

実時間テラヘルツ・イメージングとコヒーレント・プロファイル制御

服部利明

筑波大学大学院 数理物質科学研究科 電子・物理工学専攻

hattori@bk.tsukuba.ac.jp

我々は、大口径光伝導アンテナから発生した高出力テラヘルツ波を用いた実時間イメージングの研究[1-7]をおこなっており、ここでは最近の成果について報告する。

図 1 のような装置を用いて、高出力のテラヘルツ波の空間分布を大面積の電気光学結晶を用いた電気光学サンプリング法によってそのまま観測することで、実時間でのテラヘルツ・イメージングが可能になる。この際、測定に用いられる電気光学結晶が持つ残留複屈折性が画像に大きな影響を与えてしまうが、最近、残留複屈折性の分布をあらかじめ測定して、それを用いて画像の補正を行う手法を開発した[7]。これにより、図 2 に示すように、歪のないテラヘルツ画像が得られるようになった。

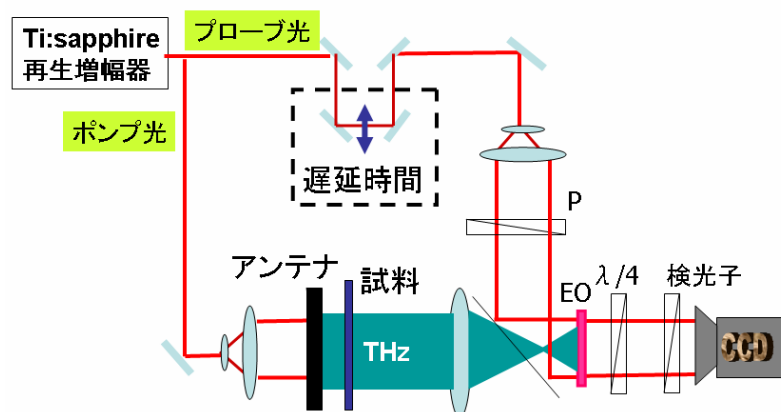


図 1 実時間テラヘルツイメージング装置の概略

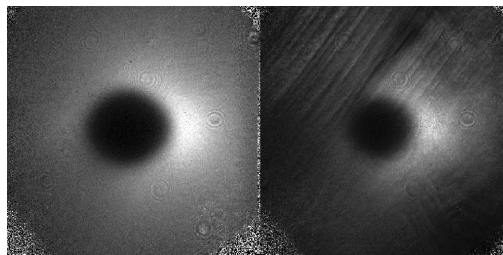


図 2 左:電気光学結晶の歪を補正して得られたテラヘルツ画像。右:補正前の画像

また、最近、産総研の板谷氏および NPF と共同で開発した、楕型電極光伝導アンテナ・ユニットの配列からなるテラヘルツ波発生素子（図 3）[5]を用いて、テラヘルツ波の空間プロファイルのコヒーレント制御を行い、それを実時間イメージングによって観測することに成功した。発生素子は、7 個の独立して動作可能なアンテナ・ユニットからなっているので、それぞれに印加する電圧を操作することで、さまざまなプロファイルを生成することができる。図 4 に示したのは、集光したテラヘルツパルス焦点面での電場分布であり、全ユニットに同じ電圧を印加して得られる単純なガウス関数的な分布と、中央の電圧を反転して得られる同心円状の分布である。この場合、中央のピークのビームサイズは、通常の回折限界を超えた超解像の領域に入っている。図は、どちらも、0.5 THz の電場成分の振幅の分布を示している。

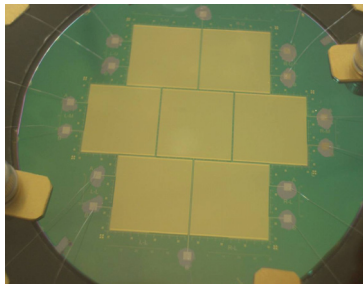


図 3 7 個の楕型電極光伝導アンテナ・ユニットからなるテラヘルツ波発生素子

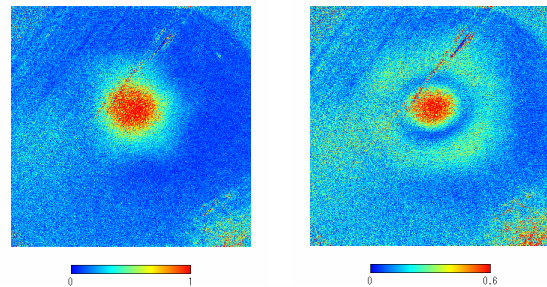


図 4 左：全ユニットに同じ電圧を印加して得られたテラヘルツ波の空間プロファイル。右：中央ユニットの電圧を反転させて得られたプロファイル。

- [1] R. Rungsawang, K. Ohta, K. Tukamoto, and T. Hattori, “Ring formation of focused half-cycle terahertz pulses,” J. Phys. D **36**(3) 229-235 (2003).
- [2] T. Hattori, K. Ohta, R. Rungsawang, and K. Tukamoto, “Phase-sensitive high-speed THz imaging,” J. Phys. D: Appl. Phys. **37**(5), 770-773 (2004).
- [3] R. Rungsawang, K. Tukamoto, and T. Hattori, “Electric field imaging using intense half-cycle terahertz pulses,” Jpn. J. Appl. Phys. **44**(4A), 1771-1776 (2005).
- [4] R. Rungsawang, A. Mochiduki, S. Ookuma, and T. Hattori, “1-kHz real-time imaging using a half-cycle terahertz electromagnetic pulse,” Jpn. J. Appl. Phys. **44**(9) L288-L291 (2005).
- [5] T. Hattori, K. Egawa, S. Ookuma, and T. Itatani, “Intense terahertz pulses from large-aperture antenna with interdigitated electrodes,” Jpn. J. Appl. Phys. **45**(15), L422-L424 (2006).
- [6] 服部利明、「大口径光伝導アンテナによる大出力テラヘルツ波発生と高速イメージング技術」 検査技術, **12**(6), 1-6 (2007).
- [7] T. Hattori and M. Sakamoto, “Deformation corrected real-time terahertz imaging,” Appl. Phys. Lett. **90**(26), 261106 (3 pages) (2007).