

ALD- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ MOS 構造における高圧水蒸気処理の圧力依存性

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

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

○Tsubasa Nakamura¹, Yuta Fujimoto¹, Mutsunori Uenuma¹, Yasuaki Ishikawa¹,
Yukiharu Uraoka¹ (1. NAIST)

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]。しかし、これまで絶縁膜/GaN 構造に対しては HPWVA の圧力条件検討はしていなかった。よって本研究では、高圧水蒸気の圧力依存性に着目し、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ 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: ホモエピタキシャル層($\text{Si}:5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)を有する n-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 300°C で圧力条件を 1, 3, 5 MPa の条件で 3 時間処理した。その後、上部電極に Al を 100 nm および下部電極に Ti/Al を 10 nm/100 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、I-V 特性及び C-V 特性評価を行い、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ 構造において原子間力顕微鏡(AFM)による表面モロロジーの評価を行った。

結果および考察: Figure 1 に J-E 特性を示す。w/o 試料の絶縁破壊電界は 6.2 MV/cm であったのに対し、HPWVA 試料 (1 MPa)では 9.2 MV/cm に向上した。一方、3MPa および 5 MPa の試料においてはリーク電流が多く、破壊電界も確認できなかった。Figure 2 に 1 MHz での HPWVA 試料(1 MPa)の C-V 特性と理想 C-V 曲線を示す。C-V 特性は理想値に非常に近い特性となっている。 V_{FB} は理想値より正側にシフトしていた。3 MPa 以上では C-V 特性は得られなかった。各圧力条件の処理後における Al_2O_3 膜の表面粗さを測定したところ、w/o および 1 MPa の試料では RMS 値がおよそ 0.2 nm と変化はないが、3 MPa 以上の試料においては $8 \sim 10 \text{ nm}$ に増加した。これは HPWVA の高い酸化力により $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ 界面において GaOx が形成されたことによるものと考えられる。これらの結果より、HPWVA では圧力と処理時間の制御が絶縁膜及び MOS 界面の改善に重要であることが明らかとなった。

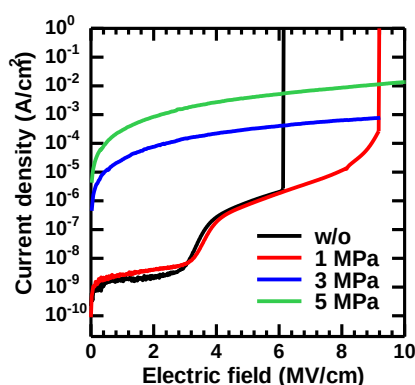


Fig. 1 J-E 特性

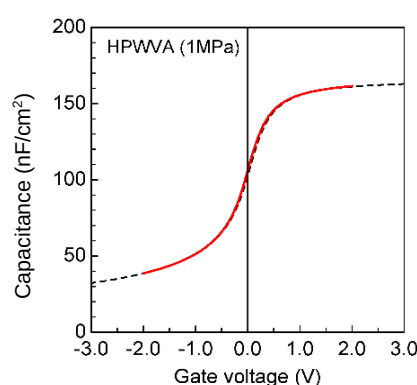


Fig. 2 C-V 特性

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 本研究はトヨタ先端技術共同研究公募プロジェクトの一環として行われています。また、本研究における GaN エピ基板は豊田中央研究所より頂きました。