

薄膜事業部の 製品と技術

Ramdane Benferhat

ジョバンイボン社(JY)の薄膜事業部は、分光エリプソメトリ、発光分光、イメージング干渉法などの先進光学技術を駆使して、薄膜物性の解析・評価装置や半導体プロセス用in-situ計測機器の研究、開発、及び生産を担当している。JY製品の競争力は、長い歴史に裏付けられた光学技術、解析理論、データ管理など、ハード・ソフト両面の獨創性に基づくものである。本稿では、JY薄膜事業部の製品・技術の概要と特長を紹介、説明する。

1 はじめに

今日、薄膜応用製品は日常生活の中に溢れている。例えば、時計やコンピュータの液晶表示部に使われている透明導電体、自動車用曇り防止ガラス、反射防止膜、彩色とエネルギー効率を良くするガラスコーティング、太陽電池や多くの電子デバイス、そして食品包装材の内側等である。もし薄膜技術がなかったら、我々の生活は変わっていたことだろう。たった25年ほど前、薄膜デバイスの製作には、わずかな種類のデポジションとエッチング技術しかなかった。しかし、その後、技術の洗練、高度化が進み、新しい製品や製造プロセスが次々と開発されてきた。このような技術・経済環境の変化が、「高度な薄膜計測技術やプロセス制御システム」への更なる期待を高めている。

ジョバンイボン社(JY)の高度に熟練した研究開発チームは、フランスで最も著名な科学技術の研究機関であるEcole Polytechniqueと強固なパートナーシップを組み、また、ヨーロッパの科学界や産業界とも各種の共同研究を実施している。JYの薄膜事業部は、革新的な製品や技術の開発を通して、マーケットニーズにきめ細かく対応し続けている。

2 薄膜測定技術:分光エリプソメトリ

分光エリプソメトリは、試料の表面で反射された光の偏光状態の変化から薄膜の特性を測定・解析するもので、非常に高感度でかつ非破壊の計測手法である。数Åから数nmの薄膜の厚さや光学的性質、相構成、表面特性、更には形態まで各種の情報を得ることができる。近年、薄膜測定の強力なツールとして注目されている。

JYの分光エリプソメータは、当社の常に先進の技術を取り込むという伝統に則り、ユニークな位相変調と数値データの収集・処理を最大の特長としている。これにより、機械的に動く部品を使わない頑丈な構造をした、高速で正確な計測を実現している。これらは、1800年代初頭以来蓄積してきた高い光学技術をベースに設計されている。1990年代初頭にエリプソメータを初めて市場に投入し、現在では世界中の著名な大学や企業で使用されている。1992年にはフランス物理学会から、また1996年にはフランスの国立科学研究センター(CNRS)から賞をいただいた。

JYでは真空紫外(157 nm)から近赤外(2.1 μm)まで広い波長範囲に渡り、各種の研究用エリプソメータ UVISELシリーズを用意している。更に、近年、HORIBAの半導体グループとの間でグローバル・テクノロジー・アライアンスを進めており、成果として次世代の300 mm ウェハに特化した全自動超薄膜計測システムUT-300(図1)を製品化した。



図1 全自動超薄膜計測システム UT-300

3 | 高度プロセス管理用モニタ

高性能センサ、及び分析方法論や高度信号処理を含むJY独自のソフトウェア・アーキテクチャなど革新的な技術を基盤として、複合プロセス(成膜、エッチング等)を管理できる新世代マルチセンサ・プラットフォームを開発している。

このプラットフォームの特徴は、データ収集や管理を行うことにより、お客様自身が問題点を見つけ解決策を探しだすために、必要に応じて計測系に手を加えることができるようにした点である。このために、柔軟性に富み、モジュール式のアーキテクチャとなっている。また、本計測システムには異なるチャンバから得られる各種の情報を保存するための共通データベースが備えられている。この機能は、高度なプロセス管理を構築する際に大いに役立つ。各種高性能センサの役割は特に重要で、一団を構成するいくつかのチャンバの各プロセスと重要なパラメータを効果的にモニタする。

図2に、JYが提供する半導体プロセス用in-situモニタリングシステムを示す。

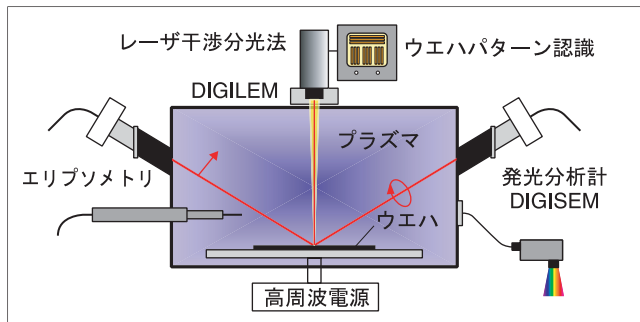


図2 in-situ 成膜プロセスモニタ DigiFamily

3.1 発光分光法

発光分光法 (Optical Emission Spectroscopy: OES) は、エンドポイント検知とプラズマ診断用として世界的に認められた計測技術である。プラズマから放出される光を解析することにより、プラズマの化学組成、反応種、汚染などに関する情報を得ることができる。これらを使ってプロセスの最適化やチャンバの制御により、スループットや収率を向上させることが可能となる。

プラズマ発光分析エンドポイントモニタ PlasmaScope (図3) は、優れた画像処理機能と空間分解能を持った最先端の分光装置である。2048ピクセルのCCD 検出器を備え、190 nmから800 nmの波長範囲を、1 nmの分解能で高解像度・高感度に測定することができる。これにより、近年注目されている微細構造や多段構造のデバイスの製作プロセスをin-situでモニタすることができる。

この他、本装置には、データ収集、表示、処理機能、更には、デジタルフィルタ、三次元スペクトル表示、数値演算、通信プロトコル、高度なエンドポイント検知アルゴリズム、方程式のエディタ等の豊富な機能を有している。

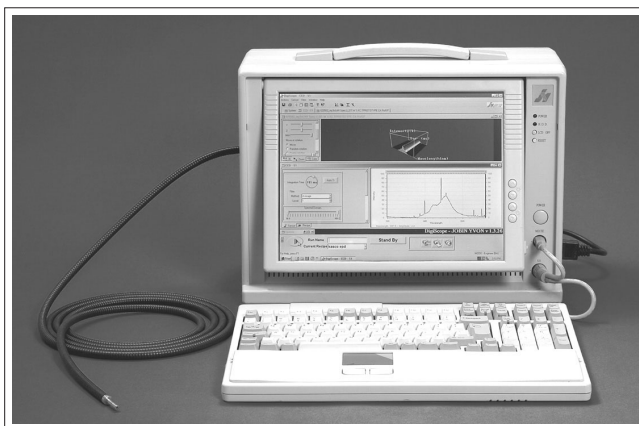


図3 プラズマ発光分析エンドポイントモニタ PlasmaScope

3.2 イメージング干渉法

イメージング干渉法は、エッチングやデポジションの膜厚変化、溝の深さを検出する非常に有効な計測手段である。この手法では試料に光を照射し、反射光の強度を計測する。JYでは、相対膜厚測定用の単波長干渉計と、絶対膜厚測定用の分光干渉計の2種類を用意している。微小で複雑な構造を持った試料の場合には、イメージング機能が必要になる。このために、干渉式リアルタイム膜厚モニタDigiLem(図4)を開発した。このシステムは、小型干渉計と試料を観察しながら位置決めするためのCCDセンサとから構成されている。また、本システムに電動式X-Yステージを取り付けると、パターン認識が可能となる。エッチング速度と成長速度及び膜厚を計測するために、いくつかの演算方法が開発されている。



図4 干渉式リアルタイム膜厚モニタ DigiLem

3.3 偏光干渉法

MEMS (Micro Electro Mechanical System) とは半導体技術を使って作られた各種のマイクロデバイスのことで、自動車や医療、産業システム分野で最近急速に成長している分野である。これらデバイスを作るためには、正確でかつ斬新な計測・制御法が欠かせない。MEMSの深い溝を形成する技術の目覚ましい発展は、半導体技術の経験の積み重ねと、新しい計測技術の開発に負うところが大きい。MEMSの構造は大きい(通常100 μm 以上)、シングルビームの簡単な干渉計を適用することはできない。JYでは溝深さのモニタ用として、独特で新しい偏光干渉法を開発した。この新しい方法により、溝深さの正確な評価が可能となった。

4 | おわりに

JYの薄膜事業部は、常に一步先にビジネスを展開していきたいと願い研究開発に力を注いできた。そして、常に市場やお客様のニーズに対応することに主眼を置いて研究開発を進めている。今後は、EUにおける各種の研究開発プロジェクトに積極的に参加することにより、更に新しい技術開発を押し進めていきたいと考えている。



Ramdane Benferhat, PhD

Jobin Yvon S. A. S
Thin Film Division
Managing Director