

規則配列 InGaN/GaN ナノコラム細線化(直径 35 nm)と発光特性

Emission Properties in Regularly Arranged Thin (Diameter: 35 nm) InGaN/GaN Nanocolumns.

上智大理工¹, 上智大ナノテク²

○吉田純¹, 加納達也¹, 大音隆男¹, 水野祐太郎¹, 宮川倫¹, 岸野克巳^{1, 2}

Sophia Univ.¹, Sophia Nanotech. Research Center²

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

E-mail: kishino@sophia.ac.jp

はじめに：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。ナノコラムの細線化を進め、コラム径数十 nm になるとナノコラムに量子ドットを内在化できる。ナノコラムの細線化における課題は初期核形成の起こりにくさにあったが、MEE(Migration Enhanced Epitaxy)法を用いた 2 段階成長によって、コラム径~30 nm の規則配列細線 GaN ナノコラムを実現した[1]。本研究では、コラム径の異なる規則配列細線 GaN ナノコラム上に InGaN/GaN 多重量子井戸を成長し、発光特性を調査したので報告する。

実験・結果：2 段階成長法で作製した細線 GaN ナノコラム上に 12 周期の InGaN/GaN 超格子、3 周期の InGaN/GaN 量子井戸を順に成長した。SEM 像からコラム径 D が 36 nm から 53 nm までの規則配列ナノコラムが達成できていることがわかった。4 K における PL スペクトルのコラム径依存性を Fig. 1 に示す。すべてのコラム径でダブルピークの発光が観測された。なお、PL スペクトルの高エネルギー側および低エネルギー側のピークはそれぞれコラムの中心およびファセットからの発光であると報告されている[2]。ピークエネルギーのコラム径依存性を Fig. 2 に示す。Fig. 2 よりコラム径が小さくなるにつれて、ピークエネルギーがブルーシフトすることがわかった。これは、両ピークともにコラム径が小さくなることにより自由端効果による歪緩和が強くなったからと考えられる。さらに、コラム中心の活性層は量子ドット的な構造になるので[3]、高エネルギー側のピークではコラム径が小さくなるにつれて、量子閉じ込め効果が大きくなったからと考えられる。次に、4 K において時間分解 PL を行った。高エネルギー側・低エネルギー側のピークエネルギーにおける PL 寿命を Fig. 3 に示す。Fig. 3 より高エネルギー側の PL 寿命がコラム径の減少に伴って劇的に速くなることがわかった。高エネルギー側の発光は、コラムの中央からであるため表面再結合の影響を受けず、また極低温であることから非輻射再結合の影響が無視できると考えられるため、コラム径が小さくなるにつれて量子閉じ込め効果と自由端効果による歪緩和の増大により輻射再結合寿命が短くなったと考えられる。また、低エネルギー側のピークの寿命からも自由端による歪緩和効果の増大を示唆する結果を得た。詳細は当日に報告する。

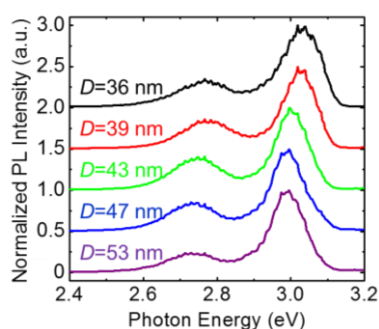


Fig. 1: Normalized PL spectra at 4 K.

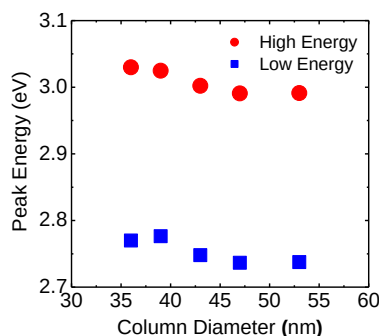


Fig. 2: Peak energy as a function of D at 4K.

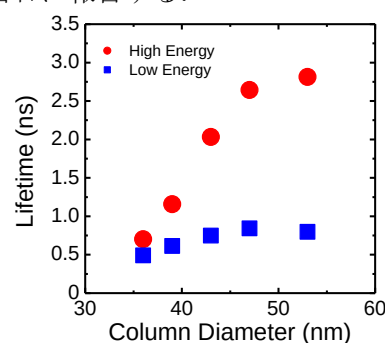


Fig. 3: PL lifetime as a function of D at 4K.

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。

[1] 加納他, 第 75 回秋季応用物理学会, 17a-C5-8 (2014). [2] 大音他, 第 75 回秋季応用物理学会, 20a-C5-5 (2015). [3] H. Sekiguchi *et al.*, Phys. Status Solidi C 7, 2374 (2010).