

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4341416号
(P4341416)

(45) 発行日 平成21年10月7日 (2009. 10. 7)

(24) 登録日 平成21年7月17日 (2009. 7. 17)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 7/135 (2006. 01)

G 1 1 B 7/135 A

G O 2 B 5/18 (2006. 01)

G 1 1 B 7/135 Z

G O 2 B 13/00 (2006. 01)

G O 2 B 5/18

G O 2 B 13/00

請求項の数 36 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2004-23773 (P2004-23773)
 (22) 出願日 平成16年1月30日 (2004. 1. 30)
 (65) 公開番号 特開2005-216419 (P2005-216419A)
 (43) 公開日 平成17年8月11日 (2005. 8. 11)
 審査請求日 平成18年12月18日 (2006. 12. 18)

(73) 特許権者 303000408
 コニカミノルタオプト株式会社
 東京都八王子市石川町2970番地
 (74) 代理人 100090033
 弁理士 荒船 博司
 (72) 発明者 池中 清乃
 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

審査官 井上 信一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回折光学素子及び光ピックアップ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

波長 1 の光束を保護基板厚 t_1 の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができる光ピックアップ装置に用いられる回折光学素子において、

前記光ピックアップ装置が、更に波長 2 (600 nm 2 700 nm) の光束を保護基板厚 t_2 (0.5 mm t_2 0.7 mm) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができ、

前記回折光学素子が前記波長 1 の光束と前記波長 2 の光束の共通光路中に配置され

10

—
 750 nm 1 850 nm
 1.1 mm t_1 1.3 mm

を満たし、

前記回折光学素子の少なくとも一つの光学面であって光軸を含む領域に回折構造が形成され、

前記波長 1 の光束が前記回折構造から回折作用を受けることにより発生する複数の回折次数の回折光のうち、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の近軸集光位置と、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用されない不要回折光において最も回折効率が高い回折光の近軸集光位置との

20

距離 L [mm] が下記の式 (2) を満たすことを特徴とする回折光学素子。

$$0.\underline{0}016 \quad L/f \quad 0.\underline{0}32 \quad (2)$$

但し、 f [mm] は、当該回折光学素子における、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / または記録に利用される回折光の焦点距離を指す。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の回折光学素子において、

$$0.\underline{0}03 \quad L/f \quad 0.\underline{0}32$$

を満たすことを特徴とする回折光学素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の回折光学素子において、

前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光が光軸と交わる位置が、

前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置とは異なることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の回折光学素子において、

前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光が光軸と交わる位置が、

前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置に対して対物レンズ側であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の回折次数を m (m は正の整数) とすると、

前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光の回折次数が ($m - 1$) 次または ($m + 1$) 次であることを特徴とする回折光学素子。

但し、 $m = 1$ の場合における ($m - 1$) 次の回折光、即ち 0 次の回折光とは、前記回折構造により実質的な光路差を与えられず、回折することなくそのまま当該回折構造を透過する光束を指す。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の回折光学素子において、

前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光の回折次数が ($m - 1$) 次であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の回折光学素子において、

($m - 1$) 次の回折光の近軸集光位置が m 次の回折光の近軸集光位置より像点側であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の回折次数を m (m は正の整数) とすると、

$m = 2$ であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

$$1 \text{ mm} \quad f \quad 4 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする回折光学素子。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光により前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に形成される集光スポットにおける 1 nm 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 $f B$ が、

$$|f B| \quad 0.\underline{0}001 \text{ mm}$$

10

20

30

40

50

を満たすことを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 1】

請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

前記光ピックアップ装置が、更に波長 3 ($380\text{ nm} < \lambda_3 < 450\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_3 ($0\text{ mm} < t_3 < 0.7\text{ mm}$) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 3 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができ、

前記回折光学素子が、前記波長 1 、波長 2 及び波長 3 の光束の共通光路中に配置されることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の回折光学素子において、

$0.5\text{ mm} < t_3 < 0.7\text{ mm}$

を満たすことを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の回折光学素子是对物レンズであることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

対物レンズの光源側の入射面に対面して配置されることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 5】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

前記光ピックアップ装置に含まれる対物レンズが 2 枚の光学素子を組み合わせて構成されており、前記回折光学素子が、前記 2 枚の光学素子のうち的一方であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

前記回折光学素子と前記光ピックアップ装置に含まれる対物レンズとが連結部材を介して一体に形成されており、光軸方向に一体に移動可能であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 7】

請求項 1 ~ 1 6 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

前記回折構造の光軸を含む断面形状は鋸歯形状であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 8】

請求項 1 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、

プラスチック製であることを特徴とする回折光学素子。

【請求項 1 9】

波長 1 の光束を保護基板厚 t_1 の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができる光ピックアップ装置において、

少なくとも一つの光学面であって光軸を含む領域に回折構造が形成された回折光学素子を備え、

前記光ピックアップ装置が、更に波長 2 ($600\text{ nm} < \lambda_2 < 700\text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_2 ($0.5\text{ mm} < t_2 < 0.7\text{ mm}$) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができ、

前記回折光学素子が前記波長 1 の光束と前記波長 2 の光束の共通光路中に配置され

$750\text{ nm} < \lambda_1 < 850\text{ nm}$
 $1.1\text{ mm} < t_1 < 1.3\text{ mm}$

を満たし、

10

20

30

40

50

前記波長 1 の光束が前記回折構造から回折作用を受けることにより発生する複数の回折次数の回折光のうち、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光の近軸集光位置と、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用されない不要回折光において最も回折効率が高い回折光の近軸集光位置との距離 L [mm] が下記の式 (2) を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$0.\underline{0}016 \quad L / f \quad 0.\underline{0}32 \quad (2)$$

但し、 f [mm] は、当該回折光学素子における、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／または記録に利用される回折光の焦点距離を指す。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 に記載の光ピックアップ装置において、

$$0.\underline{0}03 \quad L / f \quad 0.\underline{0}32$$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 1】

請求項 1 9 又は 2 0 に記載の光ピックアップ装置において、

前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光が光軸と交わる位置が、

前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置とは異なることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の光ピックアップ装置において、

前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光が光軸と交わる位置が、

前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置に対して対物レンズ側であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 3】

請求項 1 9 ~ 2 2 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 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光の回折次数を m (m は正の整数) とすると、

前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光の回折次数が ($m - 1$) 次または ($m + 1$) 次であることを特徴とする光ピックアップ装置。

但し、 $m = 1$ の場合における ($m - 1$) 次の回折光、即ち 0 次の回折光とは、前記回折構造により実質的な光路差を与えられず、回折することなくそのまま当該回折構造を透過する光束を指す。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 に記載の光ピックアップ装置において、

前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光の回折次数が ($m - 1$) 次であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の光ピックアップ装置において、

($m - 1$) 次の回折光の近軸集光位置が m 次の回折光の近軸集光位置より像点側であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 6】

請求項 1 9 ~ 2 5 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 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光の回折次数を m (m は正の整数) とすると、

$m = 2$ であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 7】

請求項 1 9 ~ 2 6 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、

$$1 \text{ mm} \quad f \quad 4 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2 8】

請求項 1 9 ~ 2 7 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 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光により前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に形成される集光スポットにおける 1 nm 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 f_B が、

$$|f_B| = 0.0001 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 29】

請求項 19 ~ 28 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置が、更に波長 λ_3 (380 nm $< \lambda_3$ < 450 nm) の光束を保護基板厚 t_3 (0 mm $< t_3$ < 0.7 mm) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 3 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができ、

10

前記回折光学素子が、前記波長 λ_1 、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光束の共通光路中に配置されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 30】

請求項 29 に記載の光ピックアップ装置において、

$$0.5 \text{ mm} < t_3 < 0.7 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 31】

請求項 19 ~ 30 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子が対物レンズであることを特徴とする光ピックアップ装置。

20

【請求項 32】

請求項 19 ~ 30 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子が対物レンズの光源側の入射面に対面して配置されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 33】

請求項 19 ~ 30 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置に含まれる対物レンズが 2 枚の光学素子を組み合わせて構成されており、前記回折光学素子が、前記 2 枚の光学素子のうち的一方であることを特徴とする光ピックアップ装置。

30

【請求項 34】

請求項 19 ~ 30 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子と前記光ピックアップ装置に含まれる対物レンズとが連結部材を介して一体に形成されており、光軸方向に一体に移動可能であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 35】

請求項 19 ~ 34 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、

前記回折構造の光軸を含む断面形状は鋸歯形状であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 36】

請求項 19 ~ 35 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子がプラスチック製であることを特徴とする光ピックアップ装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回折光学素子及びこの回折光学素子を備える光ピックアップ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、DVD (デジタルヴァーサタイルディスク) や CD (コンパクトディスク) 等の光ディスクや、波長 400 nm 程度の青色レーザー光を用いることにより記録密度を高め、記憶容量を大きくしたいいわゆる高密度光ディスク等の各種光ディスクに対する情報の記

50

録・再生に用いられる光ピックアップ装置においては、光ディスクに用いる光束の光量確保や収差補正を目的として、光学系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られている（例えば、特許文献1参照。）。

特許文献1に開示された技術は、高密度光ディスク/DVD/CDの3種類の光ディスク間で互換性を有するものであり、各光ディスクに用いる光束の光量を確保しつつ、波長や保護基板厚の差に起因して発生する球面収差を補正すべく、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ものである。

【特許文献1】特開2002-298422号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0003】

一般に、光束が回折構造を通過する際には複数の回折次数の回折光が発生し、これら回折光のうち、回折効率が最も高い回折光を利用して光ディスクの記録・再生を行なっているが、回折効率が低く利用に供されない残りの回折光（以下、「不要回折光」という。）が、光ピックアップ装置の動作に悪影響を与えるという問題がある。

具体的には、不要回折光が対物レンズを通過して光軸と交わる位置と、利用に供される回折光が対物レンズを通過して光軸と交わる位置とが重なる場合には、光ディスクの情報記録面上における集光スポットのスポット径が広がり、見かけの開口数NAが低下するという問題がある。特に、不要回折光の近軸集光位置が、利用に供される回折光の近軸集光位置と重なる場合には、両回折光の位相が集光スポットにおいて一致することになり、スポット径拡大の問題がより顕著となる。

20

【0004】

また、不要回折光が対物レンズを通過して光軸と交わる位置が、利用に供される回折光が対物レンズを通過して光軸と交わる位置に対して近接している場合には、光ディスクの情報記録面で反射した不要回折光が、反射光検出用のセンサーに入り込むことがあり、RF信号にノイズが混じり、記録・再生信号の読み取り誤差が生じる。RF信号とは、非点収差法によるフォーカス検出に利用される信号であり、ベストフォーカス位置からのずれ（fB）に対するセンサーからの戻り特性を示したものである。このRF信号の線型性を利用してフォーカス検出を行なっている。

また、回折光の近軸集光位置の光軸方向の間隔は回折のパワーに依存するため、使用するレーザー光束の色収差に影響する。

30

また、特許文献1に開示された技術では、不要回折光の近軸集光位置と、利用に供される回折光の近軸集光位置とが離れすぎており、モードホップ等の波長変化時における集光スポットの収差に悪影響が生じるおそれがある。

【0005】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、アクチュエータが追従できないような瞬間的な波長飛び時にも問題なく記録・再生可能な色収差を有し、且つ集光スポットのスポット径及びセンサーの読み取り信号に生じる悪影響を抑えることができる回折光学素子及びこの回折光学素子を備える光ピックアップ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

以上の課題を解決するために、請求項1記載の発明は、波長1の光束を保護基板厚t1の第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び/又は記録を行うことができる光ピックアップ装置に用いられる回折光学素子において、

前記光ピックアップ装置が、更に波長2（600nm～700nm）の光束を保護基板厚t2（0.5mm～0.7mm）の第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第2光情報記録媒体に対する情報の再生及び/又は記録を行うことができ、

前記回折光学素子が前記波長1の光束と前記波長2の光束の共通光路中に配置され

50

$$\frac{750\text{ nm}}{1.1\text{ mm}} \leq \frac{1}{t} \leq \frac{850\text{ nm}}{1.3\text{ mm}}$$

を満たし、

前記回折光学素子の少なくとも一つの光学面であって光軸を含む領域に回折構造が形成され、

前記波長 1 の光束が前記回折構造から回折作用を受けることにより発生する複数の回折次数の回折光のうち、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の近軸集光位置と、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用されない不要回折光において最も回折効率が高い回折光の近軸集光位置との距離 L [mm] が下記の式 (2) を満たすことを特徴とする。

$$0.0016 \leq L/f \leq 0.032 \quad (2)$$

但し、 f [mm] は、当該回折光学素子における、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / または記録に利用される回折光の焦点距離を指す。

【0007】

本明細書中において「集光スポット」とは、対物レンズによって集光される光の波面収差が最も小さくなるデフォーカス位置によって形成されるスポットを指す。

また、本明細書中において対物レンズとは、光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態で、最も光情報記録媒体に近い位置において、光情報記録媒体と対向して配置される集光作用を有する光学素子を指す。

また、対物レンズとしては、単一のレンズ (単玉) のみで構成されているものに限定されず、複数のレンズを光軸方向に組み合わせて構成されるレンズ群をまとめたものであってもよい。

【0008】

また、光情報記録媒体とは CD、DVD、CD-R、MD、MO、高密度光ディスク等の所定の波長の光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行なう一般的な光ディスクを指す。

また、高密度光ディスクとは、情報の記録 / 再生用の光源として、青紫色半導体レーザや青紫色 SHG レーザを使用する光ディスクを総称するものであり、NA0.85 の対物光学系により情報の記録 / 再生を行い、保護層の厚さが 0.1 mm 程度である規格の光ディスクの他に、NA0.65 の対物光学系により情報の記録 / 再生を行い、保護層の厚さが 0.6 mm 程度である規格の光ディスク (AOD: Advanced Optical Disc) も含むものとする。また、このような保護層をその情報記録面上に有する光ディスクの他に、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 の光ディスクも含むものとする。また、本明細書においては、高密度光ディスクには、情報の記録 / 再生用の光源として、青紫色半導体レーザや青紫色 SHG レーザを使用する光磁気ディスクも含まれるものとする。

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。

【0009】

請求項 1 に記載の発明によれば、 L/f を 0.0016 以上とすることにより、第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用されない不要回折光において最も回折効率が高い回折光の近軸集光位置と、第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の近軸集光位置とが光軸上で一致せず、離れた状態とすることができ、第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の回折効率が、不要回折光のうち最も回折効率が高い回折光の回折効率と比較してほぼ同程度の大きさである場合でも、集光スポットのスポット径の拡大を防止できる。

また、 L/f を 0.032 以下とすることにより、第 1 光情報記録媒体に対する情報の

10

20

30

40

50

再生及び／又は記録に利用される回折光により第1光情報記録媒体の情報記録面上に形成される集光スポットにおける1nm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 f_B (色収差) を小さい値に抑えることができ、モードホップ時における対物レンズのフォーカス特性に悪影響が生じる事態を防止できる。

また、第1光情報記録媒体としてのCDと第2光情報記録媒体としてのDVDとの間で互換性を有する光ピックアップ装置を得られる。

請求項2記載の発明は、請求項1に記載の回折光学素子において、 $0.003 \leq L/f \leq 0.032$ を満たすことを特徴とする。

【0010】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2に記載の回折光学素子において、前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光が光軸と交わる位置が、前記第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置とは異なることを特徴とする。

10

本明細書において、「回折光が光軸と交わる位置」とは、図6に示すように、回折光学素子が対物レンズである場合には、対物レンズの光学面上に形成された回折構造によって回折作用を受けた所定次数の回折光が、対物レンズを通過して光軸と交差する点の集合により形成される範囲Bを指す。

第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光(例えば、 m 次の回折光)は、光軸1上であって、第1光情報記録媒体の情報記録面R上の一点に収束し、集光スポットPを形成するが、第1光情報記録媒体に利用されない他の回折光(例えば、 $(m+1)$ 次の回折光)は、図6に示すように、光軸1上の一点には収束しないように設計されている。

20

【0011】

そして、請求項3に記載の発明のように、不要回折光のうち最も回折効率が高い回折光が対物レンズを通過して光軸と交わる位置(図6に示すB)が、第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光が対物レンズを通過して光軸と交わる位置(図6に示す集光スポットP)とは異なるように設計することにより、集光スポットのスポット径の拡大を防止できるとともに、情報記録面Rで反射した不要回折光が、波長1の光束の反射光の検出器(センサー)に入り込むことを防止できるので、デフォーカス量に対するRF信号の線型性を保ち、対物レンズのフォーカス特性に悪影響が生じることを防止できる。

30

【0012】

図7は、図6の状態を縦球面収差図で示すものである。

線L1は第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光(例えば、 m 次の回折光)の縦球面収差を示し、線L2は前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光(例えば、 $(m+1)$ 次の回折光)の縦球面収差を示す。このように、「不要回折光において回折効率が最も高い回折光が光軸と交わる位置が、第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置とは異なる」とは、「両回折光の縦球面収差を示す2本の線L1とL2とが交差しない」と言い換えることもできる。例えば、線L3のように、その一部において線L1と交差する場合には、集光スポットのスポット径の拡大を招くことになる。なお、線L2は $(m-1)$ 次の回折光の縦球面収差であってもよい。

40

【0013】

請求項4記載の発明は、請求項3に記載の回折光学素子において、前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光が光軸と交わる位置が、前記第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置に対して対物レンズ側であることを特徴とする。

請求項4に記載の発明によれば、通常、フォーカス検出では、対物レンズは遠い側から光情報記録媒体に近づくため、回折効率の高い回折光がセンサーに入り込むことなくベストフォーカス位置に合わせることができる。

50

【 0 0 1 4 】

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回折光学素子において、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の回折次数を m (m は正の整数) とすると、前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光の回折次数が $(m - 1)$ 次または $(m + 1)$ 次であることを特徴とする。

但し、 $m = 1$ の場合における $(m - 1)$ 次の回折光、即ち 0 次の回折光とは、前記回折構造により実質的な光路差を与えられず、回折することなくそのまま当該回折構造を透過する光束を指す。

請求項 6 記載の発明は、請求項 5 に記載の回折光学素子において、前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光の回折次数が $(m - 1)$ 次であることを特徴とする。

10

請求項 7 記載の発明は、請求項 6 に記載の回折光学素子において、 $(m - 1)$ 次の回折光の近軸集光位置が m 次の回折光の近軸集光位置より像点側であることを特徴とする。

請求項 8 記載の発明は、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の回折次数を m (m は正の整数) とすると、 $m = 2$ であることを特徴とする。

請求項 9 記載の発明は、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、 $1 \text{ mm} < f < 4 \text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 10 記載の発明は、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光により前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に形成される集光スポットにおける 1 nm 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 $|f_B|$ が、 $|f_B| < 0.0001 \text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

20

請求項 10 に記載の発明によれば、モードホップが生じた場合における集光スポットの光軸方向の変動量を小さくすることができる。

例えば光源のモードホップ時のような、波長が λ から λ' に短時間で変化した場合、トラッキング追従が間に合わないことから、波長変動前におけるデフォーカス位置で光信号制御を行うことになる。従って、波長変動前後における対物レンズのデフォーカス位置変動が大きい場合、つまり、上記 $|f_B|$ の値が 0.0001 mm 以上の場合、波面収差の劣化が大きくなり、光信号の制御に不都合が生じるおそれがある。

30

【 0 0 1 7 】

請求項 11 記載の発明は、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、前記光ピックアップ装置が、更に波長 λ_3 ($380 \text{ nm} < \lambda_3 < 450 \text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_3 ($0 \text{ mm} < t_3 < 0.7 \text{ mm}$) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 3 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができ、前記回折光学素子が、前記波長 λ_1 、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光束の共通光路中に配置されることを特徴とする。

請求項 11 記載の発明によれば、第 1 光情報記録媒体としての CD と第 2 光情報記録媒体としての DVD と第 3 光情報記録媒体としての高密度光ディスクの間で互換性を有する光ピックアップ装置を得られる。

40

【 0 0 1 8 】

請求項 12 記載の発明は、請求項 11 に記載の回折光学素子において、 $0.5 \text{ mm} < t_3 < 0.7 \text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

請求項 12 記載の発明によれば、高密度光ディスクとして AOD を用いることができる。

【 0 0 1 9 】

請求項 13 記載の発明は、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の回折光学素子是对物レンズであることを特徴とする。

請求項 13 に記載の発明によれば、対物レンズと回折光学素子とを共通化することで、光ピックアップ装置を構成する光学素子の部品点数を削減できる。

50

請求項 1 4 記載の発明は、請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、対物レンズの光源側の入射面に対面して配置されることを特徴とする。

本明細書において、「対物レンズの光源側の入射面に対面して」とは、回折光学素子と対物レンズの間に、他の光学素子を何ら介在させない状態を指す。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 5 記載の発明は、請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、前記光ピックアップ装置に含まれる対物レンズが 2 枚の光学素子を組み合わせて構成されており、前記回折光学素子が、前記 2 枚の光学素子のうち的一方であることを特徴とする。

請求項 1 6 記載の発明は、請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、前記回折光学素子と前記光ピックアップ装置に含まれる対物レンズとが連結部材を介して一体に形成されており、光軸方向に一体に移動可能であることを特徴とする。

請求項 1 7 記載の発明は、請求項 1 ~ 1 6 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、前記回折構造の光軸を含む断面形状は鋸歯形状であることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 8 記載の発明は、請求項 1 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の回折光学素子において、プラスチック製であることを特徴とする。

請求項 1 8 記載の発明によれば、回折光学素子の製造コストを抑えることができる。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 9 記載の発明は、波長 1 の光束を保護基板厚 t_1 の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができる光ピックアップ装置において、

少なくとも一つの光学面であって光軸を含む領域に回折構造が形成された回折光学素子を備え、

前記光ピックアップ装置が、更に波長 2 (600 nm ~ 700 nm) の光束を保護基板厚 t_2 (0.5 mm ~ 0.7 mm) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録を行うことができ、

前記回折光学素子が前記波長 1 の光束と前記波長 2 の光束の共通光路中に配置され、

$750\text{ nm} < \lambda_1 < 850\text{ nm}$
 $1.1\text{ mm} < t_1 < 1.3\text{ mm}$

を満たし、

前記波長 1 の光束が前記回折構造から回折作用を受けることにより発生する複数の回折次数の回折光のうち、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光の近軸集光位置と、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用されない不要回折光において最も回折効率が高い回折光の近軸集光位置との距離 L [mm] が下記の式 (2) を満たすことを特徴とする。

$$0.0016 < L/f < 0.032 \quad (2)$$

但し、 f [mm] は、当該回折光学素子における、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / または記録に利用される回折光の焦点距離を指す。

【 0 0 2 3 】

請求項 2 0 記載の発明は、請求項 1 9 に記載の光ピックアップ装置において、 $0.003 < L/f < 0.032$ を満たすことを特徴とする。

請求項 2 1 記載の発明は、請求項 1 9 又は 2 0 に記載の光ピックアップ装置において、前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光が光軸と交わる位置が、前記第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び / 又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置とは異なることを特徴とする。

請求項 2 2 記載の発明は、請求項 2 1 に記載の光ピックアップ装置において、前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光が光軸と交わる位置が、前記第 1 光情報記録媒

10

20

30

40

50

体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光が光軸と交わる位置に対して対物レンズ側であることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

請求項 2 3 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 2 2 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 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光の回折次数を m (m は正の整数) とすると、前記不要回折光において最も回折効率が高い回折光の回折次数が $(m - 1)$ 次または $(m + 1)$ 次であることを特徴とする。

但し、 $m = 1$ の場合における $(m - 1)$ 次の回折光、即ち 0 次の回折光とは、前記回折構造により実質的な光路差を与えられず、回折することなくそのまま当該回折構造を透過する光束を指す。

10

請求項 2 4 記載の発明は、請求項 2 3 に記載の光ピックアップ装置において、 $(m - 1)$ 次の回折光の近軸集光位置が m 次の回折光の近軸集光位置より像点側であることを特徴とする。

請求項 2 5 記載の発明は、請求項 2 4 に記載の光ピックアップ装置において、 $(m - 1)$ 次の回折光の近軸集光位置が m 次の回折光の近軸集光位置より像点側であることを特徴とする。

請求項 2 6 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 2 5 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 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光の回折次数を m (m は正の整数) とすると、 $m = 2$ であることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

20

請求項 2 7 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 2 6 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、 $1 \text{ mm} < f < 4 \text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

請求項 2 8 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 2 7 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 1 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録に利用される回折光により前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に形成される集光スポットにおける 1 nm 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 f_B が、 $|f_B| < 0.0001 \text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 2 9 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 2 8 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記光ピックアップ装置が、更に波長 λ_3 ($380 \text{ nm} < \lambda_3 < 450 \text{ nm}$) の光束を保護基板厚 t_3 ($0 \text{ mm} < t_3 < 0.7 \text{ mm}$) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることにより前記第 3 光情報記録媒体に対する情報の再生及び／又は記録を行うことができ、前記回折光学素子が、前記波長 λ_1 、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光束の共通光路中に配置されることを特徴とする。

30

請求項 3 0 記載の発明は、請求項 2 9 に記載の光ピックアップ装置において、 $0.5 \text{ mm} < t_3 < 0.7 \text{ mm}$ を満たすことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 3 1 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 3 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記回折光学素子が対物レンズであることを特徴とする。

請求項 3 2 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 3 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記回折光学素子が対物レンズの光源側の入射面に対面して配置されることを特徴とする。

40

【 0 0 2 8 】

請求項 3 3 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 3 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記光ピックアップ装置に含まれる対物レンズが 2 枚の光学素子を組み合わせて構成されており、前記回折光学素子が、前記 2 枚の光学素子のうち的一方であることを特徴とする。

請求項 3 4 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 3 0 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記回折光学素子と前記光ピックアップ装置に含まれる対物レンズとが連結部材を介して一体に形成されており、光軸方向に一体に移動可能であることを特徴とする

50

。

請求項 3 5 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 3 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記回折構造の光軸を含む断面形状は鋸歯形状であることを特徴とする。

請求項 3 6 記載の発明は、請求項 1 9 ~ 3 5 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置において、前記回折光学素子がプラスチック製であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、アクチュエータが追従できないような瞬間的な波長飛び時にも問題なく記録・再生可能な色収差を有し、且つ集光スポットのスポット径及びセンサーの読み取り信号に生じる悪影響を抑えることができる回折光学素子及びこの回折光学素子を備える光ピックアップ装置を得られる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

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。

図 1 に示すように、本実施の形態においては、光ピックアップ装置 1 0 が、波長 1 (7 8 5 n m)、波長 2 (6 5 5 n m)、波長 3 (4 0 7 n m) の各光束を出射する第 1 ~ 第 3 光源 1 1 ~ 1 3 を備えている。

【0031】

そして、これら各光束を利用して、保護基板 3 1 a の厚さ t_1 (1 . 2 m m) の第 1 光情報記録媒体 3 1 (本実施の形態においては C D)、保護基板 3 2 a の厚さ t_2 (0 . 6 m m) の第 2 光情報記録媒体 3 2 (本実施の形態においては D V D)、保護基板 3 3 a の厚さ t_3 (0 . 6 m m) の第 3 光情報記録媒体 3 3 (本実施の形態においては高密度光ディスクとしての A O D) に対して情報の記録及び / 又は再生を行なう、3 種類の光ディスク間での互換性を有する構成となっている。

20

【0032】

なお、図 1 には、保護基板厚 t_2 と t_3 がほぼ等しい D V D の保護基板 3 2 a と A O D の保護基板 3 3 a を同じ図で示している。また、図 2 においては、便宜上、C D と D V D と A O D を同じ図で示している。

【0033】

光ピックアップ装置 1 0 は、半導体レーザ光源 (第 1 ~ 第 3 光源) 1 1 ~ 1 3、第 1、第 2 コリメートレンズ 1 4、1 5、カップリングレンズ 1 6、第 1 ~ 第 4 ビームスプリッタ 1 7 ~ 2 0、回折構造 5 0 を備えると共に各光ディスクの情報記録面に対向して配置される単玉の対物レンズ 4 0 (回折光学素子)、対物レンズ 4 0 を所定の方向に移動させる 2 次元アクチュエータ (図示せず)、センサーレンズ 2 1、回折板 2 2、各光ディスクからの反射光を検出する第 1 ~ 第 3 光検出器 2 3 ~ 2 5、波長 3 の光束の光束径を規制するダイクロイックフィルター A P 等から概略構成される。

30

なお、本実施の形態においては、対物レンズ 4 0 が回折光学素子としての機能も備えるものとするが、これに限らず、図 2 に示すように、対物レンズ 4 0 の入射面の直前に、回折構造 5 0 を備える回折光学素子 6 0 を別体に配置する構成であってもよく、この場合、ダイクロイックフィルター A P を、回折光学素子 6 0 と対物レンズ 4 0 の間に配置しても

40

良い。

また、図示は省略するが、対物レンズが 2 枚の光学素子を組み合わせで構成されており、回折光学素子が、これら 2 枚の光学素子のうちの一方を構成するものとしてもよく、また、回折光学素子の周縁部から対物レンズ側に延びるフランジ (連結部材) を設け、このフランジを介して回折光学素子と対物レンズとが一体に形成され、これらをアクチュエータにより光軸方向に一体に移動可能な構成としても良い。

【0034】

また、図示は省略するが、第 1 光検出器 2 3 と第 1 光源 1 1、第 2 光検出器 2 4 と第 2 光源 1 2 又は第 3 光検出器 2 5 と第 3 光源 1 3 とを一体に構成し、C D、D V D 又は A O D の情報記録面で反射した波長 1、2 又は 3 の光束が、復路において往路と同一の

50

光路を辿ってホログラム素子に至り、このホログラム素子によりその進路を変更されて、光検出器に入射するいわゆるホロレーザーユニットを用いても良い。また、第1光源～第3光源11～13のうちの2つの光源又は3つ全ての光源を1つの筐体内に格納することで一体化(ユニット化)したパッケージ光源を用いても良い。

【0035】

本実施の形態においては、波長1の光束は発散光として対物レンズ40に入射し、波長2及び3の各光束が、第1及び第2コリメートレンズ14、15で平行光とされて対物レンズ40に入射する構成となっている。

【0036】

なお、波長1～3の全光束を対物レンズ40に対して光学系倍率がほぼ等しい発散光又は収束光として入射させてもよい。

【0037】

このように構成された光ピックアップ装置10の動作については周知であるため詳しい説明は省略するが、第3光源13から出射された波長3の光束は、第1ビームスプリッタ17を通過して第1コリメートレンズ14において平行光化され、第3、第4ビームスプリッタ19、20を通過する。そして、ダイクロイックフィルターAPを通過した後、詳しい説明は後述するが、対物レンズ40の入射面41には回折構造50が形成されており、波長3の光束は対物レンズ40の入射面41及び出射面42で屈折作用を受けると共に入射面41において回折作用を受けて出射される。

【0038】

対物レンズ40から出射される回折光のうち所定次数の回折光は、AOD31の情報記録面上に集光し、光軸1上にスポットPを形成する。そして、スポットPに集光した波長3の光束は情報記録面で情報ピットにより変調されて反射される。反射した光束は再び対物レンズ40、ダイクロイックフィルターAP、第4、第3ビームスプリッタ20、19、第1コリメートレンズ14を通過して、第1ビームスプリッタ17で反射して分岐される。

そして、分岐された波長3の光束はセンサーレンズ21を経て第3光検出器25に入射する。第3光検出器25は入射光のスポットを検出して信号を出力し、その出力された信号を用いてAOD31に記録された情報の読み取り信号を得ようになっている。

【0039】

また、第3光検出器25上でのスポットの形状変化や位置変化による光量変化等を検出して合焦検出やトラック検出が行われる。この検出結果に基づいて2次元アクチュエータは波長3の光束が情報記録面上に正確にスポットを形成するように、対物レンズ40をフォーカス方向及びトラッキング方向に移動させる。

【0040】

第2光源12から出射される波長2の光束は、第2ビームスプリッタ18を通過して第2コリメートレンズ15において平行光化され、第3ビームスプリッタ19で反射され、第4ビームスプリッタ20、ダイクロイックフィルターAPを通過して、対物レンズ40に至る。そして、対物レンズ40の入射面41及び出射面42で屈折作用を受けると共に入射面41において回折作用を受けて出射される。

【0041】

そして、対物レンズ40から出射される回折光のうち所定次数の回折光は、DVD32の情報記録面上に集光し、光軸1上にスポットPを形成する。そして、スポットPに集光した波長2の光束は情報記録面で情報ピットにより変調されて反射される。反射した光束は再び対物レンズ40、ダイクロイックフィルターAP、第4ビームスプリッタ20を通過して、第3ビームスプリッタ19で反射して分岐される。

そして、分岐された波長2の光束は第2コリメートレンズ15を通過して、第2ビームスプリッタ18で反射して分岐され、センサーレンズ21を経て第2光検出器24に入射する。以下は波長3の光束と同様である。

【0042】

第1光源11から出射された波長1の光束は、ビームスプリッタの代わりに設けられた回折板22を通過して、カップリングレンズ16において発散角が変更され、第4ビームスプリッタ20で反射され、ダイクロイックフィルターAPにより光束径が規制され、対物レンズ40に至る。そして、対物レンズ40の入射面41及び出射面42で屈折作用を受けると共に入射面41において回折作用を受けて出射される。

対物レンズ40から出射される回折光のうち所定次数の回折光（本実施の形態においては回折次数 $m=2$ ）は、CD33の情報記録面上に集光し、光軸1上にスポットPを形成する。そして、スポットPに集光した波長1の光束は情報記録面で情報ピットにより変調されて反射される。反射した光束は再び対物レンズ40、ダイクロイックフィルターAPを通過して、第4ビームスプリッタ20で反射して分岐される。

そして、分岐された波長1の光束は第3コリメートレンズ16を通過して、回折板22を通過する際に進路を変更され、第1光検出器23に入射する。以下は波長3の光束と同様である。

【0043】

図3に示すように、対物レンズ40は入射面41と出射面42の両面が非球面かつ凸面のプラスチック製の単レンズである。

入射面51のほぼ全域に回折構造50が形成されており、出射面52は屈折面となっている。

本実施の形態においては、入射面51が、光軸1を含むと共に光軸1からの高さが h 以下の領域である中央領域A1と、光軸1からの高さが h 以上であり中央領域A1の周囲を覆う周辺領域A2とに区分されている。中央領域A1はAODの開口数NA3（0.65）に対応する領域である。

【0044】

中央領域A1及び周辺領域A2に形成されている回折構造50は、光軸1を中心としたほぼ同心円状の複数の回折輪帯51から構成されており、この回折輪帯51により通過光束に対して回折作用を与えるようになっている。

なお、回折輪帯51の形状及び設計手法については周知であるため説明及び図示を省略する。

【0045】

そして、ダイクロイックフィルターAPを通過する際にその光束径を規制された後、中央領域A1の一部を通過する波長1の光束は、中央領域A1の回折輪帯51により回折作用を受け、そのうち2次の回折光がCDの情報記録面上に集光スポットを形成することで、CDに対する情報の記録及び/又は再生に利用されることになる。

【0046】

また、中央領域A1を通過する波長2及び3の光束は、中央領域A1の回折輪帯51により回折作用を受け、そのうち所定の回折次数の回折光がDVD及びAODの情報記録面上に集光スポットを形成することでDVD及びAODに対する情報の記録及び/又は再生に利用されることになる。

さらに、周辺領域A2を通過する波長2の光束は、周辺領域A2の回折輪帯51により回折作用を受け、そのうち所定の回折次数の回折光がDVDの情報記録面上に集光スポットを形成することでDVDに対する情報の記録及び/又は再生に利用される。

一方、周辺領域A2を通過する波長3の光束は、周辺領域A2の回折輪帯51により回折作用を受けてフレア化され、AODに対する情報の記録及び/又は再生に利用されない。

【0047】

本発明においては、中央領域A1を通過する波長1の光束のうち最大の回折効率を有する回折次数 m 次（本実施の形態においては2次）の回折光の回折効率 E が、20% E

90%（式1）の範囲内であり、 $(m+1)$ 次（本実施の形態においては3次）の回折光と $(m-1)$ 次（本実施の形態においては1次）の回折光のうち回折効率が高い方の回折光の近軸集光位置と、 m 次の回折光の近軸集光位置との距離 L が、 $0.0016 \leq L /$

10

20

30

40

50

$f = 0.032$ (式2)を満たすようになっている。但し、 m は正の整数、 f は波長 1 の光束の m 次の回折光に対する対物レンズの焦点距離を指す。

【0048】

このように、 L/f を0.0016以上(好ましくは0.003以上)とすることにより、 $(m+1)$ 次の回折光と $(m-1)$ 次の回折光のうち回折効率が高い方の回折光(例えば $(m+1)$ 次の回折光)、即ち、不要回折光のうち回折効率が高い方の回折光の近軸集光位置と、利用に供される m 次の回折光の近軸集光位置とが光軸上で一致せず、離れた状態とすることができ、集光スポットのスポット径の拡大を防止できる。

【0049】

また、回折効率が高い方の不要回折光が光軸と交わる位置が、 m 次の回折光が光軸と交わる位置とは異なるようになっている。

10

これにより、集光スポットのスポット径の拡大を防止できるとともに、CDの情報記録面で反射した不要回折光が、第1光検出器23に入り込むことを防止できるので、デフォーカス量に対するRF信号の線型性を保ち、対物レンズ40のフォーカス特性に悪影響が生じることを防止できる。

【0050】

また、 L/f を0.032以下とすることにより、 m 次の回折光によりCDの情報記録面上に形成される集光スポットにおける1nm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 fB を小さい値に抑えることができ、モードホップ時における対物レンズ40のフォーカス特性に悪影響が生じる事態を防止できる。

20

なお、 fB は $|fB| \leq 0.0001$ mmの範囲内とすることが望ましく、 f は1mm、 f は4mmの範囲内とすることが望ましい。

なお、回折効率が高い方の不要回折光の近軸集光位置と、 m 次の回折光の近軸集光位置との距離 L を上記式2の範囲内とすることにより、回折効率が低い方(例えば $(m-1)$ 次の回折光)を原因とするスポット径の拡大等の不具合も防止できる。

【0051】

なお、波長 1 の光束の m 次回折光を用いることにより回折効率が低下し、CDに対する情報の再生及び/又は記録に必要な光量を得られない場合には、波長 1 の光束を射出する第1光源11の出力を他の光源の出力よりも大きくしたり、あるいは、第1光検出器23のセンサー感度を上げたり、信号処理を工夫することでCD側の光量の低下を補う構成にしてもよい。

30

【0052】

また、回折構造50としては、例えば、図4に示すようなものであっても良い。図4に示す回折構造50は、光軸1を中心とした複数の輪帯面52を光軸1にほぼ平行な段差53を介して連続させた複数の段差構造から構成されている。

各輪帯面52は光軸1から離れるに従って光源側(前方)に突出するように形成されており、各輪帯面52に入射する光束に対して所定の光路差を付与することにより、各光束に位相差が生じ、結果として各輪帯面52を通過した光束の位相が、情報記録面上でほぼ揃うようになっている。なお、各段差53の形状は母非球面Sに対する光軸1方向への変位量で規定することができる。

40

【0053】

また、回折構造50を対物レンズ40の入射面41と出射面42のいずれか一方又は両面に設けても良い。

また、AODとして、光源側から光軸1方向に順に厚さ t_3 の保護基板と第1情報記録面と中間層と第2情報記録面とを積層して構成されるいわゆる2層ディスクを用いても良い。

また、本実施の形態においては、光ピックアップ装置10が高密度光ディスク/DVD/CDの3種類の光ディスク間で互換性を有し、波長 1 の光束を利用するCDに関して、回折効率及び L/f が上記式1及び式2を満たすものとしたが、これに限らず、いずれか2種類の光ディスク間で互換性を有するものとし、これら2種類の光ディスクのうちの

50

一方の光ディスクに関して、回折効率及び L/f が上記式 1 及び式 2 を満たす構成としたり、あるいは、光ピックアップ装置がいずれか 1 種類の光ディスクのみを記録・再生可能なものとし、この光ディスクに関して、回折効率及び L/f が上記式 1 及び式 2 を満たす構成としてもよい。

【実施例】

【0054】

次に、実施例について説明する。

本実施例においては、対物レンズの入射面及び出射面がそれぞれ非球面形状とされており、入射面が $h < 2.015 \text{ mm}$ の中央領域と $h = 2.015 \text{ mm}$ の周辺領域とに区分されると共に入射面に回折構造としての光軸を中心とした鋸歯状の複数の回折輪帯が形成されている。

表 1、表 2 に対物レンズのレンズデータを示す。

【0055】

【表 1】

実施例1 レンズデータ

AOD/DVD/CD互換対物レンズ

	CD	DVD	AOD
対物レンズの焦点距離	f1: 3.12mm	f2: 3.20mm	f3: 3.1mm
像面側開口数	NA1: 0.51	NA2: 0.65	NA3: 0.65
第2面回折次数	n1: 2	n2: 2	n3: 3
第2'面回折次数		n'2: 1	
倍率	m1: -1/42.6	m2: 0	m3: 0

第i面	Ri	di (407nm)	ni (407nm)	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)
0		∞		∞		135.60	
1 (絞り径)	∞	0.1 ($\phi 4.03\text{mm}$)		0.1 ($\phi 4.16\text{mm}$)		0.1 ($\phi 3.25\text{mm}$)	
2	1.96643	1.760000	1.559806	1.760000	1.540725	1.760000	1.537237
2'	1.96709	0.012000		0.012000		0.012000	
3	-10.81993	1.72		1.81		1.51	
4	∞	0.60	1.61869	0.60	1.57752	1.20	1.57063
5	∞						

* diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。(但し、d2'は第2面までの変位を示す)

10

20

30

【表 2】

非球面データ

第2面 (2.015mm>h)

非球面係数

κ	$-5.2595 \times E-1$
A4	$+1.6647 \times E-3$
A6	$-2.1030 \times E-3$
A8	$+8.6895 \times E-4$
A10	$-1.5103 \times E-4$
A12	$+3.8416 \times E-6$
A14	$-1.1637 \times E-7$

光路差関数

C2	-1.2090
C4	$-2.3453 \times E-1$
C6	$-3.5832 \times E-1$
C8	$+1.0196 \times E-1$
C10	$-1.2838 \times E-2$

10

第2'面 (2.015mm≤h)

非球面係数

κ	$-5.7356 \times E-1$
A4	$+1.3111 \times E-3$
A6	$-2.4440 \times E-3$
A8	$+1.0698 \times E-3$
A10	$-1.9365 \times E-4$
A12	$+1.7480 \times E-5$
A14	$-1.6562 \times E-6$

光路差関数

C2	-2.0666
C4	$-6.2356 \times E-1$
C6	$-6.9224 \times E-1$
C8	$+1.8058 \times E-1$
C10	$-2.0645 \times E-2$

20

第3面

非球面係数

κ	$-3.0487 \times E+2$
A4	$-9.7915 \times E-3$
A6	$+1.1536 \times E-2$
A8	$-5.4213 \times E-3$
A10	$+1.2870 \times E-3$
A12	$-1.5536 \times E-4$
A14	$+7.4555 \times E-6$

【0056】

30

表1に示すように、本実施例の光ピックアップ装置は、第1光源から出射される波長 $\lambda_1 = 785 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 3.12 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.51$ 、結像倍率 $m_1 = -1/42.6$ に設定されており、第2光源から出射される波長 $\lambda_2 = 655 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 3.20 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.65$ 、結像倍率 $m_2 = 0$ に設定されており、第3光源から出射される波長 $\lambda_3 = 407 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_3 = 3.10 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_3 = 0.65$ 、結像倍率 $m_3 = 0$ に設定されている。

【0057】

表1中の面番号2と2'は対物レンズの入射面の中央領域A1と周辺領域A2を示し、面番号3は対物レンズの出射面を示す。また、 r_i は曲率半径、 d_i は第i面から第i+1面までの光軸1方向の位置、 n_i は各面の屈折率を表している。

40

【0058】

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

【0059】

【数1】

$$\text{非球面形状式} \quad X(h) = \frac{(h^2/r_i)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r_i)^2}} + \sum_{i=0}^n A_{2i} h^{2i}$$

50

【 0 0 6 0 】

ここで、 $X(h)$ は光軸 1 方向の軸（光の進行方向を正とする）、 A_{2i} は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

【 0 0 6 1 】

また、回折輪帯による各波長の光束に対して与えられる光路長は数 2 の光路差関数に、表 2 に示す係数を代入した数式で規定される。

【 0 0 6 2 】

【 数 2 】

$$\text{光路差関数} \quad \Phi(h) = \left(n \times \frac{\lambda}{\lambda_B}\right) \times \sum_{i=0}^5 C_{2i} h^{2i} \quad 10$$

n : 回折次数

λ : 波長

λ_B : ブレーズ化波長

ここで、 C_{2i} は光路差関数の係数であり、ブレーズ化波長 $\lambda_B = 1 \text{ mm}$ となっている。

表 1 に示すように、第 2 面の回折構造により回折作用を受ける波長 1 の光束の $n_1 = 2$ 次の回折光が CD 用として利用され、第 2 面の回折構造により回折作用を受ける波長 2 の光束の $n_2 = 2$ 次の回折光と第 2' 面の回折構造により回折作用を受ける波長 2 の光束の $n'_2 = 1$ 次の回折光が DVD 用として利用され、第 2 面の回折構造により回折作用を受ける波長 3 の光束の $n_3 = 3$ 次の回折光が AOD 用として利用されるようになっている。 20

【 0 0 6 3 】

また、表 3 に示すように、波長 1 の光束の 2 次の回折光が最大の回折効率（46.1 %）を有し、波長 1 の光束の 1 次（ $m - 1$ ）の回折光と 3 次（ $m + 1$ ）次の回折光の回折効率は、それぞれ 35.2 % と 4.7 % となっている。従って、1 次の回折光と 3 次の回折光のうち回折効率が高い方の回折光は 1 次の回折光となり、 L は 0.021 mm、 $L/f_1 = 0.021 \text{ mm} / 3.12 \text{ mm} = 0.0067$ となる。

また、2 次の回折光により CD の情報記録面上に形成される集光スポットにおける 1 nm 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 $|f_B|$ は、0.00003 mm である。 30

【 表 3 】

CD側 第 2 面の回折次数と特性

回折次数	1(不要回折光)	2(使用回折光)	3(不要回折光)
回折効率	35.2%	46.1%	4.7%
近軸焦点位置 ^{*1} L	0.021mm	0	-0.020mm

*1 使用次数光の近軸集光位置に対する光軸方向の距離（像面側を正）

図 5 は、CD に利用される 2 次の回折光（使用回折光）と不要回折光としての 1 次の回折光の縦球面収差図である。

図 5 より、1 次の回折光が光軸と交わる位置と、2 次の回折光が光軸と交わる位置とが異なっていることが確認できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 4 】

【 図 1 】 光ピックアップ装置の構成を示す平面図である。 50

- 【図 2】光ピックアップ装置の構成を示す平面図である。
 【図 3】対物レンズの構造を示す要部横断面図である。
 【図 4】対物レンズの構造を示す要部横断面図である。
 【図 5】使用回折光と不要回折光の縦球面収差量を示すグラフである。
 【図 6】「回折光が光軸と交わる位置」を説明するための図面である。
 【図 7】「回折光が光軸と交わる位置」を説明するための縦球面収差図である。

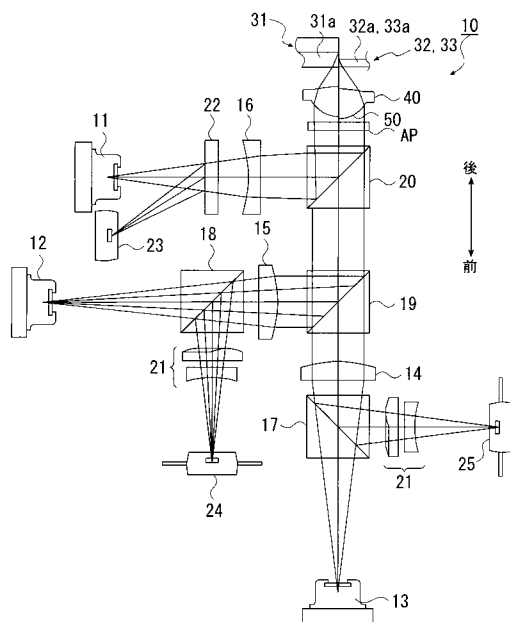
【符号の説明】

【 0 0 6 5 】

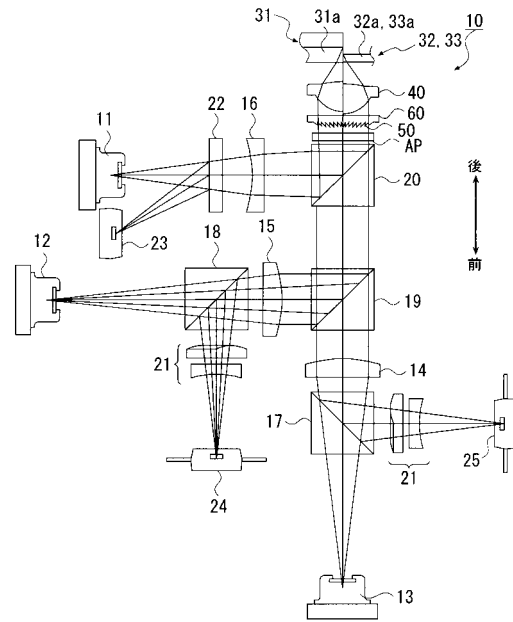
- 1 0 光ピックアップ装置
 1 1 第 1 光源
 1 2 第 2 光源
 1 3 第 3 光源
 4 0 対物レンズ
 5 0 回折構造
 6 0 回折光学素子

10

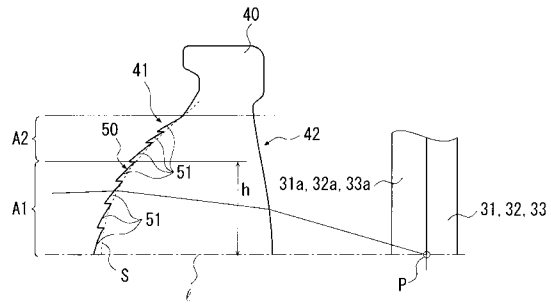
【図 1】



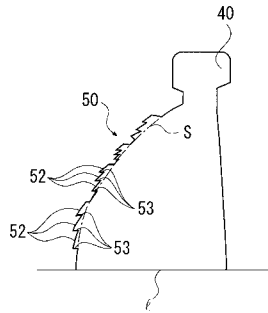
【図 2】



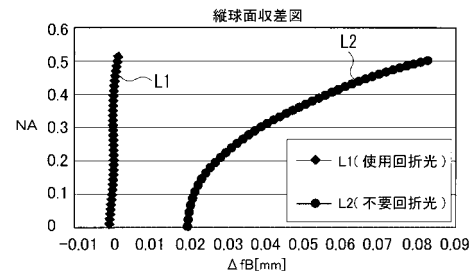
【図 3】



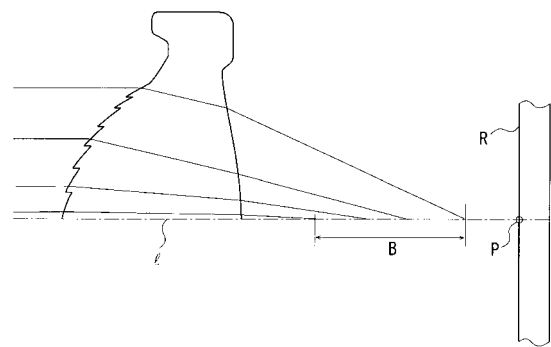
【図 4】



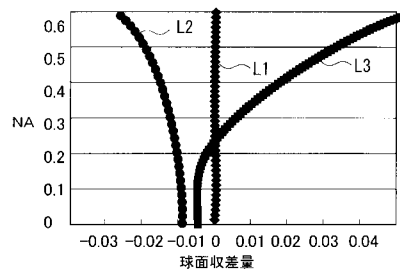
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 9 - 1 7 9 0 2 0 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 3 8 4 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 3 3 5 7 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 1 1 B 7 / 1 3 5