

## InGaN/GaN 単一量子井戸構造ナノコラムの発光特性の周期依存性

## Period dependence of emission mechanism in InGaN/GaN single quantum wells nanocolumns

○宮川 倫<sup>1</sup>, 大音 隆男<sup>1</sup>, 水野 祐太郎<sup>1</sup>, 加納 達也<sup>1</sup>, 吉田 純<sup>1</sup>, 榊原 直樹<sup>1</sup>, 岸野 克巳<sup>1,2</sup>

(1. 上智大理工, 2. 上智大ナノテク)

○R. Miyagawa<sup>1</sup>, T. Oto<sup>1</sup>, Y. Mizuno<sup>1</sup>, T. Kano<sup>1</sup>, J. Yoshida<sup>1</sup>, N. Sakakibara<sup>1</sup> and K. Kishino<sup>1,2</sup>

(1. Sophia Univ., 2. Sophia Nanotech. Res. Center)

E-mail: [rin-miyagawa@sophia.ac.jp](mailto:rin-miyagawa@sophia.ac.jp), [kishino@sophia.ac.jp](mailto:kishino@sophia.ac.jp)

**はじめに:** InGaN 系ナノコラムは、貫通転位を含まず、自由端効果によって InGaN 活性層の歪が低減されるため、優れた発光特性を有する。本研究では、c 面サファイア基板上 MOCVD-GaN テンプレートに Ti をマスクとして用い、rf-MBE 法で結晶成長することにより、規則配列ナノコラムの作製を実現した[1]。さらに、ナノコラムの径  $D$  や周期  $P$  を変化することで発光波長が変化する現象を発見した[2]。しかしながら、ナノコラムの詳細な発光機構は未だ明らかにされていないのが現状である。そこで本研究では、ナノコラムの発光機構を詳細に理解するため、コラム径とコラム周期を系統的に制御したナノコラムを作製し、フォトルミネッセンス (PL) 測定、時間分解 PL 測定を行ったので報告する。

**実験結果と考察:** c 面サファイア基板上 GaN テンプレートに電子線描画とドライエッチングによって、選択成長用 Ti ナノホールパターンを形成し、rf-MBE による二段階選択成長[3]を行い、さまざまな径と周期をもつ規則配列ナノコラムを成長させた。ここでは最初に原料を交互供給して GaN:Si の初期核形成を促進し、次に原料を同時供給して GaN:Si を成長させて GaN ナノコラムを形成したのちに、井戸幅~6 nm の InGaN/GaN 単一量子井戸を成長した[4]。本研究では、周期  $P=150, 200, 300$  nm の規則配列ナノコラムに対して室温 PL 測定を行い、コラム径  $D$  依存性を調べた。図 1 は  $D\sim 90$  nm の各  $P$  に対する PL スペクトルで、ダブルピークの発光が観測された。図 2 には各  $P$  における低エネルギー側のピークエネルギーのコラム径依存性を示したが、複雑な変化が見られた。 $P=300$  nm に着目すると、太いコラム域ではコラム径減少とともにブルーシフトが観測されたが、これは細線化に伴い規則配列ナノコラムによるビーム遮蔽効果が減少し、コラム上部に流れ込む Ga 原子が増加して、In 組成が減少するからと解釈される[5]。さらに  $D$  を減少させると、In 組成の増加によりレッドシフトしたが、さらなる細線化は歪緩和や量子閉じ込め効果を促進して、ブルーシフトをもたらしたと考えている[4]。一方、 $P$  の増加に伴い、ピークエネルギーは減少し、レッドシフトからブルーシフトに転じるコラム径 ( $D_c$ ) が減少した。これは  $P$  の増加により、遮蔽効果が減少し、活性層の厚さが増加したことが原因であると考えられる[5]。また、活性層厚さの増加により自由端効果が大きくなるため、歪が緩和され  $D_c$  が増加したと考えられる。

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

[1] H. Sekiguchi *et al.*, Appl. Phys. Express **1**, 124002 (2008). [2] H. Sekiguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **96**, 231104 (2010). [3] T. Kano *et al.*, MRS fall meeting, LL11.02 (2014). [4] 宮川他 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (2015). [5] 柳原他 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 (2013).

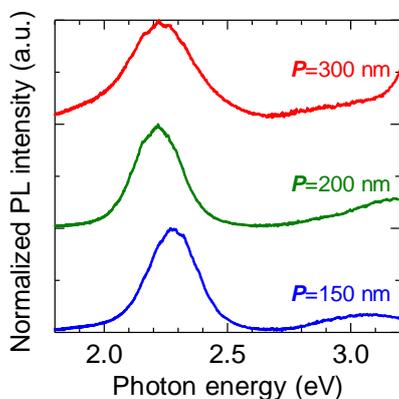


Fig. 1: PL spectra for  $P=150, 200$  and  $300$  nm, respectively. ( $D\sim 90$  nm)

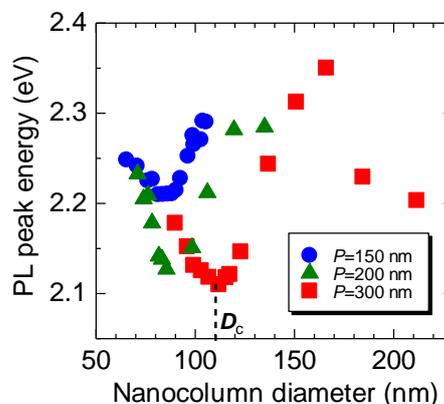


Fig. 2: Column diameter dependence of PL peak energy at low energy side for  $P=150, 200$  and  $300$  nm, respectively.