

RF-MBE 法を用いた Eu 添加 GaN を活性層とする赤色 LED の作製

Fabrication of red LED with Eu-doped GaN active layer using rf-plasma-assisted molecular beam epitaxy method

豊橋技科大工¹, EIIRIS²,

○友保健介¹, 関口寛人¹, 立石紘己¹, 山根啓輔¹, 岡田浩^{2, 1}, 若原昭浩^{1, 2}

Toyohashi Tech.¹, EIIRIS²,

✉K. Tomoyasu¹, H. Sekiguchi¹, H. Tateishi¹, K. Yamane¹, H. Okada^{2, 1}, A. Wakahara^{1, 2}

E-mail: tomoyasu-k@int.ee.tut.ac.jp, sekiguchi@ee.tut.ac.jp

Eu 添加 GaN(GaN:Eu)は狭い発光スペクトル半値幅, 発光波長の環境温度安定性といった特徴から, 環境温度耐性に優れた新たな発光デバイス材料として期待されている. これまでに MOVPE 法および NH₃-MBE 法により GaN:Eu を活性層とした赤色 LED が報告されてきた[1, 2]. これらのデバイスは GaN ホモ接合による PIN 構造であるため, 更なるデバイス特性の改善にはヘテロ構造の導入による電子の閉じ込め構造などの導入が求められる. 我々は NH₃-MBE 法を用いて研究を進めてきたが, 一般に NH₃-MBE では RF-MBE と比較して平坦性が悪い傾向を示すため, ヘテロ構造の導入には RF-MBE 法の方が最適であると考えられる. 本研究では, 窒素源を窒素プラズマとした RF-MBE 法を用いて Eu 添加 GaN を活性層とした PIN 構造による赤色 LED を作製したので報告する.

Fig. 1に作製したLEDデバイスの構造図を示す. RF-MBE 法を用いて(0001) GaNテンプレート上に成長温度750°Cで GaN:Eu 活性層を200 nm成長後, 同成長温度にて Mg ドープ p-GaN層を300 nm成長させた. 窒素流量は1.5 sccm, RF パワーは450W で一定とした. 活性層の Eu 濃度は $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であり, p-GaN層における Mg 濃度は $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ である. また n 電極には Ti/Al/Ti/Au (30 nm/30 nm/30 nm/30 nm), p 電極には Ni/Ag/Ni (5 nm/50 nm/20 nm)を EB 蒸着を用いて成膜した.

Fig. 2に電極直径300 μm でのLEDの電圧-電流特性を示す. 立ち上がり電圧3.9Vの整流特性が得られ, PN接合が形成されていることが確認された. 電極付近を肉眼で観察すると, 赤色に発光している様子が観測された. Fig. 3に620nm付近における本試料のPLスペクトルと50mAにおけるELスペクトルを示す. ただし, 測定分光器の違いから分解能が異なっているため, 見かけ上 EL スペクトルの半値幅が広く観測されている. PL スペクトルは325 nmのHe-Cdレーザを用いて励起した. いずれにおいてもEuイオンの⁵D_{0-7F₂内殻電子遷移に起因した620nm付近の赤色発光が観測された. PL スペクトルでは620.3 nm (ピーク A), 622.3 nm (ピーク B), 633.8 nm (ピーク C)の3つの発光ピークが観測され, 特にピーク B の発光が強く観察された. 一方で, EL スペクトルではピーク B からの発光はあまり見られず, ピーク A と C が強く観察された. この結果は光励起により励起される発光サイトと電流注入によって励起される発光サイトが異なっており, ピーク A と C に対応する発光サイトの存在比を高めることが重要であることを示唆している.}

【参考文献】 [1] A. Nishikawa *et al.*, Appl. Phys. Express, 2, 071004 (2009). [2] H. Sekiguchi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 52, 08JH01 (2013).

【謝辞】 本研究の一部は, 科研費補助金#26420271 および市原国際奨学財団の援助を受けて行われた.

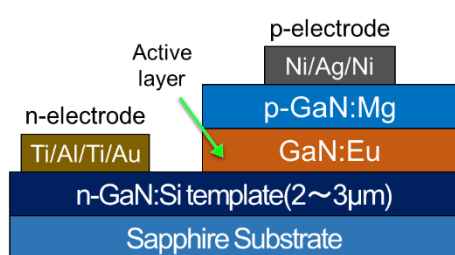


Fig. 1. Schematic diagram of GaN:Eu LED grown by RF-MBE

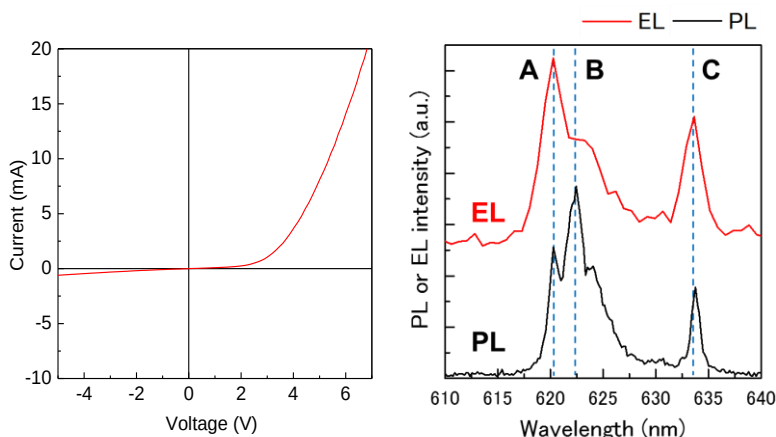


Fig. 2. Voltage- Current characteristics of GaN:Eu LED with a p-electrode diameter of 300 μm .

Fig. 3. PL and EL spectra at 50 mA for GaN:Eu LED