

Eu 添加 GaN 薄膜におけるモード利得の遷移種依存性

Transition-type dependence of modal gain in Eu-doped GaN epitaxial layer

阪大院工 °前田 将吾, 市川 修平, 館林 潤, 藤原 康文

Osaka Univ. °Shogo Maeda, Shuhei Ichikawa, Jun Tatebayashi, and Yasufumi Fujiwara

E-mail: shogo.maeda@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】

我々は有機金属気相エピタキシャル (OMVPE) 法により Eu 添加 GaN (GaN:Eu) を用いた発光ダイオード (LED) を作製し、室温・電流注入下で Eu に起因する赤色発光を実現している[1]。LED に続く発光素子として、Eu 添加 GaN を発光層とする赤色レーザダイオード (LD) に着目し、その実現に向けた研究に取り組んでいる。しかしながら、LD の設計指針の基礎となるモード利得について、Eu 添加 GaN の知見は十分でなく、Eu³⁺イオンの 4f 殻内遷移種による利得の差異についても報告がない現状にある。本講演では、c 面 GaN 基板上に成長した Eu 添加 GaN 薄膜に対して、フォトルミネッセンス(PL)強度の励起ストライプ長依存性を評価し(VSL 法[2])、GaN:Eu の利得スペクトルを得たので報告する。

【実験方法・結果】

c 面 GaN 基板上に OMVPE 法により Eu 添加 GaN を 430 nm 成長した。その後、作製した試料のモード利得を VSL 法により評価した。励起光源には He-Cd レーザ(波長 325 nm)を使用し、シリンドリカルレンズによって 90 μm 幅のストライプ状に集光して試料表面に照射した(励起パワー密度~1.2 W/cm²)。励起長はスリットにより制御し、試料端面からの発光を室温条件下で検出した。この際、He-Cd レーザの散乱光も同時に検出することで、スリットエッジ部による Fresnel 回折の影響を考慮した[Fig.1(b)]。Fig. 1(a)に GaN:Eu の PL 強度の励起長依存性の一例(@621 nm)を示す。励起レーザの Fresnel 回折の影響が十分に低減されている励起長 0.10 cm 以上の領域において、フィッティングによりモード利得を求めた。Fig. 2 に、各発光波長のモード利得から得られた利得スペクトルを示す。Eu の発光強度が最大となる波長 621 nm よりも、発光強度比 0.13 倍である波長 587 nm において、より大きなモード利得を有することが明らかになった(利得 14.8 cm⁻¹@621 nm、19.3 cm⁻¹@587 nm)。Eu 添加 GaN の各発光波長に対応する 4f 殻内遷移(Fig. 3)を考慮すると[3]、前者は⁵D₀→⁷F₀ 遷移(587 nm)に対応し、後者は⁵D₀→⁷F₂ 遷移(621 nm)に対応することが分かる。これらの結果は、遷移種によってモード利得が異なることを示しており、LD の構造設計にむけて重要な指針を与えるものである。

【謝辞】 本研究の一部は、JSPS 科研費 18H05212 の助成を受けたものです。

[1] A. Nishikawa, Y. Fujiwara, *et. al.*, *Appl. Phys. Express* **2**, 071004 (2009).

[2] K. L. Shaklee, *et. al.*, *J. Lumin.* **7**, 284 (1973).

[3] J. Heikenfeld, *et. al.*, *Appl. Phys. Lett.* **75**, 1191 (1999).

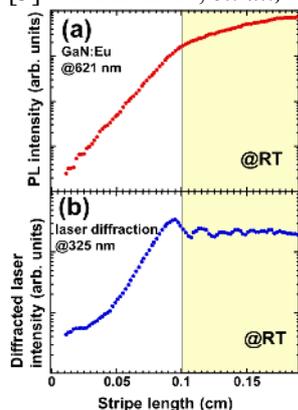


Fig. 1 PL intensity of GaN:Eu (a) and the influence of diffracted laser (b).

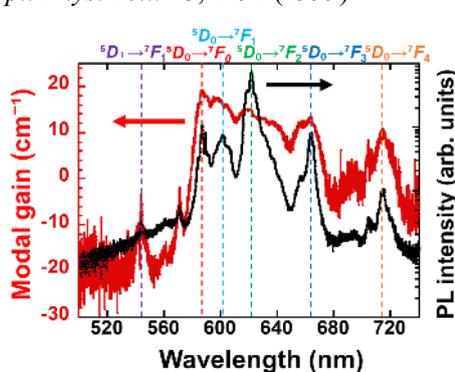


Fig. 2 Modal gain curve and

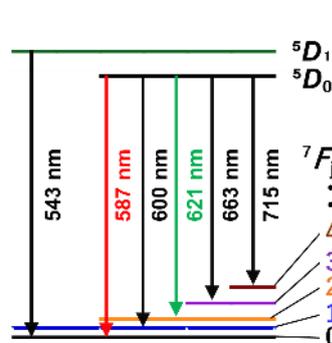


Fig. 3 Energy levels relevant to PL in GaN:Eu.