

低温OMVPE法によるEu添加GaNの作製と評価

Growth and Characterization of Eu-Doped GaN by

Low-Temperature Organometallic Vapor Phase Epitaxy

阪大院工 °朱 婉新, Dolf Timmerman, 小泉 淳, 藤原 康文

Osaka Univ. °Wanxin Zhu, Dolf Timmerman, Atsushi Koizumi, and Yasufumi Fujiwara

E-mail: wanxin.zhu@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) 法を用いて、Eu 添加 GaN (GaN:Eu) を活性層とする注入型赤色 LED を作製し、その室温発光を世界に先駆けて成功している[1]。現在、さらなる光出力増大を目指し、成長条件やデバイス構造の最適化を行っている。近年、高効率に励起できる Eu 発光中心は、添加された Eu のうちの数%程度であることが報告され[2]、GaN 母体からのエネルギー輸送効率の高い Eu 発光中心の増加が発光出力増大への鍵となっている。また、励起効率の高い Eu 発光中心には、Ga 空孔 (V_{Ga}) と N 空孔 (V_N) ・不純物 O が Eu イオンと複合欠陥 ($V_{Ga}-V_N-Eu$, $V_{Ga}-O-Eu$) の形成が関連することが報告されている[3]。そこで本研究では、Eu イオンと点欠陥からなる複合欠陥の形成による励起効率の増加を意図して、GaN:Eu の低温成長を行い、その光学的特性を評価した。

【実験と結果】有機 Eu 原料に $EuCp^{pm}_2$ を用いて、GaN:Eu を OMVPE 法により作製した。サファイア基板上に低温 GaN バッファ層、無添加 GaN を積層し、さらに GaN:Eu を成長した。Eu 原料供給条件は、原料圧力を 120 kPa、原料温度を 125°C、Eu 原料のバブリング H_2 流量を 1.5 slm に固定した。GaN:Eu 層成長条件は、成長圧力を 100 kPa に固定し、成長温度をそれぞれ 1030°C、1000°C、960°C、900°C に設定して 4 種類の試料を作製した。Fig. 1 に室温 PL スペクトル(励起波長 325 nm) の成長温度依存性を示す。PL スペクトル形状が変化することから、発光中心の形成確率や励起効率が変化したと考えられる。Fig. 1 に示した Eu1 (OMVPE4)、Eu2 (OMVPE7) の発光中心[3]に着目した PL 発光強度の成長温度依存性を Fig. 2 に示す。どちらの発光中心も 960°C まで発光強度が増加する同様な変化が観察された。Eu1、Eu2 は、 V_{Ga} との複合欠陥を形成することによって高い励起効率を持つことが報告されている[3]。このことから、低温成長により導入された V_{Ga} により、Eu1、Eu2 の励起効率が増大したと考えられる。

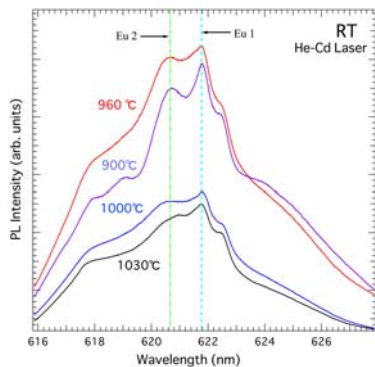
[1] A. Nishikawa, Y. Fujiwara *et al.*, Appl. Phys. Exp. **2**, 071004 (2009).[2] N. Woodward, Y. Fujiwara *et al.*, Appl. Phys. Lett. **98**, 011102 (2011).[3] B. Mitchell, Y. Fujiwara *et al.*, J. Appl. Phys. **115**, 204501 (2014)

Fig. 1 PL spectra of GaN:Eu grown at various growth temperatures.

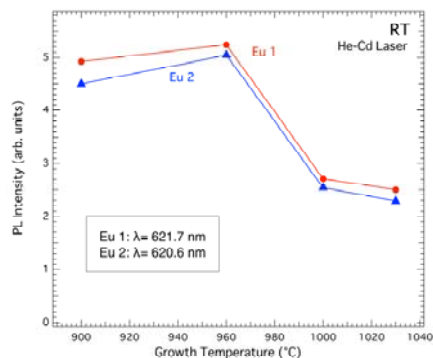


Fig. 2 Growth temperature dependence of PL intensities due to Eu1 and Eu2 centers in GaN:Eu.