

CF₄ プラズマ処理した *n*-GaN 膜の電氣的評価

Electrical Characterization of *n*-GaN Films Treated by CF₄ Plasma

○中野 由崇¹, 坂井 佑輔¹, 新部 正人², 川上 烈生³ (1.中部大, 2.兵庫県立大, 3.徳島大)

○Yoshitaka Nakano¹, Yūsuke Sakai¹, Masahito Niibe², Retsuo Kawakami³

(1.Chubu Univ., 2.Univ. Hyogo, 3.Tokushima Univ.)

E-mail: nakano@isc.chubu.ac.jp

【背景】III 族窒化物半導体は優れた物性値を有するため、光デバイスや高周波パワーデバイスなどに積極的に応用展開されている。更なるデバイス特性の向上を目指し、結晶成長の改良と共に、プロセス面ではプラズマエッチングのダメージレス制御の開発が強く望まれている。しかしながら、膜表面部に誘起されるプラズマエッチング損傷についての理解は未だ不十分である。本研究では、グロー放電により CF₄ プラズマをイオン照射した *n*-GaN 膜を C-V 法と光容量過渡分光法(SSPC: Steady-State Photo-Capacitance Spectroscopy)を用いて電氣的に評価したので報告する。

【実験】Al₂O₃ 基板上に MOCVD 結晶成長した *n*-GaN 膜(膜厚: 4μm, [ND-NA]:1x10¹⁷cm⁻³)をサンプルとして用いた。直流グロー放電により CF₄ プラズマを 2, 5, 10min イオン照射した。ガス圧, 放電電圧, 放電電流はそれぞれ 200mTorr, 280V, 2.55x10⁻⁴A/cm²とした。また、同条件で Ar プラズマ処理した *n*-GaN サンプルをリファレンスとした。プラズマ処理前後で PL 測定を行った後、水銀プローブ電極(dot/ring)を用いて 100kHz で C-V 法と SSPC 法による電氣的評価を行った[1]。dot 電極面積は 2.07x10⁻³cm²である。SSPC 測定では、ハロゲン光源を用いて 1600~300nm の単色分光を Al₂O₃ 基板裏面から照射し、分光波長毎に光励起に伴う容量の過渡応答特性を計測し、その飽和値から SSPC スペクトルを得た[2]。

【結果】PL 測定では、Ar プラズマ処理の場合、イオン照射時間と共に NBE 強度は大きく増加する傾向を示すが、CF₄ プラズマ処理では NBE 強度に大きな変化は見られなかった。C-V 測定では、CF₄ プラズマ, Ar プラズマともに、イオン照射時間に依存して有効キャリア濃度が減少する領域が形成され、膜表面から 150nm 程度の領域まで電氣的ダメージが内方拡散していることが分かった(図 1)[1]。また、Ar プラズマと比較すると、CF₄ プラズマ処理では電氣的ダメージの発生が大きく抑制されていることも分かった。SSPC 測定では、Ar プラズマ処理により伝導帯下~2.1, ~2.8eV にアクセプター型欠陥準位(A1,A2)が極めて高濃度に生成するのに対し、CF₄プラズマ処理では伝導帯下~2.1eVと~3.1eVに存在するアクセプター型欠陥準位(A1,A3*)の濃度が増加する傾向を示した(図 2)。特に、CF₄プラズマ処理では、Ga 空孔関連の欠陥準位とレッドシフトを伴う炭素アクセプター準位の生成が支配的であると考えられる。

[1] Y. Nakano *et al.*, J.Vac.Sci.Technol.A **33**, 043002 (2015).

[2] Y. Nakano *et al.*, J.Appl.Phys. **112**, 106103 (2012).

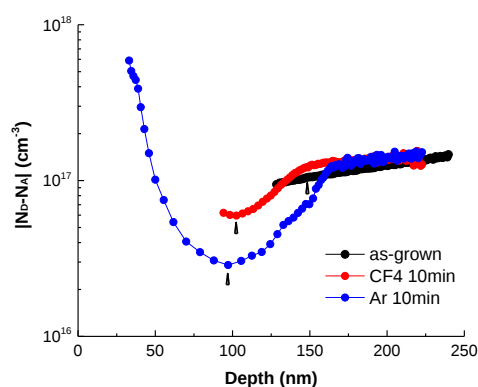


Fig.1. Depth profiles of effective carrier concentrations [ND-NA] in *n*-GaN films with and without CF₄- and Ar-plasma treatments.

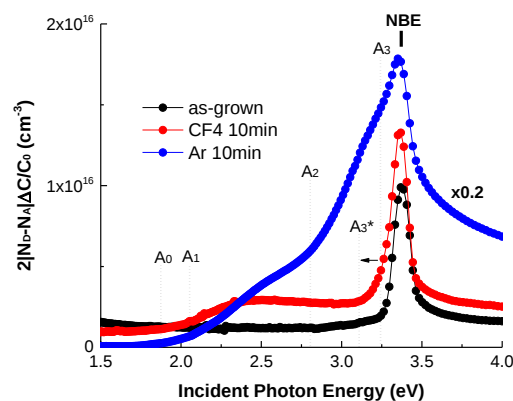


Fig.2. SSPC spectra of *n*-GaN films with and without CF₄- and Ar-plasma treatments.