MOVPE で空孔形成した GaN 系フォトニック結晶のバンド端共振作用の評価
Evaluation of Air-hole/GaN photonic-crystal band-edge resonator formed by MOVPE

スタンレー電気 [1]，京大院工 [2]　○江本渓 [1,2]，小泉朋朗 [1,2]，石崎賢司 [2]，
De Zoysa Menaka [2]，田中良典 [2]，園田純一 [1]，野田進 [2]
Stanley Electric CO., LTD. [1], Kyoto Univ. [2], Kei Emoto○[1,2], Tomoaki Koizumi [1,2], Kenji Ishizaki [2],
Menaka De Zoysa [2], Yoshinori Tanaka [2], Susumu Noda [2]
E-mail: kei_emoto@stanley.co.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

フォトニック結晶面発光レーザ（PCSEL）は，活性層近傍に設けた 2 次元フォトニック結晶のバンド端共振作用（群速度零効果）に基づく面発光型の半導体レーザである。本レーザは原理上，発振面積を大面積化しても，コヒーレント性を維持できるため，高出力・高ビーム品質を両立できるという特徴を有する[1,2]。本レーザは、主として InGaAs/GaAs 系で実証がなされてきたが、短波長化のための GaN 系 PCSEL の初期的な検討も行われ、レーザ動作が実証されている[3]。初期的なデバイスでは、高い閾値電流密度と、低い出力強度という課題があった。そこで、我々は、まず、GaN 系での共振作用を増強するため、SiO_2 成膜なしにファセット成長を利用した結晶成長で，活性層-フォトニック結晶間距離を 100 nm まで近づける手法を開発した[4,5]。さらに、極最近､活性層-フォトニック結晶距離を 60nm 程度まで近づけるための作製法についても検討した[6]。本報告では、こうして得られた GaN フォトニック結晶共振器の共振作用を実験的に評価した結果について報告する。

作製した PCSEL 構造を図 1 に示す。同図に示すように、フォトニック結晶と活性層の距離は 60nm とかなり近く配置出来ている。本構造におけるフォトニック結晶効果を評価するために，電流注入による発光スペクトルの角度依存を測定し，バンド構造を抽出した結果を図 2 に示す。同図において，4 つのバンド（バンド A,B,C,D）が形成されている様子が見て取れる。Γ点におけるバンドギャップから結合係数を見積もると，1 次元結合係数が～800 cm^{-1}，2 次元結合係数が～100 cm^{-1} と見積もられ，フォトニック結晶と活性層を十分に近づけた狙い通りの共振作用が得られたと言える。さらに、同様の作製法で、作製した別の試料のΓ点での共振スペクトルの一例を図 3 に示す。同図では、明快なバンドギャップの形成に加え、フォトニック結晶バンド端共振作用に基づく鋭いバンド端共振ピークが観測された。今後，フォトニック結晶形成条件、活性層近傍の成長条件をさらに詰めるとともに、共振ピークと利得ピークの調整等で、低閾値電流密度発振の可能性が示唆される。詳細は当日報告する。【謝辞】本研究は NEDO「高輝度･高効率次世代レーザー技術開発」プロジェクトによる支援を受けた。【文献】[1] M. Imada et al., Appl. Phys. Lett. **75**, 316 (1999). [2] K. Hirose et al., Nat. Photon. **8**, 406 (2014). [3] H. Matsubara et al., Science **319**, 445 (2008). [4]小泉他, 2017 年応物春 [5]江本他, 2018 年応物春 [6]小泉他, 2018 年応物秋

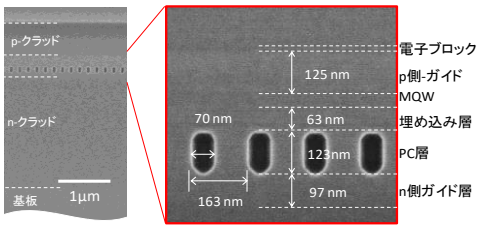

図1 作製した素子の断面SEM像

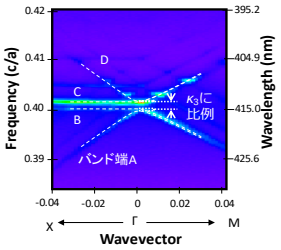

図2 フォトニックバンド構造

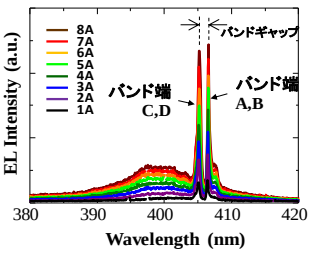

図3 Γ点における発光スペクトル

© 2018年 応用物理学会