NH₃ プラズマ照射 GaN のフォトルミネッセンス評価

Photoluminescence characterization of GaN exposed to NH₃ plasma

産総研 GaN-OIL¹, 産総研 AMRI², 産総研 ESPRIT³, 名大 IMaSS⁴

⁰熊谷直人 ^{1, 3},板垣宏知 ²,高橋言緒 ³,金載浩 ^{3, 1},小木曽久人 ²,王学論 ^{1, 3, 4},

廣瀬伸吾², 榊田創^{3,1}, 清水三聡^{1,4}

AIST-NU GaN-OIL¹, AMRI, AIST², ESPRIT, AIST³, IMaSS, Nagoya Univ.⁴

^oN. Kumagai^{1, 3}, H. Itagaki², T. Takahashi³, J. Kim^{3, 1}, H. Ogiso², X.-L. Wang^{1, 3, 4},

S. Hirose², H. Sakakita^{3, 1}, and M. Shimizu^{1, 4}

E-mail: n.kumagai@aist.go.jp

[はじめに] 窒化物半導体による赤色発光素子に向けて、準大気圧下で高密度ラジカル生成が可能なマ イクロ波プラズマ源[1, 2]を用いたプラズマ援用 MOCVD による高 In 組成 InGaN の成長を検討してい る。これまでの検討として、当該プラズマ源による N2 及び NH3 プラズマを GaN へ照射し、表面モフ オロジや誘電関数変化の照射時間依存性を評価したところ、短時間照射ではステップ構造が維持され、 表面ラフネスの減少し、吸収域における誘電関数の特異点共鳴ピーク構造の強度低下とブロードニン グが僅少であり、ダメージが非常に小さいと期待される[3, 4]。本研究では NH3 プラズマ照射した GaN をフォトルミネッセンス(PL)測定により評価を行ったので報告する。

[実験] MOCVDとHVPEの二通り成長法で作製したサファイア基板上アンドープGaNテンプレートに対し、3 Torr でNH₃プラズマを照射した。NH₃ガスのフローレートは1L/m、マイクロ波パワーは105W であった。基板温度700℃で2~40分照射し、バンド端PLピーク強度のプラズマ照射時間依存性を調べた。また、HVPE 試料への20分照射時の500~900℃の基板温度依存性についても調べた。PL 測定は266 nm 励起による大気中室温で行った。基板温度依存性については表面のAFM 観察を行った。

【結果】図(a)に PL ピーク強度の照射時間依存性を示す。MOCVD 及び HVPE 試料ともにバンド端から の PL スペクトル形状は as-grown と変わらず、PL 強度は照射時間に比例して減少している。ただし、 as-grown 試料の PL 強度は HVPE 試料の方が大きいが、PL 強度減少の傾きは MOCVD 試料の方が HVPE 試料よりも小さい。これは NH₃ プラズマへの耐性が製法や膜質により異なることを示唆している。時 間にして分オーダの照射時間では殆ど PL 強度の減少が無く、一般的な InGaN 量子井戸 1 層の成長時 間が 1 分程度であることを考えると、PL 特性へのダメージも非常に少ないと期待できる。また、照射 時間 20 分に対する基板温度依存性を図(b)に示す。基板温度に比例して PL 強度が減少しているが、500℃ では As-grown と大きく変わらない。ただし、図(c)に示すように転位に由来するピット形成が確認され た。700℃、900℃においても同様なピットが観察されている。プラズマ下においてもダメージ抑制の ために低温成長が重要であると考えられる。

[1] J. Kim *et. al.*, Appl. Phys. Lett. **93**, 191505 (2008). [2] H. Itagaki *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 06HC05 (2016). [3] N. Kumagai *et al.*, Surf. Interfaces **14**, 92 (2019). [4] N. Kumagai *et al.*, IWN2018, MoP-CR-13 (2018).



図 (a) PL強度の照射時間依存性 (b) PL強度の照射時基板温度依存性 (c) 500℃, 20分照射時のAFM像