

赤色 638nm 直接発振 Pr:WPFGF レーザーの高出力化Ⅲ

Improvement of output power at 638 nm in wavelength by direct oscillation with Pr:WPFGF laser (Ⅲ)

(株)ニデック¹, 阪大レーザー研², 近畿大学³, (株)住田光学ガラス⁴○中西 淳¹, 山田毅¹, 村上元一郎², 藤本靖², 吉田 実³, 石井修⁴, 山崎正明⁴Nidek Co.,Ltd.¹, ILE Osaka Univ.², Kinki Univ.³, Sumita Optical Glass, Inc.⁴J.Nakanishi¹, T.Yamada¹, M.Murakami², Y.Fujimoto², M. Yoshida, O.Ishii³, M.Yamazaki³

E-mail: jun_nakanishi@nidek.co.jp

1. はじめに プラセオジム(Pr^{3+})を添加した Waterproof Fluoro-aluminate Glass Fiber (以下, Pr:WPFGF)は, 医療応用(眼科)及びレーザーディスプレイやプロジェクターなどの表示機器への応用が可能な可視域の多波長発振が可能な材料である. 我々はこれまでに Pr:WPFGF の両端面に誘電体多層膜をコーティングした共振器を, 波長 444nm の GaN-LD で励起することで, 1W 以上の青緑 493nm, 緑色 522nm 及び赤色 638nm を得ることに成功している[1-3]. 本報告では, これまでに得られている実験結果を基に, 638nm の共振器の設計を行い, 発振出力の向上を目指した実験結果と理論検討について報告する.

2. 実験・結果 Pr:WPFGF には Pr^{3+} を 3,000ppm 添加し, コア径は LD のエミッタサイズ及び出射 NA とのマッチングより $14\mu\text{m}$ を用いた. 有効長は励起光の吸収率の向上を目的として, 従来の 40mm(吸収率 74.9%)から 60mm(吸収率 96.0%)に変更した. 最大励起強度時に出力が最大となるように, 共振器ミラーの反射率を最適化し, 出射面の反射率を 60%@638nm とした.

励起光の入射ピーク強度 4.7W(パルス駆動(duty50%))までの入出力特性を Fig. 1 に示す. 最適化前の 638nm(図中○)と比較して, 最大出力は 0.43W 向上し, 赤色 638nm の発振閾値は 194mW, 最大出力 1.80W が得られた. 赤色の発振スペクトルはピーク波長 638.6nm(半値全幅 1.9nm)であった.

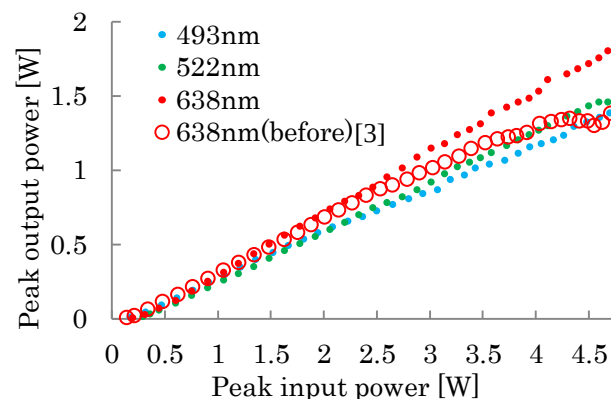


Fig. 1 Output characteristics of Pr:WPFGF laser

3. まとめ 本実験結果より励起光源の強度と吸収率及び励起密度に合った共振器ミラーの反射率を設計することで 1.8W@638nm 光が得られ, 眼科医療応用(光凝固装置)への実用可能な出力を得ることが出来た.

共振器設計時に試算した励起強度 4.7W 時に得られる理論上の最大出力は 2.2W であり, 0.4W(18.1%)の差がある. 638nm に対する Pr^{3+} の蛍光強度は温度が上昇することで, 蛍光強度は低下する. Pr:WPFGF の内部損失よりレーザー媒質の温度が上昇し, 蛍光強度が低下した事が原因と考えられる. 共振器設計時には Pr^{3+} の蛍光強度の温度依存性は考慮していない.

同様に 493nm 及び 522nm においても共振器を最適化することで, 理論上 2W 以上の出力が得られると考えられる.

[1] J. Nakanishi, T. Yamada, T. Suzuki, M. Yoshida, M. Murakami, Y. Fujimoto, O. Ishii and Y. Yamazaki, 33th Annual Meeting of The Laser society of Japan(2013), 30pIX-2.

[2] J. Nakanishi, T. Yamada, M. Murakami, Y. Fujimoto, O. Ishii and M. Yamazaki, CLEO 2013, JTu4A.

[3] J. Nakanishi, T. Yamada, Y. Fujimoto, O. Ishii and M. Yamazaki, CLEO 2012 CM2N.4.