

表面 SEM/EDX 分析と 2 次計画法を用いた非破壊深さプロファイル評価

Non-destructive depth profile evaluation using surface scanning electron microscopy/ energy dispersive X-ray spectroscopy and quadratic programming

住友電気工業株式会社¹ °星名 豊¹, 久保 優吾¹, 中山 陽次郎¹

Sumitomo Electric Industries, Ltd.¹, °Yutaka Hoshina¹, Yugo Kubo¹, Yojiro Nakayama¹

E-mail: hoshina-yutaka@sei.co.jp

当社は角度分解 X 線光電子分光法で得られたデータから、初期プロファイルの仮定を用いず 2 次計画法によって非破壊で深さプロファイルを推定する maximum smoothness method (MSM)を開発し、Al K α 線源[1]、放射光[2]を用いて数 nm～数十 nm オーダーの深さプロファイルの評価してきた。本研究ではこの MSM 解析の対象をエネルギー分散型 X 線分析(EDX)に拡張した。断面加工などの試料破壊をせず、走査電子顕微鏡 (SEM) 装置によって、試料表面から測定した EDX 分析データのみを用いて試料内部の層構造を推定する取り組みを行った。

MSM 解析では、電子ビーム入射に伴う特性 X 線の発生関数を放物線で近似する「PAP モデル」、さらに発生した特性 X 線が減衰しながら試料表面に到達する、という現象をモデル化した式を用いて、EDX 測定データに整合し、かつ滑らかな深さプロファイルを推定した。

Si ウエハ上に Al/Ti/Cr/Ni(Si)という積層構造を電子ビーム蒸着で作製*した試料に対し、SEM 装置 (日本電子製 JSM-IT200) を用い加速電圧 10~30kV で試料表面から EDX 分析データ(Fig. 1)を取得し MSM 解析を実施すると、Fig. 2 実線のプロファイルが得られた。非破壊での推定結果でありながら、同じ試料から薄片を切り出して評価した断面走査透過型電子顕微鏡(STEM)/EDX の結果 (Fig. 2 破線。深さ方向のラインプロファイル) とよく整合している。

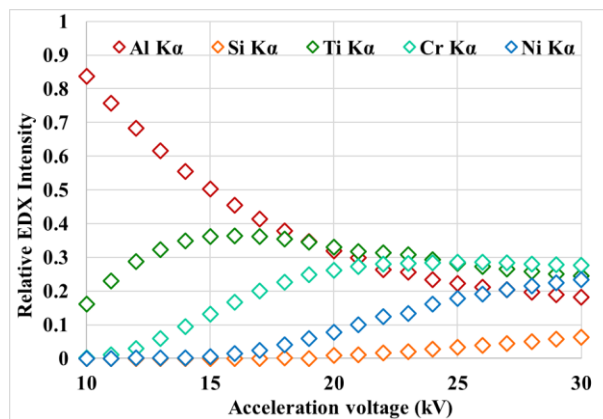


Fig. 1 Results of EDX measurement.

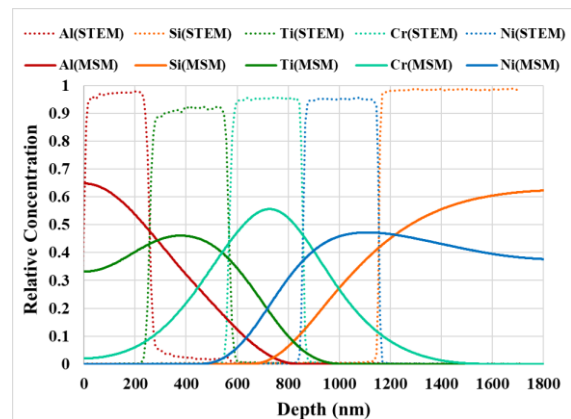


Fig.2 MSM and STEM/EDX results.

[1] Y. Hoshina, K. Tokuda, and Y. Saito, *Jpn. J. Appl. Phys.* **60** 101003 (2021)

[2] Y. Hoshina, K. Tokuda, Y. Saito, Y. Kubo and J. Iihara, *Jpn. J. Appl. Phys.* **61** 046501 (2022)

*謝辞 試料作製は、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点(文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ事業)の支援を受けて実施されました