

研究绝对镜面反射的角度关系

使用 Agilent Cary 7000 全能型分光光度计 (UMS)



作者

Travis Burt 和 Chris Colley
安捷伦科技有限公司
澳大利亚维多利亚州马尔格雷夫

前言

表征光学样品的一个常见方法是以单一入射角度 (AOI) 测量其反射或透射特性。但是，如果以多 AOI 测量反射和/或透射能得到更完整的样品表征，可以更深入地了解样品的光学性质。

本应用简报介绍了 Agilent Cary 7000 全能型分光光度计 (UMS) 如何快速、自动地测量多 AOI 的绝对镜面反射，同时展示了三维 (3D) 图和二维 (2D) 等高线图进行数据可视化的价值。

实验部分

样品

样品是一个直径为 200 mm，厚度为 0.80 mm 的大硅片。抛光后的前表面涂有专利光学涂层。表 1 列出了样品和采集条件。

仪器

采用 Cary 7000 UMS 进行数据收集，它是一种高度自动化的可变角度绝对镜面反射率和透射率测量系统。借助 Cary 7000 UMS，操作人员可通过独立电机驱动控制样品的入射角以及检测器的位置，其中检测器可围绕样品在一定弧度内自由旋转。独立控制样品旋转角度和检测器位置，可实现快速、准确和无人值守的测量。

过去，反射率和透射率的测量需要使用安装不同附件的分光光度计。但是，由于不同测量模式（附件）下照射光束的几何形状会发生变化，以及照射到样品的光束会发生移动，这就导致每次测试的样品区域会有差别。



图 1. Agilent Cary 7000 UMS，测量室中安装了一个直径为 200 mm 的硅片

如果沉积过程形成厚度不均匀的镀膜，将会影响反射率和透射率测量。

随着 Agilent Cary 7000 UMS 的问世，现在无需移动样品便可在样品的同一个位置测量透射率和反射率，有效解决了偏差来源。

测量

测量 AOI 为 6° 到 86° 的镜面反射，增量为 1°。通过自动转动的线栅偏振器控制照射到样品的入射光偏振。测量了 s 偏振光和 p 偏振光的反射。

使用 Cary WinUV 软件方法编辑器设置采集条件。采集全部数据序列之前，只需测量两条基线，一条用于 s 偏振，另一条用于 p 偏振。这两条基线用于所有角度的测试，软件可在各个采集图谱中采用合适的基线。相比之下，其他系统要采集每个角度的每个偏振基线，显著增加了采集的总时间。两条基线采集完毕后，该系统可完成整个数据的自动采集。

正如前面提到的，大硅片的直径可达 200 mm。Cary 7000 UMS 可容纳直径为 275 mm 的样品，能检测非常高的掠入射角。可在接近 90° 的角度测量最大允许尺寸的样品，而不会使入射光从样品上“脱落”。

表 1. Agilent Cary 7000 UMS 数据采集条件

参数	值
AOI	6° 到 86°，增量为 1.0°
波长范围	2500–250 nm
数据间隔	UV-Vis 为 1.0 nm，NIR 为 4.0 nm
光谱带宽	UV-Vis 为 4.0 nm，NIR 为 4.0 nm
信号平均时间	0.26 s
偏振	s 和 p
入射光束孔	3° × 3° (垂直 × 水平)

结果与讨论

镜面反射

图 2 显示了 s 偏振光入射角度为 6° 到 86° ，增量为 1° 的绝对镜面反射谱图。p 偏振光也能得到相似谱图（文章中未给出）。

分析数量如此庞大的光谱图是一项严峻的挑战。图 3 和图 4 分别是 Scilab 软件生成的、同一组数据的二维等高线图和三维图^[1]。结合微小区域和相关的 %R 值可以看出，反射特性高度依赖于 AOI。

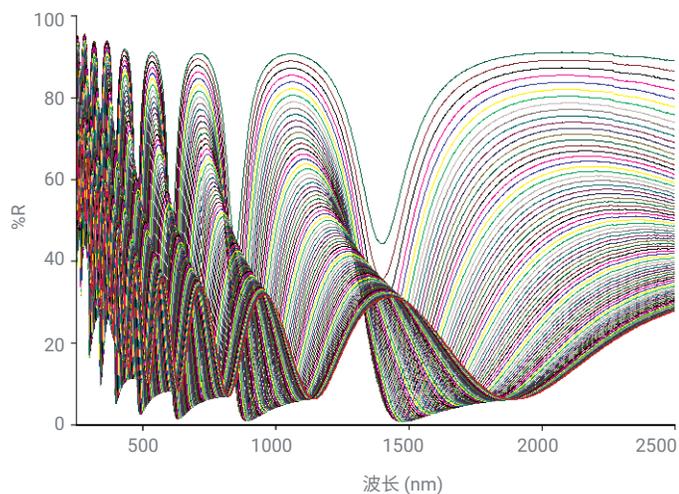


图 2. 硅片的 s 偏振光绝对镜面反射，AOI 为 6° 到 86° ，增量为 1°

例如，在红外区域、接近法线 AOI 处，有一个最小区域中心约在 1900 nm 处的宽带。在更高的入射角（约 70° ），最小中心出现在约 1400 nm 处。此外，最小区域很窄，得到的 %R 值也非常接近于零。

反射涂层最终能够使用，需要满足 AOI、光谱区和 %R 的相关性能要求，而这些测量结果也可反馈到涂层设计上。仅采用一个 AOI 测量涂层的常规方法不能证实较强的角度关系。

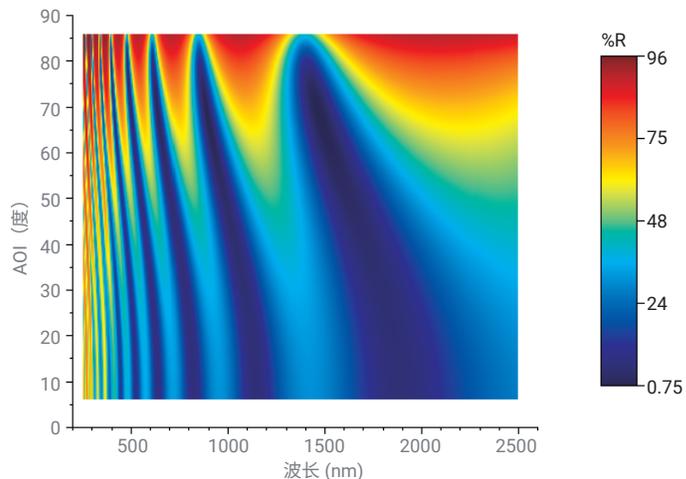


图 3. 与图 2 数据相同的二维等高线图

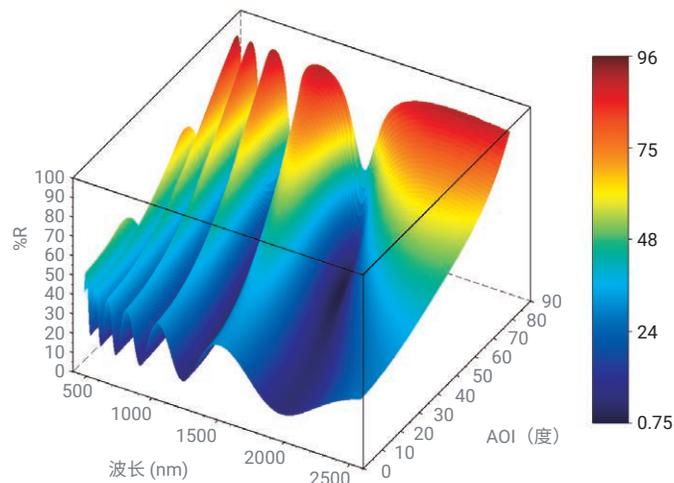


图 4. 与图 2 数据相同的三维图

结论

经证实，Agilent Cary 7000 UMS 可使用 s 和 p 偏振光，在较宽 AOI 范围内自动采集大涂层样品的高质量光谱图。测试过程完全由软件控制，一旦样品安装完毕，便可进行完全自动的数据采集。以宽的波长范围，宽 AOI 范围和不同偏振光对样品进行完整表征，使我们能更深入的了解光学涂层的角度关系。

此外，使用三维和二维等高线图对数据进行可视化，可深入了解光学涂层性能。这些有价值的信息有助于涂层的设计和优化。

参考文献

1. Scilab 是可用的免费开源软件，请访问
<https://www.scilab.org>

查找当地的安捷伦客户中心：

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线：

800-820-3278, 400-820-3278 (手机用户)

联系我们：

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价：

www.agilent.com/chem/erfq-cn

www.agilent.com/chem/cary7000ums

DE73492769

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2013，2022
2022 年 12 月 29 日，中国出版
5991-2523ZH-CN