

干渉画像検出光学系の改良による瞬時 3 次元像の高画質化

High-quality one-shot three-dimensional image improved by modified optical setup for capturing the interference images

○(PD)加藤 峰士, 寺田 和博, 森藤 環, 美濃島 薫
電通大

○(PD)Takashi Kato, Kazuhiro Terada, Tamaki Morito,
and Kaoru Minoshima

(The Univ. of Electro-Communications (UEC))

E-mail: takashi.kato@uec.ac.jp, k.minoshima@uec.ac.jp

近年、工学・産業において高い需要がある高精度な瞬時 3 次元計測手法の開発を目指し、我々は高い制御性とコヒーレンスを有した超短パルス列である光コムを用いて、超高精度と広範囲測定を両立する手法を開発している。これまでに、チャープした超短パルスを用いた時間・空間・周波数情報の瞬時変換手法[1]に基づき、実用性の優れたファイバレーザーによる光コムのスペクトル干渉を用いた瞬時 3 次元計測手法を開発した[2]。このとき、光演算による高解像度 2 次元分光法を新たに開発して画像素子と同等の空間解像度を有する瞬時 3 次元計測を実現するとともに[3]、フェムト秒超高速 3 次元計測が可能な手法を生かし、高電圧パルス印加時の LiNbO₃ 結晶の位相遅れの時間分解イメージングに成功した[4]。一方、本手法においては、形状および内部情報を超高速(~fs)に sub- μm の不確かさで取得可能なことを示したが[5]、これまで 3 次元画像の瞬時計測に必要な 4 枚の干渉画像の取得には 2 台のカメラを用いてきたため、画像を同じ焦点位置で結像するには制限の厳しいプリズム光学系が必要であり、光学系の最適化が困難なため画像の不一致が生じ、取得した 3 次元像に干渉縞が残留して画像の劣化が課題となっていた。また、取得される 3 次元像の画角は画像素子の半分程度となり高解像化が困難であった。3 次元像のさらなる高解像度・高画質化を実現するには、この検出光学系の改良が不可欠である。そこで本研究では、4 台の IR カメラと自由度の高いプリズム光学系を用いて実験系を改良し、画像劣化の要因を解明するとともに、3 次元像の高解像度・高画質化を試みた。

実験では Er ファイバコムの繰り返し周波数(f_{rep})を約 51 MHz で安定化し、参照光と物体光をそれぞれシングルモードファイバと分散補償ファイバを用いてチャープさせて、時間幅 9 ps と 16 ps のチャープパルスを発生させた。物体光を被測定対象に照射し、その反射光と参照光の干渉画像を 4 台の IR カメラで撮影した。このとき、直交する偏光成分を 2 枚の色フィルタに透過させることで得られる 4 枚の干渉画像は、物体近傍に設置した対物レンズと、各 IR カメラ近傍の接眼レンズで結像される。講演ではこれら光学系による高画質化の効果について述べる。本研究は、JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクト(JPMJER1304)、JSPS 科研費(19K15464)の助成を受けた。

[1] K. Minoshima, H. Matsumoto, Z. Zhang, and T. Yagi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **33**, L1348–L1351 (1994).

[2] T. Kato, M. Uchida, and K. Minoshima, *Sci. Rep.*, **7**(1), p. 3670 (2017).

[3] T. Kato, H. Ishii, K. Terada, T. Morito, and K. Minoshima, *arXiv:2006.07801* (2020).

[4] T. Kato, M. Uchida, Y. Tanaka, and K. Minoshima, *OSA Continuum*, **3**(1), 20-30 (2020).

[5] T. Kato, H. Ishii, K. Terada, T. Moritoh, and K. Minoshima, *CLEO2020*, STu4N.7 (2020).