平面導波路型デジタルホログラフィック顕微鏡の開発

Development of planar lightwave circuit digital holographic microscope

電気通信大学 [1]，（株）岡本研究所 [2]　○原　菜摘 [1]，池田　佳奈美 [1]，岡本勝就 [2]，渡邉恵理子 [1]

The University of Electro-Communications [1], Okamoto laboratory [2], ◦Natsumi Hara[1], Kanami Ikeda[1], Katsunari Okamoto[2] and Eriko Watanabe[1]

E-mail: phase@fourier.ghrdp.uec.ac.jp

デジタルホログラフィック顕微鏡（Digital Holographic Microscopy: DHM）[1]は，非接触・非侵襲で微小物体の厚みや屈折率といった位相情報を高速かつ広視野で定量的に計測することが可能である．そのため，医療分野において，細胞検査への応用などが期待されている．2 光束干渉による DHM は，対物レンズによるサンプルの拡大光学系が必要であることや，装置が大型化するなどの課題がある．我々は，球面参照波を用いて超小型化が可能なレンズレスデジタルホログラフィック顕微鏡（Planar Lightwave Circuit-DHM: PLC-DHM）を提案している[2,3]．本研究では，DHM に適したいくつかの平面導波路を設計し、高分解能化を行ったので報告する。

Fig. 1 に、提案システムの PLC-DHM の光学系を示す．光源には，波長が 632.8nm の He-Ne レーザーを用い，偏波面保持ファイバを通して光導波路に入射させ，光導波路内で物体光と参照光に分岐する．平面導波路から出射しサンプルを通過した物体光と，参照光を干渉させ，CCD カメラで干渉縞を記録する．PLC-DHM では，光源，光ファイバ，平面導波路の素子のみで構成され，簡易な光学系とアライメント，装置の小型化に有効である．また，0 次光の除去には，平面導波路の一方の光路にヒーターを装着し、熱光学効果[4]によって位相差を加えながら干渉縞を記録する，熱光学効果による位相シフト法を利用する[5]．第一プロトタイプの PLC-DHM では，PLC－DHM 専用に試作しておらず，石英基板で作成した平面導波路を試作していた．そのため PLC のファイバ端から出射した光の NA は 0.11 であり高分解能化に課題があった。今回，空間分解能の向上に向けて、PLC-DHM の高 NA 化し，出射光の NA を 0.2 と向上させた．

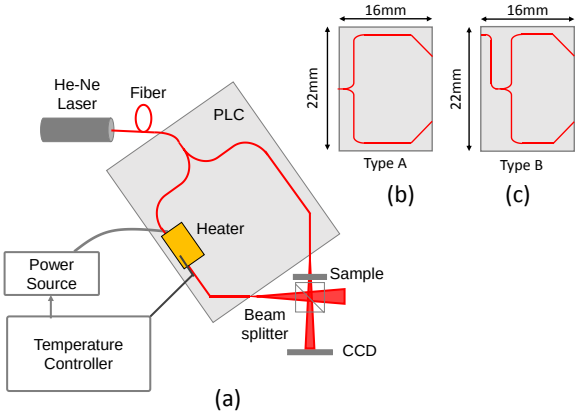

Fig. 1 The schematic diagram of the PLC-DHM

さらに、第一プロトタイプでの PLC では，ファイバと PLC の接着部からの漏れ光が，PLC から出射される光のノイズとして影響していた．そこで，Fig. 1(b,c)に示すように，導波路の配置が異なる PLC を作製し，分解能の評価を行った．その結果，空間分解能がほぼ設計値通りの 1.20μm であることを確認した．

謝辞：本研究の一部は自転車等機械工業振興補助(JKA)の研究助成を受けたものである．

参考文献：
[1] J. W. Goodman, et al., Appl. Phys. Lett. 11, 77 (1967).
[2] E. Watanabe, et al. Opt. Rev. 22, 342C (2015).
[3] 国立大学法人電気通信大学．特開 2016-130855. (2015).
[4] T. Goh, et al. J. Lightwave Technol. 15, 2107 (1997). [5] K. Okamoto, et al. Opt. Lett. 35, 2103 (2010).