

AlGaN DBR 上 InGaN MQW ナノコラムフォトニック結晶の光励起発振特性

Optical-pumped lasing characteristics of InGaN MQW nanocolumns on AlGaN DBR

上智大理工¹, 上智ナノテク² ○(PC)石沢 峻介¹, 本山 界¹, 岸野 克巳^{1,2}

Sophia Univ.¹, Sophia Nanotechnology Research Center²
○(PC)Shunsuke Ishizawa¹, Kai Motoyama¹, Katsumi Kishino^{1,2}

E-mail: i-shunsu@sophia.ac.jp



はじめに: InGaN 系ナノコラムを配列制御したフォトニック結晶を利用した面発光レーザーは、ナノコラムの優れた発光特性とフォトニック結晶による強い光閉じ込めによって高い性能が期待される。配列を変化させることによって発振波長の制御が可能であり^[1], これによって実現される多波長集積型レーザーアレイは、レーザーディスプレイのスペckルノイズを解消する広帯域レーザー光源として利用できると思われる。これまでに、GaN テンプレート上に成長した InGaN MQW ナノコラムの光励起特性を評価し、フォトニック結晶のバンド端におけるレーザー発振を報告している。しかしながら、発振波長と強度がパルスごとにばらつくランダムレーズングのような特性も併せ持つマルチモード発振であった^[2]。本報告ではナノコラム下部に低屈折率のクラッド層として AlGaN 分布ブラッグ型反射鏡 (DBR) を設けることでナノコラムフォトニック結晶への垂直方向の光閉じ込めを図り、発振特性の安定化を試みた。

実験・結果: MOCVD-GaN/c 面サファイア基板の上に rf-MBE 法を用いて 12 ペアの Al_{0.2}Ga_{0.8}N/GaN DBR を成長した。DBR 上に作製した膜厚 5 nm の Ti ホールパターンを選択成長マスクとして用い、rf-MBE 法を用いて規則配列 GaN ナノコラムを成長した。ナノコラム上部には歪み緩和層として 50 ペアの InGaN/GaN 超格子 (SL) 層および InGaN/GaN 多重量子井戸 (MQW) 活性層 3 ペアを成長した。高さ 1.7 μm のナノコラムが格子定数 260 nm の三角格子状に配列したフォトニック結晶構造について光励起発光特性を評価した。励起光の Nd:YAG レーザー (波長 355 nm, パルス幅 5 ns) をサンプル上部から入射し、直径 ~20 μm の領域に集光した。室温にて、励起強度を変化させながら 5000 パルスの励起を行った。このとき、発光スペクトルとともに励起光の反射光強度を測定することで、発光の励起強度依存性を得た。発光スペクトルの励起強度依存性を図 1 に示す。励起強度 ~0.15 MW/cm² 以上のとき波長 506 nm に鋭いピークが現れた。発光ピーク強度の励起強度依存性では図 2 に示すように明瞭なしきい値を持つ非線形特性が確認された。これはフォトニック結晶のバンド端における二次元分布帰還 (2D-DFB) 効果に基づくレーザー発振と考えられる。特筆すべきは、パルスごとの発光強度のばらつきが、これまでに報告してきた GaN テンプレート上 InGaN MQW ナノコラムの発振^[2]に比べて抑制されていることである。これは、下部に設けた AlGaN DBR 層によって基板方向への光の漏れが抑制され、ナノコラムフォトニック結晶層に光が閉じ込められたためと考えられる。

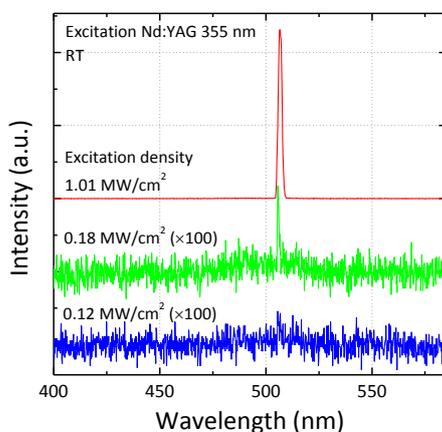


図 1: 単一パルス発光スペクトルの励起強度依存性。

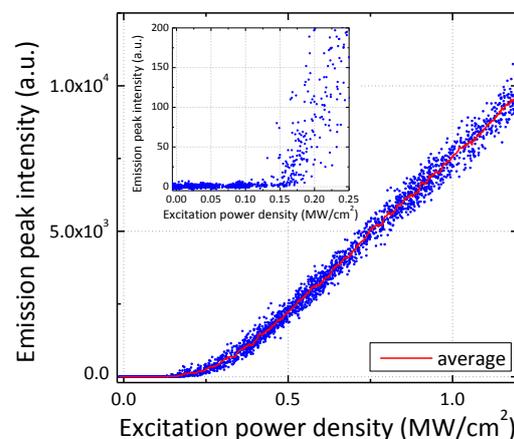


図 2: 発光ピーク強度の励起強度依存性。挿入図はしきい値付近の拡大図。

謝辞: 本研究は科研費・特別推進研究 (#24000013) および若手研究 B (#26870581) の援助を受けて行なわれた。

参考文献: [1] S. Ishizawa *et al.*: Appl. Phys. Express 4 (2011) 055001, [2] 石沢他, 応物秋季学術講演会 (2011) 1a-ZE-14.