規則配列 GaN ナノコラム上 InGaN 単一量子井戸の発光機構

Emission mechanism in InGaN single quantum wells on regularly-arrayed GaN nanocolumns

[○]宮川 倫¹, 大音 隆男¹, 水野 祐太郎¹, 加納 達也¹, 吉田 純¹, 岸野 克巳^{1,2}

(1. 上智大理工, 2. 上智大ナノテク)

R. Miyagawa¹, T. Oto¹, Y. Mizuno¹, T. Kano¹, J. Yoshida¹, and K. Kishino^{1,2}

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

E-mail: rin-miyagawa@sophia.ac.jp, kishino@sophia.ac.jp

<u>はじめに</u>: 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.本研究室では、c 面 sapphire 基板上に MOCVD 法で製膜した GaN テンプレートに Ti をマスクとして用いて、rf-MBE 法で結晶成長させることにより、規則配列ナノコラム の作製を実現した[1]. さらに、ナノコラムの周期 L やコラム径 D を変化させることで発光波長が変化す る現象を明らかにした[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、コラム径を系統的に 制御したナノコラムを作製し、室温においてフォトルミネッセンス(PL)測定と時間分解 PL (TRPL) 測定を行った.

<u>実験結果と考察</u>: c 面 sapphire 基板上 GaN テンプレート上に Ti を 5 nm 蒸着 した.電子線描画装置で規則配列パターンを描画し,ドライエッチングを行 い,様々な直径を持つナノホールパターンを作製した.その後,rf-MBE 法で 結晶成長を行った.初めに,原料を交互供給する Migration Enhanced Epitaxy

(MEE) 法を用いて, n-GaN の初期核形成の促進を図った[3]. 次に, 原料を 同時供給する通常の MBE 法を用いて n-GaN の成長を行い, さらに, 井戸幅 ~6 nm の InGaN/GaN 単一量子井戸を作製した. *L* は 150 nm で一定とし, *D* が 65-105 nm のナノコラムに対して, 室温で PL 測定と TRPL 測定を行った.

図1にPLスペクトルのコラム径依存性を示す.ダブルピークのスペクトル が観測された. CL マッピングによる面内発光分布の報告[4,5]から、低エネル ギー側のピークはコラム中央部からの発光、高エネルギー側のピークはコラ ム周囲からの発光であり、主に In の取り込まれ方や活性層の構造の違いによ り生じていると考えられる.次に、図1における低エネルギー側と高エネル ギー側の積分強度のコラム径依存性を図2に示す. Dを99 nm から65 nm ま で細くすると、低エネルギー側では強度が約4倍に増加した.一方で、高エ ネルギー側はわずかではあるが、強度が減少していることがわかった.また、 PL 寿命のコラム径依存性を測定した結果、コラム径の減少に従って、低エネ ルギー側の寿命は長く、高エネルギー側の寿命は短くなることがわかった. 以上から、高エネルギー側から低エネルギー側へキャリアの流れ込みが発生 しており[5], コラム径が細くなるに伴って, キャリアが低エネルギー側へ流 れ込む確率が増加したと考えられる. コラム周囲の高エネルギー側では低エ ネルギー側へのキャリアの流れ込みとともに、表面再結合の発生による非輻 射再結合確率が増加したと考えられる.一方,低エネルギー側では流れ込み によってキャリア密度が増大したことで、非輻射再結合が抑制されたと考え られる.詳細は、当日に報告する.



Fig. 1 : PL spectra for different column diameters.





<u>謝辞</u>: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] H. Sekiguchi *et al.*, Phys. Status Solidi C **7**, 2374 (2010). [5] T. Oto *et al.*, ISSLED 2014, Mo-O42 (2014).