NH₃ プラズマ照射 GaN 表面の分光エリプソメトリによる評価

Spectroscopic ellipsometry characterization of GaN surface 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,金載浩^{1,3},小木曽久人²,王学論^{1,3,4},

廣瀬伸吾², 榊田創^{1,3}, 清水三聡^{1,4}

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

^oN. Kumagai^{1, 3}, H. Itagaki², J. Kim³, H. Ogiso², X.-L. Wang^{1, 3, 4},

S. Hirose², H. Sakakita^{1, 3}, 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プ ラズマ源[1,2]を用いたプラズマ援用 CVD による高 In 組成 InGaN の成長を検討している。これまで初 期検討として、上記プラズマ源による N₂及び NH₃プラズマを GaN へ照射し、表面トポグラフィーの 照射時間依存性を AFM により評価したところ、ステップ構造が維持され、表面ラフネスが減少するな どダメージが非常に小さいと期待された[3]。光吸収域におけるバンド構造特異点での誘電応答は膜質 や表面状態の変化に敏感であり、本研究ではこの NH₃プラズマ照射した GaN 表面を分光エリプソメト リにより評価を行ったので報告する。

[実験] サファイア基板上 GaN テンプレートに対し、基板温度 700℃、3 Torr で NH₃ プラズマを 2~20 分 照射した場合と照射時間を 20 分に固定し、基板温度を 200~700℃で変えた場合について、真空紫外分 光エリプソメトリにより測定を行った。測定は室温、窒素雰囲気中、測定域は 1.1~9eV である。測定 による擬誘電関数と改質層厚さを仮定した光学モデルから改質層の誘電関数とその厚さを検討した。 また、20 分照射の場合に表面に観察される六角形状ピットについて、断面 TEM による観察を行った。

[結果] 図 1(a)、(b)は擬誘電関数の実部と虚部の照射時間依存性である。10 分までは as-grown と殆ど 変わらないが、特異点 E₁、E₂付近では僅かにピーク強度減少とブロードニングが見られる。照射後の 表面粗さが両者とも As-grown よりも改善していることから、表面粗さ起因ではなく、表面近傍のごく 僅かな改質に由来すると考えられる。照射 20 分では、より明瞭にピーク強度の減少とブロードニング が見られる。これは、表面で観察される粒子やピットの形成が強く影響していると考えられる。基板 温度 200~700℃での 20 分照射では、いずれの場合もピットの形成が確認された。500℃の場合の六角形 ピットの断面 TEM 像を図 2 に示す。観察したピットが全て貫通転位に対応していることから、貫通転 位に由来するエッチピットであると確認された。

今回の条件では照射 10 分までは光学的にも殆どダメージがないが、20 分では貫通転位によるピットが 形成されることがわかった。

[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).





Fig. 1 (a) and (b) are real and imaginary part of pseudo dielectric function (DF) for as-grown and GaN exposed to NH_3 plasma for various exposure time.

Fig. 2 Cross-sectional TEM image of hexagonal pits in GaN exposed to NH₃ plasma for 20 min at 500°C. The inset is SEM image of the corresponding pits.