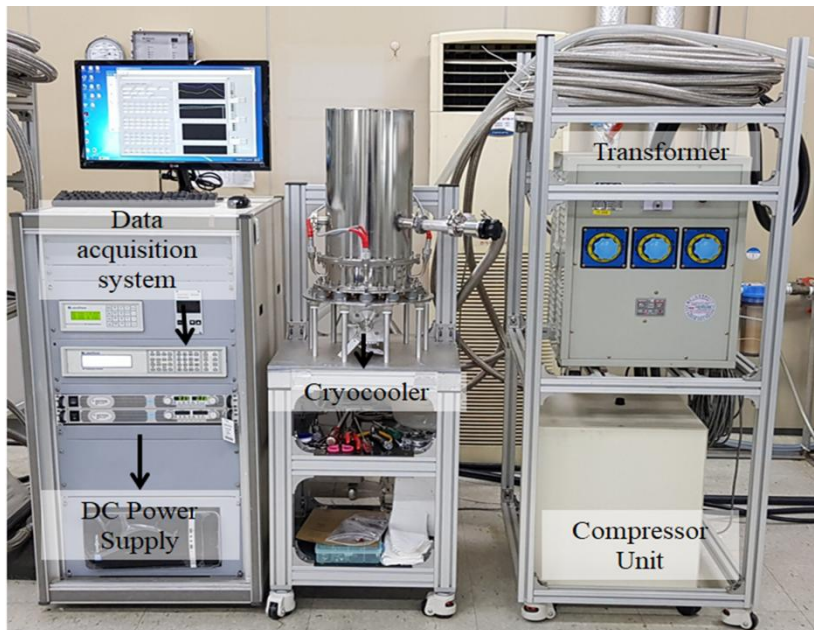


# 극저온 냉동기를 이용한 시편의 열물성 측정 장치 및 방법 (APPARATUS AND METHOD FOR MEASURING THERMAL PROPERTY OF TEST PIECE USING CRYOGENIC REFRIGERATOR)



2019.05.

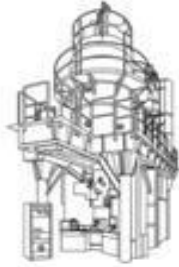
# 01 한국기초과학지원연구원(KBSI)은

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

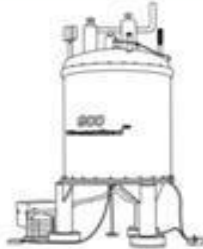
대기 미세먼지 및  
극지방 토양 유래  
복합유기물, 원유,  
천연물, 대사체 시료분석



## 900 MHz Cryogenic NMR

고자기장 자기공명장치

생체 단백질 구조 분석 및  
신약개발 연구



## HR-SIMS

고분해능 이차이온질량분석기

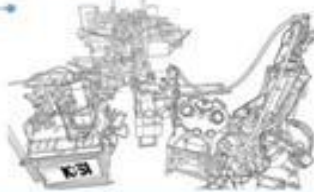
암석 생성 연대 측정  
방사성핵종 분석



## AISAS

차세대 융복합 in-situ 나노분석시스템

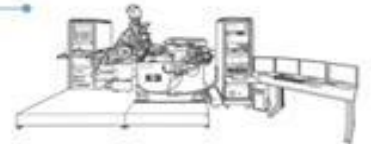
나노물성 및 신소재  
in-situ 분석



## Nano-SIMS

초미세 이차이온질량분석기

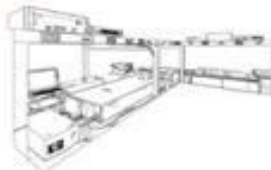
첨단소재의 미량원소  
이미징 분석



## 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

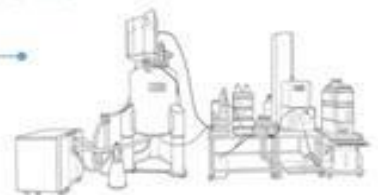
분자수준 생체물질의  
3차원적 역동성 연구



## 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) 스피공학물리학연구팀은

전자석 및 초전도자석을 이용하여 고자기장 환경을 구축하고, 이를 활용하여 자기 및 열 관련된 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

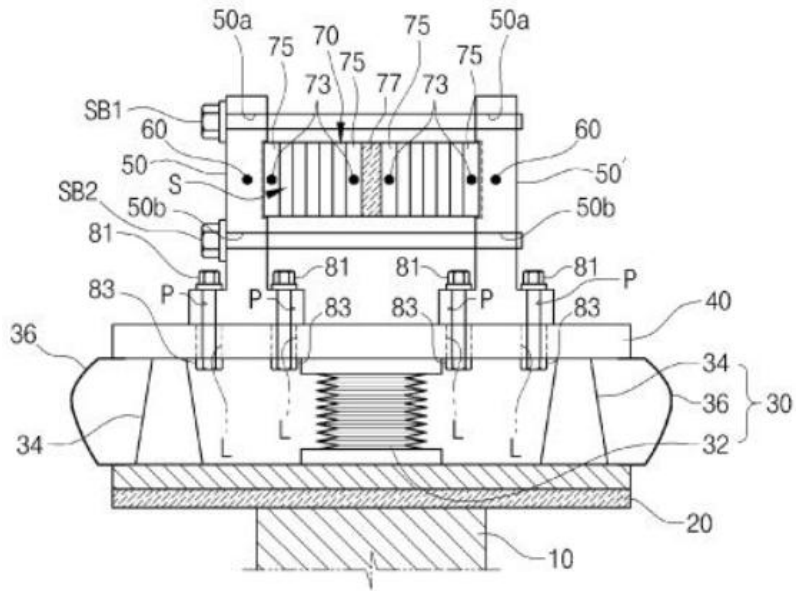
번호	성명	담당업무
1	이계행	- 스피공학물리학연구팀 업무 총괄 - 열물성 분석지원 및 분석기술 개발 - 방열필러용 무기물 나노소재 개발
2	박승영	- MPMS, PPMS를 활용한 전기 및 자기 물성 분석지원 - 전기자기 물성 측정 분석기술 및 장비 개발 - 스피트로닉스 관련 연구
3	이승복	- 헬륨액화실 운영 및 관리
4	조영훈	- 분석과학연구장비개발사업 총괄 - 극저온 고자기장 물성 측정 - 스피트로닉스 관련 연구
5	최연석	- 물성측정장비 개발 - 열물성 분석지원 및 요소기술 개발 - 극저온 열/물질 전달 및 초전도 응용
6	방준혁	- 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 “극저온 냉동기를 이용한 시편 물성 측정 장치”

## 제안기술의 혁신성

### “열전도도, 비열, 열접촉저항” 측정 가능

- 열전도도 측정 :  
온도조절용 히터에 의해 흡열원의 흡열 온도가 조절 → 시편조립체의 온도가 조절 → 발열용 히터가 발열 → 제어부가 다층 구조 시편의 공급 열량에 따른 온도 변화를 측정 → 다층 구조 시편의 단면적 및 길이를 이용하여 열전도도 측정
- 비열 측정 :  
온도조절용 히터에 의해 흡열원의 흡열 온도가 조절 → 시편조립체의 온도가 조절 → 발열용 히터가 발열 → 제어부가 시간에 따른 다층구조 시편의 온도 변화를 측정 → 온도 분포가 길이방향으로 선형이 될 때까지의 시간을 구하여 비열 측정
- 열접촉저항 측정 :  
온도조절용 히터에 의해 흡열원의 흡열 온도가 조절 → 시편조립체의 온도가 조절 → 발열용 히터가 발열 → 제어부가 시편 조립체와 좌, 우측 시편 홀더의 접촉면의 온도 차이 측정 → 열접촉저항 측정



<그림> 극저온 냉동기를 이용한 시편의 열물성 측정장치 구조

# 03 “극저온 냉동기를 이용한 시편 물성 측정 장치”

## 제안기술의 유용성

### “온도 범위 제한”

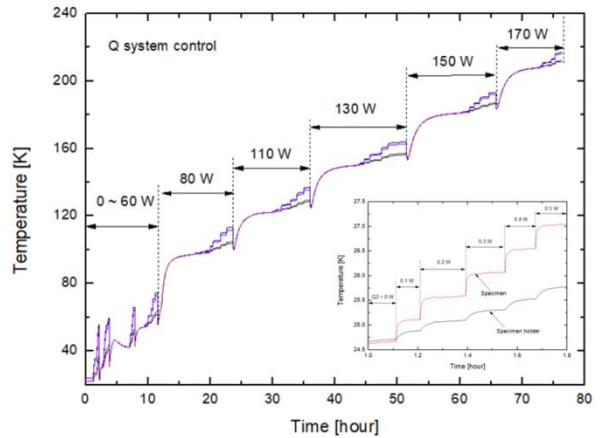
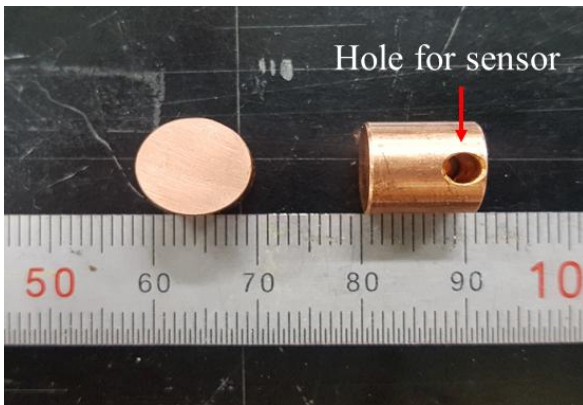
- 써멀 어댑터의 하부에 설치되어 열을 흡수하도록 극저온 냉동기로 구성되며 온도조절용 히터가 내장되어 있는 흡열원을 포함하여 구성됨으로써, 종래의 극저온 유체(액체헬륨, 액체질소)를 흡열원으로 사용하는 방식에 비해 측정 온도 범위의 제한이 적음

### “시편의 접촉압력 조절”

- 시편 조립체의 양단을 고정한 상태에서 수평으로 접촉 압력을 작용하며 이 접촉 압력을 조절할 수 있도록 구성된 좌, 우측 시편 홀더를 포함하여 구성됨으로써 접촉압력을 조절할 수 있음

### “시편 조립체 수평 배치”

- 발열용 히터를 중심으로 복수의 다층구조 시편 및 복수의 시편측 온도센서가 대칭구조를 이루며 수평으로 배치되어 있는 시편 조립체와, 시편 조립체의 양단을 고정한 상태에서 수평으로 접촉 압력을 작용하며 이 접촉 압력을 조절할 수 있도록 구성하여 종래의 수직 방향으로 설치될 때 발생할 수 있는 중력 영향을 없앨 수 있음



<그림> 시편 물성 측정 장치 및 실험 결과표

# 03 “극저온 냉동기를 이용한 시편 물성 측정 장치”

## 제안기술의 차별성

### “진동 측정오차 최소화”

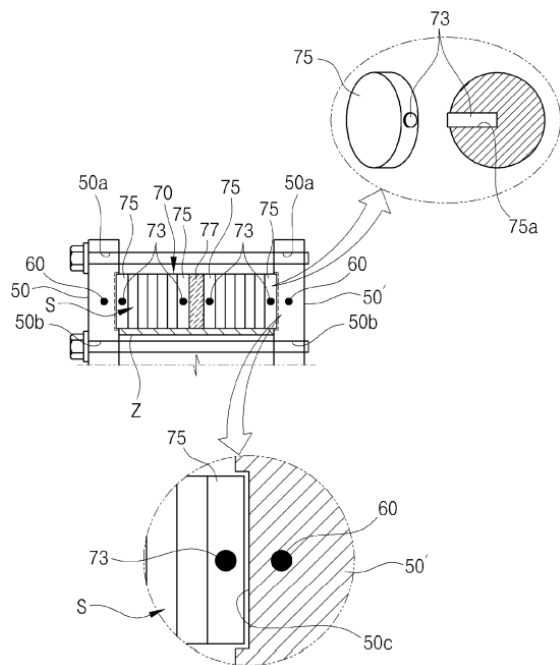
- 흡열원의 중심부 상부에 타단부가 결합되어 전달되는 진동을 줄이는 주름관, 흡열원의 상부에 타단부가 결합되어 진동을 흡수하는 복수의 진동 흡수 패드, 써멀 어댑터의 좌/우측 하부에 각각 일단부가 결합되며 흡열원의 좌/우측 상부에 각각 타단부가 결합되어 열을 전달하는 써멀 링크 포함함으로써 시편의 진동 전달 최소화

### “온도 측정 정확도 및 온도 조절 향상”

- 온도센서 지그의 온도센서 설치홈에 시편측 온도센서가 설치되는 구조를 통해 시편 온도 측정 정확도가 향상됨
- 흡열원은 써멀 어댑터의 하부에 설치되어 열을 흡수하도록 구성되며 온도 조절용 히터가 수평으로 내장되어 있으므로, 측정시간의 제약이 없으며 측정온도 범위의 제한이 적어 다층구조 시편에 대한 온도조절이 용이함

### “대칭성 및 접촉면적 균일성 향상”

- 좌/우측 시편 홀더의 측면 각각에 시편 조립체의 양단부가 삽입되어 고정되는 슬롯이 형성되어 있어 다층구조 시편의 대칭성 및 접촉면적의 균일성을 향상시킬 수 있음
- 좌/우측 시편 홀더는 정면에서 볼 때 "⊥"형상으로 형성되어 써멀 어댑터 사이에 공간 발생을방지하여 열전달성을 향상시킴



<그림> 시편 조립체가 좌, 우측 시편 홀더 사이에 장착된 상세한 구성

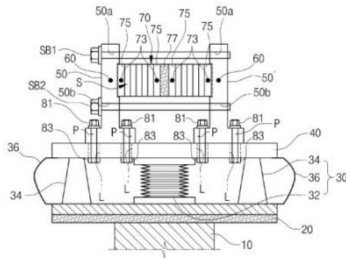


# 04 요약

## I. 제안기술 개요

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

- 극저온 냉동기를 흡열원으로 사용하여 시편의 열전도도, 비열 및 열 접촉저항의 열물성을 측정하는 장치 및 방법



### [국내]

- 전기·전자·제어 등 다양한 기술이 결합되어 발전하고 있으며, 국내 업체는 중소기업 위주로 구성되어 있고 핵심 원천 기술이 열위에 있어 수입 제품에 의존하고 있음

### [해외]

- 물성측정 기술은 생명과학(바이오, 의료 연구 개발), 환경(환경 이슈 증가), 화학 산업 성장(연구 개발 투자, 공정용 수요)에 의해 꾸준히 증가할 것으로 예상됨

- 실험실용 측정 및 분석기기 시장의 경우 연평균 5.1%의 성장이 예상됨

- 바이오, 환경, 화학 산업에서 시장이 성장할 것으로 예상되며 분리 분석기기류 (HPLC, GC 등)의 시장이 상대적으로 크게 증가할 것으로 예상됨

(단위: 천만 원당)

구분	시장규모					성장률(%) (2012-2017)	
	2013	2014	2015	2016	2017		
국내 시장	실험실용 측정기기	9,729	8,347	12,598	12,975	13,364	5.1%
	연구 측정기기	2,859	2,333	3,521	3,626	3,795	3.6%
세계 시장	실험실용 측정기기	6,823	5,510	8,407	8,659	8,918	5.1%
	연구 측정기기	9,729	10,225	10,746.8	11,294.8	11,870.8	5.1%

상용화단계	일반	<input type="checkbox"/> 아이디어	<input type="checkbox"/> 연구	<input checked="" type="checkbox"/> 개발	<input type="checkbox"/> 개발완료 (시제품)	<input type="checkbox"/> 제품화
핵심키워드	한글	극저온 냉동기	열물성 측정	열전도도	비열	열접촉저항
	영문	Cryogenic Refrigerator	Thermal Property	Thermal conductivity	Specific Heat	Thermal contact resistance

## II. 기술개발자 정보

기관명	한국기초과학지원연구원	부서	스핀공학물리연구팀
성명	최연석	직급	책임연구원
전화	042-865-3913	이메일	ychoi@kbsi.re.kr

## III. 특허정보

특허현황	사업화 대상 기술 관련특허 등록 1건, 총 1건				
구분	상태	등록일자	등록번호	발명의 명칭	
대상1	등록	2017.01.04	<a href="#">KR 10-1694993</a>	극저온 냉동기를 이용한 시편의 열물성 측정 장치 및 방법	

# 05 관련 지식재산권

## I. 서지사항

- 한국등록특허 10-1694993 B1 (2017.01.04)
- 존속기간(예상)만료일 2036.08.08
- 출원 히스토리



- 청구항구성 독립항 1항, 종속항 9항
- 대표청구항

발열용 히터를 중심으로 복수의 다층구조 시편 및 복수의 시편측 온도센서가 대칭구조를 이루며 수평으로 배치되어 있는 **시편 조립체**;

상기 시편 조립체의 양단부를 고정된 상태에서 수평으로 접촉 압력을 작용하며 이 접촉 압력을 조절할 수 있도록 구성되며 상기 시편측 온도센서와 수평을 이루는 시편홀더측 온도센서가 각각 설치된 **좌, 우측 시편 홀더**;

상기 좌, 우측 시편 홀더의 하부에 결합되어 열을 전도할 수 있도록 구성된 **써멀 어댑터**;

상기 써멀 어댑터의 하부에 설치되어 열을 흡수하도록 극저온 냉동기로 구성되며 온도조절용 히터가 내장되어 있는 **흡열원**; 및

상기 복수의 시편측 온도센서 및 시편홀더측 온도센서로부터 온도 감지 신호를 입력받아 열전도도, 비열 및 열 접촉저항 중의 하나 이상을 측정하도록 구성된 **제어부**를 포함하며;

상기 **시편 조립체**는

상기 **발열용 히터**가 중심에 배치되며,

상기 발열용 히터와 상기 좌, 우측 시편 홀더 사이에 상기 **다층구조 시편**이 배치되며,

상기 다층구조 시편의 좌, 우 양측에는 중심에 설치홈이 형성된 **온도센서 지그**가 배치되며,

상기 온도센서 지그의 설치홈에는 상기 **시편측 온도센서**가 삽입설치되며;

상기 좌, 우측 시편 홀더에는 각각 상기 **시편홀더측 온도센서**가 삽입설치되며,

상기 좌, 우측 시편 홀더의 내측면 각각에는 상기 시편 조립체의 양단부가 삽입되어 고정되는 **슬롯**이 형성되는, 극저온 냉동기를 이용한 시편의 열물성 측정 장치

## II. 권리구성의 범위

- 제안기술은 **독립항 1항, 종속항 9항**으로 구성되어 있음
- 발열용 히터를 중심으로 복수의 다층구조 시편 및 복수의 시편측 온도센서가 대칭구조를 이루며 수평으로 배치되어 있는 시편 조립체와 시편측 온도센서, 시편홀더측 온도센서, 제어부 등의 핵심내용을 청구항에서 주장하였음

## III. 권리의 적절성

- 선행기술은 존재하나, 제안기술의 권리의 무효화 가능성이 낮음
- 특허의 소유권은 한국기초과학지원연구원이 100% 보유함으로써, 기술이전과 실시권 허여 가능
- 제안기술은 열전도도, 비열, 열접촉저항을 측정하는데 있어 명확하고 구체적이며 적절하게 권리를 구성함

## IV. 권리의 안정성

- 제안기술은 등록특허로서, 한국에서 등록유지 중이며, 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



