



超解像による光ディスクの高密度記録

山中 豊*・窪田 恵一**

*日本電気(株)光エレクトロニクス研究所 〒213 川崎市宮前区宮崎 4-1-1

** 日本電気(株)周辺装置事業部 〒183 府中市日新町 1-10

1. ま え が き

光ディスクは、文書やイメージのファイル用等の大容量記録装置として、実用化が進められている。しかし、デジタル画像データの記録や 3.5" ディスクの用途拡大等を考慮すると、さらに高い記録密度の実現が必要である。

論理方式的な記録密度の向上策としては、幅記録方式の検討¹⁾や高密度符号の検討²⁾が進められている。しかし、実際に記録媒体上に形成する物理的な記録ピット密度の向上のためには、光ヘッドにより記録媒体上に形成する集光スポット径の縮小が不可欠である。この集光スポット径はレーザー光源波長に比例し集光レンズ開口数に反比例するが、開口数は光ヘッドと光ディスク間の傾き許容量等から現状以上に大きくすることは難しい。光源波長についても実用的な構成では可視光半導体レーザーを用いた高密度化³⁾が検討されている程度である。

このような記録密度の限界を越える光学的な方法として、超解像手法の導入が検討されている⁴⁾。もともと超解像は、光学系の回折限界を越える解像度を実現するために提案された方法である⁵⁾。ここでは、超解像による光ディスクの記録密度特性の向上について紹介する。

2. 超解像スポットの形成方法

超解像は、集光レンズに入射する光ビームの強度および位相分布を変えることにより、一様な光ビーム入射時に形成される集光スポット径より小さなスポット径を実現する手段である。図1に超解像の原理を示す。最も単純には、コリメートビームの中心付近の光強度を遮光帯により減衰することにより、集光点において実線で示すようなサイドローブを伴うスポット分布を得ることができる。このときのメインローブ径は、遮光帯のない破線で示すスポット径より小さくなる。

サイドローブの発生は超解像の本質的な特性であり、光学装置への適用においてはこの影響をどのように取り除くかが実用化に対する課題である。

遮光幅を増加させると、メインローブ径は減少するが、サイドローブ高さが増加し光利用率が低下する。光利用率には遮光帯による損失と、サイドローブとして発散してしまう光量の損失とが含まれている。

図2は、実際に測定したメインローブ径とサイドローブ高さの遮光幅依存性を示す。図3は、TVカメラで観測したスポット断面形状とビーム強度分布である。明瞭なメインローブおよびサイドローブの分布が得られている。光ヘッドへの応用では、この超解像スポットを記録トラック方向に発生させることで記録線密度の向上を図っている。

3. 遮光幅の最適化とスリット検出方式

実際の光ヘッドへ超解像を適用する場合に問題となるのは、記録動作時および再生動作時におけるサイドローブの影響である。まず、記録動作におけるサイドローブの影響を検討することより、遮光幅の最適化を行なうことができる。光記録媒体では、通常記録閾値の2~3倍が最適記録パワー条件である。したがって、サイドローブ高さが記録媒体の閾値を越えて誤記録が生じない条件として、サイドローブ高さをメインローブの30%に設定する。このときのコリメートビーム径に対する相対遮光幅は、図2に示すように20%であり、メインローブ径としては従来のスポット径の約80%を得ることができる。

再生動作においては、記録媒体からの反射光を再度集光し、集光点においてメインローブ成分のみをスリットで切り出して受光する検出光学系を新たに開発することでサイドローブの影響を抑制している。

図4に実際の光ヘッドの光学系構成を示す。ビーム整形プリズム後に超解像スポット形成用の遮光帯が設けられている。記録媒体からの反射光は、エラー信号検出系と情報信号検出系とに導かれる。エラー信号は、一般的なプッシュプル法とナイフエッジ法とによって検出している。情報信号検出系ではスリット面上にスポットを形成してメインローブ成分のみを透過させ、光検出器で信号光を検出している。

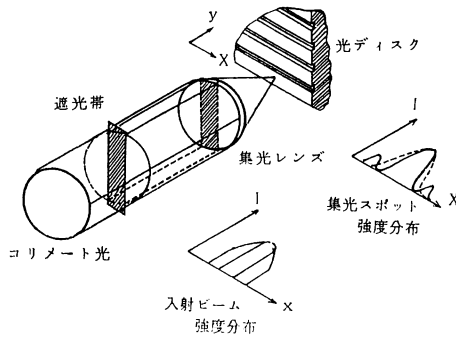


図1 超解像の原理図

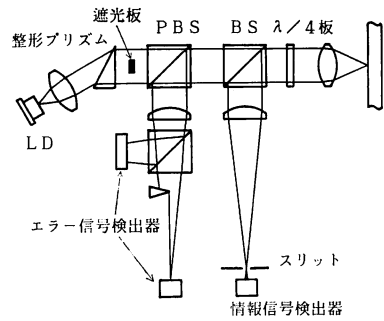


図4 光ヘッド光学系構成

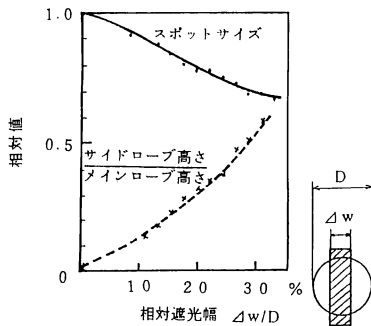


図2 超解像スポットの遮光幅依存性

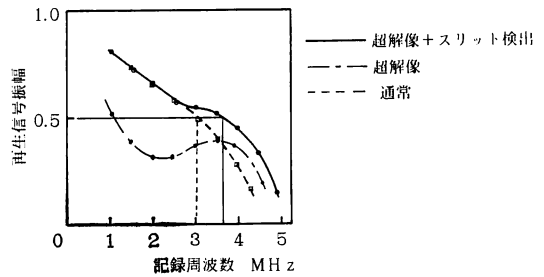


図5 記録周波数特性

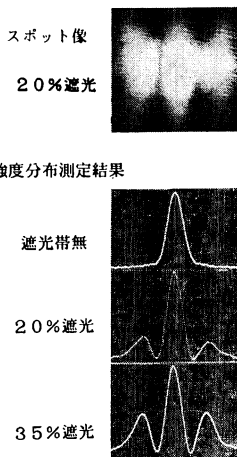


図3 スポット形状測定例

4. 記録再生特性

Te系の5"追記型光ディスクを用いて、実際の記録周波数特性の測定を行なった例を図5に示す。一点鎖線はスリット検出法を用いずに超解像のみで記録再生を行なったときの記録周波数特性であり、低周波数側から振幅の低下がみられる。実線は、スリット検出法を併用した記録再生特性である。低周波数側での振幅劣化が抑制

され、破線で示す通常スポットでの特性に比べてカットオフ付近の周波数特性が向上している。信号振幅が半減する周波数を比べると、通常スポットの約1.2倍に向上している。このことは、超解像により記録線密度を従来の1.2倍に向上できることを示している。

5. むすび

光ヘッドに超解像を適用した新たな光学系により、集光スポットの縮小を図り、記録密度の向上が実現された。集光スポット径としては、従来の約80%が得られ、記録線密度を従来の約1.2倍に向上できることが確認された。今後は、ビデオディスクの長時間化等への適用が期待される。

文 献

- 1) H. Sakeda, *et al.*: "High density magneto-optical disk using highly controlled pit-edge recording," Post Deadline Digest of ISOM '87, FC1 (1987).
- 2) 中根和彦, ほか: "光ディスク用高密度記録符号の一考察", 光メモリシンポジウム '88 論文集 (1988) p. 65.
- 3) Y. Yamanaka, *et al.*: "High density magneto-optical recording using 0.67 μm band high power laser diode," IEEE Trans. Magnet., 24, 6 (1988) 2300.
- 4) Y. Yamanaka, *et al.*: "High density optical recording by superresolution," Technical Digest of ISOM '89, 27D-17 (1989).
- 5) H. Osterberg, *et al.*: "The resolving power of a coated objective," J. Opt. Soc. Am., 39 (1949) 553.

(1989年9月14日受理)