

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3634736号

(P3634736)

(45) 発行日 平成17年3月30日(2005.3.30)

(24) 登録日 平成17年1月7日(2005.1.7)

(51) Int. Cl.⁷

F I

G O 2 B 13/00

G O 2 B 13/00

G O 2 B 13/18

G O 2 B 13/18

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

A

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2000-312110 (P2000-312110)	(73) 特許権者	000000527
(22) 出願日	平成12年10月12日 (2000.10.12)		ペンタックス株式会社
(65) 公開番号	特開2002-122780 (P2002-122780A)		東京都板橋区前野町2丁目36番9号
(43) 公開日	平成14年4月26日 (2002.4.26)	(74) 代理人	100098235
審査請求日	平成13年8月9日 (2001.8.9)		弁理士 金井 英幸
審査番号	不服2003-4551 (P2003-4551/J1)	(72) 発明者	竹内 修一
審査請求日	平成15年3月20日 (2003.3.20)		東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭 光学工業株式会社内
		(72) 発明者	丸山 晃一
			東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭 光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘッド用対物レンズおよび光ヘッドの光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源部から発する第1のレーザー光を第1の光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させると共に、該第1のレーザー光より波長が長い第2のレーザー光を前記第1の光ディスクより保護層が厚く記録密度が低い第2の光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる単レンズであって、

いずれか一方のレンズ面が光軸を含む中心領域と、該中心領域の周囲を囲み前記中心領域より面積の狭い周辺領域とに区分され、前記中心領域は、段差のない連続面として形成され、前記周辺領域には、微細な段差を有する複数の同心の輪帯から成る回折レンズ構造が形成され、該回折レンズ構造は、前記第1の光ディスクに対して最適化されており、入射光の波長が長波長側にシフトした際に、球面収差が補正不足となる方向に変化するような球面収差特性を有し、前記第1の光ディスクの使用時には、前記中心領域、前記周辺領域に入射した前記第1のレーザー光が共に同一の位置に集光して比較的小さなスポットを形成し、かつ、温度変化による集光性能の劣化を防ぎ、前記第2の光ディスクの使用時には、前記周辺領域に入射した前記第2のレーザー光は拡散し、前記中心領域に入射した前記第2のレーザー光のみが集光して比較的大きなスポットを形成することを特徴とする光ヘッド用対物レンズ。

【請求項2】

光源部から発する第1のレーザー光を第1の光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させると共に、該第1のレーザー光より波長が長い第2のレーザー光を前記第1の光ディ

10

20

スクより保護層が厚く記録密度が低い第2の光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる単レンズであって、

いずれか一方のレンズ面が光軸を含む中心領域と、該中心領域の周囲を囲み前記中心領域より面積の狭い周辺領域とに区分され、入射光の波長が長波長側にシフトした際に、球面収差が補正不足となる方向に変化するような球面収差特性を有することにより温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有する回折レンズ構造が、前記周辺領域にのみ形成され、該回折レンズ構造は、微細な段差を有する複数の同心の輪帯から成り、前記第1の光ディスクに対して最適化されており、前記第1の光ディスクの使用時には、前記中心領域、前記周辺領域に入射した前記第1のレーザー光が共に同一の位置に集光して比較的小さなスポットを形成し、かつ、温度変化による集光性能の劣化を防ぎ、前記第2の光ディスクの使用時には、前記周辺領域に入射した前記第2のレーザー光は拡散し、前記中心領域に入射した前記第2のレーザー光のみが集光して比較的大きなスポットを形成することを特徴とする光ヘッド用対物レンズ。

10

【請求項3】

レーザー光を発する光源部と、前記レーザー光を光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる対物レンズとを備える光ヘッドの光学系において、

前記光源部は、第1のレーザー光と該第1のレーザー光より波長が長い第2のレーザー光とを選択的に発し、前記第2のレーザー光を発散光として前記対物レンズに対して入射させ、前記第1のレーザー光を平行光若しくは前記第2のレーザー光より弱い発散光として前記対物レンズに入射させ、

20

前記対物レンズのいずれかのレンズ面は、光軸を含む中心領域と、該中心領域の周囲を囲み前記中心領域より面積の狭い周辺領域とに区分され、前記中心領域は、段差のない連続面として形成され、前記周辺領域には、微細な段差を有する複数の同心の輪帯から成る回折レンズ構造が形成され、該回折レンズ構造は、前記第1の光ディスクに対して最適化されており、入射光の波長が長波長側にシフトした際に、球面収差が補正不足となる方向に変化するような球面収差特性を有することにより、温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有し、

前記対物レンズは、前記第1のレーザー光を第1の光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させると共に、前記第2のレーザー光を前記第1の光ディスクより保護層が厚く記録密度が低い第2の光ディスクの記録面上に集光させることを特徴とする光ヘッドの光学系。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、デジタルバーサタイルディスク(DVD)装置、あるいは光磁気ディスク(MO)装置等の光情報記録再生装置の光ヘッドに使用される高NA(開口数)の対物レンズ、およびこの対物レンズを用いた光ヘッドの光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

軽量化、小型化が要求される光情報記録再生装置の光ヘッドには、一般に樹脂製の両面非球面レンズが利用される。ただし、樹脂レンズはガラスレンズと比較して温度変化による屈折率変化や形状変化が大きいため、それによる性能変化が問題となり易い。例えば、温度が上昇すると、樹脂レンズの屈折率は低下するため、これに伴って球面収差が補正過剰となる方向に変化し、波面収差が劣化する。樹脂レンズの温度変化に対する屈折率の変化率は、ほぼ $-1.1 \times 10^{-5} /$ である。

40

【0003】

表1は、焦点距離3.0mm、使用波長650nmの樹脂製レンズについて、温度が40度上昇した際、すなわち屈折率が -4.40×10^{-5} 変化した際の波面収差(rms値、単位：(波長))の変化量を、NAをパラメータとして示した表であり、図16はそのグラフである。

50

【 0 0 0 4 】

【 表 1 】

NA	波面収差 (r m s 、 単位 :)
0 . 0 0	0 . 0 0 0
0 . 1 0	0 . 0 0 0
0 . 2 0	0 . 0 0 1
0 . 3 0	0 . 0 0 3
0 . 4 0	0 . 0 0 7
0 . 5 0	0 . 0 1 8
0 . 6 0	0 . 0 4 3

10

【 0 0 0 5 】

一般に、C D (コンパクトディスク)装置用の対物レンズは、NAが0.45程度であり、波面収差の許容範囲の上限が0.04程度であるため、90度程度の温度変化があっても波面収差は許容範囲内となり、温度変化による波面収差の劣化は実用上は問題とならない。

【 0 0 0 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、D V D装置用の対物レンズはNAが0.60、M O装置用の対物レンズはNAが0.55程度であり、波面収差の許容範囲の上限が0.03程度であるため、40度～50度程度の温度変化があると波面収差が許容範囲の上限を越え、情報の記録、再生に支障をきたす可能性がある。

20

【 0 0 0 7 】

この発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、温度変化による波面収差の変化を小さく抑え、D V D装置用、あるいはM O装置用の高NAの対物レンズとして利用する場合にも、利用可能な温度範囲を広げることができる光ヘッド用対物レンズを提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【 課題を解決するための手段 】

この発明にかかる光ヘッド用対物レンズは、上記の目的を達成させるため、光源部から発する第1のレーザー光を第1の光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させると共に、第1のレーザー光より波長が長い第2のレーザー光を第1の光ディスクより保護層が厚く記録密度が低い第2の光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる単レンズであって、いずれか一方のレンズ面を、光軸を含む中心領域と、この中心領域の周囲を囲み前記中心領域より面積の狭い周辺領域とに区分し、中心領域を、段差のない連続面として形成し、周辺領域に、微細な段差を有する複数の同心の輪帯から成る回折レンズ構造を形成したことを特徴とする。回折レンズ構造は、第1の光ディスクに対して最適化されており、入射光の波長が長波長側にシフトした際に、球面収差が補正不足となる方向に変化するような球面収差特性を有し、第1の光ディスクの使用時には、中心領域、周辺領域に入射した第1のレーザー光が共に同一の位置に集光して比較的小さなスポットを形成し、かつ、温度変化による集光特性の劣化を防ぎ、第2の光ディスクの使用時には、周辺領域に入射した第2のレーザー光は拡散し、中心領域に入射した第2のレーザー光のみが集光して比較的大きなスポットを形成する。

30

40

【 0 0 0 9 】

上記のように回折レンズ構造を設けることにより、第1の光ディスクの使用時には、温度変化による影響を避けることができる。また、温度補償のための回折レンズ構造は、周辺領域のみに設けてあれば集光性能の変化を実用上問題のないレベルに抑えることができる。周辺領域の面積が中心領域の面積に比べ大きくなると、球面収差の波長依存性が大きくなり、ロット違いによる半導体レーザーの発振波長の個体差等による性能劣化が問題となる。このため、周辺領域の面積は中心領域の面積よりも小さくなるように区分されている。したがって、第1の光ディスク使用時に利用される第1のレーザー光に対しては高い開

50

口数 (NA) を確保できると共に、第2の光ディスク使用時に利用される第2のレーザー光に対しては収差を発生させ、実質的に開口数を小さくして第1の光ディスクに対するより大きな第2の光ディスクに適したサイズのスポットを形成することができる。

【0010】

前述のように、屈折レンズの球面収差は温度上昇により補正過剰となる方向に変化する。一方、光ヘッドの光源として一般に用いられる半導体レーザーは、温度上昇により発振波長が長波長側にシフトする特性を有する。そこで、回折レンズ構造には、波長の長波長側へのシフトにより球面収差が補正不足となる方向に変化するような特性を持たせれば、温度上昇により補正過剰となる屈折レンズの球面収差の変化を、温度上昇による半導体レーザーの長波長側への波長シフトにより補正不足となる回折レンズ構造の球面収差の変化により打ち消すことができる。

10

【0011】

また、この発明にかかる光ヘッドの光学系は、レーザー光を発する光源部と、このレーザー光を光ディスクの保護層を介して記録面上に集光させる対物レンズとを備え、対物レンズのレンズ面の周辺領域に、温度補償用の回折レンズ構造を形成し、中心領域を段差のない連続面として形成したことを特徴とする。

【0012】

また、光源部は、短波長の第1のレーザー光と長波長の第2のレーザー光とを選択的に発し、第2のレーザー光を発散光として対物レンズに対して入射させ、第1のレーザー光を平行光若しくは第2のレーザー光より弱い発散光として対物レンズに入射させる。対物レンズは、第1のレーザー光を保護層が薄く記録密度が高い第1の光ディスク(例えばDVD)の記録面上に集光させると共に、第2のレーザー光を保護層が厚く記録密度が低い第2の光ディスク(例えばCD)の記録面上に集光させる。

20

【0013】

上記のように記録密度の異なる2種類の光ディスクが使用される場合、対物レンズの周辺領域に形成される温度補償用の回折レンズ構造は、記録密度の高い第1の光ディスクに対して最適化される。したがって、第1の光ディスク使用時に利用される第1のレーザー光に対しては高い開口数(NA)を確保できると共に、第2の光ディスク使用時に利用される第2のレーザー光に対しては収差を発生させ、実質的に開口数を小さくして第1の光ディスクに対するより大きな第2の光ディスクに適したサイズのスポットを形成することができる。

30

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、この発明にかかる光ヘッドの光学系の実施形態を説明する。最初に光学系の全体構成について説明し、続いて対物レンズの実施例を説明する。実施形態の光ヘッドは、この例ではDVD等のように記録密度が相対的に高い光ディスク(以下、第1の光ディスクという)に対して記録あるいは再生が可能である。

【0015】

図1は第1の実施形態にかかる光ヘッドの光学系の説明図である。この光学系は、レーザーモジュール21、コリメートレンズ24、対物レンズ10で構成されている。レーザーモジュール21は、半導体レーザーとセンサーとを一体化した素子である。対物レンズ10は、図示しない公知のフォーカシング機構によりその光軸方向に移動可能であり、かつ、トラッキング機構により光ディスクの半径方向にも移動可能である。

40

【0016】

DVD等の0.6mmの保護層を有する高記録密度の第1の光ディスクD1を使用するためには、小さいビームスポットを作るために波長635~665nmの赤色光が必要とされる。そこで、レーザーモジュール21は、発振波長650nmの半導体レーザーを備える。

【0017】

なお、レーザーモジュール21は、コリメートレンズ24から発した第1のレーザー光が

50

平行光として対物レンズ10に入射するように、すなわち、対物レンズの物体距離が無制限となるように、コリメートレンズ24の前側焦点に一致して配置されている。

【0018】

レーザーモジュール21の半導体レーザーから発した波長650nmの第1のレーザー光は、平行光として対物レンズ10に入射し、対物レンズ10により集光されて第1の光ディスクD1の記録面にビームスポットを形成する。光ディスクからの反射光は、レーザーモジュール21に設けられた受光素子により受光され、フォーカシングエラー信号、トラッキングエラー信号、そして再生時には記録された情報の再生信号が検出される。

【0019】

次に、図2に基づいて対物レンズ10の構造について詳細に説明する。図2は、実施形態にかかると対物レンズ10を示す説明図であり、(A)は正面図、(B)は縦断面図、(C)は縦断面の一部拡大図である。

【0020】

対物レンズ10は、非球面である2つのレンズ面11, 12を有する両凸の樹脂製単レンズである。対物レンズ10の第1面11は、図2(A)に示すように、光軸を含む中心領域と、該中心領域の周囲を囲む周辺領域とに区分される。中心領域RCと周辺領域REとは、面積比が1:1より小さくなるように、すなわち周辺領域REが中心領域RCよりも狭くなるように区分されている。

【0021】

第1面11の周辺領域REには、図2(A)に示したように光軸を中心とする同心輪帯状の回折レンズ構造が形成されている。回折レンズ構造は、図2(C)に示す通り、フレネルレンズのように各輪帯の境界に光軸方向の段差を持つ。第1面11の中心領域RCと、第2面12の全域とは、回折レンズ構造を持たない連続面である。

【0022】

周辺領域REに形成される回折レンズ構造は、温度変化による集光特性の変化を補償する機能を有する。この回折レンズ構造は、入射光の波長が長波長側にシフトした際に、球面収差が補正不足となる方向に変化するような球面収差特性を有している。屈折レンズの球面収差は、温度上昇により補正過剰となる方向に変化する。一方、光源として用いられる半導体レーザーの温度変化による波長シフトは、約0.2nm/°Cであり、例えば温度が40°C上昇した場合には8nm波長が長波長側にシフトする。

【0023】

そこで、上記のように回折レンズ構造に波長の長波長側へのシフトにより球面収差が補正不足となる方向に変化するような特性を持たせることにより、温度上昇により補正過剰となる屈折レンズの球面収差の変化を、温度上昇による長波長側への波長シフトにより補正不足となる回折レンズ構造の球面収差の変化により打ち消すことができる。

【0024】

なお、図2の例では、対物レンズ10の第1面11の周辺領域REにのみ回折レンズ構造を形成しているが、対物レンズ10がDVDとCDとに兼用される場合には、中心領域RCに色収差を補正するための回折レンズ構造を形成してもよい。また、回折レンズ構造を形成するのは第1面11に限られず、第2面12に形成してもよい。

次に、上述した実施形態に基づく対物レンズ10の具体的な実施例を4例提示する。

【0025】

【実施例1】

図3は、実施例1にかかると対物レンズ10と第1の光ディスクD1とを示すレンズ図である。レーザー光は平行光(物体距離無限大)として対物レンズ10に入射し、第1の光ディスクD1の記録面上に集光する。実施例1の対物レンズ10の具体的な数値構成は、表2に示されている。実施例1の対物レンズ10の第1面11は、光軸からの高さhが0<h<1.50を満たす中心領域RCと1.50<hとなる周辺領域REとに区分され、中心領域RCは段差のない連続面、周辺領域REには波長により球面収差を変化させる回折レンズ構造が形成されている。中心領域RCと周辺領域REのベースカーブ(回折レンズ構造

10

20

30

40

50

を除く屈折レンズとしての形状)とは別個の係数で定義される独立した非球面である。また、第2面12は回折レンズ構造を有さない回転対称非球面である。

【0026】

第1面11の中心領域RCの非球面、周辺領域のベースカーブ、および第2面12の非球面の形状は、光軸からの高さがhとなる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離(サグ量)をX(h)、非球面の光軸上での曲率(1/r)をC、円錐係数をK、4次、6次、8次、10次、12次の非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} として、以下の式で表される。

$$X(h) = Ch^2 / (1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2 h^2}) + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12}$$

10

【0027】

また、回折レンズ構造による光路長の付加量は、光軸からの高さh、n次(偶数次)の光路差関数係数 P_n 、回折次数m、波長 λ を用いて、

$$\Delta L(h) = (P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots) \times m \times \lambda$$

により定義される光路差関数 $\Delta L(h)$ により表すことができる。光路差関数 $\Delta L(h)$ は、回折面上での光軸からの高さhの点において、回折レンズ構造により回折されなかった場合の仮想的な光線と、回折レンズ構造により回折された光線との光路差を示す。付加量は、軸上の光路に対して光路が長くなる方向を正として表す。

【0028】

実際の回折レンズ構造の微細形状は、上記の光路差関数で表わされる光路長から波長の整数倍の成分を消去することにより決定される。すなわち、輪帯幅は、例えば1次回折光を用いる場合には、輪帯の内周と外周とで光路差関数が一波長分の差を持つように決定され、輪帯間の段差は、入射光に1波長の光路長差を与えるように決定される。

20

【0029】

表2では、第1面11の中心領域RCの非球面形状を定義する各係数、第1面11の周辺領域REのベースカーブと回折レンズ構造とを定義する各係数、面間隔、d線の屈折率、アッペ数d、そして、第2面の非球面形状を定義する各係数が示されている。表中、 N_1 、 f_1 、 λ_1 、 WD_1 、 OD_1 は、それぞれ第1の光ディスク D_1 使用時の開口数、対物レンズの焦点距離(単位: mm)、波長(単位: nm)、作動距離(単位: mm)、物体距離(単位: mm)である。

30

【0030】

【表2】

$NA_1=0.60$ $f_1=3.00$ $\lambda_1=650\text{nm}$ $WD_1=1.61$ $OD_1=\infty$

第1面

中心領域($0 \leq h < 1.50$)

近軸曲率半径 r 1.870

非球面係数

κ -0.500

A4 -2.12×10^{-4}

A6 1.47×10^{-4}

A8 -8.23×10^{-5}

A10 6.09×10^{-5}

A12 -1.92×10^{-5}

10

周辺領域($1.50 \leq h$)

ベースカーブ

近軸曲率半径 r 1.832

非球面係数

κ -0.500

A4 -3.44×10^{-3}

A6 7.80×10^{-4}

A8 -7.67×10^{-4}

A10 2.96×10^{-4}

A12 -5.07×10^{-5}

20

30

回折レンズ構造

光路差関数係数

P2 4.61

P4 -2.12

P6 0.00

P8 0.00

P10 0.00

P12 0.00

40

第1面第2面間隔 d 1.80
 レンズ屈折率 nd 1.5436
 レンズアッベ数 νd 55.7
 ディスク屈折率 nd 1.5855
 ディスクアッベ数 νd 29.9

第2面

近軸曲率半径 r -8.109

10

非球面係数

κ 0.00

A4 1.68×10^{-2}

A6 -2.57×10^{-3}

A8 2.20×10^{-4}

A10 -1.68×10^{-4}

A12 2.93×10^{-5}

20

【0031】

図4(A)は、実施例1の対物レンズ10の第1の光ディスクD1に対する波長650nmにおける球面収差SAおよび正弦条件SCを示し、図4(B)は、波長650nm, 645nm, 655nmにおける球面収差により表される色収差を示す。各グラフ(A), (B)の横軸は収差の発生量を示し(単位: mm)、縦軸は開口数NAを示す。

【0032】

また、図5(A)(B)は、レンズを構成する樹脂の屈折率が0.0044低くなった場合の図4(A)(B)と同様の収差を示す。この屈折率の変化は、温度が40℃上昇した場合の変化に対応している。温度上昇により屈折率が低下した場合、球面収差SAは、図5(A)に示すようにNAが大きくなるに従ってオーバー側に变化するものの、中心領域RCと周辺領域REとの境目部分で一旦アンダー側に戻るため、結果的に高NAの領域での球面収差の発生を抑えることができる。回折レンズ構造が設けられていない場合には、NAが大きくなるに従って球面収差が単調にオーバー側に变化し、高NAの領域で発生する球面収差の量が過大となる。

30

【0033】

【実施例2】

表3は、実施例2の対物レンズの具体的な数値構成を示す。実施例2の対物レンズは、基本形状が実施例1の対物レンズと同一であり、第1面の周辺領域REの構成が異なるのみであるため、この領域の数値のみ表示する。また、外形は図3と同一であるため、レンズ図は省略する。

40

【0034】

【表3】

第1面

周辺領域($1.50 \leq h$)

ベースカーブ

近軸曲率半径 r 1.870

非球面係数

 κ -0.500A4 2.36×10^{-3} A6 -5.50×10^{-4} A8 -5.23×10^{-4} A10 2.12×10^{-4} A12 -4.20×10^{-5}

10

回折レンズ構造

光路差関数係数

P₂ 0.00P₄ 2.25P₆ -1.03P₈ 0.00P₁₀ 0.00P₁₂ 0.00

20

【0035】

図6(A)は、実施例2の対物レンズの第1の光ディスクD1に対する波長650nmにおける球面収差SAおよび正弦条件SCを示し、図6(B)は、波長650nm, 645nm, 655nmにおける球面収差により表される色収差を示す。また、図7(A)(B)は、レンズを構成する樹脂の屈折率が0.0044低くなった場合の図6(A)(B)と同様の収差を示す。温度上昇により屈折率が低下した場合、球面収差SAは、図7(A)に示すように低NAの領域ではNAが大きくなるに従ってオーバー側に变化するものの、中心領域RCと周辺領域REとの境目部分で一旦アンダー側に戻り、かつ、高NAの領域ではNAが大きくなるに従ってアンダー側に戻るため、結果的に高NAの領域での球面収差の発生を抑えることができる。

30

【0036】

【実施例3】

図8は、実施例3にかかる対物レンズ10と第1の光ディスクD1とを示すレンズ図である。実施例3の対物レンズ10の具体的な数値構成は、表4に示されている。実施例3の対物レンズ10の第1面21は、光軸からの高さhが $0 < h < 1.50$ を満たす中心領域RCと $1.50 < h$ となる周辺領域REとに区分され、中心領域RCには色収差補正用の回折レンズ構造が形成され、周辺領域REには温度補償用の回折レンズ構造が形成されている。また、第2面22は回折レンズ構造を有さない回転対称非球面である。

40

【0037】

【表4】

$NA_1=0.60$ $f_1=3.00$ $\lambda_1=650\text{nm}$ $WD_1=1.63$ $OD_1=\infty$

第1面

中心領域($0 \leq h < 1.50$)

ベースカーブ

近軸曲率半径 r 1.935

非球面係数

κ -0.500

A4 -5.14×10^{-4}

A6 6.75×10^{-4}

A8 -1.36×10^{-4}

A10 4.17×10^{-5}

A12 -2.00×10^{-5}

10

回折レンズ構造

光路差関数係数

P_2 -2.00

P_4 -1.54

P_6 3.70×10^{-1}

P_8 0.00

P_{10} 0.00

P_{12} 0.00

20

周辺領域($1.50 \leq h$)

30

ベースカーブ

近軸曲率半径 r 1.926

非球面係数

κ -0.500

A4 7.55×10^{-4}

A6 3.00×10^{-6}

A8 -3.27×10^{-4}

A10 8.90×10^{-5}

40

$$A_{12} \quad -2.68 \times 10^{-5}$$

回折レンズ構造

光路差関数係数

$$P_2 \quad -9.97 \times 10^{-1}$$

$$P_4 \quad -3.60 \times 10^{-1}$$

$$P_6 \quad -4.00 \times 10^{-1}$$

$$P_8 \quad 0.00$$

$$P_{10} \quad 0.00$$

$$P_{12} \quad 0.00$$

10

第1面第2面間隔 d 1.80

レンズ屈折率 n_d 1.5436

レンズアッベ数 ν_d 55.7

ディスク屈折率 n_d 1.5855

ディスクアッベ数 ν_d 29.9

20

第2面

近軸曲率半径 r -7.075

非球面係数

$$\kappa \quad 0.00$$

$$A_4 \quad 2.61 \times 10^{-2}$$

$$A_6 \quad -7.19 \times 10^{-3}$$

$$A_8 \quad 4.83 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} \quad 7.91 \times 10^{-5}$$

$$A_{12} \quad -1.50 \times 10^{-5}$$

30

【0038】

図9(A)は、実施例3の対物レンズの第1の光ディスクD1に対する波長650nmにおける球面収差SAおよび正弦条件SCを示し、図9(B)は、波長650nm, 645nm, 655nmにおける球面収差により表される色収差を示す。また、図10(A)(B)は、レンズを構成する樹脂の屈折率が0.0044低くなった場合の図9(A)(B)と同様の収差を示す。温度上昇により屈折率が低下した場合、球面収差SAは、図10(A)に示すように低NAの領域ではNAが大きくなるに従ってオーバー側に变化するものの、中心領域RCと周辺領域REとの境目部分で一旦アンダー側に戻り、かつ、高NAの領域ではNAが大きくなるに従ってアンダー側に戻るため、結果的に高NAの領域での球面収差の発生を抑えることができる。

40

【0039】

【実施例4】

図11は、実施例4にかかる対物レンズ10と第1の光ディスクD1とを示すレンズ図である。実施例4の対物レンズ10の具体的な数値構成は、表5に示されている。実施例4の対物レンズ10の第1面11は回折レンズ構造を有さない回転対称非球面である。また、第2面12は、光軸からの高さhが0 $h < 1.20$ を満たす中心領域と1.20 h

50

となる周辺領域 R E とに区分され、中心領域 R C は段差のない連続面とされ、周辺領域 R E には波長により球面収差を変化させる回折レンズ構造が形成されている。

【 0 0 4 0 】

【表 5】

$NA_1=0.60$ $f_1=3.00$ $\lambda_1=650\text{nm}$ $WD_1=1.61$ $OD_1=\infty$

第 1 面

近軸曲率半径 r 1.882

非球面係数

κ -0.50

A 4 -3.53×10^{-4}

A 6 2.62×10^{-5}

A 8 -1.04×10^{-4}

A 10 3.05×10^{-5}

A 12 -1.56×10^{-5}

第 1 面第 2 面間隔 d 1.80

レンズ屈折率 nd 1.5436

レンズアッベ数 νd 55.7

ディスク屈折率 nd 1.5855

ディスクアッベ数 νd 29.9

第 2 面

中心領域 ($0 \leq h < 1.20$)

近軸曲率半径 r -7.816

非球面係数

κ 0.00

A 4 1.66×10^{-2}

A 6 -3.35×10^{-3}

A 8 -1.18×10^{-4}

A 10 1.48×10^{-4}

A 12 -2.83×10^{-5}

周辺領域 ($1.20 \leq h$)

ベースカーブ

近軸曲率半径 r -7.439

非球面係数

10

20

30

40

κ -0.500
 A_4 1.76×10^{-2}
 A_6 -1.94×10^{-3}
 A_8 -2.73×10^{-4}
 A_{10} 1.50×10^{-4}
 A_{12} -1.69×10^{-5}

回折レンズ構造

10

光路差関数係数

P_2 2.70
 P_4 -5.00×10^{-1}
 P_6 -1.23
 P_8 0.00
 P_{10} 0.00
 P_{12} 0.00

20

【0041】

図12(A)は、実施例4の対物レンズの第1の光ディスクD1に対する波長650nmにおける球面収差SAおよび正弦条件SCを示し、図12(B)は、波長650nm, 645nm, 655nmにおける球面収差により表される色収差を示す。また、図13(A)(B)は、レンズを構成する樹脂の屈折率が0.0044低くなった場合の図12(A)(B)と同様の収差を示す。温度上昇により屈折率が低下した場合、球面収差SAは、図12(A)に示すように低NAの領域ではNAが大きくなるに従ってオーバー側に变化するものの、中心領域RCと周辺領域REとの境目部分で一旦アンダー側に戻り、かつ、高NAの領域ではNAが大きくなるに従ってアンダー側に戻るため、結果的に高NAの領域での球面収差の発生を抑えることができる。

30

【0042】

以下の表6は、対物レンズの温度変化Tに対する波面収差(rms、単位：)の変化を示し、上記の4つの実施例の対物レンズと、回折レンズ構造が設けられていない比較例の対物レンズとの値を示している。図14は、表6をグラフ化したものである。

【0043】

【表6】

$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	波面収差				
	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例
0	0.002	0.001	0.001	0.002	0.000
10	0.007	0.006	0.005	0.005	0.011
20	0.011	0.009	0.009	0.011	0.022
30	0.016	0.014	0.012	0.015	0.033
40	0.020	0.018	0.016	0.020	0.043

40

【0044】

表6, および図14に示されるとおり、周辺領域REに回折レンズ構造を形成することに

50

より、温度変化による波面収差の発生量を半分以下に抑えることができる。このように温度補償のための回折レンズ構造を周辺領域 R E にのみ形成することにより、波面収差の発生を小さく抑えられ、かつ、中心領域を規格の異なる光ディスクに対して共用する場合にも適用可能な対物レンズを構成することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

すなわち、温度補償のための回折レンズ構造を中心領域 R C にも形成した場合には、D V D 等の第 1 の光ディスクに対しては温度変化による波面収差の劣化をより小さく抑えることができるものの、波長依存性が大きくなるために使用波長が異なる他の光ディスクに対しては利用することができなくなる。これに対して、周辺領域にのみ温度補償のための回折レンズ構造を形成した場合には、周辺領域は第 1 の光ディスクを使用する際に適した専

10

【 0 0 4 6 】

特に、長波長のレーザー光を利用して C D 等の記録密度が相対的に低く、保護層の厚い光ディスク（以下、第 2 の光ディスクという）を使用する場合には、上記のように周辺利用領域を第 1 の光ディスクに対する専用領域とすることにより、第 2 の光ディスクの利用時には周辺領域を通った光は拡散し、実質的に N A を小さくして形成されるビームスポットが必要以上に小さくなるのを防ぐことができる。

【 0 0 4 7 】

上述した 4 つの実施例の対物レンズを、2 種類の光ディスクを利用可能な光ヘッドに適用した第 2 の実施形態につき図 1 5 に基づいて説明する。図 1 5 は、記録密度の高い D V D と記録密度の低い C D、C D - R（C D レコーダブル）に対して記録あるいは再生が可能な光ヘッドの光学系を示す説明図である。この光学系は、第 1 レーザーモジュール 2 1、第 2 レーザーモジュール 2 2、ビームコンバイナ 2 3、コリメートレンズ 2 4、対物レンズ 1 0 で構成されている。各モジュール 2 1、2 2 は、半導体レーザーとセンサーとを一体化した素子である。

20

【 0 0 4 8 】

第 1 のレーザーモジュール 2 1 は、図 1 の例と同様、発振波長 6 5 0 n m の半導体レーザーを備える。一方、1 . 2 m m の保護層を有する低記録密度の第 2 の光ディスク D 2 のうち、少なくとも C D - R を使用するためには、その分光反射率の関係で近赤外光が必要となる。そこで、第 2 のレーザーモジュール 2 2 は、発振波長 7 8 0 n m の半導体レーザーを備える。

30

【 0 0 4 9 】

第 1 の光ディスク D 1（図中実線で示す）の使用時には、第 1 のレーザーモジュール 2 1 を作動させる。対物レンズ 1 0 は図中に実線で示した位置に配置され、第 1 のレーザーモジュール 2 1 の半導体レーザーから発した波長 6 5 0 n m の第 1 のレーザー光は、図中実線で示したように平行光として対物レンズ 1 0 に入射し、対物レンズ 1 0 により集光されて第 1 の光ディスク D 1 の記録面にビームスポットを形成する。他方、第 2 の光ディスク D 2（図中破線で示す）の使用時には、第 2 のレーザーモジュール 2 2 を作動させる。対物レンズ 1 0 は図中破線で示したように、光ディスクに近づいた位置に配置される。第 2

40

【 0 0 5 0 】

対物レンズ 1 0 の周辺領域 R E に形成される回折レンズ構造は、第 1 のレーザー光を第 1 の光ディスクに集光させる際には温度変化による波面収差の劣化を防ぎ、第 2 のレーザー光を第 2 の光ディスクに集光させる際には球面収差を発生させる。したがって、第 1 の光ディスク D 1 の使用時には、中心領域 R C、周辺領域 R E に入射した第 1 のレーザー光が共に同一の位置に集光し、N A が比較的大きくなるためにスポット径を小さく絞ることができ、かつ、温度変化による集光性能の劣化を防ぐことができる。他方、第 2 の光ディス

50

ク D 2 の使用時には、周辺領域 R E に入射した第 2 のレーザー光は拡散し、中心領域 R C に入射したレーザー光のみがビームスポットを形成するため、N A が実質的に小さくなり、スポット径が第 1 のレーザー光によるスポット径より大きくなる。第 2 の光ディスクの使用時には、N A が小さいため、温度変化による波面収差の劣化は問題とならない。

【 0 0 5 1 】

なお、実施例 1 ~ 4 の対物レンズを図 1 5 の光学系に適用する場合、第 2 のレーザーモジュール 2 2 から発した波長 7 8 0 n m のレーザー光を対物レンズ 1 0 の物体距離が - 5 2 . 0 m m となるように発散光として入射させると、第 2 の光ディスクに対して良好なビームスポットを形成することができる。

【 0 0 5 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、対物レンズの周辺領域に、温度変化による集光性能の変化を抑える回折レンズ構造を設けることにより、D V D 等の高い N A が要求される対物レンズについても、温度変化による波面収差の劣化を防ぎ、装置の使用可能な温度範囲を広げることができる。また、温度補償用の回折レンズ構造を周辺領域についてのみ設けることにより、中心領域は、必要とされる N A が異なる C D 等の他の規格の光ディスクを使用する場合との兼用領域として設計できるため、それぞれの光ディスクについて専用の対物レンズを設けるよりも光学系の構成を簡略化して、小型化、低コスト化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態にかかる光ヘッドの光学系を示す説明図。

【図 2】図 1 の光学系に用いられる対物レンズの (A) 正面図、(B) 縦断面図、(C) 縦断面の一部拡大図。

【図 3】実施例 1 の光ヘッド用対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図。

【図 4】実施例 1 の対物レンズの第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 5】実施例 1 の対物レンズの屈折率が 0 . 0 0 4 4 低くなった場合における第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 6】実施例 2 の対物レンズの第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 7】実施例 2 の対物レンズの屈折率が 0 . 0 0 4 4 低くなった場合における第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 8】実施例 3 の光ヘッド用対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図。

【図 9】実施例 3 の対物レンズの第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 1 0】実施例 3 の対物レンズの屈折率が 0 . 0 0 4 4 低くなった場合における第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 1 1】実施例 4 の光ヘッド用対物レンズと光ディスクとを示すレンズ図。

【図 1 2】実施例 4 の対物レンズの第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 1 3】実施例 4 の対物レンズの屈折率が 0 . 0 0 4 4 低くなった場合における第 1 の光ディスク使用時の (A) 球面収差、(B) 色収差をそれぞれ示すグラフ。

【図 1 4】実施例と比較例の対物レンズの温度変化に対する波面収差の変化を示すグラフ。

【図 1 5】第 2 の実施形態にかかる光ヘッドの光学系を示す説明図。

【図 1 6】焦点距離 3 . 0 m m、使用波長 6 5 0 n m の樹脂製レンズについて、温度が 4 0 度上昇した際の波面収差 (単位 : (波長)) の変化量を N A をパラメータとして示したグラフ。

【符号の説明】

1 0 対物レンズ

10

20

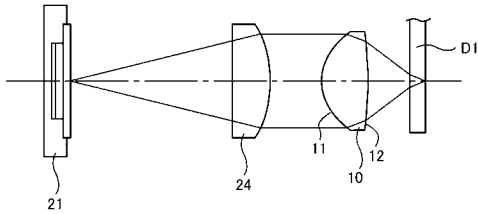
30

40

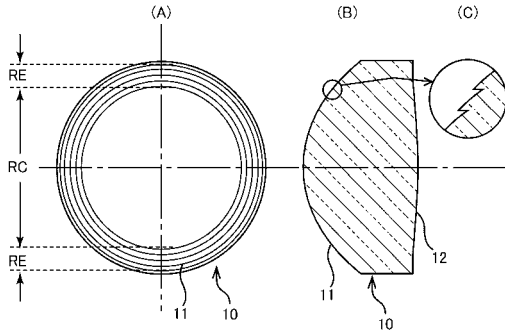
50

- 1 1 第 1 面
- 1 2 第 2 面
- D 1 第 1 の光ディスク
- 2 1 レーザーモジュール
- 2 4 コリメートレンズ

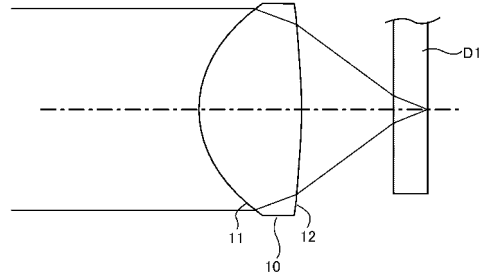
【 図 1 】



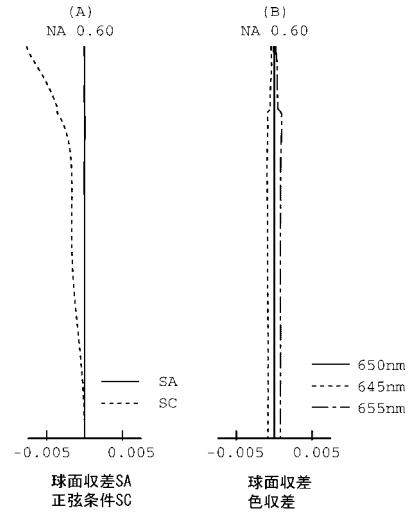
【 図 2 】



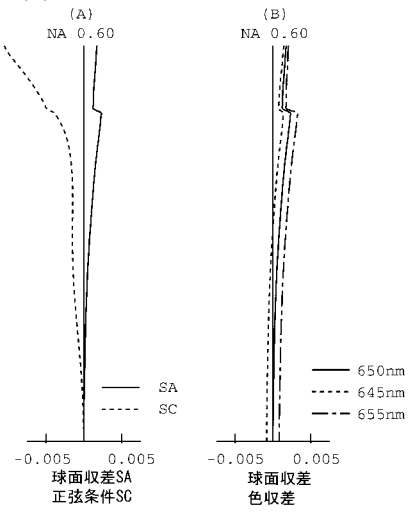
【 図 3 】



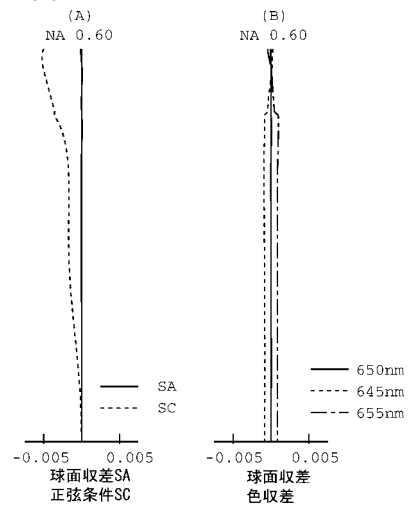
【 図 4 】



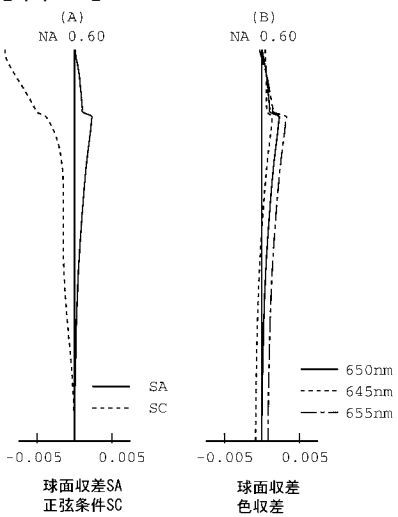
【 図 5 】



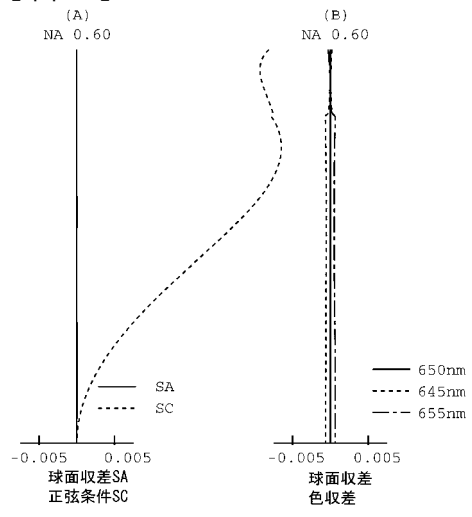
【 図 6 】



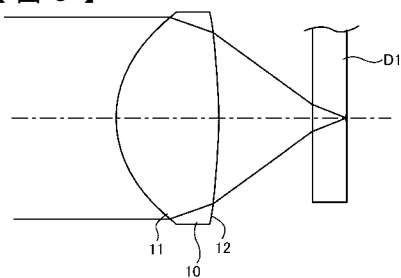
【 図 7 】



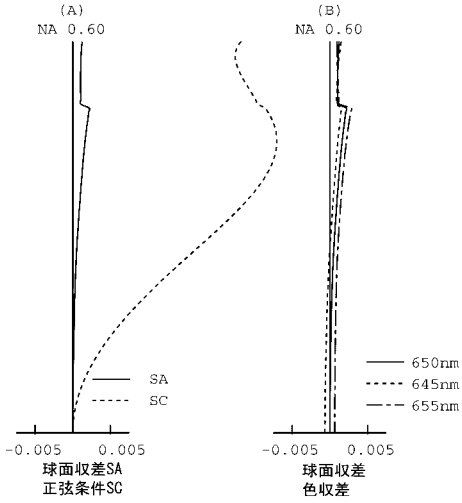
【 図 9 】



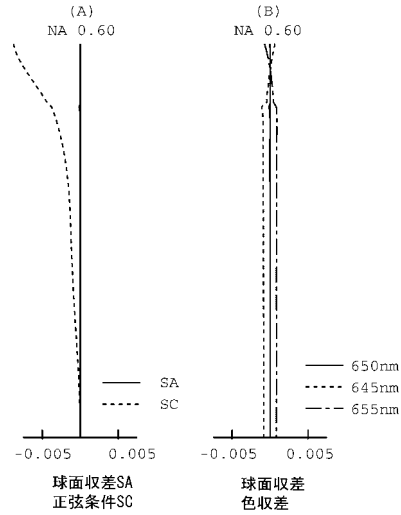
【 図 8 】



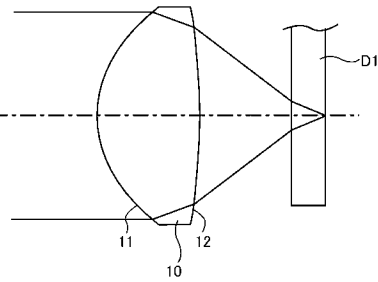
【 図 1 0 】



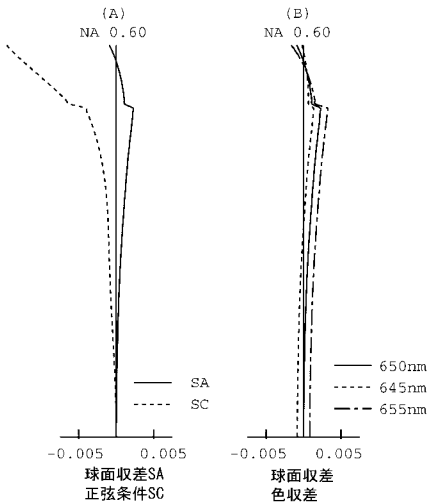
【 図 1 2 】



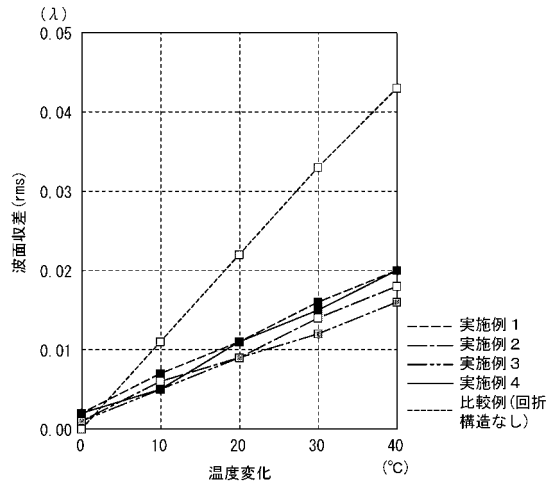
【 図 1 1 】



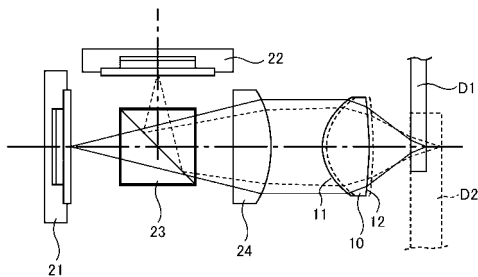
【 図 1 3 】



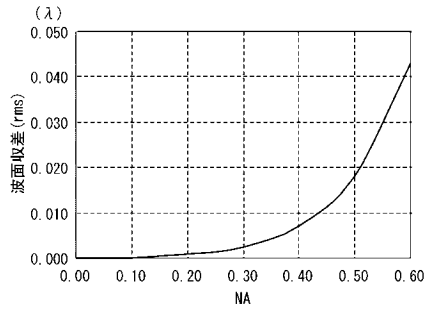
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 16】



フロントページの続き

合議体
審判長 末政 清滋
審判官 辻 徹二
審判官 瀬川 勝久

(56)参考文献 特開平7-311337(JP,A)
特開2000-260056(JP,A)
特開2002-82280(JP,A)