

半導体メモリ絶縁膜特性解明に対する 電子顕微鏡を中心とした分析的アプローチ

Title of Extended Abstract of the Japan Society of Applied Physics

東レリサーチセンター¹, 物材機構²

○杉山直之^{1,2}, 生田目俊秀², 上杉文彦², 内城貴則¹, 川崎直彦¹

Toray Research Center Inc.¹, NIMS.², ○Naoyuki Sugiyama^{1,2}, Toshihide Nabatame²,

Fumihiko Uesugi², Takanori Naijou¹, Naohiko Kawasaki¹

E-mail: Naoyuki_Sugiyama@trc.toray.co.jp

半導体メモリの容量増大に向け、3次元構造の採用、新規材料の探索、新規概念の探索などあらゆる方面からの研究開発が活発に行われている。その中でも、現在主流となっている NAND フラッシュメモリの電荷蓄積膜の次世代材料、あるいは強誘電体メモリ向けの材料として、HfO₂系強誘電体膜などの研究開発が活発化している。

一方、半導体デバイスの構造、および新規に導入される材料などを適切に評価する、いわゆる分析・評価技術も、デバイス・材料の研究開発にとって不可欠な技術であり、この分析技術も半導体デバイスの進化とともに進展を遂げてきたといえる。特に、電子顕微鏡の技術については、デバイスの微細化に対して、ほぼ唯一の対応可能な分析手法として共に発展してきた。半導体デバイスの分析評価における主役は、微細化されたデバイスを高スループットで正確に構造を評価することにあるが、もう一つの大きな役割として、デバイス内に必ず存在する絶縁膜および絶縁膜をいかに評価するかという点にある。近年の電子顕微鏡技術の進展、特に球面収差補正装置、電子直接検出カメラ（超高感度 CMOS センサー）等の技術により、絶縁膜を低ダメージかつ高分解能で評価する点において著しい進展が認められる。また、計算科学的な手法の導入により、これまで扱うことが困難であった大量のデータ（例えば電子回折図形を用いた 4D-STEM といわれる技術など）を有効に活用することも可能になってきている。

以上を踏まえ、本講演では、PE-ALD 法によって低温成膜された HfZrO_x 膜¹⁾を電子顕微鏡による評価対象として取り上げる。強誘電性の発現には材料の結晶構造が大きく関与するため、いくつかの切り口から結晶構造（分布）を調べ、強誘電性との相関を調べた事例を紹介する。

参考文献) T. Onaya, T. Nabatame, N. Sawamoto, A. Ohi, N. Ikeda, T. Nagata, A. Ogura, Microelectronic Engineering 215 (2019) 111013