

グラフェン可飽和吸収体を用いた 2.8 μm 帯 Q スイッチ Er:Lu₂O₃ セラミックレーザー

Passively Q-switched 2.8 μm Er:Lu₂O₃ ceramic laser with graphene saturable absorber

阪大レーザー研¹, 核融合研², 三星ダイヤモンド工業(株)³

○上原 日和¹, 時田 茂樹¹, 河仲 準二¹, 小西 大介³, 村上 政直³, 清水 政二³, 安原 亮²

E-mail: uehara-h@ile.osaka-u.ac.jp

3 μm 波長帯中赤外レーザーは、水分に強く吸収されることから、医療や産業分野において極めて有用であり、その高効率・高出力化は急務である。Lu₂O₃やY₂O₃の透光性セラミックスは、ガラスやYAG結晶と比較して高い熱伝導度、低フォノンエネルギーを有するため、適したレーザーホスト材料と考えられる。また、セラミックスは単結晶と比較して安価で容易に作製可能であり、高い機械強度や成形性などの利点も有するため、これらを用いた中赤外レーザーの研究が行われている。これまでに著者らは、Er³⁺添加Lu₂O₃透光性セラミックスを用いて、高い効率と出力を有する室温での2.8 μm 帯cw発振に成功した[1]。さらなる高ピーク出力化を図るため、本研究では、グラフェンを可飽和吸収体として用いた受動Qスイッチングによるパルス発振を試みた。グラフェンの可飽和吸収特性は応答が速く、波長無依存であることから、中赤外域での使用に適していると考えられる。

レーザー媒質として、11 at.% Er³⁺添加Lu₂O₃透光性セラミックスを用いた。2枚の平面ミラー(OC透過率 5%)を組み合わせた共振器内に、20°Cで水冷したEr:Lu₂O₃と単原子層のグラフェンを挿入し、中心波長970 nmのLDで励起することで発振特性を評価した。

図1(a)に平均出力、(b)にQスイッチパルス幅と繰り返し周波数を示す。cw動作において、現在Er:Lu₂O₃セラミックレーザーで報告されている最高出力である2.6 W(11 W励起時)を得た。グラフェン挿入時、図2に示したパルス列が得られ、安定したQスイッチパルス動作を確認した。10.6 W励起時、パルス幅300 ns、繰り返し周波数140kHz、平均出力1.3 Wであった。励起パワーの増加にしたがってパルス幅が短くなり、繰り返し周波数が増加した。パルスエネルギーは最大で9.4 μJ 、ピーク出力33 Wであり、いずれも現在Er:Lu₂O₃で報告されている最大値である。本発表では、多層グラフェンを使用したQスイッチ実験結果についても報告予定である。

Reference

[1] H. Uehara, R. Yasuhara, S. Tokita, J. Kawanaka, M. Murakami, and S. Shimizu, "Efficient continuous wave and quasi-continuous wave operation of a 2.8 μm Er:Lu₂O₃ ceramic laser," Opt. Express 25, 18677 (2017).

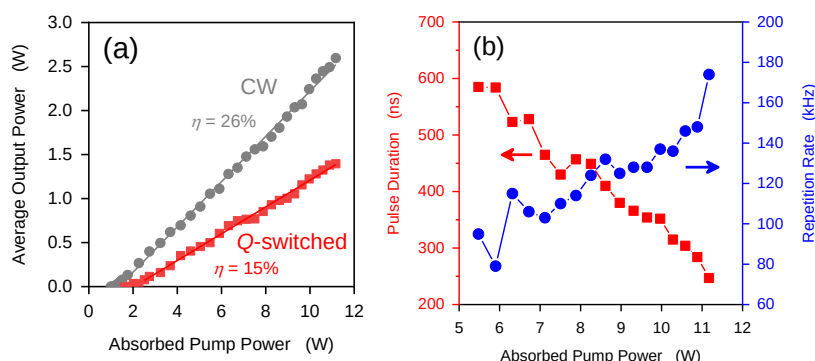


Fig. 1 (a) Average output power as a function of absorbed pump power for cw and Q-switched operation of the Er:Lu₂O₃ ceramic laser. (b) Pulse duration and repetition rate as a function of absorbed pump power.

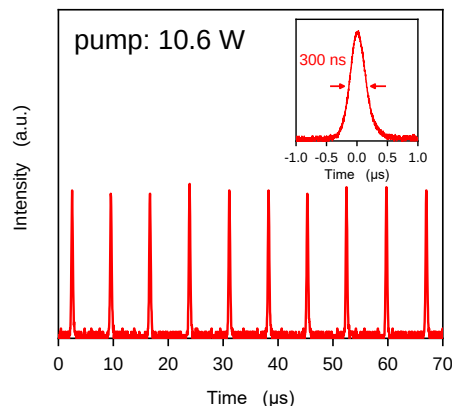


Fig. 2 Typical output pulse train from the Q-switched Er:Lu₂O₃ laser with repetition rate of 140kHz. Inset: Temporal waveform of a pulse in the pulse train.