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° C のウェット酸化により形成した SiO_2 について、光電子収率分光(Total Photoelectron Yield Spectroscopy: PYS)測定と SiO_2 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_2 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_2 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_2 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_2 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 $_2$ 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(χ: 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 SiO2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 5×10¹¹cm⁻²eV⁻¹ 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 SiO_2 膜厚に対してプロットした(Fig.2)。そ の結果、SiO₂/4H-SiC 界面近傍だけでなく SiO₂ 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 SiO₂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SiO₂/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).

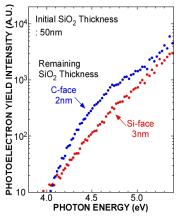


Fig.1 PYS spectra taken for thin SiO₂ on Si and C-faces of 4H-SiC which were etched back in a dilute HF solution.

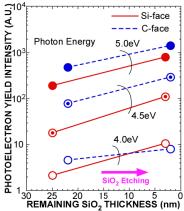


Fig.2 Photoelectron yield intensities measured at the photon energy of 4.0, 4.5, and 5.0 eV for SiO₂ on Si and C-faces of 4H-SiC.