

分散補償チャープパルスと周波分光法による高感度シングルショット テラヘルツ波形計測

Single-Shot and High-Sensitivity Terahertz Waveform Detection by Chirped-Pulse

Up-Conversion Spectroscopy with Dispersion Compensation

KISTEC¹, 横浜国大理工², °玉置 亮^{1,2}, 鈴木 雅史², 武田 淳², 片山 郁文²

KISTEC¹, Yokohama Natl. Univ.², °Ryo Tamaki^{1,2}, Masashi Suzuki², Jun Takeda², Ikufumi Katayama²

E-mail: tamaki-ryo-jv@ynu.ac.jp

【はじめに】フェムト秒パルスレーザーを用いたテラヘルツ時間領域分光法を用いることで、ピコ秒で振動するテラヘルツ波形の振幅と位相を取得することができる。テラヘルツ時間波形をシングルショット計測する手法としてチャープパルス分光法の適用が考えられるが、従来法ではスペクトル干渉による波形歪みが生じてしまい、正確な波形計測は困難である。電気光学(EO)サンプリング法において位相ダイバーシティを応用することで、歪みの無いテラヘルツ波形を再構成する研究が報告されているが[1]、数値解析が必須であり帯域や感度には制約がある。我々はシングルショットでのテラヘルツ波形取得に向けて、分散補償チャープパルスと周波分光法を用いることで歪みの無い時間波形取得を実現し、広帯域化・高感度化・高繰り返し化に向けた研究を行っている。今回、高感度化に向けてテラヘルツ波の検出感度を評価した結果について報告する。

【実験と結果】フェムト秒レーザー光源として、Ti:Sapphire マルチパス再生増幅器（中心波長 790 nm, パルス幅 130 fs, 繰返し 1 kHz）と Yb ファイバーレーザー増幅器（中心波長 1040 nm, パルス幅 400 fs, 繰返し 100 kHz）を用いて、それぞれについてテラヘルツ波形計測の実験を行った。レーザーからの超短パルス光を2つに分け、一方を BNA 結晶によるテラヘルツ波発生に、もう一方には回折格子対パルス伸長器により群遅延分散(GDD) 0.4~2.0 ps²を付与した。ZnTe 結晶における EO 効果によって生じた複屈折を、位相オフセット差分検出[2]によってプローブ光のチャープパルスに書き込んで、高感度にテラヘルツ波形計測を行った。プローブ光のチャープパルスは回折格子対パルス圧縮器によって分散補償した後に、BBO 結晶で読み出し光のチャープパルスとの和周波発生により、歪みの無いテラヘルツ波形取得を実現した。図はテラヘルツ波のピーク強度について、1 秒間で 500 波形取得した平均値からの差分変化を示したヒストグラムである。平均ピーク電場と分散について、図(a)では 455 V/cm に対して±75 V/cm、図(b)では 7.1 V/cm に対して±7.5 V/cm であった。パルス数の平方根で分散がスケールしており、シングルショットでの検出感度は 150 V/cm と見積もられた。講演では更なる高感度化に向けた取組み状況についても報告する。

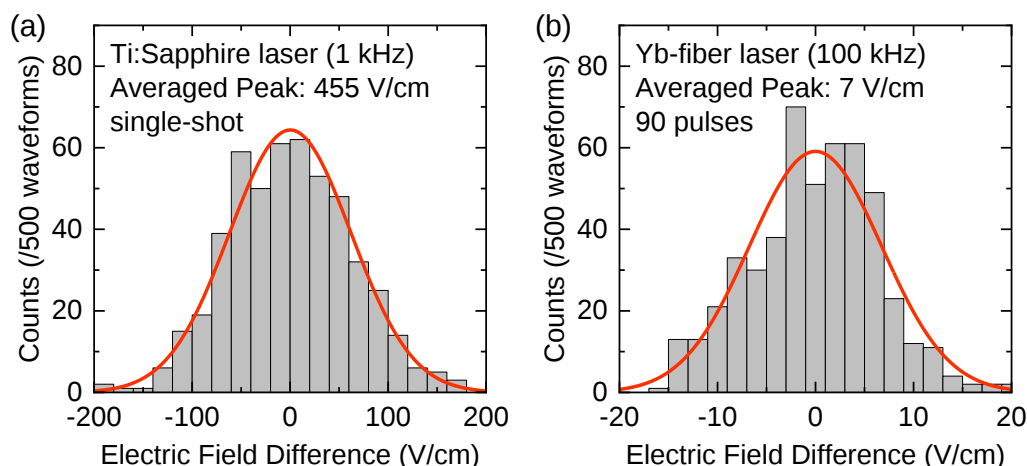


Figure: Terahertz peak electric field difference in 500 waveforms obtained by chirped-pulse up-conversion spectroscopy with dispersion compensation using (a) Ti:Sapphire laser and (b) Yb-doped fiber laser.

[1] E. Roussel *et al.*, Light Sci. Appl. **11**, 14 (2022). [2] G. Asai *et al.*, Opt. Exp. **29**, 3515 (2021).