

小型ディスプレイの性能測定

光学活性材料の光学特性評価



著者

Travis Burt, Huang ChuanXu*,
Andy Jiang*

Agilent Technologies Mulgrave,
Victoria, Australia

*Agilent Technologies
Shanghai, China

はじめに

サイズ、重量、消費電力が小さくなり、モバイル性が向上するにつれ、ディスプレイの普及率は高まっています。産業用、家庭用の幅広い用途で発光ダイオード (LED) や液晶ディスプレイ (LCD) の技術を用いた光ディスプレイが使用されています。デバイスの例としては、携帯電話、携帯情報端末 (PDA) からラップトップ PC に至る携帯用コンピュータ、携帯デジタル音楽プレイヤー、デスクトップ PC 用の LED/LCD (液晶) モニター、LED/LCD (液晶) テレビが挙げられます。10 ミクロン単位で膜厚の改良を評価する産業では、電子デバイスメーカーがパッケージサイズの小型化を追求するのに伴い、LED/LCD のパッケージは薄型化しています。

ディスプレイには、全表示領域を照らすためのバックライト、ビューワに表示する際の発光タイミングや色をコントロールするための液晶が使用されています（図 1）。バックライトは、直下型と導光型にわけられ、冷陰極蛍光ランプ（CCFL）を用いたものと、LED を用いたものが一般的です。ビューワに表示される画像のコントロールには両タイプのディスプレイともに LCD を採用しています。画質にとってバックライトは重要な要素です。

バックライトに使用される固体光導波路の多くは、射出成型などで量産される光学的に透明なポリマー材料でできています。反射材を使用することで固体光導波路の光学および電気効率を改善することができます。反射膜は、固体光導波路や照明光源から出て行ってしまう光をより有効に利用することを目的として付けられています（図 1）。

高効率で光を導くため、光導波路で使用されるバックライト用反射材は高い反射率であることが必要です。光導波路を多重（数十回）反射して通る際、各反射で 2 % を超える損失があると使用できる光がすぐに消滅してしまうため、反射率の目標値は通常 98 % 超としています。

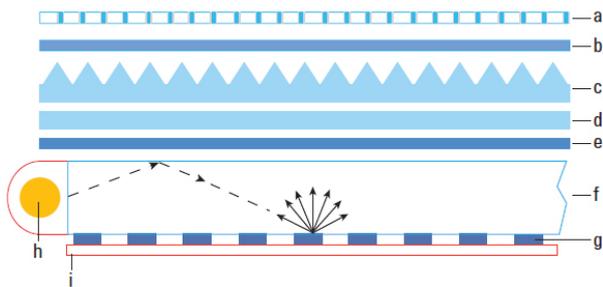


図 1. LCD 製造で使用する製品の断面図
a : LCD、b ~ d : 導波路のバックライトの効率を上げるためのさまざまなタイプのコーティング膜、
e : 拡散板、f : 光導波路、g : 光導波路からの出射光を表す点、
h : 蛍光ランプまたは LED 光源、i : 背面反射膜（赤色で表示）

薄い反射膜の反射率を高めるためには光学多層膜コーティングを使用します。膜は通常厚さ 100 μm 未満で、その物理的特性は、表面を光学活性にする非金属多層ポリマー材料の特性を示します。光学活性材料は透過または反射の際に光の偏光状態を回転させます。一般的な材料は光学不活性で、サンプルによる分極相互作用は偏光方向を回転させるのではなく、S または P といった特定の偏光成分のみを減衰させるように働きます。ディスプレイ内の最終使用用途で光学活性であることが直接影響を及ぼすことは通常ありませんが、アセンブリ前の反射材の正確な光学特性評価（QA/QC）では、反射率（%R）や透過率（%T）の値が正しく測光されるよう、これらの影響を慎重に考慮する必要があります。

実験方法

サンプル

測定サンプルは、大きさが約 50 x 50 mm (w x d)、厚みが約 100 μm のものを使用しました（図 2）。測定前に簡単に剥がすことができる半透明のクリア塗膜で反射面を保護しています。入射光に対して確実に平面になるよう、取り付け時にサンプルの厚みやたわみを調整しました。

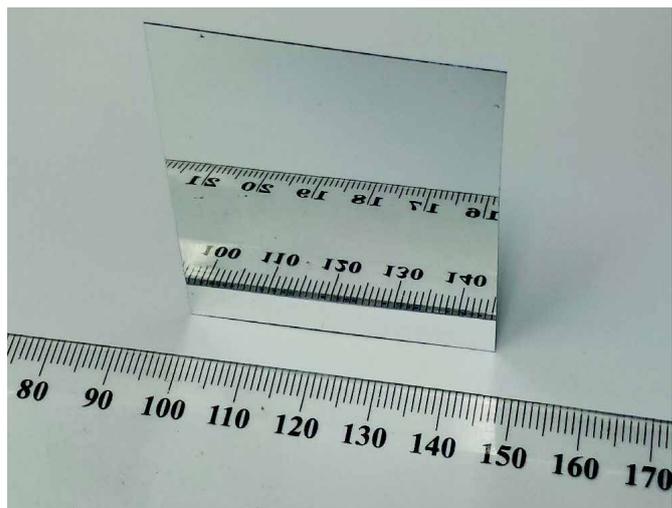


図 2. 反射板サンプル

Agilent Cary 7000 UMS で測定する前にサンプルに S 偏光の白色可視光を斜めに当て、サンプルからの正反射光をもう一つの偏光板を通して目視することで、サンプルが光学活性であることを確認しました。反射光の強度が最大となったのは、観察用の偏光板を S 偏光 (0°) の位置から数°回転させたところでした。

入射 S 偏光と目視で確認した光の角度差は、旋光性、すなわち光学活性であることを示しています。この実験により、分光光度測定を行う際は検出器の前に偏光解消板を入れる必要があることが確認できました。

装置構成

— Agilent Cary 7000 多角度可変自動測定分光光度計

Cary 7000 多角度可変自動測定分光光度計 (UMS) は自動化された、紫外-可視-近赤外 (UV-Vis-NIR) 分光光度計システムです。UMS はさまざまな入射角度で透過率や絶対反射率の測定を行うことができます。図 3 に示すように、直線偏光をサンプルに入射することで透過率の測定ができ、サンプルを通り入射平面に垂直な軸の周りで検出器アセンブリを回転することで反射率の測定ができます。

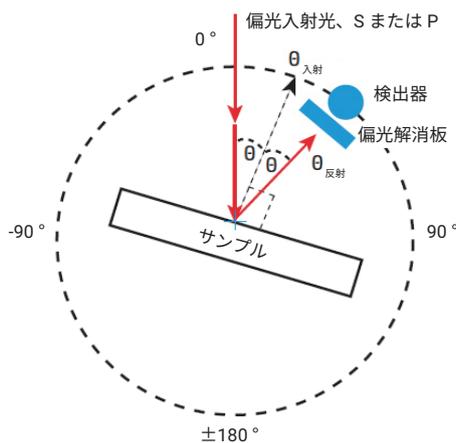


図 3. Cary 7000 UMS の概略図。サンプルへの入射光は s または p 偏光が使用可能です。検出器モジュールは、検出器のすぐ前に偏光解消板を配置できるようになっています。偏光解消板を通して絶対反射率を測定することができます。

サンプルにより反射光に加えられた旋光性を補正するため、偏光解消板を検出器の前に配置しました。検出器前の偏光解消板とサンプル前の偏光板は、各サンプルのデータ採取の前に行う 1 回のベースライン測定に含まれています。Cary 7000 UMS は、既知の偏光状態であれば、1 度だけのベースライン測定であらゆる入射角度の反射率 (%R) を測定することができます。この独自の機能により、本システムは大幅に分析時間を短縮し、サンプルスループットを高めることができます。

結果と考察

反射率のデータは、70、60、45、30° の 4 つの入射角 (AOI) で、300 ~ 1200 nm のスペクトル範囲で測定しました (図 4)。サンプルの反射率は設計仕様のとおり、可視波長領域 (400 ~ 800 nm) にわたり 98 % 超であることが確認できました (図 5)。

対象波長領域 (400 ~ 800 nm) においては幅広い入射角度にわたり一様な反射率を示し、対象波長領域外 (> 800 nm) においては角度依存性を示すことが、多角度測定で明らかになりました。高入射角 (AOI > 60°) では、600 ~ 700 nm および 800 ~ 900 nm の領域で反射率 (%R) の低下が見られました。これらの角度での反射率 (%R) プロファイルのスペクトル依存性は高入射角で色の変化として現れることが予想されます。

図 6 では、検出器の直前で偏光を解消することの重要性を説明しています。この図では、偏光解消板あり、なしの両方で絶対反射率を測定しています。偏光解消板を使用しない場合は、サンプルが光学活性であることにより、反射率 (%R) の値が疑似的に 100 % を超えています。この結果を偏光解消板を使用して旋光性を補正し、正しい値を得られた場合と直接比較しています。

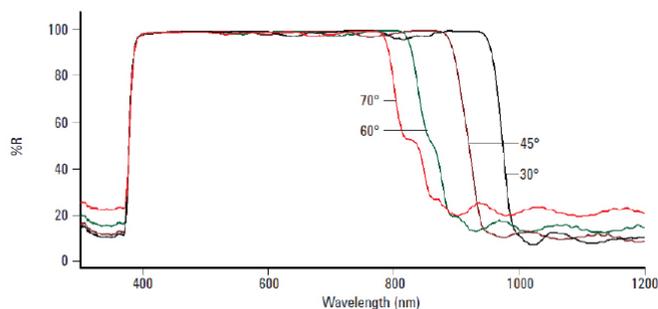


図 4. 入射角 70° (赤色)、60° (緑色)、45° (茶色)、30° (黒色)、S 偏光でのバックライト材料の反射率

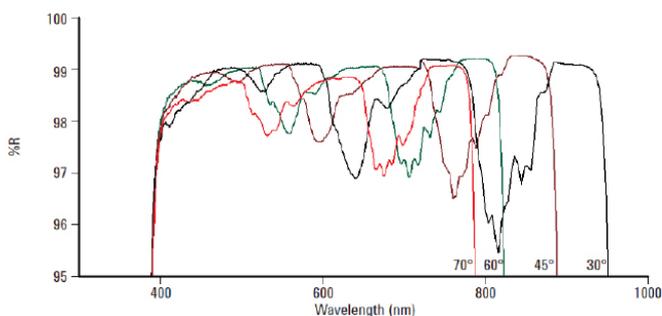


図 5. 入射角 70° (赤色)、60° (緑色)、45° (茶色)、30° (黒色)、S 偏光でのバックライト材料の反射率を示した図 4 の拡大図

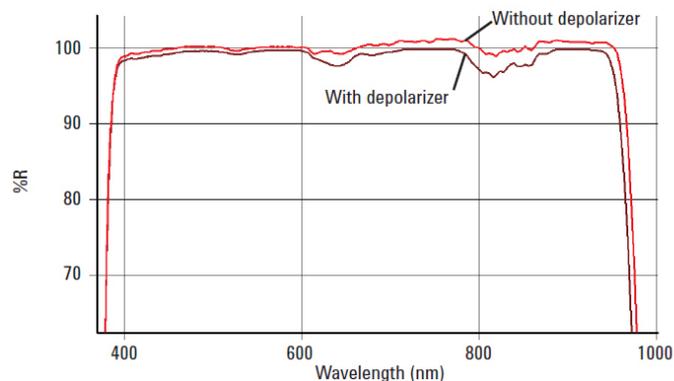


図 6. 検出器の前に偏光解消板を使用することの重要性の説明。入射角 30°、S 偏光、検出器前の偏光解消板ありの場合 (茶色) と、入射角 30°、S 偏光、検出器前の偏光解消板なしの場合 (赤色) のバックライト材料の絶対反射率

結論

Agilent Cary 7000 UMS は、光学ディスプレイで使用される次世代材料の光学特性を測定するための有用なツールであることが確認できました。サンプル上にコーティングされた特定のポリマー膜による旋光性は、直線偏光の入射光を使用し、検出器前に偏光解消板を配置することで正確に測定することができました。

www.agilent.com/chem/cary7000ums

ホームページ

www.agilent.com/chem/jp

カスタムコンタクトセンタ

0120-477-111

email_japan@agilent.com

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。

DE44313.0404050926

アジレント・テクノロジー株式会社
© Agilent Technologies, Inc. 2021
Printed in Japan, May 11, 2021
5991-2508JAJP