

チャープした光コムの和周波発生を用いた無走査 3次元計測における 高分解能イメージ検出

High-resolution detection in no-scanning 3D imaging method with sum-frequency generation of chirped optical frequency comb

電通大¹, JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ²

○(M1)田中 優理奈^{1,2}, (P)加藤 峰士^{1,2}, (M2)内田 めぐみ^{1,2}, (P)浅原 彰文^{1,2}, 美濃島 薫^{1,2,*}

The University of Electro-Communications (UEC)¹,

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

○Yurina Tanaka^{1,2}, Takashi Kato^{1,2}, Megumi Uchida^{1,2}, Akifumi Asahara^{1,2}, Kaoru Minoshima^{1,2,*}

*E-mail: k.minoshima@uec.ac.jp

光を用いた 3次元形状計測は非破壊・非接触な測定が可能であるため、幅広い分野に需要がある。我々は、独自手法であるチャープした超短パルスを用いた時間・空間・色情報の瞬時変換手法[1]を光コムに適用し、高精度・広範囲・高速測定が可能な無走査 3次元計測法を開発している。これまでに、実用的な Er ファイバコムを光源として使い、色情報検出法として、スペクトル干渉[2]、および和周波発生[3]を用いた手法を開発した。中でも和周波発生法は、干渉縞取得のために、高い空間横分解能と波長分解能を兼ね備える検出が不要なこと、および、赤外カメラが不要な点でメリットがある。本研究では、和周波発生による色検出法において、スペクトルフィルタを用いた強度分布画像測定を行い、イメージ測定分解能を向上させる手法を開発した。

実験配置を図 1 に示す。光源は波長 1.5 μm 帯のモード同期 Er ファイバレーザによる光コムを用い、ビームを 2 つに分岐させ、それぞれに分散補償ファイバ(DCF)、シングルモードファイバ(SMF)を用いて符号の反対な分散を与え、符号が逆で大きさが同じチャープ特性を持つポンプ・コムとプローブ・コム対を発生させた。チャープ特性の最適化によりスペクトル幅の狭い和周波光を得ることができ[4]、その中心波長は 2 つのパルスの遅延時間に対して一意に得られるため、スペクトル情報より奥行き情報を得ることができる。さらに波長検出に、透過率の波長依存性が異なる 2 つのフィルタの組み合わせ (ペアフィルタ) [5]を用いてスペクトル分布を強度比分布に変換し、空間分布を取得することによって無走査 3次元計測を実現した。まず、遅延時間を変化させながら和周波スペクトルのピーク位置を測定したところ、奥行き分解能は 3 μm となった(図 2 左)。さらに、3 枚のブロックゲージによって形成された段差形状のイメージ取得にも成功した(図 2 右)。本研究は、JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ (JPMJER1304) の助成を受けた。

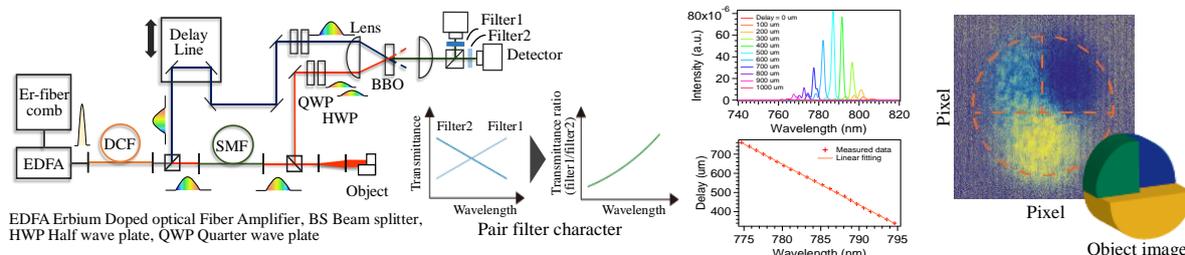


図 1 実験配置図とペアフィルタ特性

図 2 測定結果

- [1] K. Minoshima, H. Matsumoto, Z. Zhang, and T. Yagi, JJAP 33, L1348-L1351 (1994).
 [2] T. Kato, M. Uchida, and K. Minoshima, Scientific Reports 7, pp. 3670 1-8 (2017).
 [3] 田中, 加藤, 内田, 美濃島, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 6a-A414-7, (2017).
 [4] E. Arons, E. N. Leith, A. Tien and R. Wagner, Appl. Opt. 36, 12 (1997).
 [5] X.L. Dai, K. Minoshima, K. Seta, Proc. SPIE, Vol.3782, pp. 559-566 (1999).