

大面積フォトリック結晶レーザのための面内均一性の評価

Investigation of in-plane uniformity for realizing large-area photonic crystal lasers

○福原 真¹, De Zoysa Menaka¹, 吉田昌宏¹, 國師渡², 石崎賢司¹, 河崎正人³, 初田蘭子¹, 田中良典¹, 野田 進¹ (京大院工¹, ローム基礎研究開発部², 三菱電機先端総研³)

○S. Fukuhara¹, M. De Zoysa¹, M. Yoshida¹, W. Kunishi², K. Ishizaki¹, M. Kawasaki³, R. Hatsuda¹, Y. Tanaka¹, S. Noda¹ (Kyoto Univ.¹, ROHM Semiconductor², Mitsubishi Electric³)

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

【序】 フォトリック結晶レーザ(PCSEL)は、活性層近傍に設けた2次元フォトリック結晶(PC)におけるバンド端共振効果を活用した大面積コヒーレント半導体レーザである。最近、我々は、高ビーム品質を維持したまま大面積・高出力動作が可能なPCSELの格子点としてダブルホール構造を提案・実証している¹⁾。前回、大きさの異なる楕円ダブルホールを導入し、発振面積が300 μm 角のPCSELを作製し、 $M^2 \leq 2$ においてピーク出力4.5 W動作を実証した²⁾。さらに、現在、より大面積で動作可能なダブルホールPCSELの作製・評価に取り組んでいる³⁾。このような大面積コヒーレント動作において、フォトリック結晶の面内均一性が重要となる。今回、微小領域で局所的にレーザ発振する複数のPCSELをアレイ化・同時駆動し、発振波長分布を測定することで、面内均一性を評価したので報告する。

【試料】 作製した試料構造の断面の模式図を図1に示す。試料の作製において、まず、n-GaAs基板の上に、n-AlGaAsのクラッド層、AlGaAs/InGaAs多重量子井戸層(MQW)、フォトリック結晶形成用p-GaAs層を成長した。ここで、MQWの発光波長は $\sim 940 \text{ nm}$ とした。次に、p-GaAs層には、格子定数 $\sim 280 \text{ nm}$ のフォトリック結晶面を導入した。今回は、面内一次結合係数(κ_3)が $\sim 2000 \text{ cm}^{-1}$ 程度と大きい、すなわち、狙いの微小面積でも発振が可能な正方格子シングルホールフォトリック結晶を採用した。続いて、フォトリック結晶上に、p-AlGaAsのクラッド層及びp⁺キャップ層を再成長した。その後、微小領域毎に電流注入が出来るように、p側に、直径30 μm 、間隔110 μm の分割電極(61個)を三角格子状に導入した。

これらの複数の電極は、直径 $\sim 900 \mu\text{m}$ の領域の評価を可能とする。本構造において、分割したp電極が互いに電氣的に繋がっており、微小領域に同時に電流注入が可能である(図1)。この際、面内相互引き込み⁴⁾が起こらないように、電極間隔を十分に離れた。最後に、n側に窓電極を形成した。

【結果】 窓電極側(n側)から観測した発振後の近視野像を図2(a)に示す。同図より、各微小領域において同時発振が確認出来る(対称なシングルホール格子点ゆえ各領域はリング発振をしている)。各領域の発振スペクトルから発振波長を抽出し、プロットすると図2(b)のようになる。同図より、全面(直径 $\sim 900 \mu\text{m}$ 程度)において、最大の波長差は $\sim 0.326 \text{ nm}$ であり、標準偏差は $\sim 0.063 \text{ nm}$ であった。これらの変化がフォトリック結晶の格子定数の変化によって生じると仮定すると、最大の格子定数の変化量は $\sim 0.097 \text{ nm}$ 、標準偏差は $\sim 0.019 \text{ nm}$ 程度に留まっていると言え、極めて均一性が高い。詳細は当日報告する。**【謝辞】** 本研究はJST ACCELおよび文科省光拠点の支援を受けた。**【文献】** [1] 吉田他, 2016年秋応物 15p-B4-16. [2] 吉田他, 2017年春応物 15a-E205-1. [3] 吉田他, 本応物予稿集. [4] 小林他, 2016年春応物 21a-S621-9.

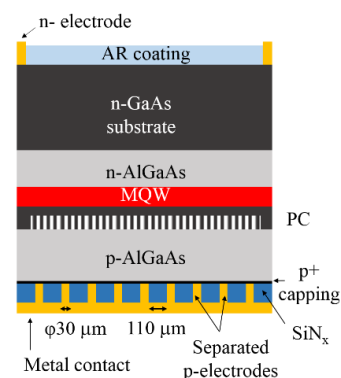


Fig. 1. Schematic diagram of the PCSEL structure

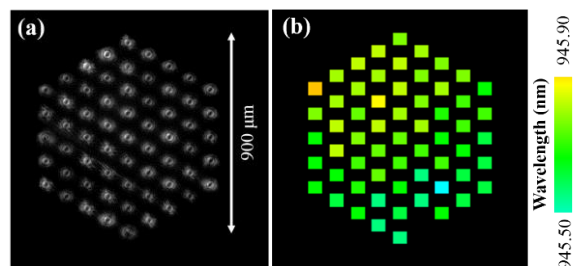


Fig. 2. (a) Near-field pattern after lasing. (b) Distribution of lasing wavelength of separated p-electrodes.