

円環可飽和吸収領域を有するフォトニック結晶レーザーの 単一モード自励パルス発振

Single mode operation of self-pulsating photonic-crystal lasers with ring-shaped SA section

京大院工 ○森田遼平、井上卓也、De Zoysa Menaka、石崎賢司、野田進

Kyoto Univ. °R. Morita, T. Inoue, M. De Zoysa, K. Ishizaki, 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ー(PCSEL)は、2次元フォトニック結晶のバンド端共振作用をレーザー共振器として用いた面発光型の半導体レーザーである¹⁾。我々は、PCSELの短パルス・高ピーク出力化のために、デバイス内部に可飽和吸収領域を設けた自励パルス発振 PCSEL について検討している。これまで、円環可飽和吸収領域および中央可飽和吸収領域を有する直径 300 μm のデバイスにおいて、ピーク出力 8 W を超える自励パルス発振を実証した^{2,3)}。ただし、発振初期に高次モード発振が生じる様子が観察された³⁾。今回、円環可飽和吸収領域のみを配置したデバイスを設計・作製した結果、発振領域を直径 400 μm に拡大したデバイスにおいても、単一モード自励パルス発振が得られたので報告する。

[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。電流を注入する利得領域は前回の直径 300 μm から直径 400 μm に拡大しており、その内部に、幅 5 μm の円環可飽和吸収領域を 1 つ配置した構造となる。円環可飽和吸収領域の直径は 250 μm であり、Fig.1 (d) に示す高次モードの光密度の高い場所に位置している。これにより、高次モードの発振を抑制するとともに、基本発振モード (Fig.1(c)) に対して可飽和吸収効果を得ることが可能となる。また、これまでの作製デバイス^{2,3)}とは異なり、電極中央部には可飽和吸収領域を配置しないため、基本発振モードと高次モードの閾値の逆転が生じにくく、発振開始時から完全な単一モードでの自励パルス発振の実現が期待できる。

[実験結果] 作製した PCSEL に、振幅 1.5 A のパルス電流を注入した際の、立ち上がり 5ns 間の過渡応答波形をストリークカメラの単掃引機能を用いて測定した結果を Fig. 2 (a)-(c)に示す。なお、同図(a)のストリーク像は横軸が時間分布、縦軸が空間分布となっており、強度をカラープロットで示している。同図(b)に空間方向を積算した時間波形を示す。パルス幅 73ps、繰り返し周期 0.6ns 程度の安定した自励パルス発振が得られた。同図(c)に時間方向を積算した空間分布を示す。単峰状の空間分布となっており、

Fig.1 (c)に示した基本モードで発振開始時から単一モード発振していることが明らかとなった。また、振幅 2.0 A のパルス電流を注入した際に得られた遠視野像は Fig. 2(d)となり、ビーム拡がり角($1/e^2$)は 0.32° と狭い拡がり角が得られた。複数の円環可飽和吸収領域を有するデバイスの測定結果等、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, 2019 春応物 11p-W631-14. 3) 森田他, 2019 本応物.

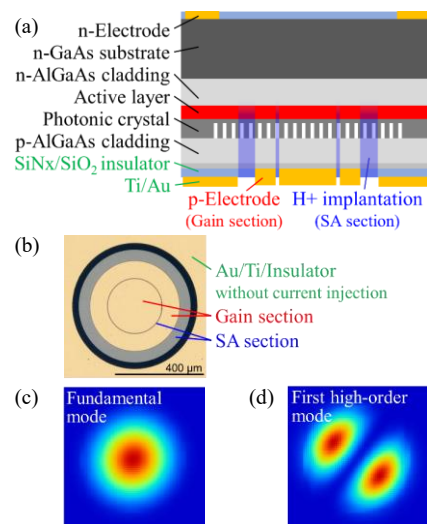


Fig. 1. (a) Cross section of self-pulsating PCSELs. (b) Microscope image of p-side (bottom) electrode of the fabricated self-pulsating PCSEL. (c)(d) Photon distribution of the fundamental and first high-order modes.

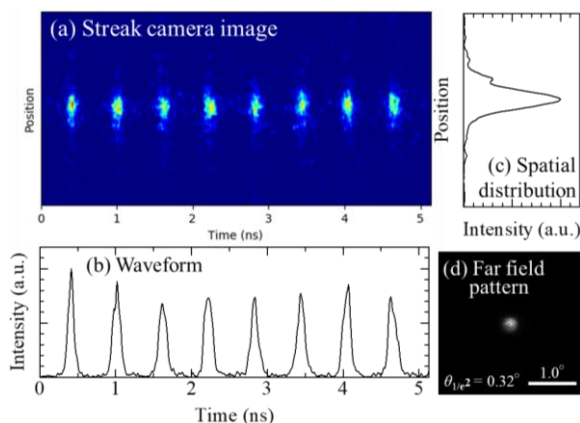


Fig. 2. (a) Streak camera image, (b) temporal waveform, (c) spatial distribution, and (d) Far field pattern of the fabricated self-pulsating PCSEL.