20a-C5-5

## InGaN 系ナノコラムにおける面内発光分布とキャリアダイナミクス

## In-plane Distribution of Light Emission and Carrier Dynamics in InGaN Nanocolumns 1. 上智大理工 2. 上智大ナノテク 3. 京大院工 <sup>0</sup>大音 隆男 <sup>1,2</sup>, 水野 祐太郎 <sup>1,2</sup>, 宮川 倫 <sup>1,2</sup>, 加納 達也 <sup>1,2</sup>, 吉田 純 <sup>1,2</sup>, 船戸 充<sup>3</sup>, 川上 養一<sup>3</sup>, 岸野 克巳 <sup>1,2</sup>

1. Sophia Univ. 2. Sophia Univ. Nanotech. Res. Center 3. Kyoto Univ.

<sup>o</sup>T. Oto<sup>1,2</sup>, Y. Mizuno<sup>1,2</sup>, R. Miyagawa<sup>1,2</sup>, T. Kano<sup>1,2</sup>, J. Yoshida<sup>1,2</sup>, M. Funato<sup>3</sup>, Y. Kawakami<sup>3</sup>, and K. Kishino<sup>1,2</sup> E-mail: <u>takao.oto@sophia.ac.jp</u>, <u>kishino@sophia.ac.jp</u>

<u>はじめに</u>: 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.本研究室では今までに,(0001)sapphire 基板 上 GaN テンプレート上の Ti マスク選択成長技術により,規則配列さ れた均一な InGaN 系ナノコラムの作製を行ってきた[1].また,コラム 径を変化することで,青色から赤色まで幅広く発光波長を変化できる ことを明らかにした[2].しかしながら,詳細な光学特性のメカニズム については解明されていないのが現状である.そこで本研究では, InGaN 系ナノコラムの発光機構を理解し,高効率化および発光色制御 を達成することを目的として,カソードルミネッセンス(CL)マッピン グ測定と時間分解フォトルミネッセンス(PL)測定によって面内の発光 分布とキャリアダイナミクスの評価を行った.

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(窒素流量 3.2 sccm)で選択成長を行いナ ノコラム構造の作製を行った.ナノコラム(a)は GaN 上に 3 周期の InGaN/GaN 量子 井戸(QW)を作製した構造であり,ナノコラム(b)は歪緩和を目的として GaN 上に 25 周期の InGaN/GaN超格子(SL)を作製した後に,上述したQW を作製した構造である. 面内の発光分布を観測するために,加速電圧 5 kV,エミッション電流 10 pA で CL マッピング測定を行った.また,キャリアダイナミクスを評価するために時間分解 PL 測定を行った.

図1にナノコラム(a), (b)の SEM 像と CL 強度マッピング像を示す.二つのナノコ ラムの SEM 像を比較すると、SL を挿入したナノコラムの方が、コラム径が細く先 端が尖った構造になっていることがわかった.この構造の違いが発光機構に与える 影響を調べるために、室温で CL マッピング測定を行った.その結果、ナノコラム (a)ではコラムの中心側で明るく発光していたのに対し、ナノコラム(b)では明るく発 光している領域がリング状の分布を示していた.これは、SL の挿入によって In の 表面拡散が異なり、発光の分布が異なったからと考えられる[2].また、ナノコラム の明るい領域と暗い領域でそれぞれ CL スペクトルをとった結果を図 2 に示す.ど ちらのナノコラムも明るい領域は、長波長側のピークの強度が大きいことから In 組 成が大きな領域で発光していると考えられる[3].さらにその理由を詳細に調べるた めに、ナノコラム(b)において室温での発光波長 480 nm と 580 nm の PL 減衰曲線を 図 3 に示す.高エネルギー領域のみに早い寿命成分(~150 ps)が観測され、低エネル ギー側の立ち上がりが遅かったことから、低エネルギー側へキャリアが多く流れ込 み、In 組成の高い領域で明るく発光していたと考えられる.詳細は当日に報告する.



Fig. 1: SEM and panchromatic CL intensity mapping images in nanocolumns (a) and (b).



Fig. 2: CL spectra at bright and dark regions in nanocolumns (a) and (b).





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.

H. Sekiguchi *et al.*, *Appl. Phys. Express.* **1**, 124002 (2008).
H. Sekiguchi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **96**, 231104 (2010).
H. Sekiguchi *et al.*, *Phys. Status Solidi* C **7**, 2374 (2010).