

컴팩트 비주얼 디스플레이의 성능 측정

광학 활성 물질의 각도 반사율 측정



저자

Travis Burt, Huang ChuanXu*,
Andy Jiang*

Agilent Technologies
Mulgrave, Victoria, Australia

*Agilent Technologies
Shanghai, China

서론

시각적 디스플레이의 일상적 사용이 크기, 무게 및 전력 소비의 감소와 기기 이동성이 향상됨에 따라 계속 증가하고 있습니다. 발광 다이오드(LED) 및 액정 디스플레이(LCD) 기술을 적용한 광학 디스플레이는 산업 및 가정용으로 광범위하게 사용됩니다. 이러한 기기의 예로는 휴대폰, 휴대용 PDA(Personal Digital Assistants)나 노트북과 같은 휴대용 컴퓨터, 휴대용 디지털 음악 플레이어, LED/LCD 데스크탑 컴퓨터 모니터 및 LED/LCD TV 등이 있습니다. 두께의 개선 여부가 수십 미크론 단위로 측정되는 이 업계에서 전자 기기 제조업체는 기기의 크기를 더 작게 만들기 위해 노력하고 있으며, 그 결과로 LED/LCD의 두께는 더욱 얇아지고 있습니다.

디스플레이는 백라이트를 사용하여 전체 디스플레이 영역에 빛을 비추고, 액정을 사용하여 사용자에게 표시되는 발광 시점 및 색상을 제어합니다(그림 1). 백라이트는 종종 슬랩 또는 웨지 모양의 솔리드 라이트 가이드 형태를 취합니다. 광원은 일반적으로 LCD TV라고 하는 냉음극 형광(CCFL) 조명 또는 종종 LED TV라고 하는 LED 기반 백라이트일 수 있습니다. 백라이트가 화질에서 차지하는 중요성 때문에 이러한 분류 명칭은 2가지 종류의 TV가 모두 시청자에게 표시되는 이미지를 제어하기 위해 LCD를 사용한다는 사실을 간과하게 만듭니다.

백라이트에 사용되는 솔리드 라이트 가이드는 종종 대량 생산(예: 사출 성형)되며 광학적으로 투명한 폴리머 재료로 만들어지는 경우가 많습니다. 솔리드 라이트 가이드의 광학 및 전기 효율성은 리플렉터를 통해 개선됩니다. 반사 필름은 전략적으로 배치되어 자칫 후면으로 빠져나갈 수 있는 솔리드 라이트 가이드 또는 광원의 빛을 보다 효율적으로 활용합니다(그림 1).

라이트 가이드에 사용되는 백라이트 리플렉터는 빛의 효율적인 전달을 위해 높은 반사율을 가져야 합니다. 라이트 가이드를 통과하는 여러 번의 반사(수십 회)는 각 반사 시마다 2% 이상 소실될 경우 가용 빛을 빠르게 소멸시키기 때문에, 일반적인 반사를 목표 수치는 >98%입니다.

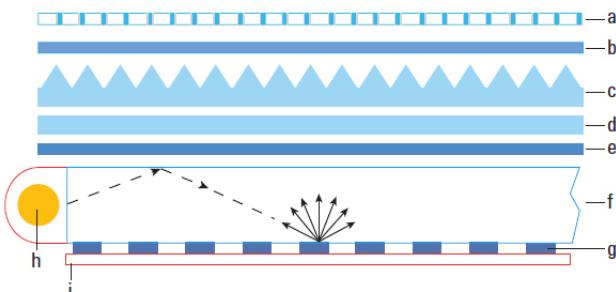


그림 1. LCD 구성에 사용되는 제품의 단면:

- a: LCD b-d: 가이드 백라이트 효율성을 높이는 여러 막 유형
- e: 확산 장치 f: 라이트 가이드 g: 라이트 가이드에서 빛을 추출하기 위한 도트
- h: 형광 또는 LED 광원 i: 후면 반사 필름(붉은색으로 표시).

다층 광학 코팅은 얇은 반사 필름의 높은 반사율을 생성하기 위해 사용됩니다. 일반적으로 <100μm의 두께를 가진 막의 물리적 속성은 비금속 다층 폴리머 재료일 수 있으며, 이는 표면에 광학 활성을 부여할 수 있습니다. 광학적 활성을 지닌 재료는 투과 또는 반사가 일어날 때 빛의 편광 상태를 회전시킵니다. 보다 흔하게 사용되는 재료는 광학적으로 비활성을 띠며, 시료에 의해 유입된 편광 상호 작용이 회전이 아닌 S 또는 P와 같은 특정 편광 구성 요소를 놀라주는 역할만을 합니다. 광학 활성은 일반적으로 디스플레이 내부의 최종 사용 응용에 직접적인 영향을 미치지 않지만, 조립 전에 리플렉터에 대한 정확한 광학 특성 규명(QA/QC)을 하기 위해서는 올바른 %R과 %T 값이 검출기에 기록되도록 이러한 영향을 고려해야 합니다.

실험

시료

측정된 시료는 대략 50 x 50mm(가로 x 세로), 약 100μm 두께였습니다(그림 2). 반사 표면에는 보호용 반투명막이 있으며, 이는 측정 전에 쉽게 떼어낼 수 있습니다. 입사 빔에 대해 표면이 평평하게 유지되도록 마운팅 과정에서 시료의 두께와 유연성을 수용하였습니다.

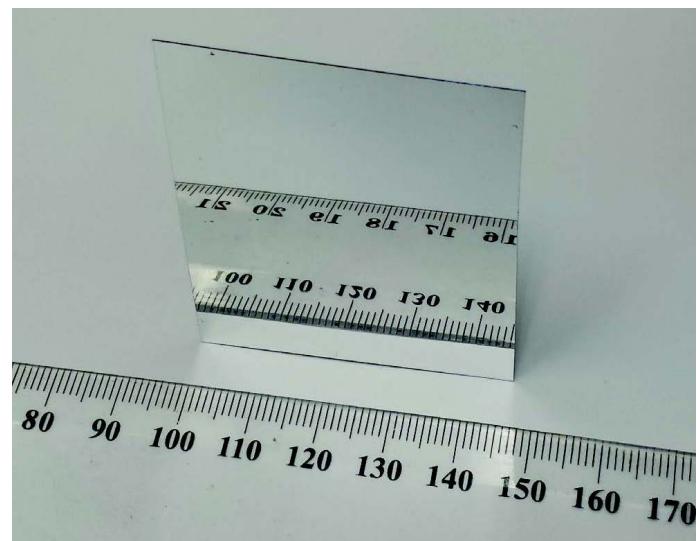


그림 2. 리플렉터 시료.

Cary 7000 UMS 측정 전, 시료에 s-편광 백색 가시광선을 비스듬히 조사하고 두 번째 polarizer를 통해 시료에서 정반사된 빔을 눈으로 관찰하여 시료의 광학적 활성을 시연했습니다. 반사된 빔의 최대 강도는 관찰용 polarizer를 S 위치(0도)에서 몇 도 정도 회전하여 관찰하였습니다.

입사 s-편광 빛과 시각적으로 감지된 빛 사이의 각도 상쇄를 통해 광학 활성 또는 빛의 광학 회전을 확인하였습니다. 이 실용적인 테스트는 분광 광도계 측정 중 검출기 이전 단계에 depolarizer를 삽입해야 한다는 것을 확인해주었습니다.

기기

- Agilent Cary 7000 범용 측정 분광 광도계, 품번 G6873AA

Cary 7000 범용 측정 분광 광도계(UMS)는 높은 수준으로 자동화된 UV-Vis-NIR 분광 광도계 시스템입니다. UMS는 다양한 각도의 투과 및 절대 정반사 측정을 수행합니다. 시료에 조사되는 직선 편광 빔은 검출기 어셈블리를 시료 입사 축을 중심으로 입사면에 수직으로 반사된 곳으로 회전시켜 투과를 측정하는 데 사용될 수 있으며, 이는 그림 3에 나타나 있습니다.

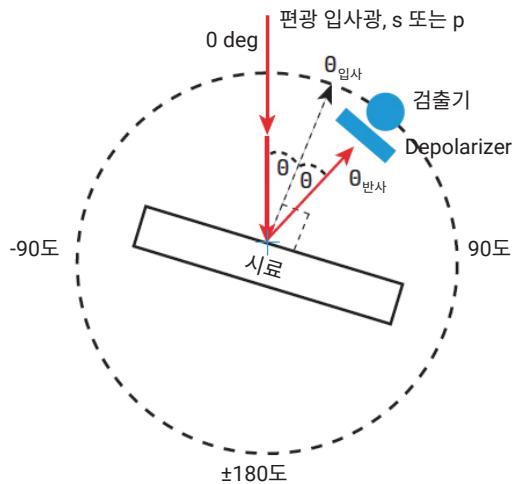


그림 3. Cary 7000 UMS의 구성도, 시료에 조사되는 빛은 s 또는 p 편광일 수 있습니다. 검출기 모듈은 검출기 바로 직전의 depolarizer 장착을 가능케 합니다. 투과의 절대 정반사를 측정할 수 있습니다.

샘플에 의해 반사된 빛의 광학 회전을 보정하기 위해 샘플 뒤 검출기 앞에 depolarizer를 배치했습니다. 검출기와 전에 배치된 depolarizer 및 시료 전에 배치된 polarizer는 각 시료 수집 전에 수행된 단일 베이스라인 측정에 포함되었습니다. Cary 7000 UMS는 주어진 편광 조건에서 어떤 각도에서든, 모든 %R 값에 대해 수집된 단일 베이스라인만을 필요로 합니다. 이 독특한 기능은 시스템의 분석 속도와 시료 처리량을 크게 개선시켜줍니다.

결과 및 토의

반사율 데이터는 4가지 입사각(AOI), 70, 60, 45, 30도에서 300~1200nm의 스펙트럼 범위에 걸쳐 수집되었습니다(그림 4). 시료는 가시적인 파장 범위(400~800nm)에서 >98%R의 반사율을 표시함으로써 설계 목적을 입증했습니다(그림 5).

다각도 측정은 넓은 관심 영역(400~800nm)에서 일관된 성능을 보였으며, 이 범위 외(>800nm)에서는 각도 의존성을 나타냈습니다. >60도의 높은 AOI에서도 600~700nm과 800~900nm 범위에서 일부 감소한 %R 품질이 관찰되었습니다. 이 각도에서의 %R 프로파일의 스펙트럼 의존성은 높은 입사각에서 일부 색상 변경이 예상됨을 의미합니다.

그림 6은 시료 이후, 그러나 검출기 바로 직전에 빛을 탈편광하는 것이 중요함을 보여줍니다. 이 그림에서 절대 반사는 depolarizer가 있는 경우와 없는 경우에 대해 모두 측정되었습니다. Depolarizer를 사용하지 않은 경우, 시료의 광학적 활성은 %R 값이 인공적으로 100%를 초과하도록 만듭니다. 이는 depolarizer를 사용했을 때 빛의 광학 회전을 보정하고 올바른 값을 제공하는 결과와 직접 비교됩니다.

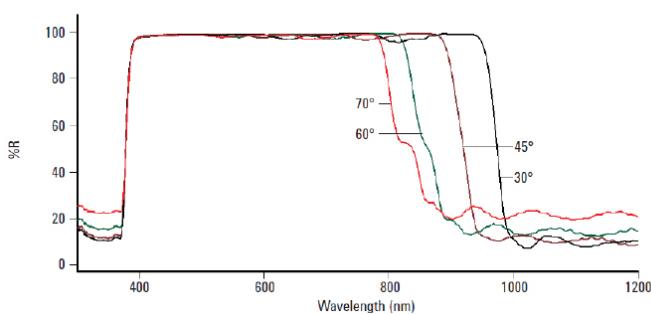


그림 4. 70도(붉은색), 60도(녹색), 45도(갈색), 30도(검은색) s 편광에서 백라이트 재료의 빛 반사율.

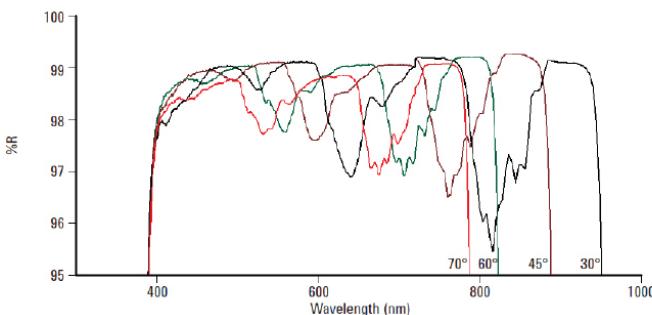


그림 5. 70도(붉은색), 60도(녹색), 45도(갈색), 30도(검은색) s 편광에서 백라이트 재료의 빛 반사율을 보여주는 그림 4를 확대한 모습.

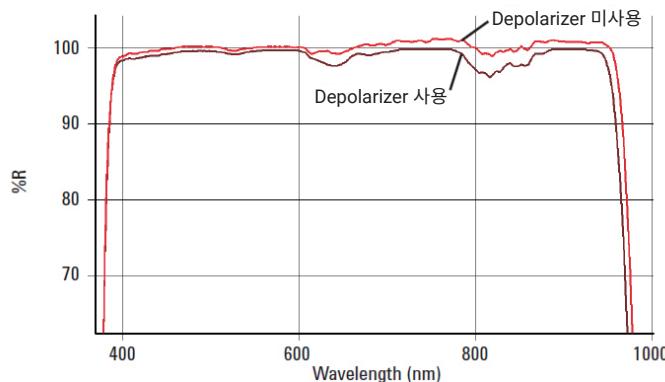


그림 6. 시료 후, 검출기 전에 depolarizer를 사용하는 것의 중요성 시연. 검출기 전에 depolarizer 사용 시 30° s-편광에서 백라이트 재료의 절대 반사율(갈색). 검출기 전에 depolarizer 미사용 시 30° s-편광(붉은색).

결론

Agilent Cary 7000 UMS는 광학 디스플레이에 사용되는 차세대 재료의 광학적 특성 측정에서 유용한 도구임이 밝혀졌습니다. 시료의 특수 폴리머 코팅에 의해 가해지는 광학 회전은 직선 편광 입사광 및 반사광의 탈편광을 통해 정확하게 측정된 후 감지 및 처리되었습니다.