

(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2005-293765
(P2005-293765A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷G 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

テーマコード(参考)

Z 5 D 7 8 9

A

B

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号

特願2004-109867 (P2004-109867)

(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 橋村 淳司

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

(72) 発明者 三森 满

東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ピックアップ装置

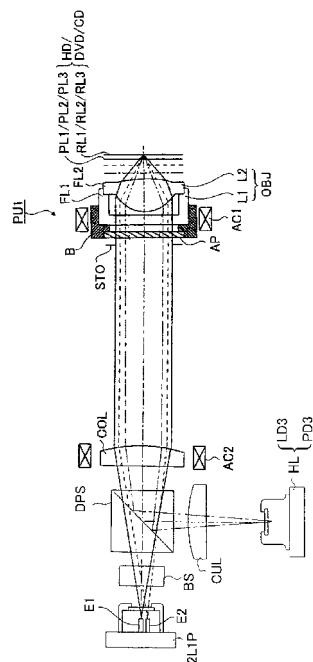
(57) 【要約】

【課題】

位相構造を有し、青紫色レーザ光源を使用する高密度光ディスクとDVDとCDを含む、記録密度が異なる3種類のディスクに対して情報の記録及び/又は再生を適切に行うことができる対物光学系を搭載した光ピックアップ装置であって、その構成の簡素化、低コスト化を実現可能な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を移動可能な構成とすれば、コリメートレンズCOLから光源までの距離を任意に変えることが可能となることから、波長の異なる3つの光源の内2つの光源を一体化したり、3つの光源を全て一体化したような構成を用いたとしても、所定の位置にコリメートレンズCOLを移動させることによって、第1光束乃至光束に対するそれぞれの対物光学素子OBJの第1倍率M1乃至第3倍率M3をM1=M2=M3=0を実現することが可能となる。また、コリメートレンズCOLを共通化したり、光源を一体化させることで、光ピックアップ装置の構成が簡素化され、装置の小型化や



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1波長 1 の第1光束を射出する第1光源と、第2波長 2 (2 > 1) の第2光束を射出する第2光源と、第3波長 3 (3 > 2) の第3光束を射出する第3光源と、前記第1光束を記録密度 1 の第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第2光束を記録密度 2 (2 < 1) の第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第3光束を記録密度 3 (3 < 2) の第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるための対物光学系と、を有し、前記光源からの光束を前記対物光学系を介して前記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／又は再生を行う光ピックアップ装置において、

前記対物光学系は位相構造を有し、前記第1光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第1倍率 M_1 、前記第2光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第2倍率 M_2 、前記第3光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第3倍率 M_3 とした時、 $M_1 = M_2 = M_3 = 0$ を満たすとともに、

前記それぞれの光源からの光束を平行光束または略平行光束として前記対物光学系に光束を入射させるためのコリメートレンズを少なくとも1つ有し、前記コリメートレンズが光軸と平行な方向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 2】

前記位相構造は、回折構造であ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】

前記コリメートレンズは、前記対物光学系の光源側、かつ前記第1光束、前記第2光束、前記第3光束が通過する共通光路内に配置される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】

前記コリメートレンズは以下の条件を満たすことを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$0.01 < C_L / f_{CL} < 0.05 \quad (1)$$

C_L : 前記コリメートレンズ移動量

f_{CL} : 前記コリメートレンズの第1光源波長に対する焦点距離

【請求項 5】

前記第1光源、前記第2光源、前記第3光源の3つの光源の内、少なくとも2つは一体化されていることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】

第1波長 1 の第1光束を射出する第1光源と、第2波長 2 (2 > 1) の第2光束を射出する第2光源と、第3波長 3 (3 > 2) の第3光束を射出する第3光源と、前記第1光束を記録密度 1 の第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第2光束を記録密度 2 (2 < 1) の第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第3光束を記録密度 3 (3 < 2) の第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるための対物光学系と、を有し、前記光源からの光束を前記対物光学系を介して前記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／又は再生を行う光ピックアップ装置において、

前記対物光学系は位相構造を有し、前記第1光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第1倍率 M_1 、前記第2光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第2倍率 M_2 、前記第3光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第3倍率 M_3 とした時、 $M_1 = M_2 = M_3 = 0$ を満たすとともに、

前記それぞれの光源からの光束を平行光束または略平行光束として前記対物光学系に光束を入射させるためのコリメートレンズと、収差補正を行うための収差補正手段とを有し

、前記収差補正手段が少なくとも2枚のレンズで構成されるとともに、少なくとも1枚の前記レンズは光軸と平行な方向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7】

前記位相構造は、回折構造であることを特徴とする請求項6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】

前記収差補正手段は、球面収差補正を行うことを特徴とする請求項6又は7に記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】

前記収差補正手段は、前記対物光学系の光源側、かつ、前記コリメートレンズの対物光学系側で、前記第1光束、前記第2光束、前記第3光束が通過する共通光路内に配置されることを特徴とする請求項6から8のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】

前記収差補正手段は、1枚のレンズのみを移動させることを特徴とする請求項6から9のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】

前記収差補正手段は以下の条件を満たすことを特徴とする請求項6から10のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$0.001 < |ML/f_{BEML}| < 0.02 \quad (2)$$

BEML：前記収差補正手段における移動するレンズの移動量

f_{BEML}：前記収差補正手段における移動するレンズの第1光源波長に対する焦点距離

【請求項12】

前記第1光源、前記第2光源、前記第3光源の3つの光源の内、少なくとも2つは一体化されていることを特徴とする請求項6から11のいずれか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、異なる種類の光情報記録媒体に対して互換可能に情報の記録及び／又は再生を行える光ピックアップ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光ピックアップ装置において、光ディスクに記録された情報の再生や、光ディスクへの情報の記録のための光源として使用されるレーザ光源の短波長化が進み、例えば、青紫色半導体レーザや、第2高調波を利用して赤外半導体レーザの波長変換を行う青色SHGレーザ等、波長400～420nmのレーザ光源が実用化されつつある。これら青紫色レーザ光源を使用すると、DVD（デジタルバーサタイルディスク）と同じ開口数（NA）の対物レンズを使用する場合で、直径12cmの光ディスクに対して、15～20GBの情報の記録が可能となり、対物レンズのNAを0.85にまで高めた場合には、直径12cmの光ディスクに対して、23～25GBの情報の記録が可能となる。以下、本明細書では、青紫色レーザ光源を使用する光ディスク及び光磁気ディスクを総称して「高密度光ディスク」という。

【0003】

尚、NA0.85の対物レンズ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0.6mmに対して、0.1mm）、スキ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

10

20

30

40

50

して情報の記録／再生ができるだけでは足らず、例えばユーザが所有しているD V DやC D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なると、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D V D、更にはC D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。

【0004】

高密度光ディスクとD V D、更にはC D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D V DやC D用の光学系とを情報を記録／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D V DやC D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。尚、記録／再生波長が互いに異なる複数種類の光ディスクに対して共通な対物光学系を得るために、球面収差の波長依存性を有する位相構造を対物光学系に形成する必要がある。

【0006】

特許文献1には、位相構造としての回折構造を有し、高密度光ディスクと従来のD V D及びC Dに対して共通に使用可能な対物光学系、及びこの対物光学系を搭載した光ピックアップ装置が記載されている。

【特許文献1】ヨーロッパ公開特許第1304689号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

然るに、上記の特許文献1に記載されている対物光学系は、各々の光ディスクに情報の記録／再生を行う際の倍率差が大きいため、光ピックアップ装置において、対物光学系以外の光学部品を共通化したり、複数種類の光源が集積化された光源モジュール等を使用するのが困難であり、光ピックアップ装置の構成の簡素化、低コスト化を実現できない、という問題がある。また特にC Dに情報の記録／再生を行う際の倍率が大きいことから、レンズトラッキング時のコマ収差が大きくなり問題となる。

【0008】

本発明は、上述の問題を考慮したものであり、位相構造を有し、青紫色レーザ光源を使用する高密度光ディスクとD V DとC Dを含む、記録密度が異なる3種類のディスクに対して情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる対物光学系を搭載した光ピックアップ装置であって、その構成の簡素化、低コスト化を実現可能な光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

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S H G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、N A 0 . 8 5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 m m程度である規格の光ディスク（例えば、B D：ブルーレイディスク）の他に、N A 0 . 6 5乃至0 . 6 7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 m m程度である規格の光ディスク（例えば、H D D V D）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n m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 S H G 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。

【 0 0 1 0 】

更に、本明細書においては、DVD とは、DVD - ROM、DVD - V i d e o 、DVD - A u d i o 、DVD - R A M 、DVD - R 、DVD - R W 、DVD + R 、DVD + R W 等のDVD 系列光ディスクの総称であり、CD とは、CD - ROM 、CD - A u d i o 、CD - V i d e o 、CD - R 、CD - R W 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。

【 0 0 1 1 】

請求項 1 に記載の光ピックアップ装置は、第 1 波長 1 の第 1 光束を射出する第 1 光源と、第 2 波長 2 (2 > 1) の第 2 光束を射出する第 2 光源と、第 3 波長 3 (3 > 2) の第 3 光束を射出する第 3 光源と、前記第 1 光束を記録密度 1 の第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第 2 光束を記録密度 2 (2 < 1) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第 3 光束を記録密度 3 (3 < 2) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるための対物光学系と、を有し、前記光源からの光束を前記対物光学系を介して前記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／又は再生を行う光ピックアップ装置において、

前記対物光学系は位相構造を有し、前記第 1 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第 1 倍率 M 1 、前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第 2 倍率 M 2 、前記第 3 光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第 3 倍率 M 3 とした時、 $M_1 = M_2 = M_3 = 0$ を満たすとともに、

前記それぞれの光源からの光束を平行光束または略平行光束として前記対物光学系に光束を入射させるためのコリメートレンズを少なくとも 1 つ有し、前記コリメートレンズが光軸と平行な方向に移動可能であることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、前記、第 1 光束乃至第 3 光束に対するそれぞれの前記対物光学系の第 1 倍率 M 1 乃至第 3 倍率 M 3 を $M_1 = M_2 = M_3 = 0$ (ここでの倍率 = 0 とは、厳密にいえば平行光束が入射することをいうが、略平行光束が入射する場合を含む) とすることでき、トラッキングによるレンズシフトが発生しても、収差の劣化が起こらないようにすることができる。

【 0 0 1 3 】

しかしながら、その場合において、それぞれの光源からの光束に共通のコリメートレンズを用いて対物光学系に入射する光束を平行又は略平行 (ここでの略平行とは光軸と光束のマージナル光が成す角度が ± 1 度以内の状態をいうものとする) とすると、それぞれの光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行うための光源波長が異なることから、コリメートレンズの持つ色収差によって第 1 光束乃至第 3 光束それぞれについてコリメートレンズから光源までの望ましい距離が異なってしまい、それらの内 2 つの光源を一体化したり、3 つの光源を全て一体化したような構成にすることが出来ないという問題が発生してしまう。又は、2 つの光源を一体化したり、3 つの光源を全て一体化したような構成にすると、コリメートレンズの色収差によって発生する対物光学系の収差が問題となり、そのままの構成では問題が発生してしまう。

【 0 0 1 4 】

これに対し、本発明のように、コリメートレンズを移動可能な構成とすれば、コリメートレンズから光源までの距離を任意に変えることが可能となることから、波長の異なる 3 つの光源の内 2 つの光源を一体化したり、3 つの光源を全て一体化したような構成を用いたとしても、所定の位置にコリメートレンズを移動させることによって、前記第 1 光束乃至第 3 光束に対するそれぞれの前記対物光学系の第 1 倍率 M 1 乃至第 3 倍率 M 3 を $M_1 = M_2 = M_3 = 0$ を実現することが可能となる。また、前記コリメートレンズを共通化した

10

20

30

40

50

り、前記光源を一体化させることで、光ピックアップ装置の構成が簡素化され、装置の小型化や低コスト化が達成されるので望ましい。

【0015】

前記対物光学系の光学面上に形成する位相構造は、例えば第1波長1と第2波長2の波長差に起因する色収差、及び／又は前記第1光情報記録媒体の保護層と第2光情報記録媒体の保護層の厚みの差に起因する球面収差を補正するための構造とすることができる。ここでいう色収差とは、波長差に起因する近軸像点位置の差、及び／又は波長差に起因する球面収差を指す。

【0016】

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

【0017】

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。

【0018】

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。

【0019】

また、上述の集光素子は、プラスチックレンズであっても良いし、ガラスレンズであっても良い。集光素子をプラスチックレンズとする場合は、環状オレフィン系のプラスチック材料を使用するのが好ましく、環状オレフィン系の中でも、波長405nmに対する温度25での屈折率N₄₀₅が1.54乃至1.60の範囲内であって、-5から70の温度範囲内での温度変化に伴う波長405nmに対する屈折率変化率dN₄₀₅/dT(-¹)が-10×10⁻⁵乃至-8×10⁻⁵の範囲内であるプラスチック材料を使用するのがより好ましい。

【0020】

また、集光素子をガラスレンズとする場合は、ガラス転移点T_gが400以下であるガラス材料を使用すると、比較的低温での成形が可能となるので、金型の寿命を延ばすことが出来る。このようなガラス転移点T_gが低いガラス材料としては、例えば(株)住田光学ガラス製のK-PG325や、K-PG375(共に製品名)がある。

【0021】

ところで、ガラスレンズは一般的にプラスチックレンズよりも比重が大きいため集光素子をガラスレンズとすると、重量が大きくなり対物光学系を駆動するアクチュエータに負

10

20

20

30

40

50

担がかかる。そのため、集光素子をガラスレンズとする場合には、比重が小さいガラス材料を使用するのが好ましい。具体的には、比重が3.0以下であるのが好ましく、2.8以下であるのがより好ましい。

【0022】

また、上述の集光素子の材料として、プラスチック材料中に直径が30nm以下の粒子を分散させた材料を使用しても良い。温度が上昇すると屈折率が下がるプラスチック材料に、温度が上昇すると屈折率が上昇する無機材料を均質に混成することで両者の屈折率の温度依存性を打ち消すことが可能となる。これにより、プラスチック材料の成形性を保持したまま、温度変化に伴う屈折率変化が小さい光学材料（以下、かかる光学材料を「アサーマル樹脂」と呼ぶ）を得ることが出来る。

10

【0023】

ここで、集光素子の屈折率の温度変化について説明する。温度変化に対する屈折率の変化率は、Lorentz-Lorenzの公式に基づいて、屈折率nを温度Tで微分することにより、

以下の式3に示すAで表される。

【0024】

【数3】

$$A = \frac{(n^2 + 2)(n^2 - 1)}{6n \cdot \left\{ (-3\alpha) + \frac{1}{[R]} \cdot \frac{\delta[R]}{\delta T} \right\}}$$

20

但し、nはレーザ光源の波長に対する前記集光素子の屈折率であり、 α は集光素子の線膨張係数であり、[R]は集光素子の分子屈折力である。

【0025】

一般的なプラスチック材料の場合は、第1項に比べて第2項の寄与が小さいので第2項はほぼ無視出来る。たとえば、アクリル樹脂（PMMA）の場合、線膨張係数 α は 7×10^{-5} である、上式に代入すると、 $A = -12 \times 10^{-5}$ となり、実測値と概ね一致する。ここで、アサーマル樹脂では、直径が30nm以下の微粒子プラスチック材料中に分散させることにより、実質的に上式の第2項の寄与を大きくし、第1項の線膨張による変化と打ち消しあうようにさせている。具体的には、従来は -12×10^{-5} 程度であった温度変化に対する屈折率変化率を、絶対値で 10×10^{-5} 未満に抑えることが好ましい。より好ましくは、 8×10^{-5} 未満、更に好ましくは、 6×10^{-5} 未満に抑えることが、集光素子の温度変化に伴う球面収差変化を低減するうえで好ましい。

30

【0026】

例えば、アクリル樹脂（PMMA）に、酸化ニオブ（Nb₂O₅）の微粒子を分散させることにより、このような温度変化に対する屈折率変化の依存性を解消することが出来る。母材となるプラスチック材料は、体積比で80、酸化ニオブは20程度の割合であり、これらを均一に混合する。微粒子は凝集しやすいという問題があるが、粒子表面に電荷を与えて分散させる技術も知られており、必要な分散状態を生じさせることが出来る。

40

【0027】

尚、この体積比率は、温度変化に対する屈折率の変化の割合をコントロールするためには、適宜増減できるし、複数種類のナノサイズ無機粒子をブレンドして分散させることも可能である。

【0028】

体積比率では、上記の例では80:20であるが、90:10~60:40までの間で適宜調整可能である。90:10よりも体積比率が小さいと屈折率変化抑制の効果が小さくなり、逆に、60:40を超えるとアサーマル樹脂の成形性に問題が生じるために好ましくない。

50

【0029】

微粒子は無機物であることが好ましく、更に、酸化物であることが好ましい。そして酸化状態が飽和していて、それ以上酸化しない酸化物であることが好ましい。無機物であることは、高分子有機化合物であるプラスチック材料との反応を低く抑えるために好ましく、また酸化物であることによって、青紫色レーザの長時間の照射に伴う透過率劣化や波面収差劣化を防ぐことが出来る。特に、高温下において青紫色レーザが照射されるという過酷な条件において、酸化が促進されやすくなるが、このような無機酸化物であれば、酸化による透過率劣化や波面収差劣化を防ぐことが出来る。

【0030】

尚、プラスチック材料に分散させる微粒子の直径が大きいと、入射光束の散乱が生じやすくなり集光素子の透過率が低下する。高密度光ディスクにおいて、情報の記録／再生に使用される青紫色レーザの出力が十分高くない現状においては、集光素子の青紫色レーザ光束に対する透過率が低いと、記録速度の高速化、多層ディスク対応という観点で不利となる。従って、プラスチック材料に分散させる微粒子の直径は、好ましくは20nm以下、更に好ましくは10～15nm以下であることが集光素子の透過率低下を防ぐ上で好ましい。

【0031】

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、前記位相構造は、回折構造であることを特徴とする。本発明のように、前記位相構造として回折構造を利用することで、記録密度が互いに異なる3種類の光ディスク用互換対物光学系の特性をより向上させることが可能となる。

【0032】

請求項3に記載の光ピックアップ装置は、請求項1又は2に記載の発明において、前記コリメートレンズは、前記対物光学系の光源側、かつ前記第1光束、前記第2光束、前記第3光束が通過する共通光路内に配置されることを特徴とする。本発明のように、前記コリメートレンズを、対物光学系の光源側であって、かつ前記第1光束、前記第2光束、前記第3光束が通過する共通光路内に配置させることで、前記第1光束用の光学部品と、前記第2光束用の光学部品、前記第3光束用の光学部品とを共通化することができる、光ピックアップ装置の部品点数の削減、構成の簡略化が可能となり、その結果、光ピックアップ装置の製造コストを低減出来る。

【0033】

請求項4に記載の光ピックアップ装置は、請求項1～3のいずれかに記載の発明において、前記コリメートレンズは以下の条件を満たすことを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$0.01 < C_L / f_{CL} < 0.05 \quad (1)$$

C_L ：前記コリメートレンズ移動量

f_{CL} ：前記コリメートレンズの第1光源波長に対する焦点距離

【0034】

前記コリメートレンズが(1)式を満たすことで、前記対物光学系を、前記第1倍率M1、前記第2倍率M2、前記第3倍率M3が同じ倍率(0)となるようにして用いることが可能となる。上記値が(1)式の上下限を越えると、例えば前記第1光束用のコリメートレンズと前記第2光束用のコリメートレンズとを共通化した場合、これら共通の光学部品を透過して、前記対物光学系に入射する前記第1光束と前記第2光束の発散度合いが、上述した共通光学部品の色収差の影響で互いに異なってしまうので好ましくない。なぜなら、(1)式を満たさない前記対物光学系に対して、発散度合いが互いに異なる前記第1光束及び前記第2光束が入射すると、何れかの光束に対して球面収差が発生する恐れがあるからである。

【0035】

但し、(1)式に規定する条件の範囲を超えた場合でも、前記第1光束と前記第2光束の共通の光路中に、上述した共通光学部品の色収差を補正する機能を有する色収差補正素

10

20

30

40

50

子を配置することで、前記対物光学系に入射する前記第1光束と、前記対物光学系に入射する前記第2光束の発散度合いを同じにすることができる。かかる色収差補正素子としては、波長分散が互いに異なる正レンズと負レンズとから構成されるダブレットレンズであっても良いし、回折光学素子であっても良い。またこれら色収差補正素子は、上述した共通光学部品と別体であっても構わないし、共通光学部品内に設けることも可能である。しかしながら、このような色収差補正素子を用いると部品点数が増加したり加工が困難になったりして、装置の複雑化とコストアップを招いてしまう。装置の簡素化、低コスト化という観点からは、それらを用いずに構成することが望ましいといえる。

【0036】

請求項5に記載の光ピックアップ装置は、請求項1～4のいずれかに記載の発明において、前記第1光源、前記第2光源、前記第3光源の3つの光源の内、少なくとも2つは一体化されていることを特徴とする。本発明のように、複数光源が一体化された光源ユニットを使用することで、光ピックアップ装置の構成の更なる簡略化が可能となる。ここで、複数光源が一体化された光源ユニットは、例えば前記第1光束を発生する発光部と、前記第2光束を発生する発光部を同一の基板上に形成した光源ユニットであっても良いし、例えば前記第1光束を発生する半導体チップと、前記第2光束を発生する半導体チップとを1つの筐体内に納めた光源ユニットであっても良い。ここで、前記第1光源から前記第3光源まで全ての光源が一体化された光源ユニットであると、更に部品点数を削減することが可能となり、装置の小型化に有利となり望ましい。また、前記第1光源から前記第3光源までの内、2つの光源を一体化した光源ユニットとした場合、残り1つの光源に関しては、光源と前記光源光束用の光検出器とが一体化された光源ユニットを使用すると、装置が簡素化され小型化に有利であるので望ましい。

【0037】

請求項6に記載の光ピックアップ装置は、第1波長1の第1光束を射出する第1光源と、第2波長2(2>1)の第2光束を射出する第2光源と、第3波長3(3>2)の第3光束を射出する第3光源と、前記第1光束を記録密度1の第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第2光束を記録密度2(2<1)の第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光させ、前記第3光束を記録密度3(3<2)の第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光させるための対物光学系と、を有し、前記光源からの光束を前記対物光学系を介して前記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／又は再生を行う光ピックアップ装置において、

前記対物光学系は位相構造を有し、前記第1光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第1倍率M1、前記第2光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第2倍率M2、前記第3光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う際の前記対物光学系の倍率を第3倍率M3とした時、M1=M2=M3=0を満たすとともに、

前記それぞれの光源からの光束を平行光束または略平行光束として前記対物光学系に光束を入射させるためのコリメートレンズと、収差補正を行うための収差補正手段とを有し、前記収差補正手段が少なくとも2枚のレンズで構成されるとともに、少なくとも1枚の前記レンズは光軸と平行な方向に移動可能であることを特徴とする。

【0038】

本発明によれば、前記、第1光束乃至第3光束に対するそれぞれの前記対物光学系の第1倍率M1乃至第3倍率M3をM1=M2=M3=0(ここでの倍率=0とは、厳密にいえば平行光束が入射することをいうが、略平行光束が入射する場合を含む)とすることと、トランクリングによるレンズシフトが発生しても、収差の劣化が起こらないようにすることができる。

【0039】

しかしながら、その場合において、それぞれの光源からの光束に共通のコリメートレンズを用いて対物光学系に入射する光束を平行又は略平行(ここでの略平行とは光軸と光束のマージナル光が成す角度が±1度以内の状態をいうものとする)とすると、それぞれの

10

20

30

40

50

光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行うための光源波長が異なることから、コリメートレンズの持つ色収差によって第1光源乃至第3光源それぞれについてコリメートレンズから光源までの望ましい距離が異なってしまい、それらの内2つの光源を一体化したり、3つの光源を全て一体化したような構成にすることが出来ないという問題が発生してしまう。又は、2つの光源を一体化したり、3つの光源を全て一体化したような構成にすると、コリメートレンズの色収差によって発生する対物光学系の収差が問題となり、そのままの構成では問題が発生してしまう。

【0040】

これに対し、本発明においては、収差補正を行うための収差補正手段を設けており、前記収差補正手段が、少なくとも1枚のレンズが光軸と平行な方向に移動可能である2枚以上のレンズを有しているので、所与の位置に前記少なくとも1枚のレンズを移動させることによって収差補正を行えるため、前記コリメートレンズと光源との間の距離を変えることなく波長の異なる3つの光源の内2つの光源を一体化したり、3つの光源を全て一体化したような構成を実現することが可能となる。また前記第1光束乃至第3光束に対するそれぞれの対物光学系の第1倍率M1乃至第3倍率M3をM1=M2=M3=0として使用することが望ましいことから、前記収差補正手段を前記コリメートレンズの対物光学系側に配置して、少なくとも1枚の負レンズと少なくとも1枚の正レンズ、の2つのレンズで構成してもよい。それにより前記コリメートレンズからの平行又は略平行光束を、そのまま平行又は略平行光束として前記対物光学系に入射させることが可能となる。また前記収差補正手段が負レンズを用いていることから、色収差の補正も有利となる。また、前記コリメートレンズを共通化したり、前記光源を一体化することで、光ピックアップ装置の構成が簡素化され、装置の小型化や低コスト化が達成されるので望ましい。

【0041】

尚、請求項6に記載の光ピックアップ装置において、請求項1に記載の発明と同様の構成に関しては、同様の作用効果を奏するため、その説明を省略する。

【0042】

請求項7に記載の光ピックアップ装置は、請求項6に記載の発明において、前記位相構造は、回折構造であることを特徴とする。本発明のように、位相構造として回折構造を利用することで、記録密度が互いに異なる3種類の光ディスク用互換対物光学系の特性をより向上させることが可能となる。

【0043】

請求項8に記載の光ピックアップ装置は、請求項6又は7に記載の発明において、前記収差補正手段は、球面収差補正を行うことを特徴とする。本発明のように、前記収差補正手段が球面収差を補正するので、前記第1光情報記録媒体及至前記第3光情報記録媒体の情報の記録／再生を行うに際して、前記対物光学系の前記第1倍率及至前記第3倍率をM1=M2=M3=0としながら1つのコリメートレンズとして構成した場合に生じる波長変化による球面収差を補正することができる、結果として単一のコリメートレンズを有する光ピックアップ装置が構成され、装置の簡素化や小型化、低コスト化が達成できるので望ましい。

【0044】

請求項9に記載の光ピックアップ装置は、請求項6～8のいずれかに記載の発明において、前記収差補正手段は、前記対物光学系の光源側、かつ、前記コリメートレンズの対物光学系側で、前記第1光束、前記第2光束、前記第3光束が通過する共通光路内に配置されることを特徴とする。本発明のように、前記収差補正手段を、前記対物光学系の光源側であって、かつ前記コリメートレンズの対物光学系側の前記第1光束、前記第2光束、前記第3光束の共通光路内に配置させることで、前記第1光束用の光学部品と、前記第2光束用の光学部品、前記第3光束用の光学部品とを共通化することができる、光ピックアップ装置の部品点数の削減、構成の簡略化が可能となり、その結果、光ピックアップ装置の製造コストを低減出来る。

【0045】

10

20

30

40

50

請求項 10 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 6 ~ 9 のいずれかに記載の発明において、前記収差補正手段は、1枚のレンズのみを移動させることを特徴とする。本発明のように、前記収差補正手段が1枚のレンズのみを移動させる構成であるので、最も少ない移動レンズで収差の補正が可能になることからレンズ移動のための機構が簡素化され、装置の小型化や低コスト化に効果がある。

【0046】

請求項 11 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 6 ~ 10 のいずれかに記載の発明において、前記収差補正手段は以下の条件を満たすことを特徴とする。

$$0.001 < |ML/f_{BEML}| < 0.02 \quad (2)$$

BEML : 前記収差補正手段における移動するレンズの移動量

10

f_{BEML} : 前記収差補正手段における移動するレンズの第1光源波長に対する焦点距離

【0047】

前記収差補正手段が(2)式を満たすことで、前記対物光学系を、前記第1倍率M1、前記第2倍率M2、前記第3倍率M3が同じ倍率(0)となるようにして用いることが可能となる。上記値が(2)式の上下限を越えると、例えば前記第1光束用のコリメートレンズと、前記第2光束用のコリメートレンズとを共通化した場合、これら共通の光学部品を透過して、前記対物光学系に入射する前記第1光束と前記第2光束の発散度合いが、上述した共通光学部品の色収差の影響で互いに異なってしまうので好ましくない。なぜなら、(2)式を満たさない前記対物光学系に対して、発散度合いが互いに異なる前記第1光束及び前記第2光束が入射すると、何れかの光束に対して球面収差が発生する恐れがあるからである。

20

【0048】

但し、(2)式に規定する条件の範囲を超えた場合でも、前記第1光束と前記第2光束の共通の光路中に、上述した共通光学部品の色収差を補正する機能を有する色収差補正素子を配置することで、前記対物光学系に入射する前記第1光束と、前記対物光学系に入射する前記第2光束の発散度合いを同じにすることが可能となる。かかる色収差補正素子としては、波長分散が互いに異なる正レンズと負レンズとから構成されるダブレットレンズであっても良いし、回折光学素子であっても良い。またこれら色収差補正素子は、上述したコリメートレンズや収差補正素子等の共通光学部品と別体であっても構わないし、共通光学部品内に設けることも可能である。しかしながら、このような色収差補正素子を用いると部品点数が増加したり加工が困難になったりして、装置の複雑化とコストアップを招いてしまう。装置の簡素化、低コスト化という観点からは、それらを用いずに構成することが望ましいといえる。

30

【0049】

請求項 12 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 6 ~ 11 のいずれかに記載の発明において、前記第1光源、前記第2光源、前記第3光源の3つの光源の内、少なくとも2つは一体化されていることを特徴とする。本発明のように、複数光源が一体化された光源ユニットを使用することで、光ピックアップ装置の構成の更なる簡略化が可能となる。ここで、複数光源が一体化された光源ユニットは、例えば第1光束を発生する発光部と第2光束を発生する発光部、又は第2光束を発生する発光部と第3光束を発生する発光部を同一の基板上に形成した光源ユニットであっても良いし、例えば第1光束を発生する半導体チップと第2光束を発生する半導体チップ、又は第2光束を発生する半導体チップと第3光束を発生する半導体チップとを1つの筐体内に納めた光源ユニットであっても良い。ここで、前記第1光源から前記第3光源まで全ての光源が一体化された光源ユニットであると、更に部品点数を削減することが可能となり、装置の小型化に有利となり望ましい。また、前記第1光源から前記第3光源までの内、2つの光源を一体化した光源ユニットとした場合、残り1つの光源に関しては、光源と前記光源光束用の光検出器とが一体化された光源ユニットを使用すると、装置が簡素化され小型化に有利であるので望ましい。

40

【発明の効果】

【0050】

50

本発明によれば、位相構造を有し、青紫色レーザ光源を使用する高密度光ディスクとDVDとCDを含む、記録密度が異なる3種類のディスクに対して情報の記録及び/又は再生を適切に行うことができる対物光学系を搭載した光ピックアップ装置であって、その構成の簡素化、低コスト化を実現可能な光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0051】

本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0052】

【第1の実施の形態】

図5は、高密度光ディスクHD(第1光ディスク)とDVD(第2光ディスク)とCD(第3光ディスク)との何れに対しても、簡略な構成で適切に情報の記録/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る。高密度光ディスクHDの光学的仕様は、第1波長 $\lambda_1 = 408\text{nm}$ 、第1保護層PL1の厚さ $t_1 = 0.1\text{mm}$ 、開口数NA1=0.85であり、DVDの光学的仕様は、第2波長 $\lambda_2 = 658\text{nm}$ 、第2保護層PL2の厚さ $t_2 = 0.6\text{mm}$ 、開口数NA2=0.60であり、CDの光学的仕様は、第3波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ 、第3保護層PL3の厚さ $t_3 = 1.2\text{mm}$ 、開口数NA3=0.45である。

【0053】

第1光ディスク～第3光ディスクの記録密度($\lambda_1 \sim \lambda_3$)は、 $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1$ となっており、第1光ディスク～第3光ディスクに対して情報の記録及び/又は再生を行う際の、対物光学系OBJの倍率(第1倍率M1～第3倍率M3)は、M1=M2=M3=0となっている。但し、波長、保護層の厚さ、開口数、記録密度及び倍率の組合せはこれに限られない。

【0054】

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の発光部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の発光部EP2(第2光源)とを同一パッケージ内に収容した(一体化された)2レーザ1パッケージ2L1Pと、CDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され785nmのレーザ光束(第3光束)を射出する赤外半導体レーザLD3(第3光源)と光検出器PD3とが一体化されたホログラムレーザHLと、その光学面上に位相構造としての回折構造が形成された収差補正素子L1とこの収差補正素子L1を透過したレーザ光束を情報記録面RL1、RL2, RL3上に集光させる機能を有する両面が非球面とされた集光素子L2とから構成された対物光学系OBJ、開口制限素子AP、2軸アクチュエータAC1、1軸アクチュエータAC2、高密度光ディスクHDの開口数NA1に対応した絞りSTO、ダイクロイックプリズムDPS、コリメートレンズCOL(可動素子)、カップリングレンズCUL、ビーム整形素子SHとから構成されている。

【0055】

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、2レーザ1パッケージ2L1Pを作動させて第1の発光部EP1を発光させる。第1の発光部EP1から射出された発散光束は、図5において実線でその光線経路を描いたように、ビーム整形素子SHを透過することにより、その断面形状が橢円形から円形に整形され、ダイクロイックプリズムDPSを透過し、コリメートレンズCOLを経て平行光束とされた後、絞りSTOにより光束径が規制され、開口制限素子APを透過し、対物光学系OBJによって第1保護層PL1を介して情報記録面RL1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RL1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

10

20

30

40

50

レンズCOLによって収斂光束とされ、ダイクロイックプリズムDPS、ビーム整形素子BSを透過した後、2レーザ1パッケージ2L1P内又はその近傍に配置された光検出器(不図示)で受光される。かかる光検出器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。

【0056】

また、光ピックアップ装置PU1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光束が平行光束の状態でコリメートレンズCOLから射出されるように、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小さくなるように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、2レーザ1パッケージ2L1Pを作動させて第2の発光部EP2を発光させる。但し、前記第2の発光部EP2を発光させた後、最適位置を探索しながらコリメートレンズCOLを移動させても良い。

【0057】

第2の発光部EP2から射出された発散光束は、図5において点線でその光線経路を描いたように、ビーム整形素子SHを透過することにより、その断面形状が楕円形から円形に整形され、ダイクロイックプリズムDPSを透過し、コリメートレンズCOLを経て平行光束とされた後、絞りSTOにより光束径が規制され、開口制限素子APを透過し、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、ダイクロイックプリズムDPS、ビーム整形素子BSを透過した後、2レーザ1パッケージ2L1P内又はその近傍に配置された光検出器(不図示)で受光される。かかる光検出器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。

【0058】

また、光ピックアップ装置PU1においてCDに対して情報の記録/再生を行う場合には、第3光束が平行光束の状態でコリメートレンズCOLから射出されるように、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、ホログラムレーザHLの半導体レーザLD3を発光させる。但し、半導体レーザLD3を発光させた後、最適位置を探索しながらコリメートレンズCOLを移動させても良い。

【0059】

半導体レーザLD3から射出された発散光束は、図5において一点鎖線でその光線経路を描いたように、カップリングレンズCULを通過し、ダイクロイックプリズムDPSで反射され、コリメートレンズCOLを経て平行光束とされた後、絞りSTOにより光束径が規制され、開口制限素子APを透過し、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によって収斂光束とされ、ダイクロイックプリズムDPSで反射されて、カップリングレンズCULを透過した後、ホログラムレーザHLの光検出器PD3で受光される。光検出器PD3の出力信号を用いて、CDに記録された情報を読み取ることができる。

【0060】

次に、対物光学系OBJの構成について説明する。収差補正素子L1は、d線での屈折率ndが1.5091であり、アッベ数dが56.5のプラスチックレンズであり、1に対する屈折率は1.5242、2に対する屈折率は1.5064、3に対する屈折率は1.5050である。また、集光素子L2は、d線での屈折率ndが1.5435であり、アッベ数dが56.3のプラスチックレンズである。また、それぞれの光学機能部(第1光束が通過する、収差補正素子L1と集光素子L2の領域)の周囲には、光学

10

20

30

40

50

機能部と一体に成形されたフランジ部 F L 1、F L 2 を有し、かかるフランジ部 F L 1、F L 2 の一部同士を接合することで一体化されている。尚、収差補正素子 L 1 と集光素子 L 2 とを一体化する場合には、別部材の鏡枠を介して両者を一体化してもよい。

【 0 0 6 1 】

収差補正素子 L 1 の半導体レーザ光源側の光学面 S 1 は、図 6 に示すように、N A 2 内の領域に対応する光軸を含む第 1 領域 A R E A 1 と、N A 2 から N A 1 までの領域に対応する第 2 領域 A R E A 2 とに分割されており、第 1 領域 A R E A 1 には、図 3 (a)、(b) に示したような、その内部に階段構造が形成された複数の輪帯が光軸を中心として配列された構造である回折構造 (以下、この回折構造を「回折構造 H O E 」という。) である回折構造 H O E 1 が形成されている。

10

【 0 0 6 2 】

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

$$D \cdot (N 1 - 1) / 1 = 2 \cdot q \quad (4)$$

で算出される値に設定され、各輪帯内の分割数 P は 5 に設定されている。但し、1 は第 1 の発光部 E P 1 から射出されるレーザ光束の波長をミクロン単位で表したものであり (ここでは、1 = 0.408 μ m) 、N 1 は波長 1 に対する収差補正素子 L 1 の媒質屈折率、q は自然数である。

【 0 0 6 3 】

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

20

【 0 0 6 4 】

また、この階段構造に対して、第 3 波長 3 (ここでは、3 = 0.785 μ m) の第 3 光束が入射した場合、隣接する階段構造間では $(2 \times 1 / (N 1 - 1) \cdot (N 3 - 1)) / 3$ × 3 (μ m) の光路差が発生する。但し、N 3 は波長 3 に対する収差補正素子 L 1 の媒質屈折率である。第 3 波長 3 は $(N 3 - 1) / 3$ が $(N 1 - 1) / 1$ の略 2 倍であるので、隣接する階段構造間では略 1×3 (μ m) の光路差が発生し、第 3 光束も第 1 光束と同様に、実質的に位相差が与えられないので回折されずに 0 次回折光として透過する。

30

【 0 0 6 5 】

一方、この階段構造に対して、第 2 波長 2 (ここでは、2 = 0.658 μ m) の第 2 光束が入射した場合、隣接する階段構造間では $\{2 \times 1 / (N 1 - 1) \times (N 2 - 1) / 2\} \times 2 = \{2 \times 0.408 / (1.5242 - 1) \times (1.5064 - 1) / 0.658\} \times 2 = 1.199 \cdot 2$ (μ m) の光路差が発生する。各輪帯内の分割数 P は 5 に設定されているため、隣接する輪帯同士で第 2 波長 2 の 1 波長分の光路差が生じることになり ((1.199 - 1) × 5 - 1) 、第 2 光束は + 1 次の方向に回折する (+ 1 次回折光)。このときの第 2 光束の + 1 次回折光の回折効率は、87.5 % となるが、D V D に対する情報の記録 / 再生には十分な光量である。

40

【 0 0 6 6 】

収差補正素子 L 1 の光ディスク側の光学面 S 2 は、図 6 に示すように、N A 3 内の領域に対応する光軸を含む第 3 領域 A R E A 3 と、N A 3 から N A 1 までの領域に対応する第 4 領域 A R E A 4 とに分割されており、第 3 領域 A R E A 3 には、図 3 (c)、(d) に示したような、その内部に階段構造が形成された複数の輪帯が光軸を中心として配列された構造である回折構造 H O E 2 が形成されている。

【 0 0 6 7 】

第 3 領域 A R E A 3 に形成された回折構造 H O E 2 において、各輪帯内に形成された階段構造の深さ D は、

$$D \cdot (N 1 - 1) / 1 = 5 \cdot q \quad (5)$$

50

で算出される値に設定され、各輪帯内の分割数 P は 2 に設定されている。但し、 λ_1 は第 3 の発光部 E_P から射出されるレーザ光束の波長をミクロン単位で表したものであり（ここでは、 $\lambda_1 = 0.408 \mu m$ ）、 N_1 は波長 λ_1 に対する収差補正素子 L_1 の媒質屈折率、 q は自然数である。

【0068】

光軸方向の深さ D がこのように設定された階段構造に対して、第 1 波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合、隣接する階段構造間では $5 \times \lambda_1$ (μm) の光路差が発生し、第 1 光束は実質的に位相差が与えられないので回折されずに 0 次回折光として透過する。

【0069】

また、この階段構造に対して、第 2 波長 λ_2 (ここでは、 $\lambda_2 = 0.658 \mu m$) の第 2 光束が入射した場合、隣接する階段構造間では $(5 \times \lambda_1 / (N_1 - 1)) \cdot (N_2 - 1) / \lambda_2$ (μm) の光路差が発生する。但し、 N_2 は波長 λ_2 に対する収差補正素子 L_1 の媒質屈折率である。第 2 波長 λ_2 は $2 / (N_2 - 1)$ と $1 / (N_1 - 1)$ の比が略 5 : 3 の関係であるので、隣接する階段構造間では略 $3 \times \lambda_2$ (μm) の光路差が発生し、第 2 光束も第 1 光束と同様に、実質的に位相差が与えられないので回折されずに 0 次回折光として透過する。

【0070】

一方、この階段構造に対して、第 3 波長 λ_3 (ここでは、 $\lambda_3 = 0.785 \mu m$) の第 3 光束が入射した場合、隣接する階段構造間では $\{5 \times \lambda_1 / (N_1 - 1) \times (N_3 - 1) / \lambda_3\} \times 3 = \{5 \times 0.408 / (1.5242 - 1) \times (1.5050 - 1) / 0.785\} \times 3 = 2.5 \cdot 3$ (μm) の光路差が発生する。各輪帯内の分割数 P は 2 に設定されているため、第 3 光束は ± 1 次の方向にほぼ同じ回折効率で回折する (+ 1 次回折光と - 1 次回折光)。本実施例では + 1 次回折光を用いて CD に対する情報の記録 / 再生を行っており、このときの第 2 光束の + 1 次回折光の回折効率は、40% 強となる。また - 1 次回折光は、フレア光となる。

【0071】

ここで、+ 1 次回折光の回折効率を高くするために、例えば階段形状の光軸と平行な面と光軸と平行でない方の面の傾きを最適化したり、例えば前記光軸と平行でない面の形状を波面収差的に望ましいとされる形状から少し変えたりすることが、よって改善することが出来る。また、 L_1 を構成する材料の媒質分散を変えて、なおかつ階段形状の分割数 P を変えることで効率を高くすることも可能である。

【0072】

集光素子 L_2 は、第 1 波長 λ_1 と倍率 $M_1 = 0$ と第 1 保護層 $P_L 1$ との組合せに対して球面収差が最小となるように設計されている。そのため、本実施の形態のように、第 1 光束に対する第 1 倍率 M_1 と、第 2 光束に対する第 2 倍率 M_2 と、第 3 光束に対する第 2 倍率 M_3 とを同じ 0 とする場合、第 1 保護層 $P_L 1$ と、第 2 保護層 $P_L 2$ 、第 3 保護層 $P_L 3$ の厚さの違いにより、集光素子 L_2 と第 2 保護層 $P_L 2$ とを透過した第 2 光束の球面収差、及び集光素子 L_2 と第 3 保護層 $P_L 3$ とを透過した第 3 光束の球面収差、は補正過剰方向となってしまう。

【0073】

収差補正素子 L_1 の半導体レーザ光源側の光学面 S_1 設けられた回折構造 $H_O E_1$ と、収差補正素子 L_1 の光ディスク側の光学面 S_2 に設けられた回折構造 $H_O E_2$ の各輪帯の幅は、それぞれ第 2 光束、第 3 光束が入射した場合に、回折作用により + 1 次回折光に対して補正不足方向の球面収差が付加されるように設定されている。回折構造 $H_O E_1$ 、回折構造 $H_O E_2$ による球面収差の付加量と、第 1 保護層 $P_L 1$ と第 2 保護層 $P_L 2$ 、第 3 保護層 $P_L 3$ の厚みの差により発生する補正過剰方向の球面収差とが互いに相殺することで、回折構造 $H_O E_1$ と第 2 保護層 $P_L 2$ とを透過した第 2 光束は DVD の情報記録面 $R_L 2$ 上で良好なスポットを形成し、回折構造 $H_O E_2$ と第 3 保護層 $P_L 3$ とを透過した第 3 光束は CD の情報記録面 $R_L 3$ 上で良好なスポットを形成する。

【0074】

10

20

30

40

50

このように回折構造 H O E を 2 面に設けることで、3 種類の光ディスクに 1 つの対物光学系で対応しながらそれぞれの光束の倍率 M 1 、 M 2 、 M 3 を全て 0 にすることが可能となる。全ての結像倍率を 0 とすることで、第 1 光ディスクから第 3 光ディスクまで、全ての光ディスクに対して情報の記録 / 再生を行う際のトラッキングによるレンズシフトで発生するコマ収差の問題が解決されるので非常に好ましい構成である。

【 0 0 7 5 】

また本実施の形態では、収差補正素子 L 1 の両面を回折構造 H O E としたが、少なくとも 1 つの回折構造 H O E を集光素子 L 2 に設けてもよく、回折構造 H O E を 2 面用いれば、上記両面回折構造 H O E と同じ効果を得ることが出来る。

【 0 0 7 6 】

更に、収差補正素子 L 1 の半導体レーザ光源側光学面 S 1 の第 2 領域 A R E A 2 、又は、光ディスク側光学面 S 2 の第 4 領域 A R E A 4 には、光軸を含む断面形状が鋸歯形状の複数の輪帯から構成された回折構造（以下、この回折構造を「回折構造 D O E 」という。）である回折構造 D O E 1 、回折構造 D O E 2 、が形成されていても良い。

【 0 0 7 7 】

回折構造 D O E 1 は、集光素子 L 2 をプラスチックレンズで構成した場合に特に問題となる、青紫色領域における対物光学系 O B J の色収差と、温度変化に伴う球面収差変化、を抑制するための、回折構造 D O E 2 は、集光素子 L 2 をプラスチックレンズで構成した場合に特に問題となる、青紫色と赤色、両領域における対物光学系 O B J の色収差と、温度変化に伴う球面収差変化を抑制するための構造である。

【 0 0 7 8 】

回折構造 D O E 1 において、光軸に最も近い段差の高さ d 1 は、波長 3 9 0 n m ~ 4 2 0 n m に対して所望次数の回折光の回折効率が 1 0 0 % となるように設計されている。このように段差の深さが設定された回折構造 D O E 1 に対して、第 1 光束が入射すると、回折光が 9 5 % 以上の回折効率で発生し、十分な回折効率が得られるとともに、青紫色領域で色収差補正も可能となる。

【 0 0 7 9 】

回折構造 D O E 2 において、光軸に最も近い段差の高さ d 1 は、例えば波長 3 9 0 n m (収差補正素子 L 1 の、波長 3 9 0 n m に対する屈折率は 1 . 5 2 7 3 である) に対して所望次数の回折光の回折効率が 1 0 0 % となるように設計されている。このように段差の深さが設定された回折構造 D O E 1 に対して、第 1 光束が入射すると、+ 2 次回折光が 9 6 . 8 % の回折効率で発生し、第 2 光束が入射すると、+ 1 次回折光が 9 3 . 9 % の回折効率で発生するので、何れの波長領域において十分な回折効率が得られるとともに、青紫色領域で色収差を補正した場合でも、第 2 光束の波長領域における色収差補正が過剰になりすぎない。ここで、第 1 光束と第 2 光束に対して回折効率を振り分けるようにしたが、第 1 波長 λ 1 に対して最適化することで、第 1 光束の回折効率を重視した構成としても良い。

【 0 0 8 0 】

本実施の形態における対物光学系 O B J では、こういった回折構造 D O E を設けていないが、これら回折構造 D O E は前述第 2 領域 A R E A 2 、第 4 領域 A R E A 4 以外に集光素子 L 2 の光学面上に設けても良い。その際の回折構造 D O E は、集光素子 L 2 で回折構造 D O E を設けた光学面全域を 1 つの領域として 1 つの回折構造 D O E としても構わないし、前記集光素子 L 2 で回折構造 D O E を設けた光学面を、光軸を中心とする同心円状の 2 又は 3 つの領域として、それぞれの領域で異なる回折構造 D O E を設ける構成としても構わない。これら際のそれぞれの領域における回折効率は、第 1 光束及至第 3 光束が共通に透過する領域では第 1 光束及至第 3 光束に対して回折効率を振り分けるようにすれば良い（例えば段差の高さを、波長 3 9 0 n m (収差補正素子 L 1 の、波長 3 9 0 n m に対する屈折率は 1 . 5 2 7 3 である) に対して回折効率が 1 0 0 % となるように設計すれば、第 1 光束が入射すると、+ 2 次回折光が 9 6 . 8 % の回折効率で発生し、第 2 光束が入射すると、+ 1 次回折光が 9 3 . 9 % の回折効率で発生し、第 3 光束が入射すると、+ 1 次

10

20

30

40

50

回折光が 99.2 % の回折効率で発生する、という回折効率の振り分けが可能である。) し、第 1 光束と第 2 光束が共通に透過する領域では第 1 光束と第 2 光束に対して回折効率を振り分けるようにすれば良い。また第 1 波長 1 に対して最適化することで、第 1 光束の回折効率を重視した構成としても良い。

【0081】

さらに、回折構造 D O E 1、D O E 2 は、青紫色(短波長)領域において、入射光束の波長が長くなった場合に、球面収差が補正不足方向に変化し、入射光束の波長が短くなつた場合に、球面収差が補正過剰方向に変化するような球面収差の波長依存性を有する。これにより、環境温度変化に伴い集光素子で発生する球面収差変化を相殺することで、高 N A のプラスチックレンズである対物光学系 O B J の使用可能な温度範囲を広げている。

10

【0082】

本実施の形態の収差補正素子 L 1 では、半導体レーザ光源側の光学面 S 1 及び S 2 に回折構造 H O E を形成しているが、光ディスク側の光学面 S 1 及び S 2 に回折構造 D O E を形成してもよいし、光学面 S 1 及び S 2 の一方に回折構造 D O E を形成し、他方に回折構造 H O E を形成した構成としてもよい。

【0083】

また、コリメートレンズ C O L は、前記第 1 光束及至第 3 光束の共通光路内に配置されており、1 軸アクチュエータ A C 2 により光軸方向にその位置を調整可能であるように構成されており、上述したように、第 1 波長 1 と第 2 波長 2、第 3 波長 3 の間の色収差を吸収し、何れの波長の光束も平行光束の状態でコリメートレンズ C O L から射出することが出来る。更に、高密度光ディスク H D に対する情報の記録／再生時にコリメートレンズ C O L を光軸方向に変移させることで、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ことが可能となるので、高密度光ディスク H D に対して常に良好な記録／再生特性を維持することができる。

20

【0084】

コリメートレンズ C O L 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、青紫色半導体レーザ L D 1 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ディスクに対する記録／再生時における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。

30

【0085】

以上の説明では、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場合について説明したが、D V D の情報記録面 R L 2 上に形成されたスポットの球面収差をコリメートレンズ C O L の位置調整により補正するようにしても良い。

【0086】

また、本実施の形態では、N A 2 又は N A 3 に対応した開口制限を行うための開口素子として、接合部材 B を介して対物光学系 O B J と一体化された開口制限素子 A P を備えている。そして、2 軸アクチュエータ A C 1 により、開口制限素子 A P と対物光学系 O B J とを一体にトラッキング駆動させるようになっている。

40

【0087】

開口制限素子 A P の光学面上には、透過率の波長選択性を有する波長選択フィルタ W F が形成されている。この波長選択フィルタ W F を、N A 2 の開口制限に対応させる場合には、N A 2 内の領域では第 1 波長 1 乃至第 3 波長 3 の全ての波長を透過させ、N A 2 外の領域では第 2 波長及び第 3 波長 3 を遮断し、第 1 波長 1 のみを透過する透過率の波長選択性を持たせることができる。一方、波長選択フィルタ W F を、N A 3 の開口制限に対応させる場合には、N A 3 内の領域では第 1 波長 1 乃至第 3 波長 3 の全ての波長を透過させ、N A 3 外の領域では第 3 波長 3 のみを遮断し、第 1 波長 1 及び第 2 波長 2 を透過する透過率の波長選択性を持たせることができる

【0088】

50

なお、収差補正素子 L 1 の光学機能面上に波長選択フィルタ W F を形成してもよく、あるいは、集光素子 L 2 の光学機能面上に形成してもよい。また、回折構造 H O E は N A 2 内に対応する第 1 領域 A R E A 1 内に形成されているので、第 2 領域 A R E A 2 を通過する第 2 光束は D V D の情報記録面上 R L 2 上へのスポット形成に寄与しないフレア成分となる。これは、対物光学系 O B J が N A 2 に対する開口制限機能を有しているのと透過であり、この機能により N A 2 に対応した開口制限が行われる。

【 0 0 8 9 】

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

10

【 0 0 9 0 】

ビーム整形素子 S H は、半導体レーザからの機能円光束を円形、又は略円形形状の光束に変換するための素子であり、ビーム整形素子 S H を用いることで、半導体レーザからの光の光利用効率を向上させることが出来、ピックアップの高性能化が達成される。

【 0 0 9 1 】

このようなビーム整形素子 S H は、例えば 1 方向のみに曲率を持つシリンドリカル面形状の単玉レンズで構成されたり、2 つの直交する方向について曲率半径の異なるアナモフィック面で構成したものであったりする。

【 0 0 9 2 】

本実施例において用いている構成のように、2 波長一体化レーザの光路中にビーム整形素子 S H を配置した場合には、2 つのレーザ発光部とビーム整形素子 S H の位置関係が、例えばシリンドリカル面で構成されるビーム整形素子については、ビーム整形素子の面が曲率を持たない方向と、前記 2 つのレーザ発光部の並び方向を一致させることが望ましく、例えばアナモフィック面で構成させるビーム整形素子については、ビーム整形素子の面が曲率の大きくなる方向と、前記 2 つのレーザ発光部の並び方向を一致させることが望ましい。ビーム整形素子 S H と 2 つのレーザ発光部の位置関係を上述のようにすることで、ビーム整形素子による収差の影響をなくす、又は低減することが可能となる。

20

【 0 0 9 3 】

しかし、レーザ発光部の並びと、半導体レーザの機能円光束長軸方向の向きの関係によっては上記の限りではなく、ビーム整形素子 S H でビーム整形する方向と半導体レーザ機能円光束の向きを所望のものとして複数光源に対応なければならない。

30

【 0 0 9 4 】

[第 2 の実施の形態]

図 7 は、高密度光ディスク H D (第 1 光ディスク) と D V D (第 2 光ディスク) と C D (第 3 光ディスク) との何れに対しても、簡略な構成で適切に情報の記録 / 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る。高密度光ディスク H D の光学的仕様は、第 1 波長 $1 = 408 \text{ nm}$ 、第 1 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、第 2 波長 $2 = 658 \text{ nm}$ 、第 2 保護層 P L 2 の厚さ $t_2 = 0.6 \text{ mm}$ 、開口数 N A 2 = 0.60 であり、C D の光学的仕様は、第 3 波長 $3 = 785 \text{ nm}$ 、第 3 保護層 P L 3 の厚さ $t_3 = 1.2 \text{ mm}$ 、開口数 N A 3 = 0.45 である。

40

【 0 0 9 5 】

第 1 光ディスク ~ 第 3 光ディスクの記録密度 (1 ~ 3) は、3 < 2 < 1 となっており、第 1 光ディスク ~ 第 3 光ディスクに対して情報の記録及び / 又は再生を行う際の、対物光学系 O B J の倍率 (第 1 倍率 M 1 ~ 第 3 倍率 M 3) は、M 1 = M 2 = M 3 = 0 となっている。但し、波長、保護層の厚さ、開口数、記録密度及び倍率の組合せはこれに限られない。

【 0 0 9 6 】

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 の発光部 E P 1 (第

50

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の発光部EP2(第2光源)とを同一パッケージ内に収容した(一体化された)2レーザ1パッケージ2L1Pと、CDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され785nmのレーザ光束(第3光束)を射出する赤外半導体レーザLD3(第3光源)と光検出器PD3とが一体化されたホログラムレーザHLと、その光学面上に位相構造としての回折構造が形成された収差補正素子L1とこの収差補正素子L1を透過したレーザ光束を情報記録面RL1、RL2、RL3上に集光させる機能を有する両面が非球面とされた集光素子L2とから構成された対物光学系OBJ、開口制限素子AP、2軸アクチュエータAC1、1軸アクチュエータAC2、高密度光ディスクHDの開口数NA1に対応した絞りSTO、ダイクロイックプリズムDPS、コリメートレンズCOL(可動素子)、カップリングレンズCUL、ビーム整形素子SHと、ビームエキスパンダEXPとから構成されている。尚、対物光学系OBJについては、第1の光ピックアップ装置PU1に搭載したものと同様なものを用いることができる、その説明は省略する。

【0097】

光ピックアップ装置PU2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、2レーザ1パッケージ2L1Pを作動させて第1の発光部EP1を発光させる。第1の発光部EP1から射出された発散光束は、図7において実線でその光線経路を描いたように、ビーム整形素子SHを透過することにより、その断面形状が機能円形から円形に整形され、ダイクロイックプリズムDPSを透過し、コリメートレンズCOLを経て平行光束とされた後、ビームエキスパンダEXPを透過し、絞りSTOにより光束径が規制され、開口制限素子APを透過し、対物光学系OBJによって第1保護層PL1を介して情報記録面RL1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RL1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、ビームエキスパンダEXPを透過し、コリメートレンズCOLによって収斂光束とされ、ダイクロイックプリズムDPS、ビーム整形素子BSを透過した後、2レーザ1パッケージ内又はその近傍に配置された光検出器(不図示)で受光される。かかる光検出器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。

【0098】

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光束が平行光束の状態でコリメートレンズCOLから射出されるようになっており、又1軸アクチュエータAC2によりビームエキスパンダEXPのレンズL1を移動させる。その後、2レーザ1パッケージ2L1Pを作動させて第2の発光部EP2を発光させる。但し、前記第2の発光部EP2を発光させた後、最適位置を探索しながらビームエキスパンダEXPのレンズL1を移動させても良い。

【0099】

第2の発光部EP2から射出された発散光束は、図7において点線でその光線経路を描いたように、ビーム整形素子SHを透過することにより、その断面形状が機能円形から円形に整形され、ダイクロイックプリズムDPSを透過し、コリメートレンズCOLを経て平行光束とされた後、ビームエキスパンダEXPを透過し、絞りSTOにより光束径が規制され、開口制限素子APを透過し、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、ビームエキスパンダEXPを透過し、コリメートレンズCOLによって収斂光束とされ、ダイクロイックプリズムDPS、ビーム整形素子BSを透過した後、2レーザ1パッケージ内又はその近傍に配置された光検出器(不図示)で受光される。かかる光検出器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。

10

20

30

40

50

【0100】

また、光ピックアップ装置 P U 2 において C D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、第 3 光束が平行光束の状態でコリメートレンズ C O L から射出されるようになっており、又 1 軸アクチュエータ A C 2 によりビームエキスパンダ E X P のレンズ L 1 を移動させる。その後、ホログラムレーザ H L の半導体レーザ L D 3 を発光させる。但し、前記半導体レーザ L D 3 を発光させた後、最適位置を探索しながらコリメートレンズ C O L を移動させても良い。

【0101】

半導体レーザ L D 3 から射出された発散光束は、図 7 において一点鎖線でその光線経路を描いたように、カップリングレンズ C U L を通過し、ダイクロイックプリズム D 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た後、ビームエキスパンダ E X P を透過し、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 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 、ビームエキスパンダ 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、ダイクロイックプリズム D P S で反射されて、カップリングレンズ C U L を通過した後、ホログラムレーザ H L の光検出器 P D 3 で受光される。光検出器 P D 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

40

50

【0102】

本実施の形態において、凹レンズ L 1 と凸レンズ L 2 とからなる収差補正素子であるビームエキスパンダ E X P は、前記第 1 光束及至第 3 光束の共通光路内に配置されており、凹レンズ L 1 が 1 軸アクチュエータ A C 2 により光軸方向にその位置を調整可能であるように構成されており、コリメートレンズ C O L から射出された何れの波長の平行光束も、平行光束の状態を維持したまま射出することが出来る。更に、高密度光ディスク H D に対する情報の記録 / 再生時に凹レンズ L 1 を光軸方向に変移させることで、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ことが可能となるので、高密度光ディスク H D に対して常に良好な記録 / 再生特性を維持することができる。

【0103】

凹レンズ L 1 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、青紫色半導体レーザ L D 1 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ディスクに対する記録 / 再生時における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。

【0104】

以上の説明では、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場合について説明したが、D V D の情報記録面 R L 2 上に形成されたスポットの球面収差を凹レンズ L 1 の位置調整により補正するようにしても良い。

【0105】

[第 3 の実施の形態]

図 8 は、高密度光ディスク H D (第 1 光ディスク) と D V D (第 2 光ディスク) と C D (第 3 光ディスク) との何れに対しても、簡略な構成で適切に情報の記録 / 再生を行える第 3 の光ピックアップ装置 P U 3 の構成を概略的に示す図である。高密度光ディスク H D の光学的仕様は、第 1 波長 $1 = 408 \text{ nm}$ 、第 1 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、第 2 波長 $2 = 658 \text{ nm}$ 、第 2 保護層 P L 2 の厚さ $t_2 = 0.6 \text{ mm}$ 、開口数 $N A 2 = 0.60$ であり、C D の光学的仕様は、第 3 波長 $3 = 785 \text{ nm}$ 、第 3 保護層 P L 3 の厚さ $t_3 = 1.2 \text{ mm}$ 、開口数 $N A 3 = 0.45$ である。

【0106】

第1光ディスク～第3光ディスクの記録密度（1～3）は、3<2<1となっており、第1光ディスク～第3光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行う際の、対物光学系OBJの倍率（第1倍率M1～第3倍率M3）は、M1=M2=M3=0となっている。但し、波長、保護層の厚さ、開口数、記録密度及び倍率の組合せはこれに限られない。

【0107】

光ピックアップ装置PU3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の発光部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の発光部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）を射出する発光部EP3とを同一パッケージ内に収容した（一体化された）3レーザ1パッケージ3L1Pと、光検出器PDと、その光学面上に位相構造としての回折構造が形成された収差補正素子L1とこの収差補正素子L1を透過したレーザ光束を情報記録面RL1、RL2、RL3上に集光させる機能を有する両面が非球面とされた集光素子L2とから構成された対物光学系OBJ、開口制限素子AP、2軸アクチュエータAC1、1軸アクチュエータAC2、高密度光ディスクHDの開口数NA1に対応した絞りSTO、偏光ビームスプリッタPBS、コリメートレンズCOL（可動素子）、センサ用レンズSL、ビーム整形素子SH、1/4波長板QWPとから構成されている。尚、対物光学系OBJについては、第1の光ピックアップ装置PU1に搭載したものと同様なものを用いることができるので、その説明は省略する。又、3レーザ1パッケージ3L1Pにおいて、光学系の設計上最も厳しい第1の発光部EP1が、光ピックアップ装置PU3の光軸上に配置されていると好ましいが、第2の発光部EP2又は第3の発光部EP3を光ピックアップ装置PU3の光軸上に配置しても良く、或いは全ての発光部を軸外に配置しても良い。更に、第3の実施の形態（及び後述する第4の実施の形態）では、光検出器を別に設けているが、3レーザ1パッケージ3L1P内部又はその近傍に設けることもでき、それにより偏光ビームスプリッタPBSと光検出器PDとを省略できる。

【0108】

光ピックアップ装置PU3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、3レーザ1パッケージ3L1Pを作動させて第1の発光部EP1を発光させる。第1の発光部EP1から射出された発散光束は、図8において実線でその光線経路を描いたように、ビーム整形素子SHを透過することにより、その断面形状が橢円形から円形に整形され、偏光ビームスプリッタPBSを透過し、コリメートレンズCOLを経て平行光束とされた後、1/4波長板QWPを通過し、絞りSTOにより光束径が規制され、開口制限素子APを透過し、対物光学系OBJによって第1保護層PL1を介して情報記録面RL1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RL1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、1/4波長板QWPを通過し、コリメートレンズCOLによって収斂光束とされ、偏光ビームスプリッタPBSで反射されて、センサ用レンズSLを透過した後、光検出器PDで受光される。光検出器PD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。

【0109】

また、光ピックアップ装置PU3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光束が平行光束の状態でコリメートレンズCOLから射出されるように、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、3レーザ1パッケージ3L1Pを作動させて第2の発光部EP2を発光させる。但し、前記第2の発光部EP2を発光させた後、最適位置を探索しながらコリメートレンズCOLを移動させても良い。

10

20

30

40

50

【0110】

第2の発光部E P 2から射出された発散光束は、図8において点線でその光線経路を描いたように、ビーム整形素子S Hを透過することにより、その断面形状が楕円形から円形に整形され、偏光ビームスプリッタP B Sを透過し、コリメートレンズC O Lを経て平行光束とされた後、絞りS T Oにより光束径が規制され、1/4波長板Q W P、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、1/4波長板Q W Pを通過し、コリメートレンズC O Lによって収斂光束とされ、偏光ビームスプリッタP B Sで反射されて、センサ用レンズS Lを透過した後、ホログラムレーザH Lの光検出器P D 3で受光される。光検出器P D 3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。

10

【0111】

また、光ピックアップ装置P U 3においてC Dに対して情報の記録／再生を行う場合には、第3光束が平行光束の状態でコリメートレンズC O Lから射出されるように、1軸アクチュエータA C 2によりコリメートレンズC O Lを移動させる。その後、3レーザ1パッケージ3 L 1 Pを作動させて第3の発光部E P 3を発光させる。但し、前記第3の発光部E P 3を発光させた後、最適位置を探索しながらコリメートレンズC O Lを移動させても良い。

20

【0112】

第3の発光部E P 3から射出された発散光束は、図8において一点鎖線でその光線経路を描いたように、センサ用レンズS Lを通過し、偏光ビームスプリッタP B Sを透過し、コリメートレンズC O Lを経て平行光束とされた後、絞りS T Oにより光束径が規制され、1/4波長板Q W P、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、1/4波長板Q W Pを通過し、コリメートレンズC O Lによって収斂光束とされ、偏光ビームスプリッタP B Sで反射されて、センサ用レンズS Lを透過した後、光検出器P Dで受光される。光検出器P D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。

30

【0113】

本実施の形態において、コリメートレンズC O Lは、前記第1光束及至第3光束の共通光路内に配置されており、1軸アクチュエータA C 2により光軸方向にその位置を調整可能であるように構成されており、上述したように、第1波長₁と第2波長₂、第3波長₃の間の色収差を吸収し、何れの波長の光束も平行光束の状態でコリメートレンズC O Lから射出することが出来る。更に、高密度光ディスクH Dに対する情報の記録／再生時にコリメートレンズC O Lを光軸方向に変移させることで、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ことができる。高密度光ディスクH Dに対して常に良好な記録／再生特性を維持することができる。

40

【0114】

本実施の形態では、対物光学系O B Jは、階段型回折構造H O Eが形成されたプラスチックレンズである回折レンズL 1と、両面が非球面とされたN A 0.85のプラスチックレンズである集光レンズL 2とから構成されており、階段型回折構造H O Eの作用により、保護層P L 1とP L 2とP L 3の厚さの違いに起因する球面収差を補正することで高密度光ディスクH DとD V DとC Dとの互換を達成している。

【0115】

コリメートレンズC O Lの対物光学系O B J側の光学面には、回折構造が形成されており、その光軸に最も近い段差の深さは、3.89 μmである。この回折構造は青紫色領域

50

での対物レンズO B Jの色収差を補正するための構造である。この回折構造に第1の発光部E P 1からの第1光束が入射すると、5次回折光が最大の回折効率を有するように発生し、第2の発光部E P 2からの第2光束が入射すると、3次回折光が最大の回折効率を有するように発生する。この構成によると、各波長の各回折次数での回折効率は、それぞれ、408 nmに対する3次回折光が100%、658 nmに対する2次回折光が100%となり、いずれの波長に対しても高い回折効率を確保できる。

【0116】

また、この光学系においては高密度光ディスクH Dに対する情報の記録／再生中に、コリメートレンズC O Lと対物光学系O B Jとの間隔を可変調整することで、様々な要因で発生する球面収差を補正することが可能である。

10

【0117】

尚、この光学系においては、第1の発光部E P 1と第2の発光部E P 2と第3の発光部E P 3とが近接して配置された3レーザ1パッケージ3 L 1 Pを使用するため、第2光束及び第3光束がコリメートレンズC O Lに入射した場合、色収差の影響でコリメートレンズC O Lから射出される第2光束及び第3光束は完全な平行光束にはならないので、対物光学系O B Jで球面収差が発生する。そこで、この光学系では、D V Dに対して情報の記録／再生を行う際には、コリメートレンズC O Lから射出される第2光束が平行光束となるように、色収差に対応した量である0.640 mmだけコリメートレンズC O Lを対物光学系O B Jに近づくように移動させてから、D V Dに対する情報の記録／再生を行い、C Dに対して情報の記録／再生を行う際には、コリメートレンズC O Lから射出される第3光束が平行光束となるように、色収差に対応した量である0.800 mmだけコリメートレンズC O Lを対物レンズO B Jに近づくように移動させてから、C Dに対する情報の記録／再生を行う。

20

【0118】

コリメートレンズC O L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、青紫色半導体レーザL D 1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ディスクに対する記録／再生時における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。

30

【0119】

以上の説明では、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場合について説明したが、D V Dの情報記録面R L 2上に形成されたスポットの球面収差をコリメートレンズC O Lの位置調整により補正するようにしても良い。

【0120】

[第4の実施の形態]

図9は、高密度光ディスクH D（第1光ディスク）とD V D（第2光ディスク）とC D（第3光ディスク）との何れに対しても、簡略な構成で適切に情報の記録／再生を行える第4の光ピックアップ装置P U 4の構成を概略的に示す図である。高密度光ディスクH Dの光学的仕様は、第1波長 $\lambda_1 = 408 \text{ nm}$ 、第1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、第2波長 $\lambda_2 = 658 \text{ nm}$ 、第2保護層P L 2の厚さ $t_2 = 0.6 \text{ mm}$ 、開口数N A 2 = 0.60であり、C Dの光学的仕様は、第3波長 $\lambda_3 = 785 \text{ nm}$ 、第3保護層P L 3の厚さ $t_3 = 1.2 \text{ mm}$ 、開口数N A 3 = 0.45である。

40

【0121】

第1光ディスク～第3光ディスクの記録密度（1～3）は、 $3 < 2 < 1$ となっており、第1光ディスク～第3光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行う際の、対物光学系O B Jの倍率（第1倍率M 1～第3倍率M 3）は、 $M_1 = M_2 = M_3 = 0$ となっている。但し、波長、保護層の厚さ、開口数、記録密度及び倍率の組合せはこれに限られない。

50

【0122】

光ピックアップ装置 P U 4 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 の発光部 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 の発光部 E P 2（第 2 光源）と、C D に対して情報の記録 / 再生を行う場合に発光され 785 nm のレーザ光束（第 3 光束）を射出する発光部 E P 3 とを同一パッケージ内に収容した（一体化された）3 レーザ 1 パッケージ 3 L 1 P と、光検出器 P D と、その光学面上に位相構造としての回折構造が形成された収差補正素子 L 1 とこの収差補正素子 L 1 を透過したレーザ光束を情報記録面 R L 1、R L 2、R L 3 上に集光させる機能を有する両面が非球面とされた集光素子 L 2 とから構成された対物光学系 O B J、開口制限素子 A P、2 軸アクチュエータ A C 1、1 軸アクチュエータ A C 2、高密度光ディスク H D の開口数 N A 1 に対応した絞り S T O、偏光ビームスプリッタ P B S、コリメートレンズ C O L（可動素子）、センサ用レンズ S L、ビーム整形素子 S H と、ビームエキスパンダ E X P と、1/4 波長板 Q W P とから構成されている。尚、対物光学系 O B J については、第 1 の光ピックアップ装置 P U 1 に搭載したものと同様なものを用いることができる、その説明は省略する。又、3 レーザ 1 パッケージ 3 L 1 P において、光学系の設計上最も厳しい第 1 の発光部 E P 1 が、光ピックアップ装置 P U 3 の光軸上に配置されると好ましいが、第 2 の発光部 E P 2 又は第 3 の発光部 E P 3 を光ピックアップ装置 P U 3 の光軸上に配置しても良く、或いは全ての発光部を軸外に配置しても良い。

10

20

30

40

50

【0123】

光ピックアップ装置 P U 4 において、高密度光ディスク H D に対して情報の記録 / 再生を行う場合には、3 レーザ 1 パッケージ 3 L 1 P を作動させて第 1 の発光部 E P 1 を発光させる。第 1 の発光部 E P 1 から射出された発散光束は、図 9 において実線でその光線経路を描いたように、ビーム整形素子 S H を透過することにより、その断面形状が楕円形から円形に整形され、偏光ビームスプリッタ P B S を透過し、コリメートレンズ C O L を経て平行光束とされた後、ビームエキスパンダ E X P、1/4 波長板 Q W P を通過し、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、1/4 波長板 Q W P、ビームエキスパンダ 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、偏光ビームスプリッタ P B S で反射されて、センサ用レンズ S L を透過した後、光検出器 P D で受光される。光検出器 P D 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。

【0124】

また、光ピックアップ装置 P U 4 に情報の記録 / 再生を行う場合には、第 2 光束が平行光束の状態でコリメートレンズ C O L から射出されるようになっており、又 1 軸アクチュエータ A C 2 によりビームエキスパンダ E X P のレンズ L 1 を移動させる。その後、3 レーザ 1 パッケージ 3 L 1 P を作動させて第 2 の発光部 E P 2 を発光させる。但し、前記第 2 の発光部 E P 2 を発光させた後、最適位置を探索しながらコリメートレンズ C O L を移動させても良い。

【0125】

第 2 の発光部 E P 2 から射出された発散光束は、図 9 において点線でその光線経路を描いたように、ビーム整形素子 S H を透過することにより、その断面形状が楕円形から円形に整形され、偏光ビームスプリッタ P B S を透過し、コリメートレンズ C O L を経て平行光束とされた後、ビームエキスパンダ E X P、1/4 波長板 Q W P を透過し、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 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、1/4波長板Q W P、ビームエキスパンダ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、偏光ビームスプリッタP B Sで反射されて、センサ用レンズS Lを透過した後、ホログラムレーザH Lの光検出器P D 3で受光される。光検出器P D 3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。

【0126】

また、光ピックアップ装置P U 4においてC Dに対して情報の記録／再生を行う場合には、第3光束が平行光束の状態でコリメートレンズC O Lから射出されるようになっており、又1軸アクチュエータA C 2によりビームエキスパンダE X PのレンズL 1を移動させる。その後、3レーザ1パッケージ3 L 1 Pを作動させて第3の発光部E P 3を発光させる。但し、前記第3の発光部E P 3を発光させた後、最適位置を探索しながらコリメートレンズC O Lを移動させても良い。

【0127】

第3の発光部E P 3から射出された発散光束は、図9において一点鎖線でその光線経路を描いたように、センサ用レンズS Lを通過し、偏光ビームスプリッタP B 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た後、ビームエキスパンダE X P、1/4波長板Q W Pを通過し、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、1/4波長板Q W P、ビームエキスパンダ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、偏光ビームスプリッタP B Sで反射されて、センサ用レンズS Lを透過した後、ホログラムレーザH Lの光検出器P D 3で受光される。光検出器P D 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。

【0128】

本実施の形態において、凹レンズL 1と凸レンズL 2とからなる収差補正素子であるビームエキスパンダE X Pは、前記第1光束及至第3光束の共通光路内に配置されており、凹レンズL 1が1軸アクチュエータA C 2により光軸方向にその位置を調整可能であるように構成されており、コリメートレンズC O Lから射出された何れの波長の平行光束も、平行光束の状態を維持したまま射出することが出来る。更に、高密度光ディスクH Dに対する情報の記録／再生時に凹レンズL 1を光軸方向に変移させることで、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ことが可能となるので、高密度光ディスクH Dに対して常に良好な記録／再生特性を維持することができる。

【0129】

凹レンズL 1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、青紫色半導体レーザL D 1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ディスクに対する記録／再生時における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。

【0130】

以上の説明では、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場合について説明したが、D V Dの情報記録面R L 2上に形成されたスポットの球面収差を凹レンズL 1の位置調整により補正するようにしても良い。

【0131】

(実施例1)

次に、実施例について説明する。実施例1は、図5又は8に示す光ピックアップ装置に

10

20

30

40

50

好適な集光光学系のものである。実施例 1 のレンズデータを表 1 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、 2.5×10^{-3} ）を用いて表すものとする。

【0 1 3 2】

【表1】

【回折コリメータ+両面 DOE 対物レンズ】

 $f_1=2.200, NA_1=0.85, \lambda_1=408nm, m_1=0.00, d_0=18.653, d_2=15.000, d_6=0.719, d_7=0.1$ $f_2=2.278, NA_2=0.65, \lambda_2=658nm, m_2=0.00, d_0=19.293, d_2=14.360, d_6=0.485, d_7=0.6$ $f_3=2.432, NA_3=0.45, \lambda_3=785nm, m_3=0.00, d_0=19.453, d_2=14.200, d_6=0.321, d_7=1.2$

近軸値

面番号	r(mm)	d(mm)	N λ 1	N λ 2	N λ 3	νd	備考
0	—	d0	—	—	—	—	発光点
1	-26.3010	1.5000	1.5242	1.5064	1.5050	56.5	コリメート
2	-18.3440	d2	—	—	—	—	レンズ
3	∞	1.0000	1.5242	1.5064	1.5050	56.5	
4	∞	0.1000	—	—	—	—	対物
5	1.4492	2.6200	1.5596	1.5406	1.5372	56.3	レンズ
6	-2.8750	d6	—	—	—	—	
7	∞	d7	1.6211	1.5798	1.5733	30.0	保護層
8	∞	—	—	—	—	—	

非球面係数

	第1面	第2面	第5面	第6面
κ	0.76836E-03	-0.52965E+01	-0.65249E+00	-0.43576E+02
A4	0	-0.16183E-03	0.77549E-02	0.97256E-01
A6	0	0	0.29588E-03	-0.10617E+00
A8	0	0	0.19226E-02	0.81812E-01
A10	0	0	-0.12294E-02	-0.41190E-01
A12	0	0	0.29138E-03	0.11458E-01
A14	0	0	0.21569E-03	-0.13277E-02
A16	0	0	-0.16850E-03	0
A18	0	0	0.44948E-04	0
A20	0	0	-0.43471E-05	0

光路差関数係数

	第2面	第3面	第4面
n1/n2/n3	10/6/5	0/1/0	0/0/1
λB	408nm	658nm	785nm
B2	-0.2000E-02	3.6500E-03	2.2200E-02
B4	-0.5914E-06	-1.0196E-03	-1.6575E-03
B6	0	1.6630E-05	7.2714E-04
B8	0	-9.3691E-05	-2.3193E-04
B10	0	9.0441E-06	9.3608E-06

尚、対物光学系の光学面は、それぞれ数1式に表1に示す係数を代入した数式で規定される、光軸の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0134】

【数1】

$$X(h) = \frac{(h^2/R)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/R)^2}} + \sum_{i=0}^9 A_{2i} h^{2i}$$

【0135】

ここで、 $X(h)$ は光軸方向の軸（光の進行方向を正とする）、 κ は円錐係数、 A_{2i} は非球面係数、 h は光軸からの高さである。

【0136】

また、回折構造により各波長の光束に対して与えられる光路長は数2式の光路差関数に、表1に示す係数を代入した数式で規定される。

【0137】

【数2】

$$\Phi(h) = \sum_{i=0}^5 B_{2i} h^{2i}$$

20

B_{2i} は光路差関数の係数である。

【0138】

（実施例2）

実施例2は、図7又は9に示す光ピックアップ装置に好適な集光光学系のものである。

実施例2のレンズデータを表2に示す。

【0139】

【表2】

【ビームエキスパンダ+両面 DOE 対物レンズ】

 $f_1=2.200, NA_1=0.85, \lambda_1=408nm, m_1= 0.00, d_2=2.500, d_8=0.719, d_9=0.1$ $f_2=2.278, NA_2=0.65, \lambda_2=658nm, m_2= 0.00, d_2=2.620, d_8=0.485, d_9=0.6$ $f_3=2.432, NA_3=0.45, \lambda_3=785nm, m_3= 0.00, d_2=2.650, d_8=0.321, d_9=1.2$

近軸値

面番号	r(mm)	d(mm)	Nλ1	Nλ2	Nλ3	νd	備考
0	—	∞	—	—	—	—	発光点
1	-8.2691	1.0000	1.5242	1.5064	1.5050	56.5	
2	∞	d2	—	—	—	—	
3	∞	1.2000	1.5242	1.5064	1.5050	56.5	ビーム エキスパンダ
4	-10.3364	15.0000	—	—	—	—	
5	∞	1.0000	1.5242	1.5064	1.5050	56.5	
6	∞	0.1000	—	—	—	—	対物 レンズ
7	1.4492	2.6200	1.5596	1.5406	1.5372	56.3	
8	-2.8750	d8	—	—	—	—	
9	∞	d9	1.6211	1.5798	1.5733	30.0	
10	∞	—	—	—	—	—	保護層

非球面係数

	第1面	第4面	第7面	第8面
κ	-0.10021E-01	-0.83939E+00	-0.65249E+00	-0.43576E+02
A4	-0.88085E-04	-0.28383E-04	0.77549E-02	0.97256E-01
A6	0	0	0.29588E-03	-0.10617E+00
A8	0	0	0.19226E-02	0.81812E-01
A10	0	0	-0.12294E-02	-0.41190E-01
A12	0	0	0.29138E-03	0.11458E-01
A14	0	0	0.21569E-03	-0.13277E-02
A16	0	0	-0.16850E-03	0
A18	0	0	0.44948E-04	0
A20	0	0	-0.43471E-05	0

光路差関数係数

	第5面	第6面
n1/n2/n3	0/1/0	0/0/1
λ B	658nm	785nm
B2	3.6500E-03	2.2200E-02
B4	-1.0196E-03	-1.6575E-03
B6	1.6630E-05	7.2714E-04
B8	-9.3691E-05	-2.3193E-04
B10	9.0441E-06	9.3608E-06

(実施例3)

実施例3は、図5又は8に示す光ピックアップ装置に好適な集光光学系のものであり、対物レンズのS1面に回折構造H O Eを形成し、対物レンズのS2面に回折構造D O Eを形成している。実施例3のレンズデータを表3に示す。図10は、実施例3における波長

1の光束光束(HD)、波長2の光束(DVD)及び波長3の光束(CD)の縦球面収差図であり、縦軸にDVD開口径を1とした場合のNA、横軸にSA(mm)をとって示しており、点線は各光ディスクにおける必要開口径である。必要開口径の範囲内で収差が良好に補正されていることがわかる。

【0141】

【表3】

実施例①

コリメートレンズ

焦点距離 $f_{1c}=21.7\text{mm}$ $f_{2c}=22.36\text{mm}$ $f_{3c}=22.50\text{mm}$

対物レンズ

焦点距離 $f_1=3.10\text{mm}$ $f_2=3.19\text{mm}$ $f_3=3.23\text{mm}$

光学系倍率 $-1/7.00$ $-1/7.01$ $-1/6.97$
開口数 NA1=0.65 NA2=0.65 NA3=0.50
結像倍率 $m=0.0$ $m=0.0$ $m=0.0$

第i面	Ri	曲率半径		面間隔		屈折率		備考
		di(407nm)	ni(407nm)	di(658nm)	ni(658nm)	di(785nm)	ni(785nm)	
0	20.657			21.306		21.443		
1	124.05295	1.75	1.52994	1.75	1.51427	1.75	1.51108	
2	-12.61278	5.635	1.0	4.986	1.0	4.849	1.0	非球面
3	∞	0.00	1.0	0.00	1.0	0.00	1.0	絞り
4	∞	0.80	1.55981	0.80	1.54062	0.80	1.53724	回折面
5	∞	0.10	1.0	0.10	1.0	0.10	1.0	
6	1.93657	1.73	1.55981	1.73	1.54062	1.73	1.53724	非球面・回折面
7	-11.34980	1.735	1.0	1.79694	1.0	1.45384	1.0	非球面
8	∞	0.6	1.61869	0.6	1.577315	1.2	1.57063	
9	∞							

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

※ビーム整形素子は含まれていない構成

非球面・回折面データ

第4面

光路差関数の係数

B2 -1.6302E+00
B4 -1.3206E-01
B6 6.7775E-02
B8 -8.4521E-03

※階段形状

m1=5
d1=2

λ2にのみ位相差が与えられ、回折する
λ1、λ3は位相差がほとんど生じないため
回折しない

第6面

非球面係数

κ -1.2732E+00
A4 1.0740E-02
A6 3.2020E-04
A8 2.6844E-04
A10 -1.4918E-04
A12 4.0856E-05
A14 -5.3878E-06

光路差関数の係数

B2 -4.8906E+00
B4 -3.9618E-01
B6 2.0333E-01
B8 -2.5356E-02

※鋸歯形状

回折次数 $L=3$
 $M=N=2$

第7面

非球面係数

κ -1.8439E+00
A4 9.4757E-03
A6 9.3834E-04
A8 -9.8769E-04
A10 1.6945E-04
A12 -1.1458E-05

20

30

40

【図面の簡単な説明】

【0142】

【図1】回折構造の例を示す図である。

【図2】回折構造の例を示す図である。

【図3】回折構造の例を示す図である。

【図4】位相差付与構造の例を示す図である。

【図5】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る。

【図6】対物光学系OBJの正面図(a)、側面図(b)、背面図(c)である。

【図7】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る。

50

【図8】第3の光ピックアップ装置PU3の構成を概略的に示す図である。

【図9】第4の光ピックアップ装置PU4の構成を概略的に示す図である。

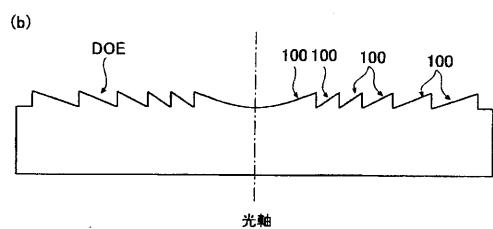
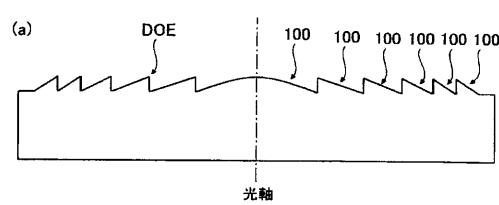
【図10】実施例における波長1の光束光束(HD)、波長2の光束(DVD)及び波長3の光束(CD)の縦球面収差図である。

【符号の説明】

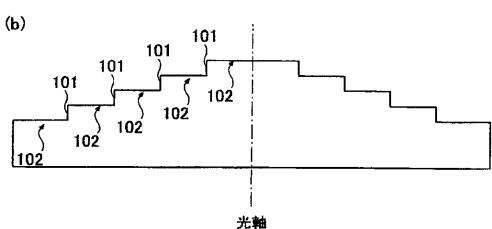
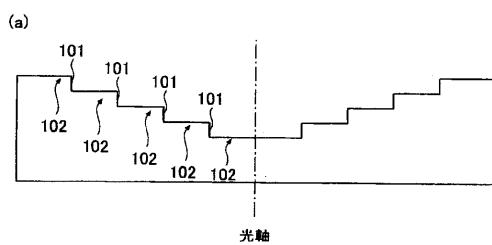
【0143】

A C 1	アクチュエータ	10
A C 2	アクチュエータ	
A P	開口制限素子	
C O L	コリメートレンズ	
C U L	カップリングレンズ	
D O E	回折構造	
D P S	ダイクロイックプリズム	
E P 1	発光部	
E P 2	発光部	
E P 3	発光部	
E X P	ビームエキスパンダ	
F L 1	フランジ部	
H L	ホログラムレーザ	
H O E	回折構造	20
L 1	凹レンズ	
L 2	凸レンズ	
O B J	対物光学系	
P B S	偏光ビームスプリッタ	
P D	光検出器	
P D 3	光検出器	
P U 1 ~ 4	光ピックアップ装置	
S H	ビーム整形素子	
S L	センサ用レンズ	
S T O	絞り	30

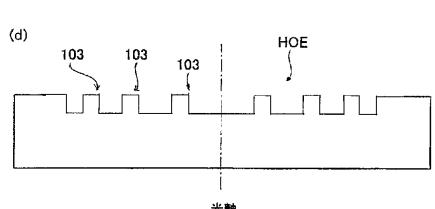
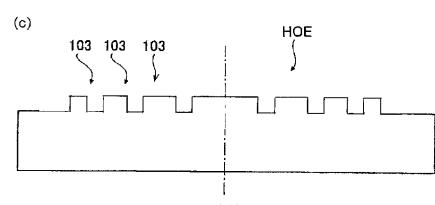
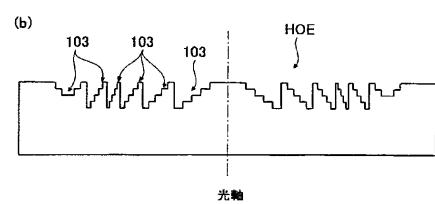
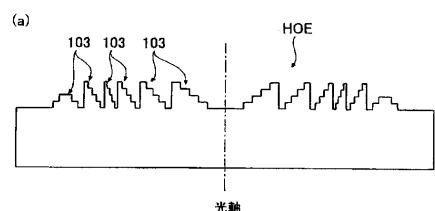
【図1】



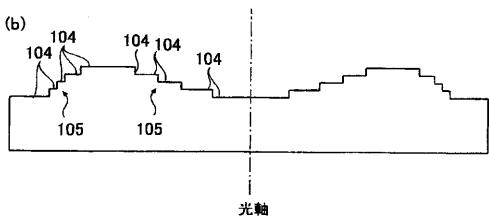
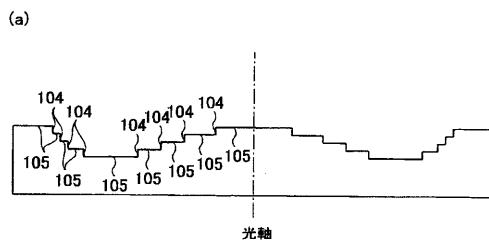
【図2】



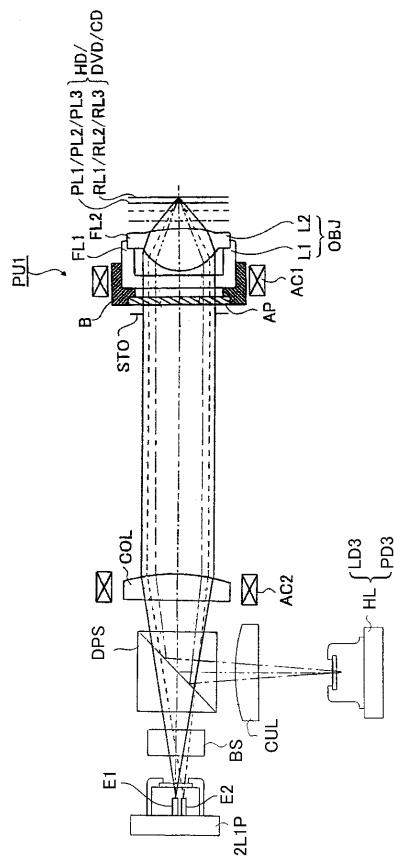
【図3】



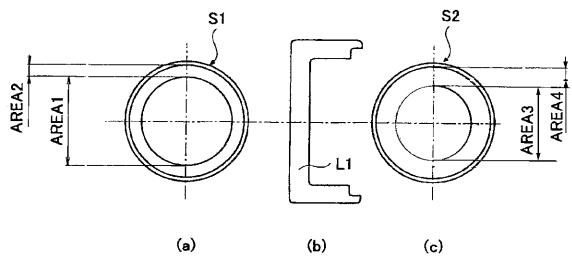
【図4】



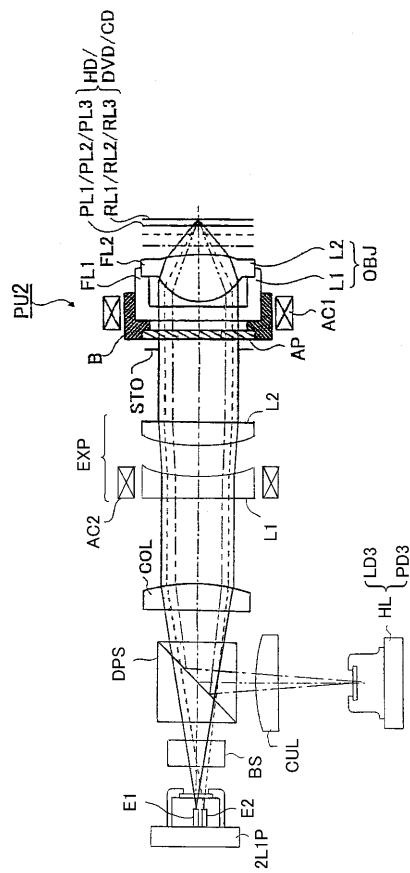
【図5】



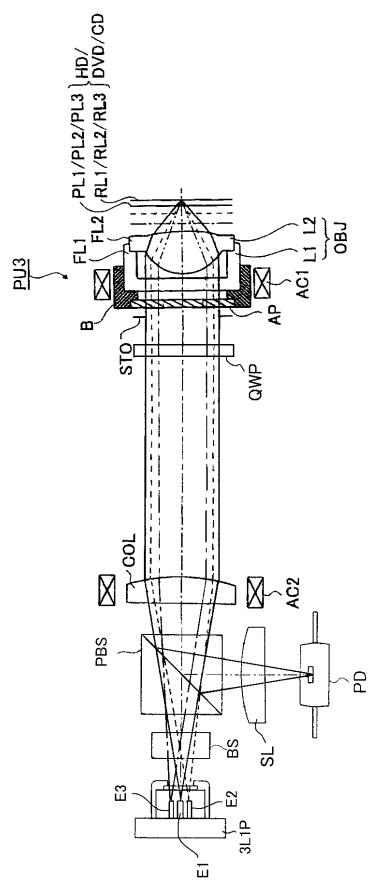
【図6】



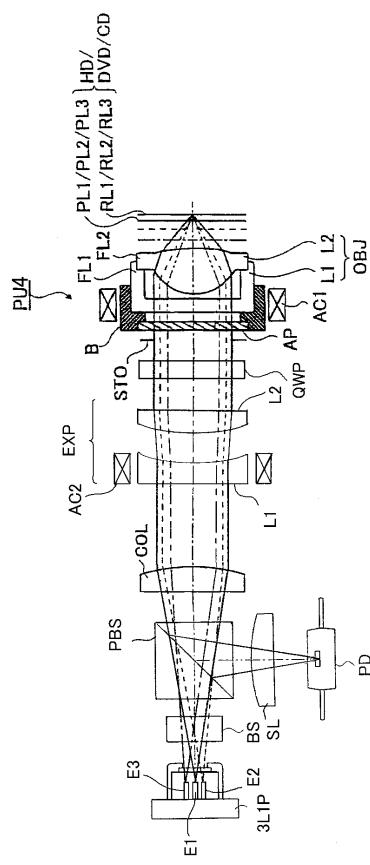
【図7】



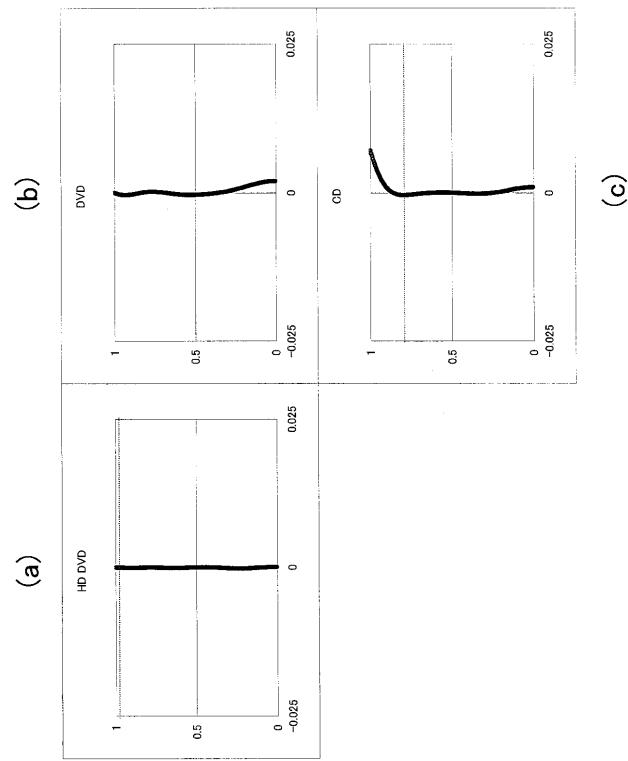
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(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 JA44 JB01 JB05

【要約の続き】

低コスト化が達成される。

【選択図】 図 5