

RF-MBE 法を用いた Eu 添加 GaN ナノコラムの成長

Growth of Eu doped GaN nanocolumns grown by rf-plasma-assisted molecular beam epitaxy

豊橋技科大工¹, EIIRIS², 上智大理工³

○西川聡志¹, 関口寛人¹, 今西智彦¹, 山根啓輔¹,

岡田浩^{2, 1}, 岸野克巳³, 若原昭浩^{1, 2}

Toyohashi Univ. Tech.¹, EIIRIS², Sophia Univ.³, S. Nishikawa¹, H. Sekiguchi¹,

T. Imanishi¹, K. Yamane¹, H. Okada¹, K. Kishino², A. Wakahara¹

E-mail: nishikawa-s@int.ee.tut.ac.jp, sekiguchi@ee.tut.ac.jp

Eu 添加 GaN(GaN:Eu)はシャープな発光スペクトルを示し、発光波長の温度依存性が小さいため、環境温度耐性に優れた発光デバイスへの応用が期待されている。近年、GaN:Eu を活性層に用いた赤色 LED が報告されている[1, 2]が、その発光強度は十分ではない。更なる発光強度の増大のためには発光中心を増大させる必要があるため Eu 濃度の増加が必要となるが、Eu 濃度の増大は濃度消光や多結晶成長の問題が起こる[3, 4]。この問題を解決するため、我々は自己形成 GaN ナノコラムを用いることを提案する。GaN ナノコラムは直径 20-200nm の柱状構造であり、結晶中に貫通転位を含まないため優れた発光特性を示し、側面における歪み緩和は高濃度領域においても結晶性を維持したまま単結晶成長できる可能性を有している[5]。本研究では、RF-MBE 法を用いて、(111)Si 基板上に GaN ナノコラムおよび GaN:Eu ナノコラムを成長したので報告する。

試料は RF-MBE 法を用いて(111)Si 基板に結晶成長を行った。GaN ナノコラムを基板温度 860℃にて 90 分間成長させた後、GaN:Eu ナノコラムを 660℃にて 60 分間成長させた。Ga フラックスは 5.0×10^{-5} Pa とし、N₂ 流量および RF パワーはそれぞれ 1.0sccm および 450W とした。Fig. 1(a) に GaN:Eu ナノコラムの構造図、Fig. 1(b), (c)に GaN ナノコラムおよび GaN:Eu ナノコラムの断面 SEM 像を示す。GaN ナノコラムは基板に対して垂直に成長しているが、GaN ナノコラム上の GaN:Eu 層は横方向に広がりながら成長して様子が観測され、表面 SEM 像から直径を調べると、40nm から 100nm へと増大し、コラム密度は $9.4 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ から $4.0 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ へと減少した。Fig. 2 に GaN:Eu ナノコラムの室温 PL スペクトルを示す。620nm 付近に Eu イオンを起因したシャープな発光が観測された。また透過電子回折パターンを観測から、GaN:Eu 層は単結晶であることが明らかとなった。

【参考文献】[1] A. Nishikawa *et al.*, Appl. Phys. Express, **2**, 071004 (2009). [2] A. Wakahara *et al.*, J. Lumin., **132**, 3113 (2012). [3] S. Morishima *et al.*, Proceedings of IWN, IPAP Conf. Ser., **1**, 490 (2000). [4] H. Bang *et al.*, Appl. Phys. Lett., **85**, 227 (2004). [5] Y. Yoshizawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **36**, L459 (1997). 【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なった。

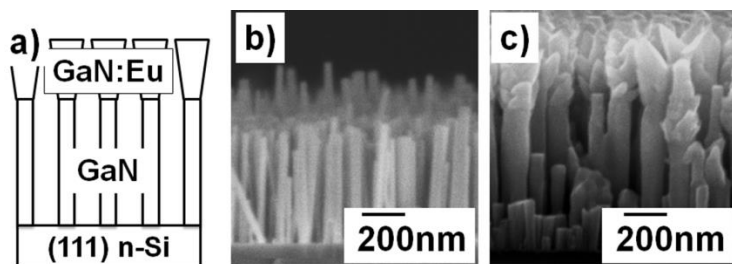


Fig.1. (a) Schematic diagram of GaN:Eu on GaN nanocolumns
(b) cross-sectional SEM images of GaN nanocolumns and
(c) GaN:Eu on GaN nanocolumns

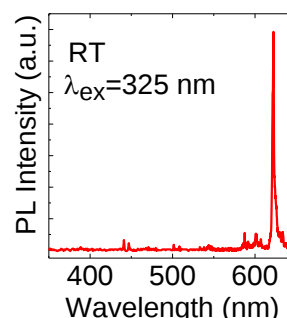


Fig.2. PL spectrum of GaN:Eu on
GaN nanocolumns