InGaN/GaN ナノコラムプラズモニック結晶における発光増強率の分散関係

Dispersion of Plasmonic Emission Enhancement in InGaN/GaN Nanocolumn Plasmonic Crystals

1. 上智大理工, 2. 上智大ナノテク, 3. 山形大院理工, 4. 阪府大院工

菊地 主馬¹, ⁰大音 隆男³, 岡本 晃一⁴, 富樫 理恵¹, 岸野 克巳^{1,2}

1. Sophia Univ., 2. Sophia Nanotech., 3. Yamagata Univ., 4. Osaka Pref. Univ.

K. Kikuchi¹, °T. Oto³, K. Okamoto⁴, R. Togashi¹, and K. Kishino^{1,2}

E-mail: t-oto@yz.yamagata-u.ac.jp, kishino@sophia.ac.jp

<u>はじめに</u>: InGaN は可視光全域の発光を得ることができるが,発光波長の長波化に伴って発光効率が著しく減少す ることが課題となっている.特に発光効率が低い赤色領域において発光効率を改善するために,本研究では InGaN/GaN ナノコラム (ナノワイヤ)を用いたプラズモニック結晶に着目し,研究を推進してきた.ナノコラムプ ラズモニック結晶では,転位抑制効果や歪緩和効果などのナノ構造効果と表面プラズモン結合による発光増強を 同時に得ることができ,発光効率の大幅な改善が期待され,さらに光や表面プラズモンの状態制御に繋がり興味深 い.これまでに,橙~赤色領域において規則配列 InGaN/GaN ナノコラムにプラズモニック結晶を導入し,最大~5.2 倍の発光増強を達成した[1].本発表では,ナノコラムプラズモニック結晶の発光増強メカニズムを詳細に理解す るために,角度分解 PL から発光増強率の分散関係を測定した結果,発光増強率がバンド構造を有し,プラズモニ ックバンドの計算結果とよい一致を示したので報告する.

実験・結果: 三角格子状の InGaN/GaN ナノコラム間を Spin-on-glass で埋め込み, BHF を用いて頭出しを行った後, その上に Au 薄膜を 蒸着してプラズモニック結晶の導入を行った[1]. プラズモニック 結晶の導入前後において, 基板裏面側から光ファイバー検出器の 角度を変化させながら PL スペクトルを測定して, 発光増強率の検 出角度依存性を評価した. 検出角度の変化は(規格化) 面内波数の 変化に対応するので,本手法によって分散関係を測定できる.

Fig. 1 にコラム径 210 nm, 周期 350 nm のナノコラムプラズモニ ック結晶における発光増強率の分散関係を示す.緑/橙色の点は, それぞれ TE/TM 偏光のプラズモニックバンドの計算結果であ る.発光増強率の測定結果はバンド構造を有し,プラズモニックバ ンドの計算結果とよい一致を示した.発光増強を顕著に発現させ るには,プラズモニックバンドと発光波長の一致が重要である.さ らに,試料と検出器間に偏光子を挿入し TM 偏光成分をカットし た場合のバンド構造変化を調べた. Fig. 2 に示すように, Fig. 1 で 観測されたバンドの一部(規格化周波数~0.553)が消失したことか らこのバンドが TM 偏光由来であり,また規格化周波数 0.58 付近 に TE 偏光由来のバンドが観測された.詳細は当日に報告する.

<u>謝辞</u>:本研究は,上智大学学術研究特別推進費(重点領域研究), 卓越研究員,若手研究(B)(17K18110)の援助を受けて行われた. [1] T. Oto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **111**, 133110 (2017).



Fig. 1: Dispersion of plasmonic enhancement ratio. Green and orange symbols represent calculated plasmonic band states with TE and TM polarizations, respectively.



Fig. 2: Comparison with dispersion of plasmonic enhancement ratio without and with polarizer.