

コンビナトリアル(LaAlO₃)_{1-x}(Al₂O₃)_x ゲート絶縁膜のバンドオフセット

Band offsets of combinatorial (LaAlO₃)_{1-x}(Al₂O₃)_x gate dielectrics determined by SR photoelectron spectroscopy and XAS

東大工¹, 物質・材料研究機構²

安原隆太郎¹, 小松 真¹, 高橋晴彦¹, 豊田智史¹, 岡林 潤¹, 組頭広志¹, 尾嶋正治¹, Dmitry Kukuruznyak², 知京豊裕²

The University of Tokyo¹, National Institute for Materials Science²

R. Yasuhara¹, M. Komatsu¹, H. Takahashi¹, S. Toyoda¹, J. Okabayashi¹, H. Kumigashira¹, M. Oshima¹, D. Kukuruznyak², and T. Chikyow²

1. はじめに MOSトランジスタの高性能化・微小化に伴う直接トンネル電流の増加が問題となっており、その解決策としてゲート絶縁膜に High-*k* 材料を用いる研究が盛んに行われている。なかでも LaAlO₃ は国際半導体技術ロードマップにおいて次世代の LSI 用 High-*k* ゲート絶縁膜として有望視されている材料であり、大きなバンドギャップと熱的安定性を有する Al₂O₃ と複合化することでゲート絶縁膜として最適な組成を提案出来ると考えられる。そこで本研究では、放射光光電子分光および X 線吸収分光を用いて (LaAlO₃)_{1-x}(Al₂O₃)_x 薄膜のバンドオフセットを決定し、その組成依存性を調べることを目的とした。

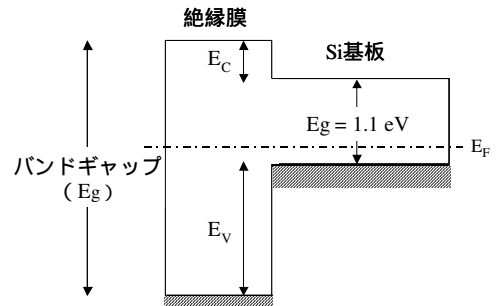


Fig. 1 バンドオフセット模式図

2. 実験方法 (LaAlO₃)_{1-x}(Al₂O₃)_x 薄膜の組成は x=0, 0.2, 0.33, 0.5, 1 の 5 種類とし、パルスレーザー堆積 (PLD) 法により 1 枚の Si 基板上に成長させた (膜厚 5 nm)。得られた絶縁膜について KEK-PF の BL-2C で放射光光電子分光および X 線吸収分光 (XAS) 測定を行い、各組成におけるバンドオフセットを決定した。

3. 結果と考察 Fig. 2 に (LaAlO₃)_{1-x}(Al₂O₃)_x 薄膜の価電子帯スペクトルを示す。価電子帯の立ち上がり位置は Al₂O₃ 組成の増加とともに高結合エネルギー側へ系統的にシフトした。また、O 1s, Al 2p, La 4d に関して同様の系統的なシフトが観測された。XAS の結果と合わせ、Fig. 1 に示す価電子帯オフセット E_v および伝導帯オフセット E_c を決定した。バンドオフセットの組成依存性を調べたところ、Al₂O₃ 組成の増加とともに伝導帯オフセットは単調に増加したが、価電子帯オフセットは逆に減少することが分かった。これは J. Robertson らによる理論計算[1]において La₂O₃ に比べ LaAlO₃ の伝導帯オフセットが小さくなっている事実と符合する。価電子帯オフセットは全ての組成において十分に大きなことから伝導帯オフセットから判断した結果、LaAlO₃ が (LaAlO₃)_{1-x}(Al₂O₃)_x 系において最適な組成であることが分かった。

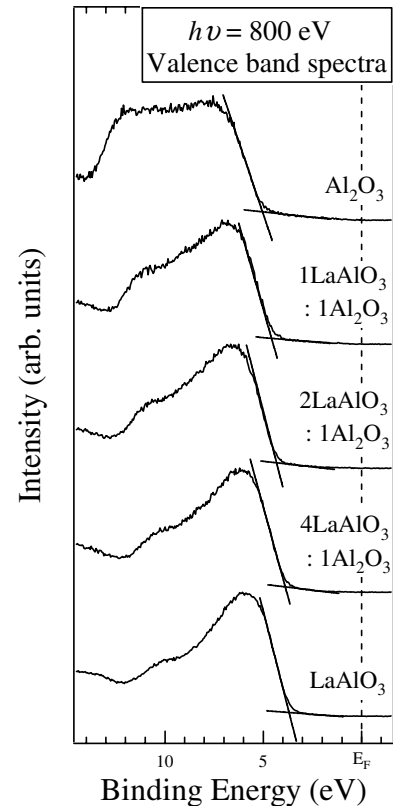


Fig. 2 (LaAlO₃)_{1-x}(Al₂O₃)_x 薄膜の価電子帯スペクトル

[参考文献] [1] P. W. Peacock and J. Robertson, J. Appl. Phys. **92**, 4712 (2002).