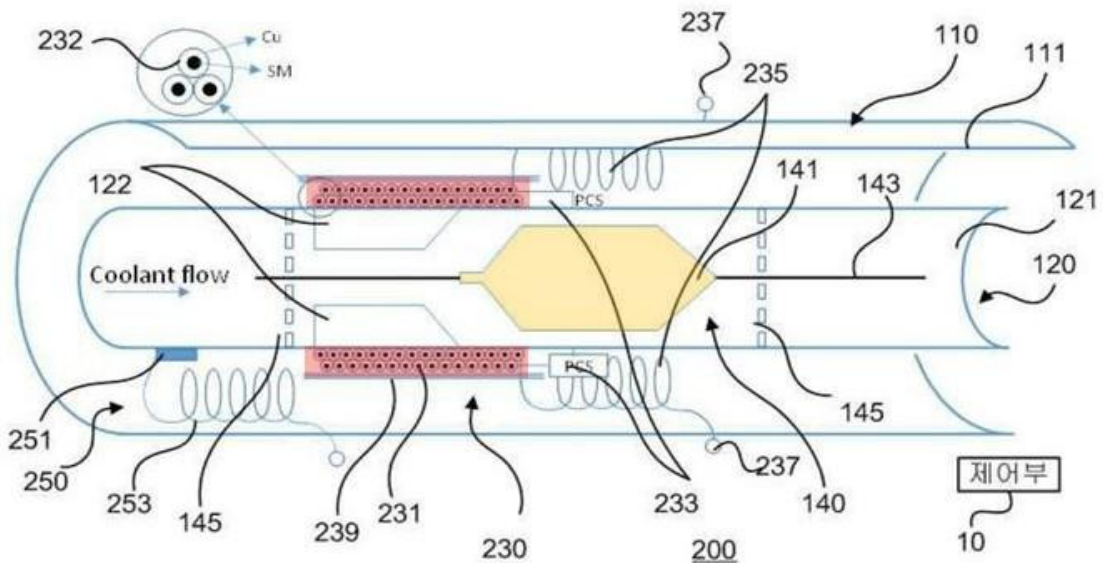


극저온 유체의 유량제어를 위한 마그네틱 밸브 장치 (MAGNETIC VALVE APPARATUS)



2019.05.

01 한국기초과학지원연구원(KBSI)

1988년에 설립된 정부출연연구기관으로 연구시설장비 및 분석과학기술 관련 연구개발, 연구 지원 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



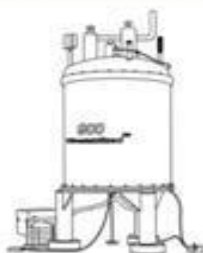
15 T FT-ICR MS
초고분해능 질량분석기

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



900 MHz Cryogenic NMR
고자기장 자기공명장치

생체 단백질 구조 분석 및
신약개발 연구



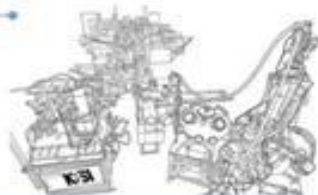
HR-SIMS
고분해능 이차이온질량분석기

암석 생성 연대 측정
방사성핵종 분석



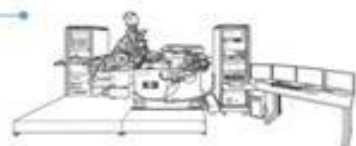
AISAS
차세대 융복합 in-situ 나노분석시스템

나노물성 및 신소재
in-situ 분석



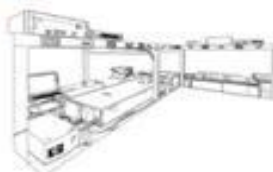
Nano-SIMS
초미세 이차이온질량분석기

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 -전자기 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	-전자기 물성 측정 분석기술 및 장비 개발
15	정수열	-열 물성 분석실 운영 -열 물성 분석법 개발

03 “열전도 및 발열 문제를 해결할 수 있는 극저온용 마그네틱 밸브”

제안기술의 혁신성

“열전도도 및 발열 문제 해결”

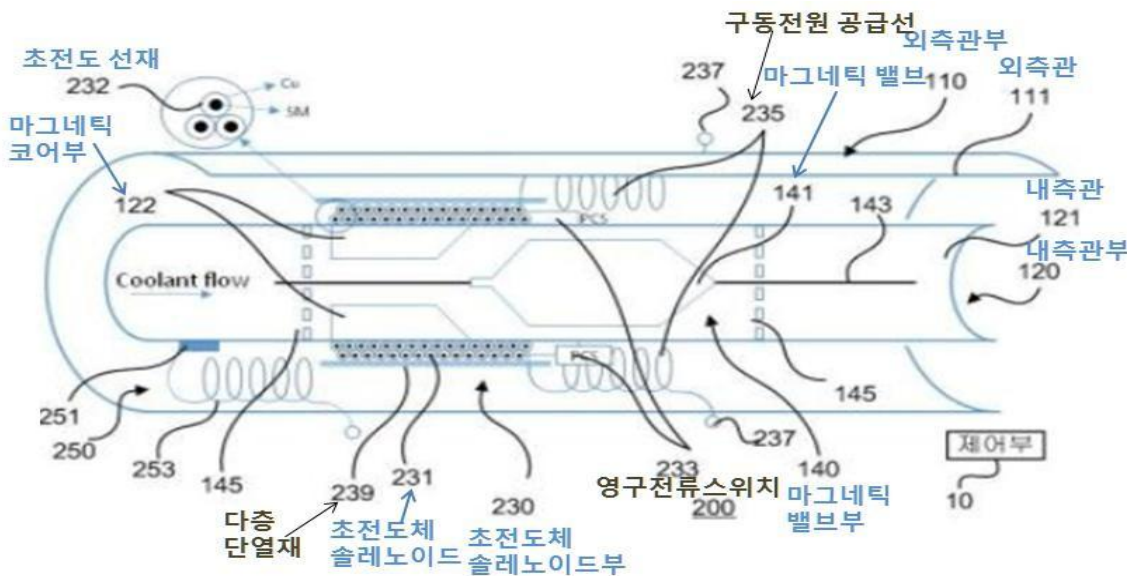
- 제안기술은 기존의 솔레노이드 밸브 원리를 활용하되 솔레노이드 코일로서 초전도 선재를 사용한 초전도 솔레노이드 또는 초전도 전자석을 구비함
- 초전도 솔레노이드의 경우에도 갑작스러운 온/오프(On/Off) 시에는 발열 될 수 있으므로, 전원 전력을 단계적으로 천천히 올려주거나, 낮추어 줌으로 써 밸브에서의 발열을 최소화하는 것에 의해 극저온 밸브의 열전도도 및 발열 문제를 해결할 수 신기술임

“온도 감지를 통한 자동제어”

- 유체의 상태를 모니터링하여 자동제어가 가능할 수 있도록, 유체의 온도 감 지가 가능한 센서(온도감지부)를 구비하고, 초전도 선재에 구리 클래딩 선재를 사용하여 액체 및 기체상태 또는 초전도 임계온도에 따라 구리 솔레노이드와 초전도체 솔레노이드 간에 선택적인 제어가 가능 함

“상온 및 극저온 모두 사용”

- 구리의 함량이 높은 초전도 선재를 이용하여 초전도 임계온도를 기준으로 구리 솔레노이드와 초전도 솔레노이드 간에 자동 전환이 가능하게 하여 유체의 상태 변화에 대한 대응을 용이하게 하는 것에 의해, 유체의 온도 및 상변화에 대응하는 저발열 또는 무발열 구동을 가능하게 하여 상온과 극저온 모두에 원활히 사용할 수 있음



<그림> 초전도솔레노이드부를 구비한 마그네틱 밸브장치

03 “열전도 및 발열 문제를 해결할 수 있는 극저온용 마그네틱 밸브”

제안기술의 유용성

“극저온 저장 및 운송 분야에서 기술 수요 높음”

- 액체수소 또는 헬륨이나 액화천연가스 등의 극저온 액화가스의 저장 및 운송은 특별한 밸브가 요구되는데 수소 및 산소와 질소 또는 액화천연가스 등은 극저온 상태에서 저장 및 운송되므로 극저온 상태 및 고압의 가스 상태에서도 안정적인 작동이 필요함. 따라서 극저온 밸브에 관한 기술 수요 요구가 높음

“무발열 기술”

- 기존 솔레노이드 밸브는 유체의 상태 변화에 대응하지 못하는데 유체의 상태가 기체나 액체 상태라도 발열이 심한 솔레노이드를 구동하게 되므로, 유체가 기체 상태인지 액체 상태인지 상태 변화를 감지하고 액체 유체일 경우 발열이 없는 방법으로 구동할 수 있도록 유체의 상변화에 따른 무발열 기술로 사용 가능함

“유량 제어”

- 극저온 밸브의 솔레노이드 구동 전류를 다단계로 제어하거나, 밸브에 소정의 슬릿이 있는 솔레노이드 밸브, 즉 극저온 레귤레이터를 다단계로 결속하여 유량을 제어할 수 있음

제안기술의 차별성

“밸브 크기 문제 해결”

- 기존 극저온 밸브들은 핸들 및 밸브축을 통해 고압 극저온 상태의 액화가스 흐름을 단속할 수 있도록 구성되는데 이에 따라 밸브몸체가 가늘고 긴 로드 형상을 가지게 되어, 밸브의 크기가 커지는 문제점이 있지만 제안기술은 유체의 상태 변화에 대응하여 발열이 없는 방법으로 구동하여 열전도도 및 발열 문제를 해결할 수 있어 밸브 크기가 커지는 문제를 해결 할 수 있음

“내구성 향상”

- 극저온 환경에서 스프링 댐퍼를 사용하기 어려운 경우 유체 댐퍼, 와전류 댐퍼 등의 댐퍼 기구를 적용하는 것에 의해 충격과 소음 그리고 피로를 최소화시키고, 구르는 동작을 할 수 있는 볼 형태의 밸브를 구비하여 마모를 최소화하여 극저온 밸브에서 피로 누적에 의한 내구성 저하문제를 해소하고 유지보수 비용을 절약할 수 있음

“호환 가능”

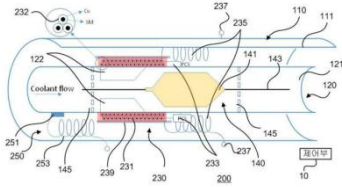
- 제어전원으로서 교류를 사용하는 경우 교류 전원을 직류 전원으로 바꿔주는 정류기를 적용하고, 아울러 부하저항에 의한 제어전원부의 손상을 예방하기 위하여 매칭 저항 또는 인덕터를 제공하는 것에 의해, 기존 솔레노이드 밸브를 초전도 솔레노이드 밸브로 교체할 수 있도록 하는 호환이 가능함

04 요약

I. 제안기술 개요

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

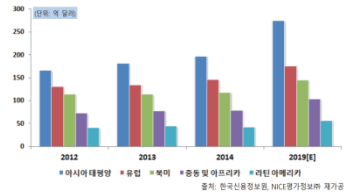
- 극저온 밸브의 열전도도 및 발열 문제를 해결할 수 있도록 하는 마그네틱 밸브 장치



[국내] [해외]

- 제안기술인 마그네틱 밸브 장치는 극저온 공학에 속하는 기술로 초고순도 가스정제, 급속냉각, 고진공, 항공우주, 유전공학, 의학 등 첨단과학 산업분야에의 응용이 급격히 증가하고 있어 광범위하게 활용 가능한 기술임
- 액체수소 또는 헬륨이나 액화천연가스 등의 극저온 액화가스의 저장 및 운송에 활용되고 있음

- 산업용 밸브 시장은 연평균 5.48% 증가하여 2019년 751억 1,700만 달러에 이를 전망임
- 지역별 구성은 아시아 태평양 34%, 유럽 25%, 북미 21%, 기타 국가 20%로 가장 높은 시장 비중을 차지하는 아시아 태평양 산업용 밸브시장은 2019년 274억, 570만 달러에 달할 것으로 예상 됨



상용화단계	일반	■ 아이디어	□ 연구	□ 개발	□ 개발완료 (시제품)	□ 제품화
핵심키워드	한글	극저온	마그네틱 밸브	솔레노이드 밸브	유량 제어	영구전류 스위치
	영문	cryogenic	magnetic valve	solenoid valve	flow control	PCS (persistence current switch)

II. 기술개발자 정보

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

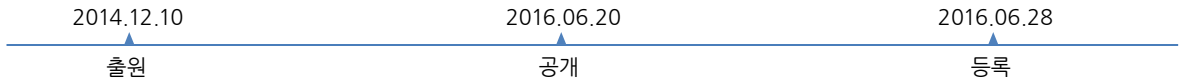
III. 특허정보

특허현황	사업화 대상 기술 관련특허 등록 1건, 총 1건				
구분	상태	등록일자	등록번호	발명의 명칭	
대상기술	등록	2016.06.28.	KR10-1636040	마그네틱 밸브 장치	

05 관련지식재산권

I. 서지사항

- 한국등록특허 10-1636040 B1 (2016.06.28)
- 존속기간(예상)만료일 2034.12.10
- 출원 히스토리



- 청구항구성 독립항 4항, 종속항 20항
- 대표청구항

외측관으로 구성되는 **외측관부**;

상기 외측관부와외의 사이가 진공이 되도록 상기 외측관부의 내측에 위치되어 내부에 극저온 유체가 이송되는 내측관을 포함하는 **내측관부**;

상기 내측관의 내부에서 자기력을 전달시키며, 상기 내측관의 내부에서 마그네틱 밸브에 의해 차폐되는 유로를 형성하도록 형성되는 **마그네틱 코어부**;

상기 내측관의 내부에 위치되어, 자력에 의해 상기 마그네틱 코어부에 대한 이동이 제어되어 상기 내측관의 내부를 개폐하는 것에 의해 상기 내측관에 의해 이송되는 극저온 유체의 유량을 제어하는 마그네틱 밸브를 구비한 **마그네틱 밸브부**; 및

상기 마그네틱 코어부에 대한 상기 마그네틱 밸브의 이동을 제어하기 위해 상기 마그네틱 밸브로 자기력을 공급하도록 상기 외측관부의 외측 또는 상기 내측관부의 외측면 중 하나 이상의 위치에 형성되는 **마그네틱 밸브구동부**;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 밸브 장치.

II. 권리구성의 범위

- 제안기술은 **독립항 4항, 종속항 20항**으로 구성되어 있음
- 극저온 유체의 유량을 제어하는 마그네틱 밸브부, 초전도 임계온도에 따라 구동전원을 스위치 하는 구동전원스위치부, 구동전원 공급선을 포함하는 초전도솔레노이드부, 온도를 검출하는 온도감지부, 와전류댐퍼를 구비한 수직마그네틱 코어부등의 핵심내용을 청구항에서 주장하였음

III. 권리의 적절성

- 선행기술은 소수 존재하나, 권리의 무효화 가능성이 낮음
- 특허의 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, 2014년에 출원되어 권리존속기간은 15년 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

06 시장성

I. 국내외 동향

- 액체수소 또는 헬륨이나 액화천연가스 등의 극저온 액화가스의 저장 및 운송에 활용가능
- 극저온 공학은 초고순도 가스정제, 급속냉각, 고진공, 항공우주, 유전공학, 의학 등 첨단과학 산업분야에서의 응용이 급격히 증가하고 있어 광범위하게 활용가능



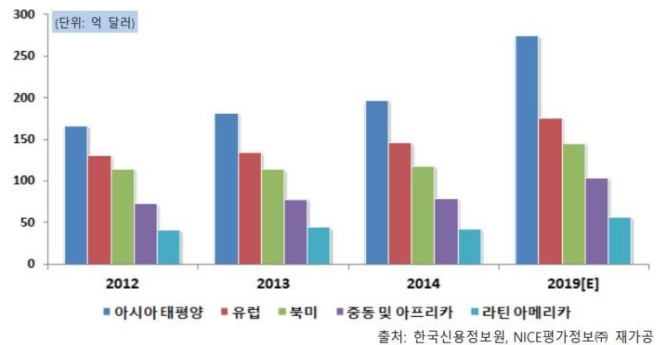
<우주환경 모사장비의 극저온밸브>



<극저온 가스 이동 차량>

II. 시장동향

- 산업용 밸브 시장은 연평균 5.48% 증가하여 2019년 751억 1,700만 달러에 이를 전망임
- 지역별 구성은 아시아 태평양 34%, 유럽 25%, 북미 21%, 기타 국가 20%로 가장 높은 시장 비중을 차지하는 아시아 태평양 산업용 밸브시장은 2019년 274억 570만 달러로 예상 됨



<세계 지역별 산업용 밸브 시장규모 및 전망>

07 사업가능성

I. 사업화 기간 및 비용 적절성

- 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 4인, 재료비 4억(과제 규모 8억 원/년)의 소요 비용이 적절함