

CF<sub>4</sub> プラズマ処理した p 型 GaN の電氣的ダメージ評価Study of Electrical Damage Introduced into p-Type GaN by CF<sub>4</sub> Plasma Treatments中部大工<sup>1</sup>, 兵庫県立大高度研<sup>2</sup>, 徳島大院工<sup>3</sup> ○中野 由崇<sup>1</sup>, 豊留 彬<sup>1</sup>,新部 正人<sup>2</sup>, 川上 烈生<sup>3</sup>Chubu Univ.<sup>1</sup>, Univ. Hyogo<sup>2</sup>, Tokushima Univ.<sup>3</sup>, °Yoshitaka Nakano<sup>1</sup>, Akira Toyotome<sup>1</sup>,Masahito Niibe<sup>2</sup>, Retsuo Kawakami<sup>3</sup>

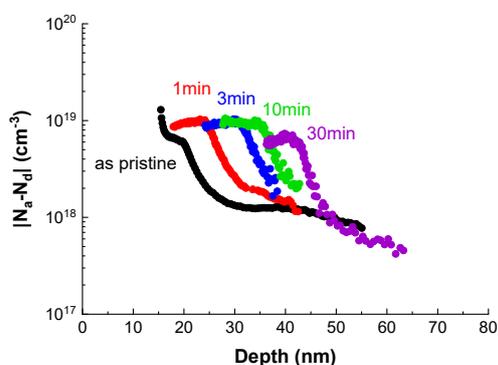
E-mail: nakano@isc.chubu.ac.jp

**【背景】** 近年、次世代パワー半導体素子として縦型 GaN デバイスが注目されている。これらのデバイスはノーマリーオフ動作化のため、p 型 GaN の選択成長あるいは p 型イオン注入ドーピングが必要とされている。更に、大電流動作化のため、プラズマを用いたドライエッチングによるトレンチ構造の作製も必要となる。このドライエッチングプロセス中に物理的なイオン衝撃により GaN 膜に電氣的ダメージが容易に導入されてしまう[1]。特に、チャンネル部である p 型 GaN に生成する電氣的ダメージはデバイス特性やその信頼性の低下を引き起こすことが危惧されるが、その理解は未だ不十分である。本発表では、直流グロー放電により CF<sub>4</sub> プラズマを照射した p 型 GaN (GaN:Mg)膜にショットキーダイオード(SBD)を作製し、C-V 法と光容量過渡分光法(SSPC: Steady-State Photo-Capacitance Spectroscopy)を用いて電氣的ダメージ評価を行ったので報告する。

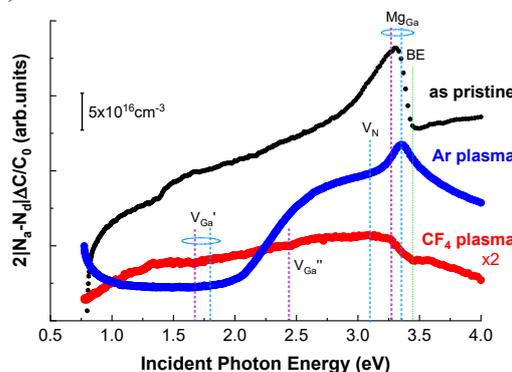
**【実験】** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板上に MOCVD 結晶成長した GaN:Mg 膜(膜厚:~5μm, Mg 濃度:~1x10<sup>19</sup>cm<sup>-3</sup>)を 800°C 10min で p 型活性化アニールして評価用サンプルとした。Au 蒸着してリング状オーミック電極を形成後、直流グロー放電により CF<sub>4</sub> プラズマを 1, 3, 10, 30, 60min 照射した。CF<sub>4</sub> ガス圧, 放電電圧, イオン化電流はそれぞれ 200mTorr, 280V, 2.55x10<sup>-4</sup>A/cm<sup>2</sup> とした。その後、Al 蒸着してドット状ショットキー電極(1.5mmφ)を形成し評価用 SBD を作製した。Mg アクセプターが十分に追跡可能な 1kHz で C-V 測定と SSPC 測定を行い、有効アクセプター濃度[Na-Nd]分布と欠陥準位濃度分布を評価した[3]。

**【結果】** C-V 測定では、CF<sub>4</sub> プラズマ照射により、[Na-Nd]は膜表面では大きく減少し、膜内部では大きく増加するという Ar プラズマ照射時と同様の傾向を示した[図 1]。CF<sub>4</sub> プラズマ照射時間が増加する程、Mg アクセプターが内方拡散していると思われる。一方、SSPC 測定では、Ar プラズマ照射時に顕在化した価電子帯上~1.8eV, ~3.1eV 付近に存在する 2 つの欠陥準位(Ga 空孔 V<sub>Ga</sub>, N 空孔 V<sub>N</sub> 関連欠陥)は、CF<sub>4</sub> プラズマ処理では大幅に低減していることが分かった[図 2]。これらの傾向は、CF<sub>4</sub> プラズマ照射時間に関係なく同様であった。GaN 表面では物理的なイオン衝撃により多量の V<sub>Ga</sub> と V<sub>N</sub> が生成し、それぞれ内方拡散, 外方拡散する傾向を有することを考慮すると、CF<sub>4</sub> プラズマ処理では生成する空孔型欠陥の多くは F で終端されるため、内方拡散する V<sub>Ga</sub> 量は極端に少なくなると同時に、この V<sub>Ga</sub> の内方拡散に伴い Mg アクセプターも追隨して内方拡散していると推測される。

[1] Y. Nakano *et al.*, Appl. Phys. Express **10** 116201 (2017).



**Fig. 1.** Depth profiles of [Na-Nd] of CF<sub>4</sub>-plasma treated p-GaN.



**Fig. 2.** SSPC spectra at +1.0V of as-pristine, Ar- and CF<sub>4</sub>-plasma treated p-GaN.