

高反射電極を用いた GaN 系フォトニック結晶レーザーの高出力化 Increase of Output Power of GaN-based Photonic Crystal Lasers by Using High Reflective Electrode

スタンレー電気¹, 京大院工² ○江本溪^{1,2}, 小泉朋朗^{1,2}, 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}, 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 PCSEL においては 2008 年に電流注入による 405 nm 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, 閾値電流密度の大幅な低減に成功し, ワット級の出力を得ることに成功している³。また, 波長帯域も青紫色帯域から青色帯域へと拡充してきた⁴。今回, さらなる高効率化・高出力化のために, 高反射電極の採用について検討したので, その結果を報告する。

【高反射電極】図 1 に GaN 系 PCSEL の断面模式図を示す。フォトニック結晶の面内共振作用により発振したレーザー光は, 面垂直方向への回折により GaN 基板側から出射される。このとき, p 電極側へもレーザー光は回折されるため, 高出力化のためには p 電極側へ回折されたレーザー光を反射させ, 基板側から取り出すことが重要である。これまで, p 電極には低抵抗が期待できる Pd 系金属を採用してきたが, 青色帯域の反射率は~40%であり, p 電極側へ回折されたレーザー光の半分以下しか利用できていなかった。そこで, p-GaN とオーミック接触が可能な透明導電膜をコンタクト電極に採用し, 反射層として高反射率を有する Ag 膜を積層することで, 反射率の向上を図った。図 2 に従来採用してきた Pd 系電極と, 今回新たに検討した 透明電極/Ag 電極の反射率を比較した。同図に示したとおり, 反射率は~40%から~80%に向上した。さらに, ITO/Ag 電極の採用は高反射以外にも利点がある。透明電極の低い屈折率をクラッド層として利用することで, 光閉じ込めが增強される点や, 高抵抗である p-AlGaIn クラッド層を薄膜化できるため, デバイスの直列抵抗の低減が可能となる点等である。図 3 に, 二重格子フォトニック結晶を配置した透明電極/Ag 電極および Pd 系電極の PCSEL の *I*-*L* 特性を比較した。同図に示したとおり, 透明電極/Ag 電極の採用で出力の向上が確認された。詳細は当日報告する。

【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, 応物春 (2021). 4) 江本 他, 応物秋 (2020).

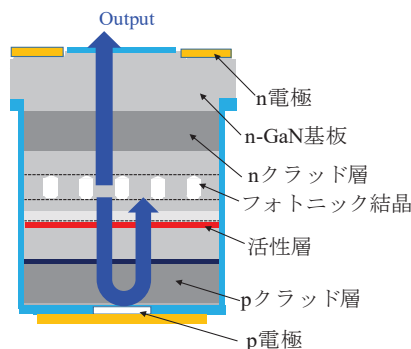


図1: GaN系PCSELの構造模式図

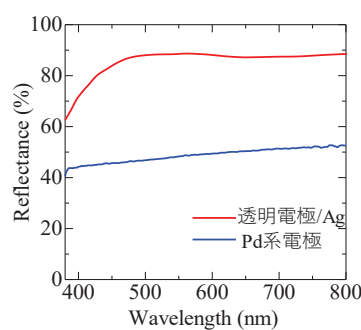


図2: 電極の反射特性

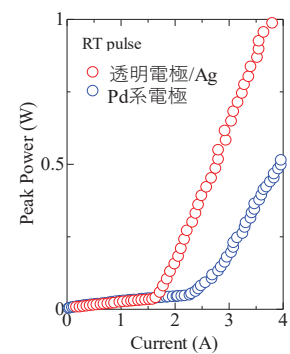


図3: 電流-光出力特性