

Eu, Mg 共添加 AlGa_xN の Al 組成が発光サイトに与える影響Effect on the emission site of Al composition of Eu and Mg codoped AlGa_xN豊橋技術科学大学工学部¹, エレクトロニクス先端融合研究所(EIIRIS)²°金本匡祥¹, 関口寛人¹, 山根啓輔¹, 岡田浩^{2,1}, 若原昭浩¹Toyohashi University of Technology¹, Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute²M. Kanemoto¹, H. Sekiguchi¹, K. Yamane¹, H. Okada¹, A. Wakahara¹

E-mail: kanemoto-m@int.ee.tut.ac.jp, sekiguchi@ee.tut.ac.jp

Eu 添加窒化物半導体は狭い発光線幅, 高い発光波長安定性といった優れた特徴を有し, 次世代発光デバイスへの応用が期待されている. 我々は NH₃-MBE 法により Eu 添加 GaN を活性層とした赤色 LED を実現したが, その発光効率は低い[1]. そこで, Mg 共添加や母材に AlGa_xN を用いることで発光効率の改善に取り組み[3], Eu 添加 AlGa_xN においても Mg 共添加が発光特性の向上に有効であることを明らかにしてきた. しかしながら, Mg 共添加した際の発光サイトは GaN と AlGa_xN では異なっていた. 本研究では, Al 組成が発光サイトに与える影響を明らかにすべく, 低温及び室温において PL スペクトルを詳細に評価したので報告する.

NH₃-MBE 法を用いて, GaN テンプレート基板上に Eu, Mg 共添加 AlGa_xN(AlGa_xN:Eu,Mg)を成長させた. ここでは Al フラックスを変化させることで, Al 組成を 0% から 27.6% の範囲で制御した. Eu 濃度と Mg 濃度はそれぞれ $4 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ と $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ と固定とした. Fig. 1 に異なる Al 組成をもつ AlGa_xN:Eu,Mg の室温 PL スペクトルを示す. 主に 620.3nm (サイト A), 622.3nm (サイト B), 634.2nm の 3 つの発光ピークが観測された. Al 組成の増加に伴い支配的な発光ピークはピーク A からピーク B へと変化した. Fig. 2 に PL 積分強度および低温と室温の PL 積分強度比により定義した PL 効率の Al 組成依存性を示す. 25K では Al 組成の増加に伴い, 積分強度は増大し Al 組成 27.6% において約 2 倍となった. 低温では非発光成分が十分に抑制されていると考えられるので, 活性な発光サイト数が増大していることを示唆している. 一方, 300K では, Al 組成の増加に伴い PL 積分強度はわずかに減少する傾向を示したが, Al 組成 27.6% において, 再び増加し GaN:Eu,Mg とほぼ同程度の強度となった. 全体の PL 効率に注目すると, Al 組成の増加に伴い 0.6 から 0.35 へと減少した. ピーク分離することで, ピーク A, ピーク B の PL 効率を評価した. ピーク A の PL 効率は 0.6~0.7 となったのに対して, ピーク B の PL 効率は 0.35 でほぼ一定となった. したがって, Al 組成に伴う PL 効率の低下はピーク A とピーク B の存在比が変化したことに起因すると考えられる.

[1] H. Sekiguchi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **52**, 08JH01 (2013). [2] Y. Takagi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 171905 (2011). [3] 金本他, 第 75 回秋季応用物理学術講演会, 20p-c5-5, 北海道, 2014 年 9 月.

【謝辞】本研究の一部は科研費補助金 #26420271 と公益財団法人豊秋奨学会の援助を受けて行った.

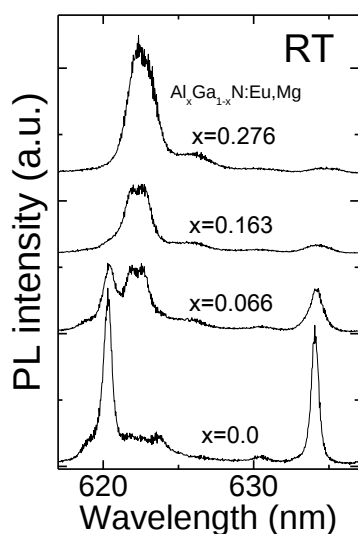


Fig. 1 PL spectra from Eu³⁺ luminescence in (Al)Ga_xN:Eu, Mg with different Al composition

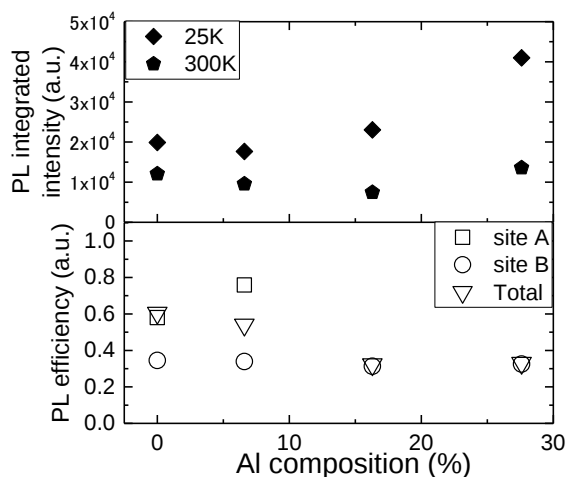


Fig. 2 PL integrated intensity as a function of Al composition (top) and PL efficiency for site A and site B and total (bottom).