

Cr⁴⁺:YAG 可飽和吸収体を用いた受動 Q スイッチ Pr³⁺ファイバレーザ

Passively Q-switched Pr³⁺-doped Fiber Laser with Cr⁴⁺:YAG as a Saturable Absorber

慶大理工 ○田中 裕樹, 狩山 了介, 小城 絢一郎, 神成 文彦

Keio Univ. ○Hiroki Tanaka, Ryosuke Kariyama, Junichiro Kojou and Fumihiko Kannari

E-mail: kannari@elec.keio.ac.jp

Pr³⁺イオンはシアン(479 nm)から赤外(720 nm)に渡る広い波長帯域において多数の光学遷移を持っている. Pr³⁺イオンをドープしたフッ化物は安定な可視レーザを実現することが知られており, 中でも Pr³⁺イオンをドープしたフッ化アルミニウム系フッ化物ファイバガラスは優れたレーザホストであり, シアン(491 nm), 緑(520 nm), オレンジ(605 nm), 赤 (635 nm), 近赤外(715 nm)という複数の可視及び近赤外波長帯における高効率な cw レーザ発振が確認されている[1]. Pr³⁺イオンは 440 nm 付近に吸収ピークを持っており, 青色 InGaN 半導体レーザ(~440 nm)の登場によってこの吸収帯への, 高効率な直接励起が可能となり, 高出力化が期待される.

Cr⁴⁺:YAG 結晶は以前より Nd:YAG レーザをはじめとする 1 µm 波長帯に対して可飽和吸収特性を示すことが知られていたが, 我々は, この Cr⁴⁺:YAG 結晶が可視光に対しても可飽和吸収体として働くことを見出し[2], 既に Pr³⁺:LiYF₄ 固体レーザによってオレンジ(607 nm), 赤(639 nm)の 2 つの波長帯において受動 Q スイッチ動作を確認した.

これまで我々は AOM(Acousto-optic modulator)を用いた Pr³⁺:フッ化ガラスファイバレーザの能動 Q スイッチ及び, プリズムや回折格子による波長可変レーザを実現している[3]が, 今回我々が紹介する Cr⁴⁺:YAG 結晶を可飽和吸収体を用いた Pr³⁺:フッ化ガラスファイバレーザの受動 Q スイッチ動作は初めての試みである.

Fig. 1 にファイバレーザのセットアップを示す. 用いたファイバは住田光学ガラス製のコア径 8 µm, NA0.23, ファイバ長 4 cm, ドープ濃度は 3000 ppm のものであり, その両端面は垂直にカットされ, 可視域に渡って AR コートされている. 励起には青色 InGaN 半導体レーザ (444 nm)を用いており, この波長帯に対する吸収係数は非常に大きく, 4 cm という短いファイバ長であっても励起光を十分吸収することが出来る. 励起光は非球面レンズとシリンドリカルレンズによって集光され, その集光スポットがファイバのコア径よりも小さくなるよう設計した. 共振器は 2 枚の平面鏡によって構成されており, ファイバから出たレーザ光はレンズによってコリメートされ, さらにレンズ対によって作られた集光点に Cr⁴⁺:YAG 結晶を配置した. 今回, 複数の可視域発振波長の内, オレンジ(607 nm), 及び赤(639 nm)における受動 Q スイッチ動作を試みた.

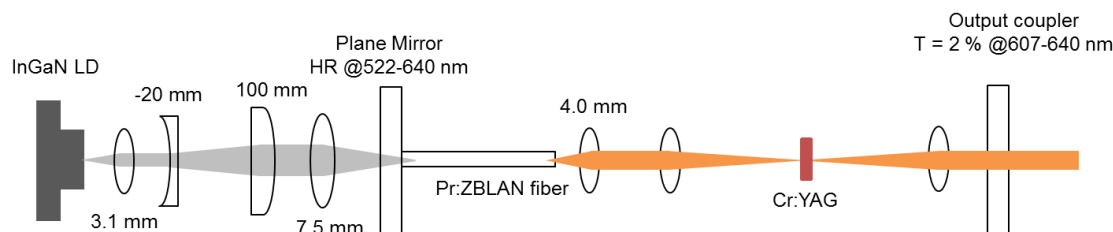


Fig.1 Experimental setup of passively Q-switched Pr³⁺-doped fiber laser by using Cr⁴⁺:YAG crystal as a saturable absorber

[1] R.G. Smart, J.N. Carter, A. C. Tropper, D. C. Hanna, S. T. Davey, S. F. Carter, D. Szebesta, Optics Communications 86 (1991) 333–340.

[2] R. Abe, et al. Appl. Phys. Express. 6 (2013) 032703.

[3] J. Kojou, Y. Watanabe, P. Agrawal, T. Kamimura and F. Kannari, Optics Communications 290 (2013) 136-140.