

# 光学镀膜技术与检测

邢政



中科院苏州纳米所 (筹)

[www.sinano.ac.cn](http://www.sinano.ac.cn)

# 目录

- 光学薄膜及其应用
- 光学镀膜机配置
- 工艺影响因素
- 光谱测量



# 光学薄膜及其应用

- 光学薄膜是指在元件上镀上一层或多层薄膜来改变光的传播特性，其基本上是借由干涉作用来实现效果的。



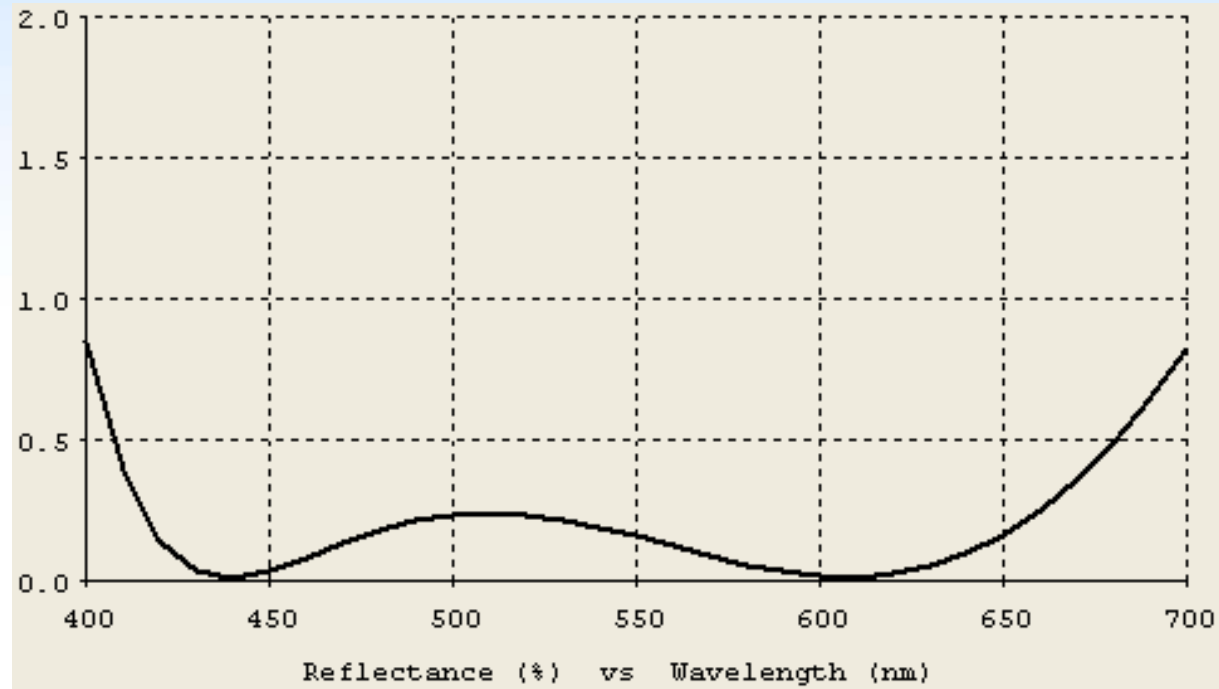
# 光学薄膜及其应用

- 减反膜
- 高反膜
- 能量分光膜
- 光谱分光膜
- 带通滤光片



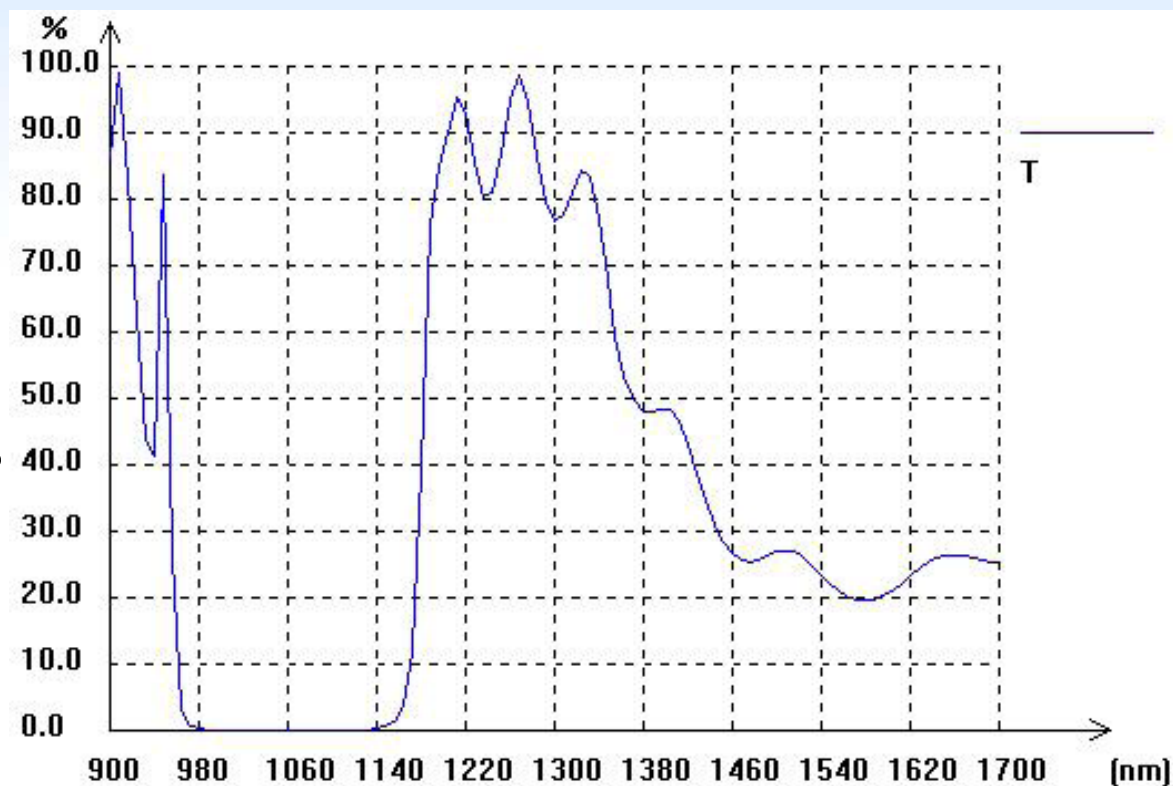
# 減反膜

- 可以減少元件表面的反射率而提高其透射率。日常生活中的眼鏡普遍都鍍有減反射膜。



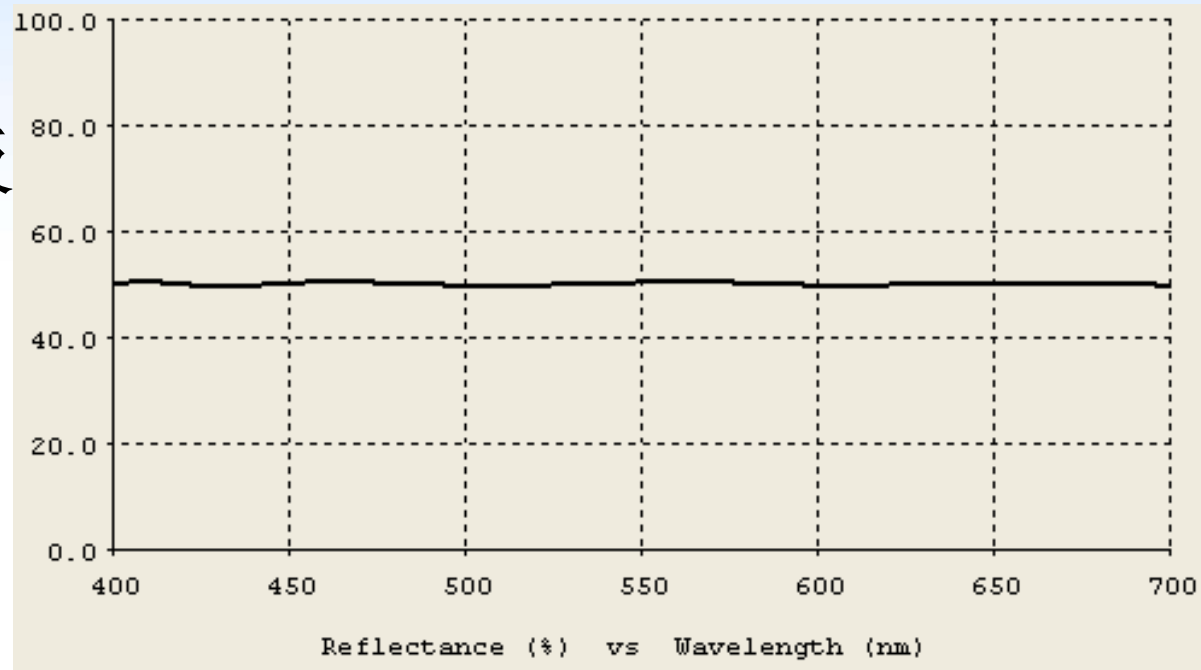
# 高反膜

- 能将绝大多数入射光能量反射回去，在激光器的制造和激光应用中都是必不可少的。



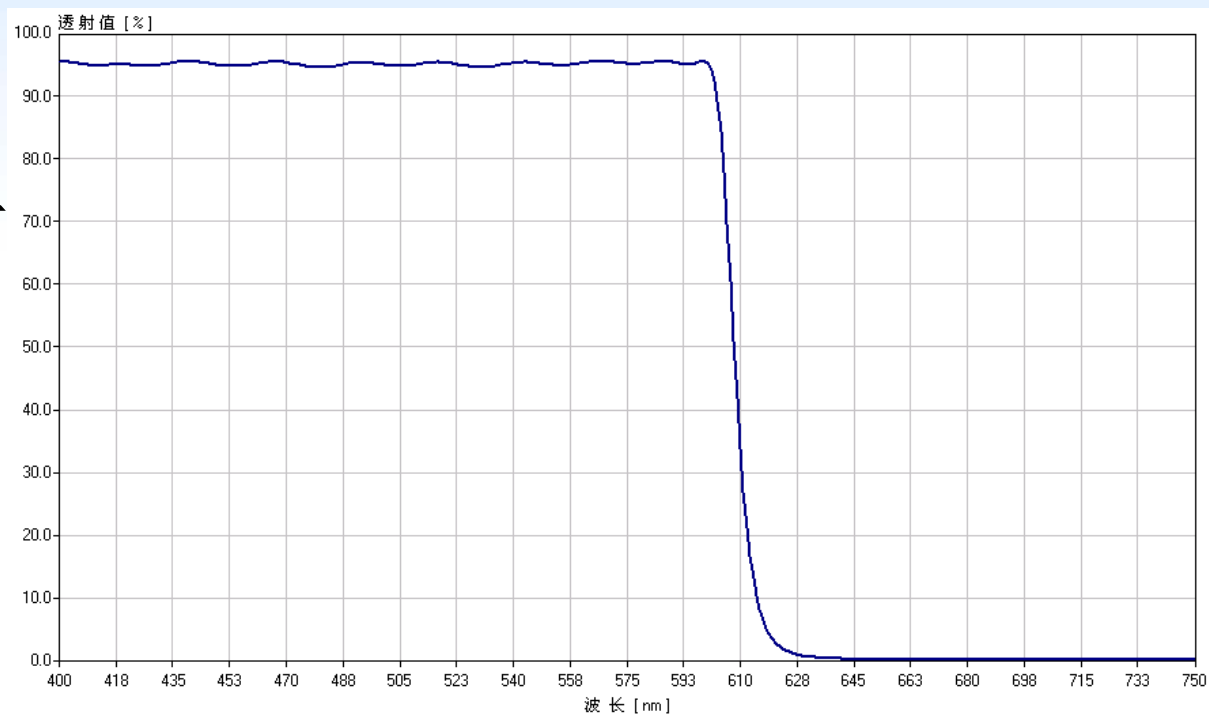
# 能量分光膜

- 可将入射光能量的一部分透射, 另一部分反射分成两束光, 最常用的是T:R=50:50的分光膜。



# 光谱分光膜

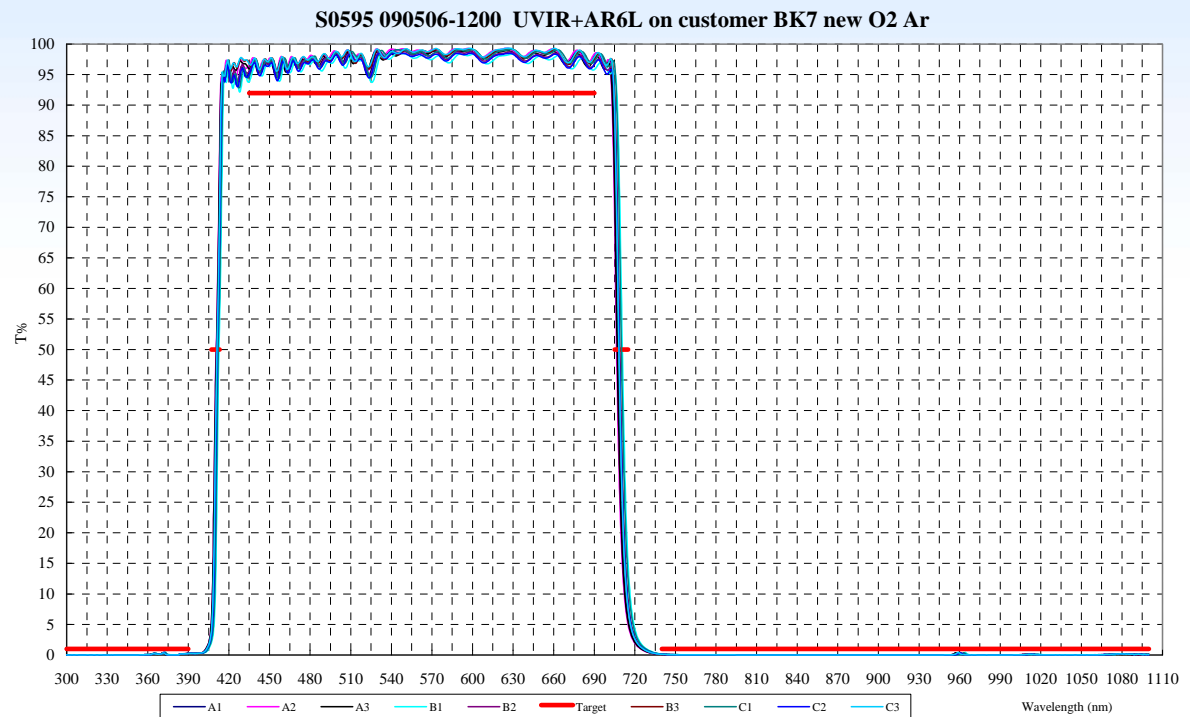
- 可将入射光中一部分光谱的能量透射, 另一部分光谱的能量反射。





# 带通滤光片

- 只允许一个波段的光透过，其余波段的光不允许通过，例如在数码投影仪上的应用



# 光学镀膜机（OTFC-900）

- 真空系统
- 电子枪与离子源
- 膜厚监控系统



中科院苏州纳米所（筹）

[www.sinano.ac.cn](http://www.sinano.ac.cn)

# 真空腔室内部图

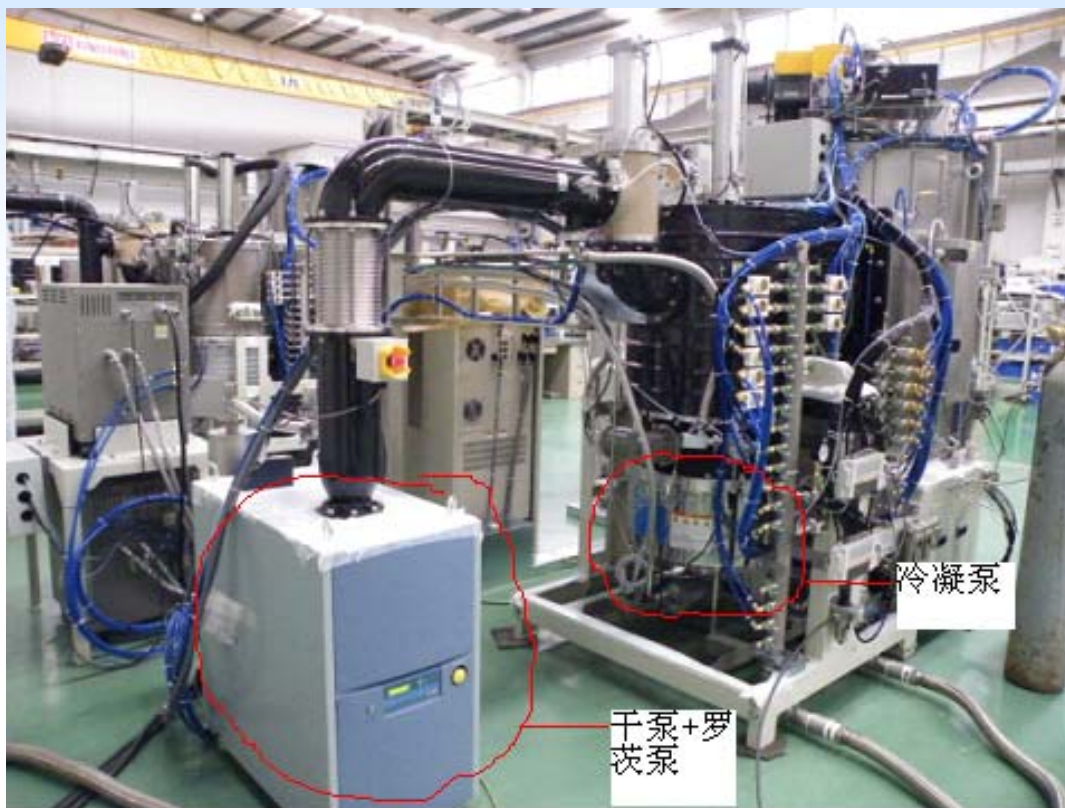


中科院苏州纳米所 (筹)

[www.sinano.ac.cn](http://www.sinano.ac.cn)

# 真空系统

- 干泵+罗茨泵
- 冷凝泵
- 抽气至 $8.0E-4Pa$   
大约6分钟





# 电子束加热蒸发

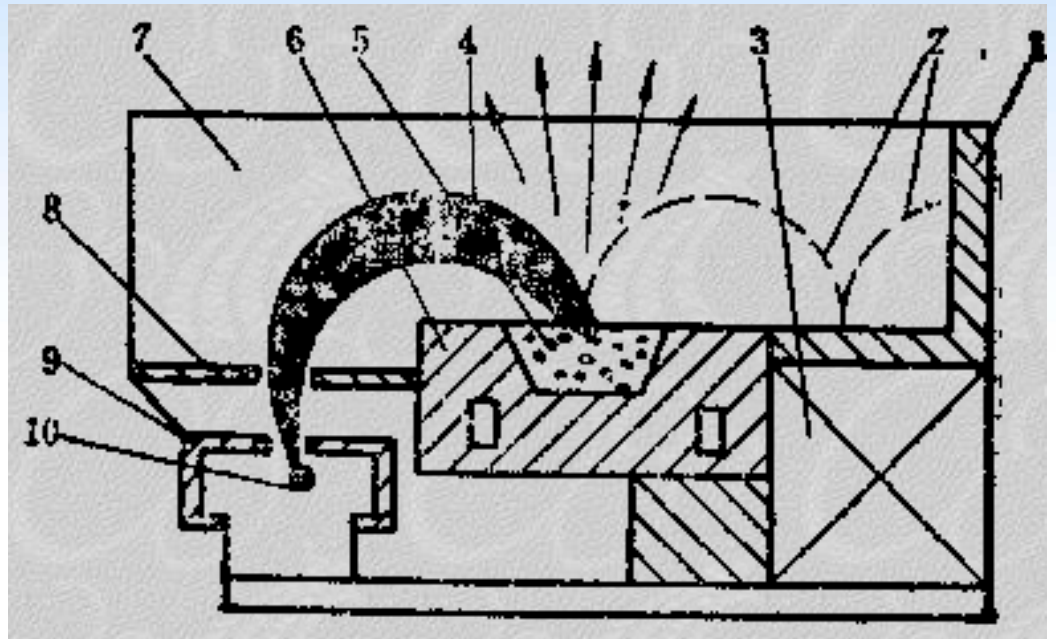
- 原理：在高真空的环境下，由电子枪发出的高能电子，会聚在膜料上，轰击膜料表面使动能变为热能,对其加温，使其熔化或升华



# 270° e型电子枪结构

优点:

- 能够有效的抑制二次电子\*
- 可方便的调节焦斑的位置和大小
- 采用内藏式阴极, 避免了灯丝污染



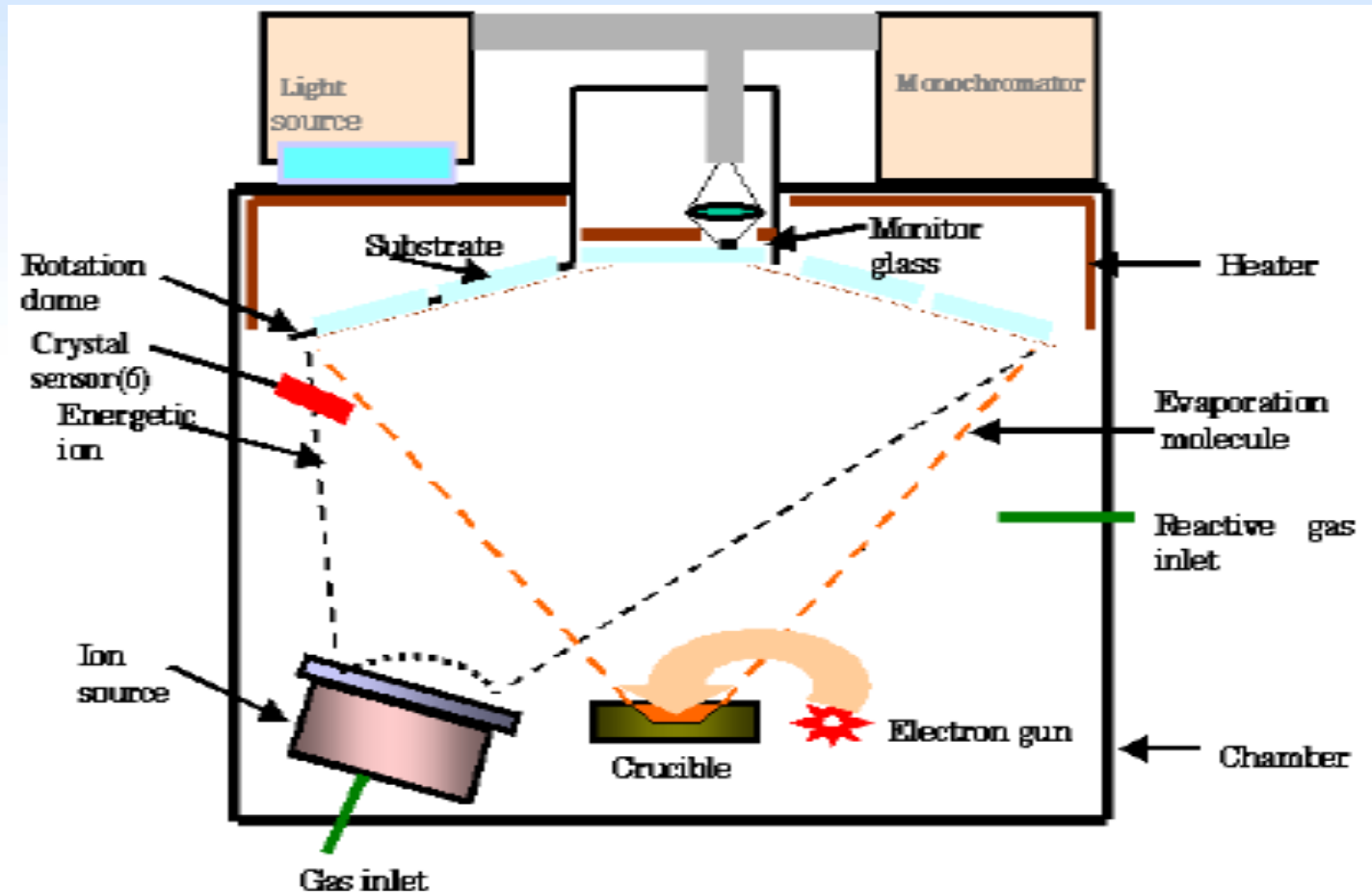
\* :二次电子的影响: 使膜层结构粗糙, 散射增加



中科院苏州纳米所(筹)

[www.sinano.ac.cn](http://www.sinano.ac.cn)

# 离子辅助成膜工艺示意图



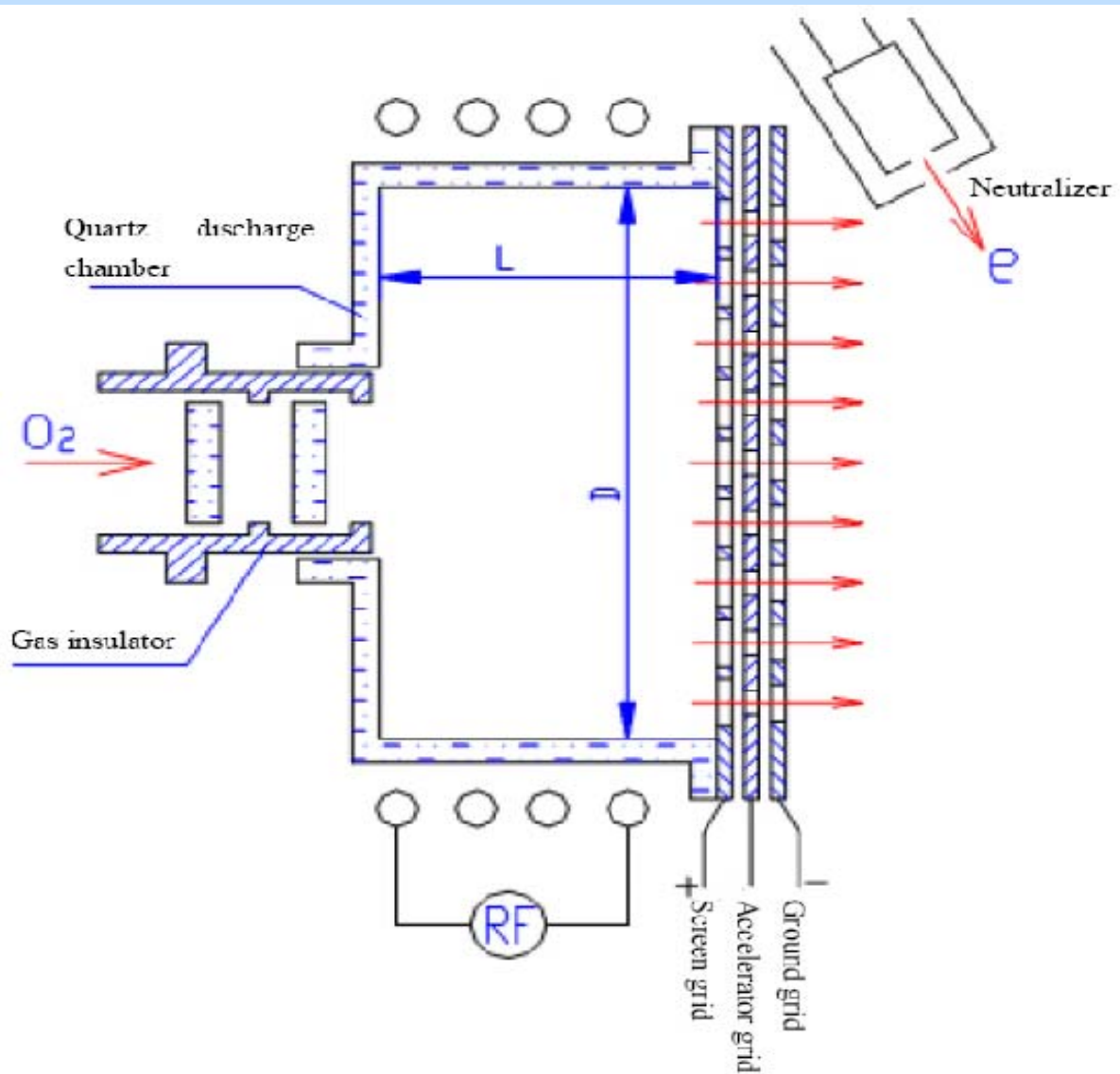
# 离子源辅助沉积（IAD）的作用

- 填充密度提高：折射率提高
- 波长漂移减少；
- 增强了膜层的结合力、耐摩擦能力、机械强度、提高表面光洁度；
- 减少膜层的吸收和散射；





# RF离子源

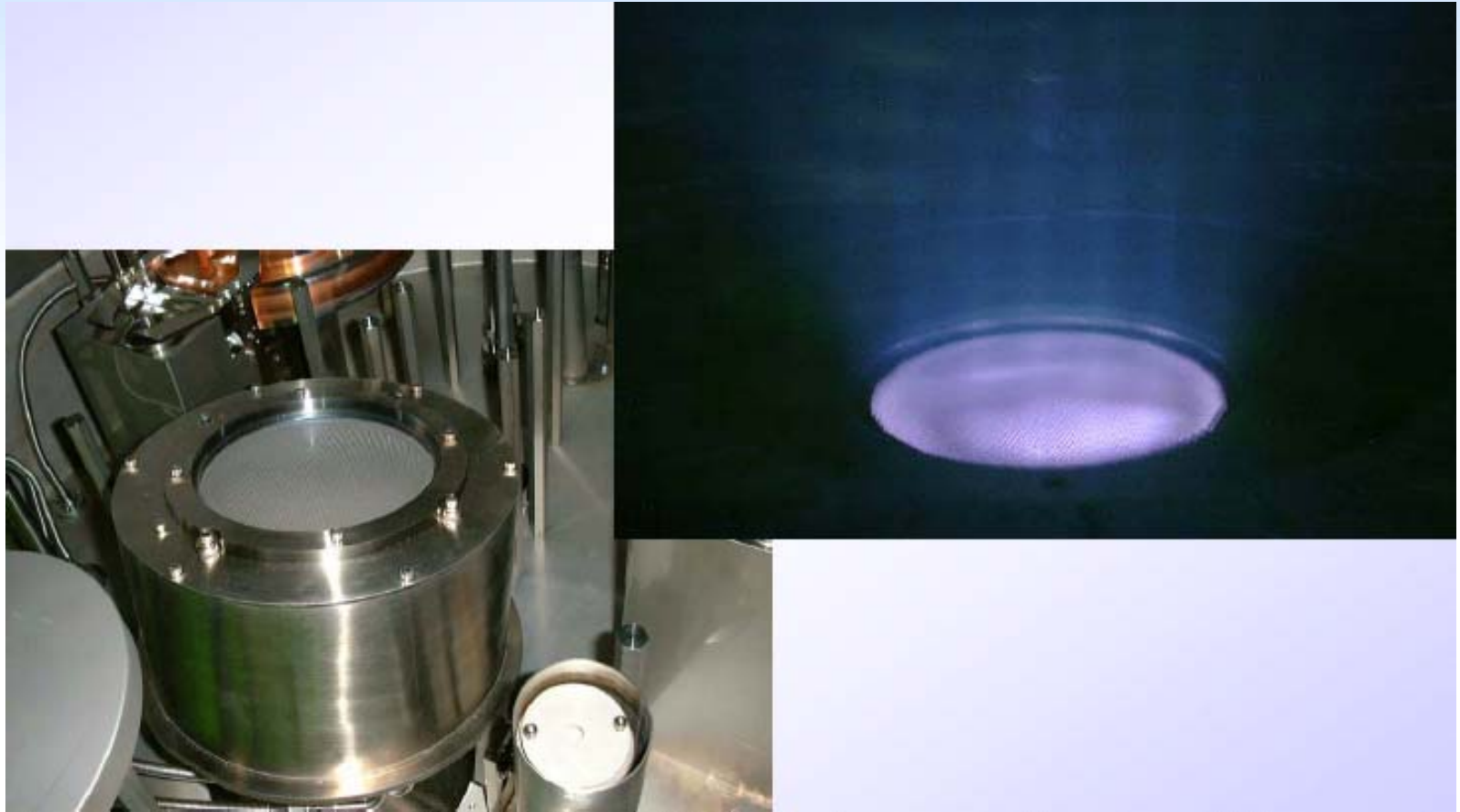


# RF离子源系统组成

- 射频离子源
- 中和器
- 离子源电源系统
- 工作气体导入系统和流量控制仪



# 离子源图片



# RF离子源性能

- 栅网尺寸：10cm
- 最大射频功率：600W（13.56MHz）
- 束电压：100V~1500V
- 最大束电流：500mA
- 离子流密度分布：±10%以内
- 加速电压：100V~1000V
- 最大中和电流：1500mA



# 膜厚监控系统

- 几何厚度：膜层的物理厚度或实际厚度
- 光学厚度：几何厚度与膜层折射率的乘积



# 石英晶体监控系统 (XTC-3)

- 利用石英晶体振荡频率的变化进行测量，可监控蒸发速率
- 6片旋转式水晶膜厚传感器

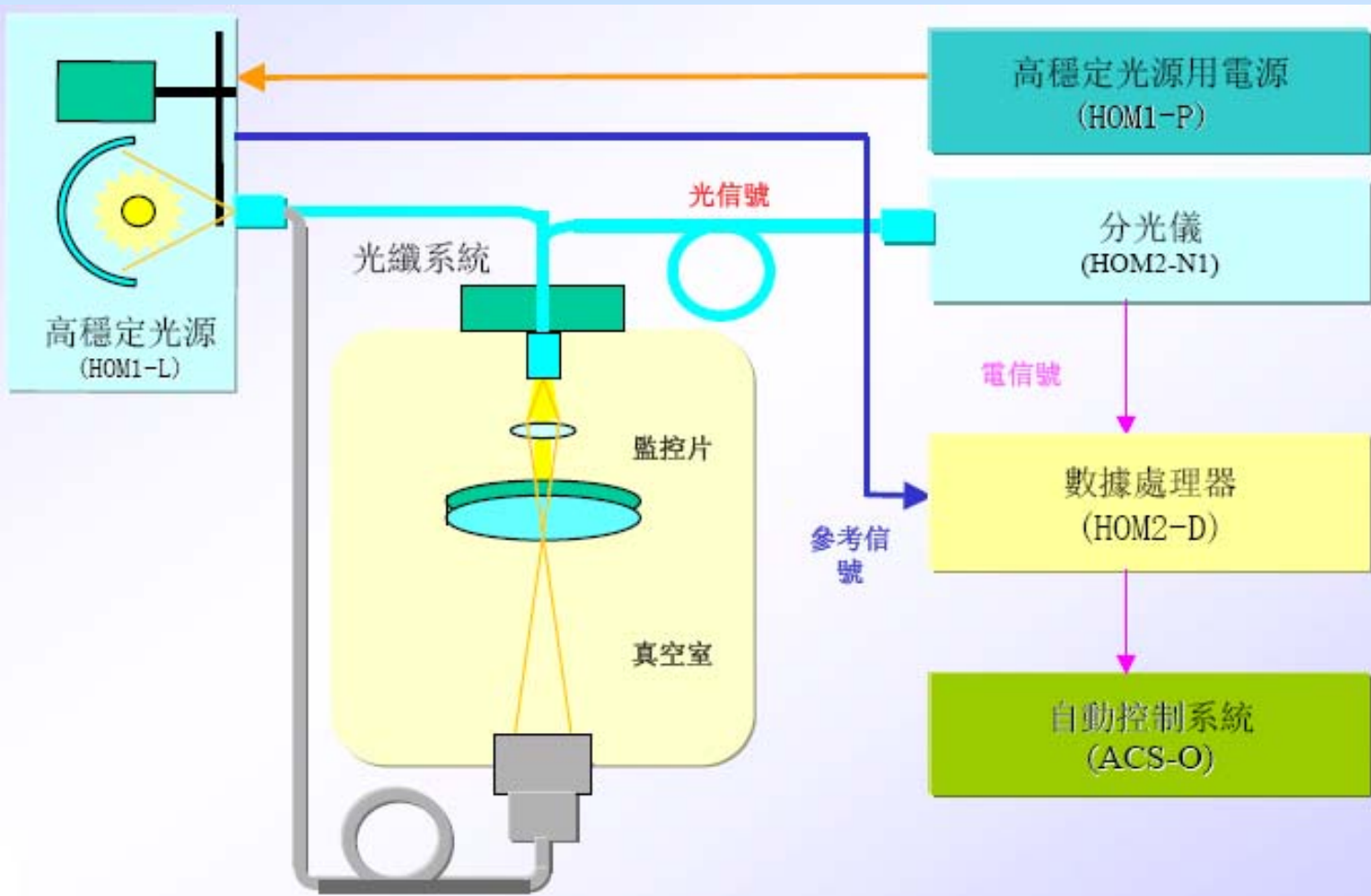


# XTC-3晶控性能

- 膜厚精度：0.5%
- 膜厚表示分辨率：0.1nm
- 速率表示分辨率：0.01nm/s



# 光学膜厚监控系统





# 光学膜厚监控系统

- 根据薄膜的反射光强度随着薄膜的厚度而变化进行监控。



# 多点反射式监控片



中科院苏州纳米所 (筹)

[www.sinano.ac.cn](http://www.sinano.ac.cn)

# 光学膜厚监控系统性能

- 波长范围：350~1100nm
- 波长精度： $< \pm 1\text{nm}$
- 波长重复性： $\pm 0.25\text{ nm}$
- 稳定性： $< \pm 0.1\%/h$ （点灯60分钟后,环境温度稳定，波长500nm）



# 光控与晶控比较

信号呈线性变化，易于监控沉积速率	信号呈正弦变化，难于监控沉积速率
监控系统简单，易安装，成本低	控制系统复杂，成本高
没有误差补偿机理	膜厚误差有自动补偿机理
不能实时反映膜厚的光学特性	能反映反射率、透射率等光学信息
对超多层，特别是较厚膜层困难	易于监控多层膜



# 工艺影响因素

- 温度：基板温度越高，蒸汽分子越容易在基板表面迁移，增大膜层的聚集密度；吸附在基板表面的残余气体分子减少，从而增加了淀积分子在基板上的附着着力。



# 工艺影响因素

- 沉积速率：视不同材料而定，蒸发速率较低时，吸附原子在其平均停留时间内能充分进行表面迁移，凝结只能在大的凝结体上进行，反蒸发严重，所以膜层结构松散。反之，淀积速率提高，结构较紧密，但由于缺陷增多而使内应力增大。

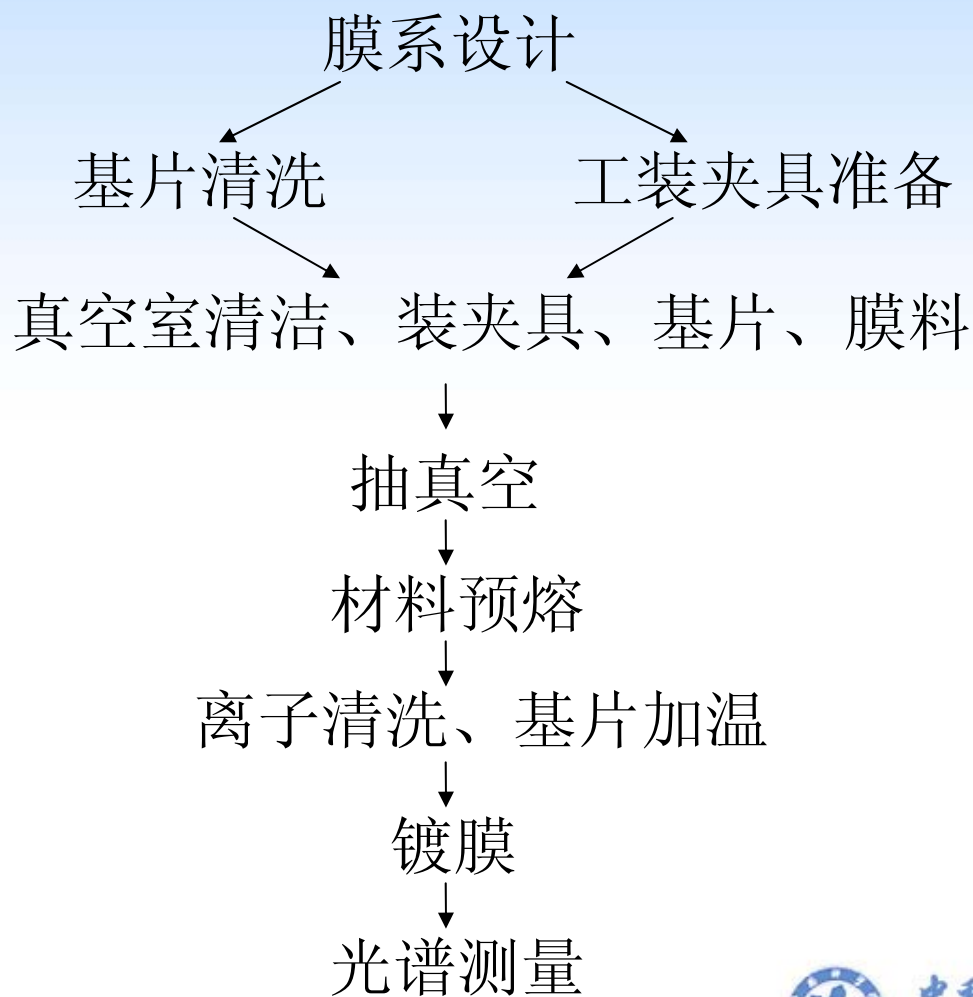


# 工艺影响因素

- 真空度：减少气体分子间碰撞，造成能量损失；抑制蒸发分子与残余气体之间的反应。



# 工艺流程





# 镀膜材料

$\text{TiO}_2$	$\text{SiO}_2$	$\text{ZnS}$	$\text{MgF}_2$
$\text{Ta}_2\text{O}_5$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{ZrO}_2$	



# 注意事项

- 开机前注意水电气是否正常
- 光控系统光源开启后需稳定60min
- 镀膜前检查光控片、晶控片寿命
- 开真空室对内部进行操作时，如加料、清洁，需盖上离子源的防护板，防止离子源栅网损坏



# 操作规程

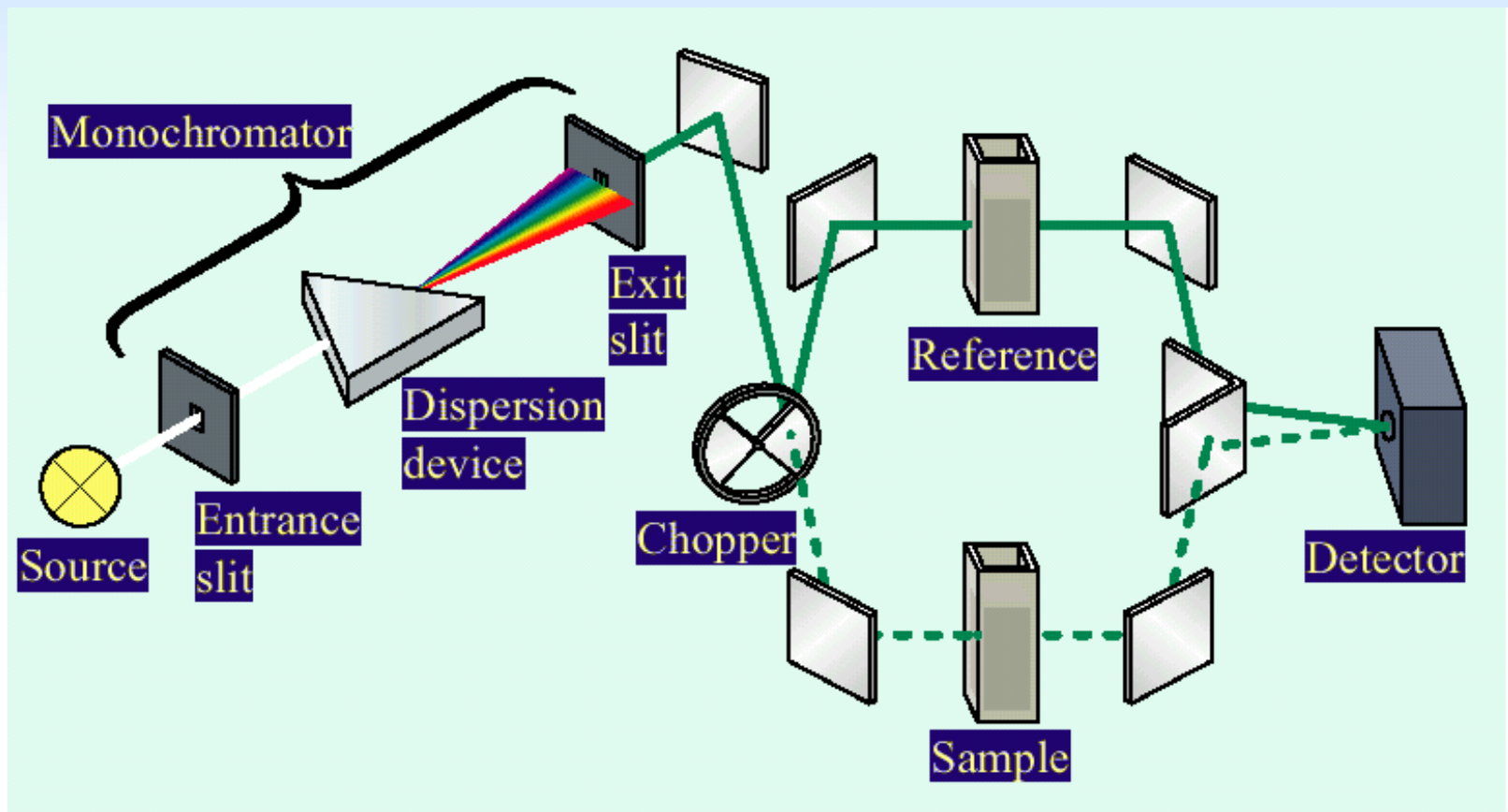
- 开机前检查水电气处于正常状态
- 打开总电源
- 打开UPS电源
- 运行电脑主程序，进入“Pump down/Auto stop”界面，设定开机时间，并点击“pump down”，自动进行冷泵再生过程
- 清理真空室，补充镀膜材料，放入样品
- 关闭真空腔门，运行“CHAMBER EXHAUST”抽真空
- 打开ACS软件，在“Melting”中选择熔源程序，在“Process”中选择蒸发程序，确认无误后点击“Start”，自动运行熔料、蒸镀过程
- 镀膜结束后，运行“CHAMBER VENT”，向真空室充气



# 光谱测量-Lambda750



# 双光路系统



# Lambda750性能

- 光谱范围：190-3300nm
- URA通用反射附件：可进行 $8^{\circ}$  - $68^{\circ}$  反射测量
- 偏振光测量：300-2600nm
- 波长精度： $\pm 0.1\text{nm}$
- 波长重复性： $< 0.06\text{nm}$
- 样品尺寸：反射 $12\text{mm} \times 6\text{mm}$ ，透射 $25\text{mm} \times 10\text{mm}$



# 注意事项

- 开机后需等待光度计各部件初始化，然后进行相关操作
- 测量时不要使仪器产生振动，影响测量精度
- 测量过程中不要打开样品仓
- 在更换反射、透射附件时必须关闭总电源并拔掉电源线



# 操作规程

- 打开总电源，等待设备初始化
- 打开“PerkinElmer UV WinLab”软件
- 新建“Methods”，设置测量范围
- 点击“Autozero”进行校准
- 放入待测样品，点击“start”，进行测量
- 测量结束后，关闭软件、分光光度计电源





- 上机培训价格2000元/人（暂定）

