

半極性(20 $\bar{2}$ 1)GaN 基板上 Eu 添加 GaN LED の作製と発光特性評価

Fabrication and optical characterization of Eu-doped GaN LED on semipolar (20 $\bar{2}$ 1) GaN substrate

阪大院工¹, 阪大超高压電顕センター²,

○竹尾 敦志¹, 市川 修平^{1,2}, 小林 周平¹, 館林 潤¹, 藤原 康文¹

Osaka Univ.¹, Research Center for UHVEM, Osaka Univ.²,

○Atsushi Takeo¹, Shuhei Ichikawa^{1,2}, Shuhei Kobayashi¹, Jun Tatebayashi¹, Yasufumi Fujiwara¹

E-mail: atsushi.takeo@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】

我々はこれまでに、有機金属気相成長(OMVPE)法により Eu 添加 GaN (GaN:Eu)を活性層とした赤色発光ダイオードを実現している[1]。GaN:Eu 層に形成される Eu 発光中心のうち、O 不純物を周辺に有する Eu イオンはとくに励起効率がよく、LED 駆動時の主要な発光成分となっている。しかしながら、従来の(0001)上 GaN:Eu 膜における O 濃度は、Eu 濃度の 2.5%程度にとどまり、更なる高輝度化に向けて Eu 発光中心の制御が課題となっていた[2]。そこで我々は、不純物の取り込み様式が結晶成長面によって異なることに着目し、半極性(20 $\bar{2}$ 1)GaN 上に GaN:Eu 薄膜を結晶成長させることで、O 濃度の増加に伴う高効率発光中心の優先的形成と、発光線幅の先鋭化に成功した[3]。本研究では、半極性(20 $\bar{2}$ 1)GaN 基板上に GaN:Eu LED 構造を作製し、電流駆動条件下での明瞭な赤色発光を観測したので報告する。

【実験方法・結果】

試料は、(20 $\bar{2}$ 1) n 型 GaN 基板上に OMVPE 法により n-GaN 層を 300 nm 成膜した後、活性層として GaN:Eu 層を 300 nm 成長し、p-GaN 層 200 nm、p⁺-GaN 層を 20 nm 成長した[Fig. 1(a)]。また比較用試料として、(0001) n 型 GaN 基板上に n-GaN 層を 600 nm、GaN:Eu,O 層を 300 nm 成長し、p-GaN 層を 20 nm、p⁺-GaN 層を 20 nm 成長した。試料を成膜後に、p-GaN の活性化アニールを施し、試料表面および裏面に直径 1 mm 程度の In 電極を溶着することで、縦型 LED 構造を作製した。電流電圧特性を評価し、いずれの結晶面上に作製した LED においても良好な整流性を確認した。(20 $\bar{2}$ 1) GaN:Eu LED の 20 mA 駆動時における発光の様子を Fig. 1(b)に示す。室温で明瞭な赤色発光を呈していることが分かる。20 mA 駆動時におけるそれぞれの試料のエレクトロルミネッセンス(EL)スペクトルをFig.2に示す。図より、母体 GaN からの欠陥発光は全く観測されず、Eu³⁺イオンのみの発光が確認できることがわかる。⁵D₀-⁷F₂ 遷移領域 (610-640 nm) での積分発光強度は、(0001) GaN:Eu,O LED と比較して約 5 倍に増加し、発光線幅の先鋭化も確認された。これは、O 濃度の増加に伴う高効率発光中心の優先的形成が、電流駆動時における発光特性向上を促進したことを示している。このことから、GaN:Eu 赤色 LED の更なる高輝度化と発光中心制御に向けて、(20 $\bar{2}$ 1) GaN 基板上 GaN:Eu LED が有用であることが明らかになった。

[1] A. Nishikawa, Y. Fujiwara *et al.*, *Appl. Phys. Express* **2**, 071004 (2009). [2] B. Mitchell, Y. Fujiwara *et al.*, *Sci. Rep.* **6**, 18808 (2016). [3] 竹尾 敦志, 藤原 康文 他, 応用物理学会第 68 回春季学術講演会 **17p-Z27-9** (2021).

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 No. 18H05212 の助成を受けたものである。

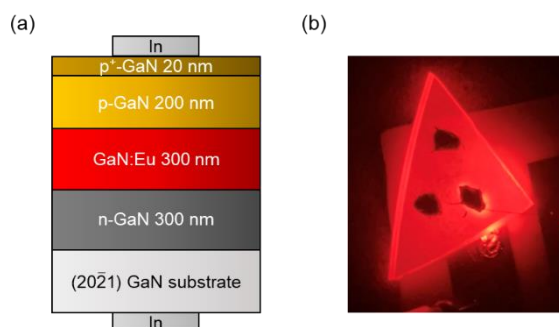


Fig. 1 (a) Schematic of LED structure on (20 $\bar{2}$ 1) GaN. (b) Photograph of red emission from GaN:Eu LED on (20 $\bar{2}$ 1) GaN .

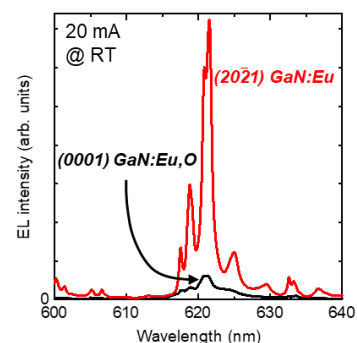


Fig. 2 EL spectra of GaN:Eu LED on (20 $\bar{2}$ 1) GaN and GaN:Eu,O LED on (0001) GaN.