

# 高充填率・規則配列 InGaN ナノコラムにおける発光色変化メカニズム

## Mechanism of Emission Color Change for Densely Packed InGaN Arrays

### in Regularly Arranged InGaN Nanocolumns with High Filling Factors

上智大理工<sup>1</sup>, 上智大ナノテク<sup>2</sup> ○成田一貴<sup>1</sup>, 榊原直樹<sup>1</sup>, 大音隆男<sup>1</sup>, 岸野克巳<sup>1,2\*</sup>

Sophia Univ.<sup>1</sup>, Sophia Nanotech.<sup>2</sup> ○K. Narita<sup>1</sup>, N. Sakakibara<sup>1</sup>, T. Oto<sup>1</sup>, and K. Kishino<sup>1,2\*</sup>

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

**はじめに:** 規則配列 InGaN ナノコラムの発光波長は、ナノコラム径  $D$  の増加とともに長波化し[1]、この特性を活用して、微小領域での RGB 三原色集積化型 LED の実現が期待されている。この発光色変化メカニズムは、これまで隣接するナノコラムによる分子ビームの遮蔽効果とコラム側面を拡散する In/Ga 原子の拡散距離の違いによって説明されてきた[1]。しかしながら、遮蔽効果に基づく現象では定量的に説明できない領域が存在した[2]。本研究ではコラム側面に入射する分子ビームが十分に遮蔽された高充填率・規則配列ナノコラムで、新たに発光色変化を確認し、発光色変化メカニズムのさらなる理解に向けて、そのメカニズムを考察したので報告する。

**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 ~5 nm の Ti を成膜し、電子線描画装置を用いて温度分布が一定と見なせる近傍領域内にコラム周期  $L$  の異なる高充填率パターン ( $D/L > 0.9$ ) の描画を行い、ICP エッチングでナノホールパターンを作製した。このパターン基板上に RF-MBE によって規則配列 n-GaN ナノコラムを選択成長した後、高さ ~200 nm の厚膜 InGaN 発光層を作製した。したがって、本研究で扱う試料においては、発光波長変化をもたらす側面の In/Ga の原子拡散効果[1]と量子効果[2]は無視できる。Fig. 1 に  $L$  の異なるパターンの PL スペクトルを示す。 $L = 80$ -140 nm の領域ではほとんど発光波長が変化していないが、 $L = 200$ -350 nm の領域ではピーク波長が大きく変化した。ここではすべての領域でコラム充填率が十分に高いので、今までに発光色変化メカニズムとして考えられてきた理由では十分に説明できない。この新たな発光色変化に関する現象を詳細に調べるために、同じ試料内の温度分布の異なるナノコラムパターンでの発光ピーク波長の周期依存性を調べた。なお、温度以外の成長条件は同一と見なせる。実験結果を Fig. 2 に示したが、成長温度を増加させても同様に発光色変化は確認できるが、短周期での発光波長が短波化し、 $L$  の増加による発光波長のシフト量が減少することが分かった。さらに、発光波長が顕著に変化し始めるコラム周期 (Fig. 2 内↓参照) が異なった。成長温度の違いによって、In 原子の取り込み量や面内での拡散距離が変化し、InGaN 活性層の構造が変化したことが原因となっていると考えられ、TEM 観測で確認する必要がある。詳細は当日に報告する。

**謝辞:** 本研究は、上智大学学術研究特別推進費 (重点領域研究) の援助を受けて行われた。

**参考文献:** [1] H. Sekiguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett **96**, 231104 (2008).

[2] 柳原他、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会、20a-B5-1 (2013).

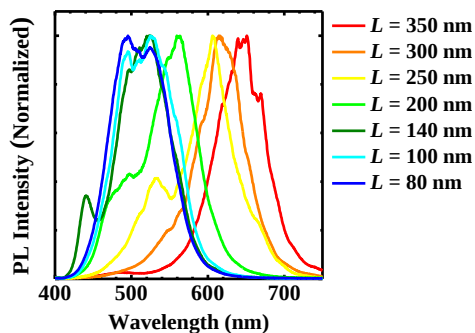


Fig. 1: Photoluminescence (PL) spectra of densely packed InGaN nanocolumn arrays as a function of nanocolumn period ( $L$ ).

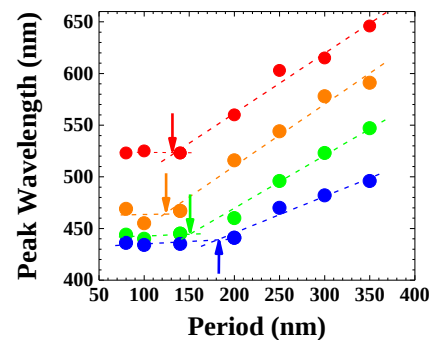


Fig. 2: PL peak wavelength for InGaN nanocolumn arrays grown at the different growth temperatures on the same template as a function of  $L$ .