

光電子収率分光法による SiO₂/SiC 構造の電子状態計測(2)

Electronic States at Ultrathin SiO₂/SiC Interface

Measured by Total Photoelectron Yield Spectroscopy (2)

¹名大 VBL, ²名大院工 ○¹大田 晃生, ²渡邊 浩成, ²グェンサンチュン, ²牧原 克典, ²宮崎 誠一

¹Nagoya Univ. VBL, ²Nagoya Univ., ○¹Akio Ohta, ²Hiromasa Watanabe, ²Nguyen Xuan Truyen,,

²Katsunori Makihara, and ²Seiichi Miyazaki

E-mail: a_ohta@nucc.nagoya-u.ac.jp

序>前回、希釈 HF 処理した 4H-SiC 表面において高濃度の表面準位が残留し、熱酸化後ではミッドギャップよりも伝導帯側に電子占有欠陥準位が増大することを光電子収率分光(PYS: Total Photoelectron Yield Spectroscopy[1])により明らかにした[2]。今回、Wet 酸化により形成した SiO₂/4H-SiC 構造の電子占有欠陥の深さ方向分布を評価した結果を報告する。

実験>n 型 4H-SiC(0001)ウェハを化学溶液洗浄した後、1080°C の Wet 酸化により厚さ 7.6nm および 21.8nm の SiO₂ を成長した。深さ方向分析のため、希釈 HF 溶液浸漬による SiO₂ の薄膜化と PYS 測定(入射エネルギー範囲: 3.4~5.6eV)を繰り返し行った。

結果及び考察>厚さ 21.8nm の SiO₂ 膜を薄膜化の各過程で測定した PYS スペクトルを Fig.1 に示す。図中に示した薄膜化後の SiO₂ 膜厚は、別途行った XPS 測定 of Si2p 内殻光電子信号から算出した。PYS では、4H-SiC の電子親和力(3.65eV)およびバンドギャップ(Eg: 3.25eV)を考慮すると、伝導帯下端(Ec)からミッドギャップ(Ei)に相当するエネルギー領域を測定し、観測された光電子収率は主として Eg 中に存在する電子占有欠陥に起因する。SiO₂ 膜厚が 21.8nm および 7.9nm の PYS スペクトルでは、光電子収率に明瞭な変化は認められないものの、3.1nm まで SiO₂ を薄膜化すると入射エネルギーが 4.0eV 付近の光電子収率が顕著に増大する。さらに、SiO₂ を希釈 HF 処理により薄膜化することで、光電子収率は大きく減少することから、SiO₂/4H-SiC 界面近傍の SiO₂ 層内に電子占有欠陥の偏在していることが明らかになった。このときミッドギャップ近傍(5.27eV)の光電子収率に大きな膜厚依存性は認められない。さらに、厚さ 7.6nm SiO₂ の試料に対しても同様の測定を行い、入射エネルギー 4.0eV で観測された光電子収率を SiO₂ 膜厚に対してまとめた(Fig.2)。SiO₂ 膜厚が 7.8nm および 21.8nm のどちらの試料においても、4H-SiC 表面から 2~3nm 付近で、光電子収率が大きく増大する領域が存在することが分った。また、SiO₂ 膜厚が 21.8nm の試料では、7.6nm の試料に比べ、界面近傍の電子占有欠陥が増大する傾向が認められた。

結論>熱酸化 SiO₂/4H-SiC 構造において、ミッドギャップよりも伝導帯側に存在する電子占有欠陥が SiO₂ 膜厚に対して大きく分布し、特に 4H-SiC 表面から 2~3nm 付近で増大することが分った。

謝辞>本研究の一部は、名古屋大学ベンチャービジネスラボラトリーを利用して行った。

文献>[1] S. Miyazaki, et al., Microelectro. Eng., 48 (1999) 63. [2] 大田 他、2014 年 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-A17-2, 15-247.

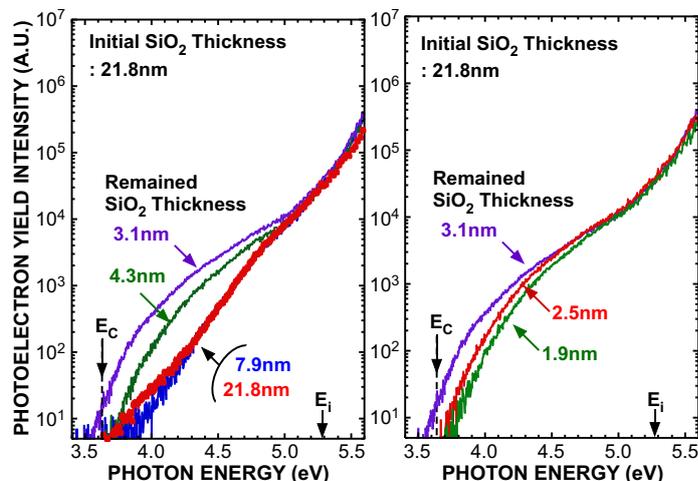


Fig.1 Total photoelectron yield spectra taken with progressive oxide thinning of thermally grown SiO₂/4H-SiC structure with an initial SiO₂ thickness of 21.8nm. In the oxide thinning, a 0.1% HF solution was used.

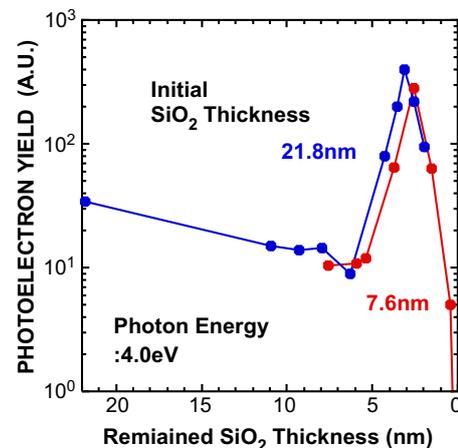


Fig. 2 Changes in the photoelectron yield intensity at an incident photoenergy of 4.0eV for thermally grown SiO₂/4H-SiC structure as a function of remained SiO₂ thickness.