

放射光光電子分光による high- k /SiON 界面双極子の観測

菊池亮¹, 豊田智史²⁻⁴, 鎌田洋之², 組頭広志^{2,4,5}, 尾嶋正治²⁻⁴,
 岩本邦彦⁶, 助川孝江⁶, 劉紫園⁶
 東大工¹, 東大院工², JST-CREST³, 東大放射光機構⁴, さきがけ⁵, STARC⁶

【はじめに】High- k 膜/SiO(N)界面双極子モデル[1,2]はしきい値電圧変調メカニズムを説明するのに有力であるが、界面双極子を光電子分光法により観測した例は数少ない。それは、光電子分光法では電荷トラップによるバンド曲がりの寄与も含まれて観測され、エネルギーシフトの解析が困難なためである。そこで、本研究では膜厚の異なる HfSiO(N)試料に対して、内殻準位スペクトルにおけるエネルギーシフトの放射光照射時間依存性を測定することで電荷トラップを定量的に評価し、界面双極子の寄与を解析した。

【実験方法】 p 型 Si(100)基板上に作製された ALD-HfSiO(N)薄膜を HF 溶液でエッチングし、絶縁膜厚さを段階的に減少させた試料を用意した。BL-2C において放射光光電子分光により、内殻準位スペクトルおよび価電子帯スペクトルを測定した。電荷トラップの評価は放射光照射による内殻準位スペクトルのシフトにより行った。

【結果と考察】図1は Hf_{0.75}Si_{0.25}O₂ 膜における Si 酸化物由来の Si 2 p と Hf 4 f スペクトルのエネルギーピーク位置の差(相対結合エネルギー)が放射光照射時間とともにどのように変化するかを示している。放射光照射開始直後における as-grown 試料とエッチング試料との相対結合エネルギー差に 0.1-0.2 eV 程度の違いが確認され、これは界面双極子に由来すると考えられる。Hf_{0.75}Si_{0.25}O₂/ SiO₂ 界面双極子の大きさは 0.2eV 程度と予測され、ほぼ定量的な一致が見られる。また、十分時間が経過した後の相対結合エネルギーシフトは膜中電荷トラップに由来する。

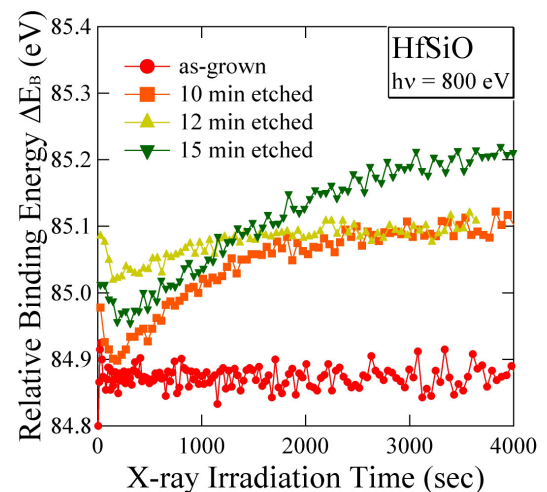


図 1. HfSiO 膜における Si 酸化物由来 Si 2 p と Hf 4 f スペクトルのピーク位置の差