

Development of structured illumination for ghost imaging absorption spectroscopy

福田一貴 荒巻光利

Kazuki FUKUDA, Mitsutoshi ARAMAKI

日大生産工

Nihon Univ.

1 はじめに

ゴーストイメージングとはフォトダイオード等の空間分解能を持たない点型光検出器を用いて空間情報を有する画像を取得する技術である。ゴーストイメージングが最初に提唱された際、量子もつれ光子対を用いた特殊な計測方法として行われていた。その後、デジタルマイクロミラーデバイス(DMD)を用いた構造化照明による単一光路での計算機ゴーストイメージングが提案された。[1] これにより簡易的な光路系でゴーストイメージングが実現したことで、位相イメージングやリモートセンシング、3次元計測など様々な分野への応用が考えられている。我々はこの計算機ゴーストイメージングに用いられる構造化照明に結像系を導入して視線方向の空間分解能をもった吸収分光法を目指すため、構造化照明の開発の検討を行う。

2 計算機ゴーストイメージングの原理

計算機ゴーストイメージングにおいてフォトダイオードで検出される透過光強度 b_r は

$$b_r = \iint I_r(x, y) T(x, y) dx dy \quad (1)$$

であり、 $I_r(x, y)$ は DMD から照射されるランダムパターンの座標 $\varphi_r(x, y)$ での強度分布、 $T(x, y)$ は物体の透過率分布を示す。また、透過光強度 b_r とランダムパターンの強度分布 $I_r(x, y)$ の相関から測定対象の構造成分 $\langle b_r, I_r(x, y) \rangle$ は

$$\begin{aligned} \langle b_r, I_r(x, y) \rangle &= \frac{1}{n} \sum_{r=1}^n (\iint I_r(x', y') T(x', y') dx' dy') I_r(x, y) \\ &\propto \iiint I_r(x', y') I_r(x, y) T(x', y') dx' dy' dr (\because n \rightarrow \infty) \\ &\approx T(x, y) \end{aligned} \quad (2)$$

と表される。ここで、 $\langle \rangle$ は n 回測定した際の平均値を表し、 n を増大させる事で $T(x, y)$ に近づくことが分かる。[2]

3 構造化照明と結像系の設計

計算機ゴーストイメージングで使われる構造化照明はプロジェクター等に内蔵されている DMD によってランダムな構造パターンを作りだしている。この DMD は基盤上に配置された多数のマイクロミラーの角度を変えることで光の投射を制御することが出来る装置である。Fig.1 に構造化照明と結像系の光路系の設計を示した。まず、レーザー光源からビームエキスパンダーを通すことで DMD 基盤をカバーするように拡大される。拡大した光はミラーと全反射プリズムにより反射され DMD に照射される。4f 光学系を通じて対象物の位置でランダムパターンを結像させ、フォトダイオードで検出を行う。以上の光路系を用いてゴーストイメージング吸収分光法の開発を行っていく。

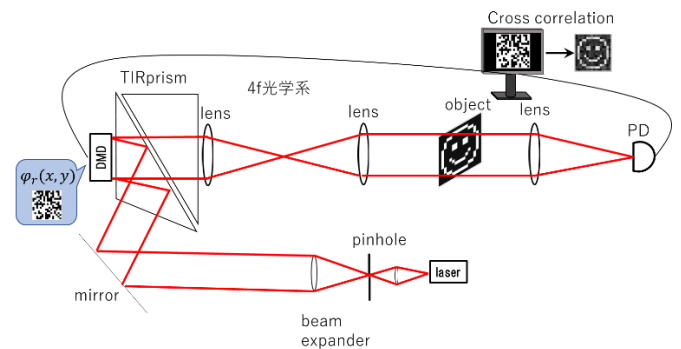


Fig.1 Imaging system with structured illumination and 4f optics

参考文献

- [2] K. Shibuya “シングルピクセルイメージングに関する研究” Tokushima Univ (2018)
 [2] O, Katz et al, “Compressive ghost imaging” Appl. Phys. Lett. **95**, 131110 (2009)