

高感度シングルショット THz 分光

Sensitive Single-Shot THz Spectroscopy

横国大院・工 堀内 康平、増田 開晴、南 康夫、片山 郁文、武田 淳

Yokohama National Univ., Kohei Horiuchi, Kaisei Masuda, Yasuo Minami, Ikufum Katayama, and Jun Takeda

E-mail: minamiyasuo@ynu.ac.jp, katayama@ynu.ac.jp, jun@ynu.ac.jp

テラヘルツ(THz)波とは光波と電波の中間に位置し、両方の性質を併せ持つ電磁波である。この周波数領域には様々な低振動数励起と呼ばれる素励起状態が存在し、相転移など興味深い物理現象の理解に重要であることから注目されているが、通常の時間領域 THz 分光(THz-TDS)では、時間掃引することで THz 波の時間波形とスペクトルを得るため、光劣化や不可逆応答をもつ試料測定には適していない。そこで我々は、エシェロン(Echelon)と呼ばれる階段状のミラーにより時間遅延を付与したプローブ光[1]の偏光回転を偏光子と COMS カメラにより EO(electro-optic)検出するシングルショット分光法を開発した[2]。しかし、実際はパルスレーザーが照射され続けた状態で 1 ショットのみ CMOS カメラで検出する方法であり、真の意味でシングルショット検出を達成したわけではなかった。

本研究では、1 ショットのみ取り出すことのできる高感度シングルショット分光系構築した。この真のシングルショット分光では、ショットごとのパルス光強度の揺らぎが THz 波の強度に影響する。それを抑えるために参照光を同時に取り込み THz 波の強度を補正する手法を確立した。これにより真にシングルショットで THz 電場波形を得ることが可能になった。

本研究で用いた光学系を図 1 に示す。光源には Ti:Sapphire 再生増幅レーザー(中心波長:800nm、繰り返し周波数:1kHz、時間幅:130fs、パワー:1.6mJ/pulse)を用いた。光源からの基本波を THz 発生用、検出用、参照用の 3 つにわけた。発生系では光を非線形光学素子 β -BBO 結晶に照射し、基本波・2 倍波により誘起されたプラズマから THz 波を発生させ、検出系ではエシェロンと CMOS カメラを用いて THz 波の時間波形を EO 観察した。真にシングルショットで波形を得るために、チョッパー、シャッ

ターと CMOS カメラを同期させ、PC 上にリアルタイムで解析した電場波形を表示できるようにした。参照系ではビームスプリッターからの反射光を用い、ショットごとの輝度重心・強度の揺らぎを THz 波形取得と同時に評価・解析できるようにした。

図 2 にシングルショットで取得した THz 電場波形を示す。参照光と同時に信号光を取得しているため、得られた電場波形の強度・波形形状補正を行うことができる。参照光とエシェロン部分の光の輝度平均の強度相関を利用することにより、実際の THz 波形を算出し、正確に THz 電場の絶対値を得ることが可能になった。

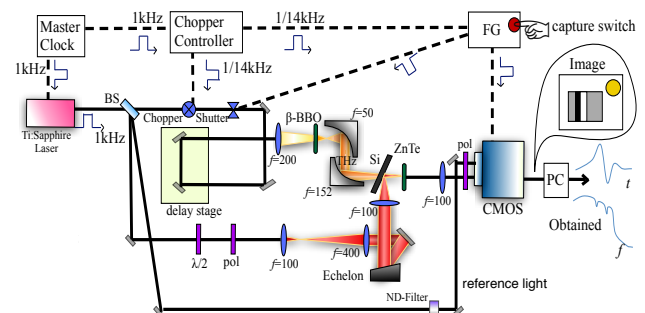


Fig.1 Block diagram for our optical setup.

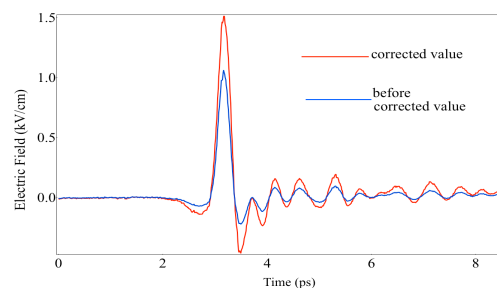


Fig.2 THz electric fields observed by single-shot detection.

[1] H. Sakaibara, Y. Ikegaya, I. Katayama, and J. Takeda, *Opt. Lett.* **37**, 1118 (2012).

[2] Y. Minami, Y. Hayashi, J. Takeda, and I. Katayama, *Appl. Phys. Lett.* **103**, 051103 (2013)