

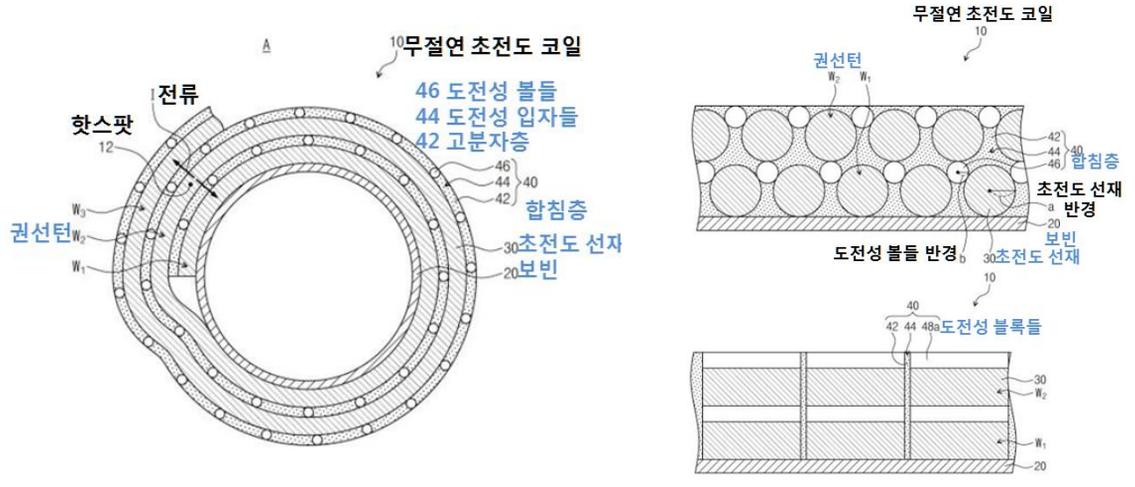
08 “무절연 특성이 유지되는 도전성 물질로 함침된 초전도 코일”

제안기술의 혁신성 “웬치 자가 보호”

- 제안기술은 무절연 초전도 코일 제작 시 도전성 물질을 함침하여 기계적 응력으로부터 무절연 초전도 코일을 보호하고 웬치에 대한 자가 보호 특성을 유지 할 수 있는 기술임
- 핫 스팟이 제 2 권선 턴의 초전도 선재에 발생되면, 전류(I)는 도전성 함침 층을 통해 제 1 권선 턴과 제 2 권선 턴 사이 및/또는 제 2 권선 턴과 제 3 권선 턴 사이로 인가될 수 있으며 도전성 물질이 웬치에 의해 핫 스팟이 발생 시 권선 턴들 사이로 전류를 우회시킴으로써 코일의 영구적인 손상을 방지 할 수 있음

“도전성 물질”

- 초전도 선재의 복수의 인접하는 권선 턴들 사이에 고분자 층, 도전성 입자들, 도전성 볼이 포함된 도전성 함침 층을 포함



<그림> 도전성 볼들과 초전도 선재의 보여주는 단면도

08 “무절연 특성이 유지되는 도전성 물질로 함침된 초전도 코일”

제안기술의 유용성

- 현재까지 국내 초전도 시장은 정부 주도의 연구 개발 사업에 의해 수요가 대부분을 차지하고 있으나 향후에는 정부 연구개발 사업에 참여하여 초전도 관련 기술을 확보한 대기업 주도의 상용화 제품 개발이 활발하게 이루어질 것으로 예상됨
- 차세대 초전도 응용 기술 개발 사업단의 분석에 따르면 초전도 전력기기 분야의 국내시장은 2020년 2,500억 원, 2030년 5조 원 수준일 것으로 예상됨
- 초전도 코일은 고 자기장 하에서 높은 임계 전류 밀도 특성을 요구하는 응용분야에 활용될 수 있음

생명의약분야 MR, NMR, 자기측정용 마그넷

에너지환경분야 핵융합 토카막용 마그넷

기초과학분야 가속기, 임계전류 측정용 분석장치, 연구용 자석

기초물리분야 암흑물질연구, 자장생성 및 차폐, 소재 물성 연구

제안기술의 차별성

“무절연 특성 유지”

- 종래기술에는 초전도 코일의 켄치 보호기술의 한 방편으로 턴 간 절연 물질을 삽입하지 않는 무절연 권선기술이 개발되었지만 전자기력에 의해 코일이 움직이게 되면서 마찰열에 의해 전압이 발생하여 초전도를 유지할 수 없게 되어 코일을 구조적으로 단단하게 고정할 수 있는 에폭시와 같은 함침재가 필요했고 턴 간 절연 물질로 작용함으로써 무절연 특성을 저하시키는 문제가 발생함
- 제안기술은 무절연 초전도 코일 보빈에 감기는 초전도 선재의 복수개의 인접하는 권선 턴들 사이에 도전성 물질을 포함하여 초전도 코일을 보호 하고 무절연 특성을 유지함

“도전성 함침 층”

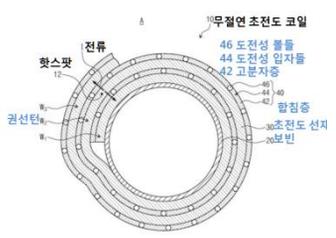
- 제 1 및 제 2 권선 턴들(W1, W2) 사이 또는 제 2 및 제 3 권선 턴들(W2, W3) 사이에 배치 할 수 있으며 고분자 층과 도전성 입자들을 포함 할 수 있음
- 고분자 층은 에폭시, 수지를 포함할 수 있고 도전성 입자들은 금(Au) 은(Ag), 백금(Pb), 니켈(Ni), 구리(Cu), 텅스텐(W), 칼슘(Ca), 알루미늄(Al), 및 크롬(Cr) 중 적어도 하나의 금속을 포함 할 수 있고 탄소나노튜브, 풀러렌, 그래핀, 또는 그라파이트의 탄소 소재(carbon material)를 포함 할 수 있음

09 요약

I. 제안기술 개요

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

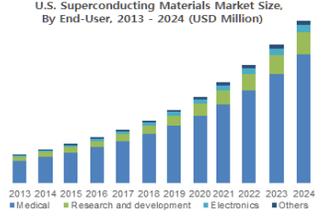
- 무절연 초전도 코일은 보빈에 감기는 초전도 선재의 복수개의 인접하는 권선 턴들 사이에 도전성 물질을 포함
 도전성 합침 층은 초전도 선재의 저항보다 높은 저항을 갖고 국부적인 결함에 의해 핫스팟이 발생 될 때 복수개의 인접한 권선 턴들 사이를 전기적으로 도통 함



[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 checked="" type="checkbox"/> 연구	<input type="checkbox"/> 개발	<input type="checkbox"/> 개발완료 (시제품)	<input type="checkbox"/> 제품화
핵심키워드	한글	초전도	초전도 선재	무절연	도전성에폭시	퀀치
	영문	Superconductivity	superconducting wire	No-insulation	Electrically-conductive epoxy	quench

II. 기술개발자 정보

기관명	한국기초과학지원연구원	부서	스핀공학물리연구팀
성명	황영진	직급	선임연구원
전화	043-240-5358	이메일	yjhwang@kbsi.re.kr

III. 특허정보

특허현황	사업화 대상 기술 관련특허 등록 1건, 총 1건				
구분	상태	등록일자	등록번호	발명의 명칭	
대상기술	등록	2016.10.05.	KR10-1665038	도전성 물질로 합침된 무절연 초전도 코일 및 그의 제조장치	

10 관련 지식재산권

I. 서지사항

- 한국등록특허 10-1665038 B1 (2016.10.05)
- 존속기간(예상)만료일 2036.01.11
- 출원 히스토리



- 청구항구성 독립항 1항, 종속항 5항
- 대표청구항

보빈:

상기 보빈 상에 복수의 인접한 권선 턴들로 감겨진 **초전도 선재**; 및
 상기 초전도 선재의 상기 복수의 인접하는 권선 턴들 사이에 배치된 도전성 함침 층을 포함하되,
 상기 **도전성 함침 층**은:

고분자 층:

상기 고분자 층 내에 혼합된 **도전성 입자들**; 및
 상기 고분자 층 내에 배치되고, 상기 도전성 입자들의 직경보다 큰 직경을 갖는 **도전성 볼들**을 포함하되,
 상기 **도전성 볼들** 각각은 상기 초전도 선재의 상기 복수개의 인접하는 권선 턴들 사이를 연결하되,
 상기 **도전성 함침 층**은 상기 초전도 선재의 저항보다 높은 저항을 갖고, 상기 초전도 선재의 국부적인 결함에 의해 핫 스팟이 발생할 때, 상기 초전도 선재의 상기 복수개의 인접한 권선 턴들 사이를 전기적으로 도통시키는 무절연 초전도 코일

II. 권리구성의 범위

- 제안기술은 **독립항 3항, 종속항 13항**으로 구성되어 있음
- 도전성 함침 층 구성인 고분자 층, 도전성 입자들, 도전성 볼들의 직경, 배치 등을 통해 무절연 초전도 코일 제조 장치 기술을 구현하고 있으며 핵심내용을 청구항에서 주장하였음

III. 권리의 적절성

- 선행기술이 일부 존재하나, 권리의 무효화 가능성이 낮음
- 제안기술의 경우 소유권은 한국기초과학지원연구원이 100% 보유함으로써, 기술이전과 실시권 허여 가능
- 제안기술은 도전성 물질로 함침된 무절연 초전도 코일로 자가 보호 특성을 유지 할 수 있도록 명확하고 구체적으로 적절하게 권리를 구성함

IV. 권리의 안정성

- 제안기술은 등록특허로서, 한국에서 등록유지 중이며 개별국으로 진입하기 위해 국제(PCT)출원하였음
- 2016년에 출원되어 권리존속기간은 17년 이상 남아있음
- 사업화시 제품 응용에 요구되는 특허는 추가적으로 확보 필요하다면 개별적인 특허 조사가 필요하며, 향후 권리 무효화 가능성이 낮은 것으로 판단되며 그 권리의 안정성은 높음

11 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>

12 사업화 가능성

I. 사업화 기간 및 비용 적절성

- 본 제안기술로 사업화를 이루기 위해 실제 적용 및 구현에 따라 달라질 수 있겠으나 보통 총 5년으로 사업화가 가능할 것으로 예상됨



- 사업 추진 기간 동안 활용할 인력(MM 기준 1인), 재료비(2억), 설비비용(보유 설비 활용), 분석료 등 약 3억 원의 소요 비용이 적절함