

フォトニック結晶レーザの機能性付加に向けた表面加工の検討

Study of Surface Processing onto Photonic-Crystal Surface-Emitting Lasers

京都工繊¹, 京大院工², ○北村 恭子^{1, 2}, 安田 大貴², 野田 進²

Kyoto Inst. Tech.¹, Kyoto Univ.², Kyoko Kitamura^{1, 2}, Daiki Yasuda², Susumu Noda²

E-mail: kyoko@kit.ac.jp

フォトニック結晶レーザは、フォトニック結晶面内で定在波共振状態を形成し、その一部を面上方へ回折させることで出力を得るレーザである。我々はこれまでに、共振器となるフォトニック結晶の格子点形状・配列を変化させることにより、単峰形状やドーナツ形状などのビーム形状の制御および、直線偏光や径偏光などの偏光の制御を報告してきた[1]。極最近では、変調フォトニック結晶の導入や、フォトニック結晶の立体的な形状の制御による、ビーム出射方向制御[2]や、円(楕円)偏光ビーム出射[3]などを報告している。このようなフォトニック結晶の設計、すなわち、共振器の設計による多彩な出射ビーム制御の一方で、レーザ表面の加工自由度に着目すると、出射ビームに対する空間的な位相制御や、固体浸レンズの作製など、さらなる機能性を付加できると期待できる。そこで、今回、このようなフォトニック結晶レーザにおける表面加工の検討を行った。一例として、単峰ビームを出射するフォトニック結晶レーザに対して、周回方向に空間的に位相操作を与えるような構造を作製し、その出射ビーム特性について評価した結果を報告する。

図1に今回作製するデバイス構造を示す。フォトニック結晶には、単峰性のビームを出射する、二等辺三角形構造を用い、そのレーザ表面に対して、周回方向で、位相が 2π 変化するように8段階での膜厚制御を行った。加工は、出射面において絶縁膜となるSiN層の下層にあるGaAs層に対して行い、フォトニック結晶の設計発振波長を考慮し、40 nmずつ深さを変化させる構造とした。発光領域を規定する裏面電極と精密に位置合わせしたフォトリソグラフィーを用いて、マスク形成と、化学エッチングとを、3回繰り返すことで、このような形状の作製を行った。図2に加工後の表面原子間力顕微鏡像を示す。エッチング速度・時間を制御することで、円周方向におよそ40 nmずつの深さ変化を与えることができています。このような表面加工を施したデバイス(a)と、表面加工を施していないデバイス(b)との遠視野像を図3に示す。表面加工を施した場合、遠視野像の中心に暗部が形成されていることがわかる。これは、出射ビームに対して周回方向に空間的に位相操作が行われた結果、中心に位相特異点が生じたものと考えられる。作製プロセスや、出射ビームの位相特性など、詳細は当日報告する。なお、本研究の一部は、科研費・挑戦的萌芽研究(2560059)、村田学術振興財団研究助成、文科省光拠点およびJST-ACCELからの支援を受けた。

【文献】[1] E. Miyai, et al., *Nature* **441** 946 (2006). [2] 安田 他, 本応物. [3] 前川 他, 本応物.

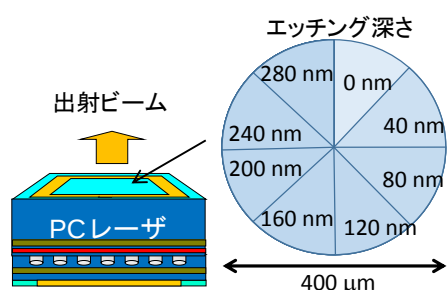


図1. デバイス構造: 出射表面に対して周回方向で 2π の位相変化を与えるような膜厚制御を行う

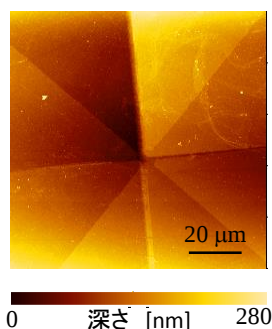


図2. 加工表面の原子間力顕微鏡像

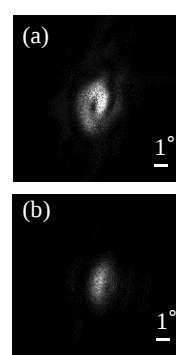


図3. 遠視野像: (a) 表面加工有 (b) 表面加工なし