## 規則配列 InGaN 系ナノコラムにおけるダブルピーク発光の温度依存性

Temperature dependent double peak emissions in regularly-arrayed InGaN-based nanocolumns 1. 上智大理工 2. 上智大ナノテク

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

1. Sophia Univ. 2. Sophia Nanotech. Res. Center

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

E-mail: takao.oto@sophia.ac.jp, kishino@sophia.ac.jp

<u>はじめに</u>:規則配列 InGaN 系ナノコラムは貫通転位の抑制や歪緩和効果によ り優れた発光効率を有する.本研究では、高い発光効率および発光色制御を 達成することを目的として、規則配列 InGaN 系ナノコラムの発光機構の評価 を行ってきた.カソードルミネッセンスマッピングの結果から、ナノコラム 構造では面内のポテンシャル分布に伴って、ダブルピークの発光になってい ることを明らかにした.また、室温において高エネルギー側から低エネルギ ー側へのキャリアの流れ込みが起こっていることを時間分解フォトルミネッ センス(TRPL)測定から見出した[1].本発表では、規則配列 InGaN 系ナノコラ ムの PL および TRPL の温度依存性を測定し、キャリアダイナミクスの温度 依存性を評価したので報告する.

**実験結果と考察**: (0001) sapphire 基板上 GaN テンプレート上に 5 nm の Tiマ スクを蒸着した後,電子線描画とドライエッチングによって,ナノホールパ ターンを形成した.ホールパターン上に, RF-MBE 法で選択成長を行い,ナ ノコラム構造の作製を行った[1]. 測定した試料は, GaN ナノコラム上に 3 周 期の InGaN (~3 nm)/GaN (~12 nm)の量子井戸を作製した構造である.キャリ アダイナミクスを評価するために, TRPL の温度依存性を測定した.

コラム径 D=240 nm, 周期 L=300 nm のナノコラムにおける PL スペクトルの温度依存性を図1に示す.ダブルピークの発光が観測され,高エネルギー 側の温度消光が非常に大きいことがわかった.なお,CL マッピング測定から,低エネルギー側はコラム中心部,高エネルギー側はコラム周囲の発光であり,活性層の In 組成や構造の違い,および歪の分布やフェルミ準位のピニング効果などの様々な要因によって生じている[2,3].次に,高エネルギー側と低エネルギー側のキャリアダイナミクスについて詳細に調べるために,

TRPL の温度依存性を測定した. 図2にPL 寿命の温度依存性を示す.4Kから300 Kまで温度を上げると,低エネルギー側のピークのPL 寿命は62%程度しか減少しなかったのに対し,高エネルギー側のピークのPL 寿命は14%まで大きく減少することがわかった.これは,高エネルギー側はコラム周囲の発光であることから表面再結合が生じており,また低エネルギー側へのドリフト拡散が生じているためだと考えられる.一方で,低エネルギー側は量子ドット的な構造になっており[4],またキャリアの流れ込みによって非輻射再結合が抑制されるため,PL 寿命の減少は小さかったと考えられる.さらに,低エネルギー側へのドリフト拡散の温度依存性を評価した.図3に高エネルギー側と低エネルギー側の立ち上がりの差Δt(図3の挿入図参照)の温度依存性を示す.温度上昇によりΔtが長くなった結果は、キャリアの拡散長が長くなりドリフト拡散が大きくなるため妥当である.詳細は当日に報告する.



Fig. 1: PL spectra as a function of PL spectra for InGaN nanocolumns with *D*=240 nm and *L*=300 nm.



Fig. 2: PL lifetimes at low and high energy peaks as a function of temperature.



Fig. 3: Difference of rise time  $\Delta t$  shown in the inset as a function of temperature.

## 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] 大音他, 第 75 回秋季応用物理学会, 17a-C5-8 (2014). [2] T. Oto *et al.*, ISSLED 2014, Mo-O42 (2014). [3] O. Marquardt *et al.*, Nano Lett. **13**, 3298 (2013). [4] H. Sekiguchi *et al.*, Phys. Status Solidi C **7**, 2374 (2010).