

高圧水蒸気処理を施した SiO₂/GaN 縦型 MOS キャパシタの電気的特性評価

Electrical Characterization of SiO₂ / GaN Vertical MOS Capacitor treated by High Pressure Water Vapor Annealing

富永雄太¹, 上野勝典², 吉嗣晃治¹, 多田雄貴¹, 石河泰明¹, 浦岡行治¹

(1. 奈良先端大, 2. 富士電機)

Yuta Tominaga¹, Katsunori Ueno², Koji Yoshitsugu¹, Yuki Tada¹, Yasuaki Ishikawa¹, Yukiharu Uraoka¹

(1. NAIST, 2. Fuji Electric)

E-mail: tominaga.yuta.tt3@ms.naist.jp

1. 背景

パワー半導体用途の GaN 系 MOS デバイスにおけるゲート絶縁膜として、高い伝導帯不連続量及び高絶縁破壊電界を有する SiO₂ が期待されている。堆積 SiO₂ は 900~1000°C の高温堆積後熱処理(Post deposition annealing: PDA)を行うことで Si の熱酸化膜に近い物性が得られる[1]。しかし、GaN 系 MOS デバイスプロセスにおいて高温 PDA を行うと、GaN 表面の窒素抜けや低質な界面酸化層の生成が懸念される。そこで本研究では、400°C 程度の低温 PDA として、ゲート絶縁膜の膜質改善が期待できる高圧水蒸気処理(High Pressure Water Vapor Annealing: HPWVA)[2]に着目した。HPWVA が SiO₂/n-GaN 縦型 MOS に対して有用かどうか検討するために MOS キャパシタを作製し電気的特性評価を行った。

2. 実験方法

MOS キャパシタの作製には厚さ 4 μm の n-GaN エピタキシャル層を有する GaN 自立基板を用いた。初めに n-GaN 上に TEOS および O₂ を用いたプラズマ CVD 法により SiO₂ を 300°C で 100 nm 堆積した。絶縁膜堆積後に PDA として 400°C, 0.5 MPa, 30 min の HPWVA を行った後に、SiO₂ 表面および GaN 基板裏面に Al 電極を 100 nm 蒸着した。また比較のため熱処理無し(as-depo.)試料も同様に作製した。本研究では、絶縁特性を評価するために電子を絶縁膜層に注入しリーク電流を測定した。

3. 結果

Fig. 1 に Al/SiO₂/n-GaN MOS キャパシタの電流密度対電界強度(J - E)特性を示す。as-depo.試料の絶縁破壊電界は 8.5 MV/cm を示したのに対して、HPWVA 試料では SiO₂ の理想値に近い 9.4 MV/cm が得られた。F-N プロットより HPWVA 試料における絶縁破壊前のリーク電流は、 $q\Phi_B = 2.5$ eV の障壁高さを有する FN トンネル伝導であることが示唆された。この SiO₂/n-GaN の障壁高さは Robertson ら[3]が報告している値とほぼ等しくなった。次に SiO₂ 膜中の不純物分布を解析するために SIMS 深さ方向プロファイルを行った。Fig. 2 に ¹H および ¹⁹OH の SIMS 深さ方向プロファイルを示す。as-depo.試料と HPWVA 試料を比較すると H および OH の減少が見られた。このことから HPWVA を行うことによって SiO₂ 膜中の H および OH が減少し、理想的な SiO₂ に近づいたと考えられる。これらの結果より、HPWVA は低温 PDA として n-GaN 上 PECVD-SiO₂ の膜質改善に有用である。

参考文献

- [1] E. San Andres *et al.*, J. Appl. Phys. **87**, 1187 (2000). [2] K. Yoshitsugu *et al.*, IWN2012 TuP-LN-12 (2012).
[3] J. Robertson, *et al.*, J. Appl. Phys. **100**, 014111 (2006). [4] E. Kim *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **49** (2010).

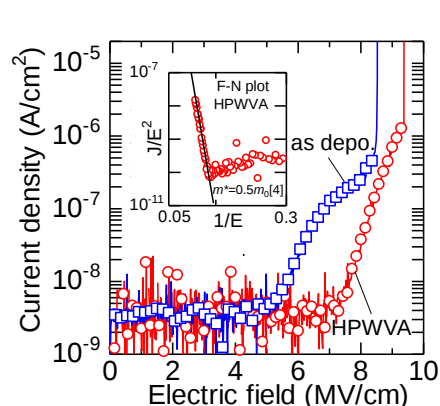


Fig. 1 J - E characteristics of as-deposited and HPWV-annealed sample. The inset is F-N plot of HPWV-annealed sample.

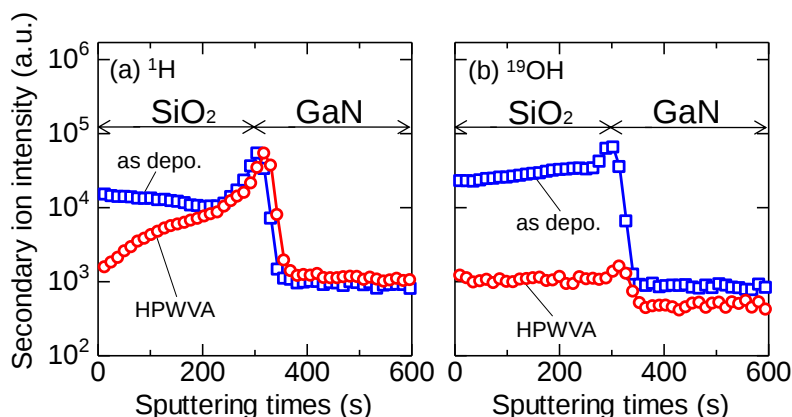


Fig. 2 SIMS depth profiles of (a) H and (b) OH.