

フォトニック結晶レーザの大面积化のための格子点構造の設計(IV)

Design of photonic crystal lattice points for large area operation in PCSEL (IV)

○田中良典, 中川翔太, 井上卓也, 野田進 (京大院工)

○Y. Tanaka, S. Nakagawa, T. Inoue, S. Noda (Kyoto Univ.)

E-mail: ytanaka@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

【序】 フォトニック結晶面発光レーザ(PCSEL^[1,2])は、フォトニック結晶(PC)のバンド端共振作用に基づいて、高ビーム品質と高出力を両立する半導体レーザである。高いビーム品質を維持したまま、出力をさらに増大させるためには、発光面積を拡大しても基本モードと高次モードの閾値利得差 $\Delta\alpha$ が十分に得られるフォトニック結晶構造を用いることが重要である。これまでに、180°方向の回折の強さ κ_3 と、高次モードを介した90°方向の回折の強さ κ_{2D} の大きさを一致させることで、バンド端Bモードの閾値利得差を拡大可能であることを示す^[3]とともに、共振器長2mmで $\Delta\alpha > 3 \text{ cm}^{-1}$ という閾値利得差を実現可能な構造設計に成功している^[4]。一方、最近、キャリア濃度の時間応答をも考慮した3次元結合波解析から、励起条件に応じて、バンド端Aがより安定な発振状態を持ち得ることが示唆されている^[5]。そこで今回、バンド端Aにおいても、発振面積を拡大しても安定な単一モード発振可能な構造について検討したので報告する。

【解析】 図1に、これまでの構造における、バンド端AおよびBにおける、面内方向の回折効果の概念図を示す。バンド端Aにおいては、xおよびy方向に伝搬する光が同位相であるため、180度方向回折と90度方向回折が強め合いの干渉を起こす。一方、バンド端Bは、xおよびy方向に伝搬する光が逆位相であるため、180度方向回折と90度方向回折が弱め合いの干渉を起こす。このため、バンド端Bにおいて、面内方向の光閉じ込めが弱くなり、基本モードと高次モードの発振閾値利得差の拡大が可能となる^[3]。ここで、もし180度方向回折と90度方向回折のどちらかの回折位相を反転することが出来れば、バンド端Aにおいても180度方向回折と90度方向回折の弱め合いが生じ、閾値利得差の拡大が可能となると考えられる。この考えに基づき検討を行った結果、ダブルホールの空孔間隔を調整することで、180度方向の回折位相を反転可能であることが分かった。図2(a)に、設計した格子点構造の模式図を示す。また図2(b)に、デバイスサイズに対するバンド端Aの閾値利得差の計算結果を示す。比較のために、従来の空孔間隔のものの結果を併せて示す^[6]。ダブルホールの空孔間隔を最適化することで、共振器長を2mmとしてもバンド端Aで $\Delta\alpha \sim 3 \text{ cm}^{-1}$ が実現可能であることを見出した。詳細は当日報告する。

【謝辞】 本研究の一部は、ACCEL JSTならびに文科省光拠点の援助を受けた。

【文献】 [1] M. Imada, S. Noda, et al, *Appl. Phys. Lett.*, 75, 316 (1999). [2] K. Hirose, et al, *Nature Photon.* 8, 406 (2014). [3] 田中他, 2016 年秋応物 15p-B4-20. [4] 中川他, 2017 年春応物 15a-E205-3. [5] 井上他, 本応物予稿集. [6] 吉田他, 本応物予稿集.

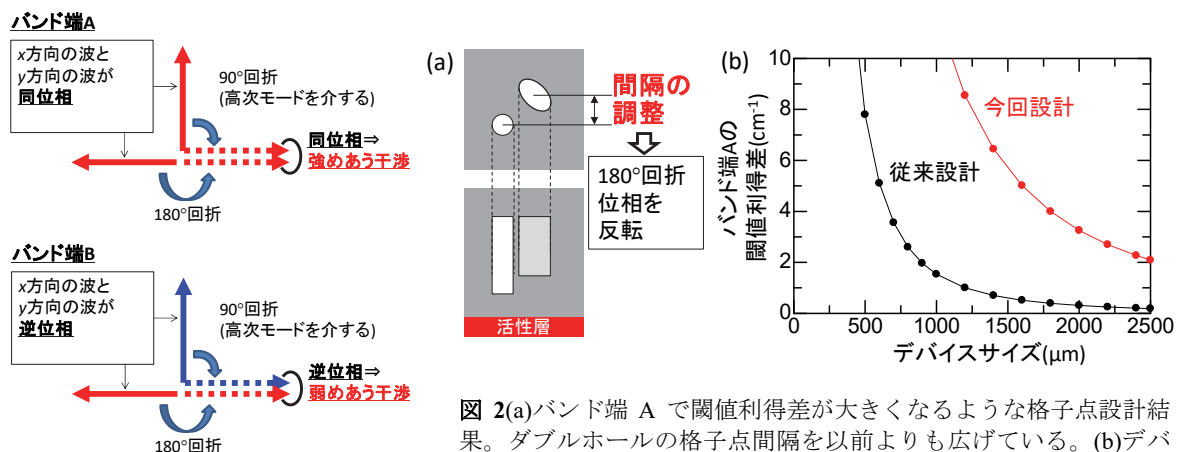


図2(a)バンド端Aで閾値利得差が大きくなるような格子点設計結果。ダブルホールの格子点間隔を以前よりも広げている。(b)デバイスサイズに対するバンド端Aの閾値利得差の計算結果。共振器長2mmにおいても $\Delta\alpha \sim 3 \text{ cm}^{-1}$ が実現可能であることが判明した。