O_2及び NO ガスを用いて作製した Eu, O 共添加 GaN の表面モフォロジーと Eu 発光特性

Surface morphologies and luminescence properties in Eu,O-codoped GaN grown with O_2 or NO gases

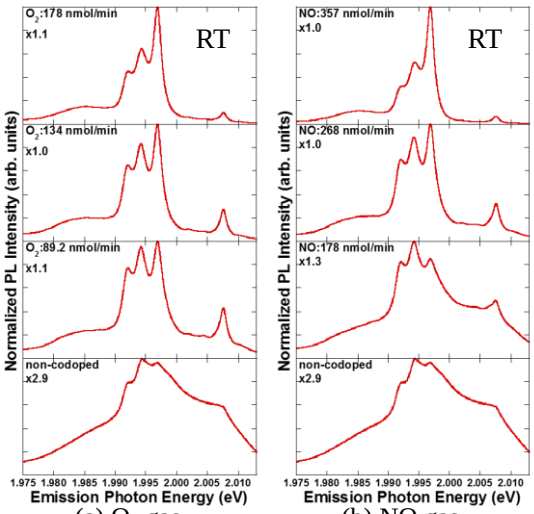
°高津 潤一，松田 将明，児島 貴徳，小泉 淳，藤原 康文（阪大院工）
°Junichi Takatsu, Masaaki Matsuda, Takanori Kojima, Atsushi Koizumi, and Yasufumi Fujiwara (Osaka Univ.)
E-mail: junichi.takatsu@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【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)層を活性層とする pn 接合型 LED を世界に先駆けて開発している[1]。実用化には、もう一桁程度の Eu^{3+}発光強度増大が求められる。これまでに、O 共添加を GaN:Eu に適用し、発光強度の増大に成功している[2]。ところが、O_2により酸素共添加を行った試料では、Eu 濃度に対する O 濃度が数%程度であることがわかった。本研究では、O があまり取り込まれない原因が気相反応によるものか、表面反応によるものかをガス種の違いにより調べた。

【実験方法】試料は OMVPE 法を用いてα-Al_2O_3上に成長した。Ga、N、Eu 原料として、それぞれ TMGa、NH_3、$EuCp^{pm}{}_2$を用いた。Ar 希釈 O_2、あるいは Ar 希釈 NO ガスを O 原料として用いた。試料の評価は、PL、CEES [3]による発光特性評価、ノマルスキー干渉微分顕微鏡および AFM による表面観察を行った。

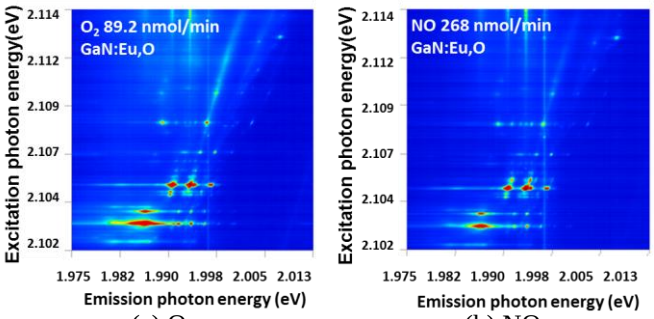
【実験結果】GaN:Eu, GaN:Eu,O (O_2ガス), GaN:Eu,O (NO ガス)について、He-Cd レーザー励起の室温における PL 測定結果を Fig. 1 に、色素レーザーにより励起した CEES カラーマッピングを Fig. 2 に示す。Fig. 1 では反応管への O 原子の供給量が、同一となる流量で比較を行っている。Fig. 1 より、どちらのガス種を用いた場合においても、様々な Eu 発光中心の形成によるブロードなスペクトルが同様に単純化し、同じエネルギー位置に明瞭な発光ピークが観測された。また、1.997 eV 付近のピークに着目すると、添加ガス流量とともに他のピークと比べて相対的なピーク強度が増大した。表面モフォロジーは、O_2ガス、NO ガスのどちらで O 共添加しても鏡面となり改善された。これは Eu と O の気相反応により、Eu 由来の析出物が抑制されたことによるものと考えられる。AFM 観察により RMS 値を求めたところ、NO ガスを添加した試料において RMS 値が小さくなり、そのメカニズムについて今後の検討が必要である。

[1] A. Nishikawa, T. Kawasaki, N. Furukawa, Y. Terai, and Y. Fujiwara, Appl. Phys. Exp. **2**, 071004 (2009).
[2] 松田将明、若松龍太、児島貴徳、小泉淳、藤原康文, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 198p-E11-12 (2014).
[3] N. Woodward, J. Poplawsky, B. Mitchell, A. Nishikawa, Y. Fujiwara, and V. Dierolf, Appl. Phys. Lett. **98**, 011102 (2011).



(a) O_2 gas (b) NO gas

Fig.1. O_2 and NO flow rate dependence of PL spectra in GaN:Eu,O.



(a) O_2 gas (b) NO gas

Fig.2. CEES color maps of GaN:Eu grown with (a)O_2 gas and (b)NO gas.

© 2015年 応用物理学会