

規則配列 Eu 添加 GaN ナノコラムの光学特性評価

Optical characteristic of regularly arranged Eu doped GaN nanocolumns

豊橋技科大¹, 上智大² °夏目裕貴¹, 関口寛人¹, 尾崎耕平¹, 玉井良和¹,山根啓輔¹, 岡田浩¹, 岸野克巳², 若原昭浩¹Toyohashi Tech.¹, Sophia Univ.² °Y. Natsume¹, H. Sekiguchi¹, K. Ozaki¹, Y. Tamai¹,K. Yamane¹, H. Okada¹, K. Kishino², A. Wakahara¹

E-mail: natsume-y@int.ee.tut.ac.jp, sekiguchi@ee.tut.ac.jp

Eu 添加 GaN(GaN:Eu)は希土類イオンの内殻電子遷移を活用するために狭い発光スペクトルおよび発光波長の高い環境温度性が得られる。発光デバイス応用に向けて、結晶中に取り込まれた Eu イオンの発光効率の向上および発光中心となる Eu 濃度の増加が求められる。これまでに自己形成ナノコラム結晶に Eu を添加することで薄膜に比べて高濃度領域でも濃度消光が抑制できることを明らかにしてきた[1]。ナノコラム結晶における Eu イオンの発光効率向上に向けては結晶中への Eu 取り込みを制御する必要があると考えられるが、自己形成では位置・形状のばらつきから各ナノコラム間での Eu 濃度や取り込みサイトの違いが生じ発光特性にばらつきが起こることが予想される。ナノコラムにおける発光特性の均一化に向けて規則配列 GaN ナノコラムを作製し、その光学特性を評価したので報告する。

Ti マスク選択成長法を用いることで n-GaN テンプレート上に規則配列 GaN:Eu ナノコラムを作製した[2]。GaN テンプレート上に Ti 5nm を成膜後、系統的な光学特性評価を行うために EB 描画とドライエッチングを用いて直径、周期の異なる Ti ナノホールパターンを隣接領域に複数形成した。次に RF-MBE 法を用いて 870°C にてベースとなる GaN ナノコラムを 120 分間成長したのち、725°C にて GaN:Eu ナノコラムを 15 分間成長した。まずは規則配列ナノコラム導入に伴う発光特性のばらつきへの影響を評価するために、これまでに作製してきた自己形成 GaN:Eu ナノコラムと今回作製した規則配列 GaN:Eu ナノコラムの CL 像評価を行った。Fig. 1(a), (b) に自己形成 GaN:Eu ナノコラムの表面 SEM 像および波長 620nm 付近のモノクロ CL 像を示す。自己形成によるランダムな核形成のために、下地の GaN ナノコラムの形状ばらつきを反映した複雑な形状を有したナノコラムが観察された。CL 発光像を見ると、発光の明暗が観察され、ナノコラム間で発光ばらつきがあることが確認できた。これはナノコラム間での Eu 濃度の取り込みもしくは発光効率の違いの結果であると考えられる。Fig.2(a), (b)に規則配列 GaN ナノコラムの SEM 像およびモノクロ CL 像を示す。規則的に並び形状が均一化された直径 740nm のナノコラムが観測され、各ナノコラム間における発光の均一化が図られた様子が観察された。次に PL 特性のナノコラム直径依存性を評価した。Fig. 3 に周期 450nm で異なる直径を有するナノコラムの PL スペクトルを示す。⁵D₀-⁷F₂ 遷移に起因した 620nm 付近に 3 つの発光ピーク(621.0, 621.6, 622.6 nm)が観察された。それぞれに対応する発光サイトをここでは、Site F, B₁, B₂ と便宜上定義した。コラム径 200nm 付近を境界として、コラム径の増大に伴い支配的な発光サイトが B から F へと遷移する様子が確認され、ナノコラム直径が発光サイトの形成に影響を及ぼすことが示唆された。

参考文献:[1] H. Sekiguchi, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 05FG07 (2016). [2] H. Sekiguchi *et al.*, *Appl. Phys. Express*, **1**, 124002 (2008).

【謝辞】 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。

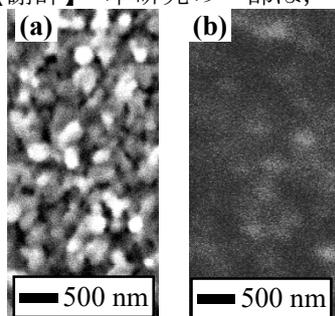


Fig.1 (a) top-view SEM image and (b) monochromatic CL image ($\lambda=620$ nm) of self-assembled GaN:Eu nanocolumns.

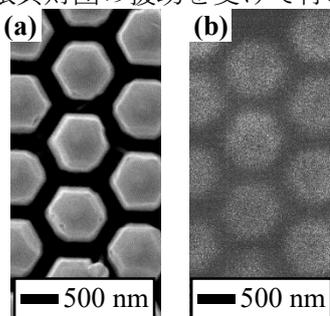


Fig. 2. (a) top-view SEM image and (b) monochromatic CL image ($\lambda=620$ nm) of regularly arranged GaN:Eu nanocolumns.

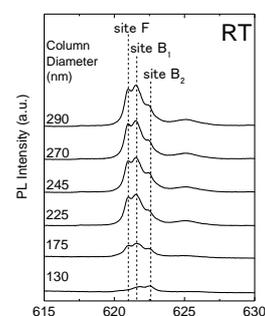


Fig. 3 PL spectra for regularly arranged GaN:Eu nanocolumns with different diameter