

放射光光電子分光による高誘電率ゲート絶縁膜中電荷密度および化学結合状態の解析

東大工¹、JST-CREST²、東大放射光機構³、STARC⁴、
谷村龍彦¹、豊田智史¹⁻³、組頭広志¹⁻³、尾嶋正治¹⁻³、劉国林⁴、劉紫園⁴、
池田和人⁴

The Univ. of Tokyo¹, JST-CREST², UT-SRRO³, STARC⁴,
T. Tanimura¹, S. Toyoda¹⁻³, H. Kumigashira¹⁻³, M. Oshima¹⁻³, G. L. Liu⁴,
Z. Liu⁴, K. Ikeda⁴

high- k ゲート絶縁膜として最も有望とされている HfSiO 膜は、N 添加によってドーパントの拡散や結晶化を抑制する効果がある一方で、リーク電流や膜中電荷の増加も報告されている。この膜中電荷を見積もる手法として、X 線照射に伴う光電子ピークシフトの測定から基板のバンドベンディングを求める方法が提案されている。この手法の絶縁膜厚依存性を調べることで深さ方向の知見が得られると考えられる。そこで、本研究では膜厚の異なる HfSiON 膜に対して放射光照射時間依存性測定を行い、膜中電荷密度の深さ方向分布を求めた。

HF エッチングで膜厚を系統的に変化させた Si 基板上 HfSiON 膜に対して、放射光光電子分光を用いて Si 2p 内殻光電子スペクトルの放射光照射時間依存性測定を行った。このとき、試料への補償電流(試料電流)も同時に計測した。実験は KEK-PF BL-2C で行った。

図 1 に(a)Si 2p 内殻スペクトルの基板成分から求めたバンドベンディングおよび(b)試料電流の放射光照射に伴う変化を示す。エッチング時間が短く膜厚の大きい試料の方が大きな上方向へのバンドベンディングを示しており、放射光照射により絶縁膜中には負電荷が蓄積していることが分かる。試料電流もエッチング時間の短い試料の方が大きな変化を示しており、バンドベンディングの変化と同様の傾向が見られる。バンドベンディング及び試料電流変化の膜厚依存性から膜中電荷の深さ方向分布を求めると、表面付近に多くの電荷が捕獲されるという結果が得られた。この膜中電荷捕獲の起源を調べるため、N 1s スペクトルの膜厚依存性を測定し、化学結合状態の深さ方向分布を求めたところ、Hf-N 結合に起因する N 1s 成分において膜中電荷とよく似た分布が得られ、両者の相関が示唆された。試料を提供していただいた(株) Selete に感謝いたします。

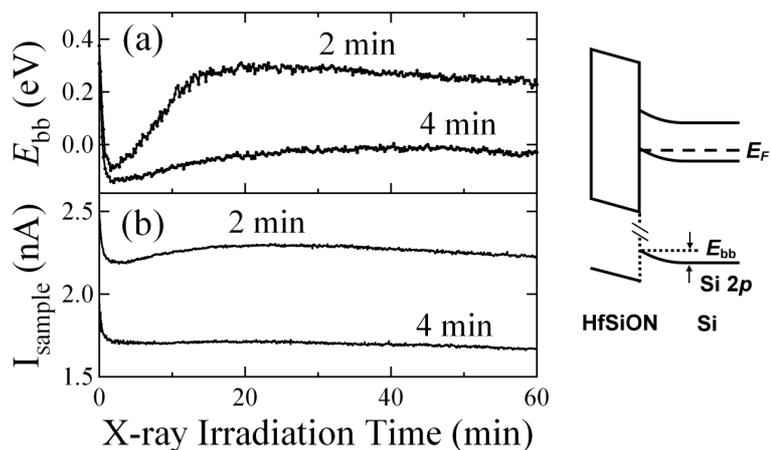


図 1 エッチングを 2min および 4min 行った HfSiON/Si における Si 基板バンドベンディング(a) および試料電流(b)の X 線照射時間依存性

[引用文献]

- [1] T. Tanimura *et al.*, Appl. Phys. Lett. 92, 082903 (2008).
- [2] T. Tanimura *et al.*, Appl. Phys. Lett. 94, 082903 (2009).