



海洋光学 融入中国

# 等离子体光谱测量方案

Plasma Spectrum Measurement



光谱在线解决方案专家

[www.OceanOpticsChina.cn](http://www.OceanOpticsChina.cn)

# 等离子体光谱测量方案

## 什么是等离子体？

物质的基本组成是原子，原子=原子核+电子，当原子中的电子克服原子核的库仑力的束缚时，带正电荷的原子核与带等量负电荷的电子相互共存，宏观上整体呈现电中性。这种物质形态称之为等离子体。



## 产生等离子体的方法：

电能方法：强电场、微波、激光、宇宙射线等

动能方法：高能粒子轰击、加热等

## 等离子体的应用领域：



环境：土壤、微粒、沉积物  
材料分析：金属、矿渣、塑料、玻璃  
法医和生物医学：牙齿、骨头  
计量学：硅晶片、半导体材料  
生物学研究：植物、谷物  
国防和军事：爆破、生化武器  
艺术品修复和保存：颜料  
宝石学和冶金学：贵金属、宝石

目前海洋光学的等离子体检测方案已被国内多所院校广泛应用，我们致力于为该领域的客户群体提供最优质的服务及令客户满意的测试系统。

## 应用领域：

空气辉光放电等离子体检测  
电晕放电OH自由基等离子体检测  
大气污染检测  
合金组分检测(如钢铁成分分析、铁水在线检测)  
金薄膜加工微检测(薄膜沉积情况、等离子体刻蚀的终点检测等)

土壤中铝钙检测  
新鲜蔬菜中痕量污染物检测  
水溶液中钙的浓度检测  
煤粉组分检测  
宝石鉴定(参铍蓝宝石鉴别)

# 海洋光学光纤光谱仪及系统

光谱仪及系统	采样附件(可选)	参数介绍	说明
LIBS2500-7PLUS	分叉光纤: LIBS-BUN-7 采样准直透镜: LIBS-COLL, 74或84系列准直镜 分析软件: OOILIBSPLUS, SPECLINE-U/P	光谱范围: 200~980nm 分辨率: <0.1nm 采集时间: 可调, 最低1ms 内置: SLIT-5狭缝 灵敏度增强透镜 探测器紫外增强镀膜 OF1系列高通滤光片 (用于消二阶衍射)	LIBS2500-7PLUS标准型号为7通道光谱仪, 我们可根据用户要求调整通道数至1~8可选;  光谱范围拓宽至200-1100nm, 分辨率根据客户要求可调, 最高<0.03nm。
HR2000+	光纤: QP系列光纤 采样准直透镜: 74或84系列准直镜 应用及分析软件: SPECTRASUITE, OOILIB-SPLUS, SPECLINE-U/P	光谱范围: 200~1100nm或根据用户要求选配窄波段范围。 分辨率: 1nm 采集时间: 可调, 最低1ms 内置: SLIT-5/10狭缝 灵敏度增强透镜 探测器紫外增强镀膜 OF1系列高通滤光片	HR2000+有15款光栅及5um, 10um至200um宽度狭缝可选, 可根据用户要求针对单一窄波段范围配置;  另外如客户需要针对深紫外175nm-400nm波段做检测, 还可选配适合深紫外光谱检测的Maya2000Pro型光谱仪, 请与海洋光学专业团队联系, 为您提供最适合应用的方案。
PLASCALC-2000-UV-VIS-NIR 等离子体监控器	光纤: PFC-UV400-2-SR-ME 采样准直透镜: COL-UV-6, COL-UV-30 真空法兰: VFT-400-SR 分析软件: PLASCALC-SOFTWARE, SPECLINE-U/P	光谱范围: 200-1100nm 分辨率: 1nm	可根据客户需求选择适合的采样透镜及分析软件, 可通过多组模拟或数字I/O口精确控制工艺气体的流量, 从而对等离子体镀膜等工艺过程进行实时监控。
激光诱导等离子体光谱检测系统:			
LIBS-INSIGHT 元素分析仪	分析软件: addLIBS™	标准配置 光谱范围: 200-980nm 分辨率: <0.1nm 采集时间: 可调, 最低1ms	激光器波长(266nm/ 355nm/ 1064nm) 可选, 输出能量可选;  光谱仪通道数, 光谱范围, 分辨率可选。
LIBS2500PLUS 系统	分叉光纤: LIBS-BUN-7 采样准直透镜: LIBS-COLL, 74或84系列准直镜 激光器: LIBS-LASER系列, 图像采集模块, LIBS-IM-USB系列 样品室: LIBS-SC系列 软件: OOILIBSPLUS, SPECLINE-U/P 系统安装服务: LIBS-INSTALL-D国内, LIBS-INSTALL-I国际	标准配置 光谱范围: 200-980nm 分辨率: <0.1nm 采集时间: 可调, 最低1ms	激光器: LIBS-LASER-*(激光器输出波长266nm/ 355nm/ 532nm/ 1064nm型号可选, 输出能量50MJ/ 90MJ/ 200MJ 可选)  图像采集模块及样品室根据激光器型号选择相应配置。
LAMPS微波增强激光元素分析系统	分析软件: addLIBS™	光谱范围: 200-980nm(根据通道数可选) 分辨率: <0.1nm 采集时间: 1-2 ms 微波频率: 2.45 GHz 微波功率: 1 KW @ 2.5 ms	LAMPS由激光消融进样室, 微波增强模块和等离子体光谱分析仪构成。相比常规LIBS激光诱导等离子体击穿光谱技术, LAMPS系统具有更好的灵敏度和重现性。配备集成的实时摄像模块/电动样品位移平台, 可调节的充气阀(消除样品仓内空气干扰), 激光能量及光谱仪采样时间控制模块, 通过AddLIBS软件可实现快速准确的元素分析, 在土壤分析/地址勘探/循环回收等领域有着广泛应用。



# 等离子体光谱检测应用案例

## 古玩鉴定

### Case 1

在经济日渐繁荣的今天,古玩收藏已不再是文人雅士的专利,而逐渐成为人们经济生活的一部分。北京古玩城是亚洲最大的古玩交易中心,关海森先生是北京古玩城古玩珠宝检测修复中心的专家,最近他将海洋光学的LIBS激光诱导等离子体光谱分析仪引进到古玩鉴定中,以实现更快、更准地鉴定古玩的真伪。



图:关海森先生正在使用海洋光学光谱仪进行古玩鉴定

系统用极其微小的一束激光打在鉴定样品上,通过接收激发的等离子体实现对微量样品的光谱分析。该检测对样品的损伤是分子级别的(相对于把样品放到桌子上产生的损伤还小);同时,海洋光学的LIBS具有体积小、便于携带的优势。一直以来,中国的古玩鉴定一直依赖“白发”专家,海洋光学的LIBS系统将为古玩鉴定专家带来更高的准确性,使这个古老的行业焕发青春活力。

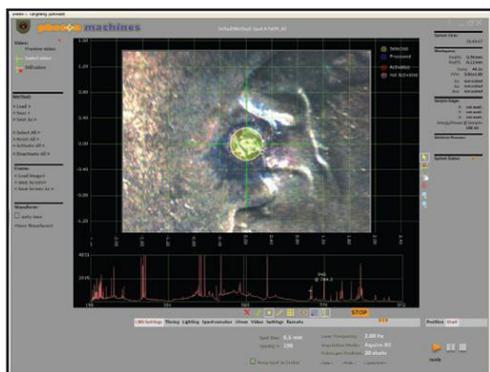


图:海洋光学等离子体Oview软件界面

## 薄膜加工微检测

### Case 2

薄膜材料微加工广泛应用于微电子和微机械设备上。激光加工薄膜具有优异性能,但目前对薄膜的加工过程缺少有效的控制方法,导致薄膜加工质量很不稳定。激光等离子体光谱(LIBS)作为一种新型、破坏性小、分辨率高的检测手段,可实现薄膜加工质量的实时控制。

海洋光学的客户使用LIBS2500+光谱仪进行脉冲激光金薄膜微加工过程中等离子体量与激发条件的关系研究,根据等离子体量可实现对微加工过程去除量的实时表征。

研究表明:检测到的等离子体光谱强度可以反映金薄膜去除量与加工条件间的定性关系。通过进一步将检测到LIBS光谱信号与薄膜去除量间的关系量化,可实现薄膜微加工过程的实时监控。

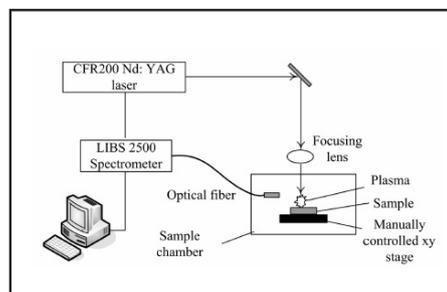
# 等离子体光谱检测应用案例

## 合金组分检测

### Case 3

钢铁冶金行业是我国国民经济的支柱性产业，快速、方便地进行合金组分的在线监测具有一定的必要性。LIBS作为一种新型、快速、有效的分析技术，无需样品预处理、对样品损伤小。在合金生产过程的在线实时分析和质量控制上具有应用潜力。

海洋光学提供了用于激光诱导击穿光谱的完整系统部件。沈阳自动化研究所采用海洋光学的LIBS2500PLUS系统进行合金组分检测研究（采用7通道光谱仪200~980nm测量范围），同时进行了LIBS用于合金定量分析的优化参数研究，在优化的实验参数条件下，进行了合金元素的定性半定量分析及铁水在线监测分析。海洋光学的微型光纤光谱仪对钢铁冶金过程中的定性半定量分析应用提供了参考依据。



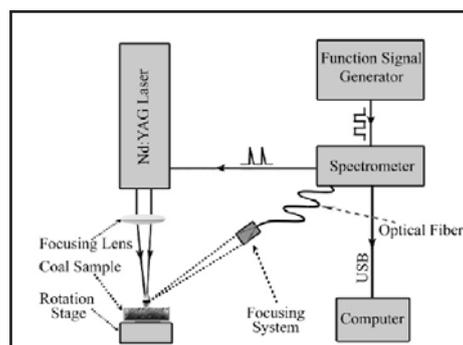
图：钢铁合金检测原理

## 煤粉检测

### Case 4

我国煤的储藏量居世界第三位，但人均储藏量却远远小于世界平均水平。煤的元素分析是评价煤质量的重要指标，对合理利用煤炭资源具有指导意义。传统的煤元素分析方法耗时长，无法实现实时的燃烧调整和优化操作。激光诱导击穿光谱技术（LIBS）作为一种快速成分分析手段，可实现燃煤的实时监测。

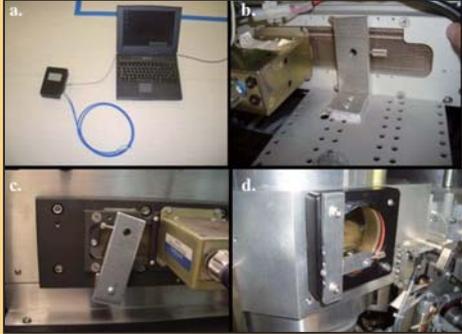
经简单的样品处理后，一束高强度的脉冲激光聚焦在样品表面产生等离子体，随着等离子体的冷却，处于激发态的原子发射出元素的特征光谱，采用海洋光学的7通道LIBS2500+光纤光谱仪进行光谱采集，即可实现煤粉中多种元素的同时探测。在定性分析的基础上，结合内标法原理，建立煤粉中待分析元素的内标曲线，实现煤粉中元素的定量分析。



图：煤粉检测原理

# 等离子体光谱检测应用案例

## Case 5

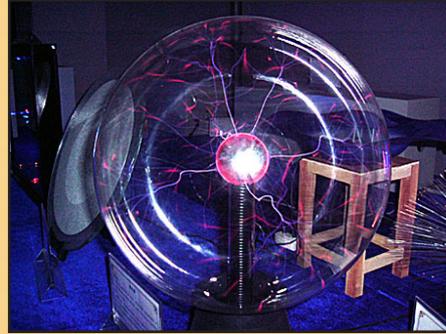


### 等离子体刻蚀的终点检测

等离子体刻蚀是半导体及微系统制造(SMFL)超大规模集成电路制造过程中的关键步骤。随着刻蚀器件集成密度及复杂度的不断增加,精确控制等离子体刻蚀过程是非常关键的。如果工艺控制不合理的话,出现刻蚀深度不够或者过度刻蚀,都会造成器件的损伤甚至失效。光学发射光谱法(OES)是目前使用最广泛的终点检测手段。

通过检测等离子体刻蚀过程中某种反应性化学基团或者挥发性基团所发射波长的光强的变化,可实现对刻蚀终点的控制。通过在LAM 490 Plasma Etch、LAM 4600 Metal Etch、Drytek Quad RIE三种不同的成套工具上进行等离子体刻蚀光谱特性研究,证实海洋光学的光谱仪可以应用于SMFL加工中任意等离子体刻蚀工具的终点探测,达到很好的等离子体刻蚀工艺控制,提高了刻蚀器件的产品合格率。

## Case 6



### 大气压辉光放电等离子体特性研究

大气压辉光放电(APGD)因其均匀性好、能量效率高且无需在真空环境下,因此在薄膜沉积、材料表面改善、污染物质的消毒去污等方面具有应用前景,受到国内学者的广泛关注。但关于APGD等离子体参数有效的诊断手段仍在探索中。描述等离子体特性的常用参数是电子密度和电子温度,但对于这两个参数的诊断都很难,为了便于实际应用,必须找到一种间接控制APGD等离子体的测试手段。

等离子体具有光辐射特性,因此可以利用APGD等离子体的光辐射特性来探讨其特性。厦门大学采用海洋光学的HR2000+光纤光谱仪进行APGD等离子体的研究,研究表明:APGD等离子体光辐射强度与被加载的功率成线性关系。光谱法检测等离子体为有效利用APGD等离子体提供一种简便的途径。



海洋光学亚洲分部  
中国上海市长宁区  
古北路666号嘉麒大厦601室  
+86 400-62326-90  
+86 21-62956708(FAX)  
AsiaSales@OceanOptics.com

海洋光学北京办事处  
中国北京市朝阳区  
朝外大街甲6号万通中心4A-07  
+86 10-59071552/59071553  
+86 10-59071553(FAX)