

使用 Cary 7000 全能型分光光度计 (UMS) 测量光学材料不同入射角下的反射率 — 考察小型显示器的性能

应用简报

材料

作者

Travis Burt, Huang ChuanXu*,
Andy Jiang*

安捷伦科技公司
澳大利亚维多利亚州马尔格雷夫

*安捷伦科技公司
中国上海



前言

视觉显示器小型化和节能化的趋势带来了设备移动性的提高，促使其在日常生活应用中的快速普及。基于发光二极管 (LED) 和液晶显示器 (LCD) 技术的光学显示器在工业和家用领域均广泛使用。常见产品有移动电话、掌上电脑 (PDA) 及笔记本电脑之类的便携式计算机、便携式数码音乐播放器、LED/LCD 台式电脑显示器和 LED/LCD 电视等。在电子设备生产领域，设备制造商竞相追求更小的封装尺寸（甚至仅为了减少数十微米的厚度），LED/LCD 因而变得越来越薄。



Agilent Technologies

显示器使用背光照明整个显示区域，通过液晶控制进入观众眼睛的发射光的时间和颜色（图 1）。背光通常采用平板或楔形的固态导光板。光源可以是冷阴极荧光 (CCFL) 灯，例如我们熟知的液晶电视，或基于 LED 的背光光源，例如常见的 LED 电视。正是由于背光对成像质量的重要性，因而在称谓上忽略了一个事实：两种类型的电视都使用了 LCD 技术控制图像显示。

背光中使用的固态导光板通常由一种光透聚合材料通过注塑成型等工艺量产而成。使用反射片可提高固态导光板的光电效率。反射片置于导光板背面以更有效地利用逸出固态导光板背面或者光源的光（图 1）。

导光板中使用的背光反射片需要具有高反射率，才能进行高效的光传输。光在导光板中传输需要经过多重（数十次）反射，大于 98% 的反射率是基本要求，如果每次反射过程损失超过 2%，可供利用的光便会迅速衰减殆尽。可以

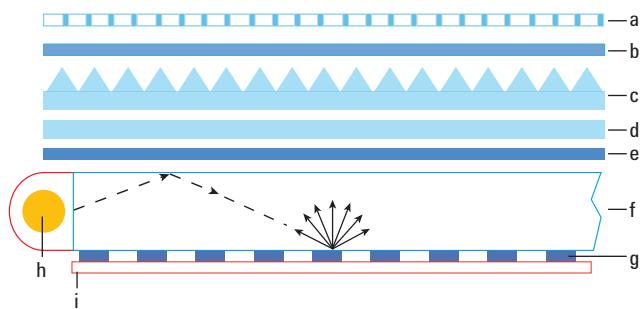


图 1. LCD 产品的横截面结构示意图：

- | | |
|----------------------|-------------------|
| a: LCD | g: 导光板中用于散射光线的导光点 |
| b-d: 用于提高背光效率的不同类型薄膜 | h: 荧光或 LED 光源 |
| e: 扩散膜 | i: 背面薄膜反射片（以红色显示） |
| f: 导光板 | |

采用多层光学镀膜的方式生产高反射率薄膜反射片。薄膜由非金属的多层聚合物材料组成，厚度通常小于 100 μm ，能够使表面具有光学活性。光学活性材料在透射或反射过程中会使光的偏振状态发生改变。更为常见的是非光学活性材料，偏振作用通过抑制特定的偏振分量（如 S 或 P）来实现，而不是偏转它。尽管光学活性和最终应用通常不具有直接的因果联系，但装配前对反射片进行精确的光学表征 (QA/QC) 需要仔细考虑这些影响，以确保检测器能够记录下正确的反射率和透射率 (R% 和 T%)。

实验部分

样品

测量的样品约为 50 mm × 50 mm（长×宽），约为 100 μm 厚（图 2）。反射面由一个半透明薄膜保护，可以在测试之前轻松剥离。固定样品时要充分考虑样品的厚度和柔韧性，以确保面对入射光的表面平整。

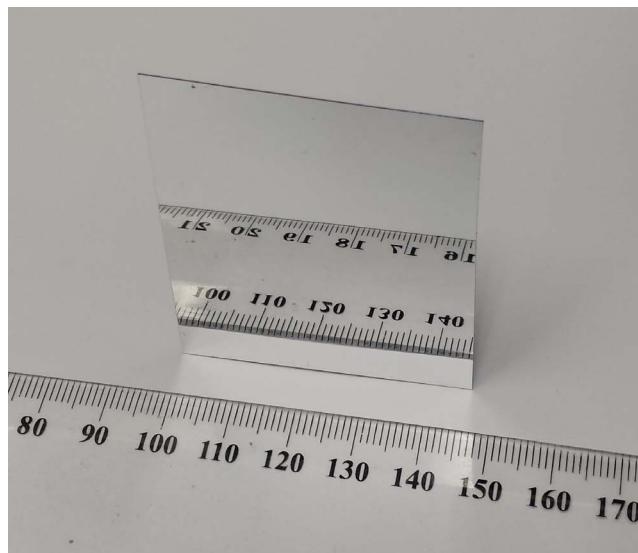


图 2. 反射片样品

使用 Cary 7000 UMS 进行测量前，以如下方式论证了样品的光学活性：我们用 s 偏振可见白光以一定角度照射样品，然后通过第二个偏光器肉眼观察从样品镜面反射出的光束。将观测的偏光镜从 s 位（0 度）旋转微小角度，便观察到了最大强度的反射光束。

入射 s 偏振光和目视观测光的角偏置证实了样品的光学活性或旋光性。实践证明，使用分光光度法测量时，需要在检测器前方安装消偏器。

仪器

- Agilent Cary 7000 全能型分光光度计，部件号 G6873AA

Cary 7000 全能型分光光度计 (UMS) 是一款高度自动化的紫外-可见-近红外分光光度计系统。UMS 可在不同角度下测量样品的透射率和绝对反射率。线偏振光入射到样品上可以测量透射率（检测器在 ± 180 度位置），然后检测器旋转到反射光的位置来测量反射率，如图 3 中所示。

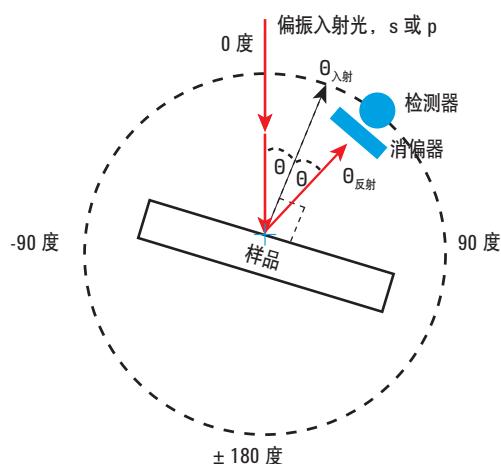


图 3. Cary 7000 UMS 的工作原理示意图。入射到样品上的光束可为 s 偏振或 p 偏振，检测器之前可安装一个消偏器。可以测量绝对镜面反射率和透射率

消偏器放置在样品之后、检测器之前，用于校正样品反射光的旋光。每次测量样品前，都需要将检测器前的消偏器和样品前的起偏器包括在内进行基线测量。对于同一种偏振态，使用 Cary 7000 UMS 测量不同角度下的 %R 时，只需采集一次基线。这种独特的功能显著提高了该系统的分析速度和样品通量。

结果和讨论

我们在 300-1200 nm 的光谱范围内，分别以 70、60、45 和 30 度入射角测量了反射率数据（图 4）。样品测试结果证实了它的设计初衷，在整个可见光谱区间 (400–800 nm) 内，反射率大于 98%R（图 5）。

多角度测量显示，目标区域 (400-800 nm) 里，样品在较大角度范围内性能稳定，而在此光谱范围外 (>800 nm) 反射率具有角度相关性。此外，入射角大于 60 度时，在 600-700 nm 和 800-900 nm 区域内 %R 质量也表现出一定程度的降低。不同角度下 %R 的光谱相关性表明，大入射角可能导致颜色变化。

图 6 证实了经过样品的光在进入检测器之前消偏振的重要性。在这张图中，测量了有无消偏器情况下的绝对反射率。不使用消偏器时，样品的光学活性导致 %R 值虚高于 100%。这是一个很直接的对比结果，消偏器用于校正光的旋光度并给出正确的数值。

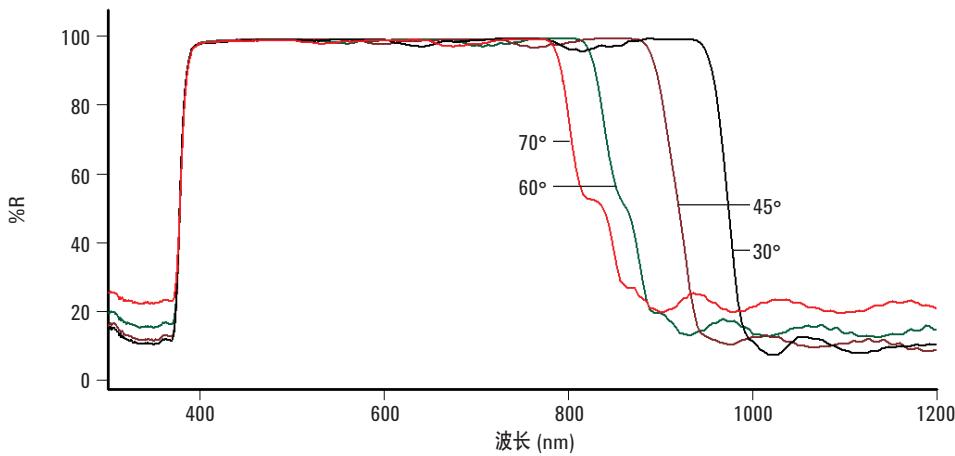


图 4: s 偏振光入射角为 70 (红色)、60 (绿色)、45 (棕色)、30 (黑色) 度下背光材料的反射率

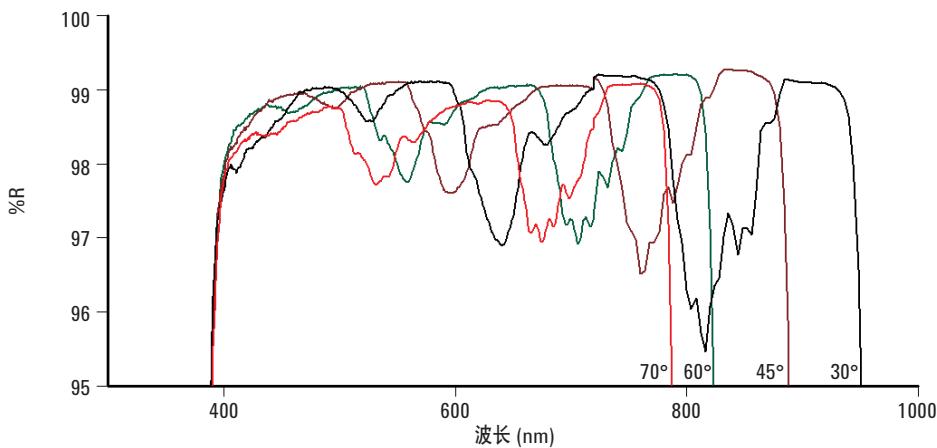


图 5: 图 4 的放大视图, 显示了 s 偏振光入射角为 70 (红色)、60 (绿色)、45 (棕色)、30 (黑色) 度下背光材料的反射率

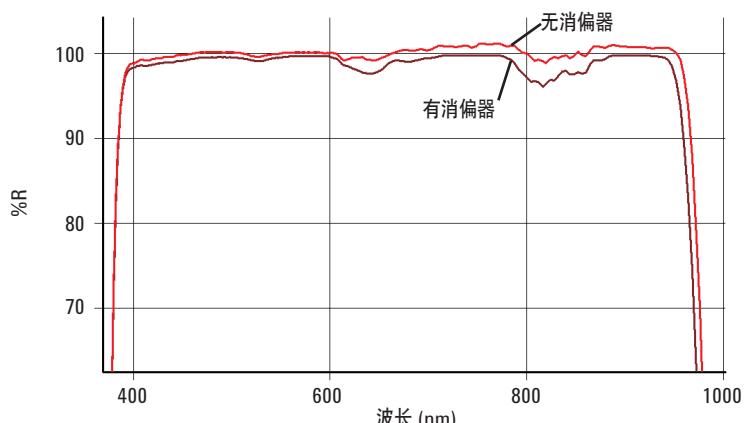


图 6: 证明在样品后、检测器前使用消偏器的重要性。检测器前使用消偏器 (棕色) 时, 背光材料对 30 度 s 偏振光的绝对反射率, 以及检测器前没有使用消偏器 (红色) 时, 背光材料对 30 度 s 偏振光的绝对反射率

结论

Agilent Cary 7000 UMS 是测量光学显示器所使用新一代材料光学性质的有力工具。可以使用线性偏振入射光和检测前反射光去偏振方法，精确测量经过样品上特定聚合物镀膜后发生偏转的反射光。

www.agilent.com/chem/cn

安捷伦对本资料可能存在的错误或由于提供、展示或使用本资料所造成的间接损失不承担任何责任。

本文中的信息、说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司, 2013
2013 年 6 月 4 日出版
出版号: 5991-2508CHCN

