

(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2004-145907

(P2004-145907A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

(51) Int. Cl.⁷

G 1 1 B 7/135
G 0 2 B 5/18
G 0 2 B 13/00

F I

G 1 1 B 7/135
G 0 2 B 5/18
G 0 2 B 13/00

A

テーマコード(参考)

2H049
2H087
5D119
5D789

審査請求 未請求 請求項の数 53 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2002-285515 (P2002-285515)
(22) 出願日 平成14年9月30日(2002.9.30)
(31) 優先権主張番号 特願2002-252986 (P2002-252986)
(32) 優先日 平成14年8月30日(2002.8.30)
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000001270
コニカミノルタホールディングス株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(74) 代理人 100107272
弁理士 田村 敬二郎
(74) 代理人 100109140
弁理士 小林 研一
(72) 発明者 池中 清乃
東京都八王子市石川町2970番地 コニ
カ株式会社内
(72) 発明者 三森 満
東京都八王子市石川町2970番地 コニ
カ株式会社内
Fターム(参考) 2H049 AA16 AA57 AA64
2H087 KA13 LA01 NA14 RA46
最終頁に続く

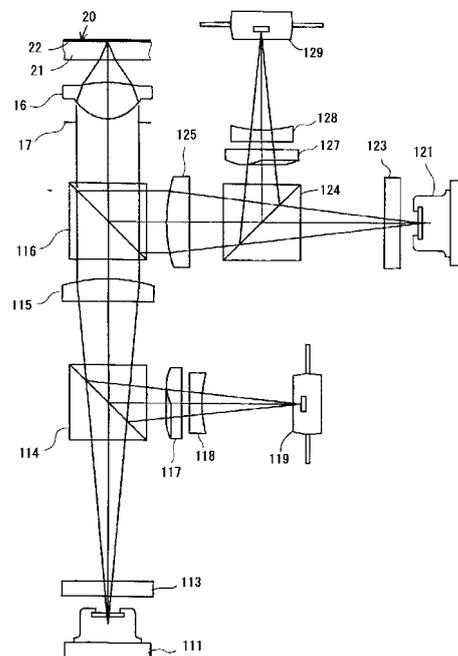
(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置、集光光学素子及び補正素子

(57) 【要約】

【課題】コンパクトな構成を有しながらも、高密度DVDに対して、或いは高密度DVDと従来のDVDの双方に対して適切に情報の記録及び再生を行える光ピックアップ装置及び、それに用いることのできる光学系を提供する。

【解決手段】対物レンズ16単体のみでは、波長1の半導体レーザ111からの光束と、波長2の半導体レーザ121からの光束の双方に対して、各条件において収差劣化のない集光スポットを形成することが困難という実情に鑑み、本発明では、対物レンズ16の回折構造と、コリメータ115、125とを用いて、各収差劣化をバランス良く抑えることで、例えば高密度DVDと従来のDVDの双方に対して適切に情報の記録及び再生を行うようにしている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

波長 1 ($380 \text{ nm} < \lambda_1 < 450 \text{ nm}$) の第 1 光源と、波長 2 ($600 \text{ nm} < \lambda_2 < 700 \text{ nm}$) の第 2 光源と、集光光学系とを有し、前記集光光学系が、回折構造を有する集光光学素子と、前記第 1 光源及び / 又は前記第 2 光源と前記集光光学素子との間に配置された補正素子とを備え、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び / 又は再生を行うことが可能となっており、且つ前記第 2 光源からの光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び / 又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

10

前記第 1 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過することにより発生する N 次回折光を用いて、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に第 1 スポットが形成され、前記第 2 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過することにより発生する M ($M < N$) 次回折光を用いて、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に第 2 スポットが形成され、

前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて前記第 1 光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられ、

前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 2 スポットにおいて、前記第 2 光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする光ピックアップ装置。

20

【請求項 2】

前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合における集光スポットの色収差が、情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられ、

前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 2 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合における集光スポットの色収差が、情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】

前記第 1 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_1 及び前記第 2 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_2 は、それぞれ、

30

$$0.5 \text{ mm} < t_1 < 0.7 \text{ mm} \quad (1)$$

$$0.5 \text{ mm} < t_2 < 0.7 \text{ mm} \quad (2)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】

前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び / 又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第 1 光源からの光束が通過したときに、 $3m$ (m は正の整数、以下同じ) 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第 2 光源からの光束が通過したときに、 $2m$ 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

40

【請求項 5】

前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び / 又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第 1 光源からの光束が通過したときに、 $8p$ (p は正の整数、以下同じ) 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第 2 光源からの光束が通過したときに、 $5p$ 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の

50

いずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】

前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び / 又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第 1 光源からの光束が通過したときに、 $2n$ (n は正の整数、以下同じ) 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第 2 光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】

前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみが通過する光路内、又は前記第 2 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されていることを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 8】

前記補正素子は、前記第 2 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記集光光学素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記補正素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 9】

前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び / 又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$1.15 / A < N_1 < 1.55 / A \quad (3)$$

(但し、 A は 3 m 又は 8 p であり、波長 λ の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすことを特徴とする請求項 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 10】

前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、

$$1.5 / k < N_2 < 4.5 / k \quad (4)$$

(但し、 k は、波長 λ の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 11】

前記補正素子の回折構造の回折パワーは正であることを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 12】

前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記補正素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記集光光学素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 13】

前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情

10

20

30

40

50

報記録媒体に対して情報の記録及び / 又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$4.5 / A \quad N_1 \quad 6.5 / A \quad (5)$$

(但し、 A は $3 \mu\text{m}$ 又は $8 \mu\text{m}$ であり、波長 λ_1 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすことを特徴とする請求項 12 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 14】

前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、

$$3.0 / k \quad N_2 \quad 8.0 / k$$

(6)

(但し、 k は、波長 λ_2 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすことを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 15】

前記補正素子の回折構造の回折パワーは負であることを特徴とする請求項 12 乃至 14 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 16】

前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束が通過する光路及び前記第 2 光源からの光束が通過する光路内に配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 17】

前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポット及び前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記集光光学素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポット及び前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットの温度変化により劣化する球面収差は、前記補正素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 16 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 18】

前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び / 又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$1.44 / (2n) \quad N_1 \quad 1.76 / (2n) \quad (7)$$

(但し、 $2n$ は、波長 λ_1 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすことを特徴とする請求項 12 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 19】

前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、

$$3.0 / k \quad N_2 \quad 8.0 / k$$

(8)

(但し、 k は、波長 λ_2 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすことを特徴とする請求項 17 又は 18 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 20】

前記補正素子の回折構造の回折パワーは正であることを特徴とする請求項 16 乃至 19 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 21】

前記第 1 光源からの光束に関する前記集光光学素子の焦点距離 f_1 は、

10

20

30

40

50

1 . 8 m m f 1 3 . 0 m m

(9

)

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 0 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 2】

前記集光光学素子と前記補正素子とを組み合わせた光学系の倍率 $m t$ は、

$- 1 / 3 m t - 1 / 1 0$

(1 0)

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 1 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 3】

光源波長の変動により劣化する球面収差を情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長が $1 0 n m$ 変化したときに、波面収差の球面収差変化量を $0 . 0 6 5 r m s$ 以下に抑えることを特徴とする請求項 1 乃至 2 2 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。 10

【請求項 2 4】

光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差を、情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長が $1 n m$ 変動したときに、変化前の最良像面位置において波面収差を $0 . 0 2 r m s$ 以下に抑えることを特徴とする請求項 1 乃至 2 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 5】

前記温度変化により劣化する球面収差を情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えるとは、温度が $3 0$ 変化したときに、波面収差の球面収差変化量を $0 . 0 4 r m s$ 以下に抑えることを特徴とする請求項 1 乃至 2 4 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。 20

【請求項 2 6】

前記第 1 光情報記録媒体に対して情報を記録及び / または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を $N A 1$ としたときに、

$0 . 6 3 N A 1 0 . 6 7$

(1 1)

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 5 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 7】

前記第 2 光情報記録媒体に対して情報を記録及び / または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を $N A 2$ としたときに、

$0 . 6 3 N A 2 0 . 6 7$

(1 2)

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。 30

【請求項 2 8】

前記第 1 光源における温度に対する波長の変動 $1 / T$ は、

$0 . 0 3 n m 1 / T 0 . 1 n m$ (1 3)

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 7 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 2 9】

前記第 2 光源における温度に対する波長の変動 $2 / T$ は、

$0 . 1 5 n m 2 / T 0 . 2 5 n m$ (1 4)

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 2 8 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。 40

【請求項 3 0】

波長 $3 (7 5 0 n m < 3 < 8 0 0 n m)$ の第 3 光源を有し、前記集光光学系は、前記第 3 光源からの発散光束を、厚さ $t 3$ の保護層を介して第 3 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び / 又は再生を行うことが可能となっていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3 1】

前記波長 3 の入射光束に対する前記集光光学素子の光学系倍率は $m o$ は、 50

- $1/12 < m_0 < -1/14$ (15)

を満たすことを特徴とする請求項30に記載の光ピックアップ装置。

【請求項32】

波長 λ_3 ($750 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$) の第3光源を有し、前記集光光学系は、前記第3光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第3光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっており、前記第3光源からの光束が通過したときに、 $(3m/2)$ 次(但し $3m/2$ は整数)回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項4, 7乃至15のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項33】

前記波長 λ_3 の入射光束に対する前記集光光学素子の光学系倍率は m_0 は、

- $1/12 < m_0 < -1/14$ (16)

を満たす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】

波長 λ_3 ($750 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$) の第3光源を有し、前記集光光学系は、前記第3光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第3光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっており、前記第3光源からの光束が通過したときに、 $4p$ 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項5, 7乃至15のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項35】

前記波長 λ_3 の入射光束に対する前記集光光学素子の光学系倍率は m_0 は、

- $1/12 < m_0 < -1/14$ (17)

を満たすことを特徴とする請求項34に記載の光ピックアップ装置。

【請求項36】

波長 λ_3 ($750 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$) の第3光源を有し、前記集光光学系は、前記第3光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第3光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっており、前記第3光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなることを特徴とする請求項16乃至20のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項37】

前記第2光源と前記第3光源とは、前記集光光学素子からの光軸上の距離が等しくなる位置に配置されていることを特徴とする請求項36に記載の光ピックアップ装置。

【請求項38】

前記波長 λ_3 の入射光束に対する前記集光光学素子の光学系倍率は m_0 は、

- $1/12 < m_0 < -1/14$ (18)

を満たすことを特徴とする請求項36又は37に記載の光ピックアップ装置。

【請求項39】

前記第3光源からの光束のみが通過する光路内に、前記第3光源からの光束の発散角又は収束角を変更するカップリングレンズを有することを特徴とする請求項30乃至38のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項40】

波長 λ_1 ($380 \text{ nm} < \lambda_1 < 450 \text{ nm}$) の第1光源と、集光光学系とを有し、前記集光光学系が、回折構造を有する集光光学素子と、前記第1光源と前記集光光学素子との間に配置された補正素子とを備え、前記集光光学系が、前記第1光源からの光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となる光ピックアップ装置において、前記第1光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第1スポットにおいて前記第1光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の

10

20

30

40

50

記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 4 1】

前記集光光学素子は、前記第 1 光源からの光束を集光するための集光光学素子を含み、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部には、回折構造が形成されており、前記第 1 光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過したときに回折効率が最大となる回折光の次数を K_{BOL} とし、前記集光光学素子の回折構造の輪帯数を n_{BOL} としたときに、

$$90 < n_{BOL} \cdot K_{BOL} < 130 \quad (19)$$

を満たすことを特徴とする請求項 4 0 に記載の光ピックアップ装置。

10

【請求項 4 2】

前記補正素子の少なくとも一つの光学面の一部には、回折構造が形成されており、前記第 1 光源からの光束が前記補正素子の回折構造を通過したときに回折効率が最大となる回折光の次数を K_{COL} とし、前記補正素子の回折構造の輪帯数を n_{COL} としたときに、

$$30 < n_{COL} \cdot K_{COL} < 130 \quad (20)$$

を満たすことを特徴とする請求項 4 0 又は 4 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 3】

前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差が、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられていることを特徴とする請求項 4 0 乃至 4 2 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

20

【請求項 4 4】

前記第 1 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_1 は、

$$0.5 \text{ mm} < t_1 < 0.7 \text{ mm} \quad (21)$$

を満たすことを特徴とする請求項 4 0 乃至 4 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 5】

前記第 1 光源からの光束に関する前記集光光学素子の焦点距離 f_1 は、

$$1.8 \text{ mm} < f_1 < 3.0 \text{ mm} \quad (22)$$

を満たすことを特徴とする請求項 4 0 乃至 4 4 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

30

【請求項 4 6】

前記集光光学素子と前記補正素子とを組み合わせた光学系の倍率 m_t は、

$$-1/3 < m_t < -1/10 \quad (23)$$

を満たすことを特徴とする請求項 4 0 乃至 4 5 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 7】

前記光源波長の変動により劣化する球面収差を情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長が 10 nm 変化したときに、波面収差の球面収差変化量を 0.07 rms 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 4 0 乃至 4 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

40

【請求項 4 8】

光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差を、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長が 1 nm 変動したときに、変化前の最良像面位置において波面収差を 0.02 rms 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 4 0 乃至 4 7 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4 9】

前記温度変化により劣化する球面収差を情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えるとは、温度が 30 変化したときに、波面収差の球面収差変化量を 0.04 rms 以下に抑えることであることを特徴とする請求項 4 0 乃至 4 8 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

50

【請求項 50】

前記第1光情報記録媒体に対して情報を記録及び/または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数をNA1としたときに、

$$0.63 \leq NA1 \leq 0.67$$

(24)

を満たすことを特徴とする請求項40乃至49のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 51】

前記第1光源における温度に対する波長の変動 $1/T$ は、

$$0.03 \text{ nm} \leq 1/T \leq 0.1 \text{ nm} \quad (25)$$

を満たすことを特徴とする請求項40乃至50のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

10

【請求項 52】

請求項1乃至51のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いることを特徴とする集光光学素子。

【請求項 53】

請求項1乃至51のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いることを特徴とする補正素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップ装置及びそれに用いる光学素子に関し、特に、青紫色レーザ及びそれ以外のレーザを用いて情報の記録及び/又は再生が可能な光ピックアップ装置及びそれに用いる光学素子に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

近年、短波長赤色半導体レーザの実用化に伴い、従来の光ディスク（光情報記録媒体ともいう）である、CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクであるDVD（デジタルバーサタイルディスク）が開発・製品化されているが、近い将来には、より高密度な次世代の光ディスクが登場することが予想される。このような次世代の光ディスクを媒体とした光情報記録再生装置（光ピックアップ装置ともいう）の集光光学系では、記録信号の高密度化を図るため、或いは高密度記録信号を再生するため、対物レンズを介して情報記録面上に集光するスポットの径を小さくすることが要求される。そのためには、光源であるレーザの短波長化や対物レンズの高開口数化が必要となる。短波長レーザ光源としてその実用化が期待されているのは、波長400nm程度の青紫色半導体レーザである。

30

【0003】

このような波長400nm程度の青紫色半導体レーザを用いて、情報の記録/再生を行える高密度光ディスクシステムの研究・開発が進んでいる。一例として、NA0.85、光源波長405nmの仕様で情報記録/再生を行う光ディスク（以下、本明細書ではかかる光ディスクを「高密度DVD」と呼ぶ）では、DVD（NA0.6、光源波長650nm、記憶容量4、7GB）と同じ大きさである直径12cmの光ディスクに対して、1面あたり20~30GBの情報の記録が可能である。

40

【0004】

ここで、かかる高密度DVD用の光ピックアップ装置において、高NAの対物レンズをプラスチックレンズとした場合、温度変化に伴う屈折率変化により発生する球面収差が問題となる。かかる問題は、温度変化に伴う屈折率変化において、プラスチックレンズがガラスレンズに比べて2桁程度大きいことに起因して発生する。この温度収差は、NAの4乗に比例するので、高密度DVDに用いられるNA0.85の対物レンズをプラスチックレンズとした場合には、使用可能な温度範囲が非常に狭くなってしまいうので、実用上問題となる。又、半導体レーザは、モードホップと呼ばれる波長変動現象を本来的に引き起こすため、モードホップが生じても情報記録面上の集光スポットにおける収差を抑制する必

50

要がある。加えて、一般に半導体レーザは、発信波長の個体間バラツキがあるが、ある程度バラツキのある半導体レーザと対物レンズの組み合わせでも、情報の記録/再生を可能とする程度に適切な集光スポットを形成する必要がある。そのためには、何らかの手法によって、光源波長変動によって生じる球面収差を抑制しなくてはならない。

【0005】

更に、このように高密度DVDに対して適切に情報を記録/再生できるというだけでは、光ピックアップ装置の製品としての価値は十分なものとはいえない。現在において、多種多様な情報を記録したDVDが販売されている現実をふまえると、高密度DVDに対して適切に情報を記録/再生できるだけではならず、例えばユーザーが所有している従来のDVDに対しても同様に適切に情報を記録/再生できるようにすることが、互換タイプの光ピックアップ装置として製品の価値を高めることに通じるのである。このような背景から、互換タイプの光ピックアップ装置に用いる集光光学系は、高密度DVDに対して情報を記録/再生する際にその情報記録面に形成された集光スポットにおいて、温度変化に起因した収差劣化、波長変動に起因した収差劣化、及びモードホップ時の収差劣化(又は色収差)を全て適正に抑える必要があると共に、従来のDVDに対して情報を記録/再生する際にその情報記録面に形成された集光スポットにおいて、温度変化に起因した収差劣化、波長変動に起因した収差劣化、及びモードホップ時の収差劣化(又は色収差)を全て適正に抑える必要があるといえる。しかるに、このような複数の収差条件を単一の集光光学系で満足させることは極めて困難といえる。しかしながら、青紫色レーザ光と従来のレーザ光とをそれぞれ別個に集光するために、個々に対物レンズを含む集光光学系を2つ設けると、光ピックアップ装置の大型化を招き、又コストも増大するという問題がある。尚、青紫色レーザ光と従来のレーザ光とを単一の集光光学系で集光させる構成は、例えば以下の特許文献1に開示されているが、温度特性や波長特性を考慮した設計について開示がない。

10

20

【特許文献1】

特開2000-93179

【0006】

本発明は、かかる問題点に鑑みて成されたものであり、コンパクトな構成を有しながらも、高密度DVDに対して、或いは高密度DVDと従来のDVDの双方に対して適切に情報の記録及び/再生を行える光ピックアップ装置及び、それに用いることのできる光学系を提供することを目的とする。

30

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光ピックアップ装置は、波長1($380\text{nm} < 1 < 450\text{nm}$)の第1光源と、波長2($600\text{nm} < 2 < 700\text{nm}$)の第2光源と、集光光学系とを有し、前記集光光学系が、回折構造を有する集光光学素子と、前記第1光源及び/又は前記第2光源と前記集光光学素子との間に配置された補正素子とを備え、前記集光光学系が、前記第1光源からの光束を、厚さt1の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっており、且つ前記第2光源からの光束を、厚さt2の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、前記第1光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過することにより発生するN次回折光を用いて、前記第1光情報記録媒体の情報記録面に第1スポットが形成され、前記第2光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過することにより発生するM(M < N)次回折光を用いて、前記第2光情報記録媒体の情報記録面に第2スポットが形成され、前記第1光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第1スポットにおいて前記第1光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられ、前記第2光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第2スポットにおいて、前記第2光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により劣化する球面収差とが、情報

40

50

の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられているものである。すなわち、前記集光光学素子単体のみでは、波長 1 の光源からの光束と、波長 2 の光源からの光束の双方に対して、各条件において収差劣化のない集光スポットを形成することが困難という実情に鑑み、本発明では、前記集光光学素子の回折構造と、前記補正素子とを用いて、各収差劣化をバランス良く抑えることで、例えば高密度 DVD と従来の DVD の双方に対して適切に情報の記録及び/再生を行うようにしているのである。尚、後述するように、前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみを通過させる場合と、前記第 1 光源からの光束のみを通過させる場合と、双方の光源からの光束を通過させる場合とが存在する。

【0008】

請求項 2 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 1 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合における集光スポットの色収差が、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられ、前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第 2 スポットにおいて、光源の波長が変化した場合における集光スポットの色収差が、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられているので、例えば高密度 DVD と従来の DVD の双方に対して適切に情報の記録及び/再生を行うことができる。

10

【0009】

請求項 3 に記載の光ピックアップ装置は、前記第 1 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_1 及び前記第 2 光情報記録媒体の保護層の厚さ t_2 は、それぞれ、

$$0.5 \text{ mm} \quad t_1 \quad 0.7 \text{ mm} \quad (1)$$

20

$$0.5 \text{ mm} \quad t_2 \quad 0.7 \text{ mm} \quad (2)$$

を満たすと好ましい。

【0010】

請求項 4 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第 1 光源からの光束が通過したときに、 $3m$ (m は正の整数、以下同じ) 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第 2 光源からの光束が通過したときに、 $2m$ 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

30

【0011】

請求項 5 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第 1 光源からの光束が通過したときに、 $8p$ (p は正の整数、以下同じ) 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第 2 光源からの光束が通過したときに、 $5p$ 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

【0012】

請求項 6 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部における、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に前記回折構造が設けられ、前記第 1 光源からの光束が通過したときに、 $2n$ (n は正の整数、以下同じ) 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなり、前記第 2 光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

40

【0013】

請求項 7 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみが通過する光路内、又は前記第 2 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されていると好ましい。

50

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、前記第 2 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記集光光学素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記補正素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられていると好ましい。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び / 又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$1.15 / A \leq N_1 \leq 1.55 / A \quad (3)$$

(但し、 A は $3 \mu\text{m}$ 又は $8 \mu\text{m}$ であり、波長 λ_1 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすと好ましい。

【 0 0 1 6 】

請求項 10 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、

$$1.5 / k \leq N_2 \leq 4.5 / k \quad (4)$$

(但し、 k は、波長 λ_2 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすと好ましい。

【 0 0 1 7 】

請求項 11 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子の回折構造の回折パワーは正であると好ましい。

【 0 0 1 8 】

請求項 12 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、前記第 1 光源からの光束のみが通過する光路内に配置されており、前記第 1 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 1 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記補正素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第 2 情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第 2 スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記集光光学素子により情報の記録及び / 又は再生に必要な範囲に抑えられていると好ましい。

【 0 0 1 9 】

請求項 13 に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第 1 光情報記録媒体と前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び / 又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$4.5 / A \leq N_1 \leq 6.5 / A \quad (5)$$

(但し、 A は $3 \mu\text{m}$ 又は $8 \mu\text{m}$ であり、波長 λ_1 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすと好ましい。

【 0 0 2 0 】

請求項 14 に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、

$$3.0 / k \leq N_2 \leq 8.0 / k \quad (6)$$

(但し、 k は、波長 λ_2 の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

10

20

30

40

50

を満たすと好ましい。

【0021】

請求項15に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子の回折構造の回折パワーは負であると好ましい。

【0022】

請求項16に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、前記第1光源からの光束が通過する光路及び前記第2光源からの光束が通過する光路内に配置されていると好ましい。

【0023】

請求項17に記載の光ピックアップ装置は、前記第1情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第1スポット及び前記第2情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第2スポットにおける光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差は、前記集光光学素子により情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられており、前記第1情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第1スポット及び前記第2情報記録媒体の情報記録面に形成される前記第2スポットの温度変化により劣化する球面収差は、前記補正素子により情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられていると好ましい。

【0024】

請求項18に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子に設けられた回折構造のうち、前記第1光情報記録媒体と前記第2光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生を行う際に共通して光束が通過する領域に存在する回折輪帯の数 N_1 は、

$$1.44 / (2n) \quad N_1 \quad 1.76 / (2n) \quad (7)$$

(但し、 $2n$ は、波長1の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすと好ましい。

【0025】

請求項19に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子は、少なくとも一つの光学面に回折構造を有し、前記補正素子の回折構造における回折輪帯数 N_2 は、

$$3.0 / k \quad N_2 \quad 8.0 / k$$

(8)

(但し、 k は、波長2の光束における回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高い次数)

を満たすと好ましい。

【0026】

請求項20に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子の回折構造の回折パワーは正であると好ましい。

【0027】

請求項21に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光源からの光束に関する前記集光光学素子の焦点距離 f_1 は、

$$1.8 \text{ mm} \quad f_1 \quad 3.0 \text{ mm} \quad (9)$$

)

を満たすと好ましい。

【0028】

請求項22に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子と前記補正素子とを組み合わせた光学系の倍率 m_t は、

$$-1/3 \quad m_t \quad -1/10$$

(10)

を満たすと好ましい。

【0029】

請求項23に記載の光ピックアップ装置は、前記光源波長の変動により劣化する球面収差を情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えらるるとは、光源波長が10nm変化した

ときに、波面収差の球面収差変化量を 0.07 rms 以下に抑えることであると好ましい。

【0030】

請求項24に記載の光ピックアップ装置は、光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差を、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長が 1 nm 変動したときに、変化前の最良像面位置において波面収差を 0.02 rms 以下に抑えることであると好ましい。

【0031】

請求項25に記載の光ピックアップ装置は、前記温度変化により劣化する球面収差を情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えるとは、温度が 30 変化したときに、波面収差の球面収差変化量を 0.04 rms 以下に抑えることであると好ましい。尚、本明細書中、 λ とは入射光束の光源波長をいうものとする。

10

【0032】

請求項26に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光情報記録媒体に対して情報を記録及び/または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を NA_1 としたときに、 $0.63 < NA_1 < 0.67$

(11)

を満たすと好ましい。

【0033】

請求項27に記載の光ピックアップ装置は、前記第2光情報記録媒体に対して情報を記録及び/または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数を NA_2 としたときに、 $0.63 < NA_2 < 0.67$

(12)

を満たすと好ましい。

20

【0034】

請求項28に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光源における温度に対する波長の変動 λ_1 / T は、

$$0.03 \text{ nm} < \lambda_1 / T < 0.1 \text{ nm} \quad (13)$$

を満たすと好ましい。

【0035】

請求項29に記載の光ピックアップ装置は、前記第2光源における温度に対する波長の変動 λ_2 / T は、

$$0.15 \text{ nm} < \lambda_2 / T < 0.25 \text{ nm} \quad (14)$$

を満たすと好ましい。

30

【0036】

請求項30に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_3 ($750 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$) の第3光源を有し、前記集光光学系は、前記第3光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第3光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっていると、例えば高密度DVD、従来のDVDに加え、更にCDに対しても情報の記録/再生が可能となる。

40

【0037】

請求項31に記載の光ピックアップ装置は、前記波長 λ_3 の入射光束に対する前記集光光学素子の光学系倍率は m_o は、

$$-1/12 < m_o < -1/14 \quad (15)$$

を満たすと好ましい。

【0038】

請求項32に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_3 ($750 \text{ nm} < \lambda_3 < 800 \text{ nm}$) の第3光源を有し、前記集光光学系は、前記第3光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第3光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっており、前記第3光源からの光束が通過したときに、

50

(3m/2)次(但し3m/2は整数)回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

【0039】

請求項33に記載の光ピックアップ装置は、前記波長 λ_3 の入射光束に対する前記集光光学素子の光学系倍率は m_o は、

$$-1/12 < m_o < -1/14 \quad (16)$$

を満たすと好ましい。

【0040】

請求項34に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_3 (750nm< λ_3 <800nm)の第3光源を有し、前記集光光学系は、前記第3光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第3光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっており、前記第3光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

10

【0041】

請求項35に記載の光ピックアップ装置は、前記波長 λ_3 の入射光束に対する前記集光光学素子の光学系倍率は m_o は、

$$-1/12 < m_o < -1/14 \quad (17)$$

を満たすと好ましい。

【0042】

請求項36に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_3 (750nm< λ_3 <800nm)の第3光源を有し、前記集光光学系は、前記第3光源からの発散光束を、厚さ t_3 の保護層を介して第3光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となっており、前記第3光源からの光束が通過したときに、 n 次回折光の回折効率が、発生する他の次数の回折光の回折効率より高くなると好ましい。

20

【0043】

請求項37に記載の光ピックアップ装置は、前記第2光源と前記第3光源とは、前記集光光学素子からの光軸上の距離が等しくなる位置に配置されていると好ましい。尚、「集光光学素子からの光軸上の距離が等しくなる位置に配置されている」とは、例えば2レーザ1パッケージのように、半導体レーザである前記第2光源と前記第3光源とが、光軸に直交する同一基板上に設置されたとき状態をいう。

30

【0044】

請求項38に記載の光ピックアップ装置は、前記波長 λ_3 の入射光束に対する前記集光光学素子の光学系倍率は m_o は、

$$-1/12 < m_o < -1/14 \quad (18)$$

を満たすと好ましい。

【0045】

請求項39に記載の光ピックアップ装置は、前記第3光源からの光束のみが通過する光路内に、前記第3光源からの光束の発散角又は収束角を変更するカップリングレンズを有すると、前記第3の光情報記録媒体に対しても適切に情報の記録/再生を行うことができる。

40

【0046】

請求項40に記載の光ピックアップ装置は、波長 λ_1 (380nm< λ_1 <450nm)の第1光源と、集光光学系とを有し、前記集光光学系が、回折構造を有する集光光学素子と、前記第1光源と前記集光光学素子との間に配置された補正素子とを備え、前記集光光学系が、前記第1光源からの光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となる光ピックアップ装置において、前記第1光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第1スポットにおいて前記第1光源の波長変化により劣化する球面収差と、温度変化により

50

劣化する球面収差とが、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられているので、例えば高密度DVDに対して適切に情報の記録/再生を行うことができる。

【0047】

請求項41に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子は、前記第1光源からの光束を集光するための集光光学素子を含み、前記集光光学素子の少なくとも一つの光学面の一部には、回折構造が形成されており、前記第1光源からの光束が前記集光光学素子の回折構造を通過したときに回折効率が最大となる回折光の次数を K_{BOL} とし、前記集光光学素子の回折構造の輪帯数を n_{BOL} としたときに、

$$90 < n_{BOL} \cdot K_{BOL} < 130 \quad (19)$$

を満たすと好ましい。

10

【0048】

請求項42に記載の光ピックアップ装置は、前記補正素子の少なくとも一つの光学面の一部には、回折構造が形成されており、前記第1光源からの光束が前記補正素子の回折構造を通過したときに回折効率が最大となる回折光の次数を K_{COL} とし、前記補正素子の回折構造の輪帯数を n_{COL} としたときに、

$$30 < n_{COL} \cdot K_{COL} < 130 \quad (20)$$

を満たすと好ましい。

【0049】

請求項43に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光情報記録媒体の情報記録面に形成された前記第1スポットにおいて、光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差が、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えられていると好ましい。

20

【0050】

請求項44に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光情報記録媒体の保護層の厚さ t_1 は、

$$0.5 \text{ mm} < t_1 < 0.7 \text{ mm} \quad (21)$$

を満たすと好ましい。

【0051】

請求項45に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光源からの光束に関する前記集光光学素子の焦点距離 f_1 は、

$$1.8 \text{ mm} < f_1 < 3.0 \text{ mm} \quad (22)$$

を満たすと好ましい。

30

【0052】

請求項46に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学素子と前記補正素子とを組み合わせさせた光学系の倍率 m_t は、

$$-1/3 < m_t < -1/10 \quad (23)$$

を満たすと好ましい。

【0053】

請求項47に記載の光ピックアップ装置は、前記光源波長の変動により劣化する球面収差を情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長が 10 nm 変化したときに、波面収差の球面収差変化量を 0.07 rms 以下に抑えることであると好ましい。

40

【0054】

請求項48に記載の光ピックアップ装置は、光源の波長が変化した場合の集光スポットの色収差を、情報の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えるとは、光源波長が 1 nm 変動したときに、変化前の最良像面位置において波面収差を 0.02 rms 以下に抑えることであると好ましい。

【0055】

請求項49に記載の光ピックアップ装置は、前記温度変化により劣化する球面収差を情報

50

の記録及び/又は再生に必要な範囲に抑えるとは、温度が30℃変化したときに、波面収差の球面収差変化量を0.04 rms以下に抑えることであると好ましい。

【0056】

請求項50に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光情報記録媒体に対して情報を記録及び/または再生するのに必要な前記集光光学素子の像側開口数をNA1としたときに、

$$0.63 < NA1 < 0.67$$

(24)を満たすと好ましい。

【0057】

請求項51に記載の光ピックアップ装置は、前記第1光源における温度に対する波長の変動 λ / T は、

$$0.03 \text{ nm} < \lambda / T < 0.1 \text{ nm} \quad (25)$$

を満たすと好ましい。

【0058】

請求項52に記載の集光光学素子は、請求項1乃至51のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いることを特徴とする。

【0059】

請求項53に記載の補正素子は、請求項1乃至51のいずれかに記載の光ピックアップ装置に用いることを特徴とする。

【0060】

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

【0061】

回折構造が、集光光学素子、補正素子に2面以上形成されている場合には、式(3)、(4)、(5)、・・・の回折輪帯数は、各面の回折輪帯数の総和とする。

【0062】

本明細書中において、集光光学素子とは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズ(例えば対物レンズ)を指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズを指すものとする。従って、本明細書中において、集光光学素子の光情報記録媒体側(像側)の開口数NAとは、集光光学素子の最も光情報記録媒体側に位置する面の開口数NAを指すものである。また、本明細書中では必要開口数NAは、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいはそれぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録または再生をするために必要なスポット径を得ることができる回折限界性能の対物レンズの開口数を示すものとする。

【0063】

本明細書中において、第1光情報記録媒体とは、例えば、高密度DVD系の光ディスクをいい、第2光情報記録媒体とは、再生専用用いるDVD-ROM, DVD-Videoその他、再生/記録を兼ねるDVD-RAM, DVD-R, DVD-RW等の各種DVD系の光ディスクを含むものである。又、第3光情報記録媒体とは、CD-R, CD-RW等のCD系の光ディスクをいう。更に、本明細書中で保護層の厚さtといった時は、t=0を含むものである。

【0064】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明をさらに詳細に説明する。図1は、高密度DVD(第1の

光ディスクともいう)と従来のDVD(第2の光ディスクともいう)の双方に対して情報の記録/再生を行える、第1の実施の形態にかかる光情報記録再生装置又は光ピックアップ装置の概略構成図である。図1においては、第1光源としての第1半導体レーザ111(波長 $\lambda_1 = 380\text{nm} \sim 450\text{nm}$)から出射された光束は、1/4波長板113及び第1のビームスプリッタ114を透過し、補正素子であるコリメータ115で平行光束に変換された後、更に第2のビームスプリッタ116を通過し、さらに絞り17によって絞られ、集光光学素子としての対物レンズ16により第1の光ディスク20の保護層21(厚さ $t_1 = 0.5 \sim 0.7\text{mm}$)を介して情報記録面22に集光される。

【0065】

そして情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17を透過して、第2のビームスプリッタ116、コリメータ115を通過し、第1のビームスプリッタ114に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ117で非点収差が与えられ、凹レンズ118を介して光検出器119上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク20に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

10

【0066】

また、光検出器119上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ(不図示)が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディスク20の記録面22上に結像するように対物レンズ16を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ16を移動させる。

20

【0067】

一方、第2半導体レーザ121(波長 $\lambda_2 = 600\text{nm} \sim 700\text{nm}$)から出射された光束は、1/4波長板123及び第3のビームスプリッタ124を透過し、補正素子であるコリメータ125で平行光束に変換された後、更に第2のビームスプリッタ116を通過し、さらに絞り17によって絞られ、対物レンズ16により第2の光ディスク20の保護層21(厚さ $t_2 = 0.5 \sim 0.7\text{mm}$)を介して情報記録面22に集光される。

【0068】

そして情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17を透過して、第2のビームスプリッタ116に入射し、ここで反射され、コリメータ125を通過し、第3のビームスプリッタ124に入射し、更に反射され、シリンドリカルレンズ127で非点収差が与えられ、凹レンズ128を介して光検出器129上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク20に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

30

【0069】

また、光検出器129上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ(不図示)が第2の半導体レーザ121からの光束を第2の光ディスク20の記録面22上に結像するように対物レンズ16を移動させると共に、半導体レーザ121からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ16を移動させる。

【0070】

尚、図1では第1半導体レーザ111と対物レンズ16との間、及び第2半導体レーザ121と対物レンズ16との間の光路内に、それぞれ補正素子としてのコリメータ115、125を挿入しているが、補正機能を備えたコリメータを、いずれかの光路内に挿入しても良い。後述する実施例は、コリメータ125(DVD用)のみが補正機能を有し、高密度DVD、DVD及びCDの互換性を持たせた(これらの光情報記録媒体のいずれに対しても情報の記録/再生を行えるようにするの意味、以下同じ)場合(実施例1)、コリメータ115(高密度DVD用)のみが補正機能を有し、高密度DVD及びDVDの互換性を持たせた(実施例2)場合、或いは高密度DVD、DVD及びCDの互換性を持たせた(実施例3,4,5)場合に相当する。尚、実施例1,3,4,5の場合、図1では第3の光情報記録媒体(ここではCD)の光源や光路は省略して示されている。これらの場合

40

50

、第3の光情報記録媒体に対して情報の記録/再生を行わない、高密度DVDとDVDとの間でのみ互換性を持たせた光ピックアップ装置に用いることもできる。

【0071】

図2は、高密度DVDのみに対して情報の記録/再生を行う、第2の実施の形態にかかる光情報記録再生装置又は光ピックアップ装置の概略構成図である。図2においては、第1光源としての第1半導体レーザ111(波長 $\lambda = 380\text{nm} \sim 450\text{nm}$)から出射された光束は、1/4波長板113及びビームスプリッタ114を透過し、補正素子であるコリメータ115で平行光束に変換された後、さらに絞り17によって絞られ、集光光学素子としての対物レンズ16により第1の光ディスク20の保護層21(厚さ $t_1 = 0.5 \sim 0.7\text{mm}$)を介して情報記録面22に集光される。

10

【0072】

そして情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17を透過して、コリメータ115を通過し、ビームスプリッタ114に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ117で非点収差が与えられ、凹レンズ118を介して光検出器119上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク20に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0073】

また、光検出器119上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ(不図示)が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディスク20の記録面22上に結像するように対物レンズ16を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ16を移動させる。

20

【0074】

以下、上述の実施の形態に好適な実施例について説明する。

対物レンズの両面は[数1]で示される非球面である。ただし、Zは光軸方向の軸で、hは光軸からの高さ、rは近軸曲率半径、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数である。

【数1】

$$Z = \frac{(h^2/r)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum_{i=1}^9 A_i h^{2i}$$

30

【0075】

更に、対物レンズの光源側非球面の表面には回折構造が一体で形成されている。この回折構造は、プレーズ化波長 B に対する光路差関数により単位をmmとして[数2]で表される。この2次係数が回折部分の近軸的なパワーが表される。また、2次以外の係数、例えば4次、6次係数等で球面収差を制御できる。ここで制御できるとは、屈折部分が有する球面収差を回折部分で逆特性の球面収差を持たせてトータルとして球面収差を補正したり、回折部分の波長依存性を利用して、入射波長によって球面収差を補正したりフレアを生じさせたりすることができる。この場合、温度変化時の球面収差も、屈折部分の球面収差の温度変化と回折部分の球面収差変化のトータルと考えることができる。

40

【数2】

$$\Phi = \sum_{i=1}^{\infty} c_{2i} h^{2i} \quad (\text{mm})$$

【 0 0 7 6 】

(実施例 1)

本実施例は、図 1 における第 2 の半導体レーザ 1 2 1 と対物レンズ 1 6 の間の光路内のみ補正素子としてのコリメータ 1 2 5 を挿入した場合 (すなわちコリメータ 1 1 5 には補正機能なし) に好適な実施例である。表 1, 2 に、本実施例にかかる光学系 (対物レンズ + コリメータ) のレンズデータを示す。表 1, 2 より明らかであるが、対物レンズ 1 6 において、第 1 半導体レーザ 1 1 1 と第 2 半導体レーザ 1 2 1 とが通過する領域 (共用領域という) に回折構造が設けられ、またコリメータ 1 2 5 にも回折構造が設けられている。尚、これ以降 (表のレンズデータ含む) において、10 のべき乗数 (例えば、 2.5×10^{-3}) を、E (例えば、 $2.5 \times E^{-3}$) を用いて表すものとする。

【表 1】

実施例 1 レンズデータ

対物レンズの焦点距離
像面側開口数 $f_1=2.4\text{mm}$
NA1:0.65 $f_2=2.46\text{mm}$
NA2:0.65 $f_3=2.49\text{mm}$
NA3:0.45

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		∞		12.75		33.74	
1	-8.67751			1.5	1.540513		
2	-3.85279			5	1.0		
3(絞り径)	∞	0.1(ϕ 3.120mm)		0.1(ϕ 3.192mm)		0.1(ϕ 2.401mm)	
4	1.59131	1.60000	1.524609	1.60000	1.506732	1.60000	1.503453
4'	2.16692	0.15126	1.524609	0.15126	1.506732	0.15126	1.503453
5	-5.85891	1.12	1.0	1.16	1.0	1.01	1.0
5'	-5.51220	0.00000	1.0	0.00000	1.0	0.00000	1.0
6	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	1.2	1.57063
7	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

*d4'、d5'はそれぞれ第4面から第4'面、第5面から第5'面までの変位を表す。

【表 2】

10

20

30

非球面データ

第1面 (DVD専用)

非球面係数

κ $-2.7276 \times E-0$
 A1 $-4.5283 \times E-4$ P1 4.0
 A2 $+1.3214 \times E-4$ P2 6.0

光路差関数

C2 $+1.6614 \times E+1$
 C4 $+3.3501 \times E-0$
 C6 $+1.5629 \times E-0$
 C8 $+3.2769 \times E-2$
 C10 $-2.7011 \times E-2$

第2面 (DVD専用)

非球面係数

κ $-0.1000 \times E-0$
 A1 $-1.4368 \times E-3$ P1 4.0
 A2 $-8.1143 \times E-4$ P2 6.0

第4面 ($0 < h < 1.56 \text{mm}$: HD-DVD/DVD共有領域)

非球面係数

κ $-7.4653 \times E-1$
 A1 $+8.3080 \times E-3$ P1 4.0
 A2 $-8.7702 \times E-4$ P2 6.0
 A3 $+1.3463 \times E-3$ P3 8.0
 A4 $-7.9116 \times E-4$ P4 10.0
 A5 $+2.9845 \times E-4$ P5 12.0
 A6 $-6.6527 \times E-5$ P6 14.0

光路差関数

C2 $-1.2851 \times E-1$
 C4 $-1.8026 \times E-0$
 C6 $-1.1807 \times E-2$
 C8 $-1.0354 \times E-1$
 C10 $+4.8953 \times E-3$

第4面 ($1.56 \text{mm} \leq h$: DVD専用領域)

非球面係数

κ $-7.4653 \times E-1$
 A1 $+8.3080 \times E-3$ P1 4.0
 A2 $-8.7702 \times E-4$ P2 6.0
 A3 $+1.3463 \times E-3$ P3 8.0
 A4 $-7.9116 \times E-4$ P4 10.0
 A5 $+2.9845 \times E-4$ P5 12.0
 A6 $-6.6527 \times E-4$ P6 14.0

光路差関数

C2 $-4.0492 \times E+1$
 C4 $+1.2757 \times E-0$
 C6 $+2.8435 \times E-0$
 C8 $+1.0392 \times E-0$
 C10 $-9.0342 \times E-1$

第5面 ($0 < h < 1.287 \text{mm}$)

非球面係数

κ $-9.6287 \times E+1$
 A1 $-3.4537 \times E-2$ P1 4.0
 A2 $+1.2630 \times E-2$ P2 6.0
 A3 $-9.0327 \times E-3$ P3 8.0
 A4 $+2.2022 \times E-3$ P4 10.0
 A5 $-1.0621 \times E-4$ P5 12.0
 A6 $-3.1979 \times E-5$ P6 14.0

第5面 ($1.287 \text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ $-1.5903 \times E+2$
 A1 $+8.4430 \times E-4$ P1 4.0
 A2 $+1.2839 \times E-2$ P2 6.0
 A3 $-9.6961 \times E-3$ P3 8.0
 A4 $+1.9433 \times E-3$ P4 10.0
 A5 $-8.6437 \times E-5$ P5 12.0
 A6 $-1.8294 \times E-5$ P6 14.0

【 0 0 7 7 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

- (1) 対物レンズ共用領域回折輪帯数 (1次回折) N1 : 2 3
 (2) コリメータ輪帯数 (2次回折) N2 : 1 8

10

20

30

40

50

(3) 高密度DVD (第1光ディスク) 側光学系倍率 m_o : - 1 / 6

(4) 保護層の厚さ t_1 , t_2 : 0.6 mm、 t_3 : 1.2 mm

(5) 対物レンズ共用領域の回折構造により最大の回折効率となる回折光の次数

高密度DVD : 従来のDVD : CD = 6 : 4 : 3

(6) 各波長の光に対する対物レンズの光学系倍率

高密度DVD : 従来のDVD : CD = 0 : 0 : - 1 / 12.7

【0078】

尚、本実施例の集光光学系は、請求項4, 32等の光ピックアップ装置に用いると好適である。

【0079】

(実施例2~5)

本実施例2~5は、図1における第1の半導体レーザ111と対物レンズ16の間の光路内にのみ補正素子としてのコリメータ115を挿入した場合(すなわちコリメータ125には補正機能なし)に好適な実施例である。

【0080】

(実施例2)

表3、4に、実施例2にかかる集光光学系(対物レンズ+コリメータ)のレンズデータを示す。

【表3】

実施例2 レンズデータ

対物レンズの焦点距離
像面側開口数

$f_1=2.4\text{mm}$ $f_2=2.46\text{mm}$
NA1:0.65 NA2:0.65

第i面	r_i	$d_i(407\text{nm})$	$n_i(407\text{nm})$	$d_i(655\text{nm})$	$n_i(655\text{nm})$	
0		12.79		∞		
1	-8.3107	1.5	1.542771			
2	-4.7378	5.1	1.0			
3	∞	0.0	1.0	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.192\text{mm}$
4	1.54227	1.60000	1.542771	1.60000	1.52915	
4'	2.09495	0.15126	1.542771	0.15126	1.52915	
5	-5.85469	1.14000	1.0	1.07000	1.0	
6	∞	0.6	1.61869	0.6	1.57752	
7	∞					

* d_i は、第i面から第i+1面までの変位を表す。

* $d_{4'}$ は第4面から第4'面までの変位を表す。

【表4】

10

20

30

非球面データ

第1面 (HD-DVD専用)

非球面係数

κ +3.5236 × E-0
 A1 -7.4347 × E-4 P1 4.0
 A2 -1.1113 × E-3 P2 6.0

光路差関数

C2 -1.7730 × E+1
 C4 +1.6436 × E-0
 C6 -1.2341 × E-0
 C8 +5.5958 × E-2
 C10 +5.8919 × E-2

10

第2面 (HD-DVD専用)

非球面係数

κ +2.9191 × E-0
 A1 +2.1252 × E-3 P1 4.0
 A2 +3.1469 × E-4 P2 6.0

第4面 (0<h<1.56mm : HD-DVD/DVD共有領域)

非球面係数

κ -7.6953 × E-1
 A1 +8.4000 × E-3 P1 4.0
 A2 -9.2000 × E-4 P2 6.0
 A3 +1.6657 × E-3 P3 8.0
 A4 -7.3116 × E-4 P4 10.0
 A5 +2.3051 × E-4 P5 12.0
 A6 -5.7188 × E-5 P6 14.0

20

光路差関数

C2 -2.6573 × E-0
 C4 -1.0803 × E-0
 C6 -2.5559 × E-1
 C8 +8.6007 × E-2
 C10 -2.9751 × E-2

第4'面 (1.56mm<h : DVD専用領域)

非球面係数

κ -4.0617 × E-0
 A1 -5.2846 × E-3 P1 4.0
 A2 +6.8538 × E-3 P2 6.0
 A3 +2.5685 × E-2 P3 8.0
 A4 +7.6026 × E-3 P4 10.0
 A5 -5.6376 × E-4 P5 12.0
 A6 +1.9688 × E-4 P6 14.0

30

光路差関数

C2 -3.5650 × E+1
 C4 +6.2611 × E-0
 C6 +3.8905 × E-0
 C8 +1.1623 × E-0
 C10 -9.3398 × E-1

第5面

非球面係数

κ -7.5809 × E+1
 A1 -2.8052 × E-3 P1 4.0
 A2 +1.3670 × E-2 P2 6.0
 A3 -9.5656 × E-3 P3 8.0
 A4 +1.7676 × E-3 P4 10.0
 A5 +2.9457 × E-4 P5 12.0
 A6 -1.1557 × E-4 P6 14.0

40

【 0 0 8 1 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

(1) 対物レンズ共用領域回折輪帯数 (1 次回折) N 1 : 1 6

(2) コリメータ輪帯数 (2 次回折) N 2 : 1 8

50

(3) 高密度DVD(第1光ディスク)側光学系倍率 m_o : $-1/6$

(4) 保護層の厚さ t_1, t_2 : 0.6mm

(5) 対物レンズ共用領域の回折構造により最大の回折効率となる回折光の次数

高密度DVD: 従来のDVD = 3:2

(6) 各波長の光に対する対物レンズの光学系倍率

高密度DVD: 従来のDVD = 0:0

【0082】

尚、本実施例の集光光学系は、請求項4、12等の光ピックアップ装置に用いると好適である。

【0083】

(実施例3)

本実施例も、図2に示す光ピックアップ装置に好適な実施例である。表5に、本実施例にかかる集光光学系(対物レンズ+コリメータ)のレンズデータを示す。

【表5】

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

$f_1=2.4\text{mm}$
NA1:0.65

$f_2=2.4\text{mm}$
NA2:0.65

$f_3=2.5\text{mm}$
NA2:0.45

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		14.15		12.65		35.30	
1	37.65302	1.50	1.542771				
2	-3.06488	5.00	1.00				
3(絞り径)	∞	0.1(ϕ 3.120mm)		0.1(ϕ 3.123mm)		0.1(ϕ 2.405mm)	
4	1.94029	1.60	1.524609	1.60	1.506732	1.60	1.503453
5	-19.05844	1.02	1.0	1.00	1.0	0.90	1.0
6	∞	0.60	1.61869	0.60	1.57752	1.20	1.57063
7	∞						

*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1面(HD-DVD専用)

非球面係数

$\kappa -2.0527 \times E-1$
A1 $+1.2177 \times E-2$
A2 $-1.4618 \times E-4$

P1 4.0
P2 6.0

第2面(HD-DVD専用)

非球面係数

$\kappa -1.0874 \times E-1$
A1 $+9.5823 \times E-3$
A2 $+7.0554 \times E-4$

P1 4.0
P2 6.0

光路差関数

C2 $+1.4605 \times E+2$
C4 $+5.9202 \times E-0$
C6 $+3.1566 \times E-0$

第4面

非球面係数

$\kappa -7.6390 \times E-1$
A1 $+5.7888 \times E-3$
A2 $+5.9520 \times E-4$
A3 $+9.0951 \times E-4$
A4 $-9.9238 \times E-4$
A5 $+4.0468 \times E-4$
A6 $-7.5725 \times E-5$

P1 4.0
P2 6.0
P3 8.0
P4 10.0
P5 12.0
P6 14.0

光路差関数

C2 $-2.6687 \times E+1$
C4 $-1.6322 \times E-0$
C6 $+5.5099 \times E-2$
C8 $-1.0644 \times E-0$
C10 $+1.3015 \times E-2$

第5面

非球面係数

$\kappa -4.5835 \times E+2$
A1 $+1.8084 \times E-2$
A2 $-4.3442 \times E-3$
A3 $-4.5714 \times E-3$
A4 $+4.1244 \times E-3$
A5 $-2.4595 \times E-3$
A6 $+5.7937 \times E-4$

P1 4.0
P2 6.0
P3 8.0
P4 10.0
P5 12.0
P6 14.0

【 0 0 8 4 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

(1) 対物レンズ共用領域回折輪帯数(1次回折) N1 : 8 1

(2) コリメータ輪帯数(1次回折) N2 : 3 6 6

10

20

30

40

50

(3) 第1光ディスク側光学系倍率 m_o : $-1/6$

(4) 保護層の厚さ t_1 , t_2 : 0.6 mm 、 t : 1.2 mm

(5) 対物レンズ共用領域の回折構造により最大の回折効率となる回折光の次数

高密度DVD : 従来のDVD : CD = $6 : 4 : 3$

(6) 各波長の光に対する対物レンズの光学系倍率

高密度DVD : 従来のDVD : CD = $0 : 0 : -1/13.2$

【0085】

尚、本実施例の集光光学系は、請求項4, 32等の光ピックアップ装置に用いると好適である。

【0086】

(実施例4)

本実施例は、図2に示す光ピックアップ装置に好適な実施例である。表6に、本実施例にかかる集光光学系(対物レンズ+コリメータ)のレンズデータを示す。

【表6】

実施例4 レンズデータ

対物レンズの焦点距離
像面側開口数

$f_1=2.4\text{mm}$
NA1:0.65

$f_2=2.45\text{mm}$
NA2:0.65

$f_2=2.50\text{mm}$
NA2:0.45

第i面	ri	di(407nm)	ni (407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni (785nm)
0		14.15		827.00		36.16	
1	37.65302	1.50	1.542771				
2	-3.06488	5.00	1.00				
3(絞り径)	∞	0.1(ϕ 3.120mm)		0.1(ϕ 3.198mm)		0.1(ϕ 2.403mm)	
4	1.92291	1.60	1.524609	1.60	1.506732	1.60	1.503453
5	-19.08099	1.02	1.0	1.06	1.0	0.89	1.0
6	∞	0.60	1.61869	0.60	1.57752	1.20	1.57063
7	∞						

*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1面 (HD-DVD専用)

非球面係数

$$\kappa -2.0527 \times E-1$$

$$A1 +1.2177 \times E-2$$

$$A2 -1.4618 \times E-4$$

P1 4.0

P2 6.0

第2面(HD-DVD専用)

非球面係数

$$\kappa -1.0874 \times E-1$$

$$A1 +9.5823 \times E-3$$

$$A2 +7.0554 \times E-4$$

P1 4.0

P2 6.0

光路差関数

$$C2 +1.4605 \times E+2$$

$$C4 +5.9202 \times E-0$$

$$C6 +3.1566 \times E-0$$

第4面

非球面係数

$$\kappa -7.9792 \times E-1$$

$$A1 +4.9330 \times E-3$$

$$A2 +7.0747 \times E-4$$

$$A3 +9.4490 \times E-4$$

$$A4 -1.0691 \times E-3$$

$$A5 +4.1435 \times E-4$$

$$A6 -7.3960 \times E-5$$

P1 4.0

P2 6.0

P3 8.0

P4 10.0

P5 12.0

P6 14.0

光路差関数

$$C2 -1.9643 \times E+1$$

$$C4 -1.5085 \times E-0$$

$$C6 +1.0855 \times E-1$$

$$C8 -1.0371 \times E-1$$

$$C10 +1.3735 \times E-2$$

第5面

非球面係数

$$\kappa -5.2563 \times E+2$$

$$A1 +1.7853 \times E-2$$

$$A2 -4.7662 \times E-3$$

$$A3 -4.9002 \times E-3$$

$$A4 +4.0691 \times E-3$$

$$A5 -1.9875 \times E-3$$

$$A6 +3.9475 \times E-4$$

P1 4.0

P2 6.0

P3 8.0

P4 10.0

P5 12.0

P6 14.0

【 0 0 8 7 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

- (1) 対物レンズ共用領域回折輪帯数 (1次回折) N1 : 8 1
- (2) コリメータ輪帯数 (1次回折) N2 : 1
- (3) 第1光ディスク側光学系倍率 m : - 1 / 6

10

20

30

40

50

(4) 保護層の厚さ t_1 , t_2 : 0.6 mm , t_3 : 1.2 mm

(5) 対物レンズ共用領域の回折構造により最大の回折効率となる回折光の次数

高密度DVD : 従来のDVD : CD = 2 : 1 : 1

(6) 各波長の光に対する対物レンズの光学系倍率

高密度DVD : 従来のDVD : CD = 0 : -1 / 13.1 : -1 / 13.0

【0088】

尚、本実施例の集光光学系は、請求項3, 36等の光ピックアップ装置に用いると好適である。

【0089】

(実施例5)

本実施例の集光光学系は、請求項5, 34等の光ピックアップ装置に用いると好適である。表7に、本実施例にかかる集光光学系(対物レンズ+コリメータ)のレンズデータを示す。

【表7】

実施例5 レンズデータ

対物レンズの焦点距離

 $f_1=2.4\text{mm}$ $f_2=2.4\text{mm}$ $f_3=2.49\text{mm}$

像面側開口数

NA1:0.65

NA2:0.65

NA2:0.45

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		13.45		12.75		34.74	
1	1643.88	1.50	1.542771				
2	-9.1285	5.10	1.0				
3(絞り径)	∞	0.1(ϕ 3.120mm)		0.1(ϕ 3.452mm)		0.1(ϕ 2.392mm)	
4	1.54056	1.70	1.524609	1.70	1.506732	1.70	1.503453
5	-5.05826	1.08	1.0	1.35	1.0	1.35	1.0
6	∞	0.60	1.61869	0.60	1.57752	1.20	1.57063
7	∞						

*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1面(HD-DVD専用)

非球面係数

 $\kappa -2.0527 \times E-33$ A1 $+6.1818 \times E-3$ A2 $-1.7991 \times E-3$

P1 4.0

P2 6.0

第2面(HD-DVD専用)

非球面係数

 $\kappa +7.8948 \times E-0$ A1 $+5.2959 \times E-3$ A2 $-2.3710 \times E-3$

P1 4.0

P2 6.0

光路差関数

C2 $-1.3131 \times E+1$ C4 $+1.4411 \times E-0$ C6 $+1.7083 \times E-0$

第4面

非球面係数

 $\kappa -7.7790 \times E-1$ A1 $+5.1727 \times E-3$ A2 $+1.1101 \times E-3$ A3 $-6.4972 \times E-4$ A4 $-5.9817 \times E-4$ A5 $+3.3629 \times E-4$ A6 $-6.2531 \times E-5$

P1 4.0

P2 6.0

P3 8.0

P4 10.0

P5 12.0

P6 14.0

光路差関数

C2 $-8.1974 \times E-0$ C4 $-5.7385 \times E-0$ C6 $+1.8525 \times E-0$ C8 $-1.7519 \times E-0$ C10 $+3.7926 \times E-1$

第5面

非球面係数

 $\kappa -6.6494 \times E+1$ A1 $+4.7077 \times E-3$ A2 $+1.8991 \times E-3$ A3 $-4.8520 \times E-3$ A4 $+1.6255 \times E-3$ A5 $-2.4962 \times E-4$ A6 $+1.1626 \times E-5$

P1 4.0

P2 6.0

P3 8.0

P4 10.0

P5 12.0

P6 14.0

【 0 0 9 0 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

(1) 対物レンズ共用領域回折輪帯数(1次回折) N1 : 6 1

(2) コリメータ輪帯数(2次回折) N2 : 3 7 7

(3) 高密度DVD(第1光ディスク)側光学系倍率 m : - 1 / 6

(4) 保護層の厚さ t1 , t2 : 0 . 6 mm、 t3 : 1 . 2 mm

10

20

30

40

50

(5) 対物レンズ共用領域の回折構造により最大の回折効率となる回折光の次数

高密度DVD : 従来のDVD : CD = 8 : 5 : 4

(6) 各波長の光に対する対物レンズの光学系倍率

高密度DVD : 従来のDVD : CD = 0 : -1 / 333 : -1 / 13.4

【0091】

(実施例6)

表8に、実施例6にかかる集光光学系の対物レンズのレンズデータを示し、表9に、実施例6にかかる集光光学系のコリメータのレンズデータを示す。尚、実施例6及び後述する実施例7の集光光学系は、図2の光ピックアップ装置に用いることができるものである。

【表8】

実施例6 レンズデータ (対物レンズ1)
 $f_l=2.4\text{mm}$
 $NA:0.65$

第i面	r_i	d_i	n_i (405nm)	
0		∞		
1	∞	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.22\text{mm}$
2	1.45460	1.50000	1.52461	
3	-6.04260	1.17774	1.0	
4	∞	0.6	1.62	
5	∞			

* d_i 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

κ	$-1.9937 \times E-0$	
A1	$+1.6862 \times E-2$	P1 4.0
A2	$+2.4659 \times E-2$	P2 6.0
A3	$-8.4628 \times E-3$	P3 8.0
A4	$-2.6596 \times E-4$	P4 10.0
A5	$+2.7611 \times E-4$	P5 12.0
A6	$-3.5091 \times E-5$	P6 14.0

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 1mm)

C4	$-5.6672 \times E+1$
C6	$+4.5666 \times E+1$
C8	$-1.8280 \times E+1$
C10	$+2.5654 \times E-0$

第3面

非球面係数

κ	$+5.0000 \times E+1$	
A1	$+1.0025 \times E-2$	P1 4.0
A2	$+4.2022 \times E-3$	P2 6.0
A3	$-6.3019 \times E-3$	P3 8.0
A4	$+2.5320 \times E-3$	P4 10.0
A5	$-5.4683 \times E-4$	P5 12.0
A6	$+5.2137 \times E-5$	P6 14.0

実施例 6 レンズデータ (対物レンズ 1 用のコリメータ 1)
f=14.4mm

第i面	ri	di	ni (405nm)	
0		∞		
1	∞	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.22\text{mm}$
2	5.42216	1.50000	1.52461	
3	11.0102	13.0275	1.0	
4	∞		1.0	

*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

$$\kappa +4.5254 \times E-0$$

$$A1 -2.0556 \times E-3$$

$$A2 -8.4275 \times E-4$$

P1 4.0

P2 6.0

第3面

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 1mm)

$$C2 -2.1495 \times E+1$$

$$C4 +1.4345 \times E-0$$

$$C6 -1.1092 \times E-0$$

$$C8 -1.1630 \times E-1$$

$$C10 +4.7356 \times E-2$$

【 0 0 9 2 】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

(1) 対物レンズ回折輪帯数 (1 次回折) N 1 : 1 0 0

(2) コリメータ輪帯数 (1 次回折) N 2 : 4 8

(3) コリメータと対物レンズを組み合わせた光学系倍率 m t : - 1 / 6

(4) 保護層の厚さ : 0 . 6 m m

【 0 0 9 3 】

(実施例 7)

表 1 0 に、実施例 7 にかかる集光光学系のコリメータのレンズデータを示す。尚、このコリメータとともに用いられる対物レンズは、表 8 に示す実施例 6 のものを流用できる。

【 表 1 0 】

10

20

30

40

実施例7 レンズデータ (対物レンズ1用のコリメータ2)
f=14.4mm

第i面	ri	di	ni (405nm)	
0		∞		
1	∞	0.0	1.0	絞り径 $\phi 3.22\text{mm}$
2	5.37212	1.50000	1.52461	
3	11.2778	12.8918	1.0	
4	∞		1.0	

*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

$$\kappa +4.3443 \times E-0$$

$$A1 -2.3164 \times E-3$$

$$A2 -1.1874 \times E-3$$

$$P1 4.0$$

$$P2 6.0$$

第3面

光路差関数 (光路差関数の係数 : 基準波長 1mm)

$$C2 -1.8815 \times E+1$$

$$C4 +2.8757 \times E-0$$

$$C6 -1.8681 \times E-0$$

$$C8 +1.2050 \times E-1$$

$$C10 +4.5833 \times E-2$$

【0094】

本実施例の仕様は、以下の通りである。

(1) 対物レンズ回折輪帯数 (1次回折) N1 : 100

(2) コリメータ輪帯数 (1次回折) N2 : 39

(3) コリメータと対物レンズを組み合わせた光学系倍率 m t : - 1 / 6

(4) 保護層の厚さ : 0 . 6 mm

【0095】

以上の実施例1～7の各波面収差は、表11に示すように良好なものとなった。

【表11】

	[λ]	第1の光ディスク	第2の光ディスク
実施例 1	①	0.018	0.003
	②	0.038	0.008
	③	0.028	0.017
実施例 2	①	0.013	0.002
	②	0.036	0.022
	③	0.024	0.010
実施例 3	①	0.010	0.128
	②	0.034	0.010
	③	0.005	0.004
実施例 4	①	0.008	0.022
	②	0.038	0.050
	③	0.023	0.045
実施例 5	①	0.012	0.127
	②	0.056	0.016
	③	0.013	0.005

	[λ]	第1の光ディスク
実施例 6	①	0.004
	②	0.047
	③	0.022
実施例 7	①	0.006
	②	0.065
	③	0.012

各番号の特性

- ① 基準状態で最良像面位置における、波長変化 $\Delta \lambda = +1\text{nm}$ 時の波面収差変化量
- ② 波長変化 $\Delta \lambda = +10\text{nm}$ 時の最良像面位置における波面収差変化量
- ③ 温度変化 $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ 時の最良像面位置における波面収差変化量

【0096】

【発明の効果】

本発明によれば、コンパクトな構成を有しながらも、高密度DVDに対して、或いは高密度DVDと従来のDVDの双方に対して適切に情報の記録及び再生を行える光ピックアップ装置及び、それに用いることのできる光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態にかかる光情報記録再生装置又は光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図2】第2の実施の形態にかかる光情報記録再生装置又は光ピックアップ装置の概略構成図である。

【符号の説明】

- 16 対物レンズ
- 17 絞り
- 20 光ディスク
- 111, 121 半導体レーザ
- 115, 125 コリメータ
- 119, 129 光検出器

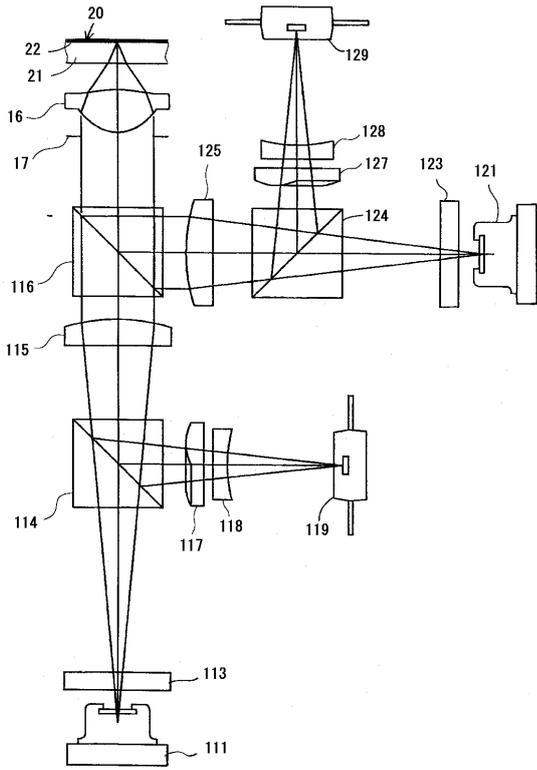
10

20

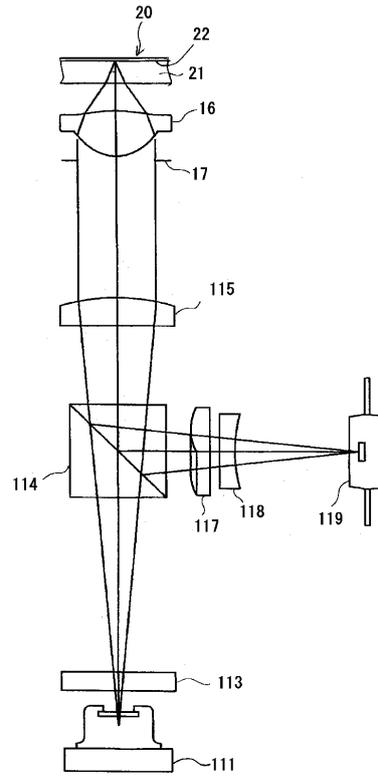
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D119 AA41 BA01 EC01 JA09 JB10
5D789 AA41 BA01 EC01 JA09 JB10