

膜厚分布測定装置「FiDiCa (フィディカ)」

- 0.1 μm ～50 μm の薄膜の膜厚分布を、分光干渉法により短時間でパターン測定。
- 測定した膜厚パターンはその場でカラーマップ・鳥瞰図表示。数値情報として電子ファイルに保存。
- 高精細モードでは、A4 サイズを 1,024×1,536 画素 (0.2mm メッシュ；約 10 分) で高解像度測定。
- 高速モードでは、測定開始から表示まで約 15 秒 (3mm メッシュ) で迅速測定。
- 電子材料・半導体・各種フィルム分野での商品開発・製法開発・生産管理・品質保証に。

■ 概要

本装置は、シリコンウエハ・ガラス・樹脂フィルム・金属などの表面の薄膜の厚さの 2 次元的な分布を、短時間に高精度でパターンとして測定・表示する装置です。

情報電子材料・半導体・機能性フィルムなどの製造では、素材の表面に生成あるいはコーティングされる酸化膜や樹脂膜の厚さが製品の性能と密接に関わることから、膜厚管理が非常に重要なファクタとされています。膜厚の測定手段としては、これまで光の干渉を利用した分光膜厚計が知られており、膜厚の「点」としての測定と管理に利用されてきました。これに対し、昨今の成膜ラインでは、膜の均一製造に対するニーズがとみに増大してきており、「面」としての膜厚測定装置が求められています。

弊社では、線状の領域の光スペクトルが同時に測定できるユニークなイメージング分光器「ImSpector[®] (インスペクター)」を利用した各種検査装置を製造、販売していますが、その分光カメラを用いて測定対象を一方向に移動させながら表面の薄膜の分光スペクトルを「面」として一度に測定し、画素毎のスペクトルを解析することにより膜厚の分布を高解像度かつ高精度で測定する装置を実現したものです。

膜厚分布測定装置「FiDiCa」は、イメージング分光器 ImSpector をベースとして、モノクロ CCD カメラ・ライン照明・移動ステージ・パソコンとから構成されています。測定対象を載せた移動ステージを X 方向に走査しながら、ライン照明光によって生じる対象表面上の線状領域 (Y 方向) の干渉スペクトルの分布を分光カメラ (イメージング分光器+CCD カメラ) で連続的に撮影してパソコンに取り込みます。これを画像解析して膜厚分布パターンに変換しディスプレイ上に表示し、数値として保存します。

測定モードは、高精細/高速の 2 つのモードを備えています。高精細モードでは、A4 サイズの対象を 1,024×1,536 画素 (0.2mm メッシュ) の高解像度で、約 10 分で測定・表示します。一方、高速モードでは、対象表面上 3mm メッシュの膜厚分布を約 15 秒で迅速に測定・観察できます。

膜厚レンジとして、1 台の装置で 0.1 μm ～50 μm の膜厚分布の測定に対応します。ガラス・樹脂・シリコンウエハあるいは金属表面など、さまざまな対象への適用が可能です。これまで「点」で評価せざるを得なかった膜厚が「面」として観察できる特長を活かして、製造条件の違いによる膜厚分布の微妙な変化の把握や膜厚分布と製品の性能の関連性の評価に、また生産現場での製品の品質管理・品質保証に、広く活用できます。

膜厚分布測定装置「FiDiCa」は、A4 サイズのサンプルを対象としていますが、視野幅・移動距離の変更やインライン仕様など、ニーズに合わせた装置のカスタマイズにも対応します。

■ 詳細説明

1) 測定原理 (図1参照)

サンプル表面に生成された薄膜に光を当てると、薄膜の表面で反射した光と裏面で反射した光の干渉による「干渉縞」が見えます (図 1(a))。干渉縞の明るさは、表面反射光と裏面反射光との「光路差 (膜厚×往復 2 倍×屈折率; 垂直入射の場合)」が「光の波長の 1/2」の偶数倍 (すなわち「光の波長」の整数倍) の場所では強め合って明るくなり、奇数倍の場所では暗くなります (図 1(b))。

サンプル上の各点の干渉縞の明るさを、光の波長すなわち色を変えて観察します。すると、その点の膜厚から決まる光路差の「整数分の一」の波長の光は明るく、そこから外れた波長では暗くなることから、波長に対する光の強弱の変化が観察されます (図 1(c))。強弱の変化の周期は膜厚と関係しており、膜厚が厚くなると周期が短くなり薄くなると長くなります (図 1(d))。分光干渉法は、この現象に着目した膜厚測定法であり、サンプル表面に当てた白色光 (色々な波長を含んだ光) の反射スペクトルを分光器を用いて観察し、波長に対する光の強弱の周期から膜厚を求めます。

膜厚分布測定装置「FiDiCa」は、この分光干渉法の原理を、従来の「点」分光器の代わりにイメージング分光器と組み合わせることによって、短時間・高解像度での膜厚分布測定を実現したものです。

2) 装置構成 (図2参照)

イメージング分光器 **ImSpector** (インスペクター) は、測定対象表面の線状領域の各点の反射光を同時に分光できるユニークな分光器であり、モノクロ **CCD** カメラと組み合わせて構成した分光カメラは、線状領域の各点の分光スペクトルを同時に測定できます。線状領域に白色光を照射し、それと直交する方向に測定対象を移動させながら分光カメラで撮影すると、対象表面全面の膜厚分布を演算するのに必要な 2 次元領域の分光データを一度に短時間でパソコン内に取り込めます。

3) 膜厚演算

パソコンは、取り込んだ各点の分光データを解析して、波長に対する光の強弱の変化の周期を演算し、膜の表裏面間の光路差の分布を求めます。これを屈折率や光の入射角度で補正して膜厚分布に変換し、カラーマップや鳥瞰図としてディスプレイに表示します。

本装置では、 $0.1\mu\text{m}$ から $50\mu\text{m}$ までの広い膜厚レンジに対応するために、フーリエ変換法やカーブフィッティング法などの周期演算手法を、膜厚に応じて使い分けることにより測定精度を確保しています。また、「点」測定に比べ「面」測定の場合には演算量が膨大になるため、独自のアルゴリズムやソフトウェア構成を採用し、短時間処理を実現しています。

■ 特長と性能

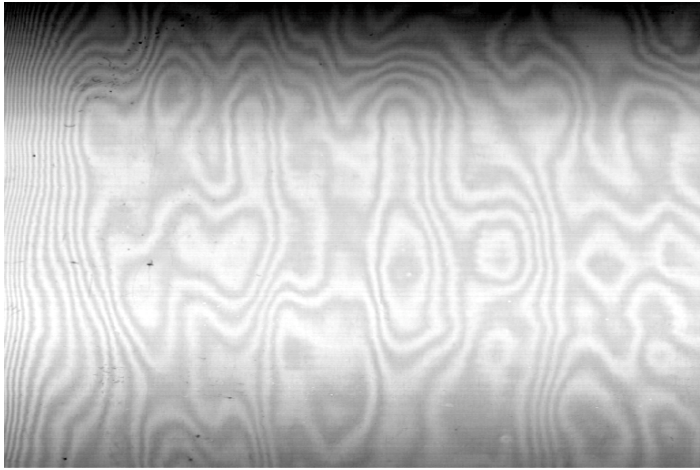
- ◆ 膜厚分布パタン測定 : A4 サイズを最大 $1,024 \times 1,536$ 画素で同時測定
- ◆ 広レンジ・高精度測定 : $0.1 \sim 50\mu\text{m}$ の膜厚レンジで測定再現性 0.5%以内 (対膜厚値)
- ◆ その場で測定その場で評価 : 測定から表示まで 15 秒 (高速モード) ~ 10 分 (高精細モード)
- ◆ 目的に応じた測定モードの選択

測定モード	測定データ		測定時間		
	画素数	画素(A4 対象)	データ採取	膜厚演算	計
高精細モード	1,024×1,536	0.2mm	3分	7分	10分
高速モード	64×96	3.2mm	10秒	5秒	15秒

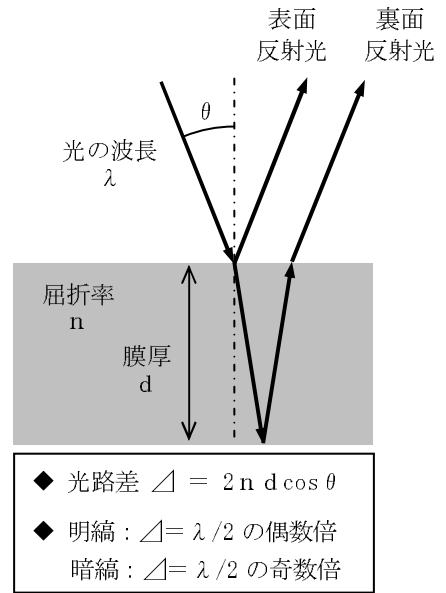
- ◆ リアルな膜厚分布表示 : カラーマップ表示、CG 鳥瞰図表示
- ◆ Excel データハンドリング : 測定結果は CSV データとして保存 (Excel で操作可能)

■ 用途 : 対象表面の薄膜の厚さ分布の観察・記録・評価・検査

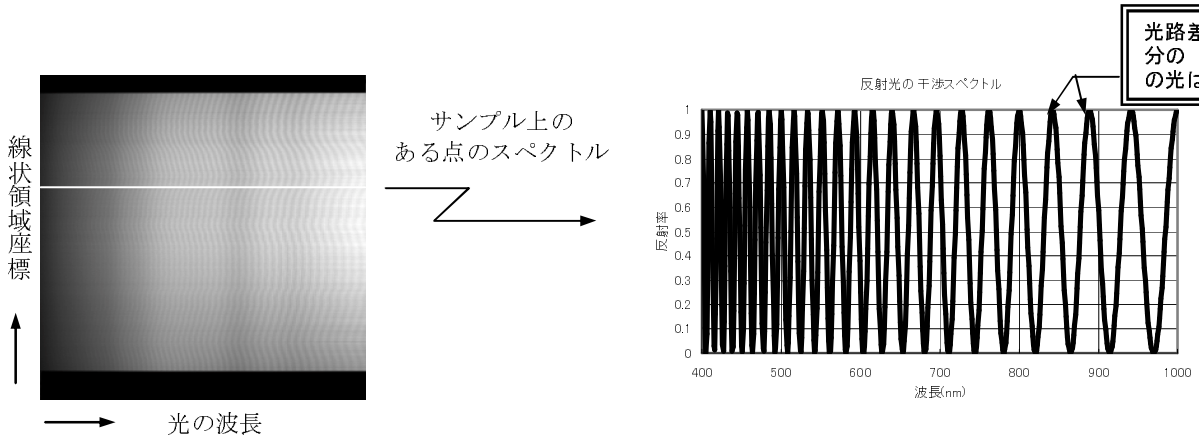
ー対象例ー ガラス・樹脂面上のコーティング、シリコンウエハ・金属上の表面酸化膜、機能性フィルム



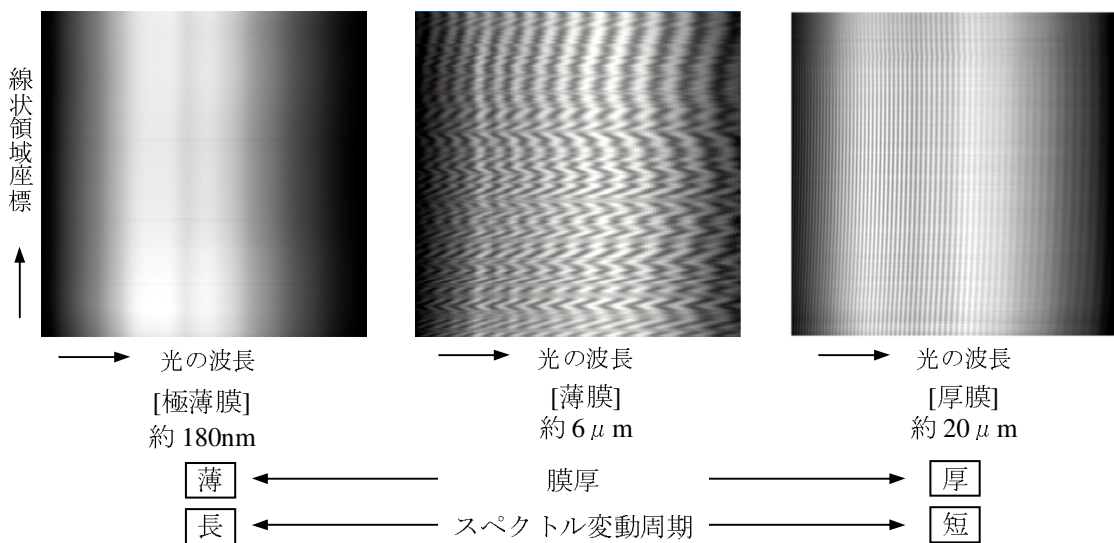
(a) 樹脂コートでの干渉縞例



(b) 薄膜における光の干渉

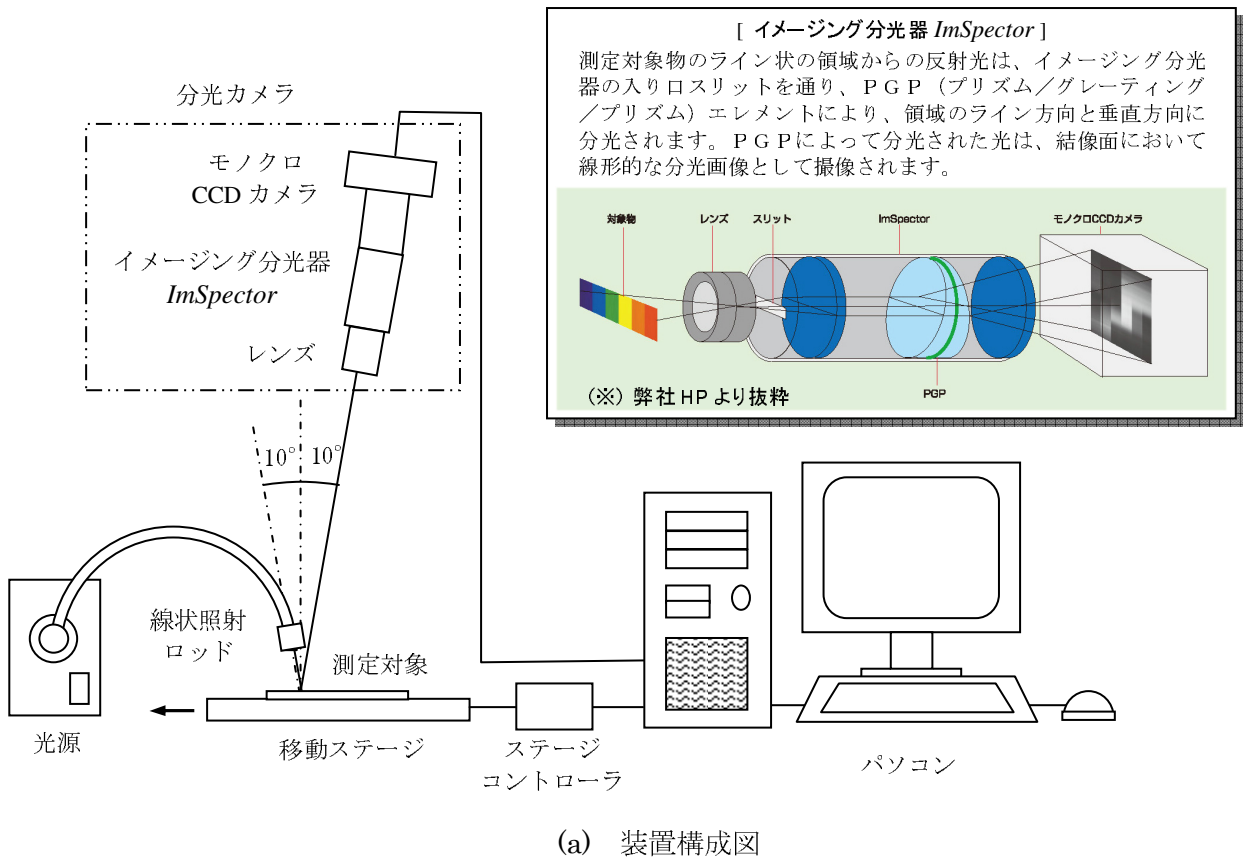


(c) 膜厚と分光スペクトル



(d) 膜厚と分光スペクトル変動周期の関係

図1 測定原理
— 分光干渉法による膜厚測定 —



(b) 検出ヘッド
外観

図2 装置構成