

# 1f-2f 干渉法を用いた高繰り返しモード同期 Yb ファイバレーザの位相制御

Phase stabilization of high-repetition-rate optical frequency comb based on a mode-locked Yb fiber laser by use of 1f-2f interferometer

○安井 英顕<sup>1,2</sup>、徐 博<sup>1,2</sup>、中嶋 善晶<sup>1,2</sup>、張 志剛<sup>3</sup>、美濃島 薫<sup>1,2</sup>

(1. 電通大、2. JST, ERATO 知的光シンセサイザ、3. 中国 北京大学)

○Hideaki Yasui<sup>1,2</sup>, Bo Xu<sup>1,2</sup>, Yoshiaki Nakajima<sup>1,2</sup>, Zhigang Zhang<sup>3</sup>, Kaoru Minoshima<sup>1,2,\*</sup>

(1. The University of Electro-Communications, 2. JST, ERATO Intelligent Optical Synthesizer (IOS), 3. Peking Univ., China)

\*E-mail: k.minoshima@uec.ac.jp

光コムは、周波数計測を始め、分光、センシング、天文など多くの分野で有用であり、その高繰り返し化は重要な要素のひとつである。モード同期 Yb ファイバレーザは利得媒質の利得が大きいと高繰り返し化に適している。我々は、前回、周波数絶対値を制御した Er ファイバコムに対して安定化した CW レーザとのモードビートを用いて、モード同期 Yb ファイバレーザの周波数絶対値の制御を行った[1]。今回はモード同期 Yb ファイバレーザのみを用いて 1f-2f 干渉法によりキャリアエンベロープ周波数 $f_{ceo}$ 検出及び周波数絶対値の制御を行った。

光源は、Yb ドープファイバ (1600 dB/m) を利得媒質とする、半導体レーザ双方向励起の非線形偏波回転モード同期によるリング型共振器のモード同期 Yb ファイバレーザである[2]。出力特性は、中心波長 1046 nm、繰り返し周波数 $f_{rep} = 750$  MHz で、励起 LD の高出力化により、約 680 mW (励起光出力 2.1 W) と共振器直接出力の高出力化を実現した。さらにモード同期に用いる共振器内の波長板を機械的に安定化するなどの改良により、共振器の安定性を向上させた。次に、共振器出力を Tapered-PCF に入力し、光増幅器を使用せずに広帯域光発生を行った。Tapered-PCF への入力パワーの向上やカップリングの最適化を行い相対強度 10 dB の範囲で 600 nm-1240 nm に及ぶ 1 オクターブ以上の広帯域光を得ることができた(図 1)。この広帯域光のうち長波長 1200 nm 成分と短波長 600 nm 成分をダイクロイックミラーでわずかに分離し、分散補償を行った後に共通光路に非線形光学結晶に設置して第 2 高調波を発生させる。このように、ほぼ共通光路の 1f-2f 干渉計を構築することで安定に高い SN 比 43 dB の $f_{ceo}$ ビート信号を検出できた(図 2)。さらに励起電流に対してフィードバック制御を行うことにより検出した $f_{ceo}$ ビート信号をマイクロ波基準に安定化制御をした。そのアラン偏差を図 3 に示すが、カウンターによる測定限界の安定度が実現されたことがわかる。前回同様、 $f_{rep}$ は共振器内 PZT 素子を用いてマイクロ波基準に安定化制御をしており、モード同期 Yb ファイバレーザの光コムを周波数標準に絶対値制御することができた。本研究は JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザの助成を受けた。

[1]安井 英顕,徐 博,中嶋 善晶,張 志剛,美濃島 薫 (第 76 回応用物理学会 13p-2G-11)

[2] C. Li, G. Wang, T. Jiang, A. Wang, Z. Zhang, Opt. Lett. 38,314(2013) .

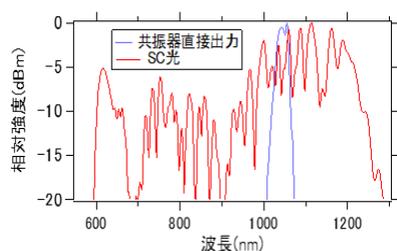


図 1 広帯域光のスペクトル

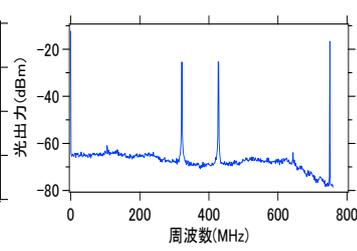


図 2  $f_{ceo}$  ビート信号

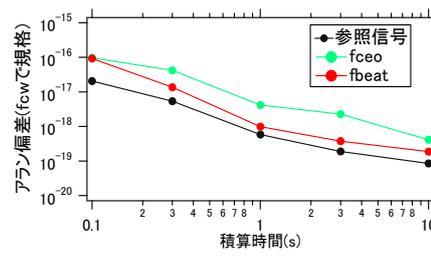


図 3 安定化制御時のアラン偏差