高信号雑音比・低歪みシングルショットテラヘルツ波形検出手法の開発

High SNR and Distortion-free Single-shot Detection of Terahertz Waves

株式会社ニコン [1]，横浜国立大学 [2]，
○浅井 岳 [1]，原田 真太郎 [2]，秦 大樹 [1]，嵐田 雄介 [2]，片山 郁文 [2]
Nikon Corp. [1], Yokohama National Univ. [2],
°Gaku Asai[1], Shintaro Harada[2], Daiki Hata[1], Yusuke Arashida[2], Ikufumi Katayama[2]
E-mail: Gaku.Asai@nikon.com

非破壊検査・セキュリティや生体観察への応用が考えられているテラヘルツ時間領域分光技術では，機械的な遅延走査に由来する長い計測時間が課題である．これを解決するため，時間遅延走査が省略できるエシェロン格子を用いたシングルショットテラヘルツ波形計測が研究されているが[1]，ロックイン検出等の高感度測定と組み合わせることが難しく，低い信号強度の検出に課題があった．近年では，低い信号強度を高感度に検出する手法もいくつか提案されているが[2]，信号強度と電場強度の間の非線形性に起因する波形歪みが問題になっていた．本発表ではエシェロン格子と偏光計測技術[3]を組み合わせることで，高い信号雑音比（SNR）かつ低歪みでテラヘルツ時間波形を取得できることが分かったので報告する．

実験は，$LiNbO_3$ 結晶から発生したテラヘルツ電場を電気光学結晶上に集光し，エシェロン格子を用いてプローブ光に偏光変調として時間情報を空間的にマッピングした．エシェロン格子と共役に配置した撮像素子で図(a)のようにイメージングすることでシングルショット検出が実現され，時間遅延走査の省略が可能となる．また，偏光検出には，プローブ光をビームスプリッタで 2 光路に分割し，入射偏光に対し光学軸が±δ度回転した四分の一波長板（QWP）と検光子を用いて検出する手法を用いた．正負の回転角の QWP を通過した画像の差分から，非線形性歪みが補正されたテラヘルツ波形を高い SNR で取得することが出来る．強度スペクトルで評価した結果，平均化処理無しで SNR は 40dB 以上となっており，図 1(b)のように従来のバランス検出より SNR が向上した．これらの結果は，本手法がテラヘルツイメージング等の応用に適していることを示唆している．当日は本検出手法を用いたイメージングの可能性に関しても言及する．

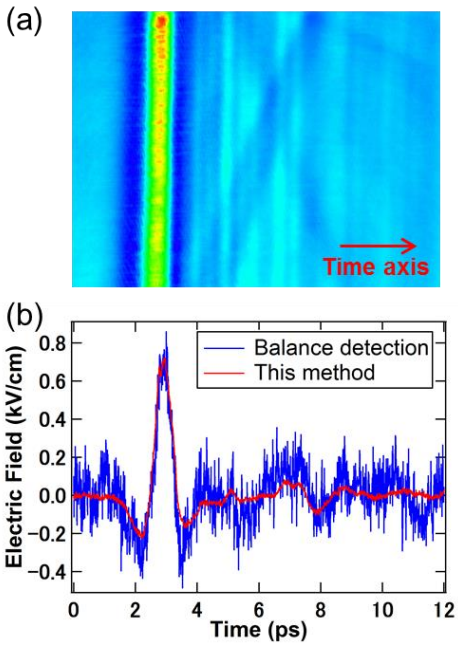

Fig1(a) Single-shot image of Terahertz waves. (b) Terahertz waveforms of conventional balance detection (blue) and this method (red)

[1] Y. Minami et al., Applied Physics Letters **103**, 051103 (2013)
[2] Z. Jiang et al., Applied Physics Letters **74**, 9 (1999) 1191
[3] J. Degert et al., Journal of the Optical Society of America B **33**, 10 (2016) 2045