

Tm,Mg 共添加 GaN における Tm 近赤外発光強度の Mg 流量依存性

Mg flow rate dependence of Tm near-infrared emission intensity in Tm,Mg-codoped GaN

阪大院工 °駒井 亮太, 吉岡 尚樹, 市川 修平, 館林 潤, 藤原 康文

Osaka Univ. °Ryota Komai, Naoki Yoshioka, Shuhei Ichikawa, Jun Tatebayashi,
and Yasufumi Fujiwara

E-mail: ryouta.komai@mat.eng.osaka-u.ac.jp

[はじめに]

我々はこれまでに、有機金属気相エピタキシャル (OMVPE)法により GaN に希土類元素の一種である Tm を in-situ 添加した GaN (GaN:Tm)層を活性層とした超狭帯域・超波長安定の近赤外発光ダイオード(NIR-LED)の実現に取り組んできた[1]。電流駆動条件下で Tm^{3+} イオンの 4f 殻内遷移に伴う近赤外発光の室温動作に成功したが[1]、実用化のためには、更なる発光強度増大が必要である。これまでの研究で、Tm に加えて Mg 不純物を結晶成長中に意図的に共添加することにより、発光効率の良い新たな Tm 発光中心が形成されることを観測した[2]。本研究では、Mg 流量を適切に制御することにより、表面平坦性の向上と Tm^{3+} 近赤外発光増強の双方を実現できることを新たに見出したので報告する。

[実験・結果]

サファイア基板の上に、OMVPE 法により無添加 GaN 層を 2 μm 程度形成した後、活性層として Tm,Mg 共添加 GaN (GaN:Tm,Mg)層を 170 nm 成長した。本研究では、活性層成長時の Mg 流量を 0~172.7 nmol/min の範囲で変化させた 5 つの試料を作製した。これらの試料に対して YAG 第四高調波レーザー(波長 266 nm、繰り返し周波数 2 kHz、パルス幅 200 ps)を励起光源とし、室温下でフォトルミネッセンス(PL)測定を行った。Fig. 1 に、各試料の室温 PL スペクトルを示す。また Fig. 2 に、GaN:Tm,Mg 試料における波長域 790~820 nm の積分 PL 強度および、走査型レーザー顕微鏡の表面観察より得られた自乗表面粗さ(RMS)の Mg 流量依存性を示す。Mg 流量を増加させると、795 nm 付近、814nm 付近の発光強度増加に伴い、 Tm^{3+} の近赤外発光が増加する様子が観察される。しかし、その一方で、Mg の過度な共添加は表面平坦性を劣化させ、 Tm^{3+} の近赤外発光を減衰させることが明らかになった。したがって、より強い Tm^{3+} の近赤外発光を得るには、周辺局所構造の変化と高い結晶品質の双方を実現できる適切量の Mg 共添加を行う必要がある。本研究では、Mg 流量が 43.2 nmol/min の試料から最も強い発光が得られ、Tm 単独添加時と比較して約 6 倍の Tm^{3+} 近赤外発光を実現した。

[1] S. Ichikawa, N. Yoshioka, J. Tatebayashi, Y. Fujiwara, *J. Appl. Phys.* **127**, 113103 (2020).

[2] 駒井他, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 14a-A303-4 (2020).

[謝辞] 本研究は、JSPS 科研費 No. 18H05212、No. 19H04544 の支援を受けたものです。

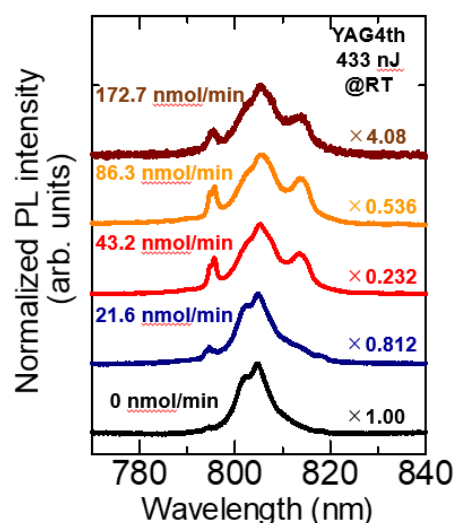


Fig. 1 Room-temperature PL spectra in GaN:Tm,Mg grown with various Mg flow rates.

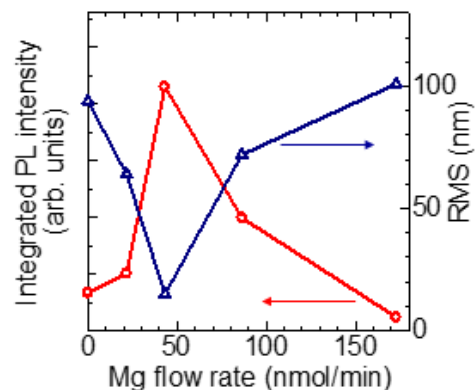


Fig. 2 Integrated PL intensity and RMS in GaN:Tm,Mg grown with various Mg flow rates.