

岛津 SolidSpec-3700 测定镀膜材料光学参数

UV-059

摘要： 本文利用岛津 SolidSpec-3700 紫外可见分光光度计和可变角度绝对反射附件对镀膜材料反射谱进行了测定，并根据膜层设计理论，模拟求出镀膜材料的光学参数，对设计相应膜系具有重要意义。

关键词： 半导体 激光器 绝对反射 反射谱 光学参数

半导体激光器腔面镀膜实质上需要研究薄膜材料的研究、薄膜的制备和薄膜的检测三个方面，而薄膜的厚度和光学参数在很大程度上决定了薄膜的力学性能，电磁性能，光电性能和光学性能等。因此，准确地测量薄膜的厚度和光学常数在薄膜的制备和应用中起着关键的作用。而一般要测定薄膜的厚度和光学常数，需要制备

单层薄膜，之后通过测定其厚度和反射谱，得出其光学参数。本文使用岛津 SolidSpec-3700 紫外可见分光光度计和可变角度绝对反射附件测试镀膜材料的反射率，模拟求出镀膜材料的光学参数，利用此光学参数可以设计相应膜系，对实际生产具有重要的指导意义。

原理

单层介质膜的折射率为 n_1 ，膜的几何厚度为 d_1 ，基片玻璃的折射率为 n_2 ，入射介质的折射率为 n_0 ，入射光波是平面光波，入射角为 θ_0 。众所周知，一层膜的两个界面可以用一个界面来等效，单层膜的反射率 R 为单层膜的反射率 R 为

$$R = \frac{(n_0 - n_2)^2 \cos^2 \delta_1 + \left(\frac{n_0 n_2}{n_1} - n_1\right)^2 \sin^2 \delta_1}{(n_0 + n_2)^2 \cos^2 \delta_1 + \left(\frac{n_0 n_2}{n_1} + n_1\right)^2 \sin^2 \delta_1}$$

其中 δ_1 为在折射率为 n_1 的薄膜中的位相厚度，在光束垂直入射薄膜表面的情况下， $\delta_1 = \frac{2\pi}{\lambda} n_1 d_1$ 。根据 K-K 转换理论，薄膜的光学参数和其厚度、反射谱的关系如下：

$$n(\lambda) = \frac{1 - R(\lambda)}{1 + R(\lambda) - 2\sqrt{R(\lambda)} \cos \theta(\lambda)}$$

$$k(\lambda) = \frac{-2\sqrt{R(\lambda)} \sin \theta(\lambda)}{1 + R(\lambda) - 2\sqrt{R(\lambda)} \cos \theta(\lambda)}$$

其中 $\theta(\lambda) = \frac{2\lambda_m}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\ln \sqrt{R(\lambda)} d\lambda}{\lambda^2 - \lambda_m^2}$ 由于是一个 $0 \sim \infty$ 的积分，但实际不可能得到 $0 \sim \infty$ 的反射谱，因此只有当

反射谱足够宽时，才不至于引起太大的误差。

■ 实验条件

2.1 实验仪器

仪器：岛津 SolidSpec-3700 紫外可见近红外分光光度计

附件：可变角度绝对反射附件软件：

UVProbe 软件

2.2 测试条件

狭缝宽度：8nm

扫描范围：240~2000nm

■ 实验部分

3.1 镀膜材料反射谱测量

通过测定某种镀膜材料在一个比较宽的光谱范围内的反射谱，再测定该层镀膜材料的几何厚度，就可以通过理论模拟得出该材料的折射率 n 和消光系数 k ，下图为使用可变角度绝对反射附件测定 5° 入射角时的反射谱作为材料的反射谱，测试范围为 240~2000nm；

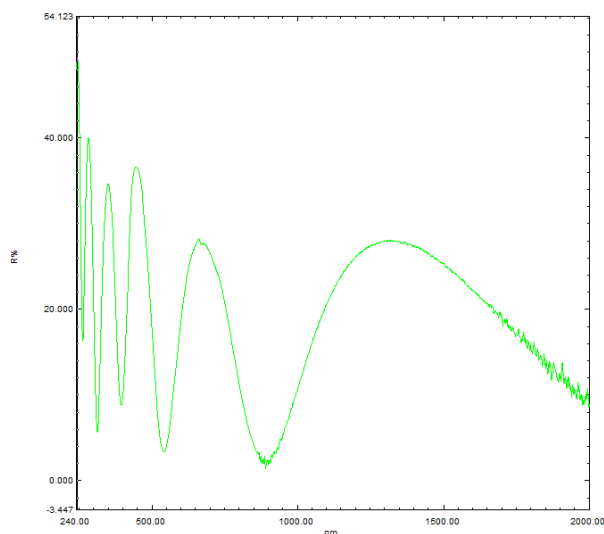


图 1 镀膜材料反射率谱图

其厚度由 SEM 测定给出：

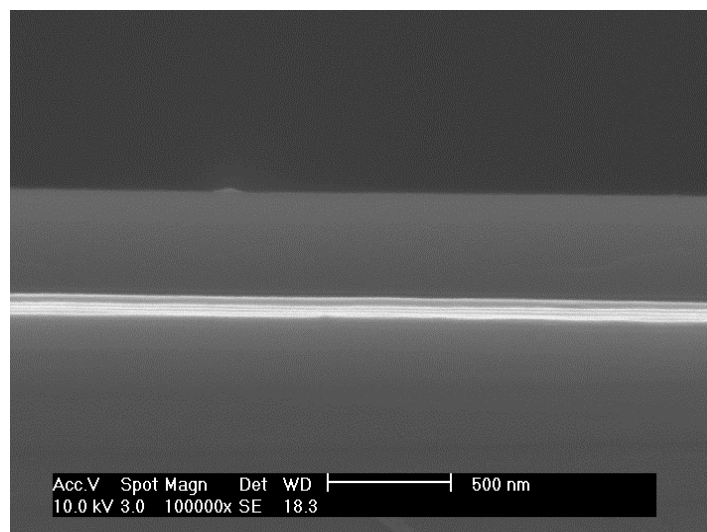


图 2 SEM 测试的膜厚

3.2 模拟结果

根据公式可模拟求出该镀膜材料的光学参数：

表 1 镀膜材料的模拟光学参数

λ (nm)	240	280	350	450	670	1300
n	1.69	1.64	1.62	1.58	1.58	1.55
k	0.01	0.01	0.013	0.015	0.02	0.01

3.3 讨论

根据模拟求出的材料光学参数，利用软件模拟该厚度镀膜材料的反射谱为：

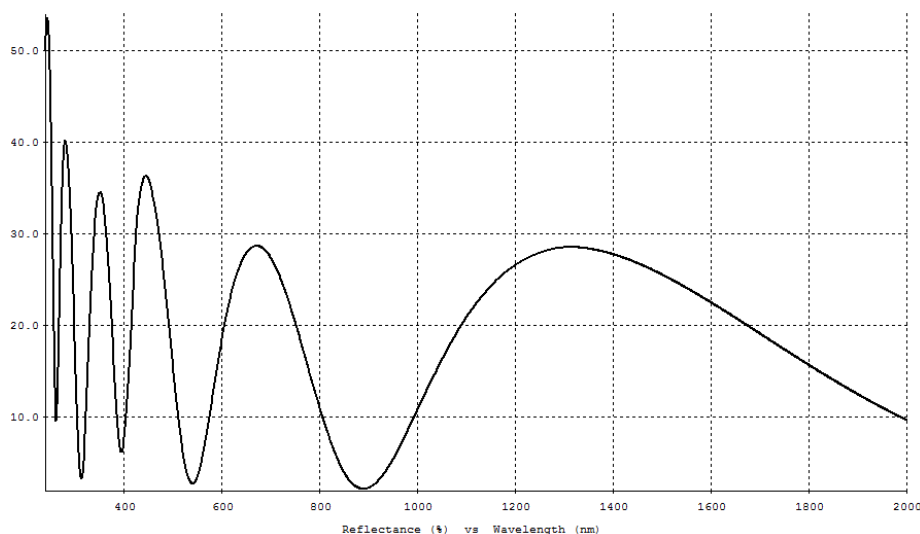


图 3 镀膜材料的模拟反射率谱图

该图与使用岛津 SolidSpec-3700 紫外可见近红外分光光度计测定的反射谱基本相同，说明模拟得出了该材料的光学参数。

■ 结论

使用岛津 SolidSpec-3700 紫外可见近红外分光光度计和可变角度绝对反射附件可以模拟求出镀膜材料的光学参数，利用此光学参数可以设计相应膜系，对实际生产具有重要的指导意义。