

光コムを用いた波長走査型デジタル・ホログラフィーに関する基礎研究 (3)

～連続モード抽出 10GHz 光コムを用いた段差計測～

Wavelength scanning digital holography using 10GHz comb (3)

～Step measurement using continuously mode-extracted 10-GHz optical comb～

○(M2) 貞廣 知輝¹, 時実 悠², 長谷栄治², 南川 丈夫², 諸橋 功³, 安井 武史²

徳島大院創成科学¹, 徳島大² スト LED フォトニクス研究所 (pLED)², 情報通信研究機構 (NICT)³

Grad. Sch. Sci. Tech. Innov., Tokushima Univ.¹, pLED, Tokushima Univ.², NICT³

○Kazuki Sadahiro¹, Yu Tokizane², Eiji Hase², Takeo Minamikawa², Isao Morohashi³, Takeshi Yasui²

E-mail: sadahiro@femto.me.tokushima-u.ac.jp <http://femto.me.tokushima-u.ac.jp>

物体の 3 次元形状測定は、工業計測を始めとした様々な分野で重要である。従来法である触針法に比べて、光学的方法是機械的接触を必要とせず、高速・高精度の測定が行うことができる。光学的手法であるデジタル・ホログラフィー(DH)は、波面伝搬計算により算出された位相イメージを利用することで、サブ波長オーダーの形状測定が可能であるが、位相折返しに伴う不確定性があった。波長走査型 DH[1]を用いると、波長と位相の線形関係から位相折返し回数を決定可能であるが、波長可変 CW レーザー光源は高速・高精度な波長走査が困難ため、測定に時間を要していた。我々は、櫛の歯状の超離散マルチスペクトル構造を有する光周波数コムから任意のモードを抽出できれば、波長走査型 DH を高速化できると考え、モード抽出 10 GHz 光コムを用いた波長走査型 DH に関して報告してきた[2,3]。今回、モード抽出 10 GHz 光コムで利用可能な全 230 波長を用いた波長走査型 DH に関して報告する。

電気光学変調器光コム（モード間隔=10 GHz、スペクトル範囲=1528 nm～1566 nm=191.4 THz～196.1 THz）と波長可変バンドパスフィルター（可変間隔=0.08 nm=10 GHz）を用いて、連続モード抽出 10GHz 光コムを構成した。これを光源とし、マイケルソン干渉計配置を用いて、位相イメージを取得した。サンプルには、4 種のブロックゲージ(厚さ=1 mm, 1.11 mm, 2 mm, 11 mm)で構成された段差サンプル(段差= 9.0000±0.0004 nm, 0.8900±0.0003 nm, 0.1100±0.0003 nm, 10.0000±0.0004 nm)を用いた。光周波数 191.6 THz～193.8 THz を 10 GHz 間隔で光周波数走査をしながら、230 波長のデジタル・ホログラムを取得した。波面逆伝搬計算から算出した 230 枚の波長走査位相イメージ群からピクセル毎に位相スロープを線形フィッティングで決定し、得られた各段差の値を白色干渉計（測定範囲=50 nm～10 mm）の値と比較した（表 1）。両者の比較から、サブ波長オーダーで一致していることを確認した。これにより、位相折返し回数の決定が可能になるので、それと単一波長 DH で得られた相対位相イメージを位相接続して算出した三次元形状を図 1 に示す。これにより、mm オーダー段差を nm 精度で計測する可能性が示された。

表 1. 波長走査型 DH と白色干渉計の比較

段差	ブロックゲージ算出	白色干渉計	波長走査型DH
A-B	9.0000±0.0004 nm	×	8.986079±0.0142 nm
B-C	0.8900±0.0003 nm	0.8880 nm	0.889372±0.0001 nm
C-D	0.1100±0.0003 nm	0.1068 nm	0.106920±0.0003 nm
A-D	10.0000±0.0004 nm	×	9.982372±0.0138 nm

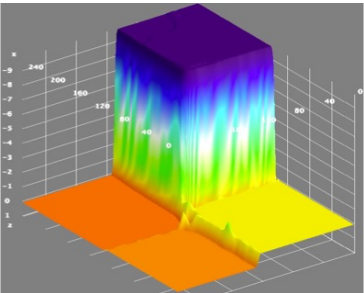


図 1. 波長走査型 DH で得られた 3D 形状

参考文献

[1] V. Lédl *et al.*, Appl. Opt. **56**, 7808-7814 (2017).

[2] 貞廣他、2021 年秋季応物学会, 10p-N106-2.

[3] 貞廣他、2022 年春季応物学会, 26a-E302-7.