

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-73076

(P2006-73076A)

(43) 公開日 平成18年3月16日(2006.3.16)

| (51) Int. Cl.                  | F I             | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|-----------------|-------------|
| <b>G 1 1 B</b> 7/135 (2006.01) | G 1 1 B 7/135 Z | 2 H 0 4 9   |
| <b>G 0 2 B</b> 5/18 (2006.01)  | G 1 1 B 7/135 A | 2 H 0 8 7   |
| <b>G 0 2 B</b> 13/00 (2006.01) | G 0 2 B 5/18    | 5 D 7 8 9   |
| <b>G 0 2 B</b> 13/18 (2006.01) | G 0 2 B 13/00   |             |
|                                | G 0 2 B 13/18   |             |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

|           |                              |          |                                            |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2004-254035 (P2004-254035) | (71) 出願人 | 000005430                                  |
| (22) 出願日  | 平成16年9月1日(2004.9.1)          |          |                                            |
|           |                              | (74) 代理人 | 100097984<br>弁理士 川野 宏                      |
|           |                              | (72) 発明者 | 北原 有<br>埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内  |
|           |                              | (72) 発明者 | 勝間 敏明<br>埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内 |
|           |                              | (72) 発明者 | 森 将生<br>埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光記録媒体用対物光学系およびこれを用いた光ピックアップ装置

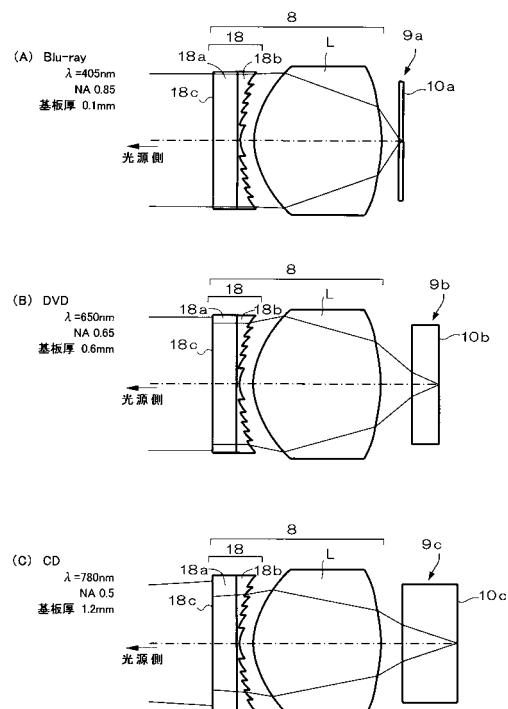
(57) 【要約】

【課題】 使用光学系の開口数、使用光の波長および基板厚等の規格が異なる3つの光記録媒体に対して共用可能であり、使用する光記録媒体に対応した開口数に容易に設定できるとともに、光学性能を良好に維持することができ、光学系のコンパクト化および低廉化を図り得る光記録媒体用対物光学系およびこれを用いた光ピックアップ装置を得る。

【解決手段】 光源側から順に、DOE機能付き開口制限フィルタ18と、正の屈折力を有する対物レンズLとから構成されてなる。このDOE機能付き開口制限フィルタ18は、光源側に開口制限コート部18cが、光記録媒体側に回折光学素子部18bが、それぞれ形成されてなるガラス板18aにより構成される。これにより、従来、互いに独立した部材が有していた開口制限フィルタ機能と回折光学素子機能を1つの光学部材に併せ持たせることが可能となる。

【選択図】

図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

情報の記録または再生がなされる際に、対応する使用光波長、開口数および基板厚が下記 3 つの条件式 (1) ~ (3) を満足するように設定された第 1、第 2 および第 3 の光記録媒体のそれぞれに対して、使用光を所望の位置に収束させるための光記録媒体用対物光学系において、

光源側から順に、回折光学機能付き開口制限フィルタと対物レンズとを配列してなり、

該回折光学機能付き開口制限フィルタは、ガラス製基体の光源側の面に、入射された使用光の波長に応じて、使用する光記録媒体に対応した大きさの開口数に設定する開口制限部が設けられるとともに、該ガラス製基体の光記録媒体側の面には、回折光学機能部が設けられてなることを特徴とする光記録媒体用対物光学系。

10

$$\lambda 1 < \lambda 2 < \lambda 3 \quad \cdots (1)$$

$$N A 1 \geq N A 2 > N A 3 \quad \cdots (2)$$

$$T 1 \leq T 2 < T 3 \quad \cdots (3)$$

ただし、

$\lambda 1$  . . . 前記第 1 の光記録媒体に対応する使用光波長 (第 1 波長)

$\lambda 2$  . . . 前記第 2 の光記録媒体に対応する使用光波長 (第 2 波長)

$\lambda 3$  . . . 前記第 3 の光記録媒体に対応する使用光波長 (第 3 波長)

$N A 1$  . . . 前記第 1 の光記録媒体に対応する開口数 (第 1 開口数)

$N A 2$  . . . 前記第 2 の光記録媒体に対応する開口数 (第 2 開口数)

20

$N A 3$  . . . 前記第 3 の光記録媒体に対応する開口数 (第 3 開口数)

$T 1$  . . . 前記第 1 の光記録媒体の基板厚 (第 1 基板厚)

$T 2$  . . . 前記第 2 の光記録媒体の基板厚 (第 2 基板厚)

$T 3$  . . . 前記第 3 の光記録媒体の基板厚 (第 3 基板厚)

## 【請求項 2】

前記回折光学機能部は、前記ガラス製基体に貼着された樹脂からなることを特徴とする請求項 1 記載の光記録媒体用対物光学系。

## 【請求項 3】

前記対物レンズの少なくとも 1 面が非球面からなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光記録媒体用対物光学系。

30

## 【請求項 4】

前記第 1 の光記録媒体がアドバンスド・オプティカル・ディスク (A O D) であり、前記第 2 の光記録媒体が D V D であり、前記第 3 の光記録媒体が C D であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちいずれか 1 項記載の光記録媒体用対物光学系。

## 【請求項 5】

前記第 1 の光記録媒体がブルーレイ・ディスクであり、前記第 2 の光記録媒体が D V D であり、前記第 3 の光記録媒体が C D であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちいずれか 1 項記載の光記録媒体用対物光学系。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のうちいずれか 1 項記載の光記録媒体用対物光学系を搭載されてなることを特徴とする光ピックアップ装置。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、情報の記録または再生がなされる際に、使用光学系の開口数、使用光の波長および基板厚等の規格が異なる 3 つの光記録媒体に対して、各使用光に対応する光記録媒体上に効率良く収束させることができる光記録媒体用対物光学系およびこれを用いた光ピックアップ装置に関するものであり、詳しくは、回折光学素子部からの回折光を利用して、上記 3 つの光記録媒体のそれぞれに各使用光を良好に収束させる光記録媒体用対物光学系およびこれを用いた光ピックアップ装置に関するものである。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

近年における種々の光記録媒体の開発に応じて、2種の光記録媒体の記録・再生に共用し得る光ピックアップ装置が知られている。例えば、DVD（デジタル・バーサタイル・ディスク）とCD（コンパクトディスク。－ROM、－R、－RWを含む。）を1つの光ピックアップ装置を用いて記録・再生する装置が実用化されている。

## 【0003】

このような2つの光記録媒体においては、DVDについては、記録密度の向上を図るため、例えば650nm程度の可視光を使用することとなっているのに対し、CDについては、可視光領域の光に対して感度を有さない光記録媒体も存在するため、780nm程度の近赤外光を使用する必要がある。したがって、これら両者に対して共用し得る光ピックアップ装置では、2つの異なる波長の光を照射光として用いる、いわゆる2波長ビーム方式によることとなる。また、上述した例示における2つの光記録媒体においては、各光記録媒体の特性の違いからそれぞれ開口数を異ならせる必要があり、例えばDVDの規格では開口数を0.60～0.65程度とし、CDの規格では開口数を0.45～0.52程度としている。さらに、これらの記録媒体においては、基板の厚み（PC（ポリカーボネート）からなる保護層の幾何学的厚みを示す。以下も同様である。）が互いに異なる規格とされており、例えばDVDでは0.6mmであるのに対し、CDでは1.2mmとされている。

## 【0004】

また、日常取り扱われるデータ容量の急激な増大に応じて、光記録媒体の記録容量の増大化に対する要請は、さらに強いものとなってきている。光記録媒体の記録容量を増大させるためには、使用する光源光の短波長化と対物レンズの開口数（NA）を大きくすることが有効であることは知られているところであるが、短波長化に関しては、GaN基板をベースにした短波長の半導体レーザ（例えば、波長405nmのレーザ光を射出する）の開発が進展をみせており略実用化状態とされている。この短波長の半導体レーザの実用化に伴い、この短波長の光を照射光として使用する片面1層の容量が20GB程度のAOD（アドバンスド・オプティカル・ディスク：HD-DVD）に関する研究、開発も同様に進められている。このAODの規格においては、開口数および基板の厚みが上述したDVDと同程度の値とされており、開口数（NA）は0.65、基板の厚みは0.6mmとされている。

## 【0005】

なお、AODと同様に短波長の光を照射光として使用するブルーレイ・ディスク（以下BDと称する）の研究、開発も進められており、その規格においては、開口数および基板の厚みが上述したDVDおよびCDとは全く異なった値（開口数（NA）は0.85、基板の厚みは0.1mm）とされている（以下、AODとBDを総称してAOD等と称することがある）。

## 【0006】

そこで、このAOD等と、上述したDVDおよびCDの3つの光記録媒体に対して共用し得る光ピックアップ装置の開発が望まれている。上述したように、これらの光記録媒体では、使用光波長および基板厚が光記録媒体の種類に応じて互いに異なるような規格とされていることから、その保護層の厚さの違いに応じ発生する球面収差の量が異なってくる。そのため、これらいずれの光記録媒体についても確実にフォーカシングをなすべく、記録・再生を行なうための各波長の光のいずれについても球面収差量を最適化することから、互いに異なる収束作用を有するようなレンズ構成とする工夫を要する。

## 【0007】

このような装置に搭載される光記録媒体用対物レンズとしても、既に提案がなされており、下記非特許文献1には、屈曲面と回折光学面を有する回折光学素子、および両凸レンズからなる対物光学系が記載されている。この非特許文献1に記載された技術は、BD、DVDおよびCDの各々の光記録媒体に対して、回折光学素子からの2次、1次および1次の回折光を使用するようにし、発散光を回折光学素子に入射させることで各光記録媒体の保護層の厚みの相違に伴う球面収差を補正し、さらに回折光学素子の表面を集光型の回

10

20

30

40

50

折面とし裏面を凹面とすることで単玉の対物レンズにおいて発生する色収差を改善するようにしている。

【0008】

【非特許文献1】第50回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集 第1250頁（2003年3月）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、上述したような3つの光記録媒体に対して共用し得る光ピックアップ装置においては、光学系の開口数を各光記録媒体に応じた値に設定する必要があることから、回折光学素子の光源側において入射光束径を制限する開口制限手段を配設することになる。すなわち、例えば、CD用の波長780nmの使用光束に対してはNAが0.5となるように、DVD用の波長650nmの使用光束に対してはNAが0.65となるように、さらにBD用の波長405nmの使用光束に対してはNAが0.85となるように、NAを可変とし得る開口制限フィルタが配設される（例えば第85回微小光学研究会 予稿集第19～21頁（2002年9月））。

【0010】

しかしながら、このように開口制限フィルタを配置した場合、光源側から、開口制限フィルタ、回折光学素子部および対物レンズが順次配列されることになり、各素子の間隔調整やアライメント調整が煩雑になるばかりでなく光学系の構成も複雑となり、光学系のコンパクト化および低廉化という要請に応えることができない。

【0011】

本発明はかかる事情に鑑みなされたもので、情報の記録または再生がなされる際に、使用光学系の開口数、使用光の波長および基板厚等の規格が異なる3つの光記録媒体に対して、回折光学機能部を用いることで各使用光に対応する光記録媒体上に効率良く収束させることができる光記録媒体用対物光学系において、使用する光記録媒体に対応した開口数に容易に設定することができるとともに、光学性能を良好に維持することができ、光学系のコンパクト化および低廉化を図りうる光記録媒体用対物光学系およびこれを用いた光ピックアップ装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の光記録媒体用対物光学系は、情報の記録または再生がなされる際に、対応する使用光波長、開口数および基板厚が下記3つの条件式（1）～（3）を満足するように設定された第1、第2および第3の光記録媒体のそれぞれに対して、使用光を所望の位置に収束させるための光記録媒体用対物光学系において、

光源側から順に、回折光学機能付き開口制限フィルタと対物レンズとを配列してなり、

該回折光学機能付き開口制限フィルタは、ガラス製基体の光源側の面に、入射された使用光の波長に応じて、使用する光記録媒体に対応した大きさの開口数に設定する開口制限部が設けられるとともに、該ガラス製基体の光記録媒体側の面には、回折光学機能部が設けられてなることを特徴とするものである。

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 \quad \dots (1)$$

$$NA_1 \geq NA_2 > NA_3 \quad \dots (2)$$

$$T_1 \leq T_2 < T_3 \quad \dots (3)$$

ただし、

$\lambda_1$ ・・・前記第1の光記録媒体に対応する使用光波長（第1波長）

$\lambda_2$ ・・・前記第2の光記録媒体に対応する使用光波長（第2波長）

$\lambda_3$ ・・・前記第3の光記録媒体に対応する使用光波長（第3波長）

$NA_1$ ・・・前記第1の光記録媒体に対応する開口数（第1開口数）

$NA_2$ ・・・前記第2の光記録媒体に対応する開口数（第2開口数）

$NA_3$ ・・・前記第3の光記録媒体に対応する開口数（第3開口数）

T 1・・・前記第 1 の光記録媒体の基板厚（第 1 基板厚）

T 2・・・前記第 2 の光記録媒体の基板厚（第 2 基板厚）

T 3・・・前記第 3 の光記録媒体の基板厚（第 3 基板厚）

【0013】

ここで、本願明細書において用いられる「回折光学機能部」との用語は、狭義の回折光学素子を含むものであって、回折光学素子として機能する部分の総称を表すものである。

【0014】

また、前記回折光学機能部は、前記ガラス製基体に貼着された樹脂からなることが好ましい。ここで、該ガラス製基体には、平板状のもののみならず曲面形状を有するものも含まれる。

10

【0015】

また、前記対物レンズの少なくとも 1 面が非球面からなることが好ましい。

【0016】

また、前記第 1 の光記録媒体をアドバンスド・オプティカル・ディスク（AOD）とし、前記第 2 の光記録媒体を DVD とし、前記第 3 の光記録媒体を CD とすることが可能である。

【0017】

また、前記第 1 の光記録媒体をブルーレイ・ディスクとし、前記第 2 の光記録媒体を DVD とし、前記第 3 の光記録媒体を CD とすることが可能である。

【0018】

さらに、本発明による光ピックアップ装置は、上記いずれかの光記録媒体用対物光学系を備えていることを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明による光記録媒体用対物光学系および光ピックアップ装置によれば、光源側に開口制限部が、光記録媒体側に回折光学機能部が、それぞれ形成されてなるガラス製基体を用いることで、従来、独立部材として配されていた開口制限フィルタと回折光学機能部とが一体化される。そして、このガラス製基体を対物レンズの光源側に配置して光学系の組み立てを行う際にも、従来に比べて各部材の間隔調整やアライメント調整が容易となり、また、光学系の構成も簡易なものとする事ができるので、光学系のコンパクト化および低廉化という要請に応えたものとする事ができる。

30

【0020】

また、開口制限フィルタと回折光学機能部を一体化する手法として、ガラス製基体に替えて樹脂製基体を用いることが考えられるが、実際に、樹脂製基体に開口制限コートを実施した場合、素子の変形が生じ易くなるとともに、コートの剥離、引きつれあるいはひび割れが生じ易くなり、製造性が悪く、性能も劣化することから、本発明の目的を達成するためにはガラス製基体を用いることが条件とされる。なお、ガラス製基体を用いることにより、加工方法の自由度を向上させることができ、さらに一括して加工することができるのでコストを安価なものとする事ができる、という効果も奏することができる。

【0021】

また、前述したように、回折光学機能部を、ガラス製基体に貼着された樹脂により構成することにより、開口制限コートを施す際に、上述した製造性等の面で有利なガラス製基体の使用を確保しつつ、回折光学機能部を簡易かつ低コストで開口制限フィルタと一体化することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図 1 は本発明の実施例 1 に係る光記録媒体用対物光学系の構成を模式的に示す図であり、まず、この図を代表として用いて本発明の実施形態を説明する。また、図 7 は、本発明に係る光ピックアップ装置の構成を示す図であり、実施例 1 に係る光記録媒体用対物光学系を用いた一構成例である。

50

なお、図 1、図 7 および以下の構成図（図 2、図 3、図 4、図 5）において、光記録媒体用対物光学系 8 を構成する、回折光学素子（D O E）付き開口制限フィルタ 1 8 および対物レンズ L の形状は全て模式的に表されている。また図 7 では、図面が煩雑となるのを回避するため、半導体レーザ 1 a からの光線軌跡を中心として表し、半導体レーザ 1 b、1 c からの光線軌跡はプリズム 2 a、2 b の接合面に到達するまでの軌跡のみが描かれている。

#### 【0023】

図 7 に示す光ピックアップ装置では、半導体レーザ 1 a ~ 1 c から出力されたレーザ光 1 1 がハーフミラー 6 により反射され、コリメータレンズ 7 により略平行光（または発散光）とされ、光記録媒体用対物光学系 8 により収束光とされて光記録媒体 9 の記録領域 1 0 上に照射される。この光ピックアップ装置が対象とする光記録媒体 9 は、下記 3 つの条件式（1）～（3）の条件で使用されるものである。

$$\lambda 1 < \lambda 2 < \lambda 3 \cdots (1)$$

$$N A 1 \geq N A 2 > N A 3 \cdots (2)$$

$$T 1 \leq T 2 < T 3 \cdots (3)$$

ただし、

$\lambda 1$ ・・・前記第 1 の光記録媒体に対応する使用光波長（第 1 波長）

$\lambda 2$ ・・・前記第 2 の光記録媒体に対応する使用光波長（第 2 波長）

$\lambda 3$ ・・・前記第 3 の光記録媒体に対応する使用光波長（第 3 波長）

$N A 1$ ・・・前記第 1 の光記録媒体に対応する開口数（第 1 開口数）

$N A 2$ ・・・前記第 2 の光記録媒体に対応する開口数（第 2 開口数）

$N A 3$ ・・・前記第 3 の光記録媒体に対応する開口数（第 3 開口数）

$T 1$ ・・・前記第 1 の光記録媒体の基板厚（第 1 基板厚）

$T 2$ ・・・前記第 2 の光記録媒体の基板厚（第 2 基板厚）

$T 3$ ・・・前記第 3 の光記録媒体の基板厚（第 3 基板厚）

#### 【0024】

ここでは、光記録媒体 9 は、第 1 の光記録媒体としての B D 9 a（開口数  $N A 1 = 0.85$ 、使用光波長  $\lambda 1 = 405 \text{ nm}$ 、基板厚  $d 1 = 0.1 \text{ mm}$ ）、第 2 の光記録媒体としての D V D 9 b（開口数  $N A 2 = 0.65$ 、使用光波長  $\lambda 2 = 650 \text{ nm}$ 、基板厚  $d 2 = 0.6 \text{ mm}$ ）および第 3 の光記録媒体としての C D 9 c（開口数  $N A 3 = 0.50$ 、使用光波長  $\lambda 3 = 780 \text{ nm}$ 、基板厚  $d 3 = 1.2 \text{ mm}$ ）を総称するものとして説明する。

#### 【0025】

半導体レーザ 1 a は、B D 用の、波長  $405 \text{ nm}$ （ $\lambda 1$ ）の可視域のレーザ光を出力する光源であり、半導体レーザ 1 b は、D V D 用の、波長  $650 \text{ nm}$ （ $\lambda 2$ ）の可視域のレーザ光を出力する光源である。また、半導体レーザ 1 c は、C D - R（追記型光記録媒体）等の C D 系用の（以下、これを代表して C D として説明する）、波長  $780 \text{ nm}$ （ $\lambda 3$ ）の近赤外域のレーザ光を出力する光源である。半導体レーザ 1 a ~ 1 c は、重複して出力されることを排除するものではないが、光記録媒体 9 が B D 9 a であるか、D V D 9 b であるか、C D 9 c であるかに応じて、択一的に出力されることが好ましい。半導体レーザ 1 a、1 b から出力されたレーザ光 1 1 は、プリズム 2 a、2 b を介して、また、半導体レーザ 1 c から出力されたレーザ光 1 1 は、プリズム 2 b を介して、ハーフミラー 6 に照射されるようになっている。

#### 【0026】

また、コリメータレンズ 7 は、図 7 において模式的に示されたものであって 1 枚構成のものとは限られず、むしろ上記各波長の光について色収差が良好に補正されたものとするのが好ましい。

#### 【0027】

また、上記回折光学素子部 1 8 b および上記対物レンズ L の、回折作用および屈折作用により、各使用光は、図 1（A）に示す B D 9 a、図 1（B）に示す D V D 9 b、図 1（C）に示す C D 9 c の、情報の記録または再生をなし得る所定位置 1 0 a、1 0 b、1 0

10

20

30

40

50

c（以下、これらを総称して記録領域10と称することがある）に集光せしめられる。

#### 【0028】

記録領域10には信号情報を担持したビット（物理的に凹部とされていなくてもよい）がトラック状に配列されるようになっており、この記録領域10からの上記レーザ光11の反射光は信号情報を担持した状態で対物光学系8およびコリメータレンズ7を介してハーフミラー6に入射し、このハーフミラー6を透過して4分割のフォトダイオード13に入射する。このフォトダイオード13では、分割された4つのダイオード位置の各受光量が電気信号の形態で得られるから、この受光量に基づき図示されない演算手段において所定の演算がなされ、データ信号、およびフォーカスとトラッキングの各エラー信号を得られることになる。

10

#### 【0029】

なお、ハーフミラー6は光記録媒体9からの戻り光の光路に対して45°傾いた状態で挿入されているのでシリンドリカルレンズと同等の作用をなし、このハーフミラー6を透過した光ビームは非点収差を有することとなり、4分割のフォトダイオード13上におけるこの戻り光のビームスポットの形状に応じてフォーカスのエラー量が決定されることとなる。なお、半導体レーザ1a~1cとハーフミラー6との間にグレーティングを挿入して3ビームによりトラッキングエラーを検出することも可能である。

#### 【0030】

ところで、本実施形態の光記録媒体用対物光学系8は、図1に示すように、光源側から順に、DOE機能付き開口制限フィルタ18と、正の屈折力を有する対物レンズLとから構成されてなる。このDOE機能付き開口制限フィルタ18は、光源側に開口制限コート部18cが、光記録媒体側に回折光学素子部18bが、それぞれ形成されてなるガラス板18aにより構成される。これにより、従来、互いに独立した部材が有していた開口制限フィルタ機能と回折光学素子機能を1つの光学部材に併せ持たせることが可能となる。また、光学系の組み立てを行う際の各部材の間隔調整やアライメント調整が容易となり、また、光学系の構成も簡易なものとするので、光学系のコンパクト化および低廉化という要請に応えたものとする事ができる。

20

#### 【0031】

また、DOE機能付き開口制限フィルタ18の基板部はガラス板18aにより形成されているので、樹脂板により形成した場合のように、素子の変形が生じ易くなるとともに、コートの剥離、引きつれあるいはひび割れが生じ易くなるという不都合を回避することができる。したがって、製造性が良好となり、製品の性能も向上する。

30

#### 【0032】

なお、本発明者は、DOE機能付き開口制限フィルタ18の基板部として樹脂製のものを用いることを試みているが、この樹脂製の基板部を用いることによって上述したような不都合を解消することは難しいとの結論に達している。

#### 【0033】

上記開口制限コート部18cは、例えば、図6に示すようにダイクロイック膜よりなる3つの同心円状パターンからなる。このうち、最小円118AはNA0.50の領域に相当し、2番目に小さい円118BはNA0.65の領域に相当し、最大円118CはNA0.85の領域に相当する。そして、最小円118Aによって囲まれた領域（領域Z1）には、BD9a用の使用波長405nm、DVD9b用の使用波長650nm、CD9c用の使用波長780nmの各光を透過し得るダイクロイック膜がコーティングされている。また、この最小円118Aと2番目に小さい円118Bに囲まれた領域（領域Z2）には、BD9a用の使用波長405nm、DVD9b用の使用波長650nmの各光を透過し、CD9c用の使用波長780nmの光を反射し得るダイクロイック膜がコーティングされている。さらに、この2番目に小さい円118Bと最大円118Cに囲まれた領域（領域Z3）には、BD9a用の使用波長405nmの光を透過し、DVD9b用の使用波長650nm、CD9c用の使用波長780nmの各光を反射し得るダイクロイック膜がコーティングされている。これにより、対物光学系8に入射するレーザ光を、各記録媒体

40

50

9に適合するNAに対応した光束径に調整することができる。

【0034】

また、上記BD9aに替えてAOD9d（開口数NA1=0.65、使用光波長 $\lambda_1=405$ nm、基板厚d1=0.6mm）が用いられる場合には、上記開口制限コート部18cは、例えば以下のように構成される。

【0035】

すなわち、この場合には、図6に示すような3つの同心円状パターンのうち、最大円118Cが2番目に小さい円118Bに重なるように構成することもできる。したがって、最小円118AはNA0.50の領域に相当し、2番目に小さい円118B（最大円118Cと一致）はNA0.65（AODについて）またはNA0.63程度（DVDについて）の領域に相当する。そして、最小円118Aによって囲まれた領域（領域Z1）には、AOD9d用の使用波長405nm、DVD9b用の使用波長650nm、CD9c用の使用波長780nmの各光を透過し得るダイクロイック膜がコーティングされる。また、この最小円118Aと2番目に小さい円118B（最大円118Cと一致）に囲まれた領域（領域Z2（領域Z3は無し））には、AOD9d用の使用波長405nm、DVD9b用の使用波長650nmの各光を透過し、CD9c用の使用波長780nmの光を反射し得るダイクロイック膜がコーティングされる。

【0036】

一方、回折光学素子部18bは、紫外線硬化樹脂により形成されたものである。

この回折光学素子部18bの作製手法は、軟化した紫外線硬化樹脂をガラス板18a上に載置し、DOEの金型により紫外線硬化樹脂を押圧して、DOE形状を紫外線硬化樹脂に転写し、この後、紫外線硬化樹脂に紫外線を照射することにより、回折光学素子部18bをガラス板18aに貼着して一体化する。

【0037】

このように、回折光学素子部18bを、ガラス板18aに貼着された紫外線硬化樹脂により構成することにより、開口制限コート部18cを施す際に、製造性が悪く、性能も劣化する、素子の変形や、コートの剥離、引きつれ、ひび割れが生じ難いガラス板18aの使用を確保しつつ、回折光学素子部18aを簡易かつ低コストでガラス板18aと一体化することができる。

【0038】

また、前記回折光学面が、前記第1波長の光に対して回折光の光量が最大となる回折次数が2次、前記第2波長の光に対して回折光の光量が最大となる回折次数が1次、前記第3波長の光に対して回折光の光量が最大となる回折次数が1次となるように、作用する形状とされていることがより好ましい。この次数を選択することにより、回折光学素子部18bの回折溝を浅くすることができ、金型加工やレンズ成型に負担をかけることなく、いずれの使用光も高い利用効率で集束させることができる。

【0039】

例えば、後述する実施例1～5に係る光記録媒体用対物光学系8では、BD9a（AOD9d）に対応する波長405nm（ $\lambda_1$ ）の光に対しては2次、DVD9bに対応する波長650nm（ $\lambda_2$ ）の光に対しては1次、CD9cに対応する波長780nm（ $\lambda_3$ ）の光に対しては1次の回折光の光量が最大となるように、回折光学素子部18b、28b、38b、48bが設定されている。

【0040】

また、本発明に係る対物光学系の回折光学素子部18は、仮想平面上に回折光学素子構造を形成されてなることが好ましく、その回折光学素子構造は断面形状が鋸歯状のものとされていることが好ましい。「鋸歯状」とはいわゆるキノフォームと称される形状である。回折光学面による位相差は、下記に示す位相差関数により表される。波長を $\lambda$ 、回折光学面位相差関数を $\phi$ とすると、この回折光学面により、回折光に $m\lambda \times \phi / (2\pi)$ の光路長が付加される。ここでmは回折次数を表す。

【0041】

【数 1】

$$\phi = \sum_{i=1} C_i Y^{2i}$$

ただし、

 $Y$  : 光軸からの高さ $C_i$  :  $2i$  次の係数

【0042】

なお、回折光学素子部 18b の具体的な鋸歯形状のステップの高さは、使用する各波長の光に対する各次数の回折光の割合を考慮して設定されることになる。また、回折光学素子部 18b は、開口制限コート部 18c の上述した同心円状パターンと同軸上に形成されるように位置設定することが肝要である。さらに、回折光学素子部 18b は、対物レンズ L と同軸上に高精度に位置設定することを要する。

【0043】

なお、後述する実施例 1～5 に係る対物光学系の回折光学素子部 18b、28b、38b、48b は、図 1～5 および図 7 に示されるように、実際の回折光学素子部 18b、28b、38b、48b の鋸歯形状よりも誇張して表されている。

【0044】

また、本発明の光記録媒体用対物光学系において対物レンズ L は、少なくとも 1 面が非球面からなることが好ましい。この非球面は、下記に示す非球面式により表される回転対称な非球面からなることがより好ましい。このような回転非球面を形成することにより、いずれの光記録媒体 9 についても収差補正を良好とし、確実にフォーカシングをなし記録・再生が良好に行われるように構成することができる。

【0045】

【数 2】

$$Z = \frac{Y^2 C}{1 + \sqrt{1 - K Y^2 C^2}} + \sum_{i=2} A_i Y^{2i}$$

ただし、

$Z$  : 光軸からの高さ  $Y$  の非球面上の点より非球面頂点の  
接平面(光軸に垂直な平面)に下ろした垂線の長さ

 $Y$  : 光軸からの高さ $K$  : 円錐定数 $C$  : 光軸近傍での曲率 $A_i$  :  $2i$  次の係数

【0046】

回折光学素子部 18b における回折光学面および対物レンズ L に形成される非球面の面形状は、その面が作用する波長の光が、対応する記録領域 10 に良好に収差補正されて収束されるように、適宜設定されることが好ましい。

【0047】

また、本発明の光記録媒体用対物光学系において対物レンズ L は、プラスチックからなるものとすることができる。プラスチック材料を用いることによる利点としては、製造コストの低減、軽量化され高速での記録および読取が可能になること、金型の加工性が向上すること、が挙げられる。

【0048】

また、この対物レンズ L は、ガラスからなるものとすることができる。ガラス材料を用

10

20

30

40

50

いることによる利点としては、温度や湿度の影響を受けにくいこと、短波長の光で長い時間回折光学素子や正レンズを使用しても透過率の劣化が少ない材料の入手が容易であること、が挙げられる。

#### 【0049】

以下、本発明の光記録媒体用対物光学系について、実施例1～5を示してさらに具体的に説明する。

#### 【0050】

##### <実施例1>

実施例1の光記録媒体用対物光学系8は、図1に示すように、光源側から順に、DOE機能付き開口制限フィルタ18と対物レンズLを配列されてなる。DOE機能付き開口制限フィルタ18は、光源側の面にダイクロイック膜による開口制限コート部18cが、光記録媒体側の面に回折光学素子部18bが、各々設けられたガラス板18aよりなる。該回折光学素子部18bは全体として負の屈折力を有している。一方上記対物レンズLは正の屈折力を有する両凸レンズとされ、光源側の面および光記録媒体側の面のいずれもが、回転非球面とされている。

#### 【0051】

また、実施例1の光記録媒体用対物光学系8においては、BD9aおよびDVD9bのいずれの光記録媒体9が選択される場合にも、使用光が平行光として開口制限コート部18cに入射され、一方、CD9cの光記録媒体9が選択される場合には、使用光が発散光として開口制限コート部18cに入射される。

#### 【0052】

また、実施例1～5において共通であるが、回折光学素子部18b、28b、38b、48bの回折光学面および対物レンズLの回転非球面は、上述した位相差関数および非球面式により規定される。また、同じく実施例1～5において共通であるが、回折光学素子部18b、28b、38b、48bの回折光学面は断面形状が鋸歯形状の同心円格子からなる。

#### 【0053】

この対物光学系8は、図1(A)～(C)に示すように、各使用光である、 $\lambda = 405\text{nm}$  ( $\lambda 1$ )、 $\lambda = 650\text{nm}$  ( $\lambda 2$ )、および $\lambda = 780\text{nm}$  ( $\lambda 3$ )の光に対し、開口数を所定値(BD9aについては開口数 $NA1 = 0.85$ 、DVD9bについては開口数 $NA2 = 0.65$ 、CD9cについては開口数 $NA3 = 0.50$ )に制限しつつ、光束径が制限された各光をBD9a、DVD9bおよびCD9cの記録領域10a、10b、10cに良好に収束させるものである。

#### 【0054】

また、同じく実施例1～5において共通であるが、各使用光は光記録媒体9に応じて、択一的に出力される。

#### 【0055】

##### <実施例2>

実施例2の光記録媒体用対物光学系8は、図2に示すように、光源側から順に、DOE機能付き開口制限フィルタ28と対物レンズLを配列されてなる。DOE機能付き開口制限フィルタ28は、光源側の面にダイクロイック膜による開口制限コート部28cが、光記録媒体側の面に回折光学素子部28bが、各々設けられたガラス板28aよりなる。該回折光学素子部28bは全体として負の屈折力を有している。一方上記対物レンズLは正の屈折力を有する両凸レンズとされ、光源側の面および光記録媒体側の面のいずれもが、回転非球面とされている。

#### 【0056】

この対物光学系8は、図2(A)～(C)に示すように、各使用光である、 $\lambda = 405\text{nm}$  ( $\lambda 1$ )、 $\lambda = 650\text{nm}$  ( $\lambda 2$ )、および $\lambda = 780\text{nm}$  ( $\lambda 3$ )の光に対し、開口数を所定値(AOD9dおよびDVD9bについては開口数 $NA1 = NA2 = 0.65$ 、CD9cについては開口数 $NA3 = 0.50$ )に制限しつつ、光束径が制限された各光をAOD9d、D

V D 9 b および C D 9 c の記録領域 1 0 d、1 0 b、1 0 c に良好に収束させるものである。

【0057】

また、実施例 2 の光記録媒体用対物光学系 8 においては、A O D 9 d および D V D 9 b のいずれの光記録媒体 9 が選択される場合にも、使用光が平行光として開口制限コート部 2 8 c に入射され、一方、C D 9 c の光記録媒体 9 が選択される場合には、使用光が発散光として開口制限コート部 2 8 c に入射される。

【0058】

<実施例 3>

実施例 3 の光記録媒体用対物光学系 8 は、図 3 に示すように、光源側から順に、D O E 機能付き開口制限フィルタ 3 8 と対物レンズ L を配列されてなる。D O E 機能付き開口制限フィルタ 3 8 は、光源側の面にダイクロイック膜による開口制限コート部 3 8 c が、光記録媒体側の面に回折光学素子部 3 8 b が、各々設けられたガラス板 3 8 a よりなる。該回折光学素子部 3 8 b は全体として負の屈折力を有している。一方上記対物レンズ L は正の屈折力を有する両凸レンズとされ、光源側の面および光記録媒体側の面のいずれもが、回転非球面とされている。

【0059】

この対物光学系 3 は、図 3 (A) ~ (C) に示すように、各使用光である、 $\lambda = 405 \text{ nm}$  ( $\lambda 1$ )、 $\lambda = 650 \text{ nm}$  ( $\lambda 2$ )、および  $\lambda = 780 \text{ nm}$  ( $\lambda 3$ ) の光に対し、開口数を所定値 (B D 9 a については開口数  $N A 1 = 0.85$ 、D V D 9 b については開口数  $N A 2 = 0.65$ 、C D 9 c については開口数  $N A 3 = 0.50$ ) に制限しつつ、光束径が制限された各光を B D 9 a、D V D 9 b および C D 9 c の記録領域 1 0 a、1 0 b、1 0 c に良好に収束させるものである。

【0060】

また、実施例 3 の光記録媒体用対物光学系 8 においては、B D 9 a、D V D 9 b および C D 9 c のいずれの光記録媒体 9 が選択される場合にも、使用光が平行光として開口制限コート部 3 8 c に入射される。

【0061】

<実施例 4>

実施例 4 の光記録媒体用対物光学系 8 は、図 4 に示すように、光源側から順に、D O E 機能付き開口制限フィルタ 4 8 と対物レンズ L を配列されてなる。D O E 機能付き開口制限フィルタ 4 8 は、光源側の面にダイクロイック膜による開口制限コート部 4 8 c が、光記録媒体側の面に回折光学素子部 4 8 b が、各々設けられたガラス板 4 8 a よりなる。該回折光学素子部 4 8 b は全体として負の屈折力を有している。一方上記対物レンズ L は正の屈折力を有する両凸レンズとされ、光源側の面および光記録媒体側の面のいずれもが、回転非球面とされている。

【0062】

この対物光学系 8 は、図 4 (A) ~ (C) に示すように、各使用光である、 $\lambda = 405 \text{ nm}$  ( $\lambda 1$ )、 $\lambda = 650 \text{ nm}$  ( $\lambda 2$ )、および  $\lambda = 780 \text{ nm}$  ( $\lambda 3$ ) の光に対し、開口数を所定値 (A O D 9 d および D V D 9 b については開口数  $N A 1 = N A 2 = 0.65$ 、C D 9 c については開口数  $N A 3 = 0.50$ ) に制限しつつ、光束径が制限された各光を A O D 9 d、D V D 9 b および C D 9 c の記録領域 1 0 d、1 0 b、1 0 c に良好に収束させるものである。

【0063】

また、実施例 4 の光記録媒体用対物光学系 8 においては、A O D 9 d、D V D 9 b および C D 9 c のいずれの光記録媒体 9 が選択される場合にも、使用光が平行光として開口制限コート部 4 8 c に入射される。

【0064】

<実施例 5>

実施例 5 の光記録媒体用対物光学系 8 は、図 5 に示すように、光源側から順に、D O E

機能付き開口制限フィルタ58と対物レンズLを配列されてなる。DOE機能付き開口制限フィルタ58は、光源側の面にダイクロイック膜による開口制限コート部58cが、光記録媒体側の面に回折光学素子部58bが、各々設けられたガラス板58aよりなる。該回折光学素子部58bは全体として負の屈折力を有している。一方上記対物レンズLは正の屈折力を有する両凸レンズとされ、光源側の面および光記録媒体側の面のいずれもが、回転非球面とされている。

#### 【0065】

この対物光学系8は、図5(A)～(C)に示すように、各使用光である、 $\lambda = 405\text{nm}$  ( $\lambda 1$ )、 $\lambda = 650\text{nm}$  ( $\lambda 2$ )、および $\lambda = 780\text{nm}$  ( $\lambda 3$ )の光に対し、開口数を所定値(AOD9dについては開口数 $NA1 = 0.65$ 、DVD9bについては開口数 $NA2 = 0.63$ 、CD9cについては開口数 $NA3 = 0.50$ )に制限しつつ、光束径が制限された各光をAOD9d、DVD9bおよびCD9cの記録領域10d、10b、10cに良好に収束させるものである。すなわち、この実施例5のものでは、AOD9dについての開口数 $NA1$ を0.65とし、DVD9bについての開口数 $NA2$ を0.63とすることで、両者の入射光束径を等しくするように構成されている。

10

#### 【0066】

また、実施例5の光記録媒体用対物光学系8においては、AOD9dおよびDVD9bのいずれの光記録媒体9が選択される場合にも、使用光が平行光として開口制限コート部58cに入射され、一方、CD9cの光記録媒体9が選択される場合には、使用光が発散光として開口制限コート部58cに入射される。

20

#### 【0067】

なお、本発明の光記録媒体用対物光学系としては上述したものに限られず種々の態様の変更が可能である。また、本発明の光ピックアップ装置としても、同様に種々の態様の変更が可能である。

例えば、DOE機能付き開口制限フィルタの開口制限コート部のコートパターンは上述した実施例のものに限られるものではない。

#### 【0068】

また、本発明の光記録媒体用対物光学系としては、回折光学機能部を、ガラス製基体に直接形成することも可能である。この場合には、ガラス製基体の光記録媒体側の面に、成型加工によって回折光学機能部を形成することが好ましい。

30

#### 【0069】

このように、対物光学系がDOE機能付き開口制限フィルタと対物レンズとの2部材による構成とされていることから、いずれか一方の光学部品を傾けることができるような構成とした場合には、光記録媒体の傾きにより生じるコマ収差も良好に補正できるものとすることができる。

#### 【0070】

また、回折光学機能部は、いずれの波長の光に対しても、上述した所定次数の回折光の光量が多く出力されるように構成されていればよく、理想的には、その光量がそれぞれほぼ100%となれば最も効果が高い。また、回折光学面の素子構造としては鋸歯状のものに限られず、例えば階段状のものをを用いるようにしてもよい。

40

#### 【0071】

また、上記各実施例においては、回折光学素子の屈折力は負とされているが、対物レンズ系の屈折力等に応じて、回折光学素子の屈折力を正とすることも可能である。

#### 【0072】

また、対物光学系の対物レンズとしても、正の屈折力を有するレンズとされていればよく、実施例のもののように光源側の面および光記録媒体側の面のいずれもが回転対称な非球面とされている構成に限られるものではない。例えば、平面、球面、非球面を適宜用いることができる。

#### 【0073】

また、本発明の光記録媒体用対物光学系および光ピックアップ装置において、記録・再

50

生対象となる光記録媒体としてはBD（またはAOD）、DVDおよびCDという組合わせに限られない。条件式（１）～（３）を満足するように設定された光記録媒体を、共通の光ピックアップ装置で記録・再生する場合に本発明を適用できる。

#### 【００７４】

また、光記録媒体を上記実施例と同じくAOD、DVD、およびCDとした場合にも、その使用光波長は、実施例のものに限られない。BDおよびAODの使用光波長405nm、DVDの使用光波長650nmおよびCDの使用光波長780nm以外の波長の光であっても、それぞれの光記録媒体の規格を満たすものであればその範囲内で任意に設定することができる。また、開口数、基板厚についても同様である。

#### 【００７５】

また、今後、光記録媒体として上記以外の、例えば使用光波長がさらに短波長化した規格のものが開発されることも想定されるが、その場合にも勿論、本発明を適用することが可能である。この場合、レンズ材料として、使用光波長において良好な透過率を有する材料を用いることが好ましく、例えば、本発明の光記録媒体用対物光学系のガラス製基体の硝材として蛍石や石英を用いることも可能である。

#### 【００７６】

また、４種以上の光記録媒体に対しても、本発明の光記録媒体用対物光学系の適用を妨げるものではない。

#### 【００７７】

また、上記説明に用いた光ピックアップ装置では互いに異なる波長の光を出力する３つの光源を設けているが、光源として、２つの異なる波長の光を近接した出力口から出力し得る１つの光源を用いるようにしても良い。この場合には、例えば図７のプリズム２a、２bに代えて、１つのプリズムを配した構成としてもよい。さらに、３つの異なる波長の光を近接した出力口から出力し得る１つの光源を用いるようにしても良い。この場合には、例えば図７のプリズム２a、２bは不要となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００７８】

【図１】本発明の実施例１に係る光記録媒体用対物光学系とその作用を模式的に示す断面図

【図２】本発明の実施例２に係る光記録媒体用対物光学系とその作用を模式的に示す断面図 30

【図３】本発明の実施例３に係る光記録媒体用対物光学系とその作用を模式的に示す断面図

【図４】本発明の実施例４に係る光記録媒体用対物光学系とその作用を模式的に示す断面図

【図５】本発明の実施例５に係る光記録媒体用対物光学系とその作用を模式的に示す断面図

【図６】本発明の実施例１におけるDOE機能付き開口制限フィルタの開口制限コートパターンを模式的に示す断面図

【図７】本発明の実施形態に係る光記録媒体用対物光学系を用いた光ピックアップ装置を示す概略図 40

#### 【符号の説明】

#### 【００７９】

- １a、１b、１c 半導体レーザー
- ２a、２b プリズム
- ６ ハーフミラー
- ７ コリメータレンズ
- ８ 対物光学系
- ９ 光記録媒体
- ９a BD

10

20

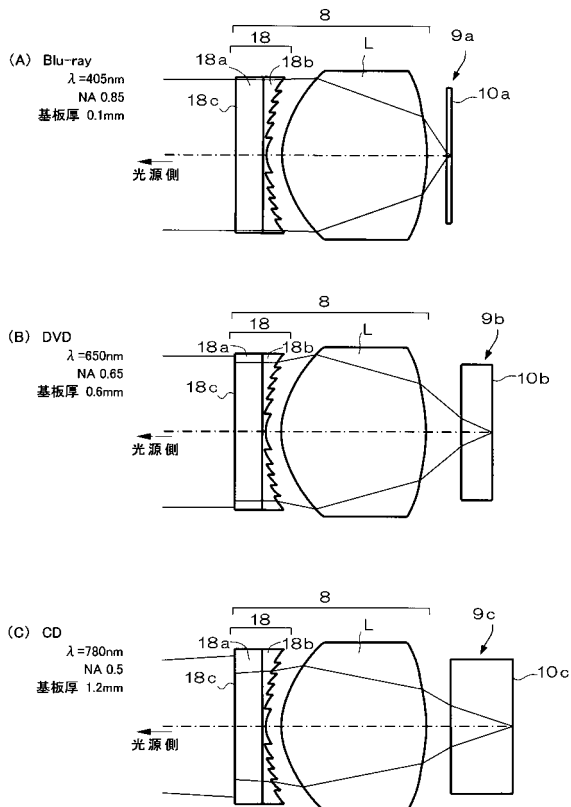
30

40

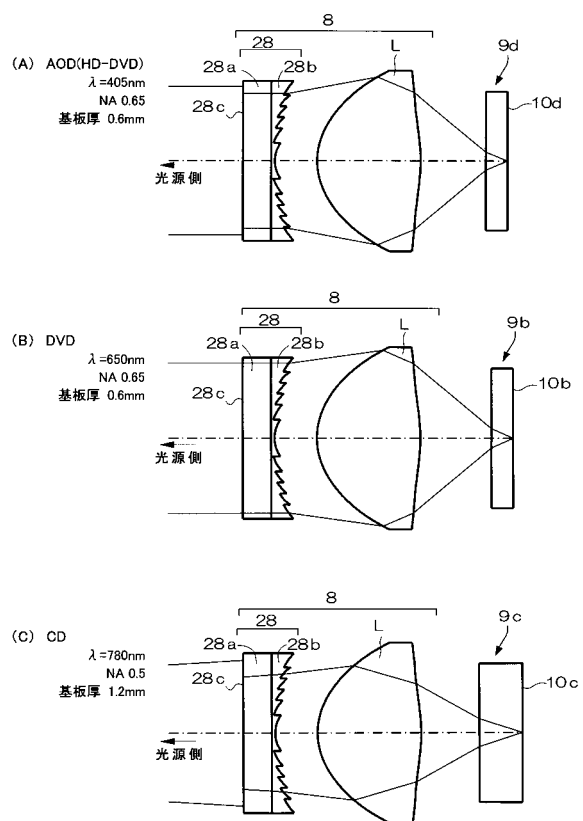
50

- 9 b DVD  
 9 c CD  
 9 d AOD  
 10、10 a、10 b、10 c、10 d 記録領域  
 11 レーザ光  
 13 フォトダイオード  
 18、28、38、48、58 DOE機能付き開口制限フィルタ  
 18 a、28 a、38 a、48 a、58 a ガラス板  
 18 b、28 b、38 b、48 b、58 b 回折光学素子部  
 18 c、28 c、38 c、48 c、58 c 開口制限コート部  
 L 対物レンズ

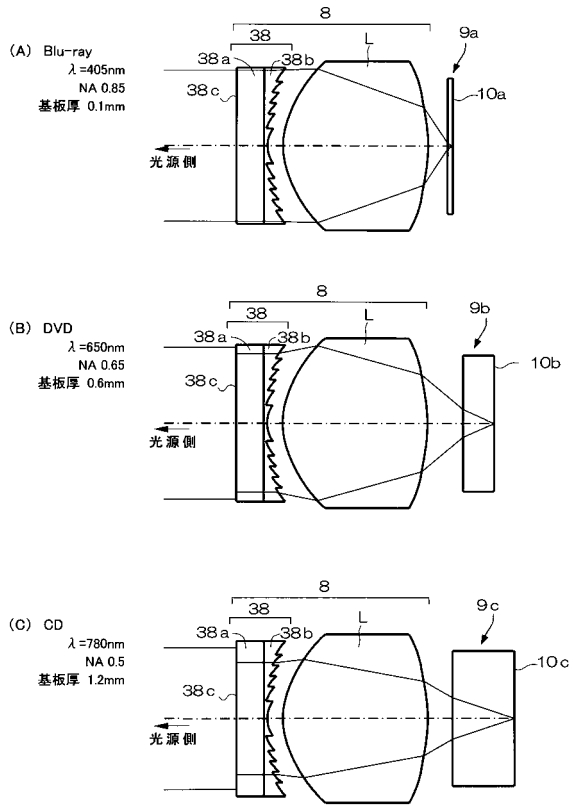
【図 1】



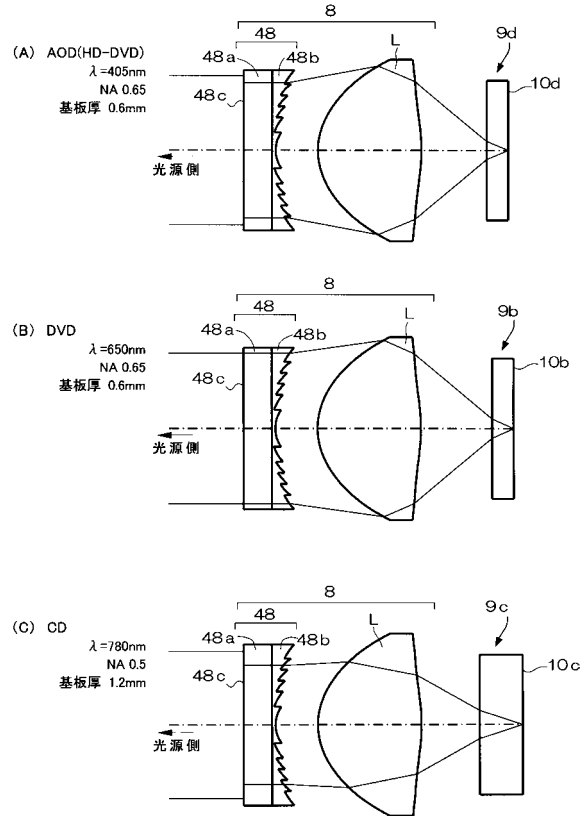
【図 2】



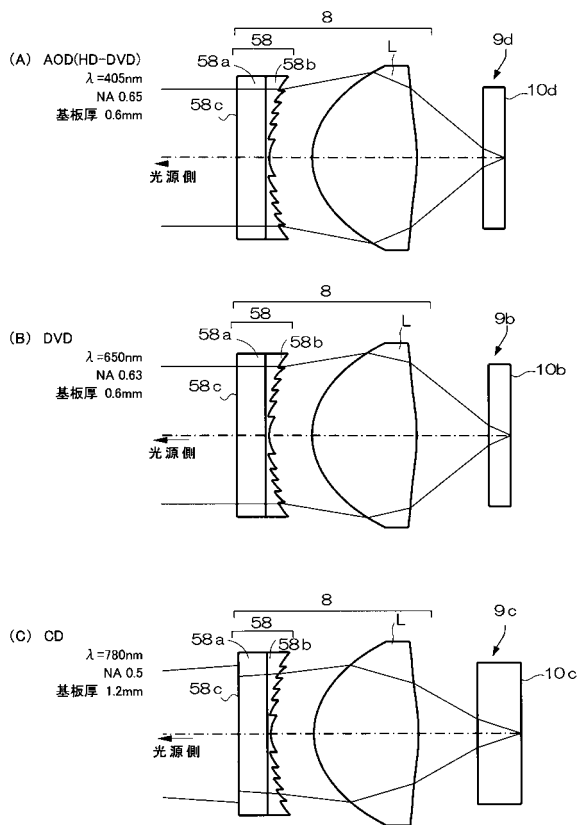
【図 3】



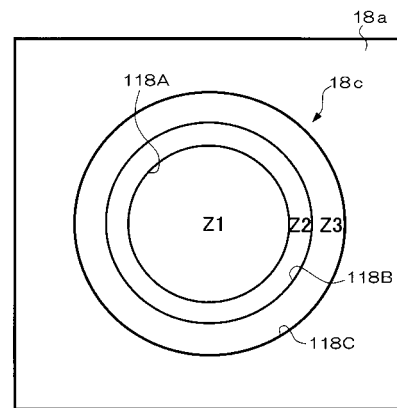
【図 4】



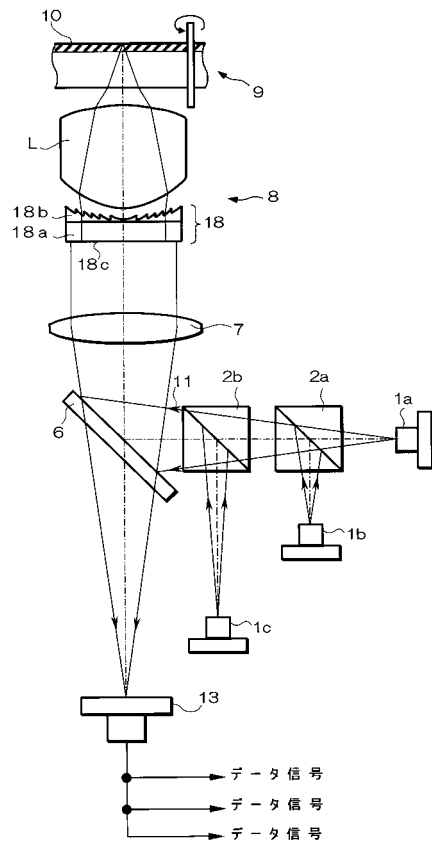
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 小里 哲也

埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目3番地 富士写真光機株式会社内

Fターム(参考) 2H049 AA03 AA04 AA57 AA64

2H087 KA13 LA01 PA01 PA17 PB01 QA02 QA07 QA14 QA34 RA05

RA12 RA13 RA31 RA42 RA46 UA01

5D789 AA41 BA01 EC01 EC45 EC47 FA08 JA09 JA44 JA63 JA64

JB02