

5mmΦサイズのフォトニック結晶レーザーの動作特性解析

Analysis of lasing characteristics for PCSEs with size of 5 mmΦ

○田中良典, 吉田昌宏, Menaka De Zoysa, 石崎賢司, 野田進 (京大院工)

○Y. Tanaka, M. Yoshida, M. D. Zoysa, K. Ishizaki, S. noda (Kyoto Univ.)

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

【序】 フォトニック結晶レーザー(PCSEL)^[1]は、活性層近傍に配置した2次元フォトニック結晶の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ーである。本レーザーの高出力・高ビーム品質化の鍵は、発振面積を拡大した場合においても、基本モードと高次モードとの閾値利得差 $\Delta\alpha$ を十分に確保することである。我々は、最近、図1に示すような2重格子フォトニック結晶により、デバイスサイズを1mmΦまで拡大しても、十分な $\Delta\alpha > 5\sim 10\text{cm}^{-1}$ が得られることを見出した^[2-4]。今回、様々な2重格子フォトニック結晶に対し、デバイスサイズを5mmΦまで拡大した場合の動作特性解析を行い、高いビーム品質を保ったまま、数100W級の高出力動作が期待出来ることを見出したので報告する。

【解析】 解析には時間領域3次元結合波理論^[5]を用いた。2重格子フォトニック結晶構造として、1mmΦの場合の $\Delta\alpha$ が、(i) $\sim 1\text{cm}^{-1}$ の構造^[3]、(ii) $\sim 5\text{cm}^{-1}$ の構造^[6]、(iii) $\sim 15\text{cm}^{-1}$ の構造^[4]を検討した。発振領域サイズを5mmΦとしたときの、電流-光出力特性(光出力については上下方向への出力の和)の計算結果の一例((ii)の構造)を図2に示す。ただし、基礎吸収 $\alpha_0 = 5\text{cm}^{-1}$ と仮定した。400A注入時に上下合計で300W近い出力が期待出来ることが分かる。次に、400A注入時のスペクトルおよび遠視野像の計算結果をそれぞれ図3(a)(b)に示す。同図より、広がり角($1/e^2$ 幅で定義)は(i)の構造で 0.15° 程度、(iii)の構造では 0.02° 程度と狭出射角のビームが得られることがわかる。図4に、電流に対する M^2 の計算結果($1/e^2$ 幅から計算)を示す。250~400Aの大電流注入時においても、 M^2 は(i)の構造で ~ 10 、(ii)の構造で ~ 5 、(iii)の構造では ~ 1.5 が得られ、これらの結果は、良好なビーム品質で、数100W級動作が期待出来る可能性を示唆している。詳細は当日報告する。

【謝辞】 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NEDO高輝度高効率次世代レーザー技術開発の援助を受けた。

【文献】 [1] M. Imada, S. Noda, et al, *Appl. Phys. Lett.*, **75**, 316 (1999). [2] 吉田, 野田他, 2018年春季応物 19p-C301-7. [3] M. Yoshida, S. Noda, et al, *Nature Materials*, DOI: 10.1038/s41563-018-0242-y. [4] 吉田, 野田他, 本応物予稿集. [5] 井上, 野田他, 2017年秋応物, 6p-A405-9. [6] 吉田, 野田他, 2017年秋応物 6p-A405-2.

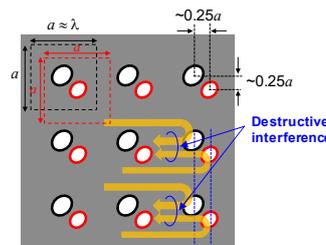


図1 2重格子フォトニック結晶構造

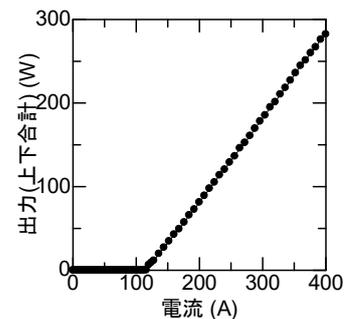


図2 電流出力特性の計算結果

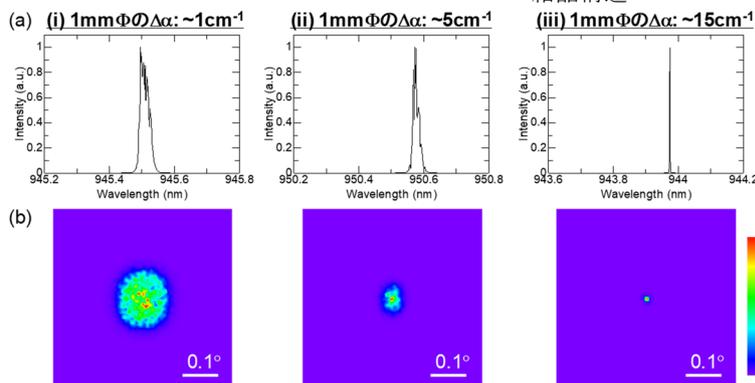


図3 発振領域サイズ5mmΦ、400A注入時の (a)スペクトルの計算結果 (b)FFPの計算結果

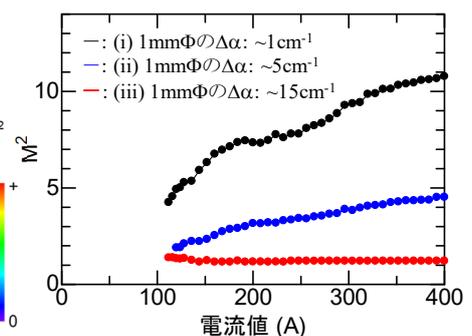


図4 M^2 の計算結果