

光コムによる全光ヒルベルト変換を用いた 3 次元形状の高解像連続計測

Dynamic and high-resolution 3D imaging using an all-optical Hilbert transform by use of optical frequency combs

○(PD)加藤 峰士^{1,2}, 内田 めぐみ^{1,2}, 田中 優理奈^{1,2}, 美濃島 薫^{1,2}

(1.電通大, 2. JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ)

○(PD)Takashi Kato^{1,2}, Megumi Uchida^{1,2}, Yurina Tanaka^{1,2}, Kaoru Minoshima^{1,2}

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

2. JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS))

E-mail: takashi.kato@uec.ac.jp

近年、工学・産業において高精度な瞬時 3 次元計測手法が切望されており、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同時に実現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による光コムのスペクトル干渉を用いて瞬時 3 次元計測手法を開発し、形状および内部情報を超高速($\sim$ fs)に sub- μ m の不確かさで取得することに成功した[2,3]。この瞬時 3 次元計測法は、チャープした超短パルス同士が時間的に一致する特徴的な色から奥行きを特定する[2]。これまでに、色情報取得法として、1 次元分光器を使用しない、『全光ヒルベルト変換』による高解像度 2 次元分光法を新たに開発し、画像素子と同等の空間解像度を有する瞬時 3 次元計測を開発・実現した[4]。さらに、『全光ヒルベルト変換』において、光周波数コムの制御パラメータである繰り返し周波数 f_{rep} とキャリアエンベロープ周波数 f_{ceo} の周波数比を制御するだけで、位相と時間差を同時かつスペクトル全域で制御する方法を考案し、 μ m レベルの不確かさを実現した[5]。

本研究では、瞬時 3 次元形状計測法を用いて対象物を連続計測し、動的な変形の可視化を行った。『全光ヒルベルト変換』では干渉強度画像を用いるが、これを取得するには背景強度分布を動的に除去する必要がある。そこで、参照光と干渉させる直前の物体光を同時に計測し、その強度画像を用いて干渉強度画像を動的に算出した。参照光の強度分布は変化しないため、事前に 1 度計測しておけば良い。図 1 (a)には、IR カメラを用いた動画取得のための実験系を示した。プローブ光だけを撮影することで、任意の物体に対して干渉強度分布が得られるようにペアフィルタシステムと同期して撮影した。図 1(b)は撮影した強度比動画の 1 コマである。イメージング光学系を改善して、干渉画像の歪みを改善すればさらに精度向上が見込める。

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(17K17727)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, M. Uchida, Y. Tanaka, and K. Minoshima, *CLEO2017*, SF2C.5.

[4] T. Kato, M. Uchida, Y. Tanaka, and K. Minoshima, *CLEO2018*, STh3L.6.

[5] 加藤, 内田, 田中, 美濃島, 2018 年第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-438-10 (2018).

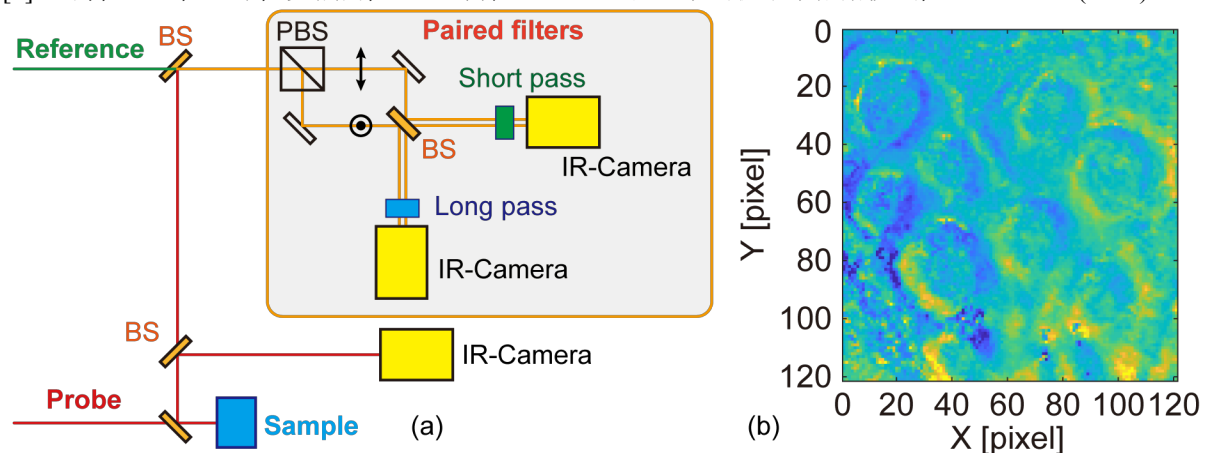


図 1 (a) 干渉画像取得のための実験系

(b) 生体サンプル (ヘチマの茎) を用いた強度比動画の 1 コマ