

マルチカラー(20色)発光ナノコラム結晶の一体集積化

Monolithic Integration of Multicolor (20 colors) Emission Nanocolumn Crystal

上智大理工¹, 上智大ナノテク²,

○榊原直樹^{1,2}, 成田一貴^{1,2}, 吉田純^{1,2}, 宮川倫^{1,2}, 石沢峻介^{1,2}, 大音隆男^{1,2}, 岸野克巳^{1,2*}

Sophia Univ.¹, Sophia Univ. Nanotech. Res. Center²

°N. Sakakibara^{1,2}, K. Narita^{1,2}, J. Yoshida^{1,2}, R. Miyagawa^{1,2}, S. Ishizawa^{1,2}, T. Oto^{1,2}, K. Kishino^{1,2*}

*E-mail: kishino@sophia.ac.jp

はじめに: ボトムアップ成長の GaN ナノコラムでは、ナノ結晶効果で基板からの貫通転位伝搬が抑制され、歪緩和効果、不整合転位発生や In 組成揺らぎの抑制効果があり、高い発光効率の実現が期待される。ナノコラムではコラム径や周期の変化によって、可視光全域にわたる発光色制御が得られ^[1]、この効果を利用して同一基板上 190×190 μm^2 領域内に 4 色の LED の集積化に成功している^[2]。本研究では 880×660 μm^2 領域内で、コラム周期とコラム径を系統的に変化させ、20 個の InGa_N 系規則配列ナノコラムを二次元的に配列した結晶構造を作製した。これらのナノコラム結晶は、隣同士間で少しずつ発光色を変化させながら、可視光域をカバーしている。pn 接合構造を有するため、電極配線を施すことで、20 色の LED 素子として独立駆動発光しうる。

実験・結果: c 面サファイア基板上的 MOCVD 成長 GaN テンプレート上に Ti (5nm) を成膜し、電子線描画装置を用いて、異なるコラム周期(80, 100, 140, 200, 250, 300, 350, 400 nm)からなる 20 個の三角格子パターン(面積 150×150 μm^2)を 880×660 μm^2 内に二次元アレイ状に配列させて、選択成長用の規則配列マスクパターン描画を行い、ドライエッチングでナノホールパターンを作製した。同一周期を持つパターンでは描画時間を変化させてホール径を変化させた。このパターン基板上に RF-MBE によって n-GaN:Si 規則配列ナノコラムを選択成長し、引き続いて InGa_N 発光層、p-GaN:Mg を成長した。Fig.1 は、ひとつの二次元アレイ化規則配列ナノコラム成長結晶の Hg ランプ励起発光像で、単一素子内で可視光全域の発光が確認できた。パターン毎のフォトルミネッセンス測定を行い、Fig. 2 に発光ピーク波長のナノホール径依存性を示した。これよりホール径の増大に伴い発光波長が単調に増大していることが分かる。このことから 20 個のナノコラム素子を独立電流駆動することで、発光色を微細に変化させるとともに、単一素子での演色性の高い白色発光が可能となる。今後は電流注入発光を目指す。詳細な考察、や検討については当日に発表する。

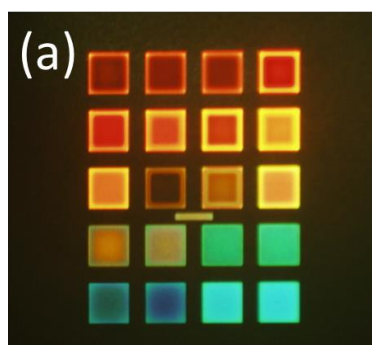


Fig. 1: PL emission image of nanocolumn arrays by Hg lamp

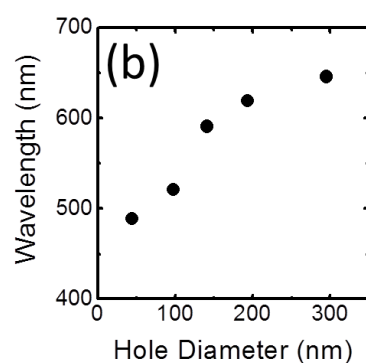


Fig.2: Emission peak wavelength vs. nanohole diameter

謝辞: 本研究は、科研費・特別推進研究(#24000013)の援助を受けて行われた。

参考文献: [1] H. Sekiguchi, K. Kishino, and A. Kikuchi, Appl. Phys. Lett **96** 231104, (2008).

[2] K. Kishino, A. Yanagihara, K. Ikeda, and K. Yamano, Electron. Lett **51** 852, (2015).