

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4706481号
(P4706481)

(45) 発行日 平成23年6月22日(2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月25日(2011.3.25)

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

請求項の数 3 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2005-516564 (P2005-516564)	(73) 特許権者	303000408
(86) (22) 出願日	平成16年12月16日 (2004.12.16)		コニカミノルタオプト株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2004/018815		東京都八王子市石川町2970番地
(87) 国際公開番号	W02005/064607	(72) 発明者	坂本 勝也
(87) 国際公開日	平成17年7月14日 (2005.7.14)		日本国東京都八王子市石川町2970番地
審査請求日	平成19年12月6日 (2007.12.6)		コニカミノルタオプト株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2003-430250 (P2003-430250)	審査官	五貫 昭一
(32) 優先日	平成15年12月25日 (2003.12.25)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

情報記録面上に厚さ t_1 の第1保護基板を有する第1光情報記録媒体及び情報記録面上に厚さ t_2 ($t_1 < t_2$) の第2保護基板を有する第2光情報記録媒体に対して情報の記録及び/または再生を行うことができる光ピックアップ装置において、

前記光ピックアップ装置が：

波長 1 の第1光束を出射する第1光源；

波長 2 ($1 < 2$) の第2光束を出射する第2光源；及び

第1光学面及び該第1光学面と対向する第2光学面を有し、前記第1光学面に発散光として入射する前記第1光束を前記第1保護基板を介して前記第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させて情報の記録及び/又は再生を行い、前記第1光学面に発散光として入射する前記第2光束を前記第2保護基板を介して前記第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させて情報の記録及び/又は再生を行う対物レンズ、とを有し、

前記第1光源及び前記第2光源は、前記第1光源の発光点と前記第2光源の発光点との間隔 d が $0.05\text{ mm} < d < 0.15\text{ mm}$ を満たすと共に、前記第1光源の発光点から前記第1光情報記録媒体の前記対物レンズ側の表面までの光軸上の距離と、前記第2光源の発光点から前記第2光情報記録媒体の前記対物レンズ側の表面までの光軸上の距離とが等しく且つトラッキング量が0のときの前記対物レンズの光軸上に前記第1光源が配置され、前記対物レンズの光軸外の前記対物レンズのトラッキング方向と一致する方向に前記第2光源が配置され、

10

20

前記対物レンズは、前記第 1 光学面に、前記第 1 保護基板と前記第 2 保護基板の間の厚みの違いに起因する球面収差を補正する球面収差補正構造を有するとともに、前記第 2 光学面に、トラッキング量が 0 の位置で前記第 1 光束が入射したとき及びトラッキング量が 0 の位置で前記第 2 光束が斜入射したときに非点収差を有する非回転対称な面を有し、

前記対物レンズは、前記トラッキング量が 0 の位置で前記対物レンズが有する前記第 1 光束に対する非点収差及び前記トラッキング量が 0 の位置で前記対物レンズが有する前記第 2 光束に対する非点収差で、前記対物レンズのトラッキングに起因して発生する前記第 1 光束の非点収差及びトラッキングに起因して発生する前記第 2 光束の非点収差を減少させる方向になるように配置されるとともに、最大トラッキング量における前記対物レンズの像高を Y としたとき、前記対物レンズのトラッキング方向における像高が $0.30Y$ から $0.95Y$ の範囲内において、前記対物レンズから出射される前記第 1 光束の非点収差及び前記第 2 光束の非点収差が最小値を有することを特徴とする光ピックアップ装置。

10

【請求項 2】

前記球面収差補正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】

前記第 1 光源及び前記第 2 光源は、非点隔差を有す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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、光ピックアップ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

DVD（デジタルヴァーサタイルディスク）やCD（コンパクトディスク）等の光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置用の光学系として、有限共役型の対物レンズを用いる場合がある。有限共役型とすることにより、対物レンズに対して平行光を入射させるためのコリメータ等の光学素子が不要となり、光ピックアップ装置の部品点数の削減及び低コスト化を図ることができる。

【0003】

30

ところが、有限共役型の対物レンズを用いる場合、対物レンズを光軸と直交する方向に移動させるトラッキングの際に、軸外光を使用することによる非点収差が発生する。そこで、この非点収差を、対物レンズ自体に持たせた非点収差で相殺する技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0004】

また、光源として用いる半導体レーザー自体が非点隔差を有している場合には、上述したトラッキングにより発生する非点収差と、半導体レーザー自体が有している非点隔差が要因となる非点収差とを合わせた非点収差が発生する。そこで、これら 2 つの非点収差を、対物レンズ自体に持たせた非点収差で相殺する技術が知られている（例えば、特許文献 2 参照。）。

40

【0005】

また、近年、複数の光ディスク、例えば、DVDとCDとの間で互換性を有し、各光ディスクに対して適切に情報を記録／再生できる光ピックアップ装置に関する開発が進められている。

【0006】

このような互換性を有する光ピックアップ装置について、構成の簡素化や低コスト化を図るには、各光ディスク用の光学部品を共通化して、光ピックアップ装置を構成する光学部品の点数を減らす方法が有効である。そこで、各光ディスク用として互いに発振波長が異なる 2 つのレーザー光源を、一つのチップ内に格納した光源が開発されている。尚、本明細書中では、発振波長が互いに異なる複数の発光点を 1 つの筐体に収めたレーザー光源を

50

「パッケージ光源ユニット」と呼ぶ。

【0007】

例えば、特許文献3には、波長660nmと波長785nmの2種類のレーザ光束を出射する2つの光源からなるパッケージ光源ユニットと、有限共役型の対物レンズを用いる光ピックアップ装置が開示されている。

【特許文献1】特許第3104780号明細書

【特許文献2】特許第3191200号明細書

【特許文献3】特開2001-76367号公報

【発明の開示】

【0008】

しかしながら、上記特許文献1及び2には、光ピックアップ装置に互換性を持たせる技術については開示されておらず、また、上記特許文献3には、トラッキング時に発生する非点収差を補正する技術について開示されていない。

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、複数種類の光ディスクに対して互換性を有すると共に、トラッキングにより発生する非点収差及び光源自体が有する非点収差を補正することができる有限共役型の対物レンズを備える光ピックアップ装置を提供することである。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

【図2】図2は、非点隔差及び非点収差を説明するための図面である。

【図3】図3は、第1の実施例におけるDVDの像高特性を示すグラフである。

【図4】図4は、第1の実施例におけるCDの像高特性を示すグラフである。

【図5】図5は、従来のDVDの像高特性を示すグラフである。

【図6】図6は、従来のCDの像高特性を示すグラフである。

【図7】図7は、第2の実施例におけるDVDの像高特性を示すグラフである。

【図8】図8は、第2の実施例におけるCDの像高特性を示すグラフである。

【図9】図9は、第3の実施例におけるDVDの像高特性を示すグラフである。

【図10】図10は、第3の実施例におけるCDの像高特性を示すグラフである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以上の課題を解決するために、請求項1に記載の構成は、情報記録面上に厚さ t_1 の第1保護基板を有する第1光情報記録媒体及び情報記録面上に厚さ t_2 ($t_1 < t_2$)の第2保護基板を有する第2光情報記録媒体に対して情報の記録及び/または再生を行うことができる光ピックアップ装置において、前記光ピックアップ装置が波長 λ_1 の第1光束を出射する第1光源、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)の第2光束を出射する第2光源、及び第1光学面及び該第1光学面と対向する第2光学面を有し、前記第1光学面に発散光として入射する前記第1光束を前記第1保護基板を介して前記第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させて情報の記録及び/又は再生を行い、前記第1光学面に発散光として入射する前記第2光束を前記第2保護基板を介して前記第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させて情報の記録及び/又は再生を行う対物レンズ、とを有し、前記第1光源及び前記第2光源は、前記第1光源の発光点と前記第2光源の発光点との間隔 d が $0.05\text{mm} < d < 0.15\text{mm}$ を満たすと共に、前記第1光源の発光点から前記第1光情報記録媒体の前記対物レンズ側の表面までの光軸上の距離と、前記第2光源の発光点から前記第2光情報記録媒体の前記対物レンズ側の表面までの光軸上の距離とが等しく且つトラッキング量が0のときの前記対物レンズの光軸上に前記第1光源が配置され、前記対物レンズの光軸外の前記対物レンズのトラッキング方向と一致する方向に前記第2光源が配置され、

前記対物レンズは、前記第1光学面に、前記第1保護基板と前記第2保護基板の間の厚みの違いに起因する球面収差を補正する球面収差補正構造を有するとともに、前記第2光学面に、トラッキング量が0の位置で前記第1光束が入射したとき及びトラッキング量が

10

20

30

40

50

0 の位置で前記第 2 光束が斜入射したときに非点収差を有する非回転対称な面を有し、

前記対物レンズは、前記トラッキング量が 0 の位置で前記対物レンズが有する前記第 1 光束に対する非点収差及び前記トラッキング量が 0 の位置で前記対物レンズが有する前記第 2 光束に対する非点収差で、前記対物レンズのトラッキングに起因して発生する前記第 1 光束の非点収差及びトラッキングに起因して発生する前記第 2 光束の非点収差を減少させる方向になるように配置されるとともに、最大トラッキング量における前記対物レンズの像高を Y としたとき、前記対物レンズのトラッキング方向における像高が $0.30Y$ から $0.95Y$ の範囲内において、前記対物レンズから出射される前記第 1 光束の非点収差及び前記第 2 光束の非点収差が最小値を有することを特徴とする。

【0013】

なお、本明細書においては、DVD-ROM、DVD-Video、DVD-Audio、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD+R、DVD+RW等のDVD系列の光ディスクを総称して「DVD」といい、CD-ROM、CD-Audio、CD-Video、CD-R、CD-RW等のCD系列の光ディスクを総称して「CD」という。

【0014】

また、本明細書中において、「Aの光軸上の距離とBの光軸上の距離とが等しい」とは、AとBとの距離の違いが0.1mmより小さい場合を指すものとする。

【0015】

請求項1に記載の構成によれば、最大トラッキング量における前記対物レンズの像高を Y としたとき、前記対物レンズのトラッキング方向における像高が $0.30Y$ から $0.95Y$ の範囲内において、前記対物レンズが有する前記非点収差が最小値をとるようにレンズ設計を行う。これにより、トラッキングに起因して発生する前記波長 1 の光束の非点収差を、対物レンズ自体が波長 1 の光束に対して有する非点収差で減らすことができ、また、トラッキングに起因して発生する前記波長 2 の光束の非点収差を、対物レンズ自体が波長 2 の光束に対して有する非点収差で減らすことができ、複数種類の光ディスクに対して互換性を有すると共に、トラッキングにより発生する非点収差を補正できる有限共役型の対物レンズを備えた光ピックアップ装置が得られる。

【0019】

請求項2に記載の構成は、請求項1に記載の光ピックアップ装置において、前記球面収差補正構造が回折構造であることを特徴とする。

【0039】

請求項3に記載の構成は、請求項1に記載の光ピックアップ装置において、前記第1光源及び前記第2光源は、非点隔差を有することを特徴とする。

【0070】

以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

【0071】

図1は、DVD(第1光情報記録媒体)とCD(第2光情報記録媒体)との何れに対しても適切に情報の記録/再生を行える光ピックアップ装置PUの構成を概略的に示す図である。DVDの光学的仕様は、波長 $\lambda_1 = 655\text{nm}$ 、保護層PL1の厚さ $t_2 = 0.6\text{mm}$ 、開口数 $NA_1 = 0.60$ であり、CDの光学的仕様は、波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ 、保護層PL2の厚さ $t_2 = 1.2\text{mm}$ 、開口数 $NA_2 = 0.47$ 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。

【0072】

光ピックアップ装置PUは、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され 655nm のレーザ光束(第1光束)を射出する赤色半導体レーザLD1(第1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2光束)を射出する赤外半導体レーザLD2(第2光源)とが一体化されたパッケージ光源ユニットLU、第1光束及び第2光束共通の光検出器PD、各光束を情報記録面RL1、RL2上に集光させる機能を有する対物レンズOBJ、ビームスプリッタBS、絞りSTO等か

10

20

30

40

50

ら構成されている。

【0073】

パッケージ光源ユニットLUにおいて、第1光源の発光点と第2光源の発光点との間隔dは0.05mm $d = 0.15\text{mm}$の範囲内となっている。また、第1光源の発光点からDVDの対物レンズOBJ側の表面までの光軸上の距離と、第2光源の発光点からCDの対物レンズOBJ側の表面までの光軸上の距離とが等しくなるように、パッケージ光源ユニットLUは光学系中に配置されている。そして、第1光束と第2光束が共に発散光として対物レンズOBJに入射する有限共役系の構成となっている。

【0074】

対物レンズOBJは、保護基板厚t1とt2との差によって生じる球面収差を補正する球面収差補正構造を有している。球面収差補正構造としては、例えば、断面が鋸歯状の回折輪帯や回折格子などの回折構造が挙げられる。

10

【0075】

ここで、図2に示すように、第1光束を出射する赤色半導体レーザーLD1自体が有している非点隔差に起因して非点収差が発生すると共に、トラッキングに起因しても非点収差が発生するので、本発明においては、これら非点収差を減らすべく、対物レンズOBJ自体が所定の非点収差を有するように対物レンズOBJが設計されている。

【0076】

なお、本実施の形態及び後述する実施例においては、図2に示す $\theta = 0^\circ$ の方向をトラッキング方向とする。

20

【0077】

具体的には、最大トラッキング量における対物レンズOBJの像高をYと規定したとき、対物レンズOBJのトラッキング方向における像高が0.30Yから0.95Yの範囲内において、対物レンズOBJ自体が有する波長 λ_1 の第1光束に対する非点収差が最小値となるように、対物レンズOBJが設計されている。対物レンズOBJに非点収差を持たせる構造としては、例えば、対物レンズOBJの出射面の母非球面の曲率を、水平方向と鉛直方向とで異なる値にしたものや、あるいは樹脂成形によって対物レンズOBJに配向歪みを生じさせたものが挙げられる。なお、対物レンズOBJの出射面の母非球面の曲率を水平方向と鉛直方向とで異なる値とすることにより対物レンズOBJに非点収差を持たせる場合には、対物レンズOBJの入射面または出射面に上記球面収差補正構造を形成することが好ましい。これにより、対物レンズOBJの設計を容易化できる。

30

【0078】

さらに、対物レンズOBJは、第1光情報記録媒体に対して第1光束を用いたときの対物レンズOBJ自体が有する非点収差において、対物レンズOBJの光軸とトラッキング方向とで形成される面の光線の収束点が、それに直交する面内の光線の収束点の後方にできるように、光学系中に配置されている。

【0079】

これにより、赤色半導体レーザーLD1を起因とする非点収差とトラッキングによる非点収差を打ち消し、光学系全体としてはトラッキング時に対物レンズOBJが光軸から移動した場合でも、非点収差を良好に補正するようになっている。

40

【0080】

なお、半導体レーザーを要因とする非点収差とトラッキングによる非点収差とが合成されて生じる非点収差及び、これら非点収差を補正するための対物レンズOBJの設計手法については、特許第3191200号明細書(特許文献2)に記載されているので、その説明を省略する。

【0081】

また、上記のように、本発明においては、トラッキングに起因して発生する波長 λ_1 の第1光束の非点収差及び第1光束を出射する第1光源が有する非点隔差に起因して発生する非点収差(以下、これら2つの非点収差を、「第1光束に関する非点収差」と表記する。)を、対物レンズOBJ自体が第1光束に対して有する非点収差で減少させるものであ

50

る。

【0082】

従って、トラッキングに起因して発生する波長 2 の第 2 光束の非点収差及び第 2 光束を出射する第 2 光源が有する非点隔差に起因して発生する非点収差（以下、これら 2 つの非点収差を、「第 2 光束に関する非点収差」と表記する。）に関しては、上記第 1 光束に関する非点収差と同程度に補正されるものではない。

【0083】

しかし、第 2 光束に関する非点収差の発生方向は、第 1 光束に関する非点収差の発生方向とほぼ一致するため、対物レンズ O B J 自体が波長 1 の第 1 光束に対して有する非点収差によっても、第 2 光束に関する非点収差の発生量を、実用上支障が生じない程度に補正することは可能である。

10

【0084】

従って、光ピックアップ装置に対して要求される仕様に応じて、第 2 光束に関する非点収差も積極的に補正できる波長選択機能を持つ光学素子を、上記光ピックアップ装置の光学系中に光学素子を付加したり、あるいは、対物レンズ O B J 自体に波長選択機能を付加してもよい。

【0085】

波長 1 の第 1 光束と波長 2 の第 2 光束に対して、それぞれ任意の非点収差量を持たせる波長選択機能を対物レンズ O B J に持たせるには、例えば、対物レンズ O B J の光学面に、楕円状や直線状の回折構造を形成する方法が挙げられる。

20

【0086】

なお、トラッキングに起因して発生する波長 1 の第 1 光束の非点収差のみを対物レンズ O B J 自体が第 1 光束に対して有する非点収差で減らす構成としても良い。

【0087】

光ピックアップ装置 P U において、DVD に対して情報の記録/再生を行う場合には、図 1 において実線でその光線経路を描いたように、まず、赤色半導体レーザー L D 1 を発光させる。赤色半導体レーザー L D 1 から射出された発散光束は、ビームスプリッタ B S で反射されて対物レンズ O B J に至る。

【0088】

そして、対物レンズ O B J の入射面に形成された球面収差補正構造としての回折構造から回折作用を受けることにより生じる第 1 光束の所定次数の回折光が、DVD の保護層 P L 1 を介して情報記録面 R L 1 上に集光することでスポットを形成する。

30

【0089】

そして、対物レンズ 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（図示せず）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、再び対物レンズ O B J を通過して、ビームスプリッタ B S を通過し、光検出器 P D の受光面上に収束する。そして、光検出器 P D 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。

【0090】

また、CD に対して情報の記録/再生を行う場合には、図 1 において点線でその光線経路を描いたように、まず、赤外半導体レーザー L D 2 を発光させる。赤外半導体レーザー L D 2 から射出された発散光束は、ビームスプリッタ B S で反射されて対物レンズ O B J に至る。

40

【0091】

そして、対物レンズ O B J の入射面に形成された球面収差補正構造としての回折構造から回折作用を受けることにより生じる第 2 光束の所定次数の回折光が、CD の保護層 P L 2 を介して情報記録面 R L 2 上に集光することでスポットを形成する。

【0092】

そして、対物レンズ 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（図示せず）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

50

り変調された反射光束は、再び対物レンズOBJを通過して、ビームスプリッタBSを通過し、光検出器PDの受光面上に収束する。そして、光検出器PD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。

【0093】

なお、図示は省略するが、上記実施の形態に示した光ピックアップ装置PU、光情報記録媒体を回転自在に保持する回転駆動装置、これら各種装置の駆動を制御する制御装置を搭載することで、光情報記録媒体に対する情報の記録及び光情報記録媒体に記録された情報の再生のうち少なくとも一方の実行が可能な光情報記録再生装置を得ることが出来る。

【実施例1】

【0094】

次に、上記実施の形態で示した対物レンズ及び光ピックアップ装置の第1の実施例について説明する。

【0095】

表1、表2に各光学素子のレンズデータを示す。

【0096】

【表1】

f=2.29mm
NA=0.60
m=-1/7

第i面	ri	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)	
0		10.000		10.000		
1	∞	1.250	1.5070	1.250	1.5070	
2	∞	7.042	1.0000	7.416	1.0000	
3	∞	0.000	1.0000	0.000	1.0000	絞り径 φ3.075mm
4	1.57913	1.780	1.5409	1.780	1.5372	
4'	1.82253					
5	-3.44407	1.328	1.0000	0.954	1.0000	
5'	-3.76202					
6	∞	0.600	1.5775	1.200	1.5706	
7	∞					

非点隔差 DVD=0 μm, CD=0 μm

【0097】

【表 2】

非球面データ

第4面 ($0 \leq h < 1.245\text{mm}$: DVD/CD共有領域)

非球面係数

$$\kappa -5.9547 \times E-1$$

$$A4 -7.8536 \times E-3$$

$$A6 -2.2592 \times E-3$$

$$A8 -1.4896 \times E-3$$

$$A10 -8.6859 \times E-4$$

$$A12 +3.0411 \times E-3$$

$$A14 -1.1970 \times E-3$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : λ B 720nm 1次回折)

$$B4 -3.6858 \times E-3$$

$$B6 -1.0370 \times E-3$$

$$B8 +9.6293 \times E-4$$

$$B10 -3.2649 \times E-4$$

10

第4'面 ($1.245\text{mm} \leq h$: DVD専用領域)

非球面係数

$$\kappa -4.6344 \times E-1$$

$$A0 +1.6824 \times E-2$$

$$A4 +2.4963 \times E-2$$

$$A6 -8.8957 \times E-3$$

$$A8 -7.6358 \times E-4$$

$$A10 +1.0887 \times E-4$$

$$A12 +3.7918 \times E-4$$

$$A14 -1.0592 \times E-4$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : λ B 655nm 3次回折)

$$B2 -1.6983 \times E-3$$

$$B4 -2.2906 \times E-4$$

$$B6 +2.0581 \times E-4$$

$$B8 -1.3305 \times E-4$$

$$B10 +1.4272 \times E-5$$

20

第5面 ($0 \leq h < 0.955\text{mm}$: DVD/CD共有領域)

非球面係数

$$\kappa -3.3888 \times E+0$$

$$A4 +4.9707 \times E-2$$

$$A6 -2.9863 \times E-2$$

$$A8 -5.4839 \times E-2$$

$$A10 +1.7138 \times E-1$$

$$A12 -1.5035 \times E-1$$

$$A14 +4.2400 \times E-2$$

$$C -2.3429 \times E-5$$

30

第5'面 ($0.955\text{mm} \leq h$: DVD専用領域)

非球面係数

$$\kappa -6.2192 \times E+0$$

$$A4 +1.3082 \times E-2$$

$$A6 -1.8328 \times E-3$$

$$A8 +2.1644 \times E-3$$

$$A10 -1.2220 \times E-3$$

$$A12 +3.2728 \times E-5$$

$$A14 +2.8465 \times E-5$$

$$C -2.3429 \times E-5$$

40

【0098】

表 1 に示すように、本実施例の対物レンズは、焦点距離 $f = 2.29\text{mm}$ 、像側開口数 $NA = 0.60$ 、光学系倍率 $m = -1/7$ に設定されている。表 1 中、 r_i は曲率半径、 d_i は第 i 面から第 $i + 1$ 面までの光軸方向の変位量、 n_i は各面の屈折率を表している。

【0099】

本実施例においては、DVD用の第 1 光源及びCD用の第 2 光源は共に非点隔差を有していない (表 1 中に、「非点隔差 DVD = $0\mu\text{m}$ 、CD = $0\mu\text{m}$ 」と表記する)。

50

【 0 1 0 0 】

対物レンズの入射面は、光軸からの高さ h が 1.245 mm 未満の第 4 面と、光軸からの高さ h が 1.245 mm 以上の第 4' 面に区分されている。また、対物レンズの出射面は、光軸からの高さ h が 0.955 mm 未満の第 5 面と、光軸からの高さ h が 0.955 mm 以上の第 5' 面に区分されている。

【 0 1 0 1 】

第 4' 面及び第 5' 面は DVD 用として利用される第 1 光束の専用領域となっており、第 4' 面及び第 5' 面を通過した第 2 光束は CD に対する情報の記録/再生には使用されない。

【 0 1 0 2 】

第 4 面、第 4' 面は、それぞれ次式 (数 1) に表 1 及び表 2 に示す係数を代入した数式で規定される、光軸 L の周りに軸対称な非球面に形成されている。

【 0 1 0 3 】

【 数 1 】

$$\text{非球面形状式} \quad X(h) = \frac{(h^2/R)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/R)^2}} + \sum_{i=0}^9 A_{2i} h^{2i}$$

【 0 1 0 4 】

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} は非球面係数である。

【 0 1 0 5 】

また、第 4 面と第 4' 面には球面収差補正構造としての鋸歯状の回折輪帯が形成されている。回折輪帯のピッチは数 2 の光路差関数に、表 2 に示す係数を代入した数式で規定される。

【 0 1 0 6 】

【 数 2 】

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

【 0 1 0 7 】

ここで、 B_{2i} は光路差関数の係数、 λ は使用波長、 λ_B は回折のブレイズ化波長、 n は回折次数である。

【 0 1 0 8 】

また、第 5 面及び第 5' 面は、それぞれ次式 (数 3) に表 2 に示す係数を代入した数式で規定される、非回転対称非球面に形成されている。

【 0 1 0 9 】

【 数 3 】

形状式: 回転対称非球面 + 非回転対称非球面

$$z = \left[\frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)h^2/R^2}} + \sum_{i=0}^7 A_{2i} h^{2i} \right] + Ch^2 \cos 2\theta$$

光軸を中心とする極座標 (h, θ)

【 0 1 1 0 】

図 3 及び図 4 は、本実施例における対物レンズ及び光ピックアップ装置を使用した場合における、DVD 及び CD の像高特性を示すグラフである。

【 0 1 1 1 】

グラフの縦軸は波面収差量を示し、グラフの横軸は、物体高と像高の和が 0.45 mm

10

20

30

40

50

となる時を1とした相対像高を示す。本発明における「最大トラッキング量における対物レンズの像高Y」は、相対像高=1に相当する。また、トラッキング(像高)の方向は=0°の方向となる。

【0112】

また、SAは球面収差、CMはコマ収差、ASは非点収差、RMSはこれら収差を合計した値を示す。

【0113】

図3から分かるように、本実施例においては、対物レンズ自体が波長λの第1光束に対して約0.015 rmsの非点収差を持っており、トラッキング方向における像高が0.6Y付近で非点収差が最小値となるように設計されている。

10

【0114】

図5及び図6は、従来の対物レンズ及び光ピックアップ装置の構成、つまり、対物レンズ自体が非点収差を持っていない場合におけるDVD及びCDの像高特性を示すグラフである。

【0115】

図3と図5、図4と図6を比較すると、本実施例における対物レンズ及び光ピックアップ装置によれば、相対像高が0~1までの全領域において波面収差が低い値で抑えられていることが分かる。

【実施例2】

【0116】

20

次に、上記実施の形態で示した対物レンズ及び光ピックアップ装置の第2の実施例について説明する。

【0117】

表3、表4に各光学素子のレンズデータを示す。

【0118】

【表3】

f=2.29mm m=-1/7
NA=0.60

第i面	ri	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)	
0		10.000		10.000		
1	∞	1.250	1.5070	1.250	1.5070	
2	∞	7.042	1.0000	7.416	1.0000	
3	∞	0.000	1.0000	0.000	1.0000	絞リ径 φ3.075mm
4	1.57913	1.780	1.5409	1.780	1.5372	
4'	1.82253					
5	-3.44407	1.328	1.0000	0.954	1.0000	
5'	-3.76202					
6	∞	0.600	1.5775	1.200	1.5706	
7	∞					

30

非点隔差 DVD=0μm,CD=0μm

【0119】

【表 4】

非球面データ

第4面 ($0 \leq h < 1.245 \text{mm}$: DVD/CD共有領域)

非球面係数

$$\kappa -5.9547 \times E-1$$

$$A4 -7.8536 \times E-3$$

$$A6 -2.2592 \times E-3$$

$$A8 -1.4896 \times E-3$$

$$A10 -8.6859 \times E-4$$

$$A12 +3.0411 \times E-3$$

$$A14 -1.1970 \times E-3$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : λ B720nm 1次回折)

$$B4 -3.6858 \times E-3$$

$$B6 -1.0370 \times E-3$$

$$B8 +9.6293 \times E-4$$

$$B10 -3.2649 \times E-4$$

10

第4'面 ($1.245 \text{mm} \leq h$: DVD専用領域)

非球面係数

$$\kappa -4.6344 \times E-1$$

$$A0 +1.6824 \times E-2$$

$$A4 +2.4963 \times E-2$$

$$A6 -8.8957 \times E-3$$

$$A8 -7.6358 \times E-4$$

$$A10 +1.0887 \times E-4$$

$$A12 +3.7918 \times E-4$$

$$A14 -1.0592 \times E-4$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : λ B655nm 3次回折)

$$B2 -1.6983 \times E-3$$

$$B4 -2.2906 \times E-4$$

$$B6 +2.0581 \times E-4$$

$$B8 -1.3305 \times E-4$$

$$B10 +1.4272 \times E-5$$

20

第5面 ($0 \leq h < 0.955 \text{mm}$: DVD/CD共有領域)

非球面係数

$$\kappa -3.3888 \times E+0$$

$$A4 +4.9707 \times E-2$$

$$A6 -2.9863 \times E-2$$

$$A8 -5.4839 \times E-2$$

$$A10 +1.7138 \times E-1$$

$$A12 -1.5035 \times E-1$$

$$A14 +4.2400 \times E-2$$

$$C -4.6859 \times E-5$$

30

第5'面 ($0.955 \text{mm} \leq h$: DVD専用領域)

非球面係数

$$\kappa -6.2192 \times E+0$$

$$A4 +1.3082 \times E-2$$

$$A6 -1.8328 \times E-3$$

$$A8 +2.1644 \times E-3$$

$$A10 -1.2220 \times E-3$$

$$A12 +3.2728 \times E-5$$

$$A14 +2.8465 \times E-5$$

$$C -4.6859 \times E-5$$

40

【0 1 2 0】

表 3 に示すように、本実施例の対物レンズは、焦点距離 $f = 2.29 \text{mm}$ 、像側開口数 $NA = 0.60$ 、光学系倍率 $m = -1/7$ に設定されている。

【0 1 2 1】

本実施例においても、DVD用の第1光源及びCD用の第2光源は共に非点隔差を有していない(表3中に、「非点隔差 DVD = $0 \mu\text{m}$ 、CD = $0 \mu\text{m}$ 」と表記する)。

【0 1 2 2】

対物レンズの入射面は、光軸からの高さ h が 1.245mm 未満の第4面と、光軸からの高さ h が 1.245mm 以上の第4'面に区分されている。また、対物レンズの出射面

50

は、光軸からの高さhが0.955mm未満の第5面と、光軸からの高さhが0.955mm以上の第5'面に区分されている。

【0123】

第4'面及び第5'面はDVD用として利用される第1光束の専用領域となっており、第4'面及び第5'面を通過した第2光束はCDに対する情報の記録/再生には使用されない。

【0124】

第4面、第4'面は、それぞれ数1に表3及び表4に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

【0125】

また、第4面と第4'面には球面収差補正構造としての鋸歯状の回折輪帯が形成されている。回折輪帯のピッチは数2の光路差関数に、表4に示す係数を代入した数式で規定される。

【0126】

また、第5面及び第5'面は、それぞれ数3に表4に示す係数を代入した数式で規定される、非回転対称非球面に形成されている。

【0127】

図7及び図8は、本実施例における対物レンズ及び光ピックアップ装置を使用した場合における、DVD及びCDの像高特性を示すグラフである。

【0128】

図7から分かるように、本実施例においては、対物レンズ自体が波長λ1の第1光束に対して約0.03rmsの非点収差を持っており、トラッキング方向における像高が0.8λ付近で非点収差が最小値となるように設計されている。

【0129】

図7と図5、図8と図6を比較すると、本実施例における対物レンズ及び光ピックアップ装置によれば、相対像高が0~1までの全領域において波面収差が低い値で抑えられていることが分かる。

【実施例3】

【0130】

次に、上記実施の形態で示した対物レンズ及び光ピックアップ装置の第3の実施例について説明する。

【0131】

表5、表6に各光学素子のレンズデータを示す。

【0132】

【表5】

f=2.29mm m=-1/7
NA=0.60

第i面	ri	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)	
0		10.000		10.000		
1	∞	1.250	1.5070	1.250	1.5070	
2	∞	7.042	1.0000	7.416	1.0000	
3	∞	0.000	1.0000	0.000	1.0000	絞り径 φ3.075mm
4	1.57913	1.780	1.5409	1.780	1.5372	
4'	1.82253					
5	-3.44407	1.328	1.0000	0.954	1.0000	
5'	-3.76202					
6	∞	0.600	1.5775	1.200	1.5706	
7	∞					

非点隔差 DVD=10μm,CD=10μm

【0133】

10

20

30

40

【表 6】

非球面データ

第4面 ($0 \leq h < 1.245\text{mm}$: DVD/CD共有領域)

非球面係数

$$\kappa -5.9547 \times E-1$$

$$A4 -7.8536 \times E-3$$

$$A6 -2.2592 \times E-3$$

$$A8 -1.4896 \times E-3$$

$$A10 -8.6859 \times E-4$$

$$A12 +3.0411 \times E-3$$

$$A14 -1.1970 \times E-3$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : λ B720nm 1次回折)

$$B4 -3.6858 \times E-3$$

$$B6 -1.0370 \times E-3$$

$$B8 +9.6293 \times E-4$$

$$B10 -3.2649 \times E-4$$

10

第4'面 ($1.245\text{mm} \leq h$: DVD専用領域)

非球面係数

$$\kappa -4.6344 \times E-1$$

$$A0 +1.6824 \times E-2$$

$$A4 +2.4963 \times E-2$$

$$A6 -8.8957 \times E-3$$

$$A8 -7.6358 \times E-4$$

$$A10 +1.0887 \times E-4$$

$$A12 +3.7918 \times E-4$$

$$A14 -1.0592 \times E-4$$

光路差関数 (光路差関数の係数 : λ B655nm 3次回折)

$$B2 -1.6983 \times E-3$$

$$B4 -2.2906 \times E-4$$

$$B6 +2.0581 \times E-4$$

$$B8 -1.3305 \times E-4$$

$$B10 +1.4272 \times E-5$$

20

第5面 ($0 \leq h < 0.955\text{mm}$: DVD/CD共有領域)

非球面係数

$$\kappa -3.3888 \times E+0$$

$$A4 +4.9707 \times E-2$$

$$A6 -2.9863 \times E-2$$

$$A8 -5.4839 \times E-2$$

$$A10 +1.7138 \times E-1$$

$$A12 -1.5035 \times E-1$$

$$A14 +4.2400 \times E-2$$

$$C -4.6859 \times E-5$$

30

第5'面 ($0.955\text{mm} \leq h$: DVD専用領域)

非球面係数

$$\kappa -6.2192 \times E+0$$

$$A4 +1.3082 \times E-2$$

$$A6 -1.8328 \times E-3$$

$$A8 +2.1644 \times E-3$$

$$A10 -1.2220 \times E-3$$

$$A12 +3.2728 \times E-5$$

$$A14 +2.8465 \times E-5$$

$$C -4.6859 \times E-5$$

40

【 0 1 3 4 】

なお、本実施例は、上記実施例 2 と比較して、DVD用の第 1 光源及びCD用の第 2 光源が共に $10 \mu\text{m}$ の非点隔差を有している点のみが異なる (表 5 中に、「非点隔差 DVD = $10 \mu\text{m}$ 、CD = $10 \mu\text{m}$ 」と表記する)。

【 0 1 3 5 】

図 9 及び図 10 は、本実施例における対物レンズ及び光ピックアップ装置を使用した場合における、DVD及びCDの像高特性を示すグラフである。

【 0 1 3 6 】

図 9 から分かるように、本実施例においては、対物レンズ自体が波長 1 の第 1 光束に

50

対して約0.02 rmsの非点収差を持っており、トラッキング方向における像高が0.6 Y付近で非点収差が最小値となるように設計されている。

【0137】

図9と図5、図10と図6を比較すると、本実施例における対物レンズ及び光ピックアップ装置によれば、相対像高が0~1までの全領域において波面収差が低い値で抑えられていることが分かる。

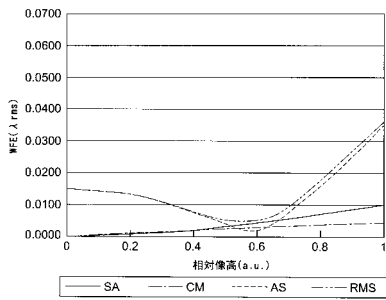
【産業上の利用可能性】

【0138】

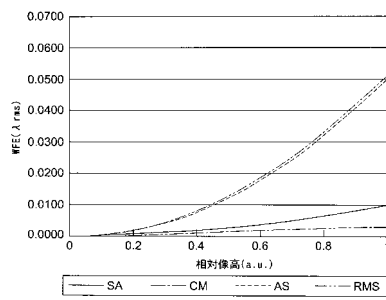
本発明によれば、複数種類の光ディスクに対して互換性を有すると共に、トラッキングにより発生する非点収差及び光源自体が有する非点収差を補正することができる有限共役型の対物レンズ、及びこの対物レンズを備える光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を得られる。

10

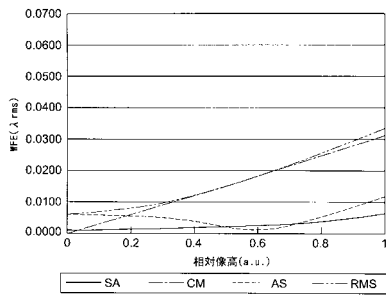
【図3】



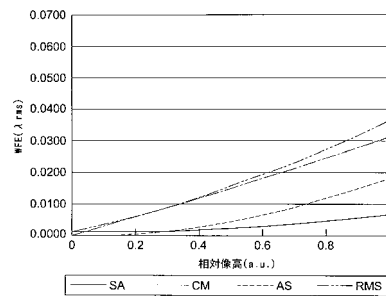
【図5】



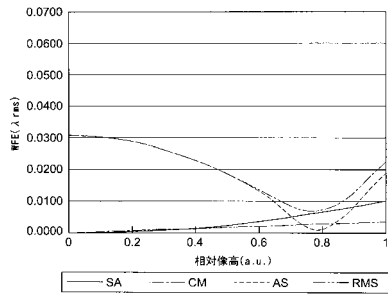
【図4】



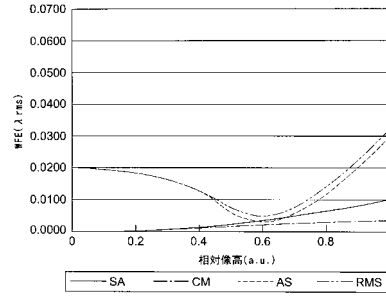
【図6】



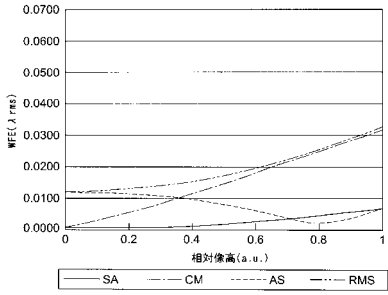
【 図 7 】



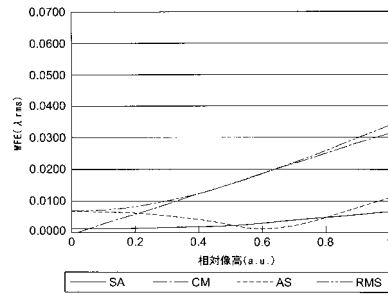
【 図 9 】



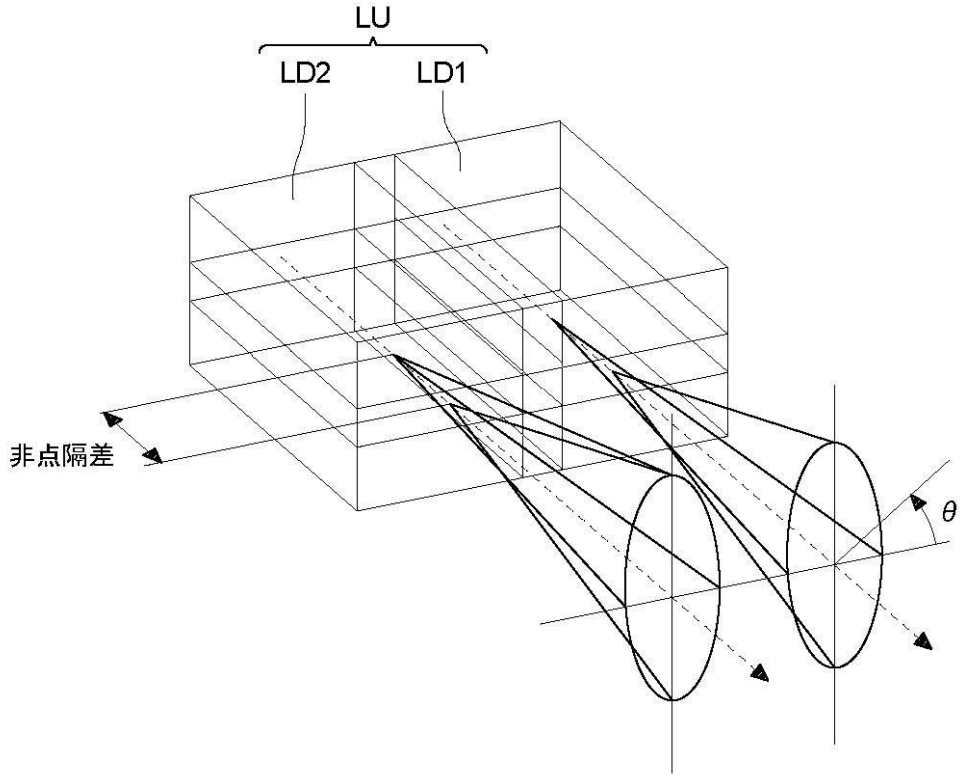
【 図 8 】



【 図 10 】



【图 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-21577(JP,A)
特開2003-248963(JP,A)
特開2003-344760(JP,A)
特開平8-136801(JP,A)
特開平7-176072(JP,A)
特開平10-308028(JP,A)
特開2000-28918(JP,A)
特開2002-62409(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/135
G02B 13/00
G02B 13/18