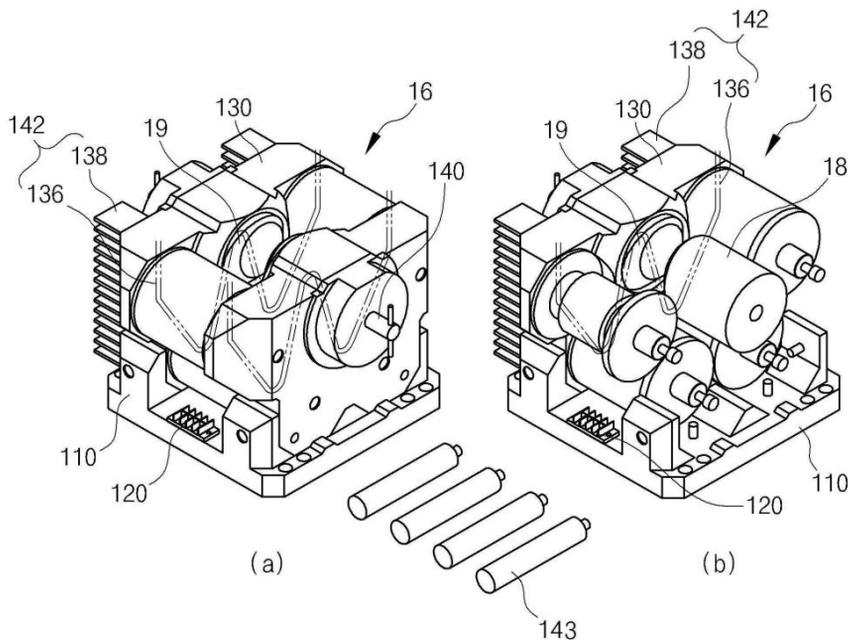


다중 코어 구조를 갖는 고효율 전자석 (HIGH EFFICIENCY ELECTROMAGNET HAVING MULTI MAGNETIC CORE STRUCTURE)



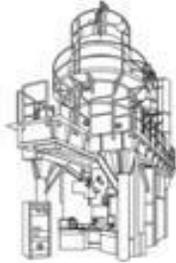
2019.05.

01 한국기초과학지원연구원(KBSI)은

1988년에 설립된 정부출연연구기관으로 연구시설장비 및 분석과학기술 관련 연구개발, 연구지원 및 공동 연구를 수행하고 있으며, 세계 최첨단 연구장비와 우수연구 인력인프라를 바탕으로 국내외 연구자들이 모여들어 우수한 융합연구 성과를 창출하는 글로벌 플랫폼 역할을 지향하는 연구기관입니다.

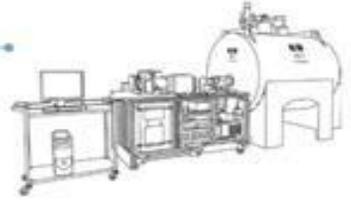
HVEM
초고전압투과전자현미경

나노구조체의
원자구조 분석



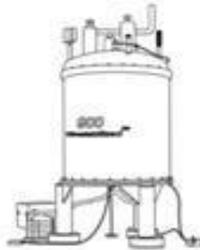
15 T FT-ICR MS
초고분해능 질량분석기

대기 미세먼지 및
극지방 토양 유래
복합유기물, 원유,
천연물, 대사체 시료분석



900 MHz Cryogenic NMR
고자기장 자기공명장치

생체 단백질 구조 분석 및
신약개발 연구



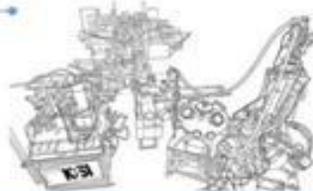
HR-SIMS
고분해능 이차이온질량분석기

암석 생성 연대 측정
방사성핵종 분석



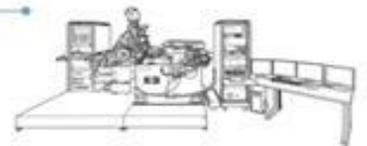
AISAS
차세대 융복합 in-situ 나노분석시스템

나노물성 및 신소재
in-situ 분석



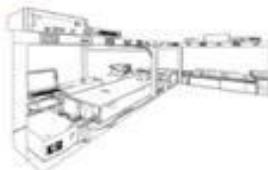
Nano-SIMS
초미세 이차이온질량분석기

첨단소재의 미량원소
이미징 분석



FMLS
펨토초 다차원 레이저 분광시스템

분자의 동적인 구조 변화를
펨토초 실시간으로 관찰



7 T Human MRI
7 T 휴먼 MRI 시스템

질환진단, 뇌과학 연구
(뇌종양, 알츠하이머 등)



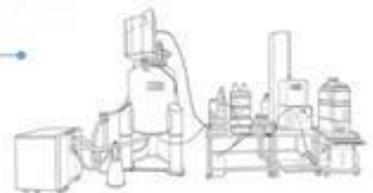
Bio-HVEM
생물전용
초고전압투과전자현미경

분자수준 생체물질의
3차원적 역동성 연구



SPE-800 MHz NMR-MS System
SPE-800 MHz 핵자기 공명 분광기
- 질량 분석기 시스템

대사체, 천연물, 신약
연구분야에서 대사물질
확인 및 대사기전 규명



02 한국기초과학지원연구원(KBSI) 스핀공학물리연구팀은

전자석 및 초전도자석을 이용하여 고자기장 환경을 구축하고, 이를 활용하여 자기 및 열 관련 된 물성을 극저온(1.5K)에서 고온(1,000K)까지 측정하여 물질의 새로운 물리현상을 이해하고 신소재 개발에 기여하고 있습니다.

주요업무/ 수행연구

- MPMS, PPMS를 이용한 자기적 물성측정 분석 지원
- 극저온에서 고온까지 물질의 열전도도, 열확산도, 비열 및 팽창율 측정 분석 지원
- 전자기 물성측정장비 개발
- 고온초전도 무냉매 NMR장비 개발
- 전자석 및 초전도자석을 이용한 고자기장 발생기술 및 극저온 냉각기술 개발
- 자기장 환경에서 물질의 저항, 비열, 교류 자화율 측정을 통한 물질 특성 연구
- 나노소재 합성기술 개발 및 열전달 향상 응용기술 연구

연구인력 소개

번호	성명	담당업무
1	이계행	-스핀공학물리연구팀 업무 총괄 -열물성 분석지원 및 분석기술 개발 -방열필러용 무기물 나노소재 개발
2	박승영	-MPMS, PPMS를 활용한 전기 및 자기 물성 분석지원 -전기자기 물성 측정 분석기술 및 장비 개발 -스핀트로닉스 관련 연구
3	이승복	-헬륨액화실 운영 및 관리
4	조영훈	-분석과학연구장비개발사업 총괄 -극저온 고자기장 물성 측정 -스핀트로닉스 관련 연구
5	최연석	-물성측정장비 개발 -열물성 분석지원 및 요소기술 개발 -극저온 열/물질 전달 및 초전도 응용
6	방준혁	-전자기 물성측정장비 개발 -소재 물성 시뮬레이션
7	백윤기	-실용화 과제개발
8	이상갑	-무냉매 고온초전도자석 핵자기공명(NMR) 장비 개발 -고체 NMR 표준분석기술 개발 -NMR 및 전자스핀공명 기반 희박스핀계의 스핀동역학 연구
9	장재영	-무냉매 고온초전도 자석 핵자기공명장비 개발 -물성측정 장비용 초전도 자석 개발 -초전도 자석 특성해석 및 평가 기술
10	황영진	-무냉매 고온초전도 자석 핵자기공명장비 개발 -전자기 물성측정 장비 개발 -초전도 자석 / 유한요소해석 연구
11	김명수	-극저온 냉동기를 이용한 냉각기술 개발 -극저온 열물성 측정 및 분석 기술 개발
12	안준태	-헬륨액화기 운영 및 극저온 시스템 개발
13	이아연	- MPMS, PPMS를 활용한 전기 및 자기 물성 분석지원
14	이지성	- 전기자기 물성 측정 분석기술 및 장비 개발
15	정수열	-열 물성 분석실 운영 -열 물성 분석법 개발

03 “구조 변경으로 자성을 향상시킨 다중 코어 구조의 고효율 전자석”

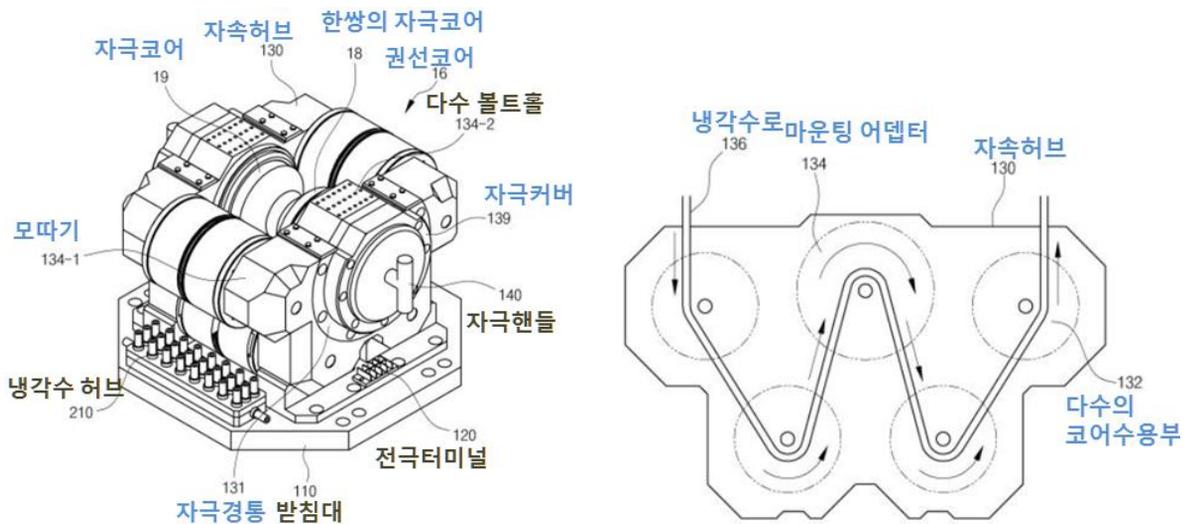
제안기술의 혁신성

“재료성능의 한계점 해결”

- 종래에 동일한 전류로 큰 자기장을 얻기 위해서는 투자율이 높은 코어재료와 저항이 낮은 코일 재료들을 사용하게 되면서 철을 기반으로 한 니켈아연 합금 및 코발트아연 등과 같은 고자기투자율(mr) 합금 재료들이 개발되었으나 낮은 전기저항률(resistivity) 재료와 고투자율 재료의 성능이 한계점에 도달한 상태임
- 제안기술은 이를 극복하기 위해 할백 어레이에 기초를 둔 다중 코어 구조의 전자석을 제공함으로써 멀티코어를 수용하고 냉각기능을 통해 효율성을 높인 기술임

“강자성 증공 코일”

- 종래의 포일형 코일을 사용한 팬케익 구조도 권선부 크기가 커질수록 냉각부 크기가 증가하여 권선부를 감싸는 자기회로의 길이가 증가한다는 문제점이 있으며 초전도선재를 사용할 수도 있으나 초전도 자석을 이용한 전자석은 초전도로 전환되는 임계온도 이하에서만 동작이 가능한 한계가 있었음
- 제안기술은 이를 개선한 강자성 포일을 이용하여 권선코어의 중심부 두께를 증가시키는 권선코어구조로 설계함으로써 자기저항을 감소시켜 구조의 변경만으로 자성이 향상됨



<그림> 다중 코어 구조의 전자석

03 “구조 변경으로 자성을 향상시킨 다중 코어 구조의 고효율 전자석”

제안기술의 유용성

“첨단 과학 산업분야 응용”

- 자기부상추진시스템의 수송 분야, 에너지 저장, 핵융합의 에너지 분야 등에서 기술 수요 요구가 높음
- 4차 산업혁명시대에는 지금보다 훨씬 많은 전기를 사용할 전망이므로 전력분야에 활용되는 기술제품들은 미래에도 지속적으로 수요가 많아질 것으로 예상됨

〈표〉응용분야

주요 분야	기능	관련 자기기술
무인 비행체	내비게이션, 동력	자기센서, 자기모터, 액츄에이터
에너지 및 동력	전기-자기 변환, 무선전력 이송	발전기, 변압기, 모터, 액츄에이터인덕터
바이오-의료	암 치료, 고해상 영상	나노자성입자, MRI, NMR
인공지능	정보저장, 정보통신, 정보감지	MRAM, 인덕턴스부품홀소자, 자기저항소자 등

제안기술의 차별성

“구조 변경으로 자성 향상”

- 강자성 포일을 이용하여 권선코어의 중심부 두께를 증가시키는 권선코어 구조로 설계함으로써 자기저항을 감소시켜 구조의 변경만으로 자성을 향상시킨 다중 코어구조를 갖는 고효율 전자석 기술임
- 실시예의 따라 3중 코어 형태부터 4중, 6중, 8중, 16중 코어 형태의 구조가 가능한 기술임

“코일에 발생하는 열 냉각”

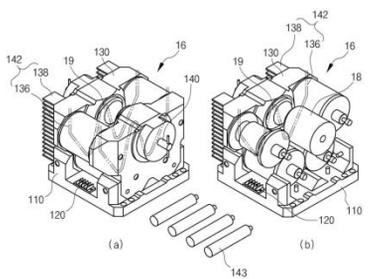
- 권선코일의 외부 또는 코일과 코어의 사이 중 어느 한곳에 배치되어 구성될 수 있음
- 권선코일과 접촉하는 내측에 구성된 냉각핀과 냉각수 또는 냉매가 받침대의 내부를 순환하는 냉각수로 포함하여 구성될 수도 있음
- 냉각핀은 받침대에 양측면에 각각의 일측이 지지된 상태로 권선코어를 유지하는 한 쌍의 측면 냉각자켓이 외측에 내삽될 수 있고, 냉각수는 냉각수 또는 냉매가 측면 냉각자켓의 내부를 순환 할 수 있음

04 요약

I. 제안기술 개요

기술의 내용	기술의 동향	제품화 및 시장전망
--------	--------	------------

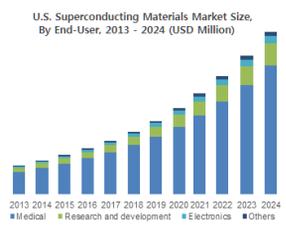
-코어에 코일을 권선하여 기장을 발생하는 전자석서 최소 3개 이상의 코어 최소 1쌍의 자속허브, 자극을 구비함
 -각각의 코어에서 발생하는 자속을 각각의 자속허브로 집중하여 효율을 향상시킨 다중 코어 구조를 갖는 고효율 전자석



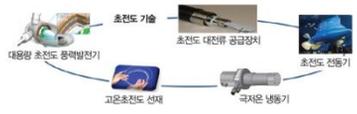
[국내]
 -의료분야에서는 NMR/ MRI 마그넷에 적용, 정밀한 의료분석 / 수술 분야에서는 자기부상추진시스템, 전기구동 시스템 / 에너지 분야에서는 에너지 저장, 핵융합 / 전력 분야에서는 fault current limiter, transformer, motor 등에서 응용 가능함

[해외]
 -세계적으로 초전도 현상을 이용하는 다양한 응용들이 활발하게 개발되고 있으며 의료, 수술, 전자, 전력, 에너지, 고에너지물리, 기계 분야 등에서 혁신적인 변화를 일으키고 있음

-해외(미국)의 초전도 재료 시장 규모는 2016년 6억 5천만 달러를 상회하며 예상 시간 대비 17%의 성장 할 것으로 예상 됨



-국내 초전도 전력기기 분야 국내 시장은 2020년 5,500억 원으로 예상됨



상용화단계	일반	<input type="checkbox"/> 아이디어	<input type="checkbox"/> 연구	<input type="checkbox"/> 개발	<input type="checkbox"/> 개발완료 (시제품)	<input checked="" type="checkbox"/> 제품화
핵심키워드	한글	초전도	다중코어	전자석	할백 어레이	냉각코일
	영문	super conductivity	multi magnetic	eletromagnet	halbach array	cooling coil

II. 기술개발자 정보

기관명	한국기초과학지원연구원	부서	스핀공학물리연구팀
성명	박승영	직급	책임연구원
전화	042-865-3655	이메일	parksy@kbsi.re.kr

III. 특허정보

특허현황	사업화 대상 기술 관련특허 등록 1건, 총 1건				
구분	상태	등록일자	등록번호	발명의 명칭	
대상기술	등록	2017.11.28.	KR10-1804371	다중 코어 구조를 갖는 고효율 전자석	

05 관련 지식재산권

I. 서지사항

- 한국등록특허 10-1804371 B1 (2017.11.28.)
- 존속기간(예상)만료일 2035.11.20
- 출원 히스토리



- 청구항구성 독립항 1항, 종속항 19항
- 대표청구항

코일이 코어에 권선되어 구성되고 전극터미널을 통해 상기 코일에 전압이 인가되면, 자기장을 발생시키는 적어도 3개 이상으로 구성되는 **다수의 권선코어**;

서로 대칭되어 마주보도록 구성되어 상기 다수의 권선코어를 결합시켜, 상기 다수의 권선코어에서 발생하는 자기장을 집중하도록 자성체로 구성된 **한 쌍의 자속허브**; 및

상기 한 쌍의 자속허브로부터 집중된 자기장에 의해 극성을 가지며 상기 자속허브에 결합된 상태로 대칭되어 마주보도록 지지되는 **한 쌍의 자극코어**;를 포함하고,

상기 **한 쌍의 자속허브**는,

상기 다수의 권선코어를 수용하는 **다수의 코어수용부**;

상기 다수의 코어수용부의 내측에 구성되어 자극코어를 수용하는 **자극수용부**; 및

상기 자속허브의 외부 또는 내부에 구성되어 상기 권선코어에 권선된 코일에 의해 발생하는 열을 냉각시키는 **냉각부**;를 포함하며,

상기 **자속허브의 모서리**는 **모따기(Edge Cutting, chamfering)** 형태로 구성되고,

상기 자극 수용부는 상기 자극코어를 수용하며 경통 형태로 구성되는 **자극경통**;

상기 자극경통을 수용하여 상기 자극코어를 상기 자속허브에 결합시키는 **마운팅 어댑터**; 및

상기 자극경통 및 상기 자극코어를 덮고, 상기 마운팅 어댑터, 상기 자극경통과 결합되는 **자극커버**;를 포함하는 다중 코어 구조를 갖는 고효율 전자석.

II. 권리구성의 범위

- 제안기술은 **독립항 1항, 종속항 19항**으로 구성되어 있음
- 3개 이상의 권선코어, 한 쌍의 자속허브, 한 쌍의 자극코어, 코어수용부, 자극수용부, 냉각부, 자극경통, 마운팅 어댑터, 자극커버로 구성하여 고효율의 전자석 기술을 구현하고 있으며 핵심내용을 청구항에서 주장하였음

III. 권리의 적절성

- 선행기술이 일부 존재하나, 권리의 무효화 가능성이 낮음
- 제안기술의 경우 한차례 기업에게 통상실시권으로 기술이전된 기술로 소유권은 한국기초과학지원연구원이
- 100% 보유함으로써, 기술이전과 실시권 허여 가능
제안기술은 극저온 밸브의 열전도도 및 발열 문제를 해결할 수 있도록 명확하고 구체적으로 적절하게 권리를 구성함

IV. 권리의 안정성

- 제안기술은 등록특허로서, 한국에서 등록유지 중이며 개별국으로 진입하기 위해 국제출원 하였음
- 2015년에 출원되어 권리존속기간은 16년 이상 남아있음
- 사업회사 제품 응용에 요구되는 특허는 추가적으로 확보 필요하다면 개별적인 특허 조사가 필요하며, 향후 권리 무효화 가능성이 낮은 것으로 판단되며 그 권리의 안정성은 높음

06 시장성

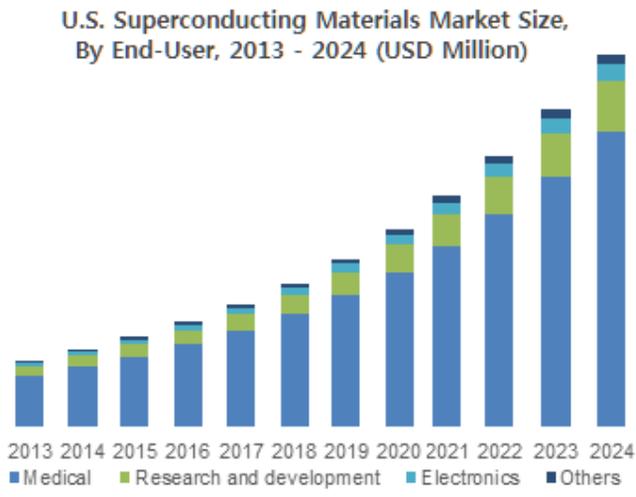
I. 국내외 동향

- 의료분야에서는 NMR/MRI 마그넷에 적용, 정밀한 의료분석 / 수술 분야에서는 자기부상추진시스템, 전기구동 시스템 / 에너지 분야에서는 에너지 저장, 핵융합 / 전력 분야에서는 fault current limiter, transformer, motor 등에서 응용 가능함
- 세계적으로 초전도 현상을 이용하는 다양한 응용들이 활발하게 개발되고 있으며 의료, 수술, 전자, 전력, 에너지, 고에너지물리, 기계 분야 등에서 혁신적인 변화를 일으키고 있음



II. 시장동향

- 해외(미국)의 초전도 재료 시장 규모는 2016년 6억 5천만 달러를 상회하며 예상 시간 대비 17%의 성장할 것으로 예상 됨

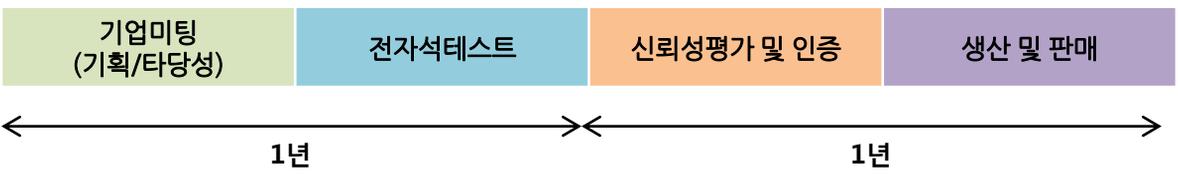


<미국 초전도 재료 시장규모 및 전망>

07 사업화 가능성

I. 사업화 기간 및 비용 적절성

- 본 제안기술로 사업화를 이루기 위해 실제 적용 및 구현에 따라 달라질 수 있겠으나 보통 총 2년으로 사업화가 가능할 것으로 예상됨



<그림> 사업화 추진 계획도

- 사업 추진 기간 동안 활용할 인력은 3인, 재료비 2억(과제규모 5억/년)의 소요 비용이 적절함