

デュアル THz コムにおけるコム間ビート信号の抽出

Extraction of Beat Signal Between Dual THz combs

徳島大¹, 産総研², 電通大³ ○市川竜嗣¹, 中村翔太¹, 木村洸仁¹, 林建太¹, 稲場肇², 美濃島薫³, 安井武史¹

Univ. Tokushima¹, AIST², Univ. Electro-Comm.³ ○R. Ichikawa¹, S. Nakamura¹, H. Kimura¹,
K. Hayashi¹, H. Inaba², K. Minoshima³, and T. Yasui¹

E-mail: ichikawa@femto.me.tokushima-u.ac.jp

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

フェムト秒レーザー光によって発生させたモード同期 THz パルス列は、周波数領域において、多数の周波数モード列が櫛の歯状に等間隔で並んだ THz コムのスペクトルを示す[1]。THz コムの超微細スペクトル構造を直接計測することは困難であるが、繰り返し周波数 (f_{rep}) がわずかに異なる別の THz コムを局部発振器として用いて多周波ヘテロダイン法 (非同期光サンプリング法) で RF 帯にダウンスケーリングすることにより、THz コムを分光計測に用いることが可能になる (デュアル THz コム分光法) [2-4]。従来は各々の f_{rep} を独立に安定化制御していたが、もしデュアル THz コム間のビート信号が抽出できれば、レーザー間タイミングジッターの更なる抑制や、フリーランニングレーザーをデュアル THz コム分光法に用いることが可能になると期待される。本講演では、コム間ビート信号を抽出し、その周波数安定性を評価したので報告する。

実験装置を図 1 に示す。まず、2 組の THz コム参照型スペクトラム・アナライザ (THz スペアナ) [5,6] を用いて、周波数逡倍器チェーンから出力された CW-THz 波 (周波数 0.105THz、線幅 <1Hz) と最隣接 THz コム・モードのビート信号を抽出する。これらのビート信号に対してトラック・オシレーターを位相同期させることにより、測定 SN 比を増大させる。更に、電気的にミキシングした後、コム間ビート信号を抽出した。図 2 は、0.105THz 付近のコム間ビート信号の周波数安定性を示している。フリーラン状態のデュアル THz コムでは、20Hz 前後の周波数揺らぎが観測されているのに対して、従来の安定化制御 (f_{rep} の独立安定化制御) により、周波数揺らぎが抑えられていることが分かる。更に、今回抽出されたコム間ビート信号を制御信号として安定化制御を行ったところ、コム間ビート信号の周波数安定性が更に向上した。これは、レーザー間タイミングジッターを抑制したことを意味し、デュアル THz コム分光法におけるスペクトル分解能の向上やスペクトル帯域の拡大に貢献すると期待される。

本研究は、(独) 科学技術振興機構 (JST) の研究成果展開事業【産学共創基礎基盤研究プログラム】の支援によって行われた。

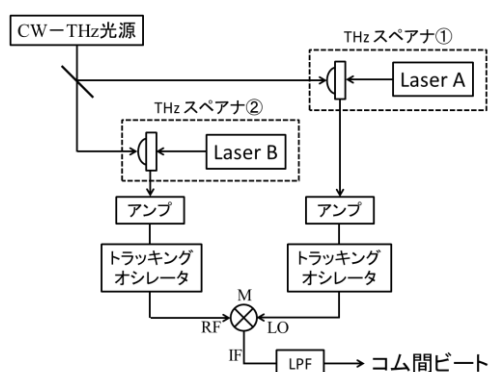


図 1 装置図

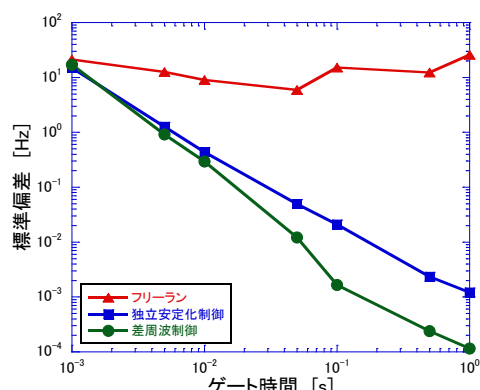


図 2 モード間ビートの周波数安定性

[1] IEEE-JSTQE **17**, 191-201 (2011).

[3] IEEE-TST **3**, 322-330 (2013).

[5] Opt. Express **16**, 13052-13061 (2008).

[2] Appl. Phys. Lett. **88**, 241104 (2006).

[4] arXiv:1303.5799 (2013).

[6] Opt. Express **17**, 17034-17043 (2009).