下地コラムトップ角度による InGaN/GaN ナノコラムの発光スペクトル制御

Control of Luminescence Spectrum of InGaN/GaN Nanocolumns by n-GaN Column Top Angle

上智大理工 [1], 上智大ナノテク [2] ○(M1)吉村賢哉 [1], (M1)高橋昂司 [1], 滝本啓司 [1],
本田達也 [2], 山田純平 [2], 富樫理恵 [1、2], 野村一郎 [1、2], 岸野克巳 [2*]
Sophia Univ. [1], Sophia Nanotech. [2], °Kenya Yoshimura[1], Koji Takahashi[1], Keiji Takimoto[1],
Tatsuya Honda[2], Jumpei Yamada[2], Rie Togashi[1,2], Ichirou Nomura[1,2], Katsumi Kishino[2*]
*E-mail: kishino@sophia.ac.jp

InGaN/GaN ナノコラムでは、InGaN 活性層において格子歪が低減化され、下地基板からの貫通転位の伝搬が抑制される。これらの効果は発光デバイスの高効率化に寄与する。規則配列 InGaN/GaN ナノコラム発光色はコラム径 D によって変化するが、その変化メカニズムには、In 原子凝集効果によるコアシェル InGaN の形成が寄与している[1]。コラム径の増加に伴い、高い In 組成のコア領域の In 組成比が増え、発光色の長波長化が起こる。本研究では In 原子凝集効果の InGaN 活性層成長時間依存性を調べ、フォトルミネッセンス(PL)発光スペクトル特性を詳細に検討した。

c 面サファイア基板上 HVPE-GaN テンプレート基板上に Ti マスク選択成長法を用いて RF-MBE にて Si ドープ n-GaN ナノコラムを成長したのちに InGaN バルク活性層を成長した。

InGaN 活性層成長時間を 5、10、15 min と変化させたサンプルを成長し、室温 PL スペクトルのコラム周期依存性を調べた。コラム周期 L が大きくなるほど、In 原子凝集効果のために発光波長は長波長化する。活性層成長時間 5、10 min では、あるコラム周期以上のサンプルで周期の増加により発光波長がブルーシフトした。この現象を解析することで成長時間が短い場合には高 In 組成領域が十分に成長しないことと、成長初期段階では n-GaN 斜めファセット上に低 In 組成領域が成長することが分かった。

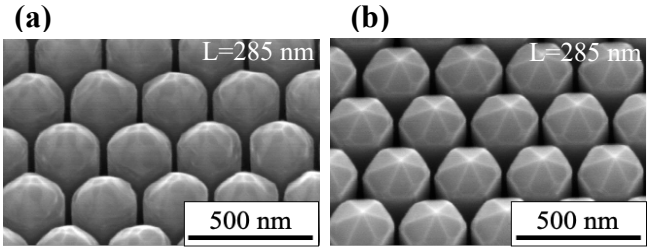

Fig.1 Bird's-eye view SEM images of n-GaN nanocolumns (a)without and (b)with Ga rich n-GaN layer

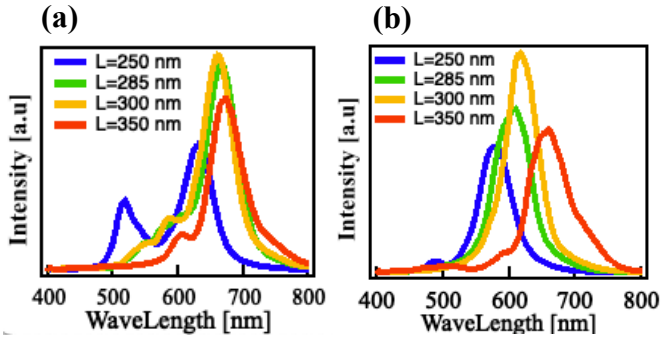

Fig.2 PL spectra of InGaN active layer (a)without and (b)with Ga rich n-GaN layer

本実験では InGaN 活性層成長前に Ga リッチ n-GaN 層を導入し、コラムトップ角度を鈍角化させて斜めファセット上の成長を抑制した。Fig.1 に Ga リッチ条件層(a)無し、(b)有りにて成長したサンプルの SEM 像を示す。Ga リッチ条件層導入によりコラムトップ角度が鈍角化していることが分かる。次に、Fig.2 に Ga リッチ条件層(a)無し、(b)有りのコラム上に成長した InGaN バルク活性層の室温 PL 測定の結果を示す。Ga リッチ層導入効果により PL 発光スペクトルが複数ピークから単峰性スペクトルに変化し発光色純度が向上した。この現象は、n-GaN トップ角度が大きなコラム上ではその傾斜面に In 組成が小さい InGaN 層領域が成長したが、トップ角度の鈍角化とともに、その成長領域が減少して短波長成分が抑制されたと理解される。

文献 [1]成田、大音、富樫、岸野、第 79 回応物秋季学術講演会 19p-146-20(2018).

[謝辞]本研究の一部は、科研費・基盤研究(A)(#19H00874)の援助を受けて行われた。