

SiO₂/n-GaN 界面に対する高圧水蒸気処理条件の効果

Effect of High Pressure Water Vapor Annealing Condition for SiO₂/n-GaN Interface

○古川 暢昭^{1,2}, 上沼 睦典¹, 藤本 裕太¹, 石河 泰明¹, 安田 昌弘², 浦岡 行治¹

1. 奈良先端大, 2. 阪府大

Masaaki Furukawa^{1,2}, Mutsunori Uenuma¹, Yuta Fujimoto¹, Yasuaki Ishikawa¹, Yukiharu Uraoka¹, Masahiro Yasuda² 1.NAIST, 2.Osaka Pref. Univ.

E-mail: furukawa.masaaki.fi2@ms.naist.jp

1. 背景・目的

GaN MOS 構造においては、絶縁体/GaN 異種接合界面品質によってデバイス特性が著しく低下する。そのため、堆積絶縁膜の膜質及び界面制御技術の確立は重要な課題である。我々はこれまで、堆積後熱処理である高圧水蒸気処理(High Pressure Water Vapor Annealing : HPWVA)を用いてこの問題の解決に取り組んでおり、膜質及び界面特性の向上を確認している[1-3]。本研究では SiO₂/n-GaN 界面の改善に向けて、HPWVA の処理時間及び圧力依存性を検証した。

2. 実験方法

n-GaN エピタキシャル層(Si:5×10¹⁶cm⁻³)を有する GaN 自立基板を用い、MOS キャパシタを作製した。HF 及び HCl による簡易洗浄を行った後、TEOS 及び O₂ を用いたプラズマ CVD 法により 300°C で 85 nm の SiO₂ を堆積した。その後 400°C で圧力と時間を変化させて HPWVA を行った。HPWVA 条件は、圧力 0.5 MPa で時間 0, 30, 60, 120 min, 圧力 1, 3, 5 MPa でそれぞれ時間 30, 60 min である。処理時間は昇温後の保持時間を指す。最後に EB 蒸着により Al 電極を堆積した後、フォーミングガスアニールを行った。本研究では、電気的特性評価として C-V 測定を行った。

3. 結果・考察

High-Low 法(40 Hz, 1 MHz)によって求めた、E_c - E = 0.25 eV の界面準位密度(D_{it})を Fig.1 及び 2 に示す。HPWVA なしのサンプル(図中破線)と比べて、すべての処理条件で D_{it} の低減が見られる。時間依存性に注目すると、処理時間を延ばすことで D_{it} がより低減される傾向が見られる(Fig.1)。また、0 min 処理の試料でも D_{it} の低減が見られている。これまでの研究において、酸素同位体水を用いた SIMS 測定から SiO₂ 膜における H₂O または OH の拡散速度は速いことがわかっており、HPWVA の昇温過程ですでに膜中に H₂O または OH が十分拡散している。このことから、昇温過程も界面特性の改善効果を有していることがわかる。一方で、圧力依存性に注目すると、3 MPa までは圧力の上昇とともに D_{it} が低減される傾向が見られるが、5 MPa では D_{it} が増加している(Fig.2)。400°C, 5 MPa, 60 min の条件で処理したサンプルを AFM 観察したところ、60min 処理の他のサンプルに比べて表面ラフネスが大きく増加していることがわかった。このことから、圧力を増加させるにつれて D_{it} は減少するが、5 MPa 以上の高圧では表面荒れが生じ、D_{it} の改善効果も小さくなることが明らかとなった。

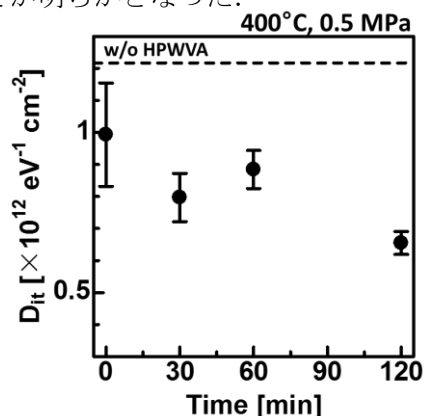


Fig.1 界面準位密度の処理時間依存性

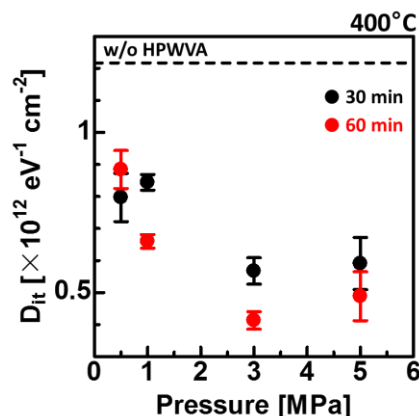


Fig.2 界面準位密度の処理圧力依存性

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

[謝辞] 本研究を進めるにあたり、富士電機株式会社の上野様にご協力いただいた。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」(管理法人: NEDO)によって実施された。