フォトニック結晶レーザの自励パルス発振の特性評価

Characterization of self-pulsation in photonic-crystal lasers 京大院工 ^O森田遼平、井上卓也、De Zoysa Menaka、石崎賢司、田中良典、野田進 Kyoto Univ. [°]R. Morita, T. Inoue, M. De Zoysa, K. Ishizaki, Y. Tanaka, S. Noda E-mail: moritar@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] フォトニック結晶レーザ(PCSEL)は、2 次元フォトニック結晶のバンド端共振作用を用いた面発光型の半導体レーザである¹⁾。我々はこれまで、PCSELの短パルス・高ピーク出力動作の実現に向け、利得領域と可飽和吸収領域を設けた共振器構造を提案するとともに、実際に試作したデバイスにおいて、パルス幅 100ps 程度の自励パルス発振の観測に成功した²⁾。今回、自励パルス発振を示す PCSEL に、より大きな電流注入を行い、ピーク出力やビーム品質などの詳細な特性評価を行ったので報告する。

[作製構造] 作製した PCSEL の断面の模式図とp側電極の顕微 鏡写真をそれぞれ Fig. 1(a)(b)に示す。p側電極は外径 300µm、 内径 30µm のドーナツ形状である。電極を蒸着しない中央部お よび周囲は、p側表面から活性層まで水素イオン注入を行うこ とで絶縁化しており、300℃のポストアニールによってキャリ ア寿命を調整することで、可飽和吸収領域として機能する。そ の結果、基本発振モードの光密度の大きい中央部において可 飽和吸収効果が生じ、レーザ発振直後の光強度の増加に従い 共振器の損失が大きく減少するため、短パルス・高ピーク出力 発振が得られる。なお、今回のデバイス作製・評価では、PCSEL をヒートシンクへのボンディングを行うことで、前回の試作 構造よりも大きな電流注入下での特性評価を行った。

[実験結果] 作製デバイスに、生じる短パルスの幅や周期より も十分大きな時間幅(>50ns)をもつパルス電流を注入した際の 過渡応答波形について、フォトディテクタおよびサンプリン グオシロスコープ(平均回数 16 回)を用いて測定した結果を Fig.2に示す。3A 以下の電流値においては、Fig.2(a)に示すよ うな連続した短パルス列が得られるのに対し、さらに大きな 電流値では、Fig. 2(b)のように次第に CW 発振に収束していく 波形が得られた。各波形のピーク出力および波形全体の平均 出力の注入電流依存性を Fig.3 に示す。ここで、平均出力は別 途パワーメータを用いて測定した値であり、ピーク出力はフ ォトディテクタの出力波形と平均出力から換算した値であ る。波形全体の平均出力(黒丸)に注目すると、閾値電流は1.0A 程度(~1.4kA/cm²)、スロープ効率はおよそ 0.27W/A であった。 一方、ピーク出力(青丸)については、2.5Aの電流注入において 平均出力の約4倍に相当する1.5Wが得られた。さらに、2A および 4A の電流注入時のビーム品質(M²)の測定を行った結 果、それぞれ M²~1.7 および M²~2.0 となり、高いビーム品質



Fig. 1. (a) Cross section of self-pulsating PCSELs. Proton-implanted region is shown in purple. (b) Microscope image of p-side (bottom) structure of the fabricated self-pulsating PCSEL.



Fig. 2. Transient waveform of the fabricated selfpulsating PCSEL.



Fig. 3. Average power (solid black circles) and peak power (open blue circles) of the fabricated self-pulsating PCSEL as a function of injection current.

を維持していることも明らかとなった。詳細は当日報告する。なお、本研究の一部は、NEDO 高輝度・ 高効率次世代レーザー技術開発の支援を受けた。

[文献] 1) M. Imada et al., Appl. Phys. Lett. 75, 316 (1999). 2) 森田他, 2018 春応物 19p-C301-13.