

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4400342号
(P4400342)

(45) 発行日 平成22年1月20日 (2010. 1. 20)

(24) 登録日 平成21年11月6日 (2009. 11. 6)

(51) Int. Cl.		F I	
G 1 1 B	7/135	(2006. 01)	G 1 1 B 7/135 A
G 0 2 B	5/18	(2006. 01)	G 0 2 B 5/18
G 0 2 B	13/18	(2006. 01)	G 0 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2004-196881 (P2004-196881)	(73) 特許権者	303000408 コニカミノルタオプト株式会社 東京都八王子市石川町2970番地
(22) 出願日	平成16年7月2日 (2004. 7. 2)	(74) 代理人	100090033 弁理士 荒船 博司
(65) 公開番号	特開2006-18945 (P2006-18945A)	(72) 発明者	荻原 賢治 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
(43) 公開日	平成18年1月19日 (2006. 1. 19)	審査官	井上 信一
審査請求日	平成19年6月14日 (2007. 6. 14)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物レンズ及び光ピックアップ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ピックアップ装置に用いられる対物レンズにおいて、

波長 1 の光束を用いて保護基板厚 t_1 の第 1 光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際には、前記波長 1 の光束を前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることができ、波長 2 ($1 < 2$) の光束を用いて保護基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$) の第 2 光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際には、前記波長 2 の光束を前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることができ、前記波長 2 ($1 < 2$) の光束を用いて保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の第 3 光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際には、前記波長 2 の光束を前記第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることができるとともに、

少なくとも 1 つの光学面に、前記波長 2 の光束のうち、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体に対して情報の再生又は記録を行う際に利用される光束が通過する領域に対応した中央領域と、前記中央領域より外側に位置する領域であって、前記波長 2 の光束のうち、前記第 2 光情報記録媒体及び前記第 3 光情報記録媒体に対して情報の再生又は記録を行う際に利用されない光束が通過する周辺領域とを有し、

前記中央領域を通過した前記波長 2 の光束が光情報記録媒体の情報記録面上で発生する球面収差が、保護基板厚 t_4 ($t_2 < t_4 < t_3$) の保護基板を介した際に最小となるように設定されており、

前記中央領域には、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯からなる第 1 の回折構造が

形成され、前記周辺領域には、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯からなる第2の回折構造が形成されており、

前記波長 λ_2 の光束が前記第1の回折構造を通過することにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を m とし、前記波長 λ_2 の光束が前記第2の回折構造を通過することにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n としたとき、 $m < n$ を満たし、

前記中央領域及び前記周辺領域を通過した前記波長 λ_1 の光束は前記第1光情報記録媒体の情報記録面上で波面収差が $0.07 [\lambda_1 \text{ rms}]$ 以下で集光され、

前記中央領域を通過した前記波長 λ_2 の光束は前記第2光情報記録媒体の情報記録面上及び前記第3光情報記録媒体の情報記録面上に波面収差が $0.07 [\lambda_2 \text{ rms}]$ 以下で集光され、

前記周辺領域を通過した前記波長 λ_2 の光束の n 次回折光は前記第2光情報記録媒体の情報記録面上及び前記第3光情報記録媒体の情報記録面上においてフレア光になり、

以下の条件式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$d_1 = 655 \pm 20 \text{ nm}$$

$$d_2 = 785 \pm 20 \text{ nm}$$

$$0.5 \text{ mm} < t_1 < 0.7 \text{ mm}$$

$$0.8 \text{ mm} < t_2 < 1.05 \text{ mm}$$

$$1.05 \text{ mm} < t_3 < 1.3 \text{ mm}$$

【請求項2】

$m < n$ を満たすことを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項3】

前記波長 λ_2 の光束が前記第2の回折構造を通過することにより発生する回折光のうち、前記 n 次回折光の次に回折効率が高い回折光の回折次数を p としたとき、

前記 n 次回折光の回折効率と前記 p 次回折光の回折効率とを足し合わせた回折効率が80%以上であり、

前記中央領域を通過した前記波長 λ_2 の光束の前記情報記録面上における近軸集光位置に対して、前記 n 次回折光よりも前記 p 次回折光の方が近軸上のより近い位置に集光することを特徴とする請求項1又は2に記載の対物レンズ。

【請求項4】

前記第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び/又は記録に必要な前記対物レンズの像側開口数を NA_1 、前記第2光情報記録媒体に対する情報の再生及び/又は記録に必要な前記対物レンズの像側開口数を NA_2 と規定した場合に、

$$0.60 < NA_1 < 0.67$$

$$0.45 < NA_2 < 0.55$$

を満たすことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項5】

前記第1の回折構造は波長 B_1 及び回折次数 L_1 で最適化されており、前記第2の回折構造は波長 B_2 及び回折次数 L_2 で最適化されているとした場合に、

$$\lambda_1 < B_1 < \lambda_2$$

$$B_2 = \lambda_1$$

$$L_1 = 1$$

$$3 < L_2 < 5$$

を満たすことを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項6】

前記波長 λ_1 の光束を用いて保護基板厚 t_1 の前記第1光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際の前記対物レンズの倍率を m_1 とし、前記波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の光束を用いて保護基板厚 t_2 ($t_1 < t_2$) の前記第2光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際の前記対物レンズの倍率を m_2 とし、前記波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の光束を用いて保護基板厚 t_3 ($t_2 < t_3$) の前記第3光情報記録媒体に対する情報の

10

20

30

40

50

再生又は記録を行う際の前記対物レンズの倍率を m_3 としたとき、 $m_1 = m_2 = m_3 = 0$ を満たすことを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項7】

$0.95\text{ mm} < t_4 < 1.05\text{ mm}$ を満たすことを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の対物レンズ。

【請求項8】

前記対物レンズを通過した前記波長 λ_2 の光束は、球面収差が前記中央領域と前記周辺領域との境界近傍で不連続になることを特徴とする請求項1～7のいずれ一項に記載の対物レンズ。

【請求項9】

前記周辺領域を通過した前記波長 λ_2 の光束は前記第2光情報記録媒体の情報記録面上及び前記第3光情報記録媒体の情報記録面上において、波面収差が $0.15[\lambda_2\text{ rms}]$ 以上となることを特徴とする請求項8に記載の対物レンズ。

【請求項10】

請求項1～9のいずれか一項に記載の対物レンズを備えることを特徴とする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、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に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、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）等の光ディスクが世の中に広く普及されている。

通常、DVDは保護基板厚が約 0.6 mm 、レーザ光の波長が $635\text{ nm} \sim 675\text{ nm}$ の範囲内であり、CDは保護基板厚が約 1.2 mm 、レーザ光の波長が $765\text{ nm} \sim 805\text{ nm}$ の範囲内であるが、これら光ディスクの保護基板厚には製造誤差があり、それらを記録再生する光ピックアップ装置としては、光ディスクの保護基板厚に多少の揺らぎがあっても充分に対応できることがより望ましいと考えられる。

このような製造誤差による保護基板厚の多少の揺らぎのほか、光ディスクの製造コストをより低減することを意図した場合、特にCDの 1.2 mm と厚い保護基板厚を可能な限り薄くして保護基板の材料消費を少なくしようとすることも将来的には考えられなくはない。また、例えば、DVDとCDとを一体化させた光ディスクが将来的に想定される可能性があり、その場合に光ディスクの厚みを抑えるためにCDの保護基板厚を薄くする（例えば、保護基板厚が 0.9 mm 程度）ことも想定され得る（以下、通常のCDと実質的な規格は同様でありながら、保護基板厚が極端に薄く、本来の規格からは外れた保護基板厚約 0.9 mm のCDを、ここでは「新フォーマットの光ディスク」と呼ぶこととする）。

将来、市場にこの新フォーマットの光ディスクが流通することを想定した場合、既存のDVD/CDのみならず、新フォーマットの光ディスクに対しても情報の再生・記録を行なうことができる互換用光ピックアップ装置の開発は重要であり、中でも1つの対物レンズで互換を行なう1レンズ方式の光ピックアップ装置は最も理想的な形態である。

【0003】

DVDとCDの両者を再生・記録可能な光ピックアップ装置では、CDの再生/記録時には対物レンズの光学面のうち開口数NAが 0.45 程度より大きい領域を通過する光線を使用する必要が無い。

そこで、対物レンズの光学面に形成した回折構造を利用して、開口数NAが 0.45 より大きい領域を通過するCD用のレーザ光をCDの情報記録面上においていわゆるフレア光とする一方で、DVD用のレーザ光をDVDの情報記録面上にほぼ無収差で集光させる技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2001-195769号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

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

具体的には、不要回折光が対物レンズを通過して光軸と交わる位置と、利用に供される回折光が対物レンズを通過して光軸と交わる位置とが重なる場合には、光ディスクの情報記録面上における集光スポットのスポット径が拡がり、見かけの開口数NAが低下するとい

10

【0005】

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

20

【0006】

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

また、特許文献1に開示された技術は、DVDとCDの2種類の光ディスク間での互換を達成するためのものであり、DVDとCDのみならず、上述したような新フォーマットの光ディスクも含めた3種類の光ディスク間での互換を達成するための技術として、特許文献1に開示された技術をそのまま適用することは困難である。

【0007】

本発明の課題は、上述の問題を考慮したものであり、保護基板厚が0.9mm程度で、レーザ光の波長が785nm程度の新フォーマットの光ディスクとDVDとCDとの3種類の光ディスク間での互換を達成できる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を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

以上の課題を解決するために、請求項1記載の発明は、光ピックアップ装置に用いられる対物レンズにおいて、

波長 λ_1 の光束を用いて保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際には、前記波長 λ_1 の光束を前記第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることができ、波長 λ_2 （ $\lambda_1 < \lambda_2$ ）の光束を用いて保護基板厚 t_2 （ $t_1 < t_2$ ）の第2光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際には、前記波長 λ_2 の光束を前記第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることができ、前記波長 λ_2 （ $\lambda_1 < \lambda_2$ ）の光束を用いて保護基板厚 t_3 （ $t_2 < t_3$ ）の第3光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際には、前記波長 λ_2 の光束を前記第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光させることができるとともに、

40

少なくとも1つの光学面に、前記波長 λ_2 の光束のうち、前記第2光情報記録媒体及び前記第3光情報記録媒体に対して情報の再生又は記録を行う際に利用される光束が通過する領域に対応した中央領域と、前記中央領域より外側に位置する領域であって、前記波長 λ_2 の光束のうち、前記第2光情報記録媒体及び前記第3光情報記録媒体に対して情報の再生又は記録を行う際に利用されない光束が通過する周辺領域とを有し、

50

前記中央領域を通過した前記波長 2 の光束が光情報記録媒体の情報記録面上で発生する球面収差が、保護基板厚 t_4 ($t_2 < t_4 < t_3$) の保護基板を介した際に最小となるように設定されており、

前記中央領域には、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯からなる第 1 の回折構造が形成され、前記周辺領域には、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯からなる第 2 の回折構造が形成されており、

前記波長 2 の光束が前記第 1 の回折構造を通過することにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を m とし、前記波長 2 の光束が前記第 2 の回折構造を通過することにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n としたとき、 $m > n$ を満たし、

前記中央領域及び前記周辺領域を通過した前記波長 1 の光束は前記第 1 光情報記録媒体の情報記録面上で波面収差が $0.07 [\lambda_{rms}]$ 以下で集光され、

前記中央領域を通過した前記波長 2 の光束は前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上及び前記第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に波面収差が $0.07 [\lambda_{rms}]$ 以下で集光され、

前記周辺領域を通過した前記波長 2 の光束の n 次回折光は前記第 2 光情報記録媒体の情報記録面上及び前記第 3 光情報記録媒体の情報記録面上においてフレア光になり、

以下の条件式を満たすことを特徴とする。

$$1 = 655 \pm 20 \text{ nm}$$

$$2 = 785 \pm 20 \text{ nm}$$

$$0.5 \text{ mm} < t_1 < 0.7 \text{ mm}$$

$$0.8 \text{ mm} < t_2 < 1.05 \text{ mm}$$

$$1.05 \text{ mm} < t_3 < 1.3 \text{ mm}$$

【0009】

請求項 1 に記載の発明は、光ピックアップ装置の光学系中に保護基板厚が t_4 ($t_2 < t_4 < t_3$) の第 4 光情報記録媒体を仮想的に配置し、対物レンズの中央領域を通過した波長 2 の光束の球面収差が、この第 4 光情報記録媒体の情報記録面上で最小値となるように対物レンズを設計するものである。

一般的に CD や新フォーマットの光ディスクに対して情報の再生等を行なう際に必要となる光束の光量は DVD のそれと比較して少なくてもよい。

【0010】

従って、対物レンズの中央領域を通過した波長 2 の光束を、保護基板厚が t_2 の第 2 光情報記録媒体（例えば、上述した新フォーマットの光ディスク）の情報記録面と、保護基板厚が t_3 の第 3 光情報記録媒体（例えば、CD）の情報記録面との間（この位置は、仮想的に配置した上記第 4 光情報記録媒体の情報記録面上に一致する。）の近軸上に集光させることで、波長 2 の光束を、第 2 光情報記録媒体と第 3 光情報記録媒体の両者に対する情報の再生等に利用することが可能となる。

また、請求項 1 に記載の発明は、中央領域を通過した波長 1 の光束と周辺領域を通過した波長 1 の光束を共に第 1 光情報記録媒体の情報記録面上において波面収差が $0.07 [\lambda_{rms}]$ 以下の状態で集光させることで良好な集光スポットを形成させる。

また、中央領域を通過した波長 2 の光束の m 次回折光を第 2 光情報記録媒体の情報記録面上及び第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に波面収差が $0.07 [\lambda_{rms}]$ 以下の状態で集光させることで良好な集光スポットを形成させる。

更に、周辺領域を通過した波長 2 の光束の n 次 ($m > n$) 次回折光を第 2 光情報記録媒体の情報記録面上及び第 3 光情報記録媒体の情報記録面上において、波長 2 の n 次回折光をいわゆるフレア光とすることで、第 2 光情報記録媒体及び第 3 光情報記録媒体に対する情報の再生等に利用しないものである。

【0011】

なお、本明細書中において対物レンズとは、光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態で、最も光情報記録媒体に近い位置において、光情報記録媒体と対向して配置

10

20

30

40

50

される集光作用を有する光学素子を指す。

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

【0012】

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

また、高密度光ディスクとは、情報の記録/再生用の光源として、青紫色半導体レーザや青紫色SHGレーザを使用する光ディスクを総称するものであり、NA0.85の対物レンズを使用し保護層厚みが0.1mmであるブルーレイディスク（以下、BDと略記する）や、NA0.65乃至0.67の対物レンズを使用し保護層厚みが0.6mmであるHDDVD（以下、HDと略記する）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。

【0013】

本明細書においては、DVDとは、DVD-ROM、DVD-Video、DVD-Audio、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD+R、DVD+RW等のDVD系列の光ディスクの総称であり、CDとは、CD-ROM、CD-Audio、CD-Video、CD-R、CD-RW等のCD系列の光ディスクの総称である。

また、新フォーマットの光ディスクとは、情報の記録/再生用の光源として、CDと同様の赤外半導体レーザを使用する光ディスクを総称するものであり、NA0.45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0.9mm程度である規格の光ディスクを指すものとする。

【0015】

請求項2記載の発明は、請求項1に記載の対物レンズにおいて、 $m < n$ を満足することを特徴とする。

【0018】

請求項2に記載の発明のように、波長 λ の光束に関して、対物レンズの周辺領域を通過した波長 λ の光束のn次光と、対物レンズの中央領域を通過した波長 λ の光束のm次回折光が $m < n$ を満たすことは以下の点で好ましい。

すなわち光ピックアップ装置のセンサーにおける反射光の検出精度を向上させるべく、周辺領域を通過することでフレア化された波長 λ の光束と、中央領域を通過することで集光スポットを形成する波長 λ の光束のギャップ（球面収差の中央領域と周辺領域の境界近傍の不連続量）を確保しても、温度変化時における光学特性の悪化を防止することが可能となる。

【0019】

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

【0020】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2に記載の対物レンズにおいて、前記波長 λ の光束が前記第2の回折構造を通過することにより発生する回折光のうち、前記n次回折光の次に回折効率が高い回折光の回折次数をpとしたとき、前記n次回折光の回折効率と前記p次回折光の回折効率とを足し合わせた回折効率が80%以上であり、前記中央領域を通過した前記波長 λ の光束の前記情報記録面上における近軸集光位置に対して、前記n次回折光よりも前記p次回折光の方が近軸上のより近い位置に集光することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項3に記載の発明では、周辺領域を通過することでフレア光となる波長 2 の光束に対して第2の回折構造による回折作用を与えることで、その光量のほとんどをn次回折光とp次回折光に振り分ける。そして、これら2つの回折光のうち光量が少ない方、つまり回折効率が小さいp次回折光を、中央領域を通過した波長 2 の光束の情報記録面上における近軸集光位置に近い位置に集光させる。即ち、回折効率が大きく光量が多いn次回折光を、p次回折光と比較して集光スポットよりも離れた遠い位置に飛ばすようになっている。

これにより、中央領域を通過した波長 2 の光束の情報記録面上における球面収差がオーバー又はアンダー側に変化した場合であっても、フレア光と集光スポットとの分離が容易となり、新フォーマットの光ディスクに関して、センサーでの反射光の検出精度を向上させることができる。

10

【 0 0 2 2 】

請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記第1光情報記録媒体に対する情報の再生及び/又は記録に必要な前記対物レンズの像側開口数をNA1、前記第2光情報記録媒体に対する情報の再生及び/又は記録に必要な前記対物レンズの像側開口数をNA2と規定した場合に、

$$0.60 \leq NA1 \leq 0.67$$

$$0.45 \leq NA2 \leq 0.55$$

を満たすことを特徴とする。

20

【 0 0 2 4 】

請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記第1の回折構造は波長 B1及び回折次数L1で最適化されており、前記第2の回折構造は波長 B2及び回折次数L2で最適化されているとした場合に、

$$1 < B1 < 2$$

$$B2 = 1$$

$$L1 = 1$$

$$3 \leq L2 \leq 5$$

を満たすことを特徴とする。

30

【 0 0 2 5 】

請求項6記載の発明は、請求項1～5のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記波長 1の光束を用いて保護基板厚t1の前記第1光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際の前記対物レンズの倍率をm1とし、前記波長 2 (1 < 2)の光束を用いて保護基板厚t2 (t1 < t2)の前記第2光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際の前記対物レンズの倍率をm2とし、前記波長 2 (1 < 2)の光束を用いて保護基板厚t3 (t2 < t3)の前記第3光情報記録媒体に対する情報の再生又は記録を行う際の前記対物レンズの倍率をm3としたとき、m1 = m2 = m3 = 0を満たすことを特徴とする。

請求項7記載の発明は、請求項1～6のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、

$$0.95 \text{ mm} \leq t4 \leq 1.05 \text{ mm}$$

を満たすことを特徴とする。

40

請求項8記載の発明は、請求項1～7のいずれか一項に記載の対物レンズにおいて、前記対物レンズを通過した前記波長 2の光束は、球面収差が前記中央領域と前記周辺領域との境界近傍で不連続になることを特徴とする。

請求項9記載の発明は、請求項8に記載の対物レンズにおいて、

前記周辺領域を通過した前記波長 2の光束は前記第2光情報記録媒体の情報記録面上及び前記第3光情報記録媒体の情報記録面上において、波面収差が0.15 [2 r m s]以上となることを特徴とする。

請求項10記載の発明は、請求項1～9のいずれか一項に記載の対物レンズを備えることを特徴とする。

【 発明の効果 】

50

【0026】

本発明によれば、保護基板厚が0.9mm程度で、レーザ光の波長が785nm程度の新フォーマットの光ディスクとDVDとCDとの3種類の光ディスク間での互換を達成できる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を得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

図1は、DVD（第1光情報記録媒体）と新フォーマットの光ディスク（第2光情報記録媒体）とCD（第3光情報記録媒体）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 $\lambda_1 = 655\text{nm}$ 、保護基板PL1の厚さ $t_1 = 0.60\text{mm}$ 、開口数 $NA_1 = 0.60$ であり、新フォーマットの光ディスクの光学的仕様は、波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ 、保護基板PL2の厚さ $t_2 = 0.9\text{mm}$ 、開口数 $NA_2 = 0.47$ であり、CDの光学的仕様は、波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ 、保護基板PL3の厚さ $t_3 = 1.2\text{mm}$ 、開口数 $NA_2 = 0.47$ である。

【0028】

DVD、新フォーマットの光ディスク及びCDに対して情報の記録及び/又は再生を行う際の、対物レンズOBJの倍率（倍率 m_1 、 m_2 及び m_3 ）は、 $m_1 = m_2 = m_3 = 0$ 、即ち、対物レンズに対して波長 λ_1 及び λ_2 の光束が共に平行光として入射する構成となっている。

なお、 $0.60 < NA_1 < 0.67$ 、 $0.45 < NA_2 < 0.55$ を満たす範囲とすることが好ましく、 $\lambda_1 = 655 \pm 20\text{nm}$ 、 $\lambda_2 = 785 \pm 20\text{nm}$ 、 $0.5 < t_1 < 0.7\text{mm}$ 、 $0.8 < t_2 < 1.05\text{mm}$ 、 $1.05 < t_3 < 1.3\text{mm}$ の範囲内とすることが好ましい。但し、開口数、波長、保護基板厚及び倍率の組合せはこれらに限られない。

【0029】

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）と新フォーマットの光ディスク及び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）とを同一の筐体内に格納することで一体化した光源ユニットLU、光学面上に回折構造DOEが形成され、各光束を情報記録面RL1、RL2、RL3上に集光させる機能を有する両面が非球面の対物レンズOBJ、2軸アクチュエータAC、DVDの開口数 NA_1 に対応した絞りSTO、コリメートレンズCOL、1/4波長板RE、ビームスプリッターBS、センサーレンズSEN、光検出器（センサー）PD等から構成されている。

【0030】

光ピックアップ装置PU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LD1を発光させる。赤色半導体レーザLD1から射出された発散光束は、ビームスプリッターBSを通過し、コリメートレンズCOLに至る。

そして、コリメートレンズCOLを透過する際に平行光に変換され、1/4波長板REを通過して対物レンズOBJに至り、対物レンズOBJによって第1保護基板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。対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータACによってフォーカシングやトラッキングを行う。

【0031】

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、再び対物レンズOBJ、1/4波長板RE、コリメートレンズCOLを通過し、ビームスプリッターBSで分岐され、センサーレンズSENにより非点収差が付加され、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

【 0 0 3 2 】

また、新フォーマットの光ディスク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LD2を発光させる。赤外半導体レーザLD2から射出された発散光束は、ビームスプリッターBSを通過し、コリメートレンズCOLに至る。

そして、コリメートレンズCOLを透過する際に平行光に変換され、1/4波長板REを通過して対物レンズOBJに至り、対物レンズOBJによって第2保護基板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。対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータACによってフォーカシングやトラッキングを行う。

【 0 0 3 3 】

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、再び対物レンズOBJ、1/4波長板RE、コリメートレンズCOLを通過し、ビームスプリッターBSで分岐され、センサーレンズSENにより非点収差が付加され、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新フォーマットの光ディスクに記録された情報を読み取ることができる。

【 0 0 3 4 】

また、CDに対して情報の記録/再生を行う場合には、新フォーマットの光ディスクに対して情報の記録/再生を行う場合と同様に、図1において点線及び2点鎖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LD2を発光させる。赤外半導体レーザLD2から射出された発散光束は、ビームスプリッターBSを通過し、コリメートレンズCOLに至る。

そして、コリメートレンズCOLを透過する際に平行光に変換され、1/4波長板REを通過して対物レンズOBJに至り、対物レンズOBJによって第3保護基板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。対物レンズOBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータACによってフォーカシングやトラッキングを行う。

【 0 0 3 5 】

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、再び対物レンズOBJ、1/4波長板RE、コリメートレンズCOLを通過し、ビームスプリッターBSで分岐され、センサーレンズSENにより非点収差が付加され、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。

【 0 0 3 6 】

次に、対物レンズOBJの構成について説明する。

図2に示すように、対物レンズOBJは、その入射面S1(光源側の光学面)と出射面S2(光ディスク側の光学面)が共に非球面で構成されたプラスチック製の単レンズである。

【 0 0 3 7 】

対物レンズの光学面S1は、図3に示すように、光軸Lを含む同心円状の領域である中央領域AREA1と中央領域AREA1の周囲を覆う周辺領域AREA2とに分割されている。

中央領域AREA1は、波長 λ の光束のうち、新フォーマットの光ディスク及びCDに対して情報の再生又は記録を行う際に利用される光束が通過する領域に対応しており、周辺領域AREA2は、中央領域AREA1より外側に位置する領域であって、波長 λ の光束のうち、新フォーマットの光ディスク及びCDに対して情報の再生又は記録を行う際に利用されない光束が通過する領域に対応している。

中央領域AREA1及び周辺領域AREA2に形成されている第1の回折構造DOE1及び第2の回折構造DOE2は、光軸Lを中心とした同心円状の複数の輪帯から構成されており、この輪帯により通過光束に対して回折作用を与えるようになっている。

なお、輪帯の形状及び設計手法については周知であるため説明を省略するが、中央領域AREA1に形成されている第1の回折構造DOE1を波長 B_1 及び回折次数 L_1 以最

10

20

30

40

50

適化し、周辺領域 A R E A 2 に形成されている第 2 の回折構造 D O E 2 を波長 B_2 及び回折次数 L_2 で最適化する場合に、 $1 < B_1 < 2$ 、 $B_2 = 1$ 、 $L_1 = 1$ 、 $3 < L_2 < 5$ を満たすように各回折構造を設定することが好ましい。

【0038】

そして、図 2 に示すように、光ピックアップ装置 P U の光学系中に保護基板厚が t_4 ($t_2 < t_4 < t_3$) の第 4 光情報記録媒体を仮想的に配置し、対物レンズ O B J の中央領域 A R E A 1 を通過した波長 λ_2 の光束が情報記録面 R L 4 上で発生する球面収差が、保護基板厚 t_4 ($t_2 < t_4 < t_3$) の保護基板を介した際に最小となるように設定されている。

なお、 $0.95 \text{ mm} < t_4 < 1.05 \text{ mm}$ の範囲内とすることが好ましい。

このように、中央領域 A R E A 1 を通過した波長 λ_2 の光束を、新フォーマットの光ディスクの情報記録面 R L 2 と C D の情報記録面 R L 3 との間（この位置は、仮想的に配置した第 4 光情報記録媒体の情報記録面 R L 4 上に一致する。）の近軸上に集光させることで、波長 λ_2 の光束を、新フォーマットの光ディスクと C D の両者に対する情報の再生等に利用することが可能となる。

【0039】

また、波長 λ_2 の光束が第 1 の回折構造 D O E 1 を通過することにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を m とし、波長 λ_2 の光束が第 2 の回折構造 D O E 2 を通過することにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n としたとき、 $m = n$ を満たすように設定されている。

また、中央領域 A R E A 1 を通過した波長 λ_2 の光束は新フォーマットの光ディスクの情報記録面上及び C D の情報記録面上に波面収差が $0.07 [\lambda_2 \text{ rms}]$ 以下で集光し、周辺領域 A R E A 2 を通過した波長 λ_2 の光束は新フォーマットの光ディスクの情報記録面上及び C D の情報記録面上において、波面収差が $0.15 [\lambda_2 \text{ rms}]$ 以上となると共にその球面収差が中央領域 A R E A 1 と周辺領域 A R E A 2 との境界近傍で不連続になるように設定することで、周辺領域 A R E A 2 を通過した波長 λ_2 の光束の n 次回折光をいわゆるフレア化させ、新フォーマットの光ディスク及び C D に対する情報の再生等に利用しないようになっている。

【0040】

このように、波長 λ_2 の光束に関して、対物レンズの周辺領域 A R E A 2 を通過した光束の回折次数を中央領域 A R E A 1 を通過した光束の回折次数と比較して高くする、いわゆる周辺高次回折にすることで次のような効果を得られる。

すなわち、光ピックアップ装置 P U の光検出器 P D における反射光の検出精度を向上させるべく、周辺領域 A R E A 2 を通過することでフレア化された波長 λ_2 の光束と、中央領域 A R E A 1 を通過することで集光スポットを形成する波長 λ_2 の光束のギャップ（球面収差の中央領域 A R E A 1 と周辺領域 A R E A 2 の境界近傍の不連続量）を確保しても、温度変化時における光学特性の悪化を防止することが可能となる。

また、中央領域 A R E A 1 及び周辺領域 A R E A 2 を通過した波長 λ_1 の光束は D V D の情報記録面上で波面収差が $0.07 [\lambda_1 \text{ rms}]$ 以下で集光するように設定されている。これにより、新フォーマットの光ディスクと D V D と C D との 3 種類の光ディスク間での互換を達成できるようになっている。

【0041】

また、波長 λ_2 の光束の反射光の光検出器 P D における検出精度を向上させるには、波長 λ_2 の光束が周辺領域 A R E A 2 を通過する際に第 2 の回折構造 D O E 2 から回折作用を受けることにより発生する複数の回折光のうち、 n 次回折光の回折効率の次に回折効率が高い回折光の回折次数を p と規定した場合に、 n 次回折光の回折効率と p 次回折光の回折効率とを足し合わせた回折効率が 80% 以上となるように設定すると共に、中央領域 A R E A 1 を通過した波長 λ_2 の光束の情報記録面上における近軸集光位置に対して、 n 次回折光よりも p 次回折光の方が近軸上のより近い位置に集光するように設定することが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

n次回折光の回折効率とp次回折光の回折効率とを足し合わせた回折効率を80%以上とすることにより、波長 2 の光束の光量のほとんどをn次回折光とp次回折光に振り分けることができる。そして、これら2つの回折光のうち光量が少ない方、つまり回折効率が小さいp次回折光を、中央領域AREA1を通過した波長 2 の光束の情報記録面上における近軸集光位置に近い位置に集光させる。即ち、回折効率が大きく光量が多いn次回折光を、p次回折光と比較して集光スポットよりも離れた遠い位置に飛ばす構成とする。

これにより、情報の再生等の利用に供されることになる中央領域AREA1を通過した波長 2 の光束の情報記録面上における球面収差がオーバー（過剰）又はアンダー（不足）側に変化した場合であっても、情報の再生等の利用に供されない不要光のうち回折効率がより高いn次回折光の近軸集光位置を集光スポットから離れた状態とすることができ、集光スポットのスポット径の拡大を防止でき、フレア光と集光スポットとの分離が容易となり、新フォーマットの光ディスクに関して、センサーでの反射光の検出精度を向上させることができる。

10

【 0 0 4 3 】

なお、本発明においては、対物レンズOBJに回折構造を設けることは必須の要件ではないが、回折構造を設ける場合には対物レンズOBJの入射面S1と出射面S2のいずれか一方に設けたり、あるいは両面に設けても良い。

また、本実施の形態においては、光ピックアップ装置PUが第1光情報記録媒体としてDVD、第2光情報記録媒体として新フォーマットの光ディスク、第3光情報記録媒体としてCDの3種類の光情報記録媒体間で互換性を有するものとしたが、これに限らず、例えば、第1光情報記録媒体としてBD、第2光情報記録媒体としてHD、第3光情報記録媒体としてDVD又はCDの3種類の光ディスク間で互換性を達成すべく本発明に係る技術を適用するものとしても良い。

20

【 実施例 】

【 0 0 4 4 】

次に、実施例1について説明する。

本実施例においては、対物レンズの入射面及び出射面がそれぞれ非球面形状とされており、入射面が $0 < h < 1.095 \text{ mm}$ の中央領域と $h = 1.095 \text{ mm}$ の周辺領域とに区別されると共に入射面に回折構造としての光軸を中心とした鋸歯状の複数の回折輪帯が形成されている。

30

表1に対物レンズのレンズデータを示す。

【 0 0 4 5 】

【表 1】

<実施例1> CD基板厚1.0mm設計 周辺1次回折設計

焦点距離 $f_1=2.330\text{mm}$ $f_2=2.346\text{mm}$
 開口数 $NA1=0.65$ $NA2=0.47$
 結像倍率 $m=0.0$ $m=0.0$

第i面	Ri	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)	
0		∞		∞		
1	∞	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	絞り径2.76mm
2	1.32147	1.20000	1.52915	1.20000	1.52541	非球面・回折面
2'	1.41766	-0.00841	--	-0.00841	--	非球面・回折面
3	-6.68889	1.26716	--	1.02525	--	非球面
4	∞	0.60000	1.57752	1.00000	1.57063	
5	∞					

*diは、第i面から第i+1面までの光軸上の変位を表す。

*d2'は、第2面から第2'面までの光軸上の変位を表す。

非球面・回折面データ

第2面 ($0 \leq h < 1.095\text{mm}$)

非球面係数

κ -1.1991E+00
 A4 +1.9562E-02
 A6 +3.3287E-03
 A8 -3.3235E-03
 A10 +5.3515E-04
 A12 +2.6330E-04

第2'面 ($1.095\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ -1.1851E+00
 A4 +1.2182E-02
 A6 -1.4272E-02
 A8 +1.6526E-02
 A10 -4.1125E-03

光路差関数の係数(基準波長720nm)

B2 0.0000
 B4 -4.5076E-03
 B6 +1.7285E-03
 B8 -2.3737E-03
 B10 +7.7854E-04

光路差関数の係数(基準波長655nm)

B2 +6.0423E-03
 B4 -1.2050E-02
 B6 +6.0970E-03
 B8 -1.2847E-03
 B10 +1.0505E-04

回折次数 1次で最適化

回折次数 1次で最適化

第3面 ($0 \leq h < 1.016$)

非球面係数

κ -3.4356E+00
 A4 +1.6766E-02
 A6 -2.3956E-03
 A8 -6.3964E-03
 A10 +1.3290E-02
 A12 -1.1787E-02
 A14 +4.6545E-03
 A16 -6.9227E-04

【0046】

表1に示すように、本実施例の光ピックアップ装置は、第1光源から出射される波長 $\lambda_1 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.330\text{mm}$ 、像側開口数 $NA1 = 0.65$ 、結像倍率 $m = 0.0$ に設定されており、第2光源から出射される波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.346\text{mm}$ 、像側開口数 $NA2 = 0.47$ 、結像倍率 $m = 0.0$ に設定されている。

【0047】

表1中の面番号2と2'は対物レンズの入射面の中央領域 AREA1と周辺領域 AREA2を示し、面番号3は対物レンズの出射面を示す。また、Riは曲率半径、diは第i面から第i+1面までの光軸1方向の位置、niは各面の屈折率を表している。

【0048】

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

【0049】

10

20

30

40

【数 1】

非球面形状式

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

【0050】

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。

【0051】

また、第 2 面及び第 2' 面には第 1 の回折構造及び第 2 の回折構造が形成されている。この回折構造は、この構造により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、 h (mm) を光軸に垂直な方向の高さ、 B_{2i} を光路差関数係数とすると、次の数 2 式に表 1 に示す係数を代入して定義される光路差関数 $\Phi(h)$ (mm) で表される。

【数 2】

光路差関数

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

【0052】

なお、中央領域の第 1 の回折構造は、ブレイズ化波長（基準波長）を 720 nm とし、この波長 720 nm の入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数が 1 次となるように、つまり、回折次数 1 次で最適化した構造となっている。

また、周辺領域の第 2 の回折構造は、ブレイズ化波長（基準波長）を 655 nm とし、この波長 655 nm の入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数が 1 次となるように、つまり、回折次数 1 次で最適化した構造となっている。

【0053】

本実施例においては、保護基板厚が 1.0 mm ($t_4 = 1.0$ mm) の第 4 光情報記録媒体を仮想的に配置し、対物レンズの中央領域を通過した波長 2 の光束の球面収差を、新フォーマットの光ディスク（保護基板厚 $t_2 = 0.9$ mm）の情報記録面 RL2 と CD（保護基板厚 $t_3 = 1.2$ mm）の情報記録面 RL3 との間の近軸上に集光させ、第 4 光情報記録媒体の情報記録面上で最小値となるように対物レンズが設計されている。

【0054】

図 4 (a) は、仮想的に配置した第 4 光情報記録媒体の情報記録面上での縦球面収差図（縦軸は開口数を表し、横軸は光軸上の距離 [mm] を表す。以下の縦球面収差図において同様。）であり、図 4 (b) はスポットダイヤグラムである。

図 4 より、有効径の範囲内で球面収差がほぼ 0 に抑えられていると共に、有効径外で発生しているフレア光と集光スポットが十分分離していることが分かる。

【0055】

図 5 (a) は、このように設定された対物レンズを用いて、新フォーマットの光ディスクの情報記録面上での縦球面収差図であり、図 5 (b) はスポットダイヤグラムである。

図 5 より、有効径の範囲内での球面収差の発生量は実用上支障が無い程度に抑えられていると共に、有効径外で発生しているフレア光と集光スポットが十分分離していることが分かる。

【0056】

図 6 (a) は、このように設定された対物レンズを用いて、CD の光ディスクの情報記録面上での縦球面収差図であり、図 6 (b) はスポットダイヤグラムである。

図 6 より、有効径の範囲内での球面収差の発生量は実用上支障が無い程度に抑えられていると共に、有効径外で発生しているフレア光と集光スポットが十分分離していることが分かる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

次に、実施例 2 について説明する。

本実施例においては、対物レンズの入射面及び出射面がそれぞれ非球面形状とされており、入射面が $0 < h < 1.095 \text{ mm}$ の中央領域と $h = 1.095 \text{ mm}$ の周辺領域とに区別されると共に入射面に回折構造としての光軸を中心とした鋸歯状の複数の回折輪帯が形成されている。

表 2 に対物レンズのレンズデータを示す。

【 0 0 5 8 】

【表 2】

<実施例2> CD基板厚1.2mm設計 周辺4次回折設計

10

焦点距離 $f_1=2.330\text{mm}$ $f_2=2.346\text{mm}$
 開口数 NA1=0.65 NA2=0.47
 結像倍率 $m=0.0$ $m=0.0$

第i面	Ri	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)	
0	∞	∞		∞		
1	∞	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	絞り径2.76mm
2	1.33904	1.20000	1.52915	1.20000	1.52541	非球面・回折面
2'	1.41358	-0.00688	--	-0.00688	--	非球面・回折面
3	-6.81272	1.26519	--	0.89598	--	非球面
4	∞	0.60000	1.57752	1.20000	1.57063	
5	∞					

*diは、第i面から第i+1面までの光軸上の変位を表す。
 *d2'は、第2面から第2'面までの光軸上の変位を表す。

20

非球面・回折面データ

第2面 ($0 \leq h < 1.095\text{mm}$)

非球面係数

κ -1.2198E+00
 A4 +1.8791E-02
 A6 +2.9538E-03
 A8 -3.4720E-03
 A10 +7.3891E-04
 A12 +1.6673E-04

第2'面 ($1.095\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ -1.1955E+00
 A4 +1.1942E-02
 A6 -1.4109E-02
 A8 +1.6528E-02
 A10 -4.1197E-03

光路差関数の係数(基準波長720nm)

B2 0.0000
 B4 -6.0903E-03
 B6 +1.4774E-03
 B8 -2.4824E-03
 B10 +8.0039E-04

光路差関数の係数(基準波長655nm)

B2 +1.0615E-03
 B4 -3.2446E-03
 B6 +1.4537E-03
 B8 -3.3123E-04
 B10 +3.9318E-05

30

回折次数 1次で最適化

回折次数 4次で最適化

第3面 ($0 \leq h < 1.016$)

非球面係数

κ -6.9739E+00
 A4 +1.7840E-02
 A6 -2.2970E-03
 A8 -6.4853E-03
 A10 +1.3216E-02
 A12 -1.1833E-02
 A14 +4.6468E-03
 A16 -6.7977E-04

40

【 0 0 5 9 】

表 2 に示すように、本実施例の光ピックアップ装置は、第 1 光源から出射される波長 $\lambda_1 = 655 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.330 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_1 = 0.65$ 、結像倍率 $m = 0.0$ に設定されており、第 2 光源から出射される波長 $\lambda_2 = 785 \text{ nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.346 \text{ mm}$ 、像側開口数 $NA_2 = 0.47$ 、結像倍率 $m = 0.0$ に設定されている。

【 0 0 6 0 】

50

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

【 0 0 6 1 】

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

【 0 0 6 2 】

また、第 2 面及び第 2' 面には第 1 の回折構造及び第 2 の回折構造が形成されている。この回折構造は、この構造により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、 h (mm) を光軸に垂直な方向の高さ、 B_{2i} を光路差関数係数とすると、上記数 2 式に表 2 に示す係数を代入して定義される光路差関数 (h) (mm) で表される。

なお、中央領域の第 1 の回折構造は、ブレイズ化波長 (基準波長) を 720 nm とし、この波長 720 nm の入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数が 1 次となるように、つまり、回折次数 1 次で最適化した構造となっている。

また、周辺領域の第 2 の回折構造は、ブレイズ化波長 (基準波長) を 655 nm とし、この波長 655 nm の入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数が 4 次となるように、つまり、回折次数 4 次で最適化した構造となっている。

【 0 0 6 3 】

また、本実施例においては、波長 λ_2 の光束が中央領域を通過する際に回折構造から回折作用を受けることにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を 1 ($m = 1$)、波長 λ_2 の光束が周辺領域を通過する際に回折構造から回折作用を受けることにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を 3 ($n = 3$) と規定し、 $m < n$ を満たすように設定されている。

【 0 0 6 4 】

図 7 (a) は、新フォーマットの光ディスク (保護基板厚 $t_2 = 0.9 \text{ mm}$) の情報記録面上での縦球面収差図であり、図 7 (b) はスポットダイヤグラムである。

また、図 8 (a) は、CD (保護基板厚 $t_3 = 1.2 \text{ mm}$) の情報記録面上での縦球面収差図であり、図 8 (b) はスポットダイヤグラムである。

図 7 及び図 8 より、中央領域を通過した波長 λ_2 の光束は新フォーマットの光ディスクの情報記録面上及び CD の情報記録面上に波面収差が $0.07 [\lambda_2 \text{ rms}]$ 以下で集光することが分かる。また、周辺領域を通過した波長 λ_2 の光束は新フォーマットの光ディスクの情報記録面上及び CD の情報記録面上において、波面収差が $0.15 [\lambda_2 \text{ rms}]$ 以上となると共にその球面収差が中央領域と周辺領域との境界近傍で不連続になるように設定することで、周辺領域を通過した波長 λ_2 の光束の n ($= 3$) 次回折光をいわゆるフレア化させ、新フォーマットの光ディスク及び CD に対する情報の再生等に利用しないようになっている。

【 0 0 6 5 】

また、周辺領域を通過した波長 λ_2 の光束は、その大部分が回折効率が 71.5% の n ($= 3$) 次回折光と回折効率が 15% の p ($= 4$) 次回折光に振り分けられるようになっている。そして、中央領域を通過した波長 λ_2 の光束の各情報記録面上における近軸集光位置に対して、 n 次回折光よりも p 次回折光の方が近軸上のより近い位置に集光するように設定されている。

これにより、回折効率が大きく光量が多い n 次回折光を、 p 次回折光と比較して集光スポットよりも離れた遠い位置に飛ばす構成となる。

【 0 0 6 6 】

次に、実施例 3 について説明する。

本実施例においては、対物レンズの入射面及び出射面がそれぞれ非球面形状とされており、入射面が $0 < h < 1.095 \text{ mm}$ の中央領域と $h = 1.095 \text{ mm}$ の周辺領域とに区分されると共に入射面に回折構造としての光軸を中心とした鋸歯状の複数の回折輪帯が形成されている。

10

20

30

40

50

表 3 に対物レンズのレンズデータを示す。

【 0 0 6 7 】

【 表 3 】

<実施例3> CD基板厚1.0mm設計 周辺4次回折設計

焦点距離 $f_1=2.330\text{mm}$ $f_2=2.346\text{mm}$
 開口数 $NA1=0.65$ $NA2=0.47$
 結像倍率 $m=0.0$ $m=0.0$

第i面	Ri	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)	
0		∞		∞		
1	∞	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000	絞り径2.76mm
2	1.32147	1.20000	1.52915	1.20000	1.52541	非球面・回折面
2'	1.41766	-0.00841	--	-0.00841	--	非球面・回折面
3	-6.68889	1.26716	--	1.02525	--	非球面
4	∞	0.60000	1.57752	1.00000	1.57063	
5	∞					

*diは、第i面から第i+1面までの光軸上の変位を表す。
 *d2'は、第2面から第2'面までの光軸上の変位を表す。

非球面・回折面データ

第2面 ($0 \leq h < 1.095\text{mm}$)

非球面係数

κ -1.1991E+00
 A4 +1.9562E-02
 A6 +3.3287E-03
 A8 -3.3235E-03
 A10 +5.3515E-04
 A12 +2.6330E-04

第2'面 ($1.095\text{mm} \leq h$)

非球面係数

κ -1.1851E+00
 A4 +1.2182E-02
 A6 -1.4272E-02
 A8 +1.6526E-02
 A10 -4.1125E-03

光路差関数の係数(基準波長720nm)

B2 0.0000
 B4 -4.5076E-03
 B6 +1.7285E-03
 B8 -2.3737E-03
 B10 +7.7854E-04

光路差関数の係数(基準波長655nm)

B2 +1.5106E-03
 B4 -3.0125E-03
 B6 +1.5243E-03
 B8 -3.2116E-04
 B10 +2.6263E-05

回折次数 1次で最適化

回折次数 4次で最適化

第3面 ($0 \leq h < 1.016$)

非球面係数

κ -3.4356E+00
 A4 +1.6766E-02
 A6 -2.3956E-03
 A8 -6.3964E-03
 A10 +1.3290E-02
 A12 -1.1787E-02
 A14 +4.6545E-03
 A16 -6.9227E-04

【 0 0 6 8 】

表 3 に示すように、本実施例の光ピックアップ装置は、第 1 光源から出射される波長 $\lambda_1 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_1 = 2.330\text{mm}$ 、像側開口数 $NA1 = 0.65$ 、結像倍率 $m = 0.0$ に設定されており、第 2 光源から出射される波長 $\lambda_2 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_2 = 2.346\text{mm}$ 、像側開口数 $NA2 = 0.47$ 、結像倍率 $m = 0.0$ に設定されている。

【 0 0 6 9 】

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

【 0 0 7 0 】

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

また、第2面及び第2'面には第1の回折構造DOE1及び第2の回折構造DOE2が形成されている。この回折構造は、この構造により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、 h (mm)を光軸に垂直な方向の高さ、 B_{2i} を光路差関数係数とすると、上記数式2に表3に示す係数を代入して定義される光路差関数 (h) (mm)で表される。

【0071】

なお、中央領域の第1の回折構造は、ブレイズ化波長(基準波長)を720nmとし、この波長720nmの入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数が1次となるように、つまり、回折次数1次で最適化した構造となっている。

また、周辺領域の第2の回折構造は、ブレイズ化波長(基準波長)を655nmとし、この波長655nmの入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数が4次となるように、つまり、回折次数4次で最適化した構造となっている。

【0072】

本実施例においては、保護基板厚が1.0mm($t_4 = 1.0$ mm)の第4光情報記録媒体を仮想的に配置し、対物レンズの中央領域を通過した波長2の光束の球面収差を、新フォーマットの光ディスク(保護基板厚 $t_2 = 0.9$ mm)の情報記録面RL2とCD(保護基板厚 $t_3 = 1.2$ mm)の情報記録面RL3との間の近軸上に集光させ、第4光情報記録媒体の情報記録面上で最小値となるように対物レンズが設計されている。

図9(a)は、仮想的に配置した第4光情報記録媒体の情報記録面上での縦球面収差図であり、図9(b)はスポットダイヤグラムである。

図9より、有効径の範囲内で球面収差がほぼ0に抑えられていると共に、有効径外で発生しているフレア光と集光スポットが十分分離していることが分かる。

【0073】

図10(a)は、このように設定された対物レンズを用いて、新フォーマットの光ディスクの情報記録面上での縦球面収差図であり、図10(b)はスポットダイヤグラムである。

図10より、有効径の範囲内での球面収差の発生量は実用上支障が無い程度に抑えられていると共に、有効径外で発生しているフレア光と集光スポットが十分分離していることが分かる。

【0074】

図11(a)は、このように設定された対物レンズを用いて、CDの光ディスクの情報記録面上での縦球面収差図であり、図11(b)はスポットダイヤグラムである。

図11より、有効径の範囲内での球面収差の発生量は実用上支障が無い程度に抑えられていると共に、有効径外で発生しているフレア光と集光スポットが十分分離していることが分かる。

【0075】

また、本実施例においては、波長2の光束が中央領域を通過する際に回折構造から回折作用を受けることにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を1($m = 1$)、波長2の光束が周辺領域を通過する際に回折構造から回折作用を受けることにより発生する回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数を3($n = 3$)と規定し、 $m = n$ を満たすように設定されている。

図10及び図11より、中央領域を通過した波長2の光束は新フォーマットの光ディスクの情報記録面上及びCDの情報記録面上に波面収差が0.07[λ rms]以下で集光することが分かる。また、周辺領域を通過した波長2の光束は新フォーマットの光ディスクの情報記録面上及びCDの情報記録面上において、波面収差が0.15[λ rms]以上となると共にその球面収差が中央領域と周辺領域との境界近傍で不連続になるように設定することで、周辺領域を通過した波長2の光束の $n (= 3)$ 次回折光をいわゆるフレア化させ、新フォーマットの光ディスク及びCDに対する情報の再生等に利用しないようになっている。

【0076】

10

20

30

40

50

また、周辺領域を通過した波長 λ_2 の光束は、その大部分が回折効率が 71.5% の n ($= 3$) 次回折光と回折効率が 15% の p ($= 4$) 次回折光に振り分けられるようになっている。そして、中央領域を通過した波長 λ_2 の光束の各情報記録面上における近軸集光位置に対して、 n 次回折光よりも p 次回折光の方が近軸上のより近い位置に集光するように設定されている。

これにより、回折効率が大きく光量が多い n 次回折光を、 p 次回折光と比較して集光スポットよりも離れた遠い位置に飛ばす構成となる。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

10

【図2】対物レンズの構成を示す要部断面図である。

【図3】対物レンズの構成を示す正面図である。

【図4】縦球面収差図 (a) 及びスポットダイアグラム (b) である。

【図5】縦球面収差図 (a) 及びスポットダイアグラム (b) である。

【図6】縦球面収差図 (a) 及びスポットダイアグラム (b) である。

【図7】縦球面収差図 (a) 及びスポットダイアグラム (b) である。

【図8】縦球面収差図 (a) 及びスポットダイアグラム (b) である。

【図9】縦球面収差図 (a) 及びスポットダイアグラム (b) である。

【図10】縦球面収差図 (a) 及びスポットダイアグラム (b) である。

【図11】縦球面収差図 (a) 及びスポットダイアグラム (b) である。

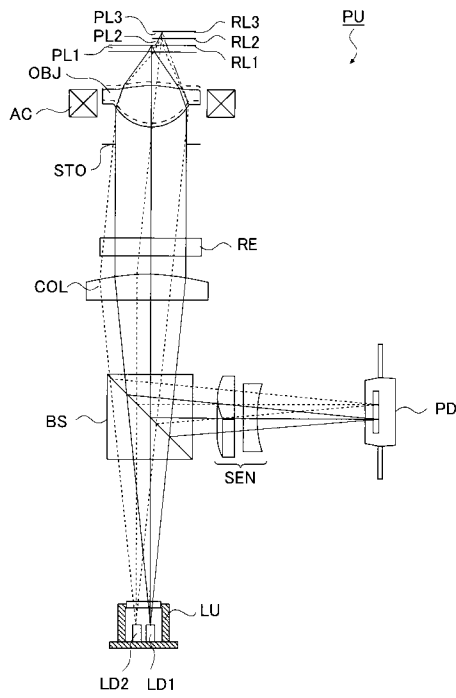
20

【符号の説明】

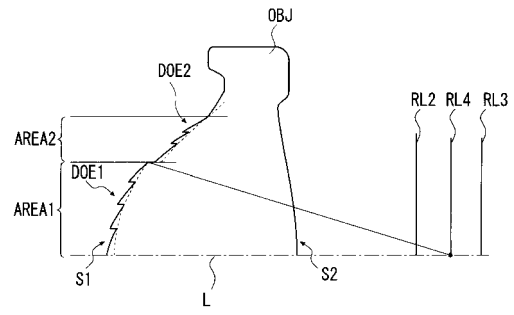
【0078】

A R E A 1 中央領域
 A R E A 2 周辺領域
 D O E 1 第1の回折構造
 D O E 2 第2の回折構造
 O B J 対物レンズ
 P D 光検出器
 P U 光ピックアップ装置

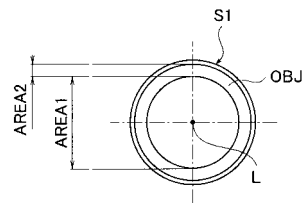
【図1】



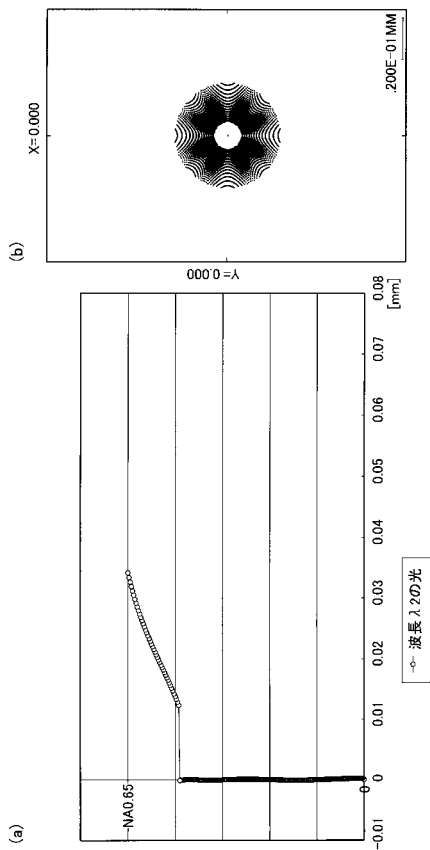
【図2】



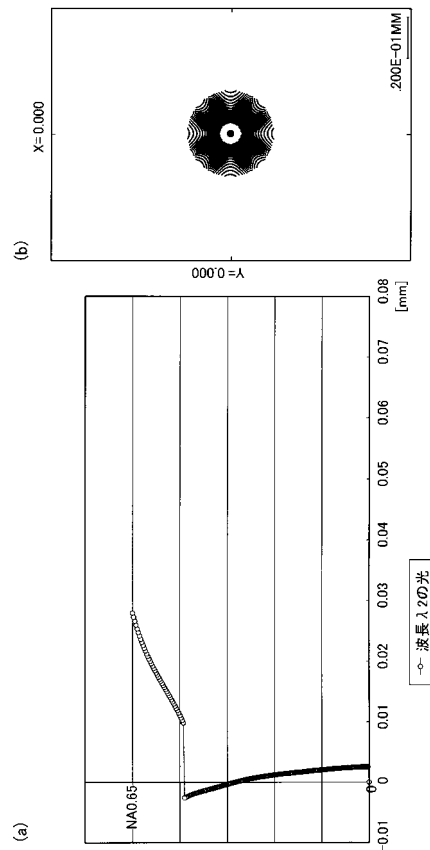
【図3】



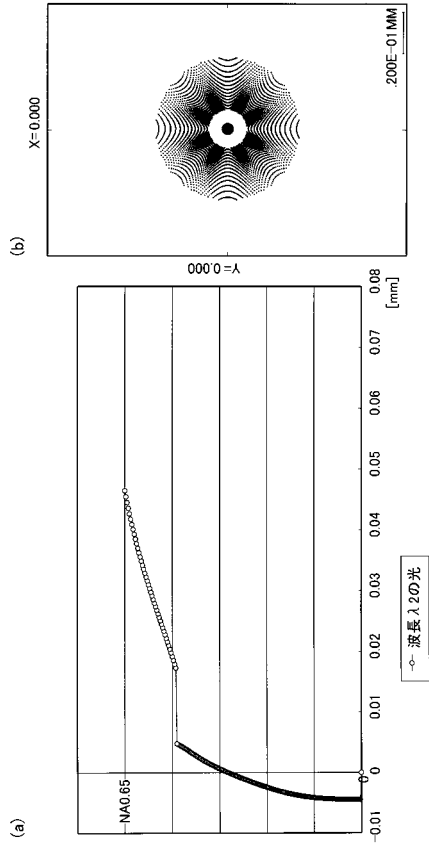
【図4】



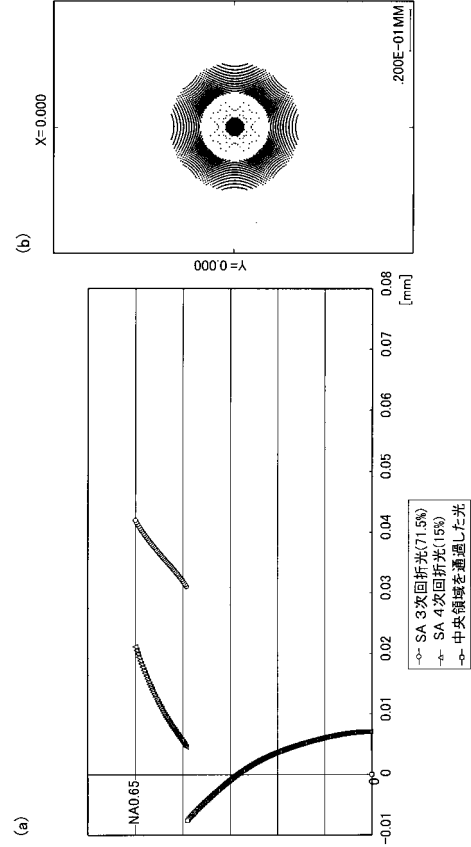
【図5】



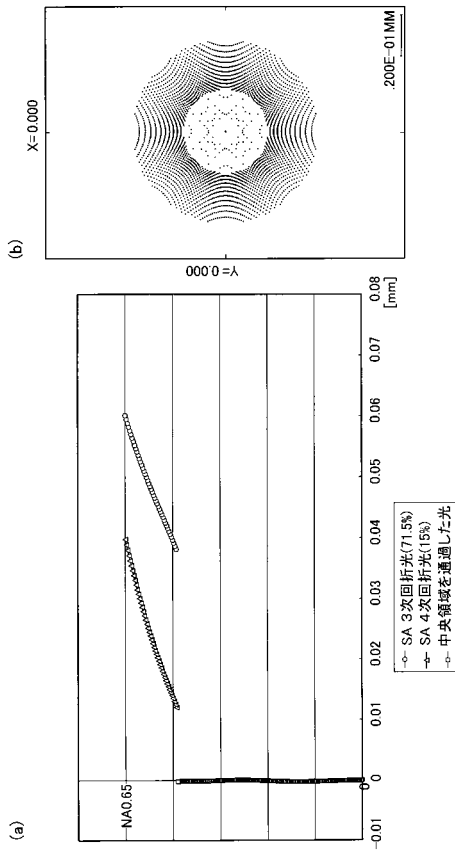
【 図 6 】



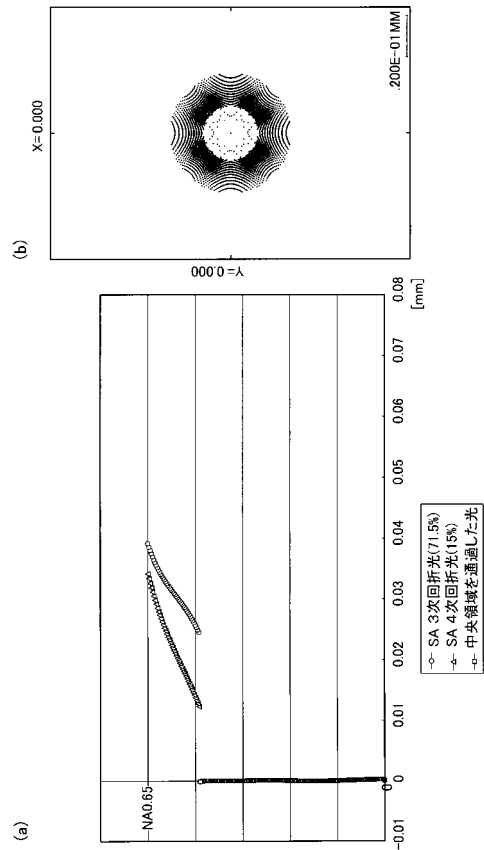
【 図 7 】



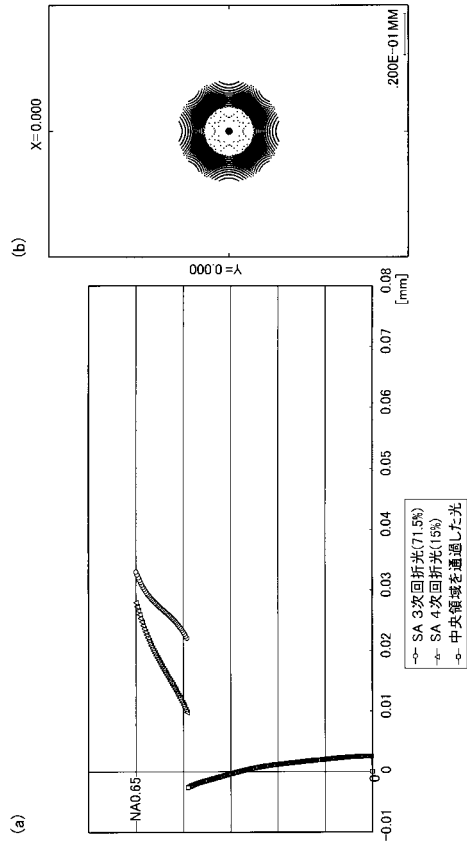
【 図 8 】



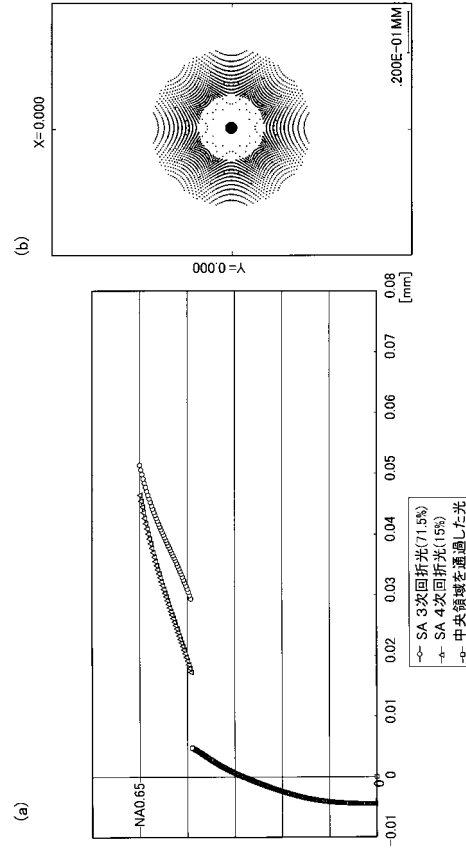
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-142727(JP,A)
特開2004-079146(JP,A)
特開2003-303440(JP,A)
特開2002-333576(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G11B 7/135