20a-C5-9

ナノコラムフォトニック結晶のレーザー応用に向けたPL放射特性の評価

Photoluminescence radiation characteristics of nanocolumn photonic crystals for laser application

上智大理工 [1]，上智ナノテク [2]　○(PC)石沢 峻介 [1]，澄川 雄樹 [1]，本山 界 [1]，岸野 克巳 [1,2]
Sophia Univ. [1], Sophia Nanotechnology Research Center [2]
○(PC)Shunsuke Ishizawa [1], Yuki Sumikawa [1], Kai Motoyama [1], Katsumi Kishino [1,2]
E-mail: i-shunsu@sophia.ac.jp

はじめに：rf-MBE 法によりボトムアップ成長される InGaN 系ナノコラムは優れた発光特性を持ち，発光デバイスへの応用が期待されている。Ti マスク選択成長法を用いることにより高い精度で周期配置することが可能で，これをフォトニック結晶として利用することでレーザーデバイスへの展開が可能である。これまでに Nd:YAG レーザーを用いた強励起によって可視光における誘導放出が得られており，誘導放出波長がナノコラムの周期と径に応じて遷移したことから，フォトニックバンド端における二次元分布帰還効果（2D-DFB）によるレーザー発振であることが示唆された[1]。本報告では共振器設計に向けた指針とするための，角度分解発光特性の測定によるバンド構造評価について述べる。

実験・結果：測定に用いたサンプルは，c 面サファイア上 MOCDV-GaN テンプレートに Ti マスク選択成長法を用いて rf-MBE 成長した GaN ナノコラムの上部に，InGaN/GaN 多重量子井戸（MQW）活性層が積層された構造である。ナノコラムは三角格子状に規則配列され，周期 L は 245 nm，直径 D は 169 nm である。このナノコラムフォトニック結晶について角度分解光励起発光測定を行った。コリメートレンズ（直径 3 mm）に光ファイバを接続した採光ヘッドを可動アームに取り付け，励起位置を中心とする半径 15 cm の球面上を移動させて，発光スペクトルの角度依存性を測定した。測定は a 軸および m 軸上の軌道について行い，基板に対する角度θを垂直（0°）から水平（90°）まで 1° 刻みで変化させて測定した。角度θと波長λの関数として得られる測定データは式 $k_{//} = (2\pi/\lambda)\sin\theta$ を用いて波数ベクトルの面内成分 $k_{//}$ に変換し，ナノコラム周期 L で規格化した。Fig. 1 に波長 405 nm の InGaN レーザーを励起光源として励起密度 ~ 75 W/cm^2 の弱励起条件において測定した自然放出光の放射特性を示す。InGaN 活性層本来の発光特性が規格化周波数 0.42~0.43 付近に波数に依存しないブロードな発光ピークとして現れているのと同時に，フォトニックバンドと考えられる波数に依存したシャープなピークの変化が明瞭に現れ，規格化周波数 0.52 においてΓ点におけるバンドエッジをとることが確認された。次に励起光源として波長 355 nm の Nd:YAG レーザーを用い，励起密度 ~ 4 MW/cm^2 の強励起条件において得られる誘導放出光について同様の測定を行った。Fig. 2 の放射特性に示すとおり，規格化周波数 0.518 の誘導放出光は，自然放出光の測定で確認されたΓ点におけるバンドエッジ波長に一致した。

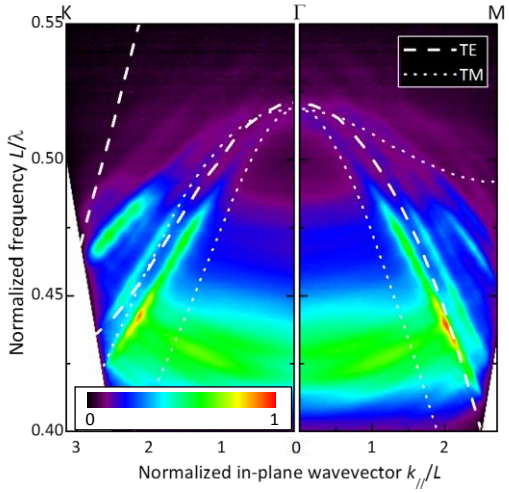

Fig.1. Radiation characteristics of spontaneous emission under InGaN laser (405 nm) excitation.

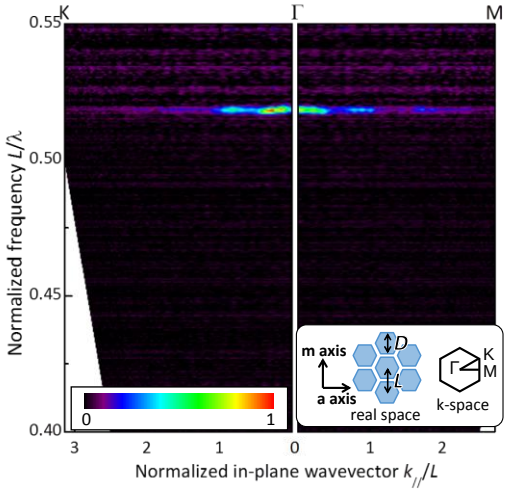

Fig.2. Radiation characteristics of stimulated emission under Nd:YAG laser (355 nm) excitation.

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.

© 2014 年　応用物理学会