

半極性(2021) GaN テンプレート上への Eu 添加 GaN 成長による 赤色発光の増大と発光線幅の先鋭化

Enhanced red emission of semipolar (2021) Eu-doped GaN with narrow line-width

阪大院工, °竹尾 敦志, 市川 修平, 館林 潤, 藤原 康文

Osaka Univ. °Atsushi Takeo, Shuhei Ichikawa, Jun Tatebayashi, Yasufumi Fujiwara

E-mail: atsushi.takeo@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】

我々はこれまでに、有機金属気相成長(OMVPE)法により Eu 添加 GaN (GaN:Eu)を活性層とした赤色発光ダイオードを実現している[1]。Eu³⁺イオンの発光機構は、その空間対称性に大きく依存するため、母体 GaN に対する Eu 以外の不純物添加や、意図的な歪導入に伴う周辺局所構造の制御によって、その輻射効率が顕著に変化する。とくに Eu 周りの O 不純物は高効率な発光サイトを形成することが明らかになっている。しかし、従来の(0001) GaN 中の O 濃度は Eu 濃度の 2.5%程度にとどまり、十分な発光増強が得られず、O 不純物が欠乏した複数種の Eu 発光中心が残存する状態であった[2]。本研究では、半極性(2021) GaN テンプレート上に GaN:Eu 膜を結晶成長させることで、(0001)上の成長では得られなかった発光スペクトルの先鋭化と発光強度の増大を観測したので報告する。

【結果・考察】

OMVPE 法により、(2243)サファイア基板上(2021) GaN テンプレート上に無添加 GaN 層を 2 μm 程度成膜した後、活性層として GaN:Eu 層を 400 nm 程度成長した。また従来条件の試料として、(0001)サファイア基板上に無添加 GaN 層を 2 μm 程度成膜した後、活性層として Eu,O 共添加 GaN (GaN:Eu,O)層を 400 nm 程度成長した。作製した試料に対して、He-Cd レーザー(波長 325 nm, CW)を励起光源とし、室温下でフォトルミネッセンス(PL)測定を行った。Fig. 1 に、各試料の PL スペクトルを示す。従来の(0001) GaN:Eu,O 膜と比較して、(2021) GaN:Eu 膜の PL スペクトルでは、発光線幅が 3.03 nm から 1.33 nm に劇的に狭くなることが明らかになった。これは、面方位による不純物の取り込み量の差異や周辺歪の変化によって、Eu³⁺イオンの周辺局所構造が選択的に形成され、発光スペクトルが先鋭化したことを示唆している。

Fig. 2 に、各試料における赤色発光領域(615 - 627 nm)での PL 積分強度の励起強度依存性を示す。(0001) GaN:Eu,O 膜では、強励起条件で顕著な Eu 発光の飽和が見られるが、(2021) GaN:Eu 膜では、強励起時の発光飽和が著しく抑制され、励起強度に対する傾きも 2 倍以上であった。また、(2021) GaN:Eu 膜の発光は狭線幅である一方で、(0001) GaN:Eu,O 膜よりも 1.5 倍以上の積分発光強度と、4 倍以上のピーク強度が観測された(14.5 mW 励起時)。これらの結果から、半極性(2021)上の GaN:Eu 成長は、Eu³⁺イオン周辺局所構造の選択的形成に有用な手段であると共に、発光強度増大に寄与できることが明らかになった。

[1]A. Nishikawa, Y. Fujiwara *et al.*, *Appl. Phys. Express* **2**, 071004 (2009)

[2]B. Mitchell, Y. Fujiwara *et al.*, *Sci. Rep.* **6**, 18808 (2016).

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 No. 18H05212 および No. 19H04544 の助成を受けたものである。

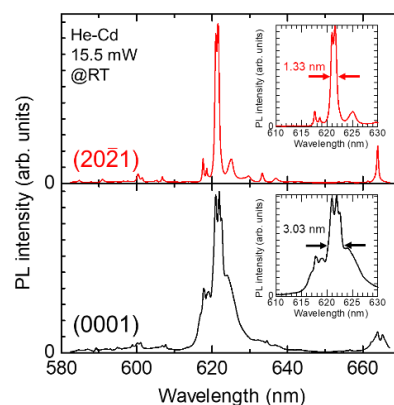


Fig. 1 PL spectra of GaN:Eu on (2021) plane and GaN:Eu,O on (0001) plane at room temperature (RT).

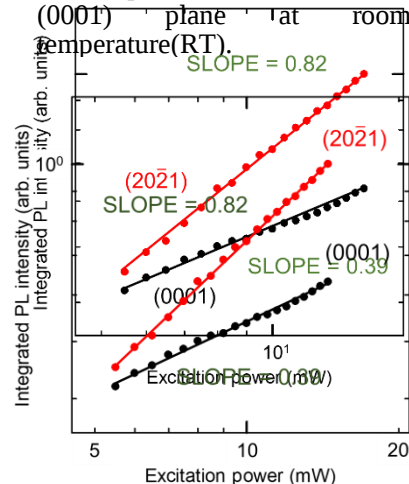


Fig. 2 Excitation power dependence of integrated PL intensity of GaN:Eu on (2021) plane and GaN:Eu,O on (0001) plane (logarithmic scale).