

放射光光電子分光による poly-Si/HfO₂/Si ゲートスタック構造の解析： 光電子スペクトルの加熱時間依存性

東大院工¹、STARC² 高橋晴彦¹、豊田智史¹、岡林 潤¹、組頭広志¹、尾嶋正治¹、池田和人²、劉 国林²、劉 紫園²、白田宏治²

Temporal change in photoemission spectra during UHV annealing of poly-Si/HfO₂/Si gate stack structure

The Univ. of Tokyo¹, STARC² H. Takahashi¹, S. Toyoda¹, J. Okabayashi¹, H. Kumigashira¹, M. Oshima¹, K. Ikeda², G. L. Liu², Z. Liu², K. Usuda²

1. はじめに HfO₂は、次世代高誘電率ゲート絶縁膜として最も注目されている材料のひとつである。しかし、高温アニールプロセスにおいて poly-Si 上部電極との界面でシリサイド化反応や HfO₂層の結晶化が起き、電流リークの原因となっている。そのため、加熱処理によるシリサイド化過程に伴う化学結合状態の変化を詳細に調べる必要がある。そこで今回、poly-Si/HfO₂/silicate/Si ゲートスタック構造の超高真空(UHV)中加熱による化学結合状態の変化について、加熱時間をパラメータとして、放射光を用いた高分解光電子分光、X線吸収分光(XAS)により調べたので報告する。

2. 実験方法 poly-Si (3 nm)/HfO₂ (2 nm)/silicate (0.5 nm)/Si(001)積層構造の試料を、1%フッ酸水溶液により表面を清浄化し、UHV 中にて通電加熱を行った後、放射光光電子分光および XAS 測定を行った。加熱温度は、700 と 750 に固定し、加熱時間を変化させた。内殻準位光電子スペクトルでは、垂直放出測定以外に検出角度 60°での表面敏感測定も行った。

3. 結果と考察 図1に UHV 中 700 加熱を行った試料について、入射エネルギー800 eVで測定した Hf 4f 内殻光電子スペクトルの加熱時間依存性を示す。結合エネルギー18 eV 付近のピーク成分は HfO₂であり、14.5 eV には Hf シリサイドのピーク成分が現れている。3 分間の加熱でシリサイドが poly-Si/HfO₂の界面にて形成し始め、90 分間の加熱で HfO₂/Si 界面においてもシリサイドが形成することを角度依存光電子分光により見出した。さらに Si の化学結合状態を調べるために Si 2p 内殻光電子スペクトルを測定したところ、1 分間の加熱において poly-Si/HfO₂ 界面にサブオキサイドが存在することが分かった。これは HfO₂層から poly-Si への酸素の拡散によるものであり、poly-Si/HfO₂界面からシリサイド化が起きる原因だと考えられる[1]。発表では熱力学的な考察についても議論する。

[1] H. Takahashi *et al.*, Appl. Phys. Lett. submitted.

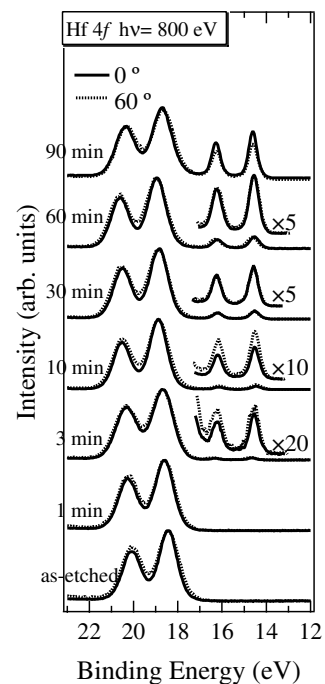


図1. 700 加熱後の Hf 4f 内殻光電子スペクトルの加熱時間依存性