

# 同一サファイア基板上に積層した Eu 添加 GaN・InGaN 量子井戸 フルカラーLED の発光特性評価

Optical properties of three-color light emitting diodes consisting of

Eu-doped GaN and InGaN quantum wells stacked on the same sapphire substrate

阪大院工 °市川 修平, 塩見 圭史, 森川 隆哉, 佐々木 豊, Dolf Timmerman, 館林 潤, 藤原 康文

Osaka Univ., °Shuhei Ichikawa, Keishi Shiomi, Takaya Morikawa, Yutaka Sasaki,

Dolf Timmerman, Jun Tatebayashi, Yasufumi Fujiwara

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

## 【はじめに】

次世代を担うディスプレイとして近年注目を集めているマイクロ LED ディスプレイの実現には、3 原色 LED チップの高集積化が必要不可欠である。実現のためには、同一基板上に(同一材料系で)3 原色の LED を如何に作製するか、がキーテクノロジーとなる。本研究室ではこれまでに、有機金属気相成長法(organometallic vapor phase epitaxy: OMVPE)により希土類元素の Eu を GaN 結晶中に in-situ 添加し(GaN:Eu)、これを活性層とした赤色 LED を実現してきた[1]。これまでに、Eu 添加 GaN による赤色 LED と InGaN 系青・緑色 LED を積層成長することで、同一サファイア基板上に 3 原色 LED の集積を実現している[2]。本報告では、積層型 3 原色 LED の構造および光学特性の評価を行ったので報告する。

## 【実験・結果】

(0001)サファイア基板上に OMVPE 法により、Eu 添加 GaN ベースの LED 構造(活性層 200 nm 程度)を作製し、その後、InGaN/GaN 量子井戸構造(QW)を有する青色・緑色 LED 構造を順に積層することで、3 色積層型 LED を作製した。Fig. 1 に、作製した LED の走査型電子顕微鏡(SEM)による断面観察像を示す。各種 LED 構造は急峻な界面を有しており、品質を維持しつつ各層の成長が進行していることが分かる。つづいて、各 LED の p 型 GaN 層を露出させた状態で活性化アニール処理を施し、その後に電極形成を行い、室温電流駆動下でエレクトロルミネッセンス(EL)測定を行った。各種 LED の EL 強度から見積もられた輝度の電流密度依存性を Fig. 2 に示す。図より、低電流注入下では GaN:Eu 赤色 LED が最も高輝度を示す一方で、高電流注入条件になるにつれて Eu 起因の発光飽和に伴い InGaN 系 LED の輝度がより支配的になることが確認された。3 色積層型 LED として実現可能な最大輝度は $\sim 3100 \text{ cd/m}^2$ であった。また、色度図上での評価から、各種 LED は非常に広い色域を実現できることを確認しており、輝度  $1000 \text{ cd/m}^2$ において Rec. 2020 に対する色域カバー率 83.1%が得られた。これらの結果は、Eu 添加 GaN と InGaN 量子井戸の積層型集積が、マイクロ LED ディスプレイ実現にむけて極めて重要な要素技術であることを示すものであるといえる。

【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す。

[1] A. Nishikawa, Y. Fujiwara, *et al.*, *Appl. Phys. Express* 2, 071004 (2009). [2] 市川修平、藤原康文他, 2020 年度 春季第 67 回応用物理学会関係連合講演会, 13a-A302-5.

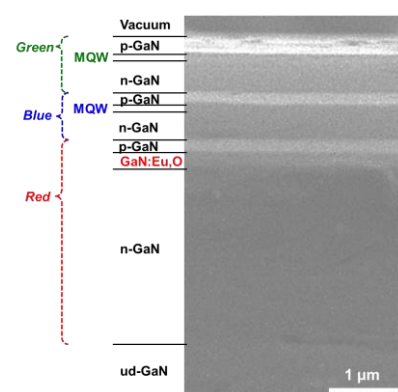


Fig. 1: Cross-sectional SEM image of a monolithically-stacked structure with abrupt interfaces.

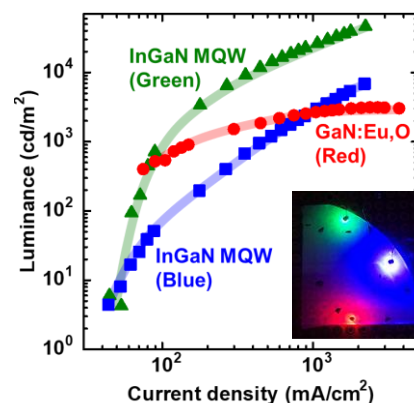


Fig. 2: Current density dependence of the luminance of RGB LEDs.