

局在表面プラズモンによる Eu 添加 GaN 赤色 LED の発光強度増大

Enhancement of emission power of Eu-doped GaN red LED using localized surface plasmon

阪大院工 °山田 智也, 稲葉 智宏, 児島 貴徳, 藤原 康文

Osaka Univ. °Tomoya yamada, Tomohiro Inaba, Takanori Kojima, and Yasufumi Fujiwara

E-mail: tomoya.yamada@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得ることに成功している[1]。現在、更なる光出力増大の方法として、Eu 発光効率の向上を目指している。Eu 発光中心の近傍に Ag を配置させることで、局在表面プラズモンとの結合が生じ、Eu 発光寿命が短くなることと、光取り出し効率の向上が期待される[2]。本発表では局在表面プラズモンを用いた LED の作製、および Eu 発光の短寿命化と、それに伴う Eu 発光強度の増大について報告する。

【実験方法と結果】試料は OMVPE 法により c 面サファイア基板上に Eu 添加 GaN(100nm) を活性層とする赤色 LED を作製した。局在表面プラズモンは Ag の粒径によって共鳴する波長が異なる。FDTD 法により、Eu 発光波長 622 nm と共鳴する Ag 円柱の直径は 200 nm と求まった。そこで、試料成長後、EB 描画とドライエッチングにより、周期 400 nm、直径 200 nm、深さ 130 nm の円孔三角格子パターンを作製した後、Ag と Au をそれぞれスパッタ法、EB 蒸着法により堆積させた。プラズモニック LED と通常の LED に対して、励起光として InGaN レーザー(405 nm)を用いて PL 測定、時間分解 PL 測定による比較を行った。Fig. 1 に 300K でのプラズモニック LED と通常の LED における PL スペクトルを示す。プラズモニック LED における Eu 発光強度は、通常の LED と比べて 2.4 倍となった。また、10K での PL 強度に対する内部量子効率を 100%として、室温における内部量子効率を見積もると、プラズモニック LED では 37%、通常の LED では 25%となり、約 1.5 倍増加した(Fig. 2)。さらに、10K での Eu 発光寿命はプラズモニック LED では 253 μ s であり、通常の LED(294 μ s)と比較して、約 1.2 倍短くなった。このことは Eu 発光中心と局在表面プラズモンとの結合に起因している。PL 強度と内部量子効率から光取り出し効率を見積もると約 1.6 倍増加した。以上の結果は、局在表面プラズモンが Eu 発光強度の増大に有効であることを示唆している。

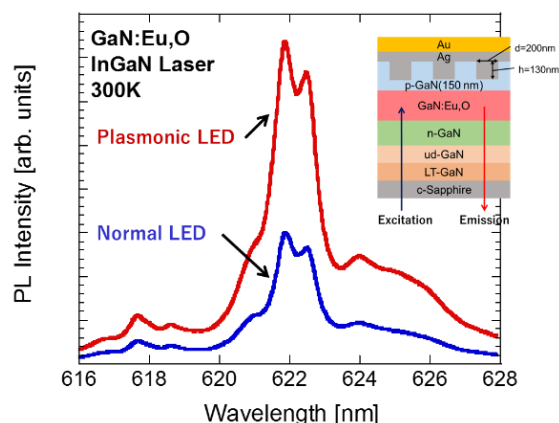


Fig. 1 室温 PL スペクトルの比較

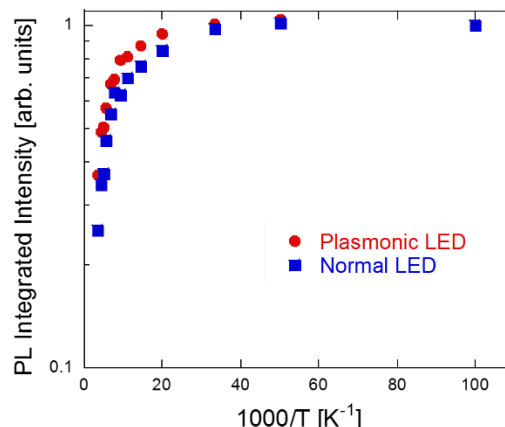


Fig. 2 PL 発光強度の測定温度依存性

【参考文献】

- [1] A. Nishikawa, Y. Fujiwara *et al.*, Appl. Phys. Exp. **2**, 071004 (2009).
- [2] T. Inaba *et al.*, AIP Advances **6**, 045105 (2016).