

## CCD カメラを用いたテラヘルツ電場ベクトルイメージング Terahertz vector field imaging system using a CCD camera

慶大理工<sup>1</sup> ○<sup>(B)</sup> 竹田 雅俊<sup>1</sup>, 立崎 武弘<sup>1</sup>, 安松 直弥<sup>1</sup>, 渡邊 紳一<sup>1</sup>

Keio Univ.<sup>1</sup> ○<sup>(B)</sup> Masatoshi Takeda<sup>1</sup>, Takehiro Tachizaki<sup>1</sup>, Naoya Yasumatsu<sup>1</sup>, Shinichi Watanabe<sup>1</sup>

E-mail: takeda@wlab.phys.keio.ac.jp

テラヘルツ光イメージングは、可視光が不透過な物質内部の構造などを計測できる技術として、様々な分野で活用が進みつつある [1]。我々は最近、楕円偏光したテラヘルツ光の瞬間的な電場ベクトルの向きを計測することで、高精度な凹凸イメージが計測できることを報告した [2]。テラヘルツ光の将来的な応用に向けては、このほかにも材料の複屈折率分布計測などのように、従来から行われている『電場強度イメージング』に電場の向き情報を加えた『電場ベクトルイメージング』が重要であると我々は考えており、その基盤技術開発を積極的に進めている。

本講演では、高速テラヘルツ電場ベクトルイメージングを CCD カメラで実現した結果を報告する。光源に Ti:Sapphire 再生増幅器を用い、非線形光学結晶 (ZnTe 結晶) の光整流法によって発生させたテラヘルツ光を 2 枚の Tsurupica レンズを通して検出用の ZnTe 結晶に導き、電気光学サンプリング法により検出を行った。検出用の ZnTe 結晶はモーターに固定して一定速度で回転させており、回転に伴ったテラヘルツ電場の検出強度変化を解析することで、テラヘルツ電場ベクトルを計測した [3]。本講演で紹介する装置による計測結果を図 1 に示す。矢印の長さが電場の大きさを表し、その向きと併せて、検出用 ZnTe 結晶上におけるテラヘルツ電場ベクトルの二次元空間分布を表している。本装置の特徴は検出器に CCD カメラを用いている点にあり、その結果、80 × 61 ピクセルの電場ベクトルイメージングを 22 ミリ秒で実現することが可能となった。図 1 に示す実験ではシグナル・ノイズ比を向上させるために 1,000 回の積算撮影を行っており、実質的な計測時間は約 22 秒であるが、従来手法 [2] のようなステージ走査に要する時間はない。本報告は、テラヘルツ電場ベクトルイメージ計測の高速化に大きく貢献するものである。

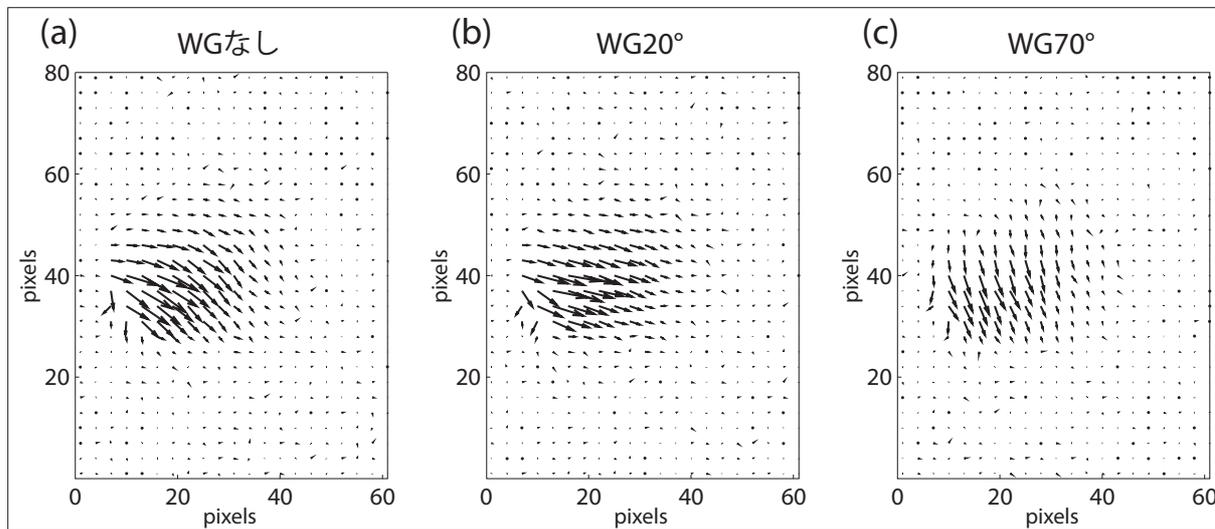


図 1: 検出用 ZnTe 結晶上におけるテラヘルツ電場ベクトルの二次元空間分布を、本装置で計測した結果。各矢印の長さと向きが、電場の強さと向きを表す。CCD のサイズと光学系の倍率から見積ると、本図は約 13.5 mm × 約 10 mm の領域に対応する。なお本図ではベクトルの識別を容易にするために、得られたデータ点のうち 3 分の 1 の点に対してベクトルを描画している。図 1 (a) は、光整流法により発生させたテラヘルツ光を、2 枚の Tsurupica レンズを通して検出用の ZnTe 結晶に導いたときの、結晶上の電場ベクトル分布である。図 1 (b) と図 1 (c) は、2 枚の Tsurupica レンズの間ワイヤグリッド偏光子 (WG) を配置し、ある基準角度から 20°, 70° 回転した偏光成分を切り出したときの、結晶上の電場ベクトル分布である。

[1] W. L. Chan, J. Deibel and D. M. Mittleman, Rep. Prog. Phys. **70**, 1325 (2007).

[2] N. Yasumatsu and S. Watanabe, Opt. Lett. **37**, 2706 (2012).

[3] N. Yasumatsu and S. Watanabe, Rev. Sci. Instrum. **83**, 023104 (2012).