

高反射率・導電性 AlInN/GaN DBR を用いた
Eu 添加 GaN 発光ダイオードの発光強度の増大

Enhancement of luminescence of Eu-doped GaN light-emitting diodes
using AlInN/GaN DBR with high reflectance and conductivity

阪大院工 ○塩見 圭史, 稲葉 智宏, 市川 修平, 館林 潤, 藤原 康文

Osaka Univ. ○Keishi Shiom, Tomohiro Inaba, Shuhei Ichikawa, Jun Tatebayashi,
and Yasufumi Fujiwara

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

【はじめに】我々は、母体材料を GaN として希土類元素である Eu を添加した Eu 添加 GaN (GaN:Eu)を活性層にした赤色 LED の作製に成功している[1]。これまでの研究で、微小共振器中に GaN:Eu を挿入することにより電流注入下での赤色発光強度の増大を実現したが、導電性分布ブラッグ反射鏡(Distributed Bragg Reflector : DBR)の赤色発光領域での反射率は 84 %にとどまっていた[2]。本研究では、GaN 基板の上に DBR を成長させることによって、赤色領域において 98 %を超える高反射率導電性 DBR の作製に成功し、この DBR を適用した微小共振器 LED において光励起により 21.2 倍の発光強度増大を観測したので報告する。

【実験方法】本研究では、LED の p 型 GaN 層の成長までを有機金属気相成長(OMVPE)法を用いて行った。まず常圧にて n 型 GaN バッファ層(500 nm)を成長した後、成長圧力を 10 kPa とし、n 型 AlInN(52 nm)/GaN(85 nm) DBR を 42 ペア成長した。AlInN の In 組成は GaN と格子整合する 18 %とした。その後、成長圧力を常圧に戻して Eu,O 共添加 GaN(膜厚 340 nm)、p 型 GaN(膜厚 40 nm)を成長した。その後、RF スパッタにより ITO 電極(40 nm)を、EB 蒸着により絶縁膜の SiO₂、Ni/Au 電極、5 ペアの ZrO₂(85 nm)/SiO₂(114.5 nm)誘電体 DBR を成膜した。評価はすべて室温で行った。

【実験結果】n 型 AlInN/GaN DBR の電流-電圧特性を Fig.1 に示す。作製した DBR は、AlInN/GaN 界面への高濃度 Si ドーピングなど適切な界面処理を行うことにより n-GaN とほぼ同等の電気特性を得た。DBR の反射率測定結果を Fig.2 に示す。AlInN/GaN DBR の反射率ピーク波長は 621.5 nm、最大反射率は 98.1 %であり、Eu の赤色発光波長と一致した高反射率 DBR の作製に成功した。長波長領域で高反射率を実現するためには、厚膜 AlInN 層が必要となるが、結晶性の維持が困難となるため、本研究では DBR の長周期としての反射鏡条件は満たしつつ、可能な限り AlInN 層膜厚を減少させた構造を採用することで高結晶性・高反射率 DBR を実現した。この DBR を適用した微小共振器 LED の PL 測定結果を Fig.3 に示す。共振器構造により発光遷移確率と光取出し効率が向上し、共振波長での発光強度は 21.2 倍と大幅な増強が得られた。発光増強率の波長依存性から、共振器 Q 値は 68 であった。参考文献 [1] A. Nishikawa, Y. Fujiwara *et al.*, Appl. Phys. Exp. 2, 071004 (2009). [2] 稲葉他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 8a-A414-3.

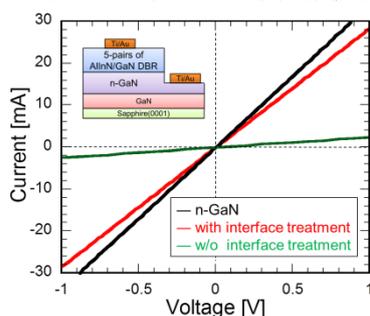


Fig.1 I-V characteristics of DBR with and without interface treatment.

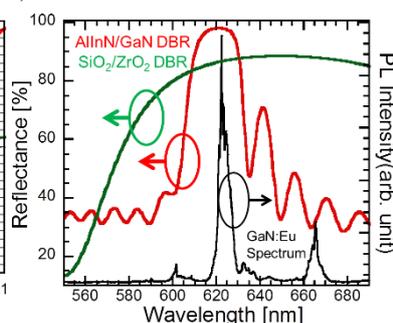


Fig.2 Reflectance of AlInN/GaN DBR 42 pairs and PL spectrum of GaN:Eu.

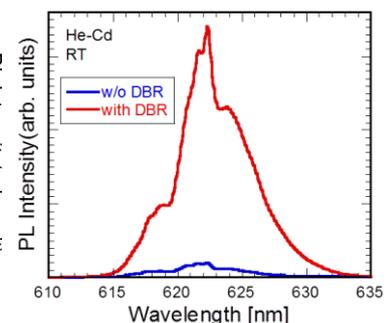


Fig.3 PL spectra of LEDs with and without microcavity.