

High-k/メタルゲート膜界面の構造の解析(7) Analysis of High-k/Metal Gate Interface Structure(7)

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
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、硬 X 線光電子分光で評価している。今回、Si(001)基板上に堆積した TiN(5nm)/LaO(0.5nm)/HfSiO(2nm)/SiO₂(1nm)積層膜について、電気特性との関係について調べた。今回の硬 X 線光電子分光評価では電気特性とは明確な相関は認められなかった。

キーワード： High-k、メタルゲート、硬 X 線光電子分光

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。

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硬 X 線光電子分光で、これまでに仕事関数コントロール膜としての LaO, AlO の有無、熱処理条件の違いについて評価している(課題番号 2008A1836, 2008A1927, 2009A1798, 2009A1923)。今回は電気特性が異なる試料について調べた。

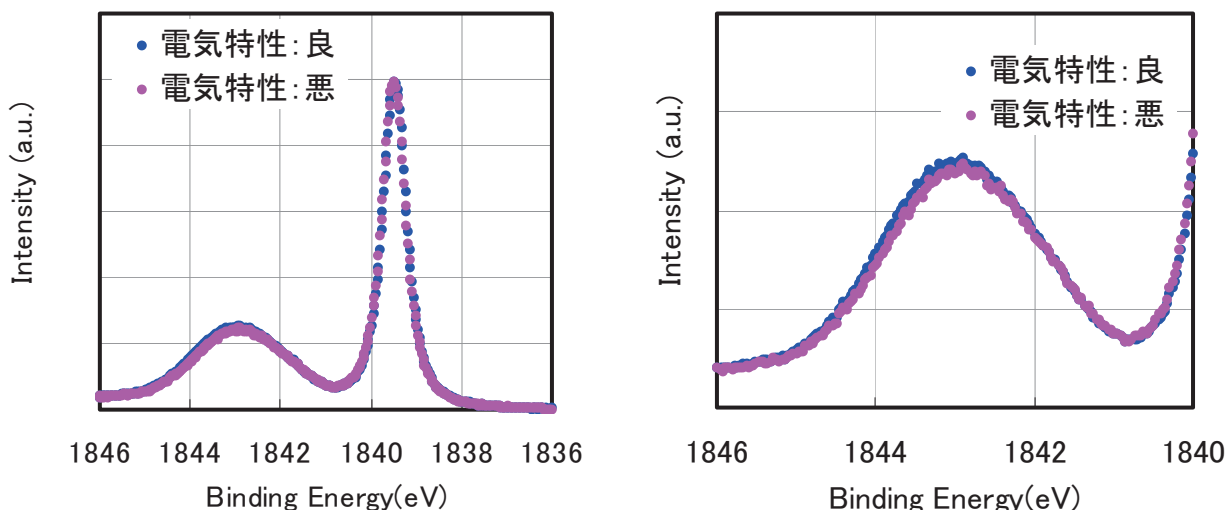


Fig.1. 電気特性が異なる試料の Si1s スペクトル(a)とそのサブピークの拡大(b)

実験：

Si(001)基板上に堆積した TiN(5nm)/LaO(1nm)/HfSiO(2nm)/SiO₂(1nm)積層膜について調べた。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おり、仕事関数コントロール膜と呼ばれている。今回、BL46XU で硬 X 線光電子分光測定を実施した。入射光のエネルギーは 7957eV 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：

電気特性が異なる試料について硬 X 線光電子分光で測定した Si1s を Fig-1(a)に、そのサブオキサイドスペクトルの拡大を Fig-1(b)に示す。縦軸は Si1s(基板)ピーク強度で規格化している。今回測定した試料間では、測定スペクトルに違いは認められなかった。これまでの評価(課題番号 2008A1836、2008A1927、2009A1798、2009A1923)ではプロセス条件などで Si サブオキサイドスペクトルに変化があったが、今回はそのような変化は認められなかった。

硬 X 線光電子分光測定はメタルゲート／高誘電率膜の積層膜構造における界面反応が把握できる非常に有益な解析手法であるが、今回の電気特性の異なる試料では明確な結果を得ることはできなかった。しかし硬 X 線光電子分光測定でメタルゲート／高誘電率膜の物性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り、今後製品化に向けて重要となる信頼性と物性との関係を解明し次世代高性能 LSI の量産を実現する。

今後の課題：

今回の実験では電気特性と物性との関係は認められなかった。次回は異なる電気特性との物性との関係について調べる予定である。