

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02005/088625

発行日 平成20年1月31日(2008.1.31)

(43) 国際公開日 平成17年9月22日(2005.9.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G 1 1 B 7/135 (2006.01)</b>	G 1 1 B 7/135 A	2H049
<b>G O 2 B 13/00 (2006.01)</b>	G 1 1 B 7/135 Z	2H087
<b>G O 2 B 13/18 (2006.01)</b>	G O 2 B 13/00	5D789
<b>G O 2 B 5/18 (2006.01)</b>	G O 2 B 13/18	
	G O 2 B 5/18	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 37 頁)

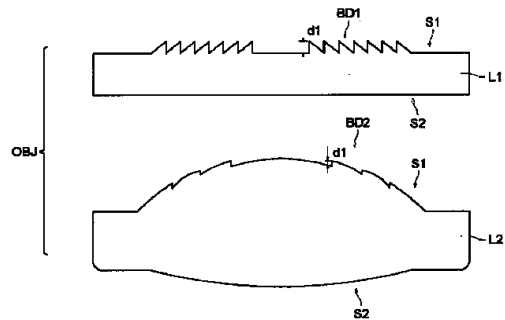
出願番号 特願2006-510924 (P2006-510924)	(71) 出願人 303000408 コニカミノルタオプト株式会社 東京都八王子市石川町2970番地
(21) 国際出願番号 PCT/JP2005/003716	(72) 発明者 池中 清乃 日本国東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内
(22) 国際出願日 平成17年3月4日(2005.3.4)	Fターム(参考) 2H049 AA04 AA17 AA45 AA57 AA64 2H087 KA13 LA01 PA02 PA17 PB02 QA02 QA06 QA12 QA21 QA32 QA41 RA05 RA12 RA46 5D789 AA41 BA01 EC01 FA08 JA44
(31) 優先権主張番号 特願2004-73025 (P2004-73025)	
(32) 優先日 平成16年3月15日(2004.3.15)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物光学素子及び光ピックアップ装置

(57) 【要約】

本発明に係る対物光学素子は、異なる3つの波長の光束を入射する光源と、対物光学素子を含む集光光学系とを有する光ピックアップ装置に使用され、光情報記録媒体に対して情報の再生及び/又は記録を行う際には、前記対物光学素子に、各光源から出射された光束がほぼ無限平行光束で入射する。前記対物光学素子は2枚以上の光学素子から構成され、第1の位相差付与構造が形成された第1の面と、第2の位相差付与構造が形成された第2の面を有し、前記第1の位相差付与構造と前記第2の位相差付与構造は、前記異なる3つの波長の光束がそれぞれに入射された際に、3つの光束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記3つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

波長 1 の第 1 光源と、波長 2 (  $0.5 \times 1$  2  $0.7 \times 1$  ) の第 2 光源と、波長 3 (  $1.8 \times 1$  3  $2.2 \times 1$  ) の第 3 光源と、対物光学素子を含む集光光学系とを有し、保護基板厚  $t_1$  の第 1 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行い、保護基板厚  $t_2$  (  $0.9 \times t_1$   $t_2$   $1.1 \times t_1$  ) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行い、保護基板厚  $t_3$  (  $1.9 \times t_1$   $t_3$   $2.1 \times t_1$  ) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行う光ピックアップ装置に使用される対物光学素子であって、

10

前記対物光学素子は、前記第 1 光情報記録媒体に対して情報の再生及び / 又は記録を行う際には、前記第 1 光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の再生及び / 又は記録を行う際には、前記第 2 光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、且つ、前記第 3 光情報記録媒体に対して情報の再生及び / 又は記録を行う際には、前記第 3 光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、

前記対物光学素子は 2 枚以上の光学素子から構成され、光軸方向から見たときに光軸を中心とした複数の輪帯面を備える第 1 の位相差付与構造が形成された第 1 の面と、光軸方向から見たときに光軸を中心とした複数の輪帯面を備える第 2 の位相差付与構造が形成された第 2 の面を有し、

20

前記第 1 の位相差付与構造は、前記波長 1 の光束、前記波長 2 の光束及び前記波長 3 の光束がそれぞれに入射された際に、前記 3 つの光束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記 3 つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有し、

前記第 2 の位相差付与構造は、前記波長 1 の光束、前記波長 2 の光束及び前記波長 3 の光束がそれぞれに入射された際に、前記 3 つの光束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記 3 つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有することを特徴とする対物光学素子。

## 【請求項 2】

30

前記第 1 の位相差付与構造及び前記第 2 の位相差付与構造は、ブレード型回折構造であることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の対物光学素子。

## 【請求項 3】

前記 2 枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 1 における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_1$  は、以下の式を満たすことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の対物光学素子。

$$5 \times 1 / (n_1 - 1) \quad d_1 < 6 \times 1 / (n_1 - 1) \quad (1)$$

## 【請求項 4】

前記 2 枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 1 における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_1$  は、以下の式を満たすことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の対物光学素子。

40

$$10 \times 1 / (n_1 - 1) \quad d_1 < 11 \times 1 / (n_1 - 1) \quad (2)$$

## 【請求項 5】

前記 2 枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 1 における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_1$  は、以下の式を満たすことを特徴とする請求の範囲第 2 項に記載の対物光学素子。

$$3 \times 1 / (n_1 - 1) \quad d_1 < 4 \times 1 / (n_1 - 1) \quad (3)$$

## 【請求項 6】

前記第 1 の位相差付与構造は、ブレード型回折構造であり、前記第 2 の位相差付与構造は、透過型位相差付与構造であり、前記第 1 の位相差付与構造よりも前記第 2 の位相差付

50

与構造の方が、光情報記録媒体側に配置されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の対物光学素子。

【請求項7】

前記2枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 $\lambda_1$ における屈折率を $n_1$ としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差 $d_1$ は、以下の式を満たすことを特徴とする請求の範囲第6項に記載の対物光学素子。

$$5 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_1 < 6 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (4)$$

【請求項8】

前記2枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の前記波長 $\lambda_1$ における屈折率を $n_1$ としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差 $d_2$ は、以下の式を満たすことを特徴とする請求の範囲第6又は7項に記載の対物光学素子。

$$1 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 2 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (5)$$

【請求項9】

前記2枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の前記波長 $\lambda_1$ における屈折率を $n_1$ としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差 $d_2$ は、以下の式を満たすことを特徴とする請求の範囲第6又は7項に記載の対物光学素子。

$$3 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 4 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (6)$$

【請求項10】

前記第1の位相差付与構造及び前記第2の位相差付与構造は、透過型位相差付与構造であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の対物光学素子。

【請求項11】

前記2枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の波長 $\lambda_1$ の光束における屈折率を $n_1$ としたときに、前記各輪帯の光軸に平行な段差 $d_2$ は、以下の式を満たすことを特徴とする請求の範囲第10項に記載の対物光学素子。

$$1 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 2 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (8)$$

【請求項12】

前記2枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の波長 $\lambda_1$ の光束における屈折率を $n_1$ としたときに、前記各輪帯の光軸に平行な段差 $d_2$ は、以下の式を満たすことを特徴とする請求の範囲第10項に記載の対物光学素子。

$$3 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 4 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (9)$$

【請求項13】

前記2枚以上の光学素子のうち少なくとも1つの光学素子の材料はプラスチックであることを特徴とする請求の範囲第1～12項のいずれかに記載の対物光学素子。

【請求項14】

前記2枚以上の光学素子の材料は全て同じであることを特徴とする請求の範囲第1～13項のいずれかに記載の対物光学素子。

【請求項15】

前記光ピックアップ装置の使用時において、前記2枚以上の光学素子の相対的間隔は変化しないように用いられることを特徴とする請求の範囲第1～14項のいずれかに記載の対物光学素子。

【請求項16】

前記2枚以上の光学素子は、連結部を介して接着されて一体化されていることを特徴とする請求の範囲第1～15項のいずれかに記載の対物光学素子。

【請求項17】

前記第1の位相差付与構造又は前記第2の位相差付与構造によって、前記波長 $\lambda_1$ の光束が入射された際に生じる色収差が補正されることを特徴とする請求の範囲第1～16項のいずれかに記載の対物光学素子。

【請求項18】

前記波長 $\lambda_3$ の光束を用いて前記第3光情報媒体に対して、情報の再生及び/又は記録を行う際に必要な開口数より外側に入射される前記波長 $\lambda_3$ の光束を集光しないことを特

10

20

30

40

50

徴とする請求の範囲第 1 ~ 17 項のいずれかに記載の対物光学素子。

【請求項 19】

波長 1 の第 1 光源と、波長 2 ( $0.5 \times 10^{-6}$  m) の第 2 光源と、波長 3 ( $1.8 \times 10^{-6}$  m) の第 3 光源と、請求の範囲第 1 ~ 18 項のいずれかに記載の対物光学素子を含む集光光学系と、を有し、前記第 1 光源、前記第 2 光源、前記第 3 光源のうち少なくとも 2 つの光源が単一のパッケージ内に収容された単一の光源ユニットを構成しており、保護基板厚  $t_1$  の第 1 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行ない、保護基板厚  $t_2$  ( $0.9 \times t_1$  ~  $1.1 \times t_1$ ) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行ない、保護基板厚  $t_3$  ( $1.9 \times t_1$  ~  $2.1 \times t_1$ ) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行う光ピックアップ装置。

10

【請求項 20】

前記第 1 光情報記録媒体は光軸方向に隔置された 2 つの情報記録面を有し、それら 2 つの情報記録面の間隔  $L$  は、 $0.015$  mm ~  $0.030$  mmであることを特徴とする請求の範囲第 19 項に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 21】

前記波長 2 の光束を出射する第 2 光源と前記波長 3 の光束を出射する第 3 光源とは単一のパッケージ内に収容されて単一の光源ユニットを構成していることを特徴とする請求の範囲第 19 ~ 20 項のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

20

【請求項 22】

前記第 1 光源、前記第 2 光源、前記第 3 光源は、単一のパッケージ内に配置された単一の光源ユニットを構成していることを特徴とする請求の範囲第 19 ~ 21 項のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ピックアップ装置に関し、特に、光源波長の異なる 3 つの光源から出射される光束を用いて、3 つ以上の異なる光情報記録媒体に対して、それぞれ情報の記録及び / 又は再生が可能な光ピックアップ装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、光ピックアップ装置において、光ディスクに記録された情報の再生や、光ディスクへの情報の記録のための光源として使用されるレーザ光源の短波長化が進み、例えば、青紫色半導体レーザや、第 2 高調波発生を利用して赤外半導体レーザの波長変換を行う青紫色 SHG レーザ等の波長  $405$  nm のレーザ光源が実用化されつつある。

【0003】

これら青紫色レーザ光源を使用すると、DVD (デジタルバーサタイルディスク) と同じ開口数 (NA) の対物レンズを使用する場合で、直径  $12$  cm の光ディスクに対して、 $15$  ~  $20$  GB の情報の記録が可能となり、対物レンズの NA を  $0.85$  にまで高めた場合には、直径  $12$  cm の光ディスクに対して、 $23$  ~  $25$  GB の情報の記録が可能となる。以下、本明細書では、青紫色レーザ光源を使用する光ディスク及び光磁気ディスクを総称して「高密度光ディスク」という。

40

【0004】

ところで、このような高密度光ディスクに対して適切に情報の記録 / 再生ができるというだけでは、光ディスクプレーヤ / レコーダの製品としての価値は十分なものとはいえない。現在において、多種多様な情報を記録した DVD や CD (コンパクトディスク) が販売されている現実をふまえると、高密度光ディスクに対して情報の記録 / 再生ができるだけではならず、例えばユーザが所有している DVD や CD に対しても同様に適切に情報の

50

記録／再生ができるようにすることが、高密度光ディスク用の光ディスクプレーヤ／レコーダとしての商品価値を高めることに通じるのである。このような背景から、高密度光ディスク用の光ディスクプレーヤ／レコーダに搭載される光ピックアップ装置は、高密度光ディスク、DVD及びCDの3種類の光ディスクの何れに対しても互換性を維持しながら適切に情報を記録／再生できる性能を有することが望まれる。

【0005】

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

10

【0006】

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

【0007】

しかるに、光ピックアップ装置において共通の対物光学素子を用いて互換を実現しようとする場合、それぞれの光ディスクに用いられる光源波長や保護基板厚が異なるため、光ディスクの情報記録面上に良好に収差補正のなされた集光スポットを形成するためには何らかの工夫が必要となる。

20

【0008】

一つの収差補正の態様としては、対物光学素子への光の入射角を変えることが考えられる。かかる収差補正の態様によれば、対物光学素子に入射する光束の発散度合いを変えることで、使用する光ディスクに応じた収差補正を行えるようになっている（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2001-60336号公報。

【0009】

しかるに、対物光学素子を共通の光路上に配置した場合、全ての波長の光束に対して無限平行光束を入射させて記録・再生する設計とすると、軸外入射光の性能を向上させることになるので好ましいが、特許文献1に記載の技術では、CDの情報記録及び／又は再生時には発散光束を入射させており、軸外特性が悪くなる恐れがある。すなわち、対物光学素子への入射光束の発散度合いが大きくなるほど、トラッキング時にレンズシフトした際のコマ収差が大きく発生する恐れがある。

30

【発明の開示】

【0010】

本発明は、従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、異なる3つの波長を持つ光束を入射させた場合でも、良好な球面収差補正を行える対物光学素子および光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

40

【0011】

本発明に係る対物光学素子は、異なる3つの波長を入射する光源と、対物光学素子を含む集光光学系とを有し、情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置に使用される対物光学素子であって、前記対物光学素子は、光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う際には、各光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、前記対物光学素子は2枚以上の光学素子から構成され、光軸方向から見たときに光軸を中心とした複数の輪帯面を備える第1の位相差付与構造が形成された第1の面と、光軸方向から見たときに光軸を中心とした複数の輪帯面を備える第2の位相差付与構造が形成された第2の面を有し、前記第1の位相差付与構造は、前記波長1の光束、前記波長2の光束及び前記波長3の光束がそれぞれに入射された際に、前記3つの光

50

束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記3つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有し、前記第2の位相差付与構造は、前記波長1の光束、前記波長2の光束及び前記波長3の光束がそれぞれに入射された際に、前記3つの光束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記3つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有する。

【0012】

本発明に係る対物光学素子は、例えば、H D、D V D及びC Dに対して情報の再生及び/又は記録を行う場合、共通の光路に配置された対物光学素子に対してほぼ無限平行光の光束が入射されるようになっていて、その軸外特性を向上させることができ、製造時の許容度が広がる。又、本発明に係る対物光学素子では、2つの面に設けた位相差付与構造を用いて、異なる3つの波長を持つ光束に対して位相差を与えることで球面収差或いは波面収差の補正を行うため、単一の位相差付与構造を用いる場合と比較すると、位相差付与構造の負担が軽減され、輪帯ピッチなどが小さくなりすぎず製造の許容範囲が広がる。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略断面図である。

【図2】図2は対物光学素子O B Jの概略断面図である。

【図3】図3は対物光学素子O B Jの概略断面図である。

【図4】図4は対物光学素子O B Jの概略断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0014】

以下、本発明の好ましい構成を説明する。

【0015】

項1に記載の対物光学素子は、波長1の第1光源と、波長2 ( $0.5 \times 1$   $0.7 \times 1$ ) の第2光源と、波長3 ( $1.8 \times 1$   $2.2 \times 1$ ) の第3光源と、対物光学素子を含む集光光学系とを有し、保護基板厚  $t_1$  の第1光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び/又は記録を行い、保護基板厚  $t_2$  ( $0.9 \times t_1$   $1.1 \times t_1$ ) の第2光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第2光源から出射される光束を用いて情報の再生及び/又は記録を行い、保護基板厚  $t_3$  ( $1.9 \times t_1$   $2.1 \times t_1$ ) の第3光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び/又は記録を行う光ピックアップ装置に使用される対物光学素子であって、

30

前記対物光学素子は、前記第1光情報記録媒体に対して情報の再生及び/又は記録を行う際には、前記第1光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、前記第2光情報記録媒体に対して情報の再生及び/又は記録を行う際には、前記第2光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、且つ、前記第3光情報記録媒体に対して情報の再生及び/又は記録を行う際には、前記第3光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、前記対物光学素子は2枚以上の光学素子から構成され、光軸方向から見たときに光軸を中心とした複数の輪帯面を備える第1の位相差付与構造が形成された第1の面と、光軸方向から見たときに光軸を中心とした複数の輪帯面を備える第2の位相差付与構造が形成された第2の面を有し、前記第1の位相差付与構造は、前記波長1の光束、前記波長2の光束及び前記波長

40

3の光束がそれぞれに入射された際に、前記3つの光束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記3つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有し、前記第2の位相差付与構造は、前記波長1の光束、前記波長2の光束及び前記波長3の光束がそれぞれに入射された際に、前記3つの光束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記3つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有する。

【0016】

本構成によれば、前記第1光情報記録媒体、前記第2光情報記録媒体又は前記第3光情

50

報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行う場合、共通の光路に配置された前記対物光学素子に対して、前記第1光源、前記第2光源又は前記第3光源からほぼ無限平行光の光束が入射されるようになっているので、その軸外特性を向上させることができ、製造時の許容度が広がる。又、本発明では、2面に設けた位相差付与構造を用いて、前記波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ のうち、少なくとも2つの光束に対して位相差を与えることで球面収差或いは波面収差の補正を行うため、前記第1光情報記録媒体、前記第2光情報記録媒体及び前記第3光情報記録媒体のいずれに対しても、その情報記録面上に、情報の再生及び／又は記録可能な集光スポットを形成できる。

【0017】

項2に記載の対物光学素子は、項1に記載の構成において、前記第1の位相差付与構造及び前記第2の位相差付与構造は、ブレード型回折構造であることが好ましい。

10

【0018】

図2は、本発明の対物光学素子OBJを示す概略断面図であるが、光学面形状は誇張して描かれている。対物光学素子OBJは、同じプラスチック素材から形成された光学素子L1と光学素子L2とからなる。なお、図示は省略するが、それぞれの光学機能部（第1光束が通過する収差補正素子L1と集光素子L2の領域）の周囲には、光学機能部と一体に成形されたフランジ部（連結部ともいう）を有し、かかるフランジ部の一部同士を接合（例えば接着）することで一体化されており、すなわち両者の間隔は変化しない。光学素子L1、L2とを一体化する場合には、別部材の鏡枠を介して両者を一体化してもよい。

【0019】

20

光学素子L1の半導体レーザ光源側の光学面S1（入射面）には、図2に示すように、断面が鋸歯状の第1ブレード型回折構造BD1が形成されている。一方、光学素子L2の半導体レーザ光源側の光学面S1（入射面）にも、図2に示すように、断面が鋸歯状の第2ブレード型回折構造BD2が形成されている。第1ブレード型回折構造BD1と、第2ブレード型回折構造BD2は、通過する波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 及び $\lambda_3$ の光束に回折作用を与えて収差補正を行い、かかる回折光の全ては、前記第1光情報記録媒体、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及び／又は記録を行うために用いられる。

【0020】

本明細書において、「ブレード型回折構造」とは、光軸を含む断面形状で見たときに、鋸歯状である回折構造をいい、「回折構造」は、入射された光束に対して、0次以外の所定次数を主な光束とする回折光束を出射する構造をいう。尚、鋸歯状であるかどうかの判別においては、歯の根元を結んだ包絡面に対してその歯の形状を見ることによって判別され得ることは当業者に良く知られた事項である。

30

【0021】

また、本明細書において、「ほぼ無限平行光」とは、その無限平行光が入射される光学系の倍率mが、 $-1/500 < m < 1/500$ を満たす場合を指すものとする。

【0022】

項3に記載の対物光学素子は、項2に記載の構成において、前記2枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 $\lambda_1$ における屈折率を $n_1$ としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差d1（図2参照）は、以下の式を満たすことが好ましい。

40

【0023】

$$5 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_1 < 6 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (1)$$

本構成によれば、段差d1のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_1$ の回折光のうち5次回折光が最も高い回折効率を有し、段差d1のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_2$ の回折光のうち3次回折光が最も高い回折効率を有し、段差d1のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_3$ の回折光のうち2次又は3次回折光が最も高い回折効率を有する。この効率の高い回折光を用いて、情報の記録及び／又は再生を行うことで、光源から出射された光束を効率的に利用でき、結果として省電力を図れる光ピックアップ装置

50

を提供できる。

【0024】

項4に記載の対物光学素子は、項2に記載の構成において、前記2枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 $\lambda_1$ における屈折率を $n_1$ としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差 $d_1$ (図2参照)は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0025】

$$10 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_1 < 11 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (2)$$

本構成によれば、段差 $d_1$ のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_1$ の回折光のうち10次回折光が最も高い回折効率を有し、段差 $d_1$ のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_2$ の回折光のうち6次回折光が最も高い回折効率を有し、段差 $d_1$ のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_3$ の回折光のうち5次回折光が最も高い回折効率を有する。この効率の高い回折光を用いて、情報の記録及び/又は再生を行うことで、光源から出射された光束を効率的に利用でき、結果として省電力を図れる光ピックアップ装置を提供できる。

【0026】

項5に記載の対物光学素子は、項2に記載の構成において、前記2枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 $\lambda_1$ における屈折率を $n_1$ としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差 $d_1$ (図2参照)は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0027】

$$3 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_1 < 4 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (3)$$

本構成によれば、段差 $d_1$ のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_1$ の回折光のうち3次回折光が最も高い回折効率を有し、段差 $d_1$ のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_2$ の回折光のうち2次回折光が最も高い回折効率を有し、段差 $d_1$ のブレード型回折構造において生じる波長 $\lambda_3$ の回折光のうち1次又は2次回折光が最も高い回折効率を有する。この効率の高い回折光を用いて、情報の記録及び/又は再生を行うことで、光源から出射された光束を効率的に利用でき、結果として省電力を図れる光ピックアップ装置を提供できる。

【0028】

項6に記載の対物光学素子は、項1に記載の構成において、前記第1の位相差付与構造は、ブレード型回折構造であり、前記第2の位相差付与構造は、透過型位相差付与構造であり、前記第1の位相差付与構造よりも前記第2の位相差付与構造の方が、光情報記録媒体側に配置されることが好ましい。

【0029】

図3は、本発明の対物光学素子OBJを示す概略断面図であるが、光学面形状は誇張して描かれている。対物光学素子OBJは、同じプラスチック素材から形成された光学素子L1と光学素子L2とからなる。なお、図示は省略するが、それぞれの光学機能部(第1光束が通過する収差補正素子L1と集光素子L2の領域)の周囲には、光学機能部と一体に成形されたフランジ部(連結部ともいう)を有し、かかるフランジ部の一部同士を接合(例えば接着)することで一体化されており、すなわち両者の間隔は変化しない。光学素子L1、L2とを一体化する場合には、別部材の鏡枠を介して両者を一体化してもよい。

【0030】

光学素子L1の半導体レーザ光源側の光学面S1(入射面)には、図3に示すように、断面が鋸歯状のブレード型回折構造BD1が形成されている。一方、光学素子L2の半導体レーザ光源側の光学面S1(入射面)には、図3に示すように、光軸に対し同心円状に複数の輪帯を有する構造RD2が形成されている。ブレード型回折構造BD1は、通過する波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 及び $\lambda_3$ の光束に回折作用を与えて収差補正を行い、かかる回折光の全ては、前記第1光情報記録媒体、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及び/又は記録を行うために用いられる。又、複数の輪帯を有する構造

10

20

30

40

50



R D 2 は、通過する波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  及び  $\lambda_3$  の光束を、位相差を与えて透過させ、かかる透過光の全ては、前記第 1 光情報記録媒体、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及び / 又は記録を行うために用いられる。尚、光学素子 L 2 にブレード型回折構造を設け、光学素子 L 1 に複数の輪帯を有する構造を設けても良い。

【0031】

本明細書中において、「透過型位相差付与構造」とは、入射された光束に対して、位相差を付与した光束を出射する構造のうち、回折光束ではない透過光束（言い換えれば、回折光束を生じることなく、屈折作用により透過した光束）を主に射出する構造をいう。

【0032】

項 7 に記載の対物光学素子は、項 6 に記載の構成において、前記 2 枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長  $\lambda_1$  における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_1$ （図 3 参照）は、以下の式を満たすことが好ましい。

10

【0033】

$$5 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_1 < 6 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (4)$$

本構成によれば、段差  $d_1$  のブレード型回折構造において生じる波長  $\lambda_1$  の回折光のうち 5 次回折光が最も高い回折効率を有し、段差  $d_1$  のブレード型回折構造において生じる波長  $\lambda_2$  の回折光のうち 3 次回折光が最も高い回折効率を有し、段差  $d_1$  のブレード型回折構造において生じる波長  $\lambda_3$  の回折光のうち 2 次又は 3 次回折光が最も高い回折効率を有する。この効率の高い回折光を用いて、情報の記録及び / 又は再生を行うことで、光源から射出された光束を効率的に利用でき、結果として省電力を図れる光ピックアップ装置を提供できる。

20

【0034】

項 8 に記載の対物光学素子は、項 6 又は 7 に記載の構成において、前記 2 枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の前記波長  $\lambda_1$  における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_2$ （図 3 参照）は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0035】

$$1 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 2 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (5)$$

本構成によれば、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_1$  の光束には位相差が付与されず、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_2$  の光束には、ほぼ  $0.4 \times 2\pi$  又は  $-0.4 \times 2\pi$  の位相差が付与され、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_3$  の光束には、ほぼ  $0.5 \times 2\pi$  の位相差が付与される。この位相差を用いて、光情報記録媒体の保護基板厚の差に起因して生じる球面収差を補正することができる。

30

【0036】

項 9 に記載の対物光学素子は、項 6 又は 7 に記載の構成において、前記 2 枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の前記波長  $\lambda_1$  における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_2$ （図 3 参照）は、以下の式を満たすことが好ましい。

40

【0037】

$$3 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 4 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (6)$$

本構成によれば、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_1$  の光束には位相差が付与されず、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_2$  の光束には、ほぼ  $0.2 \times 2\pi$  又は  $-0.2 \times 2\pi$  の位相差が付与され、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_3$  の光束には、ほぼ  $0.5 \times 2\pi$  の位相差が付与される。この位相差を用いて、光情報記録媒体の保護基板厚の差に起因して生じる球面収差を補正することができる。

【0038】

項 10 に記載の対物光学素子は、項 1 に記載の構成において、前記第 1 の位相差付与構

50

造及び前記第 2 の位相差付与構造は、透過型位相差付与構造であることが好ましい。

【0039】

図 4 は、本発明の対物光学素子 O B J を示す概略断面図であるが、光学面形状は誇張して描かれている。対物光学素子 O B J は、同じプラスチック素材から形成された光学素子 L 1 と光学素子 L 2 とからなる。なお、図示は省略するが、それぞれの光学機能部（第 1 光束が通過する収差補正素子 L 1 と集光素子 L 2 の領域）の周囲には、光学機能部と一体に形成されたフランジ部（連結部ともいう）を有し、かかるフランジ部の一部同士を接合（例えば接着）することで一体化されており、すなわち両者の間隔は変化しない。光学素子 L 1、L 2 とを一体化する場合には、別部材の鏡枠を介して両者を一体化してもよい。

【0040】

光学素子 L 1 の半導体レーザ光源側の光学面 S 1（入射面）には、図 4 に示すように、光軸に対し同心円状に複数の輪帯を有する構造 R D 1 が形成されている。一方、光学素子 L 2 の半導体レーザ光源側の光学面 S 1（入射面）には、図 4 に示すように、光軸に対し同心円状に複数の輪帯を有する構造 R D 2 が形成されている。複数の輪帯を有する構造 R D 1、R D 2 は、通過する波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  及び  $\lambda_3$  の光束を、位相差を与えて透過させ、かかる透過光の全ては、前記第 1 光情報記録媒体、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及び / 又は記録を行うために用いられる。

【0041】

項 1 1 に記載の対物光学素子は、項 1 0 に記載の構成において、前記 2 枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の波長  $\lambda_1$  の光束における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯の光軸に平行な段差  $d_2$ （図 4 参照）は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0042】

$$\lambda_1 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \leq d_2 < 2 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (8)$$

本構成によれば、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_1$  の光束には位相差が付与されず、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_2$  の光束には、ほぼ  $0.4 \times \lambda_2$  又は  $-0.4 \times \lambda_2$  の位相差が付与され、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_3$  の光束には、ほぼ  $0.5 \times \lambda_2$  の位相差が付与される。この位相差を用いて、光情報記録媒体の保護基板厚の差に起因して生じる球面収差を補正することができる。

【0043】

項 1 2 に記載の対物光学素子は、項 1 0 に記載の構成において、前記 2 枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の波長  $\lambda_1$  の光束における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯の光軸に平行な段差  $d_2$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0044】

$$3 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \leq d_2 < 4 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (9)$$

本構成によれば、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_1$  の光束には位相差が付与されず、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_2$  の光束には、ほぼ  $0.2 \times \lambda_2$  又は  $-0.2 \times \lambda_2$  の位相差が付与され、段差  $d_2$  を有する前記透過型位相差付与構造を通過した波長  $\lambda_3$  の光束には、ほぼ  $0.5 \times \lambda_2$  の位相差が付与される。この位相差を用いて、光情報記録媒体の保護基板厚の差に起因して生じる球面収差を補正することができる。

【0045】

なお、前記対物光学素子において前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する前記対物光学素子の焦点距離  $f$  は、 $0.8 \text{ mm} \leq f \leq 4 \text{ mm}$  であることが好ましい。

【0046】

また、前記対物光学素子において、前記波長  $\lambda_3$  の光束が前記第 3 光情報記録媒体の情報記録面上に形成する集光スポットの波面収差は、 $0 \leq \text{rms} < 0.06$  であることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

項 1 3 に記載の対物光学素子は、項 1 ~ 1 2 のいずれかに記載の構成において、前記 2 枚以上の光学素子のうち少なくとも 1 つの光学素子の材料はプラスチックであることが好ましい。

## 【 0 0 4 8 】

項 1 4 に記載の対物光学素子は、項 1 ~ 1 3 のいずれかに記載の構成において、前記 2 枚以上の光学素子の材料は全て同じであることが好ましい。

## 【 0 0 4 9 】

項 1 5 に記載の対物光学素子は、項 1 ~ 1 4 のいずれかに記載の構成において、前記光ピックアップ装置の使用時において、前記 2 枚以上の光学素子の相対的間隔は変化しないように用いられることが好ましい。

10

## 【 0 0 5 0 】

項 1 6 に記載の対物光学素子は、項 1 ~ 1 5 のいずれかに記載の構成において、前記 2 枚以上の光学素子は連結部を介して接着されて一体化されていることが好ましい。

## 【 0 0 5 1 】

項 1 7 に記載の対物光学素子は、項 1 ~ 1 6 のいずれかに記載の構成において、前記第 1 の位相差付与構造又は前記第 2 の位相差付与構造によって、前記波長 1 の光束が入射された際に生じる色収差が補正されることが好ましい。

## 【 0 0 5 2 】

なお、前記対物光学素子において、前記第 1 光情報記録媒体は光軸方向に隔置された 2 つの情報記録面を有し、情報記録面の間隔  $L$  は、 $0.015 \text{ mm} < L < 0.030 \text{ mm}$  であることが好ましい。

20

## 【 0 0 5 3 】

また、前記対物光学素子において、前記波長 2 の光束を出射する第 2 光源と前記波長 3 の光束を出射する第 3 光源とは 1 つのパッケージに収容されていることが好ましい。

## 【 0 0 5 4 】

また、前記対物光学素子において、各波長の光束を出射する光源は、全て 1 つのパッケージに配置されていることが好ましい。

## 【 0 0 5 5 】

項 1 8 に記載の対物光学素子は、項 1 ~ 1 7 のいずれかに記載の構成において、前記波長 3 の光束を用いて前記第 3 光情報媒体に対して、情報の再生及び / 又は記録を行う際に必要な開口数より外側に入射される前記波長 3 の光束を集光しないことが好ましい。

30

## 【 0 0 5 6 】

項 1 9 に記載の光ピックアップ装置は、波長 1 の第 1 光源と、波長 2 ( $0.5 \times 1 < \lambda_2 < 0.7 \times 1$ ) の第 2 光源と、波長 3 ( $1.8 \times 1 < \lambda_3 < 2.2 \times 1$ ) の第 3 光源と、項 1 ~ 1 8 のいずれかに記載の対物光学素子を含む集光光学系と、を有し、前記第 1 光源、前記第 2 光源、前記第 3 光源のうち少なくとも 2 つの光源が単一のパッケージ内に収容された単一の光源ユニットを構成しており、保護基板厚  $t_1$  の第 1 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行ない、保護基板厚  $t_2$  ( $0.9 \times t_1 < t_2 < 1.1 \times t_1$ ) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行ない、保護基板厚  $t_3$  ( $1.9 \times t_1 < t_3 < 2.1 \times t_1$ ) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行う。本構成の作用効果は、項 1 に記載の形態と同様である。

40

## 【 0 0 5 7 】

項 2 0 に記載の光ピックアップ装置は、項 1 9 に記載の構成において、前記第 1 光情報記録媒体は光軸方向に隔置された 2 つの情報記録面を有し、それら 2 つの情報記録面の間隔  $L$  は、 $0.015 \text{ mm} < L < 0.030 \text{ mm}$  であることが好ましい。

## 【 0 0 5 8 】

項 2 1 に記載の光ピックアップ装置は、項 1 9 ~ 2 0 のいずれかに記載の構成において

50

、前記波長 2 の光束を出射する第 2 光源と前記波長 3 の光束を出射する第 3 光源とは単一のパッケージ内に収容されて単一の光源ユニットを構成していることが好ましい。

【0059】

項 22 に記載の光ピックアップ装置は、項 19 ~ 21 のいずれかに記載の構成において、前記第 1 光源、前記第 2 光源、前記第 3 光源は、単一のパッケージ内に配置された単一の光源ユニットを構成していることが好ましい。

【0060】

また、本発明に係る別の光ピックアップ装置は、波長 1 の第 1 光源と、波長 2 ( $0.5 \times 1 \quad 2 \quad 0.7 \times 1$ ) の第 2 光源と、波長 3 ( $1.8 \times 1 \quad 3 \quad 2.2 \times 1$ ) の第 3 光源と、対物光学素子を含む集光光学系とを有し、保護基板厚  $t_1$  の第 1 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 1 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行い、保護基板厚  $t_2$  ( $0.9 \times t_1 \quad t_2 \quad 1.1 \times t_1$ ) の第 2 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 2 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行い、保護基板厚  $t_3$  ( $1.9 \times t_1 \quad t_3 \quad 2.1 \times t_1$ ) の第 3 光情報記録媒体の情報記録面に対して、前記第 3 光源から出射される光束を用いて情報の再生及び / 又は記録を行う光ピックアップ装置であって、

前記対物光学素子は、前記第 1 光情報記録媒体に対して情報の再生及び / 又は記録を行う際には、前記第 1 光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、前記第 2 光情報記録媒体に対して情報の再生及び / 又は記録を行う際には、前記第 2 光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、且つ、前記第 3 光情報記録媒体に対して情報の再生及び / 又は記録を行う際には、前記第 3 光源から出射された光束がほぼ無限平行光の光束で入射するように用いられ、

前記対物光学素子は 2 枚以上の光学素子から構成され、光軸方向から見たときに光軸を中心とした複数の輪帯面を備える第 1 の位相差付与構造が形成された第 1 の面と、光軸方向から見たときに光軸を中心とした複数の輪帯面を備える第 2 の位相差付与構造が形成された第 2 の面を有し、前記第 1 の位相差付与構造は、前記波長 1 の光束、前記波長 2 の光束及び前記波長 3 の光束がそれぞれに入射された際に、前記 3 つの光束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記 3 つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有し、前記第 2 の位相差付与構造は、前記波長 1 の光束、前記波長 2 の光束及び前記波長 3 の光束がそれぞれに入射された際に、前記 3 つの光束ともそれぞれ回折光束が出射される構造、又は前記 3 つの光束ともそれぞれ回折作用を受けない透過光束が出射される構造を有する。本構成の作用効果は、項 1 に記載の形態と同様である。

【0061】

前記光ピックアップ装置において、前記第 1 の位相差付与構造及び前記第 2 の位相差付与構造は、ブレード型回折構造であることが好ましい。

【0062】

前記光ピックアップ装置の前記ブレード型回折構造において、前記 2 枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 1 における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_1$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0063】

$$5 \times 1 / (n_1 - 1) \quad d_1 < 6 \times 1 / (n_1 - 1) \quad (1)$$

前記光ピックアップ装置の前記ブレード型回折構造において、前記 2 枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長 1 における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_1$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0064】

$$10 \times 1 / (n_1 - 1) \quad d_1 < 11 \times 1 / (n_1 - 1) \quad (2)$$

前記光ピックアップ装置の前記ブレード型回折構造において、前記 2 枚以上の光学素子

のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長  $\lambda_1$  における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_1$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0065】

$$3 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_1 < 4 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (3)$$

前記光ピックアップ装置において、前記第1の位相差付与構造は、ブレード型回折構造であり、前記第2の位相差付与構造は、透過型位相差付与構造であり、前記第1の位相差付与構造よりも前記第2の位相差付与構造の方が、光情報記録媒体側に配置されることが好ましい。

【0066】

前記光ピックアップ装置の前記ブレード型回折構造において、前記2枚以上の光学素子のうち前記ブレード型回折構造が形成された光学素子の前記波長  $\lambda_1$  における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_1$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0067】

$$5 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_1 < 6 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (4)$$

前記光ピックアップ装置において、前記2枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の前記波長  $\lambda_1$  における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_2$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0068】

$$1 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 2 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (5)$$

前記光ピックアップ装置において、前記2枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の前記波長  $\lambda_1$  における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯面の光軸に平行な段差  $d_2$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0069】

$$3 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 4 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (6)$$

前記光ピックアップ装置は、前記第1の位相差付与構造及び前記第2の位相差付与構造は、透過型位相差付与構造であることが好ましい。

【0070】

前記光ピックアップ装置は、前記2枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の波長  $\lambda_1$  の光束における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯の光軸に平行な段差  $d_2$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0071】

$$1 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 2 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (8)$$

前記光ピックアップ装置は、前記2枚以上の光学素子のうち前記透過型位相差付与構造が形成された光学素子の波長  $\lambda_1$  の光束における屈折率を  $n_1$  としたときに、前記各輪帯の光軸に平行な段差  $d_2$  は、以下の式を満たすことが好ましい。

【0072】

$$3 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) < d_2 < 4 \times \lambda_1 / (n_1 - 1) \quad (9)$$

前記光ピックアップ装置において、前記波長  $\lambda_1$  の光束に対する前記対物光学素子の焦点距離  $f$  は、 $0.8 \text{ mm} < f < 4 \text{ mm}$  であることが好ましい。

【0073】

前記光ピックアップ装置において、前記波長  $\lambda_3$  の光束が前記第3光情報記録媒体の情報記録面上に形成する集光スポットの波面収差は、 $0 < \text{波面収差} < 0.06 \text{ rms}$  であることが好ましい。

【0074】

前記光ピックアップ装置は、前記2枚以上の光学素子のうち少なくとも1つの光学素子の材料はプラスチックであることが好ましい。

【0075】

前記光ピックアップ装置は、前記2枚以上の光学素子の材料は全て同じであることが好

10

20

30

40

50

ましい。

【0076】

前記光ピックアップ装置の使用時において、前記光学素子の相対的間隔は変化しないことが好ましい。

【0077】

前記光ピックアップ装置は、前記2枚以上の光学素子は連結部を介して接着されて一体化されていることが好ましい。

【0078】

前記光ピックアップ装置は、前記第1の位相差付与構造又は前記第2の位相差付与構造によって、前記波長1の光束が入射された際に生じる色収差が補正されることが好ましい。

10

【0079】

前記光ピックアップ装置において、前記第1光情報記録媒体は光軸方向に隔置された2つの情報記録面を有し、それら2つの情報記録面の間隔Lは、 $0.015\text{ mm} < L < 0.030\text{ mm}$ であることが好ましい。

【0080】

前記光ピックアップ装置において、前記波長2の光束を出射する第2光源と前記波長3の光束を出射する第3光源とは単一のパッケージ内に収容されて単一の光源ユニットを構成していることが好ましい。

【0081】

前記光ピックアップ装置において、前記第1光源、前記第2光源、前記第3光源は、単一のパッケージ内に配置された単一の光源ユニットを構成していることが好ましい。

20

【0082】

前記光ピックアップ装置は、前記波長3の光束を用いて前記第3光情報媒体に対して、情報の再生及び/又は記録を行う際に必要な開口数より外側に入射される前記波長3の光束はフレア化されることが好ましい。

【0083】

本明細書において、「フレア成分(フレア光)」とは、所定の情報記録面上での記録又は再生に必要なスポット形成に寄与しないような作用が及ぼされた所定開口数以上の光束のことであり、例えばCDの記録又は再生の場合にあっては当該CDの記録又は再生に必要な開口数が $0 \sim 0.43$ もしくは $0.45$ よりも高開口数に対応する入射光束に対して、波面収差が $0.07\text{ rms}$ (この場合、はCD使用波長)以上の収差を生じさせている光束を指す。「フレア化」とは入射光束をこのような収差を生じさせる光束として情報記録面に対して照射させる様な特性とする事をいう。

30

【0084】

本明細書中において、対物光学素子とは、狭義に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において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有する光学素子を指し、広義にはその光学素子と共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能な光学素子を指すものとする。

【0085】

本明細書中において、第1光情報記録媒体とは、 $NA 0.65$ 乃至 $0.67$ の対物光学素子により情報の記録/再生を行い、保護層の厚さが $0.6\text{ mm}$ 程度である規格の光ディスク(例えば、HD DVD)を指すものとする。第2光情報記録媒体とは、再生専用を用いるDVD-ROM, DVD-Videoの他、再生/記録を兼ねるDVD-RAM, DVD-R, DVD-RW等の各種DVD系の光ディスクを含むものである。又、第3光情報記録媒体とは、CD-R, CD-RW等のCD系の光ディスクをいう。尚、本明細書中、保護基板(保護層ともいう)の厚さというときは、厚さ $0\text{ mm}$ も含めるものとする。

40

【0086】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。図1は、高密度光ディスクHD(第1光ディスク)とDVD(第2光ディスク)とCD(第3光ディスク)と

50

の何れに対しても適切に情報の記録/再生を行える第1の光ピックアップ装置PUの構成を概略的に示す図である。

【0087】

光ピックアップ装置PUは、高密度光ディスクHDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され408nmのレーザ光束(第1光束)を射出する青紫色半導体レーザLD1(第1光源)、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され658nmのレーザ光束(第2光束)を射出する赤色半導体レーザ(第2光源)と、CDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され785nmのレーザ光束(第3光束)を射出する赤外半導体レーザ(第3光源)とを1つのパッケージに収容したレーザユニット2L1P(但し、第2光源と第3光源とをそれぞれ別のパッケージに収容しても良い)、高密度光ディスクHDの情報記録面RL1からの反射光束を受光する第1光検出器PD1、DVDの情報記録面RL2及びCDの情報記録面RL3からの反射光束を受光する第2光検出器PD2、収差補正素子L1(第1光学素子)とこの収差補正素子L1を透過したレーザ光束を情報記録面RL1、RL2、RL3上に集光させる機能を有する両面非球面の集光素子L2(第2光学素子)とから構成された対物光学素子OBJ(図2~4のいずれかに示すもの)、2軸アクチュエータAC1、高密度光ディスクHDの開口数NA1に対応した絞りSTO、光学素子E1、E2からなるビームエキスパンダEXP、第1~第4偏光ビームスプリッタBS1~BS4、第1~第3コリメートレンズCOL1~COL3、第1センサーレンズSEN1、第2センサーレンズSEN2等から概略構成されている。

10

【0088】

光ピックアップ装置PUにおいて、高密度光ディスクHDに対して情報の記録/再生を行う場合には、図1において実線でその光線経路を描いたように、青紫色半導体レーザLD1を発光させる。青紫色半導体レーザLD1から射出された発散光束は、第1コリメートレンズCOL1により平行光束に変換された後、第1の偏光ビームスプリッタBS1を透過し、ビームエキスパンダEXPで色収差を補正された後(ビームエキスパンダEXPの代わりに第1コリメートレンズCOL1で色収差補正しても良い)、第2の偏光ビームスプリッタBS2を透過した後、絞りSTOにより光束径が規制され、対物光学素子OBJによって第1保護層PL1を介して情報記録面RL1上に形成されるスポットとなる。なお、対物光学素子OBJが波長1の光束に対して与える作用については後述する。対物光学素子OBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行う。

20

30

【0089】

情報記録面RL1で情報ビットにより変調された反射光束は、再び対物光学素子OBJ、第2の偏光ビームスプリッタBS2、ビームエキスパンダEXPを通過した後、第1の偏光ビームスプリッタBS1により反射され、センサーレンズSEN1により非点収差を与えられ、第3コリメートレンズCOL3により収斂光束に変換され、第1光検出器PD1の受光面上に収束する。そして、第1光検出器PD1の出力信号を用いて高密度光ディスクHDに記録された情報を読み取ることができる。

【0090】

また、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合には、まずレーザユニット2L1Pの第2光源を発光させる。レーザユニット2L1Pから射出された発散光束は、図1において点線でその光線経路を描いたように、第3偏光ビームスプリッタ、第4偏光ビームスプリッタを通過し、第2コリメートレンズCOL2により平行光束とされた後、第2偏光ビームスプリッタBS2で反射し、対物光学素子OBJによって第2保護層PL2を介して情報記録面RL2上に形成されるスポットとなる。なお、対物光学素子OBJが波長2の光束に対して与える作用については後述する。対物光学素子OBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行う。情報記録面RL2で情報ビットにより変調された反射光束は、再び対物光学素子OBJを通過し、第2偏光ビームスプリッタBS2で反射され、第2コリメートレンズCOL2により収斂光束に変換され、第4偏光ビームスプリッタBS4で反射され、第2センサーレンズ

40

50

SEN2によって非点収差を与えられ、第2光検出器PD2の受光面上に収束する。そして、第2光検出器PD2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。

【0091】

また、CDに対して情報の記録/再生を行う場合には、レーザユニット2L1Pの第3光源を発光させる。レーザユニット2L1Pから射出された発散光束は、図示していないが、第3偏光ビームスプリッタ、第4偏光ビームスプリッタを通過し、第2コリメートレンズCOL2により平行光束とされた後、第2偏光ビームスプリッタBS2で反射し、対物光学素子OBJによって第3保護層PL3を介して情報記録面RL3上に形成されるスポットとなる。なお、対物光学素子OBJが波長 $\lambda$ の光束に対して与える作用については後述する。対物光学素子OBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行い、波面収差が $0.06 \text{ rms}$ の範囲に収まるようにする。情報記録面RL3で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物光学素子OBJを通過し、第2偏光ビームスプリッタBS2で反射され、第2コリメートレンズCOL2により収斂光束に変換され、第4偏光ビームスプリッタBS4で反射され、第2センサーレンズSEN2によって非点収差を与えられ、第2光検出器PD2の受光面上に収束する。そして、第2光検出器PD2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。

10

【0092】

なお、本実施の形態では、対物光学素子OBJを光学素子L1と光学素子L2とからなる2群構成とした。これにより、回折パワーや屈折パワーを2つの光学素子に分担させることができ、設計の自由度が向上するという利点があるが、これに限らず、対物光学素子OBJを単玉のレンズで構成し、このレンズの入射面と出射面に上記位相差付与構造を設けても良い。

20

【0093】

また、上記の位相差付与構造により開口制限を行うことも可能であるが、対物光学素子OBJを構成する光学素子にダイクロミックフィルタや液晶位相制御素子を取り付けることで、対物光学素子に開口制限機能を持たせることにしても良い。なお、図示は省略するが、上記実施の形態に示した光ピックアップ装置PU、光ディスクを回転自在に保持する回転駆動装置、これら各種装置の駆動を制御する制御装置を搭載することで、光ディスクに対する光情報の記録及び光ディスクに記録された情報の再生のうち少なくとも一方の実行が可能な光情報記録再生装置を得ることが出来る。

30

(実施例1)

次に、実施例について説明する。実施例1は、図2に示す対物光学素子OBJに対応するものであり、即ち光学素子L1の光源側の光学面及び光学素子L2の光源側の光学面にブレード型回折構造が設けられている例である。表1-1、1-2にそのレンズデータを示す。表1-1、1-2中の $r_i$ は曲率半径、 $d_i$ は第 $i$ 面から第 $i+1$ 面までの光軸方向の位置、 $n_i$ は各面の屈折率を表している。これ以降(表のレンズデータ含む)において、 $10$ のべき乗数(例えば、 $2.5 \times 10^{-3}$ )を、 $E$ (例えば、 $2.5 \times E^{-3}$ )を用いて表すものとする。尚、本実施例において、ブレード型回折構造のブレード化波長を $B = 407 \text{ nm}$ とすると、光軸に最も近い段差 $d_1$ は、S2面で $7.3 \mu\text{m}$ 、S4面で $3.8 \mu\text{m}$ である。

40

【0094】



## 【表 1 - 1】

## 実施例1 レンズデータ

対物レンズの焦点距離	$f_1=3.0$ mm	$f_2=3.10$ mm	$f_3=3.14$ mm
像面側開口数	NA1: 0.65	NA2: 0.65	NA2: 0.51
S2 面回折次数	n1: 10	n2: 6	n3: 5
S4 面回折次数	n1: 5	n2: 3	n3: 2

第 i 面	ri	di (407nm)	ni (407nm)	di (655nm)	ni (655nm)	di (785nm)	ni (785nm)
0		$\infty$		$\infty$		$\infty$	
1 (絞り径)	$\infty$	0.1 ( $\phi 3.9$ mm)		0.1 ( $\phi 4.03$ mm)		0.1 ( $\phi 3.2$ mm)	
2	7.38169	1.00	1.559806	1.00	1.540725	1.00	1.537237
3	11.06860	0.05	1.0	0.05	1.0	0.05	1.0
4	1.93574	2.20	1.559806	2.20	1.540725	2.20	1.537237
5	876.10560	1.01	1.0	1.09	1.0	0.74	1.0
6	$\infty$	0.60	1.61869	0.60	1.57752	1.20	1.57063
7	$\infty$						

\*di は、第 i 面から第 (i+1) 面までの変位を表す。

【 0 0 9 5 】

## 【表 1 - 2】

## 非球面データ

## 第2面

## 非球面係数

κ	-1.1983 x E+1		
A1	+1.2754 x E-4	P1	4.0
A2	+1.8571 x E-4	P2	6.0
A3	+1.5556 x E-5	P3	8.0
A4	+1.3344 x E-5	P4	10.0

## 光路差関数 (λB = 1 mm)

C2	-3.1351
C4	-3.5417 x E-1
C6	+1.9452 x E-2
C8	+5.4178 x E-3
C10	-1.7510 x E-3

10

## 第3面

## 非球面係数

κ	-1.5583 x E+1		
A1	-1.5836 x E-3	P1	4.0
A2	3.7381 x E-4	P2	6.0
A3	2.0409 x E-5	P3	8.0
A4	-1.5015 x E-5	P4	10.0

## 第4面

## 非球面係数

κ	-2.7519 x E-1		
A1	+2.3072 x E-3	P1	4.0
A2	+3.9833 x E-4	P2	6.0
A3	+2.2529 x E-4	P3	8.0
A4	+9.7739 x E-6	P4	10.0
A5	+1.2411 x E-5	P5	12.0
A6	-3.8210 x E-7	P6	14.0

20

## 光路差関数 (λB = 1 mm)

C2	-2.6197
C4	+7.9612 x E-1
C6	+1.4030 x E-1
C8	+1.2172 x E-2
C10	+7.7875 x E-3

30

## 第5面

## 非球面係数

κ	+5.0000
---	---------

## 【 0 0 9 6 】

尚、集光素子の入射面（第4面）及び出射面（第5面）は、それぞれ数1式に表1-1、1-2に示す係数を代入した数式で規定される、光軸の周りに軸対称な非球面に形成されている。

## 【 0 0 9 7 】

40

## 【数1】

## 非球面形状式

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

## 【 0 0 9 8 】

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<sub>i</sub>は非球面係数、hは光軸からの高さである。

## 【 0 0 9 9 】

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

50

【 0 1 0 0 】

【 数 2 】

光路差関数

$$\phi(h) = \sum_{i=1}^5 C_{2i} h^{2i}$$

【 0 1 0 1 】

$C_{2i}$  は光路差関数の係数である。

( 実施例 2 )

実施例 2 も、図 2 に示す対物光学素子 O B J に対応するものであり、即ち光学素子 L 1 の光源側の光学面及び光学素子 L 2 の光源側の光学面にブレード型回折構造が設けられている例である。表 2 にそのレンズデータを示す。非球面形状及び回折構造の形状は、数 1 , 2 に従う。尚、本実施例において、ブレード型回折構造のブレード化波長を  $B = 407 \text{ nm}$  とすると、光軸に最も近い段差  $d_1$  は、S 2 面で  $2.2 \mu\text{m}$ 、S 4 面で  $3.8 \mu\text{m}$  である。

10

【 0 1 0 2 】

【 表 2 】

実施例 2 レンズデータ

対物レンズの焦点距離	$f_1 = 3.0 \text{ mm}$	$f_2 = 3.09 \text{ mm}$	$f_3 = 3.12 \text{ mm}$
像面側開口数	NA1: 0.65	NA2: 0.65	NA3: 0.51
S2 面回折次数	n1: 3	n2: 2	n3: 2
S4 面回折次数	n1: 5	n2: 3	n3: 2

20

第 i 面	$r_i$	$d_i$ (407nm)	$n_i$ (407nm)	$d_i$ (655nm)	$n_i$ (655nm)	$d_i$ (785nm)	$n_i$ (785nm)
0		$\infty$		$\infty$		$\infty$	
1 (絞り径)	$\infty$	0.1 ( $\phi 3.9\text{mm}$ )		0.1 ( $\phi 4.03\text{mm}$ )		0.1 ( $\phi 3.18\text{mm}$ )	
2	10.83189	1.00	1.559806	1.00	1.540725	1.00	1.537237
3	18.61703	0.05	1.0	0.05	1.0	0.05	1.0
4	1.84030	2.20	1.559806	2.20	1.540725	2.20	1.537237
5	39.76967	1.06	1.0	1.12	1.0	0.75	1.0
6	$\infty$	0.60	1.61869	0.60	1.57752	1.20	1.57063
7	$\infty$						

\* $d_i$  は、第 i 面から第 (i+1) 面までの変位を表す。

30

【 0 1 0 3 】

## 非球面データ

## 第2面

## 非球面係数

$\kappa$	-9.4807		
A1	$+4.2900 \times E-4$	P1	4.0
A2	$+4.4716 \times E-4$	P2	6.0
A3	$+8.8466 \times E-5$	P3	8.0
A4	$+4.9734 \times E-6$	P4	10.0

光路差関数 ( $\lambda B = 1 \text{ mm}$ )

C2	-5.2341
C4	$-3.0573 \times E-1$
C6	$+9.9057 \times E-3$
C8	$+8.0282 \times E-3$
C10	$-4.6114 \times E-4$

## 第3面

## 非球面係数

$\kappa$	-8.2095		
A1	$-1.1475 \times E-3$	P1	4.0
A2	$+6.1794 \times E-4$	P2	6.0
A3	$+1.1898 \times E-4$	P3	8.0
A4	$+1.6962 \times E-5$	P4	10.0

## 第4面

## 非球面係数

$\kappa$	$-2.7386 \times E-1$		
A1	$+1.6286 \times E-3$	P1	4.0
A2	$+3.7416 \times E-4$	P2	6.0
A3	$+2.7564 \times E-4$	P3	8.0
A4	$+1.6501 \times E-5$	P4	10.0
A5	$+1.5446 \times E-5$	P5	12.0
A6	$+1.8070 \times E-6$	P6	14.0

光路差関数 ( $\lambda B = 1 \text{ mm}$ )

C2	-3.4243
C4	$+6.1425 \times E-1$
C6	$+1.0805 \times E-1$
C8	$+1.4829 \times E-2$
C10	$+1.2851 \times E-2$

## 第5面

## 非球面係数

$\kappa$	-100		
A1	$+3.2708 \times E-2$	P1	4.0
A2	$-1.5092 \times E-2$	P2	6.0
A3	$+1.2938 \times E-2$	P3	8.0
A4	$-8.6767 \times E-3$	P4	10.0
A5	$+2.7973 \times E-3$	P5	12.0
A6	$-3.3806 \times E-4$	P6	14.0

【 0 1 0 4 】

( 実施例 3 )

実施例 3 は、図 3 に示す対物光学素子 O B J に対応するものであり、即ち光学素子 L 1 の光源側の光学面にブレード型回折構造が設けられている例であり、光学素子 L 2 の光源側の光学面に透過型位相差付与構造が設けられている例である。表 4 - 1 ~ 4 - 4、5 - 1 ~ 5 - 5 にそのレンズデータを示す。

【 0 1 0 5 】

10

20

30

【表 4 - 1】

第4面データ

Ring No.	HN	HM	A0	A2	A4	A6
1	0	0.168578	0	0.228329	0.007818	0.000664

Ring No.	HN	HM	$a_i$	$b_i$	$r_i$
2	0.16858	0.23814	-0.00058	2.199585	2.198877
3	0.23814	0.29134	-0.00128	2.206246	2.204849
4	0.29134	0.33604	-0.00212	2.212825	2.210757
5	0.33604	0.3753	-0.00308	2.219323	2.216603
6	0.3753	0.41067	-0.00415	2.225772	2.222417
7	0.41067	0.44309	-0.00531	2.232152	2.228178
8	0.44309	0.47318	-0.00656	2.238506	2.233933
9	0.47318	0.50134	-0.00789	2.244834	2.239677
10	0.50134	0.52789	-0.00926	2.251001	2.245276
11	0.52789	0.55306	-0.01076	2.257357	2.251086
12	0.55306	0.57704	-0.0123	2.26358	2.256779
13	0.57704	0.59996	-0.01389	2.269742	2.262425
14	0.59996	0.62194	-0.01559	2.276036	2.268227
15	0.62194	0.64308	-0.01727	2.282048	2.273752
16	0.64308	0.66347	-0.01912	2.288401	2.279653
17	0.66347	0.68316	-0.02095	2.294534	2.275341
18	0.68316	0.70222	-0.02284	2.300618	2.290994
19	0.70222	0.72069	-0.02487	2.306977	2.296956
20	0.72069	0.73863	-0.02693	2.313276	2.302874
21	0.73863	0.75607	-0.02904	2.319531	2.308763
22	0.75607	0.77304	-0.03111	2.325505	2.314371
23	0.77304	0.78957	-0.03344	2.332082	2.320641
24	0.78957	0.8057	-0.03571	2.338322	2.32657
25	0.8057	0.82144	-0.03803	2.344584	2.332539
26	0.82144	0.83682	-0.04051	2.351104	2.338806
27	0.83682	0.85185	-0.04299	2.357502	2.344961
28	0.85185	0.86656	-0.04549	2.363823	2.351051
29	0.86656	0.88096	-0.04816	2.370446	2.357488
30	0.88096	0.89507	-0.05085	2.376976	2.363843
31	0.89507	0.9089	-0.05355	2.383415	2.370118
32	0.9089	0.92245	-0.05643	2.390169	2.376758
33	0.92245	0.93576	-0.05933	2.39685	2.383338
34	0.93576	0.94882	-0.0623	2.403576	2.389987
35	0.94882	0.96164	-0.06524	2.410138	2.396476

注)HN:輪帯の始まりの高さ

HM:輪帯の終わりの高さ

10

20

30

【 0 1 0 6 】

【表 4 - 2】

Ring No.	HN	HM	$a_i$	$b_i$	$r_i$
36	0.96164	0.97423	-0.06846	2.417195	2.403532
37	0.97423	0.89662	-0.07165	2.424091	2.41043
38	0.98662	0.99879	-0.0748	2.430798	2.41714
39	0.99879	1.01076	-0.07825	2.438019	2.424442
40	1.01076	1.02253	-0.08132	2.444398	2.430824
41	1.02253	1.03412	-0.08495	2.451791	2.438362
42	1.03412	1.04553	-0.0883	2.458554	2.445213
43	1.04553	1.05676	-0.09248	2.4668	2.453761
44	1.05676	1.06783	-0.096	2.473699	2.460809
45	1.06783	1.07873	-0.1001	2.481605	2.469021
46	1.07873	1.08947	-0.10396	2.488979	2.476652
47	1.08947	1.10005	-0.10791	2.496425	2.484387
48	1.10005	1.11049	-0.11204	2.504111	2.49242
49	1.11049	1.12078	-0.11639	2.512099	2.500822
50	1.12078	1.13093	-0.1206	2.519741	2.508852
51	1.13093	1.14095	-0.12503	2.527705	2.517275
52	1.14095	1.15082	-0.12962	2.535852	2.525937
53	1.15082	1.16057	-0.13421	2.543923	2.534534
54	1.16057	1.17019	-0.13872	2.551771	2.542895
55	1.17019	1.17969	-0.14339	2.559811	2.551505
56	1.17969	1.18907	-0.1486	2.568659	2.561084
57	1.18907	1.19833	-0.15322	2.576458	2.56946
58	1.19833	1.20748	-0.1588	2.585738	2.579601
59	1.20748	1.21651	-0.16397	2.594285	2.588908
60	1.21651	1.22544	-0.16936	2.603084	2.598538
61	1.22544	1.23425	-0.17471	2.611758	2.608047
62	1.23425	1.24297	-0.18036	2.620812	2.618033
63	1.24297	1.25158	-0.18502	2.628277	2.626151
64	1.25158	1.26009	-0.19187	2.639012	2.638201
65	1.26009	1.26851	-0.19682	2.646798	2.646748
66	1.26851	1.27683	-0.20392	2.657737	2.659108
67	1.27683	1.28505	-0.21011	2.667214	2.669742
68	1.28505	1.29319	-0.21643	2.676828	2.68057
69	1.29319	1.30123	-0.22286	2.686512	2.691512
70	1.30123	1.30919	-0.22944	2.696345	2.702664
71	1.30919	1.31706	-0.2361	2.706231	2.71391
72	1.31706	1.32485	-0.24294	2.716293	2.7254
73	1.32485	1.33256	-0.2482	2.724034	2.734076
74	1.33256	1.34018	0.25698	2.736699	2.748814
75	1.34018	1.34773	-0.26274	2.745038	2.758273

10

20

30

【 0 1 0 7 】

【表 4 - 3】

Ring No.	HN	HM	$a_i$	$b_i$	$r_i$
76	1.34773	1.35519	-0.27186	2.757976	2.773424
77	1.35519	1.36259	-0.27933	2.768545	2.78569
78	1.36259	1.3699	-0.28719	2.779577	2.798562
79	1.3699	1.37715	-0.29332	2.788197	2.808466
80	1.37715	1.38432	-0.30173	2.799845	2.822162
81	1.38432	1.39142	-0.30962	2.810706	2.834911
82	1.39142	1.39845	-0.31671	2.820452	2.846293
83	1.39845	1.40541	-0.32833	2.836102	2.86511
84	1.40541	1.41231	-0.33663	2.847296	2.878377
85	1.41231	1.41914	-0.34497	2.858469	2.891648
86	1.41914	1.4259	-0.35516	2.871976	2.9079
87	1.4259	1.4326	-0.36412	2.883806	2.922069
88	1.4326	1.43924	-0.37397	2.896713	2.937639
89	1.43924	1.44582	-0.38188	2.90707	2.949999
90	1.44582	1.45234	-0.39389	2.92256	2.968934
91	1.45234	1.4588	-0.40412	2.935714	2.984931
92	1.4588	1.4652	-0.41459	2.94909	3.00125
93	1.4652	1.47154	-0.4254	2.962818	3.01806
94	1.47154	1.47783	-0.43208	2.97138	3.028256
95	1.47783	1.48406	-0.44293	2.985026	3.045022
96	1.48406	1.49023	-0.45935	3.005395	3.070523
97	1.49023	1.49635	-0.4712	3.020082	3.088732
98	1.49635	1.50242	-0.48313	3.03478	3.106997
99	1.50242	1.50844	-0.49571	3.050187	3.126225
100	1.50844	1.51441	-0.50388	3.060256	3.13853
101	1.51441	1.52032	-0.52251	3.082706	3.167042
102	1.52032	1.52619	-0.53474	3.097453	3.185539
103	1.52619	1.53201	-0.55051	3.116288	3.209443
104	1.53201	1.53778	-0.56347	3.131741	3.228953
105	1.53778	1.5435	-0.58066	3.152029	3.254881
106	1.5435	1.54917	-0.5865	3.15909	3.263389
107	1.54917	1.5548	-0.59964	3.174563	3.28303
108	1.5548	1.56039	-0.61444	3.191869	3.305142
109	1.56039	1.56593	-0.63038	3.210403	3.328931
110	1.56593	1.57142	-0.6463	3.228819	3.352615
111	1.57142	1.57688	-0.65351	3.237318	3.363103
112	1.57688	1.58229	-0.67145	3.257895	3.389748
113	1.58229	1.58765	-0.68816	3.276997	3.414473
114	1.58765	1.59298	-0.70363	3.294629	3.437271
115	1.59298	1.59827	-0.72932	3.323543	3.475296

10

20

30

【 0 1 0 8 】

【表 4 - 4】

Ring No.	HN	HM	$a_i$	$b_i$	$r_i$
116	1.59827	1.60351	-0.7471	3.343563	3.501423
117	1.60351	1.60872	-0.76514	3.363772	3.527855
118	1.60872	1.61389	-0.78402	3.384832	3.555488
119	1.61389	1.61901	-0.79878	3.401313	3.576962
120	1.61901	1.62411	-0.82284	3.427851	3.612129
121	1.62441	1.62916	-0.84103	3.447919	3.638565
122	1.62916	1.63417	-0.85765	3.466216	3.662628
123	1.63417	1.63915	-0.88491	3.495903	3.702284
124	1.63915	1.6441	-0.90369	3.516374	3.729413
125	1.6441	1.64901	-0.92831	3.543014	3.76504
126	1.64901	1.65388	-0.94699	3.563241	3.791925
127	1.65388	1.65872	-0.97462	3.592873	3.831787
128	1.65872	1.66353	-0.98334	3.602463	3.844101
129	1.66353	1.6683	-1.02293	3.644503	3.901203
130	1.6683	1.67304	-1.04931	3.672513	3.939031
131	1.67304	1.67774	-1.07614	3.700905	3.977451
132	1.67774	1.68242	-1.09339	3.719235	4.001972
133	1.68242	1.68706	-1.12892	3.756482	4.052803
134	1.68706	1.69167	-1.15419	3.782994	4.088786
135	1.69167	1.69625	-1.18751	3.817713	4.136263
136	1.69625	1.7008	-1.21904	3.850472	4.181084
137	1.7008	1.70532	-1.24931	3.881838	4.224027
138	1.70532	1.70981	-1.28183	3.915413	4.270126
139	1.70981	1.71427	-1.31474	3.949291	4.316719
140	1.71427	1.7187	-1.34984	3.985284	4.36635
141	1.7187	1.7231	-1.38426	4.020486	4.414941
142	1.7231	1.72748	-1.41697	4.053866	4.461032
143	1.72748	1.73182	-1.45833	4.095857	1.519331
144	1.73182	1.73614	-1.48959	4.127608	4.563245
145	1.73614	1.74043	-1.51008	4.14855	4.591904
146	1.74043	1.7447	-1.57944	4.218147	4.689521
147	1.7447	1.74894	-1.61718	4.256099	4.742408
148	1.74894	1.75315	-1.65879	4.297795	4.800675

10

20

30

【 0 1 0 9 】



【表 5 - 1】

Ring No.	h [mm]	高さh位置における $s_{i-1}$ 輪帯面に対する $s_i$ 輪帯面の距離 [mm]
1	1.16858	-0.00073
2	0.23814	-0.00073
3	0.29134	-0.00073
4	0.33604	-0.00073
5	0.3753	-0.00073
6	0.41067	-0.00074
7	0.44309	-0.00074
8	0.47318	-0.00074
9	0.50134	-0.00074
10	0.52789	-0.00074
11	0.55306	-0.00074
12	0.57704	-0.00074
13	0.59996	-0.00074
14	0.62194	-0.00075
15	0.64308	-0.00075
16	0.66347	-0.00075
17	0.68316	-0.00075
18	0.70222	-0.00075
19	0.72069	-0.00075
20	0.73863	-0.00075
21	0.75607	-0.00076
22	0.77304	-0.00076
23	0.78957	-0.00076
24	0.8057	-0.00076
25	0.82144	-0.00076
26	0.83682	-0.00076
27	0.85185	-0.00076
28	0.86656	-0.00077
29	0.88096	-0.00077
30	0.89507	-0.00077
31	0.9089	-0.00077
32	0.92245	-0.00077
33	0.93576	-0.00077
34	0.94882	-0.00077
35	0.96164	-0.00078

10

20

30

【 0 1 1 0 】

【表 5 - 2】

Ring No.	h [mm]	高さh位置における $s_{i-1}$ 輪帯面に対する $s_i$ 輪帯面の距離 [mm]
36	0.97423	-0.00078
37	0.98662	-0.00078
38	0.99879	-0.00078
39	1.01076	-0.00078
40	1.02253	-0.00078
41	1.03412	-0.00078
42	1.04553	-0.00079
43	1.05676	-0.00079
44	1.06783	-0.00079
45	1.07873	-0.00079
46	1.08947	-0.00079
47	1.10005	-0.00079
48	1.11049	-0.00079
49	1.12078	-0.00079
50	1.13093	-0.00080
51	1.14095	-0.00080
52	1.15082	-0.00080
53	1.16057	-0.00080
54	1.17019	-0.00080
55	1.17969	-0.00080
56	1.18907	-0.00080
57	1.19833	-0.00081
58	1.20748	-0.00081
59	1.21651	-0.00081
60	1.22544	-0.00081
61	1.23425	-0.00081
62	1.24297	-0.00081
63	1.25158	-0.00081
64	1.26009	-0.00082
65	1.26851	-0.00082
66	1.27683	-0.00082
67	1.28505	-0.00082
68	1.29319	-0.00082
69	1.30123	-0.00082
70	1.30919	-0.00082

10

20

30

【 0 1 1 1 】

【表 5 - 3】

Ring No.	h [mm]	高さh位置における $s_{i-1}$ 輪帯面に対する $s_i$ 輪帯面の距離 [mm]
71	1.31706	-0.00083
72	1.32485	-0.00083
73	1.33256	-0.00083
74	1.34018	-0.00083
75	1.34773	-0.00083
76	1.35519	-0.00083
77	1.36259	-0.00083
78	1.3699	-0.00083
79	1.37715	-0.00084
80	1.38432	-0.00084
81	1.39142	-0.00084
82	1.39845	-0.00084
83	1.40541	-0.00084
84	1.41231	-0.00084
85	1.41914	-0.00084
86	1.4259	-0.00085
87	1.4326	-0.00085
88	1.43924	-0.00085
89	1.44582	-0.00085
90	1.45234	-0.00085
91	1.4588	-0.00085
92	1.4652	-0.00085
93	1.47154	-0.00085
94	1.47783	-0.00086
95	1.48406	-0.00086
96	1.49023	-0.00086
97	1.49635	-0.00086
98	1.50242	-0.00086
99	1.50844	-0.00086
100	1.51441	-0.00086
101	1.52032	-0.00086
102	1.52619	-0.00087
103	1.53201	-0.00087
104	1.53778	-0.00087
105	1.5435	-0.00087

10

20

30

【 0 1 1 2 】

【表 5 - 4】

Ring No.	h [mm]	高さh位置における $s_{i-1}$ 輪帯面に対する $s_i$ 輪帯面の距離 [mm]
106	1.54917	-0.00087
107	1.5548	-0.00087
108	1.56039	-0.00087
109	1.56593	-0.00087
110	1.57142	-0.00087
111	1.57688	-0.00088
112	1.58229	-0.00088
113	1.58765	-0.00088
114	1.59298	-0.00088
115	1.59827	-0.00088
116	1.60351	-0.00088
117	0.60872	-0.00088
118	1.61389	-0.00088
119	1.61901	-0.00088
120	1.62411	-0.00088
121	1.62916	-0.00089
122	1.63417	-0.00089
123	1.63915	-0.00089
124	1.6441	-0.00089
125	1.64901	-0.00089
126	1.65388	-0.00089
127	1.65872	-0.00089
128	1.66353	-0.00089
129	1.6683	-0.00089
130	1.67304	-0.00089
131	1.67774	-0.00089
132	1.68242	-0.00090
133	1.68706	-0.00090
134	1.69167	-0.00090
135	1.69625	-0.00090
136	1.7008	-0.00090
137	1.70532	-0.00090
138	1.70981	-0.00090
139	1.71427	-0.00090
140	1.7187	-0.00090

10

20

30

【 0 1 1 3 】

【表 5 - 5】

Ring No.	h [mm]	高さh位置における $s_{i-1}$ 輪帯面に対する $s_i$ 輪帯面の距離 [mm]
141	1.7231	-0.00090
142	1.72748	-0.00090
143	1.73182	-0.00090
144	1.73614	-0.00090
145	1.74043	-0.00090
146	1.7447	-0.00091
147	1.74894	-0.00091

40

【 0 1 1 4 】

非球面形状及び光路差付与形状は、数 1、2 式に従うが、輪帯状の構造において、1 番目の輪帯の光軸方向の突出量  $x$  は、数 3 式で求められ、2 番目から 140 番目の輪帯における光軸方向の突出量  $x$  は、数 4 式で求まる（但し、光源側への突出をマイナスで示す）。但し、 $h$  は光軸からの高さである。尚、本実施例において、ブレード型回折構造のブレード化波長を  $B = 407 \text{ nm}$  とすると、光軸に最も近い段差  $d_1$  は  $7.3 \mu\text{m}$ 、透過型屈

50

折構造の段差  $d_2$  は  $7.3 \mu\text{m}$  である。

【 0 1 1 5 】

【 数 3 】

第1輪帯表現式

$$X = A_0 + A_2 \times h^2 + A_4 \times h^4 + A_6 \times h^6$$

【 0 1 1 6 】

【 数 4 】

第2～140輪帯表現式

$$x = \frac{(h-a_i)^2/r_i}{1 + \sqrt{1 - (h-a_i)^2/r_i^2}} + b_i - r_i$$

【 0 1 1 7 】

$i$  は輪帯番号

尚、HD DVDが、光軸方向に隔置された2つの情報記録面を有する、いわゆる2層構造の場合、情報記録面の間隔  $L$  は、 $0.015 \text{ mm}$ 、 $L = 0.030 \text{ mm}$  であるが、ビームエキスパンダEXPの素子E1、E2の間隔を変えることで、いずれの情報記録面にも情報の記録及び/又は再生を行うことが可能となる。

【 産業上の利用可能性 】

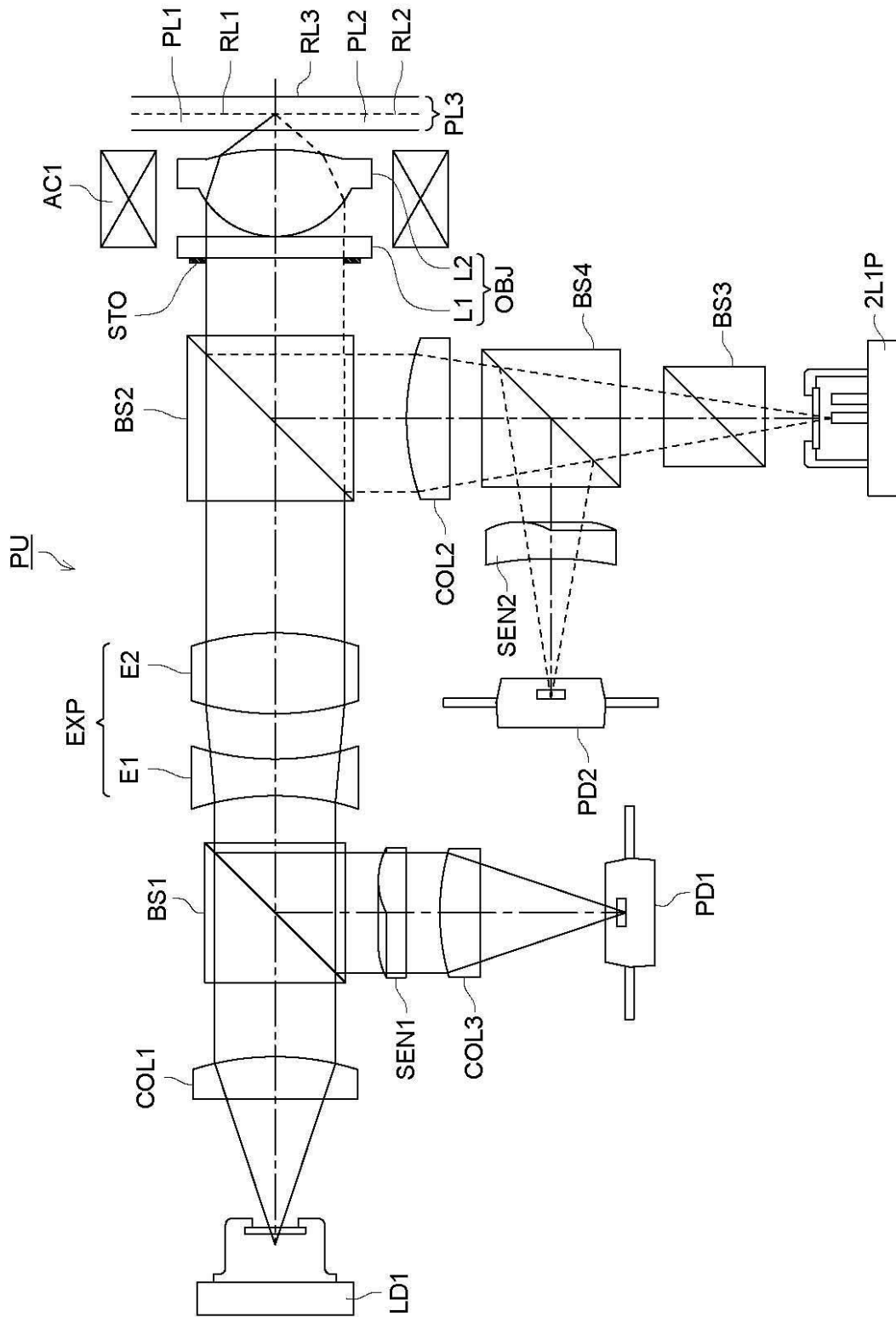
【 0 1 1 8 】

本発明によれば、異なる3つの波長である光束を入射させた場合でも、良好な球面収差補正を行える対物光学素子を提供することができる。

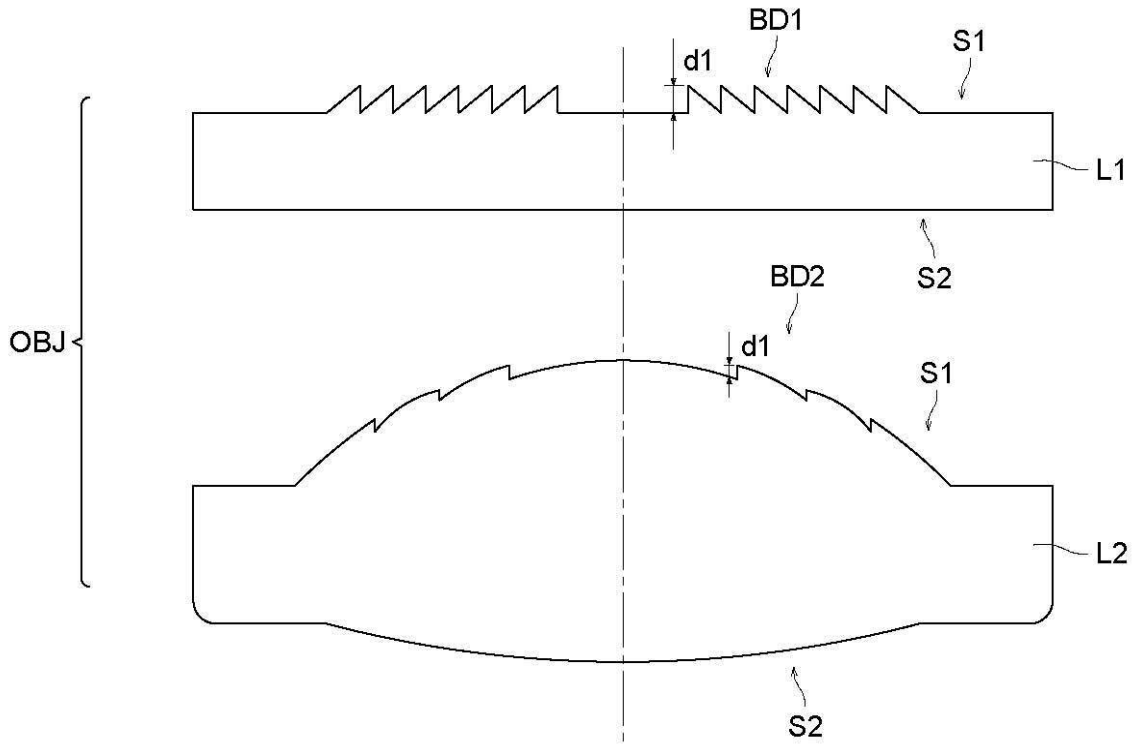
10

20

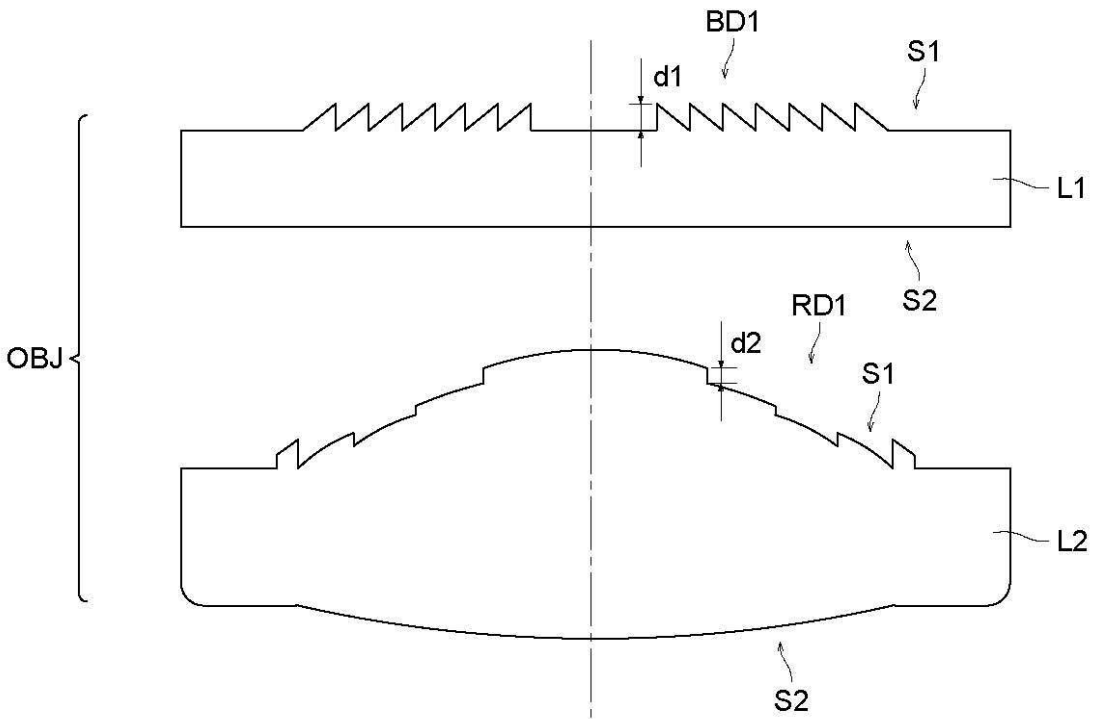
【 図 1 】



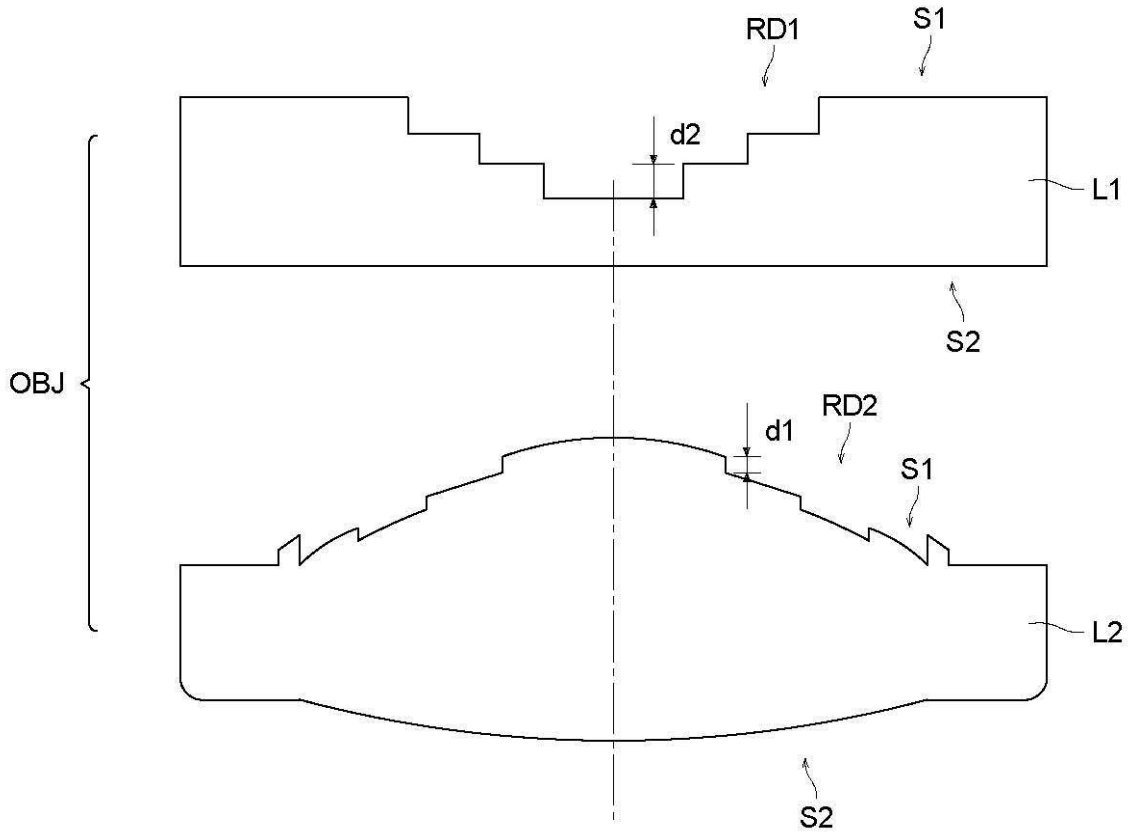
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】





## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2005/003716
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. <sup>7</sup> G11B7/135, G02B5/18, 13/00, 13/18		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. <sup>7</sup> G11B7/135, G02B5/18, 13/00, 13/18		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2003/075267 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 September, 2003 (12.09.03), Claims 1 to 4; page 6, line 40 to page 11, line 48; Figs. 3, 4 (Family: none)	1-22
Y	JP 2002-56560 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 22 February, 2002 (22.02.02), Par. Nos. [0060] to [0083]; Figs. 7 to 10 & US 2002/18435 A1 & EP 1184856 A2 & CN 1337685 A	1-22
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 30 June, 2005 (30.06.05)	Date of mailing of the international search report 19 July, 2005 (19.07.05)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003716

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-60336 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 March, 2001 (06.03.01), Par. Nos. [0170] to [0200]; Figs. 7 to 10, 13 & UA 6834036 B	1-22
Y	JP 2001-46559 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 February, 2001 (16.02.01), Par. Nos. [0026] to [0028]; Figs. 4 to 6 (Family: none)	1-22
Y	JP 2003-187492 A (Industrial Technology Research Institute), 04 July, 2003 (04.07.03), Par. Nos. [0024] to [0065]; Figs. 3, 12, 13 & US 2003/107980 A1	1-22

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2005/003716								
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. <sup>7</sup> G11B7/135, G02B5/18, 13/00, 13/18										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. <sup>7</sup> G11B7/135, G02B5/18, 13/00, 13/18										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2005年									
日本国実用新案登録公報	1996-2005年									
日本国登録実用新案公報	1994-2005年									
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号								
Y	WO 2003/075267 A1 (松下電器産業株式会社) 2003.09.12 【請求項1】 - 【請求項4】、第6頁40行-第11頁48行、 【図3】、【図4】 (ファミリーなし)	1-22								
Y	JP 2002-56560 A (三星電子株式会社) 2002.02.22 【0060】 - 【0083】、【図7】 - 【図10】 & US 2002/18435 A1 & EP 1184856 A2 & CN 1337685 A	1-22								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献								
国際調査を完了した日 30.06.2005	国際調査報告の発送日 19.7.2005									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 吉川 潤 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	5D 9651								

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2005/003716

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-60336 A (松下電器産業株式会社) 2001.03.06 【0170】 - 【0200】 , 【図 7】 - 【図 10】 , 【図 13】 & UA 6834036 B	1-22
Y	JP 2001-46559 A (松下電器産業株式会社) 2001.02.16 【0026】 - 【0028】 , 【図 4】 - 【図 6】 (ファミリーなし)	1-22
Y	JP 2003-187492 A (財団法人工業技術研究院) 2003.07.04 【0024】 - 【0065】 ; 【図 3】 , 【図 12】 , 【図 13】 & US 2003/107980 A1	1-22

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2004年1月)

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。