

微型光纤光谱仪工作范围拓展至深紫外

摘要

通过将背照式薄型检测器引入微型光纤光谱仪，并辅助以真空及稀有气体保护等手段，减少水、氧气和其他气体对真空紫外区的吸收，经济又便利的将光谱检测范围拓展至 153nm。

前言

各种材料都在真空紫外区（尤其在 30-200nm）有指纹光谱，随着对深紫外椭圆偏光度法兴趣的提高，对基础原子物理，以及粒子加速器和同步辐射中深紫外辐射与物质作用等研究的深入，深紫外光谱的应用已遍及生物医药至半导体检测的各种领域。由于基于标准硅电荷耦合器件的检测器，其光谱响应在 400nm 附近迅速下降，而氧气和水在深紫外波段的吸收，也使得在真空中获得足够的深紫外信号成为不可能，加之设计真空模式的光谱仪实现深紫外检测比较困难，价格不具优势。因此，多数商业化的深紫外检测光谱仪需要定制，价格高昂，并且仪器体积庞大影响其在诸多常规检测中的应用。

新一款具有真空紫外配置的 Maya2000 Pro 的推出正是为了改变这一现状。该款光谱仪以 101.6mm 焦距光具座，和紧凑的交叉式 Czerny-Turner 光路设计，拥有背照式薄型 CCD 检测器，具备杰出的紫外/深紫外检测性能。光谱仪的光具座内用氮气吹洗，有效降低了光路内部的信号衰减，在深紫外实验中，其稳定饱满信号的获取范围可拓展至 153nm。

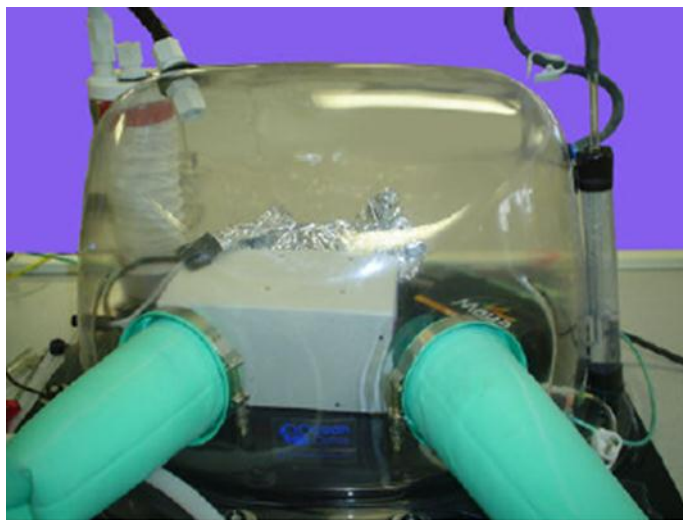


图 1. 实验设备：手套箱中为 DH2000 和 MAYA2000 PRO。

实验部分：

实验中用于检测性能的 Maya2000Pro 配置了高分辨，紫外增强的全息光栅（H7,2400g/mm），狭缝宽 25um，可实现光学分辨率~0.10nm(FWHM)。背照式薄型检测

器的特点为量子效率峰值高达 75%，UV 量子效率高达 50%。为改善深紫外光波的透过性，检测器上方安装了定制的氟化镁玻璃窗口。外部光源采用 DH-2000 氘灯-卤钨灯复合光源可在单一光路中稳定输出 190 到 1700nm 的连续光谱。

被测样品是深紫外氘灯，配有深紫外级光学窗口，直接与光谱仪接驳。

实验中被测光源和光谱仪均密封在手套箱中，向箱内充入标准实验室级氮气，光谱仪的光具座也同样充入氮气，以减小内部光路的信号衰减。箱内聚酯气球充气膨胀用于加速排空空气。



图 2. a 随着气球被氮气充满，氧气被排挤出手套箱；



b 气球放出氮气；



c NeoFox 氧气传感器探入手套箱验证氧气浓度级别。

排净空气后，聚酯气球放气将氮气不断充入手套箱，过量的氮气通过箱右侧半充满水管排出腔体。同样将 NeoFox 氧气传感器探入，检测手套箱内的氧气级别。（见图 3）

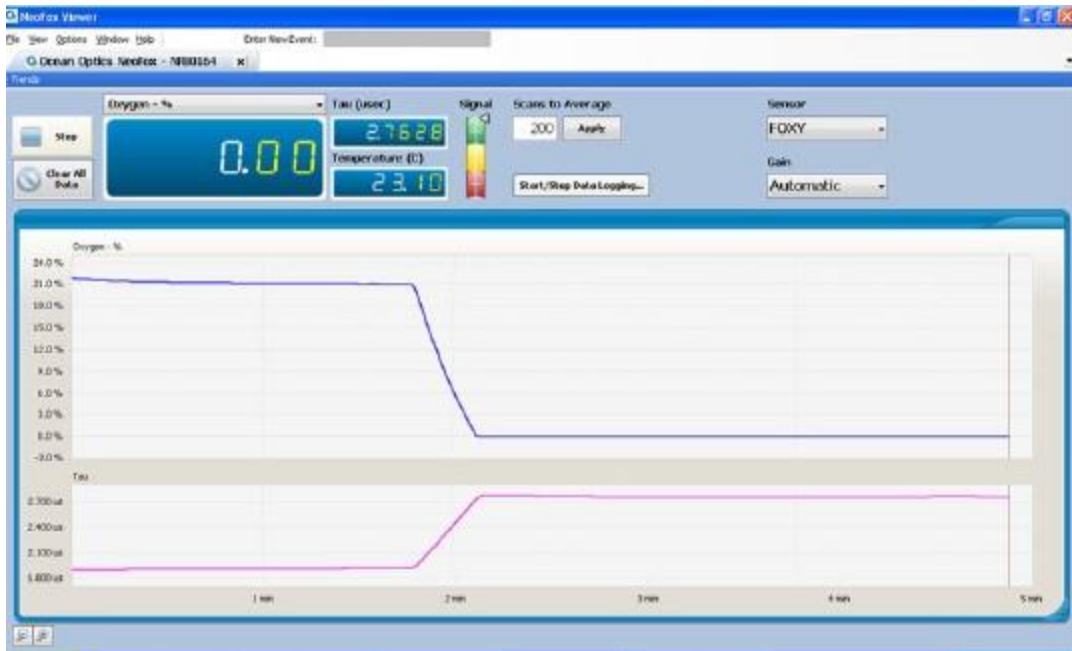


图 3 Neofox 软件界面截图，表明氮气清洗中的氧气浓度下降。

结论

检测系统光谱分辨率为 0.1nm，信噪比为 450: 1，积分时间为 100ms。

标准氮气净化（无氧气）和未净化（含氧气）的图谱见图 4。未净化图谱中可观察到氧气的发射峰。吸收发射峰尖锐明晰，开始于短波段的 182.85nm。同样可以通过标准氮气净化（无氧气）和未净化（含氧气）图谱数据的比较，表明 Schumann-Runge 带，即氧气的吸收带，在 176-192.6nm。

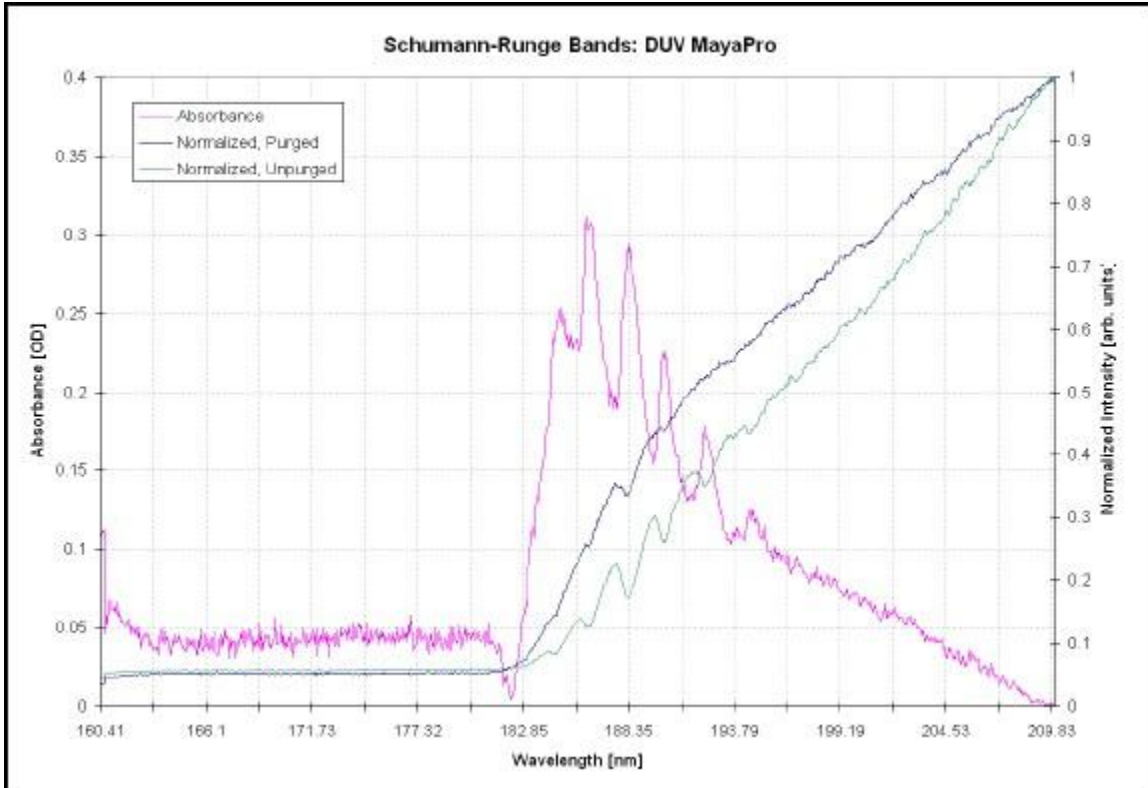


图 4 深紫外氘灯的发射图谱表现出明显的谱峰，标准净化与未净化图谱比较表明 Schumann-Runge 带的存在。

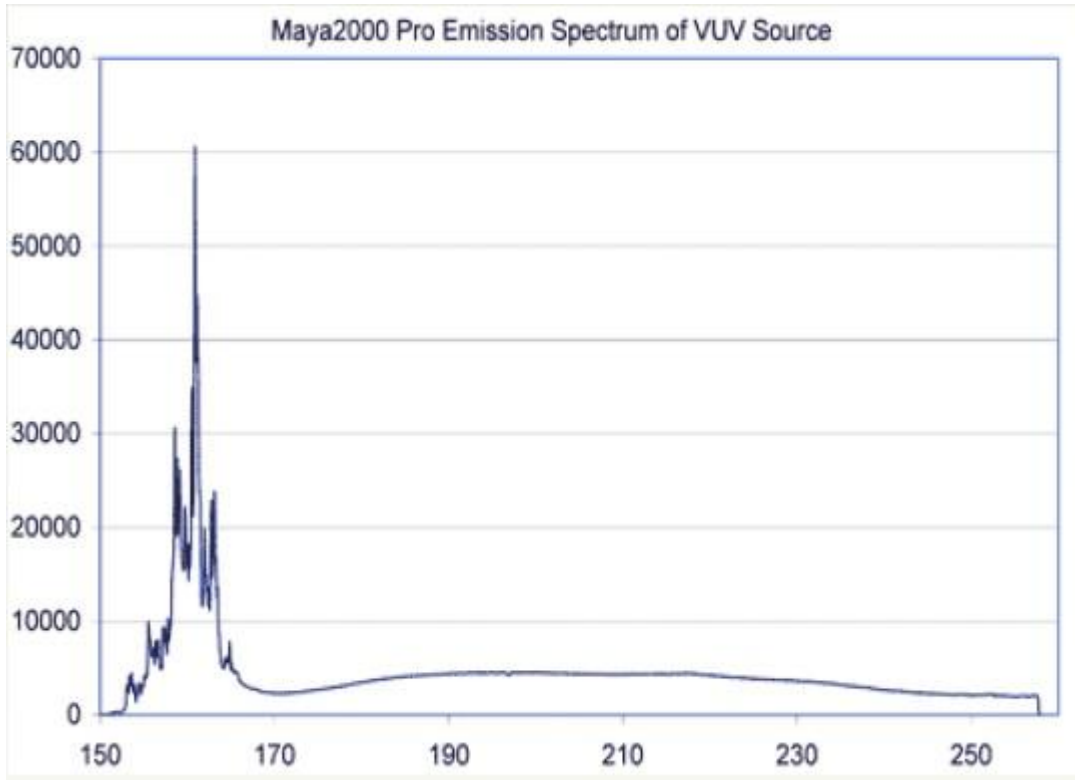


图 5 在另一不同的实验中得到的深紫外发射源的图谱，谱峰明显，信噪比性能优异，光学分辨率达到 0.1nm（FWHM）。

小结

具有超深紫外功能的 Maya2000 Pro 在实验中检测应用可低至 182.85nm，由于受光源所限，无法探寻更短波段的性能。根据测试系统的配置，该款光谱仪可应用于深紫外波段至 153nm 的实验。见图 5。

这一结果表明 Maya2000Pro 的经济实用的革新设计深紫外应用中具有极大优势。