## フォトニック結晶レーザーにおける面内相互引き込み現象の定量評価

Quantitative evaluation of in-plane mutual-locking of photonic-crystal lasers <sup>o</sup>深谷昌弘, De Zoysa Menaka, 中川祐一朗, 井上卓也, 石崎賢司, 吉田昌宏, 初田蘭子, 野田進 (京大院工) <sup>o</sup>Masahiro Fukaya, Menaka De Zoysa, Yuichiro Nakagawa, Takuya Inoue, Kenji Ishizaki, Masahiro Yoshida, Ranko Hatsuta, Susumu Noda (Kyoto Univ.) E-mail: fukaya\_masahiro@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] フォトニック結晶レーザーは、2 次元フォトニック結晶の大面積バンド端共振効果を用いた半導体 レーザーである。本レーザーにおいて、発振波長などの特性が異なる近接した領域を同時に駆動させる と、駆動領域全体が同期して発振する、面内相互引き込み現象が起こり得ることを定性的に示した<sup>1)</sup>。こ のような相互引き込み現象は、フォトニック結晶レーザーの大面積コヒーレント発振の基礎になると考 えられ、積極的に利用することで、オンデマンドな発振状態の制御も期待できる。そこで、前回は、時 間依存 3 次元結合波理論より、面内相互引き込み現象の定量的な数値解析を行った<sup>2)</sup>。今回は、相互引き 込み現象の詳細な定量的実験評価を行い、理論解析と比較検討を行った結果を報告する。

[試料]図1に、選択的に駆動できるように作製した レーザーの p 側電極の顕微鏡写真を示す。この試 料では、大面積でコヒーレント発振可能な二重格 子フォトニック結晶共振器を採用した。図1の試 料中心部に、100 µm 角の複数の電極領域があり、 それぞれにアクセスできるように、パッド電極を 設けている。本試料は、隣接する電極の間(d)を 30 µmから 200 µm まで変化させて作製しており、 引き込み現象における隣接領域間の距離依存性を 実験的に調べるためのものである。本試料に対し て、フリップチップボンディングを行い、裏面側 からレーザー光を出力できるようにしている。

[結果] 試料の一領域に、電流(400 mA)を注入し て駆動したときの遠視野像と発振スペクトルを 図 2 に示す。スペクトルから単一モードで発振し ていることがわかり、遠視野像も単峰であること が見て取れる。次に、領域間距離 d=40 µm の 2 領 域(B,C)を個別及び同時駆動させたときの実験結 果をそれぞれ、図 3a と 3b に示す。また、同時駆 動時の解析結果も、図 3c に示す。同図より、個 別駆動時に発振波長が異なるものの、同時駆動時 に、同期して、単一波長で発振していることが分 かる。2 つの駆動領域が並ぶ方向に、遠視野像が 狭くなっていることも確認した。解析との比較検



討により、注入電流の拡がりによって、領域間にもゲインが得られ、2 領域が同位相モードで発振してい ることが分かった。続いて、領域間距離 100 μm と離した場合(J,K)の実験結果及び解析結果を図4に示す。 図 4b の同時駆動時の実験結果より、遠視野像は2つに分裂した形状になっており、かつ、発振スペクト ルにも2つのピークが観測される。図 4c の解析スペクトルにも2つピークが観測でき、それぞれのピー クに対応する遠視野像を分別すると、短波長側のピークは一山の遠視野像(二領域が同位相)となり、 長波長側のピークは二山の遠視野像(二領域が逆位相)になっていることが分かった。このとき、駆動 領域が離れることによって領域間のゲインが減少し、同位相モードに加え、逆位相モードも発振してい ると考えられる。実験の遠視野像では、両者が一緒になって観測されていると考えられる。さらに、領 域間を離すと、それぞれの領域が独立に発振するようになることも分かった。なお、本研究の一部は、 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)および JST-CREST の援助を受けた。

[**文献**] [1] 小林他, 2016 年秋応物, 14p-P14-6 [2] 深谷他, 2019 年秋季応物, 20p-E207-1.