

Application News

No. A614

光吸収分析

LabSolutions™UV-Visを用いた膜厚の測定 -干渉間隔法での膜厚計算-

膜の厚さを測定する場合、さまざまな測定方法や装置が存在しますが、紫外可視分光光度計を用いると、非接触、非破壊で簡単に測定することができます。今回、紫外可視分光光度計を用いて、紫外可視の波長領域でどの程度の範囲の膜厚が測定できるかを調べましたので紹介します。

H. Abo

■膜厚の計算

分光光度計で厚さが一定の薄膜を測定する場合、膜の表面と裏面での反射光がお互い干渉しあって、波打った干渉スペクトルが得られます。この干渉スペクトルから膜厚を計算することができます。紫外可視分光光度計制御ソフトウェアLabSolutions™UV-Visの膜厚計算ソフトウェア（オプション）では、ピーク波長とバレイ波長から求める方法（干渉間隔法）が準備されています。

干渉間隔法でピーク波長とバレイ波長を用いて膜厚を計算するための式を図1に示します。式に示されているように膜厚の計算には膜を構成する物質の屈折率が必要となります。膜厚は干渉スペクトルの計算波長範囲内のピークとバレイ(波の山と谷)の数によって求まります。

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

n : 膜の屈折率 θ : 試料への入射角
 d : 膜の厚さ Δm : 計算波長範囲の間の山の数
 λ_1 : 長波長側ピーク/バレイ波長
 λ_2 : 短波長側ピーク/バレイ波長

図1 干渉間隔法膜厚計算式

■膜厚測定

図2の紫外可視分光光度計UV-1900i、鏡面反射測定装置(入射角5°)、膜厚計算ソフトウェアを用いて膜厚の測定を行いました。測定条件を表1に示します。

図3に膜厚計算を行うソフトウェア設定画面を示します。評価機能のひとつとして膜厚計算が可能です。



図2 UV-1900i

表1 測定条件

使用装置	: UV-1900i
使用ソフトウェア	: LabSolutions UV-Vis
測定波長範囲	: 190~900 nm
スキャンスピード	: 中速
サンプリングピッチ	: 0.5 nm
スリット幅	: 1 nm (固定)



図3 膜厚計算ソフトウェア設定画面

■測定可能な薄い膜厚

まず薄い膜がどの程度まで測定可能か確認するため厚さの異なるシリコンウエハ上のフォトレジスト膜の測定を行いました。約3.0 μm、1.1 μm、0.4 μmの3種類の厚さの膜を用意しました。

測定によって得られたスペクトルを図4～図6に示します。膜の厚さが薄くなるに従って波(干渉縞)の数が減っています。図6に示す0.4 μmの膜では波の数が3つとなっていることがわかります。このことから薄い膜では0.4 μm前後が測定できる限界とされます。理論的には山と谷1つずつでも計算は可能ですがその山と谷が干渉によるものか確認できないため複数の波で計算することが推奨されます。レジスト膜の膜厚計算結果を図7に示します。なおこのレジスト膜の計算では屈折率を1.65として計算を行いました。

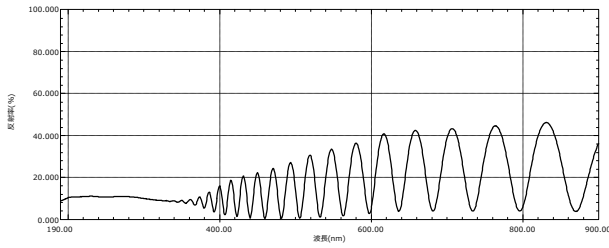


図4 3.0 μmのレジスト膜のスペクトル

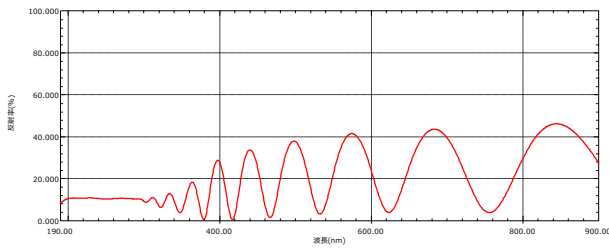


図5 1.1 μmのレジスト膜のスペクトル

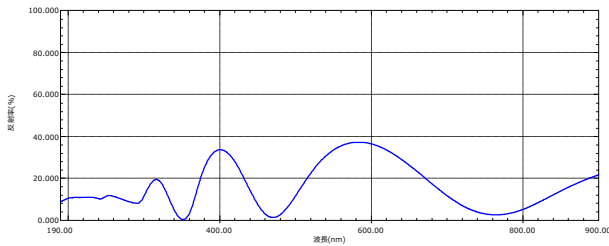


図6 0.4 μmのレジスト膜のスペクトル

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"/>	黒	SMP	3.01
2	<input checked="" type="checkbox"/>	赤	SMP	1.12
3	<input checked="" type="checkbox"/>	青	SMP	0.37

図7 膜厚計算結果

■測定可能な厚い膜厚

次にどの程度厚いサンプルが測定可能か検討を行いました。約10 μm、40 μm、100 μmの3種類の厚さのフィルムを用意しました。測定によって得られたスペクトルを図8～図10に示します。膜の厚さが厚くなるに従って波(干渉縞)の数が減っています。

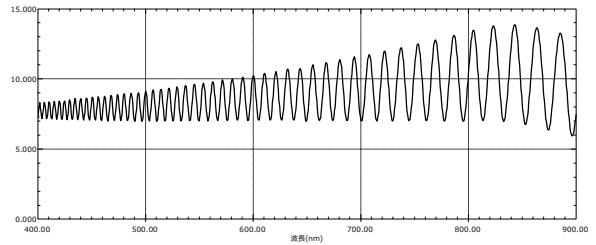


図8 10 μmのフィルムのスペクトル

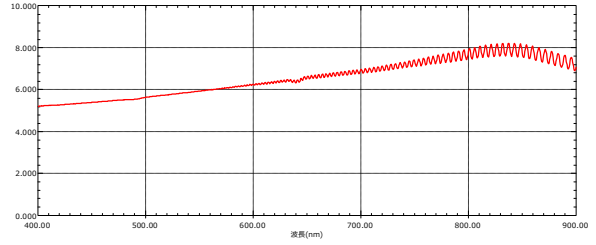


図9 40 μmのフィルムのスペクトル

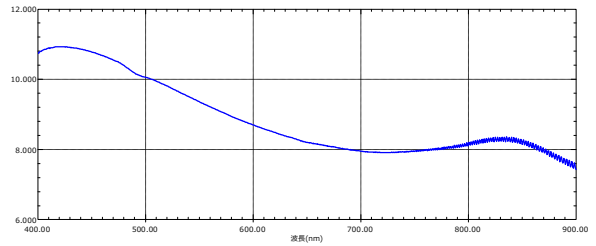


図10 100 μmのフィルムのスペクトル

フィルムの膜厚計算結果を図11に示します。40 μmまでは計算値が表示されていますが、100 μmの場合、エラー"E28"が表示されます。これは波(干渉縞)の間隔が狭いにも関わらずサンプリングピッチが広く、ピーク検出ができないため生じています。

このためサンプリングピッチを0.1 nmにしてスペクトルを再測定して計算を行いました。計算結果を図12に示します。110 μmとの結果が得られました。

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"/>	黒	SMP	11.79
2	<input checked="" type="checkbox"/>	赤	SMP	42.88
3	<input checked="" type="checkbox"/>	青	SMP	E28

図11 膜厚計算結果

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"/>	黒	SMP	110.03

図12 膜厚計算結果(サンプリングピッチ0.1 nm)

■まとめ

今回、LabSolutions UV-Visソフトウェアの膜厚計算を用いて様々な厚さの膜厚測定を行いました。干渉縞が見られることが条件ですが、紫外可視分光光度計を用いた膜厚測定では厚さ0.4 μm～100 μm前後の膜厚が測定可能です。厚い膜厚の場合には、サンプリングピッチが波(干渉縞)より十分に小さくないと、計算できないことがありますので注意が必要です。

LabSolutionsは、株式会社 島津製作所の日本およびその他の国における商標です。