

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5356571号
(P5356571)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl.

G 11 B 7/135 (2012.01)

F 1

G 11 B 7/135

A

請求項の数 3 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2012-96433 (P2012-96433)
 (22) 出願日 平成24年4月20日 (2012.4.20)
 (62) 分割の表示 特願2011-188862 (P2011-188862)
 の分割
 原出願日 平成18年11月8日 (2006.11.8)
 (65) 公開番号 特開2012-138166 (P2012-138166A)
 (43) 公開日 平成24年7月19日 (2012.7.19)
 審査請求日 平成24年4月20日 (2012.4.20)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000005810
 日立マクセル株式会社
 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号
 (74) 代理人 110000062
 特許業務法人第一国際特許事務所
 (72) 発明者 伊藤 充
 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立
 マクセル株式会社内

審査官 中野 浩昌

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ピックアップレンズ及び光ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光源からの光束が回折輪帯素子を介すことなく入射する第1の面と、前記第1の面と反対側の光ディスク基板及び光ディスク内光透過層からなる光ディスクに対向する側の第2の面とを備え、専ら波長が410 nm以下の可視光の範囲において、前記レーザ光源からの平行光又は弱有限光の位相がそろった波面状態の光束を、画角0度及び画角0.3度においてともに、前記光ディスクに集光する開口数NAが0.84 NA 0.87で、有効径Dが1.8 D 2.45 mmである単レンズであって、

前記第2の面は、光軸からレンズ外径に向かって、半径h1、半径h2、半径h3 (h1 < h2 < h3)とした場合、半径h1、半径h2、半径h3での各サグ量をsag1、
 sag2、sag3とし、各サグの変化量をsag1、sag2、sag3としたときに、0 > sag1 > sag2、及び sag2 < sag3を満足するh1、h2、h3が存在する形状であり、波長405 nmでの屈折率nが1.51 n 1.57であり、レーザ光源からの平行光又は弱有限光に対して光ディスク内の光ディスク内光透過層の表面から面間隔0.0875 mmの位置で集光し、ワーキングディスタンスWDがWD 0.668 0.973 mmであることを特徴とする光ピックアップレンズ。

【請求項 2】

前記レーザ光源からの平行光に対して、前記光ディスク内の前記光ディスク内光透過層の表面から面間隔0.0875 mmの位置で集光することを特徴とする請求項1記載の光ピックアップレンズ。

【請求項 3】

前記第1の面が連続形状であることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップレンズ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光ディスクに対する記録または再生を行う光学系に使用される光ピックアップレンズ、及び光ピックアップレンズを使用する光ディスク装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、光ディスクの記録容量は増大し続けており、単位面積あたりの記録密度も増大し続けている。光ディスクの情報の読み出しにおいては、光ディスク装置の光源からの光を波長板やコリメータレンズ等の透明部品を光路として、最終的に光ピックアップレンズを使用して光スポットを光ディスク上に形成することにより、光ディスク上の情報を読み取ることができる。通常、レーザ光源から発せられた光をコリメータレンズ等で平行光にし、光ピックアップレンズに入射する。

ここで、大容量の光ディスクを読み出すことに使用される光ピックアップレンズにおいては、波長が410 nm以下のレーザ光が使用され、さらに開口数NAは0.84以上となる場合が多い。

【0003】

従来の光ピックアップレンズとしては例えば特許文献1乃至3に記載のものがある。特許文献1に記載の光ディスク用対物レンズは、開口数が0.7以上の両面非球面単レンズであり、レンズの中心厚さが焦点距離より長い。また、特許文献2に記載の対物レンズは、1面が非球面であり、d1を軸上レンズ厚、fを焦点距離としたとき、 $1.1 < d1/f < 3$ を満たす。更に、特許文献3に記載の対物レンズは開口数が0.75以上の対物レンズであって、この対物レンズが両面が非球面の単玉対物レンズであり、使用波長の少なくとも1つにおける屈折率をnとし、d線におけるアッベ数をvとすると、 $1.75 < n < 3.5$ を満足するものとなっている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開2002-156579号公報

【特許文献2】特開2001-324673号公報

【特許文献3】特開2002-303787号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、光ピックアップレンズをピックアップに取り付けるのに、軸外の特性をよくする必要がある。しかしながら開口数NAが0.80より大きくなると、ピックアップレンズの球面収差などの軸上収差、及び非点収差やコマ収差などの軸外収差の両特性を良好とすることが難しくなってくる。特にレーザ光源に近い側の面(R1面)及びその反対側の面(R2面)が凸状の両凸レンズは、良好な画角特性を持たせることが難しい。

【0006】

また、開口数NAが0.80より大きくなると、光ピックアップレンズと光ディスクとの距離を示すワーキングディスタンス(WD)が小さくなる。R2面が凸形状でないメニスカスレンズ等は特にワーキングディスタンスが小さくなつて光ディスクと光ピックアップレンズとが衝突する場合がある。

【0007】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、高NAの光ピックアップレンズにおいて、良好な軸上特性及び軸外特性を兼ね備えつつ、より長いワーキン

10

20

30

40

50

グディスタンスを確保することができる光ピックアップレンズ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】

【0008】

本発明にかかる光ピックアップレンズは、レーザ光源からの光束を光情報記録媒体に集光する光ピックアップレンズであって、前記レンズは単レンズであって、その2面のうち、前記レーザ光源に近い第1の面とは反対側の第2の面の面形状は、連続形状であり、光軸からレンズ外径に向かって、半径 h_1 、半径 h_2 、半径 h_3 ($h_1 < h_2 < h_3$)とした場合、半径 h_1 、半径 h_2 、半径 h_3 での各サグ量を sag_1 、 sag_2 、 sag_3 とし、各サグの変化量を sag_1 、 sag_2 、 sag_3 としたときに、 $0 > sag_1 > sag_2$ 、及び $sag_2 < sag_3$ を満足する h_1 、 h_2 、 h_3 が存在する。
10

【0009】

本発明においては、第2の面の面形状が $0 > sag_1 > sag_2$ 、及び $sag_2 < sag_3$ を満たすため、ワーキングディスタンス(光ピックアップレンズと光ディスクとの距離)を十分に確保することができ、また、軸上収差特性が良好なレンズを得ることができる。

【0010】

また、前記第2の面の面形状は、レンズの半径 h_4 ($h_3 < h_4$)におけるサグ量を sag_4 としたとき、 $sag_2 > sag_3$ 、及び $sag_3 < sag_4$ を満たす h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 が存在することが好ましい。または、前記第2の面の面形状は、レンズの半径 h_4 ($h_3 < h_4$)におけるサグ量を sag_4 、サグ変化量を sag_4 としたとき、 $sag_3 < 0$ 、 $sag_4 > 0$ を満たす h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 が存在することが好ましい。または前記第2の面の形状は極小値を有することが好ましい。または前記第2の面は中央部分が凸状で外周部分が凹状の面形状からなることが好ましい。これらの条件を満たすことで、ワーキングディスタンスを更に十分確保でき、かつ更に良好な軸上特性及び軸外特性が得られる。
20

【0011】

さらに、410nm以下の波長のレーザを使用する記録及び/又は再生用ピックアップ装置に使用され、開口数をNA、単レンズ中心厚をd、対物レンズの焦点距離をfとしたとき、 0.84 NA 、及び $0.9 d / f$ を満たすことが好ましい。
30

【0012】

この場合、410nm以下の波長のレーザを使用する記録及び/又は再生用ピックアップ装置に使用され、開口数をNA、単レンズ中心厚をd、対物レンズの焦点距離をfとしたとき、 0.84 NA 、及び $0.9 d / f = 1.2$ を満たすことが更に好ましい。この条件を満たすことにより、適切なコバ厚を確保することができ、 $0 > sag_1 > sag_2$ 、及び $sag_2 < sag_3$ を満たす第2の面の面形状の製造が容易になる。

【0013】

さらにまた、405nmの波長における屈折率nが、 $1.51 < n < 1.64$ であることが好ましい。

【0014】

この場合、405nmの波長における屈折率nが、 $1.59 < n < 1.62$ であることが更に好ましい。これらの条件を満たすことにより、適切なコバ厚を確保することができると共に $0 > sag_1 > sag_2$ 、及び $sag_2 < sag_3$ を満たす第2の面の設計が容易となる。
40

【0015】

また、前記単レンズの有効径Dが、 $1.8 D = 3.2 \text{ mm}$ であることが好ましい。この有効径のレンズに本発明を適用することで、ワーキングディスタンス長の確保及び軸上特性及び軸外特性向上の効果を發揮する。

【0016】

さらに、軸外特性として、画角 0.3 度のときに、収差 1.5 m rms 以下であること
50

が好ましい。

【0017】

さらにまた、前記第1の面の接線角度が 60° であることが好ましい。接線角度が大きくなると第1の面のサグ量が大きくなり、これに伴い第2の面のサグ量が小さくなり、よって $0 > sag_1 > sag_2$ 、及び $sag_2 < sag_3$ を満たす第2の面形状が製造しやすくなる。

【0018】

また、レンズ材料のアッベ数dが $50 < d$ であることが好ましい。これにより、光ディスクに正確にピット列を書き込みすることができる。アッベ数が大きいほど書込み時の波長飛びに対して強いレンズとすることができます。

10

【0019】

さらに、前記第1の面側から平行光又は弱有限光が入射されるものとすることができる。また、前記単レンズは、プラスティック材料又はガラス材料とすることができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、高NAの光ピックアップレンズにおいて、良好な軸上特性及び軸外特性を兼ね備えつつ、より長いワーキングディスタンスを確保することができる光ピックアップレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

20

【図1】(a)は、本発明の実施の形態にかかる光ピックアップレンズを示す図であり、(b)は、(a)に破線で囲んだ部分を拡大して示す模式図である。

【図2】(a)は、本発明の実施の形態にかかる他の光ピックアップレンズを示す図であり、(b)は(a)の破線で示す部分を拡大して示す模式図である。

【図3】本発明の実施の形態にかかる光ピックアップレンズのレンズ中心厚d、有効径D、ワーキングディスタンスWDを説明する図である。

【図4】本発明にかかる実施例における波面収差を示す図である。

【図5】本発明の実施例1にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図6】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例1にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

30

【図7】本発明の実施例2にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図8】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例2にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図9】本発明の実施例3にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図10】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例3にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図11】本発明の実施例4にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図12】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例4にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

40

【図13】本発明の実施例5にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図14】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例5にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図15】本発明の実施例6にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図16】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例6にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図17】本発明の実施例7にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図18】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例7にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図19】本発明の実施例8にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図20】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例8にかかる光ピ

50

【図54】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例25にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図55】本発明の実施例26にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図56】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例26にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図57】本発明の実施例27にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図58】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例27にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図59】本発明の実施例28にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図60】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例28にかかる光ピックアップレンズを示す図である。
10

【図61】本発明の実施例29にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図62】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例29にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【図63】本発明の実施例30にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図64】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例30にかかる光ピックアップレンズを示す図である。
20

【図65】本発明の実施例31にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図66】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例31にかかる光ピックアップレンズを示す図である。
20

【図67】本発明の実施例32にかかる光ピックアップレンズの特性値を示す図である。

【図68】(a)は縦収差、(b)は半径方向のサグ量、(c)は実施例32にかかる光ピックアップレンズを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。この実施の形態は、本発明を、光学的情報記録媒体に情報の記録・再生を行なうための光ピックアップレンズに適用したものである。

【0023】

図1(a)は、本発明の実施の形態にかかる光ピックアップレンズを示す図である。また、図1(b)は、光ピックアップレンズのサグ量を説明するための図であって、図1(a)に破線で囲んだ部分を拡大して示す模式図である。図1に示すように、単レンズからなる本実施の形態にかかる光ピックアップレンズ1aの2面のうち、レーザ光源に近い第1の面(以下、R1面という。)11とは反対側、すなわち光ディスク基板32及び光ディスク内光透過層31からなる光ディスク30に対向する側の面である第2の面(以下、R2面という。)12aにおいて、以下のような面形状を有する。
30

【0024】

すなわち、レンズ外径に向かって半径 $h_1 < h_2 < h_3$ とし、半径 h_1 、半径 h_2 、半径 h_3 のサグの変化量を sag_1 、 sag_2 、 sag_3 とした場合、R2面12の面形状が下記(1)及び(2)の関係を満たす。
40

$$0 > sag_1 > sag_2 \cdots \quad (1)$$

$$sag_2 < sag_3 \cdots \quad (2)$$

【0025】

先ず、サグ sag 及びサグの変化量 sag について説明する。図1(b)はR2面12bの中心 h_0 から外周端13bまでを模式的に示している。図1(b)に示すように、サグ量(sag)とは、光ピックアップレンズ1の光軸とR2面のレンズ中心 h_0 とが一致するよう配置したとき、任意の半径 h において、レンズ中心 h_0 における光軸の垂線LからR2面までの距離をいう。なおR1面11からR2面12aへ向く方向を正とする。

また、サグの変化量 sag とは、R2面12aにおける任意の半径 h でのサグの傾き量、すなわち、半径 h におけるR2面の接線の、直線Lからの傾きをいう。なお、内周か
50

ら外周へ向かってサグ量が増加する場合を正、減少する場合を負とする。

【0026】

図1においては、半径 h_1 、 h_2 、 h_3 に対応するサグ量をそれぞれ sag_1 、 sag_2 、 sag_3 としたとき、
 $h_1 < h_2 < h_3$ $sag_1 > sag_2 > sag_3$
 となっている。

【0027】

図2(a)は、本発明の実施の形態にかかる他の光ピックアップレンズを示す図であり、図2(b)は図2(a)の破線で示す部分を拡大して示す模式図である。図1に示す形状のみならず、図2に示す形状であってもよい。すなわち、図2に示すように、R2面12bは、上記式(1)、(2)を満たし、かつ極小値 k (半径 h_k)を有する面形状を有する。
10

【0028】

ここで、極小値を有するとは、半径 $h_1 < h_2 < h_3 < h_4$ とし、そのサグ量をそれぞれ sag_1 、 sag_2 、 sag_3 、 sag_4 としたとき、
 $sag_1 > sag_2 > sag_3 \dots (3)$
 $sag_3 < sag_4 \dots (4)$

の関係を満たすことを示す。すなわち、R2面12bは、式(3)、(4)を満たす半径 h_1 乃至 h_4 を有する。

【0029】

また、この場合、レンズの半径 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 が $h_1 < h_2 < h_3 < h_4$ を満たし、半径 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 におけるサグの変化量を sag_1 、 sag_2 、 sag_3 、 sag_4 としたとき、式(1)、(2)のみならず、式(5)を満たす h_1 乃至 h_4 を有する。
20

$$\begin{aligned} 0 > sag_1 > sag_2 \dots (1) \\ sag_2 < sag_3 < 0 \dots (2) \\ sag_4 > 0 \dots (5) \end{aligned}$$

【0030】

図1においては、レンズ中心 h_0 から外側に向かって傾き(sag)が緩やかから急峻になり再び緩やかになるような、中央部分が凸レンズの面形状となっている。図2においては、さらに縁周部に凹部を有し、半径方向にみたとき凹凸を繰り返すような面形状となっている。すなわち、図2に示す光ピックアップレンズのR2面12bは、中央部分が凸状で外周部分が凹状の面形状からなる。
30

【0031】

図1及び図2に示した光ピックアップレンズのR2面は連続形状であり、回折レンズのような段差のある輪帯構造が形成されるものではない。ただし、本件発明の技術思想を損なわない程度に2、3の段差を設けることは妨げない。R1面は連続形状であっても段差のある輪帯構造のいずれでも構わない。

【0032】

また、光ピックアップレンズのR2面は、傾きが連続的であるものであれば足り、R2面形状が連続している場合と、連続しているR2面形状をレンズ面の一部区間を光軸方向に平行移動したような形状を含む。
40

【0033】

このようなR2面12a又は12bの面形状を有することで、以下の効果を奏する。すなわち、通常のピックアップレンズは、両面が凸の両凸レンズ、または、凸レンズと凹レンズによって構成されるメニスカスレンズである。それぞれのレンズには特徴があり、R2面の中心位置とディスク30までの距離をワーキングディスタンス(WD)とした場合、メニスカスレンズはR2面が凹んでいる関係上、両凸レンズに比べて、ワーキングディスタンスが短くなってしまう。一方、軸外特性の画角特性は、メニスカスレンズは、両面が同方向に湾曲していることにより、凸レンズよりもよい特性を示す。
50

【 0 0 3 4 】

これに対し、本実施の形態にかかる光ピックアップレンズ 1 a 又は 1 b であると、外周側に凹部が形成され中央部に凸部が形成されていることから、このメニスカスレンズと両凸レンズの、両方の特性を満たすことができる。すなわち、ワーキングディスタンスが長く、また、軸上特性を満たしつつ、軸外特性として画角特性をよくすることが可能となる。

【 0 0 3 5 】

つまり、図 1 に示す光ピックアップレンズ 1 a においては、R 2 面 1 2 a の半径方向中心 h_0 から外周 $1 3 a$ に向かうサグ量が徐々に増加し、ある半径、図 1 においては半径 h_3 以降はサグ量がほとんど変化しない。また、図 2 に示す光ピックアップレンズ 1 b においては、R 2 面 1 2 b の半径方向中心 h_0 から外周 $1 3 b$ に向かうとサグ量が徐々に増加し、ある半径、本例では半径 h_4 に到達すると、そこから外周 $1 3 b$ までは、それまでとは逆にサグ量が徐々に小さくなる。これらのサグ量の増減量が変わる位置から内径では両凸レンズの特徴を有し、これより外径では、メニスカスレンズの特性を持たせることが可能となる。

【 0 0 3 6 】

すなわち、レンズ中央部分は、両凸レンズであることから、ワーキングディスタンスを長くすることができ、それほど大きな極率半径をもたないため、両凸レンズでありながら、画角特性をよくすることも可能である。そして、このサグ量の増減量が変わることから外径側 (R 2 面の外周部) にはメニスカスの特徴を持たせることにより、メニスカスレンズの特長である良好な画角特性を得ることができる。また、メニスカスレンズに相当する部分がレンズ中央部ではなく外周部分に形成されていることにより、ワーキングディスタンスを短くすることができない。このように、本実施の形態にかかる光ピックアップレンズ 1 a、1 b は、外周部分は略平坦乃至凹部を形成することでメニスカスレンズの特長を取り入れ、内周部分は凸部を形成して両凸レンズの特長を取り入れることで、長いワーキングディスタンスを確保し、かつ軸上特性はもとより、画角特性も良好とすることができる。

以上の観点からは、図 1 及び図 2 の半径 h_1 ~ h_4 はすべてレーザの光束が通過する領域に存在するのが好ましい。

【 0 0 3 7 】

また、図 1 に示す光ピックアップレンズ 1 a においては、サグ量の増減量が変わる半径 h_3 の位置から外径にかけてメニスカス形状にしたが、図 2 に示す光ピックアップレンズ 1 b は、極小値 k を持たせる程度に極端なメニスカス形状としている。このような形状にすることにより、さらに、ワーキングディスタンスを長くとることができ、かつ軸上特性及び軸外特性として画角特性を更に良好にすることができます。

【 0 0 3 8 】

ここで、光ピックアップレンズ 1 a、1 b は、光ヘッド及び光ディスク装置に使用されているレーザとして 410 nm 以下の波長を使用する記録及び / 又は再生用ピックアップ装置に使用される場合、以下の式を満たすことが好ましい。

0 . 8 4 N A

0 . 9 d / f 1 . 2

【 0 0 3 9 】

ただし、N A は、光ピックアップレンズの開口数を示す。また、d は光ピックアップレンズの単レンズ中心厚 (図 3 参照)、f は焦点距離を示す。

【 0 0 4 0 】

ここで、開口数 N A が 0 . 8 4 より小さいと、それに伴い、R 2 面の有効径も小さくなる。R 2 面の有効径が小さくなると、上述したように、両凸レンズとメニスカスレンズとの結合部分を、R 2 面の外周部分に形成することが困難になる。したがって、開口数 N A が 0 . 8 以上が好ましく、0 . 8 4 以上とすることが更に好ましい。

【 0 0 4 1 】

また、一般に、ワーキングディスタンスの観点からいえば、中心厚 d を薄くし、また、

10

20

30

40

50

屈折率 n を低くするとよい。しかしながら、開口数 $N\ A$ が 0.84 より大きく、ワーキングディスタンスを長くし、且つ、画角特性を良好にするためには、レンズの性能、すなわち焦点距離 f と中心厚 d の関係 d/f を規定することが好ましい。

【0042】

先ず、 d/f を 0.9 以上とすることが好ましい理由について説明する。焦点距離 f を固定値とした場合、中心厚 d を薄くすると d/f の値が小さくなる。 d/f の値が小さくなると、R1面とR2面のそれぞれの面径の端での距離（コバ厚）が小さくなる。コバが薄くなると、コバが割れるなどの不具合が発生し、レンズの取り付けが困難になる。また、 $f = h/N\ A$ (f : 焦点距離、 h : 半径) であることから、 $d/f = d \times N\ A / h$ の関係を有するが、上述のごとく、開口数 $N\ A$ は 0.84 以上が好ましいため、 $N\ A$ を固定値とした場合、半径を大きくとればとるほど d/f の値が小さくなり、これに応じて中心厚 d を大きくしなければコバ厚を十分に確保することができなくなる。よって d/f は 0.9 以上とすることが好ましい。10

【0043】

また、 d/f を 1.2 以下とすることにより、R2面の面形状が形成しやすくなる。よって d/f は 1.2 以下とすることが好ましい。

【0044】

このように、開口数 $N\ A$ を 0.84 以上とし、 d/f を少なくとも 0.9 以上とすることにより、図1及び図2に示す形状の光ピックアップレンズを設計することが容易となり、ワーキングディスタンスを長くとることができ、軸上特性はもとより、画角特性も良好になる。20

【0045】

また、屈折率を 1.51 n 1.64 に設定することが好ましい。ここで、 n は波長が 405 nm の青紫色レーザでの屈折率を示す。屈折率 n が 1.51 より小さくなると、同じ中心厚で屈折率が大きいレンズに比べて曲率が大きくなり、R1面とR2面の面径端の距離であるコバ厚が小さくなってしまう。よって屈折率が 1.51 以上であることが好ましい。

【0046】

一方、屈折率 n が 1.64 より大きくなると、両凸レンズとメニスカスレンズの両方の形状を有する本発明のR2面の形状を維持することが困難となり、完全なメニスカスレンズになりやすくなる。よって、屈折率 n は 1.64 以下であることが好ましいが、R2面の中央部分を凸状とし外周部分に凹部を形成できる場合は、屈折率 n が 1.64 より大きくてよいことは勿論である。30

【0047】

また、屈折率を 1.59 n 1.62 に設定することが更に好ましい。屈折率 n を 1.59 乃至 1.62 とすることにより、図2に示す形状の光ピックアップレンズを設計することが容易となる。よって屈折率を 1.59 乃至 1.62 とすることが更に好ましい。

【0048】

屈折率 n を 1.51 乃至 1.64、更に好ましくは 1.59 乃至 1.62 とすることにより、図1及び図2に示す形状の光ピックアップレンズを設計することが可能となり、長いワーキングディスタンスを確保することができると共に、軸上特性及び画角特性を向上させることができる。なお、光ピックアップレンズは、実用的なレンズ径とする。40

【0049】

さらに、有効径 D (図3参照) は 1.8 D 3.2 mm であることが好ましい。有効径 D が 3.2 mm より大きいと、ワーキングディスタンスが広くなりすぎて作製することが困難となる。また、有効径 D が 1.8 mm よりも小さいと、ワーキングディスタンスが小さくなりすぎて実用的ではない。よって、有効径 D は 1.8 乃至 3.2 mm であることが好ましい。

【0050】

さらに、光ピックアップレンズの単レンズの2面のうち、レーザ光源に近い面である R50

1面の接線角度₁を、60°とすることが好ましい。接線角度₁が大きくなるとR1面のサゲ量が大きくなり、これに伴いR2面のサゲ量が小さくなり、よって図1又は図2に記載の光ピックアップレンズの形状を製造しやすくなる。一方、接線角度₁が60度より小さくなるとR1面のサゲ量が小さくなり、R2面のサゲ量が大きくなってしまう。そうすると、R2面の形状を製造することが困難になると共に、画角特性が悪くなる。よって、R1面の接線角度₁が60°以上であることが好ましい。これにより、R2面の形状を製造容易と共に軸上特性及び良好な画角特性を得ることができる。

【0051】

更に、アッベ数dが、50dであることが好ましい。アッベ数の大きいレンズであればあるほど、ピックアップレンズでの特性の色収差をよくすることができる。色収差とは、波長が+1nmずれたときのベストスポット位置のずれを示す。ピックアップレンズでは記録を行うときに、レーザパワーを上げるが、レーザパワーを上げるために、波長が一時的に長波長側にずれる現象が起こる。記録時にベストスポット位置がずれると、トランкиングが外れり、ベストスポット位置での記録が難しくなる。よって、良好な記録特性を維持するためには、アッベ数dを上げる必要がある。ここで、アッベ数dは、屈折率と反比例の関係にある。上述したように、屈折率は1.51n=1.64であることが好ましいが、当該範囲の屈折率の場合、アッベ数は、50d=81程度となる。

このように、よってアッベ数は50以上が好ましく、更に好ましくは60以上とする。

【0052】

次に、本発明を適用した実施例について説明する。図4は、各実施例1乃至32における波面収差を示す。また、実施例1は図5、図6に、実施例2は図7、図8に、実施例3は、図9、図10にそれぞれ対応しており、以下同様にして、図67、図68の実施例32まで対応している。ここで、実施例1乃至実施例4は、図1に示す光ピックアップレンズ1aに対応する実施例である。また、実施例5乃至実施例32は、図2に示す光ピックアップレンズ1bに対応する実施例である。また、例えば実施例1において、図5は、光ピックアップレンズの各特性値を示す。さらに、図6(a)は縦収差を示し、図6(b)はR2面の中心位置から外径までのサゲ量を示し、図6(c)は実施例1の光ピックアップレンズを示している。

【0053】

次に、実施例1乃至34における各係数について説明する。先ず、光ピックアップレンズR1面の曲線の式Z1(h1)は式(6)のように表される。

【0054】

【数1】

数1

$$Z_1(h_1) = -\frac{h_1^1}{R_1 \left(1 + \sqrt{1 - \frac{(1+k_1)h_1^2}{R_1^2}} \right)} + A_1 4h_1^4 + A_1 6h_1^6 + A_1 8h_1^8 + A_1 10h_1^{10} + A_1 12h_1^{12} + A_1 14h_1^{14} + A_1 16h_1^{16} + \dots \quad \cdots(6)$$

ここで、

Z1(h1)：光軸からh1の高さにおける光ピックアップレンズR1面のサゲh1：光軸からの高さk1：光ピックアップレンズR1面の円錐係数A14、A16、A18、A110、A112、A114、A116：光ピックアップレンズR1面の非球面係数R1：R1面の曲率半径を示す。

【0055】

次に、光ピックアップレンズR2面の曲線の式Z2(h2)は下記(7)のように表される。

10

20

30

40

50

【0056】

【数2】

数2

$$Z_2(h_2) = \frac{h_2^2}{R_2 \left(1 + \sqrt{1 - \frac{(1+k_2)h_2^2}{R_2^2}} \right)} + A_2 4h_2^4 + A_2 6h_2^6 + A_2 8h_2^8 + A_2 10h_2^{10} + A_2 12h_2^{12} + A_2 14h_2^{14} + A_2 16h_2^{16} + \dots \quad \dots(7)$$

10

ここで、

Z2 (h2) : 光軸から h2 の高さにおける光ピックアップレンズ R2 面のサグ

h2 : 光軸からの高さ

k2 : 光ピックアップレンズ R2 面の円錐係数

A24、A26、A28、A210、A212、A214、A216 : 光ピックアップレンズ R2 面の非球面係数

R2 : R2 面の曲率半径

を示す。

【0057】

20

次に、図1に示す光ピックアップレンズ1aを代表する図5、図6に示す実施例1、及び図2に示す光ピックアップレンズ1bを代表する図13、図14に示す実施例5について説明する。実施例1は、図5(a)に示す曲率半径R、面間隔d、波長が405nmでの屈折率屈折率n、アッベ数dを有する実施例1にかかる単レンズ(光ピックアップレンズ)及び光ディスクに対し縦収差を測定した。図6(a)はその結果を示す。また、実施例1に係る光ピックアップレンズの焦点距離d、ワーキングディスタンスWD、開口数NA、有効径を図5(b)に、R1面、R2面の非球面係数を図5(c)、図5(d)に、その光ピックアップレンズの模式図を図6(c)に示す。また、図6(b)に、そのR2面の形状を横軸に中心h0から外径端(有効径)までをとり、縦軸にsag量をとって示す。この実施例1は、図6(b)に示すように、図1に示す光ピックアップレンズ1aと同様に、レンズ有効径の範囲において

0 > sag1 > sag2 … (1)

sag2 < sag3 … (2)

及び

h1 < h2 < h3

sag1 > sag2 > sag3

を満たしていることがわかる。このようなR2面を有する実施例1に係る光ピックアップレンズは、図6(a)に示すように、レンズ有効径にいたるまで良好な縦収差をえることができた。また、図4に示されるように良好な画角特性を得ることができた。

【0058】

40

また、実施例2は、図14(b)に示すように、図2に示す光ピックアップレンズ1bと同様に、

sag1 > sag2 > sag3 … (3)

sag3 < sag4 … (4)

及び

0 > sag1 > sag2 … (1)

sag2 < sag3 < 0 … (2)

sag4 > 0 … (5)

を満たしていることが分かる。このようなR2面を有する実施例1に係る光ピックアップレンズは、図14(a)に示すように、レンズ有効径にいたるまで良好な縦収差をえる

50

ことができた。また、図4に示されるように良好な画角特性を得ることができた。

【0059】

同様に、他の実施例についても、レンズ有効径にいたるまで良好な縦収差をえることができ、図4に示されるように良好な画角特性を得ることができた。

【0060】

すなわち、図4、及び図5乃至図6~8に示すように、実施例1乃至32においては、高NAの光ピックアップレンズにおいて、良好な正弦条件、軸外特性を兼ね備えつつ、長いワーキングディスタンスを有する光ピックアップレンズを作製することができた。

【符号の説明】

【0061】

1a、1b 光ピックアップレンズ

11 R1面

12a、12b R2面

21 絞り

30 光ディスク

31 光ディスク内光透過層

32 光ディスク基板

10

【図1】

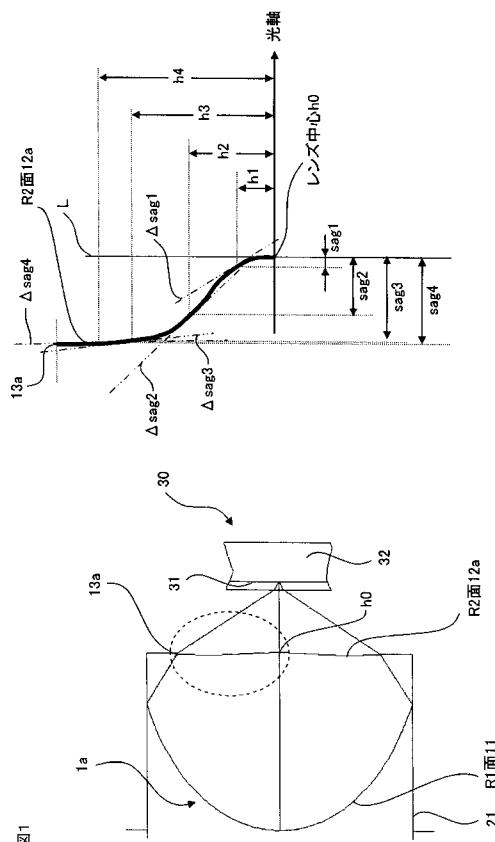
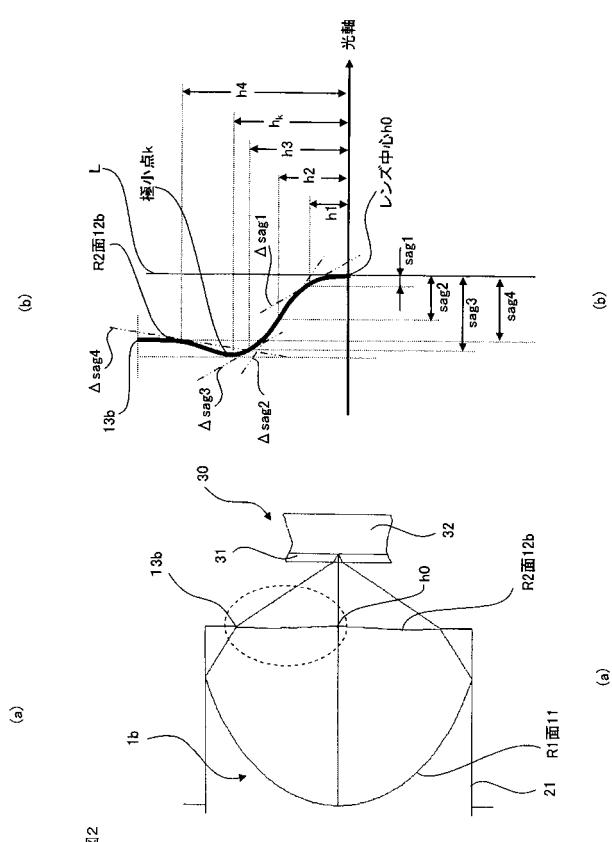


図1

【図2】



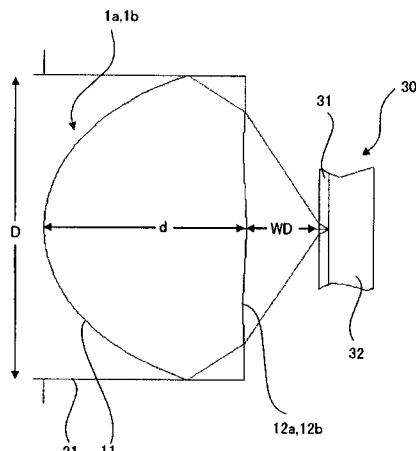
(a)

(b)

図2

【図3】

図3



【図4】

図4

	軸上 波面収差(λ_{rms})	画角(0.3°) 波面収差(λ_{rms})
実施例 1	0.002	0.008
実施例 2	0.004	0.006
実施例 3	0.005	0.011
実施例 4	0.005	0.010
実施例 5	0.002	0.008
実施例 6	0.002	0.007
実施例 7	0.002	0.012
実施例 8	0.003	0.010
実施例 9	0.002	0.011
実施例 10	0.002	0.008
実施例 11	0.002	0.006
実施例 12	0.003	0.012
実施例 13	0.003	0.010
実施例 14	0.005	0.010
実施例 15	0.002	0.006
実施例 16	0.004	0.008
実施例 17	0.004	0.011
実施例 18	0.006	0.011
実施例 19	0.006	0.011
実施例 20	0.006	0.011
実施例 21	0.007	0.011
実施例 22	0.005	0.011
実施例 23	0.005	0.011
実施例 24	0.005	0.010
実施例 25	0.005	0.011
実施例 26	0.003	0.007
実施例 27	0.005	0.010
実施例 28	0.005	0.010
実施例 29	0.005	0.010
実施例 30	0.005	0.011
実施例 31	0.003	0.010
実施例 32	0.006	0.011

【図5】

図5

面番号	R(mm)	d(mm)	n	アベーチ数 ν_d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.9056466	1.68495	1.510000	72.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.297362	0.4700169		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.4700169	有効径(mm)	2.45

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.926974	A ₄	0.088745883
A ₆	-0.014009239	A ₈	0.099800842
A ₁₀	-0.14901375	A ₁₂	0.14625795
A ₁₄	-0.070002669	A ₁₆	0.014589588

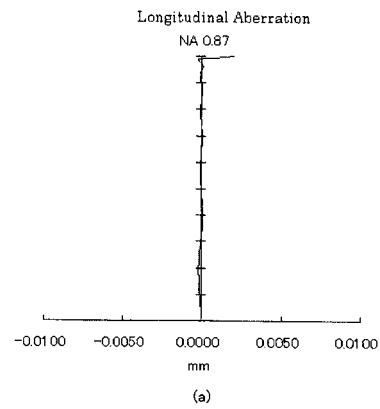
(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-39.48096	A ₄	0.075333946
A ₆	0.18895162	A ₈	-0.62044141
A ₁₀	0.70725579	A ₁₂	-0.29899683
A ₁₄	-0.04753959	A ₁₆	0.054582827

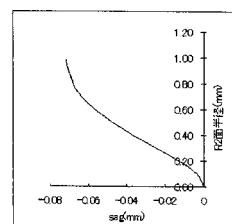
(d)

【図6】

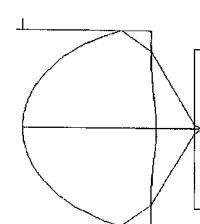
図6



(a)



(b)



(c)

【図7】

図7

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.7512375	1.41	1.510000	70.0
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.107503	0.3780043		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.3780043	有効径(mm)	2.04

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9932813	A ₄	0.16173019
A ₆	-0.0068172054	A ₈	0.30943156
A ₁₀	-0.71828309	A ₁₂	1.0694734
A ₁₄	-0.73917226	A ₁₆	0.20953108

(c)

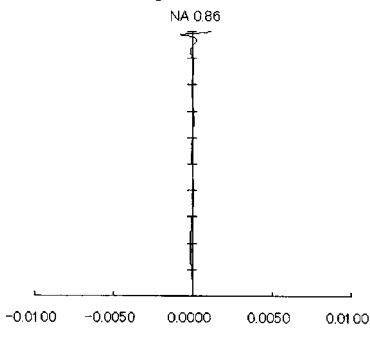
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-33.95954	A ₄	0.17453771
A ₆	0.44467479	A ₈	-2.4997169
A ₁₀	3.8254443	A ₁₂	-0.79040597
A ₁₄	-3.2835885	A ₁₆	2.3437228

(d)

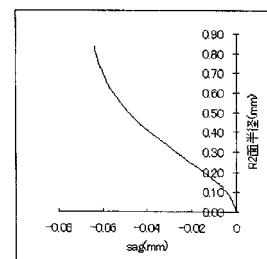
【図8】

図8

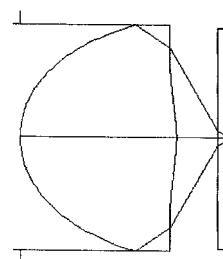
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図9】

図9

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.7635927	1.12	1.510000	72.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.433206	0.541468		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.541468	有効径(mm)	2.04

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9466495	A ₄	0.24903705
A ₆	-0.36048557	A ₈	1.1438588
A ₁₀	-1.9098038	A ₁₂	1.6938973
A ₁₄	-0.4651646	A ₁₆	-0.072891209

(c)

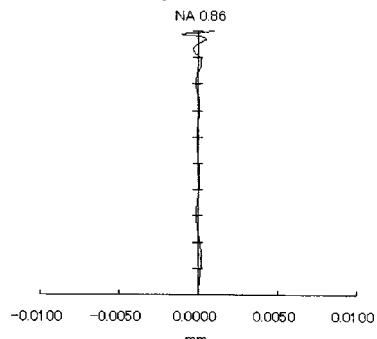
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-75.72197	A ₄	0.019422265
A ₆	-0.32268346	A ₈	2.2460383
A ₁₀	-5.4223554	A ₁₂	6.376184
A ₁₄	-3.7488674	A ₁₆	0.88571896

(d)

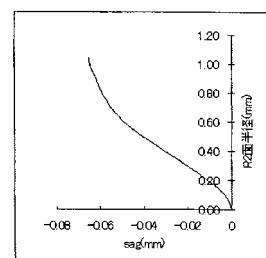
【図10】

図10

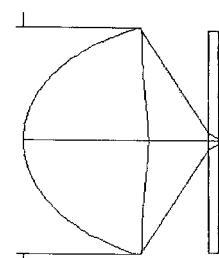
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図11】

図11

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベ'数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.7679574	1.1	1.520000	71.2
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.55685	0.5478057		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.5478057	有効径(mm)	2.04

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9398416	A ₄	0.24128209
A ₆	-0.34301622	A ₈	1.083611
A ₁₀	-1.8150026	A ₁₂	1.6414373
A ₁₄	-0.47292165	A ₁₆	-0.062493854

(c)

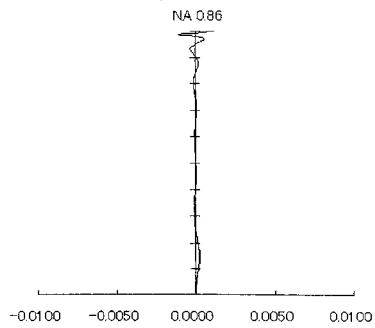
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-88.93305	A ₄	0.023349205
A ₆	-0.32649716	A ₈	2.2472554
A ₁₀	-5.4246882	A ₁₂	6.380635
A ₁₄	-3.751575	A ₁₆	0.88613003

(d)

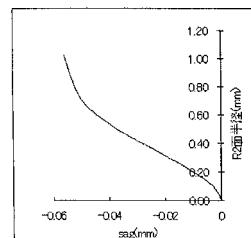
【図12】

図12

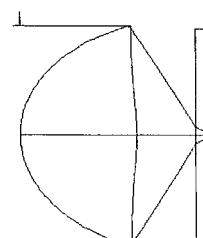
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図13】

図13

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベ'数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.191532	1.880206	1.589500	60.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-3.403963	0.6781086		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.6781086	有効径(mm)	3.071

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9492633	A ₄	0.044592937
A ₆	-0.0068437749	A ₈	0.021477068
A ₁₀	-0.019768666	A ₁₂	0.012293489
A ₁₄	-0.0038200489	A ₁₆	0.00050129802

(c)

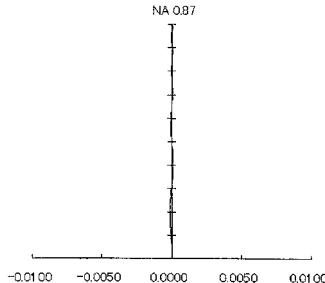
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-182.9027	A ₄	0.027690813
A ₆	0.067467218	A ₈	-0.12461531
A ₁₀	0.089306502	A ₁₂	-0.027291059
A ₁₄	0.00074940155	A ₁₆	0.00092481679

(d)

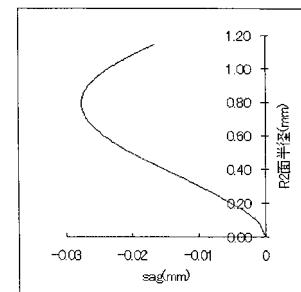
【図14】

図14

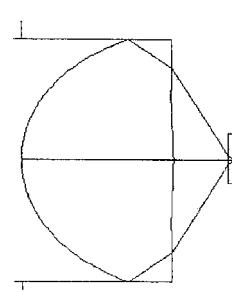
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図15】

図15

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベ数 νd
0(絞り)	∞			
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.9535233	1.500789	1.589900	61.9
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.709719	0.5326224		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.87
WD(mm):ワーリングデイスンス	0.5326224	有効径(mm)	2.45

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9600111	A ₄	0.088155058
A ₆	-0.020201892	A ₈	0.10304172
A ₁₀	-0.14913915	A ₁₂	0.14541671
A ₁₄	-0.070831316	A ₁₆	0.01461419

(c)

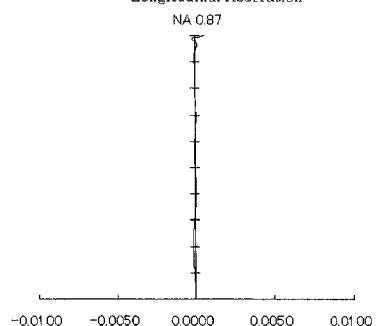
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-173.3174	A ₄	0.055207581
A ₆	0.20760269	A ₈	-0.60003347
A ₁₀	0.6732648	A ₁₂	-0.32321924
A ₁₄	0.015478211	A ₁₆	0.026017588

(d)

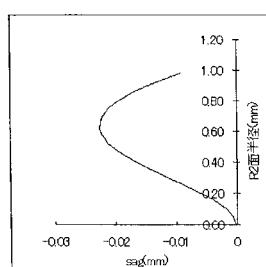
【図16】

図16

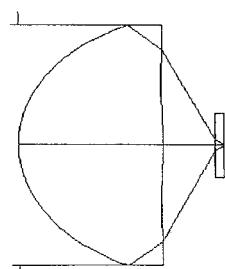
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図17】

図17

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベ数 νd
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.8001256	1.252404	1.589500	62.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.233906	0.4410299		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.87
WD(mm):ワーリングデイスンス	0.4410299	有効径(mm)	2.05

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9594913	A ₄	0.14877579
A ₆	0.045632834	A ₈	0.35019747
A ₁₀	-0.7328475	A ₁₂	1.0313709
A ₁₄	-0.72313909	A ₁₆	0.21427771

(c)

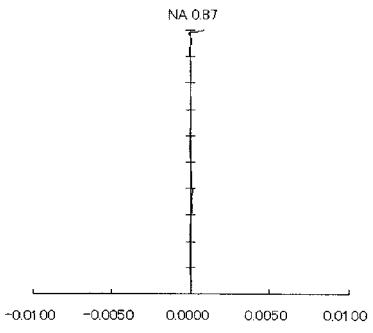
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-161.224	A ₄	0.094760596
A ₆	0.50494165	A ₈	-2.0833173
A ₁₀	3.3426387	A ₁₂	-2.3085402
A ₁₄	0.18292616	A ₁₆	0.3648101

(d)

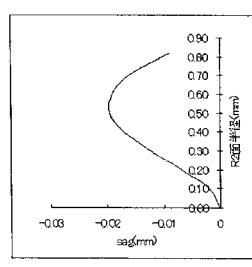
【図18】

図18

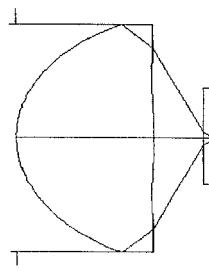
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図19】

図19

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アッペ'数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.228405	1.861999	1.610000	61.5
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-3.709981	0.697384		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.85
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.697384	有効径(mm)	3.01

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k ₁	-0.933373	A ₄	0.055949772
A ₆	-0.041886709	A ₈	0.07248633
A ₁₀	-0.06826189	A ₁₂	0.040094777
A ₁₄	-0.012519385	A ₁₆	0.001630436

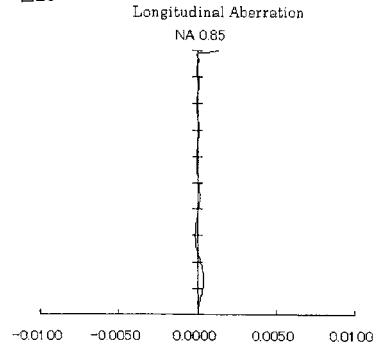
(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k ₂	-455.5753	A ₄	-0.010152777
A ₆	0.14291499	A ₈	-0.14735344
A ₁₀	-0.027462306	A ₁₂	0.15058201
A ₁₄	-0.1014961	A ₁₆	0.022479329

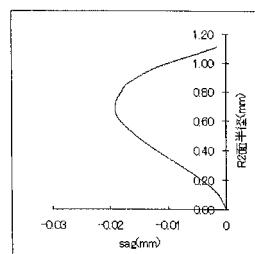
(d)

【図20】

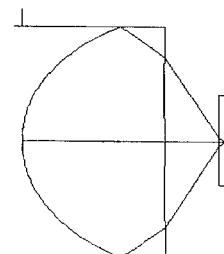
図20



(a)



(b)



(c)

【図21】

図21

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アッペ'数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.189682	1.892	1.580000	62.8
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-3.053853	0.6806319		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.6806319	有効径(mm)	3.07

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k ₁	-0.9580877	A ₄	0.045801354
A ₆	-0.007251242	A ₈	0.021672754
A ₁₀	-0.019763282	A ₁₂	0.012276112
A ₁₄	-0.0038263848	A ₁₆	0.00050735434

(c)

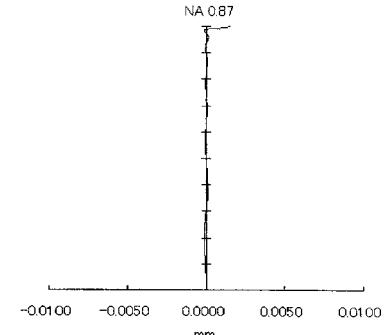
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k ₂	-143.2029	A ₄	0.027970648
A ₆	0.067411313	A ₈	-0.1237978
A ₁₀	0.088770483	A ₁₂	-0.027492372
A ₁₄	0.0010203336	A ₁₆	0.0008590202

(d)

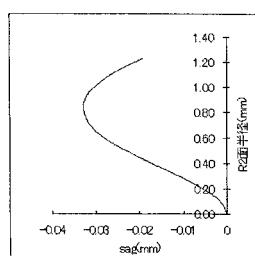
【図22】

図22

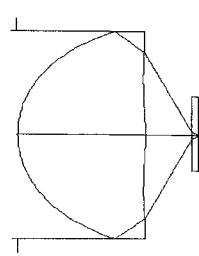
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図23】

図23

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチュード
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.9425122	1.502034	1.570000	63.5
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.299648	0.5402237		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.5402237	有効径(mm)	2.45

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9565323	A ₄	0.090865527
A ₆	-0.020422483	A ₈	0.10301823
A ₁₀	-0.14836638	A ₁₂	0.14583109
A ₁₄	-0.070851658	A ₁₆	0.01430004

(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-118.3703	A ₄	0.052874754
A ₆	0.20738386	A ₈	-0.60144087
A ₁₀	0.67131768	A ₁₂	-0.3220786
A ₁₄	0.020383006	A ₁₆	0.022620086

(d)

【図24】

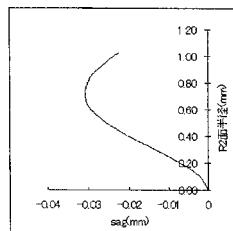
図24

Longitudinal Aberration

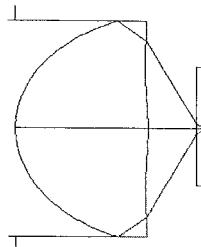
NA 0.87



(a)



(b)



(c)

【図25】

図25

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチュード
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.7954245	1.41	1.570000	63.5
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.545441	0.367573		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.367573	有効径(mm)	2.05

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9605080	A ₄	0.1392074
A ₆	-0.022166318	A ₈	0.32576885
A ₁₀	-0.73020892	A ₁₂	1.0409532
A ₁₄	-0.72543054	A ₁₆	0.2110024

(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-74.59183	A ₄	0.23922495
A ₆	0.24810152	A ₈	-2.4411527
A ₁₀	4.3912018	A ₁₂	-0.72293383
A ₁₄	-5.729731	A ₁₆	4.5963303

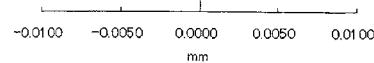
(d)

【図26】

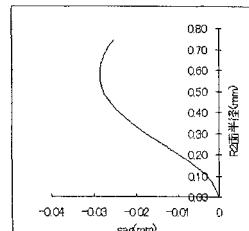
図26

Longitudinal Aberration

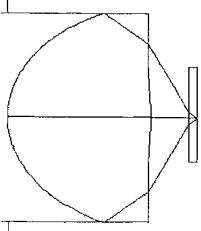
NA 0.87



(a)



(b)



(c)

【図27】

図27

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.268997	2.11	1.640000	55.0
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-3.610762	0.56557746		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.56557746	有効径(mm)	3.07

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.044086	A ₄	0.056858804
A ₆	-0.036969722	A ₈	0.06823844
A ₁₀	-0.066340745	A ₁₂	0.039968808
A ₁₄	-0.012879695	A ₁₆	0.0017427414

(c)

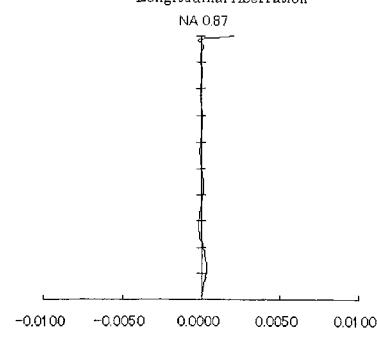
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-726.2614	A ₄	-0.0069533698
A ₆	0.42633354	A ₈	-0.90876836
A ₁₀	0.61432937	A ₁₂	0.40910207
A ₁₄	-0.76415264	A ₁₆	0.28848611

(d)

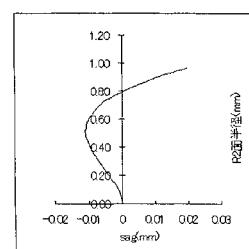
【図28】

図28

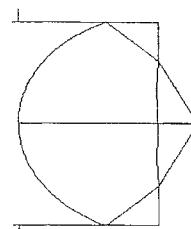
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図29】

図29

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.124288	2.109175	1.510000	72.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.654282	0.5926939		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.5926939	有効径(mm)	3.07

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9384436	A ₄	0.044567441
A ₆	0.003178126	A ₈	0.0071153218
A ₁₀	-0.0063732122	A ₁₂	0.0054324291
A ₁₄	-0.0021163885	A ₁₆	0.00038807555

(c)

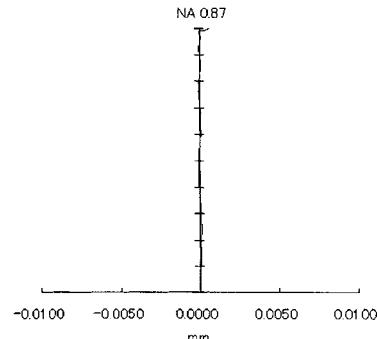
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-39.44136	A ₄	0.049311919
A ₆	0.020205358	A ₈	-0.071421532
A ₁₀	0.069017618	A ₁₂	-0.035588392
A ₁₄	0.0095701237	A ₁₆	-0.0010241709

(d)

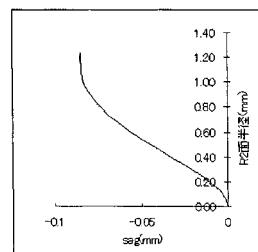
【図30】

図30

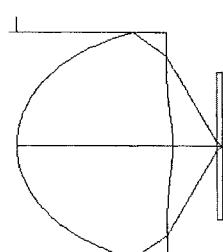
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図31】

図31

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.022536	1.68495	1.640000	55.0
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.741647	0.4493312		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.4493312	有効径(mm)	2.45

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9645603	A ₄	0.10468541
A ₆	-0.12249481	A ₈	0.34809003
A ₁₀	-0.51790173	A ₁₂	0.46920166
A ₁₄	-0.22678856	A ₁₆	0.046341405

(c)

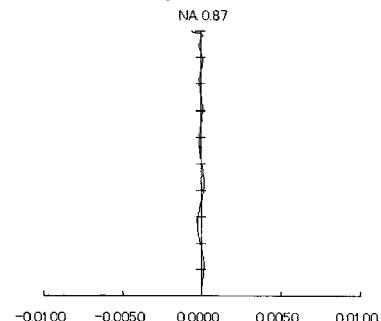
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-606.7909	A ₄	0.10519824
A ₆	0.37017977	A ₈	-1.2124966
A ₁₀	0.53733141	A ₁₂	3.2473091
A ₁₄	-5.5218119	A ₁₆	2.6223762

(d)

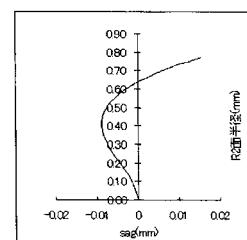
【図32】

図32

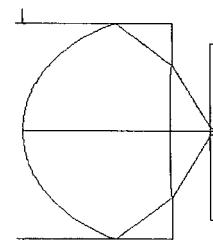
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図33】

図33

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.8427123	1.41	1.640000	55.0
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.52389	0.3555572		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.3555572	有効径(mm)	2.05

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9827762	A ₄	0.13983568
A ₆	-0.04947903	A ₈	0.35410773
A ₁₀	-0.74497112	A ₁₂	1.0226357
A ₁₄	-0.71959906	A ₁₆	0.21837798

(c)

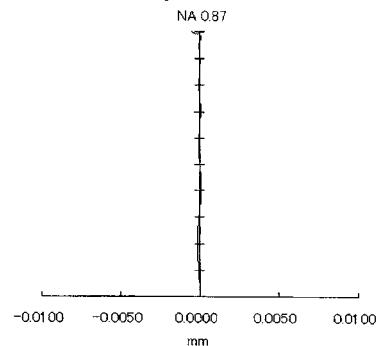
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-353.6122	A ₄	0.28576337
A ₆	0.1897616	A ₈	-2.431659
A ₁₀	4.6319539	A ₁₂	-0.63443207
A ₁₄	-6.9566166	A ₁₆	5.5001634

(d)

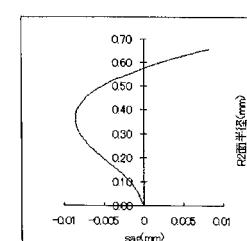
【図34】

図34

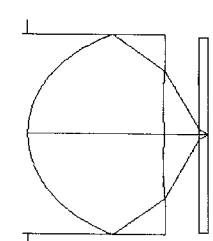
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図35】

図35

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アッペ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.9877811	1.269	1.640000	55.0
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-5.205923	0.6491336		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.6491336	有効径(mm)	2.44

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.021529	A ₄	0.12263938
A ₆	-0.13960613	A ₈	0.38200409
A ₁₀	-0.55699969	A ₁₂	0.4973079
A ₁₄	-0.2333599	A ₁₆	0.045056312

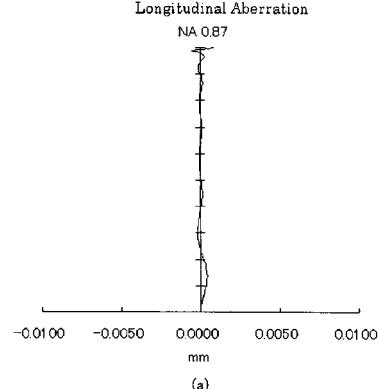
(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-1283.085	A ₄	0.06691832
A ₆	-0.059741496	A ₈	0.3161995
A ₁₀	-0.79754312	A ₁₂	0.91510312
A ₁₄	-0.50238815	A ₁₆	0.10800529

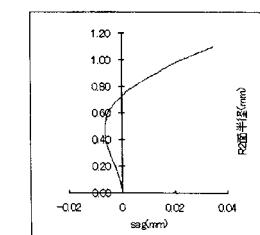
(d)

【図36】

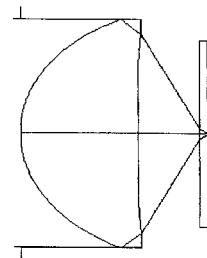
図36



(a)



(b)



(c)

【図37】

図37

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アッペ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.125578	1.69	1.530000	65.3
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.657615	0.7930357		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.7930357	有効径(mm)	3.06

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.027897	A ₄	0.059195591
A ₆	-0.005568913	A ₈	0.014102018
A ₁₀	-0.0058692147	A ₁₂	-0.00026732758
A ₁₄	0.0016815396	A ₁₆	-0.00038238792

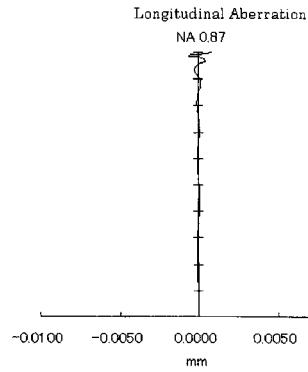
(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-76.97271	A ₄	0.029612385
A ₆	-0.03401654	A ₈	0.067899864
A ₁₀	-0.069152263	A ₁₂	0.035806394
A ₁₄	-0.0093407832	A ₁₆	0.00098109414

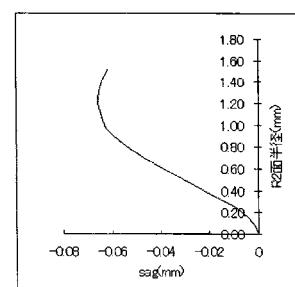
(d)

【図38】

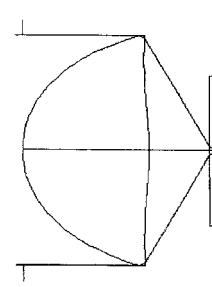
図38



(a)



(b)



(c)

【図39】

図39

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.115539	1.71	1.520000	71.2
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.46248	0.7854462		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.7854462	有効径(mm)	3.054

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.022663	A ₄	0.058942889
A ₆	-0.0053838557	A ₈	0.016002706
A ₁₀	-0.0089006439	A ₁₂	0.0019022455
A ₁₆	0.00098142769	A ₁₈	-0.0002984782

(c)

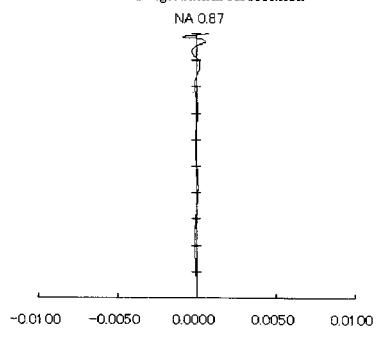
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-63.49834	A ₄	0.03025509
A ₆	-0.033664287	A ₈	0.088653753
A ₁₀	-0.071943926	A ₁₂	0.038159486
A ₁₆	-0.010159171	A ₁₈	0.0010857375

(d)

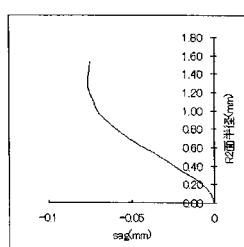
【図40】

図40

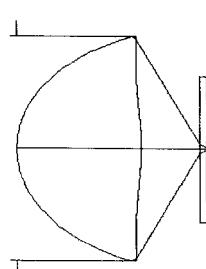
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図41】

図41

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.105804	1.75	1.510000	72.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.253043	0.7676265		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.7676265	有効径(mm)	3.054

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.052229	A ₄	0.06206122
A ₆	-0.0052289708	A ₈	0.016529271
A ₁₀	-0.0094237781	A ₁₂	0.0020510563
A ₁₄	0.00097282779	A ₁₆	-0.00029150076

(c)

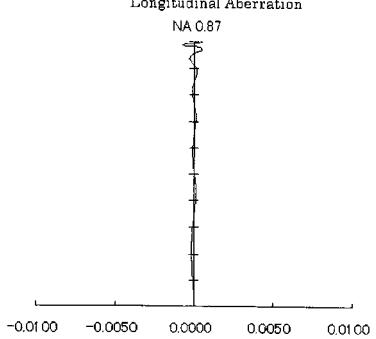
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-53.38526	A ₄	0.029752378
A ₆	-0.032035616	A ₈	0.067489761
A ₁₀	-0.071790634	A ₁₂	0.038359519
A ₁₄	-0.010259361	A ₁₆	0.0011001194

(d)

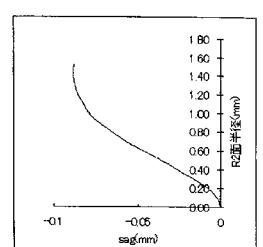
【図42】

図42

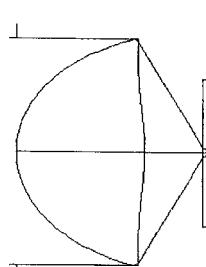
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図43】

図43

面番号	R(mm)	d(mm)	n	アベ'数 νd
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.8951218	1.37	1.510000	72.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.766506	0.6271601		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.87
WD(mm):ワーリングディスタンス	0.6271601	有効径(mm)	2.44

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.009089	A ₄	0.12908173
A ₆	-0.061022809	A ₈	0.16879878
A ₁₀	-0.18477171	A ₁₂	0.097246165
A ₁₄	-0.0013373834	A ₁₆	-0.0076762199

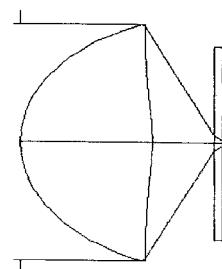
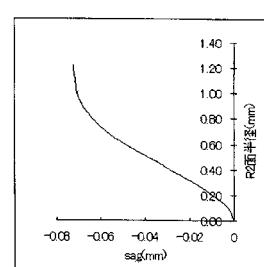
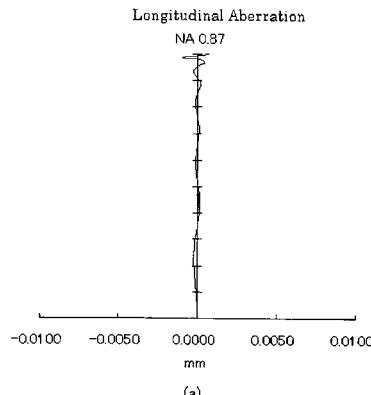
(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-61.4956	A ₄	0.055416533
A ₆	-0.19783818	A ₈	0.63194589
A ₁₀	-0.95825215	A ₁₂	0.75560862
A ₁₄	-0.30470257	A ₁₆	0.049895607

(d)

【図44】

図44



【図45】

図45

面番号	R(mm)	d(mm)	n	アベ'数 νd
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.131051	1.645339	1.550000	62.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-3.313853	0.7999673		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.86
WD(mm):ワーリングディスタンス	0.7999673	有効径(mm)	3.04

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9617149	A ₄	0.046773933
A ₆	0.00044250507	A ₈	0.013249302
A ₁₀	-0.010233637	A ₁₂	0.0044753146
A ₁₄	-0.00032012855	A ₁₆	-7.6326919e-005

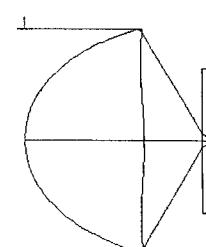
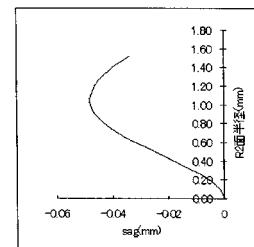
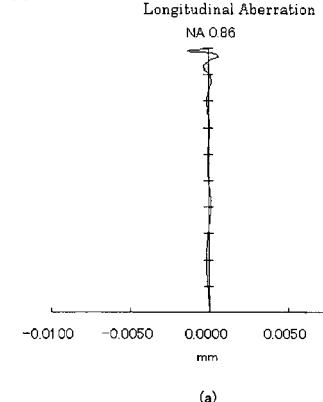
(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-79.58361	A ₄	0.062982414
A ₆	-0.096285282	A ₈	0.14032715
A ₁₀	-0.12412936	A ₁₂	0.061702932
A ₁₄	-0.016114362	A ₁₆	0.0017273197

(d)

【図46】

図46



【図47】

図47

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.137101	1.66	1.540000	64.3
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.874943	0.8075337		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.8075337	有効径(mm)	3.05

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.030853	A ₄	0.058976116
A ₆	-0.006693647	A ₈	0.016145772
A ₁₀	-0.008609093	A ₁₂	0.001985323
A ₁₄	0.0008359665	A ₁₆	-0.00028122847

(c)

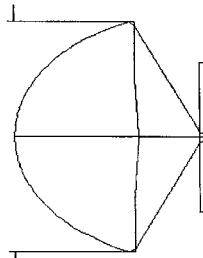
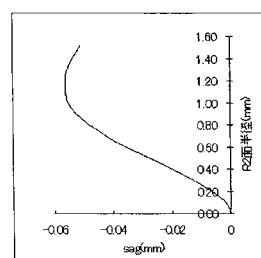
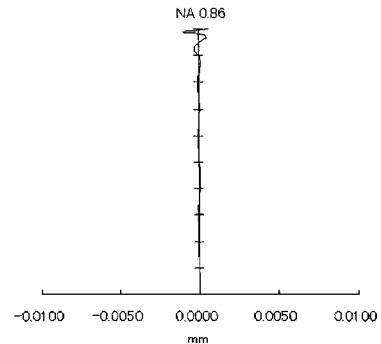
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-90.20658	A ₄	0.033031609
A ₆	-0.035085883	A ₈	0.067129169
A ₁₀	-0.07099281	A ₁₂	0.038498861
A ₁₄	-0.010512051	A ₁₆	0.0011534855

(d)

【図48】

図48

Longitudinal Aberration



【図49】

図49

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.9229223	1.269	1.550000	62.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.486232	0.6680973		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.6680973	有効径(mm)	2.43

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.07224	A ₄	0.13325697
A ₆	-0.051674643	A ₈	0.12916155
A ₁₀	-0.11528444	A ₁₂	0.019872451
A ₁₄	0.048398506	A ₁₆	-0.021182589

(c)

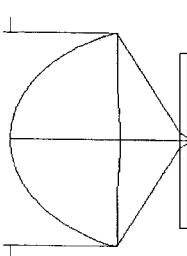
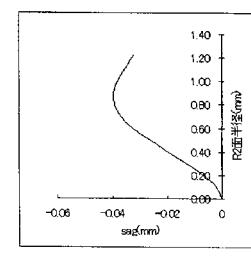
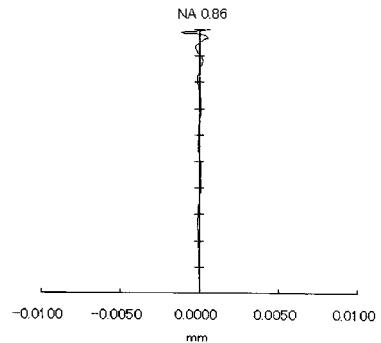
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-116.3511	A ₄	0.10743055
A ₆	-0.42254793	A ₈	1.1101925
A ₁₀	-1.52129	A ₁₂	1.1302302
A ₁₄	-0.43758356	A ₁₆	0.069488033

(d)

【図50】

図50

Longitudinal Aberration



【図51】

図51

面番号	R(mm)	d(mm)	n	アベーチ数 νd
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.9039366	1.33	1.530000	65.3
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.114554	0.6373816		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.6373816	有効径(mm)	2.43

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k ₁	-1.048595	A ₄	0.12559292
A ₆	-0.040625774	A ₈	0.12904932
A ₁₀	-0.14162433	A ₁₂	0.075984163
A ₁₄	0.0021755834	A ₁₆	-0.0078152356

(c)

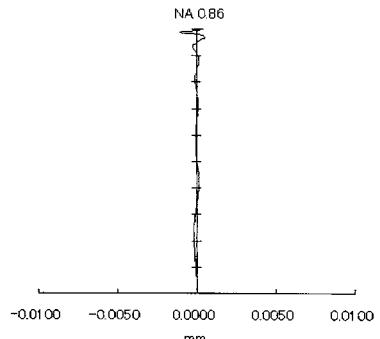
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k ₂	-79.03513	A ₄	0.067141601
A ₆	-0.20497667	A ₈	0.62317868
A ₁₀	-0.95004782	A ₁₂	0.75943913
A ₁₄	-0.31082207	A ₁₆	0.051645069

(d)

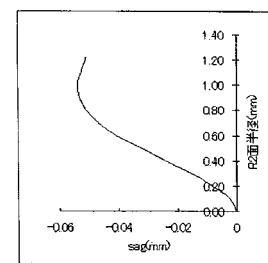
【図52】

図52

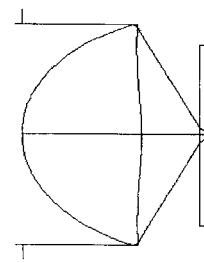
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図53】

図53

面番号	R(mm)	d(mm)	n	アベーチ数 νd
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.9001396	1.354	1.520000	71.2
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.918996	0.6304473		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.6304473	有効径(mm)	2.43

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k ₁	-1.021251	A ₄	0.12623005
A ₆	-0.051814781	A ₈	0.15226555
A ₁₀	-0.16958584	A ₁₂	0.093908025
A ₁₄	-0.0044131766	A ₁₆	-0.0064095882

(c)

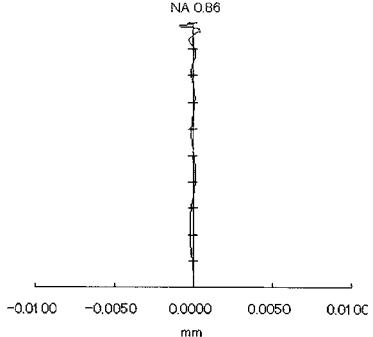
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k ₂	-69.55357	A ₄	0.062078148
A ₆	-0.20370474	A ₈	0.62936503
A ₁₀	-0.95326807	A ₁₂	0.75554936
A ₁₄	-0.3067312	A ₁₆	0.050587061

(d)

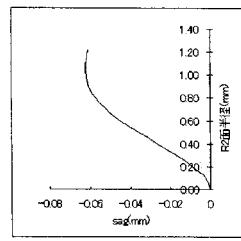
【図54】

図54

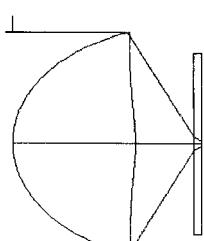
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図55】

図55

面番号	R(mm)	d(mm)	n	アベ"数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.8051119	1.062	1.640000	55.1
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-5.911139	0.5186146		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.87
WD(mm):ワーリングディスタンス	0.5186146	有効径(mm)	2.042

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.016846	A ₄	0.14336762
A ₆	-0.012564889	A ₈	0.29470033
A ₁₀	-0.6704631	A ₁₂	1.0542626
A ₁₄	-0.78436093	A ₁₆	0.22618785

(c)

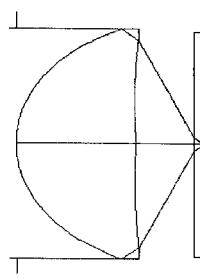
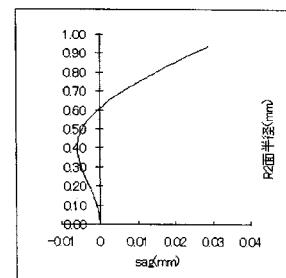
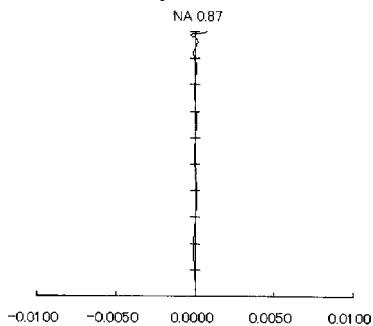
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-770.415	A ₄	0.046754134
A ₆	0.66689577	A ₈	-2.2098704
A ₁₀	3.1209736	A ₁₂	-2.1200379
A ₁₄	0.52924405	A ₁₆	0.033330668

(d)

【図56】

図56

Longitudinal Aberration



【図57】

図57

面番号	R(mm)	d(mm)	n	アベ"数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.9094412	1.31	1.540000	64.3
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-2.314889	0.6438528		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.41	NA	0.86
WD(mm):ワーリングディスタンス	0.6438528	有効径(mm)	2.43

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.037216	A ₄	0.12088226
A ₆	-0.035389603	A ₈	0.11517092
A ₁₀	-0.12436494	A ₁₂	0.066347618
A ₁₄	0.0038566815	A ₁₆	-0.0076722834

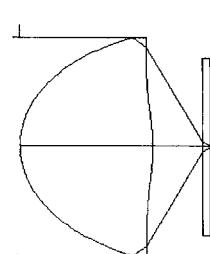
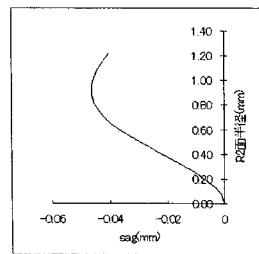
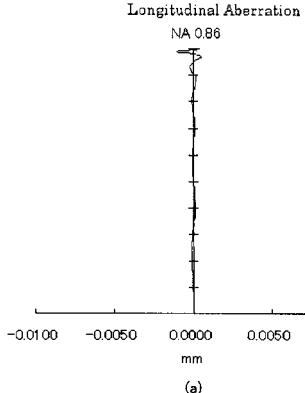
(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-93.81054	A ₄	0.067898776
A ₆	-0.20487399	A ₈	0.62345775
A ₁₀	-0.95229733	A ₁₂	0.76263482
A ₁₄	-0.31271551	A ₁₆	0.052060794

(d)

【図58】

図58



【図 5 9】

図59

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.7703533	1.1	1.530000	65.3
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.679665	0.5423588		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.5423588	有効径(mm)	2.04

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-0.9608537	A ₄	0.23631377
A ₆	-0.31532825	A ₈	1.0333374
A ₁₀	-1.7589185	A ₁₂	1.6369588
A ₁₄	-0.53423029	A ₁₆	-0.020576434

(c)

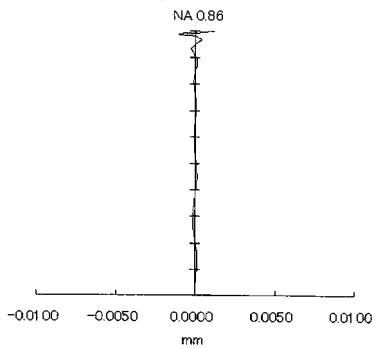
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-103.2593	A ₄	0.032963093
A ₆	-0.33676253	A ₈	2.2305246
A ₁₀	-5.3947166	A ₁₂	6.4049572
A ₁₄	-3.8137658	A ₁₆	0.91427145

(d)

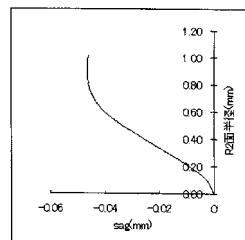
【図 6 0】

図60

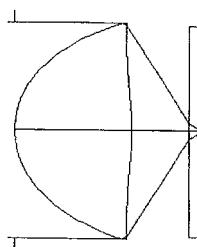
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図 6 1】

図61

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.231135	1.589	1.640000	55.0
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-6.797954	0.8220361		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.8220361	有効径(mm)	3.054

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k1	-1.021035	A ₄	0.062574235
A ₆	-0.045241681	A ₈	0.079327627
A ₁₀	-0.073809846	A ₁₂	0.042064319
A ₁₄	-0.012595027	A ₁₆	0.0015526444

(c)

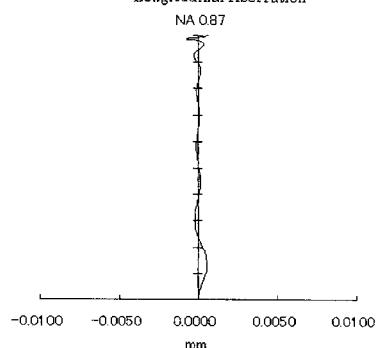
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k2	-1477.323	A ₄	0.0346752
A ₆	-0.019815736	A ₈	0.065615895
A ₁₀	-0.10571148	A ₁₂	0.077404108
A ₁₄	-0.027088902	A ₁₆	0.0037085859

(d)

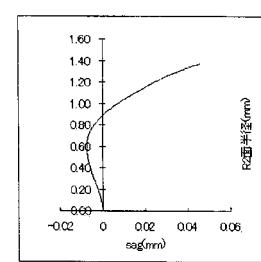
【図 6 2】

図62

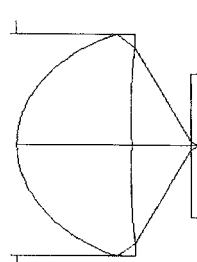
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図 6 3】

図63

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 λd
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	0.7844236	1.062	1.540000	64.3
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-1.783328	0.5658496		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	2.98
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.18	NA	0.86
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.5658496	有効径(mm)	2.03

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k ₁	-1.067617	A ₄	0.29498064
A ₆	-0.48058365	A ₈	1.5634422
A ₁₀	-2.8433291	A ₁₂	2.8755736
A ₁₄	-1.2503572	A ₁₆	0.13817705

(c)

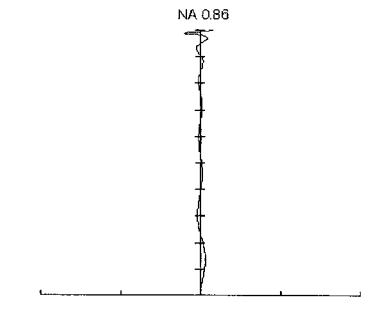
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k ₂	-130.6428	A ₄	0.093196351
A ₆	-0.79843961	A ₈	3.65791
A ₁₀	-7.7151766	A ₁₂	8.4989355
A ₁₄	-4.8070571	A ₁₆	1.1070974

(d)

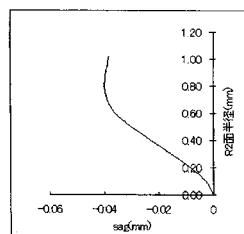
【図 6 4】

図64

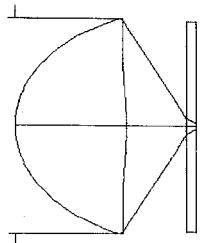
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図 6 5】

図65

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベーチ数 λd
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.144334	1.5885	1.570000	63.5
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-4.129549	0.8215144		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.87
WD(mm):ワーキングディスタンス	0.8215144	有効径(mm)	3.07

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k ₁	-0.9235149	A ₄	0.046192323
A ₆	-0.0093976409	A ₈	0.02383725
A ₁₀	-0.021179362	A ₁₂	0.013479068
A ₁₄	-0.0040714599	A ₁₆	0.00048835963

(c)

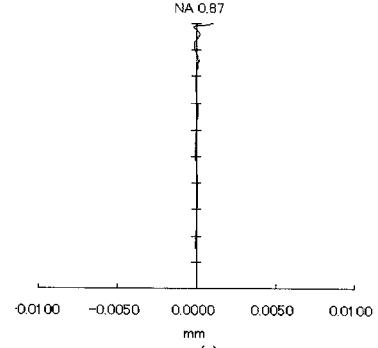
光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k ₂	-204.3627	A ₄	-0.018214151
A ₆	0.11041367	A ₈	-0.12846609
A ₁₀	0.076998924	A ₁₂	-0.026153861
A ₁₄	0.0047664661	A ₁₆	-0.00036133903

(d)

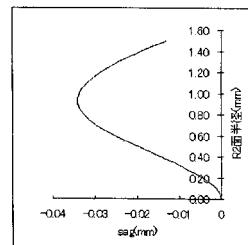
【図 6 6】

図66

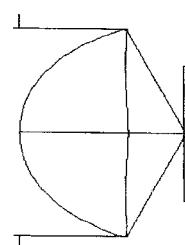
Longitudinal Aberration



(a)



(b)



(c)

【図67】

図67

面番号	R(mm) 曲率半径	d(mm) (面間隔)	n (屈折率)	アベ・数 ν d
0(絞り)	∞	0		
1(光ピックアップレンズ:R1面)	1.145264	1.63	1.560000	63.3
2(光ピックアップレンズ:R2面)	-3.529421	0.8092724		
3(光ディスク内光透過層)	∞	0.0875	1.621308	29.8
4(光ディスク内光透過層)	∞	0		

(a)

f(mm)	1.765	NA	0.86
WD(mm):ワーリングディスタンス	0.8092724	有効径(mm)	3.05

(b)

光ピックアップレンズ:R1面 非球面係数			
k ₁	-0.9484284	A ₄	0.046363008
A ₆	-0.0010598525	A ₈	0.013732556
A ₁₀	-0.010278977	A ₁₂	0.0043817762
A ₁₄	-0.00028907686	A ₁₆	-8.428967e-005

(c)

光ピックアップレンズ:R2面 非球面係数			
k ₂	-102.2111	A ₄	0.060907754
A ₆	-0.095320706	A ₈	0.14058537
A ₁₀	-0.12435916	A ₁₂	0.061577603
A ₁₄	-0.016000199	A ₁₆	0.0017059725

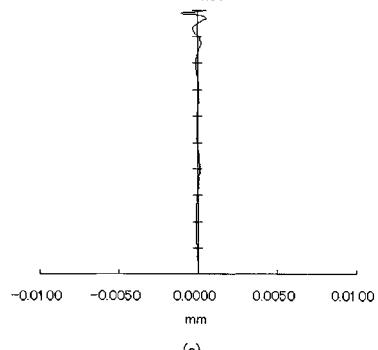
(d)

【図68】

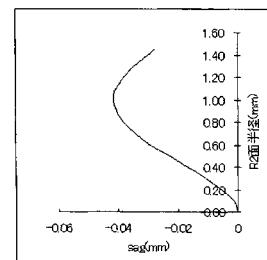
図68

Longitudinal Aberration

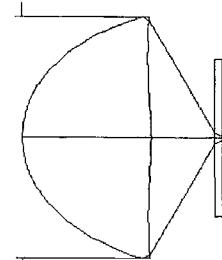
NA 0.86



(a)



(b)



(c)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-185797(JP,A)
特開2005-156719(JP,A)
特開2005-025925(JP,A)
特開2004-335080(JP,A)
特開2006-155839(JP,A)
特開2001-324673(JP,A)
特開2003-337281(JP,A)
特開2003-279851(JP,A)
特開2005-166227(JP,A)
特開2004-265573(JP,A)
特開2003-091854(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 7 / 135