

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3945633号  
(P3945633)

(45) 発行日 平成19年7月18日(2007.7.18)

(24) 登録日 平成19年4月20日(2007.4.20)

(51) Int. Cl. F I  
**G O 2 B 13/00 (2006.01)** G O 2 B 13/00  
**G O 2 B 13/18 (2006.01)** G O 2 B 13/18  
**G 1 1 B 7/135 (2006.01)** G 1 1 B 7/135 A  
 G 1 1 B 7/135 Z

請求項の数 13 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2002-51697 (P2002-51697)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成14年2月27日 (2002.2.27)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2003-255221 (P2003-255221A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成15年9月10日 (2003.9.10)	(74) 代理人	100112128
審査請求日	平成16年12月14日 (2004.12.14)		弁理士 村山 光威
		(72) 発明者	平井 秀明
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		審査官	瀬川 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

使用波長： $407\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.1\text{mm}$ の光記録媒体、および、使用波長： $660\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 、開口数： $0.65 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.6\text{mm}$ の光記録媒体に対して情報の記録，再生，消去の少なくともいずれか1以上を行う光ピックアップであって、

単レンズとして構成され、両面が非球面かつ凸面であり、d線の材質に対する屈折率： $n_d$ およびアッベ数： $d$ 、レンズの中心肉厚： $t$ 、光源側面の近軸曲率半径： $R_1$ 、

波長 $407\text{nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD(=407\text{nm})$ 、波長 $407\text{nm}$ での焦点距離： $f(=407\text{nm})$ 、

波長 $660\text{nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD(=660\text{nm})$ 、波長 $660\text{nm}$ での焦点距離： $f(=660\text{nm})$ が、次の6条件

$$\begin{aligned}
 & d \quad 65 \\
 & 1.55 \quad n_d \\
 & \frac{1.0 \quad n_d - 1.0 \quad R_1 / f(=407\text{nm})}{1.2 \quad n_d - 0.75 \quad t / f(=407\text{nm})} \quad \frac{1.0 \quad n_d - 0.8}{1.2 \quad n_d - 0.5} \\
 & \frac{-0.35 \quad n_d + 0.77 \quad WD(=407\text{nm}) / f(=407\text{nm})}{n_d + 0.85} \quad -0.35 \\
 & \frac{-0.42 \quad n_d + 0.82 \quad WD(=660\text{nm}) / f(=660\text{nm})}{n_d + 0.95} \quad -0.42
 \end{aligned}$$

10

20

を満足し、

使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては無限系レンズとして、

使用波長： $660\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.65 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.6\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては有限系レンズとして用いられる対物レンズを有することを特徴とする光ピックアップ。

【請求項2】

使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体、および、使用波長： $780\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.50 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $1.2\text{ mm}$ の光記録媒体に対して情報の記録，再生，消去の少なくともいずれか1以上を行う光ピックアップであって、

単レンズとして構成され、両面が非球面かつ凸面であり、d線の材質に対する屈折率： $n_d$ およびアッペ数： $d$ 、レンズの中心肉厚： $t$ 、光源側面の近軸曲率半径： $R_1$ 、

波長 $407\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 407\text{ nm}$ )、波長 $407\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 407\text{ nm}$ )、

波長 $780\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 780\text{ nm}$ )、波長 $780\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 780\text{ nm}$ )が、次の6条件

$$\frac{d}{1.55} \frac{6.5}{n_d} \frac{1.0 n_d - 1.0}{R_1 / f} \left( \frac{= 407\text{ nm}}{= 407\text{ nm}} \right) \frac{1.0 n_d - 0.8}{1.2 n_d - 0.75} \frac{t / f}{\left( \frac{= 407\text{ nm}}{= 407\text{ nm}} \right)} \frac{1.2 n_d - 0.5}{-0.35 n_d + 0.77} \frac{WD}{\left( \frac{= 407\text{ nm}}{= 407\text{ nm}} \right)} / \frac{f}{\left( \frac{= 407\text{ nm}}{= 407\text{ nm}} \right)} - 0.35 n_d + 0.85$$

$$\frac{-0.35 n_d + 0.64}{n_d + 0.72} \frac{WD}{\left( \frac{= 780\text{ nm}}{= 780\text{ nm}} \right)} / \frac{f}{\left( \frac{= 780\text{ nm}}{= 780\text{ nm}} \right)} - 0.35 n_d + 0.72$$

を満足し、

使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては無限系レンズとして、

使用波長： $780\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.50 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $1.2\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては有限系レンズとして用いられる対物レンズを有することを特徴とする光ピックアップ。

【請求項3】

使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体、および、使用波長： $660\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.65 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.6\text{ mm}$ の光記録媒体、および、使用波長： $780\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.50 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $1.2\text{ mm}$ の光記録媒体に対して情報の記録，再生，消去の少なくともいずれか1以上を行う光ピックアップであって、

単レンズとして構成され、両面が非球面かつ凸面であり、d線の材質に対する屈折率： $n_d$ およびアッペ数： $d$ 、レンズの中心肉厚： $t$ 、光源側面の近軸曲率半径： $R_1$ 、

波長 $407\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 407\text{ nm}$ )、波長 $407\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 407\text{ nm}$ )、

波長 $660\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 660\text{ nm}$ )、波長 $660\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 660\text{ nm}$ )、

波長 $780\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 780\text{ nm}$ )、波長 $780\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 780\text{ nm}$ )

が、次の7条件

$$\frac{d}{1.55} \frac{6.5}{n_d} \frac{1.0 n_d - 1.0}{R_1 / f} \left( \frac{= 407\text{ nm}}{= 407\text{ nm}} \right) \frac{1.0 n_d - 0.8}{1.0 n_d - 0.8}$$

$$\frac{1.2 \text{ nd} - 0.75 \quad t/f (\quad = 407 \text{ nm}) \quad 1.2 \text{ nd} - 0.5}{- 0.35 \text{ nd} + 0.77 \quad \text{WD} (\quad = 407 \text{ nm}) / f (\quad = 407 \text{ nm}) \quad - 0.35}$$

$$\frac{\text{nd} + 0.85}{- 0.42 \text{ nd} + 0.82 \quad \text{WD} (\quad = 660 \text{ nm}) / f (\quad = 660 \text{ nm}) \quad - 0.42}$$

$$\frac{\text{nd} + 0.95}{- 0.35 \text{ nd} + 0.64 \quad \text{WD} (\quad = 780 \text{ nm}) / f (\quad = 780 \text{ nm}) \quad - 0.35}$$

$$\frac{\text{nd} + 0.72}{}$$

を満足し、

使用波長：407 nm ± 10 nm、開口数：0.85 ± 0.05により光照射側基板厚：0.1 mmの光記録媒体に対しては無限系レンズとして、

使用波長：660 nm ± 10 nm、開口数：0.65 ± 0.05により光照射側基板厚：0.6 mmの光記録媒体に対しては有限系レンズとして、

使用波長：780 nm ± 10 nm、開口数：0.50 ± 0.05により光照射側基板厚：1.2 mmの光記録媒体に対しては有限系レンズとして用いられる対物レンズを有することを特徴とする光ピックアップ。

【請求項4】

前記使用波長に応じて開口数を切替える開口制限手段を合わせて使用することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の光ピックアップ。

【請求項5】

前記対物レンズと前記光源の間において、前記対物レンズ側に曲率の強い面を有するレンズを合わせて使用することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の光ピックアップ。

【請求項6】

偶数次の収差成分を補正する第1の補正手段と、前記偶数次の収差成分を検出する第1の検出手段とをさらに備えたことを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載の光ピックアップ。

【請求項7】

前記第1の補正手段を、対物レンズと光源の間に配置され、前記対物レンズ入射光の発散状態を変化させる補正手段としたことを特徴とする請求項6記載の光ピックアップ。

【請求項8】

前記第1の補正手段を、対物レンズと光源の間に配置され、光束が透過または反射する際に、同心円状に位相差レベルを与える補正手段としたことを特徴とする請求項6記載の光ピックアップ。

【請求項9】

前記第1の補正手段を、球面収差を補正する収差補正手段としたことを特徴とする請求項6～8のいずれか1項記載の光ピックアップ。

【請求項10】

奇数次の収差成分を補正する第2の補正手段と、前記奇数次の収差成分を検出する第2の検出手段とをさらに備えたことを特徴とする請求項1～5のいずれか1項記載の光ピックアップ。

【請求項11】

前記第2の補正手段を、対物レンズと光源の間に配置され、前記対物レンズ入射光を対物レンズの光軸に対して傾けて入射させる補正手段としたことを特徴とする請求項10記載の光ピックアップ。

【請求項12】

前記第2の補正手段を、対物レンズと光源の間に配置され、光束が透過または反射する際に、階段状に位相差レベルを与える補正手段としたことを特徴とする請求項10記載の光ピックアップ。

【請求項13】

前記第2の補正手段を、コマ収差を補正する収差補正手段としたことを特徴とする請求

10

20

30

40

50

項 1 0 ~ 1 2 のいずれか 1 項記載の光ピックアップ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光記録媒体に情報を記録あるいは再生する情報記録再生装置に用いられる光学系において、記録情報信号の高密度化を図るため、対物レンズが記録媒体上に集光するスポットを小さくすることが要求されている。このため、光源である半導体レーザーの短波長化と対物レンズの高開口数（以下、NAという）化とが図られている。

10

【0003】

光源の半導体レーザーでは、発振波長400nm程度の半導体レーザーの実用化が図られている。高NAレンズとしては、例えば、特開2001-83410号公報、特開平11-202194号公報、特開平11-203711号公報においては、2枚の非球面レンズからなるピックアップ用の高NAレンズが開示されている。これら2枚のレンズから構成される高NA対物レンズでは、従来、低NA領域において一枚構成であった対物レンズに比べ、組付工程の増加、枚数増加に伴う高精度化、重量のアップが課題となっている。

【0004】

さらに、2枚構成であると、対物レンズと情報記録媒体間の間隔に相当するワーキングディスタンス：WDが小さくなり、情報記録媒体と対物レンズの衝突によって情報記録媒体や対物レンズの傷などが生じる可能性が増し、その結果、信頼性に課題があった。このような課題を解決した1枚構成のNA：0.7以上の対物レンズとして、特開2001-324673号公報がある。

20

【0005】

しかしながら、これらの従来例は、製造上の実現性が低い。高NA化、短波長化を1枚構成の対物レンズで達成するためには、超精密加工した型を用いてプレス成形可能な硝種を選択するとともに、設計中央値での波面性能を確保し、かつ製造公差が実現性のある範囲にある必要がある。まず、設計中央値での波面収差としては、0.01以下に抑える必要

30

【0006】

発明者の計算によれば、特開2001-324673号公報に記載された、例えば実施例3における使用波長：400nm、NA：0.85、f（焦点距離）：1.765mm、nd（レンズ材質のd線に対する屈折率）：1.71667、d（アッペ数）：53.2の光ピックアップ用の対物レンズにおいて波面収差は、0.037であり、実現性は低い。また、設計中央値の波面性能が良くても製造公差の実現性が低くても、実用化は困難である。例えば、肉厚のずれは±1μm以上で、波面収差の劣化量は0.015以下程度である必要がある。図20は、他の例として使用波長：650nm、NA：0.75、f：2.00mm、nd：1.69330、d：53.17の光ピックアップ用の対物

40

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

そのため、製造公差による波面劣化量が小さいレンズの提供、或いは製造公差による波面劣化量を抑制可能な光ピックアップの提供が望まれる。

【0008】

また、前記高NA化・短波長化による新規格が近年実現する一方、利用者の手元には、従来の光記録媒体であるCD、DVDが存在する。これらの光記録媒体と前記新規格の光記録媒体をともに同一の光情報処理装置で取り扱えることが望ましい。最も簡単な方法としては、従来の光ピックアップと、新規格用の光ピックアップを搭載する方法がある。し

50

かし、この方法では、小型化、低コスト化を達成することは難しい。

【0009】

本発明は、前記従来技術の問題を解決することに指向するものであり、単レンズ構成で、光スポットの小径化に有効なNAが大きく、かつ製造公差の緩い光ピックアップ用の対物レンズを用いた光ピックアップにおいて、複数の光ピックアップを備えることなく、DVD系、CD系といった従来の光記録媒体に記録、再生、および消去ができ、かつ製造公差により発生する収差成分を補正して、信頼性を実現できる光ピックアップを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために、本発明に係る請求項1記載の光ピックアップは、使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、NA： $0.85 \pm 0.05$ により照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体、および、使用波長： $660\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.65 \pm 0.05$ により照射側基板厚： $0.6\text{ mm}$ の光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去の少なくともいずれか1以上を行う光ピックアップであって、単レンズとして構成され、両面が非球面かつ凸面であり、d線の材質に対する屈折率： $n_d$ およびアッペ数： $d$ 、レンズの中心肉厚： $t$ 、光源側面の近軸曲率半径： $R_1$ 、波長 $407\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 407\text{ nm}$ )、波長 $407\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 407\text{ nm}$ )、波長 $660\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 660\text{ nm}$ )、波長 $660\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 660\text{ nm}$ )が、次の6条件、

$$\begin{aligned} & d \quad 6.5 \\ & \frac{1.55 \quad n_d}{1.0 \quad n_d - 1.0 \quad R_1 / f \quad (= 407 \text{ nm}) \quad 1.0 \quad n_d - 0.8} \\ & \frac{1.2 \quad n_d - 0.75 \quad t / f \quad (= 407 \text{ nm}) \quad 1.2 \quad n_d - 0.5}{- 0.35 \quad n_d + 0.77 \quad WD \quad (= 407 \text{ nm}) / f \quad (= 407 \text{ nm}) \quad - 0.35} \\ & \frac{n_d + 0.85}{- 0.42 \quad n_d + 0.82 \quad WD \quad (= 660 \text{ nm}) / f \quad (= 660 \text{ nm}) \quad - 0.42} \\ & \frac{n_d + 0.95}{\end{aligned}$$

を満足し、使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては無限系レンズとして、使用波長： $660\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.65 \pm 0.05$ により照射側基板厚： $0.6\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては有限系レンズとして用いられる対物レンズを有することを特徴とする。

【0011】

また、請求項2記載の光ピックアップは、使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体、および、使用波長： $780\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.50 \pm 0.05$ により照射側基板厚： $1.2\text{ mm}$ の光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去の少なくともいずれか1以上を行う光ピックアップであって、単レンズとして構成され、両面が非球面かつ凸面であり、d線の材質に対する屈折率： $n_d$ およびアッペ数： $d$ 、レンズの中心肉厚： $t$ 、光源側面の近軸曲率半径： $R_1$ 、波長 $407\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 407\text{ nm}$ )、波長 $407\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 407\text{ nm}$ )、波長 $780\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 780\text{ nm}$ )、波長 $780\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 780\text{ nm}$ )が、次の6条件

$$\begin{aligned} & d \quad 6.5 \\ & \frac{1.55 \quad n_d}{1.0 \quad n_d - 1.0 \quad R_1 / f \quad (= 407 \text{ nm}) \quad 1.0 \quad n_d - 0.8} \\ & \frac{1.2 \quad n_d - 0.75 \quad t / f \quad (= 407 \text{ nm}) \quad 1.2 \quad n_d - 0.5}{- 0.35 \quad n_d + 0.77 \quad WD \quad (= 407 \text{ nm}) / f \quad (= 407 \text{ nm}) \quad - 0.35} \\ & \frac{n_d + 0.85}{- 0.35 \quad n_d + 0.64 \quad WD \quad (= 780 \text{ nm}) / f \quad (= 780 \text{ nm}) \quad - 0.35} \end{aligned}$$

$n d + 0.72$

を満足し、使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては無限系レンズとして、使用波長： $780\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.50 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $1.2\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては有限系レンズとして用いられる対物レンズを有すること、

また、請求項3記載の光ピックアップは、使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体、および、使用波長： $660\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.65 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.6\text{ mm}$ の光記録媒体、および、使用波長： $780\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.50 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $1.2\text{ mm}$ の光記録媒体に対して情報の記録，再生，消去の少なくとも1以上を行う光ピックアップであって、単レンズとして構成され、両面が非球面かつ凸面であり、 $d$ 線の材質に対する屈折率： $n d$ およびアッベ数： $d$ 、レンズの中心肉厚： $t$ 、光源側面の近軸曲率半径： $R1$ 、波長 $407\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 407\text{ nm}$ )、波長 $407\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 407\text{ nm}$ )、波長 $660\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 660\text{ nm}$ )、波長 $660\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 660\text{ nm}$ )、波長 $780\text{ nm}$ でのワーキングディスタンス： $WD$  ( $= 780\text{ nm}$ )、波長 $780\text{ nm}$ での焦点距離： $f$  ( $= 780\text{ nm}$ )が、次の7条件

$$\frac{d}{1.55} \frac{6.5}{n d} - 1.0 \frac{R1}{f} \left( = 407\text{ nm} \right) - 1.0 n d - 0.8$$

$$\frac{1.2 n d - 0.75}{-0.35 n d + 0.77} \frac{t}{f} \left( = 407\text{ nm} \right) - 1.2 n d - 0.5$$

$$\frac{WD \left( = 407\text{ nm} \right) / f \left( = 407\text{ nm} \right) - 0.35}{n d + 0.85} - 0.42 n d + 0.82 \frac{WD \left( = 660\text{ nm} \right) / f \left( = 660\text{ nm} \right) - 0.42}{n d + 0.95} - 0.35 n d + 0.64 \frac{WD \left( = 780\text{ nm} \right) / f \left( = 780\text{ nm} \right) - 0.35}{n d + 0.72}$$

を満足し、使用波長： $407\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.85 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては無限系レンズとして、使用波長： $660\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.65 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $0.6\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては有限系レンズとして、使用波長： $780\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$ 、開口数： $0.50 \pm 0.05$ により光照射側基板厚： $1.2\text{ mm}$ の光記録媒体に対しては有限系レンズとして用いられる対物レンズを有することにより、単レンズ構成であることから、部品点数の増加、重量の増加、組付精度の高精度化を図り、1枚構成の $NA:0.85$ の対物レンズを実現でき、製造が容易な $NA:0.85$ の対物レンズを有し、大容量光記録媒体 ( $= 407\text{ nm}$ ) と、DVD ( $= 660\text{ nm}$ ) および/またはCD ( $= 780\text{ nm}$ ) の光記録媒体に対して情報の記録，再生，消去の少なくとも1以上を行うことができる。

【0012】

さらに、請求項4，5記載の光ピックアップは、前記使用波長に応じて開口数を切換える開口制限手段、および/または対物レンズと光源の間において、対物レンズ側に曲率の強い面を有するレンズを合わせて使用することにより、使用波長： $407\text{ nm}$ 、 $NA:0.85$ の大容量光記録媒体と、DVDやCDの光記録媒体に対しても収差を抑制した状態で集光することができる。

【0015】

また、請求項6～9記載の光ピックアップは、請求項1～5のいずれか1項記載の光ピックアップにおいて、偶数次の収差成分を補正する第1の補正手段と、偶数次の収差成分を検出する第1の検出手段を備えたこと、さらに、前記第1の補正手段を、対物レンズと光源の間に配置され、対物レンズ入射光の発散状態を変化させる補正手段としたこと、また第1の補正手段を、対物レンズと光源の間に配置され、光束が透過または反射する際に

10

20

30

40

50

、同心円状に位相差レベルを与える補正手段としたこと、さらに第1の補正手段を、球面収差を補正する収差補正手段としたことにより、対物レンズの製造誤差に起因して発生する軸対称の収差、光記録媒体の基板厚誤差に起因して発生する球面収差を抑制するための補正手段を備えて、良好な記録、再生、および消去が行える光ピックアップを提供でき、対物レンズの製造公差を緩めることができる。

【0016】

また、請求項10～13記載の光ピックアップは、請求項1～5のいずれか1項記載の光ピックアップにおいて、奇数次の収差成分を補正する第2の補正手段と、前記奇数次の収差成分を検出する第2の検出手段とを備えたこと、さらに、前記第2の補正手段を、対物レンズと光源の間に配置され、対物レンズ入射光を対物レンズの光軸に対して傾けて入射させる補正手段としたこと、また第2の補正手段を、対物レンズと光源の間に配置され、光束が透過または反射する際に、階段状に位相差レベルを与える補正手段としたこと、さらに第2の補正手段を、コマ収差を補正する収差補正手段としたことにより、対物レンズの製造誤差に起因して発生する反軸対称の収差、光記録媒体のチルトに起因して発生するコマ収差を抑制するための補正手段を備えて、良好な記録、再生、および消去が行える光ピックアップを提供でき、対物レンズの製造公差を緩めることができる。

10

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明における実施の形態を詳細に説明する。

【0021】

一般に光記録媒体の形態としてはディスク状であり、光記録媒体の光照射側基板厚： $0.1\text{ mm}$ は規格値である。この規格値に基づいて、「光ピックアップの光学系」が設計され、実際に使用される光記録媒体において光照射側基板厚は、前記の規格値に対して誤差を有している。

20

【0022】

ここで、屈折率： $n_d$ 、アッペ数： $d$ 、レンズの中心肉厚： $t$ 、光源側面の近軸曲率半径： $R_1$ 、ワーキングディスタンス： $WD$ 、 $d$ 線に対する材質の屈折率： $n_d$ 、焦点距離： $f$ として、

条件1： $d \leq 6.5$

条件2： $1.55 \leq n_d$

条件3： $1.0 n_d - 1.0 \leq R_1 / f \leq 1.0 n_d - 0.8$

条件4： $1.2 n_d - 0.75 \leq t / f \leq 1.2 n_d - 0.5$

条件5： $-0.35 n_d + 0.77 \leq WD / f \leq -0.35 n_d + 0.85$

この条件1～5は、光ピックアップ用対物レンズが「所望の性能」を実現するための条件である。

30

【0023】

無限系レンズとして用いる光ピックアップ用対物レンズは、光源側から入射する平行光束を集光させる正レンズであり、本発明の光ピックアップ用対物レンズは、単レンズ構成で両面が非球面であるところから、レンズの形態としては両凸レンズ、メニスカスレンズが可能であるが、両凸レンズは光源側の曲率を緩められるため、製造実現性の観点から、両凸レンズがよい。

40

【0024】

所定の波長の光源、および所定厚みの基板を介して、記録面に光スポットを「所望のスポット径」で形成するに際し、「良好な光スポットを形成するために許容される波面収差の上限値」を $0.04$ （ $\lambda$ ：波長）以下に抑える必要がある。この波面収差： $0.04$ のなかには、レンズの第1面、第2面の曲率半径ずれ、厚みずれ、非球面形状ずれ、各面のシフト、各面のチルトなどの製造誤差による波面劣化分が含まれる。したがって、各製造誤差に伴う波面劣化量の上限値目安としては $0.015$ 程度である。

【0025】

また、波面収差： $0.04$ 以下を実現するために許容されるレンズ材料を、屈折率： $n$

50

dとアッペ数： $d$ との関係で表して見ると図1のようになる。光ピックアップ用対物レンズを「曲率の強い面を光源側に向けた両凸レンズ」として構成する場合、前記条件2： $1.55 < n_d$ が満足されない場合、対物レンズの屈折率が小さすぎ、所望のNAを実現する場合、特に光源側のレンズ面の曲率を大きくせざるを得ず、対物レンズ面を高精度に形成するのが困難になり、対物レンズとしてのコストも高くなってしまう。

【0026】

また、アッペ数： $d$ に対する条件1： $d < 6.5$ が満足されないと、光源における波長の変動による色収差が大きくなりすぎてしまう。これらアッペ数： $d$ 、屈折率： $n_d$ に関する条件は、特に、光ピックアップ用対物レンズが「光源側に曲率の強い面を向けた両凸レンズ」である場合に満足することが望ましい。

10

【0027】

さらに、「曲率の強い凸面を光源側に向けた両凸レンズ」として形成される場合には、前記の条件3, 4を満足しないと、所要の開口数を実現しつつ、波面収差： $0.04$ 以下を実現することができない。

【0028】

前記の条件3, 4の近軸曲率半径： $R_1$ 、レンズの中心肉厚： $t$ と屈折率： $n_d$ を考える。光ピックアップ用対物レンズの光源側の面が「光源側に凸」とであるとすると、近軸曲率半径： $R_1$ が大きくなることは、この面における正の屈折力を小さくすることを意味する。本発明では、光ピックアップ用対物レンズのNAを大きくすることを課題としているが、NAを大きくするにはレンズにおける正の屈折力を大きくしなければならない。したがって、前記の如く近軸曲率半径： $R_1$ を大きくしてなおかつNAを大きくしようとするれば、レンズ材質の屈折率を大きくしなければならず、「レンズ材質の屈折率： $n_d$ は、近軸曲率半径： $R_1$ の増大に伴って増大する」関係にある。

20

【0029】

一方、レンズの中心肉厚： $t$ が大きくなることは、光が記録媒体側の面を通過する領域が小さくなる。本発明では、光ピックアップ用対物レンズのNAを大きくすることを課題としているが、NAを大きくするにはレンズにおける正の屈折力を大きくしなければならない。したがって、前記の如くレンズの中心肉厚： $t$ を大きくしてなおかつNAを大きくしようとするれば、レンズ材質の屈折率を大きくしなければならず、「レンズ材質の屈折率： $n_d$ は、レンズの中心肉厚： $t$ の増大に伴って増大する」関係にある。

30

【0030】

前述した「波面収差： $0.04$ 以下」を達成できるという条件のもとで、近軸曲率半径： $R_1$ と屈折率： $n_d$ とが満足する関係を、「曲率の強い面を光源側に向けた両凸レンズ」として形成される光ピックアップ用対物レンズの焦点距離： $f = 1.765 \text{ mm}$ 、NA： $0.85$ を例として求めて見ると、図2(a)における黒丸( )のようになる。同様に、 $f = 2.235 \text{ mm}$ 、NA： $0.85$ を例として求めて見ると、図2(a)における三角( )のようになる。すなわち、直線2a-1と直線2a-2上の範囲に収まる。材質の屈折率は、 $d$ 線の屈折率： $n_d$ 以外にアッペ数： $d$ にも依存するため、 $R_1$ と $n_d$ の関係は一位には決まらないが、直線2a-1と直線2a-2の範囲で定まる $R_1$ と $n_d$ の条件3を満足し、かつ条件1で定められた $d$ を満足することにより、「波面収差： $0.04$ 以下」を達成できる。

40

【0031】

同様に「波面収差： $0.04$ 以下」を達成できるという条件のもとで、中心肉厚： $t$ と屈折率： $n_d$ とが満足する関係を、「曲率の強い面を光源側に向けた両凸レンズ」として形成される光ピックアップ用対物レンズの焦点距離： $f = 1.765 \text{ mm}$ 、NA： $0.85$ を例として求めて見ると、図2(b)における黒丸( )のようになる。同様に、 $f = 2.235 \text{ mm}$ 、NA： $0.85$ を例として求めて見ると、図2(b)における三角( )のようになる。すなわち、直線2b-1と直線2b-2上の範囲に収まる。材質の屈折率は、 $d$ 線の屈折率： $n_d$ 以外にアッペ数： $d$ にも依存するため、 $R_1$ と $n_d$ の関係は一位には決まらないが、直線2b-1と直線2b-2の範囲で定まる $R_1$ と $n_d$ の条件4を

50

満足し、かつ条件1で定められた  $d$  を満足することにより、「波面収差：0.04以下」を達成できる。

【0032】

次に、本発明の光ピックアップ用対物レンズは、光ピックアップの信頼性を高めるために必要なワーキングディスタンス：WDを確保するものである。ワーキングディスタンス：WDを大きくするには、バックフォーカスを大きくすればよく、そのためには光ピックアップ用対物レンズの屈折率を小さくして屈折力を小さくすれば良いが、これはNAの減少につながる。したがって、所要のNAを確保しつつ所要のワーキングディスタンス：WDを確保するには、NAと $nd$ とをバランスさせねばならない。

【0033】

NA：0.85を実現でき、なおかつ波面収差を0.04以下に抑える条件のもとで許容されるワーキングディスタンス：WDとレンズ材質の屈折率： $nd$ との関係を、「曲率の強い面を光源側に向けた両凸レンズ」として形成される光ピックアップ用対物レンズの焦点距離： $f = 1.765 \text{ mm}$ 、NA：0.85のもとで調べて見ると、図2(c)における黒丸( )のようになる。同様に、 $f = 2.235 \text{ mm}$ 、NA：0.85のもとで求めて見ると、図2(c)における三角( )のようになる。すなわち、直線2c-1と直線2c-2上の範囲に収まる。材質の屈折率は、 $d$ 線の屈折率： $nd$ 以外にアッペ数： $d$ にも依存するため、WDと $nd$ の関係は一位には決まらないが、直線2c-1と直線2c-2上の範囲で定まるWDと $nd$ の条件5を満足し、かつ条件1で定められた  $d$  を満足することにより、波面収差が0.04以下を達成できる。なお、ワーキングディスタンスと対物レンズ重量の観点から、対物レンズの光源側面の有効径は、3mm～4mmの範囲が適当な大きさである。

【0034】

前記の条件3～5から外れると、光源側や光記録媒体側のレンズ面の非球面形状を調整しても、NA：0.85で波面収差が0.04以下を達成することはできない。

【0035】

このようにして、前記条件1, 2を満足することにより、所要範囲の開口数を持ち、波面収差が0.04以下となる光ピックアップ用対物レンズを実現することが可能である。また、前記条件3～5を満足することにより、製造上の実現性がさらに向上できる。

【0036】

本発明の実施の形態1として、光ピックアップ用の対物レンズの具体的な実施例を2つ挙げる。ここで、煩雑を避けるため、図3(a), 図4(a)において示す構成部材のそれぞれに対応して同等機能のものには同一の符号を付して、1は波長選択アパーチャ、2は光ピックアップ用の対物レンズ、3は光記録媒体の光照射側基板(厚さ：0.1mm)である。光源側(図示しないが、図3(a), 図4(a)の左側に位置する)からのレーザー光束は「平行光束」として波長選択アパーチャ1の開口(開口径： $\phi = 3 \text{ mm}$ 、もしくは4mm)を通過し、対物レンズ2に入射して、この対物レンズ2により集光光束とされ、光記録媒体の光照射側基板3を透過して記録面(光照射側基板3の右側面に合致)に光スポットを形成する。

【0037】

また、レンズ面の非球面形状は、光軸方向の座標： $X$ 、光軸直交方向の座標： $Y$ 、近軸曲率半径： $R$ 、円錐定数： $K$ 、高次の係数： $A, B, C, D, E, F, \dots$ を用いて、周知の非球面式を(数1)で表し、

【0038】

【数1】

$$X = (Y^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + K) Y / R^2\} + A Y^4 + B Y^6 + C Y^8 + D Y^{10} + E Y^{12} + F Y^{14} + G Y^{16} + H Y^{18} + J Y^{20} + \dots]$$

$R, K, A, B, C, D, \dots$ を与えて形状を特定する。

【0039】

まず、実施例1における光ピックアップ用の対物レンズは、使用波長：407nm、NA

10

20

30

40

50

: 0.85、 $f$ : 1.765 mm、 $nd$ : 1.69350、 $d$ : 53.2であり、(表1)

【0040】

【表1】

面	RDY(曲率半径)	THI(厚さ)	GLA( $nd, \nu d$ )
OBJ	INFINITY	INFINITY	
STO	INFINITY	0.0	
S1	1.37595	2.381463	1.69350, 53.2
	K: -0.671973 A: 0.108576E-01 B: 0.887024E-03 C: 0.615641E-03 D: 0.305477E-03 E: -2.35521E-03 F: 0.954484E-05 G: 0.403964E-04 H: 0.599180E-05 J: -0.871198E-05		
S2	-4.24219	0.425496	
	K: 15.973519 A: 0.265234E+00 B: -0.165189E+00 C: -0.762341E-01 D: 0.119223E+00 E: 0.102416E-01 F: -0.146044E-02 G: -0.528214E-02 H: -0.300544E-02 J: 0.292188E-02		
S3	INFINITY	0.1	1.516330, 64.1
S4	INFINITY	0.0	
IMG	INFINITY	0.0	
EPD: 入射瞳径(mm)			3.0
WL: 波長(nm)			407

10

また、表中の記号は、以下の通りである。

20

「OBJ」は物点(光源としての半導体レーザー)を意味するが、光ピックアップ用対物レンズ2は「無限系」であり、曲率半径: RDYおよび厚さ: THIの「INFINITY(無限大)」は光源が無限遠にあることを意味する。また、「STO」は波長選択アパーチャ1の面であり、その曲率半径: RDYは「INFINITY」で、厚さ: THIは設計上「0」としている。なお、特に断らない限り、長さの次元を持つ量の単位は「mm」である。

【0041】

「S1」は光ピックアップ用対物レンズの光源側面、「S2」は光記録媒体側面を意味する。実施例1における対物レンズ2の肉厚は2.381463 mmであり、S2の欄の曲率半径の右側に記載された厚さ0.425496 mmは「ワーキングディスタンス: WD」を示す。

30

【0042】

「S3」は光記録媒体の光照射側基板3の光源側面、「S4」は同記録面に合致した面であり、これらの面S3, S4の間隔、すなわち、光照射側基板厚は0.1 mm、 $nd$ : 1.516330、 $d$ : 64.1である。「EPD: 入射瞳径」は波長選択アパーチャ1の開口径(3 mm)を表し、「WL: 波長」は使用波長(407 nm)を表す。

【0043】

なお、非球面係数の表示において、例えば「D: 0.305477E-03」とあるのは、「 $D = 0.305477 \times 10^{-3}$ 」を意味する。また、以下の各表の表示においても同様とする。

40

【0044】

図3(a)に、実施例1に関する波長選択アパーチャ1、光ピックアップ用対物レンズ2、光照射側基板3の配置状態を示す。図3(b), 図3(c)には、実施例1の光ピックアップ用対物レンズ2の非点収差、球面収差(縦軸の目盛は入射瞳半径を1に規格化した値である)を示す。両収差とも極めて良好に補正されている。また軸上、設計中央値の波面収差は0.0022である。

【0045】

さらに、図3(d)に、レンズの中心肉厚ずれが発生したときの収差劣化量を示す。破線は、使用波長: 650 nm、NA: 0.75、 $f$ : 2.00 mm、 $nd$ : 1.69330、 $d$ : 53.17の従来の対物レンズにおける中心肉厚ずれに起因する収差劣化量に相

50

当し、実線は本実施例 1 の同劣化量を示す。従来の対物レンズに比べ、 $\pm 1 \mu\text{m}$  程度の厚みずれがあっても波面劣化は  $0.006$  以下で、製造が十分可能な範囲にある。

【0046】

前記のように、実施例 1 の対物レンズは、光源側の近軸曲率半径： $R1 = 1.37595 \text{ mm}$ 、 $f = 1.765 \text{ mm}$ 、 $nd = 1.69350$ 、 $d = 53.2$ 、 $WD = 0.425496 \text{ mm}$  であるので、前記  $R1$ 、 $t$ 、 $WD$ 、 $f$ 、 $nd$ 、 $d$  は、前記した条件 1 ~ 5 を満足する範囲内にある。

【0047】

次に、実施例 2 における光ピックアップ用の対物レンズは、前記実施例 1 とは、焦点距離： $f$  が異なって、 $NA : 0.85$ 、 $f = 2.353 \text{ mm}$ 、 $nd = 1.69350$ 、 $d = 53.2$  である。(表 2) に、具体的データを(表 1) に倣って示す。

【0048】

【表 2】

面	RDY(曲率半径)	THI(厚さ)	GLA(nd, $\nu$ d)
OBJ	INFINITY	INFINITY	
STO	INFINITY	0.0	
	1.8331	3.174078	1.69350, 53.2
S1	K : -0.673151 A : 0.452775E-02 B : 0.221894E-03 C : 0.744749E-04 D : 0.214785E-04 E : -9.86149E-05 F : 0.310811E-06 G : 0.553785E-06 H : 0.438509E-07 J : -4.00716E-07		
	-5.70133	0.588459	
S2	K : 16.284518 A : 0.111552E+00 B : -4.02812E-01 C : -1.06329E-01 D : 0.933402E-02 E : 0.432555E-03 F : -3.46960E-04 G : -7.05877E-04 H : -2.25917E-04 J : 0.123545E-04		
S3	INFINITY	0.1	1.516330, 64.1
S4	INFINITY	0.0	
IMG	INFINITY	0.0	
EPD: 入射瞳径(mm)		4.0	
WL: 波長(nm)		407	

図 4 ( a ) に、実施例 2 に関する波長選択アパーチャ 1、光ピックアップ用対物レンズ 2、光照射側基板 3 の配置状態を示す。図 4 ( b )、図 4 ( c ) には、実施例 2 の光ピックアップ用対物レンズ 2 の非点収差、球面収差 ( 縦軸の目盛は入射瞳半径を 1 に規格化した値である ) を示す。両収差とも極めて良好に補正されている。また軸上、設計中央値の波面収差は  $0.0043$  である。

【0049】

前記のように、実施例 2 の対物レンズは、 $R1 = 1.8331 \text{ mm}$ 、 $f = 2.353 \text{ mm}$ 、 $nd = 1.69350$ 、 $d = 53.2$ 、 $WD = 0.588459 \text{ mm}$  であるので、前記  $R1$ 、 $t$ 、 $WD$ 、 $f$ 、 $nd$ 、 $d$  は、実施例 1 と同様に前記の条件 1 ~ 5 を満足する範囲内にある。

【0050】

続いて、本発明の使用波長： $407 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$ 、 $NA : 0.85 \pm 0.05$  で光照射側基板厚： $0.1 \text{ mm}$  の光記録媒体光ピックアップ用対物レンズを用いて、DVD 系、CD 系などの従来の光記録媒体にも所望の性能を実現するための条件としては、

条件 6： $-0.42nd + 0.82 \quad WD/f \quad -0.42nd + 0.95$

条件 7： $-0.35nd + 0.64 \quad WD/f \quad -0.35nd + 0.72$

であり、条件 6 の意味は条件 7 の意味と同じである。

【0051】

DVD 系光記録媒体に集光させるためには、「使用波長： $660 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$ 、 $NA 0.65 \pm 0.05$  で光照射側基板厚： $0.6 \text{ mm}$  の光記録媒体に集光可能な光ピックアップ用対物レンズ」である必要がある。

【0052】

10

20

30

40

50

同様にCD系光記録媒体に集光させるためには、「使用波長：780nm±10nm、NA0.50±0.05で光照射側基板厚：1.2mmの光記録媒体に集光可能な光ピックアップ用対物レンズ」である必要がある。

【0053】

本発明の対物レンズを、無限系対物レンズとして、前記DVD系、CD系の使用波長、基板厚条件で使用した場合、基板厚の違い(0.1mm, 0.6mm, 1.2mm)、波長の違い(407nm, 660nm, 780nm)に伴う球面収差が発生する。この球面収差を抑制するためには、DVD系、あるいはCD系への記録、再生、消去を行うときには、対物レンズへの入射光束を発散光とすることにより補正可能である。すなわち、DVD系、あるいはCD系への記録、再生、消去を行うときは有限系対物レンズとして使用する。また、入射光を発散状態で入射させても、球面収差が僅かに残留するが、これは対物レンズ側に曲率の強い面を有するカップリングレンズを光源と対物レンズの間に配置することにより抑制できる。また、NAの違い(0.85, 0.65, 0.50)については、使用波長に応じて開口を制限できる素子を用いることで解消される。

10

【0054】

前記の条件1～5を満足する「使用波長：407nm±10nm、NA：0.85±0.05で光照射側基板厚：0.1mmの光記録媒体光ピックアップ用対物レンズ」を、「使用波長：660nm±10nm、NA：0.65±0.05で光照射側基板厚：0.6mmの光記録媒体に集光可能な光ピックアップ用対物レンズ」(DVD系)として、基板厚および使用波長の違いにより発生する球面収差を最小限に抑える条件のもとで、許容されるワーキングディスタンス：WDとレンズ材質の屈折率：ndとの関係を調べて見ると、焦点距離：f=1.8～1.9mmの例では、図5(a)における黒丸( )のようになる。同様に、f=2.4～2.5mm、NA：0.85を例として求めて見ると、図5(a)における三角( )のようになる。即ち、直線5a-1と直線5a-2上の範囲に収まる。材質の屈折率は、d線の屈折率：nd以外にアッペ数：dにも依存するため、WDとndの関係は一位には決まらないが、直線5a-1と直線5a-2の範囲で定まるWDとndの条件6を満足し、かつ条件1で定められたdを満足することにより、基板厚および使用波長が違いにより発生する球面収差を最小限に抑制できる。

20

【0055】

同様に、前記条件1～5を満足する「使用波長：407nm±10nm、NA：0.85±0.05で光照射側基板厚：0.1mmの光記録媒体光ピックアップ用対物レンズ」を、「使用波長：780nm±10nm、NA0.50±0.05で光照射側基板厚：1.2mmの光記録媒体に集光可能な光ピックアップ用対物レンズ」(CD系)として、基板厚および使用波長の違いにより発生する球面収差を最小限に抑える条件のもとで、許容されるワーキングディスタンス：WDとレンズ材質の屈折率：ndとの関係を調べて見ると、焦点距離：f=1.8～1.9mmの例では、図5(b)における黒丸( )のようになる。同様に、f=2.4～2.5mm、NA：0.85を例として見ると、図5(b)における三角( )のようになる。

30

【0056】

すなわち、直線5b-1と直線5b-2上の範囲に収まる。材質の屈折率は、d線の屈折率：nd以外にアッペ数：dにも依存するため、WDとndの関係は一位には決まらないが、直線5b-1と直線5b-2上の範囲で定まるWDとndの前記条件7を満足し、かつ前記条件1で定められたdを満足することにより、基板厚および使用波長が違いにより発生する球面収差を最小限に抑制できる。

40

【0057】

このようにして、前記の条件6あるいは条件7を満足することにより、「使用波長：407nm±10nm、NA：0.85±0.05で光照射側基板厚：0.1mmの光記録媒体に対して情報の記録、再生、消去の少なくともいずれか1以上を行う無限系の光ピックアップ」において、DVD系あるいはCD系といった従来の光記録媒体の記録、再生、消去の少なくともいずれか1以上を実現可能な光ピックアップを実現することができる。

50

【 0 0 5 8 】

そして、本実施の形態 2 として、使用波長：407nm、NA：0.85 の大容量光記録媒体と、DVD系やCD系といった従来の光記録媒体に記録、再生、消去を行うことができる、いわゆる互換型光ピックアップ用の対物レンズの具体的な実施例を2つ挙げる。また、図6(a)、図7(a)においても、前記実施の形態1の図3(a)、図4(a)と同様に、各構成部材に対応し同等機能のものには同一符号を付し、1は波長選択アパーチャ、2は対物レンズ、3は光照射側基板(厚さは、DVD系は0.6mm、CD系は1.2mm)、4は光源、5は凹面形状を有するカップリングレンズである。

【 0 0 5 9 】

光源4から出射された光はカップリングレンズ5を介して、「発散光束」として波長選択アパーチャ1の開口(開口径： $\phi = 3.24570\text{mm}$ )を通過し、対物レンズ2に入射し、この対物レンズ2により集光光束とされ、光記録媒体の光照射側基板3を透過して記録面(光照射側基板3の右側面に合致)に光スポットを形成する。

【 0 0 6 0 】

また、レンズ面の非球面形状は、光軸方向の座標：X、光軸直交方向の座標：Y、近軸曲率半径：R、円錐定数：K、高次の係数：A、B、C、D、E、F、...を用いて、周知の非球面式を(数2)で表し、

【 0 0 6 1 】

【 数 2 】

$$X = (Y^2 / R) / [ 1 + \{ 1 - (1 + K) Y / R^2 \} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + EY^{12} + FY^{14} + GY^{16} + HY^{18} + JY^{20} + \dots ]$$

R、K、A、B、C、D、E、F、...を与えて形状を特定する。

【 0 0 6 2 】

実施例3として、前記実施の形態1の実施例1における対物レンズ2をDVD系で使用する場合について説明する。この光ピックアップ用の対物レンズは、使用波長：660nm、NA：0.65、f：2.4230mm、nd：1.51680、 $d : 64.2$ であり、(表3)に、具体的データを示す。

【 0 0 6 3 】

【 表 3 】

面	RDY(曲率半径)	THI(厚さ)	GLA(nd, $\nu d$ )
OBJ	INFINITY	0	
S1	INFINITY	15.000000	
S2	-12.62829	2.000000	1.51680, 64.2
	-22.59482	20.000000	
S3	K :-6059.176536 A :0.111133E-01 B :-307146E-01 C :-1.60011E+00 D :0.234471E+00 E :0.000000E+00 F :0.000000E+00 G :0.000000E+00 H :0.000000E+00 J :0.000000E+00		
STO	INFINITY	0.0	
	1.8331	3.174078	1.69350, 53.2
S5	K : -0.673151 A :0.452775E-02 B :0.221894E-03 C :0.744749E-04 D :0.214785E-04 E :-9.86149E-05 F :0.310811E-06 G :0.553785E-06 H :0.438509E-07 J :-4.00716E-07		
	-5.70133	0.501457	
S6	K : 16.284518 A :0.111552E+00 B :-4.02812E-01 C :-1.06329E-01 D :0.933402E-02 E :0.432555E-03 F :-3.46960E-04 G :-7.05877E-04 H :-2.25917E-04 J :0.123545E-04		
S7	INFINITY	0.6	1.516330, 64.1
S8	INFINITY	0.0	
IMG	INFINITY	0.0	
EPD:入射口径(mm)		3.24570	
WL:波長(nm)		660	

また、表中の記号は、以下の通りである。

「OBJ」は物点(光源としての半導体レーザー)を意味し、対物レンズ2をDVD系で

は「有限系」として使用するものであり、R D Yは曲率半径、T H Iは厚さを意味する。また、「S T O」は波長選択アパーチャ1の面であり、その曲率半径は「I N F I N I T Y」で、厚さは設計上「0」としている。また、特に断らない限り、長さの次元を持つ量の単位は「mm」である。

【0064】

「S 2」はカップリングレンズ5の光源側面、「S 3」は光記録媒体側面を意味する。また、「S 5」は対物レンズ2の光源側面、「S 7」は光記録媒体側面を意味する。

【0065】

本実施例3における対物レンズ2の肉厚は3.174078mmであり、「S 6」の欄の曲率半径の右側に記載された厚さ0.501457mmは「ワーキングディスタンス：W D」を示す。 10

【0066】

「S 7」は光記録媒体の光照射側基板3の光源側面、「S 8」は同記録面に合致した面であり、これらの面S 7, S 8の間隔、即ち、光照射側基板厚は0.6mm、 $n_d : 1.516330$ 、 $d : 64.1$ である。「E P D：入射瞳径」は波長選択アパーチャ1の開口径(3.24570mm)を表し、「W L：波長」は使用波長(660nm)を表す。

【0067】

図6(a)に、実施例3に関する波長選択アパーチャ1、光ピックアップ用対物レンズ2、光照射側基板3、カップリングレンズ5、光源4の配置状態を示す。また、図6(b)には、実施例1で説明した対物レンズ2を、使用波長：660nm、基板厚：0.6mm、NA：0.65として集光させたときの光学系構成と波面収差の関係として、1は無有限系状態で入射させた場合、2は有限系状態で入射させた場合、3はカップリングレンズを介して有限系状態で入射させた場合における波面収差性能を示す。図6(a)に示す実施例3の形態で、収差は極めて良好に補正されている。 20

【0068】

前記のように、実施例3の対物レンズ2は、 $n_d : 1.69350$ 、 $d : 53.2$ 、 $f : 2.4299$ mm、WD：0.501457mmであるので、前記WD, f,  $n_d$ , dは、前記した条件1, 条件2、および条件6を満足する範囲内にある。

【0069】

本実施の形態2における実施例4として光ピックアップ用の対物レンズは、C D系の使用波長：780nmであり、(表4)に、具体的データを(表3)に倣って示す。 30

【0070】

【表4】

面	RDY(曲率半径)	THI(厚さ)	GLA(nd, $\nu$ d)
OBJ	INFINITY	0	
S1	INFINITY	15.000000	
S2	880.81257	2.000000	1.51680, 64.2
	-6067.79809	5.000000	
S3	K :-0.107791e13 A :0.344822E-02 B :-1.58024E-02 C :-1.81558E-02 D :0.727909E-03 E :0.332598E-03 F :-2.47155E-03 G :0.160591E-08 H :0.374895E-09 J :0.135988E-09		
STO	INFINITY	0.0	
	1.8331	3.174078	1.69350, 53.2
S5	K : -0.673151 A :0.452775E-02 B :0.221894E-03 C :0.744749E-04 D :0.214785E-04 E :-9.86149E-05 F :0.310811E-06 G :0.553785E-06 H :0.438509E-07 J :-4.00716E-07		
	-5.70133	0.236004	
S6	K : 16.284518 A :0.111552E+00 B :-4.02812E-01 C :-1.06329E-01 D :0.933402E-02 E :0.432555E-03 F :-3.46960E-04 G :-7.05877E-04 H :-2.25917E-04 J :0.123545E-04		
S7	INFINITY	1.2	1.516330, 64.1
S8	INFINITY	0.0	
IMG	INFINITY	0.0	
EPD:入射瞳径(mm)		2.56870	
WL:波長(nm)		780	

10

図7(a)に、実施例4に関する波長選択アパーチャ1、光ピックアップ用対物レンズ2、光照射側基板3、カップリングレンズ5、光源4の配置状態を示す。また、図7(b)には、実施例1で説明した対物レンズ2を、使用波長：780nm、基板厚：1.2mm、NA：0.50として集光させたときの光学系構成と波面収差の関係として、1は無関係状態で入射させた場合、2は有限系状態で入射させた場合、3はカップリングレンズを介して有限系状態で入射させた場合における波面収差性能を示す。図7(a)に示す実施例4の形態で、収差は極めて良好に補正されている。

20

#### 【0071】

前記のように、実施例4の対物レンズ2は、 $nd$ ：1.69350、 $d$ ：53.2、 $f$ ：2.4445mm、 $WD$ ：0.236004mmであるので、前記 $WD$ 、 $f$ 、 $nd$ 、 $d$ は、前記した条件1、条件2、および条件7を満足する範囲内

30

#### 【0072】

さらに、実施例3と実施例4は同時に実現することが可能である。

#### 【0073】

図8は本発明の実施の形態3における光ピックアップの概略構成を示すブロック図である。本実施の形態3は、前記実施の形態1の実施例1、2により説明した対物レンズを用いている。

#### 【0074】

図8の光ピックアップの要部は、半導体レーザー101、コリメートレンズ102、偏光ビームスプリッタ103、偏向プリズム104、1/4波長板105、光ピックアップ用の対物レンズ106、検出レンズ108、受光素子109より構成されている。

40

#### 【0075】

半導体レーザー101から放射されたレーザー光束はコリメートレンズ102により実質的な平行光束に変換され、偏光ビームスプリッタ103を透過し、偏向プリズム104により光路を90度折り曲げられ、対物レンズ106を介して集光光束に変換され、光記録媒体107(光照射側基板厚：0.1mm)に照射され、光照射側基板を透過して記録面上に光スポットを形成する。

#### 【0076】

対物レンズ106の前段には1/4波長板105が配置され、光源側からの直線偏光を円偏光に変換する。光記録媒体107により反射された光束は「戻り光束」となって、照射

50

時の光路を逆進し、対物レンズ106、1/4波長板105、偏向プリズム104を通して偏光ビームスプリッタ103に入射する。

【0077】

1/4波長板105に入射する戻り光束は往路とは逆周りの円偏光であり、1/4波長板105を透過することにより、往路の偏光方向に直交する直線偏光となり、偏光ビームスプリッタ103で反射される。偏光ビームスプリッタ103で反射された戻り光束は、検出レンズ108を介して受光素子109に入射する。

【0078】

受光素子109は、サーボ信号の生成方法に従って適宜に分割された受光面を有する。各受光面からの光電出力に基づき、トラッキング信号・フォーカシング信号が生成され、情報の再生時にはこれら信号と共に再生信号が生成される。また、これら信号は図示されない制御回路に向けて出力される。

10

【0079】

図9(a)は本発明の実施の形態4における光ピックアップの概略構成を示すブロック図である。ここで、前記実施の形態3を示す図8において説明した構成部材に対応して同等機能のものには同一符号を付してこれを示し、以下の各図においても同様とする。

【0080】

本実施の形態4は、前記実施の形態2の実施例3,4により説明した対物レンズを用いている。図9(a)に示す光ピックアップは、使用波長:407nm、NA:0.85の大容量の光記録媒体と、使用波長:660nm、NA:0.65のDVD系の光記録媒体を

20

【0081】

まず、使用波長:407nm、NA:0.85の大容量光記録媒体に記録、再生、または消去する場合について説明する。図9(a)において、101は光源である波長407nmの半導体レーザーを示し、この半導体レーザー(光源)101から出射した直線偏光の発散光は、コリメートレンズ102で略平行光とされ、偏光ビームスプリッタ103、ダイクロイックプリズム203を透過し、偏向プリズム104で光路を90度偏向され、1/4波長板105を通過し円偏光とされ、波長選択アパーチャ204を透過し、対物レンズ106に入射し、光記録媒体107上に微小スポットとして集光される。このスポットにより、情報の記録、再生、あるいは消去が行われる。

30

【0082】

光記録媒体107から反射した光は、対物レンズ106、1/4波長板105を通過して往路とは反対回りの円偏光となり、再び略平行光とされ往路と直交した直線偏光になり、偏光ビームスプリッタ103で反射されて、検出レンズ108で収束光とされ、受光素子109に至る。受光素子109からは、情報信号、サーボ信号が検出される。

【0083】

次に、使用波長:660nm、NA:0.65のDVD系の光記録媒体に記録、再生、または消去する場合について説明する。近年、DVD系の光ピックアップには受発光素子を1つのキャン(容器)の中に設置し、ホログラムを用いて光束の分離を行うホログラムユニットが一般的に用いられるようになってきた。

40

【0084】

図9(c)において、201は、半導体レーザー201aのチップ、ホログラム201b、および受光素子201cを一体化して構成されたホログラムユニットを示す。このホログラムユニット201の半導体レーザー201aから出射された波長:660nmの発散光はホログラム201bを透過し、図9(a)に示すようにカップリングレンズ202でカップリングされ、ダイクロイックプリズム203によって偏向プリズム104の方向に反射され、偏向プリズム104によって光路が90度偏向され、1/4波長板105を通過して円偏光とされ、波長選択アパーチャ204を透過し、対物レンズ106に入射し、光記録媒体107上に微小スポットとして集光される。このスポットにより、情報の再生、記録または消去が行われる。

50

## 【0085】

特に、波長選択アパーチャ204は、使用波長：660の光に対してはNA：0.65となるように通過光束を制限している。すなわち、図9(b)に示すように波長選択アパーチャ204は同心円状の開口制限手段であって、波長：407nmの光については作用せず、波長：660nmの光はNA：0.65を満足するための中央部のみ透過する。

## 【0086】

光記録媒体107から反射した光は、偏向プリズム104で偏向されて、ダイクロイックプリズム203で反射され、カップリングレンズ202で収束光とされ、図9(c)に示すホログラム201bにより半導体レーザー201aと同一キャン内にある受光素子201c方向に回折されて受光される。受光素子201cからは、情報信号、サーボ信号が検出される。

10

## 【0087】

図10(a)は本発明の実施の形態5における光ピックアップの概略構成を示すブロック図である。本実施の形態5は、使用波長：407nm、NA：0.85の大容量光記録媒体と、使用波長：660nm、NA：0.65のDVD系の光記録媒体と、使用波長：780nm、NA：0.50のCD系の光記録媒体をともに記録、再生、または消去できる光ピックアップである。

## 【0088】

前記実施の形態3と異なる点は、DVD系とCD系の波長の異なる2つの半導体レーザー201a、301aのチップと、DVD系とCD系の各光記録媒体からの反射光を受光するための受光素子201c、301cの2つの受光素子と、DVD系とCD系の各光記録媒体からの反射光を各受光素子201c、301cのそれぞれに集光するためのホログラム301bからなるホログラムユニット301、および図10(b)に示すようなDVD系、CD系ではそれぞれがNA：0.65、0.50となるように、波長：660nm、波長：780nmの光を制限する波長選択アパーチャ304を用いた点であり、通過光路などは実施の形態4と同等である。

20

## 【0089】

また、図11は本発明の実施の形態6における光ピックアップの概略構成を示すブロック図である。本実施の形態6と前記実施の形態3～5と異なる点は、対物レンズの製造公差に起因して発生する偶数次の収差成分を補正する補正手段401を備えた点である。

30

## 【0090】

両面非球面のガラスモールドレンズの製造誤差としては、各面の近軸曲率半径ずれ、各面の非球面形状ずれ、厚みずれ、材質のばらつき、各面間のシフト、各面間のチルトが挙げられる。このうち、各面の近軸曲率半径ずれ、厚みずれ、材質のばらつきは、偶数次の収差の発生要因である。偶数次の収差があると記録面上に形成される光スポットの形状が劣化する。

## 【0091】

本実施の形態6の偶数次の収差検出手段と偶数次の収差補正手段を持つ光ピックアップは、図11に示すように、半導体レーザー101としては、発光波長：407nm±10nmのものが用いられ、対物レンズ106としては、前記実施の形態1の実施例1、2で説明した何れかの対物レンズが用いられる。

40

## 【0092】

図11において、401は偶数次の収差補正手段、402はレンズ製造誤差を検出する偶数次の収差検出手段であり、収差検出手段402は実際の構成を簡略化して描いたものである。

## 【0093】

いま、レンズ製造誤差が存在すると偶数次の収差が発生し、記録面上に形成される光スポットの形状が劣化する。このように発生した収差は戻り光束の波面を歪ませることになり、検出レンズ108を介して受光素子109に向う光束にも収差が発生する。

## 【0094】

50

図12(a)はこの状態を示し、検出レンズ108に左側から入射する戻り光束に偶数次の収差が発生しているときには、戻り光束の基準波面に対して、光軸対称に「波面の遅れ」があり、基準波面を集光したときの集光点に対し遅れた波面が集光する位置はデフォーカスとなる。そこで、遅れた波面と進んだ波面の差を取り出してフォーカス状態を検出することで「波面収差の発生状況」を知ることができる。

【0095】

例えば、図11に示す収差検出手段402として、ホログラム、ビームスプリッタなどの光路分離手段、あるいは液晶シャッタなどによりタイミングをずらす素子と、図12(b)に示す如く、領域Aと領域Bのように受光領域を分割された受光素子109を用い、各領域A、Bの受光出力を調べることにより、戻り光束における偶数次の収差を検出することができる。

10

【0096】

収差検出手段402により検出される偶数次の収差は、元をただせばレンズの製造誤差に起因するものであるから、検出される収差とレンズ製造誤差とは互いに対応関係があり、従って戻り光束の収差を前記の如く検出することによりレンズ製造誤差を知ることができる。このレンズ製造誤差に基づく偶数次の収差を補正して、記録面上に適正な光スポットを形成することが可能になる。本実施の形態6では、検出される収差は、受光素子109の各領域A、Bからの光電出力信号を適宜に組み合わせ得られる「収差信号」として与えられる。

【0097】

また、本実施の形態6における収差補正手段401は、2枚のレンズと、これらレンズの間隔を調整する間隔調整手段(図示せず)とにより構成されている。2枚のレンズは一方が正レンズ、他方が負レンズで、図11に示す例では負レンズが光源側に配置されているが、正レンズを光源側に配置しても良い。

20

【0098】

収差補正手段401を構成する正・負レンズの間隔を変化させると、収差補正手段401を対物レンズ106側へ透過する光束に偶数次の収差が発生するので、この偶数次の収差により対物レンズ106の製造誤差に伴い発生する偶数次の収差を相殺するようにすれば良い。

【0099】

収差検出手段402により検出される対物レンズ106の製造誤差に起因して発生する偶数次の収差を与える波面収差が、例えば、図12(c)の如きものであったとする。この波面収差を2次元曲線として示したのが図12(d)である。このような波面収差に対し、対物レンズ106に光源側から入射する光束中で正・負レンズの間隔を変化させて、対物レンズへの入射光の発散状態を変化させると、図12(e)のような波面収差が補正後の波面収差として得られ、もとの波面収差よりも格段に小さくなる。

30

【0100】

また、具体的な補正基準としては、収差補正手段401における2枚のレンズの間隔を基準値にして対物レンズ106が略設計中央値で収差が発生しない場合の前記「収差信号」が0となるように設定しておき、実際に使用する対物レンズ106を組付けて収差が発生したときには、収差信号を0とするようにレンズの間隔を調整すればよい。

40

【0101】

なお、収差補正手段401を構成する正レンズ・負レンズは、その一方もしくは双方を複数枚のレンズで構成しても良い。

【0102】

図13(a)は本発明の実施の形態7における光ピックアップの概略構成を示すブロック図である。本実施の形態7が前記実施の形態6と異なる点は、偶数次の収差補正手段401を、液晶素子と、これを駆動する電圧制御手段(図示せず)から構成される偶数次の収差補正手段501とした点である。

【0103】

50

液晶素子は、図13(b)に示すように、少なくとも一方の透明電極が同心円状に分割され、各同心円帯の電極部分と共通電極との間に独立して電圧を印加できるように構成され、この電圧を制御することにより、各電極部分の液晶の屈折率： $n$ を $n_1$ から $n_2$ まで自在に変えることができる。

【0104】

屈折率： $n$ を変化させると、各領域を通過する光線に光路差： $n \cdot d$  ( $n$ は屈折率変化分、 $d$ は液晶のセル厚)、すなわち、波長を  $\lambda$  として、位相差： $2\pi \cdot n \cdot d / \lambda$  を与えることができる。

【0105】

収差検出手段502により検出される対物レンズ106の製造誤差に起因して発生する偶数次の収差を与える波面収差が、例えば、図12(c)の如きものであったとする。この波面収差を2次元曲線として示したのが図14(a)の上側部分の実線である。

10

【0106】

このような波面収差に対し、対物レンズ106に光源側から入射する光束に、図14(a)の下側部分の破線に示す位相差が与えられるように、液晶素子の各同心円帯電極に印加する電圧を調整すると、液晶素子を透過する光束の各部での波面の遅れにより前記「波面収差」を打ち消すことができる。図14(b)は、図14(a)における実線(波面収差)と破線(液晶素子による波面の遅れ)の和、すなわち補正後の波面収差を示す。もとの波面収差(図14(a)の上側部分)よりも格段に小さくなる。

【0107】

なお、使用波長： $407\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 、 $NA:0.85$ の光記録媒体に記録、再生、または消去をする光ピックアップの課題として、光記録媒体の基板厚みのずれに伴う球面収差の発生がある。すなわち、基板厚みのずれに伴う球面収差は $NA$ の4乗、波長の1乗に比例して大きくなるが、基板厚みの製造誤差 $\pm 10\mu\text{m}$ は光ピックアップとしては許容できないため、光記録媒体の厚みずれに伴う収差を補正する必要がある。このような基板厚みずれを補正する手段としては、特許第2502884号公報、特開2000-131603号公報、特許第3067665号公報、特開平9-128785号公報などに記載されたものが知られており、従来から知られた基板厚誤差補正用の球面収差補正手段と共用することにより、前記レンズ製造誤差に起因する偶数次の収差を補正することも可能である。

20

30

【0108】

また、前記実施の形態6,7における収差補正手段401,501として、受光素子上で、収差検出信号を生成してフィードバックする構成を例に説明したが、これに限られるものでなく、予め対物レンズの透過光を組付時に観測しながら、収差補正手段の基準位置を合わせこむ構成も可能である。

【0109】

また、レンズ製造誤差に起因する収差の補正のタイミングは、電源投入時に行っても良く、光記録媒体の取り付け時に、光記録媒体の厚みずれに伴う球面収差と合わせて補正しても良く、あるいは、光記録媒体が記録、再生、消去の動作中に随時行っても良い。

【0110】

また、収差補正手段は、使用波長： $407\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 、 $NA:0.85$ の光記録媒体を記録、再生、または消去をする光ピックアップに限られるものでなく、図9(a)、図10(a)に示したDVD系やCD系との互換を行う光ピックアップの途中光路中に配置しても良い。

40

【0111】

また、図15は本発明の実施の形態8における光ピックアップの概略構成を示すブロック図である。本実施の形態8と実施の形態3~5と異なる点は、対物レンズの製造公差に起因して発生する奇数次の収差成分を補正する補正手段601を備えた点である。

【0112】

両面非球面のガラスモールドレンズの製造誤差としては、各面の近軸曲率半径ずれ、各面

50

の非球面形状ずれ、厚みずれ、材質のばらつき、各面間のシフト、各面間のチルトが挙げられる。このうち、各面間のシフト、チルトは、奇数次の収差の発生要因である。奇数次の収差があると記録面上に形成される光スポットの形状が劣化する。

【0113】

本実施の形態8の奇数次の収差検出手段と奇数次の収差補正手段を持つ光ピックアップは、図15に示すように、半導体レーザー101としては、発光波長： $407\text{nm} \pm 10\text{nm}$ のものが用いられ、対物レンズ106としては、前記実施の形態1の実施例1, 2で説明した何れかの対物レンズが用いられる。

【0114】

図15において、601は奇数次の収差補正手段、602はレンズ製造誤差を検出する奇数次の収差検出手段であり、収差検出手段602は実際の構成を簡略化して描いたものである。

10

【0115】

いま、レンズ製造誤差が存在すると奇数次の収差が発生し、記録面上に形成される光スポットの形状が劣化する。このように発生した収差は戻り光束の波面を歪ませることになり、検出レンズ108を介して受光素子109に向う光束にも収差が発生する。

【0116】

図16(a)はこの状態を示し、検出レンズ108に左側から入射する戻り光束に奇数次の収差が発生しているときには、戻り光束の基準波面に対して、光軸に反対称に「波面の遅れ」があり、基準波面を集光したときの集光点に対し遅れた波面が集光する位置はアンバランスなサイドローブを形成する。そこで、遅れた波面と進んだ波面の差を取り出してフォーカス状態を検出することで「波面収差の発生状況」を知ることができる。

20

【0117】

例えば、図15に示す収差検出手段602として、ホログラム、ビームスプリッタなどの光路分離手段、あるいは液晶シャッタなどによるタイミングをずらす素子と、図16(b)に示す如く、領域Aと領域Bのように受光領域を分割された受光素子109を用い、各領域A, Bの受光出力を調べることにより、戻り光束における収差を検出することができる。

【0118】

収差検出手段502により検出される奇数次の収差は、元をただせばレンズの製造誤差に起因するものであるから、検出される収差とレンズ製造誤差とは互いに対応関係があり、従って戻り光束の収差を前記の如く検出することによりレンズ製造誤差を知ることができる。このレンズ製造誤差に基づく奇数次の収差を補正して、記録面上に適正な光スポットを形成することが可能になる。本実施の形態8では、検出される収差は、受光素子109の各領域A, Bからの光電出力信号を適宜に組合せて得られる「収差信号」として与えられる。

30

【0119】

図15の実施の形態8における収差補正手段601は、対物レンズをフォーカス・トラッキングの2方向制御に加えて、2軸周りのチルト制御可能な4軸アクチュエータを用いて対物レンズの光軸を、光学系の光軸から傾き調整する対物レンズ傾き調整手段により構成されている。

40

【0120】

収差補正手段601を構成する4軸アクチュエータで対物レンズの傾きを変化させると、収差補正手段601を対物レンズ106側へ透過する光束に奇数次の収差が発生するので、この奇数次の収差によって対物レンズの製造誤差に伴い発生する奇数次の収差を相殺するようにすればよい。

【0121】

収差検出手段602により検出される対物レンズ106の製造誤差に起因して発生する奇数次の収差を与える波面収差が、例えば、図16(c)の如きものであったとする。この波面収差を2次元曲線として示したのが図16(d)である。

50

## 【 0 1 2 2 】

このような波面収差に対し、対物レンズ 1 0 6 に光源側から入射する光束に対して、対物レンズの傾きを変化させると、図 1 6 ( e ) のような波面収差が補正後の波面収差として得られる。もとの波面収差よりも格段に小さくなる。

## 【 0 1 2 3 】

また、具体的な補正基準としては、収差補正手段 6 0 1 における対物レンズの傾きを基準値にして、対物レンズが略設計中央値で収差が発生しない場合に前記「収差信号」が 0 となるように設定しておき、実際に使用する対物レンズを組付けて収差が発生したときには、前記収差信号を 0 とするように、対物レンズの傾きを調整すればよい。

## 【 0 1 2 4 】

なお、収差補正手段は、その 4 軸に限られずフォーカス・トラック・1 軸方向のチルトのみ制御する 3 軸アクチュエータであっても良く、この場合は 4 軸に比べ、補正能力が落ちることは言うまでもない。

## 【 0 1 2 5 】

図 1 7 ( a ) は本発明の実施の形態 9 における光ピックアップの概略構成を示すブロック図である。本実施の形態 9 は前記実施の形態 8 と異なる点は、奇数次の収差補正手段 6 0 1 を、液晶素子と、これを駆動する電圧制御手段 ( 図示せず ) から構成される奇数次の収差補正手段 7 0 1 とした点である。

## 【 0 1 2 6 】

液晶素子は、図 1 7 ( b ) に示すように、少なくとも一方の透明電極 3 1 ~ 3 8 が左右上下対称に分割され、各電極部分と共通電極との間に独立して電圧を印加できるようになっており、この電圧を制御することにより、各電極部分の液晶の屈折率：  $n$  を  $n 1$  から  $n 2$  まで自在に変えることができる。

## 【 0 1 2 7 】

屈折率：  $n$  を変化させると、各領域を通過する光線に光路差：  $n \cdot d$  (  $n$  は屈折率変化分、  $d$  は液晶のセル厚 )、すなわち、波長を  $\lambda$  として、位相差：  $2\pi \cdot n \cdot d / \lambda$  を与えることができる。

## 【 0 1 2 8 】

収差検出手段 7 0 2 により検出される対物レンズ 1 0 6 の製造誤差に起因して発生する奇数次の収差を与える波面収差が、例えば、図 1 6 ( c ) の如きものであったとする。この波面収差を 2 次元曲線として示したのが図 1 8 ( a ) の実線である。

## 【 0 1 2 9 】

このような波面収差に対し、対物レンズ 1 0 6 に光源側から入射する光束に、図 1 8 ( a ) の波線に示す位相差が与えられるように、液晶素子の各電極に印加する電圧を調整すると、液晶素子を透過する光束の各部での波面の遅れにより前記「波面収差」を打ち消すことができる。図 1 8 ( b ) は、図 1 8 ( a ) における実線 ( 波面収差 ) と破線 ( 液晶素子による波面の遅れ ) の和、すなわち補正後の波面収差を示す。もとの波面収差 ( 図 1 8 ( a ) の実線の部分 ) よりも格段に小さくなる。

## 【 0 1 3 0 】

なお、光ピックアップの課題として、光記録媒体のチルトのずれに伴うコマ収差の発生がある。すなわち、基板の動作時チルトとして  $\pm 1$  度程度を見込む必要があるが光ピックアップとしては許容できないため、光記録媒体のチルトに伴うコマ収差を補正する必要がある。このようなチルトに伴うコマ収差を補正する手段としては特開平 1 0 - 9 1 9 9 0 号公報、特開 2 0 0 1 - 1 1 0 0 7 5 号公報、特許第 3 1 4 2 2 5 1 号公報、特開平 9 - 1 2 8 7 8 5 号公報などによるものが知られている。したがって、従来から知られた記録媒体チルトのコマ収差補正手段と共用することにより、前記レンズ製造誤差に起因する奇数次の収差を補正することも可能である。

## 【 0 1 3 1 】

また、前記実施の形態 8 , 9 における収差補正手段 6 0 1 , 7 0 1 として、受光素子上で、収差検出信号を生成してフィードバックする構成を説明したが、これに限られるもので

10

20

30

40

50

なく、予め対物レンズの透過光を組付時に観測しながら、収差補正手段の基準位置を合わせこむ構成もある。

【0132】

また、レンズ製造誤差に起因する収差の補正のタイミングは、電源投入時に行っても良く、光記録媒体を取り付け時に、光記録媒体のチルトに伴うコマ収差と合わせて補正しても良く、あるいは、光記録媒体が記録、再生、消去の動作中に随時行ってもよい。

【0133】

また、収差補正手段は、使用波長： $407\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 、 $NA:0.85$ の光記録媒体を記録、再生、または消去をする光ピックアップに限られるものでなく、図9(a)、図10(a)に示したDVD系やCD系との互換を行う光ピックアップの途中光路中に配置

10

【0134】

特に、基板のチルトに伴うコマ収差は、 $NA$ の3乗、基板厚みの1乗、波長の-1乗に比例して大きくなるが、CD系の世代では不要、DVD系の世代では必要、「使用波長： $407\text{nm}$ 、基板厚： $0.1\text{mm}$ 、 $NA:0.85$ 」の世代ではDVD系の世代よりもコマ収差の影響が小さいため、不要になる可能性も高い。

【0135】

よって、図9(a)に示したようにDVD系の世代と、「使用波長： $407\text{nm}$ 、基板厚： $0.1\text{mm}$ 、 $NA:0.85$ 」の世代をともに記録、再生、消去する光ピックアップ装置においては、DVD系の世代において記録、再生、消去時には基板のチルトに伴うコマ収

20

【0136】

図19は本発明の実施の形態10における光情報処理装置の概略構成を示す透過斜視図である。光情報処理装置10は光記録媒体20に対して、光ピックアップ11を用いて情報の記録、再生、消去の少なくともいずれか1以上を行う装置である。本実施の形態10において、光記録媒体20はディスク状であって、保護ケースのカートリッジ21内に格納されている。光記録媒体20はカートリッジ21ごと、挿入口12から光情報処理装置10に矢印「ディスク挿入」方向へ挿入セットされ、スピンドルモータ13により回転さ

30

【0137】

光ピックアップ11として、前述の光ピックアップを適宜用いることができ、光情報処理装置は前記使用波長の光記録媒体に対して良好に情報の記録、再生、および消去を行うことができる。

【0138】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、単レンズ構成であり、部品点数の増加、重量の増加、組付精度の高精度化という問題が無く、従来の1枚構成の $NA:0.85$ 対物レンズでは達成できなかった数 $\mu\text{m}$ 以上の厚みずれを、ガラスモールド材料により製造が容易

40

【図面の簡単な説明】

50

【図 1】レンズ材料を、屈折率： $n_d$ とアッペ数： $d$ との関係で表して見た図

【図 2】(a)は近軸曲率半径と屈折率、(b)はレンズの中心肉厚と屈折率、(c)はワーキングディスタンスと屈折率の波面収差： $0.04$ 以下を達成の条件における関係を示す図

【図 3】本発明の実施の形態 1 における実施例 1 の波長選択アパーチャ、光ピックアップ用対物レンズ、光照射側基板の配置状態、(b)は非点収差、(c)は球面収差、(d)はレンズの中心肉厚ずれが発生したときの収差劣化量を示す図

【図 4】本発明の実施の形態 1 における実施例 2 の波長選択アパーチャ、光ピックアップ用対物レンズ、光照射側基板の配置状態、(b)は非点収差、(c)は球面収差、(d)はレンズの中心肉厚ずれが発生したときの収差劣化量を示す図

10

【図 5】(a)はDVD系、(b)はCD系のワーキングディスタンスとレンズ材質の屈折率との関係を示す図

【図 6】(a)は本発明の実施の形態 2 における実施例 3 の波長選択アパーチャ、光ピックアップ用対物レンズ、光照射側基板、カップリングレンズ、光源の配置状態、(b)はDVD系の光学系構成と波面収差の関係を示す図

【図 7】(a)は本発明の実施の形態 2 における実施例 4 の波長選択アパーチャ、光ピックアップ用対物レンズ、光照射側基板、カップリングレンズ、光源の配置状態、(b)はCD系の光学系構成と波面収差の関係を示す図

【図 8】本発明の実施の形態 3 における光ピックアップの概略構成を示すブロック図

【図 9】(a)は本発明の実施の形態 4 における光ピックアップの概略構成を示すブロック図、(b)は波長選択アパーチャ、(c)はホログラムユニットの拡大図

20

【図 10】(a)は本発明の実施の形態 5 における光ピックアップの概略構成を示すブロック図、(b)は波長選択アパーチャの波長開口制限を示す図

【図 11】本発明の実施の形態 6 における光ピックアップの概略構成を示すブロック図

【図 12】(a)は検出レンズに発生する偶数次の収差、(b)は受光素子の分割領域、(c)は波面収差の 3 次元曲線、(d)は波面収差の 2 次元曲線、(e)は補正後の 2 次元曲線を示す図

【図 13】(a)は本発明の実施の形態 7 における光ピックアップの概略構成を示すブロック図、(b)は収差補正手段である液晶素子の透明電極を示す図

【図 14】(a)は補正前の波面収差、(b)は補正後の波面収差を示す図

30

【図 15】本発明の実施の形態 8 における光ピックアップの概略構成を示すブロック図

【図 16】(a)は検出レンズに発生する奇数次の収差、(b)は受光素子の分割領域、(c)は波面収差の 3 次元曲線、(d)は波面収差の 2 次元曲線、(e)は補正後の 2 次元曲線を示す図

【図 17】(a)は本発明の実施の形態 9 における光ピックアップの概略構成を示すブロック図、(b)は収差補正手段である液晶素子の透明電極を示す図

【図 18】(a)は補正前の波面収差、(b)は補正後の波面収差を示す図

【図 19】本発明の実施の形態 10 における光情報処理装置の概略構成を示す透過斜視図

【図 20】従来例の対物レンズの厚み公差と波面収差の関係を示す図

40

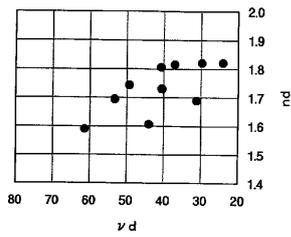
【符号の説明】

- 1, 204, 304 波長選択アパーチャ
- 2, 106 対物レンズ
- 3 基板
- 4 光源
- 5, 202, 302 カップリングレンズ
- 10 情報記録再生装置
- 11 光ピックアップ
- 12 挿入口
- 13 スピンドルモータ

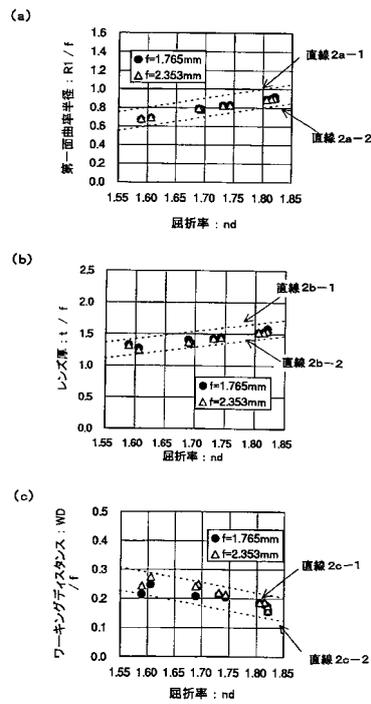
50

- 1 4 キャリッジ
- 2 0 , 1 0 7 光記録媒体
- 2 1 カートリッジ
- 2 2 シャッタ
- 3 1 ~ 3 8 透明電極
- 1 0 1 , 2 0 1 a , 3 0 1 a 半導体レーザー
- 1 0 2 コリメートレンズ
- 1 0 3 偏光ビームスプリッタ
- 1 0 4 偏向プリズム
- 1 0 5 1 / 4 波長板
- 1 0 8 検出レンズ
- 1 0 9 , 2 0 1 c , 3 0 1 c 受光素子
- 2 0 1 , 3 0 1 ホログラムユニット
- 2 0 1 b、3 0 1 b ホログラム
- 2 0 3 , 3 0 3 ダイクロイックプリズム
- 4 0 1 , 5 0 1 偶数次の収差補正手段
- 4 0 2 , 5 0 2 偶数次の収差検出手段
- 6 0 1 , 7 0 1 奇数次の収差補正手段
- 6 0 2 , 7 0 2 奇数次の収差検出手段

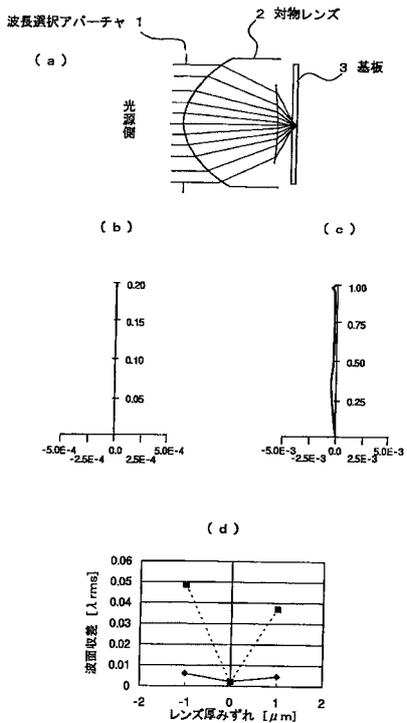
【 図 1 】



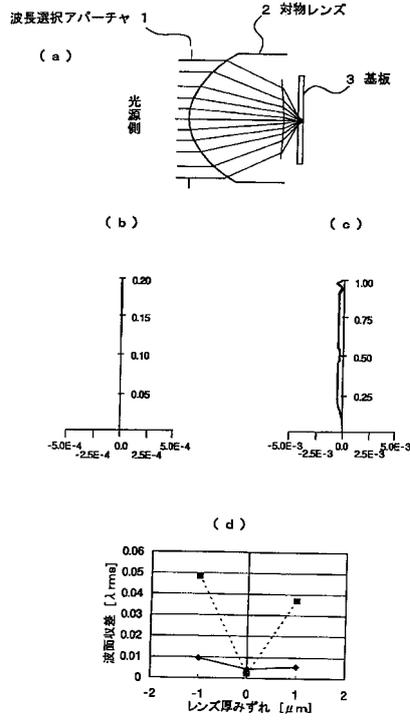
【 図 2 】



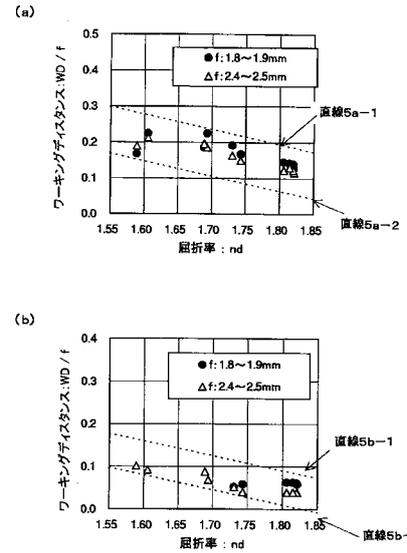
【図3】



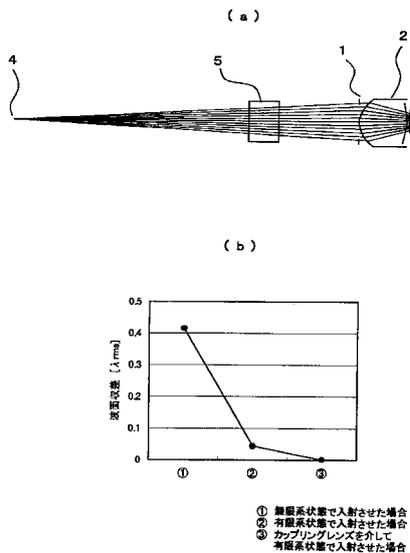
【図4】



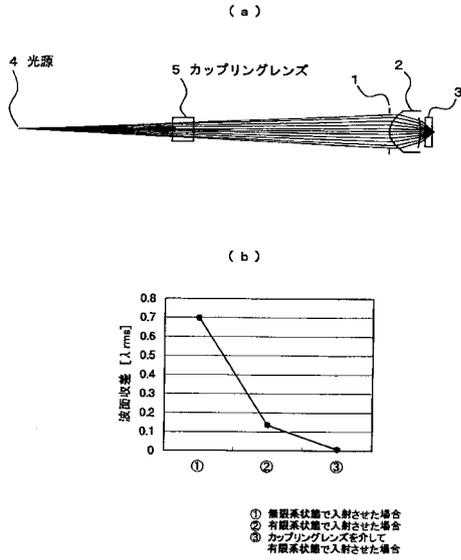
【図5】



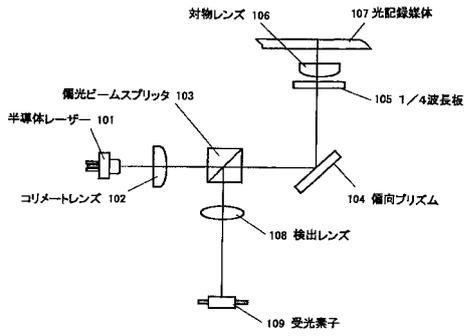
【図6】



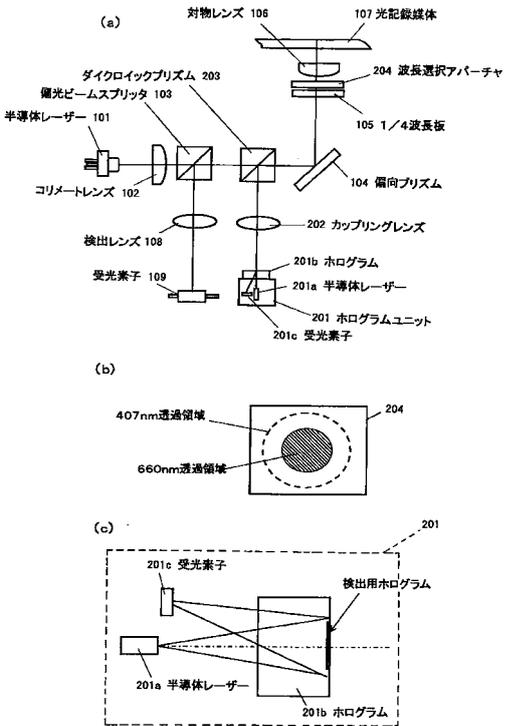
【図7】



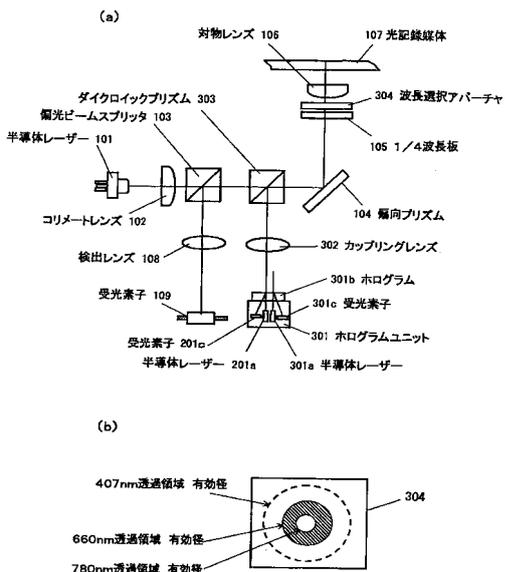
【図8】



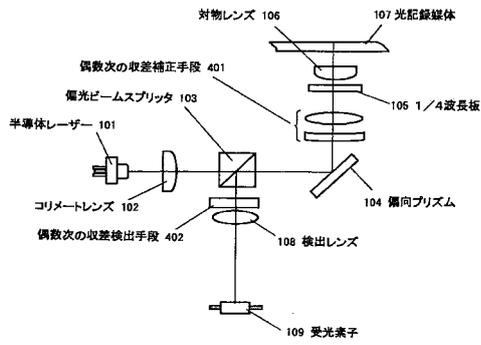
【図9】



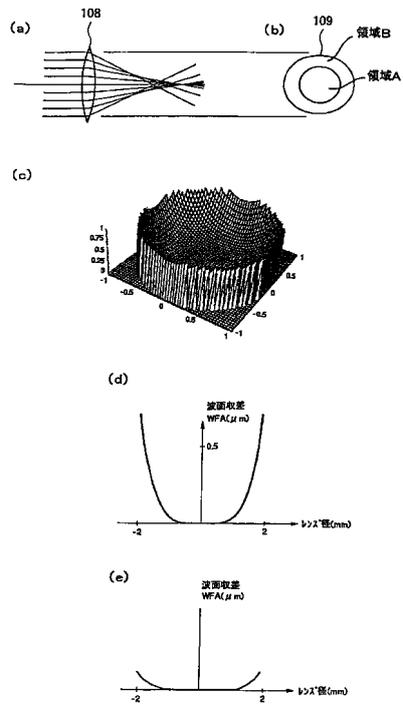
【図10】



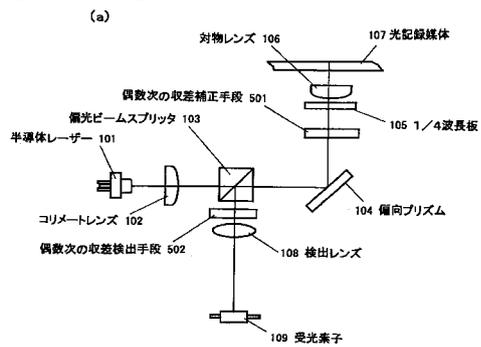
【図11】



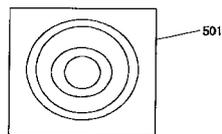
【図12】



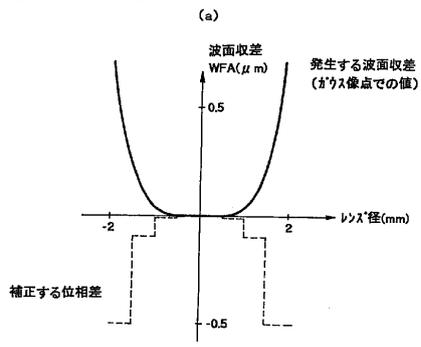
【図13】



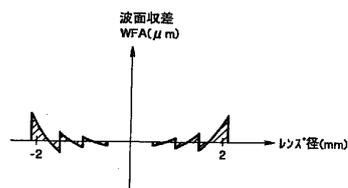
(b)



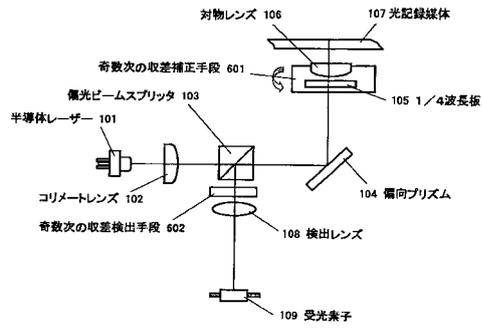
【図14】



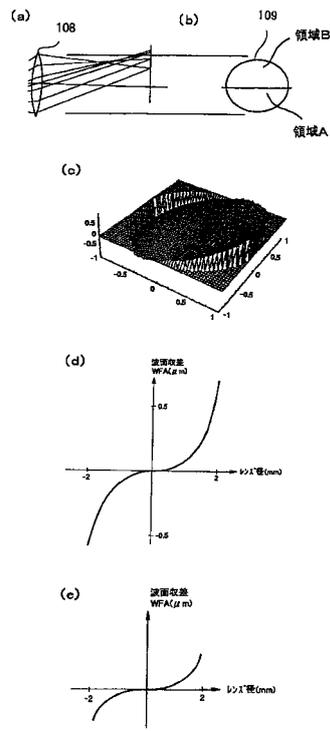
(b)



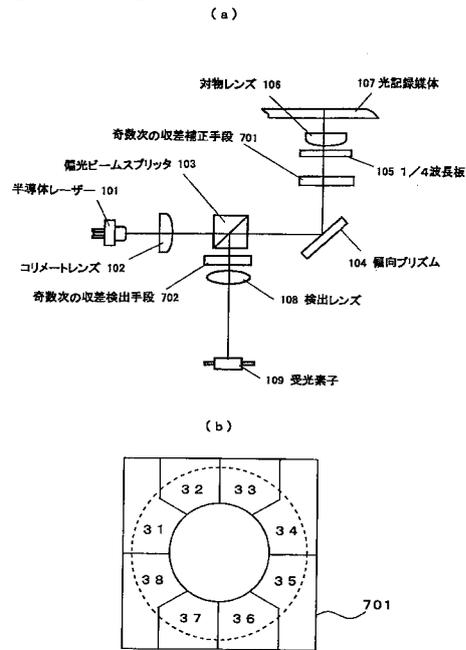
【図15】



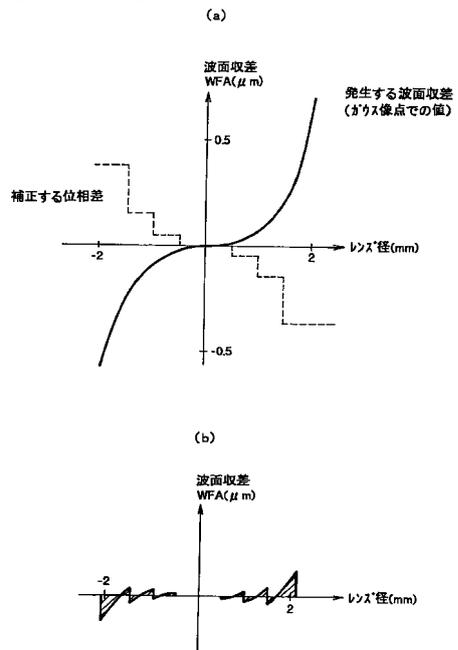
【図16】



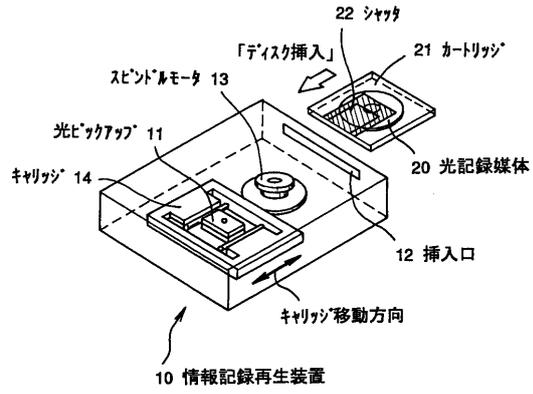
【図17】



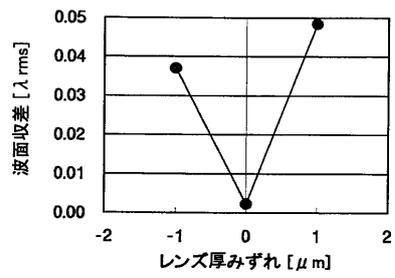
【図18】



【 図 19 】



【 図 20 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-324673(JP,A)  
特開2001-297471(JP,A)  
特開2000-155979(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04