

GaN 表面への酸化プロセスが ALD-Al₂O₃/GaN 界面の電気特性に与える影響

GaN Surface Oxidation Effects to Electrical Property in ALD-Al₂O₃/ GaN Interface

名大 未来材料・システム研¹, 名大院工², 物材機構³, 名大 赤崎記念研究センター⁴, 名大 VBL⁵

○出来真斗¹, 曾根和詩², 永松謙太郎¹, 田中敦之^{1,3}, 久志本真希², 新田州吾¹, 本田善央¹, 天野浩^{1,4,5}

Nagoya Univ. IMaSS¹, Nagoya Univ.², NIMS³, Nagoya Univ. ARC⁴, Nagoya Univ. VBL⁵

○M. Deki¹, K. Sone², K. Nagamatsu¹, A. Tanaka^{1,3}, M. Kushimoto², S. Nitta¹, Y. Honda¹, H. Amano^{1,4,5}

E-mail: deki@nuee.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

窒化ガリウム(Gallium Nitride: GaN)を用いたパワーデバイス実用化には、ゲート絶縁膜の高信頼性化が必要である。しかしながら GaN を用いた MOSFET におけるゲート絶縁膜は何れも堆積膜であり、界面準位密度の低減と動作信頼性の担保が要求されている。本研究では、GaN 表面に O₃ 酸化を行い、GaN 表面への酸化処理および熱処理が ALD-Al₂O₃/GaN 界面の電気特性に与える影響に関して評価を行った。

2. 実験

用いた試料は n 型 GaN 基板であり、GaN 基板上に MOVPE 法を用いて n 型 GaN を 5 μ m 成長させた。C-V 特性からエピ膜の実効ドナー濃度は $2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ であった。GaN エピ膜へ O₂ 雰囲気において UV 光照射を行った後、熱 ALD 法を用いて Al₂O₃ 膜を 60nm 堆積させた。オーミック電極には Al(100nm)を用い、ゲート電極には Ni/Au(20/200 nm)を用いて GaN-MIS キャパシタを作製した。試料作製後、N₂ 雰囲気、400°Cおよび 600°Cにおいて 60min 間の熱処理を行い、試料の電気特性を評価した。

3. 結果および考察

図 1 に酸化処理および熱処理を行った試料の 1MHz における C-V 特性(ヒステリシス含む)を示す。図 1 において表面酸化処理のみを行った試料はフラットバンド電圧が負方向に大きくシフトしており、Al₂O₃/GaN 界面に正の固定電荷が発生していると考えられる。一方、400°C

で熱処理を行った試料に関しては ΔV_{FB} が低減され、そのヒステリシスは 5mV 程度であった。また、ALD-Al₂O₃ を 600°C以上の高温で熱処理を行うと、Al₂O₃ の多結晶化が発生し、リーク電流の増加と C-V 特性の悪化が懸念される[1]。しかしながら O₃ 酸化を行った試料に関しては熱処理温度を 600°Cまで上昇させても、C-V 特性の大きな変化は生じず、良好な C-V 特性が得られた。XPS による評価から、O₃ 酸化を行った試料において Ga₂O₃ におけるピーク強度が As-depo.試料と比較して大きくなったことから、Al₂O₃/Ga₂O₃/ GaN 界面が形成され、界面における電気特性の向上と、熱処理温度耐性の向上が達成されたと期待できる。

【参考文献】 [1] 曾根他、第 64 回応用物理学会春季学術講演会、15p-315-10

【謝辞】この研究の一部は、トヨタ先端技術共同研究の助成を受けて実施されたものである。

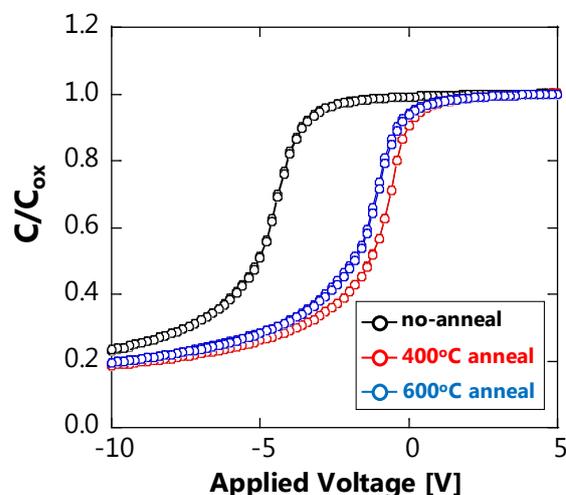


図 1 : O₃ 酸化処理後試料の C-V 特性