

## High-k/メタルゲート膜界面の構造の解析(5) Analysis of High-k/Metal Gate Interface Structure(5)

畑 良文, 尾崎 伸司  
Yoshifumi Hata, Shinji Ozaki

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 線光電子分光で調べた。今回は特に Si(001)基板上に堆積した TiN(5nm)/LaO(0.5nm)/HfSiO(2nm)/SiO<sub>2</sub>(1nm)積層膜について、ウエハ面内での物性分布を調べた。その結果、ウエハ面内での Si1s スペクトル変化が確認できた。

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 SiO<sub>2</sub> 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)。今回はウエハ面内での違いについて調べた。

### 実験：

Si(001)基板上に堆積した TiN(5nm)/LaO(0.5nm)/HfSiO(2nm)/SiO<sub>2</sub>(1nm)積層膜について調べた。ここで AlO 膜はトランジスタの閾値電圧(V<sub>t</sub>)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 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：

同一ウエハの中心部と周辺部とについて硬 X 線光電子分光で測定した Si1s スペクトルを Fig-1 に示す。縦軸は Si1s(基板)ピーク強度で規格化している。サブオキサイド部を拡大した Si1s スペクトルを Fig-2 に示す。ウエハ面内で Si1s ピーク形状が変化していることが分かる。一方、同じ試料の Hf3d スペクトルはウエハ面内での変化は認められていない。これらの結果より Si1s のピーク形状変化は SiO<sub>2</sub> 膜の変化によるものと考えられ、ウエハ面内でのこのような違いがあると電気特性に影響し、歩留り・信頼性など量産における重要な問題になると考えられる。

以上のように硬 X 線光電子分光はメタルゲート/高誘電率膜の積層膜構造における界面反応が把握で

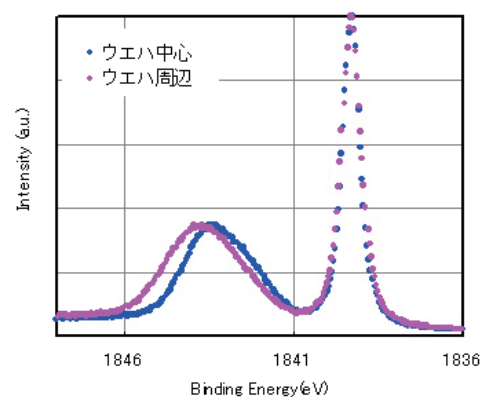


Fig-1. ウエハ面内(中心と周辺部)での Si1s スペクトルの変化

きる非常に有益な解析手法である。今後、プロセス条件とこれら Si ピーク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：**

HfSiO<sub>2</sub> および仕事関数コントロール膜 (LaO,AlO)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次世代高性能 LSI の量産を実現する。

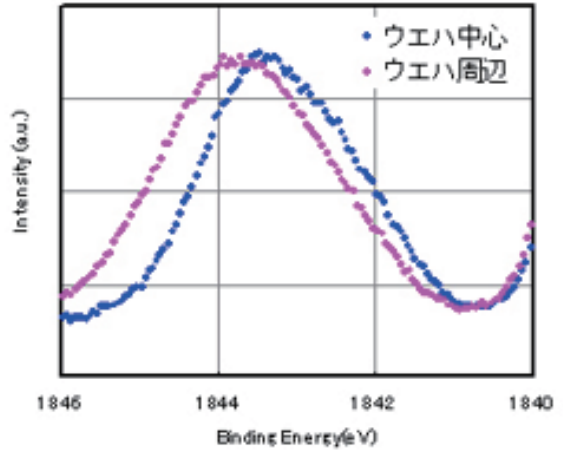


Fig-2. ウエハ面内（中心と周辺部）での Si1s スペクトルの変化