

線形位相符号化法を用いたホログラフィックメモリにおける ページデータ同時再生手法 Simultaneous Reconstruction in Holographic Memory Using Linear Phase Encoding

和歌山大院システム工¹, 和歌山大システム工² ○柄池 正大¹, 最田 裕介², 信川 輝吉¹, 野村 孝徳²
Wakayama Univ.^{1,2} ○Masahiro Karaike¹, Yusuke Saita², Teruyoshi Nobukawa¹, and Takanori Nomura²
E-mail: s172014@center.wakayama-u.ac.jp

ホログラフィックメモリは次世代の大容量光メモリとして注目されている。ホログラフィックメモリは光波の振幅だけでなく位相もページデータとして記録することによって記録容量の増加が可能である¹⁾。これを実現するためには、光波の複素振幅を変調する必要があり、一般的に振幅変調型と位相変調型の空間光変調器 (SLM) の両方が用いられる。そのため、光学系が大型化するという問題がある。この問題を解消する手法として、ページデータへ線形に傾いた位相を付加する線形位相符号化法とフーリエ縞解析を応用した手法が提案されている²⁾。これは、光波の位相を変調して空間周波数面における信号光と不要な光波を分離し、不要な光波を除去することによって信号光を生成する手法である。このため、振幅変調型の SLM が不要となり光学系の小型化が可能である。

本研究では、線形位相符号化法とフーリエ縞解析を応用したホログラフィックメモリにおけるデータ転送速度の向上を目的とし、複数のページデータを記録媒体の異なる位置に記録し、各ホログラムに参照光を照射して同時に再生像を取得する手法を提案する。提案手法では、ページデータごとに線形位相符号化法を用いて異なる線形な傾きの位相を付加することにより、複数のページデータを図 1 に示すようにフーリエスペクトルを分離して記録する。ここで、図 1 中に示す μ, ν は空間周波数である。また、それぞれのページデータを記録する場合の参照光には、図 2 に示す位相分布のように信号光の周りに配置したリング状の参照光を分割して用いる。これらの参照光の位相分布は、空間周波数面において対応する信号光と重なるように反復計算を用いて設計した計算機生成参照光パターン³⁾である。提案手法において撮像素子によって得られる再生像は複数のページデータの再生像がである。ここで、再生像に対してフーリエ縞解析をおこなうことにより、1枚のページデータの複素振幅を取得可能である。

提案手法のページデータ記録・同時再生の概要を2枚のページデータを記録・再生する場合を例に説明する。はじめに、図 2 (a) に示す位相分布をもとに SLM を用いて光波の位相を変調する。次に、レ

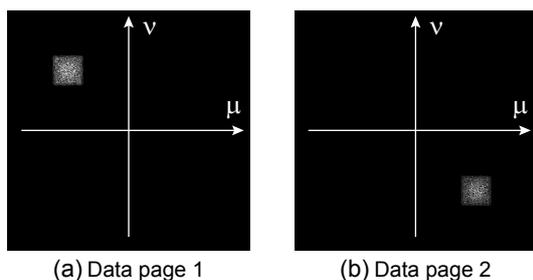


Fig. 1 Fourier power spectrum of signal beam with each data page.

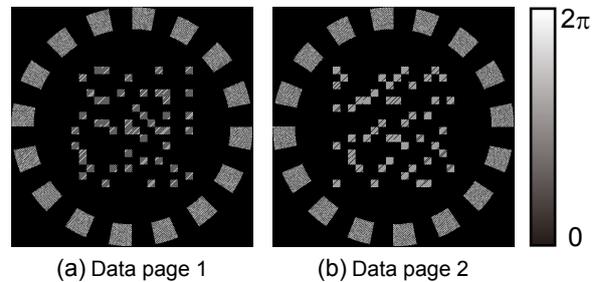


Fig. 2 Input phase distribution.

ンズによってフーリエ変換し、開口を用いて信号光と参照光を取り出す。これにより、信号光と参照光を記録媒体に照射し、ホログラムを記録する。次に、図 2 (b) に示す位相分布を用いて同様にホログラムを記録する。ここで、それぞれの信号光は線形位相符号化法によって異なる線形な傾きの位相が付加されているため2枚のホログラムはそれぞれ記録媒体の異なる位置に記録される。記録した2枚のページデータを同時に再生するために、図 2 (a), (b) 中の参照光を組み合わせた再生用の参照光を SLM によって生成し、記録媒体に照射する。このとき、再生用の参照光と同時に SLM によってフーリエ縞解析用の光波も生成する。撮像素子面において2枚のページデータの再生光とフーリエ縞解析用の光波による干渉縞を取得し、解析することによって記録した2枚の再生像の複素振幅を同時に読み出すことが可能である。

提案手法を用いて、 $0, \pi$ の位相をもつ2枚のページデータの記録・同時再生シミュレーションをおこなった結果を図 3 に示す。図 3 の \blacktriangle , \circ はそれぞれ記録したページデータの複素振幅値と再生・解析した再生像の複素振幅値をあらわしている。再生像の複素振幅値を、複素平面上で最も近い位置の記録時の複素振幅値として復号することにより、誤りなくページデータを読み出すことができています。よって、提案手法を用いて2枚のページデータの同時再生が可能であることを示した。

文献

- 1) A. Okamoto, *et al.*, *Opt. Express* **19**, 13436 (2011).
- 2) T. Nobukawa and T. Nomura, *Appl. Opt.* **55**, 2565 (2016).
- 3) T. Nobukawa and T. Nomura, *Appl. Opt.* **53**, 3773 (2014).

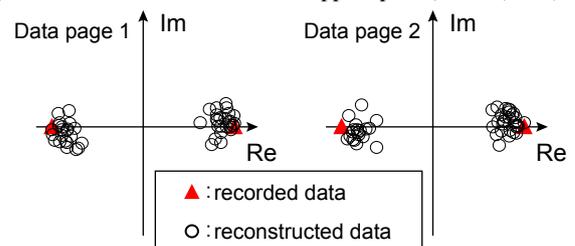


Fig. 3 Recorded and reconstructed complex amplitude data.