

## ホログラム一体型レンズを用いた2焦点光ヘッド

金馬慶明

高密度光ディスク「DVD」はCDサイズに高画質動画を2時間以上収録できる。また、マルチメディア時代の重要な記録媒体としても注目されている。

高記録密度実現のため、光ヘッド光学系にはより微小な光スポットの形成が求められる。光スポットの大きさは波長に比例し、対物レンズの開口数(NA)に反比例するため、短波長化とNA向上が必要である。DVDでは赤色の半導体レーザーを用いる。NAを上げると、ディスクの傾き(チルト)により、主にコマ収差が増大する。これは、NAのほぼ3乗と基板厚みに比例する。したがって、収差を抑えるために基板を薄く(0.6mm)している。

DVDと、広く普及しているCDとの継続性も重要である。ところが、基板の厚みが異なるため同一の対物レンズで再生すると球面収差が生じる。また、基材厚が1.2mmのCDではディスクチルトによる収差を抑えるために、NAを小さくしなければならない。

このような課題を克服するため、我々はホログラム(HOE)を利用した2焦点光ヘッドを開発した。さらに、HOEを対物レンズ表面に直接形成することにより収差特性向上と部品点数削減を図った。

### 1. 2焦点光ヘッドの構成<sup>1)</sup>

2焦点光ヘッド光学系の原理図を図1に示す。HOEで回折されない0次光は、NAが0.6で基板厚みは0.6mmのDVDに適合した光スポットを形成する。一方、回折された+1次光は、開口の内周部にのみ形成されたHOEによって球面収差を補正され、NAは0.43になる。

また、HOEが凹レンズ作用をもつように設計し、+1次光の収束点を、0次光の収束点より十分遠い位置に形成させる。DVD再生時には、+1次光は大きくデフォーカスし外乱を与えない。CD再生時も同様に、0次光は外乱を与えない。さらに、同一のターンテーブル上にディスクをのせるとCDの記録面の方がDVDよりも

遠くなるが、HOEの凹レンズ作用によりアクチュエーターの駆動中心位置の差を、十分に小さくできる。

### 2. 対物レンズへのHOE一体化

2焦点光ヘッドは平板HOEを対物レンズ鏡筒に固定して構成できる。HOEと対物レンズの組立許容誤差と色収差について検討したが、実用的に問題はなかった<sup>2)</sup>。

しかし、対物レンズがコマ収差をもつ場合(図2(a))に光軸に対して傾けること(スキー調整)によりDVDに関して補正しても(図2(b)), 平板HOEを用いているとCDに関してコマ収差が残り(図2(c)), CDとDVDに許されるディスクチルトの範囲が一致しない。例えば、42mλの収差をDVDに対してスキー調整しても、CD再生時の最適なディスクチルト量は約0.4°ずれる(図3(a))。

これに対して、対物レンズの曲率の大きな面(第1面)にHOEを一体形成すると(図2(d)), ディスクチルト量のずれを0.2°未満に低減でき、DVDとCDのチルトマージンを同時に確保できる(図3(b))<sup>3)</sup>。そのうえ、2焦点光ヘッドを最小部品点数で構成できる。

環境変化による劣化が少なく、高NAに適したガラスレンズの精密成形プロセスでは、上型と下型の間にガラス素材を供給し、加熱後、加圧成形し、冷却固化後に

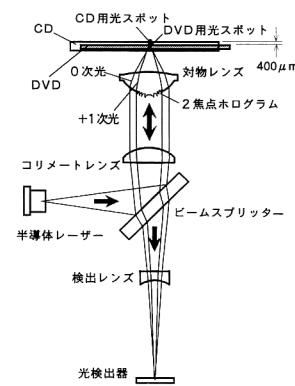


図1 2焦点光ヘッドの構成。

松下電器産業(株)光ディスク開発センター(〒571 門真市大字門真 1006)

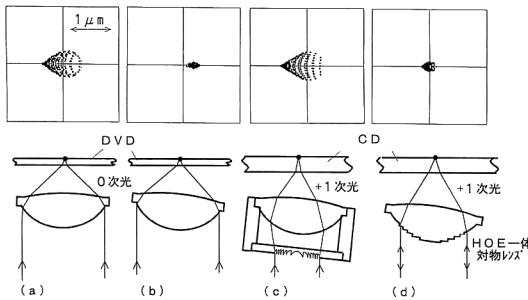


図2 対物レンズの傾き調整。(a)コマ収差,(b)スキュー調整,(c)平板型HOE,(d)HOE一体型レンズ。

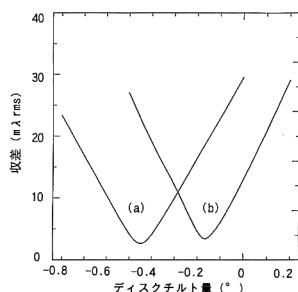


図3 CD再生時の収差のディスクチルト量依存性。(a)平板型HOE,(b)HOE一体型レンズ。

取り出す。HOE一体型レンズは、超硬合金母材にスパッタリング法でNi-Cu-P合金膜を形成し、この合金膜をダイヤモンドバイトにより微細なレリーフを有するレンズ形状に切削加工し、その上に超硬の保護膜を形成するという新しい金型作製技術により初めて実現した<sup>4)</sup>。

### 3. 実験結果

2焦点光ヘッドでDVDとCDを再生した結果、いずれも良好な特性であった。図4はジッター値のディスク傾き(ラジアル方向)依存性を示す。ジッター値の許容上限を15%として、DVDは1.5°、CDは2°以上の広いマージンを有している。同様に、タンジェンシャル方向のチルトマージン、およびデフォーカスマージンもや

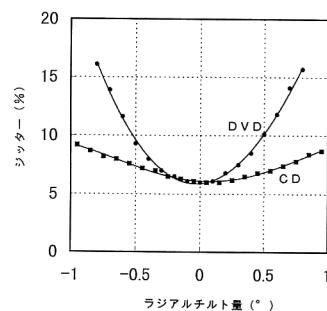


図4 ジッター値のラジアルチルト依存性。

はり十分広かった<sup>5)</sup>。さらに、約30mλのコマ収差をもつ対物レンズを用いたときのDVDとCDの最適なディスクチルト量の差は0.2°程度であり、計算どおり小さかった。

2焦点光ヘッドは機械的な可動機構を必要とせずにDVDとCDをそれぞれに最適な光スポットで再生でき、低コスト、高信頼性を得ることができる。これによつて、膨大なCD資産を生かしつつ、DVDを広く普及させることが期待される。

### 文 献

- Y. Komma, S. Nishino and S. Mizuno: "Dual focus optical head for 0.6 mm and 1.2 mm disks," Opt. Rev., 1 (1994) 27-29.
- 金馬慶明, 伊藤 昇, 山形道弘, 浦入賢一郎, 西野清治, 水野定夫: "二焦点光ヘッド(I)", 第55回応用物理学会学術講演会予稿集(1994) 19p-S5.
- 金馬慶明, 浦入賢一郎, 柴田泰匡, 水野定夫, 山形道弘, 田中康弘: "二焦点光ヘッド(III)", 第56回応用物理学会学術講演会予稿集(1995) 29a-ZA7.
- 春原正明, 梅谷 誠, 清水義之, 白藤芳則: "ホログラム非球面レンズを成形", 日経メカニカル, No. 458 (1995) 40-48.
- 浦入賢一郎, 金馬慶明, 柴田泰匡, 水野定夫, 林 秀樹, 若林寛爾: "二焦点光ヘッド(II)", 第55回応用物理学会学術講演会予稿集(1994) 19p-S4.

(1996年9月2日受理)