

屈折率勾配を導入したフォトニック結晶レーザーの 自励パルス発振動作の観測 (II) — 注入電流依存性 —

Observation of self-pulsation operation in photonic crystal lasers with refractive index gradation (II)

— Injection current dependence —

京大院工, [○]井上卓也, 吉田昌宏, 森田遼平, De Zoysa Menaka, 石崎賢司, 野田進

Kyoto Univ., [○]T. Inoue, M. Yoshida, R. Morita, M. De Zoysa, K. Ishizaki, S. Noda

E-mail: t_inoue@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、2 次元フォトニック結晶における大面積バンド端共振作用を利用した高輝度半導体レーザーである²⁾。我々は、これまで、可飽和吸収領域を利用した受動 Q スwitchングにより、パルス幅 35ps 未満・ピーク出力 20W 級の自励パルス発振動作の実証に成功している³⁾。さらに前回、面内に屈折率勾配を導入した PCSEL において、可飽和吸収効果を利用することなく自励パルス発振動作の観測に成功した⁴⁾。今回、上記のデバイスについて、ピーク出力の注入電流依存性等の詳細な評価結果を報告する。

【作製構造および発振原理】 作製した屈折率勾配型 PCSEL の模式図を Fig. 1 に示す。電流注入領域 (直径 1mm) におけるフォトニック結晶のバンド端周波数が線形に変化しており、両端におけるバンド端周波数差の測定結果は約 130GHz である。同デバイスでは、誘導放出の前後で周波数勾配が過渡的に減少し、それにより共振モードの面内損失が過渡的に減少するため、等価的に Q スwitchング動作が生じ、短パルス発振が生じることが期待される⁴⁾。

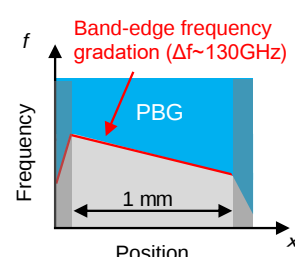


Fig.1. Schematic of a PCSEL with refractive index gradation.

【測定結果】 注入電流 10A における過渡応答特性をストリークカメラの単掃引機能により測定した結果を Fig. 2(a)に示す。繰り返し周波数約 1.3GHz、平均パルス幅約 75ps の自励パルス発振動作が観測された。さらに、注入電流を変化させて、上記の測定を複数回行い、パルス幅および繰り返し周波数の平均値を測定した結果を Fig. 2(b)に示す。同図において、繰り返し周波数は注入電流の増加に伴いほぼ線形に増加したが、これは、注入電流が大きいほど、1 回のパルス発振後にキャリアが再蓄積するまでの時間が短くなるためと考えられる。パルス幅は、注入電流の増加に伴い減少し、最小で 50ps 未満が得られた。さらに本デバイスの平均パワー (出射エネルギーを電流注入時間で除した値) をパワーメータで測定し、そこから各電流値におけるピーク出力を得た結果を Fig. 2(c)に示す。電流 10A において 30W 以上のピーク出力 (平均出力の約 9 倍) が得られており、電流を増加させると、最大で 100W 級のピーク出力が得られた。詳細は当日報告する。

【謝辞】 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および科研費 (20H02655) の支援を受けた。**【文献】** 1) Imada *et al.*, Appl. Phys. Lett. **75**, 316 (1999). 2) Yoshida *et al.*, Nat. Mater. **18**, 121 (2019). 3) 森田他, 2020 春季応物 13p-B401-8. 4) 井上他, 2020 春季応物 14p-B415-4.

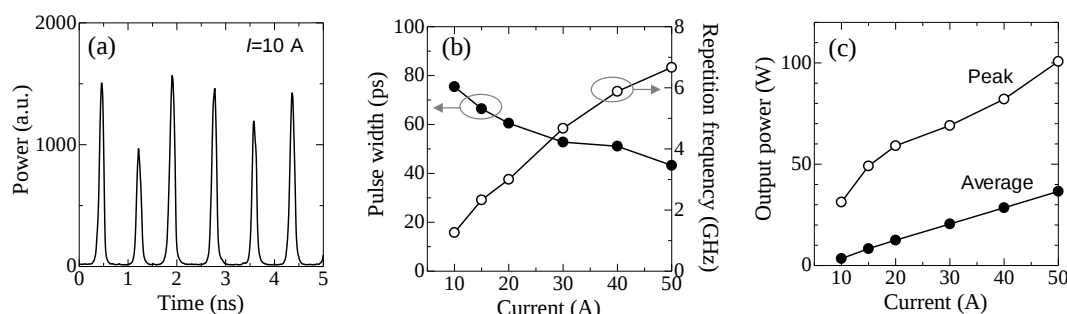


Fig.2. (a) Transient waveform of output power of the fabricated PCSEL with a current injection of 10A. (b) Pulse width and repetition frequency of the device as a function of injection current. (c) Peak and average power as a function of injection current.