

ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS における高圧水蒸気処理の時間依存性

Effects of Annealing Time in High Pressure Water Vapor Annealing for ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS

奈良先端大¹・中村翼¹, 上沼睦典¹, 藤本裕太¹, 石河泰明¹, 浦岡行治¹

NAIST¹・Tsubasa Nakamura¹, Mutsunori Uenuma¹, Yuta Fujimoto¹, Yasuaki Ishikawa¹,
Yukiharu Uraoka¹

E-mail: nakamura.tsubasa.nn3@ms.naist.jp

背景: 絶縁膜/III族窒化物半導体の異種接合界面において、界面物性は信頼性などのデバイス特性に著しく影響を与えるため、界面制御技術は重要である。我々は、GaN 上堆積絶縁膜の熱処理として高圧水蒸気処理 (High Pressure Water Vapor Annealing: HPWVA) に着目し、HPWVA による絶縁膜及び MOS 界面の高品質化を報告している[1-3]。本研究では、高圧水蒸気の処理時間依存性に着目し、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS 構造の電気特性における HPWVA の効果を検証した。

実験方法: n-GaN エピキシャル層 ($\text{Si}:5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) を有する GaN 自立基板を RCA 洗浄し、熱 ALD (O_3 , TMA) により Al_2O_3 膜を 40 nm 堆積した。その後、HPWVA 処理を温度 400°C 、圧力 1 MPa の条件で 1 h, 2 h, 3 h 処理した。その後、上部電極に Al を 200 nm および下部電極に Ti/Al を 10 nm/200 nm を蒸着した。最後にコンタクトアニールを行い、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS 構造を作製した。また比較用に HPWVA 処理無し (w/o HPWVA) の試料も作製した。本研究では、C-V 特性評価を行った。

結果及び考察: ゲート正電圧印加(+5 V)による酸化膜への電子捕獲挙動を評価した[Fig.1]。HPWVA の処理時間を増やすことにより、 V_{FB} の正シフト量は低減した。High-low 法によって算出した界面準位密度 (Dit) を Fig.2 に示す。2 h 処理により、Dit は軽減した。しかし、3 h 処理では、Dit の増加がみられた。膜中と界面の特性は、処理時間依存性が異なることを意味しており、 H_2O 分子の膜中への拡散度と界面での反応性が関係していると考えられる。これらの結果より、HPWVA の処理時間の制御は、絶縁膜の信頼性及び MOS 界面の改善に有効であることが明らかとなった。

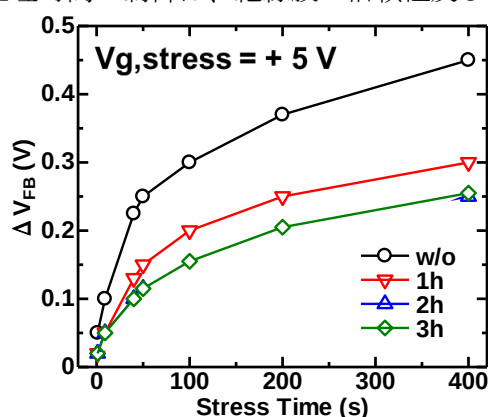


Fig.1 ΔV_{FB} シフト (+5 V)

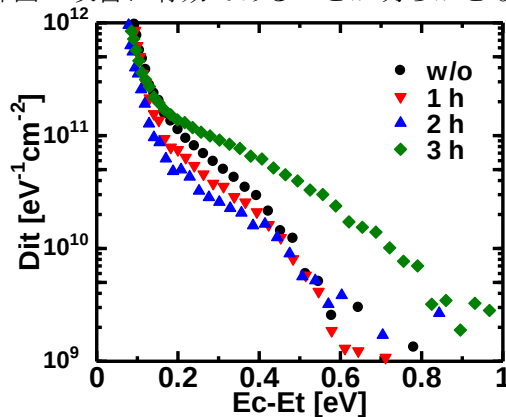


Fig.2 界面準位密度

[参考文献] [1] Yoshitsugu et al., IWN2012 (2012), TuP-LN-12, [2] Tominaga et al., 応用物理学会春季学術講演会(2016), 22a-W541-8, [3] Fujimoto et al., 応用物理学会秋季学術講演会(2017), 6p-PA8-4

[謝辞] 本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代パワーエレクトロニクス-GaN 縦型パワーデバイスの基盤技術開発」(管理人: NEDO)によって実施された。