

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4443368号  
(P4443368)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int.Cl. F I  
**G 1 1 B 7/135 (2006.01)**  
 G 1 1 B 7/135 A  
 G 1 1 B 7/135 Z

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2004-290869 (P2004-290869)	(73) 特許権者	000113263
(22) 出願日	平成16年10月4日(2004.10.4)		H O Y A 株式会社
(65) 公開番号	特開2005-129209 (P2005-129209A)		東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(43) 公開日	平成17年5月19日(2005.5.19)	(74) 代理人	100078880
審査請求日	平成19年9月21日(2007.9.21)		弁理士 松岡 修平
(31) 優先権主張番号	特願2003-345897 (P2003-345897)	(72) 発明者	是枝 大輔
(32) 優先日	平成15年10月3日(2003.10.3)		東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ペンタックス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	丸山 晃一
			東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ペンタックス株式会社内
		(72) 発明者	竹内 修一
			東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ペンタックス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一の波長および該第一の波長よりも長い第二の波長を持つ二種類の光束を使い分けることにより、第一の光ディスクと、前記第一の光ディスクよりも相対的に保護層厚が厚い第二の光ディスクと、の保護層厚が互いに異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して、情報の記録または再生が可能な光ディスク用対物レンズであって、

前記第一の波長を 1 (単位: nm)、前記第二の波長を 2 (単位: nm) とすると

$$\frac{635}{780} < \frac{1}{2} < \frac{665}{830}$$

$$\frac{780}{830} < \frac{2}{830} < \frac{665}{830}$$

であり、

前記第一の光ディスクの保護層を t 1 (単位: mm)、前記第二の光ディスクの保護層を t 2 (単位: mm) とすると、

$$t 1 \quad 0.6$$

$$t 2 \quad 1.2$$

であり、

前記第一の波長の光束を用いて前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う場合における前記対物レンズの倍率を M 1、前記第二の波長を用いて前記第二の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う場合における前記対物レンズの倍率を M 2、とすると、以下の条件(1)、

【数 1】

$$0.02 < M2 - M1 < 0.15 \cdots (1)$$

を満たすように配置され、

少なくとも一方の面に、それぞれのディスクに対して球面収差を補正するような輪帯状の回折構造を有することを特徴とする対物レンズ。

【請求項 2】

前記第一の波長の光束を用いて前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う際の対物レンズの焦点距離を  $f$  (mm)、とすると、以下の条件 (2)、

【数 2】

$$0.03 < f \times (M2 - M1) < 0.43 \cdots (2)$$

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。

【請求項 3】

前記対物レンズにおいて、前記回折構造は、前記第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要な NA を確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要な NA を確保するための外側領域と、を有し、

前記内側領域と前記外側領域の境界位置における前記外側領域での光路長付加量の高次項成分を 1 ( )、前記外側領域の最大有効径における光路長付加量の高次項成分を 2 ( )、前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要な開口数を NA 1 とすると、以下の条件 (3)、

【数 3】

$$-0.35 < \frac{(\Phi 2 - \Phi 1) \times (\lambda 2 - \lambda 1)}{\{(M2 - M1) + 0.28 \times (t2 - t1) / f\} \times NA1^4} < -0.03 \cdots (3)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の対物レンズ。

【請求項 4】

前記第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に前記対物レンズに入射する光束は収束光であることを特徴する請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 5】

前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に前記対物レンズに入射する光束はほぼ平行光である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】

第一の波長および該第一の波長よりも長い第二の波長を持つ二種類の光束を使い分けることにより、第一の光ディスクと、前記第一の光ディスクよりも相対的に保護層厚が厚い第二の光ディスクと、の保護層厚が互いに異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して、情報の記録または再生が可能な光ピックアップ装置であって、

前記第一の波長を 1 (単位: nm)、前記第二の波長を 2 (単位: nm) とすると

$$\frac{635}{780} < \frac{1}{2} < \frac{665}{830}$$

$$\frac{780}{665} < \frac{2}{1} < \frac{830}{635}$$

であり、

前記第一の光ディスクの保護層を  $t1$  (単位: mm)、前記第二の光ディスクの保護層を  $t2$  (単位: mm) とすると、

$$t1 = 0.6$$

$$t2 = 1.2$$

であり、

前記光ピックアップ装置は、対物レンズを備え、

10

20

30

40

50

前記対物レンズは、前記第一の波長の光束を用いて前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う場合における倍率を  $M1$ 、前記第二の波長を用いて前記第二の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う場合における倍率を  $M2$ 、とすると、以下の条件(1)、

【数4】

$$0.02 < M2 - M1 < 0.15 \cdots (1)$$

を満たすように配置され、

さらに、対物レンズは、少なくとも一方の面に、それぞれのディスクに対して球面収差を補正するような輪帯状の回折構造を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

10

【請求項7】

前記第一の波長の光束を用いて前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う際の対物レンズの焦点距離を  $f$  (mm)、とすると、以下の条件(2)、

【数5】

$$0.03 < f \times (M2 - M1) < 0.43 \cdots (2)$$

を満たすことを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】

前記対物レンズにおいて、前記回折構造は、前記第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要なNAを確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要なNAを確保するための外側領域と、を有し、

20

前記内側領域と前記外側領域の境界位置における前記外側領域での光路長付加量の高次項成分を  $1$  ( )、前記外側領域の最大有効径における光路長付加量の高次項成分を  $2$  ( )、前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要な開口数を  $NA1$  とすると、以下の条件(3)、

【数6】

$$-0.35 < \frac{(\Phi2 - \Phi1) \times (\lambda2 - \lambda1)}{\{(M2 - M1) + 0.28 \times (t2 - t1) / f\} \times NA1^4} < -0.03 \cdots (3)$$

30

を満たすことを特徴とする請求項6または請求項7に記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】

前記第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に前記対物レンズに入射する光束は収束光であることを特徴する請求項6から請求項8のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】

前記第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に前記対物レンズに入射する光束はほぼ平行光であることを特徴とする請求項9に記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

この発明は、記録密度や保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う光情報記録または再生装置に用いられる対物レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

光ディスクには、記録密度や保護層の厚みが異なる複数の規格が存在する。例えば、CD (コンパクトディスク) よりもDVD (デジタルバーサタイルディスク) の記録密度は高く、保護層が薄い。そこで、情報の記録または再生に際し、規格が異なる光ディスクを使い分ける場合には、保護層の厚みによって変化してしまう球面収差を補正しつつ、情報

50

の記録または再生に使用する光の開口数 (NA) を変化させて記録密度の違いに対応したビームスポットが得られるようにする必要がある。

【0003】

例えば、保護層厚が比較的薄く記録密度が高い光ディスクの記録または再生には、保護層厚が比較的厚く記録密度が低い光ディスク専用の光学系より高NAにしてビームスポットを絞る必要がある。スポット径は波長が短いほど小さくなるため、DVDを利用する光学系では、CD専用の光学系で用いられていた780～830nmより短い635～665nmの発振波長のレーザー光源を用いる。そのため近年、光情報記録再生装置には、波長の異なるレーザー光を発振可能な光源部が使用されている。

【0004】

また、保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対して、それぞれ良好な状態で各光ディスクの記録面位置にレーザー光を収束させる手段の一つとして、従来、例えば下記の特許文献1～3に開示される対物レンズが知られている。

【特許文献1】特開2001-243651号公報

【特許文献2】特開平9-179021号公報

【特許文献3】特開2001-76367号公報

【0005】

特許文献1には、片側の面に輪帯状の微細な段差を有する回折構造を設けた対物レンズに波長の異なる二種類の平行光束を入射させる構成が開示されている。特許文献2および特許文献3に開示される構成も、特許文献1の開示内容と同様に、規格の異なる二種類の光ディスク使用時に応じて波長の異なる二種類の光束を使い分ける。そして、特許文献2では、DVDのような記録密度が高い光ディスク使用時には平行光束を、CDのような記録密度が低い光ディスク使用時には発散光束を対物レンズに入射させる構成が開示されている。また、特許文献3には、片側の一面に輪帯状の微細な段差を有する回折構造を設けた対物レンズに、DVDに対する情報の記録または再生時に用いられる発散光束の発散角よりもCDに対する情報の記録または再生時に用いられる発散光束の発散角のほうが小さくなるような構成が開示されている。

【0006】

ところで、規格の異なる複数種類の光ディスクに対して情報の記録または再生を実現するための対物レンズは、各光ディスクに対応したレーザー光束を各光ディスクの記録面上に収束させる際に、球面収差が補正されているだけでなく、対物レンズに光束が光軸に対して斜めに入射した際に発生するコマ収差も良好に補正されていることが要求される。しかし、上記特許文献1に例示されるようなDVD使用時に対するCD使用時の対物レンズの倍率が等しい構成、もしくは特許文献2に例示されるようなDVD使用時に対するCD使用時の対物レンズの倍率が小さい構成では、各光ディスク使用時に光束が光軸に対して斜めに入射した際に発生するコマ収差をそれぞれ良好に抑えることが難しい。従来は、光情報記録再生装置の用途に対応して、各光ディスク使用時に発生するコマ収差のバランスを調整するように対物レンズを構成しているにすぎなかった。例えば、記録密度の高いDVDに対する情報の記録または再生時は収差の許容度が低い。そのため、従来の対物レンズは、CD使用時に発生するコマ収差が若干大きくなってもDVD使用時には可能な限りコマ収差を抑えるように設計されることが多い。また、特許文献3に例示される構成では、DVDおよびCD使用時において、光源からディスク面までの距離がどちらも同じであり、DVD使用時に対するCD使用時の対物レンズの倍率が若干大きくなる。そのため、特許文献3の構成は、各光ディスク使用時に発生するコマ収差の量を若干補正することはできる。しかし、倍率差が小さいため、効果的にコマ収差を低減できる構成ではない。

【0007】

従って、規格の異なる複数種類の光ディスクのうちどれを使用しても高精度な情報の記録または再生が可能となるように、対物レンズのさらなる改良が強く望まれていた。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【0008】

そこで、本発明は上記の事情に鑑み、規格の異なるどの光ディスクに対して情報の記録または再生を行った場合であっても、対物レンズに光束が光軸に対して斜めに入射した際のコマ収差の発生を抑えてディスク記録面上に良好なスポットを形成することができる対物レンズおよび光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明は、第一の波長および第一の波長よりも長い第二の波長を持つ二種類の光束を使い分けることにより、第一の光ディスクと、第一の光ディスクよりも相対的に保護層厚が厚い第二の光ディスクと、の保護層厚が互いに異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して、情報の記録または再生が可能な光ディスク用対物レンズに関する。具体的には、請求項1に記載の対物レンズは、上記の目的を達成するため、前記第一の波長の光束を用いて第一の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う場合における対物レンズの倍率をM1、前記第一の波長よりも長い前記第二の波長を用いて第二の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う場合における対物レンズの倍率をM2、とすると、以下の条件(1)、

## 【数7】

$$0.02 < M2 - M1 < 0.15 \cdots (1)$$

を満たすように配置され、かつ、少なくとも一方の面にそれぞれの光ディスクに対して球面収差を補正するような輪帯状の回折構造を有することを特徴とする。

## 【0010】

第一の光ディスク使用時に発生するコマ収差と第二の光ディスク使用時に発生するコマ収差を両方良好に抑えるためには、請求項1に記載の条件(1)を満たすように対物レンズを構成すればよい。条件(1)は、各光ディスク使用時における対物レンズの倍率を規定する条件である。つまり、保護層厚が厚い光ディスクを使用する時の倍率のほうが保護層厚の薄い光ディスク使用時の倍率よりも大きく、かつ倍率差が所定の大きさになるように設定する。これにより、従来の対物レンズとは異なり、規格の異なる複数の光ディスク、つまり第一の光ディスクと第二の光ディスクのいずれを使用した場合であっても、対物レンズに光束が光軸に対して斜めに入射した際に記録面上で発生するコマ収差を効果的に抑えることができる。また、条件(1)を満たす対物レンズの少なくとも一方の面に回折構造を設けることにより、該レンズを透過した光束が各光ディスクの記録面上で収束する際に発生する球面収差を、良好に補正している。従って、請求項1に記載の対物レンズを使用することにより、規格の異なる複数の光ディスクに対して高精度な情報の記録または再生を実現することができる。

## 【0011】

第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に発生するコマ収差が良好に抑えられている状態において、第一の光ディスク使用時と第二の光ディスク使用時の倍率差(以下、単に倍率差という)を表すM2 - M1の値が条件(1)の上限以上になると、第二の光ディスク使用時に発生するコマ収差に対する補正が過剰となり、逆向きのコマ収差が発生してしまい、好ましくない。また、倍率差M2 - M1の値が条件(1)の上限以上になると、対物レンズから光ディスク(特に第二の光ディスク)までの距離(つまり作動距離)が短くなり、フォーカシング時などに対物レンズと該光ディスクが接触することによる傷の発生や故障などの問題が発生しかねない。また、倍率差M2 - M1の値が条件(1)の下限以下になると、第二の光ディスク使用時に発生するコマ収差に対する補正が不足してしまうため、好ましくない。

## 【0012】

より詳しくは、上記の各ディスク使用時に発生するコマ収差を良好に補正するため好適とされる倍率は、対物レンズの焦点距離によって決定される。すなわち、対物レンズの焦

点距離を  $f$  (mm)、とすると、以下の条件(2)、  
【数8】

$$0.03 < f \times (M2 - M1) < 0.43 \dots (2)$$

を満たすことが望ましい(請求項2)。但し、対物レンズの焦点距離  $f$  は、第一の波長の光束を用いて第一の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う際の焦点距離とする。条件(2)によれば、焦点距離  $f$  が長くなればなるほど、倍率差  $M2 - M1$  は小さく設定することが望ましい。条件(2)において算出される値が上限以上になると、第二の光ディスク使用時に発生するコマ収差に対する補正が過剰となり、逆向きのコマ収差が発生してしまい、好ましくない。また、対物レンズから光ディスク(特に第二の光ディスク)までの距離(つまり作動距離)が短くなり、フォーカシング時などに対物レンズと該光ディスクが接触することによる傷の発生や故障などの問題も発生しかねない。また、条件(2)において算出される値が条件(2)の下限以下になると、第二の光ディスク使用時に発生するコマ収差に対する補正が不足してしまうため、好ましくない。

10

【0013】

さらに、対物レンズの少なくとも一面に設けられた回折構造が、第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要なNAを確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要なNAを確保するための外側領域と、を有し、内側領域と外側領域の境界位置における外側領域での光路長付加量の高次項成分を  $1$  ( )、外側領域の最大有効径における光路長付加量の高次項成分を  $2$  ( )、第一波長を  $\lambda_1$ 、第二の波長を  $\lambda_2$ 、第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要な開口数を  $NA_1$ 、第一の光ディスクのディスク厚を  $t_1$  (mm)、第二の光ディスクのディスク厚を  $t_2$  (mm) とすると、以下の条件(3)、

20

【数9】

$$-0.35 < \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) \times (\lambda_2 - \lambda_1)}{\{(M2 - M1) + 0.28 \times (t_2 - t_1) / f\} \times NA_1^4} < -0.03 \dots (3)$$

を満たすことが望ましい(請求項3)。

30

【0014】

なお、ここで、上記の光路長付加量の高次項成分は、光軸からの高さ  $h$  を用いた以下の関数、

【数10】

$$\Phi(h) = (P_4 h^4 + P_6 h^6 + P_8 h^8 + P_{10} h^{10} + P_{12} h^{12}) \times m$$

によって表現される。 $P_4$ 、 $P_6$ 、... はそれぞれ光路長付加量に関する4次、6次、... の係数であり、 $m$  は情報の記録または再生に利用する回折光の次数を表す。

【0015】

40

一般に、第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時の対物レンズの倍率が正である場合、該倍率が大きくなるにつれて、第一の光ディスク使用時に温度変化に起因する収差が大きく劣化してしまう。従って、対物レンズに設けられた回折構造によって与えられる回折作用を大きくする、換言すれば光路長付加量を大きくする必要がある。条件(3)はこのような観点から規定された条件で、算出される値が上限以上になると温度変化による球面収差の変化に伴い、記録面上に形成されるビームスポットが情報の記録または再生に好適な程度まで十分に絞りきれなくなってしまう、好ましくない。また、条件(3)において算出される値が下限以下になると、回折面の輪帯数が多くなりすぎて回折効率が低下し、光の利用効率が下がるため、好ましくない。

【0016】

50

なお、上記条件(1)を満たすためには、第一の光ディスク使用時の対物レンズの倍率M1を0に設定し、第二の光ディスク使用時の対物レンズの倍率M2を0より大きく設定するパターンや、倍率M1を0より小さく設定し、倍率M2を0に設定するパターンなどが考えられる。

【0017】

ここで、第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時における対物レンズの倍率を0以下にする、換言すると、第二の光ディスク使用時に対物レンズに入射する光束を発散光もしくは平行光にすると、条件(1)を満たすためには、第一の光ディスク使用時の倍率の絶対値を大きくせざるを得ない。そのため、第一の光ディスク使用時に対物レンズがトラッキングシフトした場合、非点収差が大きく発生してしまう問題がある。このよう  
10  
な問題を回避するため、第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時における対物レンズの倍率を0より大きくする、換言すると、第二の光ディスク使用時に対物レンズに入射する光束を収束光にするように該対物レンズを構成する。該構成により、第一の光ディスク使用時の対物レンズの倍率を小さく抑えて、非点収差を抑えつつコマ収差を良好に補正することができる。

【0018】

また、上記目的を達成するために本発明の別の側面によって提供されるのは、第一の波長および該第一の波長よりも長い第二の波長を持つ二種類の光束を使い分けることにより、第一の光ディスクと、前記第一の光ディスクよりも相対的に保護層厚が厚い第二の光ディスクと、の保護層厚が互いに異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して、情報の記  
20  
録または再生が可能な光ピックアップ装置であって、対物レンズを備える。この対物レンズは、第一の波長の光束を用いて第一の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う場合における倍率をM1、第二の波長を用いて第二の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う場合における倍率をM2、とすると、以下の条件(1)、

【数11】

$$0.02 < M2 - M1 < 0.15 \cdot \cdot \cdot (1)$$

を満たすように配置される。さらに、対物レンズは、少なくとも一方の面に、それぞれのディスクに対して球面収差を補正するような輪帯状の回折構造を有する。  
30

【0019】

この構成によれば、条件式(1)を満たす対物レンズに関し上述した効果が光ピックアップ装置として提供されることになる。

【0020】

上記構成の光ピックアップ装置は、第一の波長の光束を用いて第一の光ディスクに対する情報の記録または再生を行う際の対物レンズの焦点距離をf(mm)、とすると、以下の条件(2)、

【数12】

$$0.03 < f \times (M2 - M1) < 0.43 \cdot \cdot \cdot (2)$$

を満たすよう構成されていても良い。

【0021】

上記構成の光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、回折構造は、第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要なNAを確保するための内側領域と、該内側領域の外側にあり、第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要なNAを確保するための外側領域と、を有し、内側領域と外側領域の境界位置における外側領域での光路長付加量の高次項成分を1( )、外側領域の最大有効径における光路長付加量の高次項成分を2( )、第一の波長を1、第二の波長を2、第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に必要な開口数をNA1、第一の光ディスクのディスク厚をt1  
40  
50

(mm)、第二の光ディスクのディスク厚を  $t_2$  (mm) とすると、以下の条件(3)、  
【数13】

$$-0.35 < \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) \times (\lambda_2 - \lambda_1)}{\{(M_2 - M_1) + 0.28 \times (t_2 - t_1) / f\} \times NA_1^4} < -0.03 \dots (3)$$

を満たすように構成されていても良い。

【0022】

また、光ピックアップ装置において、第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に対物レンズに入射する光束は収束光であっても良い。

10

【0023】

或いは、光ピックアップ装置において、第一の光ディスクに対する情報の記録または再生時に対物レンズに入射する光束はほぼ平行光であっても良い。

【発明の効果】

【0024】

以上のように、本発明に係る対物レンズおよび光ピックアップ装置によれば、情報の記録または再生に使用される光ディスクの規格に応じて、対物レンズの倍率を適切に設定することにより、規格(保護層厚)の異なる複数の光ディスクのうちどれを使用した場合であっても記録面上で発生するコマ収差を良好に補正することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0025】

以下、この発明に係る対物レンズの実施形態を説明する。図1(A)、図1(B)は、実施形態の対物レンズ10と第一の光ディスク20A、第二の光ディスク20Bを、各光ディスク20A、20B使用時における、光ピックアップ装置内の光路ごとに分けて図示したものである。対物レンズ10は、保護層厚や記録密度といった規格が異なる複数種類の光ディスクに対して互換性を有する、光情報記録または再生装置の光ピックアップ装置に搭載される。

【0026】

各光ディスク20A、20Bは、図示しないターンテーブル上に載置され回転駆動される。なお本明細書では、保護層が薄く記録密度が高い光ディスク(例えばDVD)を第一の光ディスク20Aと記す。また、保護層が厚く記録密度が低い光ディスク(例えばCDやCD-R等)を第二の光ディスク20Bと記す。

30

【0027】

対物レンズ10について詳細な説明を行なう前に、図38を参照して、対物レンズ10を採用した光ピックアップ装置の構成例を説明する。図38に示す光ピックアップ装置100は、第一の光ディスク20A及び第二の光ディスク20Bに対応するレーザ光をそれぞれ出力する光源30Aおよび光源30Bを有する。光源30Aを発したレーザ光は、カバーガラス40A、カップリングレンズ50A、およびビームスプリッタ60を透過し対物レンズ10に入射する。一方、光源30Bを発したレーザ光は、カバーガラス40B、カップリングレンズ50B、およびビームスプリッタ60を透過し対物レンズ10に入射する。以下で、詳細に説明するように、対物レンズ10は、光源30Aおよび光源30Bからのレーザ光を第一の光ディスク20A及び第二の光ディスク20Bの記録面上にそれぞれ収束させる。

40

【0028】

第一の光ディスク20Aに対して情報の記録または再生を行う際には、記録面上において小径のビームスポットを形成するために短波長(例えば、657nm)のレーザ光(以下、第一のレーザ光という)が光源30Aから照射される。また、記録密度の低い第二の光ディスク20Bに対して記録または再生を行う際には、記録面上において比較的大きな径のスポットを形成するために、第一のレーザ光よりも長波長のレーザ光(以下、第二のレーザ光という)が光源30Bから照射される。

50



## 【 0 0 2 9 】

上記光源（30A，30B）から照射され、カップリングレンズ（50A，50B）を介して第一のレーザー光は平行光に、第二のレーザー光は収束光に変換され、対物レンズ10により光ディスク20A、もしくは光ディスク20Bの記録面近傍に収束される。

## 【 0 0 3 0 】

対物レンズ10は、情報の記録または再生に使用される光ディスクの規格に対応した倍率が設定されている。具体的には、対物レンズ10は、第一の光ディスク20Aに対する情報の記録または再生時における倍率をM1、第二の光ディスク20Bに対する情報の記録または再生時における倍率をM2、とすると、以下の条件（1）、

## 【数14】

$$0.02 < M2 - M1 < 0.15 \cdot \cdot \cdot (1)$$

を満たすように構成される。つまり、図1に示すように、情報の記録または再生に使用される光ディスクに応じて対物レンズ10に入射する光束の発散度を変えている。これにより、光束が光軸に対して斜めに入射することにより各光ディスクの記録面上で発生するコマ収差を良好に抑えている。

## 【 0 0 3 1 】

図1に示す対物レンズ10では、記録密度が高いために情報の記録または再生時に収差に対する許容度が狭い第一の光ディスク20A使用時には、倍率M1が0に設定される。倍率M1が0ということは、対物レンズ10に入射する光束は平行光束である。このように、平行光束を対物レンズ10に入射させることにより、第一の光ディスク20A使用時には、対物レンズ10がトラッキングシフトした場合であっても、コマ収差がほとんど発生しない。そして、第一の光ディスクよりも記録密度が低いため収差に対する許容度も比較的大きい第二の光ディスク20Bを使用する時は、倍率M2が条件（1）を満たす範囲内で0よりも大きく設定される。倍率M2が0よりも大きいということは対物レンズ10に入射する光束は収束光束である。

## 【 0 0 3 2 】

なお、コマ収差を良好に補正するための倍率M1、M2は、対物レンズ10の焦点距離fを用いると以下のような条件（2）によって決定することも可能である。

## 【数15】

$$0.03 < f \times (M2 - M1) < 0.43 \cdot \cdot \cdot (2)$$

このように、対物レンズ10の焦点距離fを用いて求められた倍率M1、M2を備えるように対物レンズを構成することにより、コマ収差補正効果をより一層高めることができる。

## 【 0 0 3 3 】

対物レンズ10は、光源側から順に第一面10aと第二面10bを有する。対物レンズ10は、図1に示すように両面10a、10bとも非球面である両凸のプラスチック製単レンズである。上述した通り、第一の光ディスク20Aと第二の光ディスク20Bでは、保護層の厚さが異なる。このため、使用されるディスクによって球面収差が変化する。そこで、本実施形態の対物レンズ10は、光軸を中心とした複数の微細な段差を有する輪帯状の回折構造を少なくとも一方の面に設けることにより、該収差を良好に抑えている。本実施形態の対物レンズ10は、第一面10aに回折構造が設けられている。光軸AXの周囲に位置する内側領域と、内側領域の周囲に位置し、レンズ外周部までの外側領域を有する。内側領域と外側領域は互いの面形状が異なる。

## 【 0 0 3 4 】

面10aの内側領域は、第一および第二のレーザー光がそれぞれ対応する光ディスク20A、20Bの記録面において良好に収束するような回折構造を備える。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

上記外側領域には以下のような回折構造が形成される。すなわち、該回折構造は、第一のレーザ光に対しては第一の光ディスク 20 A の記録面において良好に収束するような回折作用を与える。また該回折構造は、第二のレーザ光に対しては拡散して、第二の光ディスク 20 B の記録面におけるスポットの形成に寄与しないような回折作用を与える。具体的には、外側領域の回折構造は、該領域を透過した第一のレーザ光の波面が、内側領域を透過した第一のレーザ光の波面と略連続するように構成される。

## 【 0 0 3 6 】

上記構成の対物レンズ 10 を透過した第二のレーザ光は、内側領域を透過した成分のみが第二の光ディスク 20 B の記録面に良好に収束する。これにより該記録面には、第二の光ディスク 20 B に対する情報の記録または再生に好適な比較的大径のスポットが形成される。また対物レンズ 10 を透過する第一のレーザ光は、第一の光ディスク 20 A の記録面上に小径のスポットを形成する。

## 【 0 0 3 7 】

なお、プラスチック製の対物レンズ 10 を使用すると、温度変化によって球面収差が変化し、光ディスクの記録面上において形成されるビームスポットが十分に絞りきれないおそれがある。対物レンズ 10 を透過する光束の利用効率を高く維持するとともに、温度変化により収差が変化することによる影響を小さくするためには、対物レンズ 10 を、該レンズ 10 の回折作用を表現するための光路長付加量が以下の条件 (3) を満たすように構成する。

## 【 数 1 6 】

$$-0.35 < \frac{(\Phi 2 - \Phi 1) \times (\lambda 2 - \lambda 1)}{\{(M 2 - M 1) + 0.28 \times (t 2 - t 1) / f\} \times NA 1^4} < -0.03 \dots (3)$$

但し、1 は、対物レンズ 10 の回折構造の内側領域と外側領域の境界位置における外側領域の光路長付加量の高次項成分を、

2 は、対物レンズ 10 の回折構造の最大有効径における光路長付加量の高次項成分を、

1 は、第一のレーザ光の波長を、

2 は、第二のレーザ光の波長を、

NA 1 は、第一の光ディスク使用時に対物レンズ 10 に要求される設計開口数を、

t 1 は、第一の光ディスク 20 A のディスク厚 (mm) を、

t 2 は、第二の光ディスク 20 B のディスク厚 (mm) を、

それぞれ表す。

## 【 0 0 3 8 】

次に上述した実施形態に基づく具体的な実施例を 5 例提示する。いずれの実施例も、保護層の厚みが 0.6 mm の第一の光ディスク 20 A と、保護層の厚みが 1.2 mm の第二の光ディスク 20 B との互換性を有する対物レンズ 10 に関するものである。

## 【 実施例 1 】

## 【 0 0 3 9 】

図 1 (A)、図 1 (B) は、実施例 1 の対物レンズ 10 と第一の光ディスク 20 A、第二の光ディスク 20 B を、各光ディスク 20 A、20 B 使用時における光路ごとに分けて図示したものである。実施例 1 の対物レンズ 10 の具体的な仕様は表 1 に示されている。また、実施例 1 の対物レンズ 10 を用いて各光ディスク 20 A、20 B に対して情報の記録または再生を行う場合における光情報記録または再生装置の具体的な数値構成を表 2、表 3 に示す。

## 【 0 0 4 0 】

【表 1】

	20A	20B
波長	658	787
焦点距離	3.059	3.084
NA	0.651	0.522
倍率	0.000	0.050

【表 2】

面番号	r	d	n(658nm)	n(787nm)	備考
0		∞			
1(h ≤ 1.52)	1.877	1.85	1.54052	1.53660	対物レンズ10
1(1.52 ≤ h)	1.884				
2	-8.647	1.63			
3	∞	0.60	1.57975	1.57319	光ディスク20A
4	∞	-			

10

【表 3】

面番号	r	d	n(658nm)	n(787nm)	備考
0		59.00			
1(h ≤ 1.52)	1.877	1.85	1.54052	1.53660	対物レンズ10
1(1.52 ≤ h)	1.884				
2	-8.647	1.12			
3	∞	1.20	1.57975	1.57319	光ディスク20B
4	∞	-			

20

## 【0041】

表 1 中、波長は各光ディスクに対する情報の記録または再生に最も適した設計波長（単位：nm）、NA は各光ディスクに対する情報の記録または再生に必要な設計開口数である。後述する各表においても同様である。

## 【0042】

また表 2 中、r はレンズ各面の曲率半径（単位：mm）、d はレンズ厚またはレンズ間隔（単位：mm）、n (X nm) は波長 X nm での屈折率、備考は各面番号が示す光学部材を表す。表 3 および後述する各表も同様である。なお、表 2 と表 3 に示す d が異なるのは、各光ディスク使用時に用いられるレーザ光の波長と各光ディスクの保護層厚が異なるからである。また、第 0 面の d は、第 1 面基準の距離とする。表 2、表 3 に示すように、対物レンズ 10 の第一面 10 a は、光軸 AX からの高さ h が 1.52 mm である境界位置を境にして、内側領域と外側領域に分けられている。

30

## 【0043】

対物レンズ 10 の第一面 10 a および第二面 10 b は非球面である。そ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<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>、A<sub>12</sub> として、以下の式で表される。

40

## 【数 17】

$$X(h) = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

## 【0044】

各非球面を規定する円錐係数と非球面係数は、表 4 に示される。表 2 ~ 表 4 に示すように、第一面 10 a は外側領域と内側領域とによって面形状（曲率半径 r や非球面係数など）が異なる。なお、表 4 における表記 E は、10 を基数とし、E の右の数字を指数とする

50

累乗を表している。以下に示す各表においても同様である。

【 0 0 4 5 】

【表 4】

	$\kappa$	A4	A6	A8	A10	A12
$1(h \leq 1.52)$	-0.4800	-5.9980E-03	-4.9200E-04	-1.3640E-04	-9.2980E-06	-8.3800E-06
$1(1.52 \leq h)$	-0.4800	-6.3080E-03	-9.3570E-06	7.6940E-05	-3.0100E-05	-6.0180E-06
2	0.0000	1.7330E-02	-3.3210E-03	-3.0000E-04	1.8350E-04	-1.9055E-05

【 0 0 4 6 】

さらに、対物レンズ 10 の第一面 10 a には、回折構造が形成される。該回折構造は、  
以下の光路差関数 (h) を用いて規定される。

【数 1 8】

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

【 0 0 4 7 】

光路差関数 (h) は、波長 の光束に対して回折レンズが与える回折作用を、光軸からの高さ h の位置における光路長付加量の形で表現したものである。P<sub>2</sub>、P<sub>4</sub>、P<sub>6</sub>、... はそれぞれ光路差関数に関する 2 次、4 次、6 次、... の係数である。対物レンズ 10 の回折構造を規定するために用いられる光路差関数係数 P<sub>2</sub>、... は、表 5 に示される。なお、m は情報の記録または再生に利用する回折光の次数を表し、本実施例を含む以下の全ての実施例において、m = 1 としている。

【 0 0 4 8 】

【表 5】

	P2	P4	P6	P8	P10	P12
$1(h \leq 1.52)$	1.6000E+00	-4.6800E+00	-2.0220E-01	-4.3150E-02	0.0000E+00	0.0000E+00
$1(1.52 \leq h)$	7.8700E-01	-5.1110E+00	4.0110E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

【 0 0 4 9 】

実施例 1 の対物レンズ 10 は、上記の各表より、条件 (1) の値が 0 . 0 5 0、条件 (2) の値が 0 . 1 5 3、条件 (3) の値が - 0 . 2 2 7 である。つまり、実施例 1 の対物レンズ 10 は、条件 (1) ~ (3) を全て満たす。

【 0 0 5 0 】

実施例 1 の対物レンズ 10 を使用して第一の光ディスク 20 A、第二の光ディスク 20 B に対する情報の記録または再生を行った場合の波面収差図を、順に、図 2 と図 3 に示す。また、比較例 1 の対物レンズを使用して第一の光ディスク 20 A、第二の光ディスク 20 B に対する情報の記録または再生を行った場合の波面収差図を、順に、図 4 と図 5 に示す。なお、各図において、(A) が軸上での波面収差を、(B) が軸外 (像高 0 . 0 6 m m) での波面収差を表す。比較例 1 の対物レンズとは、実施例 1 の対物レンズ 10 と同一の構成を取りつつも、第二の光ディスク使用時の倍率を 0 に設定したレンズである。条件 (1) ~ (3) を全て満たす実施例 1 の対物レンズ 10 を使用すると、比較例 1 の対物レンズよりも特に第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に発生するコマ収差が良好に補正されていることが分かる。

【 0 0 5 1 】

条件 (1) ~ (3) を全て満たす実施例 1 の対物レンズ 10 によるコマ収差補正の実効性についてより詳しく説明する。図 6 は実施例 1 の対物レンズ 10 を用いて第一の光ディスク 20 A に対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図 7 は実施例 1 の対物レンズ 10 を用いて第二の光ディスク 20 B に対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表す

10

20

30

40

50

グラフである。図 8 は、比較例 1 の対物レンズを使用して第一の光ディスク 20 A に対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図 9 は、比較例 1 の対物レンズを使用して第二の光ディスク 20 B に対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。各グラフ中、縦軸が収差の量、横軸が像高、をそれぞれ表す。また、coma 3 は 3 次のコマ収差を、as 3 は 3 次の非点収差を、coma 5 は 5 次のコマ収差を、それぞれ表す。後述する実施例 2 ~ 5 に関するグラフにおいても同様である。

【0052】

図 6 と図 8 を比較しつつ第一の光ディスク 20 A 使用時に該ディスクの記録面上で発生する波面収差の量を検証する。実施例 1 の対物レンズ 10 を使用した場合、3 次のコマ収差は、比較例 1 の対物レンズ使用時とほぼ同程度に抑えられている。また、図 7 と図 9 を比較しつつ第二の光ディスク 20 B 使用時に該ディスクの記録面上で発生する波面収差の量を検証する。実施例 1 の対物レンズ 10 を使用した場合、比較例 1 の対物レンズを使用した場合に比べて、3 次のコマ収差がかなり良好に抑えられている、つまり波面収差全体の発生量が低減している。結果として、実施例 1 の対物レンズ 10 を使用すると、第一の光ディスク 20 A と第二の光ディスク 20 B のどちらを使用した場合であっても、3 次のコマ収差が良好に補正される。従って、各光ディスクの記録面上において、情報の記録または再生に最適なスポットを形成できる程度まで十分にコマ収差を抑えることが可能となる。

【実施例 2】

【0053】

図 10 (A)、図 10 (B) は、実施例 2 の対物レンズ 10 と第一の光ディスク 20 A、第二の光ディスク 20 B を、各光ディスク 20 A、20 B 使用時における光路ごとに分けて図示したものである。実施例 2 の対物レンズ 10 の具体的な仕様は表 6 に示されている。また、実施例 2 の対物レンズ 10 を用いて各光ディスク 20 A、20 B に対して情報の記録または再生を行う場合における光情報記録または再生装置の具体的な数値構成を表 7、表 8 に示す。

【0054】

【表 6】

	20A	20B
波長	654	780
焦点距離	1.800	1.814
NA	0.600	0.522
倍率	0.000	0.125

【表 7】

面番号	r	d	n(654nm)	n(780nm)	備考
0		$\infty$			
1( $h \leq 0.82$ )	1.113	1.04	1.54067	1.53677	対物レンズ 10
1( $0.82 \leq h$ )	1.236				
2	-5.033	0.83			
3	$\infty$	0.60	1.58002	1.57346	光ディスク 20A
4	$\infty$	-			

【表 8】

面番号	r	d	n(654nm)	n(780nm)	備考
0		12.80			
1( $h \leq 0.82$ )	1.113	1.04	1.54067	1.53677	対物レンズ 10
1( $0.82 \leq h$ )	1.236				
2	-5.033	0.24			
3	$\infty$	1.20	1.58002	1.57346	光ディスク 20B
4	$\infty$	-			

10

## 【 0 0 5 5 】

表 7、表 8 に示すように、対物レンズ 10 の第一面 10 a は、光軸 AX からの高さ h が 0.82 mm である位置を境にして、内側領域と外側領域に分けられている。

## 【 0 0 5 6 】

実施例 2 の対物レンズ 10 の第一面 10 a および第二面 10 b は非球面である。従って、各非球面の形状は上記の数 17 によって表される。数 17 に用いられる円錐係数と非球面係数は、表 9 に示される。また、実施例 2 の対物レンズ 10 の第一面 10 a には、回折構造が形成される。該回折構造による回折作用を表すための光路差関数係数は、表 10 に示される。表 7 ~ 表 10 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 10 における各面 10 a はそれぞれ内側領域と外側領域によって、面形状（曲率半径 r や非球面係数など）が異なる。

20

## 【 0 0 5 7 】

【表 9】

	$\kappa$	A4	A6	A8	A10	A12
1( $h \leq 0.82$ )	-0.5000	-6.5900E-02	-1.4590E-02	-6.4120E-03	-6.0040E-04	-2.7460E-03
1( $0.82 \leq h$ )	-0.5000	2.4560E-02	-1.5570E-02	-4.9700E-03	2.6630E-03	-4.5860E-03
2	0.0000	8.4950E-02	-6.0730E-02	1.5130E-02	-4.0520E-03	1.2440E-03

30

【表 10】

	P2	P4	P6	P8	P10	P12
1( $h \leq 0.82$ )	2.0000E+00	-5.7017E+01	-5.1880E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
1( $0.82 \leq h$ )	-3.4959E+01	1.2720E+01	-1.7080E+01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

## 【 0 0 5 8 】

実施例 2 の対物レンズ 10 は、上記の各表より、条件 (1) の値が 0.125、条件 (2) の値が 0.225、条件 (3) の値が -0.046 である。つまり、実施例 2 の対物レンズ 10 は、条件 (1) ~ (3) を全て満たす。

## 【 0 0 5 9 】

実施例 2 の対物レンズ 10 を使用して第一の光ディスク 20 A、第二の光ディスク 20 B に対する情報の記録または再生を行った場合の波面収差図を、順に、図 11 と図 12 に示す。また、比較例 2 の対物レンズを使用して第一の光ディスク 20 A、第二の光ディスク 20 B に対する情報の記録または再生を行った場合の波面収差図を、順に、図 13 と図 14 に示す。なお、各図において、(A) が軸上での波面収差を、(B) が軸外（像高 0.06 mm）での波面収差を表す。なお、比較例 2 の対物レンズとは、実施例 2 の対物レンズ 10 と同一の構成を取りつつも、第二の光ディスク使用時の倍率を 0 に設定したレンズである。条件 (1) ~ (3) を全て満たす実施例 2 の対物レンズ 10 を使用すると、比較例 2 の対物レンズよりも特に第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に発生するコマ収差が良好に補正されていることが分かる。

40

50

## 【 0 0 6 0 】

条件(1)～(3)を全て満たす実施例2の対物レンズ10によるコマ収差補正の実効性についてより詳しく説明する。図15は実施例2の対物レンズ10を用いて第一の光ディスク20Aに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図16は実施例2の対物レンズ10を用いて第二の光ディスク20Bに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図17は、比較例2の対物レンズを使用して第一の光ディスク20Aに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図18は、比較例2の対物レンズを使用して第二の光ディスク20Bに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

10

## 【 0 0 6 1 】

図15と図17を比較しつつ第一の光ディスク20A使用時に該ディスクの記録面上で発生する波面収差の量を検証する。実施例2の対物レンズ10を使用した場合、3次のコマ収差は、比較例2の対物レンズ使用時と略同程度に十分抑えられている。また、図16と図18を比較しつつ第二の光ディスク20B使用時に該ディスクの記録面上で発生する波面収差の量を検証する。実施例2の対物レンズ10を使用した場合、比較例2の対物レンズを使用した場合に比べて、3次のコマ収差が大きく抑えられている。結果として、実施例2の対物レンズ10を使用すると、第一の光ディスク20Aと第二の光ディスク20Bのどちらを使用した場合であっても、コマ収差を良好に補正することが可能となる。

20

## 【実施例3】

## 【 0 0 6 2 】

図19(A)、図19(B)は、実施例3の対物レンズ10と第一の光ディスク20A、第二の光ディスク20Bを、各光ディスク20A、20B使用時における光路ごとに分けて図示したものである。実施例3の対物レンズ10の具体的な仕様は表11に示されている。また、実施例3の対物レンズ10を用いて各光ディスク20A、20Bに対して情報の記録または再生を行う場合における光情報記録または再生装置の具体的な数値構成を表12、表13に示す。

## 【 0 0 6 3 】

## 【表11】

	20A	20B
波長	655	785
焦点距離	2.335	2.355
NA	0.599	0.528
倍率	0.000	0.075

30

## 【表12】

面番号	r	d	n(655nm)	n(785nm)	備考
0		$\infty$			
1( $h \leq 1.14$ )	1.436	1.35	1.54063	1.53665	対物レンズ10
1( $1.14 \leq h$ )	1.558				
2	-6.632	1.19			
3	$\infty$	0.60	1.57995	1.57326	光ディスク20A
4	$\infty$	-			

40

【表 1 3】

面番号	r	d	n(655nm)	n(785nm)	備考
0		29.28			
1( $h \leq 1.14$ )	1.436	1.35	1.54063	1.53665	対物レンズ 10
1( $1.14 \leq h$ )	1.558				
2	-6.632	0.65			
3	$\infty$	1.20	1.57995	1.57326	光ディスク
4	$\infty$	-			20B

10

## 【0064】

表 1 2、表 1 3 に示すように、対物レンズ 1 0 の第一面 1 0 a は、光軸 A X からの高さ  $h$  が 1 . 1 4 mm である位置を境にして、内側領域と外側領域に分けられている。

## 【0065】

実施例 3 の対物レンズ 1 0 の第一面 1 0 a および第二面 1 0 b は非球面である。従って、各非球面の形状は上記の数 1 7 によって表される。数 1 7 に用いられる円錐係数と非球面係数は、表 1 4 に示される。また、実施例 3 の対物レンズ 1 0 の第一面 1 0 a には、回折構造が形成される。該回折構造による回折作用を表すための光路差関数係数は、表 1 5 に示される。表 1 2 ~ 表 1 5 に示すように、実施例 3 の対物レンズ 1 0 における各面 1 0 a はそれぞれ内側領域と外側領域によって、面形状（曲率半径  $r$  や非球面係数など）が異なる。

20

## 【0066】

## 【表 1 4】

	$\kappa$	A4	A6	A8	A10	A12
1( $h \leq 1.14$ )	-0.6000	-1.2960E-02	-1.9730E-03	-9.4370E-04	1.9050E-05	-1.8410E-04
1( $1.14 \leq h$ )	-0.6000	9.8900E-04	1.5760E-02	-7.2350E-03	1.2200E-03	-5.7790E-04
2	0.0000	3.9320E-02	-1.5980E-02	5.0890E-04	1.3420E-03	-4.3000E-04

30

## 【表 1 5】

	P2	P4	P6	P8	P10	P12
1( $h \leq 1.14$ )	2.4000E+00	-1.4970E+01	-1.4290E+00	-1.8870E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1( $1.14 \leq h$ )	-2.0104E+01	-4.2760E+00	1.0900E+01	-4.7490E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

## 【0067】

実施例 3 の対物レンズ 1 0 は、上記の各表より、条件 ( 1 ) の値が 0 . 0 7 5、条件 ( 2 ) の値が 0 . 1 7 5、条件 ( 3 ) の値が - 0 . 0 5 2 である。つまり、実施例 3 の対物レンズ 1 0 は、条件 ( 1 ) ~ ( 3 ) を全て満たす。

## 【0068】

実施例 3 の対物レンズ 1 0 を使用して第一の光ディスク 2 0 A、第二の光ディスク 2 0 B に対する情報の記録または再生を行った場合の波面収差図を、順に、図 2 0 と図 2 1 に示す。また、比較例 3 の対物レンズを使用して第一の光ディスク 2 0 A、第二の光ディスク 2 0 B に対する情報の記録または再生を行った場合の波面収差図を、順に、図 2 2 と図 2 3 に示す。なお、各図において、( A ) が軸上での波面収差を、( B ) が軸外（像高 0 . 0 6 mm）での波面収差を表す。なお、比較例 3 の対物レンズとは、実施例 3 の対物レンズ 1 0 と同一の構成を取りつつも、第二の光ディスク使用時の倍率を 0 に設定したレンズである。条件 ( 1 ) ~ ( 3 ) を全て満たす実施例 3 の対物レンズ 1 0 を使用すると、比較例 3 の対物レンズよりも特に第二の光ディスクに対する情報の記録または再生時に発生するコマ収差が良好に補正されていることが分かる。

40

50



## 【 0 0 6 9 】

条件(1)～(3)を全て満たす実施例3の対物レンズ10によるコマ収差補正の実効性についてより詳しく説明する。図24は実施例3の対物レンズ10を用いて第一の光ディスク20Aに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図25は実施例3の対物レンズ10を用いて第二の光ディスク20Bに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図26は、比較例3の対物レンズを使用して第一の光ディスク20Aに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図27は、比較例3の対物レンズを使用して第二の光ディスク20Bに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

10

## 【 0 0 7 0 】

図24と図26を比較しつつ第一の光ディスク20A使用時に該ディスクの記録面上で発生する波面収差の量を検証する。実施例3の対物レンズ10を使用した場合、3次のコマ収差をはじめとする諸収差は、比較例3の対物レンズ使用時と略同程度に十分抑えられている。また、図25と図27を比較しつつ第二の光ディスク20B使用時に該ディスクの記録面上で発生する波面収差の量を検証する。実施例3の対物レンズ10を使用した場合、比較例3の対物レンズを使用した場合に比べて、特に3次のコマ収差が大きく抑えられている。結果として、実施例3の対物レンズ10を使用すると、第一の光ディスク20Aと第二の光ディスク20Bのどちらを使用した場合であっても、コマ収差を良好に補正

20

## 【 0 0 7 1 】

上述した実施例1～3の対物レンズ10は、第一の光ディスク20A使用時の倍率を0としていた。しかし、本発明に係る対物レンズは、少なくとも条件(1)を満たすのであれば、上記実施例1～3の構成に限定されるものではない。例えば、以下に説明する実施例4と実施例5の対物レンズ10が該当する。実施例4の対物レンズ10は、表16に示すように、第一の光ディスク使用時の倍率を0より小さく設定する(つまり、対物レンズ10には発散光が入射する)と共に、第二の光ディスク使用時の倍率を0に設定している。また、実施例5の対物レンズ10は、第一の光ディスク使用時の倍率を0より小さく設定すると共に、第二の光ディスク使用時の倍率を0より大きく設定している(つまり、対物レンズ10には収束光が入射する)。

30

## 【 実施例 4 】

## 【 0 0 7 2 】

図28(A)、図28(B)は、実施例4の対物レンズ10と第一の光ディスク20A、第二の光ディスク20Bを、各光ディスク20A、20B使用時における光路ごとに分けて図示したものである。実施例4の対物レンズ10の具体的な仕様は表16に示されている。また、実施例4の対物レンズ10を用いて各光ディスク20A、20Bに対して情報の記録または再生を行う場合における光情報記録または再生装置の具体的な数値構成を表17、表18に示す。表17、表18に示すように、対物レンズ10の第一面10aは、光軸AXからの高さhが1.25mmである位置を境にして、内側領域と外側領域に分け

40

## 【 0 0 7 3 】

## 【 表 1 6 】

	20A	20B
波長	655	785
焦点距離	2.335	2.355
NA	0.599	0.531
倍率	-0.063	0.000

【表 17】

面番号	r	d	n(655nm)	n(785nm)	備考
0		-39.20			
1( $h \leq 1.25$ )	1.496	1.35	1.54063	1.53665	対物レンズ10
1( $1.25 \leq h$ )	1.525				
2	-5.302	1.37			
3	$\infty$	0.60	1.57995	1.57326	光ディスク20A
4	$\infty$	-			

【表 18】

面番号	r	d	n(655nm)	n(785nm)	備考
0		$\infty$			
1( $h \leq 1.25$ )	1.496	1.35	1.54063	1.53665	対物レンズ 10
1( $1.25 \leq h$ )	1.525				
2	-5.302	0.86			
3	$\infty$	1.20	1.57995	1.57326	光ディスク 20B
4	$\infty$	-			

10

20

## 【0074】

実施例4の対物レンズ10の第一面10aおよび第二面10bは非球面である。従って、各非球面の形状は上記の数17によって表される。数17に用いられる円錐係数と非球面係数は、表19に示される。また、実施例4の対物レンズ10の第一面10aには、回折構造が形成される。該回折構造による回折作用を表すための光路差関数係数は、表20に示される。表17～表20に示すように、実施例4の対物レンズ10における各面10aはそれぞれ内側領域と外側領域によって、面形状（曲率半径rや非球面係数など）が異なる。

## 【0075】

【表 19】

	$\kappa$	A4	A6	A8	A10	A12
1( $h \leq 1.25$ )	-0.6000	-1.2120E-02	-1.1370E-03	-5.5940E-04	1.0170E-04	-1.1910E-04
1( $1.25 \leq h$ )	-0.6000	-5.8450E-03	-2.3900E-03	-6.1080E-04	9.4540E-04	-2.5140E-04
2	0.0000	3.5880E-02	-1.2540E-02	2.7430E-03	-7.6050E-04	1.1036E-04

30

【表 20】

	P2	P4	P6	P8	P10	P12
1( $h \leq 1.25$ )	2.4000E+00	-1.1114E+01	-5.9580E-01	-6.4330E-02	0.0000E+00	0.0000E+00
1( $1.25 \leq h$ )	-2.8460E+00	-5.9800E+00	-3.0170E+00	1.1970E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

40

## 【0076】

実施例4の対物レンズ10は、上記の各表より、条件(1)の値が0.063、条件(2)の値が0.147、条件(3)の値が-0.115である。つまり、実施例4の対物レンズ10は、条件(1)～(3)を全て満たす。

## 【0077】

実施例4の対物レンズ10を使用して第一の光ディスク20A、第二の光ディスク20Bに対する情報の記録または再生を行った場合の波面収差図を、順に、図29と図30に示す。条件(1)～(3)を全て満たす実施例4の対物レンズ10を使用すると、第一と第二のいずれの光ディスクに対する情報の記録または再生時に発生するコマ収差も良好に補正されていることが分かる。

50

## 【 0 0 7 8 】

条件(1)～(3)を全て満たす実施例4の対物レンズ10によるコマ収差補正の実効性についてさらに説明する。図31は実施例4の対物レンズ10を用いて第一の光ディスク20Aに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図32は実施例4の対物レンズ10を用いて第二の光ディスク20Bに対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。実施例4の対物レンズ10を使用した場合、第一の光ディスク20Aと第二の光ディスク20Bのどちらを使用した場合であっても、3次および5次のコマ収差を良好に補正されることがわかる。

## 【 実施例 5 】

## 【 0 0 7 9 】

図33(A)、図33(B)は、実施例5の対物レンズ10と第一の光ディスク20A、第二の光ディスク20Bを、各光ディスク20A、20B使用時における光路ごとに分けて図示したものである。実施例5の対物レンズ10の具体的な仕様は表21に示されている。また、実施例5の対物レンズ10を用いて各光ディスク20A、20Bに対して情報の記録または再生を行う場合における光情報記録または再生装置の具体的な数値構成を表22、表23に示す。表22、表23に示すように、対物レンズ10の第一面10aは、光軸AXからの高さhが1.17mmである位置を境にして、内側領域と外側領域に分けられている。

## 【 0 0 8 0 】

## 【 表 2 1 】

	20A	20B
波長	655	785
焦点距離	2.335	2.355
NA	0.599	0.511
倍率	-0.035	0.025

## 【 表 2 2 】

面番号	r	d	n(655nm)	n(785nm)	備考
0		-69.00			
1(h≤1.17)	1.475	1.35	1.54063	1.53665	対物レンズ10
1(1.17≤h)	1.501				
2	-5.686	1.29			
3	∞	0.60	1.57995	1.57326	光ディスク20A
4	∞	-			

## 【 表 2 3 】

面番号	r	d	n(655nm)	n(785nm)	備考
0		92.00			
1(h≤1.17)	1.475	1.35	1.54063	1.53665	対物レンズ 10
1(1.17≤h)	1.501				
2	-5.686	0.79			
3	∞	1.20	1.57995	1.57326	光ディスク 20B
4	∞	-			

## 【 0 0 8 1 】

実施例5の対物レンズ10の第一面10aおよび第二面10bは非球面である。従って、各非球面の形状は上記の数17によって表される。数17に用いられる円錐係数と非球面係数は、表24に示される。また、実施例5の対物レンズ10の第一面10aには、回

10

20

30

40

50

折構造が形成される。該回折構造による回折作用を表すための光路差関数係数は、表 2 5 に示される。表 2 2 ~ 表 2 5 に示すように、実施例 5 の対物レンズ 1 0 における各面 1 0 a はそれぞれ内側領域と外側領域によって、面形状（曲率半径 r や非球面係数など）が異なる。

【 0 0 8 2 】

【表 2 4】

	$\kappa$	A4	A6	A8	A10	A12
1( $h \leq 1.17$ )	-0.6000	-1.2410E-02	1.3150E-04	-7.9720E-04	-2.5440E-05	-1.8600E-04
1( $1.17 \leq h$ )	-0.6000	1.2200E-03	-8.1120E-03	1.4430E-03	6.7110E-04	-2.6390E-04
2	0.0000	3.4770E-02	-5.5840E-03	-4.7670E-03	1.9310E-03	-2.3220E-04

10

【表 2 5】

	P2	P4	P6	P8	P10	P12
1( $h \leq 1.17$ )	2.4000E+00	-1.2070E+01	-1.0310E-01	-4.6900E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
1( $1.17 \leq h$ )	-2.4465E+00	-1.0030E+00	-8.2550E+00	2.5510E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

【 0 0 8 3 】

実施例 5 の対物レンズ 1 0 は、上記の各表より、条件 ( 1 ) の値が 0 . 0 6 0、条件 ( 2 ) の値が 0 . 1 4 0、条件 ( 3 ) の値が - 0 . 1 3 5 である。つまり、実施例 5 の対物レンズ 1 0 は、条件 ( 1 ) ~ ( 3 ) を全て満たす。

【 0 0 8 4 】

実施例 5 の対物レンズ 1 0 を使用して第一の光ディスク 2 0 A、第二の光ディスク 2 0 B に対する情報の記録または再生を行った場合の波面収差図を、順に、図 3 4 と図 3 5 に示す。条件 ( 1 ) ~ ( 3 ) を全て満たす実施例 5 の対物レンズ 1 0 を使用すると、第一と第二のいずれの光ディスクに対する情報の記録または再生時に発生するコマ収差も良好に補正されていることが分かる。

20

【 0 0 8 5 】

条件 ( 1 ) ~ ( 3 ) を全て満たす実施例 5 の対物レンズ 1 0 によるコマ収差補正の実効性についてさらに説明する。図 3 6 は実施例 5 の対物レンズ 1 0 を用いて第一の光ディスク 2 0 A に対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。図 3 7 は実施例 5 の対物レンズ 1 0 を用いて第二の光ディスク 2 0 B に対する情報の記録または再生を行ったときに発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。実施例 5 の対物レンズ 1 0 を使用した場合、第一の光ディスク 2 0 A と第二の光ディスク 2 0 B のどちらを使用した場合であっても、3 次および 5 次のコマ収差を良好に補正されることがわかる。

30

【 0 0 8 6 】

以上が本発明の実施形態である。なお、上記実施形態はあくまでも本発明に係る対物レンズの一例である。つまり本発明に係る対物レンズは、上記実施形態の構成に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 7 】

【図 1】本発明の実施形態の対物レンズおよび各光ディスクを、各光ディスク使用時における光路ごとに分けて示している。

40

【図 2】実施例 1 の対物レンズの、第一の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図 3】実施例 1 の対物レンズの、第二の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図 4】比較例 1 の対物レンズの、第一の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図 5】比較例 1 の対物レンズの、第二の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

50

【図6】実施例1の対物レンズの、第一の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図7】実施例1の対物レンズの、第二の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図8】比較例1の対物レンズの、第一の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図9】比較例1の対物レンズの、第二の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図10】本発明の実施例2の対物レンズおよび各光ディスクを、各光ディスク使用時における光路ごとに分けて示している。

10

【図11】実施例2の対物レンズの、第一の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図12】実施例2の対物レンズの、第二の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図13】比較例2の対物レンズの、第一の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図14】比較例2の対物レンズの、第二の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図15】実施例2の対物レンズの、第一の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

20

【図16】実施例2の対物レンズの、第二の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図17】比較例2の対物レンズの、第一の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図18】比較例2の対物レンズの、第二の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図19】本発明の実施例3の対物レンズおよび各光ディスクを、各光ディスク使用時における光路ごとに分けて示している。

【図20】実施例3の対物レンズの、第一の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

30

【図21】実施例3の対物レンズの、第二の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図22】比較例3の対物レンズの、第一の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図23】比較例3の対物レンズの、第二の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図24】実施例3の対物レンズの、第一の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図25】実施例3の対物レンズの、第二の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

40

【図26】比較例3の対物レンズの、第一の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図27】比較例3の対物レンズの、第二の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図28】本発明の実施例4の対物レンズおよび各光ディスクを、各光ディスク使用時における光路ごとに分けて示している。

【図29】実施例4の対物レンズの、第一の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図30】実施例4の対物レンズの、第二の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

50

【図31】実施例4の対物レンズの、第一の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図32】実施例4の対物レンズの、第二の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図33】本発明の実施例5の対物レンズおよび各光ディスクを、各光ディスク使用時における光路ごとに分けて示している。

【図34】実施例5の対物レンズの、第一の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

【図35】実施例5の対物レンズの、第二の光ディスク使用時における波面収差を表す収差図である。

10

【図36】実施例5の対物レンズの、第一の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図37】実施例5の対物レンズの、第二の光ディスク使用時に発生する波面収差と像高との関係を表すグラフである。

【図38】本実施形態の対物レンズを採用する光ピックアップ装置の構成例を表す図である。

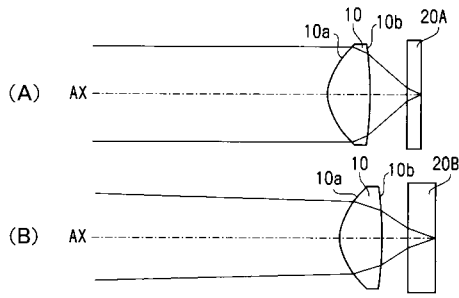
【符号の説明】

【0088】

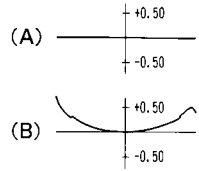
- 10 対物レンズ
- 20A 第一の光ディスク
- 20B 第二の光ディスク
- 30A, 30B 光源
- 40A, 40B カバーガラス
- 50A, 50B カップリングレンズ
- 60 ビームスプリッタ
- 100 光ピックアップ装置

20

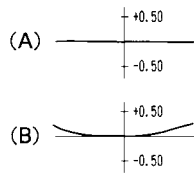
【 図 1 】



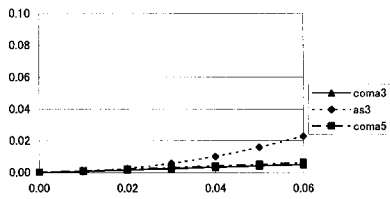
【 図 2 】



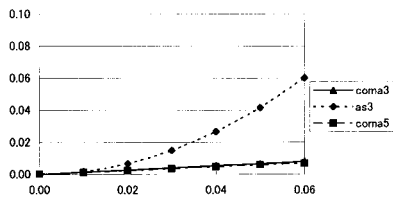
【 図 3 】



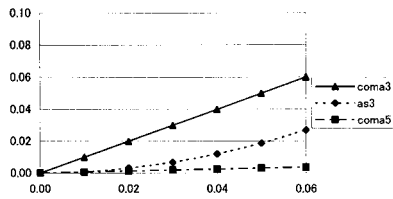
【 図 7 】



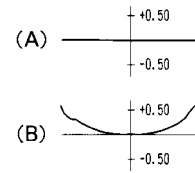
【 図 8 】



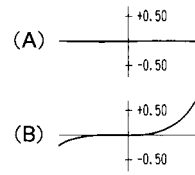
【 図 9 】



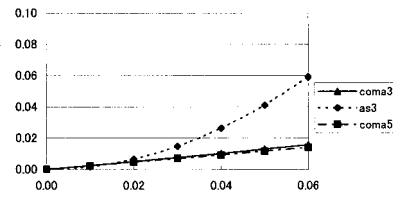
【 図 4 】



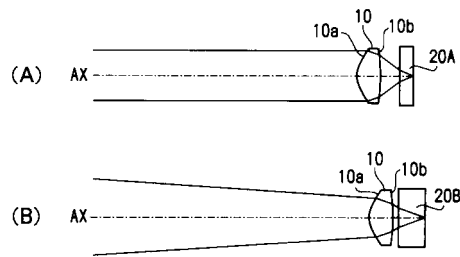
【 図 5 】



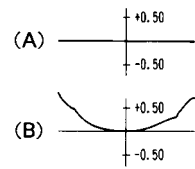
【 図 6 】



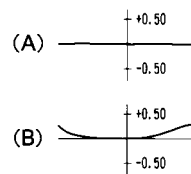
【 図 10 】



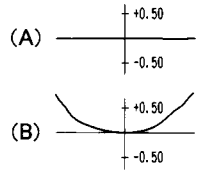
【 図 11 】



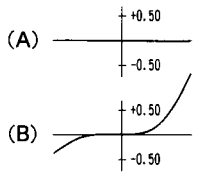
【 図 12 】



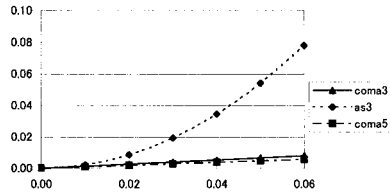
【 13 】



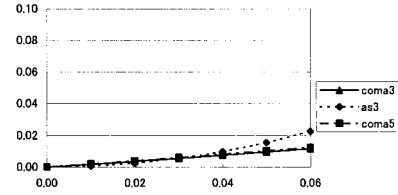
【 14 】



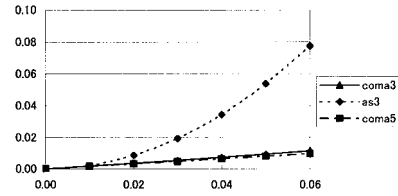
【 15 】



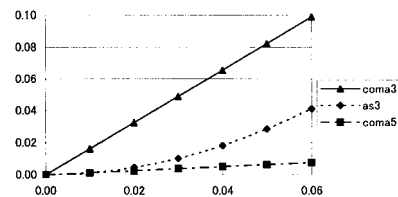
【 16 】



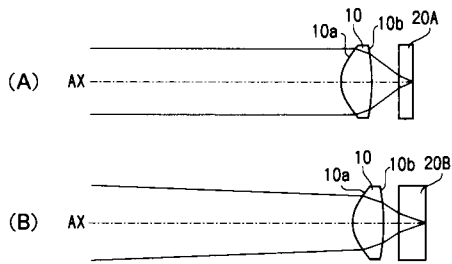
【 17 】



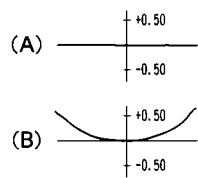
【 18 】



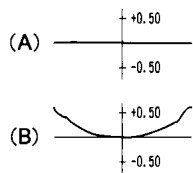
【 19 】



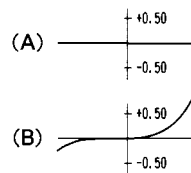
【 22 】



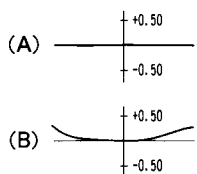
【 20 】



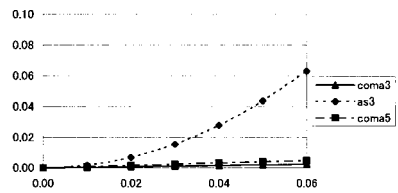
【 23 】



【 21 】

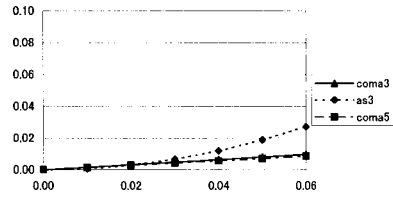


【 24 】

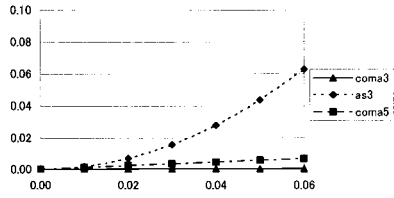




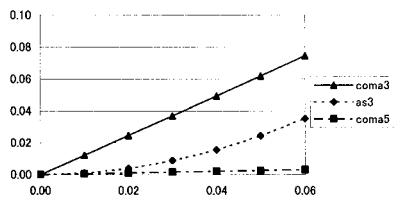
【 25 】



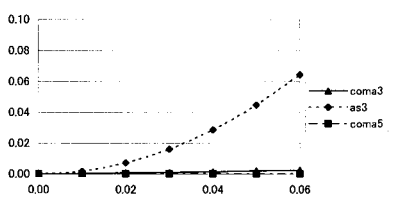
【 26 】



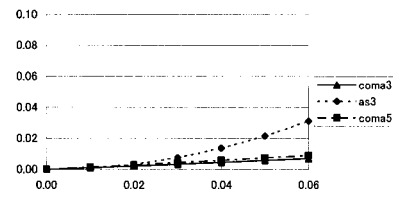
【 27 】



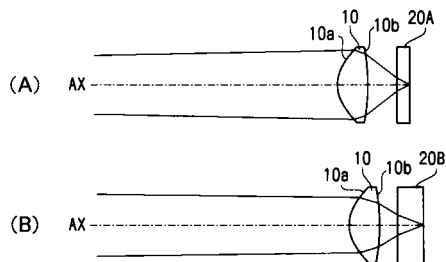
【 31 】



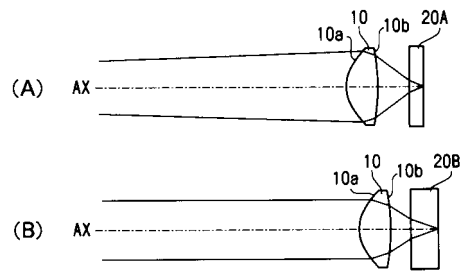
【 32 】



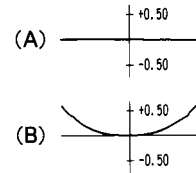
【 33 】



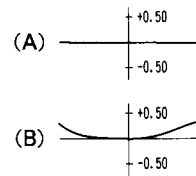
【 28 】



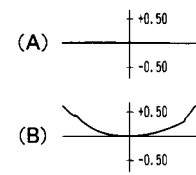
【 29 】



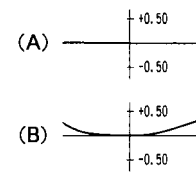
【 30 】



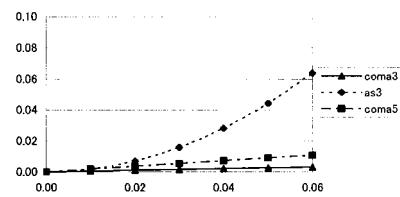
【 34 】



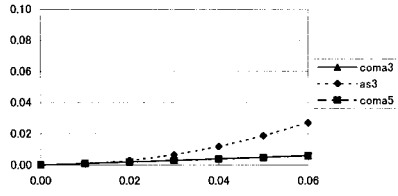
【 35 】



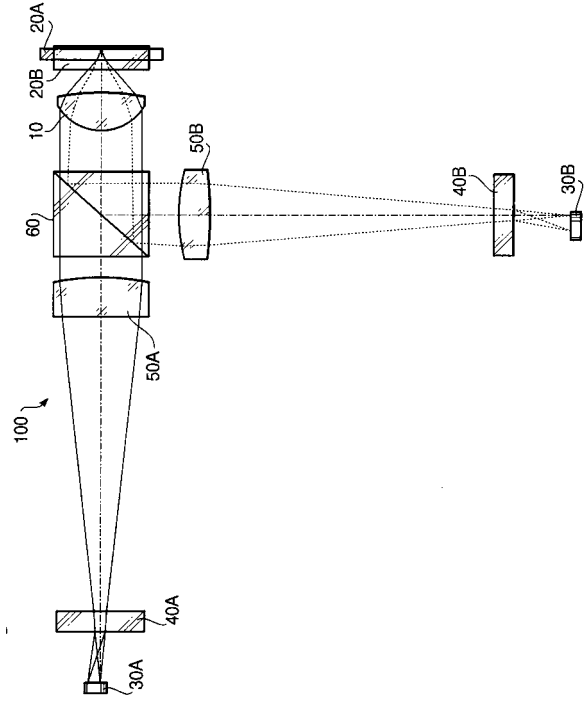
【 36 】



【 3 7 】



【 3 8 】



---

フロントページの続き

審査官 井上 信一

(56)参考文献 特開2001-076367(JP,A)  
特開平11-007653(JP,A)  
特開2004-152443(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G11B 7/135