

電気光学変調器組み込み型モード同期 Er ファイバレーザによる 高品位高速制御コムの開発

Development of high-speed controllable frequency comb based on mode locked Er fiber laser with integrated electro-optic modulator

○吉田 悟^{1,2}、塩川 直幸³、白川 正之³、中田 和明^{1,2}、小倉 隆志^{4,2}、西山 明子^{1,2,5}、
中嶋 善晶^{1,2}、徳永英司³、安井 武史^{4,2}、山本 義典⁶、平野 正晃⁶、美濃島 薫^{1,2,*}

(1. 電通大、2. JST, ERATO 知的光シンセサイザ、3. 東京理科大、4. 徳島大学、5. JSPS、6. 住友電工)

○Satoru Yoshida^{1,2}, Naoyuki Shiokawa³, Masayuki shirakawa³, Kazuaki Nakata^{1,2},

Takashi Ogura^{4,2}, Akiko Nishiyama^{1,2,5}, Yoshiaki Nakajima^{1,2}, Eiji Tokunaga³, Takeshi Yasui^{4,2},

Yoshinori Yamamoto⁶, Masaaki Hirano⁶, Kaoru Minoshima^{1,2,*}

(1.Univ. of Electro-Communications (UEC), 2.JST, ERATO Intelligent Optical Synthesizer (IOS),

3.Univ. of Tokyo Science, 4.Tokushima Univ., 5.JSPS, 6.Sumitomo Electric Industries)

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

モード同期 Er ファイバレーザを用いた光コムは、長期安定動作が可能で実用性にすぐれ、絶対距離測定や分光などに用いられている。一方、励起光の強度雑音や外乱が周波数ノイズや不安定性をもたらすため高品位な制御が必要である。光コムの繰り返し周波数(f_{rep})の制御にはピエゾ素子が広く用いられているが、一般に低速であり、応用によっては制御帯域が不十分である。そこで本研究では、電気光学変調器(EOM)をレーザ共振器内に組み込み、高速制御可能な Er ファイバコムを開発した[1]。さらに、光コムにおいて重要なパラメータである共振器分散領域の異なる光コムを作成し比較を行った。

図 1 に実験配置図を示す。共振器内に EOM を組み込んだ全共振器分散の異なる 2 種類のモード同期レーザ（分散値 0.00005 および -0.0264 ps^2 ）を作成した。高非線形ファイバにより広帯域スペクトルを発生させ、1f-2f 干渉計によりキャリアエンベロップオフセット周波数(f_{ceo})を検出した。さらに、光コムモードと狭線幅 CW レーザのビート周波数(f_{beat})を検出し、それぞれの RF スペクトルの半値全幅を評価した(図 2)。その結果、2 種類の共振器ともに、 f_{ceo} と f_{beat} の線幅は 10 - 100 kHz となり、高品位な光コムが作成できた。次に、EOM の応答周波数評価を行ったところ、変調周波数 1.86 MHz 近辺に大きな共鳴が見られた。これを抑制してループフィルタの最適化を行い、EOM と PZT を用いて共振器長制御により f_{beat} の安定化を行ったところ、両共振器ともにサーボバンプが 500 kHz 以上の高速制御を行うことができた。本研究は JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザのもとで実施された。

[1] Y. Nakajima, H. Inaba, K. Hosaka, K. Minoshima, A. Onae, M. Yasuda, T. Kohno, S. Kawato, T. Kobayashi, T. Katsuyama, and F.-L. Hong, Opt. Express 18, 1667-1676 (2010).

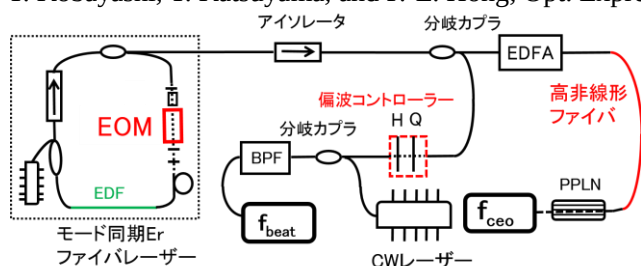


図 1 f_{beat} および f_{ceo} の検出実験系

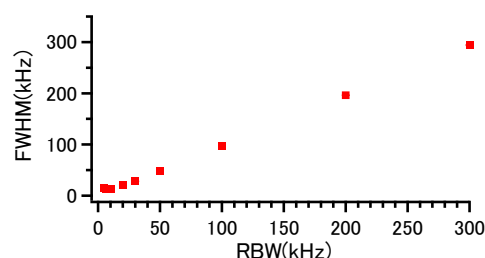


図 2 f_{beat} の半値全幅測定結果