

チャープした光コムの特クトル干渉による瞬時 3 次元計測手法

Non-scanning 3D measuring method using spectral interferometry with chirped frequency comb

○(P)加藤 峰士^{1,2}, (M1)内田 めぐみ^{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)

○(P)Takashi Kato^{1,2}, (M1)Megumi Uchida^{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

光コム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り、距離などの計測において高精度と高ダイナミックレンジが実現されている[1]。1 点計測の高精度化が進む一方で、近年の工学・産業では高精度な瞬時 3 次元計測手法への展開が切望されている。しかし既存手法では、瞬時多点計測と高精度・高ダイナミックレンジを両立することは容易ではなく、高精度なレーザー測距法においても対象面での計測位置の掃引、および遅延時間の掃引が必要となるため、測定は静止対象物に制限される。一方、我々は以前、チャープした超短パルス光を用いて時間情報を色(周波数)情報に変換して、ワンショットで多点空間(距離)情報をイメージング取得する手法を開発し、高速現象の瞬時観測や動的物体の形状計測に適用できる瞬時 3 次元計測法を実証した[2]。しかしこのとき開発した手法は、大型の再生増幅チタンサファイアレーザーを用いており、また光コムではなく単独パルスの利用に留まっていた。実用性を考慮すれば、実用的な光源を用いた簡便かつ制御性・適用性の高い計測法の開発が必要である。そこで本研究では、実用性の優れたファイバレーザーによる光コムを用いて、チャープした超短パルス列の特クトル干渉を画像素子で計測し、多点の距離情報を超高速に凍結し、画像として一度に取得することで、3 次元情報の瞬時計測手法を開発した[3]。今回は簡便な解析手法によって、より実用的な手法の開発を目指した。

図 1 に実験配置を示す。対象物に照射したチャープパルス列(プローブ光)とチャープフリーパルス列(参照光)とのパルス間特クトル干渉縞を取得する。このとき遅延時間を変化させると取得する特クトル干渉縞のパターンが変化するため、ターゲットの距離を計測することができる(図 2 のカラーマップ)。前回は、2 波長を選択して FFT で干渉縞を解析し測定原理を実証したが、解析には多くの時間を有していた。そこで今回は、最低干渉縞周波数の波長位置が遅延時間に依存することを利用し、より簡便な干渉縞解析法を開発してトータルな測定時間の低減を目指した(図 2 の赤点)。原理検証のため、ブロックゲージによる既知の段差(480 μm)計測を行ったところ、14 μm の不確かさを得た。光コムのパルス間干渉を利用しているため、周波数制御によってプローブパルスと参照パルスの遅延時間を制御でき、任意の距離を同様に精密計測できる。さらに、プローブ光においても異なるパルスからの干渉信号を取得すれば、大きく離れた位置の形状が同時に計測できる。例として、3 m 離れた 2 枚のミラーヘビームを半分ずつ照射して、ミラー間の段差計測を行った。その結果、14 μm の不確かさで計測することができた。講演では、計測の不確かさについても議論する。本研究は、JST ERATO 美濃島知的光シンセサイザのもとで行われた。

[1] K. Minoshima and H. Matsumoto, Appl. Opt., **39**, 30, 5512 (2000)

[2] K. Minoshima, et al., Jpn. J. Appl. Phys., **33**, 2, 9B, L1348–L1351 (1994)

[3] 加藤, 内田, 中嶋, 美濃島, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 20p-H116-3 (2016)

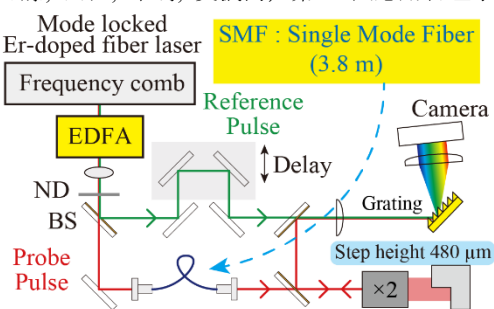


図 1 ブロックゲージの段差計測実験配置

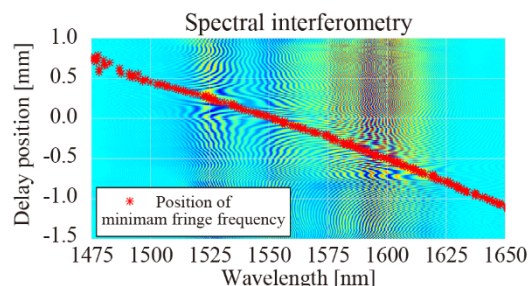


図 2 スペクトル干渉縞の遅延時間依存性と最低干渉縞周波数位置