



ORIST

Technical Sheet

No. 18-05

分光エリプソメーターによる測定事例

キーワード：屈折率測定、消衰係数測定、膜厚測定

はじめに

光学材料や光学デバイス、太陽電池、フラットパネルディスプレイ、各種センサー材料等の開発において、屈折率や薄膜の膜厚を精密に測定したいという要求は高まっています。

分光エリプソメーターは、光と物質の相互作用により生じた偏光状態の変化を測定し、光学モデルを用いて解析する事により、非破壊・非接触で基板材料や薄膜の屈折率、消衰係数(光の吸収を表す)、膜厚等を短時間で精度良く測定できる装置です。近年、解析技術の向上により、表面粗さや界面の様子、多層膜等の評価も可能となっています。

分光エリプソメーターの概要

平成 29 年度 JKA 機械設備拡充補助事業により当所に導入されました分光エリプソメーター (M-2000, ジェー・エー・ウーラム・ジャパン株式会社製) の外観を図 1 に示します。また、その仕様を表 1 に示します。

本装置は、自動アライメント機能を備え、試料をステージに置けば、自動で光学調整が行われるため誰でも簡単に測定できます。また、波長領域も近紫外から近赤外まで広域に測定可能です。あわせて、多入射角で測定出来るため、測定精度の向上も期待できます。さらに、自動マッピング機構を備え、試料内の膜厚や屈折率等の分布を面内でマッピング評価できます。



図 1. 分光エリプソメーターの外観

表 1. 分光エリプソメーターの仕様

型式	M-2000(ジェー・エー・ウーラム・ジャパン株式会社)
光源	重水素ランプ, ハロゲンランプ
波長範囲	245 nm~1690 nm
ゴニオメーター	45 度~90 度
試料ステージ	最大 8 インチ基板まで対応
測定方式	回転補償子型
測定時間	1 測定あたり数十秒
アライメント	自動アライメント
マッピング	自動マッピング

ガラス基板の測定

基板上の薄膜の屈折率や膜厚等を測定する場合には、基板の屈折率と消衰係数のデータが必要となります。Si 基板であれば、多くの場合装置のライブラリー内にある標準データを使用できます。一方、光学定数が未知の基板を使用した場合には、基板の光学定数を測定する必要があります。

図 2 は、厚さ 0.7 mm の無アルカリガラス基板の測定を行った例です。図 2 では、この無アルカリガラスは、波長 632.8 nm で、1.51 の屈折率を示し、紫外域で物質の光吸収を表す消衰係数が急激に増加しています。本測定から、この無アルカリガラスは、紫外域で光吸収が生じる事がわかります。

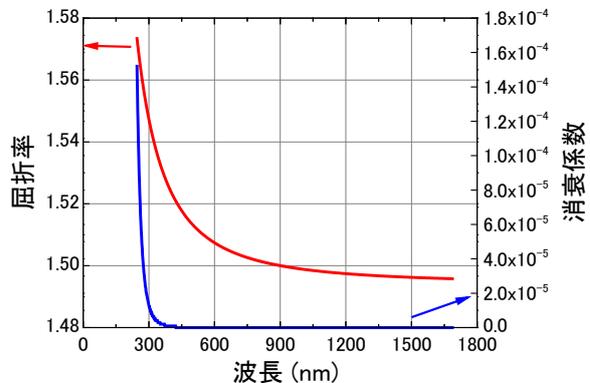


図 2. 無アルカリガラスの屈折率と消衰係数

公益財団法人 JKA 平成29年度
機械設備拡充補助事業



地方独立行政法人
大阪産業技術研究所 本部・和泉センター
<http://orist.jp/>

〒594-1157 和泉市あゆみ野 2 丁目 7 番 1 号
Phone: 0725-51-2525 (総合受付)

ガラス基板上的 SiN 薄膜の測定

当所の所有するスパッタリング装置により、前述の無アルカリガラス基板の上に SiN を成膜した試料の測定例を図 3 に示します。この測定の解析には、図 2 の無アルカリガラス基板についての測定データを利用しています。図 3 より波長 632.8 nm における SiN 薄膜の屈折率は 1.95 である事がわかります。また、消衰係数のデータより、前述の無アルカリガラスとは異なり、SiN 薄膜は測定波長全領域において透明である事が認められました。さらに、解析結果より、表面に約 6 nm の荒れがある事もわかりました。このように、非破壊・非接触で表面状態の情報も得る事が可能です。

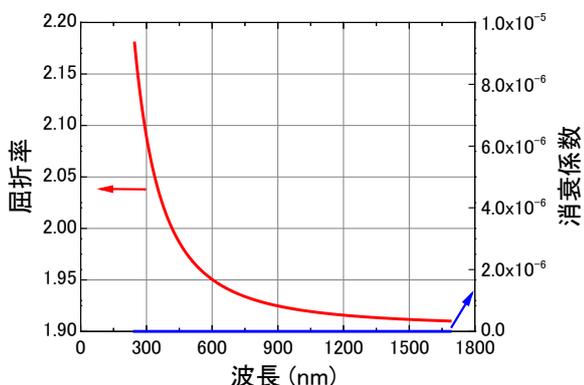


図 3. 無アルカリガラス基板上的 SiN 薄膜の屈折率と消衰係数

Si 基板上 SiN 薄膜のマッピング測定

4 インチウエハー Si 基板上に SiN を成膜した試料のマッピング測定の結果を図 4 及び図 5 に示します。露光時間 2 秒および 2 入射角の条件で 64 点の測定を行いました。測定に要した時間は、約 19 分でした。

図 4 は、マッピング測定により得られた膜厚分布の様子です。基板上的最も厚い部分と薄い部分で、膜厚が約 25 nm 異なっている様子がわかります。

図 5 に同じ試料の波長 632.8 nm における屈折率分布の様子を示します。図面上は屈折率の差が色により強調されていますが、実際には、最も高い部分と低い部分で 0.006 程度しか変わらず、基板上的屈折率には大きな差異が無い事がわかります。

実際にウエハー基板を見てみると、図 4 に示されるような形状の色むらが発生しています。測定結果から、このウエハー基板に見られる色むらの主原因は屈折率による分布ではなく、膜厚分布にある事が判明しました。

このように、エリプソメーターを用いれば、膜厚や屈折率の基板上的分布も非破壊・非接触かつ比較的短時間で測定を行う事ができます。

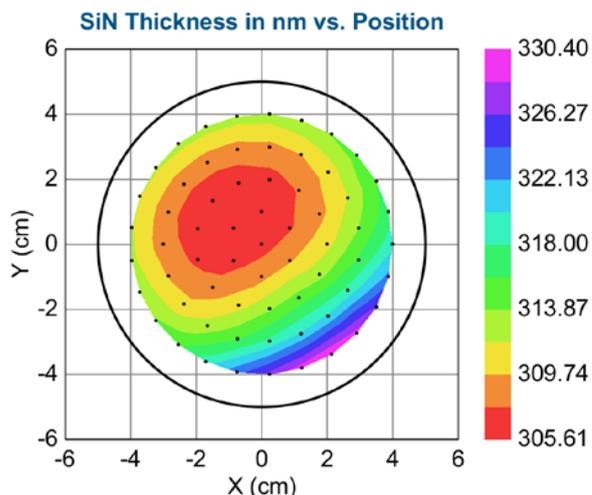


図 4. Si 基板上の SiN 薄膜の膜厚のマッピング
膜厚の単位は nm

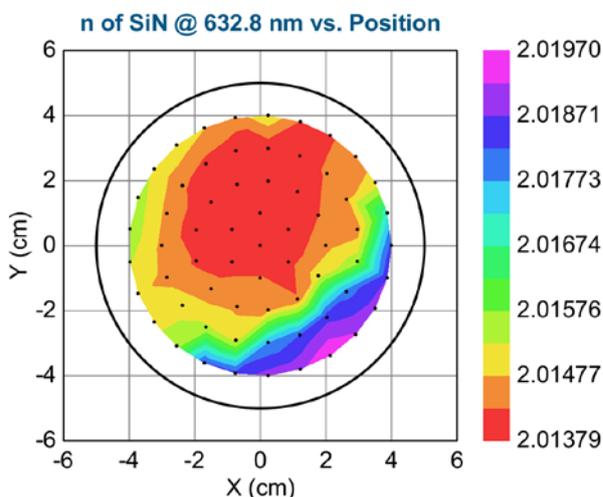


図 5. Si 基板上の SiN 薄膜の屈折率のマッピング

おわりに

分光エリプソメーターは、非破壊・非接触かつ短時間に精度良く屈折率、消衰係数、膜厚を測定できる装置です。また、表面の粗さなどの情報も得る事が可能です。一方で、光学測定のため、測定対象が鏡面に近い基板や薄膜に制限される事や、解析には多少のエリプソメトリーの知識が必要となる場合がある等の注意点もあります。また、エリプソメーターは、屈折率や膜厚を直接測定しているものではなく、光学的モデルを立てて解析を行う間接測定である事にも気をつけなければなりません。しかしながら、分光エリプソメーターは、測定試料に応じて上手に活用すれば有益な情報が得られます。技術的な問題については、職員がご相談を承る事も可能です。お気軽にお問い合わせ頂き、分光エリプソメーターを有効にご利用ください。