

プラズマ中の窒化ガリウム膜におけるフォトルミネッセンスの 基板温度効果

Effects of Substrate Temperature on Photoluminescence of GaN Films Immersed in Plasmas

小川大輔、中野由崇、[○]中村圭二

Daisuke Ogawa, Yoshitaka Nakano, Keiji Nakamura

E-mail: nakamura@solan.chubu.ac.jp

1. まえがき

窒化ガリウム(GaN)などの窒化物半導体は光・電子デバイスなどの多様な用途に積極的に使用されているが、理想的なデバイス構造を実現にはプラズマを利用したドライエッチングが必要となる。しかし、現在のドライエッチング技術は半導体表面にダメージ層を形成してしまう欠点がある。我々はプラズマプロセスでのダメージをリアルタイムでモニタするための基礎技術として、GaN のフォトルミネッセンス (PL) に対する in-situ モニタ技術を開発した[1,2]。本研究では、プラズマ暴露時間に対する PL スペクトルの変化を調べるとともに、液体窒素 (LN2) で基板を冷却することにより、PL スペクトルへの基板温度の効果を検討した。

2. 実験方法

直径約 12cm、高さ約 10cm の石英シリンダーの周りに 1 ターンのコイルを巻付け、パルス変調された 13.56MHz の高周波電流を流すことで、誘導結合型アルゴンプラズマを生成する。典型的な放電条件として、アルゴン圧力 5mTorr、放電パワー 200W で誘導結合モードの高密度プラズマが生成されている。GaN の励起光源としては、水銀キノセンランプを用い、中心波長 313nm の干渉フィルタ介して、サンプルホルダーに取り付けられた GaN に照射する。GaN の PL は、分光器 (分光計器製) 及び ICCD カメラ (Princeton 製) で分光スペクトルから得る。なお、測定すべき PL 光に対する高密度プラズマからの強い発光の影響を最小限に抑えるために、高周波電流をデューティ比 50%・繰り返し周期 1000 μ s でパルス変調にし、プラズマ発光が十分に弱まり、電流を OFF にしてから 950 μ s 後にゲート幅 10 μ s で PL を測定した。

3. 実験結果及び検討

プラズマに曝す時間をパラメータとして、GaN の PL スペクトルを図 1 に示す。このとき LN2 による基板冷却は行っていない。GaN をプラズマに曝す時間が経過するに従い波長 500~580nm 間 YL (イエロールミネッセンス) 強度が減衰する一方、波長 420~470nm 間 BL (ブルールミネッセンス) 強度は 60min 経過後に顕著に大きくなった。またバンドギャップ間の遷移に起因する波長

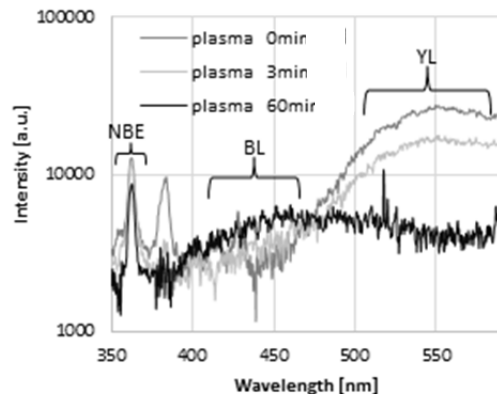


Fig. 1 PL spectra of plasma-exposed GaN as a parameter of plasma exposure time

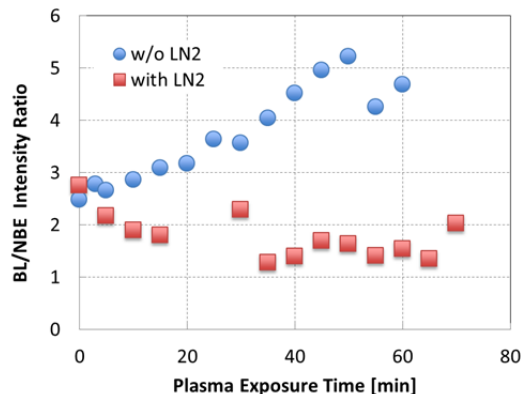


Fig. 2 LN2 effects on time evolution of BL/NBE intensity ratio

365nm バンド端近傍(NBE)の光強度に対する BL 強度の比(BL/NBE)を調べたところ、プラズマ暴露時間とともに大きくなり (図 2 参照)、基板温度が室温になっても BL/NBE 比は元に戻らず、大きな値のままであった。それはプラズマ暴露により GaN にダメージが入ったことを意味している。それに対して LN2 で冷却した基板では、プラズマで暴露しても顕著な BL/NBE 比の増大は観測されなかった。これは基板冷却をすることによりプラズマダメージを抑制できる可能性を示しているものと考えられる。

文 献

- [1] M. Chen et al: Appl. Phys. Express 5 (2012) 076201
- [2] M. Chen et al: Appl. Phys. Lett. 101, 071105 (2012)