

(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2006-127721

(P2006-127721A)

(43) 公開日 平成18年5月18日(2006.5.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/135 (2006.01)	G 1 1 B 7/135 A	2 H 0 8 7
G O 2 B 13/00 (2006.01)	G O 2 B 13/00	5 D 7 8 9
G O 2 B 13/18 (2006.01)	G O 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 69 O L (全 64 頁)

(21) 出願番号	特願2004-329419 (P2004-329419)	(71) 出願人	303000408
(22) 出願日	平成16年11月12日 (2004.11.12)		コニカミノルタオプト株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2004-117023 (P2004-117023)		東京都八王子市石川町2970番地
(32) 優先日	平成16年4月12日 (2004.4.12)	(74) 代理人	100090033
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 荒船 博司
(31) 優先権主張番号	特願2004-178216 (P2004-178216)	(72) 発明者	池中 清乃
(32) 優先日	平成16年6月16日 (2004.6.16)		東京都八王子市石川町2970番地 コニ
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		カミノルタオプト株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2004-287708 (P2004-287708)	(72) 発明者	黒釜 龍司
(32) 優先日	平成16年9月30日 (2004.9.30)		東京都八王子市石川町2970番地 コニ
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		カミノルタオプト株式会社内
		(72) 発明者	和智 美佳
			東京都八王子市石川町2970番地 コニ
			カミノルタオプト株式会社内

最終頁に続く

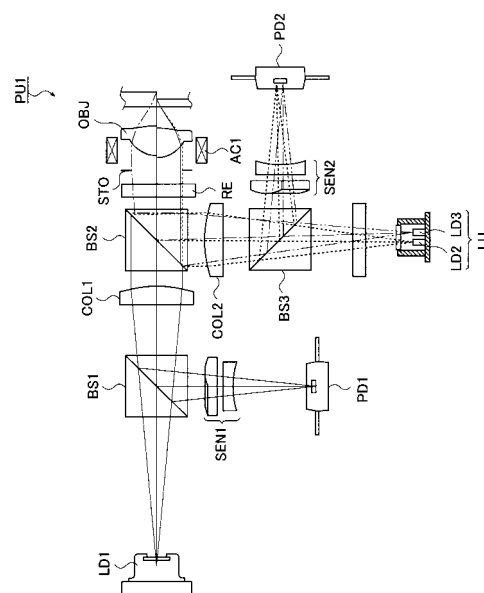
(54) 【発明の名称】 対物レンズ、光ピックアップ装置及びカップリングレンズ

(57) 【要約】

【課題】 高密度光ディスクを含む少なくとも3種類の光ディスクに対する情報の再生及び／又は記録に用いられ、トラッキング特性に問題が生じない対物レンズ、光ピックアップ装置及びカップリングレンズを提供する。

【解決手段】 本発明の対物レンズは、第1～第3光ディスクに対して、波長 1～3の各光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置用の対物レンズであり、対物レンズには波長 1、2及び3の各光束が入射し、波長 1の光束に対する前記対物レンズの光学系倍率 m_1 は、 $0 < m_1 \leq 1/10$ を満たす。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも、保護基板厚 t_1 の第 1 光ディスクに対して、第 1 光源から出射される波長 λ_1 の光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行い、保護基板厚 t_2 ($0.9 \times t_1 < t_2$) の第 2 光ディスクに対して、第 2 光源から出射される波長 λ_2 ($1.5 \times \lambda_1 < \lambda_2 < 1.7 \times \lambda_1$) の光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行い、保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第 3 光ディスクに対して、第 3 光源から出射される波長 λ_3 ($1.8 \times \lambda_1 < \lambda_3 < 2.2 \times \lambda_1$) の光束を用いて情報の再生及び / 又は記録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、前記各光ディスクに対して情報の再生又は記録を行う際に、それぞれ対応する前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が入射して使用され、前記波長 λ_1 の光束に対する前記対物レンズの光学系倍率 m_1 は、

$$0 < m_1 < 1 / 1.0$$

を満たすことを特徴とする対物レンズ。

【請求項 2】

$$0 < m_1 < 1 / 1.5$$

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】

前記波長 λ_3 の光束に対する前記対物レンズの光学系倍率 m_3 は、

$$-1 / 1.0 < m_3 < 0$$

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。

【請求項 4】

$$-1 / 1.5 < m_3 < 0$$

を満たすことを特徴とする請求項 3 に記載の対物レンズ。

【請求項 5】

前記対物レンズの少なくとも 1 つの光学面に位相構造が設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 6】

前記位相構造が回折構造であることを特徴とする請求項 5 に記載の対物レンズ。

【請求項 7】

前記対物レンズのアッベ数 d は、

$$4.0 < d < 9.0$$

を満たし、前記回折構造において前記第 3 光ディスクの記録又は再生には使用しない領域に形成された各輪帯間の光軸に平行な方向の段差量 d_{out} は、

$$(2k - 1) \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_{out} < 2k \times \lambda_1 / (n_1 - 1)$$

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。

k : 正の整数

n_1 : 前記波長 λ_1 の光束に対する前記対物レンズの屈折率

【請求項 8】

$$5 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_{out} < 6 \times \lambda_1 / (n_1 - 1)$$

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。

【請求項 9】

前記第 1 光源から出射される光束の波長が $+10 \text{ nm}$ 変化した光束を入射させた際に、近軸集光位置を P_0 、前記波長 λ_3 の光束の記録及び / 又は再生に用いられる第 1 領域のうち、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P_1 、前記第 1 領域より外側に配置される第 2 領域のうち、最も光軸に近い領域を通過した光束の集光位置を P_2 、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P_3 とすると、

$$1.7 \times 10^{-3} < |P_2 - P_3| < 7.0 \times 10^{-3}$$

$$P_0 < P_2 < P_1 \text{ 又は } P_1 < P_2 < P_0$$

を満たすことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の対物レンズ。

【請求項 10】

前記波長 1 の光束で波長が変化した場合に、縦球面収差における前記第 1 領域内での収差の傾きと、第 2 領域内での収差の傾きが同方向となっていることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の対物レンズ。

【請求項 11】

前記波長 3 の光束が入射した場合に、前記光学面において前記波長 3 の光束に対する開口数以上の領域を通過した光は、前記第 3 光ディスク上で集光スポット位置より 0 . 0 1 mm 以上離れた位置に集光することを特徴とする請求項 6 に記載の対物レンズ。

【請求項 12】

前記位相構造は、前記波長 1、2 及び 3 の光束のうち少なくとも 1 つの光束に対して正の回折作用を与えることを特徴とする請求項 6 に記載の対物レンズ。 10

【請求項 13】

前記第 1、第 2 及び第 3 光ディスクのうち少なくとも 1 つの光ディスクに対して、その情報記録面上に形成される集光スポットの波面収差の成分である、温度が上昇した場合の 3 次の球面収差変化は、正であることを特徴とする請求項 12 に記載の対物レンズ。

【請求項 14】

前記位相構造のパワーが負であることを特徴とする請求項 6 に記載の対物レンズ。

【請求項 15】

前記位相構造が、前記光学面の前記波長 2 の光束が通過する領域に設けられていることを特徴とする請求項 5 ~ 14 のいずれか一項に記載の対物レンズ。 20

【請求項 16】

前記位相構造において、前記波長 1 の光束は実質的に位相差を与えられずに透過し、前記波長 2 の光束は実質的に位相差を与えられて回折することを特徴とする請求項 6 ~ 15 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 17】

前記位相構造において、前記波長 2 の光束は実質的に位相差を与えられずに透過し、前記波長 1 の光束は実質的に位相差を与えられて回折することを特徴とする請求項 6 ~ 15 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 18】

前記第 1 光ディスクの情報記録面上に形成される集光スポットにおける前記波長 1 の光束の波長変化に対する光軸方向の波面収差最小位置変化量 dfb/d が、 30

$$|dfb/d| \leq 0.1 [\mu m/nm]$$

を満たすことを特徴とする請求項 14 に記載の対物レンズ。

【請求項 19】

前記第 2 光ディスクの情報記録面上に形成される集光スポットにおける前記波長 2 の光束の波長変化に対する光軸方向の波面収差最小位置変化量 dfb/d が、

$$|dfb/d| \leq 0.2 [\mu m/nm]$$

を満たすことを特徴とする請求項 14 に記載の対物レンズ。

【請求項 20】

前記位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成される回折構造であり、前記位相構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、波長 3 の記録及び / 又は再生に使用される領域に形成された前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、 40

$$8 \times 1 / (n_1 - 1) \leq d < 9 \times 1 / (n_1 - 1)$$

を満たすことを特徴とする請求項 5 ~ 19 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

n_1 : 前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの屈折率

【請求項 21】

前記位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成される回折構造であり、前記位相構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、波長 3 の記録及び / 又は再生に使用される領域に形成された前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$6 \times 1 / (n_1 - 1) \leq d < 7 \times 1 / (n_1 - 1)$$

を満たすことを特徴とする請求項 5 ~ 19 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

n_1 : 前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの屈折率

【請求項 22】

前記位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成される回折構造であり、前記位相構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、波長 3 の記録及び / 又は再生に使用される領域に形成された前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$1.0 \times 10^{-4} / (n_1 - 1) < d < 1.2 \times 10^{-4} / (n_1 - 1)$$

を満たすことを特徴とする請求項 5 ~ 19 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

n_1 : 前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの屈折率

【請求項 23】

前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの焦点距離 f_1 が、

$$0.8 \text{ mm} < f_1 < 4.0 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 22 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 24】

前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの焦点距離 f_1 が、

$$1.3 \text{ mm} < f_1 < 2.2 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする請求項 23 記載の対物レンズ。

【請求項 25】

前記波長 3 の光束に対する前記対物レンズの前記光ディスク側の開口数 NA_3 が、

$$0.49 < NA_3 < 0.54$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 24 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 26】

$t_1 = t_2$ であることを特徴とする請求項 1 ~ 25 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 27】

前記波長 2 の光束に対する前記対物レンズの光学系倍率 m_2 は、

$$m_2 = 0$$

であることを特徴とする請求項 1 ~ 26 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 28】

プラスチック製であることを特徴とする請求項 1 ~ 27 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 29】

ガラス製であることを特徴とする請求項 1 ~ 27 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 30】

2 つのレンズを組み合わせて構成されることを特徴とする請求項 1 ~ 29 のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項 31】

前記対物レンズは 2 つ以上のレンズで構成され、最も前記光源側に配置されるレンズに前記位相構造が設けられていることを特徴とする請求項 5 に記載の対物レンズ。

【請求項 32】

請求項 1 ~ 31 のいずれか一項に記載の対物レンズを備えることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 33】

前記波長 3 の光束の光路上に開口制限素子が配置されることを特徴とする請求項 32 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 34】

前記開口制限素子が、液晶素子又は波長選択フィルタであることを特徴とする請求項 32 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 35】

前記波長 1 の光束の光路上に、前記波長 1 の光束の色収差を補正する機能を有する色収差補正素子が配置されていることを特徴とする請求項 32 記載の光ピックアップ装置

10

20

30

40

50

。

【請求項 3 6】

前記第 1 光ディスクに対して情報の再生又は記録を行う際には、前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束を受光し、前記第 2 光ディスクに対して情報の再生又は記録を行う際には、前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光するとともに、前記第 3 光ディスクに対して情報の再生又は記録を行う際には、前記第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器を備えることを特徴とする請求項 3 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 7】

前記波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上に、光軸方向に移動可能なカップリングレンズが配置されることを特徴とする請求項 3 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 8】

前記波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上に、カップリングレンズと液晶素子とが配置されることを特徴とする請求項 3 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 9】

前記カップリングレンズの少なくとも 1 面には、回折構造が形成されていることを特徴とする請求項 3 7 又は 3 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 0】

前記カップリングレンズの回折構造は、前記第 1 光ディスクの情報記録面上に形成される集光スポットにおける前記波長 1 の光束の波長変化に対する光軸方向の波面収差最小位置変化量 dfb/d が、

$$|dfb/d| \leq 0.1 [\mu m/nm]$$

を満たすことを特徴とする請求項 3 9 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 1】

前記カップリングレンズと液晶素子とが一体化されていることを特徴とする請求項 3 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 2】

前記第 2 光源と前記第 3 光源とが、同一の筐体内に格納されることで 1 パッケージ化されていることを特徴とする請求項 3 6 ~ 4 1 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置

【請求項 4 3】

前記第 1、第 2 及び第 3 光ディスクのうち少なくとも 1 つの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束を受光する光検出器に関して、前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束及び前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器と、前記第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器とを備えることを特徴とする請求項 3 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 4】

前記波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上にカップリングレンズが配置され、当該カップリングレンズの少なくとも 1 つの光学面に回折構造が設けられていることを特徴とする請求項 4 3 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 5】

前記波長 1 の光束に対する前記カップリングレンズの焦点距離 f_c が、
 $6\text{ mm} \leq f_c \leq 15\text{ mm}$ を満たすことを特徴とする請求項 4 4 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 6】

前記波長 1 の光束のみが通過する光路中に前記波長 1 の光束に対する色収差補正素子が配置されていることを特徴とする請求項 4 5 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 7】

10

20

30

40

50

前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束及び前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器と前記カップリングレンズとの間の光路中に非点収差板が配置されており、

少なくとも前記波長 1 及び波長 2 の光束のうち、一方の波長の光束が、前記非点収差板を反射してから前記カップリングレンズに入射することを特徴とする請求項 44 ~ 46 の何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 48】

前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束及び前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器と前記カップリングレンズとの間の光路中に複合ビームスプリッタが配置されており、

前記波長 1 及び波長 2 の光束は、前記複合ビームスプリッタで光路合成されてから前記カップリングレンズに入射し、当該複合ビームスプリッタによって前記波長 1 及び波長 2 の光束の往路と復路との光路が異なることを特徴とする請求項 44 ~ 46 の何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 49】

前記複合ビームスプリッタは、

波長に応じて光を透過又は反射するダイクロ機能を有する第 1 面と、

偏光方向に応じて透過又は反射するビームスプリッタ機能を有する第 2 面と、

光を反射する第 3 面とを備えることを特徴とする請求項 48 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 50】

前記波長 2 の光束は、

前記第 2 光源から出射された場合には前記第 1 面及び前記第 2 面を透過した後に前記複合ビームスプリッタから出射され、前記カップリングレンズから出射された場合には前記第 2 面及び前記第 3 面で反射されることで前記複合ビームスプリッタから出射され、

前記波長 1 の光束は、

前記第 1 光源から出射された場合には前記第 1 面で反射された後に第 2 面を透過することで前記複合ビームスプリッタから出射され、前記カップリングレンズから出射された場合には前記第 2 面及び前記第 3 面で反射されることで前記複合ビームスプリッタから出射されることを特徴とする請求項 49 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 51】

前記カップリングレンズに形成された前記回折構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、前記回折構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$2 \times \frac{1}{(n_1 - 1)} \leq d < 3 \times \frac{1}{(n_1 - 1)}$$

を満たすことを特徴とする請求項 44 に記載の光ピックアップ装置。

n_1 : 前記波長 1 の光束に対する前記カップリングレンズの屈折率

【請求項 52】

前記カップリングレンズの回折構造が、前記カップリングレンズの光ディスク側の光学面と前記光源側の光学面の両方に形成されていることを特徴とする請求項 44 ~ 51 のい

【請求項 53】

前記カップリングレンズの前記光源側の光学面に形成される前記回折構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、前記回折構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$1.0 \times \frac{1}{(n_1 - 1)} \leq d < 1.2 \times \frac{1}{(n_1 - 1)}$$

を満たすことを特徴とする請求項 52 に記載の光ピックアップ装置。

n_1 : 前記波長 1 の光束に対する前記カップリングレンズの屈折率

【請求項 54】

前記カップリングレンズの前記光源側の光学面に形成される前記回折構造において、前

記波長 1 の光束は実質的に位相差を与えられずに透過し、前記波長 2 の光束は実質的に位相差を与えられて回折することを特徴とする請求項 5 2 又は 5 3 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 5】

前記カップリングレンズが、前記波長 1 及び波長 2 の光束が通過するカップリングレンズと、前記波長 3 の光束が通過するカップリングレンズとに別体化されて配置されていることを特徴とする請求項 4 4 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 6】

前記第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器がホログラムレーザであることを特徴とする請求項 4 3 に記載の光ピックアップ装置。 10

【請求項 5 7】

前記第 1、第 2 及び第 3 光ディスクのうち少なくとも 1 つの情報記録面上で反射した前記光束を受光する光検出器に関して、前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束及び前記第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器と、前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器とを備えることを特徴とする請求項 3 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5 8】

回折構造を有し、前記波長 2 及び波長 3 の光束が通過するように共通化されたカップリングレンズを備えることを特徴とする請求項 5 7 に記載の光ピックアップ装置。 20

【請求項 5 9】

前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束及び前記第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器と、前記第 2 光源と、前記第 3 光源とが、同一の筐体内に格納されることで 1 パッケージ化されていることを特徴とする請求項 5 7 又は 5 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6 0】

前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束を受光する光検出器と、

第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器及び前記第 2 光源とが 1 パッケージ化された第 1 レーザと、 30

第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器及び前記第 3 光源とが 1 パッケージ化された第 2 レーザとを備えることを特徴とする請求項 3 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6 1】

複数のプリズム機能を有するラミレートプリズムが、前記波長 1、2 及び 3 の各光束のうち、少なくとも 2 つの光束の共通光路上に配置されていることを特徴とする請求項 3 2 に記載のピックアップ装置。

【請求項 6 2】

前記波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上に、回折格子を有するカップリングレンズが設けられ、 40

光軸に垂直な方向の前記対物レンズの移動を前記カップリングレンズの前記回折格子により検出することを特徴とする請求項 3 2 ~ 3 6、4 2、4 3、5 7、6 0、6 1 の何れか一項に記載のピックアップ装置。

【請求項 6 3】

前記カップリングレンズには回折格子が設けられており、

光軸に垂直な方向の前記対物レンズの移動を前記カップリングレンズの前記回折格子により検出することを特徴とする請求項 3 7 ~ 4 1、4 4 ~ 5 5、5 8、5 9 の何れか一項に記載のピックアップ装置。

【請求項 6 4】

請求項 3 6 記載の光ピックアップ装置に備えられ、
前記波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上で光軸方向に移動可能であることを特徴とするカップリングレンズ。

【請求項 6 5】

液晶素子と一体化されていることを特徴とする請求項 6 4 記載のカップリングレンズ。

【請求項 6 6】

請求項 4 3 記載の光ピックアップ装置に備えられ、

少なくとも 1 つの光学面に回折構造が設けられているとともに、前記波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上に配置されていることを特徴とするカップリングレンズ。

【請求項 6 7】

前記波長 1 の光束に対する焦点距離 f_c が、

$6\text{ mm} < f_c < 15\text{ mm}$ を満たすことを特徴とする請求項 6 6 に記載のカップリングレンズ。

【請求項 6 8】

前記波長 1 及び波長 2 の光束が通過するカップリングレンズと、前記波長 3 の光束が通過するカップリングレンズとに別体化されて配置されていることを特徴とする請求項 6 6 に記載のカップリングレンズ。

【請求項 6 9】

請求項 5 7 記載の光ピックアップ装置に備えられ、

回折構造を有し、前記波長 2 及び波長 3 の光束が通過するように共通化されていることを特徴とするカップリングレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対物レンズ、光ピックアップ装置及びカップリングレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光ピックアップ装置において、光ディスクに記録された情報の再生や、光ディスクへの情報の記録のための光源として使用されるレーザ光源の短波長化が進み、例えば、青紫色半導体レーザや、第 2 高調波発生を利用して赤外半導体レーザの波長変換を行う青紫色 SHG レーザ等の波長 405 nm のレーザ光源が実用化されつつある。

これら青紫色レーザ光源を使用すると、デジタルバーサタイルディスク（以下、DVD と略記する）と同じ開口数（NA）の対物レンズを使用する場合で、直径 12 cm の光ディスクに対して、15 ~ 20 GB の情報の記録が可能となり、対物レンズの NA を 0.85 にまで高めた場合には、直径 12 cm の光ディスクに対して、23 ~ 27 GB の情報の記録が可能となる。以下、本明細書では、青紫色レーザ光源を使用する光ディスク及び光磁気ディスクを総称して「高密度光ディスク」という。

【0003】

ところで、高密度光ディスクとして、現在 2 つの規格が提案されている。1 つは NA 0.85 の対物レンズを使用し保護層厚みが 0.1 mm であるブルーレイディスク（以下、BD と略記する）であり、もう 1 つは NA 0.65 乃至 0.67 の対物レンズを使用し保護層厚みが 0.6 mm である HDDVD（以下、HD と略記する）である。将来、市場にこれら 2 つの規格の高密度光ディスクが流通する可能性があることを鑑みると、何れの高密度光ディスクに対しても既存の DVD や CD も記録・再生を行なうことができる互換用光ピックアップ装置は重要であり、中でも対物レンズで互換を行なう 1 レンズ方式は最も理想的な形態である。

【0004】

従来より、複数の光ディスクに使用される光束の波長や保護基板厚が異なることに起因して発生する収差の補正方法として、対物光学系への入射光束の発散度合いを変えたり、あるいは、光ピックアップ装置を構成する光学素子の光学面に回折構造を設ける技術が知

10

20

30

40

50

られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 2 9 8 4 2 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

しかし、特許文献 1 に記載の発明は、DVD / CD 間で互換を達成する際の収差補正方法として、対物光学系への入射光束の発散度合いを変えるものであり、この技術を高密度光ディスクと CD との互換達成に適用すると、高密度光ディスクは、使用光束の波長が短く、NA が大きく、保護層厚の差が大きいことから、トラッキング時のレンズシフトによるコマ収差の発生量が大きくなるという問題や、軸外特性が大きく悪化するという問題がある。 10

【0 0 0 6】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、高密度光ディスクを含む少なくとも 3 種類の光ディスクに対する情報の再生及び / 又は記録に用いられ、トラッキング特性に問題が生じない対物レンズ、光ピックアップ装置及びカップリングレンズを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

本明細書においては、上述した BD や HD 以外にも、情報記録面上に数 ~ 数十 nm 程度の厚さの保護膜を有する光ディスクや、保護層或いは保護膜の厚さが 0 (ゼロ) の光ディスクも高密度光ディスクに含むものとする。 20

本明細書においては、DVD とは、DVD - ROM、DVD - Video、DVD - Audio、DVD - RAM、DVD - R、DVD - RW、DVD + R、DVD + RW 等の DVD 系列の光ディスクの総称であり、CD とは、CD - ROM、CD - Audio、CD - Video、CD - R、CD - RW 等の CD 系列の光ディスクの総称である。

【0 0 0 8】

以上の課題を解決するために、請求項 1 記載の発明は、少なくとも、保護基板厚 t_1 の第 1 光ディスクに対して、第 1 光源から出射される波長 λ_1 の光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行い、保護基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$) の第 2 光ディスクに対して、第 2 光源から出射される波長 λ_2 ($1.5 \times \lambda_1 < \lambda_2 < 1.7 \times \lambda_1$) の光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行い、保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第 3 光ディスクに対して、第 3 光源から出射される波長 λ_3 ($1.8 \times \lambda_1 < \lambda_3 < 2.2 \times \lambda_1$) の光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行う光ピックアップ装置用の対物レンズにおいて、 30

前記対物レンズは、前記各光ディスクに対して情報の再生又は記録を行う際に、それぞれ対応する前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束が入射して使用され、前記波長 λ_1 の光束に対する前記対物レンズの光学系倍率 m_1 は、

$$0 < m_1 < 1 / 1.0$$

を満たすことを特徴とする。

【0 0 0 9】

なお、保護基板厚 t_2 としてより好ましくは $0.9 \times t_1 < t_2$ である。 40

【0 0 1 0】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 に記載の対物レンズにおいて、

$$0 < m_1 < 1 / 2.0$$

を満たすことを特徴とする。

【0 0 1 1】

なお、光学系倍率 m_1 としてより好ましくは $0 < m_1 < 1 / 1.5$ である。

【0 0 1 2】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の対物レンズにおいて、

前記波長 λ_3 の光束に対する前記対物レンズの光学系倍率 m_3 は、

$$-1 / 1.0 < m_3 < 0$$

を満たすことを特徴とする。

【0013】

請求項4記載の発明は、請求項3に記載の対物レンズにおいて、

$$-1/20 \leq m_3 < 0$$

を満たすことを特徴とする。

【0014】

なお、光学系倍率 m_3 としてより好ましくは $-1/15 \leq m_3 < 0$ である。

【0015】

対物光学系の光学面上に形成する位相構造は、第1波長 λ_1 と第2波長 λ_2 の波長差に起因する色収差、及び/又は、第1光ディスクの保護層と第2光ディスクの保護層の厚みの差に起因する球面収差を補正するための構造である。ここでいう色収差とは、波長差に起因する光軸方向の波面収差最小位置変動を指す。

【0016】

上述の位相構造は、回折構造、光路差付与構造の何れであってもよい。回折構造としては、図1に模式的に示すように、複数の輪帯100から構成され、光軸を含む断面形状が鋸歯形状であるものや、図2に模式的に示すように、段差101の方向が有効径内で同一である複数の輪帯102から構成され、光軸を含む断面形状が階段形状であるものや、図3に模式的に示すように、内部に階段構造が形成された複数の輪帯103から構成されるものや、図4に模式的に示すように、段差104の方向が有効径途中で入れ替わる複数の輪帯105から構成され、光軸を含む断面形状が階段形状であるものがある。また、光路差付与構造としては、図4に模式的に示すように、段差104の方向が有効径途中で入れ替わる複数の輪帯105から構成され、光軸を含む断面形状が階段形状であるものがある。従って、図4に模式的に示した構造は、回折構造である場合もあるし、光路差付与構造である場合もある。尚、図1乃至図4は、各位相構造を平面上に形成した場合を模式的に示したものであるが、各位相構造を球面或いは非球面上に形成してもよい。尚、本明細書では、図1、2、及び4に示したような複数の輪帯から構成される回折構造を記号「DOE」で表し、図3に示したような内部に階段構造が形成された複数の輪帯から構成される回折構造を記号「HOE」で表すものとする。

【0017】

請求項1～4に記載の発明のように、波長 λ_1 の光束を緩い収束光として対物レンズに入射させ、波長 λ_3 の光束を緩い発散光として対物レンズに入射させることにより、例えば、波長 λ_1 の光束を平行光として入射させる場合と比較して、対物レンズの光学系倍率を抑えることができ、トラッキング時の収差の発生量を抑えることが可能となる。

【0018】

また、保護基板厚 t_2 が $0.9 \times t_1 \leq t_2$ 、光学系倍率 m_1 が $0 < m_1 \leq 1/15$ 、光学系倍率 m_3 が $-1/15 \leq m_3 < 0$ の少なくとも1つが満たされていると、従来の対物レンズよりも薄いスーパースリムレンズであっても、トラッキング時の収差の発生量を抑えることができる。

【0019】

請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記対物レンズの少なくとも1つの光学面に位相構造が設けられていることを特徴とする。

【0020】

請求項5記載の発明によれば、対物レンズの少なくとも1つの光学面に位相構造が設けられているので、この位相構造によって第1光ディスクと第2光ディスクとの互換、対物レンズがプラスチックを材料としている場合には材料の屈折率の温度依存性により温度変化時に生じる収差補正、又は最も波長の短い第1光ディスクの色補正等を行うことができる。

【0021】

請求項6記載の発明は、請求項5に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造が回折構造であることを特徴とする。

【0022】

請求項6記載の発明によれば、位相構造が回折構造であるので、第1光ディスクと第2光ディスクとの互換、対物レンズの温度に対する収差補正、又は第1光ディスクの色補正等をより効果的に行うことができる。

【0023】

請求項7記載の発明は、請求項6記載の対物レンズにおいて、
前記対物レンズのアッペ数 d は、

$$40 < d < 90$$

を満たし、前記回折構造において前記第3光ディスクの記録又は再生には使用しない領域に形成された各輪帯間の光軸に平行な方向の段差量 d_{out} は、

$$(2k-1) \times \frac{1}{(n_1-1)} d_{out} < 2k \times \frac{1}{(n_1-1)}$$

を満たすことを特徴とする。

【0024】

請求項7記載の発明によれば、対物レンズのアッペ数 d が、 $40 < d < 90$ を満たし、回折構造において第3光ディスクの記録及び／又は再生には使用しない領域に形成された各輪帯間の光軸に平行な方向の段差量 d_{out} が、 $(2k-1) \times \frac{1}{(n_1-1)} d_{out} < 2k \times \frac{1}{(n_1-1)}$ を満たしているので、前記領域を通過した波長

3の光束は2つ以上の不要回折光に光量が分散され、第3光ディスクのフォーカス信号に強い疑似信号が生じない。したがって、良好に対物レンズのフォーカシングを行うことができる。

【0025】

請求項8記載の発明は、請求項7記載の対物レンズにおいて、

$$5 \times \frac{1}{(n_1-1)} d_{out} < 6 \times \frac{1}{(n_1-1)}$$

を満たすことを特徴とする。

【0026】

請求項8記載の発明によれば、 $5 \times \frac{1}{(n_1-1)} d_{out} < 6 \times \frac{1}{(n_1-1)}$ が満たされているので、使用する波長 λ_1 、 λ_2 の光束における回折光は理論上の回折効率が高くなる。

【0027】

請求項9記載の発明は、請求項7又は8に記載の対物レンズにおいて、

前記第1光源から出射される光束の波長が $+10\text{nm}$ 変化した光束を入射させた際に、近軸集光位置を P_0 、前記波長 λ_3 の光束の記録及び／又は再生に用いられる第1領域のうち、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P_1 、前記第1領域より外側に配置される第2領域のうち、最も光軸に近い領域を通過した光束の集光位置を P_2 、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P_3 とすると、

$$1.7 \times 10^{-3} < |P_2 - P_3| < 7.0 \times 10^{-3}$$

$$P_0 < P_2 < P_1 \text{ 又は } P_1 < P_2 < P_0$$

を満たすことを特徴とする。

【0028】

さらに記録・再生信号に悪影響を与えないためには、低い光量ながらも不要回折光が波長 λ_3 の光束の集光スポット位置に集光しないことが望ましい。最も光量の高い2つの回折次数光の集光位置と球面収差のうち、球面収差は第1光ディスクに対する第2光ディスクの光学系倍率から定められる。一方波長特性も第1光ディスクに対する第2光ディスクの光学系倍率より定められるため、球面収差と波長特性の両方の観点から適当な光学系倍率を設定する。

集光位置は対物レンズの色収差により決定される。フレアの集光位置をフォーカス位置より可能な限り離すためには、色収差の絶対値を大きくする必要がある。しかし色収差が大きくなると、回折ピッチが小さくなって効率が低下したり、モードホップ時に記録が不可能となる問題があるため、色収差とフレアの集光位置のバランスを取ることが重要となる。

10

20

30

40

50

これらのことから、請求項 9 記載の発明のように、近軸集光位置を P_0 、波長 3 の光束の記録及び / 又は再生に用いられる第 1 領域のうち、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P_1 、第 1 領域より外側に配置される第 2 領域のうち、最も光軸に近い領域を通過した光束の集光位置を P_2 、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P_3 とすると、

$$\frac{1}{P_0} \cdot \frac{7 \times 10^{-3}}{P_2} \cdot \frac{1}{P_1} \text{ 又は } \frac{1}{P_1} \cdot \frac{7 \cdot 0 \times 10^{-3}}{P_2} \cdot \frac{1}{P_0}$$

が満たされていれば、波長が短く NA が高いため誤差感度が厳しい波長 1 の光束に対して、波長変化時や温度変化時、又はモードホップ時にも波面収差劣化を押さえることができる。また開口数 NA_3 以上の波長 3 の光束に対して光ディスク上において集光スポットと異なる位置に集光させながら光密度を薄くすることができる。 10

【0029】

請求項 10 記載の発明は、請求項 7 又は 8 に記載の対物レンズにおいて、

前記波長 1 の光束で波長が変化した場合に、縦球面収差における前記第 1 領域内での収差の傾きと、第 2 領域内での収差の傾きが同方向となっていることを特徴とする。

【0030】

請求項 10 記載の発明によれば、波長 1 の光束で波長が変化した場合に、縦球面収差における前記第 1 領域内での収差の傾きと、第 2 領域内での収差の傾きが同方向となっている。縦球面収差における第 1 領域内での収差の傾きと第 2 領域内での収差の傾きとが同方向とは、第 1 領域において光が通過する光軸からの距離が離れるにつれて光が対物レンズから離れて光軸と交わる場合、第 2 領域でも光が通過する光軸からの距離が離れるにつれて光が対物レンズから離れて光軸と交わることである。他方、第 1 領域において光が通過する光軸からの距離が離れるにつれて光が対物レンズから近づいて光軸と交わる場合、第 2 領域でも光が通過する光軸からの距離が離れるにつれて光が対物レンズに近づいて光軸と交わることである。ここで、高次収差は光学素子の組み合わせによって解消することは困難であるが、上述したように第 1 領域を通過した光束の集光位置の変位方向と、前記第 2 領域を通過した光束の集光位置の変位方向とが同方向であれば、波長変化時や温度変化時にも波面収差に高次収差を生じさせることなく第 3 光ディスク側において良好に開口制限を行うことができる。 20

【0031】

請求項 11 記載の発明は、請求項 6 記載の対物レンズにおいて、

前記波長 3 の光束が入射した場合に、前記光学面において前記波長 3 の光束に対する開口数以上の領域を通過した光は、前記第 3 光ディスク上で集光スポット位置より 0.01 mm 以上離れた位置に集光することを特徴とする。

【0032】

請求項 11 記載の発明によれば、波長 3 の光束が入射した場合に、光学面において波長 3 の光束に対する開口数以上の領域を通過した光は、第 3 光ディスク上で集光スポット位置より 0.01 mm 以上離れた位置に集光しているので、開口数 NA_3 以上の波長 3 の光束に対して、光ディスク上において波長 3 の記録・再生に問題ない程度に集光スポットから離れた位置に集光させることができ、さらには誤差感度が大きい波長 1 の光束の波長変化、温度変化、モードホップ時の波面収差劣化を抑えることができる。 40

【0033】

請求項 12 記載の発明は、請求項 6 に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造は、前記波長 1、2 及び 3 の光束のうち少なくとも 1 つの光束に対して正の回折作用を与えることを特徴とする。

【0034】

請求項 12 記載の発明によれば、位相構造が、波長 1、2 及び 3 の光束のうち少なくとも 1 つの光束に対して正の回折作用を与えるので、例えば対物レンズがプラスチックを材料としている場合、材料の屈折率の温度依存性により対物レンズの温度に対する収差特性補正が可能となる。 50

【 0 0 3 5 】

請求項 1 3 記載の発明は、請求項 1 0 記載の対物レンズにおいて、

前記第 1、第 2 及び第 3 光ディスクのうち少なくとも 1 つの光ディスクに対して、その情報記録面上に形成される集光スポットの波面収差の成分である、温度が上昇した場合の 3 次の球面収差変化は、正であることを特徴としている。

【 0 0 3 6 】

ここで、長波長変化に対する 3 次の球面収差変化と、温度上昇に対する 3 次の球面収差変化との符号が逆方向であれば、通常高温環境ではレーザの発振波長が長くなるため両者が打ち消しあう。さらに完全に打ち消すのではなく、請求項 1 3 のように球面収差変化として正の球面収差を残留させれば、波長変化時も温度変化時も波面収差劣化を抑えることができる。

10

【 0 0 3 7 】

請求項 1 4 記載の発明は、請求項 6 に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造のパワーが負であることを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

請求項 1 4 に記載の発明のように、対物レンズの光学面に設ける位相構造を、波長 1、2 及び 3 の光束のうち少なくとも 1 つの光束に対して負の回折パワーと対物レンズの材料により正の屈折パワーとで打ち消すことで、波長変動による色収差を補正できる。

【 0 0 3 9 】

請求項 1 5 記載の発明は、請求項 5 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造が、前記光学面の前記波長 2 の光束が通過する領域に設けられていることを特徴とする。

20

【 0 0 4 0 】

請求項 1 5 記載の発明によれば、光学面の波長 2 の光束が通過する領域に位相構造が設けられているので、第 1 光ディスクと第 2 光ディスクとを互換することが可能となる。また、例えば第 1 光ディスクと第 2 光ディスクとの有効径がほぼおなじ H D と D V D との場合には、第 1 光ディスクの色補正も可能となる。

【 0 0 4 1 】

請求項 1 6 記載の発明は、請求項 6 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造において、前記波長 1 の光束は実質的に位相差を与えられずに透過し、前記波長 2 の光束は実質的に位相差を与えられて回折することを特徴とする。

30

【 0 0 4 2 】

請求項 1 6 記載の発明によれば、位相構造によって、波長 1 の光束は実質的に位相差を与えられずに透過し、波長 2 の光束は実質的に位相差を与えられて回折するので、波長に対して選択的に回折作用を付与することができる。

【 0 0 4 3 】

請求項 1 7 記載の発明は、請求項 6 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造において、前記波長 2 の光束は実質的に位相差を与えられずに透過し、前記波長 1 の光束は実質的に位相差を与えられて回折することを特徴とする。

【 0 0 4 4 】

請求項 1 8 記載の発明は、請求項 1 4 に記載の対物レンズにおいて、前記第 1 光ディスクの情報記録面上に形成される集光スポットにおける前記波長 1 の光束の波長変化に対する光軸方向の波面収差最小位置変化量 $d f b / d$ が、

40

$$| d f b / d | \leq 0.1 [\mu m / nm]$$

を満たすことを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

請求項 1 9 記載の発明は、請求項 1 4 に記載の対物レンズにおいて、前記第 2 光ディスクの情報記録面上に形成される集光スポットにおける前記波長 2 の光束の波長変化に対する光軸方向の波面収差最小位置変化量 $d f b / d$ が、

$$| d f b / d | \leq 0.2 [\mu m / nm]$$

50

を満たすことを特徴とする。

【0046】

請求項20記載の発明は、請求項5～19のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成される回折構造であり、前記位相構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、波長 3 の記録及び／又は再生に使用される領域に形成された前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$8 \times \frac{1}{(n_1 - 1)} \leq d < 9 \times \frac{1}{(n_1 - 1)}$$

を満たすことを特徴とする。

n_1 ：前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの屈折率

【0047】

請求項21記載の発明は、請求項5～19のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成される回折構造であり、前記位相構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、波長 3 の記録及び／又は再生に使用される領域に形成された前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$6 \times \frac{1}{(n_1 - 1)} \leq d < 7 \times \frac{1}{(n_1 - 1)}$$

を満たすことを特徴とする。

n_1 ：前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの屈折率

【0048】

請求項22記載の発明は、請求項5～19のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成される回折構造であり、前記位相構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、波長 3 の記録及び／又は再生に使用される領域に形成された前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$1.0 \times \frac{1}{(n_1 - 1)} \leq d < 1.2 \times \frac{1}{(n_1 - 1)}$$

を満たすことを特徴とする。

n_1 ：前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの屈折率

【0049】

請求項23記載の発明は、請求項1～22のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの焦点距離 f_1 が、 $0.8 \text{ mm} \leq f_1 \leq 4.0 \text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

【0050】

請求項24記載の発明は、請求項23記載の対物レンズにおいて、

前記波長 1 の光束に対する前記対物レンズの焦点距離 f_1 が、

$$1.3 \text{ mm} \leq f_1 \leq 2.2 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする。

【0051】

請求項25記載の発明は、請求項1～24のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記波長 3 の光束に対する前記対物レンズの前記光ディスク側の開口数 NA_3 が、 $0.49 \leq NA_3 \leq 0.54$ を満たすことを特徴とする。

【0052】

請求項26記載の発明は、請求項1～25のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、 $t_1 = t_2$ であることを特徴とする。

【0053】

請求項27記載の発明は、請求項1～26のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記波長 2 の光束に対する前記対物レンズの光学系倍率 m_2 は、 $m_2 = 0$ であることを特徴とする。

【0054】

請求項27記載の発明によれば、波長 2 の光束に対する対物レンズの光学系倍率 m_2 が $m_2 = 0$ であるので、 NA の高い第2光ディスクに対して対物レンズに平行光が入射するため、トラッキング時にコマ収差が生じない。

【0055】

請求項28記載の発明は、請求項1～27のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて

、プラスチック製であることを特徴とする。

【0056】

請求項29記載の発明は、請求項1～27のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、ガラス製であることを特徴とする。

【0057】

請求項30記載の発明は、請求項1～29のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、2つのレンズを組み合わせて構成されることを特徴とする。

【0058】

請求項31記載の発明は、請求項5に記載の対物レンズにおいて、前記対物レンズは2つ以上のレンズで構成され、最も前記光源側に配置されるレンズに前記位相構造が設けられていることを特徴とする。

10

【0059】

請求項32記載の発明は、請求項1～31のいずれか一項に記載の対物レンズを備えることを特徴とする。

【0060】

請求項33記載の発明は、請求項32記載の光ピックアップ装置において、前記波長 3 の光束の光路上に開口制限素子が配置されることを特徴とする。

【0061】

請求項34記載の発明は、請求項32記載の光ピックアップ装置において、前記開口制限素子が、液晶素子又は波長選択フィルタであることを特徴とする。

20

【0062】

請求項35記載の発明は、請求項32記載の光ピックアップ装置において、前記波長 1 の光束の光路上に、前記波長 1 の光束の色収差を補正する機能を有する色収差補正素子が配置されていることを特徴とする。

【0063】

請求項36記載の発明は、請求項32に記載の光ピックアップ装置において、前記第1光ディスクに対して情報の再生又は記録を行う際には、前記第1光ディスクの情報記録面上で反射された前記第1光源からの光束を受光し、前記第2光ディスクに対して情報の再生又は記録を行う際には、前記第2光ディスクの情報記録面上で反射された前記第2光源からの光束を受光するとともに、前記第3光ディスクに対して情報の再生又は記録を行う際には、前記第3光ディスクの情報記録面上で反射された前記第3光源からの光束を受光する光検出器を備えることを特徴とする。

30

【0064】

請求項37記載の発明は、請求項36に記載の光ピックアップ装置において、前記波長 1、 2 及び 3 の各光束の共通光路上に、光軸方向に移動可能なカップリングレンズが配置されることを特徴とする。

【0065】

ここで、対物レンズの倍率は3つの波長に対して全て異なるが、請求項37記載の発明のように、カップリングレンズを波長 1、 2 及び 3 の各光束の共通光路上に配置させて、カップリングレンズを移動させて3つの波長に対して対物レンズとカップリングレンズとを組み合わせた光学系の共役長を揃えていれば、3つの波長に対してセンサを共通化したり複数の光源を1パッケージ化したレーザを使用することができる。カップリングレンズは単レンズ、複数レンズのいずれでも良く、複数レンズの場合そのうち1枚だけが移動する場合もあれば複数が同時に移動する場合も想定される。

40

【0066】

請求項38記載の発明は、請求項37に記載の光ピックアップ装置において、前記波長 1、 2 及び 3 の各光束の共通光路上に、カップリングレンズと液晶素子とが配置されることを特徴とする。

【0067】

対物レンズの倍率は3つの波長に対して全て異なるが、請求項38記載の発明のように

50

、カップリングレンズと液晶素子とが波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上に配置させて、3 つの波長に対して対物レンズ、カップリングレンズ及び液晶素子を組み合わせた光学系の共役長を揃えることで、3 つの波長に対してセンサを共通化したり複数の光源を 1 パッケージ化したレーザを使用することができる。

【0068】

請求項 39 記載の発明は、請求項 37 又は 38 記載の光ピックアップ装置において、前記カップリングレンズの少なくとも 1 面には、回折構造が形成されていることを特徴とする。

【0069】

請求項 39 記載の発明によれば、カップリングレンズの少なくとも 1 面に回折構造が形成されているので、回折作用を用いて波長 1 の光束に対する色収差や温度変化時に生じる波面収差劣化を抑えることができる。

【0070】

請求項 40 記載の発明は、請求項 39 記載の光ピックアップ装置において、前記カップリングレンズの回折構造は、前記第 1 光ディスクの情報記録面上に形成される集光スポットにおける前記波長 1 の光束の波長変化に対する光軸方向の波面収差最小位置変化量 $df_b/d\lambda$ が、

$$|df_b/d\lambda| \leq 0.1 [\mu m/nm]$$

を満たすことを特徴とする。

【0071】

請求項 41 記載の発明は、請求項 37 に記載の光ピックアップ装置において、前記カップリングレンズと液晶素子とが一体化されていることを特徴とする。

【0072】

請求項 42 記載の発明は、請求項 36 ~ 41 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記第 2 光源と前記第 3 光源とが、同一の筐体内に格納されることで 1 パッケージ化されていることを特徴とする。

【0073】

請求項 43 記載の発明は、請求項 31 に記載の光ピックアップ装置において、第 1、第 2 及び第 3 光ディスクのうち少なくとも 1 つの情報記録面上で反射した光束を受光する光検出器に関して、前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束及び前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器と、前記第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器とを備えることを特徴とする。

【0074】

請求項 44 記載の発明は、請求項 43 に記載の光ピックアップ装置において、前記波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上にカップリングレンズが配置され、当該カップリングレンズの少なくとも 1 つの光学面に回折構造が設けられていることを特徴とする。

【0075】

請求項 44 記載の発明によれば、波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上にカップリングレンズが配置され、当該カップリングレンズの少なくとも 1 つの光学面に回折構造が設けられているので、この回折構造により波長 1、2 の光束に対するセンサを共通化することができる。また、回折構造は同時に波長 1 の色収差補正を行うことも可能である。回折構造は 1 面又は複数の面に形成されていてもよい。波長 3 の光もカップリングレンズを通過するように構成すれば光学系全体の部品数の削減につながる。

【0076】

請求項 45 記載の発明は、請求項 44 に記載の光ピックアップ装置において、前記波長 1 の光束に対する前記カップリングレンズの焦点距離 f_c が、
6 mm f_c 15 mm を満たすことを特徴とする。

【0077】

請求項 46 記載の発明は、請求項 44 記載の光ピックアップ装置において、

10

20

30

40

50

前記波長 1 の光束のみが通過する光路中に前記波長 1 の光束に対する色収差補正素子が配置されていることを特徴とする。

【0078】

請求項 47 記載の発明は、請求項 44 ~ 46 の何れか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束及び前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器と前記カップリングレンズとの間の光路中に非点収差板が配置されており、

少なくとも前記波長 1 及び波長 2 の光束のうち、一方の波長の光束が、前記非点収差板を反射してから前記カップリングレンズに入射することを特徴とする。

【0079】

請求項 47 記載の発明によれば、少なくとも波長 1 及び波長 2 の光束のうち、一方の波長の光束が、非点収差板を反射してからカップリングレンズに入射するようになっているが、この非点収差板は光検出器に入射する光に非点収差を与えるだけでなく光源からカップリングレンズに至る光を折り曲げる作用を有しているので、これらの作用を個別に有する部品を設置する必要がなくなり、結果的に光ピックアップ装置全体の部品点数を削減することができる。

【0080】

請求項 48 記載の発明は、請求項 44 ~ 46 の何れか一項に記載の光ピックアップ装置において、

前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束及び前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器と前記カップリングレンズとの間の光路中に複合ビームスプリッタが配置されており、

前記波長 1 及び波長 2 の光束は、前記複合ビームスプリッタで光路合成されてから前記カップリングレンズに入射し、当該複合ビームスプリッタによって前記波長 1 及び波長 2 の光束の往路と復路との光路が異なることを特徴とする。

【0081】

請求項 48 記載の発明によれば、波長 1 及び波長 2 の光束の光路合成と往路及び復路を分岐する機能とを有する多機能な複合ビームスプリッタが用いられているので、光ピックアップ装置全体の部品点数を削減できる。

【0082】

請求項 49 記載の発明は、請求項 48 に記載の光ピックアップ装置において、

前記複合ビームスプリッタは、

波長に応じて光を透過又は反射するダイクロ機能を有する第 1 面と、

偏光方向に応じて透過又は反射するビームスプリッタ機能を有する第 2 面と、

光を反射する第 3 面とを備えることを特徴とする。

【0083】

請求項 49 記載の発明によれば、複合ビームスプリッタが、光路合成を行う第 1 面、往路と復路とを分岐する第 2 面以外に、光を反射する第 3 面を有するので、複合ビームスプリッタへの入射光に対する出射光の角度を自由に設定することが可能となる、光ピックアップ装置をコンパクトにすることができる。

【0084】

請求項 50 記載の発明は、請求項 49 記載の光ピックアップ装置において、

前記波長 2 の光束は、

前記第 2 光源から出射された場合には前記第 1 面及び前記第 2 面を透過した後に前記複合ビームスプリッタから出射され、前記カップリングレンズから出射された場合には前記第 2 面及び前記第 3 面で反射されることで前記複合ビームスプリッタから出射され、

前記波長 1 の光束は、

前記第 1 光源から出射された場合には前記第 1 面で反射された後に第 2 面を透過することで前記複合ビームスプリッタから出射され、前記カップリングレンズから出射された場合には前記第 2 面及び前記第 3 面で反射されることで前記複合ビームスプリッタから出射

10

20

30

40

50

されることが特徴とする。

【0085】

請求項51記載の発明は、請求項44に記載の光ピックアップ装置において、前記カップリングレンズに形成された前記回折構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、前記回折構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$2 \times \lambda / (n_1 - 1) < d < 3 \times \lambda / (n_1 - 1)$$

を満たすことを特徴とする。

n_1 ：前記波長 λ の光束に対する前記カップリングレンズの屈折率

【0086】

請求項52記載の発明は、請求項44～51のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記カップリングレンズの回折構造が、前記カップリングレンズの光ディスク側の光学面と前記光源側の光学面の両方に形成されていることを特徴とする。

【0087】

請求項53記載の発明は、請求項52に記載の光ピックアップ装置において、前記カップリングレンズの前記光源側の光学面に形成される前記回折構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、前記回折構造の光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、前記各輪帯の光軸方向の段差の距離 d が、

$$\lambda / (n_1 - 1) < d < 2 \times \lambda / (n_1 - 1)$$

を満たすことを特徴とする。

n_1 ：前記波長 λ の光束に対する前記カップリングレンズの屈折率

【0088】

請求項54記載の発明は、請求項52又は53に記載の光ピックアップ装置において、前記カップリングレンズの前記光源側の光学面に形成される前記回折構造において、前記波長 λ_1 の光束は実質的に位相差を与えられずに透過し、前記波長 λ_2 の光束は実質的に位相差を与えられて回折することを特徴とする。

【0089】

請求項55記載の発明は、請求項44に記載の光ピックアップ装置において、前記波長 λ_1 及び波長 λ_2 の光束が通過するカップリングレンズと、前記波長 λ_3 の光束が通過するカップリングレンズとに別体化されて配置されていることを特徴とする。

【0090】

請求項56記載の発明は、請求項43に記載の光ピックアップ装置において、前記第3光ディスクの情報記録面上で反射された前記第3光源からの光束を受光する光検出器がホログラムレーザであることを特徴とする。

【0091】

請求項57記載の発明は、請求項32に記載の光ピックアップ装置において、前記第1、第2及び第3光ディスクのうち少なくとも1つの情報記録面上で反射した前記光束を受光する光検出器に関して、前記第2光ディスクの情報記録面上で反射された前記第2光源からの光束及び前記第3光ディスクの情報記録面上で反射された前記第3光源からの光束を受光する光検出器と、前記第1光ディスクの情報記録面上で反射された前記第1光源からの光束を受光する光検出器とを備えることを特徴とする。

【0092】

請求項58記載の発明は、請求項57に記載の光ピックアップ装置において、回折構造を有し、前記波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光束が通過するように共通化されたカップリングレンズを備えることを特徴とする。

【0093】

請求項58記載の発明によれば、回折構造を有し、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光束が通過するように共通化されたカップリングレンズが備えられているので、カップリングレンズに設けられた回折構造により波長 λ_1 、 λ_2 の光束に対する対物レンズとカップリングレンズを組み合わせた光学系の共役長を揃えることで波長 λ_1 、 λ_2 の光束に対するセンサ

10

20

30

40

50

を共通化することができる。波長 1 の光束に対しては個別のカップリングレンズを使用すれば全光学系の倍率を自由に設定可能となり、前記波長 1, 3 の光束に共通のカップリングレンズを使用すればピックアップ装置の部品削減につながる。

【0094】

請求項 59 記載の発明は、請求項 57 又は 58 に記載の光ピックアップ装置において、前記第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束及び前記第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器と、前記第 2 光源と、前記第 3 光源とが、同一の筐体内に格納されることで 1 パッケージ化されていることを特徴とする。

【0095】

請求項 60 記載の発明は、請求項 32 記載の光ピックアップ装置において、前記第 1 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 1 光源からの光束を受光する光検出器と、

第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器及び前記第 2 光源とが 1 パッケージ化された第 1 レーザと、

第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器及び前記第 3 光源とが 1 パッケージ化された第 2 レーザとを備えることを特徴とする。

【0096】

請求項 60 記載の発明によれば、第 2 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 2 光源からの光束を受光する光検出器及び第 2 光源とが 1 パッケージ化された第 1 レーザと、第 3 光ディスクの情報記録面上で反射された前記第 3 光源からの光束を受光する光検出器及び第 3 光源とが 1 パッケージ化された第 2 レーザとが備えられているので、3 つの波長の光束に大してカップリングレンズと対物レンズとを組み合わせた共役長が異なる場合でも、少ない部品数でピックアップ光学系を構成することができる。

【0097】

請求項 61 記載の発明は、請求項 32 記載の光ピックアップ装置において、

複数のプリズム機能を有するラミレートプリズムが、前記波長 1、2 及び 3 の各光束のうち、少なくとも 2 つの光束の共通光路上に配置されていることを特徴とする。

【0098】

請求項 61 記載の発明によれば、波長 1、2 及び 3 の各光束のうち、少なくとも 2 つの光束の共通光路上に複数のプリズム機能を有するラミレートプリズムが配置されているので、波長の異なる複数の光束を近接して光路合成することができる。したがって、部品数削減とピックアップ装置のコンパクト化を向上させることができる。

【0099】

請求項 62 記載の発明は、請求項 32 ~ 36、42、43、57、60、61 の何れか一項に記載のピックアップ装置において、

前記波長 1、2 及び 3 の各光束の共通光路上に、回折格子を有するカップリングレンズが設けられ、

光軸に垂直な方向の前記対物レンズの移動を前記カップリングレンズの前記回折格子により検出することを特徴とする。

【0100】

請求項 63 記載の発明は、請求項 37 ~ 41、44 ~ 55、58、59 の何れか一項に記載のピックアップ装置において、前記カップリングレンズには回折格子が設けられており、光軸に垂直な方向の前記対物レンズの移動を前記カップリングレンズの前記回折格子により検出することを特徴とする。

【0101】

対物レンズのトラッキング検出方法の一つに 3 ビーム法があり、これは回折格子により生じる 3 つの回折光をセンサで受けるものである。その回折格子が請求項 62、63 記載の発明のようにカップリングレンズと一体化されていれば、部品数を削減することができる。

10

20

30

40

50

【0102】

請求項64記載の発明におけるカップリングレンズは、請求項36記載の光ピックアップ装置に備えられ、前記波長 1、 2 及び 3 の各光束の共通光路上で光軸方向に移動可能であることを特徴とする。

【0103】

請求項65記載の発明は、請求項64記載のカップリングレンズにおいて、液晶素子と一体化されていることを特徴とする。

【0104】

請求項66記載の発明におけるカップリングレンズは、請求項43記載の光ピックアップ装置に備えられ、少なくとも1つの光学面に回折構造が設けられているとともに、前記波長 1、 2 及び 3 の各光束の共通光路上に配置されていることを特徴とする。 10

【0105】

請求項67記載の発明は、請求項66に記載のカップリングレンズにおいて、前記波長 1 の光束に対する焦点距離 f_c が、 $6\text{ mm} < f_c < 15\text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

【0106】

請求項68記載の発明は、請求項66に記載のカップリングレンズにおいて、前記波長 1 及び波長 2 の光束が通過するカップリングレンズと、前記波長 3 の光束が通過するカップリングレンズとに別体化されて配置されていることを特徴とする。

【0107】

請求項69記載の発明におけるカップリングレンズは、請求項57記載の光ピックアップ装置に備えられ、回折構造を有し、前記波長 2 及び波長 3 の光束が通過するように共通化されていることを特徴とする。 20

【発明の効果】

【0108】

本発明によれば、高密度光ディスクを含む少なくとも3種類の光ディスクに対する情報の再生及び/又は記録に用いられ、トラッキング特性に問題が生じない対物レンズ及びこの対物レンズを用いた光ピックアップ装置を得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0109】

以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。 30

[第1の実施の形態]

図5は、HD(第1光ディスク)とDVD(第2光ディスク)とCD(第3光ディスク)との何れに対しても適切に情報の記録/再生を行える光ピックアップ装置PU1の構成を概略的に示す図である。HDの光学的仕様は、波長 $\lambda_1 = 407\text{ nm}$ 、保護層(保護基板)PL1の厚さ $t_1 = 0.6\text{ mm}$ 、開口数 $NA_1 = 0.65$ であり、DVDの光学的仕様は、波長 $\lambda_2 = 655\text{ nm}$ 、保護層PL2の厚さ $t_2 = 0.6\text{ mm}$ 、開口数 $NA_2 = 0.65$ であり、CDの光学的仕様は、波長 $\lambda_3 = 785\text{ nm}$ 、保護層PL3の厚さ $t_3 = 1.2\text{ mm}$ 、開口数 $NA_3 = 0.51$ である。

但し、波長、保護層の厚さ、及び開口数の組合せはこれに限られない。また、第1光ディスクとして、保護層PL1の厚さ t_1 が 0.1 mm 程度のBDを用いてもよい。 40

【0110】

また、第1光ディスクに対して情報の記録及び/又は再生を行う際の、対物レンズの光学系倍率(第1倍率 m_1)は、 $0 < m_1 < 1/10$ となっている。即ち、本実施の形態における対物レンズOBJでは、第1光束が緩い収束光として入射する構成となっている。

また、第2光ディスク及び第3光ディスクに対して情報の記録及び/又は再生を行う際の、対物レンズの光学系倍率(第2倍率 m_2 及び第3倍率 m_3)については、特に限定されるものではないが、本実施の形態においては、第2光束が緩い収束光として入射し、第3光束が緩い発散光($-1/10 < m_3 < 0$)として入射する構成となっている。

【0111】

光ピックアップ装置 P U 1 は、高密度光ディスク H D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 4 0 7 n m のレーザ光束 (第 1 光束) を射出する青紫色半導体レーザ L D 1 (第 1 光源) 、 H D の情報記録面上で反射された青紫色半導体レーザ L D 1 からの光束を反射した光束を受光する第 1 光束用の光検出器 P D 1 、 D V D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 6 5 5 n m のレーザ光束 (第 2 光束) を射出する赤色半導体レーザ L D 2 (第 2 光源) と C D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 7 8 5 n m のレーザ光束 (第 3 光束) を射出する赤外半導体レーザ L D 3 (第 3 光源) とが一体化された光源ユニット L U 、 D V D の情報記録面上で反射された赤色半導体レーザ L D 2 からの光束及び C D の情報記録面上で反射された赤外半導体レーザ L D 3 からの光束を受光する光検出器 P D 2 、第 1 光束のみが通過する第 1 コリメートレンズ C O L 1 、第 2 光束及び第 3 光束が通過する第 2 コリメートレンズ C O L 2 、その光学面上に位相構造としての回折構造が形成され、レーザ光束を情報記録面 R L 1 、 R L 2 , R L 3 上に集光させる機能を有する両面が非球面とされた対物レンズ O B J 、第 1 ビームスプリッタ B S 1 、第 2 ビームスプリッタ B S 2 、第 3 ビームスプリッタ B S 3 、絞り S T O 、 1 / 4 波長板 R E 、センサレンズ S E N 1 及び S E N 2 等から構成されている。

10

【 0 1 1 2 】

光ピックアップ装置 P U 1 において、高密度光ディスク H D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、図 5 において実線でその光線経路を描いたように、まず、青紫色半導体レーザ L D 1 を発光させる。青紫色半導体レーザ L D 1 から射出された発散光束は、第 1 ビームスプリッタ B S 1 を通過し、第 1 コリメートレンズ C O L 1 に至る。

20

そして、第 1 コリメートレンズ C O L 1 を透過する際に第 1 光束は緩い収束光に変換され、第 2 ビームスプリッタ B S 2 及び 1 / 4 波長板 R E を通過して、対物レンズ O B J に至り、対物レンズ O B J によって第 1 保護層 P L 1 を介して情報記録面 R L 1 上に形成されるスポットとなる。対物レンズ O B J は、その周辺に配置された 2 軸アクチュエータ A C 1 によってフォーカシングやトラッキングを行う。

【 0 1 1 3 】

情報記録面 R L 1 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 O B J 、 1 / 4 波長板 R E 、第 2 ビームスプリッタ B S 2 、第 1 コリメートレンズ C O L 1 を通過し、第 1 ビームスプリッタ B S 1 で分岐され、センサレンズ S E N 1 により非点収差が与えられて、光検出器 P D 1 の受光面上に収束する。そして、光検出器 P D 1 の出力信号を用いて高密度光ディスク H D に記録された情報を読み取ることができる。

30

【 0 1 1 4 】

また、D V D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、図 5 において点線でその光線経路を描いたように、まず、赤色半導体レーザ L D 2 を発光させる。赤色半導体レーザ L D 2 から射出された発散光束は、第 3 ビームスプリッタ B S 3 を通過し、第 2 コリメートレンズ C O L 2 に至る。

そして、第 2 コリメートレンズ C O L 2 を透過する際に緩い収束光に変換され、第 2 ビームスプリッタ B S 2 で反射して、1 / 4 波長板 R E を通過して対物レンズ O B J に至り、対物レンズ O B J によって第 2 保護層 P L 2 を介して情報記録面 R L 2 上に形成されるスポットとなる。対物レンズ O B J は、その周辺に配置された 2 軸アクチュエータ A C 1 によってフォーカシングやトラッキングを行う。

40

あるいは、第 2 光束を、第 2 コリメートレンズ C O L 2 を通過する際に緩い発散光に変換し、第 2 ビームスプリッタ B S 2 で反射させ、1 / 4 波長板 R E を通過させて対物レンズ O B J に入射させるものとしてもよい。

【 0 1 1 5 】

情報記録面 R L 2 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 O B J 、 1 / 4 波長板 R E を通過し、第 2 ビームスプリッタ B S 2 で反射した後、コリメートレンズ C O L 2 を通過し、第 3 ビームスプリッタ B S 3 で分岐され、光検出器 P D 2 の受光面上に収束する。そして、光検出器 P D 2 の出力信号を用いて D V D に記録された情報を読み取ることができる。

50

【0116】

また、CDに対して情報の記録/再生を行う場合には、図5において一点鎖線でその光線経路を描いたように、まず、赤外半導体レーザLD3を発光させる。赤外半導体レーザLD3から射出された発散光束は、第3ビームスプリッタBS3を通過し、第2コリメートレンズCOL2に至る。

そして、第2コリメートレンズCOL2を透過する際に緩い発散光束に変換され、第2ビームスプリッタBS2で反射して、1/4波長板REを通過して対物レンズOBJに至り、対物レンズOBJによって第3保護層PL3を介して情報記録面RL3上に形成されるスポットとなる。対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行う。

10

【0117】

情報記録面RL3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OBJ、1/4波長板REを通過し、第2ビームスプリッタBS2で反射した後、コリメートレンズCOL2を通過し、第3ビームスプリッタBS3で分岐され、光検出器PD2の受光面上に収束する。そして、光検出器PD2の出力信号を用いてCDに記録された情報を読み取ることができる。

【0118】

次に、対物レンズOBJの構成について説明する。

対物レンズは、その光源側の光学面S1と光ディスク側の光学面S2が共に非球面で構成されたプラスチックレンズである。

20

対物レンズの光学面S1は、NA3内の領域に対応する光軸を含む第1領域AREA1と、NA3からNA2までの領域に対応する第2領域AREA2とに分割されている。

第1領域AREA1は、光軸の中心側で第1光束、第2光束、第3光束の記録及び/又は再生に用いられる。一方、第2領域AREA2は、第1領域の外側に配置されて、第1及び第2光束の記録及び/又は再生に用いられる。

【0119】

さらに、高密度光ディスクがBDである場合には、第2領域AREA2はNA3からNA2までの領域に分割されているのが望ましい。

また、後に示す実施例のように、光学面S1、S2が共に分割されていてもよく、例えば、第1領域AREA1と第2領域AREA2との分割を光学面S1で行ない、第2領域AREA2と第3領域AREA3との分割を光学面S2で行なうというように、2つの光学面で分担する構成であってもよい。また、HDとDVDとの有効径差が小さいが、第3領域AREA3を設けた図6のような構成であってもよい。

30

【0120】

第2領域AREA2では、回折構造HOEにおいて各輪帯間の光軸に平行な方向の段差量 d_{out} は、 $(2k-1) \times 1/(n1-1)$ $d_{out} < 2k \times 1/(n1-1)$ を満たすように、好ましくは $5 \times 1/(n1-1)$ $d_{out} < 6 \times 1/(n1-1)$ を満たすように形成されている。ここで、対物レンズOBJのアッペ数 d は、 $40 < d < 90$ を満たす。

このように、対物レンズOBJが形成されていれば、CDの記録及び/又は再生には使用しない領域を通過した波長 λ_3 の光束は2つ以上の不要回折光に光量が分散され、CDのフォーカス信号に強い疑似信号が生じない。したがって、良好に対物レンズのフォーカシングを行うことができる。

40

【0121】

なお、第3光束が入射した場合に、第2領域AREA2を通過した光を、CD上の集光スポット位置より0.01mm以上離れた位置に集光させてもよい。こうすれば、開口数NA3以上の第3光束に対して、CD上において第3光束の記録・再生に問題ない程度に集光スポットから離れた位置に集光させることができ、さらには誤差感度が大きい第1光束の波長変化、温度変化、モードホップ時の波面収差劣化を抑えることができる。

【0122】

50

また、第2領域AREA2は後述する第1領域AREA1と同じ構成とし、対物レンズとは別に配置された開口制限素子を用いて、NA3に対応した開口制限を行ってもよい。さらに、対物レンズOBJの光学面S1近傍に開口制限素子APを配置し、2軸アクチュエータにより、開口制限素子APと対物レンズOBJとを一体にトラッキング駆動させる構成としてもよい。

【0123】

開口制限素子APの光学面上には、透過率の波長選択性を有する波長選択フィルタWFが形成されている。この波長選択フィルタWFは、NA3内の領域では第1波長 λ_1 乃至第3波長 λ_3 の全ての波長を透過させ、NA3からNA1の領域では第3波長 λ_3 のみを遮断し、第1波長 λ_1 及び第2波長 λ_2 を透過する透過率の波長選択性を有しているの
10

また、開口の制限方法としては、波長選択フィルタWFを利用する方法だけでなく、機械的に絞りを切り替える方式や後述する液晶位相制御素子LCDを利用する方式でもよい。

【0124】

第1領域AREA1に形成された回折構造HOEにおいて、各輪帯内に形成された階段構造の深さDは、

$$D \cdot (N - 1) / \lambda_1 = 2 \cdot q$$

で算出される値に設定され、各輪帯内の分割数Pは5に設定されている。但し、 λ_1 は第1の発光点EP1から射出されるレーザ光束の波長をミクロン単位で表したものであり（
20
ここでは、 $\lambda_1 = 0.408 \mu\text{m}$ ）、qは自然数である。

【0125】

光軸方向の深さDがこのように設定された階段構造に対して、第1波長 λ_1 の第1光束が入射した場合、隣接する階段構造間では $2 \times \lambda_1$ （ μm ）の光路差が発生し、第1光束は実質的に位相差が与えられないので回折されずにそのまま透過する（本明細書においては「0次回折光」という。）。)

また、この階段構造に対して、第3波長 λ_3 （ここでは、 $\lambda_3 = 0.785 \mu\text{m}$ ）の第3光束が入射した場合、隣接する階段構造間では $(2 \times \lambda_1 / \lambda_3) \times \lambda_3$ （ μm ）の光路差が発生する。第3波長 λ_3 は λ_1 の略2倍であるので、隣接する階段構造間では略1
30
 $\times \lambda_3$ （ μm ）の光路差が発生し、第3光束も第1光束と同様に、実質的に位相差が与えられないので回折されずにそのまま透過する（0次回折光）。

【0126】

一方、この階段構造に対して、第2波長 λ_2 （ここでは、 $\lambda_2 = 0.658 \mu\text{m}$ ）の第2光束が入射した場合、隣接する階段構造間では $2 \times 0.408 \times (1.5064 - 1) / (1.5242 - 1) - 0.658 = 0.13$ （ μm ）の光路差が発生する。各輪帯内の分割数Pは5に設定されているため、隣接する輪帯同士で第2波長 λ_2 の1波長分の光路差が生じることになり（ $0.13 \times 5 = 0.65$ 、 1×0.658 ）、第2光束は+1次の方向に回折する（+1次回折光）。このときの第2光束の+1次回折光の回折効率は、87.5%となるが、DVDに対する情報の記録/再生には十分な光量である。

【0127】

回折構造HOEの各輪帯の幅は、第2光束が入射した場合に回折作用により+1次回折光に対して所定の球面収差が付加されるように設定されている。第1光ディスクの倍率、基板厚、波長に対して第2光ディスクの倍率、基板厚、波長により生じる球面収差が、回折により付加される球面収差によってキャンセルされることで、第2光束はDVDの情報記録面RL2上で良好なスポットを形成する。

【0128】

なお、対物レンズOBJの光学面S1の第1領域AREA1に、光軸を含む断面形状が鋸歯形状の複数の輪帯から構成された回折構造DOE1又は回折構造DOE2（図1の（a）がDOE1、（b）がDOE2に相当する。）を形成してもよい。

【0129】

10

20

30

40

50

回折構造 D O E において、段差の光軸方向の距離 D は、波長 4 0 7 n m (回折構造 D O E が形成された光学素子の波長 4 0 7 n m に対する屈折率は 1 . 5 5 9 8 0 6 である) に対して 8 次回折光の回折効率が 1 0 0 % となるように設定されている。このように段差の深さが設定された回折構造 D O E 1 に対して第 2 光束 (回折構造 D O E が形成された光学素子の波長 6 5 5 n m に対する屈折率は 1 . 5 4 0 7 2 5 である) が入射すると、+ 5 次回折光が 8 7 . 7 % の回折効率で発生し、第 3 光束 (回折構造 D O E が形成された光学素子の波長 7 8 5 n m に対する屈折率は 1 . 5 3 7 2 3 7 である) が入射すると、+ 4 次回折光が 9 9 . 9 % の回折効率で発生するので、何れの波長領域において十分な回折効率を得られる。

【 0 1 3 0 】

10

一方、回折構造 D O E 2 においても同様の段差の光軸方向の距離 D に設定すれば、第 1、第 2 及び第 3 光束に対してそれぞれの回折光が同じ回折効率を有することになる。

本実施の形態のように、回折効率が 1 0 0 % となる光の波長 (プレーズ化波長) は 1 ではなく、1 から少しずらすことにより 2 に対する回折効率を高めることができるため、それぞれの波長の光に対する回折効率のバランスを取ることも可能である。

【 0 1 3 1 】

回折構造 D O E の場合には、第 1 光束で + 1 0 n m 波長が変化した場合に、近軸集光位置を P 0、第 1 領域 A R E A 1 のうち最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P 1、第 2 領域 A R E A 2 のうち最も光軸に近い領域を通過した光束の集光位置を P 2、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P 3 とすると、

20

$$1.7 \times 10^{-3} \quad | P 2 - P 3 | \quad 7.0 \times 10^{-3}$$

$$P 0 \quad P 2 \quad P 1 \text{ 又は } P 1 \quad P 2 \quad P 0$$

という関係を満たすようになっている。

【 0 1 3 2 】

この関係を満たすことによって、波長が短く N A が高いため誤差感度が厳しい第 1 光束に対して、波長変化時や温度変化時、又はモードホップ時にも波面収差劣化を押さえることができる。また開口数 N A 3 以上の波長 3 の光束に対して光ディスク上において集光スポットと異なる位置に集光させながら光密度を薄くすることができる。

【 0 1 3 3 】

さらに、第 1 光束で波長が変化した場合に、第 1 領域 A R E A 1 での集光位置と、第 2 領域 A R E A 2 での集光位置との変位方向が同方向となっていることが好ましい。ここで、集光位置の変位方向が同方向とは、第 1 領域 A R E A 1 において光軸からの距離が離れるにつれて光が対物レンズ O B J から離れて集光する場合、第 2 領域 A R E A 2 でも光軸から離れるにつれて光が対物レンズ O B J から離れて集光し、第 1 領域 A R E A 1 において光軸からの距離が近づくにつれて光が光軸に近づいて集光する場合、第 2 領域 A R E A 2 でも光軸に近づくにつれて光が対物レンズ O B J に近づいて集光することである。これにより、波長変化時や温度変化時にも波面収差に高次収差を生じさせることなく第 3 光ディスク側において良好に開口制限を行うことができる。

30

【 0 1 3 4 】

また、本実施の形態の対物レンズ O B J は、主に性能の許容範囲の狭い高密度光ディスクに対して正弦条件が満たされている。従って、高密度光ディスクを使用する場合には対物レンズ O B J に対して緩い収束光が入射するが、対物レンズ O B J のトラッキングにより生じるコマ収差はほとんど問題とならない。また、C D では高密度光ディスクに対して主に保護層厚と対物レンズの光学系倍率が大きく違うために正弦条件が満たされないが、対物レンズ O B J がトラッキングした際のコマ収差発生要因となる倍率と正弦条件のうち、倍率が小さいことから、コマ収差は十分記録・再生に用いることができるレベルとなる。

40

しかしながら、トラッキング時のコマ収差を更に補正したい場合には、対物レンズ O B J の光源側にコマ収差補正素子を設けるか、あるいは補正機能を有したコリメートレンズ又はカップリングレンズを設けてもよい。

50

第2コリメートレンズCOL2は、かかるコマ収差を低減させる機能を有するコマ収差補正素子であって、対物レンズOBJの光軸上に赤外半導体レーザLD3の発光点が位置する状態で第3光束が通過する有効径内では、球面収差が回折限界以下となるように補正され、この有効径の外側では、補正過剰方向に球面収差が発生するように設計されている。

【0135】

これにより、対物レンズOBJがトラッキングした場合には、第3光束は、大きな球面収差を持つように設計された領域を通過するので、第2コリメートレンズCOL2と対物レンズOBJを透過した第3光束にはコマ収差が付加される。第2コリメートレンズCOL2の有効径より外側の球面収差の方向と大きさは、このコマ収差と、赤外半導体レーザLD3の発光点が軸外物点となることに起因するコマ収差とが相殺されるように決定されている。

10

【0136】

なお、対物レンズOBJのトラッキングに同期して対物レンズOBJをチルト駆動させることで、対物レンズOBJのトラッキングにより発生するコマ収差とチルト駆動した場合に発生するコマ収差とを相殺させる構成としてもよい。対物レンズOBJを、チルト駆動させる方法としては、3軸アクチュエータによりチルト駆動させることで、対物レンズOBJのトラッキングにより発生するコマ収差とチルト駆動した場合に発生するコマ収差とを相殺させる構成としてもよい。

また、対物レンズOBJのトラッキングに同期させて、2軸アクチュエータにより第2コリメートレンズCOL2を光軸垂直方向に駆動させることで、対物レンズOBJのCDに対するトラッキング特性を良好なものとする構成としてもよい。

20

【0137】

以上のように、本実施の形態に示した光ピックアップ装置PU1では、第1光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行う際の、対物レンズの光学系倍率（第1倍率 m_1 ）を $0 < m_1 < 1/10$ の範囲内に設定し、第1光束を緩い収束光として入射させると共に、第3光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行う際の、対物レンズの光学系倍率（第3倍率 m_3 ）を $-1/10 < m_3 < 0$ の範囲内に設定し、第3光束を緩い発散光として入射させる構成となっている。

【0138】

これにより、例えば、第1倍率 $m_1 = 0$ 、第3倍率 $m_3 < -1/10$ とし、第1光束を平行光として入射させると共に第3光束を発散光として入射させる構成と比較して、対物レンズの光学系倍率を抑えることができ、トラッキング時の収差の発生量を抑えることが可能な高密度光ディスク/DVD/CDの互換用光ピックアップ装置を得られる。

30

なお、本実施の形態においては第2コリメータL2が波長 λ_2 の光束を緩い収束光として出射し、波長 λ_3 の光束を緩い発散光として出射するものとしたが、これに限らず、第2コリメータL2が波長 λ_2 と λ_3 の光束を共に異なる緩い発散光として出射する構成であってもよい。

【0139】

対物レンズOBJは、軽量、安価の観点からプラスチックであることが望ましいが、耐温性、耐光性を考慮すればガラスで製作してもよい。現在主に市場に出回っているのは屈折型ガラスモールド非球面レンズであるが、開発が進められている低融点ガラスを用いれば回折構造が設けられたガラスモールドレンズも製作可能である。また、光学用途のプラスチックの開発も進められている中で、温度による屈折率変化の小さい材料がある。これは、温度による屈折率変化の符号が逆か又は同符号でも絶対値の小さい無機微粒子を混合させることで樹脂全体の温度による屈折率変化を小さくするというものであるが、同様に分散の小さい無機微粒子を混合させて樹脂全体の分散を小さくした材料もあり、それらをBD用対物レンズに用いればなお一層効果的である。

40

【0140】

[第2の実施の形態]

50

以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

本実施の形態の光ピックアップ装置PU2は、上記第1の実施の形態に示した光ピックアップ装置PU1と比較して、第1コリメートレンズCOL1及び第2コリメートレンズCOL2の替わりに、カップリングレンズCULを備える点が主に異なる。

【0141】

図7は、HD（第1光ディスク）とDVD（第2光ディスク）とCD（第3光ディスク）との何れに対しても適切に情報の記録/再生を行える光ピックアップ装置PU2の構成を概略的に示す図である。HDの光学的仕様は、波長 $\lambda_1 = 407\text{ nm}$ 、保護層PL1の厚さ $t_1 = 0.6\text{ mm}$ 、開口数 $NA_1 = 0.65$ であり、DVDの光学的仕様は、波長 $\lambda_2 = 655\text{ nm}$ 、保護層PL2の厚さ $t_2 = 0.6\text{ mm}$ 、開口数 $NA_2 = 0.65$ であり、CDの光学的仕様は、波長 $\lambda_3 = 785\text{ nm}$ 、保護層PL3の厚さ $t_3 = 1.2\text{ mm}$ 、開口数 $NA_3 = 0.51$ である。但し、波長、保護層の厚さ、及び開口数の組合せはこれに限られない。

10

【0142】

光ピックアップ装置PU2は、HDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 407 nm のレーザ光束（第1光束）を射出する青紫色半導体レーザLD1（第1光源）、HDの情報記録面上で反射された青紫色半導体レーザLD1からの第1光束を受光する第1光束用の光検出器PD1、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 655 nm のレーザ光束（第2光束）を射出する赤色半導体レーザLD2（第2光源）とCDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 785 nm のレーザ光束（第3光束）を射出する赤外半導体レーザLD3（第3光源）とが一体化された光源ユニットLU23、DVD情報記録面上で反射された赤色半導体レーザLD2からの第2光束及びCDの情報記録面上で反射された赤外半導体レーザLD3からの第3光束を受光する光検出器PD23、第1～第3の光束が通過するカップリングレンズCUL、各光束を情報記録面RL1、RL2、RL3上に集光させる機能を有する対物レンズOBJ、第1ビームスプリッタBS1、第2ビームスプリッタBS2、第3ビームスプリッタBS3、絞りSTO、センサレンズSEN1及びSEN2、1軸アクチュエータAC1、2軸アクチュエータAC2、ビーム整形素子BSH等から構成されている。

20

【0143】

なお、本実施の形態では、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光束用として共通化された光検出器PD23と、波長 λ_1 の光束用の光検出器PD1を備えるものとしたが、これに限らず、波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束用として共通化した光検出器を一つだけ備える構成であってもよい。

30

【0144】

カップリングレンズCULは光源側から順に配置した、正の屈折力を有する第1レンズL1と負の屈折力を有する第2レンズL2の2枚のプラスチック製のレンズから構成されている。

そして、詳しい説明は後述するが、光ピックアップ装置使用時において、第1レンズL1の位置を、波長 λ_1 又は λ_2 の光束が通過する場合と波長 λ_3 の光束が通過する場合とで変化させることで、第1レンズと第2レンズの光軸方向の間隔を変え、各光束の出射角を変化させるようになっている。

40

【0145】

光ピックアップ装置PU2において、HDに対して情報の記録/再生を行う場合には、まず、1軸アクチュエータAC1を駆動して、第1レンズL1を光軸上の位置P1まで移動させておく。

そして、図7において実線でその光線経路を描いたように、まず、青紫色半導体レーザLD1を発光させる。青紫色半導体レーザLD1から射出された発散光束は、ビーム整形素子BSHを透過することによりその断面形状が楕円形から円形に整形された後、第1、第2ビームスプリッタBS1、BS2を通過し、第1レンズL1及び第2レンズを通過することにより緩い収束光に変換された後、対物レンズOBJに至る。

50

【0146】

そして、対物レンズOBJの回折構造から回折作用を受けることにより生じる第1光束の所定次数の回折光を、HDの保護層PL1を介して情報記録面RL1上に集光させることで第1集光スポットを形成する。この第1集光スポットは、色収差が情報の再生及び又は記録に必要な範囲内に抑えられており、具体的には、第1集光スポットの色収差の絶対値が $0.15\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下に抑えられている。

【0147】

そして、対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC2によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL1で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、第2レンズL2、第1レンズL1、第2ビームスプリッタBS2を通過し、第1ビームスプリッタBS1で分岐され、センサレンズSEN1により非点収差が与えられて、光検出器PD1の受光面上に収束する。そして、光検出器PD1の出力信号を用いてHDに記録された情報を読み取ることができる。

10

【0148】

また、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合には、HDに対して情報の記録/再生を行う場合と同様に、まず、1軸アクチュエータAC1を駆動して、第1レンズL1を光軸上の位置P1まで移動させておく。

そして、図7において点線でその光線経路を描いたように、まず、赤色半導体レーザLD2を発光させる。赤色半導体レーザLD2から射出された発散光束は、第3ビームスプリッタBS3を通過し、第2ビームスプリッタBS2で反射して、第1レンズL1及び第2レンズを通過することにより平行光束に変換された後、対物レンズOBJに至る。

20

【0149】

そして、対物レンズOBJの回折構造から回折作用を受けることにより生じる第2光束の所定次数の回折光を、DVDの保護層PL2を介して情報記録面RL2上に集光させることで第2集光スポットを形成する。この第2集光スポットは、色収差が情報の再生及び又は記録に必要な範囲内に抑えられており、具体的には、第2集光スポットの色収差の絶対値を $0.25\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下に抑えている。

【0150】

そして、対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータACによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL2で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、第2レンズL2、第1レンズL1を通過し、第2ビームスプリッタBS2で反射し、第3ビームスプリッタBS3で分岐され、センサレンズSEN2により非点収差が与えられて、光検出器PD23の受光面上に収束する。そして、光検出器PD23の出力信号を用いてDVDに記録された情報を読み取ることができる。

30

【0151】

一方、CDに対して情報の記録/再生を行う場合には、まず、1軸アクチュエータAC1を駆動して、第1レンズL1を光軸上の位置P2まで移動させておく。この時点での第1レンズを図7に点線で表す。

そして、図7において一点鎖線でその光線経路を描いたように、まず、赤外半導体レーザLD3を発光させる。赤外半導体レーザLD3から射出された発散光束は、第3ビームスプリッタBS3を通過して、第2ビームスプリッタBS2で反射して、第1レンズL1及び第2レンズを通過する。

40

【0152】

ここで、上述のように、第1レンズL1の光軸上の位置が光情報記録媒体側に移動しているので、第1レンズL1に発散光として入射した第3光束は、第2レンズL2から収束光としては出射されず、第1レンズL1への入射時とは発散角が異なる発散光として出射され、対物レンズOBJに至る。

そして、対物レンズOBJの回折構造から回折作用を受けることにより生じる第3光束の所定次数の回折光を、CDの保護層PL3を介して情報記録面RL3上に集光させるこ

50

とで第3集光スポットを形成する。この第3集光スポットは、色収差が情報の再生及び又は記録に必要な範囲内に抑えられている。

【0153】

そして、対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータACによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL3で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、第2レンズL2、第1レンズL1を通過し、第2ビームスプリッタBS2で反射し、第3ビームスプリッタBS3で分岐され、センサレンズSEN2により非点収差が与えられて、光検出器PD23の受光面上に収束する。そして、光検出器PD23の出力信号を用いてCDに記録された情報を読み取ることができる。

このように、第1レンズL1と第2レンズL2の間隔をHD使用時とCD使用時とで変化させ、波長1の光束と波長3の光束に対する対物レンズOBJの光学系倍率を異ならしめることで、HDとCDの保護層の厚さの違いに起因する球面収差を補正するようになっている。

【0154】

以上のように、本実施の形態に示した光ピックアップ装置PU2では、波長1の光束が通過する場合、波長3の光束が通過する場合、第1レンズを光軸方向に沿って移動させることで第1レンズと第2レンズの光軸方向の間隔を変えることで、波長1の光束は緩い収束光として対物レンズOBJに入射させると共に、波長2の光束は異なる収束光として対物レンズOBJに入射させて、波長3の光束を発散光として対物レンズOBJに入射させる。これにより、波長1の光束と波長3の光束に対する対物レンズOBJの光学系倍率を異なるものとし、HDとCDの保護層の厚さの違いに起因する球面収差を補正し、波長1と波長2とでは波長の差による色の球面収差を補正することができる。

【0155】

なお、本実施の形態においては、カップリングレンズCULが波長2の光束を平行光として出射するものとしたが、これに限らず、発散光や収束光として出射する構成であってもよい。但し、この場合でも、上述したようなHDとCDの保護層の厚さの違いに起因する球面収差の補正機能を確保するために、波長3の光束は波長2の光束よりも大きな発散角でカップリングレンズCULから出射されるものとする。

また、図7に示すように光源ユニットLU23のすぐ隣りに回折格子を配置するのではなく、カップリングレンズCULに回折格子を設けて、この回折格子によって光軸に垂直な方向の対物レンズの移動を検出するようにすれば、部品点数削減の点で好ましい。

また、第2光源LD2と第3光源LD3とがパッケージ化された光源ユニットLU23を用いるものとしたが、これに限らず、第2光源LD2と第3光源LD3とを別体に配置してもよい。光源ユニットLU23を用いることで、光ピックアップ装置PU2の光学系を構成する光学素子を第2光束と第3光束とで共通化できるので、光ピックアップ装置PU2の小型化や部品点数の削減を実現できる。

【0156】

また、CD使用時には、第1レンズL1を光軸方向に沿って光情報記録媒体側に移動させるものとしたが、これに限らず、第2レンズL2を光源側に移動させてもよい。

また、HDやDVDが、光源側から光軸方向に順に少なくとも透明保護基板、第1情報記録面、中間層、第2情報記録面を積層して構成される二層ディスク等の多層ディスクである場合には、記録/再生時における層間のフォーカスジャンプに起因して発生する球面収差を補正する必要性が生じる。この球面収差の補正方法としては、対物レンズOBJへの入射光束の入射角を変化させる方法が挙げられる。

【0157】

そこで、HDとCDの保護層の厚さの違いに起因する球面収差を補正すべくCD使用時に移動させるレンズ(第1レンズL1又は第2レンズL2)を、層間のフォーカスジャンプに起因して発生する球面収差を補正するために移動させる構成とすることにより、光ピックアップ装置PU2に、多層ディスクのフォーカスジャンプに起因して発生する球面収差を補正するための機構を新たに設ける必要が無くなり、光ピックアップ装置PU2の小

10

20

30

40

50

型化や部品点数の削減を実現できる。

なお、C D 使用時における第 1 レンズ又は第 2 レンズの移動距離としては 1 mm ~ 3 mm の範囲内であることが好ましい。

また、多層ディスクのフォーカスジャンプに起因して発生する球面収差を補正するための第 1 レンズ又は第 2 レンズの移動距離としては 0 . 1 mm ~ 0 . 5 mm の範囲内であることが好ましい。

また、上記第 2 の実施の形態で示した、光軸方向に移動可能なカップリングレンズ C U L の替わりに、図 8 の光ピックアップ装置 P U 3 に示すような、固定型で且つ回折構造を備えるカップリングレンズ C U L を波長 1 ~ 3 の光束の共通光路上に配置し、更に、波長 2 と 3 の光束のみが通過する光路上に、回折構造を有する光学素子 G L を配置する構成としてもよい。

この場合、カップリングレンズ C U L から第 1 光源 L D 1 までの距離とカップリングレンズ C U L から光学ユニット L U 2 3 までの距離とを異ならせることにより波長 1 の光束と波長 3 の光束に対する対物レンズ O B J の光学系倍率を異ならしめるとともに、回折構造により H D と C D の保護層の厚さの違いに起因する球面収差を補正することができる。

なお、図 8 のピックアップ装置 P U 3 における第 1 光束と第 2 光束との共通光路上に、複数のプリズム機能を有するラミネートプリズムを配置すれば、第 1 ビームスプリッタ B S 1、第 2 ビームスプリッタ B S 2 を省略でき、部品削減とピックアップ装置 P U 3 のコンパクト化の面で好ましい。図 1 8 はラミネートプリズムを表す説明図であるが、このようにラミネートプリズム L P には、第 1 光束に対する第 1 プリズム面 L P 1 と、第 2 光束に対する第 2 プリズム面 L P 2 とが設けられているために、1 つのラミネートプリズム L P 1 によって第 1 光束及び第 2 光束を分光させることができる。

なお、プリズム面を 3 面有するラミネートプリズムを、第 1 光束、第 2 光束、第 3 光束の共通光路に配置すれば、第 1 ビームスプリッタ B S 1、第 2 ビームスプリッタ B S 2、第 3 ビームスプリッタ B S 3 をも省略でき、部品削減及び小型化のさらなる向上が望まれる。

【 0 1 5 8 】

[第 3 の実施の形態]

図 9 は、H D (第 1 光ディスク) と D V D (第 2 光ディスク) と C D (第 3 光ディスク) との何れに対しても適切に情報の記録 / 再生を行える光ピックアップ装置 P U 4 の構成を概略的に示す図である。H D の光学的仕様は、波長 1 = 4 0 7 nm、保護層 (保護基板) P L 1 の厚さ $t_1 = 0 . 6$ mm、開口数 $N A_1 = 0 . 65$ であり、D V D の光学的仕様は、波長 2 = 6 5 5 nm、保護層 P L 2 の厚さ $t_2 = 0 . 6$ mm、開口数 $N A_2 = 0 . 65$ であり、C D の光学的仕様は、波長 3 = 7 8 5 nm、保護層 P L 3 の厚さ $t_3 = 1 . 2$ mm、開口数 $N A_3 = 0 . 51$ である。

但し、波長、保護層の厚さ、及び開口数の組合せはこれに限られない。また、第 1 光ディスクとして、保護層 P L 1 の厚さ t_1 が 0 . 1 mm 程度の B D を用いてもよい。

【 0 1 5 9 】

また、本実施の形態における対物レンズ O B J では、波長 1 の第 1 光束及び波長 2 の第 2 光束が緩い収束光として入射し、第 3 光束が緩い発散光として入射する構成となっている。

【 0 1 6 0 】

光ピックアップ装置 P U 4 は、H D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 4 0 7 nm のレーザ光束 (第 1 光束) を射出する青紫色半導体レーザ L D 1 (第 1 光源)、第 1 光束用の光検出器 P D 1、D V D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 6 5 5 nm のレーザ光束 (第 2 光束) を射出する赤色半導体レーザ L D 2 (第 2 光源)、第 1 光束及び第 2 光束共用の光検出器 P D 1、C D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 7 8 5 nm のレーザ光束 (第 3 光束) を射出する赤外半導体レーザ L D 3 (第 3 光源) と第 3 光束用の光検出器 P D 3 とが一体化されたホログラムレーザ H G、第 1 ~ 第

3 光束が通過するカップリングレンズC U L、その光学面上に回折構造が形成され、レーザ光束を情報記録面R L 1、R L 2、R L 3上に集光させる機能を有する両面が非球面の対物レンズO B J、対物レンズO B Jを所定の方角に移動させる2軸アクチュエータ(図示せず)、第1ビームスプリッタB S 1、第2ビームスプリッタB S 2、第3ビームスプリッタB S 3、絞りS T O等から構成されている。

【0161】

光ピックアップ装置P U 4において、H Dに対して情報の記録/再生を行う場合には、図9において実線でその光線経路を描いたように、まず、青紫色半導体レーザL D 1を発光させる。青紫色半導体レーザL D 1から射出された発散光束は、第1～第3ビームスプリッタB S 1～3を通過し、カップリングレンズC U Lに至る。

10

そして、カップリングレンズC U Lを透過する際に第1光束は緩い収束光に変換され、絞りS T Oを通過して、対物レンズO B Jに至り、対物レンズO B Jによって第1保護層P L 1を介して情報記録面R L 1上に形成されるスポットとなる。対物レンズO B Jは、その周辺に配置された2軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。

【0162】

情報記録面R L 1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O B J、カップリングレンズC U L、第3ビームスプリッタB S 3、第2ビームスプリッタB S 2を通過し、第1ビームスプリッタB S 1で分岐され、光検出器P D 1の受光面上に収束する。そして、光検出器P D 1の出力信号を用いてH Dに記録された情報を読み取ることができる。

20

【0163】

また、D V Dに対して情報の記録/再生を行う場合には、図9において点線でその光線経路を描いたように、まず、赤色半導体レーザL D 2を発光させる。赤色半導体レーザL D 2から射出された発散光束は、第2ビームスプリッタB S 2で反射され、第3ビームスプリッタB S 3を通過して、カップリングレンズC U Lに至る。

そして、カップリングレンズC U Lを透過する際に第2光束は、カップリングレンズC U Lの回折構造によりH Dとは異なる緩い収束光に変換され、絞りS T Oを通過して、対物レンズO B Jに至り、対物レンズO B Jによって第2保護層P L 2を介して情報記録面R L 2上に形成されるスポットとなる。対物レンズO B Jは、その周辺に配置された2軸

30

【0164】

情報記録面R L 2で情報ビットにより変調された反射光束は、対物レンズO B J、カップリングレンズC U L、第3ビームスプリッタB S 3、第2ビームスプリッタB S 2を通過し、第1ビームスプリッタB S 1で分岐され、光検出器P D 1の受光面上に収束する。そして、光検出器P D 1の出力信号を用いてD V Dに記録された情報を読み取ることができる。

【0165】

また、C Dに対して情報の記録/再生を行う場合には、図9において一点鎖線でその光線経路を描いたように、まず、ホログラムレーザH Gの赤外半導体レーザL D 3を発光させる。赤外半導体レーザL D 3から射出された発散光束は、第3ビームスプリッタB S 2で反射して、カップリングレンズC U Lに至る。

40

そして、カップリングレンズC U Lを透過する際に第3光束は赤外半導体レーザL D 3からカップリングレンズC U Lまでの距離と、青紫色半導体レーザL D 1からカップリングレンズC U Lまでの距離とが異なるために緩い発散光に変換され、絞りS T Oを通過して、対物レンズO B Jに至り、対物レンズO B Jによって第3保護層P L 3を介して情報記録面R L 3上に形成されるスポットとなる。対物レンズO B Jは、その周辺に配置された2軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。

【0166】

情報記録面R L 2で情報ビットにより変調された反射光束は、対物レンズO B J、カッ

50

プリングレンズCULを通過し、第3ビームスプリッタBS3で分岐され、ホログラムレーザHGの光検出器PD3の受光面上に収束する。そして、光検出器PD3の出力信号を用いてCDに記録された情報を読み取ることができる。

【0167】

次に、カップリングレンズCULの構成について説明する。

カップリングレンズCULはプラスチック製の単レンズであり、その出射面（光ディスク側の光学面）のほぼ全域に回折構造DOEが形成されている。

回折構造DOEは、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、光軸を含む断面形状が鋸歯形状であり、前記各輪帯の光軸方向の段差の距離dが、

$$2 \times \frac{1}{(n_1 - 1)} \times d < 3 \times \frac{1}{(n_1 - 1)}$$

を満たすように設定されている。

n_1 ：前記波長 λ_1 の光束に対するカップリングレンズCULの屈折率

これにより、波長407nm（回折構造DOEが形成された対物レンズの波長407nmに対する屈折率は1.559806である）に対して回折次数が奇数となる回折光（例えば、 $N=2$ の場合には+3次回折光）の回折効率がほぼ100%となり、この回折構造DOEに対して第2光束（回折構造DOEが形成された対物レンズの波長655nmに対する屈折率は1.540725である）が入射すると、+2次回折光が88%の回折効率で発生するので、第1光束と第2光束の何れの波長領域においても十分な回折効率を得られる。

なお、カップリングレンズCULの回折構造DOEは、HDの情報記録面上に形成される集光スポットの色収差を、 $\Delta\lambda = 1\text{nm}$ の波長変動に対して0.1μm以下とすることが好ましい。

【0168】

[第4の実施の形態]

第4の実施の形態について説明する。図12はHD（第1光ディスク）とDVD（第2光ディスク）とCD（第3光ディスク）との何れに対しても適切に情報の記録/再生を行える光ピックアップ装置PU5の構成を概略的に示す図である。HDの光学的仕様は、波長 $\lambda_1 = 407\text{nm}$ 、保護層PL1の厚さ $t_1 = 0.6\text{nm}$ 、開口数 $NA_1 = 0.65$ であり、DVDの光学的仕様は、波長 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ 、保護層PL2の厚さ $t_2 = 0.6\text{nm}$ 、開口数 $NA_2 = 0.65$ であり、CDの光学的仕様は、波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ 、保護層PL3の厚さ $t_3 = 1.2\text{nm}$ 、開口数 $NA_3 = 0.51$ である。但し、波長、保護層の厚さ及び開口数の組み合わせはこれに限られない。

【0169】

光ピックアップ装置PU5は、HDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され407nmのレーザ光束（第1光束）を出射する青紫色半導体レーザLD1（第1光源）と、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光される655nmのレーザ光束（第2光束）を出射する赤色半導体レーザLD2（第2光源）と、CDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され785nmのレーザ光束（第3光束）を出射する赤外半導体レーザ及び第3光束用の光検出器が一体化されたホロレーザLD3と、第1光束、第2光束及び第3光束共通の光検出器PDと、第1～第3の光束が通過するカップリングレンズCULと、各光束を情報記録面RL1, RL2, RL3上に集光させる機能を有する対物レンズOBJと、光検出器PDに至る光に非点収差を生じさせる非点収差板APと、モニタセンサレンズMSEと、モニタ光検出器MPDと、第1ビームスプリッタBS1と、第2ビームスプリッタBS2と、絞りSTOと等から構成されている。

【0170】

ここで、カップリングレンズCULは、波長 λ_1 の第1光束に対する焦点距離 f_c が、 $6\text{mm} < f_c < 15\text{mm}$ を満たしており、対物レンズOBJは、波長 λ_1 の第1光束に対する焦点距離 f_1 が、 $1.3\text{mm} < f_1 < 2.2\text{mm}$ を満たすように設定されていることが好ましい。各焦点距離 f_1 , f_c を上記範囲に収めること、スーパースリムレンズと呼ばれるピックアップ装置に適した対物レンズを得ることができる。

10

20

30

40

50

【0171】

また、非点収差板 A P は、波長 1 及び波長 2 の光束用として共通化されたモニタ光検出器 M P D とカップリングレンズ C U L との間の光路中に配置されているために、波長 1 及び波長 2 の光束は、ほとんどが非点収差板 A P を反射してからカップリングレンズ C U L に入射するが一部はモニタ光検出器 M P D に入射する。

【0172】

光ピックアップ装置 P U 5 において H D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、図 1 2 において実線でそのその光線経路を描いたように、まず、青紫色半導体レーザ L D 1 を発光させる。青紫色半導体レーザ L D 1 から射出された発散光束は、第 1 ビームスプリッタ B S 1 を透過して非点収差板 A P に至り、この非点収差板 A P によって分岐し、ほとんどの光は第 2 ビームスプリッタ B S 2 を透過してからカップリングレンズ C U L で回折作用を受けて対物レンズ O B J に至る。一方、非点収差板 A P の分岐により一部の光はモニタセンサレンズ M S L を透過して、モニタ光検出器に集光されて青紫色半導体レーザ L D 1 の出力調整に用いられる。

10

【0173】

そして、対物レンズ O B J の回折構造から回折作用を受けることにより生じる第 1 光束の所定次数の回折光を、H D の保護層 P L 1 を介して情報記録面 R L 1 上に集光させることで第 1 集光スポットを形成する。

【0174】

そして、対物レンズ O B J は、その周辺に配置された図示しない 2 軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面 R L 1 で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズ O B J 、カップリングレンズ C U L 、第 2 ビームスプリッタ B S 2 、非点収差板 A P を通過し、光検出器 P D の受光面上に集光する。そして、光検出器 P D の出力信号を用いて H D に記録された情報を読み取ることができる。

20

【0175】

D V D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、図 1 2 において点線でそのその光線経路を描いたように、まず、赤色半導体レーザ L D 2 を発光させる。赤色半導体レーザ L D 2 から射出された発散光束は、第 1 ビームスプリッタ B S 1 で反射されて非点収差板 A P に至り、この非点収差板 A P によって分岐し、ほとんどの光は第 2 ビームスプリッタ B S 2 を透過してからカップリングレンズ C U L で回折作用を受けて対物レンズ O B J に至る。一方、非点収差板 A P の分岐により一部の光はモニタセンサレンズ M S L を透過して、モニタ光検出器に集光されて赤色半導体レーザ L D 2 の出力調整に用いられる。

30

【0176】

そして、対物レンズ O B J の回折構造から回折作用を受けることにより生じる第 2 光束の所定次数の回折光を、D V D の保護層 P L 2 を介して情報記録面 R L 2 上に集光させることで第 2 集光スポットを形成する。この第 2 集光スポットは色収差が情報の再生及び / 又は記録に必要な範囲内に抑えられており、具体的には第 2 集光スポットの色収差の絶対値を $0.25 \mu\text{m} / \text{nm}$ 以下に抑えている。

【0177】

そして、対物レンズ O B J は、その周辺に配置された図示しない 2 軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面 R L 2 で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズ O B J 、カップリングレンズ C U L 、第 2 ビームスプリッタ B S 2 、非点収差板 A P を通過し、光検出器 P D の受光面上に集光する。そして、光検出器 P D の出力信号を用いて D V D に記録された情報を読み取ることができる。

40

【0178】

C D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、図 1 2 において一点鎖線でそのその光線経路を描いたように、まず、ホロレーザ L D 3 を発光させる。ホロレーザ L D 3 から射出された発散光束は、第 2 ビームスプリッタ B S 2 で反射されてからカップリングレンズ C U L で回折作用を受けて対物レンズ O B J に至る。

【0179】

50

そして、対物レンズOBJの回折構造から回折作用を受けることにより生じる第3光束の所定次数の回折光を、CDの保護層PL3を介して情報記録面RL3上に集光させることで第3集光スポットを形成する。この第3集光スポットは色収差が情報の再生及び/又は記録に必要な範囲内に抑えられており、具体的には第3集光スポットの色収差の絶対値を $0.25\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下に抑えている。

【0180】

そして、対物レンズOBJは、その周辺に配置された図示しない2軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL3で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、カップリングレンズCUL、第2ビームスプリッタBS2を通過し、ホロレーザLD3の受光面上に集光する。そして、光検出器PD

10

【0181】

[第5の実施の形態]

第5の実施の形態について説明する。図13及び図14はHD(第1光ディスク)とDVD(第2光ディスク)とCD(第3光ディスク)との何れに対しても適切に情報の記録/再生を行える光ピックアップ装置PU6の構成を概略的に示す図である。HDの光学的仕様は、波長 $\lambda_1 = 407\text{nm}$ 、保護層PL1の厚さ $t_1 = 0.6\text{nm}$ 、開口数 $\text{NA}_1 = 0.65$ であり、DVDの光学的仕様は、波長 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ 、保護層PL2の厚さ $t_2 = 0.6\text{nm}$ 、開口数 $\text{NA}_2 = 0.65$ であり、CDの光学的仕様は、波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ 、保護層PL3の厚さ $t_3 = 1.2\text{nm}$ 、開口数 $\text{NA}_3 = 0.51$ である。但し、波長

20

【0182】

光ピックアップ装置PU6は、HDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 407nm のレーザ光束(第1光束)を出射する青紫色半導体レーザLD1(第1光源)と、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光される 655nm のレーザ光束(第2光束)を出射する赤色半導体レーザLD2(第2光源)と、CDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 785nm のレーザ光束(第3光束)を射出する赤外半導体レーザ(第3光源)及び第3光束用の光検出器が一体化されたホログラムレーザHGと、第1光束及び第2光束共通の光検出器PDと、第1~第3の光束が通過するカップリングレンズCULと、各光束を情報記録面RL1, RL2, RL3上に集光させる機能を有する

30

対物レンズOBJと、カップリングレンズCULから出射した各光束を対物レンズOBJに向けて反射させるミラーMIRと、複合ビームスプリッタHBSと、第1ビームスプリッタBS1と、センサレンズSENと、ビームシェーバBSHと、絞りSTO、モニタセンサレンズMLと、モニタ光検出器MPD、 $1/4$ 波長板REと、回折格子GT等から構成されている。

40

【0183】

複合ビームスプリッタHBSには、波長に応じて光を透過又は反射するダイクロ機能を有する第1面CA1と、第1面CA1を透過又は反射した光を、偏光方向に応じて透過又は反射するビームスプリッタ機能を有する第2面CA2と、第2面CA2を透過又は反射した光を反射する第3面CA3とが備えられている。詳細に説明すると、赤色半導体レーザLD2から出射された波長 λ_2 の第2光束が複合ビームスプリッタHBSに入射すると、当該第2光束は第1面CA1及び第2面CA2を透過した後複合ビームスプリッタHBSから出射される。一方、カップリングレンズCULから出射された波長 λ_2 の第2光束が複合ビームスプリッタHBSに入射すると、当該第2光束は第2面CA2及び第3面CA3で反射されることで複合ビームスプリッタHBSから出射される。さらに、青紫色

50

半導体レーザLD1から出射された波長 1の第1光束が複合ビームスプリッタHBSに入射すると、当該第1光束は第1面CA1で反射された後に第2面CA2を透過することで複合ビームスプリッタHBSから出射される。一方、カップリングレンズCULから出射された波長 1の第1光束が複合ビームスプリッタHBSに入射すると、当該第1光束は第2面CA2及び第3面CA3で反射されることで複合ビームスプリッタHBSから出射される。

【0184】

ここで、複合ビームスプリッタHBSと光検出器PDとの間には、センサレンズSENが配置されているために、第3面CA3で反射して複合ビームスプリッタHBSから出射した光は、センサレンズSENにより非点収差が与えられて、光検出器PDの受光面上に収束するようになっている。

10

また、青紫色半導体レーザLD1と複合ビームスプリッタHBSとの間には、ビームシェーバBSHと回折格子GTとが配置されているために、ビームシェーバBSHにより青紫色半導体レーザLD1からのビーム径を真円に近づけ、回折格子GTによりHD DVDを使用する際の対物レンズOBJのトラッキングを検出する。

【0185】

光ピックアップ装置PU6でHDに情報の記録/再生を行う場合には、図13において青紫色半導体レーザLD1を発光させる。青紫色半導体レーザLD1から射出された発散光束は、複合ビームスプリッタHBS、1ビームスプリッタBS1及びカップリングレンズCULを透過してミラーMIRに至る。このミラーMIRによって第1光束からなる発散光束は反射され対物レンズOBJに到達する。そして、対物レンズOBJの回折構造から回折作用を受けることにより生じる第1光束の所定次数の回折光を、HDの保護層PL1を介して情報記録面RL1上に集光させることで第1集光スポットを形成する。

20

【0186】

そして、対物レンズOBJは、その周辺に配置された図示しない2軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL1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OBJ、ミラーMIR、カップリングレンズCUL、第1ビームスプリッタBS1を通過する。その後、第1光束からなる反射光束が複合ビームスプリッタHBSに入射すると、上述したように第2面CA2及び第3面CA3で反射されて複合ビームスプリッタHBSから出射され、センサレンズSENを介して光検出器PDの受光面上に集光する。そして、光検出器PDの出力信号を用いてHDに記録された情報を読み取ることができる。

30

【0187】

光ピックアップ装置PU6でDVDに情報の記録/再生を行う場合には、図13において赤色半導体レーザLD2を発光させる。赤色半導体レーザLD2から射出された発散光束は、複合ビームスプリッタHBS、1ビームスプリッタBS1及びカップリングレンズCULを透過してミラーMIRに至る。このミラーMIRによって第2光束からなる発散光束は反射され対物レンズOBJに到達する。そして、対物レンズOBJの回折構造から回折作用を受けることにより生じる第2光束の所定次数の回折光を、DVDの保護層PL2を介して情報記録面RL2上に集光させることで第2集光スポットを形成する。

40

【0188】

そして、対物レンズOBJは、図示しない2軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL2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OBJ、ミラーMIR、カップリングレンズCUL、第1ビームスプリッタBS1を通過する。その後、第2光束からなる反射光束が複合ビームスプリッタHBSに入射すると、上述したように第2面CA2及び第3面CA3で反射されて複合ビームスプリッタHBSから出射され、センサレンズSENを介して光検出器PDの受光面上に集光する。そして、光検出器PDの出力信号を用いてDVDに記録された情報を読み取ることができる。

【0189】

50

C Dに対して情報の記録/再生を行う場合には、図13においてホログラムレーザHGを発光させる。ホログラムレーザHGから射出された発散光束は、第1ビームスプリッタBS1で反射されてからカップリングレンズCULを透過し、対物レンズOBJに至る。

【0190】

そして、対物レンズOBJの回折構造から回折作用を受けることにより生じる第3光束の所定次数の回折光を、C Dの保護層PL3を介して情報記録面RL3上に集光させることで第3集光スポットを形成する。

【0191】

そして、対物レンズOBJは、図示しない2軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL3で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、カップリングレンズCUL、第1ビームスプリッタBS1を通過し、ホログラムレーザHGの受光面上に集光する。そして、ホログラムレーザHGの出力信号を用いてC Dに記録された情報を読み取ることができる。

【0192】

このように、複合ビームスプリッタHBSを用いれば、ビームスプリッタを省略でき、光ピックアップ装置PU6自体をよりコンパクトにすることが可能となる。

また、ビームスプリッタBS1の光合成面は偏光依存性がなく、波長 λ_1 、 λ_2 の光束は約90%通過、残りをモニタセンサレンズMSLの方向へ分岐し、波長 λ_3 の光束は約80%の反射され、残りをモニタセンサレンズMELへ分岐する。したがって、ビームスプリッタBS1より全ての波長の光束はモニタセンサレンズMSLの方へ分岐されモニタ光検出器MPDで検出されることにより、レーザの出力が感知される。このビームスプリッタBS1で分岐することによりモニタセンサレンズMSL、モニタ光検出器MPDも3つの波長の光束に対して共通化することができ、部品数を削減することができる。

【0193】

[第6の実施の形態]

以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

上記第1の実施の形態に示した光ピックアップ装置PU1では、情報記録面上で反射した第1光束、第2光束の光路が共通されて、第3光束の光路が単独で形成される場合を例示して説明しているが、本実施の形態の光ピックアップ装置PU6では、第1光束、第2光束、第3光束の光路を共通化している。

【0194】

図15は、HD(第1光ディスク)とDVD(第2光ディスク)とCD(第3光ディスク)との何れに対しても適切に情報の記録/再生を行える光ピックアップ装置PU6の構成を概略的に示す図である。HDの光学的仕様は、波長 $\lambda_1 = 407\text{ nm}$ 、保護層PL1の厚さ $t_1 = 0.6\text{ mm}$ 、開口数 $NA_1 = 0.65$ であり、DVDの光学的仕様は、波長 $\lambda_2 = 655\text{ nm}$ 、保護層PL2の厚さ $t_2 = 0.6\text{ mm}$ 、開口数 $NA_2 = 0.65$ であり、CDの光学的仕様は、波長 $\lambda_3 = 785\text{ nm}$ 、保護層PL3の厚さ $t_3 = 1.2\text{ mm}$ 、開口数 $NA_3 = 0.51$ である。但し、波長、保護層の厚さ、及び開口数の組合せはこれに限られない。

【0195】

光ピックアップ装置PU6は、HDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 407 nm のレーザ光束(第1光束)を射出する青紫色半導体レーザLD1(第1光源)、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 655 nm のレーザ光束(第2光束)を射出する赤色半導体レーザLD2(第2光源)とCDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 785 nm のレーザ光束(第3光束)を射出する赤外半導体レーザLD3(第3光源)とが一体化された光源ユニットLU23、HD、DVD及びCDの少なくとも一方の情報記録面上で反射した光束を受光する光検出器PD1、第1~第3の光束が通過するカップリングレンズCUL、各光束を情報記録面RL1、RL2、RL3上に集光させる機能を有する対物レンズOBJ、第1ビームスプリッタBS1、第2ビームスプリッタBS2、第3ビームスプリッタBS3、絞りSTO、センサレンズSEN2、1

軸アクチュエータ A C 1、2 軸アクチュエータ A C 2、ビーム整形素子 B S H 等から構成されている。

【0196】

カップリングレンズ C U L は光源側から順に配置した、負の屈折力を有する第 2 レンズ L 2 と正の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 との 2 枚のプラスチック製のレンズから構成されている。

そして、光ピックアップ装置使用時において、第 1 レンズ L 1 の位置を、波長 1 又は 2 の光束が通過する場合と波長 3 の光束が通過する場合とで変化させることで、第 1 レンズと第 2 レンズの光軸方向の間隔を変え、各光束の出射角を変化させるようになっている。

10

【0197】

光ピックアップ装置 P U 6 において、H D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、まず、1 軸アクチュエータ A C 1 を駆動して、第 1 レンズ L 1 を光軸上の位置 P 1 まで移動させておく。

そして、図 15 において実線でその光線経路を描いたように、まず、青紫色半導体レーザ L D 1 を発光させる。青紫色半導体レーザ L D 1 から射出された発散光束は、ビーム整形素子 B S H を透過することによりその断面形状が楕円形から円形に整形された後、第 1、第 2 ビームスプリッタ B S 2 を通過し、第 2 レンズ L 2 及び第 1 レンズ L 1 を通過することにより緩い収束光に変換された後、対物レンズ O B J に至る。

【0198】

20

そして、対物レンズ O B J の回折構造から回折作用を受けることにより生じる第 1 光束の所定次数の回折光を、H D の保護層 P L 1 を介して情報記録面 R L 1 上に集光させることで第 1 集光スポットを形成する。この第 1 集光スポットは、色収差が情報の再生及び又は記録に必要な範囲内に抑えられており、具体的には、第 1 集光スポットの色収差の絶対値が $0.05 \mu\text{m} / \text{nm}$ 以下に抑えられている。

【0199】

そして、対物レンズ O B J は、その周辺に配置された 2 軸アクチュエータ A C 2 によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面 R L 1 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 O B J、第 1 レンズ L 1、第 2 レンズ L 2、第 2 ビームスプリッタ B S 2、第 2 ビームスプリッタ B S 2 で反射し、第 3 ビームスプリッタ B S 3 で分岐され、センサレンズ S E N 2 により非点収差が与えられて、光検出器 P D 2 3 の受光面上に収束する。そして、光検出器 P D 1 の出力信号を用いて H D に記録された情報を読み取ることができる。

30

【0200】

また、D V D に対して情報の記録 / 再生を行う場合にも、まず、1 軸アクチュエータ A C 1 を駆動して、第 1 レンズ L 1 を光軸上の位置 P 2 まで移動させておく。

そして、図 15 において点線でその光線経路を描いたように、まず、赤色半導体レーザ L D 2 を発光させる。赤色半導体レーザ L D 2 から射出された発散光束は、第 3 ビームスプリッタ B S 3 を通過し、第 2 ビームスプリッタ B S 2 で反射して、第 2 レンズ L 2 及び第 1 レンズ L 1 を通過することにより H D とは異なる緩い収束光に変換された後、対物レンズ O B J に至る。

40

【0201】

そして、対物レンズ O B J の回折構造から回折作用を受けることにより生じる第 2 光束の所定次数の回折光を、D V D の保護層 P L 2 を介して情報記録面 R L 2 上に集光させることで第 2 集光スポットを形成する。この第 2 集光スポットは、色収差が情報の再生及び又は記録に必要な範囲内に抑えられており、具体的には、第 2 集光スポットの色収差の絶対値を $0.25 \mu\text{m} / \text{nm}$ 以下に抑えている。

【0202】

そして、対物レンズ O B J は、その周辺に配置された 2 軸アクチュエータ A C によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面 R L 2 で情報ビットにより変調された

50

反射光束は、再び対物レンズOBJ、第2レンズL2、第1レンズL1を通過し、第2ビームスプリッタBS2で反射し、第3ビームスプリッタBS3で分岐され、センサレンズSEN2により非点収差が与えられて、光検出器PD1の受光面上に収束する。そして、光検出器PD23の出力信号を用いてDVDに記録された情報を読み取ることができる。

【0203】

一方、CDに対して情報の記録/再生を行う場合には、まず、1軸アクチュエータAC1を駆動して、第1レンズL1を光軸上の位置P3まで移動させておく。この時点での第1レンズを図15に点線で表す。

そして、図15において一点鎖線でその光線経路を描いたように、まず、赤外半導体レーザLD3を発光させる。赤外半導体レーザLD3から射出された発散光束は、第3ビームスプリッタBS3を通過して、第2ビームスプリッタBS2で反射して、第2レンズL2及び第1レンズL1を通過する。

10

【0204】

ここで、上述のように、第1レンズL1の光軸上の位置が光情報記録媒体側に移動しているので、第1レンズL1に発散光として入射した第3光束は、第1レンズL1への入射時とは発散角が異なる発散光として出射され、対物レンズOBJに至る。

そして、対物レンズOBJの回折構造から回折作用を受けることにより生じる第3光束の所定次数の回折光を、CDの保護層PL3を介して情報記録面RL3上に集光させることで第3集光スポットを形成する。

【0205】

20

そして、対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータACによってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL3で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOBJ、第2レンズL2、第1レンズL1を通過し、第2ビームスプリッタBS2で反射し、第3ビームスプリッタBS3で分岐され、センサレンズSEN2により非点収差が与えられて、光検出器PD1の受光面上に収束する。そして、光検出器PD23の出力信号を用いてCDに記録された情報を読み取ることができる。

【実施例】

【0206】

次に、上記実施の形態で示した対物レンズの実施例について説明する。

表1に実施例1のレンズデータを示す。

30

【表 1】

実施例1 レンズデータ

対物レンズの焦点距離

 $f_1=3.00\text{mm}$ $f_2=3.10\text{mm}$ $f_3=3.12\text{mm}$

像面側開口数

NA1:0.65

NA2:0.65

NA3:0.51

2面回折次数

n1:10

n2:6

n3:5

2'面回折次数

n1:5

n2:3

n3:-1/29.9

倍率

m1:1/31.0

m2:1/54.3

m3:-1/29.9

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		-90.00		-166.02		96.40	
1(絞り径)	∞	0.01($\phi 3.964\text{mm}$)		0.01($\phi 3.964\text{mm}$)		0.01($\phi 3.288\text{mm}$)	
2	1.92355	1.65000	1.559806	1.65000	1.540725	1.65000	1.537237
2'	1.98118	0.00583	1.559806	0.00583	1.540725	0.00583	1.537237
3	-16.03440	1.55	1.0	1.67	1.0	1.47	1.0
3'	-13.18912	0.00000	1.0	0.00000	1.0	0.00000	1.0
4	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	1.2	1.57063
5	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの実位を表す。

*d2'、d3'はそれぞれ第2面から第2'面、第3面から第3'面までの実位を表す。

非球面データ

第2面 ($0 < h \leq 1.662\text{mm}$: HD DVD/DVD/CD共有領域)

非球面係数

 $\kappa -4.4662 \times E-1$ $A4 +8.7126 \times E-4$ $A6 -1.9063 \times E-3$ $A8 +9.2846 \times E-4$ $A10 -2.1198 \times E-4$ $A12 +1.6273 \times E-7$ $A14 +1.3793 \times E-6$

光路差関数

 $B2 -2.3141 \times E-1$ $B4 -2.0141 \times E-2$ $B6 -7.5021 \times E-3$ $B8 +1.3559 \times E-3$ $B10 -4.0867 \times E-4$ 第2'面 ($1.662\text{mm} < h$: HD DVD/DVD共有領域)

非球面係数

 $\kappa -4.1961 \times E-1$ $A4 +3.0725 \times E-3$ $A6 -2.5861 \times E-3$ $A8 +9.6551 \times E-4$ $A10 -1.3826 \times E-4$ $A12 +7.5482 \times E-6$ $A14 -7.5795 \times E-7$

光路差関数

 $B2 -5.4710 \times E-1$ $B4 -2.6404 \times E-2$ $B6 -1.5524 \times E-2$ $B8 -1.0308 \times E-3$ $B10 +1.1379 \times E-3$ 第3面 ($0 < h \leq 1.362\text{mm}$ HD DVD/DVD/CD共有領域)

非球面係数

 $\kappa -8.0653 \times E+2$ $A4 -5.5926 \times E-3$ $A6 +1.1660 \times E-2$ $A8 -6.4291 \times E-3$ $A10 +1.5528 \times E-3$ $A12 -1.3029 \times E-4$ $A14 -3.4460 \times E-6$ 第3'面 ($1.362\text{mm} < h$ HD DVD/DVD共有領域)

非球面係数

 $\kappa -1.2782 \times E+3$ $A4 -7.3881 \times E-3$ $A6 +1.1800 \times E-2$ $A8 -6.0862 \times E-3$ $A10 +1.6068 \times E-3$ $A12 -2.3565 \times E-4$ $A14 +1.5370 \times E-5$

【0207】

表1に示すように、本実施例の対物レンズは、HD/DVD/CD互換用の対物レンズであり、波長 $\lambda_1 = 407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 3.00\text{mm}$ 、倍率 $m_1 = 1/31.0$ に設定されており、波長 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 3.10\text{mm}$ 、倍率 $m_2 = 1/54.3$ に設定されており、波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_3 = 3.12\text{mm}$ 、倍率 $m_3 = -1/29.9$ に設定されている。

10

20

30

40

50

【 0 2 0 8 】

対物レンズの入射面は、光軸を中心とした高さ h が $0 \text{ mm} < h < 1.662 \text{ mm}$ の第 2 面と、 $1.662 \text{ mm} < h$ の第 2' 面に区分されており、また、対物レンズの出射面は、光軸を中心とした高さ h が $0 \text{ mm} < h < 1.362 \text{ mm}$ の第 3 面と、 $1.362 \text{ mm} < h$ の第 3' 面に区分されている。

また、第 2 面、第 2' 面、第 3 面及び第 3' 面は、次式（数 1）に表 1 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【 数 1 】

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

10

【 0 2 0 9 】

ここで、 x は光軸方向の軸（光の進行方向を正とする）、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

また、第 2 面及び第 2' 面には回折構造 DOE が形成されている。この回折構造 DOE は、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、 h (mm) を光軸に垂直な方向の高さ、 B_{2i} を光路差関数係数、 n を入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数、 λ (nm) を回折構造に入射する光束の波長、 B (nm) を回折構造の製造波長とすると、次の数 2 式に表 1 に示す係数を代入して定義される光路差関数 $\Phi(h)$ (mm) で表される。 20

【 数 2 】

$$\text{光路差関数} \quad \Phi(h) = \left(\sum_{i=0}^5 B_{2i} h^{2i} \right) \times n \times \lambda / B$$

なお、回折構造 DOE のブレイズ化波長 B は 1.0 mm である。

【 0 2 1 0 】

表 2 に実施例 2 のレンズデータを示す。

【表 2】

実施例2 レンズデータ

対物レンズの焦点距離

 $f_1=3.00\text{mm}$ $f_2=3.09\text{mm}$ $f_3=3.12\text{mm}$

像面側開口数

NA1:0.65

NA2:0.65

NA3:0.51

2面回折次数

n1:8

n2:5

n3:4

2'面回折次数

n1:8

n2:5

倍率

m1:1/34.2

m2:1/50.3

m3:-1/30.5

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		-100		-152.15		98.11	
1(絞り径)	∞	0.01($\phi 3.946\text{mm}$)		0.01($\phi 3.946\text{mm}$)		0.01($\phi 3.286\text{mm}$)	
2	1.95579	1.65000	1.559806	1.65000	1.540725	1.65000	1.537237
2'	1.98098	0.00719	1.559806	0.00719	1.540725	0.00719	1.537237
3	-16.38147	1.56	1.0	1.66	1.0	1.46	1.0
3'	-13.60880	0.00000	1.0	0.00000	1.0	0.00000	1.0
4	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	1.2	1.57063
5	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

*d2'、d3'はそれぞれ第2面から第2'面、第3面から第3'面までの変位を表す。

非球面データ

第2面 ($0 < h \leq 1.669\text{mm}$: HD DVD/DVD/CD共有領域)

非球面係数

 $K -4.3361 \times E-1$ $A4 +1.6282 \times E-3$ $A6 -2.0857 \times E-3$ $A8 +1.0150 \times E-3$ $A10 -1.9142 \times E-4$ $A12 -7.1077 \times E-6$ $A14 +2.7406 \times E-6$

光路差関数

 $B2 -4.6300 \times E-1$ $B4 -3.5115 \times E-2$ $B6 -6.2907 \times E-3$ $B8 +2.0853 \times E-3$ $B10 -3.0419 \times E-4$ 第2'面 ($1.669\text{mm} < h$: HD DVD/DVD共有領域)

非球面係数

 $K -4.2244 \times E-1$ $A4 +3.0487 \times E-3$ $A6 -2.6223 \times E-3$ $A8 +9.4560 \times E-4$ $A10 -1.4603 \times E-4$ $A12 +5.0391 \times E-6$ $A14 -1.3667 \times E-6$

光路差関数

 $B2 -4.2194 \times E-1$ $B4 -2.1032 \times E-2$ $B6 -1.3189 \times E-2$ $B8 -1.5405 \times E-3$ $B10 +4.9103 \times E-4$ 第3面 ($0 < h \leq 1.367\text{mm}$: HD DVD/DVD/CD共有領域)

非球面係数

 $K -1.1568 \times E+3$ $A4 -5.4870 \times E-3$ $A6 +1.1312 \times E-2$ $A8 -6.5163 \times E-3$ $A10 +1.5966 \times E-3$ $A12 -1.1506 \times E-4$ $A14 -9.7212 \times E-6$ 第3'面 ($1.367\text{mm} < h$: HD DVD/DVD共有領域)

非球面係数

 $K -1.3413 \times E+3$ $A4 -7.1899 \times E-3$ $A6 +1.1899 \times E-2$ $A8 -6.0565 \times E-3$ $A10 +1.6060 \times E-3$ $A12 -2.4616 \times E-4$ $A14 +1.7102 \times E-5$

【0 2 1 1】

表2に示すように、本実施例の対物レンズは、HD/DVD/CD互換用の対物レンズであり、波長 $\lambda_1 = 407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 3.00\text{mm}$ 、倍率 $m_1 = 1/34.2$ に設定されており、波長 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 3.09\text{mm}$ 、倍率 $m_2 = 1/50.3$ に設定されており、波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_3 = 3.12\text{mm}$ 、倍率 $m_3 = -1/30.5$ に設定されている。

10

20

30

40

50

【 0 2 1 2 】

対物レンズの入射面は、光軸を中心とした高さ h が $0 \text{ mm} < h < 1.669 \text{ mm}$ の第 2 面と、 $1.669 \text{ mm} < h$ の第 2' 面に区分されており、また、対物レンズの出射面は、光軸を中心とした高さ h が $0 \text{ mm} < h < 1.669 \text{ mm}$ の第 3 面と、 $1.669 \text{ mm} < h$ の第 3' 面に区分されている。

また、第 2 面、第 2' 面、第 3 面及び第 3' 面は、上記数 1 に表 2 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【 0 2 1 3 】

また、第 2 面及び第 2' 面には回折構造 DOE が形成されており、この回折構造 DOE は、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数 2 式に表 2 に示す係数を代入して定義される光路差関数 $(h)(\text{mm})$ で表される。

なお、回折構造 DOE のブレイズ化波長は 1.0 mm である。

図 10, 11 は、実施例 1 及び 2 における波長変動と f_b の変動との関係、つまり、各光ディスクの情報記録面上に形成される集光スポットにおける各光束の波長変化に対する光軸方向の波面収差最小位置変化量 $df_b/d\lambda$ を示すグラフである。

【 0 2 1 4 】

表 3 に実施例 3 のレンズデータを示す。

【 表 3 】

実施例 3 レンズデータ

対物レンズの焦点距離
像面側開口数
倍率

$f_1=2.2\text{mm}$ $f_2=2.26\text{mm}$ $f_3=2.27\text{mm}$
NA1:0.85 NA2:0.60 NA3:0.48
m1:1/23.3 m2:-1/28.9 m3:-1/11.2

第i面	ri	di(408nm)	ni(408nm)	di(658nm)	ni(658nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		-50		66.71		26.86	
1(絞り径)	∞	0.1($\phi 3.65\text{mm}$)		0.1($\phi 2.77\text{mm}$)		0.1($\phi 2.30\text{mm}$)	
2	1.37808	2.60000	1.524461	2.60000	1.506634	2.60000	1.503453
3	-2.48805	0.62	1.0	0.53	1	0.29	1.0
4	∞	0.0875	1.61829	0.6	1.577315	1.2	1.57063
5	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第2面

非球面係数

$\kappa -6.6478 \times E-1$
A4 +1.1830 $\times E-2$
A6 +2.1368 $\times E-3$
A8 +6.0478 $\times E-5$
A10 +4.1813 $\times E-4$
A12 -2.1208 $\times E-5$
A14 -2.7978 $\times E-5$
A16 +1.0575 $\times E-5$
A18 +1.8451 $\times E-6$
A20 -4.8060 $\times E-7$

第3面

非球面係数

$\kappa -5.7511 \times E+1$
A4 +8.1811 $\times E-2$
A6 -4.7203 $\times E-2$
A8 +9.3444 $\times E-3$
A10 +1.6660 $\times E-3$
A12 -7.2478 $\times E-4$

【 0 2 1 5 】

表 3 に示すように、本実施例の対物レンズは、BD / DVD / CD 互換用の対物レンズであり、波長 $\lambda = 408 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.20 \text{ mm}$ 、倍率 $m_1 = 1/2$

3.3に設定されており、波長 $\lambda_2 = 658 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.26 \text{ mm}$ 、倍率 $m_2 = -1/28.9$ に設定されており、波長 $\lambda_3 = 785 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_3 = 2.27 \text{ mm}$ 、倍率 $m_3 = -1/11.2$ に設定されている。

【0216】

対物レンズの入射面（第2面）及び出射面（第3面）は、上記数1に表3に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0217】

表4に実施例4のレンズデータを示す。

【表 4】
実施例4

対物レンズの焦点距離 $f_1=2.6\text{mm}$ $f_2=2.66\text{mm}$ $f_3=2.69\text{mm}$
 像面側開口数 NA1:0.65 NA2:0.65 NA3:0.51
 第3面の回折次数 10 6 5

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		-100		-100		74.66	
1(絞り径)	∞	0.1(ϕ 3.31mm)		0.1(ϕ 3.394mm)		0.1(ϕ 2.822mm)	
2	5.4220	0.80	1.54277	0.80	1.52915	0.80	1.52915
3	16.7489	0.05	1.0	0.05	1.0	0.05	1.0
4	1.6288	1.20	1.54277	1.20	1.52915	1.20	1.52915
5	17.5499	1.20	1.0	1.24	1.0	1.04	1.0
6	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	1.2	1.57752
7	∞						

10

非球面データ

第2面

非球面係数

K -1.6812E+01
 A_4 1.0785E-02
 A_6 -2.2098E-03
 A_8 1.7714E-04
 A_{10} 2.2112E-05

20

第3面

光路差関数(ブレイズ化波長 407nm)

B_2 -1.0683E-03
 B_4 1.5754E-04
 B_6 -9.3265E-06
 B_8 -1.9798E-05
 B_{10} 5.0212E-06

第4面

非球面係数

K -8.0229E-01
 A_4 2.0212E-02
 A_6 1.7702E-03
 A_8 3.2493E-03
 A_{10} -1.6175E-03
 A_{12} 7.1667E-04
 A_{14} -1.1745E-04

30

第5面

非球面係数

K -3.6034E+01
 A_4 -2.9538E-03
 A_6 1.7171E-02
 A_8 -1.1832E-02
 A_{10} 3.9259E-03
 A_{12} -8.4255E-04
 A_{14} 1.0293E-04

40

【 0 2 1 8 】

本実施例の対物レンズは、2つのプラスチックレンズを組み合わせて構成されたH D / D V D / C D 互換用の対物レンズであり、波長 $1 = 407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.60\text{mm}$ に設定されており、波長 $2 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.66\text{mm}$ に設定されており、波長 $3 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_3 = 2.69\text{mm}$ に設定されている。

【 0 2 1 9 】

50

対物レンズを構成する２枚のレンズのうち、光源側に配置されるレンズの入射面（第２面）及び出射面（第３面）と、光ディスク側に配置されるレンズの入射面（第４面）及び出射面（第５面）は、上記数１に表４に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Ｌの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【０２２０】

また、第３面には回折構造ＤＯＥが形成されており、この回折構造ＤＯＥは、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数２式に表４に示す係数を代入して定義される光路差関数（ h ）（ mm ）で表される。

なお、回折構造ＤＯＥのブレイズ化波長は４０７ nm である。

【０２２１】

表５に実施例５のレンズデータを示す。

【表 5】

実施例5 レンズデータ

第2面の回折次数	10	6	5
第3面の回折次数	2	1	1
全光学系倍率	m1:6.8	m2:6.8	m2:5.1
対物レンズの焦点距離	$f_1=3.2\text{mm}$	$f_2=3.29\text{mm}$	$f_3=3.27\text{mm}$
像面側開口数	NA1:0.65	NA2:0.65	NA3:0.51
対物レンズの光学系倍率	m1:1/30.03	m2:1/51.81	m3:-1/31.15

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	6.25	1.529942	6.25	1.514362	6.25	1.51108
2	∞	17.42	1.0	17.42	1.0	10.75	1.0
3	883.0746	1.70	1.559806	1.70	1.540725	1.70	1.537237
4	-21.4166	1.00	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
5	∞	2.80	1.529942	2.80	1.514362	2.80	1.51108
6	∞	5.00	1.0	5.00	1.0	5.00	1.0
7(絞り径)	∞	0.01(ϕ 3.901mm)		0.01(ϕ 4.082mm)		0.01(ϕ 3.389mm)	
8	1.9846	1.65000	1.581901	1.65000	1.586	1.65000	1.58191
9	-23.4721	1.65	1.0	1.77	1.0	1.57	1.0
10	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	1.2	1.57063
11	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第2面

光路差関数(ブレイズ化波長 407nm)
B2 -6.3217E-04

第3面

非球面係数
 κ -9.8321E-01
A4 -6.5493E-06

光路差関数(ブレイズ化波長 407nm)
B2 -4.0351E-03
B4 3.7789E-06

第8面

非球面係数
 κ -6.2316E-01
A4 3.5193E-03
A6 -8.8455E-04
A8 1.1392E-03
A10 -4.4959E-04
A12 9.5050E-05
A14 -8.3859E-06

第9面

非球面係数
 κ -1.1584E+03
A4 -2.3693E-03
A6 7.4703E-03
A8 -4.4122E-03
A10 1.3821E-03
A12 -2.3560E-04
A14 1.6617E-05

【 0 2 2 2 】

本実施例の対物レンズとカップリングレンズは、図9に示したようなH D / D V D / C D 互換用であり、対物レンズとカップリングレンズとの組み合わせ光学系の倍率は、H D では6 . 8倍、D V D では6 . 8倍、C D では5 . 1倍に設定されている。

また、対物レンズ単体では、H Dでは焦点距離 $f_1 = 3.20 \text{ mm}$ 、倍率 $m_1 = 1 / 30.03$ に設定されており、D V Dでは焦点距離 $f_2 = 3.29 \text{ mm}$ 、倍率 $m_2 = 1 / 51.81$ に設定されており、C Dでは焦点距離 $f_3 = 3.27 \text{ mm}$ 、倍率 $m_3 = -1 / 31.15$ に設定されている。

カップリングレンズの入射面（第2面）及び出射面（第3面）、対物レンズの入射面（第8面）及び出射面（第9面）は、上記数1に表5に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0223】

また、第2面及び第3面には回折構造D O Eが形成されており、この回折構造D O Eは、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数2式に表5に示す係数を代入して定義される光路差関数（h）（mm）で表される。 10

なお、第2面及び第3面の回折構造D O Eのブレイズ化波長は共に407nmである。

この回折構造D O Eは、H DとD V Dとでセンサ共通化が可能であると同時に、H Dにおいて対物レンズとカップリングレンズとの組み合わせにより色収差が補正されるように設計されている。対物レンズは両面とも屈折面で構成されているため、耐光性、耐熱性が懸念される場合にはガラスを材料として製造することができる。安価、軽量が利点の樹脂で製造する場合には、対物レンズに回折構造を設ければ、カップリングレンズには片面に回折構造を設けるだけで同じピックアップ構成が可能となる。

【0224】

表6に実施例6のレンズデータを示す。

【表 6】

実施例6 レンズデータ

第3面の回折次数	2	1	1
第6面の回折次数	10	6	5
第6'面の回折次数	5	3	
全光学系倍率	m1:7.1	m2:7.3	m3:6.4
カップリングレンズの焦点距離	f ₁ =9.8mm	f ₂ =10.4mm	f ₃ =10.7mm
対物レンズの焦点距離	f ₁ =1.85mm	f ₂ =1.90mm	f ₃ =1.91mm
像面側開口数	NA1:0.67	NA2:0.65	NA3:0.51
対物レンズの光学系倍率	m1:1/18.2	m2:1/23.0	m3:-1/24.9

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	5.15	1.5299	5.15	1.5144	5.15	1.5111
2	∞	9.70	1.0	9.70	1.0	7.70	1.0
3	16.586	0.90	1.5428	0.90	1.5292	0.90	1.5254
4	-10.144	3.50	1.0	3.50	1.0	3.50	1.0
5(絞り径)	∞	0.0(φ2.3mm)		0.0(φ2.3mm)		0.0(φ2.3mm)	
6	1.1268	1.00000	1.5428	1.00000	1.5292	1.00000	1.5254
6'	1.1268	0.00000	1.5428	0.00000	1.5292	0.00000	1.5254
7	-5.8696	0.76	1.0	0.81	1.0	0.59	1.0
8	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
9	∞						

*diは、第i面から第i+2面までの変位を表す。

第3面

非球面係数

κ -1.0000E+00
A1 1.2630E-04

光路差関数(ブレイズ化波長407nm)

B2 -4.2815E-03
B4 2.2648E-05

第6面(0mm≤h≤0.993mm)

非球面係数

κ -3.5439E-01
A1 9.3103E-04
A2 -2.2020E-02
A3 1.9563E-02
A4 2.1640E-03
A5 -9.0776E-03
A6 8.9517E-04

光路差関数(ブレイズ化波長407nm)

B2 -5.4634E-04
B4 -5.2429E-05
B6 -3.6016E-04
B8 7.4264E-04
B10 -3.9449E-04

第6'面(0.993mm≤h)

非球面係数

κ -3.5439E-01
A1 9.3103E-04
A2 -2.2020E-02
A3 1.9563E-02
A4 2.1640E-03
A5 -9.0776E-03
A6 8.9517E-04

光路差関数(ブレイズ化波長407nm)

B2 -1.0927E-03
B4 -1.0486E-04
B6 -7.2032E-04
B8 1.4853E-03
B10 -7.8897E-04

第7面

非球面係数

κ -2.8046E+02
A1 -4.6928E-02
A2 1.5971E-01
A3 -1.8631E-01
A4 1.0705E-01
A5 -2.6542E-02
A6 1.1769E-03

【0225】

本実施例の対物レンズとカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であり、対物レンズとカップリングレンズとの組み合わせ光学系の倍率は、HDでは7.1倍、DV

10

20

30

40

50

Dでは7.3倍、CDでは6.4倍に設定されている。

また、対物レンズ単体では、HDでは焦点距離 $f_1 = 1.85 \text{ mm}$ 、倍率 $m_1 = 1 / 18.2$ に設定されており、DVDでは焦点距離 $f_2 = 1.90 \text{ mm}$ 、倍率 $m_2 = 1 / 23.0$ に設定されており、CDでは焦点距離 $f_3 = 1.91 \text{ mm}$ 、倍率 $m_3 = -1 / 24.9$ に設定されている。

また、カップリングレンズ単体では、HDでは焦点距離 $f_1 = 9.80 \text{ mm}$ に設定されており、DVDでは焦点距離 $f_2 = 10.4 \text{ mm}$ に設定されており、CDでは焦点距離 $f_3 = 10.7 \text{ mm}$ に設定されている。

カップリングレンズの入射面（第3面）、対物レンズの入射面（第6面、第6'面）及び出射面（第7面）は、上記数1に表6に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。 10

【0226】

また、第3面及び第6面、第6'面には回折構造DOEが形成されており、この回折構造DOEは、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数2式に表6に示す係数を代入して定義される光路差関数 $(h)(\text{mm})$ で表される。

なお、第3面及び第6面、第6'面の回折構造DOEのブレイズ化波長は共に 407 nm である。

【0227】

表7に実施例7のレンズデータを示す。

【表 7】

実施例7 レンズデータ

第3面の回折次数	2	1	1
第4面の回折次数	0	1	0
全光学系倍率	m1:7.0	m2:6.9	m3:4.7
カップリングレンズの焦点距離	f ₁ =10.0mm	f ₂ =10.5mm	f ₃ =10.4mm
対物レンズの焦点距離	f ₁ =1.80mm	f ₂ =1.86mm	f ₃ =1.87mm
像面側開口数	NA1:0.65	NA2:0.65	NA3:0.51
対物レンズの光学系倍率	m1:1/18.7	m2:1/22.8	m3:-1/26.4

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	5.15	1.5299	5.15	1.5144	5.15	1.5111
2	∞	9.84	1.0	9.84	1.0	4.67	1.0
3	38.005	0.90	1.5428	0.90	1.5292	0.90	1.5254
4	-10.360	3.50	1.0	3.50	1.0	3.50	1.0
5	∞	0.50	1.5299	0.50	1.5144	0.50	1.5111
6	∞	0.00	1.0	0.00	1.0	0.00	1.0
7(絞り径)	∞	0.0(φ 3.35mm)		0.0(φ 3.41mm)		0.0(φ 2.81mm)	
8	1.1688	1.61	1.5428	1.00	1.5860	1.00	1.5819
9	-10.8190	0.75	1.0	0.81	1.0	0.59	1.0
10	∞	0.60	1.6187	0.60	1.5775	1.20	1.5706
11	∞						

*diは、第i面から第i+2面までの変位を表す。

第3面

光路差関数(ブレイズ化波長407nm)
B2 -4.2815E-03

第4面

非球面係数
κ -1.0080E+00
A1 1.6438E-04

光路差関数(製造波長655nm)
B2 -1.5106E-03
B4 -1.4920E-05

第8面

非球面係数
κ -3.9716E-01
A1 4.6474E-03
A2 -1.5718E-02
A3 1.7397E-02
A4 -1.0620E-03
A5 -6.3364E-03
A6 1.3825E-03

第9面

非球面係数
κ -1.3755E+03
A1 -3.6840E-02
A2 1.5170E-01
A3 -1.8213E-01
A4 8.4255E-02
A5 -1.6139E-04
A6 -8.1375E-03

【0 2 2 8】

本実施例の対物レンズとカップリングレンズは、H D / D V D / C D 互換用であり、対物レンズとカップリングレンズとの組み合わせ光学系の倍率は、H D では7.0倍、D V D では6.9倍、C D では4.7倍に設定されている。

また、対物レンズ単体では、H D では焦点距離 $f_1 = 1.80 \text{ mm}$ 、倍率 $m_1 = 1/1$

8.7に設定されており、DVDでは焦点距離 $f_2 = 1.86\text{ mm}$ 、倍率 $m_2 = 1/22.8$ に設定されており、CDでは焦点距離 $f_3 = 1.87\text{ mm}$ 、倍率 $m_3 = -1/26.4$ に設定されている。

また、カップリングレンズ単体では、HDでは焦点距離 $f_1 = 10.0\text{ mm}$ に設定されており、DVDでは焦点距離 $f_2 = 10.5\text{ mm}$ に設定されており、CDでは焦点距離 $f_3 = 10.4\text{ mm}$ に設定されている。

カップリングレンズの出射面(第4面)、対物レンズの入射面(第8面)及び出射面(第9面)は、上記数1に表7に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0229】

10

また、第3面及び第4面には回折構造DOEが形成されており、この回折構造DOEは、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数2式に表7に示す係数を代入して定義される光路差関数 $(h)(\text{mm})$ で表される。

なお、第3面の回折構造DOEのブレイズ化波長は 407 nm であり、第4面の回折構造DOEの製造波長は 655 nm である。第4面には断面が階段状の波長選択型回折構造が形成され、この回折構造を通過する波長1, 3の光束は透過するが、波長2の光は回折作用を受ける。

本実施例では対物レンズは両面非球面からなる屈折レンズであるため、ガラスを材料とすることができ、耐熱性、耐光性に優れた対物レンズを得ることができる。

【0230】

20

表8に実施例8のレンズデータを示す。

【表 8】

実施例8 レンズデータ

第4面の回折次数	2		
第6面の回折次数	10		
全光学系倍率	m1:7.0	m2:6.9	m3:4.9
カップリングレンズの焦点距離	f ₁ =9.8mm	f ₂ =10.4mm	f ₃ =11.9mm
対物レンズの焦点距離	f ₁ =1.80mm	f ₂ =1.86mm	f ₃ =1.87mm
像面側開口数	NA1:0.65	NA2:0.65	NA3:0.51
対物レンズの光学系倍率	m1:1/18.7	m2:1/22.8	m3:-1/26.4

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	ri	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)	
0		0.00			0.00		0.00		
1	∞	5.15	1.5299	∞	5.15	1.5144	5.15	1.5111	ビームスプリッター
2	∞	3.00	1.0	∞	10.45	1.0	5.34	1.0	
3	∞	1.00	1.5428						色補正素子
4	-137.91	8.28	1.0						
5	16.045	0.90	1.5428		0.90	1.5292	0.90	1.5254	カップリングレンズ
6	-9.8179	3.50	1.0		3.50	1.0	3.50	1.0	
7	∞	0.50	1.5299		0.50	1.5144	0.50	1.5111	波長板
8	∞	0.00	1.0		0.00	1.0	0.00	1.0	
9(絞り径)	∞	0.0(φ3.35mm)			0.0(φ3.41mm)		0.0(φ2.81mm)		
10	1.1688	1.61	1.5428		1.00	1.5860	1.00	1.5819	対物レンズ
11	-10.8190	0.75	1.0		0.81	1.0	0.59	1.0	
12	∞	0.60	1.6187		0.60	1.5775	1.20	1.5706	
13	∞								

*diは、第i面から第i+2面までの変位を表す。

第4面

光路差関数(ブレイズ化波長407nm)
B2 -1.0675E-02

第6面

非球面係数
κ -1.0291E+00
A1 1.8107E-04

光路差関数(ブレイズ化波長407nm)
B2 7.1710E-04
B4 -4.4438E-06

第10面

非球面係数
κ -3.9716E-01
A1 4.6474E-03
A2 -1.5718E-02
A3 1.7397E-02
A4 -1.0620E-03
A5 -6.3364E-03
A6 1.3825E-03

第11面

非球面係数
κ -1.3755E+03
A1 -3.6840E-02
A2 1.5170E-01
A3 -1.8213E-01
A4 8.4255E-02
A5 -1.6139E-04
A6 -8.1375E-03

【0 2 3 1】

本実施例の対物レンズとカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であり、色収差補正素子はHD専用である。HDの色収差補正素子、カップリングレンズ、対物レンズの全光学系倍率は7.0倍、DVD、CDのカップリングレンズと対物レンズの光学系倍率はそれぞれ6.9倍、4.9倍に設定されている。

また、対物レンズ単体では、HDでは焦点距離 $f_1 = 1.80\text{mm}$ 、倍率 $m_1 = 1/18.7$ に設定されており、DVDでは焦点距離 $f_2 = 1.86\text{mm}$ 、倍率 $m_2 = 1/22.8$ に設定されており、CDでは焦点距離 $f_3 = 1.87\text{mm}$ 、倍率 $m_3 = -1/26.4$ に設定されている。

また、カップリングレンズ単体では、HDでは焦点距離 $f_1 = 9.80\text{mm}$ に設定されており、DVDでは焦点距離 $f_2 = 10.4\text{mm}$ に設定されており、CDでは焦点距離 $f_3 = 11.9\text{mm}$ に設定されている。

10

20

30

40

50

カップリングレンズの出射面（第 6 面）、対物レンズの入射面（第 10 面）及び出射面（第 11 面）は、上記数 1 に表 8 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0232】

また、第 4 面及び第 6 面には回折構造 DOE が形成されており、この回折構造 DOE は、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数 2 式に表 8 に示す係数を代入して定義される光路差関数 (h) (mm) で表される。

なお、第 4 面及び第 6 面の回折構造 DOE のブレイズ化波長は共に 407 nm である。

本実施例では対物レンズは両面非球面からなる屈折レンズであるため、ガラスを材料とすることができ、耐熱性、耐光性に優れた対物レンズを得ることができる。

10

【0233】

表 9 に実施例 9 のレンズデータを示す。

【表 9】

実施例9 レンズデータ

対物レンズの焦点距離 $f_1=3.10\text{mm}$ $f_2=3.18\text{mm}$ $f_3=3.20\text{mm}$
 像面側開口数 $NA1:0.673$ $NA2:0.65$ $NA3:0.51$
 対物レンズの光学系倍率 $m1:1/29.9$ $m2:1/55.6$ $m3:-1/25.5$

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		-90		-173.32		87.91	
1(絞り径)	∞	0.0(ϕ 2.02mm)		0.0(ϕ 2.02mm)		0.0(ϕ 2.02mm)	
2	1.8260	1.70000	1.5428	1.70000	1.5292	1.70000	1.5254
2'	1.8098	-0.04392	1.5428	-0.04392	1.5292	-0.04392	1.5254
3	-10.8700	1.69	1.0	1.80	1.0	1.61	1.0
4	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
5	∞						

*diは、第i面から第i+2面までの変位を表す。

第2面 ($0\text{mm} \leq h \leq 1.73\text{mm}$)

非球面係数

K -1.0013E+00
 $A1$ -1.9929E-02
 $A2$ 1.6960E-02
 $A3$ -3.2510E-03
 $A4$ -1.2679E-04
 $A5$ 1.0129E-04
 $A6$ -8.8567E-06

光路差関数 (HD DVD:10次 DVD:6次 CD:5次 製造波長407nm)

$B2$ 4.3607E-04
 $B4$ -1.7745E-03
 $B6$ 1.0655E-03
 $B8$ -2.8475E-04
 $B10$ 2.5699E-05

第2'面 ($1.73\text{mm} \leq h$)

非球面係数

K -7.1254E-01
 $A1$ -1.0163E-02
 $A2$ 5.3796E-03
 $A3$ 4.6039E-04
 $A4$ -7.3796E-04
 $A5$ 2.0228E-04
 $A6$ -2.2545E-05

光路差関数 (HD DVD:5次 DVD:3次 製造波長407nm)

$B2$ -3.2170E-03
 $B4$ -8.8993E-04
 $B6$ 1.1991E-03
 $B8$ -3.2240E-04
 $B10$ 2.3826E-05

第3面

非球面係数

K -2.6305E+02
 $A1$ -2.6697E-03
 $A2$ 5.2741E-03
 $A3$ -2.7900E-03
 $A4$ 9.0361E-04
 $A5$ -1.8256E-04
 $A6$ 1.4142E-05

【0 2 3 4】

本実施例の対物レンズは、HD / DVD / CD 互換用である。

対物レンズは、HDでは焦点距離 $f_1 = 3.10\text{mm}$ 、倍率 $m_1 = 1/29.9$ に設定されており、DVDでは焦点距離 $f_2 = 3.18\text{mm}$ 、倍率 $m_2 = 1/55.6$ に設定されており、CDでは焦点距離 $f_3 = 3.20\text{mm}$ 、倍率 $m_3 = -1/25.5$ に設定され

10

20

30

40

50

ている。

【0235】

また、第2面及び第2'面には回折構造DOEが形成されており、この回折構造DOEは、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数2式に表9に示す係数を代入して定義される光路差関数 (h) (mm) で表される。

なお、第2面及び第2'面の回折構造DOEの製造波長は共に407nmである。

【0236】

図16は実施例9の対物レンズの特性を表す線図であり、(a)は第1光源から出射される光束の波長が+10nm変化した光束を入射させた際の縦球面収差図であり、近軸集光位置P0、第1領域AREA1のうち最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置をP1、第2領域AREA2のうち最も光軸に近い領域を通過した光束の集光位置をP2、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置P3を表している、(b)が第3光束の縦球面収差を表している。図16(a)に示すように $|P2 - P3| = 0.011\text{mm}$ であり、 $P1 - P2 - P0$ 及び 1.7×10^{-3} $|P2 - P3| = 7.0 \times 10^{-3}$ 満たしている。このため、図16(b)に示すように、第2領域AREA2を透過した第3光束の回折光の集光位置a2, a3は第1領域AREA1を透過した第3光束の集光位置a1から非線形となって発散している。ここで、集光位置a2に集光した光は、記録面上で光軸を中心としてドーナツ型に分布する。つまり、ドーナツ型光分布(フレア)が生じることになる。集光位置a3に集光した光も記録面上で別のドーナツ型光分布を生じる。この2つのドーナツ型光分布が重なってできるドーナツ型光分布の内径が0.012mmである。第2領域AREA2を透過した第3光束の集光位置a2, a3が第1領域AREA1を透過した第3光束の集光位置a1から離れていないものの、球面収差の傾きが小さく横這いになるほど波長特性や温度特性に与える影響は大きい、光の密度は薄くなりフレアの影響が小さくなる。

一方、第2領域AREA2を透過した第3光束の集光位置a4, a5のように、球面収差の傾きが集光位置a2, a3より大きいほど、記録面上の光密度は濃く、波長や温度が変化した場合の収差劣化が小さくなる。

また、傾きは集光位置a4, a5のまま、両方を集光位置a1より離れると検出器のメインセンサ内に光束が入り込まないために望ましいが、離れすぎると第1光束に対する色収差が大きくなりまた回折輪帯の光軸に垂直方向の幅が狭くなり加工性が低下し光量損失が増えてしまう。

【0237】

表10に比較例としての対物レンズのレンズデータを示す。

【表 1 0】

比較例 レンズデータ

対物レンズの焦点距離 $f_1=3.10\text{mm}$ $f_2=3.18\text{mm}$ $f_3=3.20\text{mm}$
 像面側開口数 NA1:0.673 NA2:0.65 NA3:0.51
 対物レンズの光学系倍率 $m_1:1/30.0$ $m_2:1/43.1$ $m_3:-1/33.8$

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		-90		-134.07		11.33	
1(絞り径)	∞	0.0(ϕ 2.02mm)		0.0(ϕ 2.02mm)		0.0(ϕ 2.02mm)	
2	1.8010	1.70000	1.5428	1.70000	1.5292	1.70000	1.5254
2'	1.7937	-0.02300	1.5428	-0.02300	1.5292	-0.02300	1.5254
3	-13.3097	1.67	1.0	1.76	1.0	1.56	1.0
4	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
5	∞						

*diは、第i面から第i+2面までの変位を表す。

第2面 ($0\text{mm} \leq h \leq 1.73\text{mm}$)

非球面係数

κ -9.5975E-01
 A1 -1.9249E-02
 A2 1.8179E-02
 A3 -3.7756E-03
 A4 1.3915E-04
 A5 3.8291E-05
 A6 -3.6421E-06

光路差関数 (HD DVD:10次 DVD:6次 CD:5次 製造波長407nm)

C2 3.1537E-04
 C4 -1.5497E-03
 C6 1.0384E-03
 C8 -2.7555E-04
 C10 2.4383E-05

第2'面 ($1.73\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ -6.9211E-01
 A1 -9.5032E-03
 A2 5.4615E-03
 A3 4.4722E-04
 A4 -7.4676E-04
 A5 2.0247E-04
 A6 -1.9628E-05

光路差関数 (HD DVD:5次 DVD:3次 製造波長407nm)

C2 -1.5882E-03
 C4 -1.0627E-03
 C6 1.1232E-03
 C8 -3.2858E-04
 C10 3.2113E-05

第3面

非球面係数

κ -9.8864E+01
 A1 6.7144E-04
 A2 5.3244E-03
 A3 -3.0571E-03
 A4 8.7675E-04
 A5 -1.5241E-04
 A6 1.1280E-05

【 0 2 3 8】

本比較例の対物レンズは、HD / DVD / CD 互換用である。

対物レンズは、HDでは焦点距離 $f_1 = 3.10\text{mm}$ 、倍率 $m_1 = 1/30.0$ に設定されており、DVDでは焦点距離 $f_2 = 3.18\text{mm}$ 、倍率 $m_2 = 1/43.1$ に設定さ

10

20

30

40

50

れており、C Dでは焦点距離 $f_3 = 3.20 \text{ mm}$ 、倍率 $m_3 = -1/33.8$ に設定されている。

【0239】

また、第2面及び第2'面には回折構造DOEが形成されており、この回折構造DOEは、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数2式に表10に示す係数を代入して定義される光路差関数 $(h)(\text{mm})$ で表される。

なお、第2面及び第2'面の回折構造DOEの製造波長は共に 407 nm である。

【0240】

図17は比較例の対物レンズの特性を表す線図であり、(a)は第1光束が $+10 \text{ nm}$ 波長が変化した場合の近軸集光位置 P_0 、第1領域AREA1のうち最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置を P_1 、第2領域AREA2のうち最も光軸に近い領域を通過した光束の集光位置を P_2 、最も光軸より遠い領域を通過した光束の集光位置 P_3 を表している、(b)が第3光束の縦球面収差を表している。図17(a)に示すように P_1 P_2 P_0 は満たしているものの、 $|P_2 - P_3| = 0.0015 \text{ mm}$ であり、 1.7×10^{-3} $|P_2 - P_3| = 7.0 \times 10^{-3}$ 満たしていない。このため、図17(b)に示すように、第2領域AREA2を透過した第3光束の色収差 A_2 、 A_3 は第1領域AREA1を透過した第3光束の色収差 A_1 から連続して発散している。このように連続していると集光スポットと同位置近辺にフレアが発生してしまう。

【0241】

表11に実施例11のレンズデータを示す。

10

20

【表 1 1】

実施例11 レンズデータ

対物レンズの焦点距離

 $f_1=3.00\text{mm}$ $f_2=3.10\text{mm}$ $f_3=3.12\text{mm}$

像面側開口数

NA1:0.65

NA2:0.65

NA3:0.51

第6面回折次数

n1:8

n2:5

n3:4

第4面回折次数

n1:10

n2:6

n3:5

第6'面回折次数

n1:5

n2:3

全光学系倍率

m1:7.22

m2:7.26

m3:8.12

対物レンズ倍率

m1:1/31.0

m2:1/54.3

m3:-1/29.9

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)	光学素子名
0		16.56		16.56		16.56		
1	20.227	1.50	1.559806	1.50	1.540725	1.50	1.537237	カップリング レンズ
2	7.5605	4.00	1.0	3.59	1.0	0.70	1.0	
3	22.654	1.70	1.559806	1.70	1.540725	1.70	1.537237	
4	-11.139	20.00	1.0	20.41	1.0	23.30	1.0	
5(絞り径)	∞	0.01($\phi 3.964\text{mm}$)	1.0	0.01($\phi 3.964\text{mm}$)	1.0	0.01($\phi 3.288\text{mm}$)	1.0	
6	1.92355	1.65000	1.559806	1.65000	1.540725	1.65000	1.537237	対物レンズ
6'	1.98118	0.00583	1.559806	0.00583	1.540725	0.00583	1.537237	
7	-16.03440	1.55	1.0	1.67	1.0	1.47	1.0	
7'	-13.18912	0.00000	1.0	0.00000	1.0	0.00000	1.0	
8	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	1.2	1.57063	光ディスク
9	∞							

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

*d6'、d7'はそれぞれ第6面から第6'面、第7面から第7'面までの変位を表す。

非球面データ

第1面

非球面係数

 $\kappa -6.6320 \times E-1$ A1 $-1.9246 \times E-3$

第2面

非球面係数

 $\kappa -4.8851$ A1 $-1.1656 \times E-3$

第3面

非球面係数

 $\kappa -1.1684$ A1 $-1.3579 \times E-4$

第4面

非球面係数

 $\kappa -1.0547$ A1 $-7.5635 \times E-5$

光路差関数

B2 $9.0203 \times E-1$ 第6面 ($0 < h \leq 1.662\text{mm}$: HD DVD/DVD/CD共有領域)

非球面係数

 $\kappa -4.4662 \times E-1$ A1 $+8.7126 \times E-4$ A2 $-1.9063 \times E-3$ A3 $+9.2646 \times E-4$ A4 $-2.1198 \times E-4$ A5 $+1.6273 \times E-7$ A6 $+1.3793 \times E-6$

光路差関数

B2 $-2.3141 \times E-1$ B4 $-2.0141 \times E-2$ B6 $-7.5021 \times E-3$ B8 $+1.3559 \times E-3$ B10 $-4.0867 \times E-4$

非球面データ

第6'面 ($1.662\text{mm} < h$: HD DVD/DVD共有領域)

非球面係数

 $\kappa -4.1961 \times E-1$ A1 $+3.0725 \times E-3$ A2 $-2.5861 \times E-3$ A3 $+9.6551 \times E-4$ A4 $-1.3826 \times E-4$ A5 $+7.5482 \times E-6$ A6 $-7.5795 \times E-7$

光路差関数

B2 $-5.4710 \times E-1$ B4 $-2.6404 \times E-2$ B6 $-1.5524 \times E-2$ B8 $-1.0308 \times E-3$ B10 $+1.1379 \times E-3$ 第7面 ($0 < h \leq 1.362\text{mm}$ HD DVD/DVD/CD共有領域)

非球面係数

 $\kappa -8.0653 \times E+2$ A1 $-5.5926 \times E-3$ A2 $+1.1660 \times E-2$ A3 $-6.4291 \times E-3$ A4 $+1.5528 \times E-3$ A5 $-1.3029 \times E-4$ A6 $-3.4460 \times E-6$ 第7'面 ($1.362\text{mm} < h$: HD DVD/DVD共有領域)

非球面係数

 $\kappa -1.2782 \times E+3$ A1 $-7.3881 \times E-3$ A2 $+1.1800 \times E-2$ A3 $-6.0862 \times E-3$ A4 $+1.6068 \times E-3$ A5 $-2.3565 \times E-4$ A6 $+1.5370 \times E-5$

【0 2 4 2】

本実施例の対物レンズとカップリングレンズは、図15に示すようなHD/DVD/CD互換用である。

対物レンズは、実施例1の対物レンズを用いている。

カップリングレンズの第1面、第2面、第3面、第4面は、上記数1に表11に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0 2 4 3】

10

20

30

40

50

また、第4面には回折構造DOEが形成されており、この回折構造DOEは、この構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、上記数2式に表10に示す係数を代入して定義される光路差関数 (h) (mm) で表される。なお、ブレイズ化波長は1mmに設定されている。この回折構造によりHDにおける色収差を補正している。

この実施例11のように光学系を形成すると、情報記録面を反射した第1光束、第2光束、第3光束の光路を共通化することが可能となる。

なお、実施例11においては、第1レンズL1の位置P1を基準とすると、位置P1から位置P2までの間隔が0.41mmに設定され、位置P1から位置P3までの間隔が3.3mmに設定されている。

【図面の簡単な説明】

【0244】

【図1】位相構造を示す図面(a)及び(b)である。

【図2】位相構造を示す図面(a)及び(b)である。

【図3】位相構造を示す図面(a)及び(b)である。

【図4】位相構造を示す図面(a)及び(b)である。

【図5】光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

【図6】対物レンズの光学面を示す図面である。

【図7】光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

【図8】光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

【図9】光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

【図10】波面収差最小位置変化量 dfb/d を示すグラフである。

【図11】波面収差最小位置変化量 dfb/d を示すグラフである。

【図12】光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

【図13】光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

【図14】図13の光ピックアップ装置の対物レンズを示す側面図である。

【図15】光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

【図16】実施例9の対物レンズの特性を表す線図であり、(a)はHDの波長+10nm時の縦球面収差図、(b)はCDの基準波長における縦球面収差図である。

【図17】比較例の対物レンズの特性を表す線図であり、(a)はHDの波長+10nm時の縦球面収差図、(b)はCDの基準波長における縦球面収差図である。

【図18】ラミネートプリズムを表す説明図である。

【符号の説明】

【0245】

LD1 青紫色半導体レーザー

LD2 赤色半導体レーザー

LD3 赤外半導体レーザー

COL1 第1コリメートレンズ

COL2 第2コリメートレンズ

DOE 回折構造

OBJ 対物レンズ

AREA1 第1領域

AREA2 第2領域

AREA3 第3領域

PU 光ピックアップ装置

CUL カップリングレンズ

AP 非点収差板

HBS 複合ビームスプリッタ

CA1 第1面

CA2 第2面

10

20

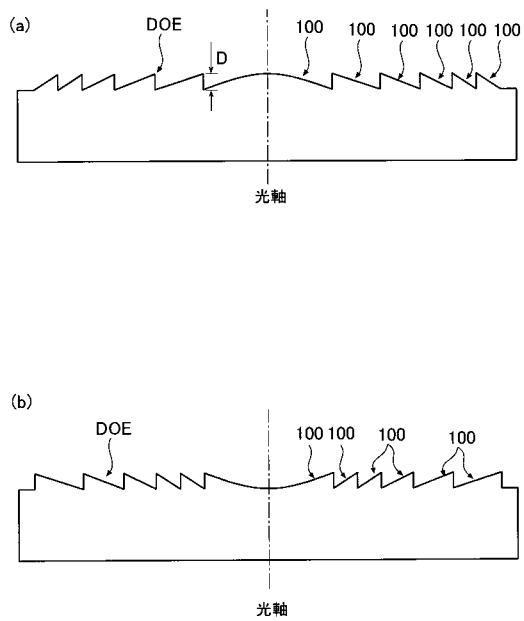
30

40

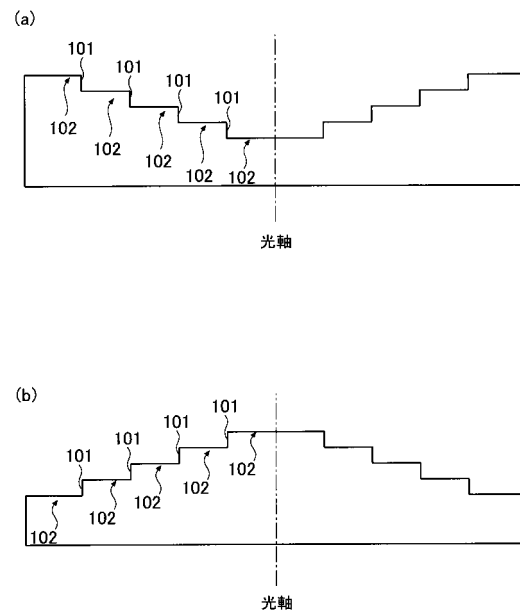
50

C A 3 第 3 面
 B S H ビームシェーバ
 G T 回折格子
 M S L モニタセンサレンズ
 M P D モニタ光検出器

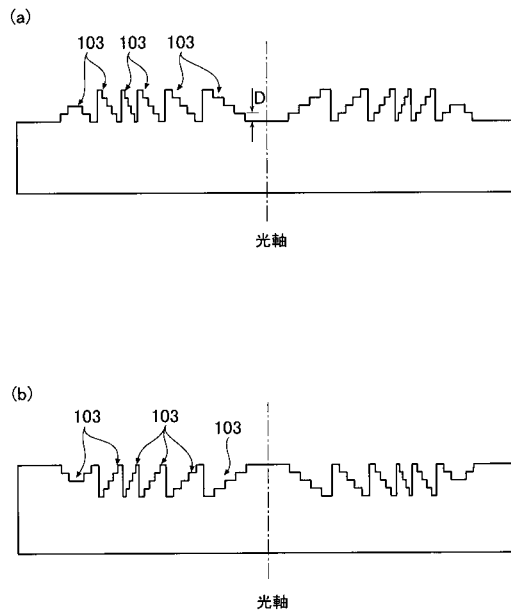
【図 1】



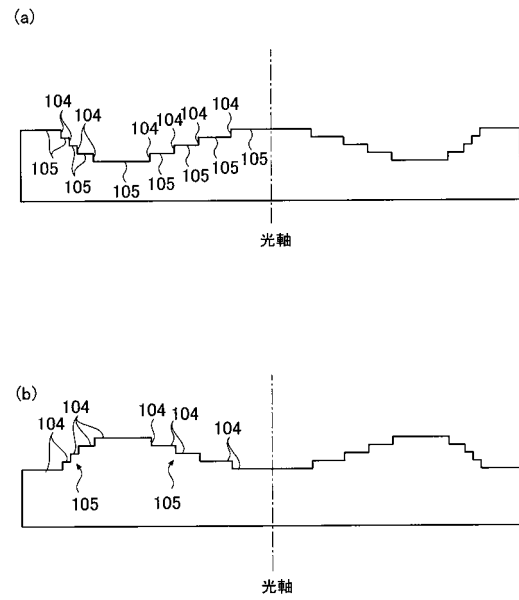
【図 2】



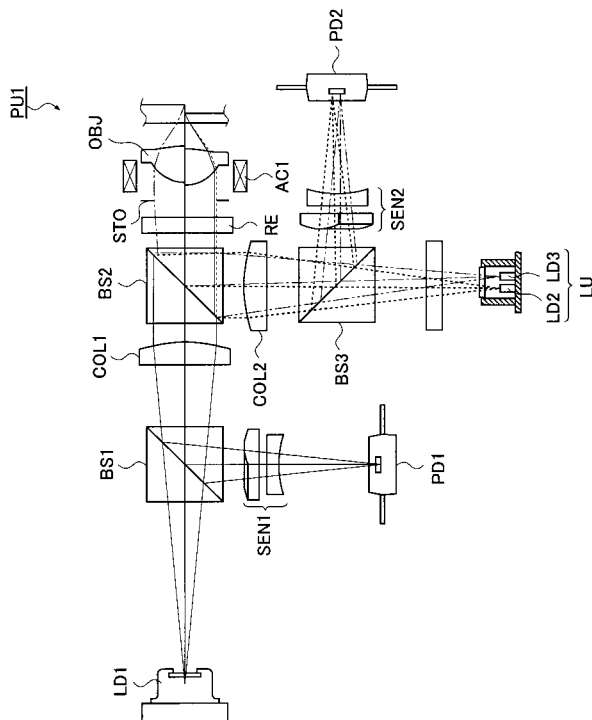
【図 3】



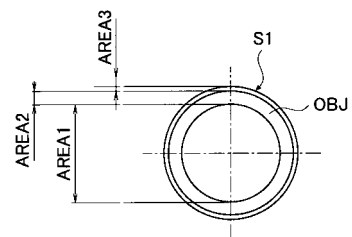
【図 4】



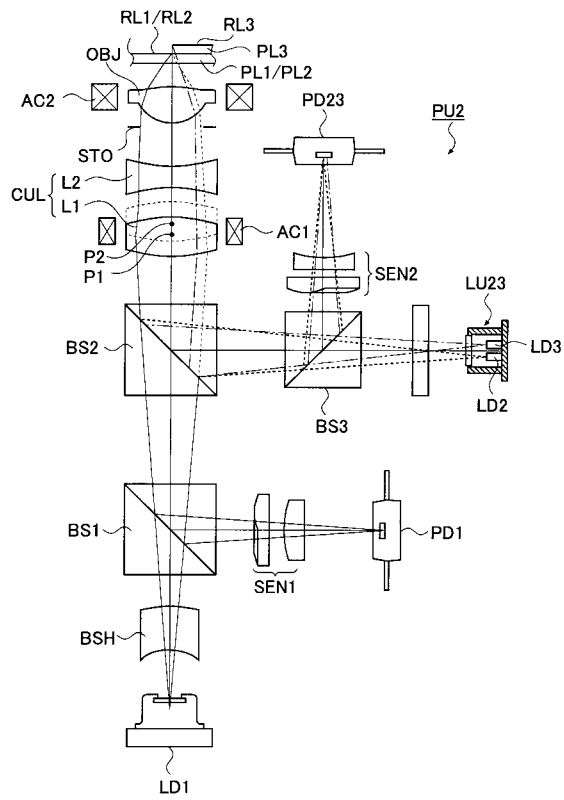
【図 5】



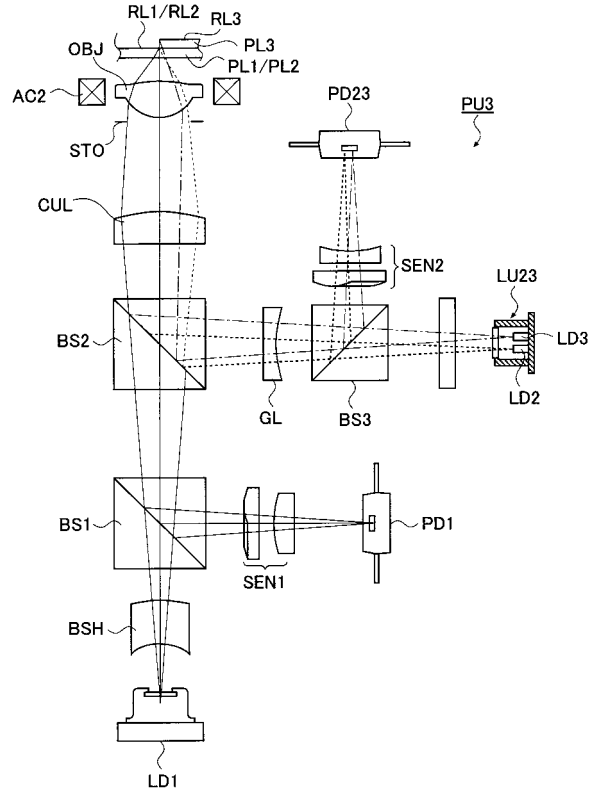
【図 6】



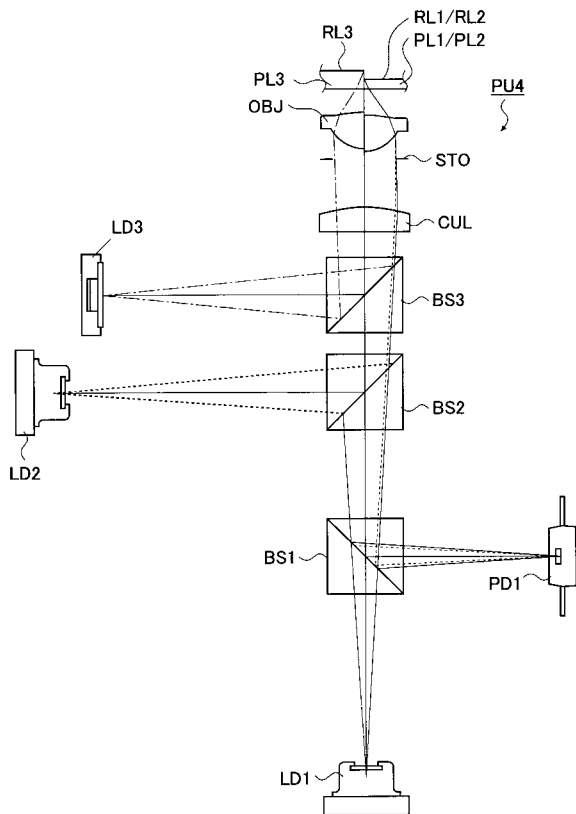
【図 7】



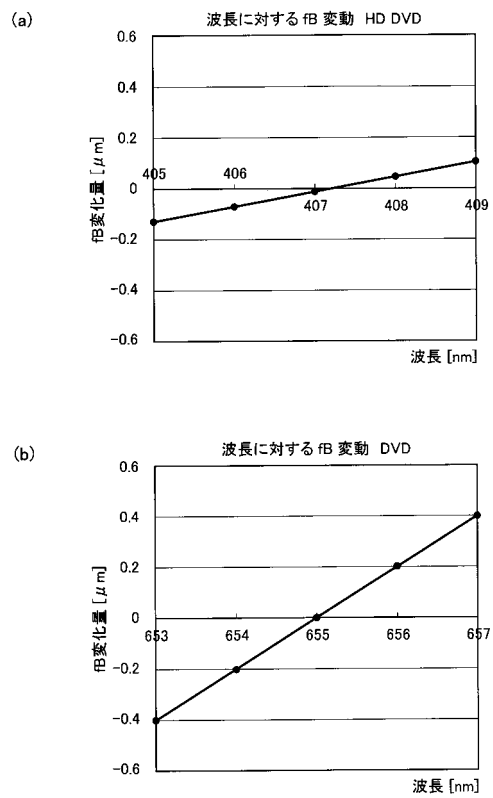
【図 8】



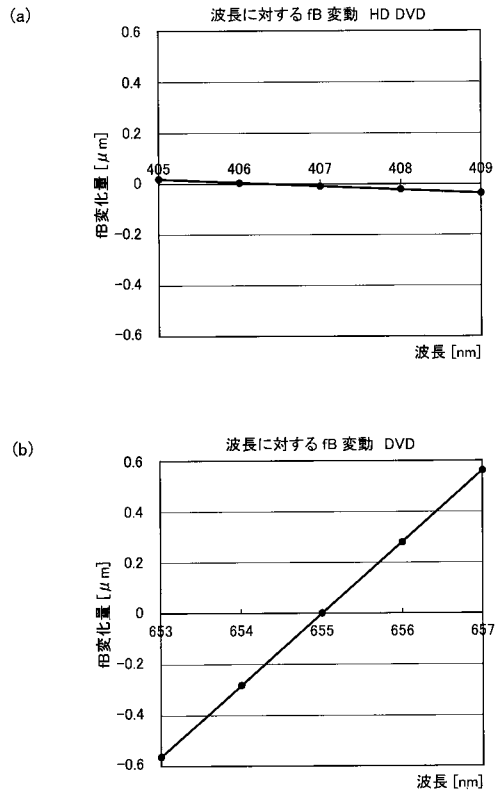
【図 9】



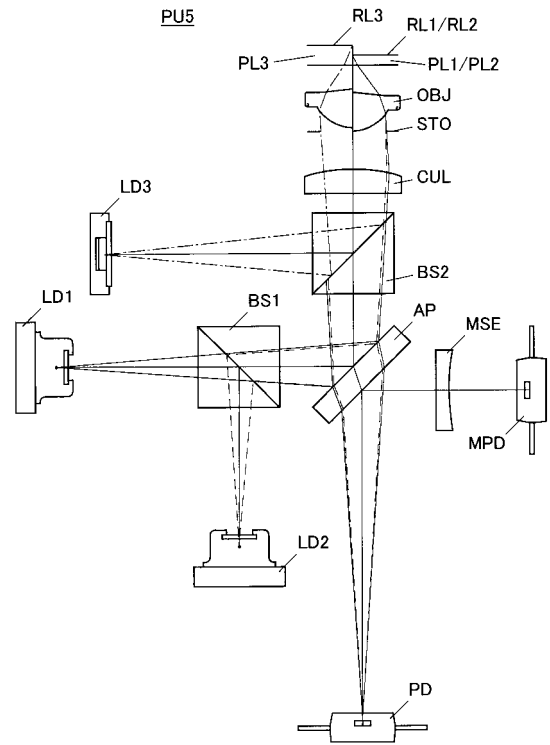
【図 10】



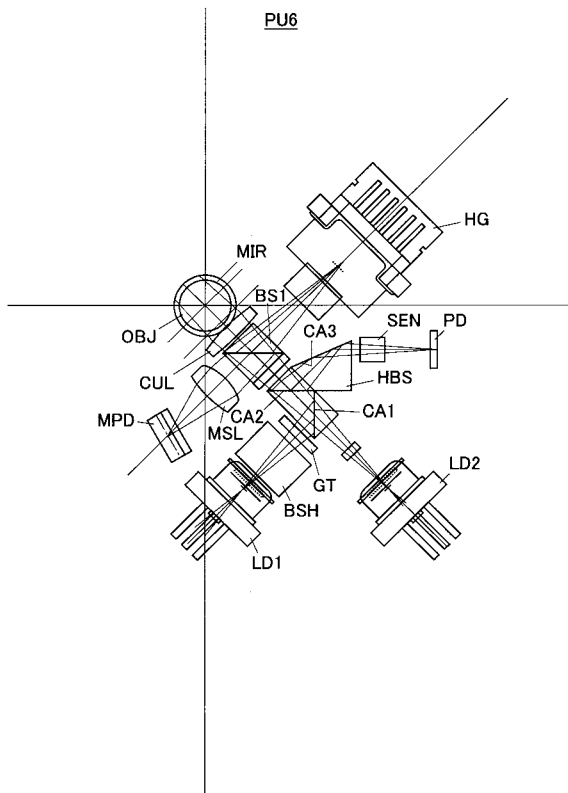
【図 1 1】



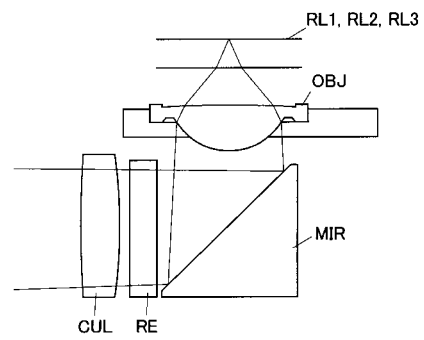
【図 1 2】



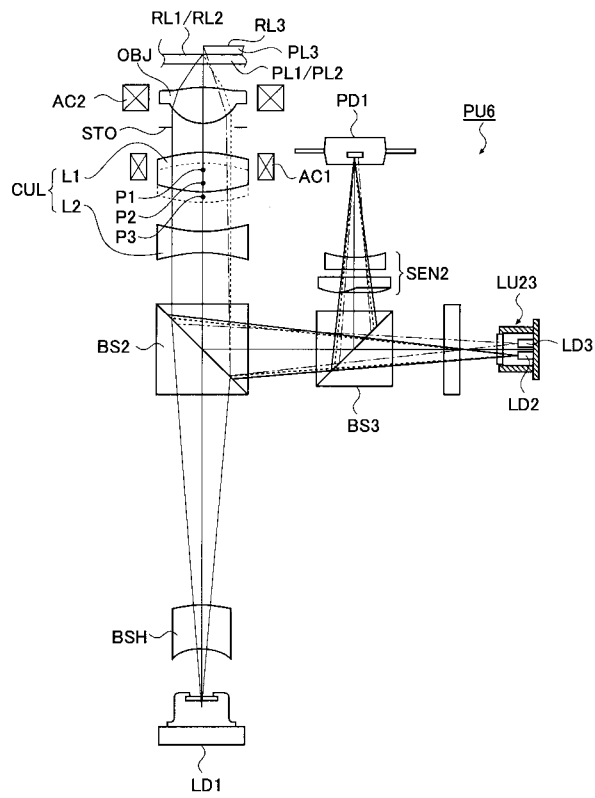
【図 1 3】



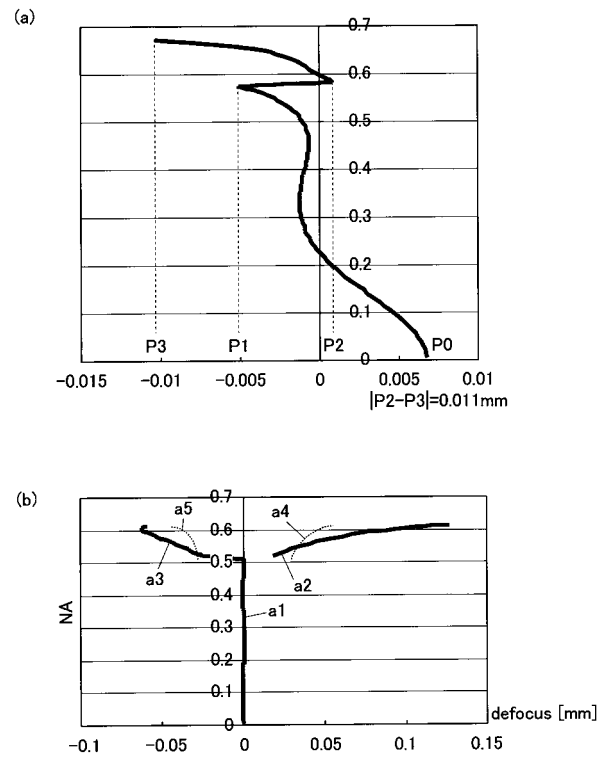
【図 1 4】



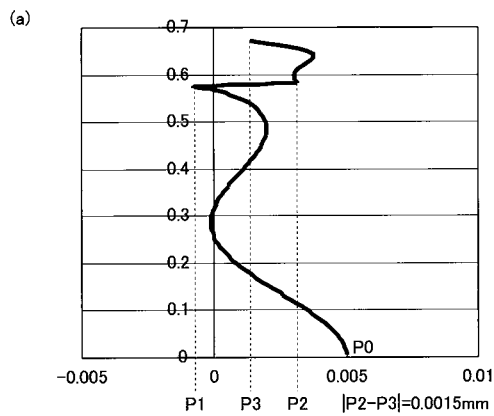
【図 15】



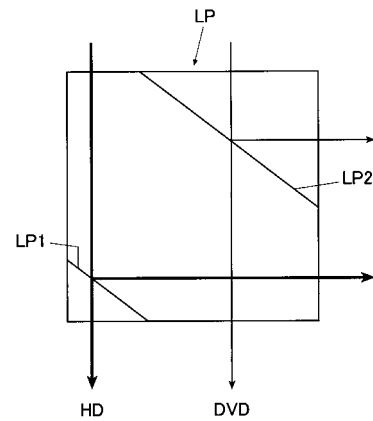
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA13 LA01 PA01 PA02 PA17 PB01 PB02 QA02 QA06 QA07
QA12 QA14 QA21 QA32 QA34 QA41 RA04 RA05 RA12 RA13
RA32 RA41 RA44 RA45 RA46
5D789 AA41 BA01 EC01 EC47 FA08 JA23 JA26 JA44 JA46 JA62