

# 機械走査部の無い波長選択位相シフトデジタルホログラフィック 顕微鏡システム

## Wavelength-selective phase-shifting digital holographic microscopy system without mechanical scan

NICT<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup>, 金沢大理工<sup>3</sup> ○田原 樹<sup>1,2</sup>, 遠藤 優<sup>3</sup>

NICT<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup>, Kanazawa Univ.<sup>3</sup> ○Tatsuki Tahara<sup>1</sup>, Yutaka Endo<sup>2</sup>

E-mail: tahara@nict.go.jp

デジタルホログラフィはレンズレス 3 次元画像センシング可能な技術であり、機械的な焦点合わせが不要な 3 次元顕微鏡システムへ応用できる<sup>1)</sup>。また、波長ごとに異なる位相変調パターンを与えると波長情報の多重記録・分離抽出が可能である<sup>2-4)</sup>。空間帯域幅積の損失無く所望の波長における 3 次元画像情報を抽出可能な顕微鏡法として、波長選択位相シフトデジタルホログラフィック顕微鏡法が提案されているが<sup>4)</sup>、従来位相変調に機械走査部を必要としていた。本稿では機械走査部の一切無い顕微鏡システムを構築したため報告する。

図 1 に構築した顕微鏡システムの概略を示す。波長 $\lambda = 633 \text{ nm}$ ,  $532 \text{ nm}$ の光源を用い、倍率 40, NA0.95 の倒立型顕微鏡システムを構築した。位相シフトデジタルホログラフィック顕微鏡システムと、複数波長の光源、単板単色撮像素子により構成される。波長ごとに異なる位相変調パターンを与えることが特徴である。従来位相変調にはピエゾ素子を用いていたが、今回 LCoS-SLM(santec SLM-100)を用い、機械駆動部を取り除いた。液晶を用いることで、波長間の位相変調量差をより大きくとることができ、原理的により小さな波長差でも高い信号対雑音比で波長分離できる。波長数を  $N$  とすると  $2N+1$  回の露光より情報センシング可能であるため<sup>4)</sup>、LCoS-SLM を用いて位相変調させ

ながら 5 枚の波長多重ホログラムを取得した。

図 2 に USAF1951 テストターゲットを被写体とした実験結果を示す。伝播距離  $12 \text{ mm}$  として 1 枚の波長多重ホログラムに直接回折積分の計算を施すと、不要な次数の回折光の重畳と波長間クロストークの両方が発生する。一方で構築した顕微鏡システムにより所望の波長における所望の光波を像再生できたため、提案する顕微鏡システムの動作原理を確認できた。

本研究の一部は JSPS KAKENHI Grant Number JP 19K20293, 18H01456, 科学技術振興機構(JST) さきがけ(JPMJPR16P8)の助成を受けた。

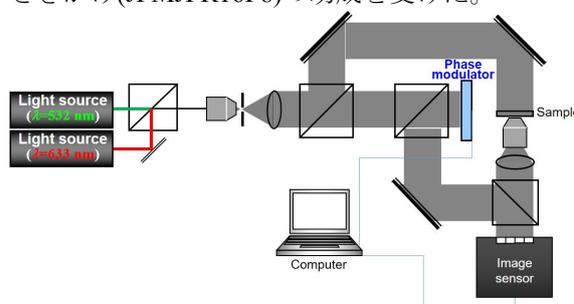


Fig. 1 Schematic of the constructed microscopy system.

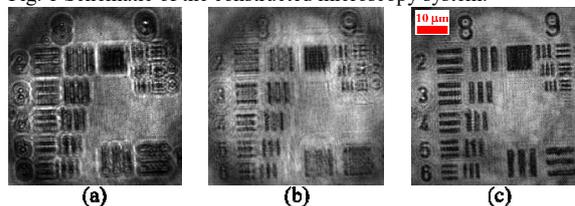


Fig. 2 Experimental results. (a) One of the recorded wavelength-multiplexed holograms, images reconstructed by (b) diffraction integral alone and (c) proposed microscopy at  $\lambda = 633 \text{ nm}$ .

- 1) M. K. Kim ed., Digital Holographic Microscopy: Principles, Techniques, and Applications (Springer, New York, 2011).
- 2) A. W. Lohmann, Appl. Opt. **4** (1965) 1667.
- 3) D. Barada, *et al.*, Appl. Opt. **50** (2011) H237.
- 4) T. Tahara, *et al.*, Opt. Express **25** (2017) 11157.