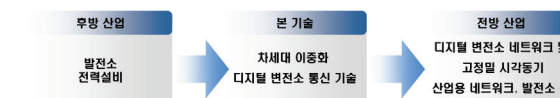


시장이슈

- 디지털 변전소의 ICT 기술에 대한 관심이 고조되고 있으며 지금까지 유럽, 북미를 중심으로 테스트용 변전소 건설 및 운영되고 있음
- 이를 기반으로 유럽에서 프로세스 버스 기반 Full Digital 변전소의 실제 운영을 앞두고 있으며, 이 결과에 따라 대규모 시장이 열릴 것으로 예상됨
- 국내에서도 가장 큰 수요처인 한국전력에서 프로세스 기반의 Full Digital 변전소의 도입을 적극적으로 준비하고 있음
- 2013년부터 IEC 61850 기반 Half-Digital 변전소 구축을 시작
 - Process bus 를 포함하는 지능형 Full-Digital 변전소에 대한 "마스터 플랜" 을 발표 (2017.12), 관련 연구개발 및 실증 준비 중

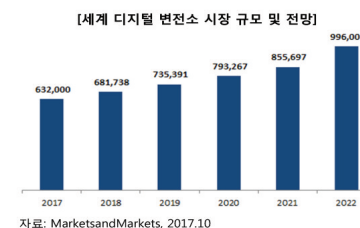
Supply chain

- 본 기술은 차세대 이중화 디지털 변전소 통신 기술로 변전소, 산업, 플랜트 등의 네트워크 등에 적용할 수 있음



수요전망

- 세계 디지털 변전소 시장은 2017년 63억 2,000만 달러에서 2022년 99억 6,000만 달러에 이를 것으로 전망됨
- 스마트 시티 인프라 발전, 전력 수요 증가, 노후 설비 교체 수요, 디지털 안전성 향상 및 정비 비용 감소 등이 시장의 주요 요인임
- 국내 디지털 변전소는 2018년 기준 34개소에 적용 중이나 2020년까지 100여 개소로 확대할 계획임



4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	전력망 보호 제어 시스템의 데이터 프레임 송수신 방법	한국	KR10-2012-0123358	2018
출원	네트워크 환경에서 데이터 프레임 중복 제거 방법, 그 방법을 수행하는 장치 및 컴퓨터 프로그램	PCT/KR	PCT/KR2016/014044	2016
출원	이중화 네트워크를 위한 통신 장치 및 그 데이터 처리 방법	PCT/KR	PCT/KR2017/007427	2015
포함 총 15건 이상의 KERI 고유 국내외 지적재산권을 보유하고 있음				

기술의 완성도

- ▶ TRL 6 : 파일럿 규모 시제품 제작 및 성능 평가
복수개의 시제품 제작 및 실험실 규모의 평가 완료
- ISPCS 2017 PlugFest Test 평가 PASS (몬트레이, 미국)
- UCAIug 주관 2017 IOP Test 평가 PASS (뉴올리언스, 미국)
- ▶ 개발 기술 범위
무순단 고신뢰 이중화 통신 및 고정밀 시각동기 기술
- 1Gbps/100Mbps 급 PRP/HSR+IEEE 1588 네트워크 시스템
- IEC 61850 통신 기술
- ▶ 기술개발 추진 계획
- 즉시 수요기업 이전 및 실환경 검증 가능한 상태
- 1Gbps/100Mbps 급 PRP/HSR + IEEE 1588 IP 및 IEC 61850 통신 기술 이전 가능

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
- 외산의 중앙집중식 전력망 통신 네트워크 스위치 및 이중화기술 (HSR/PRP, PTPv2)의 국산 기술 대체로 무역 수지 개선
- 국내 업체들의 고신뢰 통신 기술력 및 생산성 재고로 관련 기술 및 제품의 해외 수출 기반 마련 및 상용가속화

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
- Station Bus 방식의 디지털 변전소에 하이브리드 형태의 고신뢰 Process bus 네트워크 기술개발을 통한 스마트변전소 고도화에 직접적으로 활용
- Full Digital 변전소 실증사업 구축 사업에 개발 장치의 적용 가능
- 국가적으로 Full Digital 스마트 변전소자동화 (SA) 기술을 이끌 수 있는 새로운 돌파구 마련
- 기능 및 성능평가 인프라 구축, 시제품의 상용화를 위한 기술 전수 및 국제표준화에 따른 상호운용성 확보제공
- Industry4.0에서 요구되는 다양한 시간 임계형 네트워크 인프라제공 및 산업응용분야 기초원천 기술로 활용

- 초고주파 방사를 이용한 장거리 무선전력전송을 구현한 기술
- 장거리 무선전력전송을 위한 배열형 고이득 원형편파 안테나 시스템
- 고효율 고훈출 전력증폭기 직접개발을 통한 송신모듈 구현
- 방향감지 알고리즘을 이용한 빔 제어 시스템 구현
- 초고주파 전력 수신 및 정류를 위한 고효율 레크테나 모듈 개발

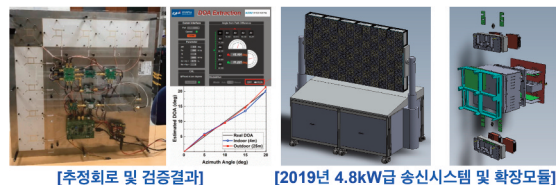
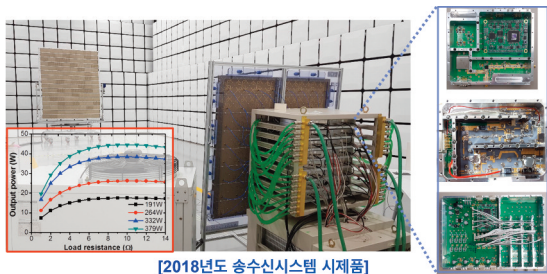
기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 고효율 장거리 무선전력 전송을 위해 능동배열형 마이크로파 전력송수신시스템과 빔추정 및 제어시스템 등 운용기술을 개발하는 것임.

기술의 구성도

- ▶ 전력송수신시스템은 5.8GHz GaN-HEMT 반도체 전력증폭기 기반 확장모듈형으로 구성
- ▶ 전력수신시스템은 Class-F 고효율 RF-DC변환기 기반 확장모듈로 구성
- ▶ 목표 위치로 무선전력 송수신을 위해 REV기법 기반 빔추정/제어시스템 적용



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 장거리 무선전력전송은 전기 에너지를 물리적 연결 없이 전달하는 기술로 초연결 기반 근 미래사회의 필수 인프라 기술임
- ▶ 전송거리 및 전력 양에 따라 산업용 센서, 무인기전원, 재난구조, 전방기지 에너지 공급 등 다양한 분야에 가변 적용 가능
- ▶ 방사 방식의 고효율 장거리 무선전력 전송은 탈원전시대 차세대 청정에너지인 우주태양광위성 발전의 핵심 전략기술로 도입 불가
- ▶ 국가 우주개발 계획 수립을 위한 합리적이고 실질적인 기술근거 마련 및 국제 우주 공동연구 참여를 위한 국내 기술 증명 필요
- ▶ 국가 에너지 정책 '재생에너지 3020 정책' 실현을 위한 스마트 전력망 구축을 위한 기반 기술 개발이 필요함
- ▶ 비상송전 장치를 활용한 전력망 중요시설 위급대비를 통하여 대정전을 방지하고, 재난지역 긴급복구에 적용 가능함

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 고이득, 고내열성 배열안테나 기술을 활용하여 우주전력용 무선전력전송 등 고효율 거대 배열 시스템이 필요한 분야에 적용
 - 세계수준 고효율 고훈출 GaN-HEMT 전력증폭기 기술로 진공소자를 대체하는 소형, 경량의 배열형 초고주파 신호원으로 활용 가능함
 - 독립 확장형 모듈 구조로 application에 따라 출력전력 및 배열 수를 조절하여 사용이 용이함

- 고효율 빔포밍 IC 제어를 통한 다양한 능동배열형 시스템에 활용가능함 (5G 이동통신, 레이다 등)
- ▶ 기술의 상세규격
 - ISM band(5.8 GHz) 50W급 고효율 GaN HEMT 모듈 (PAE > 55%, Pout > 50W)
 - Class-F적용 고효율 RF-DC conversion 레크테나 모듈 (32소자, 73%max @ 5.8 GHz)
 - 장거리 무선전력 전송용 고이득, 고내열성 배열안테나 (64ch 36.4 dBi, BW 2.2°)
 - 장거리 무선전력 전송용 능동형 위상배열안테나 시스템 (96ch, 6-bit PS, 빔해상도0.3°)

경쟁기술과 차별성

▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황

- 능동 배열형 초고주파(5.8GHz) 무선전력 전송 시스템

세계최고수준			전기연구원
기관명	주요성과지표	기술수준	'18년
JAXA & Mitsubishi	전송거리(m)@송출전력(kW)	55@1.8	50@3.2
	송전모듈출력(W)@효율(%)	6@41.2	50@45.5
	수전모듈RF-DC변환효율(%)	60(회로)	65(모듈), 74(회로)
	서브배열안테나 절대이득(dBi)	12	14.5

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

- 독립 신호원을 가진 확장 가능한 모듈형 시스템을 구현함으로써, 출력 및 전송 거리에 따라 다양한 어플리케이션에 가변 적용 가능

- 세계수준 효율의 무선전력전송용 고훈출 초고주파 증폭기 직접개발로 위상가변 배열형 RF 신호원 원천기술 확보
- 이중순차 급전구조의 고이득 원형편파 서브배열 안테나 개발로 동일면적 대비 고효율 시스템 구현가능
- 가벼우면서 고훈출 초고주파 신호를 연속 방출할 수 있는 고내열성 패치 안테나 개발로 질량 및 부피 대비 고훈출력 시스템 구현

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- △장거리 무선충전 기기 △산업용 센서 △실내 모바일장치 △전기차 우주태양광 위성

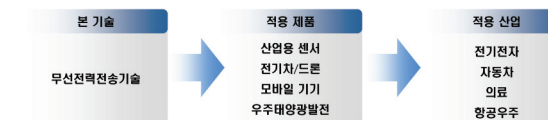


시장이슈

- 장거리 무선전력전송에 대해 미국 NASA는 1960년대부터, 일본 JAXA는 1980년대부터 연구개발을 시작해서 인공위성 적용까지는 성공하지 못하고 지상실증 단계임
- 장거리 무선전력전송의 경우 공장 내 생산 라인 센서, 집이나 사무실에 있는 노트북, 스마트폰 등 무선 디바이스, 드론이나 전기자동차의 무선충전이 가능함
- 방사형 무선전력전송 기술 자체는 상용화 시도 중이나 규제이슈 해결 필요

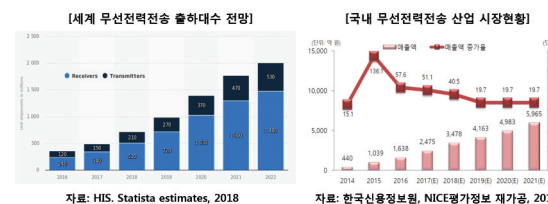
Supply chain

- 방사형 무선전력전송 기술 자체시장은 미형성 상태
- 일반 유도형 무선전력전송 기술은 모바일기기, 가전제품, 전기이동체 충전등에 적용가능함



수요전망

- 세계 무선전력전송 송신부 및 수신기의 생산량은 2017년 4억 9천 만대에서 2020년 10억 3천 만대 규모로 증가할 것으로 전망됨
- 국내 무선전력전송 시장은 2016년 1,638억 원에서 2021년 5,965억 원으로 증가할 것으로 전망됨



4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	배열 안테나를 사용하는 초고주파 무선전력전송 장치에서의 파일럿 신호 송수신 시스템	한국	10-2018-0149822	2018
출원	무선 전력 전송 방법, 장치 및 시스템	한국	10-2018-0149114	2018
출원	무선전력전송 출력 최고점 위치추적기	한국	10-2018-0148471	2018
출원	송신 전력 제어가 가능한 무선 전력 전송 장치	한국	10-2017-0152444	2017
출원	캐비티 구조물을 포함하는 배열 안테나 장치	한국	PCT/KR2016/012571	2017

기술의 완성도

- ▶ TRL 3수준의 기술완성도 단계 : 실험실(지상) 성능검증
- ▶ 개발 기술 범위 : 우주전력용 고훈출 장거리 무선전력전송 핵심기반 기술
 - 지상실증용 장거리 무선전력 전송 시스템 개발
 - 장거리 무선전력전송 운용기술 개발
 - 서브배열 기반 모듈형 무선전력전송 시스템 개발
 - 우주전력용 고훈출 장거리 전력전송 시스템 개발
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 세계최고수준 능동 배열형 무선전력전송 지상실증시스템 (2021)
 - 실내용 저전력 무선전력전송 장치 (2022)
 - 우주 전력용 확장형 장거리 무선전력전송 시스템 시제품 (2025)

5. 기대 효과

기술 도입 효과

▶ 경제적인 효과

- 세계 무선전력전송 시장은 근거리 시장을 포함하여 2020년 \$150억을 전망(IHS 2013 자료), 국내 기업이 25% 시장점유 시 약 4조원의 매출 예상
- 도입 불가한 해외선진국 위주의 군 기술을 국내기업이 활용 가능한 수준으로 개발, 빠르게 확장되는 신시장을 선점
- IoT, 드론, 스마트공장, 가전, 의료용 기기, 자동차 등 다양한 응용분야와 융합되어 연관 산업의 획기적 성장의 발판이 될 인프라산업임
- 무선전력전송 기술에 대한 특허 선점 및 사용주파수, 편파, 송신전력 등을 포함한 관련기술 적용 제품의 표준화 기여

기술·산업적 파급효과

- 초고주파 장거리 무선전력전송의 산업화로 이동형 무선전력전송 시스템에 사용가능
- 전력증폭기, 위상변조기 등 초고주파 반도체 기술 자립을 통한 국가전략 기술 및 대용량 마이크로파 발전/제어 원천기술 확보
- 전기차, 무인기, 플라잉카 등 전기 이동체의 무선충전 기반기술 확보
- 다양한 산업분야에서 요구되는 전기에너지 공급제한 극복에 기여하고, 초연결기반의 전력 신사업 창출 파급 효과 기대

○ 에너지 하베스팅은 우리 주변의 진동, 열 등의 에너지로부터 전기에너지를 만들어내는 기술이다. 이렇게 만들어진 전력은 시스템에 바로 적용하기에는 부적합한 형태로 생산된다. 본 기술은 에너지 하베스팅 소자로부터 획득된 전력을 IoT 센서와 같은 실제 시스템에서 사용할 수 있는 전기에너지로 변환 및 관리하는 전력관리 집적회로(PMIC) 기술이다.

기술개념 및 구성

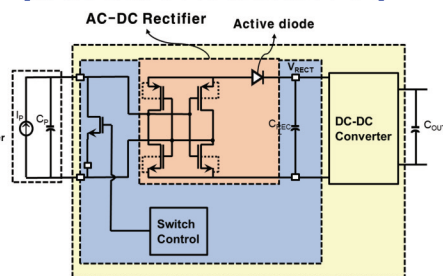
기술개념

▶ 본 기술은 에너지 하베스팅 소자로부터 획득된 전력을 IoT 센서와 같은 실제 시스템에서 사용할 수 있는 전기에너지로 변환 및 관리하는 전력관리 집적회로(PMIC) 기술임.

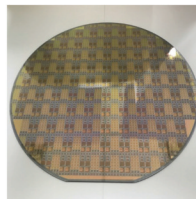
기술의 구성도

▶ 압전 에너지 하베스터의 출력을 최대화 할 수 있는 AC-DC 정류기와 일정 전압으로 변환해주는 DC-DC 컨버터 기술임.

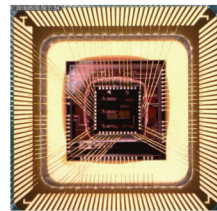
[에너지 하베스트 전력관리 IC 블록도]



[Wafer]



[시작품 IC 와이어 본딩]



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 4차 산업혁명의 핵심 기술인 IoT 센서 네트워크의 활용 확대를 위해서는 배터리 교체가 필요 없는 자율전원 시스템의 개발이 필요함.
- ▶ 기존의 에너지 하베스팅 연구는 센서 시스템에서 요구하는 출력에 대한 고려 없이 또는 전력관리 회로 개발과 별개로 진행됨으로써 실제로 센서 시스템을 구동하기 어려웠음.
- ▶ 전력변환과정에서 손실되는 에너지를 최소화하기 위해서는 고효율 전력관리 회로 연구와 에너지 하베스팅 소자의 융합 연구가 필수적임.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 압전 에너지 하베스트 소자의 출력전력을 최대화 할 수 있는 하베스트 인터페이스 전력관리 회로(PMIC)
 - 압전 에너지 하베스트 소자는 재료, 디자인 등에 따라 출력 전압이 달라 지므로, 전력관리 회로가 받아 들일 수 있는 입력 전압 범위가 넓어야 유리함.
 - 압전 에너지 하베스트 소자 내부의 커패시턴스에 의한 손실이 많이 있음. 이 손실을 줄여 만들어진 전력을 최대로 고집해 내는 역할을 하는 전력관리 회로가 필요함.

- mW급의 초저전력 전력관리 회로에서는 자체 소비 전력을 극도로 줄여야 효율 향상이 가능함.
- ▶ 기술의 상세 규격
 - 에너지 하베스트 출력 전압 = 전력관리 회로 입력 전압 < 40 V
 - 전력관리 회로 효율 > 70%

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
 - 에너지 하베스트 전력관리 회로 기술

국내	기술명	에너지 하베스트용 전력관리 IC 기술
	기술 내용	국내에는 제품화된 IC 없음.
국외	기술명	에너지 하베스트용 전력관리 IC 기술
	기술 내용	Linear Technology社에서 에너지 하베스트, 태양광 등 범용 전력관리 IC가 제품화 되어 있음.

경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
Linear Technology사의 IC	<ul style="list-style-type: none"> • 입력 범위가 제한적 (VAC, peak < 20V) 이어서, 효율도 떨어지고, 고전압 압전 에너지 하베스트 소자의 출력을 최대로 끌어내는데 한계가 있음.

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 무선 센서 네트워크(IoT 센서)
- 초소형 IT 디바이스

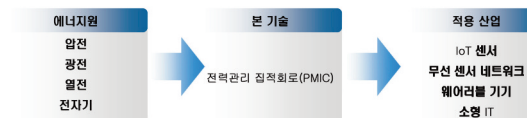


시장이슈

- IoT 디바이스 전원 공급 기술로 에너지 하베스팅(Energy Harvesting 혹은 Energy Scavenging) 기술이 부각되고, 나노 기술의 발전은 에너지 변환소자의 효율 향상과 소형화를 이끌었고 에너지 하베스팅 기술의 활용도가 높아짐
- IoT용 저전력 센싱/통신 기술, 경량 SoC와 운영체제(OS) 등 저전력 기술의 발전은 에너지 하베스팅 기술과 맞물려 에너지 자립형 IoT 기술의 구성 요소로 발전함
- 에너지 하베스팅 기술을 활용하여 IoT 디바이스에 에너지를 공급하는 에너지 자립 기술은 IoT 디바이스의 전원 공급 방식을 다양화하여 IoT 서비스 확산을 촉진

Supply chain

- 본 기술은 에너지 하베스팅 소자로부터 획득된 전력을 IoT 센서와 같은 실제 시스템에서 사용할 수 있는 전기에너지로 변환 및 관리하는 전력관리 집적회로(PMIC) 기술로, △IoT 디바이스 △웨어러블 기기 △소형IT △군사용에 적용됨

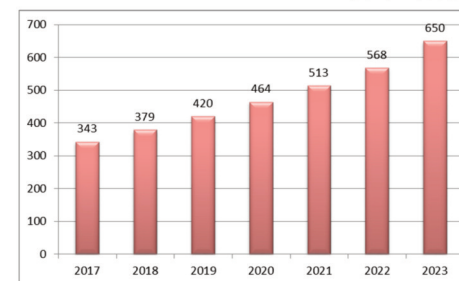


수요전망

- 세계 에너지 하베스팅 시장 규모는 3.1억 달러였으며, 2023년까지 연평균 10.62%의 성장을 이어나가 2023년에는 6.5억 달러에 이를 것으로 예상됨
- IoT 센서 시장은 2017년 1,378억 달러에서 2023년 2,834억 달러로 연평균 12.8% 성장할 것으로 전망됨

[세계 에너지 하베스팅 시장 규모]

(단위: 백만 달러)



자료: MarketsandMarkets, 2017

4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	에너지 하베스트를 위한 정류장치	한국	10-2018-0022697	2018
		PCT	KR2019/001194	2019
등록	하이브리드 에너지 하베스팅 장치	한국	10-2019-0044138	2019

기술의 완성도

- ▶ TRL 5 수준의 기술완성도 단계
 - 유사 환경에서 Working 시작품 검증
- ▶ 개발 기술 범위 : 에너지 하베스트 전력관리 회로 기술
 - 압전 에너지 하베스트 전력관리 회로(PMIC) 기술
 - 전자기 에너지 하베스트 전력관리 회로(PMIC) 기술
 - 하이브리드 에너지 하베스트 전력관리 회로(PMIC) 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2020년 5월 : 에너지 하베스트 전력관리 회로 기술 개발

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
 - 구조진단 및 설비진단 등의 분야에 IoT 센서를 확대 적용함으로써 대형 사고 예방 및 비용 절감
 - Smart Home 및 Smart Factory 구현으로 삶의 질 개선
 - 국내 17조원 (2020년) 규모의 IoT 산업 활성화 및 관련 산업 응용 확대

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 새로운 패러다임의 고밀도 에너지 자율전원 시스템의 개발
- 에너지 하베스팅을 이용하여 자율전원 기반의 IoT 센서 시스템을 구축함으로써 4차 산업혁명의 기반 기술 확보 및 실질적인 적용 가능.
- IoT 센서용 자율전원 기술의 소재부터 시스템, 나아가 적용 대상과의 통합까지 전단계를 아우르는 융합 연구 실현

○ 본 기술은 SF₆를 사용하지 않는 친환경 가스 차단기 설계를 구현함에 있어, 친환경 가스의 물리적 특성 DB의 구축, 차단기의 아크 플라즈마 현상의 모의 해석, 차단기 성능평가 기술을 접목하여 친환경 가스 차단기 설계기술을 개발하는 것임. 이는 가스절연개폐장치, 가스절연송전선등에 활용됨.

기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 70kV급 송전계통에 적용되는 차단기 설계기술에 관한 것으로 지구온난화지수가 1미만의 천연가스를 절연매질로 사용하고, 가스의 특성을 적용한 차단해석기술을 접목하여 송전계통에서 요구하는 조건을 만족하는 가스차단기 설계기술을 개발하는 것임.

기술의 구성도

▶ 친환경 가스의 물리적 특성 DB를 바탕으로 차단기의 아크 플라즈마 현상을 모의 해석하고, 차단기 성능평가 기술을 접목하여 친환경 차단기를 설계하는 기술임.



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 전력 계통의 보호 및 안정적인 전력 공급을 위한 핵심 전력기기인 차단기는 주로 SF₆ 가스를 차단매질로 사용하여 왔으나, 1997 교토의정서 및 2015년 파리기후변화 협약을 통해 감축대상 온실가스로 지정 됨.
- ▶ 전력분야 선진국은 최근 SF₆를 대체할 가스를 개발하여, 가스의 특성분석과 병행으로 해당 가스를 적용한 친환경 전력기기를 개발하고 있으며, 원천성이 강한 특허 등록을 통해 특허장벽을 구축함.
- ▶ SF₆ 대체가스에 대한 대안이 없는 상황에서 국내기업은 선진국에 수십 억원의 기술료를 지불하면서 g³가스를 적용한 초고압 스위치기어 설계기술 개발 중.
- ▶ g³를 포함한 유류 대체후보가스들도 아직 CMR(Carcinogenic, Mutagenic, Reprotoxic) 측면에서 안전이 검증되지 않은 불완전한 대체가스로 기술적 자립을 위한 SF₆ 대체가스 및 친환경 전력기기의 개발이 필요함.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
- 대기중에 존재하는 가스를 이용하여 친환경적 특성이 뛰어남
- GWP(1 미만의 가스로 온실가스 감축에 기여

- 불소계 차단매질을 사용하지 않아 무독성임
- 대기중에 존재하는 가스로 매질에 대한 가격경쟁력이 뛰어남
- 친환경 특성, 안전성이 뛰어남으로 배전에서 70kV 까지 다양한 전압에서 사용가능
- 초고압 차단기 설계에 차단 해석기술을 적용가능
- ▶ 기술의 상세 규격
- 친환경 차단가스 물리적 특성 DB 구축(Composition, 열역학, 수송, 복사흡수 계수등)
- Arc Plasma 현상 모의 해석 기술
- 차단성능 측정 및 평가 기술(G200, Post Arc Current 등)

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
- SF₆ 대체가스를 적용한 전력기기 개발기술

국내	기술명	송전급(22.9kV 초과) 전력기기 SF ₆ 대체기술
	기술 내용	Natural Gas(Dry air, N ₂)를 사용하여, 접지스위치 및 단로기에 적용한 기술
	기술명	친환경 기반 송변전용 디바이스 상용화 기술개발
국외	기술 내용	SF ₆ 와 N ₂ 의 혼합가스를 이용하여 전력기기에 적용한 기술
	기술명	NOVECTM 가스(C ₄ F ₇ N, C ₆ F ₁₀ O)를 적용한 전력기기 개발
국외	기술 내용	3M사에서 합성한 절연가스를 CO ₂ , O ₂ 와 혼합하여 전력기기에 적용한 전력기기 개발(170kV급 완료)

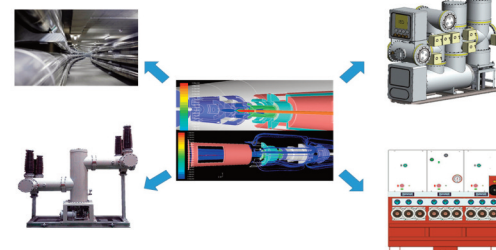
▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
NOVEC 가스를 적용한 전력기기 개발기술	<ul style="list-style-type: none"> • 자연상태에 존재하는 가스를 차단가스로 선정함으로써, GWP를 1이하로 낮추면서, 독성 및 CMR에 대한 문제없이 안전하게 사용 • 가스 주입 및 회수장치와 같은 가스의 Handling 부분에서 유지 보수 경쟁력 상승 • 차단가스의 물리, 화학적 특성을 고려한 해석기술과 차단성능 측정 및 판단기술을 접목한 설계기술로 최적설계 용이

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 가스송전선로, 가스절연개폐장치
- RMU(Ring Main Unit)
- 몰드타입차단기

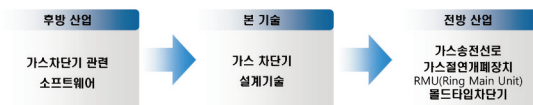


시장이슈

- 초고압 GCB · GIS 세계시장은 ABB, Siemens, Areva 등 해외 업체들의 압도적인 점유율 속에 국내 업체들이 어렵게 점유율을 높이고 있는 단계
- 지구 온난화 가스인 SF₆ 가스를 대체할 친환경 가스를 이용한 차단기 개발과 차단기 세계시장의 기술 개발 방향에 대처 필요성 대두
- 유럽, 중국 및 미국을 중심으로 전력전자 기반 재생 발전원 및 송변전 전력설비 급증에 따라 직류 송배전 시장이 빠르게 성장
- 관련기업간 M&A 추진 활발
- 고신뢰성, Compact화, 유지보수 기술 개발 필요

Supply chain

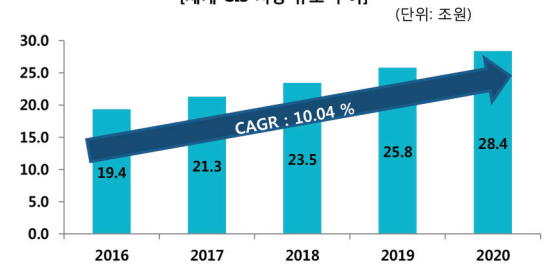
- 본 기술은 가스 차단기 설계 기술로, 가스송전선로, 가스절연개폐장치, RMU(Ring Main Unit), 몰드타입차단기, DC 보호기기, 배전시스템에 적용하여 태양광, 풍력 등 신재생에너지, 장거리 전력송전 및 비상정원 장치 등에 활용 가능



수요전망

- 신기후 변화체제 이후 SF₆가스를 대체하는 친환경 전력기기의 수요는 크게 늘어날 것으로 전망
- GIS 세계시장이 2016년부터 2020년까지 연평균 10.04% 성장해 약 28조4000억원 규모까지 확대될 것이라는 전망 (리서치 앤 마켓, 2016)

[세계 GIS 시장 규모 추이]



자료: 리서치 앤 마켓(2016) 참조 특허법인 다나 재정보

4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	아크에너지 저감장치를 채용한 차단부	한국	10-151420	2016
출원	복수의 압축실을 갖는 가스차단기	한국	10-2015-0060450	2015
출원	SF ₆ 가스를 대체한 절연가스 및 이를 이용한 전기장치	한국	10-2016-0094804	2016

기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : SF₆ Free 친환경 가스 차단기 설계기술(72.5kV)
- 친환경 차단가스 물리적 특성 DB 구축(CO₂ Mixture)
- Arc Plasma 현상 모의 해석 기술
- 차단성능 측정 및 평가 기술(G200, Post Arc Current)
- ▶ 기술개발 완료 시기
- 2017년 8월 : 72.5kV 20kA NGCB(Natural Gas Circuit Breaker) 개발

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
- 초고압 가스차단기 시장 규모는 2015년 기준 세계 152억 달러(18조원), 국내 3,000억원 규모로서 연평균 10 % 수준의 고성장을 하고 있으며, 특히 2015년 국내 송전용 가스차단기의 경우 전량 SF₆를 사용하고 있어, 신 기후변화 체제에 의한 친환경 가스차단기의 대체가 예측됨.
- SF₆ 가스는 유럽의 주도로 점차 사용상의 규제가 가시화 될것이며, 이를 대체할 차단가스 및 차단기설계 기술에 대한 요구가 증가됨에 따라 해외에 의존적인 중전기기 산업구조의 개선에 기여함.
- 차단가스의 개발 및 이를 적용한 차단기의 설계기술을 통해 원천기술 확보와 신규 해외시장 창출에 기여함.

기술 · 산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
- 기술 중속성이 강한 가스차단기 핵심소재기술을 확보함으로써 초고압(70kV이상) 친환경 가스차단기 설계 및 제작 기술을 선도 할 수 있는 기반 기술 구축.
- 해외 의존적인 차단성능 측정 및 평가기술을 자체개발함으로써, 국내 중전기기 업체 경쟁력 향상 및 사업의 고도화에 기여.
- 절연가스에 대한 물리적 특성 DB 구축을 위한 기초연구기관과의 상생 및 시너지 효과 극대화에 기여.

[R&R : 2-2-1]

○ 본 기술은 오픈소스에 기반한 공작기계 상위 제어기와 공작기계 각 축 구동을 위한 서보드라이브 기술임. 상위 제어기는 정밀한 가공을 위한 g-code 해석, 궤적 최적화 생성 및 각 관절 동기화 제어를 수행하며, 서보드라이브는 고속 고정밀 가공을 위한 제어 알고리즘 및 동기화 통신 기술을 포함함.

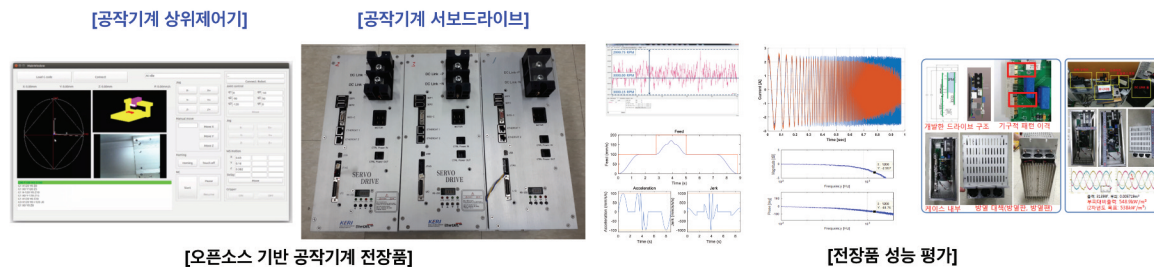
기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 산업 자동화 및 부품 제조업 장비 국산화를 위한 오픈소스 및 개방형 네트워크에 기반하여 공작기계 상위 제어기(NC) 및 하위 제어기(서보드라이브) 핵심 기술임.

기술의 구성도

▶ 공작기계 전장품은 상위 제어기(NC)와 하위 제어기(서보드라이브)로 구성됨.



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 공작기계는 4차 산업 혁명의 핵심 장비로 제조업 전반에 걸쳐 널리 활용되고 있으나 90% 이상을 수입 전장품에 의존하고 있어 국산화 기술 개발 및 보급이 시급함.
- ▶ 공작기계 전장시스템은 가공 궤적 생성을 담당하는 상위 제어기(NC)와 각 축의 기계적 위치를 결정하는 하위 제어기인 서보드라이브로 구성되어 있으며 가공 성능 및 효율 향상을 위해선 고속 고정밀 모션을 위한 최적 궤적 생성 기술 및 강인 제어 기술이 요구됨.
- ▶ 산업 자동화에 따라 공작기계는 다양한 장비들과 연동되어 동작하여야 하며 이를 위해선 오픈소스 및 개방형 네트워크 기반의 공작기계 전장품 개발이 요구됨.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 공작기계용 상위 제어기(NC)는 오픈 소스 및 개방형 네트워크에 기반함으로 다양한 장비들과 쉽고 빠르게 연동될 수 있음.
 - 개발된 상위제어기(NC)는 속도, 가속도 뿐만 아니라 저크(jerk)가 고려된 궤적을 생성함으로 진동 저감, 기기 수명 증대 및 가공품 품질 향상이 가능.
 - 개방형 네트워크 사용을 통해 공작기계 각 축의 동기화 제어가 가능함으로 높은 가공 정밀도 확보가 가능.
 - 서보드라이브의 성능 개선을 통해 높은 전류 응답성 확보.
- ▶ 기술의 상세 규격
 - Jerk-limited 궤적 생성 및 look-ahead 기술

- 개방형 네트워크 기술 (EtherCAT)
- 1.1 kHz 서보드라이브 전류 제어 기술
- 스피들 드라이브 30,000 rpm 고속 제어 기술

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
- 공작기계 전장품 기술

국내	기술명	상위 제어기 기술
	기술 내용	공작기계 상위제어기
	기술명	하위 제어기 기술
	기술 내용	축 제어를 위한 공작기계 서보드라이브는 국산화 장비 없음
국외	기술명	공작기계 전장품
	기술 내용	공작기계용 상하위 제어기

경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
공작기계 전장품 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 선진사의 전장품은 오픈소스 및 개방형 네트워크에 기반하지 않음으로 폐쇄적인 구조를 가지며 타사 장비와의 연동이 제한적임 • 개발된 공작기계 전장품은 각 축 동작의 동기화가 가능함으로 높은 가공 정밀도 달성이 가능함

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 제조 설비 및 시스템 시장

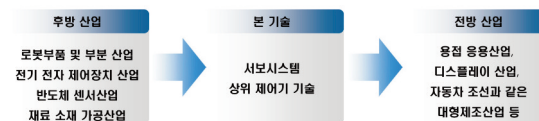


시장이슈

- 산업의 발전에 따라 중국에서의 스마트 팩토리 확장이 다수 예정되어 있으며, 자동차 업계 및 디스플레이, 반도체, 이차전지의 투자가 이어지고 있어 모션 컨트롤 및 서보시장이 지속적인 호황을 누리고 있음
- 서보시장의 경우 모터차체의 기술은 일본제품을 대체할 수 있으나 이를 제어하는 기술이 떨어져 서보시스템 전체 대체가 이루어지지 못하고 있는 상태임
- 위와 같은 상황으로 인해, 확대되는 서보시장에도 불구하고 장비 발주에서 국산 제품이 비집고 들어가기 어려운 이슈들이 존재

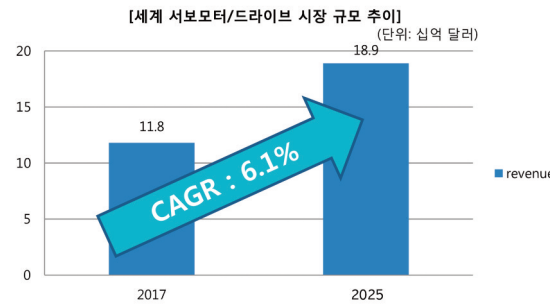
Supply chain

- 상위 제어기 기술은 자동차 산업에서의 서보 시스템에 있어 가장 중요한 부분으로서, 자동차 로봇 시장 분야 등에 적용됨



수요전망

- 서보 모터 및 드라이브 시장은 2018년부터 2025년 사이 6.4%의 연평균 성장률을 보여, 2018년 118억 달러에서 25년 189억 달러의 성장률을 보일 것으로 전망됨



자료: Verified Market, 2018

4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	스마트 가공 발주 시스템 및 그 방법	PCT 국외출원	PCT/KR2016/011002	2016
출원	룩-어헤드 알고리즘이 이용된 공작기계용 수치 제어장치의 제어성능 개선시스템 및 그 방법	한국	10-2017-0123667	2017
출원	이더넷 네트워크의 마스터와 슬레이브들 간의 동기화 오차 보상을 위한 동기화 오차 보상시스템 및 그 동기화 오차 보상방법	PCT 국외출원	PCT/KR2017/012306	2017

기술의 완성도

- ▶ TRL 4 수준의 기술완성도 단계 : 연구실 규모의 성능 평가
- Jerk-limited 궤적 생성 및 look-ahead 기술
- 개방형 네트워크 기술 (EtherCAT)
- 1.1 kHz 서보드라이브 전류 제어 기술
- 스피들 드라이브 30,000 rpm 고속 제어 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
- 2019년 12월 : 공작기계 전장품 개발 및 실제 가공 수행

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
- 공작기계는 부품 제조업의 핵심 장비이지만 90% 이상을 외산 장비에 의존하고 있는 상황이며 이러한 장비의 국산화를 통해 무역역조 현상을 개선하고 신규 시장 창출에 기여함.
- 공작기계 전장품의 국산화를 통해 공작기계의 보급 확대 및 제조업 경쟁력 향상.

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
- 공작기계용 전장품은 로봇, 3D프린터 등 기타 산업용 장비 전반에 활용 가능한 기술로 높은 파급력을 가진.
- 본 과제에서 개발된 개방형 통신은 공정 모니터링 등 산업 자동화 전반에 적용 가능함.
- 개방형 네트워크 및 오픈소스 기반 기술 개발을 통해 제조업의 유연성을 극대화 하고 소량 다품종 생산에 적합한 생산 체계 구축 가능.
- 오픈소스 기반 기술 개발을 통해 타 장비들과의 호환성을 극대화 하고 국내 산업 자동화 기술 전반의 기술 축적 및 전문 인력 양성.

○ 로봇 구동에 필요한 주요 요소인 '감속기, 전동기, 제어기, 센서, 브레이크'를 일체형으로 구성한 스마트액추에이터 설계 기술을 개발하고, 이를 협동로봇에 적용하였음. 산업용으로서의 협동로봇 뿐만 아니라 의료 및 서비스 로봇 분야에서 소형 다관절 로봇을 구성하는데 활용될 수 있음.

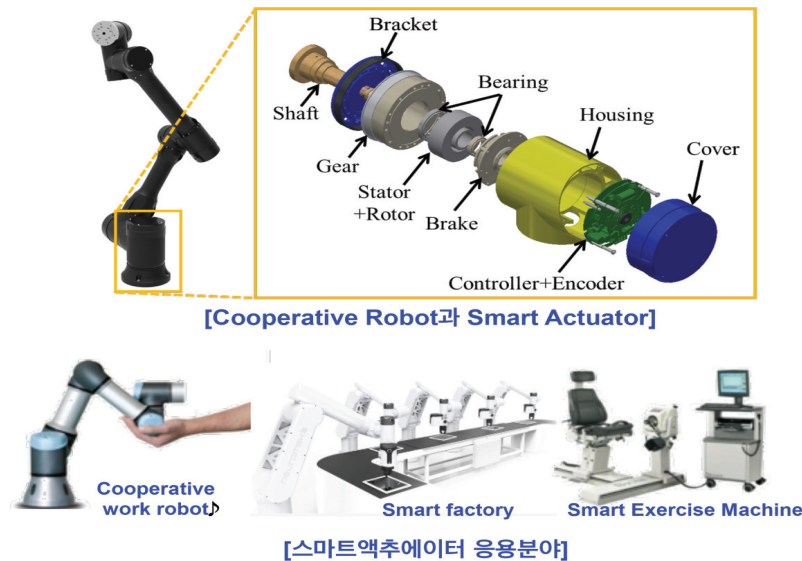
기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 6축 다관절 형태의 협동로봇을 구성하기 위해 필요한 3종 이상의 스마트액추에이터를 개발하기 위한 것으로서, 주요 구성품인 전동기, 제어기, 감속기, 스톱퍼, 센서 설계가 핵심임.

기술의 구성도

▶ 6축 다관절 로봇을 구성하는 용량별 스마트액추에이터 개발을 위해 고출력밀도를 가지는 중공형 영구자석 전동기와 이에 대한 제어기, 감속기, 스톱퍼, 센서 설계 기술.



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 협동 로봇용 스마트 액추에이터는 (1)전기적 입력을 기계적인 출력으로 바꾸어 주는 전동기, (2)전동기 입력을 제어하는 제어기, (3)전동기 출력의 토크비를 변환시켜주는 감속기, (4)비상시 전동기를 기계적으로 멈추게 할 수 있는 스톱퍼 또는 브레이크, 그리고 (5)여러가지 센서류 등이 일체형으로 구성됨.
- ▶ 사람과 작업공간을 공유하는 협동로봇을 안정적으로 운영하기 위해서는 시스템이 간결하고 컴팩트하며 가벼워야 하고, 통신속도와 제어 응답속도가 빨라야 함.
- ▶ 시스템 간결화를 위해 내부로만 케이블링 하기 위해서 전동기와 제어기가 중공형이어야 하고, 컴팩트하고 가벼운 시스템을 위해서는 고출력밀도를 가지는 전동기가 설계되어야 함. 또한 통신속도와 제어 응답속도를 높이기 위해서는 EtherCAT 기반 서보제어 기술이 필요함. 스마트액추에이터 설계를 위해서는 이 모든 것이 종합적으로 고려되어야 함.

2. 기술 내용

기술의 특징

▶ 기술의 특징점

- 스마트 액추에이터
 - 로봇 구동에 필요한 여러 구성요소들을 일체형으로 구성 : 감속기+전동기+제어기+위치센서+브레이크
 - 전원선 및 통신선 등이 축 내부를 통해 연결되도록 구성요소 모두 중공형으로 설계
 - 48V 구동, 정격속도 20rpm (감속기 후단)
 - 전자계-기계구조-열-진동해석을 통한 설계기술 확보
- 스마트액추에이터를 적용한 협동로봇
 - 시스템 맞춤형 드라이버 알고리즘 개발
 - EtherCAT/CANopen 통신을 이용한 로봇모션제어 기술
- ▶ 기술의 상세 규격
 - 위치정밀도 0.1mm, 모션범위 360도
 - 가반하중 5/10kg 구동용 협동로봇의 관절구성
 - 300W, 120W, 60W급의 3종 스마트 액추에이터

경쟁기술과 차별성

▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황

• 스마트액추에이터 설계 기술

국내	기술명	스마트액추에이터용 전동기 설계 기술
	기술 내용	용량별 3종의 중공축 전동기 설계 기술
	기술명	스마트액추에이터용 제어기 설계 기술
	기술 내용	EtherCAT/CANopen 통신이 되면서 용량별 3종의 전동기를 구동할 수 있는 중공형 제어기 설계 기술.
국외	기술명	스마트액추에이터용 스톱퍼/브레이크 설계 기술
	기술 내용	솔레노이드를 이용한 스톱퍼 또는 전자식 브레이크 기술

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
스마트액추에이터 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 고출력밀도와 고효율을 가지면서, 온도 안정성을 가지는 스마트액추에이터 설계 기술 • EtherCAT/CANopen 통신이 되면서 위치정밀도 0.1mm 인 제어기 설계 기술 • 간단하고 컴팩트한 스톱퍼/브레이크 설계 기술

3. 기술의 시장성

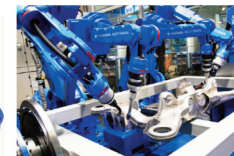
기술 응용분야 및 제품

- 제조 설비 분야
- 로봇 분야

[스마트 액추에이터]



[제조 로봇]

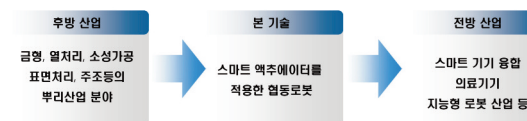


시장이슈

- 스마트 액추에이터는 기존 유압구동 시스템에 비해 고효율의 기술로 4차 산업혁명 트렌드에 따라 산업기계, 건설기계, 농기계 등 기존 구동시스템에 신기술들이 접목되며 다양한 분야에 사용가능 해졌으며 기존의 구동시스템을 대체하여 새로운 제품시장을 형성하고 있음
- 제조설비 자동화와 더불어 로봇 기술 발전과 보급에 따라 로봇의 핵심부품인 로봇 액추에이터에 활용이 활발하게 이루어지고 있음
- 정부 또한 로봇 산업핵심기술 개발산업, 자동차 산업핵심기술 개발사업들을 통해 액추에이터와 센서 등의 핵심기술에 대한 개발 및 민간 공급을 적극적으로 지원중인 상태

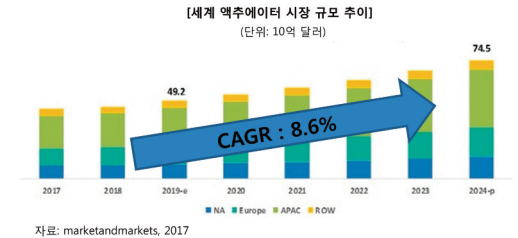
Supply chain

- 본 기술은 협동로봇 등에 적용 가능한 스마트액추에이터 기술로 자동차, 로봇, 바이오 등 첨단 산업에 전방위적 활용이 가능한 기술임



수요전망

- 세계 액추에이터 시장은 2019년 490억 달러에서 2024년까지 연 성장률 8.6%로 745억 달러 시장에 이를 것으로 전망되고 있음
- 기업들의 앞선 기술의 액추에이터 기술개발과 적용에 따라 압전 액추에이터 및 디스펜서 시장은 지속적으로 확장될 것으로 예상됨



4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	다관절 로봇의 브레이크장치	한국	10-2016-0132365	2016
출원	다관절 로봇의 스톱퍼장치	한국	10-2016-0159553	2016
출원	센서모듈 및 그를 가지는 전동기	한국	10-2018-0042329	2018
출원	운동기구용 부하모듈 감속기	한국	10-2018-0042328	2018
출원	운동기구 및 운동기구용 부하모듈	한국	10-2018-0042327	2018

기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 스마트액추에이터와 이를 적용한 협동로봇과 동속 운동기구
 - 고출력밀도를 가지는 중공형 영구자석 전동기 설계 기술
 - EtherCAT와 CANopen 통신이 가능한 제어기 설계 기술
 - 스마트액추에이터를 컴팩트하게 구성할 수 있는 감속기, 스톱퍼, 센서 설계 기술.
 - 각 부품들을 조합한 스마트액추에이터 설계 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2019년 09월 : 협업 로봇 및 운동기구용 스마트 액추에이터 설계 기술

5. 기대 효과

기술 도입 효과

▶ 경제적인 효과

- 제조/산업 분야 뿐만 아니라 의료/헬스 분야에서 국내기술을 활용한 스마트액추에이터와 이를 이용한 로봇 개발 용이
- 부품 국산화를 통한 경쟁력 확보 및 시장 점유율 확대
- 전동기와 드라이버를 이용한 컴팩트한 전기구동 시스템을 적용할 새로운 산업 분야에서 개발비용 절감

기술·산업적 파급 효과

▶ 기술적 파급 효과

- 로봇 및 스마트액추에이터 응용 시스템을 개발하는 업체들의 경쟁력 확보
- 스마트 액추에이터 부품 및, 스마트액추에이터를 이용한 시스템의 국산화
- 출연연 및 업계와 전략적 제휴를 통해 새로운 로봇 플랫폼 개발 및 기반별 장점을 부각시킨 대형과제 창출 가능

[R&R : 3-2-3]

○ 본 기술은 X-선을 이용한 3차원으로 유방암 조기 진단장치이고 이하와 같이 기술을 요약함

- Detector : CsI/TFT, 76 μ m, 2 frames/s
- Scan angle/Projections : $\pm 9^\circ$ (18°)/11
- Scan time : 6s(continuous)/10s(step and shoot)
- X-ray tube/Filter : W target/Rh, Ag, Al
- Power : 5kW
- Image S/W : Preprocessing, FBP, Synthesis (CUDA)

기술개념 및 구성

기술개념

- ▶ 본 기술은 유방암 조기 진단을 위하여 일정한 각도(18도)를 회전하며 11장의 영상을 획득하고 그 영상을 3차원으로 재구성하여 유방암 병변의 단층 관찰이 가능하게 하고 진단효율을 기존 2차원 진단기술에 비해 30%정도 높이는 기술임

기술의 구성도

- ▶ 본 기술은 X-ray 촬영 고정밀 회전 구조물(Gantry), X-ray 전원, 영상검출기(Detector), 통합제어 인터페이스 및 고속 영상 재구성 프로그램으로 구성되어 있음.



[3차원 디지털 유방암 조기 진단 장치의 구성도]

1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 국내 여성암 발생률 1위는 유방암 (갑상선암 제외)
 - 10만명 당 발병률 44.4명('09) → 54.4명('14)로 증가
 - 서구형 유방암으로 변화, 미국 및 일본 발병률 추월
 - 조기에 발견할 경우 5년 생존율 90% 이상 (4기는 37% 내외)
 - 유방암은 세계 여성암 발병률 1위[164만('10) → 200만('17)]
- ▶ 기존 엑스선유방촬영술은 치밀유방 동양여성에서 효용성 낮음
 - 유방암 검출 민감도가 매우 낮고, 불필요한 재검률이 높음
 - 유방초음파나 MR유방촬영은 국가 암검진에 활용하기 어려움 (주관적, 긴 검진시간, 고비용)
- ▶ 국제적 기술경쟁력 및 시장확보
 - 국내 유방 촬영기 산업 고도화를 통한 시장 경쟁력 확보
 - 기술 집약적 산업으로 고급 기술인력 고용 활성화
 - 기존 유방촬영기 대체 수요 및 급진장할 것으로 예상되는 DBT 시장 확보

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 유방암 병변을 3차원으로 진단하는 기술이므로 기존 2차원적 기술보다 진단효율이 30%정도 높음
 - 고해상도 영상 재구성 소프트웨어 기술
 - 기존의 2차원 촬영 진단기 보다 유방압박 통증을 줄이는 기술
 - 산업의 반도체의 결함을 진단 하는 기술 등 활용이 가능함
- ▶ 기술의 상세 규격
 - Detector : CsI/TFT, 76 μ m, 2 frames/s (3840 x 3072, pixel)
 - Scan angle/Projections : $\pm 9^\circ$ (18°)/11 (each 1.8 degree)
 - Scan time : 6s(continuous)/10s(step and shoot)
 - X-ray tube/Filter : W target/Rh, Ag, Al
 - Power : 5kW (100 mA, 28-32 kV)
 - Image S/W : Preprocessing, FBP, Synthesis (CUDA)

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황

3차원 디지털 유방암 조기 진단 장치

국 내	기술명	3차원 디지털 유방암 조기 진단 기술
	기술 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 본 기술은 국내에서 최초로 연구 개발하였음 • 국내에서는 기술이전 기업(주디알텍)에서 2020년 12월에 출시 목표로 현재 상품화 작업 진행중임
국 외	기술명	3차원 디지털 유방암 조기 진단 기술
	기술 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 미국의 Hologic, General Electric 독일의 Siemens 등의 제작사가 상품화 하였음

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
3차원 디지털 유방암 조기 진단 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 3차원 촬영이 가능한 고정밀 하드웨어 제작기술 • 고해상도 고속 영상 재구성을 위한 소프트웨어 기술 • 유방암 진단 시스템 통합 인터페이스 기술

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 3차원 디지털 유방암 조기 진단 장치
- X-ray 비파괴 검사장치 (반도체 등 3차원 진단 기술 적용 분야)

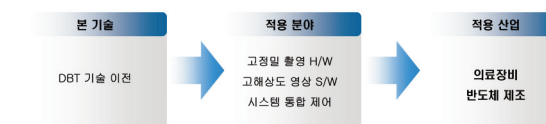


시장이슈

- 생활환경 및 식습관 변화로 암 환자가 지속적으로 증가하고, 국내 여성암 발병 1위는 유방암으로 10만 명당 62.6명이 발생했으며, 5대 주요 암 중에서 발생률이 계속 증가하고 있음
- 유방 영상 시장의 주요 수익 창출 지역 중 하나는 아시아 태평양 지역이고, 특히, 중국, 인도 및 일본은 1인당 소득 증가, 의료 인프라 개선, 노인 인구의 증가, 유방암 발생 증가, 유방 건강 증진을 위한 국가의 적극적인 지원 등의 요인으로 지역 시장 성장을 이끌고 있음
- 유방 영상 시장의 주요 공급업체는 Hologic, Inc(미국), GE Healthcare(미국), Siemens Healthineers(독일), Philips Healthcare(네덜란드)로 유방 영상 시장을 주도 하고 있음

Supply chain

- 본 기술은 고정밀 촬영 H/W, 고해상도 영상 S/W, 시스템 통합제어에 적용 가능하며, 의료장비나 반도체 산업에 영향을 미침

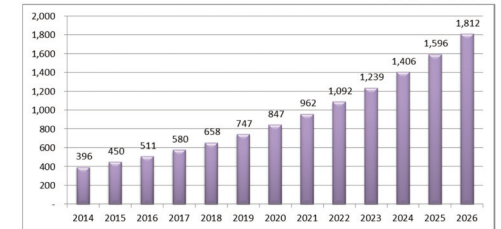


수요전망

- 세계 DBT(Digital Breast Tomosynthesis) 시장은 2018년 6.58억 달러에서 2022년 10억 달러 규모로 연평균 13.5%로 성장할 것으로 전망됨

[세계 에너지관리시스템 시장규모]

(단위: 백만 달러)



자료: GrandViewResearch, Digital Breast Tomosynthesis Market Size, 2018, 다나 재구성

4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	방사선 영상획득 및 분석장치, 그 방법	한국	10-1762616	2017
등록	고속 영상합성 프로그램	한국	C-2015-012413	2015
등록	영상 전처리 프로그램	한국	C-2015-012412	2015

기술의 완성도

- ▶ TRL 9 수준의 본격적인 양산 및 사업화 단계
- ▶ DBT 연구개발 완료 후 유방암 환자 임상시험 진행완료
 - 1차 연구 임상시험 : 35명 (50세 이상, 서울아산병원, 2012.10~2013.3)
 - 2차 연구 임상시험 : 90명 (40세 이상, 서울아산병원, 2015.3~2016.12)
- ▶ 상품화 완료 시기
 - 2020년 12월 : (주) 디알텍(기술이전 기업) 제품 출시 예정

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
 - 2015년부터 미국에서 DBT를 보험적용하고 FDA도 승인되고 있음. 기존 Full-field digital mammography 시장도 대부분 DBT로 전이될 것으로 판단하면, 2019년에는 DBT 시장이 1306(FFDM)+237(DBT) 백만불 = 1543백만불이 될 것이므로 DBT 시장은 최소한 10억불(1조)로 예상됨 (M&M 2014, 이하 표)

Technology	2012	2013	2014	2019	CAGR% (2014-2019)
Analog Mammography	264.3	283.7	304.9	435.5	7.4
Full-field Digital Mammography	738.1	810.2	877.1	1,306.9	8.3
3D Breast Tomosynthesis	122.3	134.3	147.7	237.8	10.0
PET/CT	70.2	74.1	78.2	102.4	5.5
MBI/BSGI	21.2	22.7	24.4	34.8	7.4
Cone Beam CT	6.4	6.7	7.0	9.3	6.0
PEM	6.7	7.0	7.4	9.4	4.9
Total	1,229.2	1,338.7	1,446.7	2,136.1	8.1

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 국내의 유방암 진단 장치 기술력의 세계적 수준 향상으로 세계 시장에서 상품 경쟁력 확보
 - 국내 반도체 등 관련 산업체에 적용이 가능하고 진단 시스템 전문 인력 양성 효과를 가져옴

[R&R : 3-3-2]

○ 본 기술은 전기절연성 투명 나노소재 기반 대면적 고신뢰성 스마트윈도우 기술을 구현함에 있어, 투명 encapsulation 절연소재기술 개발 및 전기변색 스마트윈도우 적용기술을 개발하는 것임. 이는 제로에너지빌딩(건축), 지능형 자동차 및 항공(수송), 정보표시분야 등에 스마트 윈도우로 광범위하게 적용 가능함.

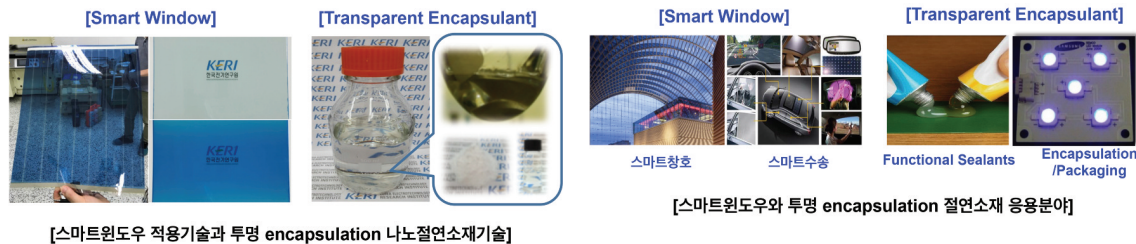
기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 저가격 고성능 스마트윈도우 기술을 위해 전기절연성 나노소재 기반 투명 encapsulation 절연소재기술과 스마트 윈도우 적용기술을 개발하는 것임.

기술의 구성도

▶ 전기절연성 나노소재 기반 투명 encapsulation 절연소재기술과 투명 절연소재 적용 스마트윈도우 기술임.



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 스마트윈도우 기술은 능동적으로 투과율을 조정하여 에너지 손실을 줄이고 소비자에게는 쾌적한 환경을 제공할 수 있는 능동형 제어기술로서 에너지 사용의 효율화를 추구 가능 및 다양한 산업 분야에 공통으로 적용 가능한 기반기술임.
- ▶ 스마트윈도우 기술은 현재 고가의 진공공정을 통해 제조되고 있으며 가격의 문제로 인해 산업 일부분야에 적용되는 실정으로 시장확대 및 적용처 다변화의 한계를 지니고 있는 상황임.
- ▶ 스마트윈도우 기술의 보급화 및 대중화를 위한 저가 대량생산이 가능한 핵심 부품소재기술이 필요함.
- ▶ 스마트윈도우 기술의 저가 대량 상업화를 위한 핵심기술로서 투명 encapsulation 절연소재기술의 개발이 필요함.
- ▶ 투명 encapsulation 절연소재기술의 적용을 통해 스마트윈도우 기술의 저가격 및 고성능(빠른 착/탈색, 안정성, 신뢰성)을 동시에 달성할 수 있음.

2. 기술 내용

기술의 특징

기술의 특징점

- 스마트윈도우 기술의 산업적응을 통해 에너지 손실 최소화를 통한 에너지 절감 및 에너지 사용 효율성을 극대화할 수 있음.
- 스마트윈도우 기술은 스마트시티, 스마트빌딩, 스마트수송, 디스플레이, 광고판 등 다양한 분야로의 활용이 가능함.
- 투명 encapsulation 절연소재 적용 스마트윈도우 기술 개발을 통해 스마트윈도우 기술의 저가격화 및 고성능화의 동시 구현이 가능함.

• 투명 encapsulation 절연소재기술은 전기절연성 나노소재 기반 기술로서 스마트윈도우 뿐 아니라 반도체, 디스플레이를 포함한 스마트 전기·전자·에너지기기의 실링 및 패키징 소재기술로 적용 가능함.

- ▶ 기술의 상세 규격
- 전기절연성 나노소재 기반 투명 encapsulation 절연소재기술
- 무용매형 투명 encapsulation, sealing, packaging 소재기술
- 전기변색 스마트윈도우 기술
- 용액공정 및 습식소재기반 스마트윈도우 기술

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
- 스마트윈도우 및 투명 encapsulation 절연소재 기술

국내	기술명	스마트윈도우 기술
	기술 내용	진공공정을 통한 스마트윈도우 기술은 일부 상업화 진행되었으나 습식공정 및 소재 기반 스마트윈도우 기술은 없음
국내	기술명	투명 encapsulation 절연소재 적용 스마트윈도우 기술
	기술 내용	투명 encapsulation 절연소재 적용 스마트윈도우 기술은 연구 및 적용사례가 없음
국외	기술명	투명 encapsulation 절연소재 기술
	기술 내용	전기전자기기용 투명 paste 및 sealant 상용소재가 제품화 되어 있음

▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
스마트윈도우 기술 및 투명 encapsulation 절연소재 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 투명 encapsulation 절연소재 적용 스마트윈도우 기술 개발을 통해 스마트윈도우 기술의 저가격화 및 고성능화의 동시 구현이 가능함 • 전기절연성 나노소재 기반 투명 encapsulation 절연소재기술은 무용매형 투명 절연소재기술로서 국외 상용소재 대비 우수한 절연저항, 전기화학적안정성, 고접착성을 지님

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 자동차, 버스, 항공기, 기차 등 수송분야
- 주택·인테리어 등 건축 분야, 디스플레이·반도체 등 정보 표시 분야 등 다양하게 응용 가능

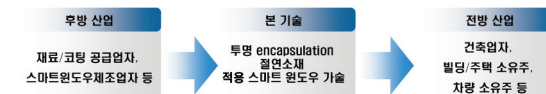


시장이슈

- 스마트 윈도우 기술은 에너지 절감 및 고기능성 부여를 위한 미래형 기술로, 미국, 일본, 유럽 등의 선진국에서 스마트 재료를 이용한 제품 개발의 연구가 활발히 진행 중이며, 일부 분야에서는 현재 상품화되고 있어 향후 급속한 시장 확대가 예상됨
- 또한 에너지 보존, 그린 빌딩, 고연차 자동차, 소비자의 새로운 편리함에 대한 욕망 및 고품질 제품을 선호하는 인도, 중국, 브라질 등 신흥국의 중산층 인구 출현에 관련 제품의 수요가 증가할 것으로 전망됨
- 스마트 윈도우 시장은 재료/코팅 공급업자에서 유리 제조업자, 스마트 윈도우 제조업자 및 최종 사용자(건축업자, 빌딩/주택 소유주, 차량 소유주 등)에 이르기까지 다양한 구조의 밸류 체인이 형성되어 있음

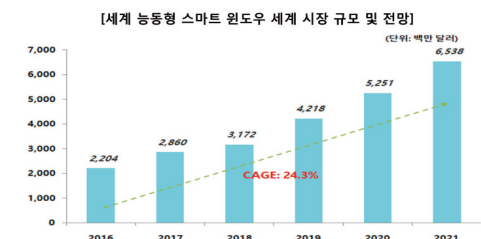
Supply chain

- 본 기술은 투명 encapsulation 절연소재 적용 스마트윈도우 기술로, △제로에너지 빌딩(건축) △지능형 자동차 및 항공(수송) △정보 표시분야 등에 적용이 가능함



수요전망

- 세계 능동형 스마트 윈도우 시장은 2016년 22억 달러에서 2021년 65억 달러로 성장할 것으로 예측됨(CAGR: 24.3%)
- 반면 국내 스마트 윈도우 시장은 이제 막 형성되기 시작하여 시장 규모를 추정하기 어려우나, 최근 기술 발달과 더불어 그 응용 분야가 확대됨에 따라 관련 시장의 파급효과가 기대됨



자료: Nanomarkets(March 2012), Smart window markets(2012), 다나 재구성 2019

4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	무용매 타입의 열경화성 유무기 하이브리드 절연소재	한국	10-1906815	2017
출원	무용매 타입의 광경화성 유무기 하이브리드 절연소재	한국	10-2017-0069201	2017
출원	고내열 나노하이브리드 실록산 절연소재 및 이의 제조방법	한국	10-2019-0067178	2019

기술의 완성도

- ▶ TRL 5 수준의 기술완성도 단계 : 핵심소재물성에 대한 검증 및 달성 완료
- ▶ 개발 기술 범위 : 투명 encapsulation 절연소재 및 스마트윈도우 적용기술
- 전기절연성 나노소재 기반 투명 encapsulation 절연소재기술
- 무용매형 투명 encapsulation, sealing, packaging 소재기술
- 전기변색 스마트윈도우 기술
- 습식 공정 및 소재기반 스마트윈도우 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
- 2019년 : 투명 encapsulation 절연소재 기술 개발
- 2022년 : 습식 공정 및 소재 기반 스마트윈도우 기술 상용화

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
- 스마트윈도우는 제로에너지빌딩의 핵심기술로서 제로에너지빌딩시장은 2035년 1조 3,000억불 규모의 천문학적 매출이 예상되므로 경제적 파급효과는 매우 크다고 할 수 있음.
- 스마트윈도우 시장은 현재 도입기 단계로 스마트 시티, 스마트 수송 등의 분야에 적용과 함께 향후 높은 성장 가능성이 예상되며 향후 스마트 융합기기시대의 도래와 맞물려 고부가가치 시장으로의 확대에 이어질 것으로 예상됨.
- 저가 고성능 스마트윈도우 개발을 통해 스마트윈도우 시장의 선점 및 확대 뿐 아니라, 핵심소재기술의 대외 의존성을 탈피하고, 신시장 창출에 기여할 수 있음.

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
- 투명 encapsulation 절연소재기술은 저가격화가 가능한 습식공정소재 기술로서 스마트윈도우 보급화의 bottle neck인 저가격화 및 고성능화를 동시에 해결할 수 있는 핵심기술로서 스마트윈도우 기술이 직면하고 있는 기술적·경제적 한계극복을 가능하게 함.
- 투명 encapsulation 절연소재기술은 스마트윈도우 적용 외 대외 의존성이 높은 반도체, 디스플레이를 포함한 스마트 전기·전자·에너지기기의 패키징용 액상 원천소재기술로 적용 가능함.

○ 본 기술은 0.05mm 직경의 미세한 금속섬유를 직조하여 천의 형태로 제작한 발열체 전극과 여기에 부착된 세라믹과 폴리머 절연층 및 효율적인 구동을 위한 전원제어장치로 구성된 유연면상발열체를 제작하는 기술임. 본 발열체는 유연성과 내구성이 뛰어나며, 사용온도면에서 기존의 면상발열체가 200℃ 정도가 한계인 것을 넘어 400℃까지 사용이 가능하며, 방한용 의류, 각종 산업용 장치 및 배관, 해양플랜트, 자동차, 의학용 기기, 레저 스포츠 등의 다양한 용도로 활용이 가능함.

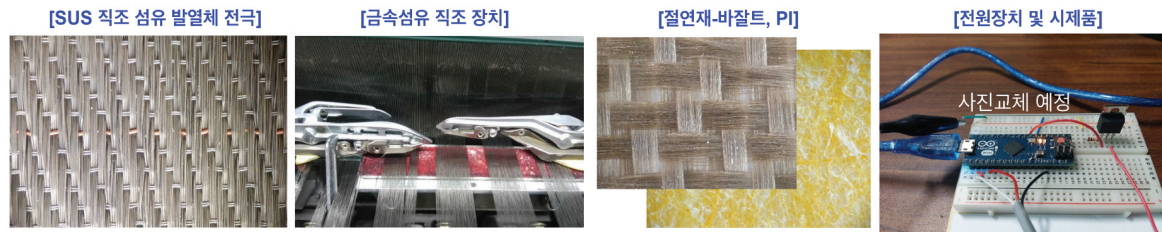
기술개념 및 구성

기술개념

▶ 금속섬유 유연 발열체는 50μm 직경의 스테인레스강 섬유를 직조하여 천상으로 제조된 것으로서, 스테인레스강 특유의 강도와 고내구성을 지니면서도, 균일한 전계분포에 의해 발열온도가 균일하고, 내식성과 내산화성이 매우 강하여, 400℃까지 사용이 가능.

기술의 구성도

▶ 스테인레스강선을 직조하여 만든 섬유 발열체 전극, 전기절연 및 단열을 위한 세라믹 섬유천 또는 폴리머필름, 전원조절장치 및 블루투스 무선앱으로 구성됨.



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 유연 웨어러블 면상발열체의 개발은 ICT, IoT등의 4차산업과 연계하여 그 중요성이 점차 증대하고 있고, 최신 첨단 제조장비는 400℃까지 사용이 가능한 발열체를 필요로 하나, 시장의 요구를 만족시키는 제품이 나오지 않고 있음.
- ▶ 현재 일부 상용화가 진행되고 있는 유연 면상발열체는 니크롬선을 유리 섬유와 폴리머로 감싸서 만드는 발열선재, 탄소섬유 혹은 탄소섬유/일반 섬유 혼합 직조물, 은나노선을 유연필름 위에 올려 제작된 패드형 발열체 및 탄소를 폴리머필름 위에 코팅한 필름형 등이 있음. 그러나 이들 모두 약점들이 있어, 200℃ 이상의 온도에는 사용에 힘들고, 광범위한 용도로는 사용이 어려움.
- ▶ 미세한 굵기의 고내식성 금속섬유를 직조하여 천형태로 발열체를 제작하면, 고효율의 넓은 면적에서 균일한 온도분포를 지닌 면상발열체의 제작이 가능하고, 사용한 금속발열체의 종류에 따라 400℃ 이상의 온도에서도 우수한 특성을 지닌 발열체의 제작이 가능.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 50μm의 가는 스테인레스강 섬유로 광폭의 양산형 직조를 통해 제조한 금속섬유발열체를 이용하여 기존의 유연면상발열체의 한계인 200℃를 넘어서 400℃까지의 고온에서 사용이 가능한 유연면상발열체
 - 금속섬유/세라믹섬유, 금속섬유/내열폴리머섬유의 복합섬유를 이용.

- 뛰어난 유연성, 높은 기계적 내구성 및 안정성, 얇은 섬유에 의해 구현되는 높은 발열효율, 염수에도 견디는 내식성을 지님.
- 산업용 장치 및 배관, 자동차 난방, 군용, 레저 스포츠용, 히팅 재킷, 의류용 등 다양한 용도로 활용 가능.
- ▶ 기술의 상세 규격
 - 50μm의 가는 스테인레스강 섬유를 이용한 150cm급 대면적 직조
 - 400℃까지의 고온에서 사용이 가능한 산업용 유연면상발열체
 - 세탁이 가능한 섬유용 면상발열체
 - 천의 특성을 이용하여 다양한 형상 및 크기로 제작 가능

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
 - 산업용 유연면상발열체

국내	기술명	은나노 코팅 면상발열체
	기술 내용	은나노물질을 폴리머필름 위에 코팅하여 만든 발열체로 은나노물질의 산화 때문에 수명안정성에 문제
	기술명	나노탄소코팅 박막형 발열체
국외	기술 내용	탄소나노튜브를 폴리이미드 필름 위에 코팅하여 제작한 면상 발열체로, 200℃까지 사용이 가능
	기술명	Cu사와 폴리머사의 복합직조 발열섬유
국외	기술 내용	50℃까지 사용이 가능한 의류용 직조발열체로 금속섬유만으로는 직조가 불가능하여 Cu사와 일반사를 섞어서 직조.

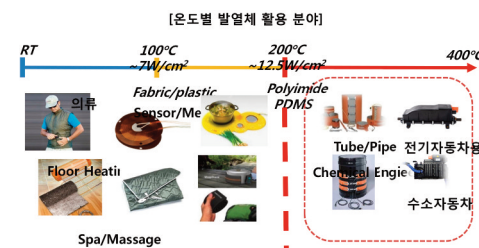
▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
박막코팅형 면상발열체	<ul style="list-style-type: none"> • 산화 및 내식성이 우수하면서도 강도가 높은 스테인레스강 섬유를 직조하여 제작함으로써, 기존의 면상발열체의 한계를 넘어 400℃까지 사용이 가능함. • 직조 기술의 차원에서 일반폴리머사를 혼합하지 않고 순수한 금속만으로 저가의 양산형 직조가 가능한 기술로써, 경쟁 기술들에 비해 탁월한 가격경쟁력을 지니고 있음.

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 200℃ 산업용 범용 유연면상발열체
- 400℃ 산업용 및 플랜트용 유연면상발열체
- 50℃ 의류용 면상 발열체
- 블루투스를 이용한 스마트폰 또는 모바일 기기 제어 가능

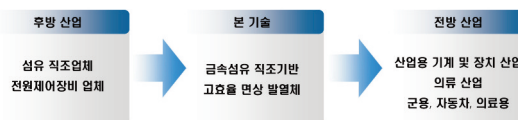


시장이슈

- 발열체는 현재 60조 이상의 시장을 지니고있고, 다양한 분야에서 사용되고 있고, 최근 유연면상발열체의 시장이 급속히 증가하나 있으나 그 수요를 충족하는 우수한 면상발열체가 개발되지 못하고 있는 상황임.
- 특히 산업용 발열체에서 복잡한 장치의 형상에 대응하는 200℃ 이상에서 사용이 가능한 면상발열체는 현재 상품으로 나와있는 것이 전무함.
- 의류용 면상발열체로는 세탁이 가능한 발열체가 아직 시장에 출시되지 못하고 있음.
- 이에 국가 및 민간에서 고기능 면상발열체, 나노 탄소 면상발열체 등 발열체 분야에 대한 개발 투자가 이루어지고 있음

Supply chain

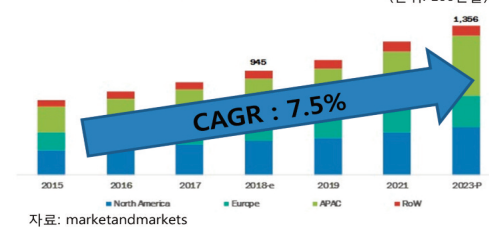
- 본 기술은 금속섬유 양산 직조기술과 발열체 설계기술, 전원기술이 결합한 기술로, 직조기술을 보유한 섬유제작사와 저저항 발열체를 원격제어하는 전원제어장치 제조사가 핵심 밸류체인이며, 산업용 발열장치 및 시스템을 제작하는 제작사와 의류업체에게 우선 공급됨.



수요전망

- 유연 발열체 시장은 2018년 9억 4500만 달러에서 23년까지 성장률 7.5%로 13억 5600만 달러 시장으로 확대될 것으로 전망됨
- 반도체 산업을 포함한 첨단 산업분야에서 복잡한 장비의 고온 제어가 매우 중요하게 대두되고 있고, 해양플랜트나 전기자동차 등에서 큰 수요가 발생할 것으로 전망됨.

[플렉시블 발열체 시장 현황] (단위: 100만불)



자료: marketandmarkets

4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	직조 유연 면상 발열체	한국	2014-018678	2014
출원	절연막을 포함하는 직조 유연 면상 발열체	한국	10-2017-0106734	2017
출원	금속섬유 면상 발열체	한국	10-2019-0084183	2019

기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 400℃급 산업용 유연면상발열체
 - 400℃까지 사용이 가능한 범용 및 주문형 발열체
 - 수요에 대응하는 다양한 크기 및 형상의 발열체 제품
 - AC-DC, DC-DC변환을 이용한 다양한 전원제어에 따른 제어장치
 - 블루투스 원격제어 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2019년 11월 : 400℃급 산업용 면상발열체, 50℃급 의류용 세탁가능한 면상발열체

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
 - 산업장치의 발달에 따라 제조장치 및 플랜트에서는 증온온도의 면상발열체의 수요가 급증하고 있으나, 이에 대응하는 적절한 발열체가 거의 전무한 실정에 있어, 잠재 시장의 규모가 매우 큼. 지금까지 산업체에서는 대부분 니크롬선이나 니켈 등의 발열체를 기기나 장치 배관에 직접 감아서 사용함으로써, 온도제어도 불량하면서도 내구성이 크게 나빠 수시로 장비를 보수해야 했음. 본 발열체는 이러한 시장에 우수한 대안을 제시하여 큰 시장형성을 기대할 수 있음.
 - 의류, 스포츠, 군용 등에서는 세탁이 가능하고 안정성이 우수한 면상발열체가 요구되는데 이에 대응하는 유일한 발열체이므로 이 분야에서 독자적인 시장 형성 가능

기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 금속섬유 직조 기술의 양산화에 세계최초로 성공함으로써, 저가의 고온용 발열섬유 기술을 개발함.
 - 기존의 면상발열체가 지닌 약점들을 거의 극복함으로써, 면상발열체의 다양한 신규적용 분야 개척이 가능함.
 - 금속섬유 뿐 아니라 세라믹, 폴리머와의 다양한 복합섬유 기술이 가능하여 발열체를 넘어 전자섬유분야에서 적용범위 확대.

[R&R : 4-2-2]