

青色帯域 GaN 系フォトニック結晶レーザーの実現

Realization of blue GaN-based photonic crystal lasers

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

廣瀬正輝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, ○Kei Emoto^{1,2}, Tomoaki Koizumi^{1,2}, Kenzo Hibino²,

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

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

【序論】フォトニック結晶レーザー (PCSEL) は活性層近傍に配置した 2 次元フォトニック結晶を大面積共振器として用いる半導体レーザーで、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, 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 405nm 帯域でのレーザー発振の初期実証が行われ²⁾, 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 2.5 kA/cm² に低減することに成功し, 500 mW 以上の出力を得ることに成功している³⁾。今回, 照明用途等へのさらなる適用範囲の拡大も見据えて, 波長帯域を従来の青紫色帯域から青色帯域へと長波長化した GaN 系 PCSEL の実現について検討したので報告する。

【実験】ここでは, 図 1 に示すような構造の青色帯域で発振動作する GaN 系 PCSEL の実現について検討した。n 側 GaN 光ガイド層に電子線描画法および 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真円空孔からなるフォトニック結晶構造を形成した。空孔形成後, TMG を供給して{11̄01}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, p 側光ガイド層, p-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 デバイスを作製した。このとき, n 電極には光取り出し構造として窓状電極構造を採用した。p 電極サイズ: φ 300 μm の PCSEL に室温でパルス電流を注入したときの電流-光出力特性を図 2 に示す。同図に示したとおり, 閾値電流~0.9 A (閾値電流密度~1.3 kA/cm²) でのレーザー発振動作が確認され, 従来の GaN 系 PCSEL よりもさらに低閾値電流密度での動作が確認された。また, このときの発振スペクトルを図 3 に示す。発振スペクトルより, 発振波長~440 nm でのレーザー発振動作が確認された。以上の結果より, PCSEL の波長帯域が青紫色帯のみならず青色帯域へも拡張され, さらにはより低閾値電流密度動作をも実現できたことを確認した。今後, 照明応用分野など幅広い分野への PCSEL の応用が期待できる。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) H. Matsubara *et al.*, Science **319**, 445 (2008). 3) 小泉 他, 2019 応物秋 20p-E207-14.

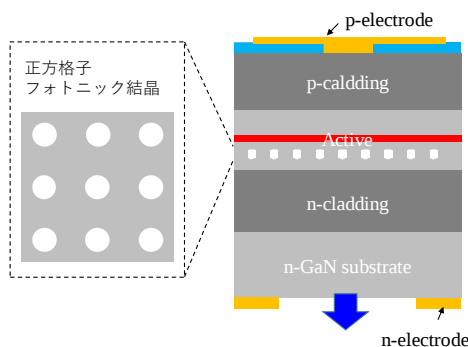


図1: 作製したPCSELの構造模式図

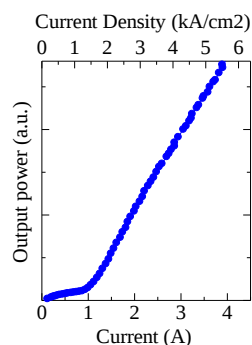


図2: 電流-光出力特性

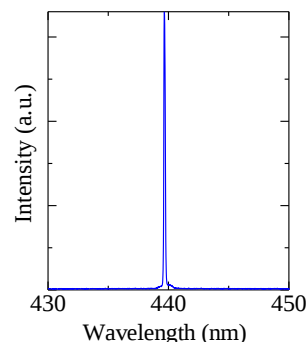


図3: 発振スペクトル