## Tiマスク選択成長法を用いた Eu 添加 GaN ナノコラムの作製

## Fabrication of regularly arranged Eu doped GaN nanocolumns

豊橋技科大<sup>1</sup>, 上智大<sup>2</sup> <sup>O</sup>玉井良和<sup>1</sup>, 関口寬人<sup>1</sup>, 尾崎耕平<sup>1</sup>, 夏目裕貴<sup>1</sup>,

山根啓輔<sup>1</sup>, 岡田浩<sup>1</sup>, 岸野克巳<sup>2</sup>, 若原昭浩<sup>1</sup>

## Toyohashi Univ. Tech<sup>1</sup>, Sophia Univ.<sup>2</sup> <sup>O</sup>Y.Tamai<sup>1</sup>, H. Sekiguchi<sup>1</sup>, K. Ozaki<sup>1</sup>, Y. Natsume<sup>1</sup>,

K. Yamane<sup>1</sup>, H. Okada<sup>2.1</sup>, K. Kishino<sup>3</sup>, A. Wakahara<sup>1</sup>

## E-mail: <a href="mailto:tamail

Eu 添加 GaN(GaN:Eu)は希土類イオンの外殻電子によって遮蔽された内殻電子遷移による発光を 利用するため、シャープな発光スペクトルを示し、発光波長が環境温度に依存しないといった特徴 をもつ. これまでに GaN:Eu を活性層に用いた赤色 LED が報告されてきたが[1, 2], 更なる発光出 力の増大には発光中心となる Eu 濃度の増加やフォトニック結晶による微小共振器の導入によるパ ーセル効果の利用が求められる.これまでに自己形成 GaN ナノコラムに Eu 添加したところ,高 Eu 濃度領域における濃度消光を抑制する結果を得て、ナノコラム結晶の優位性を示してきた[3]. Eu イオンからの発光特性の均一化やフォトニック結晶の活用に向けて、本研究では Ti マスク選択 成長法を用いて規則配列 GaN:Eu ナノコラムの作製を作製したので報告する.

規則配列 GaN:Eu ナノコラムは RF-MBE 法を用いた Ti マスク選択成長により作製された. GaN テンプレート上に EB 蒸着法を用いて Ti 薄膜を 5nm 成膜し, EB 描画装置およびドライエッチング 装置を用いて三角格子配列された周期 200~600nm, 直径 80~260nm のナノホールパターンを形成し た. 次に RF-MBE 法を用いて成長温度 870°C で GaN ナノコラムを 2 時間成長させた後, 725°C で GaN:Eu ナノコラムを 15 分間成長させた. Ga flux は 1.5×10<sup>-4</sup> Pa で固定し, 窒素流量はそれぞれ 0.4 sccm と 1.5 sccm とした. 作製した規則配列 GaN:Eu ナノコラムの鳥瞰 SEM 像を Fig. 1 に示す.ナ ノホール直径の制御により精密に直径の制御が可能で、ここでは直径 130nm から 330nm の範囲で 規則配列 GaN:Eu ナノコラムが形成されていることが確認された.作製した GaN および GaN:Eu ナ ノコラムの横方向成長レートを Fig.2 に示す.横方向成長レートはナノコラム直径に依存せず, ほぼ 一定であり, GaN ナノコラムの成長では 25 nm/h 程度で, GaN:Eu ナノコラムの成長では 200 nm/h であった. GaN:Eu ナノコラムの成長は GaN ナノコラムの成長温度が低く, 窒素流量が多いためで あると考えられる[4,5]. Fig.3 に直径 290 nm の規則配列 GaN:Eu ナノコラムの室温 PL スペクトル を示す. Eu イオンに起因するシャープな発光が観察され、ここでは発光波長 621.0, 621.6, 622.6 nm をピークとする3つの支配的な発光が観察された.

【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] H. Sekiguchi, et al., Jpn. J. Appl. Phys., 55, 05FG07 (2016). [4] H. Sekiguchi, et al., Appl. Phys. Express, 1, 124002 (2008). [5] K. Kishino, et al., J. Cryst. Growth, 311, 2063 (2009). 本研究の一部は、村田学術振興財団の援助を受けて行われた. 【謝辞】



Fig. 1. Bird's-eye-view SEM images of GaN:Eu nanocolumns with different diameter of (A) 130 nm, (B)165 nm, (C) 215 nm, and (D) 255 nm.



Fig. 2 Lateral growth rate of GaN and GaN:Eu nanocolumns

site B, 625 630 Wavelength (nm)

RT

Fig. 3 PL spectrum of GaN:Eu nanocolumns