

最近の技術から

マイクロフレネルレンズ応用多層光記録

緒方 司 郎

オムロン(株)中央研究所 〒617 長岡京市下海印寺

1. ま え が き

近年、マイクロフレネルレンズ (以下 MFL と略す)¹⁾ は小形・軽量・平板状であることから集積性がよい、電子線描画により作製するのでレンズの仕様変更が容易、レンズパターンのブレード化により高効率化できる²⁾、および回折限界の光学特性が得られることなどからマイクロ光学の分野では注目されている。たとえば、電子線描画法を用いて作製したマスタ MFL から、光ディスク等の複製で用いられているニッケル電鍍法および 2P (photopolymerization) 法とによりレンズの量産技術³⁾、さらに、MFL と半導体レーザーを汎用の 5.6 レーザシステム上にコンパクトに実装した超小形の半導体レーザーコリメート光源⁴⁾の開発などがなされている。しかしながら、この MFL は従来レンズと異なり光の回折を利用しているため、使用波長に反比例して焦点位置が大きく変化する特徴があり (図 1)、この性質はこれまで MFL の短所とされていた。

一方、光ディスクシステムの進歩には目覚ましいものがあり、その用途はコンパクトディスクシステムから書換え可能な光メモリシステムまで拡大してきている。このような光メモリシステムにおいては今後必然的にメモリ容量の増大化、および高速処理化が要求されてくるであろう。そして、これらの要求に応えるためには、いく

つかの解決すべき問題が生じてくると考えられる。第一は光の回折限界により制限を受けている記録密度の問題であり、第二はシングルビームおよび光ヘッド部の重さ等で制限を受けているアクセスタイムも含めたデータ転送速度の問題である。現在、第一に対しては超解像現象の応用⁵⁾や光源の短波長化などによりメモリの高密度化が検討されており、第二に対しては、マルチビーム半導体レーザー⁶⁾などによる並列処理化や光ヘッド部の小形、軽量化によるアクセスタイムの短縮化などが検討されている。

ここでは、この二つの問題を同時に解決する新しい方法として、これまで短所とされていた MFL の焦点位置が使用波長に依存する性質を積極的に応用した光メモリシステムの構成を概説し、その光ヘッド部に対物レンズとして用いられる MFL の集光特性を紹介する⁷⁾。

2. 多層光メモリシステムの構成

図 2 に多層光メモリシステムの構成を示す。本システムは MFL を対物レンズとする光ヘッド部と複数の光記録層から成る多層光メモリメディアから構成され、波長の異なる複数のレーザー光により信号処理するところに特徴がある。異なる複数の波長をもつ光源から出射されたレーザー光はカップラなどを通して同一の光軸を対物レンズに向かって進む。対物レンズは MFL で構成されているので、個々の波長に従って異なる位置に焦点を結ぶ。これらの焦点位置にそれぞれ光記録層を設けることで、おのおのの波長の光で対応する記録層の信号を独立に読み出すことができる。記録情報で変調されたそれぞれの反射光は、グレーティングレンズにより波長ごとに対応する受光素子へと導かれる。このような構成によれば原理的にはメモリ層の数だけメモリ容量が倍増され、異なる波長の光の数だけパラレル処理により読取り速度が倍増される効果が期待できる。

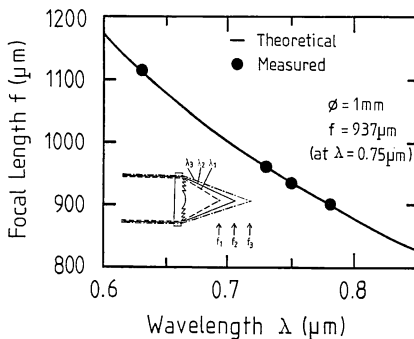


図 1 マイクロフレネルレンズ焦点位置の波長依存性

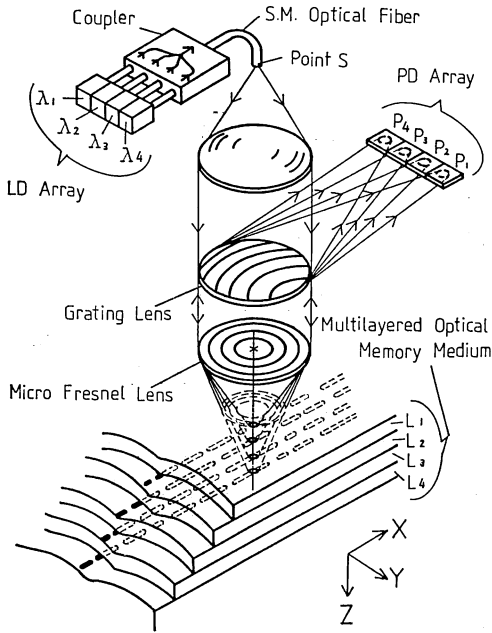


図2 多層光メモリスシステムの構成

3. マイクロフレネルレンズ集光特性の波長依存性

MFLを多層光メモリスシステムの対物レンズとして用いる場合、一番の問題は波長が設計値からずれたときの集光特性であろう。図3にMFL集光スポットサイズの波長依存性を示す。実験には電子線描画法にてガラス基板上に電子線レジスタパターンとして作製した開口数0.45、レンズ径1mm、設計波長 $0.75\mu\text{m}$ のMFLを用いている。図3からわかるように波長変動に対し集光スポットサイズの変化が小さいのは、MFLが回折を利用したレンズであるため、使用波長が長くなれば、MFLの開口数も見かけ上大きくなり、その結果それらの比で示される集光スポットの回折限界値はあまり変化しないためである。このように、MFLは数十ナノメートルの波長範囲であれば、十分な集光特性が得られると考えられる。

4. む す び

以上、多層光メモリスシステムの構成、およびMFLをこのシステムに応用する場合の集光特性を中心に簡単な

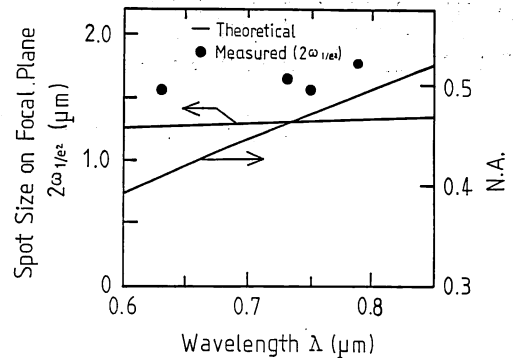


図3 マイクロフレネルレンズの開口数および集光スポット径と使用波長との関係（黒丸は集光スポット径の実験値）

紹介をしてきた。本多層光メモリスシステムは飛躍的なメモリ密度の増大化、および高速処理化が期待できる。ところで、このシステムを実現するにはなおいくつかの課題が存在する。第一は回折形光学素子を用いていることによるもので、光学系の光利用率が小さいこと、および光源の波長変動による読取りエラーであり、第二は多層光メモリアディアの構成に関するものである。これらの課題をいかにブレークスルーするかが本システムの実現の鍵を握っていると思われる。

文 献

- 1) H. Nishihara and T. Suhara: "Micro Fresnel lens," *Prog. Opt.*, **24** (1987) 1-26.
- 2) T. Fujita, H. Nishihara and J. Koyama: "Blazed gratings and Fresnel lenses fabricated by electron-beam lithography," *Opt. Lett.*, **7** (1982) 578.
- 3) M. Tanigami, S. Ogata, S. Aoyama, T. Yamashita and K. Imanaka: "Low wavefront aberration and high temperature stability molded micro Fresnel lens," *IEEE Photon. Tech. Lett.*, **1** (1989) 384-385.
- 4) S. Ogata, H. Sekii, T. Maeda, H. Goto, T. Yamashita and K. Imanaka: "Micro collimated laser diode with low wavefront aberration," *IEEE Photon. Tech. Lett.*, **1** (1989) 354-355.
- 5) Y. Yamanaka, Y. Hirose and K. Kubota: "High density optical recording by superresolution," *Technical Digest of ISOM '89* (1989) 197-200.
- 6) D.B. Carlin, *et al.*: "Multichannel optical recording using monolithic arrays of diode lasers," *Appl. Opt.*, **23** (1984) 3994-4000.
- 7) S. Ogata, S. Aoyama and T. Yamashita: "Micro Fresnel lens for multilayer optical memory system," *Technical Digest of MOC/GRIN '89* (1989) 304-307.

(1990年2月2日受理)