

High-k/メタルゲート膜界面の構造の解析(2) Analysis of High-k/metal gate interface structure (2)

尾崎 伸司, 畑 良文

Shinji Ozaki, Yoshifumi Hata

パナソニック(株) マテリアルサイエンス解析センター 薄膜分析グループ

Panasonic Corporation

次世代 LSI においてゲート酸化膜として高誘電率ゲート絶縁膜を使用するメタルゲート/高誘電率膜の積層膜構造の物性について、高エネルギー XPS で調べた。Si(001) 基板の上に堆積した TiN(5nm)/LaO(0.5nm)/HfSiO(2nm)/SiO₂(1nm) 積層膜について、LaO 膜有無での変化について調べた結果、LaO 膜の有無で Si 1s ピークが 0.3 eV シフトしていることが分かった。

キーワード： High-k/メタルゲート、高エネルギー光電子分光測定

背景と研究目的：

より高性能な LSI を実現するためにはゲート絶縁膜の薄膜化が不可欠である。しかし、これまでのゲート絶縁膜である SiO₂ 膜では、リーク電流の問題があるため次世代 LSI では使用することが困難である。そこで次世代 LSI では高誘電率ゲート絶縁膜の利用が期待されており、その物性評価が必要となっている。しかも高誘電率ゲート絶縁膜を使用した場合には仕事関数の特性上、メタルゲート膜を使用するため、積層膜構造での薄膜物性評価が重要となっている。

そこで今回、電気特性と物理特性との関係を明確にするためにメタルゲート/高誘電率膜の積層膜構造について、非破壊での状態解析が可能な高エネルギー XPS 測定を実施した。

実験：

Si(001) 基板の上に堆積した TiN(5nm)/LaO(0.5nm)/HfSiO(2nm)/SiO₂(1nm) 積層膜について、LaO 膜有無での変化について調べた。ここで LaO 膜はトランジスタの閾値電圧(V_t)を制御するために用いている。今回、BL46XU で高エネルギー光電子分光測定を実施した。入射光のエネルギーは 7957 eV で、試料表面からの光電子の脱出角は 80 度である。なお表面の TiN 電極を導電性テープで試料台へ接地して測定している。

結果および考察：

LaO 膜有無の試料について高エネルギー XPS で測定した Si 1s スペクトルを図 1 に示す。縦軸は Si 1s ピーク強度で規格化している。LaO 膜の有無で Si 1s ピークが 0.3 eV シフトしていることが分かる。先に報告されている結果[1]と積層膜の構造は異なるが、同様なピークシフトである。

今回認められた Si ピークシフトは La 化合物の分極によるものと考えられ、これによって V_t が変化していると考えられる。そのため、プロセス条件とこの Si ピークシフト量との関係を明確にすることは、デバイス特性の最適化にとって不可欠である。

今後の課題：

今後、La 成膜条件、熱処理条件が異なる試料について調べ、電気特性と物理特性との関係を解明していく。

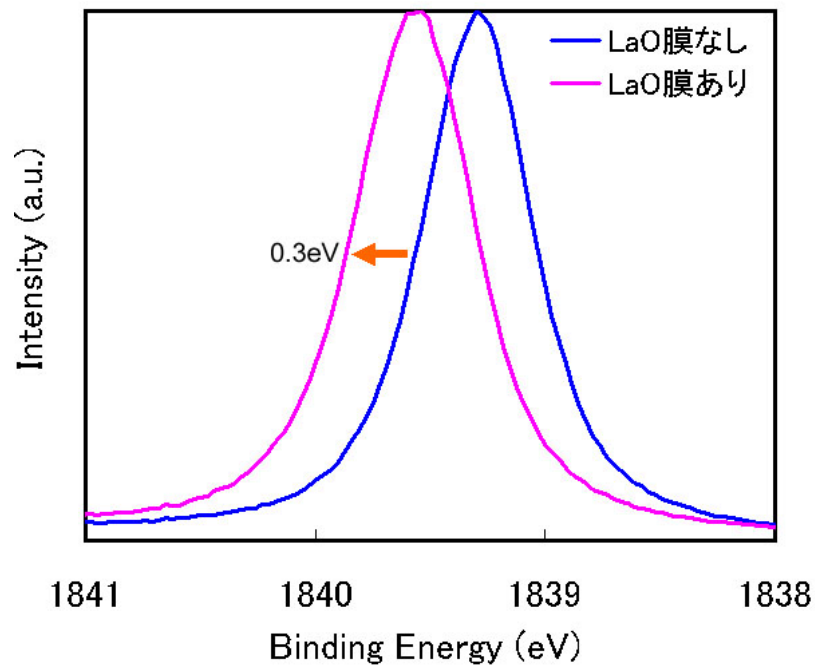


図 1. LaO 膜の有無による Si 1s ピークのエネルギーの変化

参考文献：

- [1] K.Kakushima, K. Okamoto, M. Adachi , K. Tachi, J. Song, S. Sato, T. Kawanago, P. Ahmet, K. Tsutsui, N. Sugii, T. Hattori, H. Iwai, Appl.Surf.Sci.**254**,6106 (2008).