

GaN 系フォトニック結晶レーザーのワット級動作

Watt-class operation of GaN-based photonic crystal lasers

スタンレー電気¹, 京大院工² ○小泉朋朗^{1,2}, 江本溪^{1,2}, 日比野拳三², 廣瀬正輝²,

中村隆央², 井上卓也², 石崎賢司², De Zoysa Menaka², 野田進²

Stanley Electric CO., LTD.¹, Kyoto Univ.², ○Tomoaki Koizumi^{1,2}, Kei Emoto^{1,2}, Kenzo Hibino²,

Masaki Hirose², Takao Nakamura², Takuya Inoue², Kenji Ishizaki², Menaka De Zoysa², Susumu Noda²

E-mail: tomoaki_koizumi@stanley.co.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

【序論】フォトニック結晶レーザー (PCSEL) は高出力・高ビーム品質の両立が可能な光源であり¹⁾、加工用レーザー光源やセンシング用光源等として期待されている。GaN 系材料においても2008年に電流注入による405 nm 帯でのレーザー発振の初期実証が行われ²⁾、さらに、最近、ファセット成長を利用して均一サイズの空孔を GaN 膜中に埋め込む空孔埋込み手法を用いることで、閾値電流密度を大幅に低減し~500 mW の出力を得ることに成功している³⁾。また、青色帯域(~440 nm)の PCSEL 開発にも取り組み、閾値電流密度 1.5 kA/cm² 以下のレーザー発振動作の実現に成功した⁴⁾。今回、二重格子フォトニック結晶構造を導入することにより、青色帯 PCSEL において、ワット級動作を実現したので報告する。

【実験】図1に示すような楕円空孔と真円空孔からなる二重格子構造の GaN 系 PCSEL への導入を検討した。GaN 膜に電子線描画法及び ICP ドライエッチングを用いて、図1のような正方格子状に配列した楕円空孔と真円空孔から成る二重格子構造を形成した。空孔形成後、TMG を供給して{1101}ファセットを成長することで空孔を閉塞し、その後表面の平坦化を行った。空孔埋め込み後、活性層、光ガイド層、クラッド層を成長した。成長した基板に p 電極および n 電極を形成し、図1に示すような PCSEL を作製した。このとき、n 電極には光取り出し構造として窓電極構造を採用した。また、レーザー光の出射効率を改善するため、n 電極側に出射される光と p 電極側に出射され p 電極により反射される光との干渉が強め合うように p 側クラッド層の厚さを調整した。図2に作製したデバイスに室温でパルス電流を注入したときの電流-光出力特性を示す。同図より、おおよそ 2.0A でのレーザー発振動作が確認され、また 1 W 以上の出力を得ることに成功した。図3及び図4に近視野像及び遠視野像を示す。近視野像より発光面全体でのレーザー発振が確認され、遠視野像においても広がり角が 0.15° 程度の極めて狭い出射角の単峰状のパターンを得ることができた。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) H. Matsubara *et al.*, Science **319**, 445 (2008). 3) 小泉 他, 2019 応物秋 20p-E207-14. 4) 江本 他, 2020 応物秋 11p-Z18-10.

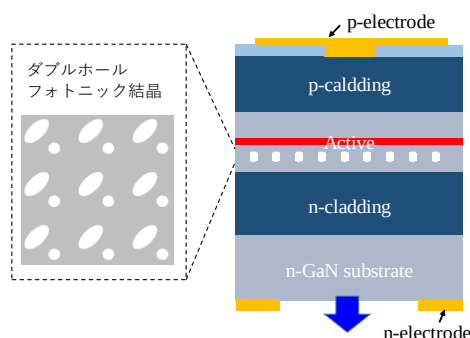


図1: 作製したPCSELの模式図

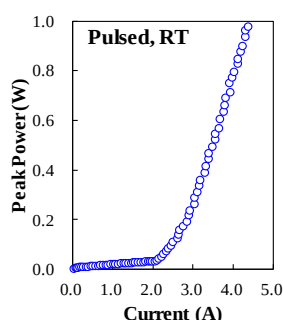


図2: 電流-光出力特性

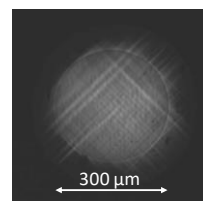


図3: 近視野像

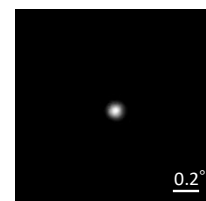


図4: 遠視野像