18p-PA2-2

超解像ホログラフィックメモリ
Super-Resolution Holographic Memory

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 Nobukawa [1] and Takanori Nomura [2]
E-mail: s132072@sys.wakayama-u.ac.jp

次世代型光ストレージとしてホログラフィックメモリが期待されている．一般に，ホログラフィックメモリでは，ページデータに応じて光波の振幅分布を変調した信号光のフーリエスペクトルと，参照光とのホログラムを記録媒体に記録する．このとき，信号光のフーリエスペクトルの照射領域を制限し，記録密度を高めるために記録媒体の直前に開口が用いられる．開口の大きさを小さくするほど記録密度を高めることができる．しかし，開口の大きさがナイキストアパーチャー [1] より小さい場合，サンプリング定理の観点から必ずデータ誤りが生じる．したがって，従来のホログラフィックメモリでは，開口をナイキストアパーチャーより小さくすることは困難であり，記録面積の縮小に限界がある．

本研究では，従来のホログラフィックメモリにおける記録面積の縮小の限界を打破することを目的とし，超解像ホログラフィックメモリを提案する．本発表では，超解像ホログラフィックメモリの原理を検証するためにおこなったシミュレーション結果について述べる．以下に，提案手法のデータ記録・再生手順を，シミュレーション結果とともに示す．

データ記録時，Fig. 1 のページデータに応じて光波の振幅分布を変調し，信号光を生成する．さらに，参照光との干渉効率を高めるためにランダム位相マスクにより信号光の位相分布を変調し，これをレンズによりフーリエ変換する．信号光のフーリエスペクトルを Fig. 2 に示す．このフーリエスペクトルに対して，記録領域を制限するために Fig. 3 に示す開口を用い，フーリエスペクトルの半分のみを記録する．この開口の大きさは，ナイキストサイズ [1] を w とすると，$0.65w \times 1.3w$ であり，ナイキストアパーチャーよりも 15% 小さい．開口を通過した信号光と参照光との干渉縞をホログラムとして記録媒体に記録する．

データ再生時，参照光を記録媒体に照射し，記録媒体からの再生光の複素振幅分布を撮像素子により取得する．複素振幅分布の取得にはフーリエ縞解析 [2] を用いた．取得した再生光の複素振幅分布から，開口により除去された信号光のフーリエスペクトルの半分を以下の計算手順により回復する．はじめに，再生光の複素振幅分布をフーリエ変換する．次に，フーリエスペクトル分布の対称性に基づき，再生光のフーリエスペクトルから開口により除去されたフーリエスペクトルを回復する．最後に，回復処理後のフーリエスペクトルを逆フーリエ変換することにより，再生像を得ることができる．シミュレーションにより取得した再生像を Fig. 4(a) に示す．また，比較のため，Fig. 3 と同じ大きさの開口を用いた従来のホログラフィックメモリのシミュレーションをおこなった．シミュレーションにより取得した再生像を Fig. 4(b) に示す．それぞれの再生像をしきい値処理により復号し，データ誤り率を評価した．従来手法では 14% のデータ誤りが発生していたが，提案手法では誤りなくデータを読み出すことに成功した．

以上のシミュレーションにより，提案手法を用いることで従来のホログラフィックメモリにおける記録面積の縮小の限界を打破できることを示した．このことから，提案手法は高密度記録ホログラフィックメモリの実現に貢献するものと期待される．

文献

1) V. Vadde, *et al*., Proc. SPIE **3401,** 194 (1998).
2) M. Takeda, *et al*., J. Opt. Soc. Am. **72,** 156 (1982).

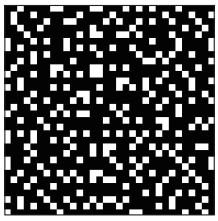


Fig. 1　Original data page.

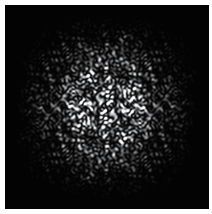


Fig. 2　Fourier spectrum of a signal beam.

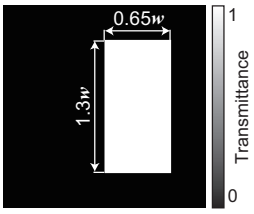
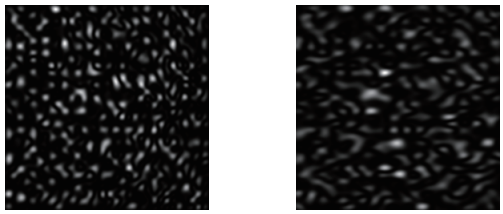


Fig. 3　Aperture for restricting a recording area.



(a)　(b)

Fig. 4　Reconstructed images (a) by the proposed method and (b) the conventional method.

© 2014 年　応用物理学会