

極微小・超微量の極限を旨とする分析技術

Nanometer-Scale and Extreme Trace Analysis Techniques for Future Electronics

岡本 正義
Masayoshi Okamoto, D.Eng.

微細化を追求する半導体、高精細化を旨とする液晶ディスプレイ、高容量化にしのぎを削る二次電池、そして高密度化を追求する磁気ヘッドなど、エレクトロニクスデバイス・製品は極限を旨とした開発を進めています。これらの開発を支える不可欠な基盤技術として分析技術があります。

設計寸法どおり微細パターンが形成されているか？ きちんと膜が積層されているか？ どんな結晶形態のときにもっとも電子が動きやすいか？ 結晶構造の中に金属元素が入り込むすき間があるか？ 表面・界面に存在する極微量の成分は何か？ そしてどの成分が、どの量までなら特性に影響を与えないか？ などなど、これらを解明しなければ設計どおりのデバイスや製品は開発できません。ここに分析技術が活躍する場があります。分析技術が研究開発のブレークスルーおよび研究加速を担っているのです。

極限を追求するデバイス、コンポーネントを支える分析技術にも極限レベルの技術が不可欠であります。最近の分析技術は面分解能は1 nm (10 Å)、深さ分解能も1 nmへ、感度はppb (10億分の1) からppt (1兆分の1) レベルへと向上しています。これら極限レベルの分析結果がデバイス、コンポーネントの材料・構造設計に、プロセス条件の決定に、そして特性・信頼性の評価に生かされています。

他方、分析技術は製品の信頼性確立や製品不具合解析においても大きな威力を発揮しています。特に最近の技術革新による小型、軽量、省電力などの製品では従来考えられなかった製品不具合が発生します。また、製造においても、グローバル化による海外生産、海外からの部材調達が増えています。従来とは違った、あるいは従来以上の厳格な品質管理が要求されます。ここにも分析技術が活躍する場がありますが、不具合対応よりはむしろ未然防止、源流管理で分析技術が寄与することが重要と考えています。

今回の特集では極微小領域の超微量分析に的を絞って、物理系/化学系の先端分析技術とその応用事例を取り上げました。応用分野はテクノロジードライバである半導体分野を中心としています。

最初にナノ領域の超高感度分析技術の動向と今後の進展を展望します。ギガビット DRAM に代表される ULSI デバイスでは、nm の空間分解能をもつ分析技術および ppt レベルの超高感度不純物分析技術が要求されます。

そこで深さ方向分解能に優れた二次イオン質量分析法 (SIMS) による定量精度の向上および H, C, O などの軽元素分析の事例を紹介します。他方、nm の極微小領域の高精度の観察・評価技術として、近年、透過型電子顕微鏡 (TEM) が重要なツールとしてクローズアップされています。そこで電界放射型 TEM による Ru/Si 界面ナノ領域組成分析事例を紹介します。さらに、表面から数 nm 程度の極表面の状態分析法として非常に有効な X 線光電子分光法 (XPS) があります。Si 中の微量ボロンの状態分析など最近の分析事例で XPS による状態分析技術の有用性を示します。

最後の2編は化学分析技術の論文です。ウェーハやシリコン酸化膜・窒化膜中の金属不純物やプロセスでの不純物汚染は歩留まりや素子の信頼性に大きな影響を与えます。そこで ppb, ppt レベルの超微量分析法として、当社で開発した化学分析手法としての気相分析法を紹介します。最後はクリーンルーム大気中のガス状不純物としてアンモニア、アミンの新規な高感度分析技術の論文です。

今後ともデバイス、製品の将来動向を洞察し、かつ大学や国立研究機関との連携を深めて先端分析技術の開発に注力するとともにデバイス、製品開発部隊へのタイムリな分析支援を行っていききたいと考えています。