

準大気圧窒素プラズマ照射 p-GaN の分光エリプソメトリによる評価

Spectroscopic ellipsometry characterization of p-GaN exposed by N₂ plasma under quasi-atmospheric pressure

産総研 GaN-OIL¹, 産総研 AMRI², 産総研 ESPRIT³

○熊谷直人^{1, 3}, 板垣宏知², 金載浩³, 小木曾久人², 王学論^{1, 3}, 廣瀬伸吾², 榊田創^{1, 3}

GaN-OIL, AIST¹, AMRI, AIST², ESPRIT, AIST³

○N. Kumagai^{1, 3}, H. Itagaki², J. Kim³, H. Ogiso², X.-L. Wang^{1, 3}, S. Hirose², H. Sakakita^{1, 3}

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の実現のため、準大気圧で高密度ラジカル生成が可能なプラズマ源[1-3]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 p-GaN へ照射し、表面モフォロジーや電流電圧特性を評価したところ、従来の ICP といったプラズマ照射に比べ、ダメージが非常に小さいことが示唆された[4]。光吸収域における誘電応答は膜質の変化に敏感であり、本研究ではこのプラズマ照射した p-GaN のダメージ層を真空紫外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 Mg ドープ p-GaN (~1x10¹⁷cm⁻³) に対し、基板温度 700°C、20Torr で N₂ プラズマを 2 分及び 20 分照射し、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、測定エネルギー域は 1.1~9eV である。測定から得られた擬誘電関数と 2, 5, 10, 20nm の各ダメージ層を想定した光学モデルからダメージ層の誘電関数とそのダメージ層の厚さを検討した。

[結果] 図 1(a)と(b)は As-grown 及びプラズマ照射 2 分、20 分の擬誘電関数の(a)実部と(b)虚部である。照射後の擬誘電関数は、特異点 E₁、E₂ 付近で As-grown と比べ、照射時間に応じてピーク強度が減少している。照射後の表面ラフネスが両者とも As-grown よりも改善(0.5→0.4nm)していることから、少なくとも表面粗さの増加ではなく、表面膜質のごく僅かな劣化に由来すると考えられる。光の侵入長が 10nm 以下の特異点付近における誘電関数の数%の変化は、一般的には表面修飾程度の違いなので、著しい劣化ではない事を示しているからである。照射後の p-GaN について、ダメージ層を想定した光学モデル(図 1(c))から、想定した各厚さでのダメージ層について見積もられた誘電関数の実部を図 1(d)に示す。As-grown の誘電関数と比べ、想定した各厚さでの誘電関数では、特異点におけるピーク強度の低下やブローニングがあることから、ダメージを受けての光学特性の劣化を示している。仮定したダメージ層が薄くなる程、ダメージによる誘電関数の変化は大きくなるが、2 nm 想定では E₀ のピークが消失するなど、現実的ではない。これらのことから、ダメージは少なくとも 2 nm よりも厚いと考

えられる。これらの結果から、GaN の吸収域での分光エリプソメトリによるダメージ層の評価が可能であることを示した。

[1] J. Kim *et al.*, Appl. Phys. Lett. **93**, 191505 (2008). [2] J. Kim *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 01AA02 (2015). [3] H. Itagaki *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 06HC05 (2016). [4] 熊谷他、第 78 回応用物理学会 秋季学術講演会, 8p-PB1-8 (2017).

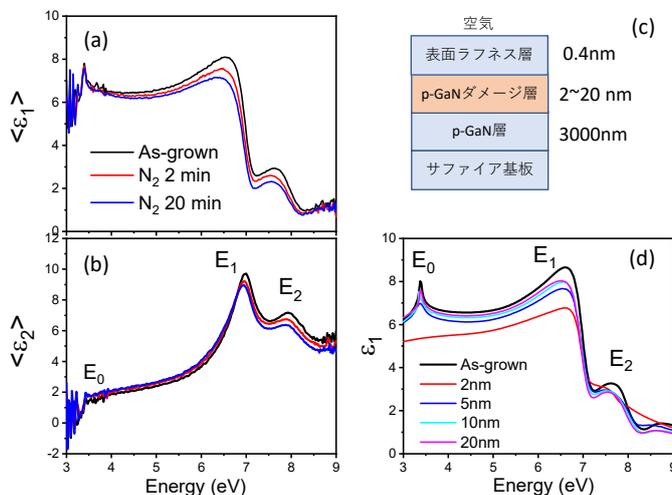


Fig. 1 (a) and (b) are real and imaginary part of pseudo dielectric function (DF) for as-grown and N₂ plasma exposed p-GaN. (c) Schematic drawing for optical model. (d) The real part of DF for as-grown and damaged layers under the assumption of the thickness from 2 to 20 nm.