

熱酸化処理による SiO₂/GaN 界面での GaO_x 形成と MOS 界面特性向上

Improved Interface Properties of SiO₂/GaN MOS Capacitor

by Interfacial GaO_x Formation with Post-oxidation Treatment

阪大院工¹, 原子力機構², °山田 高寛¹, 渡邊 健太¹, 野崎 幹人¹,

吉越 章隆², 細井 卓治¹, 志村 考功¹, 渡部 平司¹

Osaka Univ.¹, JAEA², °Takahiro Yamada¹, Kenta Watanabe¹, Mikito Nozaki¹,

Akitaka Yoshigoe², Takuji Hosoi¹, Takayoshi Shimura¹, Heiji Watanabe¹

E-mail: tyamada@mls.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】GaN は高耐圧かつ大電流、低損失の次世代パワーデバイス材料として期待されている。スイッチング素子である GaN MOSFET 実現には絶縁膜/GaN 界面の特性改善が重要な課題として挙げられる。前回、我々は GaN 表面熱酸化あるいはスパッタリング成膜による酸化ガリウム (GaO_x) 界面層の導入が界面準位密度の低減に効果的であることを報告した[1,2]。今回は極薄 GaO_x 界面層の新たな形成方法として、プラズマ CVD により GaN 基板上に成膜した SiO₂ キャップ層越しの GaN 表面の熱酸化について検討し、作製した SiO₂/GaO_x/GaN MOS キャパシタの界面特性を評価したので報告する。

【実験方法と結果】*n* 型 GaN エピ層 (キャリア密度: $8.5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) を有する GaN 基板を HCl 溶液により洗浄した後、テトラエトキシシランと酸素の混合ガスを原料に用いて RF プラズマ CVD により基板温度 350°C で約 18 nm 厚の SiO₂ 層を成膜した (SiO₂/GaN)。その後、大気圧酸素雰囲気中において 600~1000°C の温度範囲で 30 分間の熱処理を施した。図 1 に 800°C で熱酸化した SiO₂/GaN 試料の放射光 XPS 測定から得られた Ga 2*p*_{3/2} スペクトルを示す。なお、SiO₂/GaN 界面を評価するため、SiO₂ 層は HF 溶液により 2~3 nm 厚まで薄層化している。また、比較のため HCl 洗浄後の GaN 表面の Ga 2*p*_{3/2} スペクトルも示している。SiO₂/GaN 試料の Ga 2*p*_{3/2} スペクトルは、Ga-N 結合成分に相当する洗浄後の GaN 試料に比べて、高結合エネルギー (BE) 側の強度が増加していることがわかった。これは Ga-N 結合成分から約 0.4 eV ほど高 BE 側に表れる Ga-O 結合成分が増加した結果であり[1]、SiO₂/GaN 界面に薄い GaO_x 層が存在することを示している。800°C で熱酸化した SiO₂/GaO_x/GaN 構造にゲート電極を形成した MOS キャパシタの容量-電圧 (C-V) 特性を図 2 に示す。1 MHz~1 kHz までの周波数範囲に渡って C-V カーブの周波数分散はほとんど見られず、またヒステリシスも 50 mV 以下と小さいことがわかった。さらに、理想 C-V カーブともほぼ一致しており、SiO₂/GaN 構造への後酸化処理で非常に優れた界面特性が実現されたことを示している。【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。また放射光 XPS 分析は JAEA の支援 (No. 2016A3822) を受け、SPRING-8 BL23SU で実施しました。[1] 山田他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 22a-W541-4. [2] 山田他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 22a-W541-5.

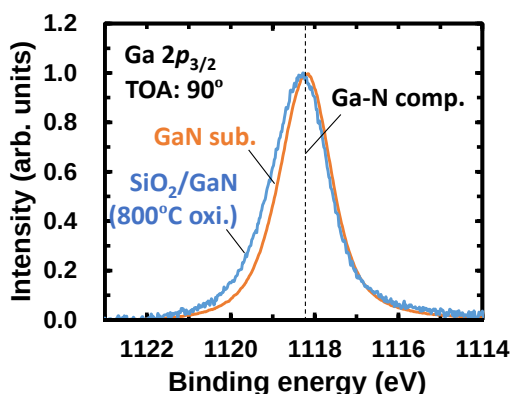


Fig. 1 Ga 2*p*_{3/2} spectra taken from wet-cleaned GaN surface and SiO₂/GaN structure oxidized at 800°C.

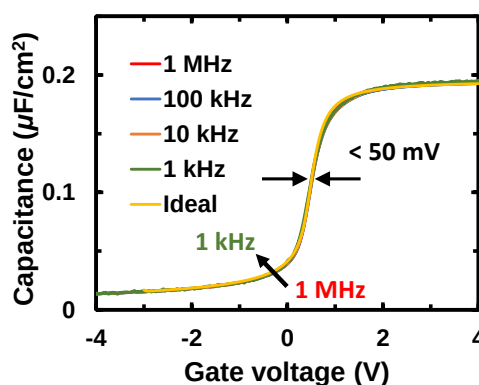


Fig. 2 C-V characteristics of SiO₂/GaO_x/GaN MOS capacitor fabricated by post-deposition annealing at 800°C. Ideal C-V curve is also shown for comparison.