

# 反射型ホログラフィックメモリにおけるスペックル 3 次元シフト多重記録特性の評価

## Recording Characteristics of Three-dimensional Speckle-shift Multiplexing in Reflection-type Holographic Memory

神戸大院シ情, °西崎 達哉, 仁田功一, 的場 修

Kobe Univ., °Tatsuya Nishizaki, Kouichi Nitta, and Osamu Matoba

E-mail: nishizaki@brian.cs.kobe-u.ac.jp

### 1. はじめに

ホログラフィックメモリにおいて 1 TB/disk を超える大容量記録と 1 Gbps 以上の高速データ転送の実現が期待されている。ホログラフィックメモリにおける多重記録に関しては様々な記録手法が研究されているが、我々はスペックルシフト多重記録を用いた反射型ホログラフィックメモリの研究を行っている[1, 2]。反射型ホログラムの短い相互作用長を利用して、材料の厚さ方向にも多重記録が行えることが期待できるため、記録容量を増加させることができる。これまでに、面内または奥行き方向に独立に多重記録を行い、記録容量の評価を行ってきた。

本研究では、反射型ホログラフィックメモリにおいて面内及び奥行き方向に同時に多重記録を行う、スペックルシフト 3 次元シフト多重記録を実装し、3 次元領域を利用した記録特性の評価を行う。3 次元シフト多重記録を用いる場合に、ホログラムをどのように分散させて記録すれば良い記録再生特性が得られるかの指針を得ることが課題となる。ホログラムを層状に記録することとし、ホログラムを分割して記録した場合の信号対雑音比を調べた。

### 2. スペックル 3 次元シフト多重記録

3 次元シフト多重記録はホログラフィックメモリにおいて記録容量の増加が期待できる記録手法の 1 つある。特に NA=0.85 の高 NA 時には奥行き方向の集光効果が大きく、共焦点系を導入することで奥行き方向の隣接層からのクロストークノイズを効果的に減少させることができると考えられる。

Fig. 1 に今回行った分割記録の概要を示す。総数 98 個のホログラムを 1 層または 2 層、4 層に記録し、各面内記録間隔を Fig. 1 に示した通り、1 層あたりのホログラム数を変化させた。この時、開口数(NA)は 0.43 とした。ホログラム記録と再生計算手法は Ref. 2 と同様に、スカラー回折計算を用いた。信号画像はレンズのフーリエ変換により記録媒体中心まで伝播される。また、体積記録を表現するために記録媒体を複数層に分割した。さらに、レンズのフーリエ変換面から媒体の各層への光伝播計算には角スペクトル伝播計算を用いた。



Fig. 1 An example of three-dimensional recording schemes.

### 3. 3 次元多重記録特性

記録特性の評価に SNR (Signal to Noise Ratio) を用いた。ホログラフィックメモリにおける SNR は次式のようにになる。添字の 0 と 1 は 2 値信号に対応し、 $\mu$  と  $\sigma$  はそれぞれ平均光強度と標準偏差を表す。

$$SNR = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_1^2}} \quad (1)$$

Fig. 2 に 1 層、2 層、4 層の 3 つの分割記録での再生信号の SNR を示す。横軸はホログラム記録数、縦軸は記録媒体中心のホログラム再生光の SNR である。この結果から、2、4 層で記録した時に 1 層のみにホログラムを記録した時よりも SNR は大きくなっていることが分かる。しかし、その差はそれほど顕著ではない。これは参照光をランダム位相マスクにより変調しているが、NA=0.43 では厚さ 0.5 mm の材料では参照光の広がりほとんど変化していないことから再生ノイズ光のパワーが変化していないためであると考えられる。これを改善するためには高 NA 化、共焦点系の導入などが考えられる。

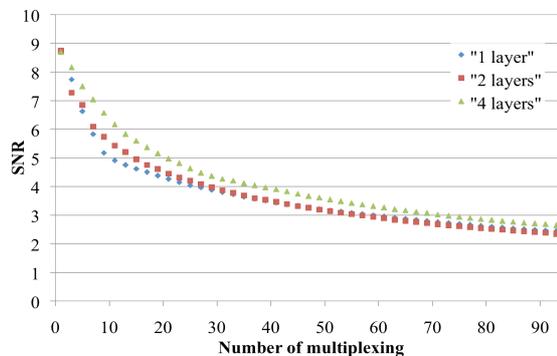


Fig. 2 SNRs as a function of number of holograms when signal, double, and four layers are used.

### 4. まとめ

反射型ホログラフィックメモリにおけるスペックル 3 次元シフト多重記録の記録特性の評価を行った。多層記録をすることで面内 1 層のみで記録する場合よりも再生画像の SNR が大きくなることが分かった。

#### 参考文献

- [1] M. Miura, K. Nitta, and O. Matoba, J. Opt. Soc. America A, Vol. 26, Iss. 10, pp. 2269 (2009).
- [2] O. Matoba, Y. Yonetani, and K. Nitta, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 50, 09ME08-1 (2011).