ジッタ補正を適用したデュアルコムファイバレーザーTHz-TDS システム

Dual-Comb Fiber Laser THz-TDS System with Jitter Correction

東邦大理 [1]，福井大遠赤外領域開発研 [2]，徳島大ポスト LED フォトニクス研 [3]，高輝度光科学研 [4]

○高星 拓海 [1]，武子 尚生 [1]，谷 正彦 [2]，北原 英明 [2]，安井 武史 [3]，松原 伸一 [4]，中嶋 善晶 [1]

Toho Univ. [1], FIR-UF [2], p-LED [3], JASRI [4]

○Takumi Takahshi[1], Naoki Takehsi[2], Masahiko Tani[2], Hideaki Kitahara[2], Takeshi Yasui[2],

Shinichi Matsubara[2], Yoshiaki Nakajima[1]

E-mail: yoshiaki.nakajima@sci.toho-u.ac.jp

テラヘルツ（THz）波は、非金属材料を透過する特性を有することから、材料評価などへの応用が期待されている。THz 分光計測手法の一つとして、超短レーザーパルスに基づく非同期光サンプリング THz 時間領域分光法（ASOPS THz-TDS）が用いられているが、光学遅延を掃引する機械ステージが用いられるため、分解能と測定時間の間にトレードオフが存在する。これに対し、デュアルコム分光法（DCS）[1]に基づく ASOPS THz-TDS では、機械的な遅延掃引を必要とせず、高速な THz 時間波形の取得が可能である[2]。しかし、従来の DCS ASOPS THz-TDS では、2 台のレーザーを高精度に同期する必要があり、システムの複雑化が課題であった。これに対し、我々はデュアルコムレーザーに基づく ASOPS THz-TDS システムを開発してきた[3]。本システムは簡素な構成で高い相対安定性を有する一方、残存するジッタにより、信号の積算平均時の感度向上が制限されるという課題がある。そこで本研究では、フリーランニング動作下での高感度 THz 検出を実現するため、デジタル信号処理によるタイミングジッタ補正を適用した。Fig. 1(a)に示すように、各レーザー出力は 2 つに分岐され、一方は相互相関計に導かれ、補正に用いる相互相関（XC）信号を生成した。もう一方は、THz 波の発生・検出に用いる光伝導アンテナ（PCA, YITOA）の励起光として用いた。Fig. 1(b)に示すように、XC 信号から各ショットのタイミングずれを推定し、THz 信号列をリサンプリングすることでタイミングジッタを補正した。Fig. 1(c)に、シングルショット測定で得られた THz 時間波形（灰色）、および 10,000 回積算平均により得られた補正前後の THz 時間波形を示す（黒色と赤色）。補正を適用することで、積算平均後の SNR が 24.5 dB から 25.4 dB へ向上することを確認した。

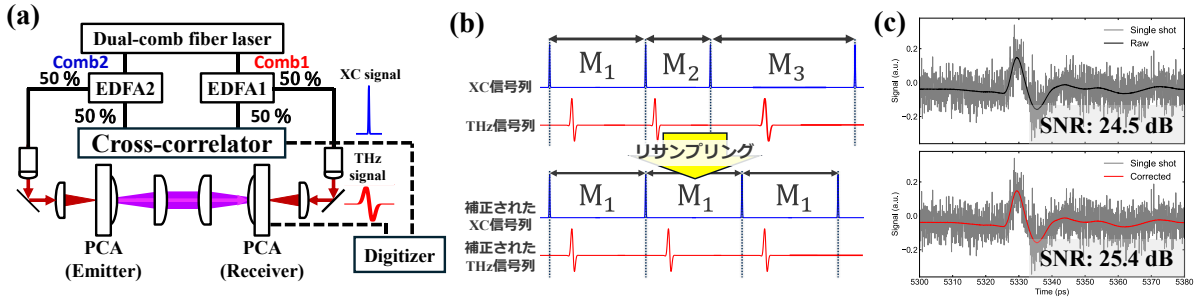

Fig.1(a) Experimental setup. (b) Concept of timing jitter correction using the cross-correlation signal. (c) Time-domain THz waveforms from a single-shot measurement (gray) and from averaged without (black) and with (red) timing jitter correction.

[1] I. Coddington, et al., Optica **3**, 414 (2016). [2] T. Yasui, et al., Appl. Phys. Lett. **88**, 241104 (2006). [3] T. Yumoto, Y. Nakajima, et al., Opt. Continuum **2**, 1867-1874 (2023).

© 2026年 応用物理学会