

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-29288
(P2004-29288A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 13/00	GO2B 13/00	2H087
GO2B 13/18	GO2B 13/18	5D119
G11B 7/135	G11B 7/135	A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2002-184249 (P2002-184249)	(71) 出願人	000001270 コニカミノルタホールディングス株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(22) 出願日	平成14年6月25日 (2002.6.25)	(74) 代理人	100107272 弁理士 田村 敬二郎
		(74) 代理人	100109140 弁理士 小林 研一
		(72) 発明者	木村 徹 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
		Fターム(参考)	2H087 KA13 LA01 PA02 PB02 RA01

最終頁に続く

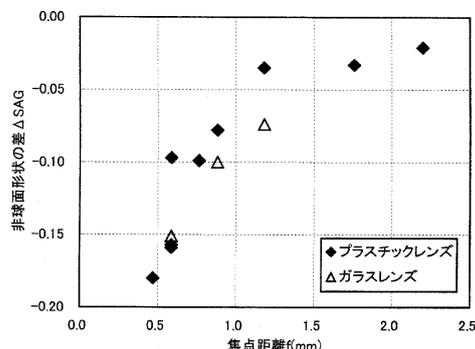
(54) 【発明の名称】 対物レンズ、光ピックアップ装置及び記録再生装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 波長400nm程度の光源を使用する光ピックアップ装置に適用可能な開口数が0.8以上とされ、色収差を小さく抑えるために焦点距離を小さくした場合でも作動距離が十分に確保され、製造誤差感度が小さく製造が容易化され、良好な像高特性を有する2群構成の対物レンズを提供する。

【解決手段】 この対物レンズ3は、光ディスク4に対する情報の記録または再生を行う光ピックアップ装置1に用いられ、光源側に配置される第1レンズ3aと、光ディスク側に配置される第2レンズ3bとの2枚の正レンズから構成され、第1レンズの光源側の光学面である第1面と第2レンズの光源側の光学面である第3面とを含む少なくとも2つの光学面が非球面とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を光情報記録媒体の情報記録面に集光することで、前記光情報記録媒体に対して情報を記録、および/または、前記光情報記録媒体に記録された情報を再生するための光ピックアップ装置に用いられる対物レンズにおいて、前記光源側に配置される第 1 レンズと前記光情報記録媒体側に配置される第 2 レンズとの 2 枚の正レンズから構成され、前記第 1 レンズの前記光源側の光学面である第 1 面と、前記第 2 レンズの前記光源側の光学面である第 3 面とを含む、少なくとも 2 つの光学面が非球面とされ、次式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

10

$$NA \geq 0.8 \quad (1)$$

$$1.2 \text{ mm} > f > 0.3 \text{ mm} \quad (2)$$

$$-0.06 > \Delta SAG > -0.24 \quad (3)$$

$$\Delta SAG = (X1' - X3') / (NA^4 \cdot f \cdot (1 + |m|)) \quad (4)$$

$$X1' = X1 \cdot (N1 - 1)^3 / f_1 \quad (5)$$

$$X3' = X3 \cdot (N2 - 1)^3 / f_2 \quad (6)$$

ただし、

20

NA : 前記光情報記録媒体に対し記録および/または再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数

f : 前記対物レンズの焦点距離 (mm)

X1 : 光軸に垂直で、前記第 1 面の頂点に接する平面と、有効径最周辺 (上記 NA のマージナル光線が入射する、前記第 1 面上の位置) における前記第 1 面との光軸方向の差 (mm) で、上記接平面を基準として前記第 2 レンズの方に測る場合を正、その逆の方に測る場合を負とする

X3 : 光軸に垂直で、前記第 3 面の頂点に接する平面と、有効径最周辺 (上記 NA のマージナル光線が入射する、前記第 3 面上の位置) における前記第 3 面との光軸方向の差 (mm) で、上記接平面を基準として前記第 1 レンズの方に測る場合を負、その逆の方に測る場合を正とする

30

m : 前記対物レンズの結像倍率

N1 : 前記第 1 レンズの設計基準波長における屈折率

N2 : 前記第 2 レンズの設計基準波長における屈折率

f₁ : 前記第 1 レンズの焦点距離 (mm)

f₂ : 前記第 2 レンズの焦点距離 (mm)

【請求項 2】

次式を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の対物レンズ。

$$WD \geq 0.03 \text{ mm} \quad (7)$$

$$0.17 > WD / f > 0.03 \quad (8)$$

40

ただし、

WD : 前記対物レンズと前記光情報記録媒体との距離 (作動距離)

【請求項 3】

設計基準波長が 450 nm より短い波長であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の対物レンズ。

【請求項 4】

次式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の対物レンズ。

$$0.4 > L_2 > 0.2 \quad (9)$$

ただし、

50

L_2 : 前記第 2 レンズの結像倍率

【請求項 5】

次式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の対物レンズ。

$$4.0 > f_1 / f_2 > 2.0 \quad (10)$$

【請求項 6】

前記第 1 レンズおよび前記第 2 レンズは、ともにプラスチックレンズであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の対物レンズ。

【請求項 7】

前記第 1 レンズおよび前記第 2 レンズは、ともにガラスレンズであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の対物レンズ。 10

【請求項 8】

450 nm より短い波長の光を発生する光源からの光を、対物レンズにより光情報記録媒体の情報記録面に集光することで、前記光情報記録媒体に対して情報を記録、および/または、前記光情報記録媒体に記録された情報を再生するための光ピックアップ装置であって、

前記対物レンズとして請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の対物レンズを備えたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の光ピックアップ装置を搭載したことを特徴とする、音声および/または画像の記録装置、および/または、音声および/または画像の再生装置。 20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光情報記録媒体に対して情報の記録及び再生の少なくとも一方を行うための対物レンズ、光ピックアップ装置及び記録再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、波長 400 nm 程度の青紫色半導体レーザ光源と、開口数 (NA) が 0.85 程度まで高められた対物レンズとを用いた新しい高密度光ディスクシステムの研究・開発が進んでいる。一例として、開口数 0.85、光源波長 405 nm の光ディスク (以下、本明細書では「高密度 DVD」と呼ぶ。) では、DVD (開口数 0.6、光源波長 650 nm、記憶容量 4.7 GB) と同じ大きさである直径 12 cm の光ディスクに対して、1 面あたり 20 ~ 30 GB の情報の記録が可能である。 30

【0003】

ここで、400 nm 程度の短波長の光を発生する青紫色半導体レーザを光源として用いる場合には、対物レンズで発生する色収差が問題となる。光ピックアップ装置において、半導体レーザから出射されるレーザ光は一般に単一波長 (シングルモード) であるので、対物レンズの色収差は問題にはならないと思われているが、実際には、温度変化や出力変化等により中心波長が瞬時的に数 nm 変化するモードホッピングを起こす。モードホッピングは対物レンズのフォーカシング機構が追従できないような瞬時的に起こる波長変化なので、対物レンズの色収差が補正されていないと、結像位置の移動量に対応したデフォーカス成分が付加され、対物レンズの集光性能が劣化する。 40

【0004】

対物レンズに用いられる一般的なレンズ材料の分散は、赤外半導体レーザや赤色半導体レーザの波長領域である 600 nm 乃至 800 nm においては、それほど大きくないので、CD や DVD では、モードホッピングによる対物レンズの集光性能の劣化は問題にはならなかった。

【0005】

ところが、青紫色半導体レーザの波長領域である 400 nm 近傍では、レンズ材料の分散 50

は非常に大きくなるので、わずかに数 nm の波長変化でも、対物レンズの結像位置は大きくずれる。そのため、高密度 DVD では、半導体レーザー光源がモードホッピングを起こした場合、対物レンズの集光性能が大きく劣化し、安定した記録や再生が行えないおそれがある。

【0006】

ところで、光ピックアップ装置において、対物レンズは、大量生産に有利であることから、プラスチックレンズが多く用いられる。しかるに、その屈折率の温度変化が、プラスチックレンズはガラスレンズに比べて 2 桁程度大きいことが知られている。

【0007】

プラスチック材料から形成された対物レンズの環境温度が上昇して、その対物レンズの屈折率が変化すると、対物レンズの球面収差が劣化する。この屈折率変化による球面収差の劣化量は、対物レンズの開口数の 4 乗に比例するので、高密度 DVD に用いられる開口数 0.85 の対物レンズをプラスチックレンズとした場合には、使用可能な温度範囲が非常に狭くなってしまふので、実使用上問題となる。

10

【0008】

ここで、対物レンズの色収差や、屈折率変化による球面収差の劣化は、対物レンズの焦点距離に比例して発生する。従って、上述した問題に対し、対物レンズの焦点距離を小さくすれば、短波長の青紫色半導体レーザーや高開口数のプラスチック対物レンズを使用する場合でも、対物レンズの色収差や、屈折率変化による球面収差の劣化を小さく抑えることができる。

20

【0009】

ところで、開口数 0.85 の対物レンズを実現するためには、光線に対する光学面の屈折力を 4 つの面に分割することで、個々のレンズの製造誤差感度が小さく製造が容易化された 2 群構成の対物レンズが好適である。

【0010】

上述したように、対物レンズの焦点距離を小さくするほど、色収差や、屈折率変化による球面収差の劣化を小さく抑えることができるが、2 群構成の対物レンズにおいて、焦点距離が小さくなると、

(1) 対物レンズ最終面と光ディスクとの距離（いわゆる、作動距離）が小さくなりすぎるために、光ディスクと対物レンズの衝突の可能性が大きくなる。

30

(2) 2 群構成の対物レンズを構成する個々のレンズ、特に光ディスクに近い側に配置されるレンズの外径が小さくなりすぎるために、個々のレンズを組み立てる工程において、個々のレンズの取り扱いが困難となり、この工程の工数が増大する。

という、問題が懸念される。

【0011】

すなわち、2 群構成の対物レンズの焦点距離を小さくしすぎるのは、作動距離の確保や個々のレンズの組立の観点からは、好ましくないといえる。

【0012】

また、光ピックアップ装置において、対物レンズの焦点距離を小さくすると、像高特性としては、不利となる。これは、相対的に焦点距離が大きい対物レンズと、同じ像高を得ようとする、相対的に焦点距離が小さい対物レンズへの入射角度が大きくなるためである。入射角度が大きくなるほど非点収差やコマ収差が劣化する。従って、対物レンズの焦点距離を小さくし過ぎるのは、像高特性の観点からも好ましくないといえる。

40

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述のような事情に鑑みてなされたものであり、波長 400 nm 程度の短波長光源を使用する光ピックアップ装置に適用可能な、開口数が 0.8 以上とされた 2 群構成の対物レンズであって、色収差を小さく抑えるために、焦点距離を小さくした場合でも、作動距離が十分に確保されるとともに、製造誤差感度が小さく製造が容易化され、さらには、良好な像高特性を有する対物レンズを提供することを目的とする。

50

【0014】

更に、この対物レンズを搭載した光ピックアップ装置及び、この光ピックアップ装置を搭載した記録再生装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明による対物レンズは、光源からの光を光情報記録媒体の情報記録面に集光することで、光情報記録媒体に対して情報を記録、および/または、光情報記録媒体に記録された情報を再生するための光ピックアップ装置に用いられる対物レンズにおいて、光源側に配置される第1レンズと、光情報記録媒体側に配置される第2レンズとの2枚の正レンズから構成され、前記第1レンズの光源側の光学面である第1面と、前記第2レンズの光源側の光学面である第3面とを含む、少なくとも2つの光学面が非球面とされ、次式(1)乃至(6)を満たすことを特徴とする。

10

【0016】

$$NA = 0.8 \quad (1)$$

$$1.2 \text{ mm} > f > 0.3 \text{ mm} \quad (2)$$

$$-0.06 > SAG > -0.24 \quad (3)$$

$$SAG = (X1' - X3') / (NA^4 \cdot f \cdot (1 + |m|)) \quad (4)$$

$$X1' = X1 \cdot (N1 - 1)^3 / f_1 \quad (5)$$

$$X3' = X3 \cdot (N2 - 1)^3 / f_2 \quad (6)$$

【0017】

ただし、

NA：前記光情報記録媒体に記録および/または再生を行うのに必要な所定の対物レンズの像側開口数

f：前記対物レンズの焦点距離(mm)

X1：光軸に垂直で、前記第1面の頂点に接する平面と、有効径最周辺(上記NAのマージナル光線が入射する、前記第1面上の位置)における前記第1面との光軸方向の差(mm)で、上記接平面を基準として前記第2レンズの方向に測る場合を正、その逆の方向に測る場合を負とする

X3：光軸に垂直で、前記第3面の頂点に接する平面と、有効径最周辺(上記NAのマージナル光線が入射する、前記第3面上の位置)における前記第3面との光軸方向の差(mm)で、上記接平面を基準として前記第1レンズの方向に測る場合を負、その逆の方向に測る場合を正とする

30

m：前記対物レンズの結像倍率

N1：前記第1レンズの使用波長における屈折率

N2：前記第2レンズの使用波長における屈折率

f₁：前記第1レンズの焦点距離(mm)

f₂：前記第2レンズの焦点距離(mm)

【0018】

上記の課題を解決するにあたって、開口数が0.85である2群構成の対物レンズに関して、(A)個々のレンズにおける光学面同士の偏芯に対する公差、(B)個々のレンズ同士の偏芯に対する公差、(C)入射光束の入射角度に対する公差、(D)作動距離、をそれぞれ、(A)±0.005mm、±0.1度、(B)±0.030mm、±0.1度、(C)±1度、(D)0.05mm以上、確保するように考慮しつつ、焦点距離をパラメータとして設計検討を行った。

40

【0019】

なお、上述の(A)に対する公差は、個々のレンズを金型を用いたモールド成形で製造する場合の精度を基準としており、この公差に対する値(±0.005mm、±0.1度)は、現在の金型加工技術やモールド成形技術において十分に対応可能な値である。

【0020】

設計検討を行った2群構成の対物レンズに関して、対物レンズに入射する光の波長が設計

50

基準波長から変化した場合の、対物レンズのデフォーカス成分込みの波面収差の変化を焦点距離の関数としてプロットしたのが図1である。青紫色半導体レーザーは、モードホップによって、波長が1nm程度変化すると考えられているが、波長が1nm変化した場合のデフォーカス成分込みの波面収差が、マレシャル限界である 0.07 rms 以下となるのは、図1から、焦点距離を1.2mmより小さくした場合であることが読みとれる。

【0021】

一方、波長が変化した場合のデフォーカス成分込みの波面収差を小さく抑えるうえでは、焦点距離を小さくするほど有利となる。しかし、焦点距離を小さくしすぎると、前述したように、十分な作動距離の確保しつつ、(A)乃至(C)の誤差に対する十分な公差を確保するのが困難となる。また、焦点距離を小さくしすぎると、個々のレンズの外径が小さくなるので、個々のレンズを組み立てる工程において、個々のレンズの取り扱いが困難となる。

10

【0022】

そこで、 0.03 mm という、十分な作動距離を確保しつつ、(A)乃至(C)の誤差に対する十分な公差を確保することができる焦点距離の下限の値を、 0.3 mm とし、開口数が(1)式を満たす、2群構成の対物レンズの焦点距離の好ましい範囲として、

$$1.2 \text{ mm} > f > 0.3 \text{ mm} \quad (2)$$

なる条件を定めた。

【0023】

ところで、2群構成の高開口数の対物レンズにおいては、第1面と第2面を含む少なくとも2つの光学面を非球面とするのが、収差を良好に補正するうえで有効である。そして、レンズ設計では、上述の(A)乃至(C)の誤差に対する感度を低減して、製造の容易な対物レンズとし、さらに、この対物レンズを搭載した光ピックアップ装置の製造を容易とするためには、各入射高さの光線に対する、第1面と第3面との光路差が適切な値になるように、非球面の形状を決定しなくてはならない。具体的には、個々のレンズの屈折率と焦点距離で規格化した、第1面の非球面形状 $X1'$ と第3面の非球面形状 $X3'$ との差であるSAGの値が、適切な範囲に入るように各非球面係数を制御する。

20

【0024】

そこで、設計検討を行った2群構成の対物レンズに関して、SAGを対物レンズの焦点距離の関数としてプロットしたのが図2である。

30

【0025】

図2から、焦点距離が(2)式を満たす2群構成の対物レンズにおいて、十分な製造公差を確保するための条件として、

$$-0.06 > \text{SAG} > -0.24 \quad (3)$$

なる条件を定めた。SAGの値が、(3)式の下限より大きいと、作動距離が小さくなりすぎないので、対物レンズと光情報記録媒体との衝突の可能性を低減できる。また、第1レンズと第2レンズとの光軸ずれによって発生する非点収差が大きくなりすぎないので、第1レンズと第2レンズとを組み立てる効率を向上できる。また、第2レンズのメニスカスの度合いが大きくなりすぎないので、第2レンズの光学面の光軸ずれによって発生するコマ収差を低減でき、第2レンズの生産効率を向上できる。さらに、第1面の曲率が小さくなりすぎないので、第1レンズの光学面の光軸ずれによって発生するコマ収差を低減でき、第1レンズの生産効率を向上できる。

40

【0026】

一方、SAGの値が、(3)式の上限より小さいと、第1レンズの光軸上のレンズ厚さが大きくなりすぎないので、コンパクトな対物レンズとすることができ、光ピックアップ装置の小型化という観点から有利である。さらに、第3面の曲率が小さくなりすぎないので、周辺における非球面の法線と光軸とがなす角度である見込角度が大きくなりすぎず、金型加工を正確に行うことができる。

【0027】

上述の作用をより一層達成するためには、SAGの値は、

50

$$-0.07 > \text{SAG} > -0.20 \quad (3')$$

なる条件を満たすのが好ましい。

【0028】

本発明による対物レンズは、さらに、

$$\text{WD} = 0.03 \text{ mm} \quad (7)$$

$$0.17 > \text{WD} / f > 0.03 \quad (8)$$

(ただし、WD：前記対物レンズと前記光情報記録媒体との距離(作動距離))を満たすことが好ましい。

【0029】

焦点距離が小とされた対物レンズであっても、(7)式を満たすので、対物レンズと光情報記録媒体との衝突を防ぐことができ、さらに、作動距離に対する焦点距離の比を(8)式を満たすようにすることで、第1レンズの光学面の光軸ずれによって発生するコマ収差と、第2レンズの光学面の光軸ずれによって発生するコマ収差を低減できるので、第1レンズ及び第2レンズの生産効率を向上できる。

【0030】

本発明による対物レンズは、さらに、設計基準波長が450nmより短い波長であることが好ましい。450nmより短い波長領域では、波長変化に対するレンズ材料の分散は大きくなるが、本発明による対物レンズは、焦点距離が(2)式を満たすので、レンズ材料の分散による軸上色収差の発生を小さく抑えることができる。その結果、青紫色半導体レーザを光源とする光ピックアップ装置に、本発明による対物レンズを搭載することで、レーザ光源がモードホッピングを起こした場合でも、良好な集光性能を維持することができる。

【0031】

本発明による対物レンズは、さらに、

$$0.4 > L_2 > 0.2 \quad (9)$$

(ただし、 L_2 ：前記第2レンズの結像倍率)

を満たすことが好ましい。(9)式は、焦点距離が(2)式を満たす2群構成の対物レンズにおいて、上述の(A)乃至(C)の誤差に対する十分な公差を確保した場合に、第2レンズの結像倍率の好ましい範囲に関する。ここで、第2レンズの結像倍率 L_2 は、上方マージナル光線の第2レンズの光源側の光学面への入射角を s_3 、上方マージナル光線の第2レンズの光情報記録媒体側の光学面からの出射角を s_4 とした場合に、次の(11)式で定義される。

$$L_2 = s_3 / s_4 \quad (11)$$

ただし、 s_3 および s_4 は、光軸を基準として測り、その符号は、時計回り方向を正、反時計回り方向を負とする。

【0032】

L_2 の値が(9)式の下限より大きいと、第1レンズの光軸上のレンズ厚さが大きくなりすぎないので、コンパクトな対物レンズとすることができ、光ピックアップ装置の小型化という観点から有利である。さらに、第3学面の曲率が小さくなりすぎないので、周辺における非球面の法線と光軸とがなす角度である見込角度が大きくなりすぎず、金型加工を正確に行うことができる。

【0033】

一方、 L_2 の値が(9)式の上限より小さいと、作動距離が小さくなりすぎないので、対物レンズと光情報記録媒体との衝突の可能性を低減できる。また、第1レンズと第2レンズとの光軸ずれによって発生する非点収差が大きくなりすぎないので、第1レンズと第2レンズとを組み立てる効率を向上できる。また、第2レンズのメニスカスの度合いが大きくなりすぎないので、第2レンズの光学面の光軸ずれによって発生するコマ収差量を低減でき、第2レンズの生産効率を向上できる。さらに、第1面の曲率が小さくなりすぎないので、第1レンズの光学面の光軸ずれによって発生するコマ収差量を低減でき、第1レンズの生産効率を向上できる。

【0034】

本発明による対物レンズは、さらに、

$$4.0 > f_1 / f_2 > 2.0 \quad (10)$$

を満たすのが好ましい。(10)式は、第1レンズと第2レンズのパワー配分を適切にし、上述の(A)乃至(C)の誤差に対する十分な公差を確保するための条件である。(10)式の上限を越えないように、第1レンズと第2レンズのパワー配分を決定することで、第3学面の曲率が小さくなりすぎないので、周辺における非球面の法線と光軸とがなす角度である見込角度が大きくなりすぎず、金型加工を正確に行うことができ、さらに、第1レンズと第2レンズとの光軸ずれによって発生する収差が大きくなりすぎないので、第1レンズと第2レンズとを組み立てる効率を向上できる。

10

【0035】

一方、(10)式の下限を越えないように、第1レンズと第2レンズのパワー配分を決定することで、対物レンズに対して斜め光束が入射した場合に発生する非点収差やコマ収差を小さく抑えることができるので、光源の取付け精度及び、プリズムや偏光ビームスプリッタ等の光学素子の取付け精度に対する公差を緩和することが可能となる。

【0036】

本発明による対物レンズは、さらに、第1レンズおよび第2レンズがともにプラスチックレンズであることが好ましい。プラスチックレンズは射出成形が容易であるため、安定した品質での対物レンズの大量生産が可能である。また、第1レンズと第2レンズとを互いに保持するための保持部材を、それぞれのレンズと一体に成形することができるため、対物レンズの部品点数の削減が可能である。

20

【0037】

さらに、プラスチックレンズは、環境温度の変化の影響によって、屈折率が大きく変化するが、本発明による対物レンズは、焦点距離が(2)式を満たすので、高開口数のプラスチックレンズであっても、屈折率変化による球面収差の劣化を小さく抑えることができる。その結果、その結果、光ピックアップ装置に、本発明による対物レンズを搭載することで、環境温度が変化した場合でも、良好な集光性能を維持することができる。

【0038】

ところで、本発明による対物レンズは、焦点距離が(2)式を満たす小径のレンズなので、光学面の単位面積に入射するレーザ光のエネルギーは、相対的に焦点距離の大きい対物レンズに比して大きくなる。従って、本発明による対物レンズを短波長の光に対して高い耐光性を有するガラスレンズとすることで、青紫色半導体レーザのごとき短波長光源を使用する光ピックアップ装置用の対物レンズとして、信頼性の高い対物レンズを提供できる。また、ガラスレンズはプラスチックレンズに比して比重が大きいのが、本発明による対物レンズはガラスレンズとした場合でも、焦点距離が小さいので、体積が小さく、フォーカシング用のアクチュエータに負担がかかることはない。

30

【0039】

本発明による光ピックアップ装置は、450nmより短い波長の光を発生する光源からの光を対物レンズにより光情報記録媒体の情報記録面に集光することで、光情報記録媒体に対して情報を記録、および/または、光情報記録媒体に記録された情報を再生するための光ピックアップ装置において、前記対物レンズとして、上述の本発明による対物レンズを搭載したものである。

40

【0040】

この光ピックアップ装置によれば、対物レンズの焦点距離が上述の(2)式を満たすので、光源として青紫色半導体レーザを用いた場合でも、軸上色収差の発生を小さく抑えることができ、さらに、対物レンズをプラスチックレンズとした場合でも、温度変化の影響による球面収差の劣化を小さく抑えることができる。従って、光ピックアップ装置において常に良好な集光性能を維持することが可能である。

【0041】

また、光ピックアップ装置において対物レンズが上述の(7)式を満たすので、焦点距離

50

が小であっても、光情報記録媒体との衝突を防ぐことができる。

【0042】

また、対物レンズが良好な像高特性を有するので、かかる対物レンズを含むように光ピックアップ装置を構成すると、光源の取付け精度及び、プリズムや偏光ビームスプリッタ等の光学素子の取付け精度に対する公差が緩和される結果、光ピックアップ装置の製造コストを小さく抑えることができる。

【0043】

また、本発明による記録再生装置は、上述の光ピックアップ装置を搭載し、音声及び/または画像を記録し、及び/または、音声及び/または画像を再生可能なように構成できる。

10

【0044】

なお、本明細書において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズとともに、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズを指すものとする。従って、本明細書において、対物レンズの光情報記録媒体側(像側)の開口数とは、対物レンズの最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面の開口数を指すものである。また、本明細書では、必要(な所定の)開口数は、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいは、それぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録または再生をするために必要なスポット径を得ることができる、回折限界性能を有する対物レンズの開口数を指すものとする。

20

【0045】

また、本明細書において、対物レンズの設計基準波長とは、対物レンズに対して、同じ条件(結像倍率、温度、入射光束径等)で様々な波長の光を入射させた場合に、対物レンズの残収差が最小になる波長のことをいう。

【0046】

また、本明細書において、情報の記録とは、上記のような光情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録することをいう。

【0047】

また、本明細書において、情報の再生とは、上記のような光情報記録媒体の情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。

30

【0048】

本発明による対物レンズは、記録だけあるいは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、ある光情報記録媒体に対しては記録を行い、別の光情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、ある光情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の光情報記録媒体に対しては記録および再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0049】

【発明の実施の形態】

40

以下、本発明による実施の形態について図面を用いて説明する。図3は、本実施の形態に係る光ピックアップ装置の構成を概略的に示す図である。

【0050】

図3の光ピックアップ装置1は、光源としての半導体レーザ2と、対物レンズ3とを有し、半導体レーザ2からのレーザ光により高密度DVDである光ディスク4に対し情報の記録及び再生を行うことができるように構成されている。

【0051】

半導体レーザ2は波長400nm程度の波長の光を発生するGaN青紫色レーザである。また、波長400nm程度の波長の光を発生する光源としては上記のGaN青紫色半導体レーザのほかに、SHG青紫色レーザであってもよい。

50

【0052】

対物レンズ3は、半導体レーザ2からの光束を光ディスク4の情報記録面4a上に回折限界内で集光するレンズであって、第1レンズ3aと第2レンズ3bの2枚の正レンズから構成されており、第1レンズ3aの半導体レーザ側の光学面と第2レンズ3bの半導体レーザ側の光学面とを含む少なくとも2つの光学面が非球面とされている。

【0053】

また、対物レンズ3は、第1レンズ3aと第2レンズ3bとが、鏡枠3cにより一体化された構造となっている。また、対物レンズ3は、光軸に対し垂直に延びた面を持つフランジ部3dを有し、このフランジ部3dにより、対物レンズ3を光ピックアップ装置1に精度よく取り付けることができる。対物レンズ3の光ディスク4側の開口数は0.80以上とされている。

【0054】

半導体レーザ2から射出された発散光束は、偏光ビームスプリッタ5を透過し、コリメートレンズ6、および1/4波長板7を経て円偏光の平行光束となり、絞り8によってけられた後、対物レンズ3によって高密度DVDである光ディスク4の保護層4bを介して情報記録面4a上に形成されるスポットとなる。対物レンズ3は、その周辺に配置されたアクチュエータ9によってフォーカス制御およびトラッキング制御される。

【0055】

情報記録面4aで情報ビットにより変調された反射光束は、再び対物レンズ3、絞り8、1/4波長板7、およびコリメートレンズ6を透過した後、収斂光束となり、偏光ビームスプリッタ5によって反射され、シリンドリカルレンズ10を経ることによって非点収差が与えられ、光検出器11に収束する。そして、光検出器11の出力信号を用いて光ディスク4に記録された情報を読み取ることができる。

【0056】

図3の光ピックアップ装置では、対物レンズ3は結像倍率が0である、無限共役型としたが、物点位置が対物レンズから有限の位置にある、いわゆる有限共役型とすることも可能である。有限共役型の対物レンズとしては、後述する実施例3のような対物レンズを使用することができる。この場合は、半導体レーザ2から射出された発散光束は、コリメートレンズ6を介さずに、対物レンズによって光ディスク4の情報記録面4a上に集光されるので、コリメートレンズ6は不要となり、光ピックアップ装置1の光学部品点数の削減や、光ピックアップ装置1のコンパクト化に有利である。

【0057】

本実施の形態において、対物レンズ3の焦点距離は上述の(2)式を満たすので、レンズ材料の分散による軸上色収差の発生を小さく抑えることができる。従って、半導体レーザ2がモードホッピングを起こした場合でも、良好な集光性能を維持することができる。

【0058】

また、対物レンズ3は、上述の(7)式を満たすので、焦点距離が小であっても、光ディスク4との衝突を防ぐことができる。

【0059】

また、対物レンズ3は、良好な像高特性を有するので、半導体レーザ2の取付け精度及びコリメートレンズ6や偏光ビームスプリッタ5の取付け精度に対する公差が緩和される結果、光ピックアップ装置1の製造コストを小さく抑えることができる。

【0060】

【実施例】

以下、本発明を実施例1乃至4により更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。なお、本実施例の各レンズにおける非球面は光軸方向をX軸、光軸に垂直な方向の高さをh、屈折面の曲率半径をrとするとき次の数1で表す。但し、 k を円すい係数、 A_{2i} を非球面係数とする。

【0061】

【数1】

10

20

30

40

50

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)h^2/r^2}} + \sum_{i=2} A_{2i} h^{2i}$$

10

【0062】

表1に以下に述べる実施例1乃至4に関するデータの一覧表を示す。実施例1乃至3はプラスチックレンズであり、実施例4はガラスレンズである。すべての実施例において、一般的なレンズ材料を用いているが、焦点距離が上述の(2)式を満たすので、対物レンズに入射する波長が設計基準波長から1nm変化した場合のデフォーカス成分込みの波面収差は、0.040 rms以下に収まっている。

【0063】

【表1】

実施例	1	2	3	4
レンズ材料	プラスチック	プラスチック	プラスチック	ガラス
開口数NA	0.85	0.85	0.85	0.85
設計波長λ(nm)	405	405	405	405
焦点距離f(mm)	0.882	0.471	0.588	0.882
結像倍率m	0	0	-0.09	0
作動距離WD(mm)	0.109	0.050	0.099	0.075
ΔSAG	-0.08	-0.18	-0.13	-0.10
WD/f	0.12	0.11	0.17	0.09
f1/f2	3.00	2.90	2.63	3.00
第2レンズ結像倍率βL2	0.30	0.26	0.26	0.29
デフォーカス成分込みの波面収差(λ rms/nm)	0.040	0.021	0.036	0.033

20

30

【0064】

なお、図1及び表1における、デフォーカス成分込みの波面収差(rms/nm)は、対物レンズのフォーカス位置を、その設計基準波長である405nmにおける最良像点位置に固定し、波長を406nmに変化させて、波面収差を計算した結果である。

【0065】

実施例1

【0066】

本実施例の対物レンズは、2枚のプラスチックレンズから構成されている。表2に本実施例の対物レンズに関するデータを示す。

40

【0067】

【表2】

面番号	r (mm)	d (mm)	N	νd	備考
0		∞			光源
1	1.1130	1.2000	1.56013	56.7	対物レンズ
2	3.6173	0.0500			
3	0.4578	0.5500	1.56013	56.7	
4	∞	0.1089			
5	∞	0.1000	1.61950	30.0	保護層
6	∞				

非球面係数

	第1面	第2面	第3面
κ	3.30027E-01	3.36012E+01	-1.01507E+00
A4	-9.99307E-02	-4.19206E-02	1.32466E+00
A6	1.87100E-01	3.12442E-01	-1.07495E+00
A8	-8.02387E-01	-2.10974E+00	2.71684E+01
A10	1.10451E+00	-1.04536E+00	-5.95552E+01
A12	-6.82472E-01		
A14	-3.06111E-01		
A16	1.06640E-01		

10

【0068】

表2のレンズデータにおいて、 r (mm) は曲率半径、 d (mm) は面間隔、 N は波長 405 nm おける屈折率、 νd は d 線におけるアッペ数を表すが、これ以降のレンズデータにおいても同様である。また、表1のレンズデータにおいて、10のべき乗数(例えば 2.5×10^{-3}) を、 E (例えば $2.5E-03$) を用いて表しているが、これ以降のレンズデータにおいても同様である。

20

【0069】

実施例2

【0070】

本実施例の対物レンズは、2枚のプラスチックレンズから構成されている。表3に本実施例の対物レンズに関するデータを示す。

30

【0071】

【表3】

面番号	r (mm)	d (mm)	N	νd	備考
0		∞			光源
1	0.7282	0.4900	1.56013	56.7	対物レンズ
2	4.3347	0.0250			
3	0.2857	0.3700	1.56013	56.7	
4	∞	0.0500			
5	∞	0.1000	1.61950	30.0	保護層
6	∞				

40

非球面係数

	第1面	第2面	第3面
κ	5.17599E-01	1.12117E+02	-1.25920E+00
A4	-6.58773E-01	-3.50370E-01	6.98380E+00
A6	8.55197E+00	1.55274E+01	-1.83450E+01
A8	-7.47658E+01	-1.37650E+02	7.35683E+02
A10	2.76780E+02	2.01215E+02	-2.50691E+03
A12	-4.76986E+02		
A14	4.47487E+02		
A16	-3.97197E+03		

50

【 0 0 7 2 】

実施例 3

【 0 0 7 3 】

本実施例の対物レンズは、2枚のプラスチックレンズから構成されており、有限共役型の対物レンズである。表4に本実施例の対物レンズに関するデータを示す。

【 0 0 7 4 】

【表4】

面番号	r (mm)	d (mm)	N	νd	備考
0		6.500			光源
1	0.7669	0.8500	1.56013	56.7	対物レンズ
2	6.8648	0.0500			
3	0.3123	0.4500	1.56013	56.7	
4	∞	0.0989			
5	∞				情報記録面

10

非球面係数

	第1面	第2面	第3面
κ	-1.20541E-01	0.00000E+00	-8.20915E-01
A1	-2.64263E-01	-9.09843E-02	2.83409E+00
A6	2.01670E+00	8.91198E+00	-1.78187E+00
A8	-1.29895E+01	-7.17118E+01	2.38808E+02
A10	3.26017E+01	1.61550E+02	-1.00629E+03
A12	7.12607E+00		
A14	-2.65340E+02		
A16	4.16584E+02		

20

【 0 0 7 5 】

実施例 4

【 0 0 7 6 】

本実施例の対物レンズは、2枚のガラスレンズ（BACD5：HOYA社製）から構成されている。表5に本実施例の対物レンズに関するデータを示す。

【 0 0 7 7 】

【表5】

面番号	r (mm)	d (mm)	N	νd	備考
0		∞			光源
1	1.2081	1.0000	1.60525	61.3	対物レンズ
2	3.6094	0.1000			
3	0.5256	0.7000	1.60525	61.3	
4	∞	0.0750			
5	∞	0.1000	1.61950	30.0	保護層
6	∞				

30

非球面係数

	第1面	第2面	第3面
κ	-3.33933E-01	6.42072E+00	-6.86551E-01
A4	7.75567E-04	1.78622E-02	5.07181E-01
A6	4.95755E-02	3.27677E-01	2.76998E-01
A8	-1.12373E-01	-1.17645E+00	7.56928E+00
A10	6.21645E-02	4.40036E-01	-1.36569E+01
A12	-1.18397E-01		
A14	3.62117E-01		
A16	-4.44038E-01		

40

【 0 0 7 8 】

50

上述の実施例 1 乃至 4 では、上述の各式を満足するように設計することで、個々のレンズにおける光学面同士の偏芯に対する公差を ± 0.005 mm、 ± 0.1 度、さらに、個々のレンズ同士の偏芯に対する公差を ± 0.030 mm 確保しており、焦点距離の小さい高開口数の対物レンズでありながら、製造公差が緩く、製造し易い対物レンズとなっている。

【0079】

また、上述の実施例 1 及び 2 及び 4 では、保護層の厚さが 0.1 mm に対応した球面収差補正がなされており、実施例 3 では、保護層の厚さが 0 に対応した球面収差補正がなされているが、これらとは異なる厚さの保護層を有する光ディスクの場合には、上述の各式を満足させつつ、保護層の厚さに応じて、対物レンズの球面収差補正を行えばよい。

10

【0080】

また、図 4 に、実施例 1 乃至 3 の対物レンズにおける温度変化に対する波面収差変化の様子を示す。図 4 から理解されるように、実施例 1 乃至 3 の対物レンズは、高開口数のプラスチックレンズでありながら、焦点距離を小さくしたので、温度変化による波面収差の変化が小さく抑えられ、使用可能な温度範囲の広いレンズとなっている。なお、図 4 において、温度変化した場合の波面収差を計算する際には、温度変化によるプラスチックレンズの屈折率変化 (-10×10^{-5} / 度) と、レーザ光源の波長変化 ($+0.05$ nm / 度) を考慮した。

【0081】

また、図 5 に、実施例 1 乃至 4 の対物レンズの像高特性を示す。図 5 から理解されるように、実施例 1 乃至 4 の対物レンズは焦点距離が小さい対物レンズでありながら、良好な良好特性を有するので、半導体レーザの取付け精度及び、コリメートレンズや偏光ビームスプリッタ等の光学素子の取付け精度に対する公差が緩和され、光ピックアップ装置の製造コストを小さく抑えることができる。

20

【0082】

【発明の効果】

本発明によれば、波長 400 nm 程度の短波長光源を使用する光ピックアップ装置に適用可能な、開口数が 0.8 以上とされた 2 群構成の対物レンズであって、色収差を小さく抑えるために焦点距離を小さくした場合でも、作動距離が十分に確保できるとともに、製造誤差感度が小さく製造が容易化され、さらには良好な像高特性を有する対物レンズを提供

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明において設計検討を行った 2 群構成の対物レンズに関し、入射する光の波長が設計基準波長から変化した場合、デフォーカス成分込みの波面収差の変化を焦点距離の関数としてプロットした図である。

【図 2】図 1 の 2 群構成の対物レンズに関し、非球面形状の差 (SAG) を対物レンズの焦点距離の関数としてプロットした図である。

【図 3】本実施の形態に係る光ピックアップ装置の構成を概略的に示す図である。

【図 4】実施例 1 乃至 3 の対物レンズについての温度変化に対する波面収差変化を示す図

40

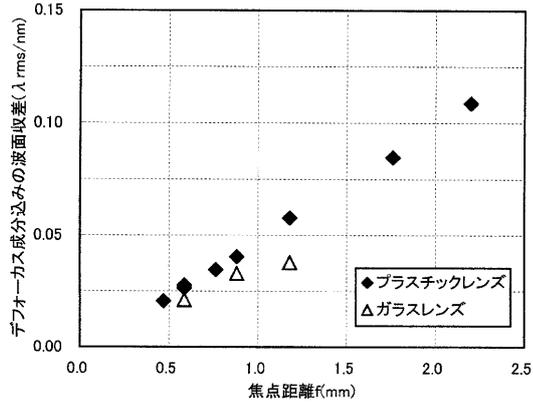
である。

【図 5】実施例 1 乃至 4 の対物レンズの像高特性を示す図である。

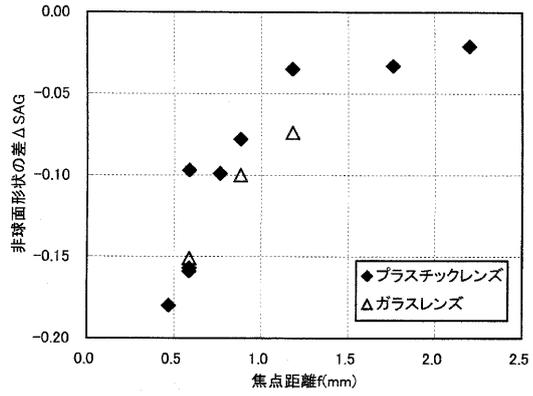
【符号の説明】

- 1 光ピックアップ装置
- 2 半導体レーザ (光源)
- 3 対物レンズ
- 3 a 第 1 レンズ
- 3 b 第 2 レンズ
- 4 光ディスク (光情報記録媒体)

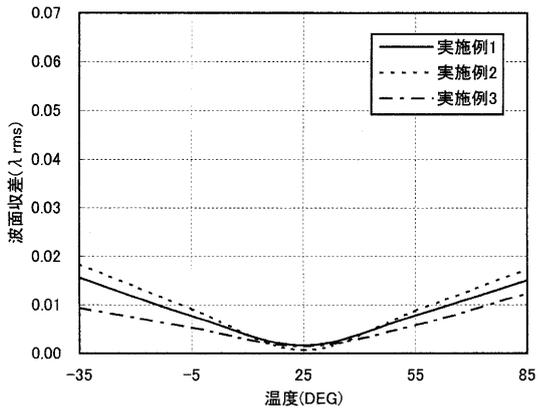
【 図 1 】



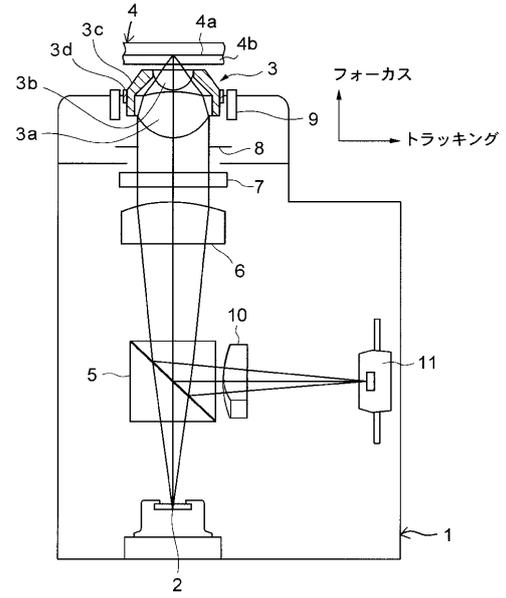
【 図 2 】



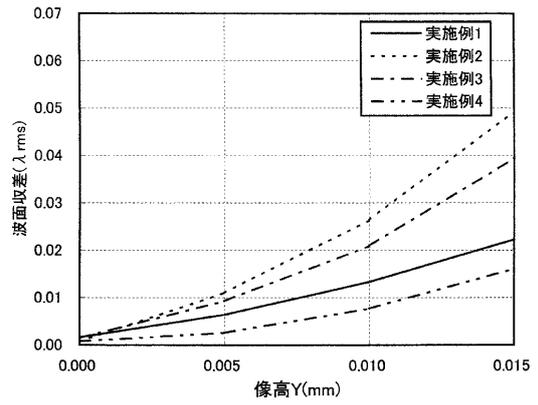
【 図 4 】



【 図 3 】



【 図 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D119 AA01 AA04 AA11 AA22 AA31 AA32 AA38 AA39 BA01 BB01
BB02 BB03 DA01 DA05 EB02 EC03 EC07 FA05 JA02 JA09
JA12 JA29 JA32 JA44 JB01 JB02 JB04 JB05