

グラフェン可飽和吸収体を用いた 2.9 μm 帯受動 Q スイッチ Er:YAP レーザー

Passively Q-switched 2.9 μm Er:YAP laser using graphene saturable absorber

総研大¹, 自然科学研究機構 核融合研² ○(D)河瀬 広樹¹, 上原 日和^{1,2}, 安原 亮^{1,2}

SOKENDAI¹, NINS NIFS², °Hiroki Kawase¹, Hiyori Uehara^{1,2}, Ryo Yasuhara^{1,2}

E-mail: kawase.hiroki@nifs.ac.jp

波長 3 μm 帯の中赤外レーザーは、水分を含んだガラスや生体組織に強く吸収される。そのため、産業や医療分野への高出力 3 μm 帯レーザーの応用が期待されている。現在、高出力 3 μm 帯レーザー光源として、Er 添加固体レーザーの研究が世界で盛んに行われている。Er:YAP は、高い熱伝導率、良好な機械特性、及び低いフォノンエネルギーを持ち、また、3 μm 帯において大きな誘導放出断面積を有することから、高効率な高出力レーザー発振が期待できる。実際に、当グループでは、高効率な 3 μm 帯の連続波 (CW) 発振に成功している[1]。本研究では、さらなる高ピーク出力を得るために、グラフェンを可飽和吸収体として用いた Er:YAP の受動 Q スイッチ発振を試みた。グラフェンは、高いダメージ閾値、低コストで作製可能、及び波長依存性が無いことから、3 μm 帯における受動 Q スイッチング用の可飽和吸収体として有望である。実際に、グラフェンを用いた受動 Q スイッチ発振がいくつも報告されている。

本研究では、16°C に冷却されている 5 at.% Er:YAP と単層のグラフェンを 2 枚の平面ミラーで構成された共振器内に挿入し、中心波長 976 nm の半導体レーザーで励起することで、受動 Q スイッチ発振の実証を試み、また発振特性を評価した。

図 1 において、CW 発振と Q スイッチ発振時の平均出力を示す。CW 発振時には、Er:YAP CW レーザーとして最高出力 1.17 W が得られた。一方、Q スイッチ発振時には、スロープ効率 13%、平均出力 503 mW (5.64 W 励起時) が得られた。この時、時間波形から、安定したパルス発振を確認した。最大繰り返し周波数 114 kHz、最短パルス幅 460 ns が得られた。また、励起パワーの増加に従って、パルス幅は短くなり、繰り返し周波数は増加した。得られた最大パルスエネルギーは 5.1 μJ 、最大ピークパワーは 10 W であった。以上から、世界で初めて単層グラフェンを可飽和吸収体として用いた 2.9 μm 帯受動 Q スイッチ Er:YAP レーザーのパルス発振を実証した。

参考文献

[1] H. Kawase, and R. Yasuhara, Opt. Express., **27**(9), 12213-12220 (2019).

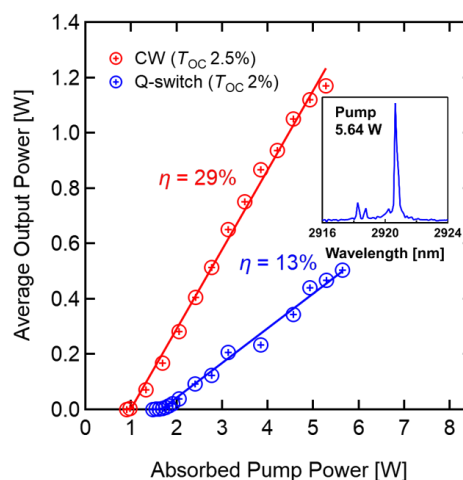


Fig.1. Average output power as a function of absorbed pump power for CW and Q-switched operation using Er:YAP. Inset: Lasing wavelength of Q-switched operation.