

Mg イオン注入 N 極性面 GaN の時間分解フォトルミネッセンス評価

Time-resolved photoluminescence characterization of Mg-ion implanted N-polar GaN

東北大多元研¹, 豊田中央研究所², 筑波大数物³, 名大 IMaSS⁴

嶋 紘平¹, 井口 紘子², 成田 哲生², 片岡 恵太², 上殿 明良³, 小島 一信¹, 秩父 重英^{1,4}

IMRAM-Tohoku Univ.¹, Toyota Central R&D Labs.², Univ. of Tsukuba³, Nagoya Univ.⁴

°K. Shima¹, H. Iguchi², T. Narita², K. Kataoka², A. Uedono³, K. Kojima¹, and S. F. Chichibu^{1,4}

E-mail: kshima@m.tohoku.ac.jp

【はじめに】 GaN 縦型パワーデバイスを実現するには、コンタクト層やガードリング等に用いる p 型 Mg 添加 GaN (GaN:Mg) を、Mg イオン注入 (I/I) により位置選択形成する事が望ましい。そのためには I/I 時の欠陥導入機構やアニールによる活性化機構を解明する必要がある。我々は、GaN 基板上に I/I[1]やエピタキシャル成長[2]により形成された GaN:Mg のフォトルミネッセンス (PL) 評価を行ってきている。本講演では、活性化アニール時の熱的安定性に優れる N 極性-c 面に I/I を行うことにより形成された GaN:Mg の発光ダイナミクスを報告する。

【実験】 電子濃度 10^{18} cm^{-3} 弱程度の HVPE 成長 n 型 GaN 基板の-c 面に、Mg 及び H の共注入を行い形成された-c 面 GaN:Mg[3]の、静的 PL および時間分解 PL (TRPL) 評価を行った。Mg と H の箱型プロファイル部分の濃度は各々 10^{19} cm^{-3} 台、 10^{20} cm^{-3} 台とし、箱型部の深さは 100 nm と 500 nm の 2 種類とした。いずれの試料も保護層をつけず、 N_2 雰囲気アニールを行った。

【結果】 注入深さ 100 nm の GaN:Mg の低温 PL スペクトルを図 1(a)に示す。アニールを行わない場合、バンド端 (NBE) 発光も、I/I GaN:Mg に特有な緑色発光帯 (ピークエネルギー 2.4 eV 程度の GL バンド)[1]も明瞭に観察されなかった。この結果は、+c 面と同様に、I/I によって大量の点欠陥複合体 ($\text{V}_{\text{Ga}}\text{V}_{\text{N}}$ や $\text{V}_{\text{Ga}}(\text{V}_{\text{N}})_2$ 等[4])が導入され、それらが非輻射再結合中心 (NRC) としてはたらくためと考えられる。1230°C でアニールを行うと NBE および GL 帯の発光が観察されるようになり、NBE 発光の TRPL 信号を取得することができた (図 1(b))。したがって、-c 面 I/I GaN:Mg は、保護層なしのアニールによって NRC 濃度の低減が可能であると考えられる。発表では、イオン注入深さやアニール温度が発光特性に与える影響を議論する予定である。

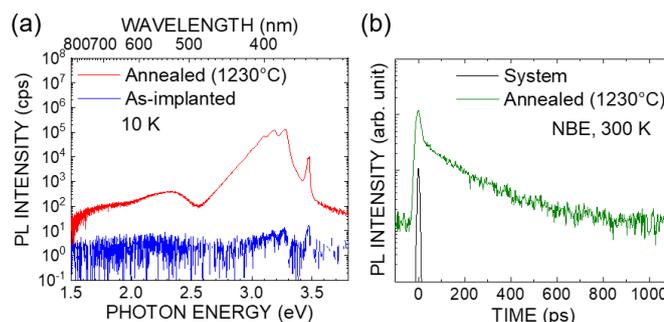


Fig. 1. (a) Static PL spectra at 10 K and (b) A transient PL spectrum at 300 K of N-polar I/I-GaN:Mg.

【謝辞】 本研究の一部は、NEDO の戦略的イノベーション創造プログラム、文科省 省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発、物質・デバイス領域アライアンス、科研費 (新学術・特異構造 16H06427、若手研究 (A) 17H04809) の援助を受けた。

【文献】 [1] Kojima, Chichibu *et al.*, APEX **10** (2017) 061002. [2] 秩父他, 2017 年秋季応用物理学会 7a-S22-10. [3] Narita *et al.*, APEX **10** (2017) 016501. [4] Uedono *et al.*, PSS(B) **252** (2015) 2794.