

LD 直接励起モード同期 Cr^{4+} :YAG 単結晶ファイバーレーザー

Mode-Locked Oscillation of Directly LD-Pumped Cr^{4+} :YAG Single-Crystal Fiber Laser

石橋 茂雄 (日本電信電話株式会社 NTT 先端集積デバイス研究所)

Shigeo Ishibashi (NTT Device Technology Labs, NTT Corporation)

E-mail: ishibashi.shigeo@lab.ntt.co.jp

医療・産業分野に於けるフェムト秒レーザーの普及を図るため、モード同期レーザーの省コスト化が求められている[1]。そこでテラヘルツ波発生に有用なモード同期 Cr^{4+} :YAG レーザーの励起光源を固体レーザーから半導体レーザー(LD)に置き換えることを目的として、単結晶ファイバー(直径約 $120\ \mu\text{m}$)に外部共振器を組み合わせたレーザー構成の研究を進めてきた。固体レーザー($\text{Nd}:\text{YVO}_4$)励起では、この構成により基本横モードが発振モードとして選択され、中心波長 $1.52\ \mu\text{m}$ 、パルス幅 $120\ \text{fs}$ の安定なモード同期動作が得られることをすでに確認している[2]。さらに今回は、所期の目標の LD 直接励起の実験を行い、モード同期発振に成功したので報告する。

Fig. 1 に実験系を示す。前回[2]の共振器と異なる点は、単結晶ファイバーの片端近傍に励起光(波長 $0.98\ \mu\text{m}$)が透過し、発振光が反射する 45° 入射ミラーを設置したことである。ストライプ形状 $1\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$ 、最大出力 $17\ \text{W}$ の LD からの出射光を高効率に単結晶ファイバーに結合させるため、LD 端面に近接させた円柱レンズと f50 の円筒レンズによりビームを平行化し、これを f36 のレンズで集光する。Fig. 2 に強度自己相関波形(a)、発振スペクトル(b)を示す。励起光入力 $12.3\ \text{W}$ の場合に、パルス幅 $137\ \text{fs}$ が測定された。この時の M^2 値の測定結果は X: 1.1, Y: 1.2 となり、基本横モード発振と評価できる(Fig. 3)。多モード導波路の単結晶ファイバーであっても、外部共振器との組み合わせにより基本横モードが選択され、LD 直接励起でフェムト秒パルス発振し得ることを初めて実証した。

謝辞: 有益なご助言を賜った NTT アドバンステクノロジー株式会社 長沼 和則 博士に謝意を表す。

[1] 信学技報, vol. 114, no. 185, CPM2014-43, pp. 1-6, 2014 年 8 月。 [2] S. Ishibashi et al., Opt. Express **22**, 6764-6771 (2014).

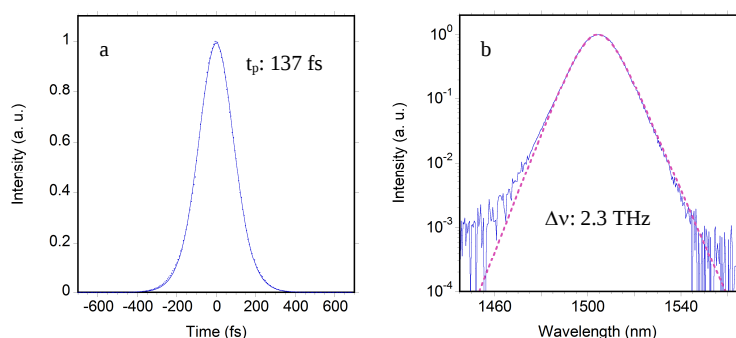


Fig. 2. Mode-locked Cr^{4+} :YAG single-crystal fiber laser with direct LD-pumping: (a) Intensity autocorrelation and; (b) Oscillation spectrum.

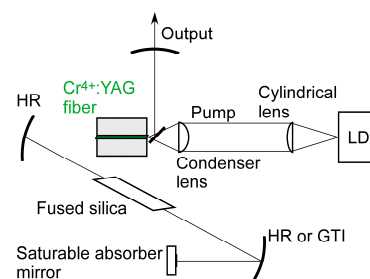


Fig. 1. Schematic of a directly LD-pumped Cr^{4+} :YAG single-crystal fiber laser. HR: High-reflection mirror, GTI: Gires-Tournois interferometer mirror.

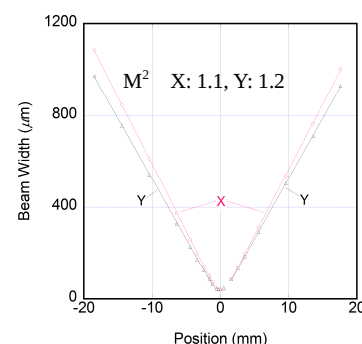


Fig. 3. Beam widths after a focusing lens during a mode-locked operation.