

二偏波励起による偏波多重モード同期ファイバーレーザー

Polarization-Multiplexed Mode-Locked Fiber Laser with Dual-Polarization Pumping

東大先端研¹ [○](M2) 宇山 康太¹, 白畑 卓磨¹, 金 磊¹, セット ジイヨン¹, 山下 真司¹

RCAST, The Univ. of Tokyo¹

[○]Kota Uyama¹, Takuma Shirahata¹, Lei Jin¹, Sze Yun Set¹ and Shinji Yamashita¹

E-mail: uyama@cnp.t.u-tokyo.ac.jp

繰り返し周波数の異なる二つの光周波数コムを用いた分光計測や距離計測は、高速で高分解能な計測手法として注目されている[1, 2]。二つの光周波数コムを単一の光共振器内で発生させる手法は、雑音をキャンセルできるという特長を有するため盛んに研究されており、コストや安定性に優れた光ファイバーを用いる手法が多く提案されている[3]。筆者らは先行研究において、偏波依存損失 (PDL) を調整することにより、偏波維持 (PM) 構成の単一光共振器中での偏波多重モード同期動作を実証した[4]。この報告では PM ファイバーの軸反転区間を作ることで PDL を補償する機構を用いたが、微調整のための機械的な駆動部を必要とする問題点があった。そこで本研究では、利得媒質として利用しているエルビウム添加ファイバー (EDF) の励起光偏波を多重することにより、機械的な調整機構を用いることなく偏波多重モード同期動作を実現した。

Figure 1 に示す光共振器構成により、同方向偏波多重動作を確認した。利得媒質と可飽和吸収体には、それぞれ PM-EDF とフェルルール端面にスプレーしたカーボンナノチューブを用いた。波長 976 nm のレーザーダイオード (LD) を二台用意し、90 度回転融着によって一方の LD から出力される光の偏波を速軸に切り替えた後、光カプラ (OC) により合波し、PM-EDF を励起する。共振器内を伝搬する光は、二箇所 90 度回転融着点において偏波軸を遅軸 (速軸) から速軸 (遅軸) へと切り替わり、偏波モード間における PDL が減少する。さらに二つのモード同期パルス間の繰り返し周波数差 (Δf_{rep}) は繰り返し周波数 f_{rep} 、複屈折率 B 、コアの屈折率 n 、共振器長 L および 90 度回転融着点間の長さの差 ΔL を用いて

$$\Delta f_{\text{rep}} = f_{\text{rep}} B \frac{\Delta L}{nL} \quad (1)$$

と表される。

遅軸と速軸の励起光パワーを 164 mW と 198 mW とした場合に偏波多重動作を観測し、Output-1 と Output-2 の平均出力パワーはそれぞれ 4.34 mW と 3.67 mW であった。Figure 2 は帯域幅 1GHz の光検出器と分解能帯域幅を 30Hz に設定した RF スペクトラムアナライザを用いて測定した結果であり、Output-1 と Output-2 の繰り返し周波数はそれぞれ 19.024664 MHz と 19.023489MHz である。従って二つのモード同期パルス間の繰り返し周波数差は 1150 Hz であり、式 (1) において複屈折率の典型値 $B = 3.88 \times 10^{-4}$ を用いて計算した値と概ね一致している。我々が提案・実証した二偏波励起方式は、偏波間の利得競合を補償し偏波多重発振させるための効果的な手法である。

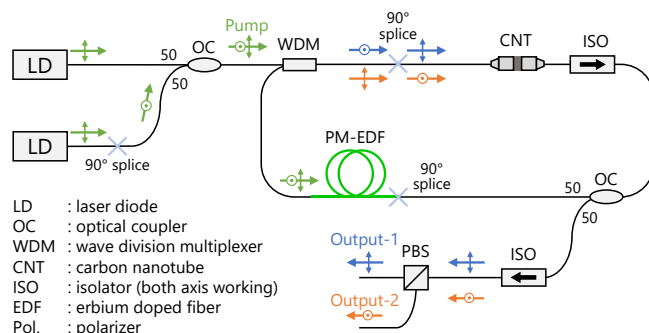


Figure 1. Configuration of polarization-multiplexing mode-locked fiber laser.

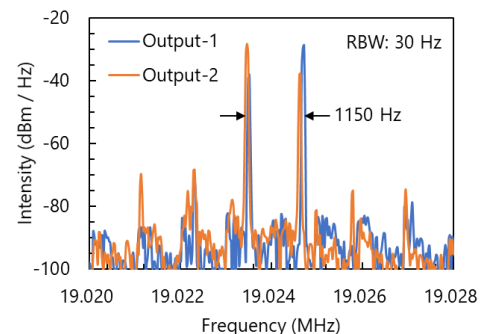


Figure 2. RF spectra which are obtained from polarization-multiplexing mode-locked fiber laser.

[1] I. Coddington *et al.*, *Optica* **3**, 414 (2011).

[2] I. Coddington *et al.*, *Nat. Photonics* **3**, 351 (2009).

[3] X. Zhao *et al.*, *J. Phys. Photonics* **2**, 042006 (2020).

[4] K. Uyama *et al.*, *CLEO, SW4R.2* (2020).