

使用 LabSolutions™ UV-Vis 测定膜厚 – 使用干涉条纹法计算膜厚 –

有不种测定方法和装置可以测定膜厚，使用紫外可见分光光度计可以在不接触、不破坏样品的情况下简单地进行测定。本次对使用紫外可见分光光度计可以测试的紫外可见波长范围的膜厚进行了研究

H. Abo

■ 膜厚的计算

使用分光光度计测定固定厚度的膜厚时，膜的正面和背面反射的光相互干涉，从而产生波浪形的干涉光谱。根据该干涉光谱可以计算膜厚。紫外 / 可见分光光度计控制软件 LabSolutions™ UV-Vis 的膜厚计算软件（可选）提供了一种用于根据干涉条纹峰波长（或者谷波长）计算膜厚的方法（干涉间隔法）。

通过干涉条纹法峰波长（或者谷波长）计算膜厚的公式如图 1 所示。如公式所示，计算膜厚需要膜的折射率。根据干涉光谱的波长范围内的峰和谷的数量计算求得膜厚。

$$d = \frac{\Delta m}{2\sqrt{n^2 - \sin^2\theta}} \times \frac{1}{\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}}$$

- n: 膜的折射率, θ: 入射到样品的入射角
- d: 膜的厚度, Δm: 计算波长范围之间的峰的数量
- λ₁: 长波长处峰 / 谷波长
- λ₂: 短波长处峰 / 谷波长

图 1 干涉条纹法膜厚计算公式

■ 膜厚测定

使用图 2 的紫外可见分光光度计 UV-1900i、镜面反射测定装置（入射角 5°）、膜厚计算软件进行了膜厚的测定。测定条件如表 1 所示。

图 3 表示进行膜厚计算的软件设定画面。作为评价功能之一，可以计算膜厚。



图 2 UV-1900i

表 1 测定条件

使用装置	: UV-1900i
使用软件	: LabSolutions UV-Vis
测量波长范围	: 190 ~ 900 nm
扫描速度	: 中速
采样间隔	: 0.5 nm
狭缝宽度	: 1 nm (固定)

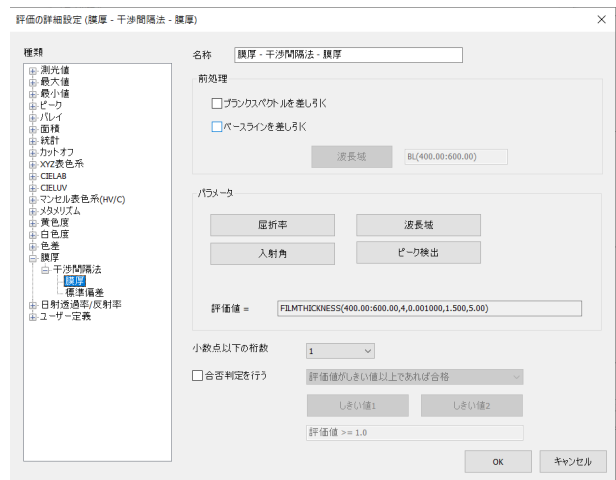


图 3 膜厚计算软件设定画面

可以测定的较薄的膜厚

首先,为了确认较薄的膜可以测定到怎样的程度,进行了厚度不同的硅晶片上的光致抗蚀剂膜的测定。准备了约 3.0 μm、1.1 μm、0.4 μm 三种厚度的膜。

通过测定得到的光谱图如图 4~6 所示。随着膜的厚度变薄,波(干涉条纹)的数量减少。可知图 6 所示的 0.4 μm 的膜的波数为 3。基于此,可以认为膜厚可以测定的限制为 0.4 μm 左右。从理论上讲,峰和谷可以一个一个计算,但无法确认该峰和谷是否是由于干扰引起的,因此建议使用多个波进行计算。图 7 示出了抗蚀剂膜的膜厚计算结果。另外,在进行该抗蚀剂膜的膜厚计算时,将折射率设定为 1.65 进行了计算。

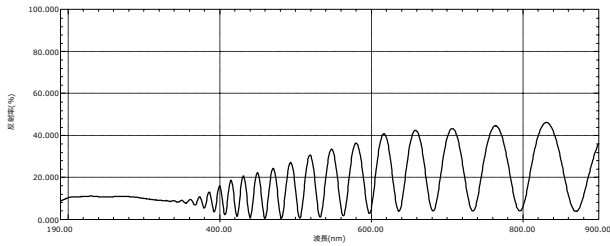


图 4 3.0 μm 的抗蚀剂膜的光谱

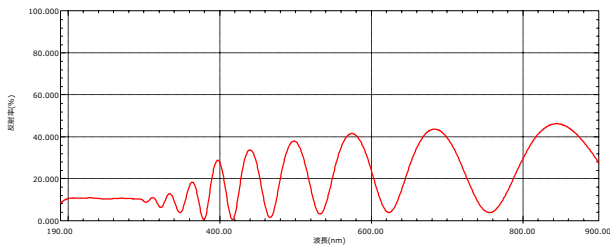


图 5 1.1 μm 的抗蚀剂膜的光谱

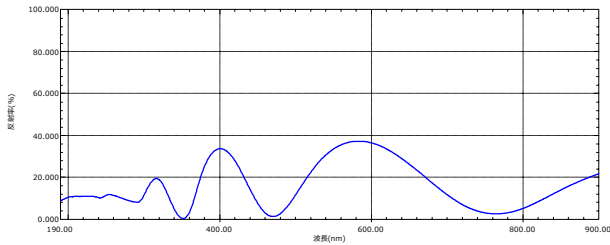


图 6 0.4 μm 的抗蚀剂膜的光谱

評価テーブル				
評価ファイル EvaluationResult.vsed				
	凡例	種類	サンプル名	膜厚 - 干渉間隔法 - 膜厚 評価値
1	<input checked="" type="checkbox"/>	■	SMP	3.01
2	<input checked="" type="checkbox"/>	■	SMP	1.12
3	<input checked="" type="checkbox"/>	■	SMP	0.37

图 7 膜厚计算结果

可以测定的较厚的膜厚

接着讨论了可以测定多厚的样品。准备了约 10 μm、40 μm、100 μm 三种厚度的膜。通过测定得到的光谱图如图 8~10 所示。随着膜的厚度变厚,波(干涉条纹)的数量增加。

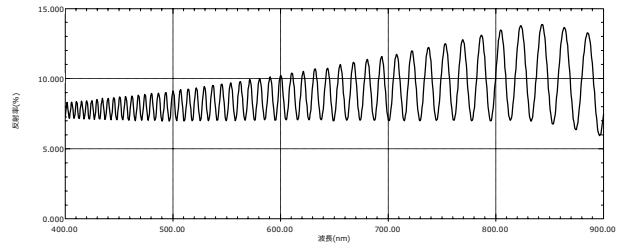


图 8 10 μm 的薄膜的光谱

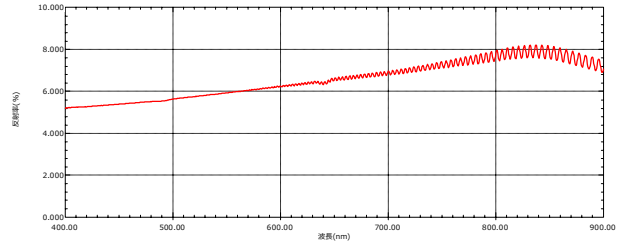


图 9 40 μm 的薄膜的光谱

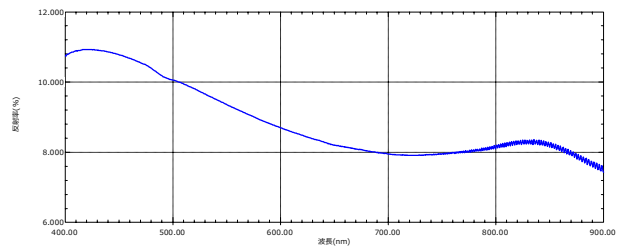


图 10 100 μm 的薄膜的光谱

图 11 显示了薄膜的膜厚计算结果。计算值显示到 40 μm,在 100 μm 时,显示错误“E28”。采样间隔较宽,波(干涉条纹)间隔即使很窄也无法检测到峰值。

因此,将采样间距设定为 0.1 nm,再次测定光谱并进行了计算。计算结果如图 12 所示。得到了 110 μm 的结果。

評価テーブル				
評価ファイル EvaluationResult.vsed				
	凡例	種類	サンプル名	膜厚 - 干渉間隔法 - 膜厚 評価値
1	<input checked="" type="checkbox"/>	■	SMP	11.79
2	<input checked="" type="checkbox"/>	■	SMP	42.88
3	<input checked="" type="checkbox"/>	■	SMP	E28

图 11 膜厚计算结果

評価テーブル				
評価ファイル EvaluationResult.vsed				
	凡例	種類	サンプル名	膜厚 - 干渉間隔法 - 膜厚 評価値
1	<input checked="" type="checkbox"/>	■	SMP	110.03

图 12 膜厚计算结果(采样间距 0.1 nm)

总结

本次,使用 LabSolutions UV-Vis 软件的膜厚计算测定了不同厚度的膜厚,条件是有干涉条纹出现,使用紫外可见分光光度计进行膜厚测定时,可以测定约 0.4 μm 至 100 μm 的膜厚。需要注意的是,如果膜厚较厚,采样间隔不够小的话膜厚就可能无法计算。

LabSolutions 为岛津制作所株式会社在日本及其他国家的商标。

岛津应用云



