

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4775610号
(P4775610)

(45) 発行日 平成23年9月21日(2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int.Cl.		F I	
G 1 1 B	7/135	(2006.01)	G 1 1 B 7/135 A
G 0 2 B	3/08	(2006.01)	G 0 2 B 3/08
G 0 2 B	13/00	(2006.01)	G 0 2 B 13/00

請求項の数 26 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2000-365554 (P2000-365554)	(73) 特許権者	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12年11月30日(2000.11.30)	(74) 代理人	100107272 弁理士 田村 敬二郎
(65) 公開番号	特開2002-203331 (P2002-203331A)	(74) 代理人	100109140 弁理士 小林 研一
(43) 公開日	平成14年7月19日(2002.7.19)	(72) 発明者	斉藤 真一郎 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
審査請求日	平成19年11月22日(2007.11.22)	(72) 発明者	坂本 勝也 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2000-326822 (P2000-326822)	審査官	中野 浩昌
(32) 優先日	平成12年10月26日(2000.10.26)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物レンズ及び光ピックアップ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明基板の厚さが t_1 である第1の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 λ_1 の第1の光源と、透明基板の厚さが t_2 ($t_1 < t_2$) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) である第2の光源と、前記第1の光源から出射された光束を前記第1の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せ、前記第2の光源から出射された光束を前記第2の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せる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、

前記対物レンズは正の屈折力を有するプラスチックレンズであり、

前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類以上の光学面領域のうち、少なくとも最も外側の光学面領域に、回折構造を備え、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して、前記対物レンズの温度変化に伴う屈折率変化による球面収差の変化の補正を行うようになっており、

前記回折構造は、前記対物レンズの回折母非球面の屈折パワーが寄与する球面収差量の変化量を SA_R 、前記対物レンズの回折パワーが寄与する球面収差量の変化量を SA_D 、前記対物レンズの温度の変化量を T 、前記光源の波長の変化量を λ としたときに、 $(SA_R / T) \cdot (\lambda / SA_D) < 0$ の関係を満たしており、

10

20

前記最も外側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束をフレア成分とし、

一方、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、光軸を含む光学面領域を通過する光束は情報記録面上に光スポットを形成し、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記光軸を含む光学面領域を通過する光束は情報記録面上に光スポットを形成することを特徴とする対物レンズ。

【請求項2】

前記第1の光源から出射された光束のうち、前記最も外側の光学面領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 T に対する球面収差の変化を $SA1/T$ 、前記第1の光源の波長を λ_1 としたとき、下記条件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。

$$|SA1/T| \leq 0.002 \lambda_1 \text{ rms} /$$

【請求項3】

前記第1の光源から出射された光束のうち、前記最も外側の光学面領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 T に対する球面収差の変化を $SA1/T$ が、下記条件式を満たすことを特徴とする請求項1又は2に記載の対物レンズ。

$$|SA1/T| \leq 0.0005 \lambda_1 \text{ rms} /$$

【請求項4】

前記対物レンズの前記最も外側側の光学面領域の回折構造は回折輪帯であり、前記第1の光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記最も外側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を n 次光とし、前記対物レンズの焦点距離を f としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ P_{out} が、 $2.00 \times 10^{-4} P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2}$ を満たすことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項5】

前記回折輪帯の平均ピッチ P_{out} が $1.00 \times 10^{-3} P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3}$ を満たすことを特徴とする請求項4に記載の対物レンズ。

【請求項6】

前記回折輪帯の平均ピッチ P_{out} が $3.00 \times 10^{-3} P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3}$ を満たすことを特徴とする請求項4に記載の対物レンズ。

【請求項7】

前記光軸を含む光学面領域に、回折輪帯を形成した回折構造が形成されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項8】

前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって3種類の光学面領域で構成されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項9】

前記3種類の光学面領域は、光軸側から前記光軸を含む光学面領域、中間の光学面領域、前記最も外側の光学面領域、を有することを特徴とする請求項8に記載の対物レンズ。

【請求項10】

前記光軸を含む光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記最も外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項9に記載の対物レンズ。

【請求項11】

前記最も外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項9又は10に記載の対物レンズ。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記第 2 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を NA_2 、及び前記対物レンズの焦点距離を f_2 とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離 NAH (mm) から NAL (mm) の範囲に形成されるものとする、
 $(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$
 $(NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2$
 が満たされることを特徴とする請求項 9 乃至 1 1 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 3】

前記光軸を含む光学面領域は、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項 9 乃至 1 2 のいずれかに記載の対物レンズ。

10

【請求項 1 4】

前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ t ($t_1 < t < t_2$) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項 9 乃至 1 3 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 5】

前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする請求項 9 乃至 1 4 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 6】

前記光軸を含む光学面領域は、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記光軸を含む光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うことを特徴とする請求項 9 乃至 1 5 のいずれかに記載の対物レンズ。

20

【請求項 1 7】

前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって 2 種類の光学面領域で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 1 8】

前記 2 種類の光学面領域は、光軸側から前記光軸を含む光学面領域、前記最も外側の光学面領域、を有することを特徴とする請求項 1 7 に記載の対物レンズ。

【請求項 1 9】

前記光軸を含む光学面領域と前記最も外側の光学面領域との境界において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする請求項 1 8 に記載の対物レンズ。

30

【請求項 2 0】

前記最も外側の光学面領域は、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項 1 8 又は 1 9 に記載の対物レンズ。

【請求項 2 1】

前記第 2 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を NA_2 、及び前記対物レンズの焦点距離を f_2 とした場合に、前記光軸を含む光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離 NAH (mm) の範囲内に形成されるものとする、
 $(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$
 が満たされることを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 0 のいずれかに記載の対物レンズ。

40

【請求項 2 2】

前記光軸を含む光学面領域は、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 1 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 2 3】

前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率 m_1 が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

50

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 2 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 2 4】

前記第 2 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率 m_2 が、 $m_2 = m_1$ であることを特徴とする請求項 1 乃至 2 3 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 2 5】

前記第 1 の光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記最も外側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を n 次光としたとき $|n| = 1$ であることを特徴とする請求項 4, 5, 6 のいずれかに記載の対物レンズ。

10

【請求項 2 6】

請求項 1 乃至 2 5 のいずれかに記載の対物レンズを用いたことを特徴とする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、光ピックアップ装置の対物レンズ及び光ピックアップ装置に関する。又、特に、透明基板厚さの異なる少なくとも 2 つの光情報記録媒体の記録又は再生に対して、有限倍率でありながら温度特性の良い対物レンズ及び光ピックアップ装置に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

従来の CD 再生装置において要求される精度を有する光情報記録媒体の記録再生用光学系（尚、本明細書中で云う記録再生用光学系あるいは記録再生装置とは記録用光学系、再生用光学系、記録と再生との両用の光学系あるいはそれらを用いた装置を含む）としては、無限共役型の光学系が特開昭 57 - 76512 号公報に開示され、有限共役型の光学系が特開昭 61 - 56314 号公報等に開示されている。また、樹脂製対物レンズを用いた場合の温度変化による収差の発生を減じるため、カップリングレンズを用いたものが特開平 6 - 258573 号公報に開示されている。しかるに、近年においては低コスト化などの要求から、記録再生用光学系、特にその対物レンズに関しては、樹脂（プラスチック）材料を用いて形成されたレンズが広く使用されている。

30

【0003】

しかし、樹脂材料から形成された対物レンズにおいては、温度変化に伴う屈折率の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レンズより大きくなるという問題がある。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っている。ここで、基準設計温度と実際の使用環境との温度差を T としたとき、この温度差 T によって変化する収差は主に 3 次球面収差である。波面収差の 3 次球面収差成分を rms 値で表したものを SA とし、ここでは球面収差が正の場合（オーバー）を $SA > 0$ 、負（アンダー）の場合を $SA < 0$ と符号を定義する。温度変化 T によって変化する 3 次球面収差 $SA(rms)$ は、対物レンズの光情報記録媒体側（像側）開口数 NA 、焦点距離 f 、結像倍率 m 、比例係数 k 、光の波長 λ を用いて、

40

$$SA / T = k \cdot f (1 - m)^4 (NA)^4 / \lambda \quad (1)$$

と表すことができる。尚、樹脂材料から形成されたレンズが正の屈折力を有する場合、温度が上昇すると 3 次の球面収差がよりオーバーになる。すなわち、上式 (1) において、係数 k は正の値となる。また、樹脂材料から形成された単レンズを対物レンズとした場合、係数 k はより大きな正の値となる。

【0004】

現在広く用いられているコンパクトディスク用の対物レンズでは、 NA が 0.45 程度であるため、使用環境の温度変化に伴って発生する収差は問題となるほどの水準には至らないといえる。しかし、光情報記録媒体の高密度化が推進されつつある。

【0005】

50

具体的には、光情報記録媒体としてCD（記憶容量：640MB）と同程度の大きさで記録密度を高めたDVD（記憶容量：4.7GB）が開発され、急速に普及が進んでいる。DVDを再生するためには、光源の波長が635nmから660nmの範囲内にある所定の波長のレーザ光を使用することが一般的である。また、一般的にはレーザ光源からの発散光束は、コリメートレンズで平行光束にされてからDVD側のNAが0.6又はそれ以上の対物レンズに入射され、DVDの透明基板を介して情報記録面に集光される。

【0006】

これを波面収差より考察するに、上記式(1)において、例えばNAが0.45から0.6へと増大したとき、波面収差Wrmsは、 $(0.6/0.45)^4 = 3.16$ 倍に増大する。

10

【0007】

ここで、式(1)に基づき波面収差を小さく抑えるために、焦点距離fを小さくすることが考えられるが、現実には、フォーカシング作動距離を確保する必要があるためにfを現在以上に小さくすることは困難である。

【0008】

そこで、従来、透明基板厚さの異なる複数の光情報記録媒体の記録又は再生を、1つの集光光学系を用いて行うための対物レンズ及び光ピックアップ装置が種々提案されている。また、そのような対物レンズには、プラスチックレンズを用いることがフォーカシングやトラッキング時のアクチュエータに対する負荷を軽減でき、対物レンズの高速な移動や、光ピックアップ装置の軽量化、低コスト化にも有利であることが知られている。例えば、情報の記録密度が異なるDVD（透明基板厚さ0.6mm）とCD（透明基板厚さ1.2mm）に対して、それぞれの記録又は再生を行うのに必要なスポット径が異なり、対物レンズの像側の必要開口数が異なることを利用し、更に透明基板厚さの違いによる球面収差の発生を抑えるために、CDの記録又は再生の際には対物レンズに発散光を入射させるようにしたプラスチック製の対物レンズ及びその光ピックアップ装置が知られている。

20

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

このような光ピックアップ装置において、DVDの記録又は再生の際にも、CDの記録又は再生の際にも共に、対物レンズを光源からの発散光束が入射されるに適した有限共役型の対物レンズとし、またそのような対物レンズを用いた光ピックアップ装置とすれば、光ピックアップ装置全体をコンパクトにできる、また光源からの発散光を平行光束とするためのコリメータレンズを不要とできる、等の利点が得られるが、プラスチック製の対物レンズで、光ピックアップ装置に必要な種々の性能を満足する対物レンズ及びそのようなプラスチック製対物レンズを用いた光ピックアップ装置は、きわめて実用的なレベルでの実現はされておらず、その検討もされていないのが実状であった。

30

【0010】

一方、樹脂材料で形成された従来の対物レンズを用いたレンズ系では温度変化により生じる樹脂材料の屈折率変化 n を原因とする、対物レンズの像側の開口数NAの4乗に比例した収差の発生によって、十分な光学性能の対物レンズ及び光ピックアップ装置を実現させることは困難であった。

40

【0011】

これに対し、本発明者は、そのような対物レンズ及び光ピックアップ装置を実現するために試行錯誤を繰り返し、その実現には、対物レンズの温度特性の改善が重要であることを見出したのである。より具体的には、特に、対物レンズの少なくとも一面の少なくとも周辺側の領域に、温度変化に対して球面収差が良好な回折構造を備えた対物レンズ及び光ピックアップ装置により実現できることを見出したのである。

【0012】

本発明は、光源からの発散光を対物レンズに入射させて、使用環境の温度変化に対しての十分な性能を満足する実用的な対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。又、透明基板厚さの異なる複数の光情報記録媒体に対して、光源からの発散光束

50

を対物レンズに入射させて、それぞれの情報の記録又は再生を可能としつつ、使用環境の温度変化に対しての十分な性能を満足する実用的な対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

対物レンズに回折部を設けると、単玉レンズであっても回折母非球面の屈折パワーと回折部分の回折パワーとに分散が可能であり、屈折だけでレンズを構成する場合に比べて設計自由度が増える。この屈折パワーと回折パワーとのパワー配分を上手く割り振ると、温度特性を補正することが可能となる。まずは、有限光学系におけるプラスチック対物レンズを導入する際のこの温度特性の補正に関して説明する。

10

【0014】

光情報記録媒体の記録再生に多く使われている回折パターンのない非球面樹脂製対物単レンズのような球面収差の補正された樹脂製正レンズの温度変化に対する3次の球面収差量の変化を SA/T とすると、以下の式で表せる。

$$\begin{aligned} \partial SA / \partial T &= (\partial SA / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \\ &\quad + (\partial SA / \partial n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \\ &= (\partial SA / \partial n) \{ (\partial n / \partial T) + (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \} \end{aligned} \quad (4)$$

20

ここで、樹脂材料は、 $(\partial n / \partial T) < 0$ 、 $(\partial n / \partial \lambda) < 0$ である。

ガラス材料は、 $(\partial n / \partial T) = 0$ 、 $(\partial n / \partial \lambda) < 0$ である。半導体レーザは、 $(\partial \lambda / \partial T) > 0$ 、SHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等は $(\partial \lambda / \partial T) = 0$ である。

【0015】

尚、ここでガラス材料の $(\partial n / \partial T)$ を0、SHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等の $(\partial \lambda / \partial T)$ を0としたが、実際これらの値は厳密に0ではない。しかしながら、本発明の利用分野においては実用上0と考えられ、またそれにより説明を単純化できるので、以下これらの値を0として説明を進める。

【0016】

さて、光源がSHGレーザ、固体レーザ、ガスレーザ等であり $(\partial \lambda / \partial T) = 0$ の場合、

$$SA/T = (SA/n) \cdot (\partial n / \partial T) \quad (5)$$

となる。

【0017】

このレンズがガラス製であれば、 $(\partial n / \partial T) = 0$ であるから、 $SA/T = 0$ となる。一方、レンズが樹脂製であれば、 $(\partial n / \partial T) < 0$ であり、この種のレンズは $SA/T > 0$ であることから、 $(SA/n) < 0$ である。また、光源が半導体レーザの場合は、 $(\partial \lambda / \partial T) > 0$ である。

【0018】

このときレンズがガラス製である場合においても

$$SA/T = (SA/n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \quad (6)$$

であり、 $(\partial n / \partial \lambda) < 0$ 、 $(SA/n) < 0$ であるから $SA/T > 0$ となる。

【0019】

また、ガラス材料、樹脂材料を問わず、入射する光がより短波長になると、 $(\partial n / \partial \lambda)$ の絶対値が大きくなる。したがって短波長の半導体レーザを利用する場合、たとえガラス材料であっても球面収差の温度変化に留意する必要がある。

【0020】

一方、回折パターンを有する非球面樹脂製単レンズについて、温度変化に対する3次の球

50

面収差量の変化量を SA/T について定式化すると以下ようになる。この場合、屈折パワーの特性と回折パワーの特性の双方を取り入れる必要がある。屈折レンズ部分が寄与する球面収差量の変化量 SA に添え字 R、回折パワーが寄与する球面収差量の変化量 SA に添え字 D を付けて示すと、以下のように表せる。

$$\begin{aligned} \partial SA / \partial T = & (\partial SA_R / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \\ & + (\partial SA_R / \partial n) \cdot (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \\ & + (\partial SA_D / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \end{aligned} \quad (7)$$

10

ここで、光源が SHG レーザ、固体レーザ、ガスレーザ等であり、 $(\partial n / \partial T) = 0$ の場合には、

$$SA / T = (\partial SA_R / \partial n) \cdot (\partial n / \partial T) \quad (8)$$

が成立する。

【0021】

ここで、もちろんガラス製レンズの場合には、 $(\partial n / \partial T) = 0$ であり、 $(\partial SA_R / \partial n)$ の値によらず、 $SA / T = 0$ となる。一方、レンズが樹脂製であれば、 $(\partial n / \partial T) < 0$ であるが、 $(\partial SA_R / \partial n) = 0$ であれば、 $SA / T = 0$ とできる。

【0022】

そこで、本発明においては、屈折パワーに関して $(\partial SA_R / \partial n) = 0$ とすべく、非球面樹脂製単レンズに回折パワーを導入している。但しこの場合屈折パワー部だけでは球面収差が残留してしまうが、回折パワー部を用いて一方の光情報記録媒体の球面収差補正が可能となる。

20

【0023】

一方、光源が半導体レーザの場合は $(\partial n / \partial T) > 0$ であり、上記の $(\partial SA_R / \partial n) = 0$ の特性を持つ対物レンズの場合、上式(7)より

$$SA / T = (\partial SA_D / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \quad (9)$$

となるが、一般に $(\partial SA_D / \partial \lambda) = 0$ であり、3次の球面収差量が温度により変化してしまうことがわかる。

【0024】

30

更に、上式(7)は、以下の式のように変形できる。

$$\begin{aligned} \partial SA / \partial T = & (\partial SA_R / \partial n) \cdot \{ (\partial n / \partial T) \\ & + (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \} \\ & + (\partial SA_D / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) \end{aligned} \quad (10)$$

【0025】

ここで、樹脂製レンズの場合、 $(\partial SA / \partial T) < 0$ であり、また光源が半導体レーザであるから、 $(\partial n / \partial T) > 0$ となるので、

40

$$(\partial n / \partial T) + (\partial n / \partial \lambda) \cdot (\partial \lambda / \partial T) < 0 \quad (11)$$

である。

【0026】

前提として、 $(\partial SA_R / \partial n) < 0$ とすると、(11)より(10)の第1項は正の値となる。 $SA / T = 0$ とするためには、第2項が負の値をとる必要があるが、 $(\partial n / \partial T) > 0$ なので、 $(\partial SA_D / \partial \lambda) < 0$ が条件となる。

【0027】

このような特性の回折パワーを持つ非球面樹脂製単レンズにおいては、 $(\partial n / \partial T) = 0$ の場合、上式(8)において $(\partial SA_R / \partial n) < 0$ かつ $(\partial n / \partial T) < 0$ なので $SA / T > 0$ となる。

50

【0028】

また、温度が一定で、波長のみが変化する場合の球面収差 SA/λ は、

$$SA/\lambda = (SA_R/n) \cdot (n/\lambda) + (SA_D/\lambda) \quad (12)$$

で表せるが、第1項は正、第2項は負であるが、良く知られているように、回折パワーを持つ非球面単レンズの色収差は、主に回折パワーからの寄与が大きいことから、上式(12)の第2項により SA/λ の符号がきまり、 $SA/\lambda < 0$ となるのが一般的である。

【0029】

すなわち、回折パワーを導入した樹脂製単レンズでは、 $SA_R/\lambda > 0$ かつ $SA_D/\lambda < 0$ とすることで、光源が半導体レーザの場合においても $SA/\lambda = 0$ とできる。

10

【0030】

逆に $(SA_R/n) > 0$ とすると、計算は省略するが $SA_R/\lambda < 0$ かつ $SA_D/\lambda > 0$ とすることで、光源が半導体レーザの場合においても $SA/\lambda = 0$ とできる。

【0031】

すなわち SA_R/λ と SA_D/λ の符号が逆であればよい。

このとき、

$$(SA_R/\lambda) \cdot (SA_D/\lambda) < 0 \quad (13)$$

となる関係が成立する。本発明によれば、使用環境の温度変化に対しても十分な性能を確保できる対物レンズが提供されることとなる。ここで、 $(SA/\lambda) > 0$ とした場合の方が、回折パワーのない非球面樹脂製単レンズの特性に近いと、回折パワーの負担が少なくより好ましい。本発明によれば、使用環境の温度変化に対しても十分な性能を確保できる対物レンズが提供されることとなる。

20

【0032】

上記構成の対物レンズで一方の光情報記録媒体に対する球面収差補正と温度補正とが可能となる。更に、他方の光情報記録媒体の記録/再生を行なうには、対物レンズに入射する光束をいくつかの領域に分割定義できる光学面領域を対物レンズの少なくとも一方の面に形成させる。そして、分割した光束の中間部のある光束を他方ディスクの透明基板厚さに対応する球面収差設計とする。これら分割光束を上手く割り振ることにより、一方の光情報記録媒体の球面収差と温度補正と、他方の光情報記録媒体の球面収差補正とが可能となる。

30

【0255】

請求項1に記載の対物レンズは、透明基板の厚さが t_1 である第1の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 λ_1 の第1の光源と、透明基板の厚さが t_2 ($t_1 < t_2$) である第2の光情報記録媒体に対して光束を出射する波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) である第2の光源と、前記第1の光源から出射された光束を前記第1の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せ、前記第2の光源から出射された光束を前記第2の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せる対物レンズを含む集光光学系と、を有し、各光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、前記対物レンズは正の屈折力を有するプラスチックレンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって少なくとも2種類以上の光学面領域で構成され、前記2種類以上の光学面領域のうち、少なくとも最も外側の光学面領域に、回折構造を備え、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して、前記対物レンズの温度変化に伴う屈折率変化による球面収差の変化の補正を行うようになっており、前記回折構造は、前記対物レンズの回折母非球面の屈折パワーが寄与する球面収差量の変化量を SA_R 、前記対物レンズの回折パワーが寄与する球面収差量の変化量を SA_D 、前記対物レンズの温度の変化量を T 、前記光源の波長の変化量を λ としたときに、 $(SA_R/\lambda) \cdot (SA_D/\lambda) < 0$ の関係を満たしており

40

50

、前記最も外側の光学面領域は、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、そこを通過する光束をフレア成分とし、一方、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、光軸を含む光学面領域を通過する光束は情報記録面上に光スポットを形成し、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記光軸を含む光学面領域を通過する光束は情報記録面上に光スポットを形成することを特徴とする。

【0256】

請求項1に記載の対物レンズによれば、前記回折構造を用いることで、前記第1の光情報記録媒体の情報の記録又は再生を行う際に、前記最も外側の光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うようになっており、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、光軸を含む光学面領域を通過する光束は情報記録面上に光スポットを形成し、前記第2の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記光軸を含む光学面領域を通過する光束は情報記録面上に光スポットを形成するようになっているので、温度特性の補正と球面収差の設計とをバランスよく行うことができる。

【0257】

請求項2に記載の対物レンズは、前記第1の光源から出射された光束のうち、前記最も外側の光学面領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 T に対する球面収差の変化を $SA1 / T$ 、前記第1の光源の波長を λ_1 としたとき、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$| SA1 / T | \leq 0.002 \lambda_1 \text{ rms} / \quad (10)$$

請求項3に記載の対物レンズは、前記第1の光源から出射された光束のうち、前記最も外側の光学面領域の回折構造を通過した光束における、温度変化 T に対する球面収差の変化を $SA1 / T$ が、下記条件式を満たすことを特徴とする。

$$| SA1 / T | \leq 0.0005 \lambda_1 \text{ rms} / \quad (20)$$

請求項4に記載の対物レンズは、前記対物レンズの前記最も外側側の光学面領域の回折構造は回折輪帯であり、前記第1の光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記最も外側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を n 次光とし、前記対物レンズの焦点距離を f としたときに、前記回折輪帯の平均ピッチ P_{out} が、

$$2.00 \times 10^{-4} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-2} \quad (30)$$

を満たすことを特徴とする。

請求項5に記載の対物レンズは、前記回折輪帯の平均ピッチ P_{out} が

$$1.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 3.00 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする。

請求項6に記載の対物レンズは、前記回折輪帯の平均ピッチ P_{out} が

$$3.00 \times 10^{-3} \leq P_{out} / (|n| \cdot f) \leq 8.00 \times 10^{-3}$$

を満たすことを特徴とする。

請求項7に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域に、回折輪帯を形成した回折構造が形成されていることを特徴とする。

請求項8に記載の対物レンズは、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって3種類の光学面領域で構成されていることを特徴とする。

請求項9に記載の対物レンズは、前記3種類の光学面領域は、光軸側から前記光軸を含む光学面領域、中間の光学面領域、前記最も外側の光学面領域、を有することを特徴とする。

請求項10に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域と前記中間の光学面領域との境界、及び前記中間の光学面領域と前記最も外側の光学面領域との境界の少なくとも一方において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

請求項11に記載の対物レンズは、前記最も外側の光学面領域は、前記第1の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特

10

20

30

40

50

徴とする。

請求項 1 2 に記載の対物レンズは、前記第 2 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を NA_2 、及び前記対物レンズの焦点距離を f_2 とした場合に、前記中間の光学面領域は、光軸からの最短距離 NAH (mm) から NAL (mm) の範囲に形成されるものとする、

$$\begin{aligned} & (NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2 \\ & (NA_2 - 0.20) f_2 \leq NAL \leq (NA_2 - 0.04) f_2 \end{aligned}$$

が満たされることを特徴とする。

請求項 1 3 に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域は、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

10

請求項 1 4 に記載の対物レンズは、前記中間の光学面領域は、透明基板の厚さ t ($t_1 < t < t_2$) に対して球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

請求項 1 5 に記載の対物レンズは、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際には、前記中間の光学面領域を通過する光束にオーバーな球面収差を持たせることを特徴とする。

請求項 1 6 に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域は、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、前記光軸を含む光学面領域を通過する光束に対して温度特性の補正を行うことを特徴とする。

請求項 1 7 に記載の対物レンズは、前記対物レンズの少なくとも一方の面は、前記対物レンズの有効径内において、前記対物レンズの光軸から周辺に向かって 2 種類の光学面領域で構成されていることを特徴とする。

20

請求項 1 8 に記載の対物レンズは、前記 2 種類の光学面領域は、光軸側から前記光軸を含む光学面領域、前記最も外側の光学面領域、を有することを特徴とする。

請求項 1 9 に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域と前記最も外側の光学面領域との境界において、球面収差に関し不連続としたことを特徴とする。

請求項 2 0 に記載の対物レンズは、前記最も外側の光学面領域は、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

請求項 2 1 に記載の対物レンズは、前記第 2 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に、必要開口数を NA_2 、及び前記対物レンズの焦点距離を f_2 とした場合に、前記光軸を含む光学面領域が、光軸から、光軸からの最短距離 NAH (mm) の範囲内に形成されるものとする、

30

$$(NA_2 - 0.03) f_2 \leq NAH \leq (NA_2 + 0.03) f_2$$

が満たされることを特徴とする。

請求項 2 2 に記載の対物レンズは、前記光軸を含む光学面領域は、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際に球面収差を補正する機能を有することを特徴とする。

請求項 2 3 に記載の対物レンズは、前記第 1 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率 m_1 が、

$$-1/2 \leq m_1 \leq -1/7.5$$

を満たすことを特徴とする。

40

請求項 2 4 に記載の対物レンズは、前記第 2 の光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う際における前記対物レンズの結像倍率 m_2 が、 $m_2 = m_1$ であることを特徴とする。

請求項 2 5 に記載の対物レンズは、前記第 1 の光源から出射された光束のうち、前記対物レンズの前記最も外側の光学面領域の回折構造を通過する光束が、前記回折構造によって発生する最大光量の回折光を n 次光としたとき $|n| = 1$ であることを特徴とする。

請求項 2 6 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 乃至 2 5 のいずれかに記載の対物レンズを用いたことを特徴とする。

50

【0289】

本明細書中、「光学面領域」について、球面収差で表した時、
 (a) h を境にして不連続である場合 (図1(a))、
 (b) h で連続であるが、1次微分が不連続である場合 (図1(b))、
 (c) ある波長において、 h で不連続である場合 (図1(c))、
 のいずれかが該当すると、 h を境にして異なる光学面領域が存在するものとする。

【0290】

又、上記条件で分割される各光束が通過する領域を、それぞれ1つの「光学面領域」と見なす。そのため、レンズの1つの面に着目した時、屈折部分と回折部分とが存在する場合には、屈折部分と回折部分との境界部を境にして別々の「光学面領域」とする (図2(a) 及び (c) 参照)。更に、回折部分が全面にわたって形成されていても、異なる目的で設計された回折部分の混在である場合にも、上記(c)の条件から、別々の光学面領域と見なすものとする (図2(b) 参照)。又、例えばレンズの片方の面に同一の非球面係数で表された非球面が形成されていても、もう一方の面に不連続となる部分を形成した場合にも、別々の光学面領域と見なすものとする。

【0291】

又、本明細書中、「周辺側の領域」とは、上記「光学面領域」の一つの光学面領域であり、複数の光学面領域のうち光軸を含む光学面領域よりも周辺側の光学面領域を指す。又、「周辺側の領域」は、対物レンズの像側 (光情報記録媒体側) の開口数との関係では、以下の領域 (a) ~ (f) のいずれかの領域において、その領域中の一部に存在する領域である。以下の領域 (a) ~ (f) のいずれかの領域において、その領域中、80%以上が「周辺側の領域」に相当することが好ましく、100%であることが好ましい。次に、各領域 (a) ~ (f) について説明する。

【0292】

一般に、現在普及している光ディスクについては使用波長と光ディスクに入射する光束の開口数を規定した規格書が発行されている。光ディスクの評価は、規格書に基づいた波長の光源と開口数をもった集光光学系を有す光ピックアップ装置を搭載した光ディスク評価機により行われる。しかしながら、実際の光ディスク装置に搭載されている光ピックアップ装置の光源波長は必ずしも上記規格書どおりとは限らない。

【0293】

一例として、CDの測定のための光ピックアップ装置についての規定は、波長が $780 \pm 10 \text{ nm}$ であり、開口数 0.45 ± 0.01 とされている。

【0294】

しかしながら、実際のCDプレーヤーに搭載されている光ピックアップ装置においては、波長をとってしてもレーザの寿命、コスト等により、常温で発振波長が 790 nm より長い半導体レーザを光源として使用したりしている。一方、開口数に関しても、誤差の影響を回避するために $NA 0.43$ としたり、基本性能を向上するために $NA 0.47$ としたりしている場合もある。

【0295】

また、DVDの再生とCDの再生の機能をあわせ持つDVDプレーヤーに搭載されている光ピックアップ装置においては、DVDの再生には、波長が 650 nm の光源を使用しているが、CDの再生も同じ光源を使用している。このような場合、収差のない集光光学系の結像スポットの直径が、波長に比例し、光ディスクに入射する光束の開口数に反比例することから、 780 nm で $NA 0.45$ と同じ直径の結像スポットを 650 nm で得るための NA が 0.375 となることから、開口数としては 0.38 前後の値が使用される。このように光ディスクの規格とは異なった光ピックアップ装置が実用化されている背景としては、開発当初より市場ニーズが変化し、また周辺技術が進歩した結果と考えられる。

【0296】

現在DVDとCDの互換装置には、以下の6種類が存在する。

(1) 波長略 655 nm の光源だけを持つ光ピックアップ装置を使用したDVDの再生、

10

20

30

40

50

CD、CD-ROMのいずれかを再生する光ディスク装置。

(2) 波長略655nmの第1の光源と波長略785nmの第2の光源の二つの光源を持つ光ピックアップ装置でDVDの再生、CD、CD-ROMのいずれかおよびCD-R、CD-RWのいずれかを再生する光ディスク装置。

(3) 波長略655nmの第1の光源と波長略785nmの第2の光源の二つの光源を持つ光ピックアップ装置でDVDの再生、CD、CD-ROMのいずれかの再生及びCD-R、CD-RWのいずれかの記録再生を行う光ディスク装置。

(4) 波長略655nm光源だけを持つ光ピックアップ装置を使用したDVD再生かつDVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW、DVD-R、MMVFのいずれかを記録再生し、CD、CD-ROMのいずれかを再生する光ディスク装置。

(5) 波長略655nmの第1の光源と波長略785nmの第2の光源の二つの光源を持つ光ピックアップ装置でDVD再生かつDVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW、DVD-R、MMVFのいずれかを記録再生し、CD、CD-ROMのいずれかおよびCD-R、CD-RWのいずれかを再生する光ディスク装置。

(6) 波長略655nmの第1の光源と波長略785nmの第2の光源の二つの光源を持つ光ピックアップ装置でDVD再生かつDVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW、DVD-R、MMVFのいずれかを記録再生し、CD、CD-ROMのいずれかの再生およびCD-R、CD-RWのいずれかの記録再生を行う光ディスク装置。

【0297】

それぞれの光ディスク装置において、各種ディスクの記録、再生に必要な開口数が異なるため、本発明でいう周辺側の領域も異なってくる。そのため光ディスク装置の種類に従って、ここでは下記のように周辺側の領域を定める。

(a) 上記(1)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.63)から、開口数が0.38となる領域。

(b) 上記(2)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数(通常0.6ないし0.63)から、第2の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数が0.45となる領域。

(c) 上記(3)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.63)から、第2の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数が0.50となる領域。

(d) 上記(4)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.65)から、開口数が0.38となる領域。

(e) 上記(5)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.65)から、第2の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数が0.45となる領域。

(f) 上記(6)の装置における対物レンズの周辺側の領域は、第1の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の最大開口数(通常0.6ないし0.65)から、第2の光源からの出射光束が光ディスクに入射する際の開口数が0.50となる領域。

【0298】

又、「周辺側の領域」に設けられた回折構造(回折部分)は、対物レンズの光源側の面に設けられても良く、又、光情報記録媒体側の面に設けられていても良く、さらにまた、それらの両面に設けられていても良く、その周辺側の領域を通過した所定の光束に対して温度特性を補正する機能を少なくとも備えるものである。

【0299】

尚、「最も外側の光学面領域」又は「最外周光学面領域」とは、有効径内で最も外側の光学面領域であることを指し、そこに回折構造が設けられていることが最も好ましいが、必要開口数が相対的に大きい光情報記録媒体(例えばCDと比較した場合のDVD)に対して適したスポット径や光強度が得られ、本発明の技術思想及び効果を逸脱しない範囲で、有

10

20

30

40

50

効径内の最も外側の光学面領域内に、回折構造がない屈折部分を一部に設けることは、本発明に影響を与えるものではない。一方、有効径の最も外側の光学面領域に、光情報記録媒体の記録又は再生に実質上影響のない光学面領域を設けることは、本発明の影響を与えるものではなく、たとえそのような光学面領域が有効径内に存在していたとしても、その光学面領域は無視し、ないものとして考えるべきである。

【0300】

更に、「温度特性を補正する」とは、温度変化により光源波長変化及び対物レンズ屈折率変化が生じて、温度変化に対する球面収差の変化 ($\Delta SA1 / \Delta T$) が、 $|\Delta SA1 / \Delta T| \leq 0.002 \text{ rms} / \lambda$ (ここで、 λ は光源波長) を満たしていることを指す。

10

【0301】

又、「平均のピッチ」とは、(光軸を含む断面形状で見たときの光軸と垂直な方向での回折輪帯の形成された領域の幅) ÷ (回折輪帯の本数) とする。更に、「球面収差を補正」とは、回折限界性能以下に補正することをいい、波面収差を求めたとき、 0.07 rms 以下 (ここでは、 λ は光源波長) を満たしていることを指す。又、「 $m2 \leq m1$ 」とは、前記第1光情報記録媒体と前記第2光情報記録媒体とで、同一のセンサーサイズで各光情報記録媒体の記録/再生が可能である程度の倍率関係のことをいう。より好ましくは、1つのセンサーで両光情報記録媒体の記録/再生が許容できる程度の倍率関係である。

【0302】

「アンダーな球面収差もしくはオーバーな球面収差」については、図3に示すように、近軸像点位置を原点とする球面収差において、近軸像点よりも手前側で光軸と交わる場合を「アンダー」、近軸像点よりも遠い位置で光軸と交わる場合を「オーバー」とする。

20

【0303】

本明細書中で用いる「回折面」、「回折部分」、「回折構造」又は「回折輪帯」とは、対物レンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光束を集光あるいは発散させる作用を持たせた部分のことをいう。レリーフの形状としては、例えば、図4(b)に示すように、対物レンズOLの表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものであり、そのような形状を特に「回折輪帯」という。

30

【0304】

本明細書中において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報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共に、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群を指すものとする。ここで、かかるレンズ群とは、少なくとも1枚以上(例えば2枚)のレンズを指すものである。従って、本明細書中において、対物レンズの光情報記録媒体側(像側)の開口数NA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NAを指すものである。また、本明細書中では必要開口数NA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の対物レンズの開口数を示す。

40

【0305】

本明細書中において、第2の光情報記録媒体とは、例えば、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM等の各種CD系の光ディスクをいい、第1の光情報記録媒体とは、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD-Video等の各種DVD系の光ディスクを意味するものである。更に、本明細書中で透明基板の厚さtといった時は、 $t = 0$ を含むものである。又、「DVD(CD)使用時」とは、「DVD(CD)に対して情報の記録又は再生を行う際」を意味するものである。

【0306】

50

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して、本発明をさらに詳細に説明する。

(第1の実施の形態)

第1の実施の形態について説明する。図5は光ピックアップ装置の概略構成図である。図5に示す光ピックアップ装置100において、光源である半導体レーザ111からの光束は、光合波手段であるビームスプリッタ120を透過し、絞り17により所定開口数に絞られ、回折一体型対物レンズ160を介して、光情報記録媒体である高密度記録用光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220上にスポットを形成する。半導体レーザ光の波長(基準波長)は、650nmである。

【0307】

情報記録面220で情報ビットにより変調された反射光束は、再び回折一体型対物レンズ160を介して収束光となり、更に絞り17を通過してビームスプリッタ120で反射され、シリンドリカルレンズ180を経て、非点収差と倍率変換がなされ、光検出器300の受光面に収束する。尚、図中の150は、フォーカス制御およびトラッキング制御のための距離調整手段としてのアクチュエータである。後述する実施の形態を含めて、アクチュエータ150は、対物レンズ160を、結像倍率が実質的に一定な状態でフォーカシング駆動すると好ましい。

【0308】

尚、後述する実施の形態を含めて、アクチュエータ150により、対物レンズ160は、その光軸に垂直な方向にトラッキング駆動されることで光源である半導体レーザ111との相対位置が変化し、かかる場合対物レンズ160を出射した光束の波面収差の非点収差成分が最小となる位置は、対物レンズ160の光軸と半導体レーザ111の光束中心とがずれている位置であるため、非点収差が所定値より小さい範囲をより拡大させることが出来る。また、半導体レーザと光情報記録媒体の情報記録面との距離を、10mmより大きく40mmより小さくすると、光ピックアップ装置100をコンパクトに出来るため好ましい。

【0309】

更に、絞り17も実施例の対物レンズの仕様に合わせて、ディスク16側の開口数が所定の値となるように適宜設定した。本実施の形態において、絞り17の直前に液晶シャッタを設けることも出来る。尚、本実施の形態及び後述する別の実施の形態において、光源である半導体レーザの温度を検出する温度センサを設け、かかる温度センサからの出力信号を用いて、ペルチェ素子などを含む温度調整手段により半導体レーザの温度(又は雰囲気温度)を調整することも考えられる。

【0310】

図6は、対物レンズ160の断面概略図である。対物レンズの光源側の面S1には、3つの光学面領域A1, A2, A3が形成されている。光軸Xからの高さh1とh2との間の光学面領域A2は、非球面からなる屈折部分から形成され、その両隣の光学面領域A1, A3は回折部分から形成されている。

【0311】

高さh1よりも外側の光学面領域A1は、DVD使用時における球面収差補正と温度特性補正を主眼とするべく、最外周の回折部分の屈折パワーと回折パワーとのパワー配分を決定する。

【0312】

ここで、CDを使用する場合には、透明基板厚さがDVDよりも厚いため、DVDの透明基板厚さ($t_1 = 0.6 \text{ mm}$)で球面収差補正してある設計では、オーバーの球面収差が発生する。従って通常、このままでは記録/再生が不可能である。そこで、互換性を実現させるため、中間光学面領域A2に対してCDの記録/再生用の設計を行なう。具体的には、CD($t_2 = 1.2 \text{ mm}$)において完全に球面収差をゼロにするのではなく、 t_1 と t_2 との間のある厚さの基板(例 $t = 0.9 \text{ mm}$)を仮想し、これに対して球面収差を補正するような設計とする。

10

20

30

40

50

【0313】

また、光軸近傍光学面領域 A 3 は、最外周領域 A 1 と同様に回折部分が形成され、DVD 使用時における球面収差補正と温度特性補正を主眼とするべく、回折部分の屈折パワーと回折パワーとのパワー配分を決定する。ここで、透明基板厚さの違いによる球面収差の発生は、NA の 4 乗に比例するが、逆に低 NA 領域では設計基板厚さからズレた場合にも球面収差の発生の度合いは少なくなる。従って、この DVD 用の透明基板厚 t_1 に設計された光軸近傍領域 A 3 と中間の光学面領域 A 2 とを上手く設計することで、CD 使用時でも、近軸像点からオーバー側のあるデフォーカス位置において、光軸を含む光学面領域 A 3 と中間光学面領域 A 2 とにより形成される光スポットが回折限界以下 (0.07 rms 以下：ここで λ は光源波長) とすることが可能である。

10

【0314】

CD 使用時においては、最外周領域 A 1 を通過した光束はフレア成分となるだけであり、CD スポットに寄与するのは、中間光学面領域 A 2 と光軸近傍光学面領域 A 3 を通過した光束のみである。これらはまったくの無収差状態ではないが、実用上特に好ましい球面収差量 (0.04 rms 程度) は実現可能である。また、DVD 使用時においては、中間の光学面領域 A 2 を通過した光束は、フレア成分となるので、スポット形成には最外周領域 A 1 と光軸近傍光学面領域 A 3 とを通過した光束を利用する。そのため、DVD 使用時における球面収差補正と温度補正とは保たれた状態のままである。

【0315】

なお本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。中間の光学面領域 A 2 を屈折部分で構成したが、同様の球面収差を有する回折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域 A 2 に回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。更にまた、光軸近傍光学面領域 A 3 は DVD 使用時において完全に無収差に設定する必要はなく、後述する第 2 の実施の形態に示すように CD の残留収差を少なくしても良い。この場合には光軸に近い部分で球面収差を発生させてよい。

20

【0316】

また、対物レンズの光学面を、厳密に 3 つの光学面領域で構成する必要はなく、それ以上の光学面領域で構成してもよい。その場合は CD の必要開口数 NA の外側の光学面領域で、DVD 使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも 1 つ存在し、CD の必要開口数 NA 内の少なくとも 1 つの領域で CD スポット形成用の光学面領域が少なくとも 1 つ存在し、且つ、光軸近傍の領域で DVD 使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも 1 つ存在するようにしても良い。

30

【0317】

(第 2 の実施の形態)

次に第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVD と CD とで異なる光源波長で使用するものであり、第 1 の実施の形態との重複箇所については説明を省略する。図 7 に示す本実施の形態にかかる光ピックアップ装置 (2 光源 1 検出器タイプ) においては、第 1 の光ディスク (DVD) 再生用の第 1 光源である半導体レーザー 111 (設計波長 $\lambda_1 = 650 \text{ nm}$) と、第 2 の光ディスク (CD) 再生用の第 2 光源である半導体レーザー 112 (設計波長 $\lambda_2 = 780 \text{ nm}$) とを有している。

40

【0318】

まず第 1 の光ディスクを再生する場合、第 1 半導体レーザー 111 からビームを出射し、出射された光束は、両半導体レーザー 111、112 からの出射光の光合波手段であるビームスプリッタ 190 を透過し、更にビームスプリッタ 120 を透過し、絞り 17 によって絞られ、対物レンズ 160 により第 1 の光ディスク 200 の透明基板 210 を介して情報記録面 220 に集光される。

【0319】

そして、情報記録面 220 で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 160、絞り 17 を透過して、ビームスプリッタ 120 に入射し、ここで反射してシリ

50

シンドリカルレンズ 180 により非点収差が与えられ、光検出器 300 上へ入射し、その出力信号を用いて、第 1 の光ディスク 200 に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0320】

また、光検出器 300 上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて距離調整手段としての 2 次元アクチュエータ 150 が第 1 の半導体レーザ 111 からの光束を第 1 の光ディスク 200 の記録面 220 上に結像するように対物レンズ 160 を移動させると共に、半導体レーザ 111 からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ 160 を移動させる。

【0321】

第 2 の光ディスクを再生する場合、第 2 半導体レーザ 112 からビームを出射し、出射された光束は、光合波手段であるビームスプリッタ 190 で反射され、上記第 1 半導体 111 からの光束と同様、ビームスプリッタ 120、絞り 17、対物レンズ 160 を介して第 2 の光ディスク 200 の透明基板 210 を介して情報記録面 220 に集光される。

10

【0322】

そして、情報記録面 220 で情報ピットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ 160、絞り 17、ビームスプリッタ 120、シンドリカルレンズ 180 を介して、光検出器 300 上へ入射し、その出力信号を用いて、第 2 の光ディスク 200 に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0323】

また、第 1 の光ディスクの場合と同様、光検出器 300 上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、2 次元アクチュエータ 150 により、合焦、トラッキングのために対物レンズ 160 を移動させるようになっている。

20

【0324】

対物レンズの断面概略図を図 8 に示す。対物レンズ 160 の光源側の面 S1 には、3 つの光学面領域 A1, A2, A3 が形成されている。各々の光学面領域は回折部分で構成されているが、最外周光学面領域 A1 と光軸近傍光学面領域 A3 とは同じ設計思想の回折面であり、光軸からの高さ h_1 と h_2 との間の中間光学面領域 A2 は両隣の回折部分とは異なる観点から設計された回折部分である。

【0325】

最外周光学面領域 A1 と光軸近傍光学面領域 A3 は、DVD 使用時における基板厚さ補正と温度特性補正とを行なっている。ここで CD 使用時には、光源波長が DVD に比べて長くなる分の色の球面収差として、前記回折部分を通する光束にはアンダーの球面収差が発生する。ここでは、CD の再生/記録を可能とするために中間光学面領域 A2 の光学設計を、両隣の回折部分とは異なった球面収差を与えるようにしている。本実施の形態でも CD ($t_2 = 1.2 \text{ mm}$) において完全に球面収差をゼロにするのではなく、厚さ t_1 と t_2 との間のある厚さの基板 (例 $t = 0.9 \text{ mm}$) を仮想して、それに対して球面収差を補正するような設計とする。DVD 使用時には該当部分はアンダーの球面収差となるが、メインスポットからは遠いフレア光となる。

30

【0326】

一方、CD 使用時には、最外周領域部分 A1 を通過した光束は、フレア成分となるだけであり、CD スポットに寄与するのは中間光学面領域 A2 と光軸近傍光学面領域 A3 を通過した光束のみである (図 8 (b) 参照)。これらはまったくの無収差状態ではないが、実使用上可能な球面収差量 (0.04 rms 程度) は実現可能である。また、DVD 使用時には、中間の光学面領域 A2 を通過した光束はフレア成分であり (図 8 (a) 参照)、スポット形成には最外周領域 A1 と光軸近傍光学面領域 A3 とを利用する。そのため、DVD 使用時における球面収差補正と温度補正とは保たれた状態のまま CD との互換性が実現される。

40

【0327】

なお本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。中間光学面領域 A2 を回折部分

50

で構成したが、同様の球面収差を有する屈折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域 A 2 を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。更にまた、光軸近傍光学面領域 A 3 は DVD 使用時において完全に無収差に設定する必要はなく、CD の残留収差を少なくしても良い。この場合には光軸に近い部分で球面収差を発生させてよい。

【 0 3 2 8 】

また、対物レンズの光学面を、厳密に 3 つの光学面領域で構成する必要はなく、それ以上の光学面領域で構成してもよい。その場合は CD の必要開口数 NA の外側の光学面領域で、DVD 使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも 1 つ存在し、CD の必要開口数 NA 内の少なくとも 1 つの領域で CD スポット形成用の光学面領域が少

10

【 0 3 2 9 】

(第 3 の実施の形態)

次に第 3 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVD と CD とで同じ光源波長で使用するものであり、上記の実施の形態との重複箇所については説明を省略する。光ピックアップ装置は、図 5 の構成と同じである。又、対物レンズの概略構成図を図 9 に示す。

【 0 3 3 0 】

対物レンズ 160 の光源側の面 S 1 には、3 つの光学面領域 A 1 , A 2 , A 3 が形成されてお

20

【 0 3 3 1 】

光軸 X からの高さ h_1 より外側の光学面領域 A 1 の回折面は、やはり第 1 の実施の形態と同様に DVD 使用時における基板厚と温度特性補正用に設計されており、CD 使用時はオーバーのフレア光となる。中間の光学面領域 A 2 は、CD 互換を可能にする目的で t_1 と t_2 との間のある厚さの基板 (例 $t = 0.9 \text{ mm}$) を仮想して、それに対して球面収差

30

【 0 3 3 2 】

なお本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。中間光学面領域 A 2 を回折部分で構成したが、同様の球面収差を有する屈折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域 A 2 を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。更にまた、光軸近傍

40

【 0 3 3 3 】

また、対物レンズの光学面を、厳密に 3 つの光学面領域で構成する必要はなく、それ以上の光学面領域で構成してもよい。その場合は CD の必要開口数 NA の外側の光学面領域で、DVD 使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも 1 つ存在し、CD の必要開口数 NA 内の少なくとも 1 つの領域で CD スポット形成用の光学面領域が少

【 0 3 3 4 】

50

(第4の実施の形態)

次に第4の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVDとCDとで異なる光源波長で使用するものであり、光ピックアップ装置は図7の構成と同じである。対物レンズの断面概略図は図9に示すものと同じである。

【0335】

対物レンズの光源側の面には、3つの光学面領域A1, A2, A3が形成されており、各々の光学面領域は異なった思想で光学設計されたものである。しかしながら、光束の利用という観点からは既に述べた実施の形態と同様に、DVD使用時には外側と内側を通る光束を用いてスポット光を記録面上に形成し、CD使用時には中間と内側を通る光束を用いてスポット光を形成するものである。

10

【0336】

光軸Xからの高さ h_1 より外側の光学面領域A1の回折面は、やはり第1の実施の形態と同様にDVD使用時における基板厚と温度特性補正用に設計されており、CD使用時はアンダーのフレア光となる。中間の光学面領域A2は、CD互換を可能にする目的で t_1 と t_2 との間のある厚さの基板(例 $t = 0.9 \text{ mm}$)を仮想して、それに対して球面収差を補正するような設計としており、CD使用時にはスポット光形成に利用し、DVD使用時にはオーバーのフレア光を形成している。内側の光学面領域A3では、基本的にはDVDの基板厚補正用に設計された屈折面であるが、CD使用時における残留収差を少なくするために光軸に近い部分で球面収差の形を工夫した。この領域のCD使用時における球面収差の発生が第3の実施の形態とは逆のアンダー球面収差である。この領域もDVD/CDのメインスポット光を形成する際に利用していることは既に述べたとおりである。

20

【0337】

なお本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。中間光学面領域A2を回折部分で構成したが、同様の球面収差を有する屈折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域A2を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。更にまた、光軸近傍光学面領域A3はDVD使用時には完全に無収差に設定する必要はなく、CDの残留収差を少なくしても良い。この場合には光軸に近い部分で球面収差を発生させてよい。

30

【0338】

また、対物レンズの光学面を、厳密に3つの光学面領域で構成する必要はなく、それ以上の光学面領域で構成してもよい。その場合はCDの必要開口数NAの外側の光学面領域で、DVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、CDの必要開口数NA内の少なくとも1つの領域でCDスポット形成用の光学面領域が少なくとも1つ存在し、且つ、光軸近傍の領域でDVD使用時における基板厚と温度特性補正用の光学面領域が少なくとも1つ存在するようにしても良い。

【0339】

(第5の実施の形態)

次に第5の実施の形態について説明する。本実施の形態は、DVDとCDとで同じ光源波長で使用するものであり、光ピックアップ装置は図5の構成と同じである。対物レンズの断面概略図を図10に示す。

40

【0340】

対物レンズ160の光源側の面S1には、2つの光学面領域A1, A2が形成されており、各々の光学面領域は異なった思想で光学設計されたものである。光束の利用という観点からは、DVD使用時には外側と内側を通る光束を用いてスポット光を記録面上に形成し、CD使用時には内側を通る光束を用いて記録面上にスポット光を形成するものである。

【0341】

光軸Xからの高さ h_1 より外側の光学面領域A1の回折面は、やはり第1の実施の形態と同様にDVD使用時における基板厚と温度特性補正用に設計されており、CD使用時はオ

50

オーバーのフレアー光となる。内側の光学面領域 A 2 は、C D 互換を可能にする目的で t_1 と t_2 との間のある厚さの基板（例 $t = 0.9 \text{ mm}$ ）を仮想し、それに対して球面収差を補正するような設計としており、C D 使用時にはスポット光形成に利用し、D V D 使用時にはスポット光形成に寄与するように利用される。又、C D 使用時における残留収差を少なくするために光軸に近い部分で球面収差の形を工夫した。この領域の C D 使用時における球面収差の発生が第 3 の実施の形態とは逆のアンダー球面収差である。この領域も D V D / C D のメインスポット光を形成する際に利用していることは既に述べたとおりである。なお本発明は本実施の形態に限定されるものではない。内側の光学面領域 A 2 を屈折部分で構成したが、同様の球面収差を有する回折部分で形成しても効果は同じである。更に、中間の光学面領域 A 2 を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。

10

【0342】

（第 6 の実施の形態）

次に、第 6 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、D V D と C D とで異なる光源波長を使用するものであり、光ピックアップ装置は図 7 の構成と同じである。対物レンズの断面概略図を図 15 に示す。

【0343】

対物レンズ 160 の光源側の面 S 1 には、2 つの光学面領域 A 1 , A 2 が形成されており、各々の光学面領域は異なった思想で光学設計されたものである。光束の利用という観点からは、D V D 使用時には、外側と内側を通る光束を用いてスポット光を情報記録面上に形成し、C D 使用時には、内側を通る光束を用いて情報記録面上にスポット光を形成するものである。

20

【0344】

光軸 X からの高さ h_1 より外側の光学面領域 A 1 の回折面は、やはり第 1 の実施の形態と同様に D V D 使用時における基板厚と温度特性補正用に設計されており、C D 使用時はオーバーのフレアー光となる。中間の光学面領域 A 2 は、C D 互換を可能にする目的で、C D 使用時には、光源波長が D V D に比べて長くなる分の色の球面収差を利用しつつ、 t_1 と t_2 との間のある厚さの基板（例 $t = 0.9 \text{ mm}$ ）を仮想し、それに対して球面収差を補正するような設計としており、C D 使用時にはスポット光形成に利用し、D V D 使用時にはスポット光形成に寄与するように利用される。従って、C D 使用時には、外側の光学面領域 A 1 を通過した光束は、フレアー成分となるだけであり、C D 用のスポット光の形成に寄与するのは、内側の光学面領域 A 2 を通過した光束であり、又、D V D 使用時には、スポット光の形成に、外側の光学面領域 A 1 を通過した光束と内側の光学面領域 A 2 を通過した光束を利用する。そのため、D V D 使用時における球面収差補正と温度特性補正とは保たれた状態のままで C D との互換性が実現される。

30

【0345】

更に、現実の光ピックアップ装置としては、発光点と各ディスク表面までの間隔が一定となるものが多く、現実の結像倍率は D V D と C D とでは異なる可能性が高い。しかしながら、発明の本質からはその部分の厳密さは問わないので、以下に述べる実施例では、発光点とレンズ表面までの距離を、D V D と C D とで同じにしている。

40

【0346】

尚、本発明は本実施の形態に限定されるものではない。内側の光学面領域 A 2 を回折部分で構成したが、同様の球面収差を有する屈折部分で形成しても効果は同じである。更に、内側の光学面領域 A 2 を回折部分と屈折部分とを混在させても実現可能であることは言うまでもない。また、光軸方向両側の面に回折部分を形成しても良い。

【0347】

以下、上述した実施の形態の光ピックアップ装置に用いられると好適な対物レンズの実施例について説明する。

【0348】

一般に回折面の回折輪帯ピッチは、位相差関数もしくは光路差関数を使って定義される。

50

具体的には、位相差関数 b は単位をラジアンとして以下の [数 1] で表され、光路差関数 B は単位を mm として [数 2] で表される。

【 数 1 】

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h^{2i}$$

10

【 数 2 】

$$\Phi_B = \sum_{i=1}^{\infty} B_{2i} h^{2i}$$

20

【 0 3 4 9 】

これら 2 つの表現方法は、単位は異なるが、回折輪帯のピッチを表す意味では同等である。即ち、主波長（単位 mm）に対し、位相差関数の係数 b に $\lambda/2$ を掛ければ光路差関数の係数 B に換算でき、また逆に光路差関数の係数 B を $\lambda/2$ で割れば位相差関数の係数 b に換算できる。

30

【 0 3 5 0 】

上記の定義を基にした場合、位相差関数もしくは光路差関数の 2 次係数を零でない値にすることにより、レンズにパワーを持たせることができる。また、位相差関数もしくは光路差関数の 2 次以外の係数、例えば、4 次係数、6 次係数、8 次係数、10 次係数等を零でない値とすることにより、球面収差を制御できる。ここで制御するということは、屈折部分が有する球面収差を回折部分で逆の球面収差を持たせトータルとして球面収差を補正したり、回折部分の球面収差を操作してトータルの球面収差を所望のフレアー量にすることを意味する。

40

【 0 3 5 1 】

そして、少なくとも一方の面に上記回折面を形成すると共に、次の [数 3] で表される非球面形状を有している。

【 数 3 】

$$Z = \frac{h^2/R_0}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/R_0)^2}} + \sum_{i=1}^{\infty} A_i h^{Pi}$$

ただし、Zは光軸方向の軸、hは光軸と垂直方向の軸（光軸からの高さ：光の進行方向を正とする）、R₀は近軸曲率半径、 κ は円錐係数、Aは非球面係数、Pは非球面のべき数である。

10

【0352】

尚、これ以降（表のレンズデータ含む）において、10のべき乗数（例えば 2.5×10^{-3} ）を、E（例えば $2.5 \times E^{-3}$ ）を用いて表している。

【0353】

（実施例1）

上述した第1の実施の形態に用いることができる対物レンズの実施例について、表1に対物レンズデータを示す。図11、12がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

20

【表1】

実施例1 $f=3.05\text{mm}$, $f_2=3.05\text{mm}$, $m_1=-1/6.01$, $m_2=-1/6.01$
 $NAH=1.373\text{mm}$, $NAL=1.22\text{mm}$
 $P_{out}=0.00367\text{mm}$, $P_{in}=0.04368\text{mm}$
 $n=1$, $\delta SA1 / \delta T=0.0001 \lambda \text{ rms} / ^\circ\text{C}$ $\delta SA / \delta U=0.063 \lambda \text{ rms} / \text{mm}$

第i面	ri	DVD		CD		
		di(650nm)	ni(650nm)	di(650nm)	ni(650nm)	
0		20.006	1.0	20.006	1.0	発光点
1	∞	0.0	1.0	0.0	1.0	絞り径 $\phi 4.452\text{mm}$
2	2.11184	1.72	1.54094	1.72	1.54094	
2'	2.11184	1.72	1.54094	1.72	1.54094	
2''	2.11184	1.72	1.54094	1.72	1.54094	
3	-5.3457	2.20	1.0	1.83	1.0	
4	∞	0.6	1.577866	1.2	1.577866	
5	∞					

10

非球面データ

第2面 ($0 < h < 1.22\text{mm}$: 光軸を含む光学面領域)

非球面係数

$\kappa -1.6695 \times E-0$
 $A1 +1.0619 \times E-2$ P1 4.0
 $A2 -1.6783 \times E-3$ P2 6.0
 $A3 +1.2711 \times E-4$ P3 8.0
 $A4 +1.9174 \times E-8$ P4 10.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 650nm)

$B2 -3.8401 \times E-3$
 $B4 -1.2957 \times E-4$
 $B6 -2.8158 \times E-5$
 $B8 +9.8536 \times E-6$
 $B10 -1.9454 \times E-7$

20

第2'面 ($1.22\text{mm} < h < 1.373\text{mm}$: 中間の光学面領域)

非球面係数

$\kappa -1.6536 \times E-0$
 $A1 +1.0637 \times E-2$ P1 4.0
 $A2 -1.6905 \times E-3$ P2 6.0
 $A3 +1.2505 \times E-4$ P3 8.0
 $A4 -1.7615 \times E-7$ P4 10.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 650nm)

$B2 -3.8920 \times E-3$
 $B4 -1.3036 \times E-4$
 $B6 -2.4328 \times E-5$
 $B8 +1.1263 \times E-5$
 $B10 -1.3503 \times E-6$

第2''面 ($1.373\text{mm} < h$: 外側の光学面領域)

非球面係数

$\kappa -1.6695 \times E-0$
 $A1 +1.0619 \times E-2$ P1 4.0
 $A2 -1.6783 \times E-3$ P2 6.0
 $A3 +1.2711 \times E-4$ P3 8.0
 $A4 +1.9174 \times E-8$ P4 10.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 650nm)

$B2 -3.8401 \times E-3$
 $B4 -1.2957 \times E-4$
 $B6 -2.8158 \times E-5$
 $B8 +9.8536 \times E-6$
 $B10 -1.9454 \times E-7$

30

第3面 非球面係数

$\kappa -3.1740 \times E+1$
 $A1 +4.1021 \times E-3$ P1 4.0
 $A2 -6.9699 \times E-4$ P2 6.0
 $A3 +6.7716 \times E-5$ P3 8.0
 $A4 -6.4184 \times E-6$ P4 10.0
 $A5 +1.8509 \times E-7$ P5 12.0

40

【 0 3 5 4 】

(実施例 2)

上述した第2の実施の形態に用いることができる対物レンズの実施例について、表2に対物レンズデータを示す。図13, 14がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である

50

。DVDの必要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。
【表2】

実施例2 f=3.05mm, f2=3.06mm, m1=-1/6.01, m2=-1/5.97
NAH=1.370mm, NAL=0.81mm
Pout=0.00369mm, Pin=0.1600mm
n=1, δSA1/δT=0.0001 λ rms/°C δSA/δU=0.063 λ rms/mm

第1面	ri	DVD		CD		
		dj(650nm)	ni(650nm)	dj(780nm)	ni(780nm)	
0		20.006	1.0	20.006	1.0	発光点
1	∞	0.0	1.0	0.0	1.0	絞り径 φ4.452mm
2	2.11184	1.72	1.54094	1.72	1.53729	
2'	2.11184	1.72	1.54094	1.72	1.53729	
2''	2.11184	1.72	1.54094	1.72	1.53729	
3	-5.3457	2.20	1.0	1.83	1.0	
4	∞	0.6	1.577866	1.2	1.570839	
5	∞					

非球面データ

第2面 (0<h<0.81mm: 光軸を含む光学面領域)

非球面係数

κ -1.6695 × E-0
A1 +1.0619 × E-2 P1 4.0
A2 -1.6783 × E-3 P2 6.0
A3 +1.2711 × E-4 P3 8.0
A4 +1.9174 × E-8 P4 10.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 650nm)

B2 -3.8401 × E-3
B4 -1.2957 × E-4
B6 -2.8158 × E-5
B8 +9.8536 × E-6
B10 -1.9454 × E-7

第2'面 (0.81mm<h<1.370mm: 中間の光学面領域)

非球面係数

κ -1.5361 × E-0
A1 +1.2030 × E-2 P1 4.0
A2 -7.7324 × E-4 P2 6.0
A3 +4.5188 × E-4 P3 8.0
A4 -1.3696 × E-4 P4 10.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 780nm)

B2 -2.5830 × E-3
B4 +3.8438 × E-4
B6 +2.0764 × E-5
B8 -1.9229 × E-5
B10 -8.1530 × E-6

第2''面 (1.370mm<h: 外側の光学面領域)

非球面係数

κ -1.6695 × E-0
A1 +1.0619 × E-2 P1 4.0
A2 -1.6783 × E-3 P2 6.0
A3 +1.2711 × E-4 P3 8.0
A4 +1.9174 × E-8 P4 10.0

光路差関数 (光路差関数の係数: 基準波長 650nm)

B2 -3.8401 × E-3
B4 -1.2957 × E-4
B6 -2.8158 × E-5
B8 +9.8536 × E-6
B10 -1.9454 × E-7

第3面 非球面係数

κ -3.1740 × E+1
A1 +4.1021 × E-3 P1 4.0
A2 -6.9699 × E-4 P2 6.0
A3 +6.7716 × E-5 P3 8.0
A4 -6.4184 × E-6 P4 10.0
A5 +1.8509 × E-7 P5 12.0

上述した第6の実施の形態に用いることができる対物レンズの実施例について、表3に対物レンズデータを示す。図16, 17がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【0356】

(実施例4)

上述した第6の実施の形態に用いることができる対物レンズの他の実施例について、表4に対物レンズデータを示す。図18, 19がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【0357】

(実施例5)

上述した第6の実施の形態に用いることができる対物レンズの他の実施例について、表5に対物レンズデータを示す。図20, 21がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【0358】

(実施例6)

上述した第6の実施の形態に用いることができる対物レンズの他の実施例について、表6に対物レンズデータを示す。図22, 23がDVD/CDそれぞれに関する球面収差図である。DVDの必要開口数NAは0.60であり、CDの必要開口数NAは0.45である。

【0359】

表7に、本実施の形態で用いた対物レンズ及び光情報記録媒体の透明基板の波長に対する屈折率、及び半導体レーザ(光源)の温度特性データを示す。

【表7】

	対物レンズ屈折率	透明基板屈折率
644nm	1.5412	1.5783
650nm	1.5409	1.5779
656nm	1.5407	1.5775
780nm	1.5373	1.5708
$\delta n / \delta T$ ($^{\circ}\text{C}$)	-1.2×10^{-5}	-1.4×10^{-5}
光源の発振波長の温度特性		$\delta \lambda / \delta T = +0.2 \text{ nm}/^{\circ}\text{C}$

【0360】

以上の実施例においては、実施例1では図6に示したように最外周光学面領域A1を回折部分、中間光学面領域A2を屈折部分、光軸近傍光学面領域A3を回折部分で構成した対物レンズを例示し、実施例2では図8に示したように最外周光学面領域A1を回折部分で構成した対物レンズを例示したが、実施の形態として前述したように、図24に示したような最外周光学面領域A1を回折部分、中間光学面領域A2を回折部分と屈折部分との混在、光軸近傍光学面領域A3を回折部分で構成してもよい。また、図9に示したように最外周光学面領域A1を回折部分、中間光学面領域A2を回折部分、光軸近傍光学面領域A3を屈折部分で構成してもよく、図25に示したように最外周光学面領域A1を回折部分

、中間光学面領域 A 2 を屈折部分、光軸近傍光学面領域 A 3 を屈折部分で構成してもよいし、図 2 6 に示したように最外周光学面領域 A 1 を回折部分、中間光学面領域 A 2 を回折部分と屈折部分の混在、光軸近傍光学面領域 A 3 を屈折部分で構成してもよい。

【 0 3 6 1 】

さらに、実施例 3 ~ 6 では、図 1 5 に示したように外側の光学面領域 A 1 を回折部分、内側の光学面領域 A 2 を回折部分で構成した対物レンズを例示したが、図 1 0 に示したように外側の光学面領域 A 1 を回折部分、内側の光学面領域 A 2 を屈折部分で構成してもよい。又、内側の光学面領域 A 2 を回折部分と屈折部分との混在で構成しても良い。

【 0 3 6 2 】

これら個々の具体的な構成例の説明は省略するが、本発明の主旨に沿えば容易に実施することができる。また、本発明の主旨を逸脱しない範囲で更に種々の変更が可能である。例えば、これら 2 領域や 3 領域の光学面領域で機能を分割可能なものに限らず、上述のように 4 領域以上で構成されてもよいものである。

【 0 3 6 3 】

尚、回折部分は、その該当する領域の光源側の面に設けても、像側の面に設けてもよく、両面に設けてもよいことは勿論である。

【 0 3 6 4 】

又、以上において「混在」とは、図示したように回折部分と屈折部分とが略半々に形成されたものに限定されるものではなく、種々の混在態様をとることもできる。

【 0 3 6 5 】

更に、光ピックアップ装置の態様も、以上の実施の態様に限定されるものではなく、例えば 2 光源 2 光検出器タイプ、等々にも適用可能である。

【 0 3 6 6 】

又、本発明は、DVD と CD の情報記録及び / 又は再生可能な光ピックアップ装置のみならず、透明基板厚さが互いに異なる少なくとも 2 つの光情報記録媒体に対して適用が可能であることは勿論である。特に、透明基板厚さが互いに異なると共に、必要開口数が互いに異なる光情報記録媒体に対して適用することが特に有益である。又、例えば、DVD のみの情報記録及び / 又は再生可能な光ピックアップ装置に適用しても良く、発散光束入射用の対物レンズとして、又、その対物レンズを用いた光情報記録媒体として適用可能である。

【 0 3 6 7 】

更に、本発明においては、対物レンズに入射される発散光束は、光源から出射された発散光束が直接対物レンズに入射される場合に限定されるものではなく、光源と対物レンズの間に、光源からの発散光束の発散角を変更するカップリングレンズ等を介在させても良く、対物レンズに発散光束が入射されれば良いものである。

【 0 3 6 8 】

【発明の効果】

本発明によれば、透明基板厚さの異なる複数の光情報記録媒体に対して、光源からの発散光を対物レンズに入射させて、それぞれの情報の記録又は再生を可能としつつ、使用環境の温度変化に対しての十分な性能を満足する実用的な対物レンズ及び光ピックアップ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】球面収差が不連続な状態を示す図である。

【図 2】光学面領域を説明するための対物レンズの断面図である。

【図 3】収差がアンダーかオーバーかを示す図である。

【図 4】回折部の回折輪帯を示す図である。

【図 5】光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図 6】第 1 の実施の形態の対物レンズの概略構成を示す断面図である。

【図 7】光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図 8】第 2 の実施の形態の対物レンズの概略構成を示す断面図である。

10

20

30

40

50

- 【図 9】第 3、4 の実施の形態の対物レンズの概略構成を示す断面図である。
- 【図 10】第 5 の実施の形態の対物レンズの概略構成を示す断面図である。
- 【図 11】実施例 1 の対物レンズにかかる DVD 使用時の収差図である。
- 【図 12】実施例 1 の対物レンズにかかる CD 使用時の収差図である。
- 【図 13】実施例 2 の対物レンズにかかる DVD 使用時の収差図である。
- 【図 14】実施例 2 の対物レンズにかかる CD 使用時の収差図である。
- 【図 15】変形例にかかる対物レンズの概略構成を示す断面図である。
- 【図 16】実施例 3 の対物レンズにかかる DVD 使用時の収差図である。
- 【図 17】実施例 3 の対物レンズにかかる CD 使用時の収差図である。
- 【図 18】実施例 4 の対物レンズにかかる DVD 使用時の収差図である。
- 【図 19】実施例 4 の対物レンズにかかる CD 使用時の収差図である。
- 【図 20】実施例 5 の対物レンズにかかる DVD 使用時の収差図である。
- 【図 21】実施例 5 の対物レンズにかかる CD 使用時の収差図である。
- 【図 22】実施例 6 の対物レンズにかかる DVD 使用時の収差図である。
- 【図 23】実施例 6 の対物レンズにかかる CD 使用時の収差図である。
- 【図 24】他の変形例にかかる対物レンズの概略構成を示す断面図である。
- 【図 25】他の変形例にかかる対物レンズの概略構成を示す断面図である。
- 【図 26】他の変形例にかかる対物レンズの概略構成を示す断面図である。

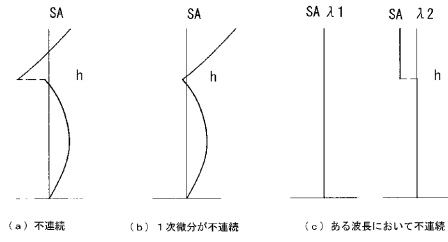
10

【符号の説明】

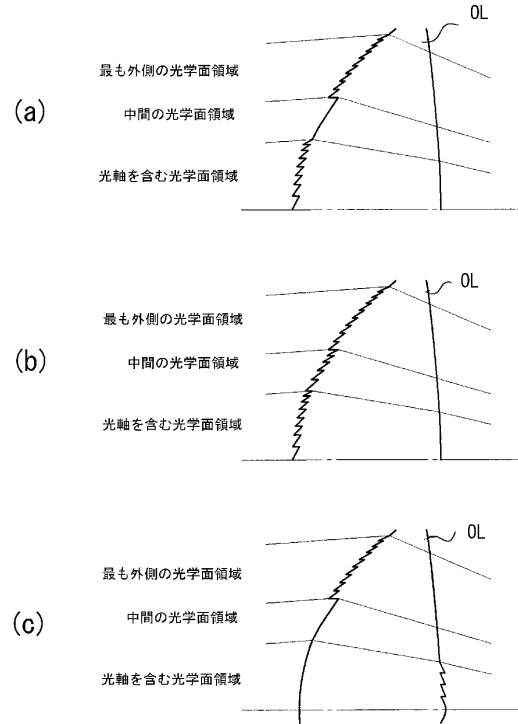
- 1 1 1 第 1 の半導体レーザ
- 1 1 2 第 2 の半導体レーザ
- 1 2 0 合成手段 (ビームスプリッタ)
- 1 6 0 対物レンズ
- 1 8 0 シリンドリカルレンズ
- 2 0 0 光情報記録媒体 (DVD、CD)
- 3 0 0 光検出器

20

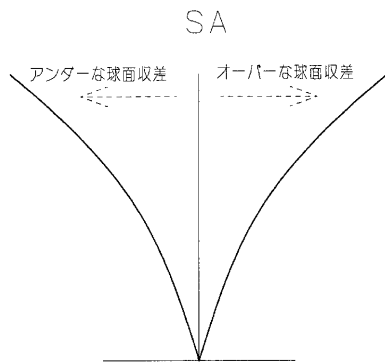
【図1】



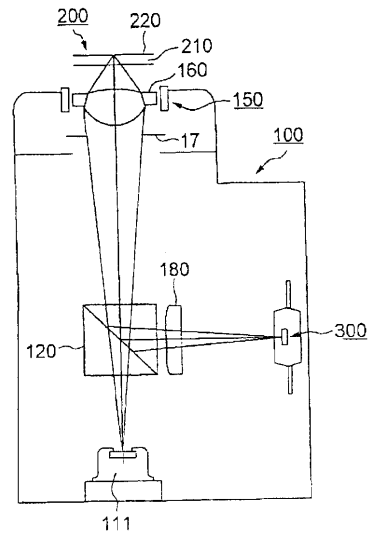
【図2】



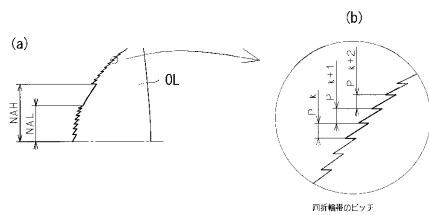
【図3】



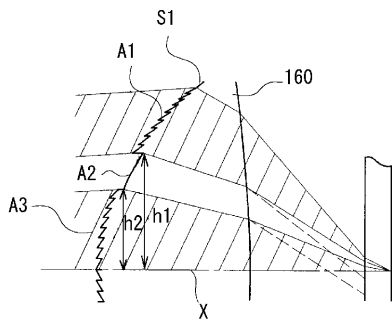
【図5】



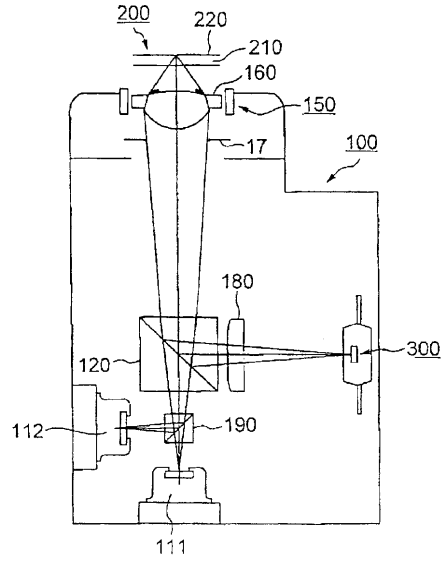
【図4】



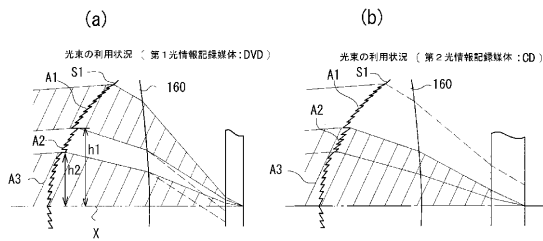
【図6】



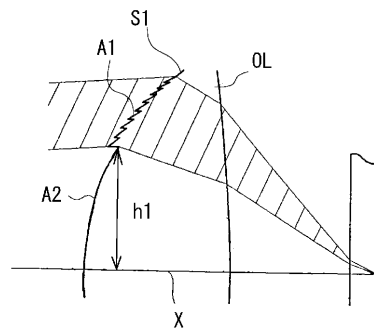
【図7】



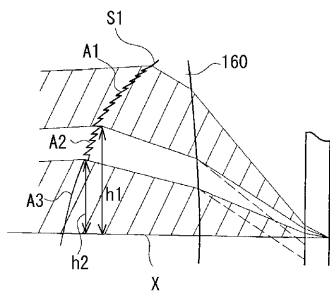
【図8】



【図10】

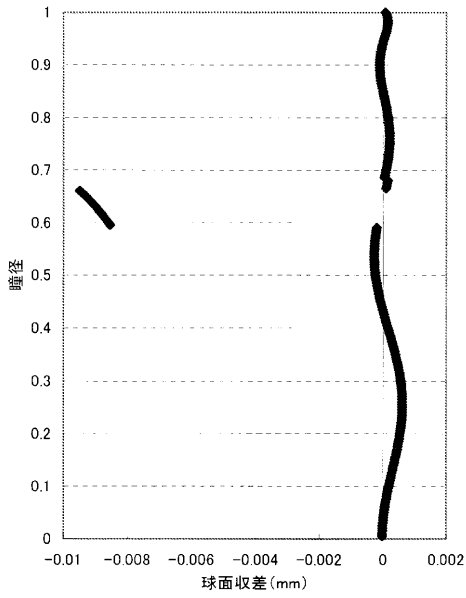


【図9】



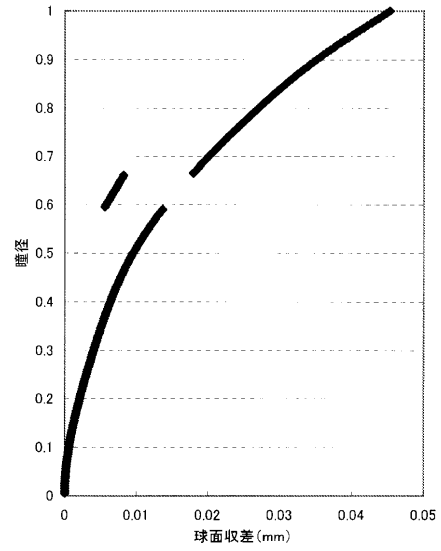
【图 1 1】

实施例1 球面収差图 DVD



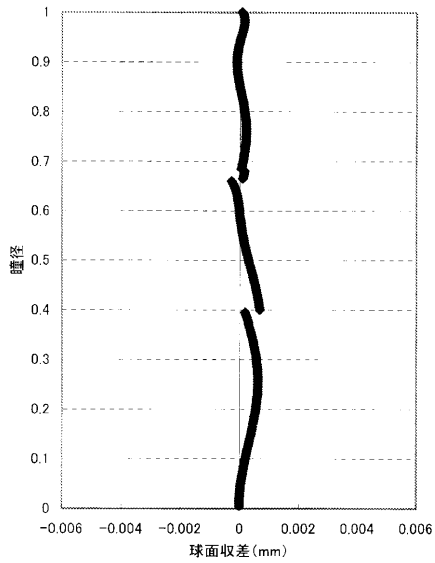
【图 1 2】

实施例1 球面収差图 CD



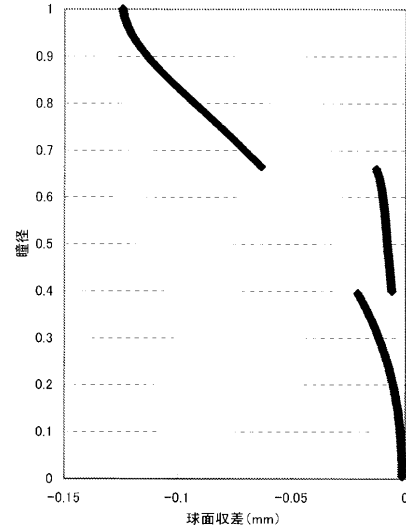
【图 1 3】

实施例2 球面収差图 DVD

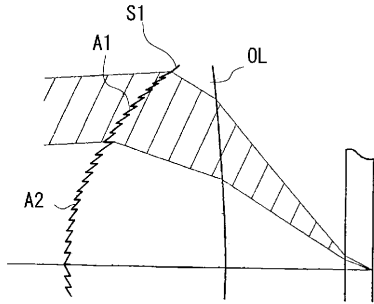


【图 1 4】

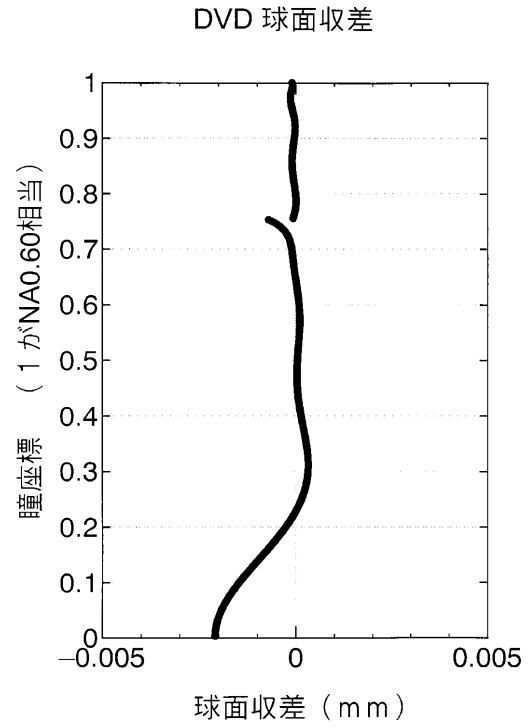
实施例2 球面収差图 CD



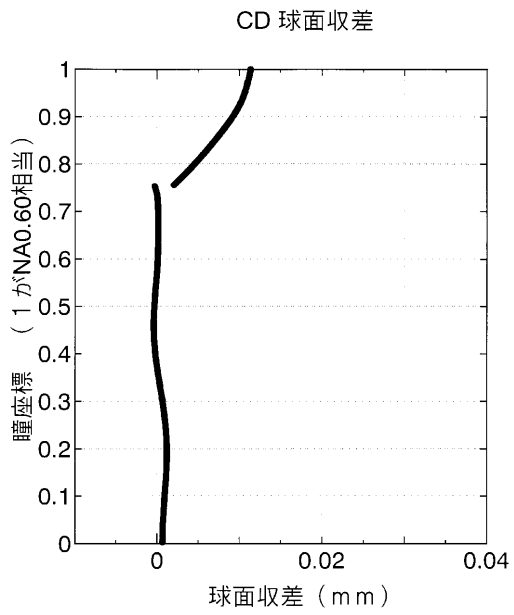
【図15】



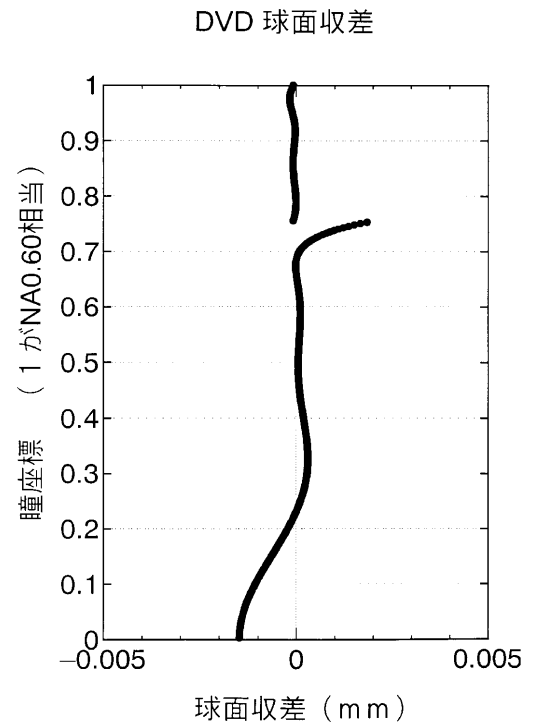
【図16】



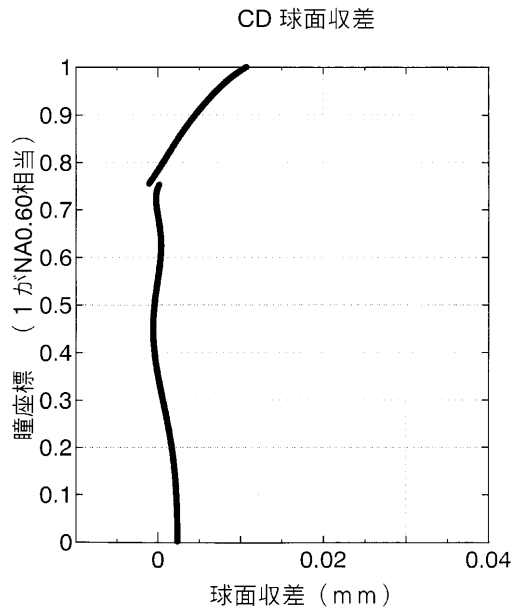
【図17】



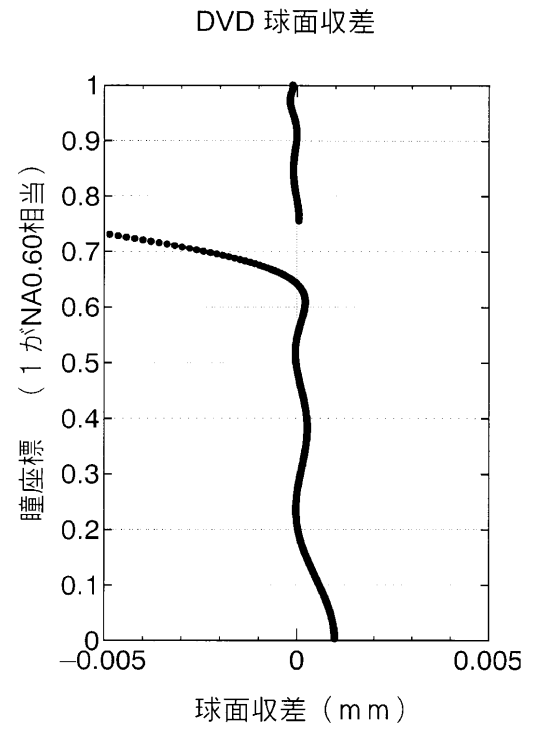
【図18】



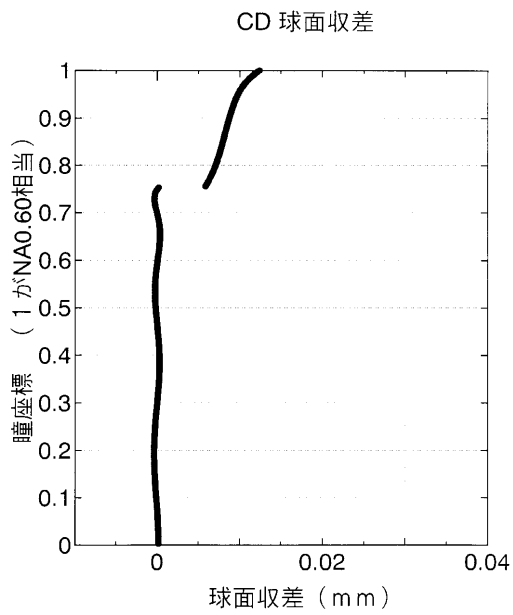
【図19】



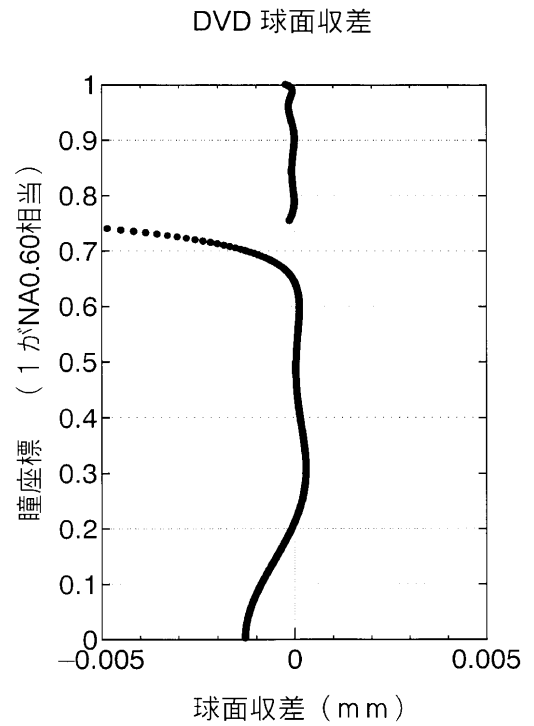
【図20】



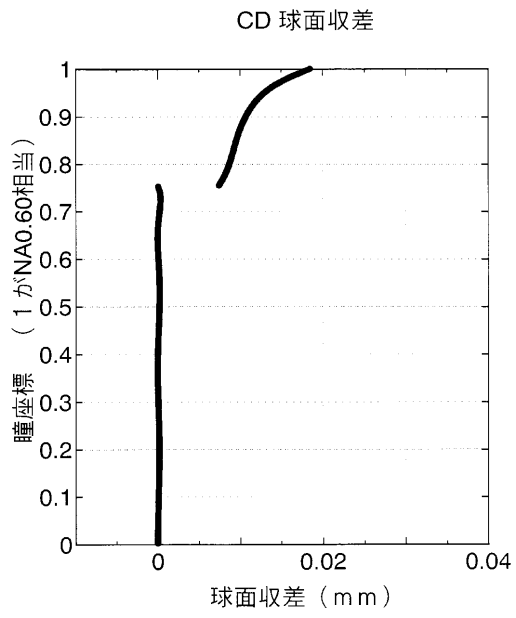
【図21】



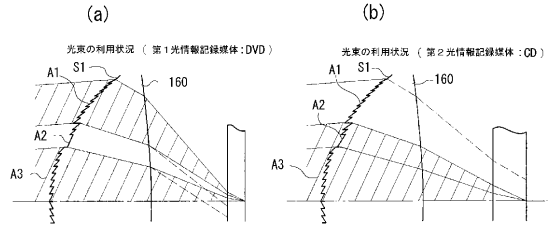
【図22】



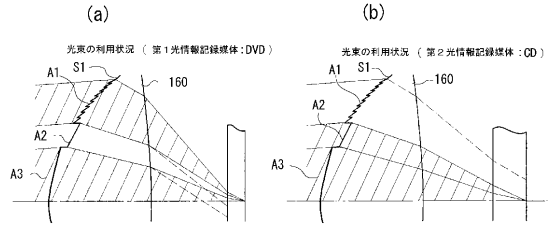
【図23】



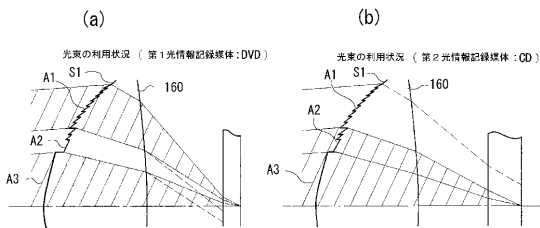
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-212908(JP,A)
国際公開第00/043997(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/135

G02B 3/08

G02B 13/00