

三角格子配列 Au/InGaN/GaN ナノコラムのプラズモニック特性

Plasmonic Characteristics of triangular latticed Au/InGaN/GaN nanocolumns

1. 上智大理工, 2. 上智大ナノテク, 3. 九大先端研 [○]菊地主馬¹, 大音隆男¹, 岡本晃一³, 岸野克巳^{1,2}

1. Sophia Univ., 2. Sophia Nanotech., 3. Kyushu Univ., [○]K. Kikuchi¹, T. Oto¹, K. Okamoto³, and K. Kishino^{1,2}

E-mail: takao.oto@sophia.ac.jp, kishino@sophia.ac.jp

はじめに: InGaN は In 組成の変化によって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は著しく減少することが課題となっている. この問題を解決するために, 本研究室ではナノコラム (ナノワイヤ) 構造に関する研究を推進してきた. ナノコラムは貫通転位/ミスフィット転位の抑制や歪緩和効果, 光取り出し効率の増大により優れた発光特性を有する. 本研究では, 発光効率が低い橙～赤色領域において更なる発光効率向上を実現するために, 表面プラズモンに着目した. 前回の発表では, 三角格子状の規則配列 InGaN/GaN ナノコラムに Au 薄膜を蒸着することで, 5 倍程度の発光増強を報告した[1]. 本発表では, Au/InGaN/GaN ナノコラムのコラム径や周期を変化させ, プラズモニック特性に関して詳細に調査したので報告する.

実験・結果: 三角格子状の InGaN/GaN ナノコラム間を SOG (spin-on-glass) で埋め込み, バッファードフッ酸 (BHF) を用いたウェットエッチングによって頭出しを行った後, その上に Au 薄膜を蒸着して表面プラズモン結合を引き起こした. 表面プラズモン導入による発光特性の変化を見るために, 検出器の角度を変えながら PL 測定を行い, フォトニックバンド構造の評価を行った (詳細な測定方法は文献[2]を参照). 図 1 はコラム径 200 nm, 周期 250 nm の InGaN/GaN ナノコラムにおける Γ -M 方向の PL 強度を周期で規格化した面内波数と周波数の依存性として示したものである. なお, 赤 (青) 色のプロットは TE (TM) 偏光における二次元の平面波展開法による計算結果である. 計算結果から, 観測されたバンド構造は三角格子状のナノコラムによって形成されるフォトニックバンドに起因しているとわかった. また, 図 2 は図 1 と同一試料の検出角度 $\theta = \pi/4$ のときの PL スペクトルである. Au 薄膜の蒸着によって, Γ -M 方向のみに発光スペクトルの狭線化が観測された. この構造において FDTD 法による電磁界シミュレーションを行った結果, ナノコラムの周期と表面プラズモンの波長が一致したときに起きる定在波モードが発光波長の近傍に生じることがわかった. したがって, スペクトルの狭線化が Γ -M 方向のみで観測されたのは, 周期構造による表面プラズモンの定在波が Γ -M 方向に形成されているからであると考えられる.

謝辞: 本研究は, 上智大学学術研究特別推進費 (重点領域研究) と若手研究 (B) (17K18110) の援助を受けて行われた.

[1] 菊地他, 第 42 回春季応用物理学会, 16p-503-7 (2017). [2] A.Yanagihara *et al.*, Appl. Phys. Express, 7, 112102 (2014).

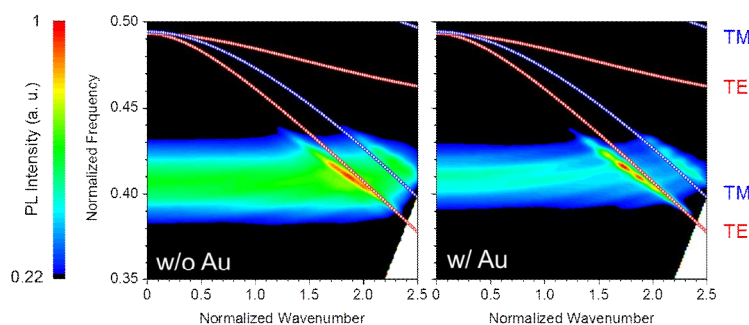


Fig.1: Experimental and calculated photonic band structures in the direction of Γ -M for InGaN/GaN nanocolumn arrays with and without Au thin film.

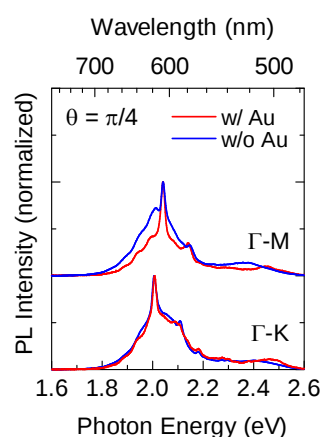


Fig. 2: Comparison of PL spectra between with and without Au thin film at $\theta = \pi/4$ in the directions of Γ -M and Γ -K for InGaN/GaN nanocolumn arrays.