

放射光光電子分光による TiN/LaO/HfSiO/Si
ゲートスタック構造の深さ方向分布解析

○豊田智史^{1,2,3}、鎌田洋之¹、谷村龍彦¹、組頭広志^{1,3,5}、尾嶋正治^{1,2,3}、
大塚俊宏⁴、畑良文⁴、丹羽正昭⁴

¹東大院工、²JST-CREST、³東大放射光機構、⁴パナソニック、⁵JST さきがけ

次世代 ULSI 用 MOSFET デバイス開発においてメタルゲート/高誘電率 (high-k) 絶縁膜/Si ゲートスタック構造の実効仕事関数制御は重要な課題となっている。ハーフピッチ 32 nm プロセス以降では high-k 上に仕事関数変調用キャップ層を形成し、NMOS および PMOS の実効仕事関数を制御する技術が注目されている。NMOS では LaO、PMOS では AlO キャップ層が提案されているが、デバイスの実現に向けて絶縁膜中の元素濃度分布・バンドプロファイルを明らかにする必要がある。そこで我々は、TiN/LaO/HfSiO/Si 構造の深さ方向分布とバンドプロファイルについて熱処理前後の変化を放射光光電子分光によって解析した。実験は KEK-PF BL-2C にて行った。TiN/LaO/HfSiO/Si 構造試料において Si 基板を研磨+KOH 溶液エッチングで除去した後、裏面から角度分解光電子分光測定を行った。Ti 2p、Hf 4f、Si 2p、O 1s および N 1s 内殻準位スペクトルの角度依存性データを元にして深さ方向分布を解析し、得られた結果は断面 TEM 像および RBS 法による深さ方向分布と比較した。図 1 に、TiN/LaO/HfSiO/Si 構造試料の深さ方向分布を示す。熱処理前後の深さ方向分布変化を調べた結果、ゲート電極側に分布していた LaO キャップ層の La 原子が HfSiO 絶縁膜中を拡散していく様子をとらえることができた。また、内殻準位シフトからバンドプロファイル変化を推定したところ、high-k/SiO₂ 界面電気二重層の変調と対応関係があることを明らかにした。

【謝辞】本研究は STARC の支援を受けて実施した。

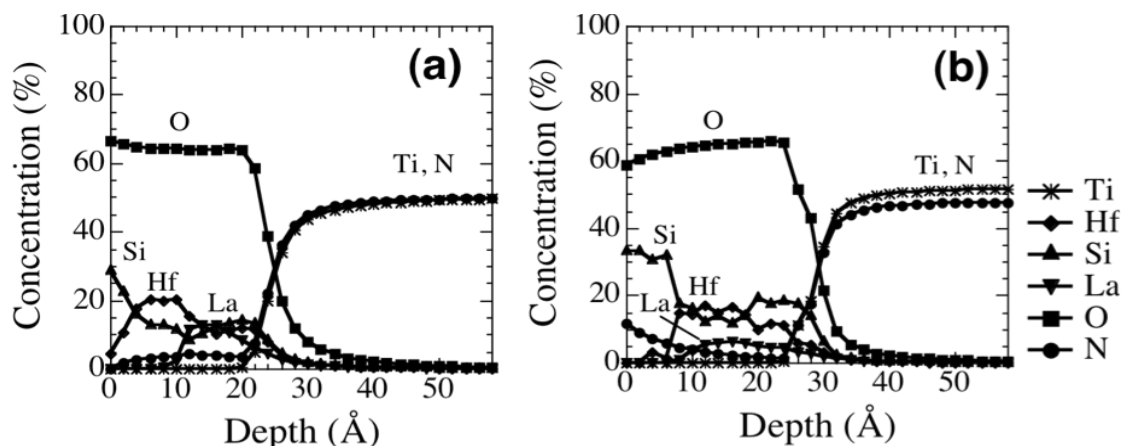


図 1. TiN/LaO/HfSiO/Si ゲートスタック構造の深さ方向分布(a)熱処理前 (b)熱処理後。