

## 規則配列 GaN ナノコラム上への InGaN:Eu/GaN 量子井戸の形成

### Fabrication of InGaN:Eu/GaN quantum well on regularly arranged GaN nanocolumns

豊橋技科大工<sup>1</sup>, EIIRIS<sup>2</sup>, 上智大理工<sup>3</sup>

○関口 寛人<sup>1</sup>, 今西智彦<sup>1</sup>, 伊達浩平<sup>1</sup>, 立石紘己<sup>1</sup>, 山根啓輔<sup>1</sup>, 岡田浩<sup>2,1</sup>, 岸野克巳<sup>3</sup>, 若原 昭浩<sup>1</sup>

Toyohashi Tech.<sup>1</sup>, EIIRIS<sup>2</sup>, Sophia Univ.<sup>3</sup>,

°H. Sekiguchi<sup>1</sup>, T. Imanishi<sup>1</sup>, K. Date<sup>1</sup>, H. Tateishi<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: sekiguchi@ee.tut.ac.jp

Eu 添加 GaN(GaN:Eu)は Eu イオンの内殻遷移を活用したシャープな赤色を示す材料であり、温度や電流に対して発光波長が高い安定性を示すため、高波長安定性を特徴とする発光デバイスへの応用が期待できる。発光素子への応用に向けた GaN:Eu の材料開発において解決すべき課題は個々の Eu イオンの発光効率の向上と高 Eu 濃度化による発光中心の増大である。前者における対策として我々は Mg 共添加法を用いることで飛躍的な発光効率の改善に成功し[1]、後者においては高品質結晶であるナノコラムを用いることを提案し、濃度消光を抑制する傾向を示すことを報告してきた[2]。しかしながら、不均一な形状を有する自己形成ナノコラムでは精密な発光サイト制御は困難である。そこで、本報告では Ti マスク選択成長法を用いることで規則配列ナノコラムを実現し[3]、その上部へと InGaN:Eu/GaN 量子井戸を形成することで Eu イオンからのシャープな赤色発光を得たので報告する。

(0001) GaN テンプレート基板を用意し、Ti/SiO<sub>2</sub>(10 nm/20 nm) を EB 蒸着およびプラズマ CVD 法によって成膜後、EB 描画装置とドライエッチング装置によってホール径 80~300 nm、周期 200~600 nm の三角格子配列したナノホールパターンを形成した。MBE チャンバーにて 870 °C、窒素流量 0.4 sccm、RF パワー450W にて GaN を 150 分間成長した。その後、725 °C において Eu 添加 InGaN 層を井戸層とした InGaN:Eu/GaN 量子井戸を 10 ペア成長した。InGaN:Eu 井戸層および GaN 障壁層の設計膜厚はそれぞれ 5 nm および 10 nm である。また Eu を添加していない InGaN/GaN 量子井戸を形成していない場合には 390~400 nm 付近での発光するため、In 組成は 10% であると考えられる。Fig. 1 に本研究で作製したサンプルの構造図を示す。

Fig. 2 に周期 400 nm を有する直径 200 nm および 300 nm での鳥瞰 SEM 像を示す。ナノホール径により正確にナノコラム直径は制御された規則配列された InGaN:Eu/GaN ナノコラムが得られた。異なるナノコラム直径に対して PL スペクトルを評価したところ(Fig. 3)、ナノコラム直径が 240 nm 以下においては 622.4 nm をピークとする単峰性の発光が観測されたが、直径 240 nm 以降においてピーク波長 620.3 nm とする新たなピークが観測された。これはナノコラム直径によって取り込まれる発光サイトが変化していること示唆している。

【参考文献】[1] Y. Takagi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 171905 (2011). [2] H. Sekiguchi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 05FG07 (2016). [3] H. Sekiguchi *et al.*, Appl. Phys. Express, **1**, 124002, (2008).

【謝辞】本研究の一部は科研費補助金#26420271, #2400013, 中部電気利用基礎研究財団および日比科学技術振興財団の援助を受けて行った。

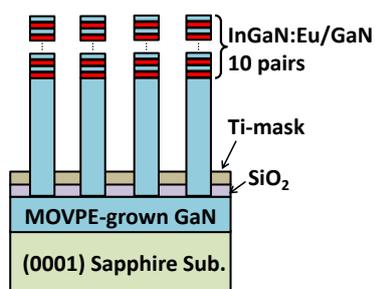


Fig. 1 Schematic diagram of regular arranged InGaN:Eu/GaN nanocolumns

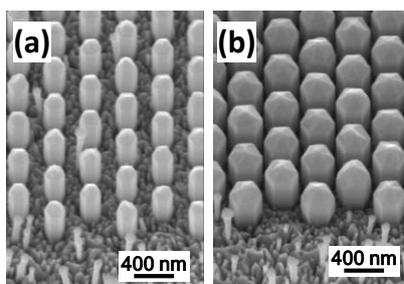


Fig. 2 Bird's eye view SEM images of regularly arranged InGaN:Eu/GaN QW nanocolumns with a period of 400 nm and diameters of (a) 200 and (b) 300 nm

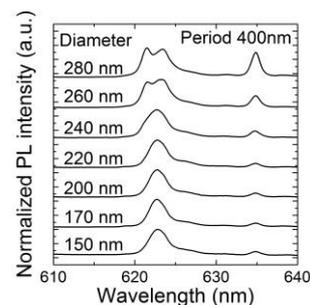


Fig. 3 PL spectra of regularly arranged InGaN:Eu/GaN QW nanocolumns with a different diameters from 150 to 280 nm.