

## 第6編 第22章 第1節

## 膜厚測定装置

## 大日本スクリーン製造

## 1. はじめに

大日本スクリーン製造は、半導体デバイス・材料・LCD・LED・MEMS・太陽電池製造用に「ラムダエース」シリーズ膜厚計を1200台以上、これまでに開発・製造・販売・サポートしてきた。顕微分光を利用した光干渉方式から分光エリブソメータ方式を利用した多彩な装置ラインナップで、膜生成プロセスの膜厚・光学定数（屈折率・消衰係数）を全自動で測定する装置をユーザーに提供している。

## 2. 光干渉方式膜厚計 VMシリーズ

光干渉方式は、膜の表面と裏面で反射した光が互いに干渉を起こし、位相が一致すると光の強度は強め合い、位相がずれると弱まる特徴を利用する。実際は、膜の厚みにより干渉スペクトルデータの周期が変化する（厚い膜は繰り返し周期が多く、薄い膜は少なくなる）。

具体的な測定は、膜が生成されていない基板の反射強度データをリファレンスとする。次に膜が生成された基板の反射強度データを測定した後、リファレンスデータで割り算して相対反射率データを得る。これが、光学系（レンズ・回折格子・受光素子）の特性を排除した干渉スペクトルデータとなる。既知の光学定数とおよその膜厚値から、各波長の理論反射率データにフィッティングをかけることで、最も良い膜厚値を算出する（カーブフィッティング法）。

最新装置「VM-2210」（写真1）の仕様を以下にまとめる。

表1 大日本スクリーン製造の膜厚測定装置の開発年表

年度	内容
1986	初代の光干渉方式膜厚計「ラムダエース」シリーズ開発
1993	UV光を利用した反射対物光干渉方式膜厚計開発
1998	CMP装置に組み込み式膜厚計開発
2003	単波長レーザーエリブソメータ方式膜厚計開発 平行光スポット分光エリブソメータ方式膜厚計開発
2007	マイクロスポット分光エリブソメータ方式膜厚計開発
2008	太陽電池向け分光エリブソメータ方式膜厚計開発

測定再現性：3σ = 0.1nm以下（20～1000nm、SiO<sub>2</sub> on Si）

1～20 μm径の測定スポットサイズで微少領域を測定

波長範囲：400～1000nm

60 μmまでのレジスト膜厚測定可能

最大4層膜まで同時測定

オートフォーカス、膜種・膜厚に応じてレーザおよびコントラスト方式選択可能

パターン認識機能

スループット：150枚/h（面内5点測定）

GUIはWindows XP、17型SXGA LCDモニター

省スペース設計：(W)965×(D)785×(H)1695mm

## 3. エリブソメータ方式膜厚計 REシリーズ

エリブソメトリで測定されるパラメータは、偏光の振幅比と位相差を角度で表わした（プサイ）と



写真1 「VM-2210」の外観



写真2 「RE-3200」の外観

(デルタ)で表現する。特に精密な計測をするために入射角を変化させる多入射角分光エリプソメトリは、波長と入射角の両方を関数として測定を行う。エリプソメトリは、p偏光とs偏光に対する2つの値の比を測定するため、精度が高く再現性も良い。また、基準材料を必要としない。位相差( )を測定するのでオングストロームレベルの非常に薄い膜に対して良い感度を得ることができる。また、膜厚値だけでなく材料の正確な光学定数(屈折率・消衰係数)を計測することも可能になる。最新装置「RE-3200」(写真2)の仕様を以下にまとめる。

測定モード：光干渉方式(SR)、単波長エリプソメータ(SWE)、分光エリプソメータ(SE)

- ・SWEモードは超薄膜測定用。測定再現性3 = 0.01nm以下(0~20nm、SiO<sub>2</sub> on Si)
- ・分光エリプソメータ(SE)は業界最小スポットサイズ25 μm径

スループット：SR 100枚/h、SWE 90枚/h、SE 80枚/h(面内5点測定)

GUI：Windows XP、17型SXGA LCDモニター

消耗品：ハロゲンランプ、キセノンランプ

#### 4. オプション

光干渉方式を利用したトレンチ測定(図1)

開口部0.25 μm以上、深さ10 μmまで

ストレス測定(図2)

CVDプロセス前後の膜ストレス測定

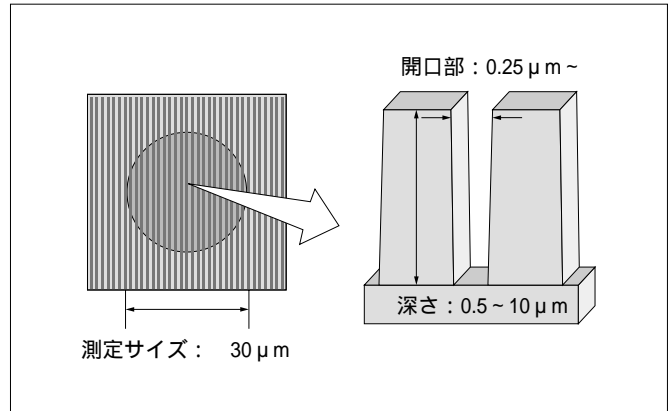


図1 トレンチ測定事例

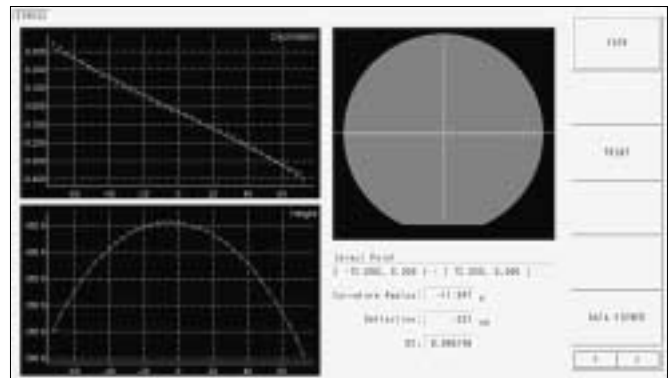


図2 ストレス測定事例

FOUP、SMIF、オープンカセット対応

卓上式膜厚計(「VM-1210」,「VM-1020/1030」)

#### 5. おわりに

当社の製品ラインナップは、VM-2210やRE-3200以外にも100~300mmウェーハサイズまでカバーした製品を揃えている。不定形サイズの測定は卓上式のVM-1020/1030(写真3)、コンパクトにまとめたVM-1210(写真4)、超薄膜測定はD2ランプを利用したUV領域測定(波長200nm~、膜厚測定は数nm~)も用意している。総合的に膜厚測定機を取り扱うため、エリプソメータによる装置は、3機種製造している。

半導体の設備投資は大規模な先行投資が必要であるが、当社の戦略は簡単な操作性・微小測定スポット・ハイスループット・1/2の装置価格・1/3のランニングコストで設計された装置であり、生産効率アップ・歩留り向上による生産設備コスト低減に貢献できるソリューションを提供している。また、RE-3200はプロセスモニターウェーハ削減のために必要なマイクロスポットエリプソメータ方式で装置を開発した。これによりパタ



写真3 「VM-1020」の外観

ーン付きウェーハ上のTEG (  $50 \times 50 \mu\text{m}$  ) を容易に測定できるため、膜の品質管理に大きく貢献する。今後も測定再現性向上・測定スポットサイズ縮小化・スル



写真4 「VM-1210」の外観

ーブットアップ・装置間の機差向上・レシピの共通化を目標にロバストな装置開発に挑戦していく。