



フェムト秒レーザー誘起プラズマを用いた単一画素イメージング

Single-pixel imaging using femtosecond laser-induced plasma

宇都宮大学オプティクス教育研究センター, 熊谷 幸汰, 太田 一毅, 早崎 芳夫

Center for Optical Research and Education (CORE), Utsunomiya University,

○Kota Kumagai, Kazuki Ota and Yoshio Hayasaki

E-mail: kumagai_k@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

X線やTHz波のような可視域外の電磁波によるイメージングは、バイオやセキュリティを含む広い応用領域が期待されている。しかし、これらの波長域では、可視光付近のイメージセンサーと比べて、画素数やシグナルノイズ比の性能が十分でない。

単一画素イメージング[1]は、マスクにより符合化された物体光を単一の光検出器で順次繰り返し計測することでイメージングする手法である。この手法はこれまで、THz波[2]や赤外波[3]を用いたものが提案されており、広い波長帯域へ対応できる利点を有する。また、光のみならず超音波を用いたイメージングにも展開できる。

本発表では、フェムト秒レーザー誘起空中プラズマを光・音源に用いた単一画素イメージングシステムを提案する。フェムト秒レーザー誘起空中プラズマは、THz波を含む広帯域光源および超音波域に及ぶ広帯域音源としての振る舞いをみせる。今回、我々は基礎実験として、空中プラズマが放射する可視光を光源としたイメージングを行った。

2. システム構成

Fig. 1は実験光学系を示す。システムはフェムト秒レーザー、ガルバノスキャナー、モーターステージ、CCDカメラから構成される。フェムト秒レーザーはレンズ1により集光され、空气中にプラズマを生成する。マスクパターンは単位行列から構成され、空中プラズマの走査により表現された。空中プラズマはガルバノスキャナーにより光軸と垂直方向、モーターステージにより光軸方向に走査される。走査された空中プラズマはレンズ2により観測対象に結像され、その透過光強度がCCDカメラにより検出される。

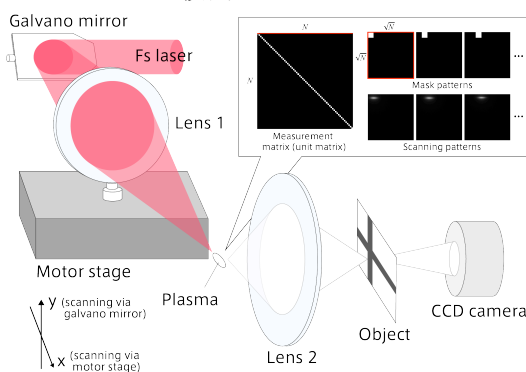


Fig. 1 Experimental setup.

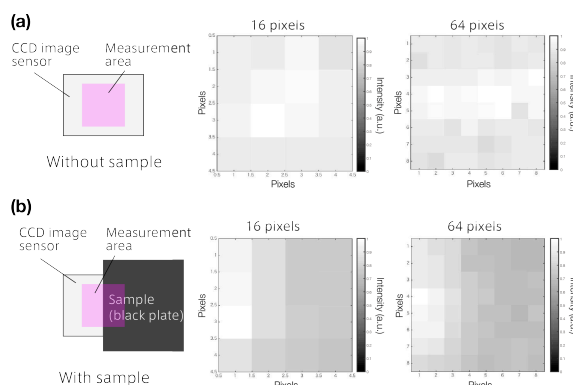


Fig.2 Intensity distributions (a) without sample, and (b) with sample. Sample was a black plate and located in front of a CCD image sensor.

3. 実験結果

Fig. 2(a)は観測対象を配置しない場合の再生像であり、 4×4 と 8×8 の画素数を示す。再生像はそれぞれの画素数において均一な光強度が取得された。今回、再生像の光強度は白色を最大値としたグレースケールにより表現された。計測領域は、プラズマの光強度が均一に検出される範囲である $3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ に設定された。Fig. 2(b)は、観測対象として黒い板をCCDカメラの半分を覆い隠すように配置した場合の再生像である。観測対象を配置したことにより、再生像は遮蔽された領域の光強度が失われた分布となった。

4. おわりに

フェムト秒レーザーにより空中に誘起されたプラズマを用いた単一画素イメージングを提案した。我々は、基礎実験として、空中プラズマから放射される可視光を光源に用いたシステムを構築し、計測を行った。

参考文献

- [1] M. F. Duarte et. al, "Single-pixel imaging via compressive sampling," IEEE Signal Processing Magazine **25**, 83-91 (2008).
- [2] C. M. Watts et. al, "Terahertz compressive imaging with metamaterial spatial light modulators," Nat. Photo. **8**, 605-609 (2014).
- [3] R. S. Aspdén, et. al, "Photon-sparse microscopy: visible light imaging using infrared illumination," Optica **2**, 1049-1052 (2015).