

절대 정반사의 각도 의존성 연구

Agilent Cary 7000 범용 측정 분광 광도계(UMS) 사용



저자

Travis Burt, Chris Colley
Agilent Technologies, Inc.
Mulgrave, Victoria
Australia

서론

광학 시료의 특성을 규명할 때 단일 입사각(AOI)에서 반사 또는 투과 특성을 측정하는 것이 일반적입니다. 그러나 시료의 보다 완전한 특성 규명을 위해서는 시료의 광학적 특성에 대한 훨씬 더 깊은 통찰력을 제공할 수 있기 때문에 여러 AOI에서 반사 및/또는 투과를 측정하는 것이 바람직합니다.

이 응용 자료는 Agilent Cary 7000 범용 측정 분광 광도계(UMS)가 어떻게 여러 AOI에서 신속하고 자동화된 절대 정반사 측정을 제공하는지 설명합니다. 데이터를 시각화하기 위한 3차원(3D) 플롯 및 2차원(2D) 등고선 플롯 사용의 가치 또한 입증되었습니다.

실험

시료

시료는 직경 200mm, 두께 0.80mm의 대형 실리콘 웨이퍼였습니다. 연마 후 전면에 특허받은 광학 코팅이 부착되었습니다. 시료 및 수집 조건은 표 1에 요약했습니다.

기기

데이터는 고도로 자동화된 가변 각도 절대 정반사 및 투과 측정 시스템인 Cary 7000 UMS를 사용해 수집하였습니다. 작업자들은 Cary 7000 UMS를 사용해 시료의 입사각과 검출기의 위치를 개별적 기동적으로 제어할 수 있었으며, 검출기는 시료 주변을 자유롭게 회전하여 호형으로 이루어졌습니다. 시료 회전 및 검출기 위치를 독립적으로 제어하여 신속하고 정확한 무인 측정을 가능하게 합니다.

전통적으로 반사와 투과 측정은 다른 액세서리 부착물을 갖춘 분광 광도계를 이용해 수행했습니다. 실제로, 측정 모드(액세서리) 간의 조명 빔 기하학적 변화와 시료 위의 조명 빔의 움직임으로 인해 시료의 다른 영역이 테스트될 수 있습니다.



그림 1. 200mm 직경의 실리콘 웨이퍼 시료가 측정 챔버에 장착된 Agilent Cary 7000 UMS.

만약 증착 절차로 인해 필름의 두께가 불균일해진다면, 반사와 투과 측정에도 영향이 있을 거라고 예상하는 것이 합리적입니다.

Agilent Cary 7000 UMS의 개발을 통해 이제 시료를 이동하지 않고 동일한 시료 지점에서 T와 R을 측정할 수 있어 결과에 대한 인위적 요소 중 하나를 극복할 수 있습니다.

측정

6°~86°의 AOI를 사용하여 1° 단위로 스펙트럼 반사 측정을 수행했습니다. 시료에 입사한 빛의 편광은 자동 회전식 와이어드 그리드 편광기로 제어되었습니다. s-편광 및 p-편광의 반사율이 측정되었습니다.

수집 조건은 Cary WinUV 소프트웨어 분석법 편집기를 사용하여 설정되었습니다. 전체 데이터 수집 시퀀스를 시작할 때 각각 s-편광 및 p-편광에 대한 베이스라인 두 개만 필요합니다. 이러한 베이스라인은 모든 각도에 사용되었으며 소프트웨어는 수집된 개별 스펙트럼에 적절한 베이스라인을 적용했습니다. 반대로, 다른 시스템은 각 각도에서 각 편광에 대해 고유한 베이스라인을 필요로 하므로 총 수집 시간이 크게 증가합니다. 두 개의 베이스라인이 수집된 후에는 전체 데이터 세트를 수집하기 위해 무인 상태로 작동시켰습니다.

언급한 바와 같이, 실리콘 웨이퍼는 직경 200mm로 특히 컷습니다. Cary 7000 UMS는 직경 275mm의 시료를 수용하도록 설계되어 매우 큰 입사각을 측정할 수 있습니다. 가능한 가장 큰 시료를 사용하여 입사각이 시료에서 "멀어지지 않고" 90°에 가까운 각도를 측정할 수 있습니다.

표 1. Agilent Cary 7000 UMS 수집 조건.

파라미터	값
AOI	1.0° 간격으로 6°~86°
파장 범위	2,500~250nm
데이터 간격	UV-Vis 1.0nm, NIR 4.0nm
스펙트럼 대역폭	UV-Vis 4.0nm, NIR 4.0nm
신호 평균화 시간	0.26초
편광	s 및 p
입사 빔 구경	3° x 3°(가로×세로)

결과 및 토의

정반사

그림 2는 s-편광의 경우 입사각이 6°에서 86°까지 1°씩 증가하는 절대 정반사 스펙트럼을 보여줍니다. p-편광에 대해서도 유사한 플롯이 생성되었습니다(이 문서에는 나타내지 않음).

이렇게 많은 수의 스펙트럼을 분석하는 것은 중요한 과제가 될 수 있습니다. 그림 3과 4는 동일한 데이터 세트에 대해 각각 Scilab 소프트웨어를 사용하여 생성된 2D 등고선 플롯과 3D 플롯을 보여줍니다¹. 최소값 및 관련 %R 값의 측면에서 반사 속성이 AOI에 크게 의존한다는 것을 알 수 있습니다.

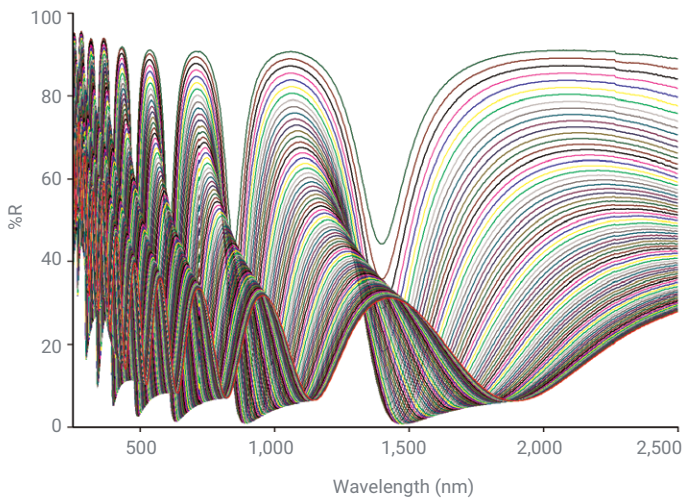


그림 2. 1° 간격으로 6° AOI에서 86° AOI까지 실리콘 웨이퍼의 s-편광 절대 정반사.

예를 들어, 적외선 영역에서 수직에 가까운 AOI에서는 약 1,900nm의 중심에 있는 넓은 최소값이 있습니다. 훨씬 높은 입사 각도에서 약 70°에서 최소값은 약 1,400nm의 중심에 있습니다. 또한 최소값이 더 좁고 0에 훨씬 가까운 %R 값에 도달합니다.

AOI, 스펙트럼 영역 및 %R 측면에서 반사 코팅의 의도된 최종 용도 및 관련 성능 요구사항에 따라 이러한 유형의 관측값을 코팅 설계에 다시 피드백 할 수 있습니다. 일반적으로 하나의 AOI에서만 코팅을 측정하는 경우 이러한 강한 각도 의존성을 나타내지 않습니다.

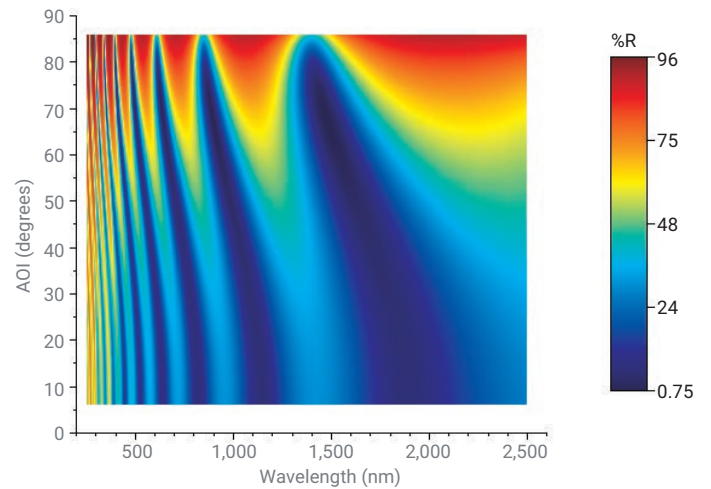


그림 3. 그림 2에 나타난 동일한 데이터의 2D 등고선 플롯.

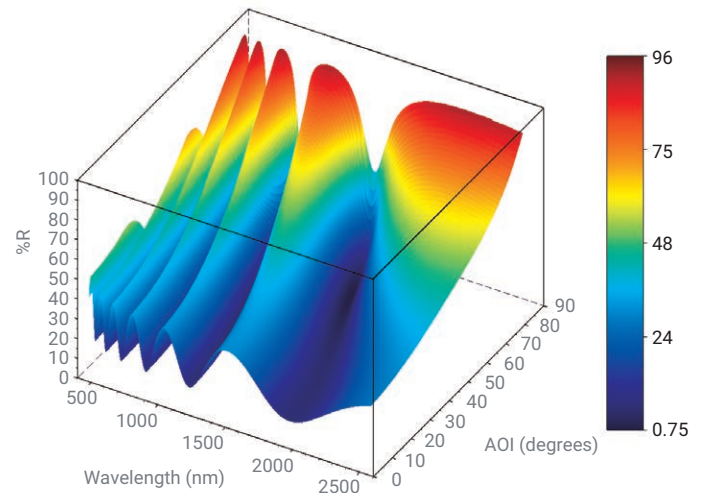


그림 4. 그림 2에 나타난 동일한 데이터의 3D 플롯.

결론

Agilent Cary 7000 UMS를 사용하여 광범위한 AOI에서 코팅된 대규모 시료의 고품질 스펙트럼을 s- 및 p- 편광 모두에서 자동으로 수집할 수 있음이 입증되었습니다. 측정은 완전한 소프트웨어 제어 하에서 이루어지며, 시료가 장착되면 데이터 수집이 완전히 무인으로 작동됩니다. 넓은 파장 범위, AOI 및 편광에 걸쳐 이러한 시료의 완전한 특성 규명을 통해 광학 코팅의 각도 의존성에 대한 더 큰 통찰력을 얻을 수 있었습니다.

또한 3D 및 2D 등고선 플롯을 사용하여 대형 데이터 세트를 시각화하여 광학 코팅의 특성을 보다 완벽하게 이해할 수 있습니다. 이 중요한 정보는 코팅 설계 및 최적화에 도움이 될 수 있습니다.

참고 문헌

1. Scilab은 <https://www.scilab.org>에서 이용 가능한 무료 오픈 소스 소프트웨어입니다

www.agilent.com/chem/cary7000ums

DE73492769

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2013, 2022
2022년 12월 29일 한국에서 발행
5991-2523KO

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