高密度光ディスクにおける反射層の検討

大 嶋 克 則*, 近 藤 哲 也*

*日本ビクター(株) コア技術研究所 (〒239-8550 神奈川県横須賀市神明町 58-7)

Study on Reflective Layer for High Density Optical Disc

Katsunori OHSHIMA* and Tetsuya KONDO*

*Core Technology Development Center, VICTOR-Company of Japan, Ltd. (58-7, Shinmei-cho, Yokosuka-shi, Kanagawa 239-8550)

Key Words : Optical Disc, Reflective Layer, Blue Laser, Roughness, Carrier to Noise Ratio.

1. 緒 言

現在, DVD(Digital Versatile Disc)は容易に入手可能な光ディスクの中で最も容量が大きく, 再生専用型, 記録型ともに片面あたり 4.7GB となっている。しかしながら, 今後の IT 時代に取り扱うと予想される情報量を考えると, 容量が充分とはいえない。たとえば, HDTV などの超高精細度の映像を 2 時間程度納めようとする約 20GB 必要である。そこで青紫色半導体レーザ(発振波長約 400 nm)と高い開口数(NA)レンズを用いたシステムの開発が盛んに行われている。この青紫レーザを用いたシステムにおける記録媒体では, 安定した記録再生のために, これまでの CD, DVD などの光ディスクとは大きく異なる構造にすることが必要になってきた¹⁾。その新たな構造のディスクでは, 構成する各層, 特に反射層の表面形状が記録再生特性を左右する重要な因子の一つであることが分かったので報告する。

2. 実 験

2. 1 背景

一般的に光ディスクはポリカーボネート等の樹脂を用い, 再生専用ディスクではデジタル化した信号をビットと呼ばれる楕円状の凹マークにしたものを, 書換型ディスクではレーザ光走査案内用の溝(一般的にグルーブと呼ばれる)を成形した基板を作製し, その上に各働きを担う層を真空成膜法により形成する。

DVD を例とするように, これまでの光ディスクでは再生専用の場合は

(レーザ透過基板)－(反射層)－(UV 樹脂層)

書換型の場合は基本的に

(レーザ透過基板)－(第一保護層)－(記録層)－(第二保護層)－(反射層)－(UV 樹脂層)

という順に成膜し, 基板側から集光したレーザ光を照射して記録再生を行っている。基板は DVD の場合 0.6 mm の厚さを有する。

一方, 我々の青紫レーザを用いたシステムでは, レーザ光の光軸に対するディスク媒体の記録再生面の傾き許容度(チルトマージン)を確保するために, 薄型レーザ透過層(0.12 mm)構造を採用した。図 1 に開発した光ディスクの断面模式図を示す²⁾。このディスク媒体は, 記録再生レーザ光に対し透明な接着層とシート状のカバー層を設けた構造を採用し, レーザ透過層側から再生する。しかしながら新しい構造を採用するのにともない積層順が逆となり, 反射層におけるレーザ光反射に関する課題が出てきた。つまり新たなディスクは再生専用型(ROM Type)では

(基板)－(反射層)－(レーザ透過層)

書換型(RAM Type)では

(基板)－(反射層)－(第二保護層)－(記録層)－(第一保護層)－(レーザ透過層)

という積層順になるので, レーザ光反射面が成膜初期面(既存媒体)になるか, 成膜最終面(新型媒体)になるか異なってくる。この新たな構造を有する媒体において, 反射層表面形状の違いが光ディスクとしての再生特性に及ぼす影響について調べ, その結果から反射層として最適な材料を検討した。

2. 2 方法

反射層表面形状の再生特性への影響を具体的に調べる方法として ROM Type ディスクを試作し, 膜の表面粗さと信号再生ノイズとの相関関係を調べた。表面形状は AFM(Atomic Force Microscope)を用いて観察するとともに, 二乗平均平方根表面粗さ(Rrms)を測定した。また光ディスクの動的特性評価は, 発振波長 405 nm の半導体レーザ, NA=0.7 の対物レンズを使用したピックアップが搭載されている評価機を用いた。サンプルディスクにはポリカーボネート樹脂からなり, 予めピット長

Fig. 1 Schematic diagram of the new type disc.

Fig. 2 Relationship between reflective layer roughness and C/N¹⁾.

0.26 μm , トラックピッチ 0.74 μm の単一周波数信号が成形されている基板を用いた。この基板に反射層材料として用いる幾つかの金属、合金材料を DC マグネトロンスパッタリング法により成膜し、その上に接着層を介してポリカーボネート製シートを貼り合わせ、レーザ光透過層(合計厚み 0.12 mm)を設けた。

3. 実験結果および考察

図 2 は種々の金属、合金をスパッタリング成膜し反射膜とした新しい構造のディスクにおいて、その反射膜の表面粗さに対するディスクのキャリア・ノイズ比(C/N)を測定した結果である¹⁾。この結果から反射層の表面粗さと C/N には明確な相関関係があり、表面粗さの増加が光ディスクの信号品質を劣化させることがわかる。通常、膜厚増加にともない表面粗さは指数関数的に増すといわれ、たとえば無電解めっきにより作製された磁気媒体の場合、表面粗さとノイズにも指数関数の関係にあると言われている³⁾。また光媒体の場合にも同様な相関関係がシミュレーションされている⁴⁾。それに対し新たなディスク媒体では、図 2 から粗さと信号中のノイズにべき関数とみなせる関係があることが読みとれる。この関係は、以下のような現象に起因していると考えられる。膜厚がある程度増してくると局所的な結晶粒の異常成長(ノジュール)が見られ、反射膜表面全体にランダムに発生する⁵⁾。このノジュールは Rrms を増加させるが、ノジュールの高さが著しく高いためディスクノイズに多大な影響を与えたものと考えられる。この結果を踏まえると新たな構造のディスクでは、極力ノジュールの発生を抑えなければならないことがわかる。

図 3 には反射膜の膜厚と C/N の関係を示す。膜厚が増大するに従い、C/N が減少し信号品質が劣化している。特に純 Al ではその程度が大きい。これまでに MO ディスクにおいて、Al に第二成分を添加したものを反射層として用い結晶粒の改善を図った報告がある⁶⁾。我々は、Al を主成分とし遷移金属を含む新たな多元系の合金を用いることで、新ディスクの C/N 劣化の抑制を図った。再生専用型ディスクの場合、膜厚は信号再生に必要な反射率が得られれば良いので比較的薄い膜厚を設定できる。従って、この新しい Al 合金を用いることで信号再生可能な反射率と高 C/N を両立できる膜厚(約 40 nm)を設定することができた。

一方書換型光ディスクの場合、反射層はレーザ光を反射して信号を記録再生するという機能の他、レーザ光照射により記録層の光吸収にともない発生する熱を逃す、いわゆるヒートシンクとしての機能も必要である。そのために再生専用型ディスクと同じ材

Fig. 3 Relationship between reflective layer thickness and C/N.

料を用いた場合、より厚い膜厚が必要になる。そこで我々は平滑性にすぐれ、且つ放熱性にも優れた材料を検討した。その結果 Ag を主成分とし遷移金属を含む三成分系合金を用いると 150 nm を越える膜厚でも十分な C/N が得られることがわかった。今回用いた Ag 系合金薄膜を AFM で観察すると、ノジュールの発生頻度が Al 系と比較して少ない様子が見られた。このことが Ag 系合金を反射膜としたディスクが低ノイズとなる理由であると考えられる。この合金は Al 合金より熱伝導率が高く、再生専用型光ディスクの Al 反射層と同程度の膜厚でも十分な放熱効果も得られ、高い記録再生特性や書き換え特性を得ることができた。

なお、表面の平滑性に優れた金属として Au も挙げられる。しかし Au 薄膜は、膜厚 200 nm でも C/N 48 dB 以上の良好な性能を有するが、波長 500 nm 以下の反射率が著しく低下する性質を有しているため、十分な反射光量が得られない(波長 405 nm で反射率 31%)。システムの安定化という観点から、Au 反射膜を青紫レーザシステムで実用化するのは困難であると考えられる。

4. 結 論

次世代の高密度光ディスクを実現するために、新たなディスク構造を開発した。そのディスクでは作製法に起因する反射層の表面粗さが、媒体としての特性に大きく影響することが明らかになった。膜厚の増加にともない、膜の表面に発生する局所的ノジュールの発達が生じた。我々は再生専用型には多元系 Al 合金を、書換型には多元系 Ag 合金を用いることでノイズを抑え、青紫レーザを用いたシステムにおいて高 C/N が得られる光ディスク媒体を開発できた。

(Received October 30, 2000; Accepted November 30, 2000)

文 献

- 1) T. Kondo, A. Hayami, T. Oki, J. Tonami, E. Nakagawa, T. Kojima, M. Itonaga; SPIE, 4090, 36 (2000)
- 2) K. Iwata, E. Nakano, A. Hosoda, K. Oishi, K. Ohshima, F. Ito, T. Kondo, T. Ohgo, E. Nakagawa, A. Hayami, M. Itonaga; ISOM 2000., We-C-05 (2000)
- 3) 角井良治, 横山克哉, 村松珊吾, 林田英夫, 添田房美, 広瀬正一; 電気通信学会技術研究報告, 9, 13 (1975)
- 4) Y. Honguh; *Jpn. J. Appl. Phys.*, 28, Suppl. 28, 115 (1989)
- 5) M. C. Staggs, M. R. Kozlowski, W. J. Siekhaus, M. Balooch; *Laser-induced Damage in Optical Materials*, 1848, 234 (1992)
- 6) T. Onishi, K. Yoshikawa, T. Ito; *J. Magn. Soc. Jpn.*, 15, Suppl., No. S1, 373 (1991)