

放射光光電子分光による極薄 SiO₂ 膜の 放射光照射時間依存性

¹ 豊田智史、¹ 岡林潤、^{1,2} 組頭広志 ^{1,2}、尾嶋正治、³ 劉国林、
³ 劉紫園、³ 池田和人、³ 臼田宏治
¹ 東大院工、² JST-CREST、³ STARC

ULSI 用極薄 Si ゲート酸化膜の開発において、薄膜特有の物性を原子スケールで理解することが重要となってきた。光電子分光法は表面、界面の電子状態を原子スケールで探るのに最適な手法であるが、膜中へのキャリア捕獲により測定中にピーク位置が時間変化するという問題が避けられない。しかしこの X 線照射時間依存性を詳細に調べることで、非接触でトラップ電荷に関する情報が得られる[1]。今回、放射光光電子分光により、SiO₂ 膜における Si 2*p* スペクトルの照射時間・膜厚依存性を系統的に評価した。KEK-PF BL-2C にて軟 X 線を光源とした光電子分光により、極薄 SiO₂ 膜における Si 2*p* スペクトルの X 線照射時間依存性を測定した。極薄 SiO₂ 膜は乾燥酸素雰囲気中 850°C で形成し、膜厚は 1.0–5.0 nm である。各膜厚の試料における Si 2*p* スペクトルを 1 スキャンずつ測定し、ピークシフトの時間変化を詳しく調べた。図 1 に 1.2 nm 厚 SiO₂ 膜における Si 2*p* スペクトルの X 線照射時間依存性を示す。Si 基板(Bulk)ピークおよび SiO₂(Oxide)ピークが X 線照射時間とともに高運動エネルギー側にシフトしている様子が明瞭に分かる。Si 基板ピークの低エネルギー側へのシフトは、電子トラップの存在を示唆するものと思われる[1]。しかし、膜厚依存性を調べた結果から電子トラップモデルで単純に説明できる現象ではなく、仕事関数の変調効果も含まれることが明らかとなった。

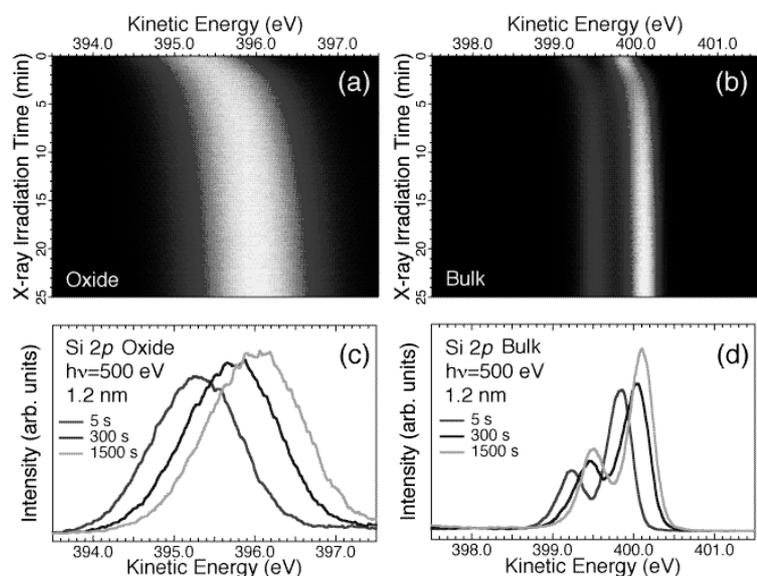


図 1. SiO₂ 膜における Si 2*p* スペクトル放射光照射時間依存性

[1] A. Y. Hagimoto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **74**, 2011 (1999), *ibid* **77**, 4175 (2000).