

モード操作光コムを用いたカスケードリンク型マルチ合成波長 デジタル・ホログラフィの高速化 (4) ～高精度形状計測～

Fast multiple-synthesized-wavelength digital holography using mode-manipulated optical comb (4)

～high accuracy shape measurement～

徳島大¹, JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ², 情報通信研究機構³, 宇都宮大⁴

○(P) 山際将具^{1,2}, 南川丈夫^{1,2}, 諸橋功³, 山本裕紹^{2,4}, 安井武史^{1,2}

Tokushima Univ.¹, JST, ERATO IOS², NICT³, Utsunomiya Univ.⁴

○M. Yamagiwa^{1,2}, T. Minamikawa^{1,2}, I. Morohashi³, H. Yamamoto^{2,4}, and T. Yasui^{1,2}

E-mail: yamagiwa.masatomo@tokushima-u.ac.jp

<https://femto.me.tokushima-u.ac.jp>

合成波長を用いたデジタルホログラフィ (DH) [1]は、大きな段差形状物体を位相アンラッピングを行うことなく計測できる。しかしながら、位相ノイズを伴う場合、長い合成波長の利用は、高さ (奥行き) 分解能を低下させる。この問題を解決するため、我々はモード操作光コムによるマルチ合成波長を用いたカスケードリンク型 DH を提案している[2]。前回の報告では、提案法で数 $10\mu\text{m}$ から 10mm までの広い高さレンジで段差形状物体が計測可能であることを実証した。提案法はさらにカスケードリンクによる位相ノイズ低減で、原理上、数 10nm の精度で形状計測できる。本報告では提案法で高精度形状計測が可能であるのか、原理確認実験を行ったので報告する。

図 1 に実験装置を示す。光源は変調器型光コム (中心波長 1555nm 、コム間隔 5GHz) を用いた。コム・モードは、VIPA (Virtually Imaged Phased Array) と回折格子で構成される 2 次元波長分散素子により、2 次元空間展開される[3]。SLM と偏光ビームスプリッタによって抽出されたコム・モードは、オフアクシス型マイケルソン干渉計に入射し、干渉縞を近赤外カメラ (320×256 pixels、 $30\mu\text{m}$ pixel size) で取得する。サンプルは金コートされたミラー (表面粗さ typical 63nm) である。実験では 1542.215nm , 1542.284nm , 1542.694nm , 1544.119nm , 1564.280nm のコム・モードを抜き出し、合成波長 34.47mm , 4.967mm , 1.251mm , 0.109mm を生成した。DH で求めたそれぞれの合成波長の位相から高さ分布を計算し、単一波長 1542.215nm までカスケードリンク[2]を行った。図 2 に形状計測の結果を示す (計測時間 2.5 秒)。図 2(a) は 2 次元相対高さ分布、図 2(b) は図 2(a) の赤枠領域 ($3\text{mm} \times 3\text{mm}$) での表面形状分布を示す。この領域での面内標準偏差を求めた結果 39nm となり、サンプルの仕様と近い値で表面測定をすることができた。これにより、提案法で高精度形状計測が可能であることが示された。

本研究は、JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクト及び JSPS 科研費 JP18K04981 の助成を受けて行われた。

- [1] J. Gass *et al*, Opt. Lett., **28**, pp. 1141-1143 (2003).
- [2] 山際他, 応物 2018 秋季講演会, 20p-431B-13.
- [3] J. T. Willits *et al*., Opt. Express **20**, pp. 3110-3117 (2012).

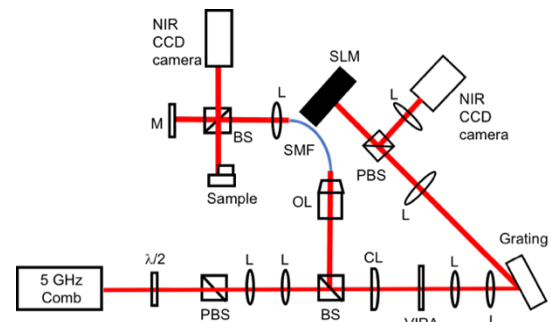


Fig. 1 Experimental setup. $\lambda/2$: 1/2 waveplate, PBS: polarization beam splitter, L: lens, BS: beam splitter, CL: cylindrical lens, SLM: spatial light modulator, OL: objective lens, SMF: single-mode fiber, M: mirror.

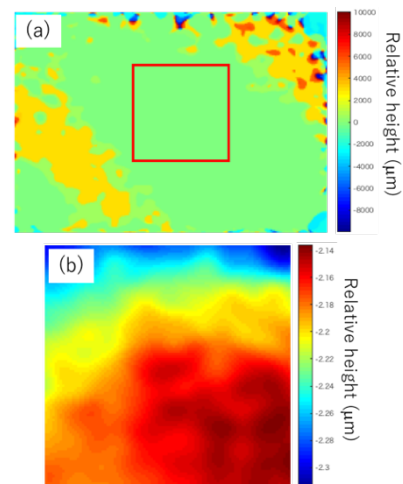


Fig. 2 Measurement result. (a) 2D height distribution of sample, (b) Surface profile at the area surrounded in the red solid square line on Fig. 2(a).