

(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2005-293770
(P2005-293770A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷**G 11 B 7/135****G 11 B 7/125**

F 1

G 11 B 7/135

G 11 B 7/125

G 11 B 7/125

Z

A

B

テーマコード(参考)

5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願2004-110334 (P2004-110334)

(22) 出願日

平成16年4月2日(2004.4.2)

(71) 出願人 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 100107272

弁理士 田村 敏二郎

(74) 代理人 100109140

弁理士 小林 研一

(72) 発明者 木村 徹

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F ターム(参考) 5D789 AA05 AA41 BA01 EC01 EC14
EC45 EC47 FA08 FA28 JA02
JA09 JB05

(54) 【発明の名称】光ピックアップ装置

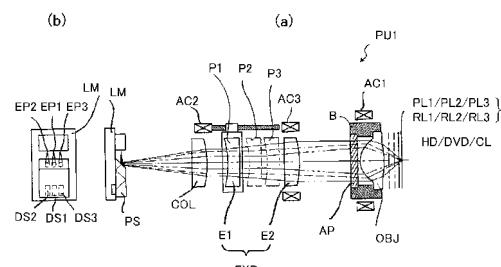
(57) 【要約】

【課題】

保護層の厚さの異なる3種類もしくはそれ以上の光情報記録媒体に対する情報の記録または再生が可能であるとともに、高密度光ディスクに対する情報の記録及び/または再生中に、発生する球面収差を良好に補正できる光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】

コリメートレンズCOLを、可動範囲が大きく応答周波数帯域が低いアクチュエータAC2と、可動範囲が小さく応答周波数帯域が高いアクチュエータAC3との2つのアクチュエータにより別々に光軸に沿って変移させる構成により、コリメートレンズCOLをアクチュエータAC2により変移させることで、高密度光ディスクHDとDVDとCDの保護層の厚さの差に起因する球面収差を補正し、コリメートレンズCOLをアクチュエータAC3により変移させることで、高密度光ディスクHDに対して情報の記録及び/または再生を行う際に、情報記録面RL1上に形成されたスポットの球面収差を補正することが可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1光源と、第2光源と、第3光源と、対物光学系とを有し、前記第1光源から射出される第1波長₁の光束を前記対物光学系を介して、厚さ_{t1}の保護層を有する第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再生及び／又は記録を行い、前記第2光源から射出される第2波長₂(_{2 > 1})の光束を前記対物光学系を介して、厚さ_{t2}(_{t2 > t1})の保護層を有する第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再生及び／又は記録を行い、前記第3光源から射出される第3波長₃(_{3 > 2})の光束を前記対物光学系を介して、厚さ_{t3}(_{t3 > t2})の保護層を有する第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再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、

前記第1光源乃至第3光源と前記集光素子との間の光路中に、球面収差補正手段が設けられ、

前記球面収差補正手段は、光軸方向に沿って移動可能な可動レンズ群を少なくとも1つと、前記可動レンズ群を移動させるためのアクチュエータを少なくとも2つ有し、前記可動レンズ群を前記アクチュエータにより光軸方向に移動させることで、球面収差の補正を行ふことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】

前記2つのアクチュエータを第1アクチュエータ、第2アクチュエータとしたとき、以下の(1)式及び(2)式を満たすことを特徴する請求項1に記載の光ピックアップ装置。
20

$$L_1 > L_2 \quad (1)$$

$$S A_1 > S A_2 \quad (2)$$

但し、

L_1 ：前記第1アクチュエータの可動範囲(ｍｍ)

L_2 ：前記第2アクチュエータの可動範囲(ｍｍ)

$S A_1$ ：前記第1アクチュエータが補正可能な球面収差量

$S A_2$ ：前記第2アクチュエータが補正可能な球面収差量

【請求項 3】

以下の(3)式を満たすことを特徴とする請求項2に記載の光ピックアップ装置。
30

$$F_1 < F_2 \quad (3)$$

但し、

F_1 ：前記第1アクチュエータの応答周波数帯域(ｋＨｚ)

F_2 ：前記第2アクチュエータの応答周波数帯域(ｋＨｚ)

【請求項 4】

前記球面収差補正手段は、前記 t_1 と前記 t_2 の差に起因する球面収差及び／又は前記 t_1 と前記 t_3 の差に起因する球面収差を、主として、前記第1アクチュエータにより前記可動レンズ群を移動させることにより補正することを特徴とする請求項2又は3に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5】

前記球面収差補正手段は、前記 t_1 と前記 t_2 の差に起因する球面収差及び／又は前記 t_1 と前記 t_3 の差に起因する球面収差を補正する際に、前記第1アクチュエータにより前記可動レンズ群を粗動させたあと、前記第2アクチュエータにより前記可動レンズ群を微動させることを特徴とする請求項4に記載の光ピックアップ装置。
40

【請求項 6】

前記球面収差補正手段は、前記第1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発生する球面収差を、主として、前記第2アクチュエータにより前記可動レンズ群を移動させることにより補正することを特徴とする請求項2乃至5の何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】

前記対物光学系は、第1波長 λ_1 と厚さ t_1 の保護層との組合せに対して球面収差補正が最適化されていることを特徴とする請求項1乃至6の何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】

前記対物光学系は、単レンズであ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】

前記対物光学系は、前記第1波長 λ_1 と前記第2波長 λ_2 の差に起因して前記集光素子で発生する球面収差及び/又は前記 t_1 と前記 t_2 の差に起因する球面収差を補正する機能を有する位相構造を有することを特徴とする請求項1乃至6の何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

10

【請求項10】

前記第1光源乃至前記第3光源の全てが一体化されて成ることを特徴とする請求項1乃至9の何れか一項に記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光情報記録媒体の情報の記録・再生のための光ピックアップ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、光ピックアップ装置において、光ディスクに記録された情報の再生や、光ディスクへの情報の記録のための光源として使用されるレーザ光源の短波長化が進み、例えば、青紫色半導体レーザや、第2高調波を利用して赤外半導体レーザの波長変換を行う青紫色SHGレーザ等、波長 $400 \sim 420\text{ nm}$ の青紫色レーザ光源が実用化されつつある。これら青紫色レーザ光源を使用すると、DVD(デジタルバーサタイルディスク)と同じ開口数(NA)の対物光学系を使用する場合で、直径 12 cm の光ディスクに対して、 $1.5 \sim 2.0\text{ GB}$ の情報の記録が可能となり、対物光学系のNAを 0.85 にまで高めた場合には、直径 12 cm の光ディスクに対して、 $2.3 \sim 2.5\text{ GB}$ の情報の記録が可能となる。以下、本明細書では、青紫色レーザ光源を使用する光ディスク及び光磁気ディスクを総称して「高密度光ディスク」という。

20

30

【0003】

尚、NA 0.85 の対物光学系を使用する高密度光ディスクでは、光ディスクの傾き(スキュー)に起因して発生するコマ収差が増大するため、DVDにおける場合よりも保護層を薄く設計し(DVDの 0.6 mm に対して、 0.1 mm)、スキューによるコマ収差量を低減しているものがある。ところで、かかるタイプの高密度光ディスクに対して適切に情報の記録/再生ができると言うだけでは、光ディスクプレーヤ/レコーダ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やCD(コンパクトディスク)が販売されている現実をふまえると、高密度光ディスクに対して情報の記録/再生ができるだけでは足らず、例えばユーワザが所有しているDVDやCDに対しても同様に適切に情報の記録/再生ができるようにすることが、高密度光ディスク用の光ディスクプレーヤ/レコーダとしての商品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、高密度光ディスク用の光ディスクプレーヤ/レコーダに搭載される光ピックアップ装置は、高密度光ディスクとDVD、更にはCDとの何れに対しても互換性を維持しながら適切に情報を記録/再生できる性能を有することが望まれる。

40

【0004】

高密度光ディスクとDVD、更にはCDとの何れに対しても互換性を維持しながら適切に情報を記録/再生できるようにする方法として、高密度光ディスク用の光学系とDVDやCD用の光学系と情報を記録/再生する光ディスクの記録密度に応じて選択的に切り替える方法が考えられるが、複数の光学系が必要となるので、小型化に不利であり、また

50

コストが増大する。

【0005】

従って、光ピックアップ装置の構成を簡素化し、低コスト化を図るために、互換性を有する光ピックアップ装置においても、高密度光ディスク用の光学系とDVDやCD用の光学系とを共通化して、光ピックアップ装置を構成する光学部品点数を極力減らすのが好ましい。そして、光ディスクに対向して配置される対物光学系を共通化することが光ピックアップ装置の構成の簡素化、低コスト化に最も有利となる。

【0006】

ところで、高密度光ディスクを媒体とした光情報記録再生装置の光学系では、記録信号の高密度化、或いは高密度記録信号の再生のために、光源であるレーザの短波長化とともに10対物光学系のNA化が図られている。

【0007】

しかしながら、対物光学系の高NA化が図られてくると、CDやDVDのごとき比較的低密度な光ディスクを記録または再生する場合において、ほとんど無視できた問題でもより顕在化されることが予想される。

【0008】

その問題の1つが、光ディスクの保護層（「透明基板」ともいう）の厚み誤差により生じる球面収差である。この球面収差は対物光学系のNAの4乗に比例して発生する。NAが比較的小さい従来のCDやDVDの場合には保護層の厚さの誤差による球面収差の発生量は十分小さいので、特別に球面収差を補正する必要はなかった。これに対し、対物光学系のNAが大きくなつた場合、例えばNAを0.85とした場合には、保護層の厚み誤差の許容値は10μm以下となってしまう。ところが、現状の光ディスクの製造方法では安定して10μm以下の厚み誤差とすることは難しく、量産として成立しない恐れがある。したがつて、光ピックアップ装置に光ディスクの保護層の厚み誤差による球面収差を補正する機能を搭載する。情報の記録／再生時の高密度光ディスクの回転速度は、DVDやCDのような従来の光ディスクに比べて早いため、高密度光ディスクの回転に追従して保護層の厚み誤差による球面収差補正を行うためには、応答速度の速いアクチュエータが要求される。

【0009】

また、高密度光ディスクの規格の1つとして、0.1mm程度の保護層を用いることが提案されている。これは、対物光学系が高NA化されることにより光ディスクのそりや傾きによって大きく生じるコマ収差を抑えるためである。ところが、これによりCDやDVDと大きく保護層の厚さが異なつてしまつて、少なくとも共通の対物レンズを用いることにより、コストを大幅に増大させることなく、これらの様々な規格の光ディスクの間の互換性をとることが要求される。

【0010】

また、同一光束入射面側から保護層と情報記録層とを交互に2層積層した構造とすることで、記憶容量を2倍に高めた、いわゆる2層記録型の高密度光ディスクの開発が行われているが、高密度光ディスクでは、DVDよりも高NAの対物光学系を使用するので、このような2層記録型の高密度光ディスクを記録／再生しようとすると、情報記録層間のフォーカスジャンプの際に光束入射面からそれぞれの情報記録層までの厚さの違いによって球面収差が大きく発生してしまう。従つて、高密度光ディスクシステムでは、情報記録層間のフォーカスジャンプの際は、対物レンズのフォーカシングを行うと同時に球面収差の補正も行わなければならない。

【0011】

また、プラスチックレンズは、安価に安定した性能で大量生産が可能であるため、DVDやCDの対物光学系として広く使用されている。然るに、高密度光ディスクシステムにおいて対物光学系をプラスチックレンズとした場合には、温度変化に伴うプラスチックレンズの屈折率変化に起因して大きな球面収差が発生するため、温度変化に追従してかかる球面収差の補正を行う必要がある。

【0012】

これらの問題を解決する手段として本発明者は、正レンズと負レンズとからなり、そのうち少なくとも一方を光軸に沿って変移可能としたビームエキスパンダを有する集光光学系を提案した（特許文献1）。さらに、光源からの発散光の発散角を変えるカップリングレンズを光軸に沿って変移可能とした集光光学系を提案した（特許文献2）。これらの集光光学系では、集光光学系中の可動要素の初期位置を変化させ、対物光学系に入射する光束の発散度を変えることで、高密度光ディスクと従来の光ディスクの両方に対して1つの光学系で情報の記録／再生を行うことが可能であり、更に、高密度光ディスクの保護層の厚み誤差による球面収差の補正や、2層以上の多層記録型の高密度光ディスクの情報の記録／再生や、プラスチックレンズの温度変化に伴う球面収差補正を行うことが可能となっている。

10

【特許文献1】特開2002-82280号公報

【特許文献2】特開2002-203333号公報

【特許文献3】特開2002-334476号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、特許文献1，2の集光光学系では、規格の異なる光ディスクの情報記録面のそれぞれの情報記録面に対し、保護層の厚さの違いによる球面収差を補正して良好なスポットを形成するのに必要な球面収差補正手段の可動要素の変移量は大きくなりがちであるので、可動域の大きなアクチュエータが必要である。しかし、一般に可動域の大きなアクチュエータは駆動速度が遅く、また精緻に可動要素の変移量を制御することは困難である。高密度光ディスクの対物光学系のNAは大きいため、球面収差補正手段の可動要素の位置誤差が大きいと、対物光学系の倍率誤差により球面収差が発生し、高密度光ディスクの情報記録面に形成されたスポットの正確な球面収差補正が行えない虞がある。一方、特許文献3においては、2つのアクチュエータを組み合わせて光学素子を駆動する光ピックアップ装置が開示されているが、これは2種類の光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行うものであり、3種類以上の光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行うことに関しては具体的な言及がない。

20

【0014】

本発明は、このような問題に鑑みて提案されたものであり、保護層の厚さの異なる3種類もしくはそれ以上の光情報記録媒体に対する情報の記録または再生が可能であるとともに、高密度光ディスクに対する情報の記録及び／または再生中に、発生する球面収差を良好に補正できる光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0015】

請求項1に記載の光ピックアップ装置は、第1光源と、第2光源と、第3光源と、対物光学系とを有し、前記第1光源から射出される第1波長₁の光束を前記対物光学系を介して、厚さ_{t1}の保護層を有する第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再生及び／又は記録を行い、前記第2光源から射出される第2波長₂(₂>₁)の光束を前記対物光学系を介して、厚さ_{t2}(_{t2}>_{t1})の保護層を有する第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再生及び／又は記録を行い、前記第3光源から射出される第3波長₃(₃>₂)の光束を前記対物光学系を介して、厚さ_{t3}(_{t3}>_{t2})の保護層を有する第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再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置であって、

40

前記第1光源乃至第3光源と前記集光素子との間の光路中に、球面収差補正手段が設けられ、

前記球面収差補正手段は、光軸方向に沿って移動可能な可動レンズ群を少なくとも1つと、前記可動レンズ群を移動させるためのアクチュエータを少なくとも2つ有し、前記可動レンズ群を前記アクチュエータにより光軸方向に移動することで、球面収差の補正を行

50

行うことを特徴とする。

【0016】

請求項2に記載の光ピックアップ装置は、請求項1に記載の発明において、前記2つのアクチュエータを第1アクチュエータ、第2アクチュエータとしたとき、以下の(1)式及び(2)式を満たすことを特徴する。

$$L_1 > L_2 \quad (1)$$

$$SA_1 > SA_2 \quad (2)$$

但し、

L_1 ：前記第1アクチュエータの可動範囲(mm)

L_2 ：前記第2アクチュエータの可動範囲(mm)

SA_1 ：前記第1アクチュエータが補正可能な球面収差量

SA_2 ：前記第2アクチュエータが補正可能な球面収差量

10

【0017】

請求項3に記載の光ピックアップ装置は、請求項2に記載の発明において、以下の(3)式を満たすことを特徴とする。

$$F_1 < F_2 \quad (3)$$

但し、

F_1 ：前記第1アクチュエータの応答周波数帯域(kHz)

F_2 ：前記第2アクチュエータの応答周波数帯域(kHz)

20

【0018】

請求項4に記載の光ピックアップ装置は、請求項2又は3に記載の発明において、前記球面収差補正手段は、前記 t_1 と前記 t_2 の差に起因する球面収差及び/又は前記 t_1 と前記 t_3 の差に起因する球面収差を、主として、前記第1アクチュエータにより前記可動レンズ群を移動させることにより補正することを特徴とする。

【0019】

請求項5に記載の光ピックアップ装置は、請求項4に記載の発明において、前記球面収差補正手段は、前記 t_1 と前記 t_2 の差に起因する球面収差及び/又は前記 t_1 と前記 t_3 の差に起因する球面収差を補正する際に、前記第1アクチュエータにより前記可動レンズ群を粗動させたあと、前記第2アクチュエータにより前記可動レンズ群を微動させることを特徴とする。保護層の厚さの異なる光情報記録媒体を変更する場合、可動要素の初期位置決めを、第1のアクチュエータで粗動させ、その後に第2のアクチュエータで微動させることにより、正確にかつ高速に行うことができる。

30

【0020】

請求項6に記載の光ピックアップ装置は、請求項2～5のいずれかに記載の発明において、前記球面収差補正手段は、前記第1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発生する球面収差を、主として、前記第2アクチュエータにより前記可動レンズ群を移動させることにより補正することを特徴とする。

【0021】

上述の構成により、保護層と情報記録層とが複数積層された光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際に保護層の厚さの違いに起因して発生する球面収差の変動を第1のアクチュエータにより可動要素を比較的大きな変移量で変移させて補正でき、また、記録または再生中に集光光学系で発生する球面収差の変動を第2のアクチュエータにより可動要素を比較的高速にかつ精緻に変移させてリアルタイムに補正することができる。また、異なる記録層で記録または再生を行うように変更する場合、可動要素の初期位置決めを、第1のアクチュエータで粗動させ、その後に第2のアクチュエータで微動させることにより、正確にかつ高速に行うことができる。

40

【0022】

請求項7に記載の光ピックアップ装置は、請求項1～6のいずれかに記載の発明において、前記対物光学系は、第1波長 λ_1 と厚さ t_1 の保護層との組合せに対して球面収差補正が最適化されていることを特徴とする。

50

【 0 0 2 3 】

請求項 8 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 7 に記載の発明において、前記対物光学系は、単レンズであることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

請求項 9 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の発明において、前記対物光学系は、前記第 1 波長 λ_1 と前記第 2 波長 λ_2 の差に起因して前記集光素子で発生する球面収差及び / 又は前記 t_1 と前記 t_2 の差に起因する球面収差を補正する機能を有する位相構造を有することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 10 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の発明において、前記第 1 光源乃至前記第 3 光源の全てが一体化されて成ることを特徴とする。 10

【 0 0 2 6 】

規格が互いに異なる光情報記録媒体間の保護層の厚さの差に起因する球面収差量は大きいため、球面収差補正手段の可動レンズ群を変異させるアクチュエータには大きい可動範囲が要求される。一方で、この球面収差は、光ピックアップ装置により情報の記録 / 再生を行う前にこれを補正すればよいため、アクチュエータには高い周波数帯域が要求されない。そこで、球面収差補正手段の可動レンズ群を可動範囲が大きく、応答周波数帯域が低い第 1 アクチュエータにより可動レンズ群を変移させることで、規格が互いに異なる光情報記録媒体間の保護層の厚さの差に起因する球面収差を補正する。

【 0 0 2 7 】

また、高密度光ディスクに対して情報の記録および / または再生を行う際に情報記録面上に形成したスポットの球面収差を補正する場合には、対物光学系の N.A. が大きいため、球面収差補正手段の可動レンズ群の位置誤差が大きいと、対物光学系の倍率誤差により球面収差が発生し正確な球面収差補正が行えない。そこで、可動レンズ群を駆動させるアクチュエータには、精緻に位置制御を行える性能が要求される。また、情報の記録 / 再生時の高密度光ディスクの回転速度は、DVD や CD のような従来の光ディスクに比べて早いため、高密度光ディスクの回転に追従して球面収差補正を行うためには、応答速度の速いアクチュエータが要求される。一方で、高密度光ディスクの N.A. は大きいので、可動レンズ群を少し移動させるだけで比較的大きな球面収差を発生させることができるために、可動レンズ群を駆動させるアクチュエータにはそれほど大きな可動範囲は要求されない。そこで、可動範囲は小さいが、応答周波数帯域が高い第 2 アクチュエータにより球面収差補正手段の可動レンズ群を変移させることで、高密度光ディスクに対して情報の記録および / または再生を行う際に情報記録面上に形成したスポットの球面収差を補正する。 30

【 0 0 2 8 】

この際、高密度光ディスクに対して情報の記録および / または再生を行う際に、球面収差補正手段の可動レンズ群の位置調整により補正する球面収差の発生原因是、例えば、第 1 光源の製造誤差による波長ばらつき、温度変化に伴う対物光学系の屈折率変化や屈折率分布、2 層ディスク、4 層ディスク等の多層記録型の高密度光ディスクの情報記録層間のフォーカスジャンプ、高密度光ディスクの保護層の製造誤差による厚みばらつきや厚み分布、等である。 40

【 0 0 2 9 】

上述の構成により、保護層の厚さの異なる光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う際に保護層の厚さの違いに起因して発生する球面収差の変動を第 1 のアクチュエータにより可動レンズ群を比較的大きな変移量で変移させて補正でき、また、高密度光ディスクに対して情報の記録または再生中に集光光学系で発生する球面収差の変動を第 2 のアクチュエータにより可動レンズ群を比較的高速にかつ精緻に変移させることができる。

【 0 0 3 0 】

尚、前記第 1 アクチュエータはステッピングモータやソレノイドであることにより可動レンズ群の可動範囲を大きくでき、また、前記第 2 アクチュエータはボイスコイルアクチュエータまたは圧電素子を利用したアクチュエータであることにより可動レンズ群を精緻

10

20

30

40

50

にかつ高速に可動できる。

【0031】

ステッピングモータやボイスコイルアクチュエータにより光学素子を光軸方向に移動させる技術は公知であるのでここでは詳細な説明は割愛する。また、圧電素子を利用したアクチュエータとしては、以下の文献に記載されているような、圧電素子を用いた小型リニアアクチュエータを使用することが出来る。

OPTICS DESIGN, No. 26, 16 - 21 (2002)

【0032】

更に、前記球面収差補正手段の可動レンズ群はプラスチック材料から形成されていることが好ましい。このように可動レンズ群を軽量に構成することより、アクチュエータの駆動電流が小さくてすみ、より小型のアクチュエータを用いることができるので、光ピックアップ装置の小型化、軽量化を図ることができる。10

【0033】

また、前記球面収差補正手段の可動レンズ群は、1つでもあってもよいし2つであってもよい。即ち、第1アクチュエータと第2アクチュエータは同一の可動レンズ群を変移させる構成であってもよいし、第1アクチュエータと第2アクチュエータが別々の可動レンズ群を変移させる構成であってもよい。

【0034】

また、規格が互いに異なる光情報記録媒体間の保護層の厚さの差に起因する球面収差を補正する際には、まず、第1アクチュエータにより可動レンズ群を粗動させた後に、第2アクチュエータにより可動レンズ群を微動させる構成としてもよい。これにより、可動レンズ群の位置決めを精緻に行うことができるので、より正確に球面収差の補正が行える。20

【0035】

上述した球面収差補正手段の具体的な形態としては、第1光源から射出される発散光束の発散角を変換して対物光学系に導くためのカップリングレンズであってもよいし、第1光源から射出される発散光束を平行光束に変換して対物光学系に導くためのコリメートレンズであってもよいし、第1光源から射出される発散光束の発散角を変換して対物光学系に導くためのカップリングレンズと対物光学系との間の光路中に配設されたエキスパンダーオプションであってもよい。

【0036】

また、一般的に光学素子は、波長が短くなるほど、或いはNAが大きくなるほどその特性を出すことが難しくなる。そこで、対物光学系として、第1波長λ₁と厚さt₁の保護層の組合せに対して最適化された高密度光ディスク専用の対物光学系を使用する構成として、DVDやCDに対する互換は、球面収差補正手段の可動レンズ群を第1アクチュエータにより変移させて対物光学系の倍率を変化させることで行うのが好ましい。30

【0037】

より好ましくは、上記高密度光ディスク専用の対物光学系を、単レンズ構成とすることである。これにより、最も簡略な構成の対物光学系で、高密度光ディスク、DVD、CDに対してコンパチブルに情報の記録及び／または再生を行える光ピックアップ装置を提供できる。40

【0038】

或いは、対物光学系に厚さt₁の保護層と厚さt₂の保護層の差に起因する球面収差を補正するための位相構造を形成する構成としてもよい。この場合には、位相構造の機能により、高密度光ディスクと、DVDとの互換を行うことが可能となり、球面収差補正手段の機能により、高密度光ディスクCDとの互換を行うことが可能となる。ここで、位相構造は、第1波長λ₁と第2波長λ₂の差に起因して集光素子で発生する球面収差及び／又はt₁とt₂の差に起因する球面収差を補正する機能を有する。前者の場合は、t₁とt₂とが互いに同じである場合に相当し（例えば、t₁=0.6mmのHD DVD（後述）とt₂=0.6mmのDVD）、後者の場合は、t₁とt₂とが互いに異なる場合に相当する（例えば、t₁=0.1mmのブルーレイディスク（後述）とt₂=0.6mmの50

DVD)。対物光学系を上記のような構成とすることにより、DVDに対する情報の記録及び/または再生時の対物光学系の倍率を0(無限共役)とすることができます、対物光学系のトラッキング特性を良好なものにすることが可能となる。

【0039】

また、また本発明による光ピックアップ装置は、波長が互いにことなる3つの光源をそれぞれ別体で配設構成に対しても適用可能であるが、3つの光源のうち少なくとも2つの光源が一体化された光源を使用すると、光ピックアップ装置の小型化やコストの削減に有利となる。特に、3つの光源全てが一体化された光源を使用するのが好ましい。これらの複数の光源が一体化された光源として、それぞれの光源の発光点を1つの半導体チップ上に形成した光源(所謂、1チップレーザ)を使用してもよいし、それぞれの光源を1つの筐体に納めた光源(所謂、1キャンレーザ)を使用しても良い。また、これらの複数の光源が一体化された光源と、光検出器とを更に一体化した光源モジュールを使用してもよい。

【0040】

本明細書においては、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(光情報記録媒体ともいう)を総称して「高密度光ディスク」といい、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0.1mm程度である規格の光ディスク(例えば、BD:ブルーレイディスク)の他に、NA0.65乃至0.67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0.6mm程度である規格の光ディスク(例えば、HD DVD)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。

【0041】

更に、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系列光ディスクの総称である。記録密度は、高密度光ディスクが最も高く、次いでDVD、CDの順に低くなる。

【0042】

また、本明細書において、「対物光学系」とは、光ピックアップ装置において光ディスクに對向する位置に配置され、光源から射出された波長が互いに異なる光束を、記録密度が互いに異なる光ディスクのそれぞれの情報記録面上に集光する機能を有する集光素子を少なくとも含む光学系を指す。対物光学系は集光素子のみから構成されていても良く、かかる場合には、集光素子の光学面上に位相構造が形成される。

【0043】

更に、上述の集光素子と一体となってアクチュエータによりトラッキング及びフォーカシングを行う光学素子がある場合には、これら光学素子と集光素子とから構成される光学系が対物光学系となる。対物光学系がこのように、複数の光学素子から構成される場合には、集光素子の光学面上に位相構造を形成しても良いが、位相構造の段差部分による光束のけられの影響を低減するためには、集光素子以外の光学素子の光学面上に位相構造を形成するのが好ましい。

【発明の効果】

【0044】

本発明によれば、保護層の厚さの異なる3種類もしくはそれ以上の光情報記録媒体に対する情報の記録または再生が可能であるとともに、高密度光ディスクに対する情報の記録及び/または再生中に、発生する球面収差を良好に補正できる光ピックアップ装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

以下、本発明による第1及び第2の実施の形態の光ピックアップ装置について図面を用いて説明する。

【0046】

[第1の実施の形態]

図1(a)は、高密度光ディスクHDとDVDとCDの何れに対しても適切に情報の記録／再生を行える第1の光ピックアップ装置PU1の構成を概略的に示す図であり、図1(b)は、第1の光ピックアップ装置PU1に用いる光源ユニットの正面図である。高密度光ディスクHDの光学的仕様は、波長₁=408nm、保護層PL1の厚さ_{t1}=0.1mm、開口数NA1=0.85であり、DVDの光学的仕様は、波長₂=658nm、保護層PL2の厚さ_{t2}=0.6mm、開口数NA2=0.65であり、CDの光学的仕様は、波長₃=785nm、保護層PL3の厚さ_{t3}=1.2mm、開口数NA3=0.45である。但し、波長、保護層の厚さ、及び開口数の組合せはこれに限られない。

【0047】

光ピックアップ装置PU1は、高密度光ディスクHDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され408nmのレーザ光束(第1光束)を射出する第1の発光点EP1(第1光源)と、DVDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され658nmのレーザ光束(第2光束)を射出する第2の発光点EP2(第2光源)と、CDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され785nmのレーザ光束(第3光束)を射出する第3の発光点EP3(第3光源)と、高密度光ディスクHDの情報記録面RL1からの反射光束を受光する第1の受光部DS1と、DVDの情報記録面RL2からの反射光束を受光する第2の受光部DS2と、CDの情報記録面RL3からの反射光束を受光する第3の受光部DS3と、プリズムPSとから構成されたレーザモジュールLM、波長₁と保護層PL1の厚さ_{t1}とに対して球面収差補正が最適化された高密度光ディスクHD専用の対物光学系OBJ、DVD/CD用の開口制限素子AP、対物光学系OBJと開口制限素子APとの相対位置が不变となるように保持するための保持部材B、対物光学系OBJをフォーカシング／トラッキング駆動させるための2軸アクチュエータAC1、コリメートレンズCOL、負レンズE1と正レンズE2とから構成されたエキスパンダー光学系EXP、負レンズE1(可動レンズ群)を光軸方向に駆動させるための1軸アクチュエータAC2(第1アクチュエータ)、正レンズE2(可動レンズ群)を光軸方向に駆動させるための1軸アクチュエータAC3(第2アクチュエータ)とから構成されている。本実施の形態においては、球面収差補正手段は、エキスパンダー光学系EXPと1軸アクチュエータAC2と1軸アクチュエータAC3とから構成される。

【0048】

尚、本実施の形態においては、以下の(1)～(3)式を満たす。

$$L_1 > L_2 \quad (1)$$

$$S A_1 > S A_2 \quad (2)$$

$$F_1 < F_2 \quad (3)$$

但し、

L₁：アクチュエータAC2の可動範囲(mm)

L₂：アクチュエータAC3の可動範囲(mm)

S A₁：アクチュエータAC2が補正可能な球面収差量

S A₂：アクチュエータAC3が補正可能な球面収差量

F₁：アクチュエータAC2の応答周波数帯域(kHz)

F₂：アクチュエータAC3の応答周波数帯域(kHz)

【0049】

光ピックアップ装置PU1において、高密度光ディスクHDに対して情報の記録／再生を行う場合には、エキスパンダーレンズEXPから第1光束が平行光束の状態で射出され

10

20

30

40

50

るよう、1軸アクチュエータA C 2により負レンズE 1を所定位置(図1(a))でポジションP 1)に移動させる。その後、レーザモジュールL Mを作動させて第1の発光点E P 1を発光させる。第1の発光点E P 1から射出された発散光束は、図1(a)において実線でその光線経路を描いたように、プリズムP Sで反射され、コリメートレンズC O Lを経て平行光束とされ、エキスパンダー光学系E X Pにより光束径が拡径され、図示しない絞りS T Oにより光束径が規制され、開口制限素子A Pを透過し、対物光学系O B Jによって第1保護層P L 1を介して情報記録面R L 1上に形成されるスポットとなる。対物光学系O B Jは、その周辺に配置された2軸アクチュエータA C 1によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面R L 1で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物光学系O B J、開口制限素子A P、エキスパンダー光学系E X Pを透過し、コリメートレンズC O Lによって収斂光束とされ、プリズムP S内部で2回反射され受光部D S 1に集光する。そして、受光部D S 1の出力信号を用いて高密度光ディスクH Dに記録された情報を読み取ることができる。

【0050】

この際、正レンズE 2を1軸アクチュエータA C 3により光軸方向に駆動させることで、高密度光ディスクH Dの情報記録面R L 1上に形成されたスポットの球面収差を補正する。正レンズE 2の位置調整により補正する球面収差の発生原因は、例えば、第1光源の製造誤差による波長ばらつき、温度変化に伴う対物光学系O B Jの屈折率変化や屈折率分布、2層ディスク、4層ディスク等の多層記録型の高密度光ディスクの情報記録層間のフォーカスジャンプ、保護層P L 1の製造誤差による厚みばらつきや厚み分布、等である。

【0051】

高密度光ディスクH Dの開口数N A 1が大きいため、球面収差を補正する際に正レンズE 2の光軸方向の位置誤差が大きいと、対物光学系O B Jの倍率誤差により球面収差が発生し、情報記録面R L 1上に形成されたスポットの正確な球面収差補正が行えない。そこで、正レンズE 2を駆動させる1軸アクチュエータA C 3には、精緻に位置制御を行える性能が要求される。また、情報の記録/再生時の高密度光ディスクH Dの回転速度は、DVDやCDのような従来の光ディスクに比べて早いため、高密度光ディスクH Dの回転に追従して球面収差補正を行うためには、応答速度の速いアクチュエータが要求される。一方で、高密度光ディスクH Dの開口数N A 1は大きいので、正レンズE 2を少し移動させるだけで比較的大きな球面収差を発生させることができるために、正レンズE 2を駆動させる1軸アクチュエータA C 3にはそれほど大きな可動範囲は要求されない。このような特性を有するアクチュエータとして、ボイスコイルアクチュエータや圧電素子を利用したアクチュエータがある。尚、保護層の厚さの異なる光ディスクを変更する場合、正レンズE 2の初期位置決めを、1軸アクチュエータA C 2で粗動させ、その後に1軸アクチュエータA C 3で微動されることにより、正確にかつ高速に行うことができる。好ましい。

【0052】

また、光ピックアップ装置P U 1においてDVDに対して情報の記録/再生を行う場合には、保護層P L 1の厚さt 1と保護層P L 2の厚さt 2との差に起因する球面収差が補正されるように、負レンズE 1と正レンズE 2との間の距離が、高密度光ディスクH Dに対して情報の記録/再生を行う場合よりも小さくなる位置(図1(a)でポジションP 2)に1軸アクチュエータA C 2により負レンズE 1を移動させる。その後、レーザモジュールL Mを作動させて第2の発光点E P 2を発光させる。第2の発光点E P 2から射出された発散光束は、図1(a)において点線でその光線経路を描いたように、プリズムP Sで反射され、コリメートレンズC O Lを経て略平行光束とされ、エキスパンダー光学系E X Pを透過することにより発散光束に変換され、開口制限素子A Pにより光束径が規制された後、対物光学系O B Jによって第2保護層P L 2を介して情報記録面R L 2上に形成されるスポットとなる。対物光学系O B Jは、その周辺に配置された2軸アクチュエータA C 1によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面R L 2で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物光学系O B J、開口制限素子A P、エキスパンダー光学系E X Pを透過し、コリメートレンズC O Lによって収斂光束とされ、プリズムP S

10

20

30

40

50

内部で 2 回反射され受光部 D S 2 に集光する。そして、受光部 D S 2 の出力信号を用いて D V D に記録された情報を読み取ることができる。

【 0 0 5 3 】

また、光ピックアップ装置 P U 1 において C D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、保護層 P L 1 の厚さ t_1 と保護層 P L 3 の厚さ t_3 との差に起因する球面収差が補正されるように、負レンズ E 1 と正レンズ E 2 との間の距離が、D V D に対して情報の記録 / 再生を行う場合よりも小さくなる位置（図 1 (a) でポジション P 3 ）に 1 軸アクチュエータ A C 1 により負レンズ E 1 を移動させる。その後、レーザモジュール L M を作動させて第 3 の発光点 E P 3 を発光させる。第 3 の発光点 E P 3 から射出された発散光束は、図 1 (a) において二点鎖線でその光線経路を描いたように、プリズム P S で反射され、コリメートレンズ C O L を経て略平行光束とされ、エキスパンダー光学系 E X P を透過することにより発散光束に変換され、開口制限素子 A P により光束径が規制された後、対物光学系 O B J によって第 3 保護層 P L 3 を介して情報記録面 R L 3 上に形成されるスポットとなる。対物光学系 O B J は、その周辺に配置された 2 軸アクチュエータ A C 1 によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面 R L 3 で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物光学系 O B J 、開口制限素子 A P 、エキスパンダー光学系 E X P を透過し、コリメートレンズ C O L によって収斂光束とされ、プリズム P S 内部で 2 回反射され受光部 D S 3 に集光する。そして、受光部 D S 3 の出力信号を用いて C D に記録された情報を読み取ることができる。

10

20

30

【 0 0 5 4 】

保護層 P L 1 の厚さ t_1 と保護層 P L 2 の厚さ t_2 の差や、保護層 P L 1 の厚さ t_1 と保護層 P L 3 の厚さ t_3 との差に起因する球面収差量が大きいため、負レンズ E 1 を大きく移動させる必要がある。一方で、D V D の開口数 N A 2 や C D の開口数 N A 3 は、高密度光ディスク H D の開口数 N A 1 に比べて小さいので、球面収差を補正する際の負レンズ E 1 の光軸方向の位置誤差に対しては比較的許容幅が大きい。このような特性を有するアクチュエータとして、ソレノイドやステッピングモータがある。

【 0 0 5 5 】

本実施の形態では、負レンズ E 1 を 1 軸アクチュエータ A C 2 で駆動させ、正レンズ E 2 を 1 軸アクチュエータ A C 3 で駆動させる構成としたが、負レンズ E 1 或いは正レンズ E 2 の一方のみを 1 軸アクチュエータ A C 2 と 1 軸アクチュエータ A C 3 で駆動させる構成としてもよい。

30

【 0 0 5 6 】

また、エキスパンダー光学系 E X P を 2 群構成としたが、3 群以上のレンズ群から構成される形態としてもよい。

40

【 0 0 5 7 】

[第 2 の実施の形態]

図 2 (a) は、高密度光ディスク H D と D V D と C D の何れに対しても適切に情報の記録 / 再生を行える第 2 の光ピックアップ装置 P U 2 の構成を概略的に示す図であり、図 2 (b) は、第 2 の光ピックアップ装置 P U 2 に用いる光源ユニットの正面図である。高密度光ディスク H D の光学的仕様は、波長 $1 = 408 \text{ nm}$ 、保護層 P L 1 の厚さ $t_1 = 0.1 \text{ mm}$ 、開口数 N A 1 = 0.85 であり、D V D の光学的仕様は、波長 $2 = 658 \text{ nm}$ 、保護層 P L 2 の厚さ $t_2 = 0.6 \text{ mm}$ 、開口数 N A 2 = 0.65 であり、C D の光学的仕様は、波長 $3 = 785 \text{ nm}$ 、保護層 P L 3 の厚さ $t_2 = 1.2 \text{ mm}$ 、開口数 N A 3 = 0.45 である。但し、波長、保護層の厚さ、及び開口数の組合せはこれに限られない。

50

【 0 0 5 8 】

光ピックアップ装置 P U 2 は、高密度光ディスク H D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 408 nm のレーザ光束（第 1 光束）を射出する第 1 の発光点 E P 1 （第 1 光源）と、D V D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 658 nm のレーザ光束（第 2 光束）を射出する第 2 の発光点 E P 2 （第 2 光源）と、C D に対して情報の記

50

録 / 再生を行う場合に発光され 785 nm のレーザ光束（第3光束）を射出する第3の発光点 E P 3（第3光源）と、高密度光ディスク HD の情報記録面 R L 1 からの反射光束を受光する第1の受光部 D S 1 と、DVD の情報記録面 R L 2 からの反射光束を受光する第2の受光部 D S 2 と、CD の情報記録面 R L 3 からの反射光束を受光する第3の受光部 D S 3 と、プリズム P S とから構成されたレーザモジュール L M、光学面上に回折構造（位相構造）が構成された収差補正素子 L 1 と、この収差補正素子を通過した光束を情報記録面上に集光する集光素子即ちレンズ L 2 とから構成される対物光学系 O B J、DVD / CD 用の開口制限素子 A P、対物光学系 O B J と開口制限素子 A Pとの相対位置が不变となるように保持するための保持部材 B、対物光学系 O B J をフォーカシング / トラッキング駆動させるための2軸アクチュエータ A C 1、コリメートレンズ C O L、コリメートレンズ C O L（可動レンズ群）を光軸方向に駆動させるための1軸アクチュエータ A C 3（第2アクチュエータ）と、コリメートレンズ C O L を1軸アクチュエータ A C 3 ごと光軸方向に移動する1軸アクチュエータ（第1アクチュエータ）とから構成されている。本実施の形態においては、球面収差補正手段は、コリメートレンズ C O L と1軸アクチュエータ A C 2 と1軸アクチュエータ A C 3 とから構成される。

10

20

【0059】

尚、本実施の形態においては、以下の(1)～(3)式を満たす。

$$L_1 > L_2 \quad (1)$$

$$S A_1 > S A_2 \quad (2)$$

$$F_1 < F_2 \quad (3)$$

但し、

L_1 ：アクチュエータ A C 2 の可動範囲 (mm)

L_2 ：アクチュエータ A C 3 の可動範囲 (mm)

$S A_1$ ：アクチュエータ A C 2 が補正可能な球面収差量

$S A_2$ ：アクチュエータ A C 3 が補正可能な球面収差量

F_1 ：アクチュエータ A C 2 の応答周波数帯域 (kHz)

F_2 ：アクチュエータ A C 3 の応答周波数帯域 (kHz)

【0060】

次に、本実施の形態にかかる対物光学系 O B J の構成について説明する。収差補正素子 L 1 のレーザモジュール L M 側の光学面上に形成された回折構造（その断面形状は階段形状である）は、保護層 P L 1 の厚さ t_1 と保護層 P L 2 の厚さ t_2 との差に起因する球面収差を補正するための構造である。対物光学系 O B J は、回折構造で発生する第1光束の n 次回折光（但し n は奇数）を、それぞれ、高密度光ディスク HD の情報記録面 R L 1 上に集光させる。この回折構造の光路差関数は、保護層 P L 1 の厚さ t_1 と保護層 P L 2 の厚さ t_2 との差に起因する球面収差が補正されるように最適化されているため、保護層 P L 1 の厚さ t_1 と保護層 P L 3 の厚さ t_3 との差に起因する球面収差は完全に補正されずに残留するが、本実施の形態においては、後述するように、コリメートレンズ C O L を1軸アクチュエータ A C 1 で駆動することにより、この残留球面収差を補正することにより、高密度光ディスク HD と CD との互換を達成している。

30

【0061】

光ピックアップ装置 P U 2において、高密度光ディスク HD に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、1軸アクチュエータ A C 2 により負レンズ E 1 を所定位置（図2(a)でポジション P 1）に移動させる。その後、レーザモジュール L M を作動させて第1の発光点 E P 1 を発光させる。第1の発光点 E P 1 から射出された発散光束は、図2(a)において実線でその光線経路を描いたように、プリズム P S で反射され、コリメートレンズ C O L を経て平行光束とされ、図示しない絞り S T O により光束径が規制され、開口制限素子 A P を透過し、対物光学系 O B J によって第1保護層 P L 1 を介して情報記録面 R L 1 上に形成されるスポットとなる。対物光学系 O B J は、その周辺に配置された2軸アクチュエータ A C 1 によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面 R L 1 で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物光学系 O B J 、開口制限素子 A P を透過

40

50

し、コリメートレンズCOLによって収斂光束とされ、プリズムPS内部で2回反射され受光部DS1に集光する。そして、受光部DS1の出力信号を用いて高密度光ディスクHDに記録された情報を読み取ることができる。

【0062】

この際、コリメートレンズCOLを1軸アクチュエータAC3により光軸方向に駆動させることで、高密度光ディスクHDの情報記録面RL1上に形成されたスポットの球面収差を補正する。コリメートレンズCOLの位置調整により補正する球面収差の発生原因は、第1の実施の形態での説明と同様である。又、第1の実施の形態での説明と同様に、1軸アクチュエータAC3として、ボイスコイルアクチュエータや圧電素子を利用したアクチュエータを用いるのが好ましい。

10

【0063】

多層記録型の高密度光ディスクの情報記録層間のフォーカスジャンプ時に発生する球面収差や、高密度光ディスクの保護層の製造誤差による厚みばらつきや厚み分布等に起因する球面収差は、高密度光ディスクの回転に追従して補正する必要があるが、この際、応答周波数の高い1軸アクチュエータAC3にキックパルスを印加することで、高速に球面収差の変化を補正するのが好ましい。然るに、コリメートレンズCOLの移動量が大きくなる場合には、1軸アクチュエータAC3のDC的オフセットによる発熱が大きくなるという問題がある。この発熱を緩和するために、コリメートレンズCOLの移動に追従して、1軸アクチュエータAC2を駆動させ、コリメートレンズCOLの位置を調整するのが好ましい。

20

【0064】

また、光ピックアップ装置PU2においてDVDに対して情報の記録／再生を行う場合には、第2光束がコリメートレンズCOLから平行光束の状態で射出されるように、対物光学系OBJとコリメートレンズCOLとの間の距離が、高密度光ディスクHDに対して情報の記録／再生を行う場合よりも大きくなるように1軸アクチュエータAC3によりコリメートレンズCOLを所定の位置（図2(a)では図示せず）に移動させる。その後、レーザモジュールLMを作動させて第2の発光点EP2を発光させる。第2の発光点EP2から射出された発散光束は、図2(a)において点線でその光線経路を描いたように、プリズムPSで反射され、コリメートレンズCOLを経て平行光束とされ、開口制限素子APにより光束径が規制された後、対物光学系OBJによって第2保護層PL2を介して情報記録面RL2上に形成されるスポットとなる。対物光学系OBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL2で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物光学系OBJ、開口制限素子APを透過し、コリメートレンズCOLによって収斂光束とされ、プリズムPS内部で2回反射され受光部DS2に集光する。そして、受光部DS2の出力信号を用いてDVDに記録された情報を読み取ることができる。

30

【0065】

また、光ピックアップ装置PU2においてCDに対して情報の記録／再生を行う場合には、保護層PL1の厚さt1と保護層PL3の厚さt3との差に起因する球面収差が補正されるように、対物光学系OBJとコリメートレンズCOLとの間の距離が、高密度光ディスクHDに対して情報の記録／再生を行う場合よりも大きくなる位置（図2(a)でポジションP2）に1軸アクチュエータAC2によりコリメートレンズCOLを移動させる。その後、レーザモジュールLMを作動させて第3の発光点EP3を発光させる。第3の発光点EP3から射出された発散光束は、図2(a)において二点鎖線でその光線経路を描いたように、プリズムPSで反射され、コリメートレンズCOLを透過することにより発散光束に変換され、開口制限素子APにより光束径が規制された後、対物光学系OBJによって第3保護層PL3を介して情報記録面RL3上に形成されるスポットとなる。対物光学系OBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL3で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物光学系OBJ、開口制限素子APを透過し、コリメートレンズCOLによって

40

50

収斂光束とされ、プリズムPS内部で2回反射され受光部DS3に集光する。そして、受光部DS3の出力信号を用いてCDに記録された情報を読み取ることができる。

【0066】

本実施の形態では、収差補正素子L1の回折構造で発生する第1光束のn次回折光（但し n は奇数）を、高密度光ディスクHDの記録／再生時に使用する構成となっているため、第1光束の略半分の波長である第3光束に対しては、波長 λ_3 の半整数倍の光路差が付加される。これにより、 t_1 と t_3 の差に起因する球面収差を低減されるので、CDに対して情報の記録／再生を行う際の第3光束に対する対物光学系OBJの倍率の絶対値が大きくなり過ぎない。この結果、コリメートレンズCOLの移動量が小さくてすみ、また、対物光学系OBJのトラッキング特性を良好なものにすることが可能となる。

10

【0067】

第1の実施の形態での説明と同様の理由により、1軸アクチュエータAC2、ソレノイドやステッピングモータを使用するのが好ましい。本実施の形態では、コリメートレンズCOLを1群構成としたが、2群以上のレンズ群から構成される形態としてもよい。また、収差補正素子L1に断面形状が階段形状である回折構造を形成したが、断面形状が鋸歯形状である回折構造を形成してもよく、複数の輪帯から構成され、各輪帯内が階段状に分割されたマルチレベル型回折構造を形成してもよい。また、複数の輪帯から構成され、各輪帯を分割する光軸方向の段差の方向が有効径内で逆となる光路差付与構造を、位相構造として形成してもよい。

20

【0068】

また、上述した第1の光ピックアップ装置PU1、及び第2の光ピックアップ装置PU2において、高密度光ディスクHDの情報記録面RL1上に形成されたスポットの球面収差を検出し、その検出結果を基に球面収差誤差信号を生成し、この球面収差誤差信号がゼロとなるように球面収差補正手段を作動させるための球面収差検出手段を備えるのが好ましく、これにより、より正確に球面収差の補正を行うことが可能となる。

【0069】

次に、本発明による光ピックアップ装置における球面収差補正手段と対物光学系とから構成される光学系として最適な光学系の実施例を説明する。

【0070】

本実施例における非球面は、その面の頂点に接する平面からの変形量を X （mm）、光軸に垂直な方向の高さを h （mm）、曲率半径を r （mm）とするとき、次の数1に表1、2中の非球面係数 A_{2i} を代入した式で表される。但し、 A_0 を円錐係数とする。

30

【0071】

[数1]

$$X = \left(\frac{h^2}{r} \right) / \left(1 + \sqrt{1 - \left(1 + \frac{A_0}{r} \right) \left(\frac{h}{r} \right)^2} \right) + A_2 h^2 + A_4 h^4 + A_6 h^6 + \dots$$

【0072】

また、また、本実施例におけるマルチレベル型回折構造は、透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、 λ_B を入射光束の波長、 λ_B を製造波長、光軸に垂直な方向の高さを h （mm）、 B_{2j} を光路差関数係数、 n を回折次数とするとき次の数2で定義される光路差関数 b （mm）で表される。

40

【0073】

[数2]

$$b = \left(\frac{\lambda_B}{\lambda_B} \right) \times n \times (B_2 h^2 + B_4 h^4 + B_6 h^6 + \dots)$$

【0074】

表1、2において、NA1、f1、 λ_1 、m1、t1は、それぞれ、高密度光ディスクHD使用時の対物光学系OBJの開口数、対物光学系OBJの焦点距離、対物光学系OBJの波長、対物光学系OBJの倍率、保護層の厚さであり、NA2、f2、 λ_2 、m2、t2は、DVD使用時の同様の値であり、NA3、f3、 λ_3 、m3、t3は、CD使用時の同様の値である。

50

【0075】

また、 r (mm) は曲率半径、 d_1 (mm)、 d_2 (mm)、 d_3 (mm) は、それぞれ、高密度光ディスクHD使用時、DVD使用時、CD使用時のレンズ間隔、 N_1 、 N_2 、 N_3 は、それぞれ、波長1、波長2、波長3に対するレンズの屈折率、 ν_d は d 線のレンズのアッペ数である。

【0076】

また、 n_1 、 n_2 、 n_3 は、それぞれ、マルチレベル型回折構造で発生する第1光束、第2光束、第3光束の回折光の回折次数である。

【実施例1】

【0077】

実施例1の光学系は、ともにプラスチックレンズである負レンズと正レンズとから構成されたエキスパンダー光学系（球面収差補正手段）と、ともにプラスチックレンズである収差補正素子と集光素子とから構成された対物光学系とから構成される光学系である。その具体的な数値データを表1、2に示す。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 $2.5 E -3$ ）を用いて表すものとする。

【0078】

【表1】

【実施例1】

10

20

【光学的仕様】

$f_1=2.200$, $NA_1=0.85$, $\lambda_1=408nm$, $d_2=3.0000$, $d_8=0.7190$, $d_9(t1)=0.0875$

$f_2=2.278$, $NA_2=0.65$, $\lambda_2=658nm$, $d_2=3.1800$, $d_8=0.4770$, $d_9(t2)=0.6$

$f_3=2.275$, $NA_3=0.45$, $\lambda_3=785nm$, $d_2=0.2000$, $d_8=0.4290$, $d_9(t3)=1.2$

【近軸データ】

面番号	$r(mm)$	$d(mm)$	$N\lambda 1$	$N\lambda 2$	$N\lambda 3$	νd	備考
OBJ		∞					発光点
1	-1.0991	0.8000	1.5242	1.5064	1.5050	56.5	エキスパンダー 光学系
2	1.9354	d_2					
3	∞	1.5000	1.5242	1.5064	1.5050	56.5	
4	-2.8923	15.000					
STO		0.5000					絞り
5	∞	1.0000	1.5242	1.5064	1.5050	56.5	対物 光学系
6	∞	0.1000					
7	1.4492	2.6200	1.5596	1.5406	1.5372	56.3	
8	-2.8750	d_8					
9	∞	d_9	1.6211	1.5798	1.5733	30.0	保護層
10	∞						

30

40

【0079】

【表2】

【非球面係数】

	第1面	第2面	第4面	第7面	第8面
κ	-0.10191E+01	0.11413E+01	-0.42828E+00	-0.65249E+00	-0.43576E+02
A4	-0.54020E-01	-0.59836E-01	-0.29680E-04	0.77549E-02	0.97256E-01
A6	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.29588E-03	-0.10617E+00
A8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.19226E-02	0.81812E-01
A10	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-0.12294E-02	-0.41190E-01
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.29138E-03	0.11458E-01
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.21569E-03	-0.13277E-02
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-0.16850E-03	0.00000E+00
A18	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.44948E-04	0.00000E+00
A20	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-0.43471E-05	0.00000E+00

【光路差関数係数】

	第5面
$n_1/n_2/n_3$	0/1/0
λB	658nm
B2	3.6500E-03
B4	-1.0196E-03
B6	1.6630E-05
B8	-9.3691E-05
B10	9.0441E-06

【0080】

対物光学系は、収差補正素子の光源側の光学面（表1において第5面）に形成したマルチレベル型回折構造の作用により、高密度光ディスクHDとDVDとの保護層の厚さの違いによる球面収差を補正したHD/DVD互換レンズである。尚、集光素子は、高密度光ディスクHDに対して球面収差補正が最適化されたレンズである。

【0081】

このマルチレベル型回折構造は複数の輪帯から構成されており、各輪帯は階段状に5分割されている。各輪帯内の階段構造の段差は、 $= 2 \cdot 1 / (N_1 - 1)$ を満たす高さに設定されている。ここで、 N_1 は波長1における収差補正素子L1の屈折率である。この階段構造により第1光束に付加される光路差は2-1であるので、第1光束はマルチレベル型回折構造により何ら作用を受けずにそのまま透過する。また、この階段構造により第3光束に付加される光路差は1-3であるので、第3光束もマルチレベル型回折構造により何ら作用を受けずにそのまま透過する。一方、この階段構造により第2光束に付加される光路差は約0.2-2であり、5分割された輪帯1つ分ではちょうど1-2の光路差が付加されることになり、1次回折光が発生する。このように、第2光束のみを選択的に回折させることにより、t1とt2の差に起因する球面収差を補正している。

【0082】

尚、マルチレベル型回折構造で発生する第1光束の0次回折光（透過光）の回折効率は100%、第2光束の1次回折光の回折効率は87%、第3光束の0次回折光（透過光）の回折効率は100%であり、何れの光束に対しても高い回折効率を得ている。

【0083】

また、高密度光ディスクHDに対する情報の記録／再生時に、情報記録面上に形成されたスポットの球面収差を、第2アクチュエータにより負レンズを動かして、対物光学系の倍

10

20

30

40

50

率を変化させることで補正する。

【0084】

また、高密度光ディスクHDとCDとの保護層の厚さの違いによる球面収差は、エキスパンダーレンズの負レンズと正レンズとの間隔が高密度光ディスクHDの場合よりも広くなるように、第1アクチュエータにより負レンズを動かして、対物光学系の倍率を変化させることで補正している。

【0085】

また、入射光束の波長が変わると、色収差の影響で、エキスパンダーレンズから射出される光束の発散度が変化する。そこで、DVDに対する記録／再生時には、エキスパンダーレンズから射出される第2光束が平行光束となるように、負レンズと正レンズとの間隔が高密度光ディスクHDの場合よりも広くなるように、第2アクチュエータにより、負レンズを動かしている。10

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】図1(a)は、高密度光ディスクHDとDVDとCDの何れに対しても適切に情報の記録／再生を行える第1の光ピックアップ装置PU1の構成を概略的に示す図であり、図1(b)は、第1の光ピックアップ装置PU1に用いる光源ユニットの正面図である。。

【図2】図2(a)は、高密度光ディスクHDとDVDとCDの何れに対しても適切に情報の記録／再生を行える第2の光ピックアップ装置PU2の構成を概略的に示す図であり、図2(b)は、第2の光ピックアップ装置PU2に用いる光源ユニットの正面図である。20

【符号の説明】

【0087】

AC1 第1アクチュエータ

AC2 第2アクチュエータ

AC3 第3アクチュエータ

AP 開口制限素子

COL コリメートレンズ

DS1 第1の受光部

DS2 第2の受光部

DS3 第3の受光部

E1 負レンズ

E2 正レンズ

EP1 第1の発光点

EP2 第2の発光点

EP3 第3の発光点

EXP エキスパンダー光学系

L1 収差補正素子

L2 集光素子

LM レーザモジュール

OBJ 対物光学系

PS プリズム

PU1 第1の光ピックアップ装置

PU2

第2の光ピックアップ装置

STO 絞り

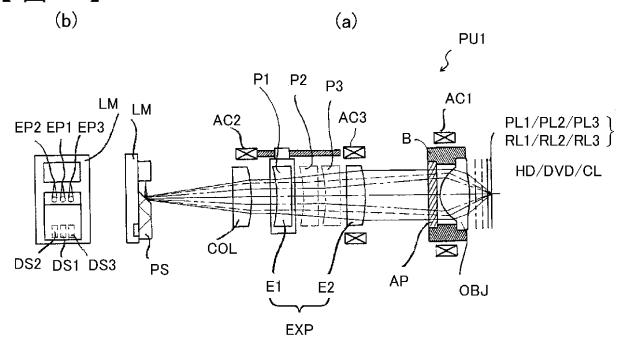
10

20

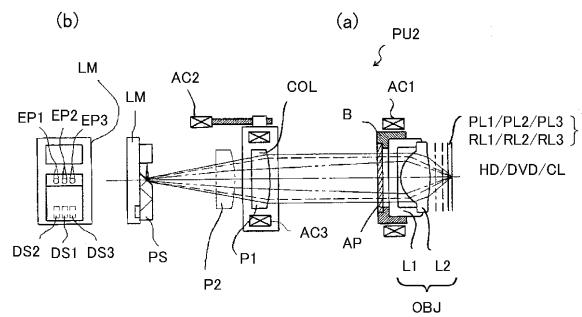
30

40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

【要約の続き】

【選択図】 図 1