

Agilent Cary 630 FTIR 분광기용 ATR 샘플링 액세스리

FTIR 측정을 수행하는 쉽고 다양한 방법

서론

감쇠 전반사(ATR)는 푸리에 변환 적외선(FTIR) 분광기에 가장 널리 사용되는 샘플링 방법입니다. 액체, 고체, 분말, 반고체 및 페이스트를 비롯해 다양한 시료 유형을 빠르고 쉽게 측정할 수 있기 때문에 업계에서 인기를 끌고 있습니다. Agilent Cary 630 FTIR 분광기는 정밀하게 최적화된 샘플링 모듈이 Cary 630 FTIR 엔진 전면부에 부착되는 활용도 높은 모듈식 개념을 이용합니다. 특정 응용 분야 또는 시료에 따라 다양한 ATR 센서가 사용됩니다. 영구적으로 정렬된 광학 장치는 사용자 정렬 없이 다양한 종류의 모듈을 몇 초 만에 교체할 수 있습니다. Cary 630 FTIR은 다양한 ATR 센서를 지원하며, 하나의 ATR 센서에서 다른 센서로 즉시 전환할 수 있는 기능을 제공합니다.

대부분의 응용 분야에서 Cary 630 FTIR에 단일 반사 아연 셀레나이드(ZnSe), 다이아몬드 및 게르마늄(Ge) ATR 샘플링 모듈을 사용할 수 있습니다. 이들 모듈은 샘플링 프레스와 함께 사용되며 고체 재료뿐만 아니라 액체, 페이스트 및 젤 분석에도 탁월합니다.

다이아몬드 센서는 내구성이 높고 더 단단한 물질 분석에서도 최선의 선택입니다. 부드러운 고형물에는 ZnSe 센서가 적합합니다. 경로 길이가 짧은 Ge 센서는 흡수성이 높은 물질 분석에 최선의 선택입니다. 또한 다반사 ZnSe ATR 샘플링 모듈은 추가적인 감도가 필요한 액체, 페이스트 및 젤 분석에 훌륭한 옵션입니다.

이러한 샘플링 기술은 Cary 630 FTIR을 위해 맞춤 제작되기 때문에 분석가는 응용 분야를 위해 임의의 ATR 센서를 이용해도 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있습니다. 이렇게 맞춤 제작된 분광기는 동급 최고의 성능, 감도 및 사용 편의성을 제공합니다.

이 기술 개요에서는 Cary 630 FTIR 분광기에 사용할 수 있는 ATR 센서에 대해 살펴봅니다(그림 1). 특정 시료 유형에 어떤 센서를 선택해야 하는지 설명하고 Cary 630 FTIR을 사용한 ATR FTIR 분광법의 일반적인 응용을 요약합니다.



그림 1. Agilent Cary 630 FTIR 분광기에 적합한 샘플링 모듈을 장착하여 분석 요구 사항을 충족할 수 있습니다. 다이아몬드 ATR 샘플링 모듈은 고체, 액체, 젤 및 분말의 FTIR 분석에 이상적입니다.

작동

ATR 샘플링에서 적외선(IR) 빛은 결정체를 통과해 이동하면서 결정체-시료 인터페이스에서 최소한 한 번 내부 반사를 일으키고, 이렇게 반사된 빛은 FTIR 검출기로 이동합니다. 내부 반사를 거치는 동안 IR 빛의 일부가 시료로 이동하여 흡수될 수 있습니다. 시료 내로 들어간 빛 부분을 에바네센트 파(evanescent wave)라고 합니다. 에바네센트 파가 시료 내로 침투하는 깊이는 시료와 ATR 결정체 사이의 굴절률 차이에 의해 결정됩니다. 다양한 시료 유형과 다양한 경로 길이 요구에 맞추기 위해 굴절률이 다른 여러 재료가 ATR 센서로 사용됩니다.

단일 반사 ATR

단일 반사 측정을 통해 광선이 결정체 내에서 한 번 내부 반사될 수 있습니다(그림 2).

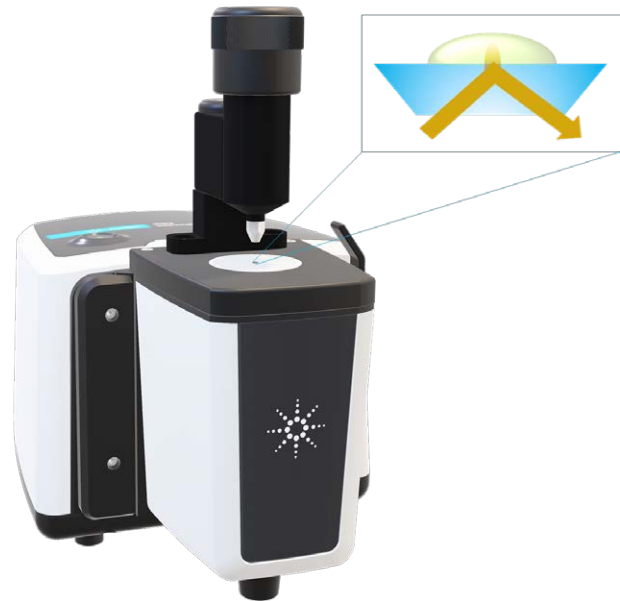


그림 2. Agilent Cary 630 FTIR 분광기용 단일 반사 ATR 액세서리.

다중 반사 ATR

이와 대조적으로, 다중 반사 ATR 센서는 더 긴 결정체를 사용하여 광선이 검출 전에 시료 표면에서 여러 번 전반사될 수 있도록 합니다(그림 3). 결과적으로 IR은 각 반사 지점에서 시료와 상호 작용하여 더 긴 유효 경로 길이를 제공합니다. 이는 측정 감도를 증가시켜 더 낮은 검출 한계와 더 빠른 데이터 수집이 필요한 까다로운 응용 분야에 이상적입니다.

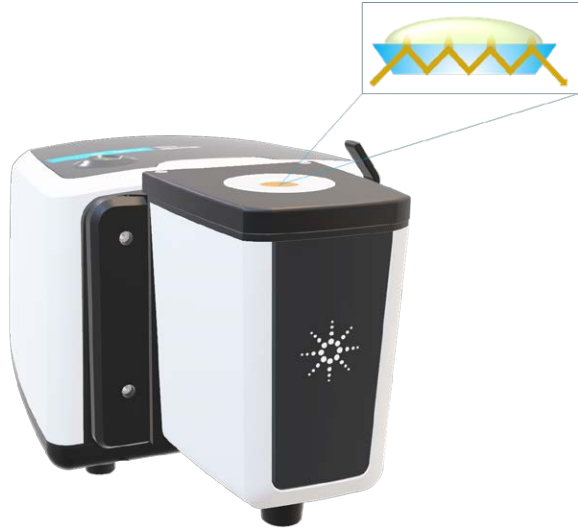


그림 3. Agilent Cary 630 FTIR 분광기용 다중 반사 ATR 액세서리.

시료 측정

ATR 모듈을 사용하여 액체 시료 또는 페이스트를 분석하기 위해 작은 시료 방울을 ATR 결정체 위에 놓습니다. 측정을 수행하고 완료 후 필요한 경우 light solvent를 사용하여 결정체를 깨끗하게 세척할 수 있습니다.

분말, 박막 또는 기타 고체 시료를 분석하기 위해 시료를 ATR 결정체 위에 놓고 회전 프레스를 사용하여 눌러 시료와 결정이 최적으로 접촉하도록 합니다. 측정 후 시료를 회수할 수 있어 소량 또는 고가의 시료에 이상적입니다. 그런 다음 필요한 경우 light solvent를 사용하여 결정을 깨끗하게 세척할 수 있습니다.

단일 반사 ATR 모듈의 회전 프레스가 주어진 ATR 센서 재료에 최적의 압력을 가합니다. 회전 프레스는 360도 회전이 가능하여 샘플링 또는 세척 시에 ATR 결정체에 쉽게 접근할 수 있습니다. 필요하지 않은 경우(예: 액체 시료만 분석하는 경우) 프레스를 분리할 수도 있습니다. 다중 반사 ATR 모듈은 액체 시료에만 사용되므로 프레스가 필요하지 않습니다.

Cary 630 FTIR용 ATR 센서

응용 분야에 단일 반사 ZnSe, 다이아몬드 또는 Ge 또는 다중 반사 ZnSe가 필요한 모든 경우에 Cary 630 FTIR은 동급 최고의 성능을 제공합니다. 타사 액세서리를 사용하는 기타 FTIR 분광기와 달리, Cary 630 FTIR용 샘플링 기술은 애질런트 엔지니어가 맞춤 제작하므로 분광기의 광학 특성과 완벽하게 일치합니다. 견고하고 정렬이 필요 없는 디자인으로 ATR 샘플링 기술을 즉시 교체할 수 있기 때문에 어떤 시료 유형이든 쉽게 처리할 수 있습니다. Cary 630 FTIR 분광기를 위한 다양한 ATR 모듈을 표 1에 요약했습니다.

표 1. Agilent Cary 630 FTIR 분광기용 ATR 모듈.

ATR 모듈	파장 범위	유효 경로 길이	시료 유형	회전 프레스
단일 반사 ZnSe ATR 모듈	5,100~600cm ⁻¹	1.1µm, 4,000cm ⁻¹ 2.6µm, 1,700cm ⁻¹ 7.3µm, 600cm ⁻¹	순수 또는 농축된 물질; 부드러운 고체, 페이스트, 젤, 액체; 강산이나 강염기는 불가	예
다중 반사 ZnSe ATR 모듈	5,100~600cm ⁻¹	5.5µm, 4,000cm ⁻¹ 13.0µm, 1,700cm ⁻¹ 36.5µm, 600cm ⁻¹	저농도 성분, 더 묽은 용액; 페이스트, 젤, 액체, 강산이나 강염기는 불가	아니요
단일 반사 Di ATR 모듈	6,300~350cm ⁻¹ ^a 5,100~600cm ⁻¹ ^b	1.1µm, 4,000cm ⁻¹ 2.6µm, 1,700cm ⁻¹ 7.3µm, 600cm ⁻¹	단단한 고체, 미립자, 폴리머, 페이스트, 액체, 모든 pH 범위	예
단일 반사 Ge ATR 모듈	5,100~600cm ⁻¹	0.15µm, 4,000cm ⁻¹ 0.36µm, 1,700cm ⁻¹ 1.02µm, 600cm ⁻¹	카본 블랙으로 채워진 폴리머	예

^a KBr 광섬유를 이용한 Cary 630 FTIR 엔진

^b ZnSe 광섬유를 이용한 Cary 630 FTIR 엔진

아연 셀레나이드(ZnSe) ATR 모듈

ZnSe는 오랫동안 ATR 감지 소재로 사용된 반도체 재료입니다. 상대적으로 단단하며, 넓은 파장 범위를 가지고 물에 녹지 않습니다. 이러한 이유로 ZnSe ATR은 유연한 고체, 페이스트, 젤 및 액체 분석에 적절한 선택입니다. pH 5~9 범위에서 액상 용액을 분석하는 데 사용할 수 있습니다. Cary 630 FTIR에는 다중 반사 센서와 단일 반사 센서의 두 가지 ZnSe 샘플링 기술이 이용됩니다.

단일 반사 ZnSe ATR 모듈

시료와 충돌하는 적외선의 상대적으로 짧은 경로 길이 때문에, 이 센서는 깔끔한 시료, 즉, 상대적으로 농축되었거나 순수한 시료 분석에 매우 적합합니다. 이 단반사 ZnSe 모듈은 부드러운 재료뿐만 아니라 점성액에도 적절한 선택입니다. 폴리머 필름과 같은 고체를 측정할 때 Cary 630 FTIR과 함께 사용할 수 있습니다. ZnSe ATR 모듈이 그림 4에 나와 있습니다.



그림 4. Agilent Cary 630 FTIR 분광기용 아연 셀레나이드 ATR 모듈.

다중 반사 ZnSe ATR 모듈

Cary 630 FTIR의 탁월한 성능은 다중 반사 ATR 센서의 긴 경로 길이의 결합으로 분광기 시스템에 탁월한 감도가 실현됩니다. 페이스트, 젤 및 액체 내의 저농도 성분을 측정할 수 있습니다. 또한 pH 5~9 범위에서 희석액 또는 농축된 수용액 내의 용질도 분석할 수 있습니다. 이 다중 반사 센서는 스테인리스 스틸 홀더에서 약간 들어가 있기 때문에 비점성액 시료의 분석에 이상적입니다. 이 센서는 정성 또는 정량 측정이 필요할 경우에 최고의 선택입니다. 압력 클램프와 함께 사용할 수 없기 때문에 고체 재료의 측정에 사용을 권장하지 않습니다. 다중 반사 ZnSe ATR 모듈이 그림 5에 나와 있습니다.



그림 5. Agilent Cary 630 FTIR 분광기용 다중 반사 아연 셀레나이드 ATR 액세서리.

단일 반사 다이아몬드(Di) ATR 모듈

다이아몬드를 ATR 재료로 사용하면서 FTIR 샘플링에 혁신적인 변화가 일어났습니다. 굽힘이 발생하지 않기 때문에 이 센서를 이용해 광석과 폴리머와 같은 단단한 시료를 쉽게 분석할 수 있습니다. 다이아몬드 ATR은 또한 강산과 강염기에 견디기 때문에 높은 또는 낮은 pH 수용액의 측정에 뛰어납니다. Cary 630 FTIR용 다이아몬드 ATR은 단반사 센서로서 분석될 재료와 다이아몬드 표면 사이에 적절한 접촉이 가능하도록 시료 프레스와 함께 사용할 수 있습니다. 단반사 센서로서, 미립자, 분말 또는 기타 단단한 물질인 순수 물질의 측정에 적합합니다. Cary 630 FTIR용 다이아몬드 ATR의 고유한 디자인으로 높은 에너지 처리량을 지원하며, 분광기는 다이아몬드 샘플링 기술과 조합되어 보통 다른 일반적인 FTIR 시스템보다 더 우수한 성능을 제공합니다. 단일 반사 다이아몬드 ATR 모듈이 그림 6에 나와 있습니다.



그림 6. Agilent Cary 630 FTIR 분광기용 단일 반사 다이아몬드 ATR 모듈.

단일 반사 게르마늄(Ge) ATR 모듈

Ge는 부서지기 쉽고, 단단한 반금속인 원소로서 높은 굴절률을 가지므로 적외선의 통과 길이가 짧습니다. Cary 630 FTIR은 흡수성이 높거나 산란이 잘 되는 성분을 함유하는 물질의 분석에 탁월한 선택인 단반사 Ge ATR 소재를 사용합니다. 카본 블랙이 함유된 폴리머와 같은 시료는 보통 Ge ATR로 분석합니다. O-링, 개스킷 및 검정색 고무 타이어는 모두 Cary 630 FTIR Ge ATR 샘플링 모듈을 이용해 분석하기에 매우 적합한 물질의 예입니다. 단일 반사 게르마늄 ATR 모듈이 그림 7에 나와 있습니다.



그림 7. Agilent Cary 630 FTIR 분광기용 단일 반사 게르마늄 ATR 모듈.

응용 사례

ATR 분석은 산업 및 학계 전반의 광범위한 응용 분야에서 폭넓게 사용됩니다. 애질런트는 ATR 모듈의 사용을 설명하고 사용 가능한 다른 샘플링 기술을 비교한 많은 응용 자료를 제공합니다. 아래에 현재 제공되는 일부 응용 자료를 요약했습니다. 전체 응용 분야 목록은 애질런트 웹 사이트에서 찾을 수 있습니다.

의약품 포장재 품질 관리 및 USP Chapter <661.1> 규제 준수

이 연구는 의약품 포장에 사용되는 폴리머 분석에 FTIR 분광법을 활용하는 사례에 중점을 둡니다. 유명 브랜드와 제네릭 포장 간의 차이점을 확인하고 위조 의약품 검출을 시연하는 데 다이아몬드 ATR 모듈이 사용되었습니다. Chapter <661.1> 플라스틱 구성 재료에 명시된 USP 의약품 포장 규정에 Cary 630 FTIR을 적용한 사례도 소개되어 있습니다.

전체 응용 자료 다운로드

FTIR 분광법을 사용한 카나비노이드의 빠른 실시간 효능 측정

이 연구에서는 각각의 THC 함량에 따른 다양한 대마초 제품의 효능을 확인했습니다. 다이아몬드 ATR 모듈을 장착한 Cary 630 FTIR을 사용하여 시료 전처리 없이 추출물, 농축액, 증류액과 같은 여러 가지 형태의 대마초 시료를 분석했습니다. 다이아몬드 ATR 모듈과 함께 Cary 630 FTIR을 사용하면 생산 워크플로에서 빠르고 비파괴적인 분석이 가능하여 시료 분석에서 생산성과 처리량을 향상할 수 있습니다.



그림 8. Di ATR 모듈을 장착한 Agilent Cary 630 FTIR 분광기를 사용하여 시료 준비 없이 대마초 농축액 및 증류액의 스펙트럼을 기록했습니다.

전체 응용 자료 다운로드

Agilent Cary 630 ATR-FTIR 분광기를 사용해 유아용 시리얼에서 자당 농도 측정

이 연구에서는 어린이용으로 판매되는 여러 브랜드의 아침 식사용 시리얼에서 자당의 함량을 확인했습니다. 시리얼 시료를 분말로 분쇄한 후, 다이아몬드 ATR 모듈에 직접 올려놓고 자당 농도를 정량화했습니다. Cary 630 FTIR로 얻은 결과는 동일한 시료의 HPLC 데이터와 매우 훌륭한 상관관계를 보였습니다.

전체 응용 자료 다운로드

의약품을 신속하게 식별하고 적격 여부를 판별하는 Agilent Cary 630 FTIR 분광기

이 연구는 특정 원료 성분의 순도를 분류하고 평가할 때 ATR-FTIR을 이용한 의약품 분석의 높은 감도 특성을 잘 보여줍니다. 다이아몬드 ATR 샘플링 모듈을 장착한 Cary 630 FTIR을 이용해 순수 및 오염된 아세틸살리실산 시료를 분석했습니다. Agilent MicroLab 소프트웨어가 가진 고유한 논리적 설정 기능을 통해 의약품 응용 분야에서 다양한 품질의 원료와 성분을 식별하고 적격성을 평가하며 쉽게 식별할 수 있습니다.

전체 응용 자료 다운로드

Cary 630 분광기와 5 Bounce ZnSe ATR 액세서리를 사용한 연료 혼합물 분석

이 연구에서 다양한 연료 혼합물의 조성을 확인했습니다. 다중 반사 ZnSe ATR 모듈을 장착한 Cary 630 FTIR을 사용하여 시료 전처리 없이 디젤/부탄을 혼합물을 재현성 있게 분석했습니다. 이를 통해 분자 단위에서 양과 혼합 현상에 대한 정보를 얻을 수 있었습니다.

전체 응용 자료 다운로드

손 세정제 알코올 농도 분석

다이아몬드 ATR 모듈을 장착한 Cary 630 FTIR을 사용하여 손 소독제의 알코올 함량을 정량화했습니다. MicroLab 소프트웨어를 이용해 알코올의 유형을 자동으로 식별하고 알코올 농도를 정확하게 결정하는 일상적인 품질 관리(QC) 분석법을 개발했습니다.



그림 9. 손 세정제 시료를 Agilent Cary 630 FTIR이 장착된 ATR 부속품 위에 놓습니다. Agilent MicroLab 소프트웨어는 사진으로 안내하는 워크플로를 적용하여, 사용자는 세척과 샘플링을 포함해 측정 각 단계를 그대로 따라하기만 하면 됩니다.

응용 자료 다운로드

위조 의약품 검출

이 연구에서는 다이아몬드 ATR 모듈을 장착한 Cary 630 FTIR을 사용하여 정품 의약품 정제와 위약 시료의 IR 스펙트럼을 수집했습니다. 이 스펙트럼을 MicroLab 소프트웨어를 사용해 포괄적인 IR 라이브러리와 대조했습니다. 자주 위조되는 중요 의약품인 ethambutol hydrochloride 및 cefuroxime axetil의 경우 Cary 630 FTIR이 위조 시료와 정품 시료를 확실하게 구별할 수 있는 것으로 나타났습니다.



전체 응용 자료 다운로드

www.agilent.com/chem/cary630

DE74554071

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2022
2022년 1월 19일, 한국에서 인쇄
5991-6858KO

한국에질런트테크놀로지스(주)
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,
A+ 에셋타워 9층, 06621
전화: 82-80-004-5090 (고객지원센터)
팩스: 82-2-3452-2451
이메일: korea-inquiry_lsca@agilent.com

압수한 약물 시료에서 코카인 식별을 위한 자동화된 FTIR 스크리닝 방법

다이아몬드 ATR 모듈을 장착한 Cary 630 FTIR을 사용하여 압수된 코카인 시료의 IR 스펙트럼을 수집했습니다. Cary 630은 MicroLab 소프트웨어의 자동화된 분석법의 도움을 받아 코카인의 유무를 식별할 수 있었으며, 이는 HPLC로 측정된 코카인 농도와 훌륭한 상관 관계를 나타냈습니다. 이 기기-소프트웨어 구성은 코카인을 함유한 것으로 의심되는 압수 약물을 사전 선별하는 비파괴적인 분석법으로서 그 적합성을 입증했습니다.

전체 응용 자료 다운로드