

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4288769号  
(P4288769)

(45) 発行日 平成21年7月1日(2009.7.1)

(24) 登録日 平成21年4月10日(2009.4.10)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>G 1 1 B</b>	<b>7/135</b>	<b>(2006.01)</b>	G 1 1 B	7/135 Z
<b>G O 2 B</b>	<b>5/18</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 2 B	5/18
<b>G O 2 B</b>	<b>13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 2 B	13/00

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平11-195257	(73) 特許権者	000001270
(22) 出願日	平成11年7月9日(1999.7.9)		コニカミノルタホールディングス株式会社
(65) 公開番号	特開2001-23228(P2001-23228A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(43) 公開日	平成13年1月26日(2001.1.26)	(74) 代理人	100084607
審査請求日	平成18年6月27日(2006.6.27)		弁理士 佐藤 文男
		(74) 代理人	100092200
			弁理士 大城 重信
		(74) 代理人	100110515
			弁理士 山田 益男
		(72) 発明者	荒井 則一
			東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
		審査官	鈴木 肇

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記録媒体の記録および／または再生用集光光学系および光ピックアップ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、光源から出射する発散光の発散角を変換するカップリング光学系と、カップリング光学系からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光する対物レンズ光学系と光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器を備えた光ピックアップ装置において、

対物レンズ光学系は、少なくとも1枚の樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズを含み、

上記カップリング光学系は、少なくとも1枚の樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズを含み、

上記カップリング光学系の上記レンズの少なくとも一方の面は、負の回折パワーを有する輪帯回折面を有し、

上記カップリング光学系の上記レンズの光学面の面積に対して上記輪帯回折面の面積は70%以上であり、

温度変化による屈折率変化によって上記対物レンズにおいて発生する収差を補正することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】

上記カップリングレンズ系は、単レンズからなることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】

上記カップリング光学系は、入射された発散光束を光軸に対してほぼ平行光束にするコ

リメート光学系であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】

上記対物レンズ光学系は、単レンズからなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5】

前記光源は、第 1 の光情報記録媒体に記録および/または第 1 の光情報記録媒体を再生するための第 1 光源と、第 2 の光情報記録媒体に記録および/または第 2 の光情報記録媒体を再生するための第 2 光源とを有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 の何れかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】

上記光ピックアップ装置は、上記光源からの光路と上記光検出器への光路を分けるビームスプリッタを有しており、

上記カップリング光学系の上記レンズは、上記ビームスプリッタと上記対物レンズ光学系との間の光に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】

上記カップリング光学系の上記レンズ面に設けられた上記輪帯回折面は、上記光源からの光束を上記輪帯回折面で透過光と回折光に分割するものであり、上記透過光をある光情報記録媒体の記録および/または再生に用い、上記回折光を他の光情報記録および/または再生に用いる光ピックアップ装置を含まないことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、光情報記録媒体の記録および/または再生用集光光学系、光ピックアップ装置に関し、特に樹脂材料から形成されたレンズを対物レンズ光学系に含むにもかかわらず、開口数が大きくかつ、温度特性の良好な記録および/または再生用光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、従来の光情報記録媒体である CD と同程度の大きさで、記録密度を高めた DVD が開発され、その普及が急速に進んでいる。DVD を再生するためには、光源の波長が 635 nm ないし 660 nm のレーザを使用し、レーザからの発散光束はコリメートレンズで一度平行光束にされてから光情報記録媒体側の開口数 (NA) が 0.6 の対物レンズに入射され、光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光される。

DVD の再生用光ピックアップ装置は、CD や CD-R の再生も行えるものでなくては実用性に乏しい。DVD と CD とでは、透明基板の厚さ、対物レンズの光情報記録媒体側の開口数 NA が異なる。また CD-R はそれに加えて、波長が 635 nm ないし 660 nm の光を吸収してしまうため、光ピックアップ装置には波長が 635 nm ないし 660 nm のレーザと波長が 780 nm のレーザの二つを搭載する必要がある。

このような DVD と CD の互換再生装置においても、コストダウンとコンパクト化のために、DVD 再生の際にも CD や CD-R の再生の際にも一つの対物レンズで兼用する様々な技術が開発され実用化されている (例えば特開平 11-96585 号公報参照)。

【0003】

CD の再生装置においては、対物レンズは樹脂製のものが用いられるのが一般となっているが、さらに DVD の再生装置においてもコストダウンのため、対物レンズは CD と同様に樹脂製のものが実用化されている。

ところで、樹脂材料で形成された対物レンズにおいては、温度変化の影響による屈折率変化によって発生する収差が、ガラス材料から形成された対物レンズより大きくなり、一般的には、この屈折率の変化は樹脂材料とガラス材料とで一桁以上、異なる。

ここで、実際の使用環境温度と基準設計温度との温度差を  $T$  とし、この温度差  $T$  によ

10

20

30

40

50

る波面収差の変化量は主に球面収差成分であり、この波面収差の球面収差成分の変化量を  $W_0$  とすると、対物レンズの光情報記録媒体側（像側）開口数を  $NA$ 、焦点距離を  $f$ 、横倍率を  $M$ 、比例係数（ $> 0$ ）を用いて、

$$W_0 = \dots \{ NA \cdot (1 - M) \}^4 \cdot f \cdot T \dots \dots (1)$$

と表すことができる。

#### 【0004】

また、容量の大きい2層のDVDディスクが普及しつつあり、二つの層は、0.05mm程度の間隔で隔てられている。このため、一方の層の再生は球面収差が0であっても、もう一方の層では、基板の表面からの距離の違いによる球面収差を持つ。

このため、2層ディスクにおいては、基板表面から離れた層が、基板表面に近い層に比較して球面収差がオーバーとなる。

従って、樹脂材料で形成された対物レンズを使って2層ディスクを再生する場合、温度による影響と結像位置による影響とが重なり、基板表面から離れた層を高温で再生する場合において、球面収差は最もオーバーとなり、基板表面に近い層を低温で再生する場合において最もアンダーとなる。

#### 【0005】

このような2層のDVDディスクまで考慮すると、温度変化による球面収差の変化を極力小さくすることが好ましい。DVDの光学系においては、前述したようにコリメートレンズが使用されている。

特開平9-185836号公報には対物レンズ光学系の横倍率  $M$  を  $0 < M < 1$  とし、温度特性を改善する提案がなされている。しかし、 $M$  を大きくした場合、必要な作動距離を確保するためには、光源から出射する発散光の発散角を変換するカップリング光学系の径が大きくなり、光ピックアップ装置が大型化してしまう。

また、特開平9-138344号公報には樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズを含んだカップリング光学系が提案されている。すなわち、カップリング光学系が一枚の樹脂材料から形成された正の屈折力を持つカップリングレンズである場合と、樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズの他に負の屈折力を持つガラスにより形成されたレンズを含んだカップリング光学系である。

#### 【0006】

しかしながら、環境温度変化の大きい自動車等へDVD再生装置を搭載する場合には、球面収差の温度特性の改善度合いは前者の構成では十分とはいえない。また後者の構成では、温度特性の改善度合いは前者よりよくなるが、カップリング光学系の複数のレンズの1つに負の屈折力を持つガラスレンズを使うため、高価になり、また、樹脂材料のレンズとガラスレンズからなる複数のレンズを使うために温度変化による光軸ずれが懸念される。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、樹脂材料からなる光情報記録媒体の記録および/または再生用対物レンズを用いた光学系において、光学系を大型化することなく、安価で使用環境の温度変化によって発生する収差に対して十分な補正性能を備えた光学系を実現しようとするものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の光ピックアップ装置は、光源と、光源から出射する発散光の発散角を変換するカップリング光学系と、カップリング光学系からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光する対物レンズ光学系と光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器を備えた光ピックアップ装置において、対物レンズ光学系は、少なくとも1枚の樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズを含み、上記カップリング光学系は、少なくとも1枚の樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズを含み、上記カップリング光学系の上記レンズの少なくとも一方の面は、負の回折パワーを有する輪帯回折面を有し、上記カップリング光学系の上記レンズの光学面の面積に対して上記輪帯回折面の面積は70%以上であり、温度変化による屈折率変化によって上記対物レンズにおいて発生する収差を補正するよ

10

20

30

40

50

うにした。

【0009】

本発明の光ピックアップ装置は、上記の構成においてカップリングレンズ系が、単レンズからなる構成を採用した。

【0010】

本発明の光ピックアップ装置は、上記の構成においてカップリング光学系が、入射された発散光束を光軸に対してほぼ平行光束にするコリメート光学系であることを特徴とする構成を採用した。

【0011】

本発明の光ピックアップ装置は、上記の構成において対物レンズ光学系が、単レンズからなることを特徴とする構成を採用した。

10

【0012】

本発明の光ピックアップ装置は、上記の構成において光源が、第1の光情報記録媒体に記録および/または第1の光情報記録媒体を再生するための第1光源と、第2の光情報記録媒体に記録および/または第2の光情報記録媒体を再生するための第2光源とを有することを特徴とする構成を採用した。

【0013】

本発明の光ピックアップ装置は、上記の構成において、上記光源からの光路と上記光検出器への光路を分けるビームスプリッタを有しており、上記カップリング光学系の上記レンズは、上記ビームスプリッタと上記対物レンズ光学系との間の光に配置されていることを特徴とする構成を採用した。

20

【0014】

本発明の光ピックアップ装置は、上記の構成において、カップリング光学系の上記レンズ面に設けられた上記輪帯回折面が、上記光源からの光束を上記輪帯回折面で透過光と回折光に分割するものであり、上記透過光をある光情報記録媒体の記録および/または再生に用い、上記回折光を他の光情報記録および/または再生に用いる光ピックアップ装置を含まない構成とした。

【0015】

本発明において、「負の回折パワーを有する輪帯回折面」とは、光源から出射された光束が、直接的に、または他の光学素子(レンズ、プリズム、フィルター等々)を介して間接的に入射される際に、その入射光束に対して負の回折パワーを有する、言い換えれば、その光束をより拡げるよう発散させる作用を有する、光軸方向に見て輪帯状に形成された回折面である。ここで、輪帯状とは、光軸またはその近傍を中心に略同心円状の輪帯形状に見える形態を指す。

30

また、上記の輪帯回折面が屈折力を有する面に設けられている場合には、回折のための微細構造(例えば鋸歯状のレリーフ形状)それ自体による回折光が、入射光束に対して上述の発散作用を有するという意味である。これは、回折のための微細構造を包絡した光学面を想定(例えば、シュミレーションにより行う)し、その想定した光学面の屈折による光束と比較することにより確認することができ、屈折面上に回折のための微細構造を形成したが如き、上記の屈折力を有する輪帯回折面による光束が、上記想定した光学面による光束をより拡げるよう発散していれば、本発明に含まれるものである。尚、屈折力を有する面とは、少なくともその面の一部に光束の発散角を変える部分を有する面であり、例えば、光軸やその近傍が光軸に対して略垂直な面形状であったり、所望の屈折力とは正負が逆の屈折力を有する場合を含むものである。

40

【0016】

また、本発明において、「対物レンズ光学系」とは、狭義には光情報記録媒体に最も近い位置に対向配置される集光作用を有するレンズ系を指し、広義には光情報記録媒体に対向する位置に配置され、アクチュエータにより少なくともその光軸方向に作動可能なレンズ系を指すものである。

また、「カップリング光学系」とは、上記対物レンズ光学系とは別体に構成され、光源か

50

らの発散光束が直接または間接的に入射され、その光束の発散角を変える作用を有するレンズ系を指し、例えば、光源からの発散光束を光軸とほぼ平行な平行光束にする、いわゆるコリメート光学系を含むものである。

本発明において、負の回折パワーを有する（光源からの光束をより発散させる作用を有する）輪帯回折面は、上記カップリング光学系に含まれる樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズの一方の面であることが出来、レンズ等、光学素子の枚数を減らし、安価にできる点で好ましい。

また、上記カップリング光学系は、入射された発散光束を光軸に対してほぼ平行光束にするコリメート光学系であってもよい。また、上記対物レンズ光学系および/またはカップリング光学系は単レンズであってもよく、その場合には上記と同様に安価に出来、集光光学系を小型化可能となる点で好ましい。

10

#### 【0017】

次に、本発明の基本的作用について考察する。

樹脂材料から形成された対物レンズに対して、カップリングレンズを樹脂材料とすることにより、光情報記録媒体の記録および/または再生用集光光学系全体では、カップリングレンズをガラス材料とした場合と比較して、温度変化による球面収差の変化が小さい（例えば特開平9-138344号公報参照）。

ここで、基準設計温度において平行光束が入射したとき、対物レンズが無収差であるように設計・製作されているものとする。したがって、カップリングレンズとしては、光源からの光束を収差を持たない平行光束に変換するコリメートレンズを用いる。

20

#### 【0018】

この光学系は、基準設計温度においては、光源の発光点とコリメートレンズの光源側の焦点位置は一致しており、コリメートレンズからは平行光束が出射する。ところで、コリメートレンズが樹脂材料からなる場合、温度が上昇するとコリメートレンズの焦点距離が長くなる。すなわち上記焦点位置が発光点に対して光軸方向にコリメートレンズから遠ざかる方向にずれる。その結果、コリメートレンズから出射する光束は発散光となる。平行光束が入射したとき、無収差であるように設計・製作されている樹脂製の単レンズからなる非球面对物レンズにおいては、これに発散光束が入射すると、球面収差がアンダー方向へ動く。

対物レンズの結像倍率の変化を  $M$  とすると、上記の場合、  $M < 0$  であり、この作用による波面収差の球面収差成分の変化量を  $W_{co}$  とすると

30

$$W_{co} = \dots \cdot M \dots \cdot (2)$$

となり、 $W_{co}$  は、 $NA$ 、 $M$ 、 $f$  等によって決まる比例係数で正の値をとる。

#### 【0019】

集光光学系全体の波面収差の球面収差成分の変化量  $W_t$  は、(1)(2)から

$$W_t = W_o + W_{co} = \dots \cdot \{ NA \cdot (1 - M) \}^4 \cdot f \cdot T + \dots \cdot M \dots \cdot (3)$$

$W_o$ 、 $NA$ 、 $M$ 、 $f$ 、 $T$  はほぼ決まった値であるので、 $W_t$  をさらに小さくするためには、 $M$  の絶対値がさらに大きくなればよい。

$M$  は、比例定数  $\mu$  ( $< 0$ )、コリメートレンズのバックフォーカス  $f_{bc}$  の温度変化率を  $d f_{bc} / d T$  としたときに、

40

$$M = \mu \cdot d f_{bc} / d T \cdot T \dots \cdot (4)$$

で表すことが出来る。

すなわち、 $d f_{bc} / d T$  を大きくすることで、 $M$  の絶対値を大きくし  $W_t$  を小さくすることが出来る。

#### 【0020】

さて、今、コリメートレンズを全体で正の焦点距離  $f_c$  を持つ回折光学素子としたときに、以下の式が成り立つ。

コリメートレンズのパワー（屈折力）  $c$  は

$$c = 1 / f_c \dots \cdot (5)$$

50

で表される。説明を簡単にするために、コリメートレンズを薄肉レンズと仮定すると、屈折によるパワーを  $c_r$ 、回折によるパワーを  $c_d$  とし、

$$c = c_r + c_d \quad \dots (6)$$

屈折効果に起因する焦点距離を  $f_{cr}$ 、回折効果に起因する焦点距離を  $f_{cd}$  としたときに、

$$c_r = 1 / f_{cr} \quad \dots (7)$$

$$c_d = 1 / f_{cd} \quad \dots (8)$$

薄肉レンズの場合、

$$f_{bc} = f_c = 1 / c \quad \dots (9)$$

よって、 $d f_{bc} / d T = - c^{-2} \cdot d c / d T \quad \dots (10)$

回折によるパワーの温度変化は、屈折によるパワーの温度変化に比して小さいので、これを無視すると、(4)(10)より

$$\begin{aligned} M &= -\mu \cdot c^{-2} \cdot d c / d T \cdot T \\ &= -\mu \cdot c^{-2} \cdot d c_r / d T \cdot T \\ &= -\mu \cdot c^{-2} \cdot c_r / n \cdot d n / d T \cdot T \\ &= -\mu \cdot c^{-2} \cdot c_r / (n - 1) \cdot d n / d T \cdot T \quad \dots (11) \end{aligned}$$

(11)から、 $c_r$ が大きくなるほど、補正効果が高いことがわかる。

また、(6)から、 $c_d$ を負の値とすることで、 $c_r$ を大きくとることが可能ながわかる。

すなわち、コリメートレンズは樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズでありその少なくとも一方の面は、負の回折パワーを有する(光源からの光束をより発散させる作用を有する)輪帯回折面とすればよい。

#### 【0021】

なお、回折光学素子は、焦点距離の波長依存性が大きい。光源が半導体レーザーの場合、発振波長には温度依存性があり、温度が高くなるほど波長は長くなる。発振波長の温度依存性を  $d \lambda / d T$  とすると、その典型的な値を以下に示す。

$$d \lambda / d T = 0.2 \text{ nm} / \text{K}$$

次にこの影響について検討する。

波長が変化したときの、コリメートレンズのパワーの変化は

$$\begin{aligned} c &= c_r + c_d \\ &= c_r / n \cdot d n / d \lambda + d c_d / d \lambda \\ &= (n - 1)^{-1} \cdot c_r \cdot d n / d \lambda + c_d \cdot d \lambda^{-1} \quad (12) \end{aligned}$$

同様に考えると、(4)(10)(12)から

$$\begin{aligned} M &= \mu \cdot d f_{bc} / d T \cdot T \\ &= -\mu \cdot c^{-2} \cdot d c / d T \cdot T \\ &= -\mu \cdot c^{-2} \cdot c / n \cdot d n / d \lambda \cdot T \\ &= -\mu \cdot c^{-2} \cdot \{ (n - 1)^{-1} \cdot c_r \cdot d n / d \lambda \\ &\quad + c_d \cdot d \lambda^{-1} \} \cdot d \lambda / d T \cdot T \end{aligned}$$

上の式で、 $\mu < 0$ 、 $c^{-2} > 0$ 、 $d \lambda / d T > 0$  であるから、 $\{ \}$ 内が負の値であれば、 $T > 0$  のとき  $M < 0$  となり、さらなる温度補償ができる。

第1項  $(n - 1)^{-1} \cdot c_r \cdot d n / d \lambda$  は、 $(n - 1) > 0$ 、 $c_r > 0$ 、 $d n / d \lambda < 0$  であるから負である。

第2項  $c_d \cdot d \lambda^{-1}$  は、 $c_d > 0$ 、 $d \lambda^{-1} < 0$  であるから負である。

よって、第1項と第2項の和も負となり、半導体レーザーの波長依存性は、本発明の効果をさらに増すものとなる。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

上記集光光学系を搭載した光ピックアップ装置の一つの実施の形態を図1を参照して説明する。図1における光ピックアップ装置は、光源である半導体レーザー1と、光源から出射される発散光の発散角を変換するカップリングレンズ2と、カップリングレンズからの光束を光情報記録媒体の情報記録面に集光する対物レンズ光学系3と光情報記録媒体からの

10

20

30

40

50

反射光を受光する光検出器 4 を備える。5 は光情報記録媒体の情報記録面、6 は反射光を分離するビームスプリッタ、7 は 1 / 4 波長板、8 は絞り、9 はシリンドリカルレンズ、10 はフォーカス、トラッキング用アクチュエータである。

対物レンズ光学系 3 は少なくとも 1 枚の樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズを含み、上記カップリングレンズ 2 は樹脂材料から形成され、その少なくとも一方の面は、負の回折パワーを有する（光源からの光束をより発散させる作用を有する）輪帯回折面を有する正の屈折力を持つレンズであることを特徴とする。

そして、上記カップリングレンズ 2 は、入射された発散光束を光軸に対してほぼ平行光束にするコリメートレンズであってもよく、この場合は、コリメートレンズから出射光束がほぼ平行光となるように光源もしくはコリメートレンズをコリメートレンズの光軸方向に移動調整されることが望ましい。

10

#### 【0023】

別の実施の形態を図 2 を参照して説明する。この実施の形態において、図 1 の光ピックアップ装置と同一部材は同一符号で示す。図 2 に示す光ピックアップ装置においては、第 1 の光情報記録媒体を記録および / または再生するための第 1 光源 11 と、第 2 の光情報記録媒体を記録および / または再生するための第 1 光源とは波長の異なる第 2 光源 12 とを備え、それぞれの光源から出射される発散光束の発散角を所望の発散角に変換する二つのカップリングレンズ 21、22 と、上記光束をほぼ一つの方向に進むように合成する光合成手段であるビームスプリッタ 62 と、ビームスプリッタ 62 からの光束を光情報記録媒体の情報記録面 5 に集光する対物レンズ光学系 3 と光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器 41、42 を備えている。なお、図中、8 は絞り、71、72 は 1 / 4 波長板、15 は光源 11 からの発散光束の発散度を小さくするカップリングリングレンズ、16 は凹レンズ、17 は反射光束を分離するためのホログラムである。また、図において、フォーカストラッキング用アクチュエータは図面上は省略してある。

20

上記対物レンズ光学系 3 は少なくとも 1 枚の樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズを含み、上記カップリングレンズ 21、22 のうち少なくとも一つ、例えばカップリングレンズ 21 は樹脂材料から形成され、その少なくとも一つの面は、負の回折パワーを有する（光源からの光束をより発散させる作用を有する）輪帯回折面を有する正の屈折力を持つレンズとされている。

#### 【0024】

前記光合成手段であるビームスプリッタ 62 と光情報記録媒体 5 との間に、第 1 光源からの光束は透過し、第 2 光源の光束のうち、光軸とは離れた所定の領域を通過する光束を透過させない開口制限手段を配設することが好ましい。

ここで、所定の領域を通過する光束を透過させない開口制限手段とは、その領域の光束を少なくとも通常の結像位置に結像させないことを意味し、実質的に開口を制限できるものであれば差し支えなく、例えば次ぎのような態様が挙げられる。

この開口制限手段は、第 1 光源からの光束は透過し、第 2 光源の光束のうち、光軸とは離れた領域を通過する光束を反射または吸収する輪帯フィルターであってもよく、また、第 1 光源からの光束は透過し、第 2 光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは離れた領域を通過する光束を回折させる輪帯フィルターであってもよい。

40

#### 【0025】

図 2 においては、第 2 半導体レーザ 12 は、光検出器 42 およびホログラム 17 とユニット化されている。「ユニット」あるいは「ユニット化」とは、ユニット化されている部材や手段が一体となって光ピックアップ装置に組込ができるようになっていることを意味し、装置の組立て時には 1 部品として組付けることができる状態にされている。

もちろん、第 1 の光源と第 1 の光検出器もユニット化されていてもよい。

#### 【0026】

以上のように、DVD の記録再生用光学系において、樹脂製の対物レンズを使用し、樹脂製で負の回折パワーを有する輪帯回折面を持つコリメートレンズとの組合せにより、光学系を大型化することなく安価で使用環境の温度変化に対して十分な性能を保つことが出

50

ることが判明した。

なお、式(1)に見るように、 $W_0$ は $\{NA \cdot (1 - M)\}^4$ に比例して大きくなる。すなわち、

NAが大きくなり高密度の光情報記録媒体の記録再生用光学系において効果があり、Mが負、すなわちカップリングレンズを小型化することにも効果がある。

また、 $W_0$ は波長に反比例して大きくなるので、青色半導体レーザを使った光情報記録媒体の記録再生用光学系においても効果がある。

【0027】

また、特開平9-138344号公報に開示されている樹脂材料から形成された正の屈折力を持つレンズのほかに、負の屈折力を持つガラスレンズを含んだカップリングレンズ光学系においても、その少なくとも1つの光学面を、負の回折パワーを有する輪帯回折面とすることもできるし、図6、図7のように、平行平板の一方の面やビームスプリッタの斜面に負の回折パワーを有する輪帯回折面を設けたカップリング光学系とすることもできる。

10

【0028】

さらに近年、近接場記録技術を用いた記録再生装置が検討されているが、レンズ光学系は2枚以上の正の屈折力を持つレンズを有する。また、 $NA > 0.8$ 以上の光学系においても同様であるが、2枚の正の屈折力を持つレンズのうち、1枚ないし2枚を樹脂製のレンズとする場合にも本発明を用いることで光学系を大型化することなく、安価で使用環境の温度変化に対して十分な性能を有する光情報記録媒体の記録再生用光学系を構成することが出来る。

20

【0029】

【実施例】

図3に本発明に基づき、実際に集光光学系を設計し、波面収差の温度変化をシミュレーションした結果を示す。

集光光学系としては、光源波長は635nmとし、対物レンズ光学系は焦点距離3.36mmの両面非球面樹脂製単レンズである。また、カップリングレンズ光学系は、焦点距離25.2mmの樹脂製コリメートレンズである。すなわち、

$$f_c = 25.2 \text{ mm} \quad c = 0.040 \text{ mm}^{-1} \quad \text{である。}$$

【0030】

図3は、この光学系における波面収差の球面収差成分の変化量  $W_t$  を縦軸にとったグラフであり、横軸に屈折によるパワー  $c_r$  をとり、温度差  $T = 30$  としたときのものである。

30

パワー  $c_r$  がコリメートレンズのパワー  $c$  より大きくなる(すなわち回折によるパワー  $c_d$  が負でその絶対値が大きくなる)につれて、変化量  $W_t$  が小さくなることが判る。なお、グラフ中A曲線は、温度が上昇しても光源の波長が635nmのまま変化しない場合のシミュレーション値であり、B曲線は半導体レーザの発振波長の温度依存性を考慮し、その典型的な値である  $d/dT = 0.2 \text{ nm/}$  を使用し、30の温度上昇で発振波長が635nmから641nmと長くなった場合のシミュレーション値である。結果から明らかなように、半導体レーザの発振波長の温度依存性を考慮すると、さらに波面収差の温度依存性が小さくなることが判る。

40

【0031】

次に、実際の集光光学系の設計数値例を示す。

実施例1の光学系の構成は図4に示すとおりであり、コリメータの屈折による焦点距離  $f_r = 15 \text{ mm}$  の場合を示す。実施例2の光学系は図5に示し、コリメータの屈折による焦点距離  $f_r = 10 \text{ mm}$  である。

表中、 $r_i$  は屈折面の曲率半径、 $d_i$  は面間隔、 $n_i$  は主波長での屈折率を示す。また、面形状式は

【数1】

$$X = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) (h / r)^2}} + \sum_j A_j h^{P_j} \quad \dots (14)$$

但し、Xは光軸方向の軸、hは光軸と垂直方向の軸、光の進行方向を正とし、rは近軸曲率半径、 $\kappa$ は円錐形数、 $A_j$ は非球面係数、 $P_j$  ( $P_j \geq 3$ )は非球面べき数である。また、回折面は光路差関数として次式で、単位はmmとして表している。

【数2】

10

$$\Phi = \sum_{i=1} B_{2i} h^{2i} \quad \dots (15)$$

【0032】

実施例1

回折コリメータ ( $f r = 15 \text{ mm}$ )

$f = 3.3608$        $f_{\text{col}} = 25.2717$        $mt = -1/7.5$   
 $U = 43.0062$        $NA = 0.6$        $= 635 \text{ nm}$

20

【表1】

面番号	$r_i$	$d_i$	$n_i$
1	$\infty$	6.25	1.51455
2	$\infty$	3.00	
3	84.461	2.00	1.49810
4	-8.13204	10.0	
5	2.039	2.60	1.49810
6	-5.387	1.56	
7	$\infty$	0.6	1.58000
8	$\infty$		

30

非球面データ

第4面 非球面係数  $= -8.70 \times 10^{-1}$

$A_1 = 0$        $P_1 = 4.0$

$A_2 = 0$        $P_2 = 6.0$

$A_3 = 0$        $P_3 = 8.0$

$A_4 = 0$        $P_4 = 10.0$

光路差関数  $B_2 = 1.37 \times 10^{-2}$

$B_4 = 4.18 \times 10^{-7}$

$B_6 = 8.55 \times 10^{-9}$

$B_8 = 0$

第5面 非球面係数  $= -4.13830 \times 10^{-1}$

$A_1 = -1.40430 \times 10^{-3}$        $P_1 = 4.0$

$A_2 = -2.46290 \times 10^{-4}$        $P_2 = 6.0$

$A_3 = -2.74020 \times 10^{-5}$        $P_3 = 8.0$

40

50

$$A_4 = -9.04900 \times 10^{-6} \quad P_4 = 10.0$$

第6面 非球面係数  $= -2.25790 \times 10$

$$A_1 = 9.89000 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0$$

$$A_2 = -3.43850 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0$$

$$A_3 = 8.07870 \times 10^{-4} \quad P_3 = 8.0$$

$$A_4 = -6.87940 \times 10^{-5} \quad P_4 = 10.0$$

【0033】

実施例2

回折コリメータ ( $f r = 10 \text{ mm}$ )

$$f = 3.3608 \quad f_{\text{col}} = 25.2717 \quad m t = -1 / 7.5$$

$$U = 43.0062 \quad N A = 0.6 \quad = 635 \text{ nm}$$

10

【表2】

面番号	$r_i$	$d_i$	$n_i$
1	$\infty$	6.25	1.51455
2	$\infty$	3.00	
3	84.461	2.00	1.49810
4	-5.251	10.0	
5	2.039	2.60	1.49810
6	-5.387	1.56	
7	$\infty$	0.6	1.58000
8	$\infty$		

20

非球面データ

第4面 非球面係数  $= -7.12310 \times 10^{-1}$

$$A_1 = 0 \quad P_1 = 4.0$$

$$A_2 = 0 \quad P_2 = 6.0$$

$$A_3 = 0 \quad P_3 = 8.0$$

$$A_4 = 0 \quad P_4 = 10.0$$

光路差関数  $B_2 = 3.04550 \times 10^{-2}$

$$B_4 = 9.59590 \times 10^{-5}$$

$$B_6 = 5.86260 \times 10^{-7}$$

$$B_8 = 0$$

第5面 非球面係数  $= -4.13830 \times 10^{-1}$

$$A_1 = -1.40430 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0$$

$$A_2 = -2.46290 \times 10^{-4} \quad P_2 = 6.0$$

$$A_3 = -2.74020 \times 10^{-5} \quad P_3 = 8.0$$

$$A_4 = -9.04900 \times 10^{-6} \quad P_4 = 10.0$$

第6面 非球面係数  $= -2.25790 \times 10$

$$A_1 = 9.89000 \times 10^{-3} \quad P_1 = 4.0$$

$$A_2 = -3.43850 \times 10^{-3} \quad P_2 = 6.0$$

$$A_3 = 8.07870 \times 10^{-4} \quad P_3 = 8.0$$

$$A_4 = -6.87940 \times 10^{-5} \quad P_4 = 10.0$$

【0034】

以上の実施例においては、光学面全体に輪帯回折面を設けた例を示したが、本発明はそれに限定されるものではない。例えば、光軸上及びその近傍は深度が深いので、必ずしも輪

50

帯回折面を設ける必要はない。好ましくは、光学面全体の面積に対して輪帯回折面の面積は70%以上である。

【0035】

【発明の効果】

上記のように本発明の光ピックアップ装置およびその光学系は、樹脂材料からなる対物レンズおよびカップリング光学系を用いた光学系において、該カップリング光学系に含まれる樹脂材料から形成された光学系に、負の回折パワーを有する輪帯回折面を設けるといふ簡単な構成によって、光ピックアップ装置の光学系を大型化することなく、安価で使用環境の温度変化によって発生する収差に対して十分な補正性能を備えた光学系を実現できたものである。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ピックアップ装置の実施の態様の1例の構成を示す光路図である。

【図2】本発明の光ピックアップ装置の実施の態様の他の例の構成を示す光路図である。

【図3】本発明の光ピックアップ装置用の光学系の温度特性を示すグラフである。

【図4】本発明の光ピックアップ装置用の光学系の構成の1例を示す光路図である。

【図5】本発明の光ピックアップ装置用の光学系の構成の他の例を示す光路図である。

【図6】本発明の光ピックアップ装置用のカップリング光学系中に、輪帯回折面を有する素子を配した例を示す光学系の部分概念図である。

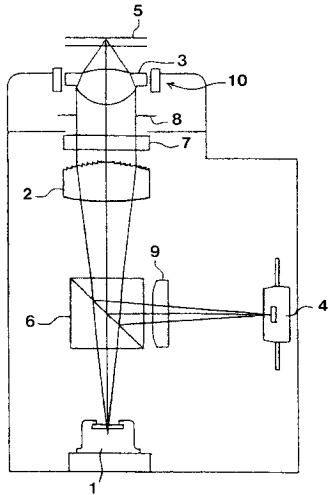
【図7】本発明の光ピックアップ装置用のカップリング光学系中のビームスプリッタの斜面に輪帯回折面を設けた例を示す光学系の部分概念図である。

20

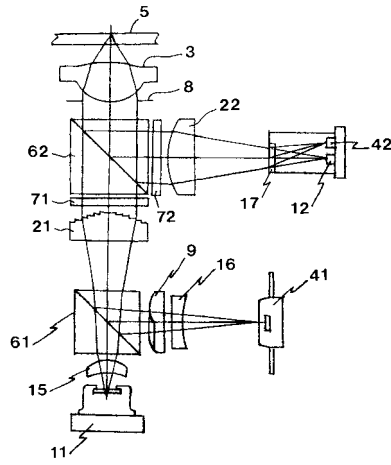
【符号の説明】

1, 11, 12	半導体レーザ	2, 21, 22	カップリングレンズ
3	対物レンズ光学系	4, 41, 42	光検出器
5	情報記録面	6, 61, 62	ビームスプリッタ
7, 71, 72	1/4波長板	8	開口制限手段
9	シリンダリカルレンズ	10	アクチュエータ

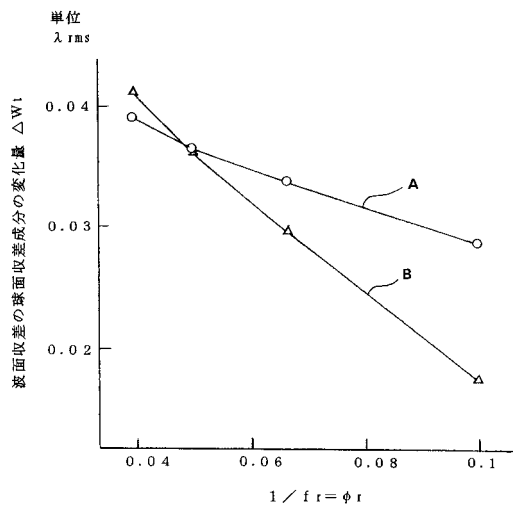
【図1】



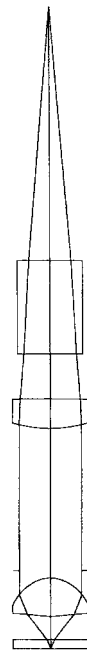
【図2】



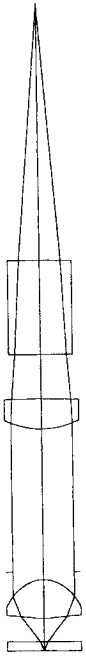
【図3】



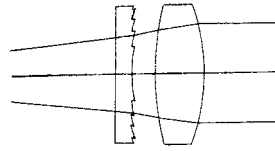
【図4】



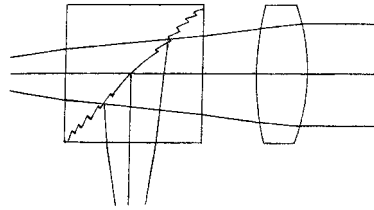
【 5 】



【 6 】



【 7 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-115173(JP,A)  
特開平10-027378(JP,A)  
特開平09-212908(JP,A)  
特開平08-007294(JP,A)  
特開平11-161997(JP,A)  
特開平11-023819(JP,A)  
特開平09-204684(JP,A)  
特開平09-306024(JP,A)  
特開平07-311337(JP,A)  
特開平07-098431(JP,A)  
特開平09-179020(JP,A)  
特開2001-195769(JP,A)  
特開2000-311374(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- G11B 7/12 - 7/22  
G02B 5/18  
G02B 5/32  
G02B 9/00 -17/08  
G02B 21/02 -21/04  
G02B 25/00 -25/04