



전자상자기 공명 분광기

Electron Paramagnetic Resonance Spectrometer

전자상자기 공명기

EPR100/EPR200-Plus/EPR200M

제품 소개

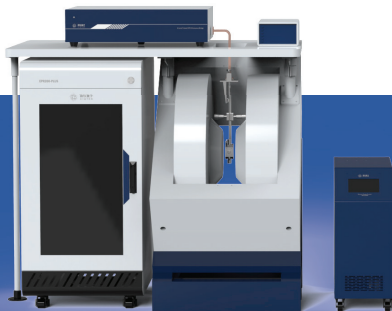
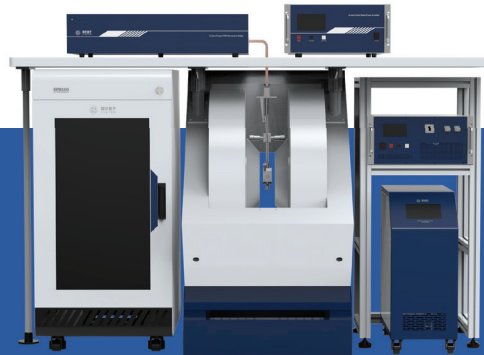
전자상자기 공명기(Electron Paramagnetic Resonance, EPR)는 홀전자(unpaired electron)를 포함한 물질의 구조, 역학, 그리고 공간 분포를 연구하는 기법입니다. 이 기술은 마이크로 스케일에서 원샘플을 비파괴적으로 전자스핀 핵 외곽 전자, 전자스핀과 같은 정보를 제공하며, 이 정보는 비파괴적 방식으로, 현장에서(in-situ) 분석하며 얻을 수 있습니다.

특정 주파수의 전자기파가 시료에 가해지면, 정자기장(Static magnetic field) 내의 홀전자를 포함하는 물질에서 전자기파 에너지의 방출 또는 흡수가 발생합니다. 이를 통해 전자기파 신호를 분석하고, 전자의 구조와 그 주변 물질을 파악하고 분석할 수 있습니다.

홀전자를 포함하는 물질은 여러 형태로 존재합니다. 이에 고립된 단일 원자, 전도체, 자성체 분자, 전이 금속 이온, 희토류 이온, 이온 클러스터, 도핑된 물질, 결합이 있는 물질, 생물학적 자유 라디칼, 그리고 금속 단백질 등이 포함됩니다. 빛에 여기 될 때 많은 물질들이 홀전자를 생성할 수 있습니다. 이런 홀전자를 이용한 EPR 기술은 물리학, 화학, 생물학, 재료학, 그리고 산업 등 다양한 분야에서 중요한 역할을 수행합니다.

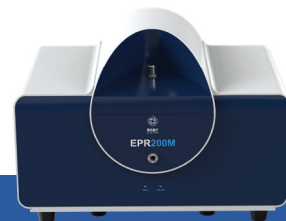
X-밴드 펄스 / 연속파 전자상자기 공명분광기

EPR100



X-밴드 연속파 전자상자기 공명분광기

EPR200- Plus



X-밴드 연속파 데스크톱 전자상자기 공명분광기

EPR200



EPR100

사양	채널 정보 및 기기 성능
Continuous Wave Function Parameters	Same with EPR200-Plus
Pulse Channel	Channel No. : 12
	Channel 1: 0 ° Phase pulse (+X)
	Channel 2: 90 ° Phase pulse (+Y)
	Channel 3: 180 ° Phase pulse (-X)
	Channel 4: 270 ° Phase pulse (-Y)
	Channel 5: Solid state power amplifier gate signal
	Channel 6: Receiver low-noise protection switch control signal
	Channel 7: ELDOR pulse
	Channel 8: ENDOR pulse
Channel 9~12: For extension	
Microwave Pulse Time Resolution	50 ps
Solid-state Power Amplifier Output Power	450 W Max
Microwave Pulse Phase Stability	Less than 3 ° in 1 ms
Maximum Microwave Pulse Length	3 ms
Minimum $\pi / 2$ Pulse Length	7.5 ns
Arbitrary Waveform Pulse Modulation	Sampling Rate 1.2 G SPS

제품 응용분야

자유 라디칼 연구

자유 라디칼은 빛이나 열과 같은 요인에 의해 공유 결합이 끊어지면서 생성되는 홀전자(unpaired electron)를 가진 입자입니다. 이들은 매우 활발하며, 인간의 노화와 질병 발생과 밀접한 관련이 있습니다. 현재로서는, EPR 분석 기술이 홀전자를 직접 감지하고 분석할 수 있는 유일한 방법입니다. 이를 통해 자유 라디칼의 발생 원인과 그 영향을 이해하고, 이를 통제하거나 관리하는 데에 중요한 역할을 수행하게 됩니다.

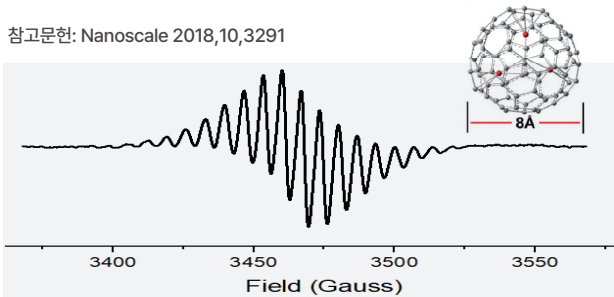


Ethyl radical spectrum

재료 과학 (Material Science)

상자성 금속 풀러렌(Paramagnetic metal fullerene)은 자기공명영상 (MRI) 촬영, 단일 분자 자석, 그리고 스핀 양자 정보 처리 등 다양한 분야에서 중요한 역할을 합니다. 이와 같은 새로운 나노 자성 물질은 EPR 기술을 통해 금속 풀러렌 내의 전자 스핀 분포를 분석하는데 활용될 수 있습니다. 이를 통해, 금속 스핀과 자기 코어 간의 상호 작용을 이해하고, 다양한 환경에서 금속 풀러렌의 스핀 및 자기적 변화를 감지할 수 있게 됩니다. 이는 나노 자성 물질의 특성을 파악하고, 이를 활용한 다양한 응용 기술 개발에 중요한 기반을 제공합니다.

참고문헌: Nanoscale 2018, 10, 3291



Sc₃C₂@C₈₀ molecular structure and its EPR spectrum

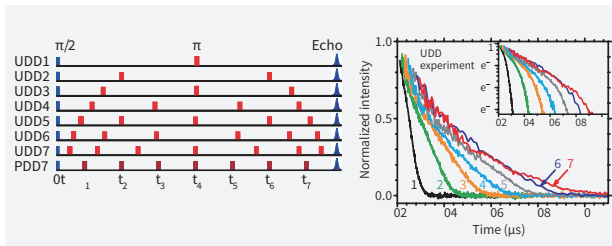
양자 컴퓨팅

고체 시스템에서의 전자스핀은 양자 컴퓨팅 연구에 있어 핵심적인 역할을 수행합니다. 특히, 이 전자 스핀들은 큐비트, 즉 양자 비트를 운반하는 중추적인 부분입니다. 펄스형 전자 상자성 공명(Pulsed Electron Paramagnetic Resonance, EPR) 기술은 스핀의 양자 상태를 리드 아웃하고 준비 및 조작하는 데 있어 이해할 수 있게 하므로, 양자 컴퓨팅 연구에서 결정적인 역할을 수행하게 됩니다.

과학자들은 결잃음(Decoherence) 시간, 즉 양자 시스템이 양자 상태를 유지하는 시간을 연장하기 위해 동적 디커플링(dynamic decoupling) 기술을 사용합니다. 결잃음 시간이 길수록 양자 연산을 수행하는 데에 더욱 유리하게 됩니다.

최근에는 말로네이트 단결정(malonate single crystals)에서 추출한 감마선을 사용하여 결잃음 시간을 0.04 마이크로초에서 30 마이크로초로 늘린 사례가 보고되었습니다. 이 결과는 동적 디커플링 기술의 중요성을 재확인하는 데에 기여했습니다. 디커플링 기술은 외부 환경의 잡음이나 상호작용으로 인해 양자 상태가 파괴되는 것을 방지하고, 양자 시스템의 안정성을 향상시키는 데에 중요한 역할을 수행합니다.

참고문헌: Nature 461, 1265- 1268 (29 October 2009)

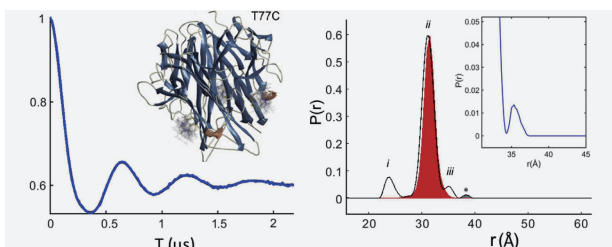


생물학적 구조 분석

EPR 기술은 생물학적 구조 분석에 있어 필수적인 도구 중 하나입니다. 생체 분자인 단백질이나 RNA와 같은 물질들은 특별한 전자 스핀 라벨링 기술을 사용하여 특정하게 표시 할 수 있습니다. 이 기술은 EPR을 이용하여 전자들 사이의 상호작용 강도를 측정합니다.

그리고 이 기술은 라벨링된 위치 간의 거리 정보를 제공함으로써, 생체 분자의 구조 분석에 큰 도움을 줍니다. 또한, 비파괴적인 감지 방법을 사용하여 1.7 나노미터에서 8 나노미터까지의 거리를 측정할 수 있습니다. 이는 생체 분자의 구조를 이해하고 그 기능을 밝혀내는 데 중요한 역할을 수행 합니다.

참고문헌: Biophysical Journal 113, 371-380, July 25, 2017



식품조사(Food Irradiation)

식품 방사선 조사 기술은 우리의 식품 안전과 안전과 위생을 보장하는데 중요한 역할을 담당합니다. 이 기술은 식품에 포함된 미생물과 화학 물질을 감소시키는 데 도움이 됩니다. 식품이 이온화된 방사선에 노출되면, 내부 화학물의 공유 결합이 일관적으로 분해되어 많은 양의 자유 라디칼이 생성됩니다. 이 자유 라디칼은 유해 미생물을 효과적으로 제거하여, 이로 인해 식품의 유통 기간이 연장되고 식중독 위험이 줄어듭니다.

EPR 기술은 방사선 조사로 생성된 지속적인 자유 라디칼을 감지하는 데 사용됩니다. EPR 분광법을 통해 이 라디칼을 감지하고 식품 내에서 발생하는 변화에 대한 중요한 정보를 제공합니다. 또한 EPR은 자유 라디칼을 탐지하는 데 유용할 뿐만 아니라, 섬유소, 뼈, 설탕 결정 등과 같은 식품 내의 다양한 물질을 확인하는 특별한 도구 역할을 합니다.

결론적으로, 식품 조사와 EPR 기술은 식품 내의 유해한 요소를 제거하고, 우리가 안전하게 식사할 수 있도록 도와주는 중요한 기술들입니다.

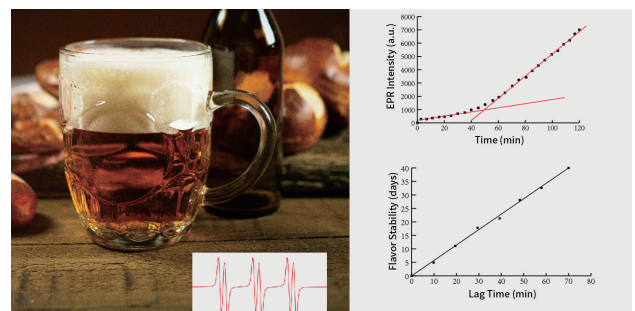
Standard Name	Standard Number
Foodstuffs -Detection of irradiated foodstuff containing crystalline suger by ESR spectroscopy	BS EN 13708:2022
Foodstuff - Detection of irradiated foodstuff containing cellulose by ESR spectroscopy	EN 1787:2022
Foodstuffs - Detection of irradiated food containing bone - Method by ESR spectroscopy	SIST EN 1786:1998

맥주

맥주 양조 과정 중에는 자유 라디칼이 생성되는데, 이는 제품의 변질과 유통 기간 단축시키는 원인이 됩니다. 특히, 온도가 높아질수록 이 현상은 더욱 가속화됩니다.

전자 공명 현상 기술은 맥주 양조 과정 중 발생하는 자유 라디칼의 변화를 모니터링하고, 이를 통해 최종 제품의 품질을 예측하는 데 활용될 수 있습니다.

이 기술은 양조 과정 동안 라디칼의 변화를 추적함으로써 양조사가 제품의 품질을 관리하고 최적의 결과를 도출할 수 있게 돕습니다.



제품 특징

- 1 연속파(CW) 및 펄스(Pulsed) EPR 등 모드에 맞게 적절하게 사용할 수 있는 다양한 기능
- 2 빛, 저온 상태, 측각계 등으로 폭넓은 측정 환경을 제공
- 3 자기장의 균일성은 10 ppm 이내이며, 자기장 변동률이 시간당 10 mG 이내로 매우 우수한 안정성
- 4 마이크로파 펄스의 시간 분해능은 최대 50 ps이며, 펄스 모드에서 분광 해상도가 향상
- 5 고성능 SSPA(Solid State Power Amplifier) 장착 : 450W 출력 전력
- 6 동적 멀티-펄스 디커플링 기술에 적합한 무제한 펄스 시퀀서
- 7 최대 8 ns 간격으로 $\pi/2$ 펄스를 생성할 수 있는 고성능 펄스 EPR 프로브
- 8 High frequency EPR로의 업그레이드 지원

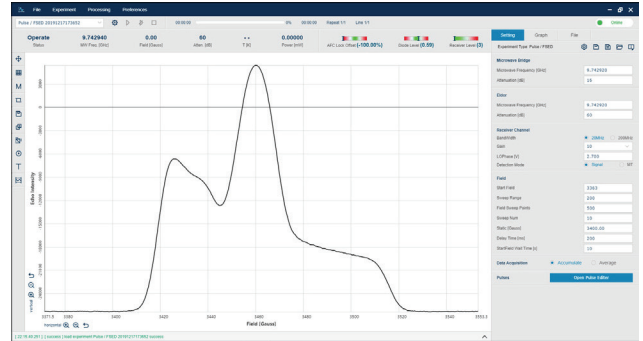
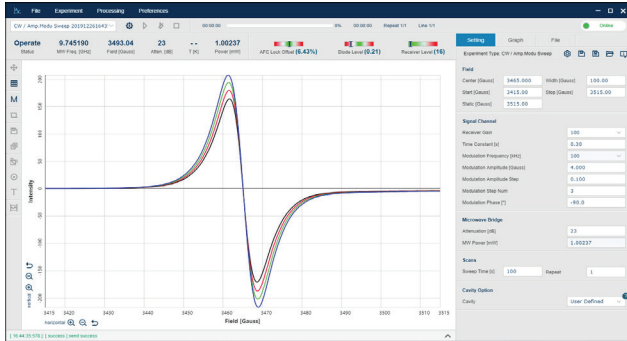
EPR200-Plus/EPR200M	EPR100
1D Magnetic Field Scanning	Equipped with all CW Mode Functions of EPR200-Plus
2D Magnetic Field-Microwave Power Scanning	Echo / FID Measurement
2D Magnetic Field-Modulation Amplitude Sweep	Relaxation Time Measurement
2D Magnetic Field-Time Scanning	Sweep Echo Detection
	Electron-Electron Double Resonance Experiment
	Electron-Nuclear Double Resonance Experiment
Variable Temperature Experiment	
Light Experiment	

제품 사양

사양	EPR200-Plus	EPR200M
Frequency Range	9.2 ~ 9.9 GHz	
CW Microwave Power	200 mW Max	1 μ W ~ 100 mW
Absolute Spin Number Sensitivity	1×10^9 spins/(G \sqrt Hz)	5×10^9 spins/(G \sqrt Hz)
Modulation Field Amplitude	20 Gauss Max	10 Gauss Max
Maximum Magnetic Field	-0.1 ~ 1.5 T	-0.1 ~ 0.65 T
Variable Temperature System	3.8 K ~ 300 K or 100 K ~ 600 K or 300 K ~ 800 K	100 K ~ 600 K
Light System	Support	Support

소프트웨어 & 제휴사

◆ 소프트웨어 : EPR-Pro



소프트웨어 기능

- 01** 현대적인 디자인, 간결하고 고급스러운 인터페이스
- 02** 과학적 데이터 분석 기능
- 03** 연속파 및 펄스 모드와 호환 가능
- 04** 자동 실험 보고서 생성
- 05** 자동 매개변수 조정 및 최적화
- 06** 오프라인 사용을 위한 별도의 데이터 분석 소프트웨어

◆ 액세서리



Variable temperature system



Dewar



Light system



Standard Sample



4 mm outer diameter sample tube, flat cell



Automated goniometer



(주)비케이인스트루먼트

대전광역시 유성구 문지로 281-25 BKI 빌딩
 BKI Bldg., 281-25, Munji-Ro, Yuseong-Gu, Daejeon, 34050, Republic of KOREA
Tel. 042) 487 - 8240 **Fax.** 042) 488 - 8241
Email. marketing@bkinstruments.co.kr **Web.** www.bkinstruments.co.kr