

4H-SiC 熱酸化膜のリーク伝導機構に対する窒化処理の影響 Impact of NO POA on leakage current conduction mechanism of thermally grown SiO₂ on 4H-SiC

産総研¹, 新日本無線², 筑波大学³ ○木内 祐治^{1,2}, 染谷 満¹, 岡本 大³,
島山 哲夫¹, 原田 信介¹, 矢野 裕司³, 米澤 喜幸¹, 奥村 元¹

1. AIST, 2. NJR, 3. Univ. Tsukuba, °Y. Kiuchi^{1,2}, M. Sometani¹, D. Okamoto³, T. Hatakeyama¹,
S. Harada¹, H. Yano³, Y. Yonezawa¹, H. Okumura¹

E-mail: yuji-kiuchi@aist.go.jp

【はじめに】4H-SiC 熱酸化膜界面特性を改善するために、窒化処理はよく知られている方法であり、MOSFET の移動度、界面準位の改善が報告されている。しかしながら、窒化により酸化膜の信頼性指標の一つであるリーク電流は増加し、酸化膜耐圧は低下することが知られている[1]。一方、ドライ酸化により 4H-SiC 基板上に形成した熱酸化膜のゲートリーク電流には、温度依存性から FN 電流に加えて、膜中欠陥を介した PF 電流の成分も存在することが確認されている[2]。本研究では、窒化によるリーク電流増大の原因として、膜中欠陥が寄与すると考え、窒化処理時間を変えた 4H-SiC Si 面の熱酸化膜に対して、ゲートリーク電流の温度依存性を評価した[2, 3]。

【実験結果及び考察】4H-SiC (0001) Si 面 n 型基板上に 50 nm の熱酸化膜を形成後、窒素添加量を変えるために 1250 °C にて 0, 10, 60, 120 min の NO POA を行い、MOS キャパシタを作製した。300 K にてゲートリーク電流-ゲート電圧特性を測定したところ、6 MV/cm の酸化膜電界強度におけるリーク電流密度は NO POA 処理時間が 0, 10, 120, 60 min の順に大きくなった (Fig. 1)。リーク電流に対する伝導帯のバンドオフセットの影響を調べるために、同様の条件で形成した各酸化膜を希フッ酸にて 2 nm まで薄膜化し、XPS にて Si_{2p} ピーク波形を測定した[3]。その結果、バンドオフセットはすべて 2.8 eV であり、リーク電流の POA 時間依存性はバンドオフセットでは説明できなかった。次に、125~350 K の温度範囲でゲートリーク電流-ゲート電圧特性を測定した。酸化膜電界強度 6 MV/cm では 250 K 以上の温度で電流密度は温度変化する PF 電流が支配的となり、変化の傾きは 60, 120, 10, 0 min の順に大きくなった (Fig. 2)。この結果は、左記の順番で酸化膜の伝導帯から欠陥までのエネルギー差が大きいことを示唆しており、エネルギー差が小さいと欠陥からの電荷の熱励起が促進され、ゲートリーク電流が増加したと考えられる。

【謝辞】本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人: NEDO) によって実施されました。

[1] J. Senzaki *et al.*, *Mater. Sci. Forum* **645-648** (2010) 685.

[2] M. Sometani *et al.*, *J. Appl. Phys.* **117** (2015) 024505.

[3] Y. Kiuchi *et al.*, *Mater. Sci. Forum* **858** (2016) 449.

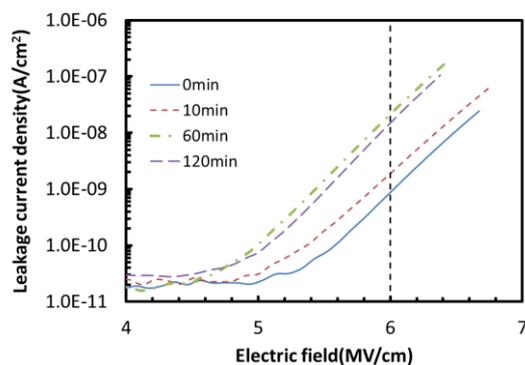


Fig. 1 Leakage current density versus electric field at 300 K

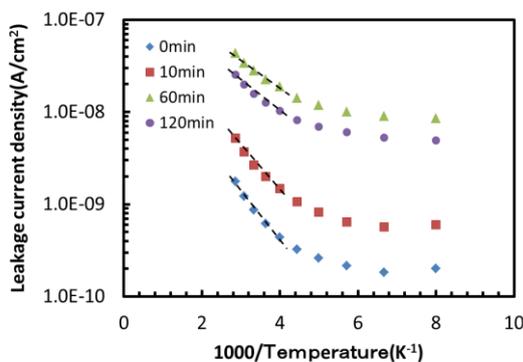


Fig. 2 Temperature dependence of leakage current density at 6MV/cm