## 4H-SiC Si 面および C 面上に成長した熱酸化膜の 光電子収率分光法による電子占有欠陥評価

Evaluation of Filled Defects in Thermally-grown Oxide on Si and C Faces of 4H-SiC by Using Total Photoelectron Yield Spectroscopy

名大院工, ◎渡辺 浩成, 大田 晃生, 池田 弥央, 牧原 克典, 宮崎 誠一

Nagoya Univ., °H. Watanabe, A. Ohta, M. Ikeda, K. Makihara, and S. Miyazaki

E -mail: watanabe.hiromasa@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

**序**>これまでに、4H-SiC Si 面上に 1080℃ のウェット酸化により形成した SiO<sub>2</sub>について、光電子 収率分光(Total Photoelectron Yield Spectroscopy: PYS)測定と SiO<sub>2</sub> 膜の薄膜化を繰り返すことで、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 SiO<sub>2</sub> 膜中に広く分布し、特に 4H-SiC 表 面から~3nm 付近で増大することを明らかにした [1]。本研究では、ドライ酸化により 4H-SiC Si 面および C 面上に形成した SiO<sub>2</sub> 膜において、電子占有欠陥の差異を PYS により評価した。

**試料作成>**エピタキシャル成長した n型 4H-SiC Si 面および C 面を化学溶液洗浄後、ドライ酸化 により厚さ~50nmの SiO<sub>2</sub>を成長した。その後、一部の試料は深さ方向分析のために、0.1%に希釈 した HF 溶液に浸漬させ、SiO<sub>2</sub>の薄膜化を行った。

結果及び考察>4H-SiC Si 面およびC 面上に形成した SiO<sub>2</sub>において、希釈 HF 浸漬により厚さ 50nm

から 2~3nm まで薄膜化させた場合の PYS スペクトルを Fig.1 に示 す。PYS 測定(入射エネルギー: 3.8~5.4eV)では、4H-SiC の電子親 和力(x: 3.47eV[2])およびエネルギーバンドギャップ(Eg: 3.23eV[3])を考慮すると、測定エネルギー領域は主に 4H-SiC の伝 導帯下端付近からミッドギャップ近傍に相当する。Fig.1 に示す実 測スペクトルにおいて、Si面とC面のどちらの試料においても、 4H-SiC のバンドギャップに相当するエネルギー領域で光電子が 観測されることから、SiO2 膜中に電子占有欠陥が存在することを 意味する。さらに、4H-SiCのミッドギャップから伝導帯下端近傍 のエネルギー領域に相当する、入射エネルギーが 4.0~5.0eV の領 域において、Si 面上の場合に比べて C 面上に形成した SiO<sub>2</sub>の光 電子収率が3 倍程度大きいことから、SiO2/4H-SiC 界面近傍に 5×10<sup>11</sup>cm<sup>-2</sup>eV<sup>-1</sup>を越える高密度の電子占有欠陥が形成されている ことが分かった。電子占有欠陥の深さ方向分布を調べるために、 入射エネルギーが 4.0eV、4.5eV、および 5.0eV で観測される光電 子収率を、薄膜化後の SiO2 膜厚に対してプロットした(Fig.2)。そ の結果、SiO<sub>2</sub>/4H-SiC 界面近傍だけでなく SiO<sub>2</sub> 膜中においても、 Si面に比べてC面で光電子収率が3~5倍程度高いことが分かった。 同様に、別途測定を行った XPS 分析において、C 面上に作成した 試料では、1eV を超える大きなチャージアップが観測されること からも、Si 面上に比べ欠陥が多いことが確認された。

結論>ドライ酸化により 4H-SiC C 面上に形成した SiO<sub>2</sub>では、Si 面上の場合に比べ、4H-SiC のミッドギャップから伝導帯下端側約 1eV 以内のエネルギー領域において、電子占有欠陥が多く、特に SiO<sub>2</sub>/SiC 界面近傍に高濃度欠陥が存在することが明らかになった。
謝辞>本研究の一部は、科学研究費補助金若手研究(A)(課題番号 15H05520)の支援を受けた。文献>[1] H. Watanabe, et al, ECS Trans.,
69, p.179(2015). [2] N. Fujimura, et al., JJAP, 55 (2016) in press.
[3] L. Patrick, et al., Phys. Rev., 137, p. A1515 (1965).



Fig.1 PYS spectra taken for thin  $SiO_2$  on Si and C-faces of 4H-SiC which were etched back in a dilute HF solution.



Fig.2 Photoelectron yield intensities measured at the photon energy of 4.0, 4.5, and 5.0 eV for  $SiO_2$  on Si and C-faces of 4H-SiC.