

デジタルホログラム技術を導入した ホログラフィックメモリによる位相多値情報の多層記録 Multilayer Recording of Phase Multilevel Data in a Holographic Memory System Using Digital Holographic Techniques

和歌山大院システム工¹, 和歌山大システム工² ○ 信川 輝吉¹, 野村 孝徳²

Wakayama Univ.^{1,2} ○ Teruyoshi Nobukawa¹ and Takanori Nomura²

E-mail: s132072@sys.wakayama-u.ac.jp

ホログラフィックメモリは次世代型光メモリとして期待が寄せられている。これまで大容量化を実現するため、位相多値記録法や多層記録法が提案されている。これらの記録法は大容量化に貢献することが数値解析により示されているが、未だ実験的に実証されていない。その原因の一つに、位相多値記録法・多層記録法では、一般的なホログラフィックメモリと比較して、光学系が大型・複雑となることが挙げられる。位相多値記録法の実現には2台の空間光変調器 (SLM) および干渉計が必要であり、多層記録法の実現には記録媒体を光軸方向に移動するためのアクチュエータを導入する必要がある。

本研究では、位相多値記録および多層記録を小型・簡易な光学系により実現することを目的とし、デジタルホログラム技術を導入したホログラフィックメモリシステム¹⁾を用いることを提案する。提案手法で用いる光学系を図1に示す。本光学系は単一のSLMと単一の撮像素子により構成されており、デジタルホログラム技術の導入により光波複素振幅分布の変調・検出が可能である。したがって、位相多値情報を有する信号光を生成し、機械的動作を必要とせず記録媒体内の3次元空間で任意の位置にデータを記録することができる。さらに、データ再生時には、記録媒体から再生される光波の複素振幅分布を検出でき、位相多値情報を復号できる。

図1の位相多値のページデータを記録する場合を例とし、提案手法のデータ記録・再生手順の概要を以下に示す。記録すべきページデータに線形位相²⁾・

球面位相³⁾・リング状のホログラム位相^{4,5)}の3つを重ね合わせる。各位相パターンは、複素振幅変調・多層記録・参照光、としてそれぞれ役割を担っている。重ね合わせた位相パターンに従い、SLMを用いて光波の位相を変調し、開口により不要な光波を除去する。このことにより、信号光と参照光のみが記録媒体に照射され、ページデータのホログラムが記録される。多層記録時には、球面位相の曲率を変化させることにより、光軸方向の任意の箇所に、ホログラムを多層に記録することができる。データ再生時には、記録媒体から再生される光波と、SLMから生成される光波との干渉縞を取得・解析することにより、記録したデータを読み出すことができる。

提案手法を用いて、 $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ の位相情報を有する2枚のページデータの多層記録・再生をおこなった実験結果を図2に示す。多層記録時の層間隔は $700 \mu\text{m}$ とした。図2の■は $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ の記録データを示しており、○は48点の再生データの複素振幅値を示している。各再生データの複素振幅値を、複素平面上で最も距離が近い記録データとして復号することにより、誤りなくデータを読み出すことに成功した。本実験結果から、提案手法により、小型・簡易な光学系を用いて位相多値記録と多層記録の両方を実現可能であることを実証した。

本研究は(独)日本学術振興会科学研究費(特別研究員奨励費)15J11996の助成を受けておこなわれた。

文献

- 1) T. Nobukawa and T. Nomura, Proc. SPIE **9771**, 97710E (2016).
- 2) T. Nobukawa and T. Nomura, Appl. Opt. **55**, 2565 (2016).
- 3) T. Nobukawa and T. Nomura, Opt. Lett. **40**, 5419 (2015).
- 4) T. Nobukawa and T. Nomura, Appl. Opt. **53**, 3773 (2014).
- 5) T. Nobukawa and T. Nomura, Opt. Lett. **40**, 2161 (2015).

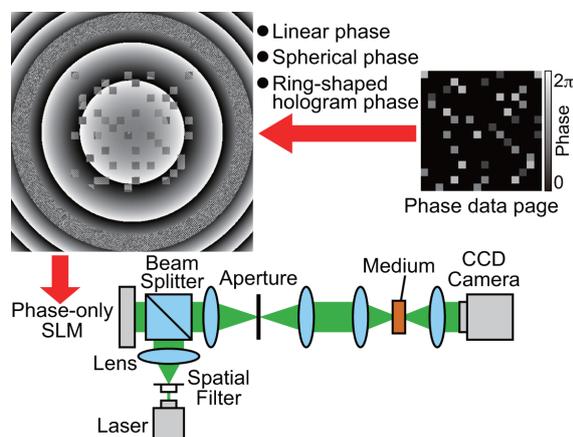


Fig. 1 Proposed holographic memory system.

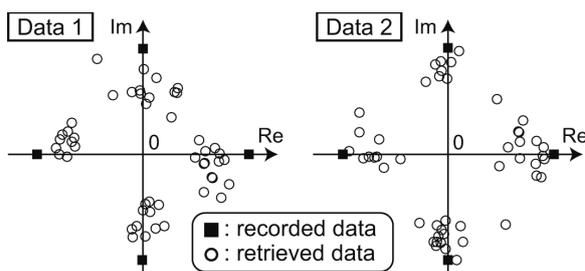


Fig. 2 Experimentally recorded and retrieved data.