

RF-MBE 法を用いた Eu 添加 GaN ナノコラムの V/III 族供給比依存性

Effect of V/III ratio on structural and optical properties of Eu doped GaN nanocolumns grown by RF-MBE

豊枝大¹, 上智大²

○今西智彦¹, 関口寛人¹, 尾崎耕平¹, 山根啓輔¹, 岡田浩¹, 岸野克巳², 若原昭浩¹

Toyohashi Univ. Tech.¹, Sophia Univ.²,

°T. Imanishi¹, H. Sekiguchi¹, K. Ozaki¹, K. Yamane¹, H. Okada¹, K. Kishino², A. Wakahara¹

E-mail: sekiguchi@ee.tut.ac.jp

Eu 添加 GaN(GaN:Eu)はシャープな発光線幅, 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発光デバイスへの応用が期待されている. GaN:Eu を活性層に用いた赤色 LED が報告されてきたが[1, 2], その発光出力は十分ではない. 発光出力の増大には, 発光中心となる Eu イオンを増加させる必要があるが, 単純に増加させると, クラックや表面荒れ, 多結晶化, 濃度消光といった問題が顕在化する[3]. GaN ナノコラムは自己形成により作製される柱状ナノ結晶であり[4], その無転位性と表面・側面における歪緩和効果により高濃度化での問題を解決する. 我々は Eu 添加 GaN ナノコラムの成長を行い, ナノコラムでは薄膜で問題となる濃度消光が抑制される傾向を得たが[5], Eu 濃度増大に伴い多結晶化する問題は解決できていない. 本研究では, RF-MBE 法による Eu 添加 GaN ナノコラムの成長において, V/III 族供給比が構造・発光特性に与える影響を調べることでこの問題解決に取り組んだので報告する.

(111)Si 基板上に基板温度 860°Cにて GaN ナノコラムを 90 分間成長させた後, GaN:Eu ナノコラムを 600°Cにて 60 分間成長させた. Ga フラックス, Eu フラックスはそれぞれ 5.0×10^5 Pa, 2.0×10^7 Pa と固定し, 窒素流量を 0.4~1.3 sccm の範囲で変化させて V/III 族供給比を制御した. Fig. 1 に窒素流量 0.4 sccm における GaN:Eu ナノコラムの断面 SEM 像を示す. GaN ナノコラムの平均直径および高さは 40 nm および 650 nm であり, GaN:Eu 層において直径が 55nm へと徐々に増大した. 窒素流量が多い場合に観測されていた c 軸から傾いた面方位への成長が抑制される傾向を示した. Fig. 2 に異なる窒素流量で成長した GaN:Eu ナノコラムの XRD プロファイルを示す. いずれの試料においても六方晶 GaN の 0002 回折が観測された. また 10-11 回折に対応する 36.74° に観測される X 線回折強度は N_2 流量の減少に伴って減少し, N_2 流量 0.4 sccm ではその回折ピークが観測されなくなった. He-Cd レーザを用いた PL 特性評価を行ったところ, いずれの試料においても $^5D_0-^7F_2$ 遷移に対応する 620nm 付近の赤色発光が観測され, PL スペクトル形状に大きな差異は観察されなかった. Fig. 3 に GaN:Eu ナノコラムの Eu イオンの $^5D_0-^7F_2$ 遷移に対応する範囲の PL 積分強度の窒素流量依存性を示す. PL 積分強度は窒素流量の減少と共に増大し, 窒素流量 0.4 sccm では 1.5 sccm の約 5 倍の発光強度が得られた.

【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. Bang *et al.*, Appl. Phys. Lett., **85**, 227 (2004). [4] Y. Yoshizawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **36**, L459 (1997). [5] H. Sekiguchi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **55**, 05FG07 (2016).

【謝辞】本研究の一部は, 科研費補助金 #26420271, #24000013 および中部電気利用基礎研究財団の援助を受けた.

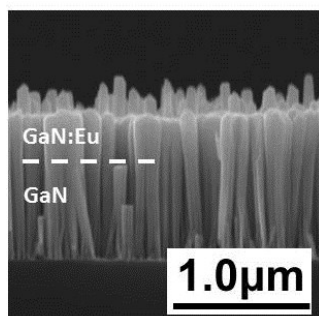


Fig. 1. Cross-sectional SEM image of GaN:Eu nanocolumns on GaN nanocolumn platform

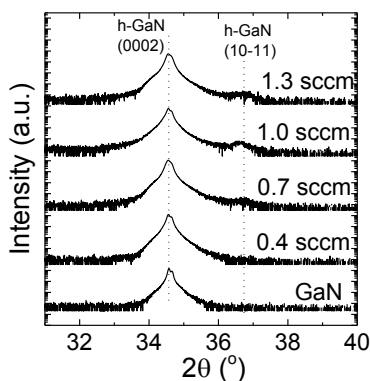


Fig. 2. XRD patterns of GaN:Eu nanocolumns with nitrogen flow rate

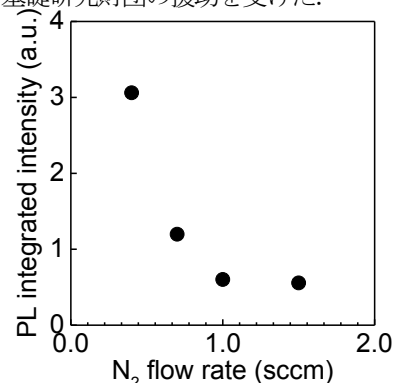


Fig. 3. PL integrated intensity corresponding to $^5D_0-^7F_2$ transition for GaN:Eu nanocolumns as a function of nitrogen flow rate