

RC2



性能

集25年的椭偏仪研制经验，J.A.Woollam公司发布了新一代的光谱椭偏仪- RC2®。它既保留了以往椭偏仪的最佳性能，又结合了开创性的新技术：双旋转补偿器，消色差补偿器设计，先进的光源以及新一代的光谱仪设计。RC2 既适用于各种光谱椭偏应用，又能够测量穆勒矩阵的所有参数。

为什么选择 RC2?

卓越的测量性能

RC2 是第一款能够采集穆勒矩阵全部16个元的商业化光谱椭偏仪。穆勒矩阵光谱椭偏数据可以用来表征大部分的复杂样品和纳米结构。

无以伦比的准确性

开创性的光学设计使得测量数据具有出众的准确性，无论是标准的光谱椭偏测量数据(SE)，还是通用椭偏数据(g-SE)，还是完整的穆勒矩阵数据(MM-SE)。



宽光谱范围

RC2是一款覆盖深紫外(最低到193 nm)到近红外(最高2500nm)光谱的基于CCD测量的宽光谱椭偏仪。

极快的测量速度

两个补偿器同时运转使得光学器件无需等待“Zone-average”就可获得高准确度的数据。全光谱数据(超过1000个波长点)同时采集仅需数秒钟时间。

灵活多样的配置

RC2适用于各种应用场景，可以选择自动变角，更小的微光斑尺寸，可以将椭偏仪系统与各种工艺的腔室联合使用。



先进的技术

双旋转补偿器

RC2 采用同时旋转的双补偿器技术 (样品前和样品后)，实现了高准确度、快速的测量，并能进行穆勒矩阵等高级测量。

消色差补偿器设计

专利的消色差补偿器，从深紫外到近红外的整个宽光谱范围内，提供最优的性能。

先进的光源

新一代光源，计算机可控制输出的光强，针对不同的样品（低反或高反），自动优化。

创新的光谱仪设计

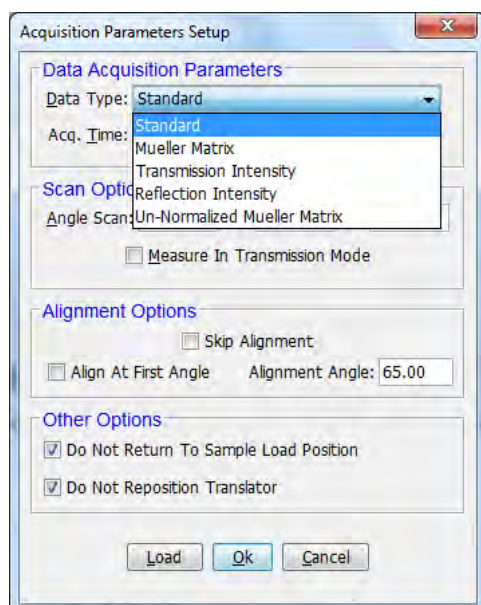
新一代光谱仪可同时采集超过1000个波长数据点。先进的硅CCD和InGaAs二极管阵列结合--并且均采用了降低线宽的设计，提升了有尖锐特征峰的数据测试能力。

独特的光束对准

在RC2中, 我们用“re-thought”来确认光束的对准情况。在光路中，放置了多个对位置灵敏的探测器来保证系统（以及样品）一直处于完美对准状态，确保数据的高准确采集。

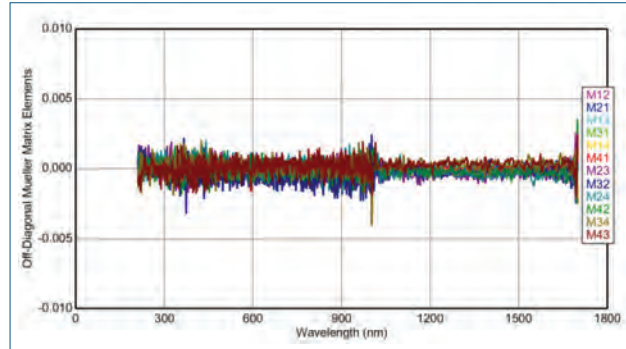
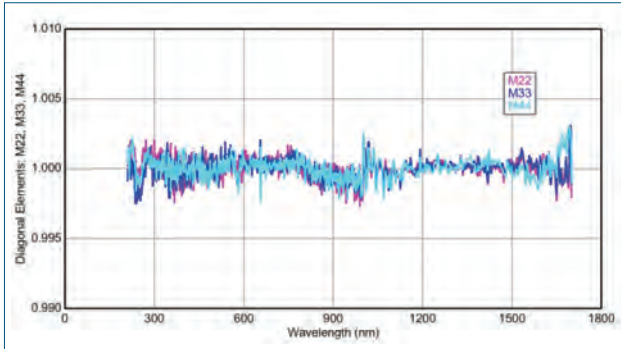
全新近红外光谱仪

RC2是第一款采用最新半导体制冷应变铟砷化镓阵列的商用光谱椭偏仪，可快速采集最宽至2500nm的数百个波长数据点。

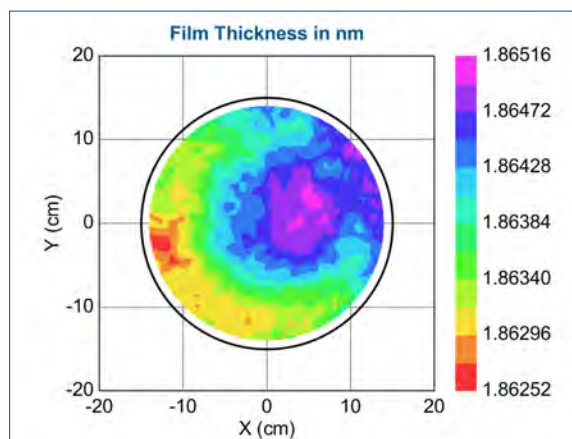
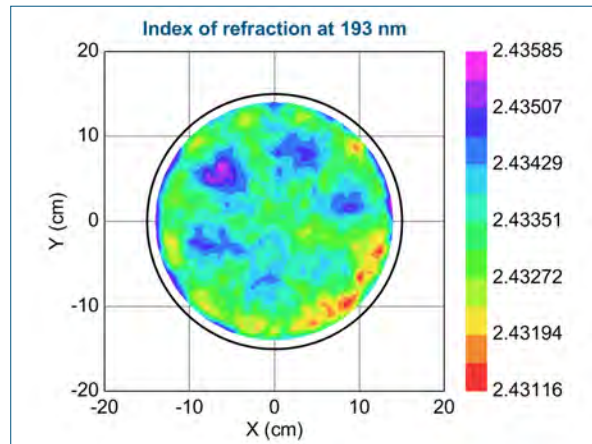
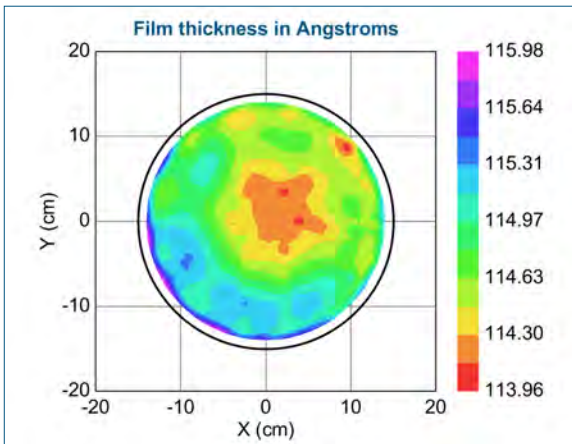


卓越的数据质量

RC2 先进的技术确保了极高的数据准确性。测量空气（直射）的数据显示，穆勒矩阵对角线上的元的值 = 1 ± 0.002 ，非对角线上的元的值 = 0 ± 0.002 。

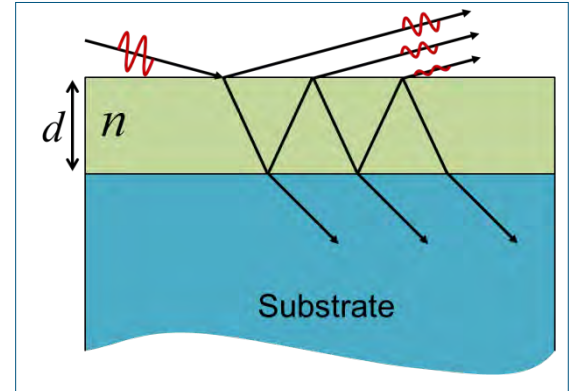
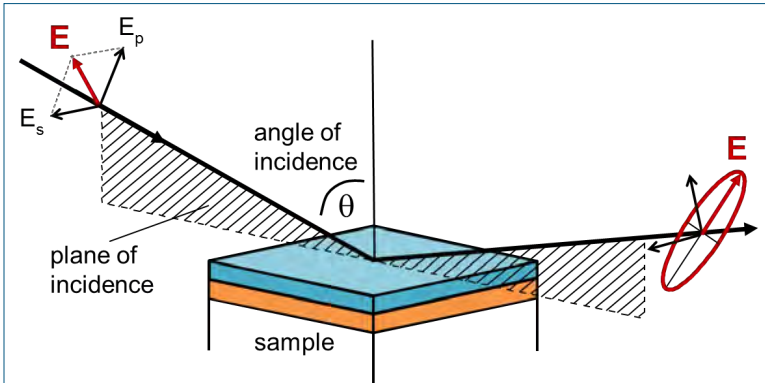


进而，出众的穆勒矩阵数据，可提取出超高精度的厚度及折射率的测量，薄氧化膜厚度的重复性测试可达 < 0.005 nm，椭圆参量中的相位信息具有极其高的灵敏度，低至单分子层的膜厚也可轻松辨别，自然氧化层厚度的地貌图就是一个很好的例证。

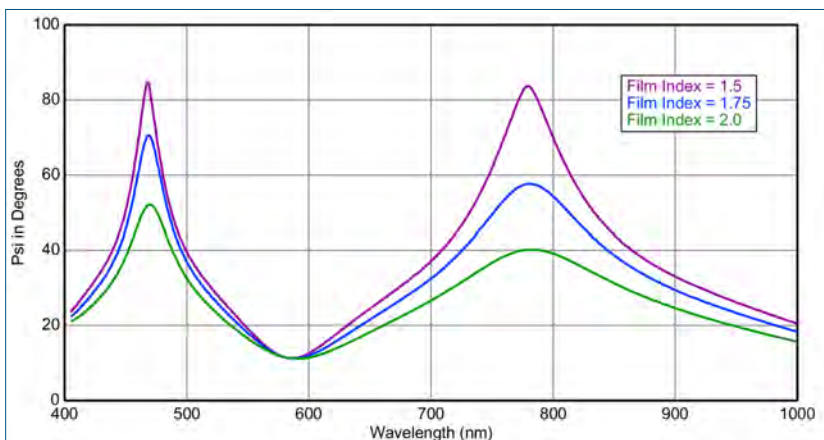
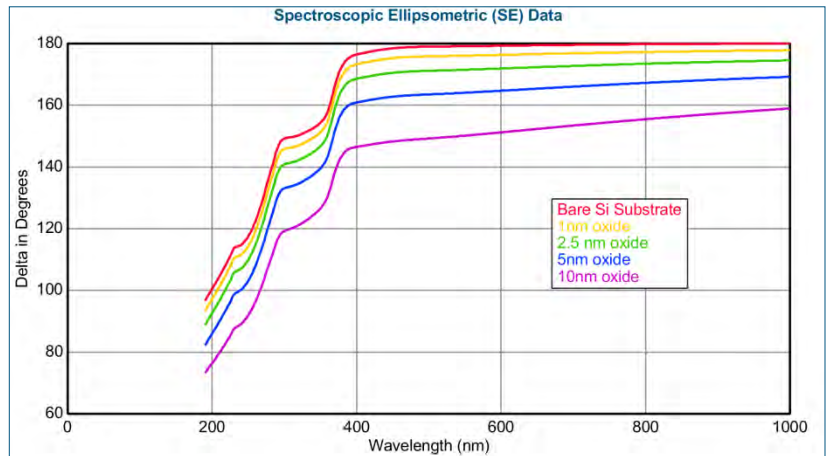


薄膜表征

椭圆偏技术利用偏振光的特性来表征薄膜和块材。通过测量偏振光经过样品表面反射后偏振态的改变，使用基于光学模型的数据分析，获得薄膜厚度 (d) 和光学常数(n,k)等参数。



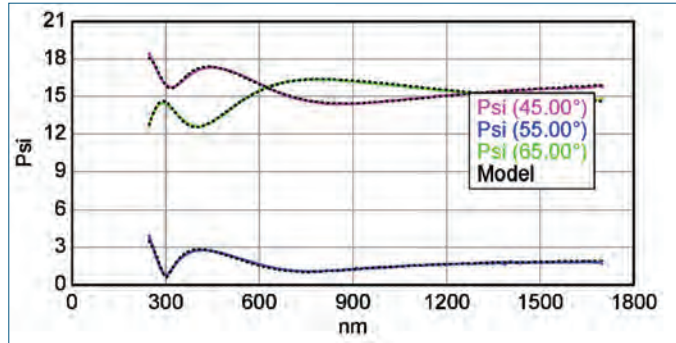
光谱椭圆偏对存在于样品表面，低至不足一纳米的膜层也非常灵敏，此灵敏度来源于椭圆偏参数中的相位(Delta)变化，图右展示了硅衬底上一系列超薄氧化物导致的相位变化。



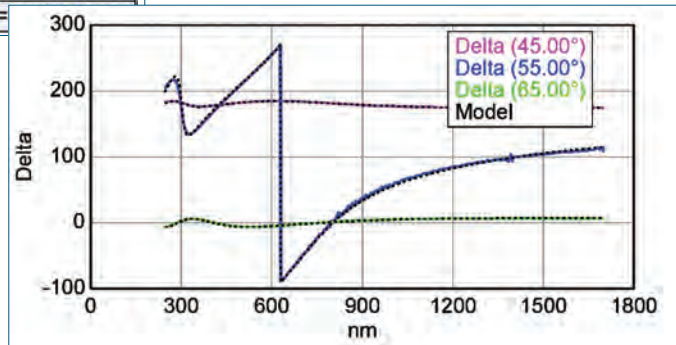
除了薄膜厚度测量之外，光谱椭圆偏技术也可以测量薄膜的光学特性。如左图所示，透明薄膜的折射率会影响测量到的Psi的振幅。

玻璃上的SiO₂ 薄膜

输出光强可调整，对一些低反射的镀膜样品，比如和玻璃折射率接近的薄膜，提供最优化的测量。



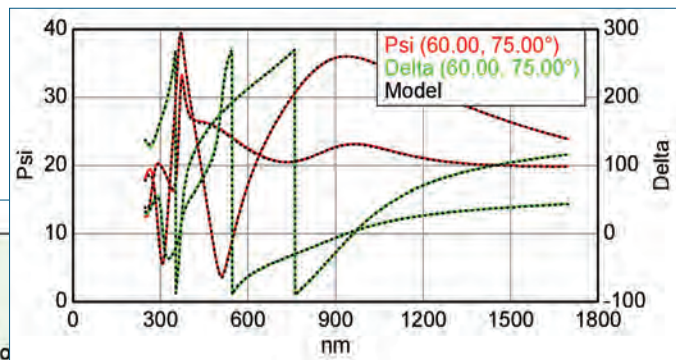
+ Layer # 1 = Cauchy Thickness # 1 = **175.31 nm** (fit)
 + Substrate = 7059 Cauchy Substrate Thickness =



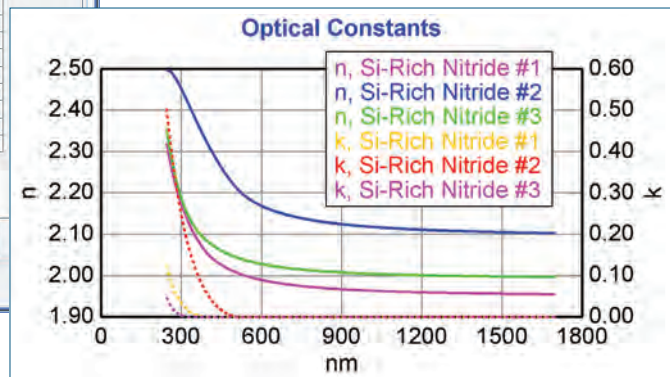
富硅氮化物

对各种不同的薄膜，都可快速得到结果-电介质，有机膜，半导体，金属膜等等

Roughness = **5.39 nm** (fit)
 - Layer # 1 = Gen-Osc Thickness # 1 = **125.09 nm** (fit)
 Add Oscillator
 Einf = **1.703** (fit)
 1: Type = Tauc-Lorentz Amp. = **67.774** (fit)
 Br = **6.605** (fit) Eo = **7.251** (fit) Eg = **2.373** (fit) Co
 Substrate = SI_JAW



Comparison			
Entry Comparison Table			
	Si-Rich Nitride #1	Si-Rich Nitride #2	Si-Rich Nitride #3
MSE	8.228	6.501	5.195
Roughness (nm)	5.02	5.39	1.71
Thickness #1 (nm)	208.42	125.09	95.87
Einf	1.804	1.703	2.078
Amp.	53.083	67.774	64.153
Br	2.962	6.505	1.628
Eo	7.980	7.251	7.887
Eg	3.088	2.373	3.761
% Thickness Non-uniformity	1.71	7.27	6.14
Bandwidth (nm)	5.965	0.000	0.000
n of Gen-Osc @ 632.8 nm	1.985	2.160	2.024

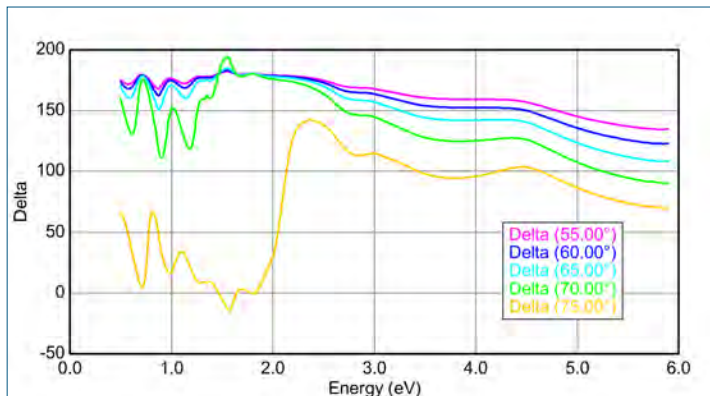
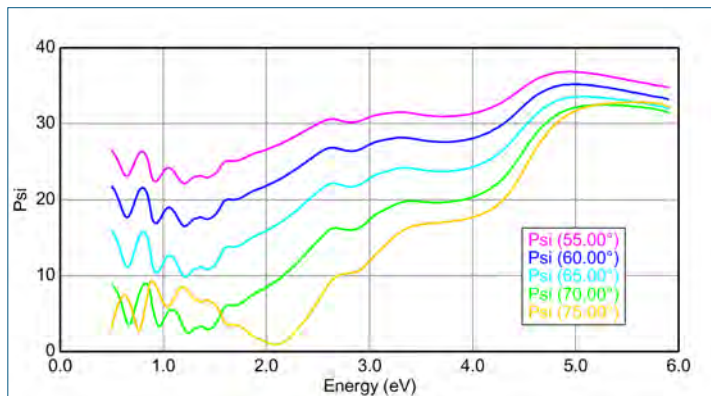


一系列富硅氮化物光学常数的测量及比较，用来研究工艺条件的变化。

应用

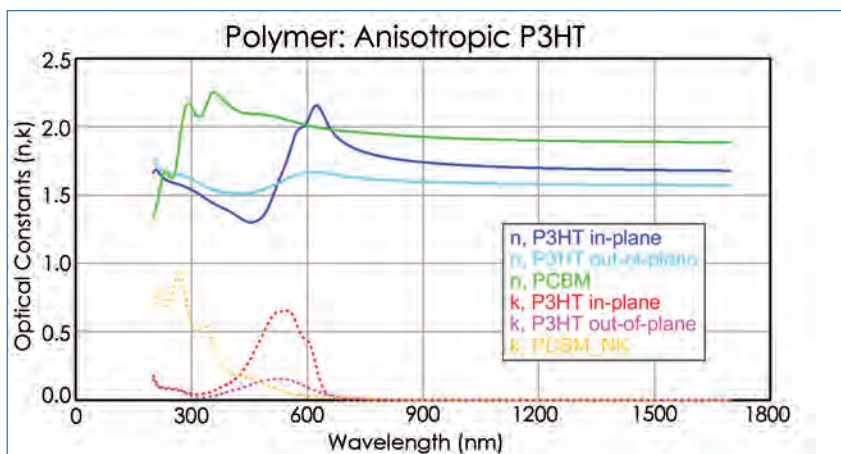
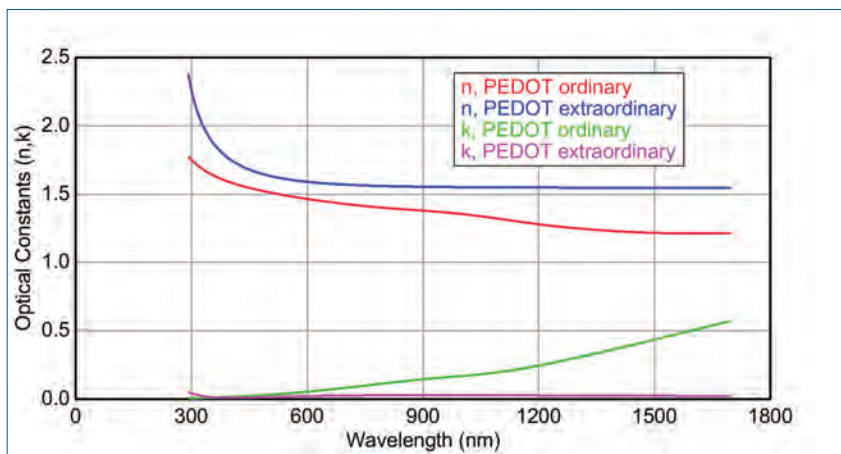
低禁带半导体

RC2可覆盖从深紫外到近红外的光谱范围。对应0.5eV到6eV的光子能量，对于半导体化合物薄膜，低能区可以展示材料的带隙 (bandgap)，而高能量区可展示由其他电子跃迁引起的吸收。



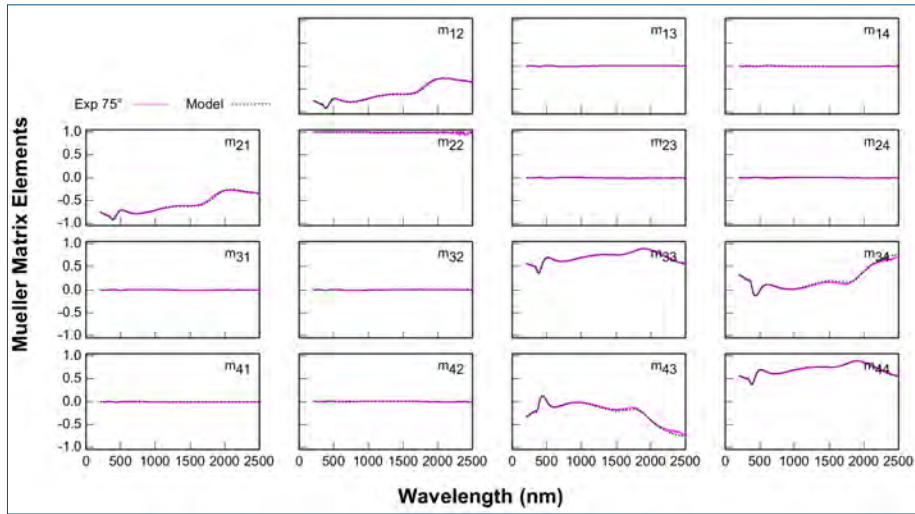
导电有机物

用于显示领域及光伏领域的有机层及叠层 (OLED) 的应用取得了巨大进展。从诸如Alq3的小分子到P3HT的共轭聚合物，许多不同的材料正在研究中。通常是多种材料混合在一起-这就需要宽光谱范围的RC2来探测有机物不同波长范围上的光学特性。长链分子也可能具有明显的各向异性，聚合物链的取向堆叠导致了在不同方向上具有不同的光学常数。

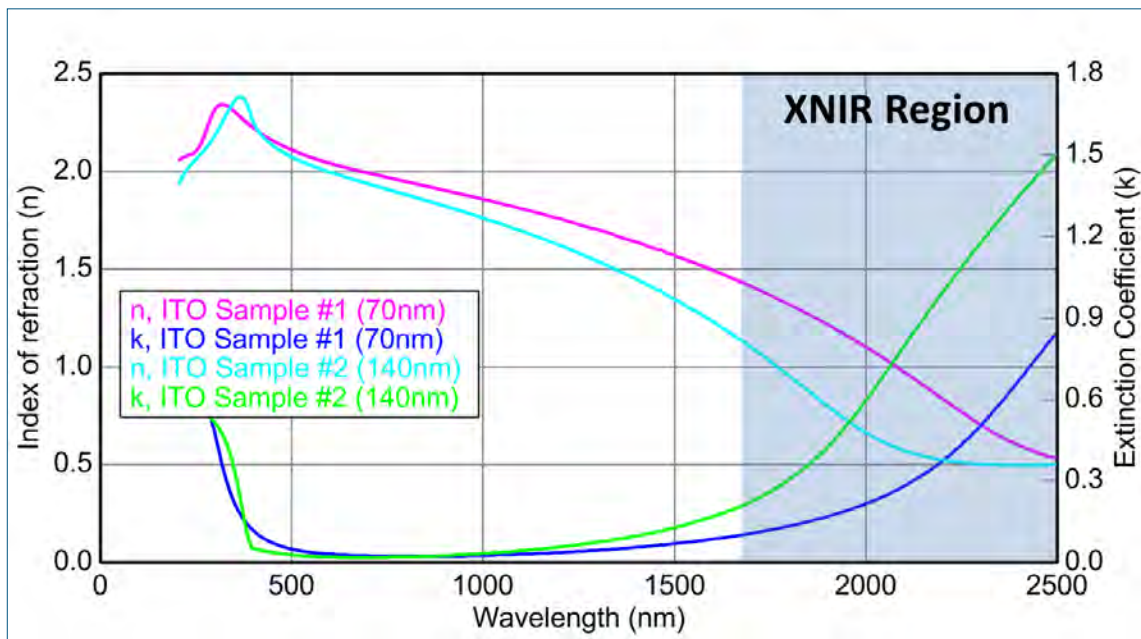


显示应用

对于显示领域内的研发和生产，下列膜层的椭偏测量是必不可少的，a-Si, poly-Si, microcrystalline-Si, OLED 层, color filters, ITO, MgO, polyimide, 以及 liquid crystals。



柔性PET基底上ITO膜层的MM（穆勒矩阵）数据



ITO 的导电性能与NIR的吸收相关，当RC2配置NIR或XNIR扩展光谱时可以完美地表征这一ITO的特性。

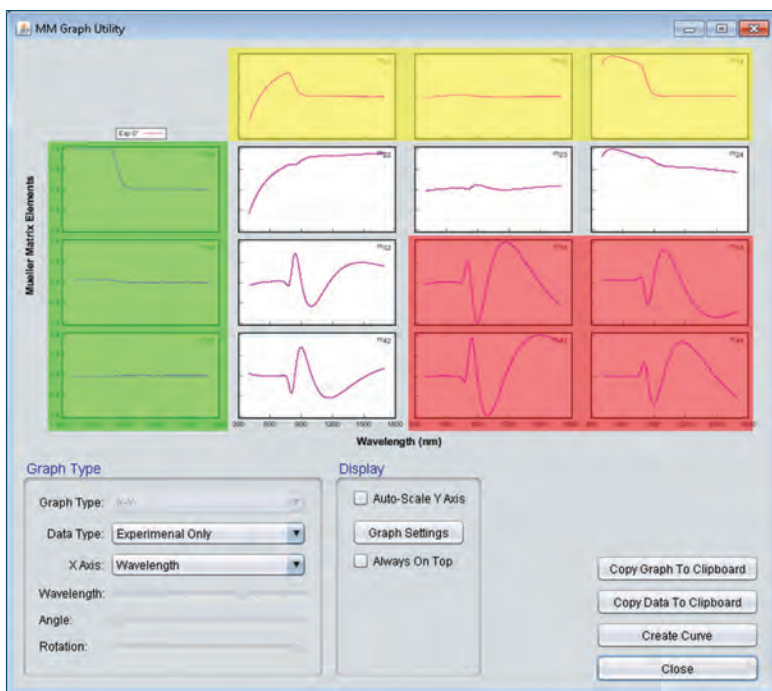
各向异性应用

完整的穆勒矩阵

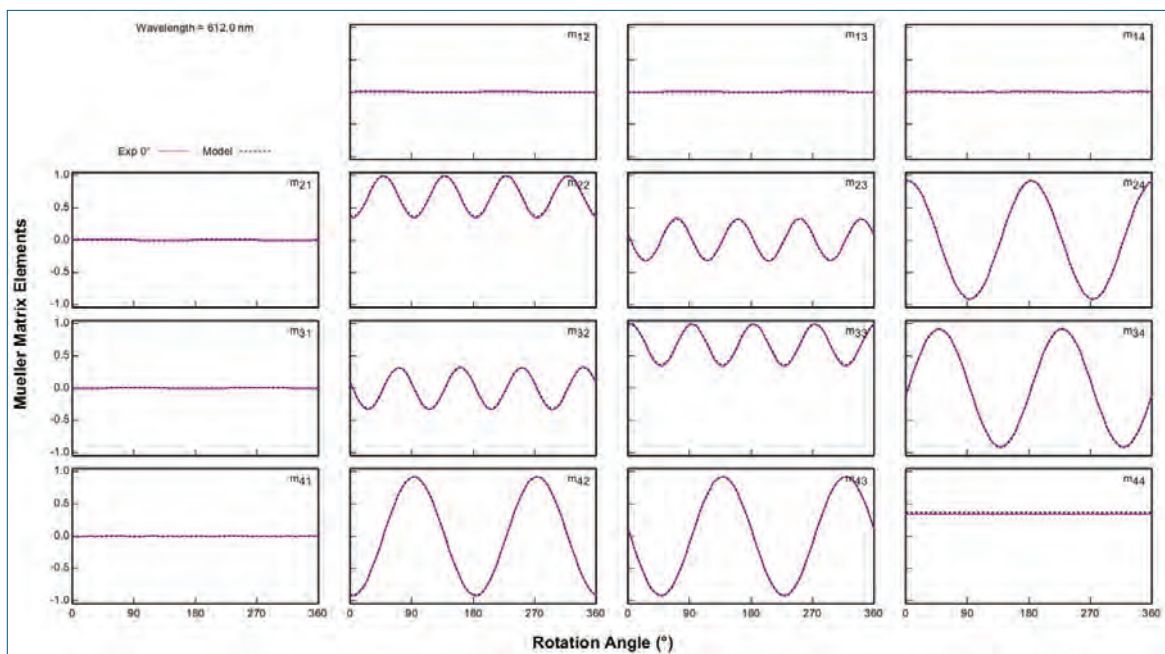
RC2® 可以表征一个样品的全部穆勒矩阵。这种先进的数据类型对于既是各向异性又有退偏振的复杂样品，可确保正确表征。

$$M_{11} \begin{bmatrix} 1 & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \\ m_{41} & m_{42} & m_{43} & m_{44} \end{bmatrix}$$

一个各向异性、退偏振的样品的穆勒矩阵椭圆数据，每一个归一化参数中都包含有信息。



研究完整的穆勒矩阵可以让我们获得复杂样品的不同的偏振效应。黄色和绿色区域参数分别与衰减和偏振有关。红色区域显示的是未旋转的相位延迟。旋转样品，会把这些信息偏移到穆勒矩阵的不同区域中。

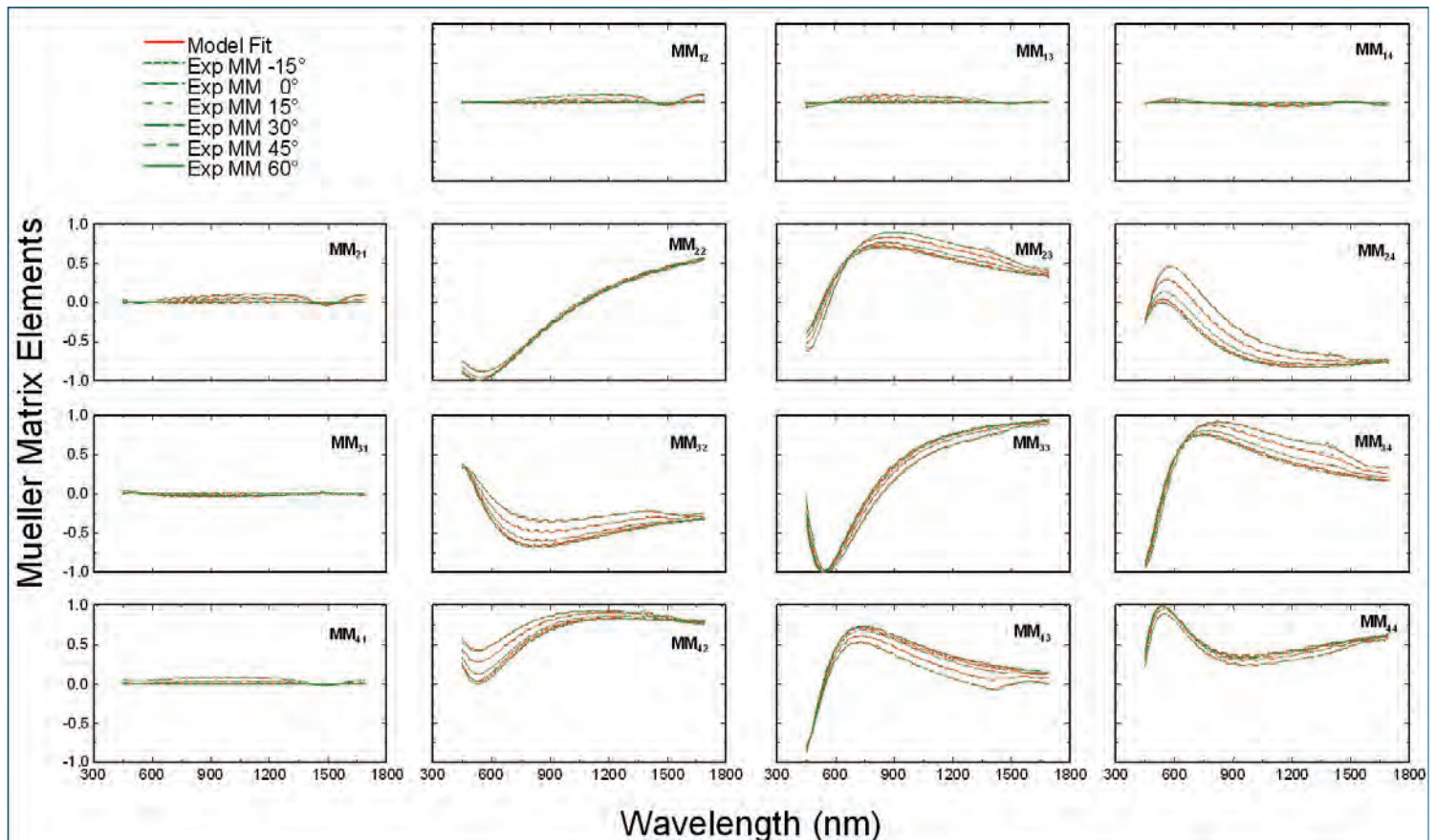
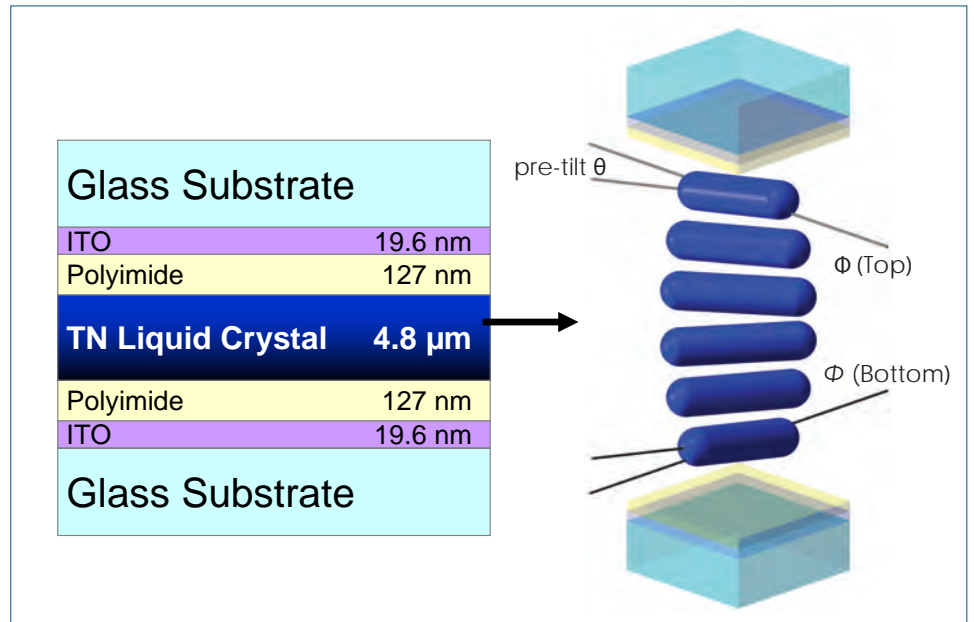


旋转测量的穆勒矩阵椭圆数据 (MM-SE)，右下角的9个参数显示各向异性样品的相位延迟信号。

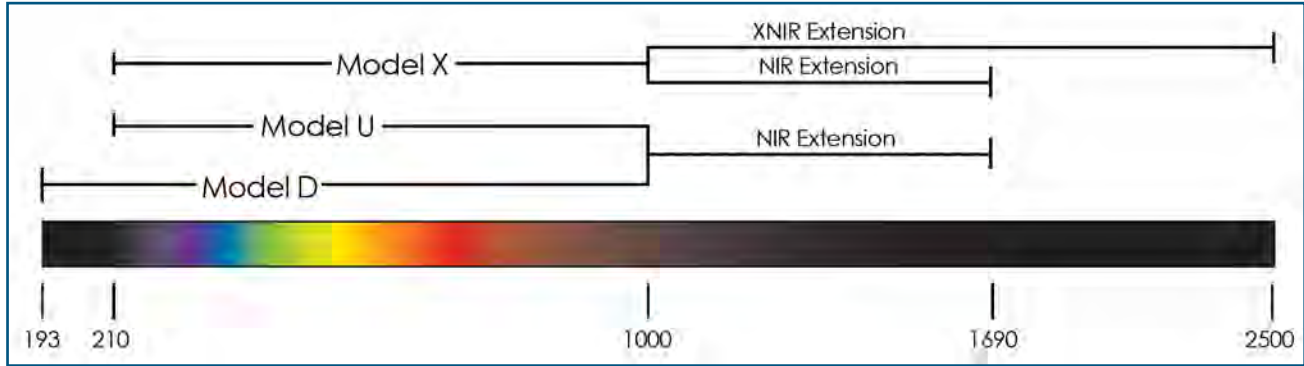
液晶

扭转向列的液晶薄膜的各向异性很复杂，它的光轴取向平滑变化。MM-SE 是这种象三明治一样夹在两块玻璃基底之间较厚液晶薄膜的最佳测量方法。这种薄膜同时存在退偏振和各向异性。

完整的穆勒矩阵用来测量扭转的液晶薄膜。它可用来表征光轴的扭转和预倾斜，以及液晶的各向异性的折射率。



配置/波长

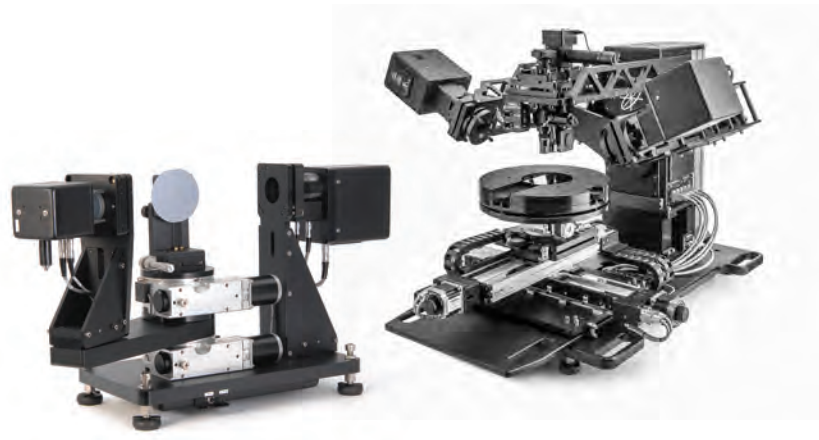


自动变角

灵活性与自动化相结合。可配置水平或垂直样品台。

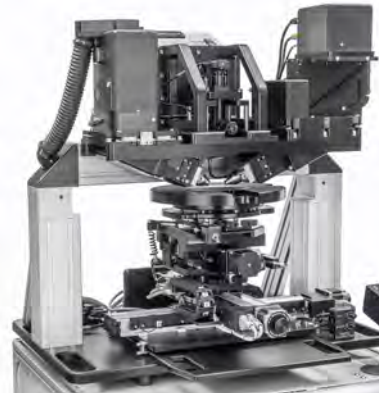
垂直系统提供更大的变角范围，样品台与探测臂独立，可提供更为灵活的反射和透射测量。

水平系统适合更多的选项如大范围Mapping,液体池、加热台等



聚焦

最小25×60微米的RC2微光斑，可应用于特殊要求的场景。



In-Situ

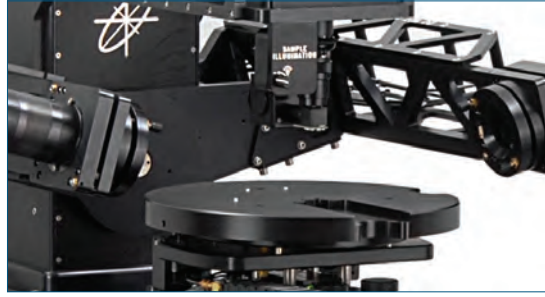
将RC2直接安装到腔室上进行实时监控或控制



Accessories

Mapping与旋转

全自动样品平移或旋转。绘制晶圆或玻璃面板上薄膜厚度均匀性图，旋转适用于各向异性材料的表征。



自动 300 x 300 mm XY mapping



样品旋转

自动对准、相机和聚焦点

自动调整tip-tilt-z，实现全自动样品对准。

相机及聚焦光斑结合，实现图案样品的测量。



配置可拆卸的聚焦镜头及自动样品对准的RC2



液相和温度研究

液相环境中薄膜的研究，不同温度下薄膜的研究。



5mL 可加热液体池
(Room Temp. to 50°C)



Linkam 温度台

环境研究

控制环绕样品的环境来研究多孔材料。



Environment Cell and Control Setup

性能指标

系统概述

拥有专利的双旋转补偿器，CCD探测器同时测量所有波长点，灵活的系统配置。

测量能力

- Spectroscopic Ellipsometry (SE) (标准椭偏)：在整个光谱范围内同时测量 Psi和 Delta
- Generalized SE (通用椭偏)：对应各向异性样品的完整 2x2 琼斯矩阵
- Mueller Matrix SE (穆勒矩阵)：4x4 穆勒矩阵的所有16个元
- Depolarization (退偏振)：测量及模拟样品的非理想状况
- Intensity (强度)：透过率与反射率，包括各向异性项的交叉偏振强度。

光谱范围

U, X:	210-1000 nm	790 波长点
D:	193-1000 nm	800 波长点
UI, XI:	210-1690 nm	1065 波长点
DI:	193-1690nm	1075 波长点
XI+:	210-2500 nm	1040 波长点

数据采集速率

全光谱测量只需1/3 秒 - 包括高级数据类型!

角度范围

固定角:	65°
水平自动变角:	45° - 90°
垂直自动变角:	20° - 90°





J.A. Woollam Co.

645 M Street, Suite 102 Lincoln, NE 68508 USA
Ph. 402.477.7501 Fx. 402.477.8214
www.jawoollam.com