

메탈 온 퀴츠(metal-on-quartz) 필터를 사용해 근적외선 영역에서 광도 정확성 평가

Agilent Cary 7000 UV-Vis-NIR 분광 광도계 측정값을 추적 가능한 표준물질 값과 비교



저자

Wesam Alwan 및 Travis Burt
Agilent Technologies, Inc.

개요

UV-Vis-NIR 분광 기술은 폭넓은 응용 범위에서 고체 및 액체 분석물질의 특성을 빠르고 정확하게 규명합니다. 고품질 측정을 위해서는 분광 광도계의 광도 정확성을 인증표준물질을 사용해 확인해야 합니다. 보통 이러한 측정은 전 세계 약전에서 요구하는 대로 UV-Vis 영역에서 수행합니다. 그러나 이 기술 개요에서는 메탈 온 퀴츠 필터 표준물질을 사용해 Agilent Cary 7000 범용 측정 분광 광도계(UMS)의 근적외선(NIR) 영역에서 광도 정확성(흡광도)을 평가합니다.

서론

분광 광도계의 광도 정확성은 흡광도 값 및 농도가 알려진 인증표준물질을 측정하고 측정된 흡광도를 각 특정 파장에서 표준물질 흡광도 값과 비교해 결정할 수 있습니다. 낮은 광도 정확성은 올바르지 않은 결과를 생성합니다.

투과 측정에서 분광 광도계의 광도 반응은 Beer-Lambert 법칙을 따릅니다. 법칙(공식 1)에 따르면, 흡광도와 시료 농도 사이에는 선형 관계가 존재합니다(그림 1에 표시됨). UV-Vis-NIR 분광법은 흡광도와 농도 사이의 간단한 선형 관계 및 자외선-가시광선 인접 적외선(UV-Vis-NIR) 측정의 상대적 용이성으로 인해 수많은 일상적 정량 분석법의 토대가 되었습니다.

공식 1.

$$A = \epsilon bc$$

여기서:

A = 흡광도

ϵ = 몰 흡수율($M^{-1}cm^{-1}$)

b = 경로 길이(cm)

c = 농도(M)

미국 약전(USP) 및 유럽 약전(Ph. Eur.) 지침은 UV-Vis 분광 광도계의 분석 성능이 의도한 분석 운용 범위에 적합한지를 검증하는 방법에 대해 설명합니다. 이 지침은 주로 UV-Vis 영역에서 광도 정확성과 관련이 있습니다. 1Abs 미만 또는 1Abs 초과에서 측정하는 경우 흡광도 정확성은 측정된 흡광도의 각각 $\pm 0.01\%$ 및 $\pm 1\%$ 가 되어야 합니다.^{1,2}

이 기술 개요에서는 메탈 온 퀴츠 필터 표준물질을 사용해 Cary 7000 범용 측정 분광 광도계(UMS)의 NIR 영역에서 광도(흡광도) 정확성을 평가합니다.

실험

기기

Cary 7000 UMS UV-Vis-NIR 기기에서 표 1에 나열된 작동 파라미터를 사용해 NIR 영역에서 광도 정확성을 평가했습니다.

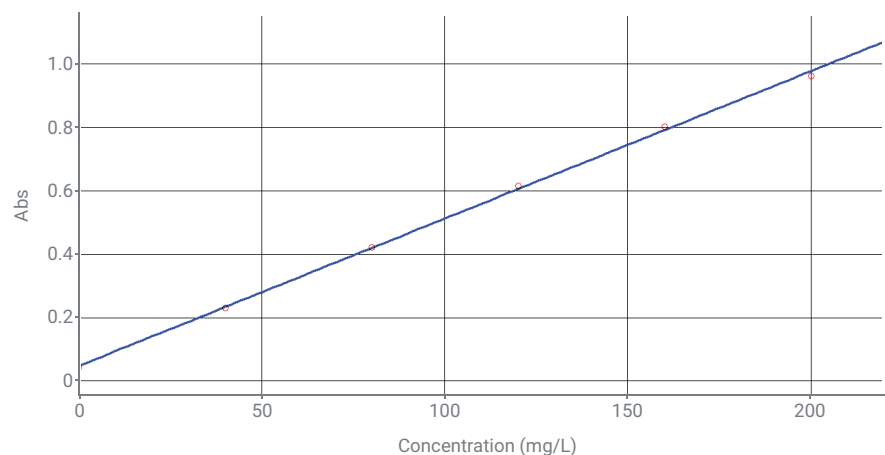


그림 1. Beer-Lambert 법칙은 용액의 흡광도와 해당 용액의 농도 사이에 선형 관계가 존재함을 설명합니다.

표 1. NIR 영역 광도 정확성 평가에 사용된 Agilent Cary 7000 UMS 작동 파라미터.

| 파라미터 | 설정 |
|-----------|--|
| 파장 범위 | 1,000~3,000nm |
| 신호 평균화 시간 | 0.1초 |
| 데이터 간격 | 1nm |
| 스펙트럼 대역폭 | 자동(nm) |
| 슬릿 높이 | 전체 |
| 측정 횟수(n) | 보고된 결과는 필터 표준물질을 세 번 연속으로 측정한 평균값입니다. |
| 시료 | 1%T(2Abs), 3%T(1.5Abs), 50%T(0.3Abs) 메탈 온 용융 실리카 필터 표준물질 |

투과 속성이 다른 고체 필터 표준물질(RM)을 사용해 NIR 영역에서 Cary 7000의 광도 정확성을 평가했습니다. 메탈 온 퀴츠 NIR 표준 세트, 1%T(~2Abs), 3%T(~1.5Abs), 50%T(~0.3Abs)는 Starna Scientific Ltd(제품 번호 RM-NQ1NQ35NQ, 그림 2)에서 구매했습니다. 필터 RM은 NIST 표준참조물질(SRM) 2031a(UV-Vis 파장용) 및 캐나다국립연구위원회(NRC) NIR 파장용 일차 인증표준물질(CRM)에서 추적 가능합니다. 필터는 분광 광도계의 입사 빔을 기준으로 0도가 되도록 방향을 맞추었고, 광학 샌드위치로 구성했습니다. 이러한 설계는 메탈 온 퀴츠 필터의 내부 반사 효과로 인해 발생하는 경우가 많은 프리지 현상을 최소화합니다.³



그림 2. Agilent Cary 7000 UMS의 NIR 광도 정확성 테스트에 사용된 메탈 온 퀴츠 필터. Starna Scientific Ltd.의 허가를 받은 사진.

결과 및 토의

NIR 메탈 온 퀴츠 RM을 표 1에 나열된 작동 파라미터를 사용해 Cary 7000에서 측정했습니다. NIR 영역에서 광도 정확성을 평가하기 위해 각 필터의 인증 파장인 1,100nm, 1,700nm, 2,210nm, 2,500nm, 2,800nm에서 흡광도를 확인했습니다. 측정된 값을 인증값과 비교하고 그에 따라 오차 백분율을 계산했습니다. 표 2에서 확인할 수 있는 것처럼, 흡광도와 인증 흡광도 값 사이의 오차는 측정된 파장과 모든 필터에서 <1%였고, 이는 NIR 측정에서 Cary 7000의 광도 정확성을 입증합니다. 그림 3(투과) 및 그림4(흡광도)에도 데이터가 표시되어 있습니다. 각 필터 RM에 대한 세 가지 측정의 우수한 재현성도 Cary 7000에서 확인되었습니다. 2Abs 필터 표준물질에 대한 대표 재현성 데이터는 그림 5(투과) 및 그림 6(흡광도)에서 확인할 수 있습니다.

표 2. 세 가지 NIR 메탈 온 퀴츠 필터 표준물질을 사용한 광도 정확성. Agilent Cary 7000 UMS를 사용한 측정 동안 공기를 바탕 시료로 사용하고 레퍼런스 빔이 방해받지 않았습니다.

| 파장(nm) | 인증값(Abs) | 필터의 확장된 불확도 (Abs) | Cary 7000 값 (Abs, n = 3) | 측정값과 인증값의 차이(Abs) | 오차 백분율(%) |
|--------------------------------|----------|-------------------|--------------------------|-------------------|-----------|
| 메탈 온 퀴츠 필터 0.3Abs(50%T) | | | | | |
| 1,100 | 0.3688 | ±0.0025 | 0.3694 | 0.0006 | 0.1894 |
| 1,700 | 0.3709 | ±0.0025 | 0.3716 | 0.0007 | 0.2153 |
| 2,210 | 0.3676 | ±0.0025 | 0.3680 | 0.0004 | 0.1265 |
| 2,500 | 0.3665 | ±0.0025 | 0.3665 | 0.0000 | 0.0045 |
| 2,800 | 0.3786 | ±0.0025 | 0.3811 | 0.0025 | 0.6704 |
| 메탈 온 퀴츠 필터 1.5Abs(3%T) | | | | | |
| 1,100 | 1.5371 | ±0.0058 | 1.5390 | 0.0019 | 0.1295 |
| 1,700 | 1.5068 | ±0.0058 | 1.5086 | 0.0018 | 0.1216 |
| 2,210 | 1.5064 | ±0.0058 | 1.5074 | 0.0010 | 0.0699 |
| 2,500 | 1.5124 | ±0.0058 | 1.5127 | 0.0003 | 0.0237 |
| 2,800 | 1.5291 | ±0.0058 | 1.5370 | 0.0079 | 0.5210 |
| 메탈 온 퀴츠 필터 2Abs(1%T) | | | | | |
| 1,100 | 1.6564 | ±0.0059 | 1.6591 | 0.0027 | 0.1638 |
| 1,700 | 1.6254 | ±0.0059 | 1.6279 | 0.0025 | 0.1577 |
| 2,210 | 1.6274 | ±0.0059 | 1.6284 | 0.0010 | 0.0617 |
| 2,500 | 1.6347 | ±0.0059 | 1.6349 | 0.0002 | 0.0179 |
| 2,800 | 1.6521 | ±0.0059 | 1.6576 | 0.0055 | 0.3347 |

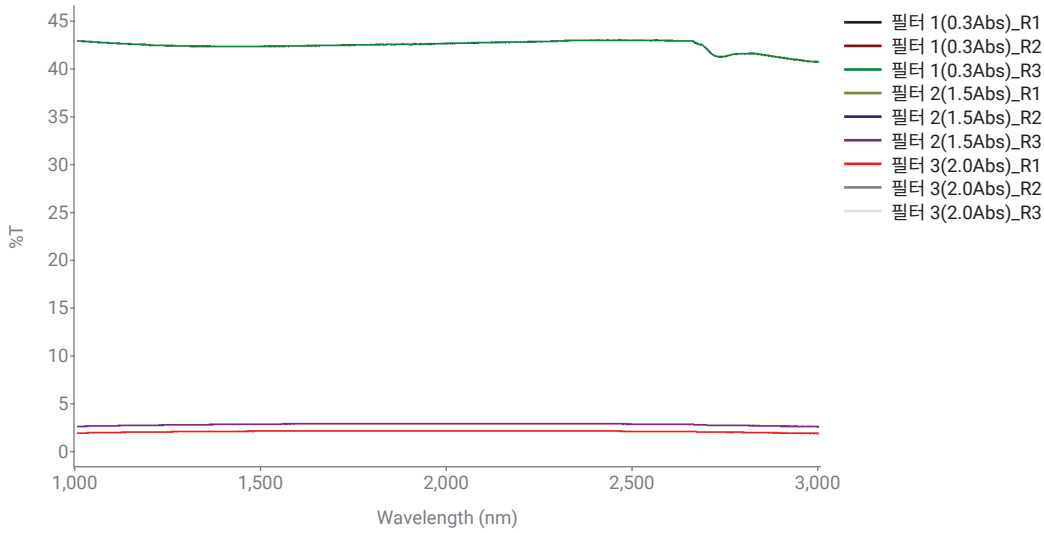


그림 3. Agilent Cary 7000 UV-Vis-NIR 시스템을 사용해 측정한 세 가지 메탈 온 쿼츠 필터의 스펙트럼(n = 3) (투과). 1,100nm, 1,700nm, 2,210nm, 2,500nm, 2,800nm에서 각 필터의 흡광도 값을 기록해 인증표준물질 값과 비교했습니다.

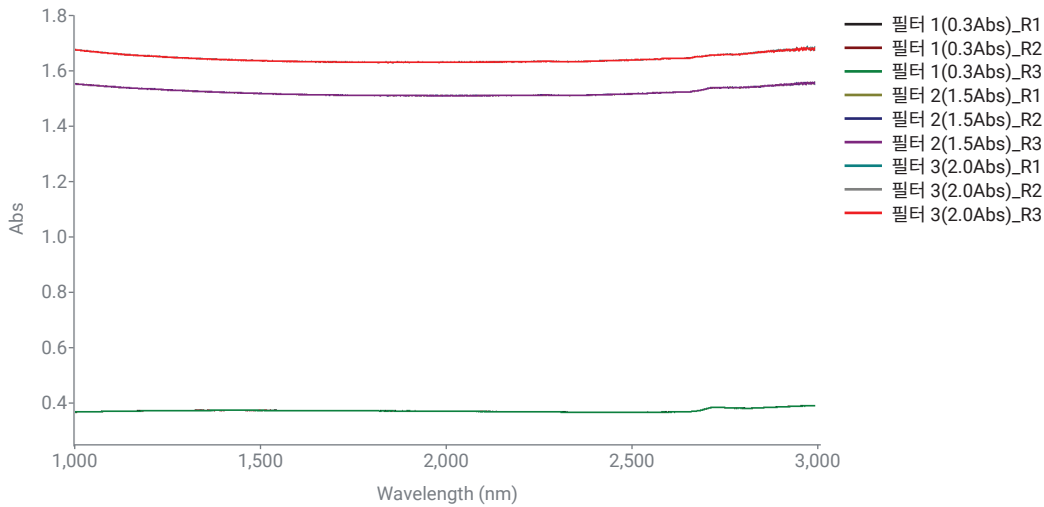


그림 4. Agilent Cary 7000 UV-Vis-NIR 시스템을 사용해 측정한 세 가지 메탈 온 쿼츠 필터의 스펙트럼(n = 3) (흡광도). 1,100nm, 1,700nm, 2,210nm, 2,500nm, 2,800nm에서 각 필터의 흡광도 값을 기록해 인증표준물질 값과 비교했습니다.

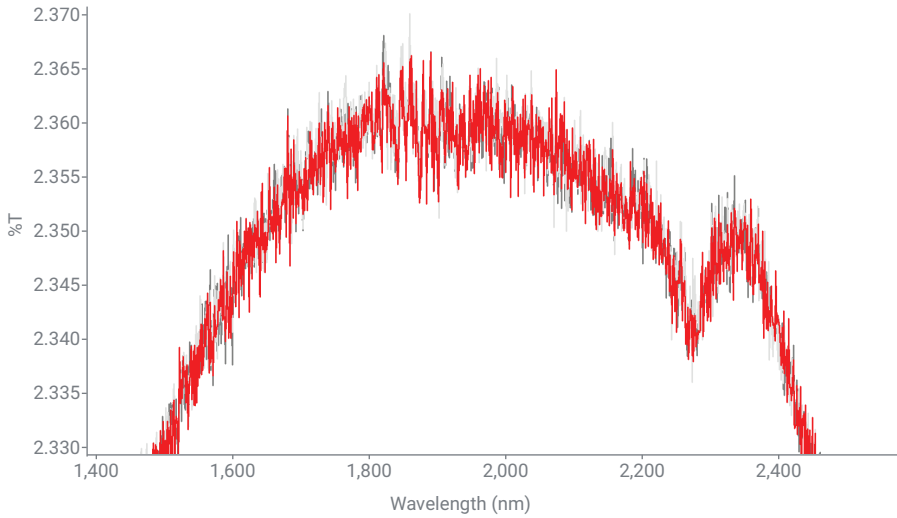


그림 5. Agilent Cary 7000 UV-Vis-NIR 시스템에서 측정된 2Abs 필터의 색선 확대(투과), 재현성 입증(n=3).

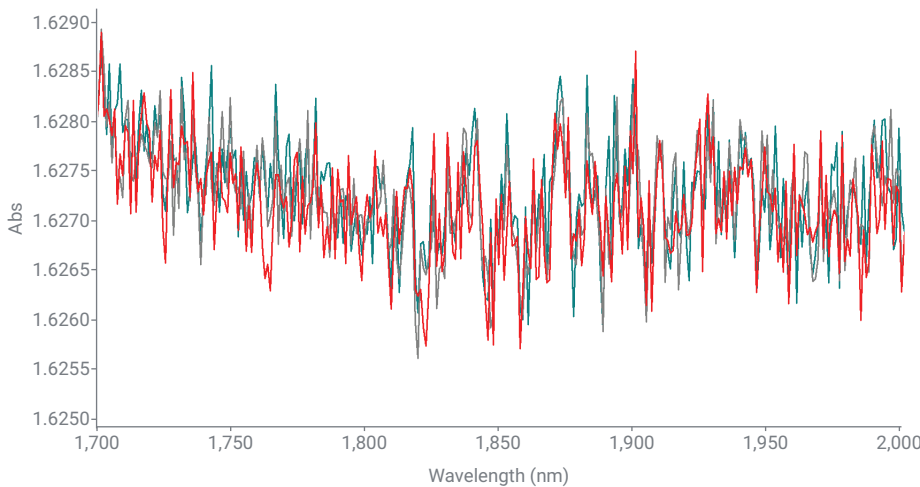


그림 6. Agilent Cary 7000 UV-Vis-NIR 시스템에서 측정된 2Abs 필터의 색선 확대(흡광도), 재현성 입증(n=3).

결론

Agilent Cary 7000 UV-Vis-NIR 분광 광도계의 광도 정확성을 0.3~2Abs 범위의 세 가지 메탈 온 퀴츠 필터 표준물질을 측정해 NIR 영역에서 테스트했습니다. 모든 파장에 대해 우수한 정확성 및 재현성 결과를 얻었고, 모든 필터에 대해 측정된 흡광도와 인증 흡광도 값 사이의 오차는 <1%였습니다.

추적 가능한 표준물질을 사용해 작동 흡광도 범위에서 분광 광도계의 광도 정확성 및 재현성을 테스트하면 최종 데이터의 품질을 신뢰할 수 있습니다.

참고 문헌

1. Pharmaceutical Analysis Using UV-Vis: Compliance with USP Chapter, and European Pharmacopoeia (Ph. Eur. Chapter 2.2.25), Agilent publication, https://www.agilent.com/cs/library/applications/application_pharmacopoeia_uv-vis_cary3500-5994-1188ko-kr_agilent.pdf
2. Absorbance Accuracy and Linear Dynamic Range to 3 Abs and Beyond with the Agilent Cary 3500 UV-Vis Spectrophotometer, Agilent publication, <https://www.agilent.com/cs/library/technicaloverviews/public/techoverview-linearity-accuracy-cary3500-uv-vis-5994-3931ko-kr-agilent.pdf>
3. Metal On Quartz Filters for NIR Photometric Accuracy, accessed May 2022, <https://www.starna.com/nir-absorbance/metal-on-quartzfilters-for-nir#description-anddiscussion>

www.agilent.com

DE44836828

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2022
2022년 5월 26일 한국에서 인쇄
5994-4950KO

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