

デュアル THz コム計測のための 2 波長モード同期 Er ファイバーレーザー

Dual-wavelength mode-locked Er: fiber laser for dual THz comb measurements

胡国庆¹、水口達也²、南川丈夫^{2,3}、郑铮¹、○安井武史^{2,3}

(1. 北京航空航天大学、2. 徳島大学、3. JST-ERATO 美濃島知的光シンセサイザ)

G. Hu¹, T. Mizuguchi², T. Minamikawa^{2,3}, Z. Zheng¹, and ○T. Yasui^{2,3}

(1. Beihang Univ., 2. Tokushima Univ., 3. JST-ERATO Minoshima Intelligent Optical Synthesizer)

E-mail: yasui.takeshi@tokushima-u.ac.jp,

http://femto.me.tokushima-u.ac.jp

フェムト秒モード同期レーザーの光伝導アンテナ (または非線形光学結晶) への入射により生成される THz 周波数コム[1]は、THz 領域の絶対周波数物差しであるので、デュアル THz コムを用いることにより、スペクトル[2,3]や絶対周波数 [4]の高速/高精度計測が可能になる。しかし、これらのデュアル THz コム計測では、繰り返し周波数 f_{rep} が厳密に制御された 2 台のフェムト秒レーザーを利用する必要があった。もし、非制御のレーザー 1 台で同様な計測が出来れば、その汎用性は大きく向上するであろう。本発表では、デュアル THz コム計測に利用可能な非制御シングルレーザーとして期待される、2 波長モード同期 Er ファイバーレーザー [5,6]の特性評価について報告する。

レーザー・オシレーター構成を図 1 に示す。単層カーボン・ナノチューブ (SWNT) をモードロッカーとし、共振器内の損失と波長フィルタリング (Lyot Filter) の調整を偏波コントローラー (PC) で行うことにより、異なる 2 波長 (λ_1, λ_2) で独立したモード同期動作を得る。ファイバーの材料分散により、2 波長の繰り返し周波数 (f_{rep1}, f_{rep2}) は少し異なることになる。

図 2(a)および(b)は、オシレーター出力の光スペクトルおよび RF スペクトルを示している。 λ_1 光と λ_2 光の中心波長は 1531nm と 1556nm であり、1540-1550nm 付近で両者の裾が重なっている様子が確認できる。また、各波長光に対応した f_{rep1} と f_{rep2} は 32.0679MHz と 32.0663MHz であり、その差周波 Δf_{rep} は 1.6kHz であった。

これらの 2 波長光は、CWDM で波長分離した後、EDFA で増幅する (λ_1 光: $\lambda_c=1531\text{nm}$, $P=20\text{mW}$, $\Delta\tau=200\text{fs}$; λ_2 光: $\lambda_c=1557\text{nm}$, $P=27\text{mW}$, $\Delta\tau=300\text{fs}$)。図 3 は、 f_{rep1} および f_{rep2} の時間変化を表している。非制御のため、時間経過と共にドリフトしている様子が確認できるが、レーザー共振器を共有しているため、同じような振る舞いとなっている。コモンモード変動の結果、 Δf_{rep} の変動は $1626.05 \pm 0.15\text{Hz}$ で安定であった。

[1] IEEE-JSTQE **17**, 191-201 (2011).[2] IEEE-THz **3**, 322-330 (2013).[3] Sci. Reports **4**, 3816 (2014)[4] Opt. Express **23**, 11367-11377 (2015).[5] Opt. Express **19**, 1168-1173 (2011).

[6] CLEO-PR 2015, T01-1115 (Busan, 2015).

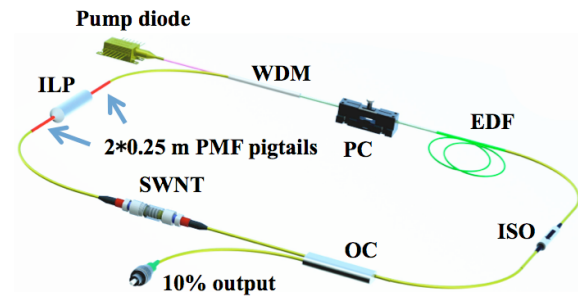


図 1 レーザー共振器

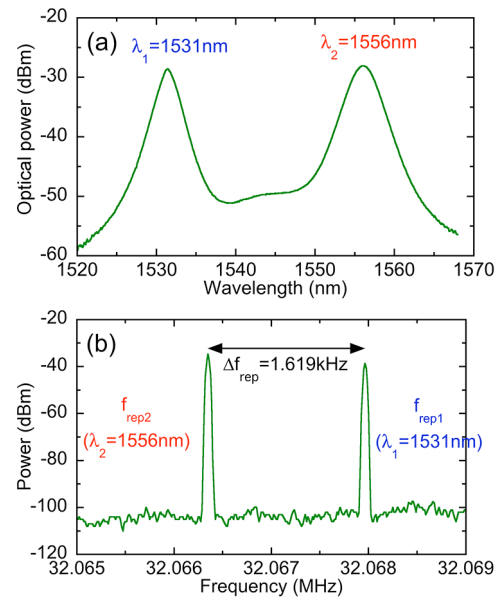
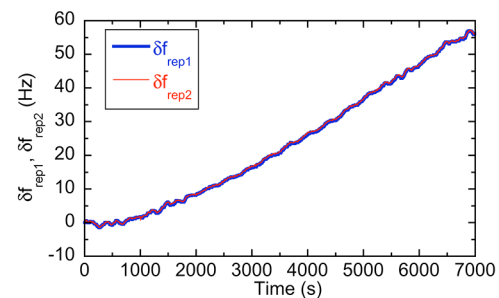


図 2 発振器出力の(a)光スペクトルおよび (b)RF スペクトル

図 3 f_{rep1} および f_{rep2} の時間変化