

薄膜 p-GaN 上金属ナノ粒子による Eu 添加 GaN LED 構造の発光強度増大

Enhancement of red luminescence intensity of Eu-doped GaN LED structures

by metal nanoparticles on thin p-GaN cap layer

阪大院工 °山田 智也, 稲葉 智宏, 館林 潤, 藤原 康文

Osaka Univ. °Tomoya yamada, Tomohiro Inaba, Jun Tatebayashi, 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 発光中心の近傍に金属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]。局在表面プラズモンを用いる構造として、薄膜 p-GaN を有する LED 上にプラズモン効果が期待できる金属ナノ粒子を EB 蒸着とアニールによって作製する方法を用いた[3]。青・緑色 LED では金属に Ag を用いることが多いが、赤色領域では Au でもプラズモン効果が期待できるため、両方の金属について検討した。本発表ではそれぞれの金属のプラズモン効果による 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 面サファイア基板の上に Eu 添加 GaN(100nm) を活性層とし、p-GaN 層の膜厚が 25 nm の LED 構造を成長した。サンプル成長後 EB 蒸着法を用いて Ag または Au を堆積させ、RTA を用いて窒素雰囲気化でアニールを行うことで p-GaN 表面に金属ナノ粒子を作製した。その後スパッタリング蒸着法で ITO を 150 nm 堆積させた。Ag、Au ナノ粒子を有する試料、金属ナノ粒子を有さない試料をそれぞれ裏面から InGaN レーザー (405 nm) を用いて Photoluminescence (PL) 測定、時間分解 PL 測定による比較を行った。Fig. 1 に 300K でのそれぞれの試料の PL スペクトルを示す。Ag、Au ナノ粒子を有する試料の Eu 発光強度は、金属ナノ粒子を有さない試料に比べそれぞれ 3.2 倍、2.3 倍となった。Fig. 2 に 10K での時間分解 PL 測定の結果を示す。この結果から Eu 発光寿命を算出すると、Ag、Au ナノ粒子を有する試料はそれぞれ 206 μ s、223 μ s となり金属ナノ粒子を有さない試料(263 μ s)と比較して短くなっており、局在表面プラズモン結合を示唆するものと推測される。

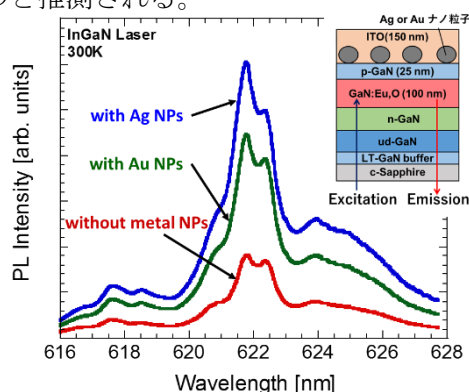


Fig. 1 室温 PL スペクトルの比較

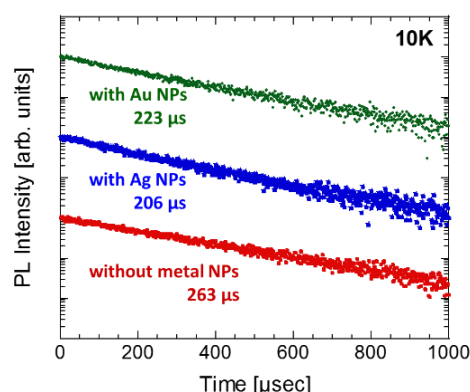


Fig. 2 時間分解 PL 測定結果

【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).
- [3] N. Okada *et al.*, J. Appl. Phys. **121**, 153102 (2017).