



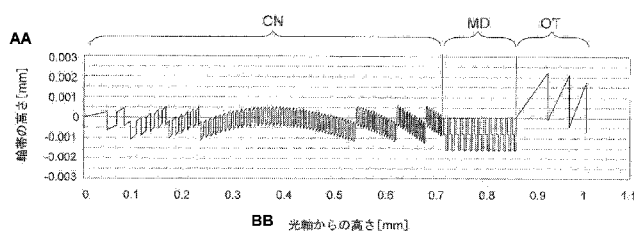
- (51) 国際特許分類 :
G11B 7/135 (2012.01) G02B 13/00 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 12/073430
- (22) 国際出願日 : 2012 年 9 月 13 日 (13.09.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
特願 201 1-270082 201 1 年 1 月 9 日 (09.12.201 1) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタ株式会社 (Konica Minolta, Inc.) [JP/JP];
〒100701 5 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 Tokyo (JP).
- () 発明者 ; および
- () 発明者 / 出願人 (米国についてのみ): 井上寿志 (INOUE Hisashi) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人 : 田村 敬二郎 , 外 (AMURA Keiji et al);
〒1600023 東京都新宿区西新宿七丁目 4 番 3 号
升本ビル 8 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: OBJECTIVE LENS FOR OPTICAL PICKUP DEVICE, OPTICAL PICKUP DEVICE AND OPTICAL INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称 : 光ピックアップ装置用の対物レンズ、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置

【図9】



CC 実施例1の輪帯の実形状図

FIG. 9:
AA Height of annular zone
BB Height from light axis
CC Diagram showing actual shape of annular zone in Embodiment 1

(57) Abstract: Provided are an objective lens for an optical pickup device, an optical pickup device using the same, and an optical information recording and reproducing device which allow three types of optical disks including BD, DVD and CD to be replaceable by means of a common objective lens with no restriction on optical magnification while allowing for greater design freedom, high efficiency, and excellent manufacturability. A second optical path difference giving structure provided on the intermediate region of an objective lens is a step-like structure wherein the number of steps for each annular zone is identical. The second optical path difference giving structure sets the amount of zero-order diffracted light of a first luminous flux that passed through said second optical path difference giving structure to be greater than the amount of any order diffracted light and sets the amount of first-order diffracted light of a second luminous flux that passed through said second optical path difference giving structure to be greater than the amount of any order diffracted light. Further, said second optical path difference giving structure sets the amount of first-order diffracted light of a third luminous flux that passed through said second optical path difference giving structure to be greater than the amount of any order diffracted light.

(57) 要約 :

[続葉有]



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, 添付公開書類：

NE, SN, TD, TG).

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

B D ノ D V D / C D の 3 種 類 の 光 デ ィ ス ク の 互 換 を 共 通 の 対 物 レ ン ズ で 行 う こ と を 可 能 と し つ つ 、 光 学 系 倍 率 の 制 限 が な く 、 設 計 の 自 由 度 に 優 れ る と 共 に 、 高 い 効 率 を 有 し 、 し か も 製 造 容 易 性 に 優 れ た 光 ピ ッ ク ア ッ プ 装 置 用 の 対 物 レ ン ズ 並 び に そ れ を 用 い た 光 ピ ッ ク ア ッ プ 装 置 及 び 光 情 報 記 録 再 生 装 置 を 提 供 す る 。 対 物 レ ン ズ の 中 間 領 域 に 設 け た 第 2 光 路 差 付 与 構 造 は 、 各 輪 帯 の ス テ ッ プ 数 が 等 し い 階 段 型 構 造 で あり 、 前 記 第 2 光 路 差 付 与 構 造 は 、 前 記 第 2 光 路 差 付 与 構 造 を 通 過 し た 第 1 光 束 の 0 次 の 回 折 光 量 を 他 の い かな る 次 数 の 回 折 光 量 より も 大 き く し 、 前 記 第 2 光 路 差 付 与 構 造 を 通 過 し た 第 2 光 束 の 1 次 の 回 折 光 量 を 他 の い かな る 次 数 の 回 折 光 量 より も 大 き く し 、 前 記 第 2 光 路 差 付 与 構 造 を 通 過 し た 第 3 光 束 の 1 次 の 回 折 光 量 を 他 の い かな る 次 数 の 回 折 光 量 より も 大 き く す る 。

明 細 書

発明の名称：

光ピックアップ装置用の対物レンズ、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、異なる種類の光ディスクに対して互換可能に情報の記録及び/又は再生（記録/再生）を行える光ピックアップ装置、対物レンズ及び光情報記録再生装置に関する。

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等、波長390～420nmのレーザ光源が実用化されている。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12cmの光ディスクに対して、15～20GBの情報の記録が可能となり、対物光学素子のNAを0.85にまで高めた場合には、直径12cmの光ディスクに対して、23～25GBの情報の記録が可能となる。

[0003] 上述のようなNA0.85の対物レンズを使用する光ディスクの例として、BD（ブルーレイディスク）が挙げられる。光ディスクの傾き（スキュー）に起因して発生するコマ収差が増大するため、BDでは、DVDにおける場合よりも保護基板を薄く設計し（DVDの0.6mmに対して、0.1mm）、スキューによるコマ収差量を低減している。

[0004] ところで、BD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（光情報記録再生装置）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、B

D 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記録/再生ができるようにすることが、BD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、BD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、BDとDVD、更にはCD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] BDとDVD、更にはCD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方法として、BD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方法が考えられるが、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。

[0006] 従って、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、BD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。そして、光ディスクに対向して配置される対物レンズ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。尚、記録/再生波長が互いに異なる複数種類の光ディスクに対して共通な対物レンズを得るためには、球面収差の波長依存性を有する回折構造を対物レンズに形成する必要がある。

[0007] 特許文献1には階段状の回折構造を有し、3種類の光ディスクに対して共通に使用可能な対物レンズが記載されており、特許文献2には、回折構造である2つの基礎構造を重畳してなる構造を有し、3種類の光ディスクに対して共通に使用可能な対物レンズ、及びこの対物レンズを搭載した光ピックアップ装置が記載されている。

[0008] ところで、3つの異なるディスク厚に対して球面収差を補正し互換を行うため、且つ、環境温度が変化した場合における屈折率変化に起因して発生する球面収差を補正する温度特性を波長毎に満足させるために、最低3つの自

由度が必要といえる。ところが、特許文献 1 の回折次数の組み合わせの場合、**「屈折面 + 回折面 + 有限光」**で互換を実現しているため、**B D / D V D / C D**の互換を無限光で実現することは不可能となる。更にスリムタイプ（例えば、**B D**用の有効径 Φ が 2.7 mm 以下）では **B D / D V D / C D**の互換用レンズの場合、**C D**のワーキングディスタンスを長くするため、**C D**では発散光が入射する必要があるが、その場合、同じ **N A**でも無限光入射に比べて有効径が大きくなるので、**B D**の回折効率が低下してしまうという問題がある。

[0009] 一方、特許文献 2 に開示された実施例 1 においては、対物レンズの光学面が、**B D Z D V D Z C D**用の光束を集光する中央領域と、前記中央領域の周りの **B D Z D V D**用の光束を集光する中間領域と、前記中間領域の周りの **B D**用の光束を集光する周辺領域とを有する構成であって、中間領域には 3 つの回折構造（基礎構造）を重畳させた第 2 光路差付与構造が設けられている。しかるに、このように 3 つの回折構造を重畳させると、第 2 光路差付与構造の形状が複雑となり、また輪帯幅も小さくなるので、製造が困難となるという問題がある。一方、特許文献 2 に開示された実施例 4 においては、特許文献 1 と同様な課題を有している。

先行技術文献

特許文献

[001 0] 特許文献 1 : 特開 2 0 0 9 _ 2 4 5 5 7 5 号公報

特許文献 2 : 特開 2 0 1 1 - 9 6 3 5 0 号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[001 1] 本発明は、上述の課題を解決することを目的としたものであり、**B D / D V D / C D**の 3 種類の光ディスクの互換を共通の対物レンズで行うことを可能としつつ、光学系倍率の制限がなく、設計の自由度に優れると共に、高い効率を有し、しかも製造容易性に優れた光ピックアップ装置用の対物レンズ並びにそれを用いた光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を提供する

ことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 請求項 1 に記載の対物レンズは、第 1 波長 λ_1 の第 1 光束を射出する第 1 光源と、第 2 波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の第 2 光束を射出する第 2 光源と、第 3 波長 λ_3 ($\lambda_3 > \lambda_2$) の第 3 光束を射出する第 3 光源とを有し、前記第 1 光束を用いて厚さが t_1 の保護基板を有する第 1 光ディスクの情報の記録及び/又は再生を行い、前記第 2 光束を用いて厚さが t_2 ($t_1 < t_2$) の保護基板を有する第 2 光ディスクの情報の記録及び/又は再生を行い、前記第 3 光束を用いて厚さが t_3 ($t_2 < t_3$) の保護基板を有する第 3 光ディスクの情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置において用いられる対物レンズであって、

前記対物レンズの光学面は、中央領域と、前記中央領域の周りの中間領域と、前記中間領域の周りの周辺領域とを少なくとも有し、

前記中央領域は第 1 光路差付与構造を有し、

前記中間領域は第 2 光路差付与構造を有し、

前記対物レンズは、前記中央領域を通過する前記第 1 光束を、前記第 1 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記中央領域を通過する前記第 2 光束を、前記第 2 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記中央領域を通過する前記第 3 光束を、前記第 3 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、

前記対物レンズは、前記中間領域を通過する前記第 1 光束を、前記第 1 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記中間領域を通過する前記第 2 光束を、前記第 2 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記中間領域を通過する前記第 3 光束を、前記第 3 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光せず、

前記対物レンズは、前記周辺領域を通過する前記第 1 光束を、前記第 1 光

ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記周辺領域を通過する前記第2光束を、前記第2光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光せず、前記周辺領域を通過する前記第3光束を、前記第3光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光せず、

前記第1光路差付与構造は、少なくとも第1基礎構造と第2基礎構造とを重ね合わせた構造であり、

前記第1基礎構造は、前記第1基礎構造を通過した第1光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第1基礎構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第1基礎構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、

前記第2基礎構造は、前記第2基礎構造を通過した第1光束の2次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第2基礎構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第2基礎構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、

前記第2光路差付与構造は、ステップ数が等しい複数の小階段型構造を有する階段型構造であり、前記第2光路差付与構造は、前記第2光路差付与構造を通過した第1光束の0次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第2光路差付与構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第2光路差付与構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることを特徴とする。

[0013] 本発明者は、鋭意研究の結果、第2光路差付与構造を、各輪帯のステップ数が等しい単純な階段型構造とした場合でも、第1光路差付与構造との相性がよくなる例を発見した。

つまり、第2光路差付与構造が、第2光路差付与構造を通過した第1光束の

0 次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第2光路差付与構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第2光路差付与構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくする（これを（0 / 1 / 1）構造という、以下同様）ものである場合、図1に示すように、対物レンズの第1光束と第2光束の〔数1〕に示す光路差関数が、中央領域と中間領域で連続となることを見出した。その結果、波長変化が生じた場合に球面収差の影響が小さくなるようにできるのである。

[0014] [数1]

$$\Phi = m / \lambda_0 \sum C_{2i} h^{2i}$$

(単位 : λ)

[0015] 尚、 h は光軸からの高さ、 λ は入射光束の波長、 m は回折次数、 C_{2i} は光路差関数の係数である。

[0016] 又、異なる3つの波長の光束において対物レンズの結像倍率を0とし、即ち無限平行光を用いることができるから、BDやDVD使用時の効率を高めることができるのである。加えて、第2光路差付与構造が、ステップ数が等しい複数の小階段型構造を有する単純な階段型構造であるため、輪帯幅が広がって光の利用効率を高めることができ、また対物レンズを成形する金型の製造が容易になり、製造誤差による効率低下を極力抑えることができるのである。さらに、本発明によって、第1光束が1nmの波長変化を生じたときの波面収差ベスト位置の光軸方向の位置ずれを小さくすることができる。即ち、第1光ディスク使用時の色収差を小さくすることができる。

[0017] 請求項2に記載の対物レンズは、請求項1に記載の発明において、前記第2光路差付与構造は、前記小階段型構造が2ステップ（バイナリ構造）であることを特徴とする。

[0018] 請求項3に記載の対物レンズは、請求項2に記載の発明において、前記2ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h （ μm ）とし、段差が光

軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$-1.0 \leq h \leq -0.6 \quad (A)$$

$$0.6 \leq h \leq 1.0 \quad (B)$$

[0019] 請求項4に記載の対物レンズは、請求項1に記載の発明において、前記第2光路差付与構造は、前記小階段型構造が3ステップであることを特徴とする。

[0020] 請求項5に記載の対物レンズは、請求項4に記載の発明において、前記3ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h (μm) とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$-1.2 \leq h \leq -0.7 \quad (C)$$

$$2.7 \leq h \leq 4.4 \quad (D)$$

[0021] 請求項4や請求項5に係る構成により、1ステップの高さを低くでき、またBDとDVDの効率を高めることができる。但し、領域の境界ではステップ数が3未満の場合もある。

[0022] 請求項6に記載の対物レンズは、請求項1に記載の発明において、前記第2光路差付与構造は、前記小階段型構造が4ステップであることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

[0023] 請求項7に記載の対物レンズは、請求項6に記載の発明において、前記4ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h (μm) とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$-3.4 \leq h \leq -2.0 \quad (E)$$

$$1.4 \leq h \leq 2.3 \quad (F)$$

[0024] 請求項8に記載の対物レンズは、請求項1～7のいずれかに記載の発明において、前記周辺領域は、第3光路差付与構造を有し、前記第3光路差付与構造は、ブレード型構造であって、前記第3光路差付与構造を通過した第1

光束の2次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることを特徴とする。

[0025] これにより、第3光路差付与構造の回折パワーを利用して温度特性を満足させることができ、更に対物レンズの光路差関数が、中間領域と周辺領域とで連続することとなるから、波長変化が生じた場合に球面収差の影響が小さくなるようにできる。又、第2光束が周辺領域を通過した後にフレア光になる際に、中間領域を通過して第2光ディスクの情報記録面に集光するメイン光から離すことができ、エラー信号の発生を抑制できる。

[0026] 請求項9に記載の対物レンズは、請求項1～7のいずれかに記載の発明において、前記周辺領域は、第3光路差付与構造を有し、前記第3光路差付与構造は、複数の小階段型構造を有する階段型構造であって、前記第3光路差付与構造を通過した第1光束の0次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることを特徴とする。

[0027] これにより、第3光路差付与構造の回折パワーを利用して温度特性を満足させることができ、更に対物レンズの光路差関数が、中間領域と周辺領域とで連続することとなるから、波長変化が生じた場合に球面収差の影響が小さくなるようにできる。

[0028] 請求項10に記載の対物レンズは、請求項9に記載の発明であって、前記第3光路差付与構造は、前記小階段型構造が2ステップ（バイナリ構造）であることを特徴とする。

[0029] 請求項11に記載の対物レンズは、請求項10に記載の発明であって、前記2ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h （ μm ）とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$-1.0 \leq h \leq -0.6 \quad (\text{G})$$

$$0.6 \leq h \leq 1.0 \quad (\text{H})$$

[0030] 請求項12に記載の対物レンズは、請求項9に記載の発明であって、前記第3光路差付与構造は、前記小階段型構造が3ステップであることを特徴と

する。

- [0031] 請求項 13 に記載の対物レンズは、請求項 12 に記載の発明であって、前記 3 ステップの前記小階段型構造の 1 段あたりの高さを h (μm) とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$-1.2 \leq h \leq -0.7 \quad (I)$$

$$2.7 \leq h \leq 4.4 \quad (J)$$

- [0032] 請求項 14 に記載の対物レンズは、請求項 1～7 のいずれかに記載の発明において、前記周辺領域は屈折面であることを特徴とする。

- [0033] これにより、光の利用効率を高めることができる。

- [0034] 請求項 15 に記載の対物レンズは、請求項 1～14 のいずれかに記載の発明において、前記第 1 光ディスクに対して情報の記録及び/又は再生を行う際の有効径を $\phi 1$ (mm) としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$1.8 \leq \phi 1 \leq 4.0 \quad (1)$$

- [0035] これにより、いわゆるスリムタイプと呼ばれる薄型の光ピックアップ装置から、ハーフハイトタイプと呼ばれる光ピックアップ装置まで幅広く適用できる。更に、以下の式を満たすと、より好ましい。

$$2.0 \leq \phi 1 \leq 4.0 \quad (1')$$

- [0036] 請求項 16 に記載の対物レンズは、請求項 1～15 のいずれかに記載の発明において、前記第 3 光ディスクのワーキングディスタンスを CW (mm) としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$CW \geq 0.2 \quad (2)$$

- [0037] 本発明によれば、(2) 式を満たすように、第 3 光ディスク使用時のワーキングディスタンスを確保できる。

- [0038] 請求項 17 に記載の対物レンズは、請求項 1～16 のいずれかに記載の発明において、前記第 3 光ディスクの情報記録面に集光する第 3 光束のメイン光と第 3 光束のフレア光の距離を x (μm) としたときに、以下の式を満たす。

すことを特徴とする。

$$|x| \geq 5 \quad (3)$$

[0039] 本発明によれば、(3)式を満たすようにできるので、第3光束の有効径外の光束であるフレア光をメイン光から離すことができるため、エラー信号の発生を防止できる。

[0040] 請求項18に記載の対物レンズは、請求項1～17のいずれかに記載の発明において、前記第2光路差付与構造の輪帯幅をL(μm)としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$2 \leq |L| \leq 12 \quad (4)$$

[0041] 本発明によれば、(4)式を満たすように輪帯幅を広げることができるので、対物レンズの製造容易性が高まる。

[0042] 請求項19に記載の対物レンズは、請求項前記第1光束が1nmの波長変化を生じたときの波面収差ベスト位置の光軸方向の位置ずれをΔ(mm)とすると、以下の式を満たすことを特徴とする請求項1～18のいずれかに記載の対物レンズ。

$$1.9 \times 10^{-4} \leq \Delta / f \leq 2.5 \times 10^{-4} \quad (6)$$

[0043] (6)式を満たす範囲に、前記第1光束が1nmの波長変化を生じたときの波面収差ベストの光軸位置Δを定めることで、波長変化が生じた場合における球面収差の影響を小さくできる。例えば、モードホッピングの発生、単色性が悪い光源を使用した場合、光軸位置のずれを小さくすることが可能である。

[0044] 請求項20に記載の光ピックアップ装置は、請求項1乃至19のいずれかに記載の対物レンズを有することを特徴とする。

[0045] 請求項21に記載の光情報記録再生装置は、請求項20に記載の光ピックアップ装置を有することを特徴とする。

[0046] 本発明に係る光ピックアップ装置は、第1光源、第2光源、第3光源の少なくとも3つの光源を有する。さらに、本発明の光ピックアップ装置は、第1光束を第1光ディスクの情報記録面上に集光させ、第2光束を第2光ディ

スクの情報記録面上に集光させ、第3光束を第3光ディスクの情報記録面上に集光させるための集光光学系を有する。また、本発明の光ピックアップ装置は、第1光ディスク、第2光ディスク又は第3光ディスクの情報記録面からの反射光束を受光する受光素子を有する。

[0047] 第1光ディスクは、厚さが t_1 の保護基板と情報記録面とを有する。第2光ディスクは厚さが t_2 ($t_1 < t_2$) の保護基板と情報記録面とを有する。第3光ディスクは、厚さが t_3 ($t_2 < t_3$) の保護基板と情報記録面とを有する。第1光ディスクがBDであり、第2光ディスクがDVDであり、第3光ディスクがCDであることが好ましいが、これに限られるものではない。なお、第1光ディスク、第2光ディスク又は第3光ディスクは、複数の情報記録面を有する複数層の光ディスクでもよい。

[0048] 本明細書において、BDとは、波長390～415nm程度の光束、NA0.8～0.9程度の対物レンズにより情報の記録/再生が行われ、保護基板の厚さが0.05～0.125mm程度であるBD系列光ディスクの総称であり、単一の情報記録層のみ有するBDや、2層又はそれ以上の情報記録層を有するBD等を含むものである。更に、本明細書においては、DVDとは、NA0.60～0.67程度の対物レンズにより情報の記録/再生が行われ、保護基板の厚さが0.6mm程度であるDVD系列光ディスクの総称であり、DVD-ROM、DVD-Video、DVD-Audio、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD+R、DVD+RW等を含む。また、本明細書においては、CDとは、NA0.45～0.51程度の対物レンズにより情報の記録/再生が行われ、保護基板の厚さが1.2mm程度であるCD系列光ディスクの総称であり、CD-ROM、CD-Audio、CD-Video、CD-R、CD-RW等を含む。尚、記録密度については、BDの記録密度が最も高く、次いでDVD、CDの順に低くなる。

[0049] なお、保護基板の厚さ t_1 、 t_2 、 t_3 に関しては、以下の条件式(7)、(8)、(9)を満たすことが好ましいが、これに限られない。尚、ここ

で言う、保護基板の厚さとは、光ディスク表面に設けられた保護基板の厚さのことである。即ち、光ディスク表面から、表面に最も近い情報記録面までの保護基板の厚さのことをいう。

$$[0050] \quad 0.050 \text{ mm} \leq t_1 \leq 0.125 \text{ mm} \quad (7)$$

$$0.5 \text{ mm} \leq t_2 \leq 0.7 \text{ mm} \quad (8)$$

$$1.0 \text{ mm} \leq t_3 \leq 1.3 \text{ mm} \quad (9)$$

[0051] 本明細書において、第1光源、第2光源、第3光源は、好ましくはレーザ光源である。レーザ光源としては、好ましくは半導体レーザ、シリコンレーザ等を用いることが出来る。第1光源から出射される第1光束の第1波長 λ_1 、第2光源から出射される第2光束の第2波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$)、第3光源から出射される第3光束の第3波長 λ_3 ($\lambda_3 > \lambda_2$)は以下の条件式(10)、(11)を満たすことが好ましい。

$$[0052] \quad 1.5 \cdot \lambda_1 < \lambda_2 < 1.7 \cdot \lambda_1 \quad (10)$$

$$1.8 \cdot \lambda_1 < \lambda_3 < 2.0 \cdot \lambda_1 \quad (11)$$

また、第1光ディスク、第2光ディスク、第3光ディスクとして、それぞれ、BD、DVD及びCDが用いられる場合、第1光源の第1波長 λ_1 は好ましくは、350 nm以上、440 nm以下、より好ましくは、390 nm以上、415 nm以下であって、第2光源の第2波長 λ_2 は好ましくは570 nm以上、680 nm以下、より好ましくは、630 nm以上、670 nm以下であって、第3光源の第3波長 λ_3 は好ましくは、750 nm以上、880 nm以下、より好ましくは、760 nm以上、820 nm以下である。

[0053] また、第1光源、第2光源、第3光源のうち少なくとも2つの光源をユニット化してもよい。ユニット化とは、例えば第1光源と第2光源とが1パッケージに固定収納されているようなものをいう。また、光源に加えて、後述する受光素子を1パッケージ化してもよい。

[0054] 受光素子としては、フォトダイオードなどの光検出器が好ましく用いられる。光ディスクの情報記録面上で反射した光が受光素子へ入射し、その出力

信号を用いて、各光ディスクに記録された情報の読み取り信号が得られる。

さらに、受光素子上のスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラック検出を行い、この検出に基づいて、合焦、トラッキングのために対物レンズを移動させることが出来る。受光素子は、複数の光検出器からなってもよい。受光素子は、メインの光検出器とサブの光検出器を有していてもよい。例えば、情報の記録再生に用いられるメイン光を受光する光検出器の両脇に2つのサブの光検出器を設け、当該2つのサブの光検出器によってトラッキング調整用のサブ光を受光するような受光素子としてもよい。また、受光素子は各光源に対応した複数の受光素子を有していてもよい。

[0055] 集光光学系は、対物レンズを有する。集光光学系は、対物レンズの他にコリメータ等のカップリングレンズを有していることが好ましい。カップリングレンズとは、対物レンズと光源の間に配置され、光束の発散角を変える単レンズ又はレンズ群のことをいう。コリメータは、カップリングレンズの一種で、コリメータに入射した光を平行光にして出射するレンズである。本明細書において、対物レンズとは、光ピックアップ装置において光ディスクに対向する位置に配置され、光源から射出された光束を光ディスクの情報記録面上に集光する機能を有する光学系を指す。対物レンズは、二つ以上の複数のレンズ及び/又は光学素子から構成されていてもよいし、単玉のレンズのみからなってもよいが、好ましくは単玉の凸レンズからなる対物レンズである。また、対物レンズは、ガラスレンズであってもプラスチックレンズであっても、又は、ガラスレンズの上に光硬化性樹脂、UV硬化性樹脂、又は熱硬化性樹脂などで光路差付与構造を設けたハイブリッドレンズであってもよいが、プラスチックレンズであることが好ましい。対物レンズが複数のレンズを有する場合は、ガラスレンズとプラスチックレンズを混合して用いてもよい。対物レンズが複数のレンズを有する場合、光路差付与構造を有する平板光学素子と非球面レンズ（光路差付与構造を有していてもいなくてもよい）の組み合わせであってもよい。また、対物レンズは、屈折面が非球面

であることが好ましい。また、対物レンズは、光路差付与構造が設けられるベース面が非球面であることが好ましい。

[0056] また、対物レンズをガラスレンズとする場合は、ガラス転移点 T_g が 500°C 以下、更に好ましくは 400°C 以下であるガラス材料を使用することが好ましい。ガラス転移点 T_g が 500°C 以下であるガラス材料を使用することにより、比較的低温での成形が可能となるので、金型の寿命を延ばすことが出来る。このようなガラス転移点 T_g が低いガラス材料としては、例えば (株) 住田光学ガラス製の K—PG325 や、K—PG375 (共に製品名) がある。

[0057] ところで、ガラスレンズは一般的に樹脂レンズよりも比重が大きいため、対物レンズをガラスレンズとすると、重量が大きくなり対物レンズを駆動するアクチュエータに負担がかかる。そのため、対物レンズをガラスレンズとする場合には、比重が小さいガラス材料を使用するのが好ましい。具体的には、比重が 4.0 以下であるのが好ましく、更に好ましくは比重が 3.0 以下であるものである。

[0058] 加えて、ガラスレンズを成形して製作する際に重要となる物性値の一つが線膨張係数 α である。仮に T_g が 400°C 以下の材料を選んだとしても、プラスチック材料と比較して室温との温度差は依然大きい。線膨張係数 α が大きい硝材を用いてレンズ成形を行った場合、降温時に割れが発生しやすくなる。硝材の線膨張係数 α は、 200 ($10^{-7}/\text{K}$) 以下にあることが好ましく、さらに好ましくは 120 以下であることである。

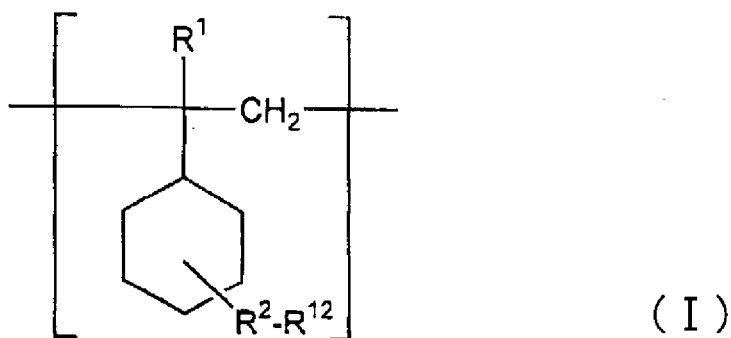
[0059] また、対物レンズを構成するプラスチック材料として、環状オレフィン系の樹脂材料等の脂環式炭化水素系重合体材料を使用するのが好ましい。また、当該樹脂材料は、波長 405 nm に対する温度 25°C での屈折率が 1.50 乃至 1.60 の範囲内であって、 -5°C から 70°C の温度範囲内での温度変化に伴う波長 405 nm に対する屈折率変化率 dN/dT ($^\circ\text{C}^{-1}$ が -20×10^{-5} 乃至 -5×10^{-5} (より好ましくは、 -10×10^{-5} 乃至 -8×10^{-5}) の範囲内である樹脂材料を使用するのがより好ましい。また、対物レンズ

がプラスチックレンズである場合、カップリングレンズもプラスチックレンズとすることが好ましい。

[0060] 脂環式炭化水素系重合体の好ましい例を幾つか、以下に示す。

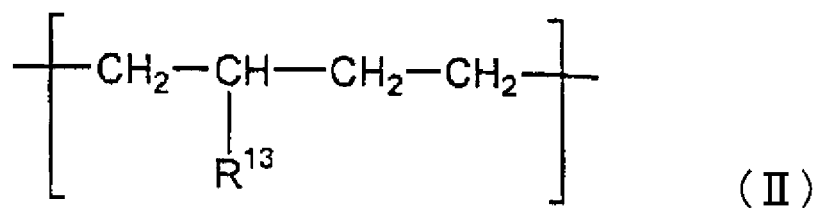
[0061] 第1の好ましい例は、下記式 (I) で表される繰返し単位 (1) を含有する重合体ブロック (A) と、下記式 (1) で表される繰返し単位 (1) 並びに下記式 (II) で表される繰返し単位 (2) またはノおよび下記式 (II I) で表される繰返し単位 (3) を含有する重合体ブロック (B) とを有し、前記ブロック (A) 中の繰返し単位 (1) のモル分率 a (モル %) と、前記ブロック (B) 中の繰返し単位 (1) のモル分率 b (モル %) との関係が $a > b$ であるブロック共重合体からなる樹脂組成物である。

[0062] [化1]



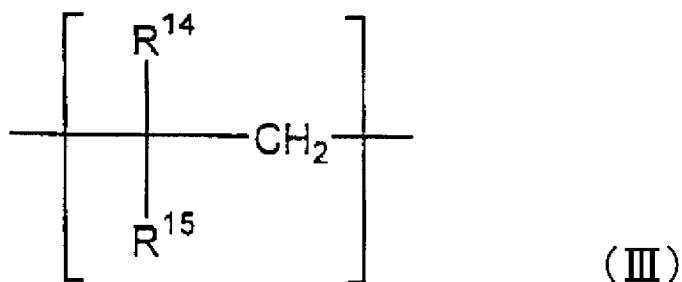
[0063] (式中、 R^1 は水素原子、または炭素数1～20のアルキル基を表し、 R^2 — R^{12} はそれぞれ独立に、水素原子、炭素数1～20のアルキル基、ヒドロキシ基、炭素数1～20のアルコキシ基、またはハロゲン基である。)

[0064] [化2]



[0065] (式中、 R^{13} は、水素原子、または炭素数1～20のアルキル基を表す。)

[0066] [化3]

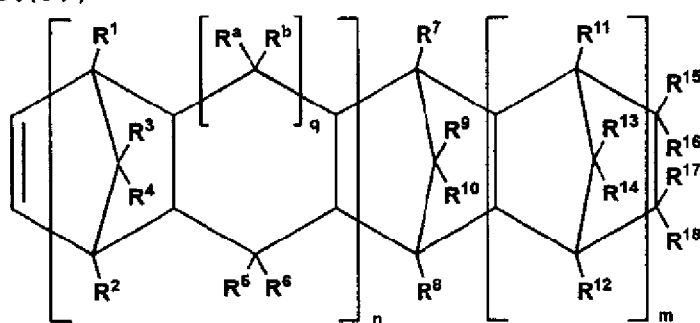


[0067] (式中、 R^{14} および R^{15} はそれぞれ独立に、水素原子、または炭素数1～20のアルキル基を表す。)

[0068] 次に、第2の好ましい例は、少なくとも炭素原子数2～20の α -オレフィンと下記一般式(IV)で表される環状オレフィンからなる単体組成物とを付加重合させることにより得られる重合体(A)と、炭素原子数2～20の α -オレフィンと下記一般式(V)で表される環状オレフィンからなる単体組成物とを付加重合させることにより得られる重合体(B)を含む樹脂組成物である。

[0069] [化4]

一般式(IV)

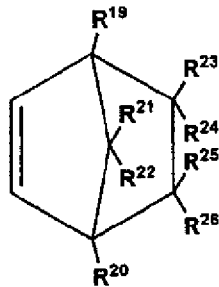


[0070] 式中、 η は0または1であり、 m は0または1以上の整数であり、 q は0または1であり、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^{18}$ 、 R^a 及び R^b は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子または炭化水素基であり、 $\text{R}^{15} \sim \text{R}^{18}$ は互いに結合して単環または多環を形成していてもよく、括弧内の単環または多環が二重結合を有していてもよい。

もよく、また R^{15} と R^{16} と、または R^{17} と R^{18} とでアルキリデン基を形成していてもよい。]

[0071] [化5]

一般式(V)



[0072] 式中、 $R^{19} \sim R^{26}$ はそれぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子または炭化水素基である。]

[0073] 樹脂材料に更なる性能を付加するために、以下のような添加剤を添加してもよい。

[0074] (安定剤)

フェノール系安定剤、ヒンダードアミン系安定剤、リン系安定剤及びイオウ系安定剤から選ばれた少なくとも1種の安定剤を添加することが好ましい。これらの安定剤を適宜選択し添加することで、例えば、405nmといった短波長の光を継続的に照射した場合の白濁や、屈折率の変動等の光学特性変動をより高度に抑制することができる。

[0075] 好ましいフェノール系安定剤としては、従来公知のものが使用でき、例えば、2-*t*-ブチル-6- (3-*t*-ブチル-2-ヒドロキシ-5-メチルベンジル)-4-メチルフェニルアクリレート、2,4-ジ-*t*-アミル-6- (1- (3,5-ジ-*t*-アミル-2-ヒドロキシフェニル)エチル)フェニルアクリレートなどの特開昭63-179953号公報や特開平1-168643号公報に記載されるアクリレート系化合物；オクタデシル-3- (3,5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート、2,2'-メチレンビス (4-メチル-6-*t*-ブチルフェノール)、1,1,3-トリス (2-メチル-4-ヒドロキシ-5-*t*-ブチルフェニル

) ブタン、 1, 3, 5-トリメチル-2, 4, 6-トリス (3, 5-ジ-*t*-
 -*t*-ブチル-4-ヒドロキシベンジル) ベンゼン、テトラキス (メチレン-3
 - (3', 5'-ジ-*t*-ブチル-4'-ヒドロキシフェニルプロピオネー
 ト)) メタン [すなわち、ペンタエリスリメチル-テトラキス (3- (3,
 5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシフェニルプロピオネー ト))]、トリ
 エチレングリコールビス (3- (3-*t*-ブチル-4-ヒドロキシ-5-メ
 チルフェニル) プロピオネー ト) などのアルキル置換フェノール系化合物 ;
 6- (4-ヒドロキシ-3, 5-ジ-*t*-ブチルアニリノ) -2, 4-ビス
 オクチルチオ-1, 3, 5-トリアジン、4-ビスオクチルチオ-1, 3,
 5-トリアジン、2-オクチルチオ-4, 6-ビス- (3, 5-ジ-*t*-ブ
 チル-4-オキシアニリノ) -1, 3, 5-トリアジンなどの トリアジン基
 含有フェノール系化合物 ;などが挙げられる。

[0076] また、好ましいヒンダー ドアミン系安定剤としては、ビス (2, 2, 6,
 6-テトラメチル-4-ピペリジル) セバケート、ビス (2, 2, 6, 6-
 テトラメチル-4-ピペリジル) スクシネート、ビス (1, 2, 2, 6, 6-
 ペンタメチル-4-ピペリジル) セバケート、ビス (N-オクトキシ-2,
 2, 6, 6-テトラメチル-4-ピペリジル) セバケート、ビス (N-ベ
 ンジルオキシ-2, 2, 6, 6-テトラメチル-4-ピペリジル) セバケー
 ト、ビス (N-シクロヘキシルオキシ-2, 2, 6, 6-テトラメチル-4-
 -ピペリジル) セバケート、ビス (1, 2, 2, 6, 6-ペンタメチル-4-
 -ピペリジル) 2- (3, 5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)
 -2-ブチルマロネート、ビス (1-アクロイル-2, 2, 6, 6-テトラ
 メチル-4-ピペリジル) 2, 2-ビス (3, 5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒ
 ドロキシベンジル) -2-ブチルマロネート、ビス (1, 2, 2, 6, 6-
 ペンタメチル-4-ピペリジル) デカンジオエート、2, 2, 6, 6-テ
 ラメチル-4-ピペリジルメタクリレート、4- [3- (3, 5-ジ-*t*-
 -*t*-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオニルオキシ] -1- [2- (3-
 - (3, 5-ジ-*t*-ブチル-4-ヒドロキシフェニル) プロピオニルオキ

シ) エチル] _ 2 , 2 , 6 , 6 —テトラメチルピペリジン、2 _ メチル _ 2 - (2 , 2 , 6 , 6 —テトラメチル _ 4 —ピペリジル) アミノ-N — (2 , 2 , 6 , 6 —テトラメチル _ 4 —ピペリジル) プロピオンアミド、テトラキス (2 , 2 , 6 , 6 —テトラメチル _ 4 —ピペリジル) 1 , 2 , 3 , 4 —ブタンテトラカルボキシレート、テトラキス (1 , 2 , 2 , 6 , 6 _ ペンタメチル _ 4 —ピペリジル) 1 , 2 , 3 , 4 —ブタンテトラカルボキシレート等が挙げられる。

[0077] また、好ましいリン系安定剤としては、一般の樹脂工業で通常使用される物であれば格別な限定はなく、例えば、トリフェニルホスファイト、ジフェニルイソデシルホスファイト、フェニルジイソデシルホスファイト、トリス (ノニルフエニル) ホスファイト、トリス (ジノニルフエニル) ホスファイト、トリス (2 , 4 _ ジー t —プチルフエニル) ホスファイト、10 _ (3 , 5 _ ジー t —プチル — 4 —ヒドロキシベンジル) _ 9 , 10 —ジヒドロ — 9 —オキサ — 10 _ ホスファフェナントレン — 10 —オキサイドなどのモノホスファイト系化合物 ; 4 , 4 ' —プチリデン — ビス (3 —メチル _ 6 _ t —プチルフエニル — ジー トリデシルホスファイト) 、 4 , 4 ' イソプロピリデン — ビス (フェニル — ジー アルキル (C 12 ~ C 15) ホスファイト) などのジホスファイト系化合物などが挙げられる。これらの中でも、モノホスファイト系化合物が好ましく、トリス (ノニルフエニル) ホスファイト、トリス (ジノニルフエニル) ホスファイト、トリス (2 , 4 _ ジ _ t _ プチルフエニル) ホスファイトなどが特に好ましい。

[0078] また、好ましいイオウ系安定剤としては、例えば、ジラウリル 3 , 3 —チオジプロピオネート、ジミリスチル 3 , 3 ' —チオジプロピオネート、ジステアリル 3 , 3 _ チオジプロピオネート、ラウリルステアリル 3 , 3 —チオジプロピオネート、ペンタエリスリトール — テトラキス — (β —ラウリル — チオ) — プロピオネート、3 , 9 _ ビス (2 —ドデシルチオエチル) _ 2 , 4 , 8 , 10 —テトラオキサスピロ [5 , 5] ウンデカンなどが挙げられる。

[0079] これらの各安定剤の配合量は、本発明の目的を損なわれない範囲で適宜選択されるが、脂環式炭化水素系共重合体 100 質量部に対して通常 0.01 ~ 2 質量部、好ましくは 0.01 ~ 1 質量部であることが好ましい。

[0080] (界面活性剤)

界面活性剤は、同一分子中に親水基と疎水基とを有する化合物である。界面活性剤は樹脂表面への水分の付着や上記表面からの水分の蒸発の速度を調節することで、樹脂組成物の白濁を防止することが可能となる。

[0081] 界面活性剤の親水基としては、具体的には、ヒドロキシ基、炭素数 1 以上のヒドロキシアルキル基、ヒドロキシル基、カルボニル基、エステル基、アミノ基、アミド基、アンモニウム塩、チオール、スルホン酸塩、リン酸塩、ポリアルキレングリコール基などが挙げられる。ここで、アミノ基は 1 級、2 級、3 級のいずれであってもよい。界面活性剤の疎水基としては、具体的に炭素数 6 以上のアルキル基、炭素数 6 以上のアルキル基を有するシリル基、炭素数 6 以上のフルオロアルキル基などが挙げられる。ここで、炭素数 6 以上のアルキル基は置換基として芳香環を有していてもよい。アルキル基としては、具体的にヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ウンデセニル、ドデシル、トリデシル、テトラデシル、ミリスチル、ステアリル、ラウリル、パルミチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。芳香環としてはフエニル基などが挙げられる。この界面活性剤は、上記のような親水基と疎水基とをそれぞれ同一分子中に少なくとも 1 個ずつ有していればよく、各基を 2 個以上有していてもよい。

[0082] このような界面活性剤としては、より具体的には、例えば、ミリスチルジエタノールアミン、2-ヒドロキシエチル-2-ヒドロキシドデシルアミン、2-ヒドロキシエチル-2-ヒドロキシトリデシルアミン、2-ヒドロキシエチル-2-ヒドロキシテトラデシルアミン、ペンタエリスリトールモノステアレート、ペンタエリスリトールジステアレート、ペンタエリスリトールトリステアレート、ジ-2-ヒドロキシエチル-2-ヒドロキシドデシルアミン、アルキル (炭素数 8 ~ 18) ベンジルジメチルアンモニウムクロラ

イド、エチレンビスアルキル（炭素数 8 ～ 18）アミド、ステアリルジエタノールアミド、ラウリルジエタノールアミド、ミリスチルジエタノールアミド、パルミチルジエタノールアミド、などが挙げられる。これらのうちでも、ヒドロキシアルキル基を有するアミン化合物またはアミド化合物が好ましく用いられる。本発明では、これら化合物を 2 種以上組合わせて用いてもよい。

[0083] 界面活性剤は、温度、湿度の変動に伴なう成形物の白濁を効果的に抑え、成形物の光透過率を高く維持するという観点から、脂環式炭化水素系重合体 100 質量部に対して 0.01 ～ 10 質量部添加されることが好ましい。界面活性剤の添加量は脂環式炭化水素系重合体 100 質量部に対して 0.05 ～ 5 質量部とすることがより好ましく、0.3 ～ 3 質量部とすることが更に好ましい。

[0084] （可塑剤）

可塑剤は共重合体のメルトインデックスを調節するため、必要に応じて添加される。

[0085] 可塑剤としては、アジピン酸ビス（2—エチルヘキシル）、アジピン酸ビス（2—ブトキシエチル）、アゼライン酸ビス（2—エチルヘキシル）、ジプロピレングリコールジベンゾエート、クエン酸トリ—*n*—ブチル、クエン酸トリ—*n*—ブチルアセチル、エポキシ化大豆油、2—エチルヘキシルエポキシ化トール油、塩素化パラフィン、リン酸トリ—2—エチルヘキシル、リン酸トリクレジル、リン酸—*t*—ブチルフエニル、リン酸トリ—2—エチルヘキシルジフエニル、フタル酸ジブチル、フタル酸ジイソヘキシル、フタル酸ジヘプチル、フタル酸ジノニル、フタル酸ジウンデシル、フタル酸ジ—2—エチルヘキシル、フタル酸ジイソノニル、フタル酸ジイソデシル、フタル酸ジトリデシル、フタル酸ブチルペンジル、フタル酸ジシクロヘキシル、セバシン酸ジ—2—エチルヘキシル、トリメリット酸トリ—2—エチルヘキシル、Santizer 278、Paraplex G40、Drape x 334 F、Plastolein 9720、Mesamol し DNO

D P — 6 1 0 、 H B _ 4 0 等の公知のものが適用可能である。可塑剤の選定及び添加量の決定は、共重合体の透過性や環境変化に対する耐性を損なわないことを条件に適宜行なわれる。

[0086] これらの樹脂としては、シクロオレフィン樹脂が好適に用いられ、具体的には、日本ゼオン社製の Z E O N E X や、三井化学社製の A P E L 、 T O P A S A D V A N C E D P O L Y M E R S 社製の T O P A S 、 J S R 社製 A R T O N などが好ましい例として挙げられる。

[0087] また、対物レンズを構成する材料のアッベ数は、50以上であることが好ましい。

[0088] 対物レンズについて、以下に記載する。対物レンズの少なくとも一つの光学面が、中央領域と、中央領域の周りの中間領域と、中間領域の周りの周辺領域とを少なくとも有する。中央領域は、対物レンズの光軸を含む領域であることが好ましいが、光軸を含む微小な領域を未使用領域や特殊な用途の領域とし、その周りを中心領域（中央領域ともいう）としてもよい。中央領域、中間領域、及び周辺領域は同一の光学面上に設けられていることが好ましい。図2に示されるように、中央領域 C N 、中間領域 M D 、周辺領域 O T は、同一の光学面上に、光軸を中心とする同心円状に設けられていることが好ましい。また、対物レンズの中央領域には第一光路差付与構造が設けられ、中間領域には第二光路差付与構造が設けられている。周辺領域は屈折面であつてもよいし、周辺領域に第三光路差付与構造が設けられていてもよい。中央領域、中間領域、周辺領域はそれぞれ隣接していることが好ましいが、間に僅かに隙間があつても良い。

[0089] 対物レンズの中央領域は、第1光ディスク、第2光ディスク及び第3光ディスクの記録/再生に用いられる第1、第2、第3光ディスク共用領域と言える。即ち、対物レンズは、中央領域を通過する第1光束を、第1光ディスクの情報記録面上に情報の記録/再生ができるように集光し、中央領域を通過する第2光束を、第2光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、中央領域を通過する第3光束を、前記第3光デ

イスクの情報記録面上に情報の記録/再生ができるように集光する。また、中央領域に設けられた第1光路差付与構造は、第1光路差付与構造を通過する第1光束及び第2光束に対して、第1光ディスクの保護基板の厚さ t_1 と第2光ディスクの保護基板の厚さ t_2 の違いにより発生する球面収差/第1光束と第2光束の波長の違いにより発生する球面収差を補正することが好ましい。さらに、第1光路差付与構造は、第1光路差付与構造を通過した第1光束及び第3光束に対して、第1光ディスクの保護基板の厚さ t_1 と第3光ディスクの保護基板の厚さ t_3 との違いにより発生する球面収差/第1光束と第3光束の波長の違いにより発生する球面収差を補正することが好ましい。

[0090] 対物レンズの中間領域は、第1光ディスク、第2光ディスクの記録/再生に用いられ、第3光ディスクの記録/再生に用いられない第1、第2光ディスク共用領域と言える。即ち、対物レンズは、中間領域を通過する第1光束を、第1光ディスクの情報記録面上に情報の記録/再生ができるように集光し、中間領域を通過する第2光束を、第2光ディスクの情報記録面上に情報の記録/再生ができるように集光する。その一方で、中間領域を通過する第3光束を、第3光ディスクの情報記録面上に情報の記録/再生ができるように集光しない。対物レンズの中間領域を通過する第3光束は、第3光ディスクの情報記録面上でフレアを形成することが好ましい。図3に示すように、対物レンズを通過した第3光束が第3光ディスクの情報記録面上で形成するスポットにおいて、光軸側（又はスポット中心部）から外側へ向かう順番で、光量密度が高いスポット中心部SCN、光量密度がスポット中心部より低いスポット中間部SMD、光量密度がスポット中間部よりも高くスポット中心部よりも低いスポット周辺部SOTを有することが好ましい。スポット中心部が、光ディスクの情報の記録/再生に用いられ、スポット中間部及びスポット周辺部は、光ディスクの情報の記録/再生には用いられない。上記において、このスポット周辺部をフレアと言っている。但し、スポット中心部の周りにスポット中間部が存在せずスポット周辺部があるタイプ、即ち、集

光スポットの周りに薄く光が大きなスポットを形成する場合も、そのスポット周辺部をフレアと呼んでもよい。つまり、対物レンズの中間領域を通過した第3光束は、第3光ディスクの情報記録面上でスポット周辺部を形成することが好ましいとも言える。

[0091] 対物レンズの周辺領域は、第1光ディスクの記録/再生に用いられ、第2光ディスク及び第3光ディスクの記録/再生に用いられない第1光ディスク専用領域と言える。即ち、対物レンズは、周辺領域を通過する第1光束を、第1光ディスクの情報記録面上に情報の記録/再生ができるように集光する。その一方で、周辺領域を通過する第2光束を、第2光ディスクの情報記録面上に情報の記録/再生ができるように集光せず、周辺領域を通過する第3光束を、第3光ディスクの情報記録面上に情報の記録/再生ができるように集光しない。対物レンズの周辺領域を通過する第2光束及び第3光束は、第2光ディスク及び第3光ディスクの情報記録面上でフレアを形成することが好ましい。つまり、対物レンズの周辺領域を通過した第2光束及び第3光束は、第2光ディスク及び第3光ディスクの情報記録面上でスポット周辺部を形成することが好ましい。

[0092] 第1光路差付与構造は、対物レンズの中央領域の面積の70%以上の領域に設けられていることが好ましく、90%以上がより好ましい。より好ましくは、第1光路差付与構造が、中央領域の全面に設けられていることである。第2光路差付与構造は、対物レンズの中間領域の面積の70%以上の領域に設けられていることが好ましく、90%以上がより好ましい。より好ましくは、第2光路差付与構造が、中間領域の全面に設けられていることである。周辺領域が第3光路差付与構造を有する場合、第3光路差付与構造は、対物レンズの周辺領域の面積の70%以上の領域に設けられていることが好ましく、90%以上がより好ましい。より好ましくは、第3光路差付与構造が、周辺領域の全面に設けられていることである。

[0093] なお、本明細書でいう光路差付与構造とは、入射光束に対して光路差を付加する構造の総称である。光路差付与構造には、位相差を付与する位相差付

与構造も含まれる。また、位相差付与構造には回折構造が含まれる。本発明の光路差付与構造は回折構造であることが好ましい。光路差付与構造は、段差を有し、好ましくは段差を複数有する。この段差により入射光束に光路差及び/又は位相差が付加される。光路差付与構造により付加される光路差は、入射光束の波長の整数倍であっても良いし、入射光束の波長の非整数倍であっても良い。段差は、光軸垂直方向に周期的な間隔をもって配置されていてもよいし、光軸垂直方向に非周期的な間隔をもって配置されていてもよい。また、光路差付与構造を設けた対物レンズが単玉非球面レンズの場合、光軸からの高さによって光束の対物レンズへの入射角が異なるため、光路差付与構造の段差量は各輪帯毎に若干異なることとなる。例えば、対物レンズが単玉非球面の凸レンズである場合、同じ光路差を付与させる光路差付与構造であっても、一般的に光軸から離れる程、段差量が大きくなる傾向となる。

[0094] また、本明細書でいう回折構造とは、段差を有し、回折によって光束を収束あるいは発散させる作用を持たせる構造の総称である。例えば、単位形状が光軸を中心として複数並ぶことによって構成されており、それぞれの単位形状に光束が入射し、透過した光の波面が、隣り合う輪帯毎にズレを起こし、その結果、新たな波面を形成することによって光を収束あるいは発散させるような構造を含むものである。回折構造は、好ましくは段差を複数有し、段差は光軸垂直方向に周期的な間隔をもって配置されていてもよいし、光軸垂直方向に非周期的な間隔をもって配置されていてもよい。また、回折構造を設けた対物レンズが単玉非球面レンズの場合、光軸からの高さによって光束の対物レンズへの入射角が異なるため、回折構造の段差量は各輪帯毎に若干異なることとなる。例えば、対物レンズが単玉非球面の凸レンズである場合、同じ回折次数の回折光を発生させる回折構造であっても、一般的に光軸から離れる程、段差量が大きくなる傾向となる。

[0095] ところで、光路差付与構造は、光軸を中心とする同心円状の複数の輪帯を有することが好ましい。また、光路差付与構造は、一般に、様々な断面形状（光軸を含む面での断面形状）をとり得、光軸を含む断面形状がブレード型

構造と階段型構造とに大別される。

[0096] ブレーズ型構造とは、図4 (a)、(b) に示されるように、光路差付与構造を有する光学素子の光軸を含む断面形状が、鋸歯状の形状ということである。尚、図4 の例においては、上方が光源側、下方が光ディスク側であつて、母非球面としての平面に光路差付与構造が形成されているものとする。ブレーズ型構造において、1つのブレーズ単位の光軸垂直方向の長さをピッチPという。(図4 (a)、(b) 参照) また、ブレーズの光軸に平行方向の段差の長さを段差量Bという。(図4 (a) 参照)

[0097] また、階段型構造とは、図4 (c)、(d) に示されるように、光路差付与構造を有する光学素子の光軸を含む断面形状が、ステップ数が等しい複数の小階段型構造 (階段単位と称することもある) を有するということである。尚、本明細書中、「V ステップ」とは、階段型構造の1つの階段単位において光軸垂直方向に対応する (向いた) 輪帯状の面 (以下、テラス面と称することもある) が、段差によって分けられV個の輪帯面毎に分割されていることをいい、特に3ステップ以上の階段型構造は、小さい段差と大きい段差を有することになる。

[0098] 例えば、図4 (c) に示す光路差付与構造を、5ステップの階段型構造といい、図4 (d) に示す光路差付与構造を、2ステップの階段型構造 (バイナリ構造ともいう) という。2ステップの階段型構造について、以下に説明する。光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯を含み、対物レンズの光軸を含む複数の輪帯の断面の形状は、光軸に平行に延在する複数の段差面 Pa、Pb と、隣接する段差面 Pa、Pb の光源側端同士を連結する光源側テラス面 Pc と、隣接する段差面 Pa、Pb の光ディスク側端同士を連結する光ディスク側テラス面 Pd とから形成され、光源側テラス面 Pc と光ディスク側テラス面 Pd とは、光軸に交差する方向に沿って交互に配置される。

[0099] また、階段型構造において、1つの階段単位の光軸垂直方向の長さをピッチPという。

(図4 (c)、(d) 参照) また、階段の光軸に平行方向の段差の長さを段

差量 B_1 , B_2 という。3ステップ以上の階段型構造の場合、大段差量 B_1 と小段差量 B_2 とが存在することになる。(図4(c)参照)尚、階段型構造において輪帯幅とは、図4(c)、(d)において $L_1 \sim L_7$ で示されるものであり、段差と段差の間の光軸直交方向の幅をいう。

[01 00] 尚、光路差付与構造は、ある単位形状が周期的に繰り返されている構造であることが好ましい。ここでいう「単位形状が周期的に繰り返されている」とは、同一の形状が同一の周期で繰り返されている形状は当然含む。さらに、周期の1単位となる単位形状が、規則性を持って、周期が徐々に長くなったり、徐々に短くなったりする形状も、「単位形状が周期的に繰り返されている」ものに含まれているとする。

[01 01] 光路差付与構造が、ブレード型構造を有する場合、単位形状である鋸歯状の形状が繰り返された形状となる。図4(a)に示されるように、同一の鋸歯状形状が繰り返されてもよいし、図4(b)に示されるように、光軸から離れる方向に進むに従って、徐々に鋸歯状形状のピッチが長くなっていく形状、又は、ピッチが短くなっていく形状であってもよい。加えて、ある領域においては、ブレード型構造の段差が光軸(中心)側とは逆を向いている形状とし、他の領域においては、ブレード型構造の段差が光軸(中心)側を向いている形状とし、その間に、ブレード型構造の段差の向きを切り替えるために必要な遷移領域が設けられている形状としてもよい。なお、このようにブレード型構造の段差の向きを途中で切り替える構造にする場合、輪帯ピッチを広げることが可能となり、光路差付与構造の製造誤差による透過率低下を抑制できる。

[01 02] 光路差付与構造が、階段型構造を有する場合、図4(c)で示されるような5ステップの階段単位が、繰り返されるような形状等があり得る。さらに、光軸から離れる方向に進むに従って、徐々に階段単位のピッチが長くなっていく形状や、徐々に階段単位のピッチが短くなっていく形状であってもよい。

[01 03] また、第1光路差付与構造及び第2光路差付与構造は、それぞれ対物レン

ズの異なる光学面に設けてもよいが、同一の光学面に設けることが好ましい。更に、第3光路差付与構造を設ける場合も、第1光路差付与構造及び第2光路差付与構造と同じ光学面に設けることが好ましい。同一の光学面に設けることにより、製造時の偏芯誤差を少なくすることが可能となるため好ましい。また、第1光路差付与構造、第2光路差付与構造及び第3光路差付与構造は、対物レンズの光ディスク側の面よりも、対物レンズの光源側の面に設けられることが好ましい。別の言い方では、第1光路差付与構造、第2光路差付与構造及び第3光路差付与構造は、対物レンズの曲率半径の絶対値が小さい方の光学面に設けることが好ましい。

[01 04] 次に、中央領域に設けられる第1光路差付与構造について説明する。第1光路差付与構造は、少なくとも第1基礎構造と第2基礎構造を重ね合わせた構造である。

[01 05] 第1基礎構造は、プレーズ型構造であると好ましい。また、第1基礎構造は、第1基礎構造を通過した第1光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第1基礎構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第1基礎構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくする。このとき、低次の回折光を発生する第1基礎構造の段差量は大きくなり過ぎないため、製造が容易となり、製造誤差に起因する光量ロスを抑えることが出来ると共に、波長変動時の回折効率変動も低減することができるため好ましい。

[01 06] また、少なくとも中央領域の光軸付近に設けられる第1基礎構造は、その段差が光軸とは逆の方向を向いている。段差が光軸とは逆の方向を向いている」とは、図5(b)のような状態を言う。また、少なくとも中央領域の光軸付近」に設けられる第1基礎構造とは、少なくとも最も光軸に近い段差を言う。好ましくは、少なくとも、光軸から中央領域と中間領域の境界までの光軸直交方向の半分の位置と、光軸との間に存在する段差が、光軸とは逆の方向を向いていることである。

- [01 07] 例えば、中央領域の中間領域付近に設けられる第 1 基礎構造は、段差が光軸の方向を向いていてもよい。即ち、図 6 (b) に示すように、第 1 基礎構造が光軸付近では段差が光軸とは逆の方向を向いているが、途中で切り替わり、中間領域付近では第 1 基礎構造の段差が光軸の方を向くような形状としてもよい。但し、好ましくは、中央領域に設けられる第 1 基礎構造の全ての段差が光軸とは逆の方向を向いていることである。
- [01 08] このように、第 1 光束における回折次数が奇数次数となる第 1 基礎構造の段差の向きを光軸と逆方向に向けることにより、 $B D / D V D / C D$ の 3 種類の光ディスクの互換で用いるような軸上厚が厚い厚肉の対物レンズにおいても、 $C D$ 使用時にワーキングディスタンスを十分確保することが可能となるのである。
- [01 09] $B D / D V D / C D$ の 3 種類の光ディスクの互換で用いるような軸上厚が厚い厚肉の対物レンズにおいても、 $C D$ 使用時にワーキングディスタンスを十分確保するという観点からは、第 1 基礎構造が第 1 光束に対して近軸パワーを持つことが好ましい。ここで、「近軸パワーを持つ」とは、第 1 基礎構造の光路差関数を後述する数 1 式で表した場合、 C_2 が 0 でないことを意味する。
- [01 10] また、第 2 基礎構造も、プレーズ型構造であると好ましい。第 2 基礎構造は、第 2 基礎構造を通過した第 1 光束の 2 次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第 1 基礎構造を通過した第 2 光束の 1 次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第 1 基礎構造を通過した第 3 光束の 1 次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくする。このとき、低次の回折光を発生する第 2 基礎構造の段差量は大きくなり過ぎないため、製造が容易となり、製造誤差に起因する光量ロスを抑えることが出来ると共に、波長変動時の回折効率変動も低減することができるため好ましい。
- [01 11] また、少なくとも中央領域の光軸付近に設けられる第 2 基礎構造は、その段差が光軸の方向を向いている。「段差が光軸の方向を向いている」とは、

図 5 (a) のような状態を言う。また、「少なくとも中央領域の光軸付近」に設けられる第 2 基礎構造とは、少なくとも最も光軸に近い段差を言う。好ましくは、少なくとも光軸から中央領域と中間領域の境界までの光軸直交方向の半分の位置の間に存在する段差が光軸の方向を向いていることである。

[01 12] 例えば、中央領域の中間領域付近に設けられる第 2 基礎構造は、段差が光軸とは逆の方向を向いていてもよい。即ち、図 5 (a) に示すように、第 2 基礎構造が光軸付近では段差が光軸の方向を向いているが、途中で切り替わり、中間領域付近では第 2 基礎構造の段差が光軸とは逆の方向を向くような形状としてもよい。但し、好ましくは、中央領域に設けられる第 2 基礎構造は、全ての段差が光軸の方向を向いていることである。

[01 13] このように、第 1 光束に対して奇数次数の回折光を発生し、少なくとも中央領域の光軸付近においては段差が光軸とは逆の方向を向いている第 1 基礎構造と、第 1 光束に対して偶数次数の回折光を発生し、少なくとも中央領域の光軸付近においては段差が光軸の方向を向いている第 2 基礎構造を重ね合わせることにより、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造の段差の向きが同じになるように重ね合わせた場合に比べて、重ね合わせた後の段差の高さが高くなることを抑制でき、それに伴い、製造誤差などに因る光量ロスを抑えることが可能となると共に、波長変動時の回折効率の変動を抑えることが可能となるものである。又、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳させることにより回折パワーを調節することができるので、CD のワーキングディスタンスを長くすることができる。

[01 14] また、BD / DVD / CD の 3 種類の光ディスクの互換を可能とするだけでなく、BD / DVD / CD の 3 種類の何れの光ディスクに対しても、高い光利用効率を維持できる光利用効率のバランスが取れた対物レンズを提供することも可能となる。例えば、波長 λ_1 に対する回折効率を 80 % 以上、波長 λ_2 に対する回折効率を 60 % 以上、波長 λ_3 に対する回折効率を 50 % 以上とする対物レンズを提供することも可能となる。更には、波長 λ_1 に対する回折効率を 80 % 以上、波長 λ_2 に対する回折効率を 70 % 以上、波長

ス3 に対する回折効率を60%以上とする対物レンズも提供することができる。

[01 15] 少なくとも中央領域の光軸付近に設けられている第1光路差付与構造は、光軸とは逆の方向を向いている段差と、光軸の方向を向いている段差とを共に有し、光軸とは逆の方向を向いている段差の段差量 d_{11} と、光軸の方向を向いている段差の段差量 d_{12} とが、以下の条件式 (12)、(13) を満たすことが好ましい。より好ましくは、中央領域の全ての領域において、以下の条件式 (12)、(13) を満たすことである。尚、光路差付与構造を設けた対物レンズが単玉非球面の凸レンズの場合、光軸からの高さによって光束の対物レンズへの入射角が異なるため、同じ光路差を付与させる光路差付与構造であっても、一般的に光軸から離れる程、段差量が大きくなる傾向となる。下記条件式において上限に1.5を乗じているのは、当該段差量の増加を加味した故である。但し、 n は、第1の波長 λ_1 における対物レンズの屈折率を表す。

$$0.6 - (\lambda_1 / (n - 1)) < d_{11} < 1.5 - (\lambda_1 / (n - 1)) \quad (12)$$

$$0.6 - (\lambda_1 / (n - 1)) < d_{12} < 1.5 - (2\lambda_1 / (n - 1)) \quad (13)$$

[01 16] 尚、「少なくとも中央領域の光軸付近」に設けられる第1光路差付与構造とは、少なくとも光軸に最も近い光軸とは逆の方向を向いている段差と、光軸に最も近い光軸の方向を向いている段差とを共に有する光路差付与構造をいう。好ましくは、少なくとも、光軸から中央領域と中間領域の境界までの光軸直交方向の半分の位置と、光軸との間に存在する段差を有する光路差付与構造である。

[01 17] また、例えば、 λ_1 が $390 \sim 415 \text{ nm}$ ($0.390 \sim 0.415 \mu\text{m}$) であって、 n が $1.54 \sim 1.60$ である場合、上記条件式は以下のように表すことが可能となる。

$$0.39 \mu\text{m} < d_{11} < 1.15 \mu\text{m} \quad (14)$$

$$0.39 \mu\text{m} < d_{12} < 2.31 \mu\text{m} \quad (15)$$

[01 19] 更に、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造の重ね合わせ方としては、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造のピッチを合わせ、第 2 基礎構造の全ての段差の位置と、第 1 基礎構造の段差の位置を合わせるか、第 1 基礎構造の全ての段差の位置と、第 2 基礎構造の段差の位置を合わせることが好ましい。

[01 20] 上述のように第 2 基礎構造の全ての段差の位置と、第 1 基礎構造の段差の位置を合わせて重ね合わせた場合、第 1 光路差付与構造の d_{11} 、 d_{12} は以下の条件式 (16)、(17) を満たすことが好ましい。より好ましくは、中央領域の全ての領域において、以下の条件式 (16)、(17) を満たすことである。

$$0.6 - (s_1 / (n - 1)) < d_{11} < 1.5 - (s_1 / (n - 1)) \quad (16)$$

$$0.6 - (s_1 / (n - 1)) < d_{12} < 1.5 - (s_1 / (n - 1)) \quad (17)$$

[01 21] また、例えば、 s_1 が $390 \sim 415 \text{ nm}$ ($0.390 \sim 0.415 \mu\text{m}$) であって、 n が $1.54 \sim 1.60$ である場合、上記条件式は以下のように表すことが可能となる。

$$[01 22] \quad 0.39 \mu\text{m} < d_{11} < 1.15 \mu\text{m} \quad (18)$$

$$0.39 \mu\text{m} < d_{12} < 1.15 \mu\text{m} \quad (19)$$

[01 23] 更に好ましくは、以下の条件式 (20)、(21) を満たすことが好ましい。より好ましくは、中央領域の全ての領域において、以下の条件式 (20)、(21) を満たすことである。

$$0.9 - (s_1 / (n - 1)) < d_{11} < 1.5 - (s_1 / (n - 1)) \quad (20)$$

$$0.9 - (s_1 / (n - 1)) < d_{12} < 1.5 - (s_1 / (n - 1)) \quad (21)$$

[01 24] また、例えば、 s_1 が $390 \sim 415 \text{ nm}$ ($0.390 \sim 0.415 \mu\text{m}$) であって、 n が $1.54 \sim 1.60$ である場合、上記条件式は以下のように

に表すことが可能となる。

[01 25] $0.59 \mu\text{m} < d_{11} < 1.15 \mu\text{m}$ (22)

$0.59 \mu\text{m} < d_{12} < 1.15 \mu\text{m}$ (23)

[01 26] また、第1基礎構造と第2基礎構造とを重ね合わせた第1光路差付与構造にすることにより、第1基礎構造は波長が長くなつた際に収差をアンダー（補正不足）とし（波長特性をアンダーとする）、第2基礎構造は逆に波長が長くなつた際に収差をオーバー（補正過剰）とできる（波長特性をオーバーとする）ため、波長特性がアンダーに大きくなりすぎたり、オーバーに大きくなりすぎるということがなく、丁度よいレベルのアンダーの波長特性を得ることが可能となる。「丁度よいレベルのアンダーの波長特性」とは、rmsの絶対値が150以下であることが好ましい。これによつて、対物レンズがプラスチック製である場合であっても、温度変化時の収差変化を小さく抑えることが可能となるという観点からも好ましい。

[01 27] 一方、CDの w_D 確保という観点から、近軸パワーにおいては第2基礎構造に比べて、第1基礎構造の寄与率が支配的であることが好ましい。これにより、第1基礎構造の平均ピッチが、第2基礎構造の平均ピッチに比べて小さいことが好ましい。別の表現では、光軸とは逆の方向を向いている段差間のピッチが、光軸の方向を向いている段差間のピッチに比べて小さいとも言えるし、第1光路差付与構造において、光軸とは逆の方向を向いている段差の数が、光軸の方向を向いている段差の数に比べて多いとも言える。尚、第1基礎構造の平均ピッチが、第2基礎構造の平均ピッチの $1/4$ 以下であることが好ましい。更に好ましくは、 $1/6$ 以下とすることである。第1基礎構造の平均ピッチを、第2基礎構造の平均ピッチの $1/4$ 以下（好ましくは $1/6$ 以下）とするのが好ましい。別の表現では、中央領域の第1光路差付与構造において、光軸とは逆の方向を向いている段差の数が、光軸の方向を向いている段差の数の4倍以上であることが好ましいともいえる。より好ましくは6倍以上である。

[01 28] また、第1光路差付与構造の最小ピッチが $15 \mu\text{m}$ 以下であることが好ま

しい。当該観点からは、第1光路差付与構造の最小ピッチPと第1波長 λ_1 における焦点距離 f_1 の比 p/f_1 が0.004以下であることが好ましい。より好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下である。また、第1光路差付与構造の平均ピッチが $30\mu\text{m}$ 以下となることが好ましい。より好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下とすることである。このような構成にすることにより、CDの W_0 が確保できると共に、第1光路差付与構造を通過した第1～3の全ての光束において発生する、情報の記録/再生に用いられる必要光のベストフォーカス位置と、第1光路差付与構造による不要光の発生位置を離すことができ、誤検出を低減することも可能となる。尚、平均ピッチとは、中央領域の第1光路差付与構造の全てのピッチを合計し、中央領域の第1光路差付与構造の段差数で割った値である。

[01 29] また、対物レンズは、軸上色収差が $0.9\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下であることが好ましい。より好ましくは、軸上色収差を $0.8\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下とすることである。第1基礎構造のピッチを小さくしすぎると、軸上色収差が悪化してしまう可能性があるため、軸上色収差が $0.9\mu\text{m}/\text{nm}$ より大きくなるようなピッチにならないように留意して設計することが望ましい。当該観点からは、第1光路差付与構造の最小ピッチPと第1波長 λ_1 における焦点距離 f_1 の比 p/f_1 が0.002以上であることが好ましい。一方で、CDにおけるワーキングディスタンスを十分に確保するためには、軸上色収差が $0.4\mu\text{m}/\text{nm}$ 以上であることが好ましい。

[01 30] 第1光路差付与構造を通過した第3光束によって、第3光束が形成するスポットの光強度が最も強い第1ベストフォーカス位置と、第3光束が形成するスポットの光強度が次に強い第2ベストフォーカス位置とが、以下の条件式(24)を満たすことが好ましい。なお、ここでいうベストフォーカス位置とは、ビームウェストが、或るデフォーカスの範囲でビームウェストが極小となる位置を指すものである。第1ベストフォーカス位置が第3光ディスクの記録/再生に用いられる必要光のベストフォーカス位置であり、第2ベストフォーカス位置が第3光ディスクの記録/再生に用いられない不要光の

うち、最も光量が多い光束のベストフォーカス位置である。

$$0.05 \leq L / f_{13} \leq 0.8 \quad (24)$$

但し、 f_{13} [mm] は、第1光路差付与構造を通過し、第1ベストフォーカスを形成する第3光束の焦点距離を指し、 L [mm] は、第1ベストフォーカスと第2ベストフォーカスの間の距離を指す。

[0131] より好ましくは、以下の条件式 (24)' を満たすことである。

$$0.50 \leq L / f_{13} \leq 0.75 \quad (24)'$$

[0132] 以上述べた第1光路差付与構造の好ましい一例を図7に示す。尚、図7は、便宜上、第1光路差付与構造ODS1が平板状に設けられたものとして示されているが、単玉非球面の凸レンズ上に設けられていてもよい。第2基礎構造BS2に、第1基礎構造BS1が重ねあわされている。また、第2基礎構造BS2の段差は光軸OAの方向を向いており、第1基礎構造BSの段差は光軸OAとは逆の方向を向いている。更に、第1基礎構造BS1と第2基礎構造BS2のピッチを合わせ、第2基礎構造の全ての段差の位置と、第1基礎構造の段差の位置が合っていることがわかる。本例においては、 $d_1 = \lambda / (n - 1)$ であり、 $d_2 = \lambda / (n - 1)$ である。本例において、 $\lambda = 405 \text{ nm}$ ($0.405 \mu\text{m}$)、 $n = 1.5592$ とすると、 $d_1 = d_2 = 0.72 \mu\text{m}$ となる。更に、第1基礎構造BS1の平均ピッチが、第2基礎構造BS2の平均ピッチに比べて小さく、第1基礎構造の光軸とは逆の方向を向いている段差の数が、第2基礎構造の光軸の方向を向いている段差の数に比べて多い。

[0133] 次に、中間領域に設けられる第2光路差付与構造について説明する。第2光路差付与構造は、ステップ数が等しい複数の小階段型構造を有する階段型構造であり、第2光路差付与構造は、第2光路差付与構造を通過した第1光束の0次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第2光路差付与構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第2光路差付与構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくする。

[01 34] 第2光路差付与構造において、小階段型構造が2ステップ（バイナリ構造）、3ステップ又は4ステップであることが好ましい。特に好ましくは、3ステップである。

[01 35] 2ステップの小階段型構造である場合、1段あたりの光軸方向の高さを h (μm) とし、段差が光軸方向を向いている場合（図5（a）の様な場合）を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合（図5（b）の様な場合）を負としたときに、以下の式を満たすことが好ましい。

$$-1.0 \leq h \leq -0.6 \quad (\text{A})$$

$$0.6 \leq h \leq 1.0 \quad (\text{B})$$

[01 36] 3ステップの小階段型構造である場合、1段あたりの高さを h (μm) とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことが好ましい。このとき、 $-1.2 \leq h \leq -0.7$ は、小階段型構造の各段の小段差の値の好ましい範囲であり、 $2.7 \leq h \leq 4.4$ は、小階段型構造の大きな段差の値の好ましい範囲である。小階段型構造の大きな段差が光軸方向を向いた段差であり、小階段型構造の各段の小さな段差が光軸とは逆方向を向いた段差であることが好ましい。

$$-1.2 \leq h \leq -0.7 \quad (\text{C})$$

$$2.7 \leq h \leq 4.4 \quad (\text{D})$$

[01 37] 尚、3ステップの小階段型構造における小さい段差 h は、 $0.9 \cdot 1.09 \cdot \text{ス}1 / (n - 1)$ 以上であり、 $1.5 \cdot 1.09 \cdot \text{ス}1 / (n - 1)$ 以下であることが好ましい。尚、 $\text{ス}1$ は第1光源の波長であり、 n は波長 $\text{ス}1$ における対物レンズを構成する材料の屈折率である。

[01 38] 4ステップの小階段型構造である場合、1段あたりの高さを h (μm) とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことが好ましい。

$$-3.4 \leq h \leq -2.0 \quad (\text{E})$$

$$1.4 \leq h \leq 2.3 \quad (\text{F})$$

[01 39] 第2光路差付与構造の輪帯幅を L (μm) としたときに、第2光路差付与

構造の最小の輪帯幅が、以下の式 (4) を満たすことが好ましい。より好ましくは、第2光路差付与構造の全ての輪帯幅が以下の式を満たすことである。

$$2 \leq |L| \leq 12 \quad (4)$$

[0140] 周辺領域は屈折面であってもよいし、第3光路差付与構造を設けてもよい。周辺領域に第3光路差付与構造を設ける場合、任意の光路差付与構造を設けることが可能である。例えば、第3光路差付与構造はブレード型構造であってもよいし、階段型構造であってもよい。

[0141] 第3光路差付与構造が、ブレード型構造である場合、第3光路差付与構造を通過した第1光束の2次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることが好ましい。この時、第3光路差付与構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第3光路差付与構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることが好ましい。

[0142] また、第3光路差付与構造が、複数の小階段型構造を有する階段型構造である場合、第3光路差付与構造を通過した第1光束の0次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることが好ましい。この時、第3光路差付与構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第3光路差付与構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることが好ましい。(このようなタイプの光路差付与構造を、0/1/1構造と称してもよい。)

[0143] 第3光路差付与構造が0Z1/1構造である場合、第3光路差付与構造は、小階段型構造が2ステップ(バイナリ構造)、3ステップのいずれかであることが好ましい。

[0144] 第3光路差付与構造の小階段型構造が2ステップである場合、小階段型構造の1段あたりの高さを h (μm) とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことが好ましい。

$$-1.0 \leq h \leq -0.6 \quad (G)$$

$$0.6 \leq h \leq 1.0 \quad (H)$$

[0145] また、第3光路差付与構造の小階段型構造が3ステップである場合、小階段型構造の1段あたりの高さを h (μm) とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことが好ましい。

$$-1.2 \leq h \leq -0.7 \quad (I)$$

$$2.7 \leq h \leq 4.4 \quad (J)$$

[0146] 第1光ディスクに対して情報を再生/記録するために必要な対物レンズの像側開口数を NA_1 とし、第2光ディスクに対して情報を再生/記録するために必要な対物レンズの像側開口数を NA_2 ($NA_1 > NA_2$) とし、第3光ディスクに対して情報を再生/記録するために必要な対物レンズの像側開口数を NA_3 ($NA_2 > NA_3$) とする。 NA_1 は、0.75以上、0.9以下であることが好ましく、より好ましくは、0.8以上、0.9以下である。特に NA_1 は0.85であることが好ましい。 NA_2 は、0.55以上、0.7以下であることが好ましい。特に NA_2 は0.60又は0.65であることが好ましい。また、 NA_3 は、0.4以上、0.55以下であることが好ましい。特に NA_3 は0.45又は0.53であることが好ましい。

[0147] 対物レンズの中央領域と中間領域の境界は、第3光束の使用時において、 $0.9 \cdot NA_3$ 以上、 $1.2 \cdot NA_3$ 以下 (より好ましくは、 $0.95 \cdot NA_3$ 以上、 $1.15 \cdot NA_3$ 以下) の範囲に相当する部分に形成されていることが好ましい。より好ましくは、対物レンズの中央領域と中間領域の境界が、 NA_3 に相当する部分に形成されていることである。また、対物レンズの中間領域と周辺領域の境界は、第2光束の使用時において、 $0.9 \cdot NA_2$ 以上、 $1.2 \cdot NA_2$ 以下 (より好ましくは、 $0.95 \cdot NA_2$ 以上、 $1.15 \cdot NA_2$ 以下) の範囲に相当する部分に形成されていることが好ましい。より好ましくは、対物レンズの中間領域と周辺領域の境界が、 NA_2 に相当する部分に形成されていることである。

[0148] 対物レンズを通過した第3光束を第3光ディスクの情報記録面上に集光する場合に、球面収差が少なくとも1箇所の不連続部を有することが好ましい。その場合、不連続部は、第3光束の使用時において、 $0.9 \cdot NA_3$ 以上、 $1.2 - NA_3$ 以下（より好ましくは、 $0.95 \cdot NA_3$ 以上、 $1.15 \cdot NA_3$ 以下）の範囲に存在することが好ましい。

[0149] 尚、対物レンズの第1光束に対する有効径を $\phi 1$ (mm) としたときに、以下の式を満たすと好ましい。

$$1.8 \leq \phi 1 \leq 4.0 \quad (1)$$

より好ましくは、以下の式を満たすことである。

$$2.0 \leq \phi 1 \leq 3.0 \quad (1')$$

[0150] また、対物レンズは、以下の条件式(5)を満たすことが好ましい。

$$1.0 \leq d/f \leq 1.5 \quad (5)$$

但し、 d は、対物レンズの光軸上の厚さ (mm) を表し、 f は、第1光束における対物レンズの焦点距離を表す。より好ましくは、 $1.0 \leq d/f \leq 1.2$ である。

[0151] BDのような短波長、高NAの光ディスクに対応させる場合、対物レンズにおいて、非点収差が発生しやすくなり、偏心コマ収差も発生しやすくなるという課題が生じるが、条件式(5)を満たすことにより非点収差や偏心コマ収差の発生を抑制することが可能となる。

[0152] また、条件式(5)を満たすことにより、対物レンズの軸上厚が厚めの厚肉対物レンズになるため、CDの記録/再生時におけるワーキングディスタンスが短くなりがちになるにも拘わらず、本発明の第1光路差付与構造を対物レンズに設けることにより、CDの記録/再生におけるワーキングディスタンスも十分に確保できるため、本発明の効果がより顕著なものとなる。

[0153] 第1光束、第2光束及び第3光束は、平行光として対物レンズに入射してもよいし、発散光若しくは収束光として対物レンズに入射してもよい。トラッキング時においても、コマ収差が発生することを防止するためには、第1光束、第2光束、及び第3光束を全て平行光又は略平行光として対物レンズ

に入射させることが好ましい。本発明の第 1 光路差付与構造を用いることによって、第 1 光束、第 2 光束及び第 3 光束の全てを平行光又は略平行光として対物レンズに入射させることが可能となるため、本発明の効果がより顕著となる。第 1 光束が平行光又は略平行光になる場合、第 1 光束が対物レンズに入射する時の対物レンズの結像倍率 m_1 が、下記の式 (26) を満たすことが好ましい。

$$-0.01 < m_1 < 0.01 \quad (26)$$

[0154] また、第 2 光束を平行光又は略平行光として対物レンズに入射させる場合、第 2 光束が対物レンズへ入射する時の、対物レンズの結像倍率 m_2 が、下記の式 (27) を満たすことが好ましい。

$$-0.01 < m_2 < 0.01 \quad (27)$$

[0155] 一方で、第 2 光束を発散光として対物レンズに入射させる場合、第 2 光束が対物レンズへ入射する時の、対物レンズの結像倍率 m_2 が、下記の式 (27)' を満たすことが好ましい。

$$-0.025 < m_2 \leq -0.01 \quad (27)'$$

[0156] また、第 3 光束を平行光束又は略平行光束として対物レンズに入射させる場合、第 3 光束が対物レンズへ入射する時の、対物レンズの結像倍率 m_3 が、下記の式 (28) を満たすことが好ましい。

$$-0.01 < m_3 < 0.01 \quad (28)$$

[0157] 一方で、第 3 光束を発散光として対物レンズに入射させる場合、第 3 光束が対物レンズへ入射する時の、対物レンズの結像倍率 m_3 が、下記の式 (28)' を満たすことが好ましい。

$$-0.025 < m_3 \leq -0.01 \quad (28)'$$

[0158] また、第 3 光ディスクを用いる際の対物光学素子のワーキングディスタンス (WD) は、0.2 mm 以上、1.5 mm 以下であることが好ましい。好ましくは、0.3 mm 以上、0.9 mm 以下である。次に、第 2 光ディスクを用いる際の対物光学素子の WD は、0.2 mm 以上、1.3 mm 以下であることが好ましい。さらに、第 1 光ディスクを用いる際の対物光学素子の W

D は、0.25 mm 以上、1.0 mm 以下であることが好ましい。

[0159] 第3光ディスクの情報記録面に集光する第3光束のメイン光と第3光束の有効径外の光束(フレア光)の距離を x (μm) としたときに、以下の式を満たすと好ましい。この時、 x (μm) は図39に示すように、メイン光の光軸から最も離れた部分と、フレア光の光軸に最も近い部分の光軸方向の距離を示す。

$$|x| \geq 5 \quad (3)$$

[0160] また、第1光束が1nmの波長変化を生じたときの波面収差ベスト位置の光軸方向の位置ずれを Δ (nm) とすると、以下の式(6)を満たすことが好ましい。ここでいう波面収差ベスト位置とは、第1光束が1nmの波長変化を生じたときに、軸上色収差、色球面収差等のトータルでの波面収差が最も小さくなる光軸方向の位置を言う。

$$1.9 \times 10^{-4} \leq \Delta / f \leq 2.5 \times 10^{-4} \quad (6)$$

尚、の式を満たすと、より好ましい。

$$1.95 \times 10^{-4} \leq \Delta / f \leq 2.05 \times 10^{-4} \quad (6')$$

[0161] また、光ピックアップ装置は、少なくとも第1光束と第2光束が通過するカップリングレンズと、カップリングレンズを光軸方向に移動させるアクチュエーターを有することが好ましい。更に、第1光束が通過するときは、アクチュエーターによってカップリングレンズが光軸方向に変位可能とされており、第2光束が通過するときには、カップリングレンズは、光軸方向の位置を固定されていることが好ましい。

[0162] 例えば、複数の情報記録層を有する第1光ディスクに対応するために、第1光ディスクの使用時には、カップリングレンズを光軸方向に変位して、各情報記録層への記録/再生に対応させることが考えられる。そのような場合、既にカップリングレンズを光軸方向に変位させる機能は必須であるが、第2光ディスク使用時には、カップリングレンズを光軸方向に変位させず、固定させておきたい、という場合がある。その理由としては、第1光ディスク使用時には、フレアが発生しないが、第2光ディスク使用時には、フ

レアが発生するため、カップリングレンズを変異させることにより、そのフレアの収差が変化し、結果としてそのフレアが記録/再生に悪影響を与える可能性が生じるという理由や、第2光ディスクの種類を判別するために、カップリングレンズの初期位置を常に一定にしておきたいという理由や、単純にドライブの方でカップリングレンズを変位させるためのファームウェアのコストを少しでも削減したいという理由などが挙げられる。

[01 63] 本発明に係る光情報記録再生装置は、上述の光ピックアップ装置を有する光ディスクドライブ装置を有する。

[01 64] ここで、光情報記録再生装置に装備される光ディスクドライブ装置に関して説明すると、光ディスクドライブ装置には、光ピックアップ装置等を収納している光情報記録再生装置本体から光ディスクを搭載した状態で保持可能なトレイのみが外部に取り出される方式と、光ピックアップ装置等が収納されている光ディスクドライブ装置本体ごと、外部に取り出される方式とがある。

[01 65] 上述した各方式を用いる光情報記録再生装置には、概ね、次の構成部材が装備されているがこれに限られるものではない。ハウジング等に収納された光ピックアップ装置、光ピックアップ装置をハウジングごと光ディスクの内周あるいは外周に向けて移動させるシークモータ等の光ピックアップ装置の駆動源、光ピックアップ装置のハウジングを光ディスクの内周あるいは外周に向けてガイドするガイドレールなどを有した光ピックアップ装置の移送手段及び、光ディスクの回転駆動を行うスピンドルモータ等である。

[01 66] 前者の方式には、これら各構成部材の他に、光ディスクを搭載した状態で保持可能なトレイおよびトレイを摺動させるためのローディング機構等が設けられ、後者の方式にはトレイおよびローディング機構がなく、各構成部材が外部に引き出し可能なシャーシに相当するドロワーに設けられていることが好ましい。

発明の効果

[01 67] 本発明によれば、BD/DVD/CDの3種類の光ディスクの互換で用い

るような軸上厚が厚い厚肉の対物レンズにおいて、CD使用時にワーキングディスタンスを確保しながらも、色収差劣化を抑制することが可能となる。さらに、光路差付与構造の段差の高さが高くなることを抑制でき、それに伴い、製造誤差などに因る光量ロスを抑えることが可能となると共に、波長変動時の回折効率の変動を抑えることが可能となる。また、BD/DVD/CDの3種類の何れの光ディスクに対しても、高い光利用効率を維持できる光利用効率のバランスが取れた対物レンズを提供することも可能となる。加えて、光ピックアップ装置の温度が上昇した際に発生する収差を抑えることが可能となり、対物レンズがプラスチック製である場合に、温度変化時においても安定した性能を維持できる対物レンズを提供することが可能となる。これらの効果によって、BD/DVD/CDの3種類の光ディスクの記録/再生も、共通の対物レンズで良好に行うことが可能となるものである。さらに、有効径を小径とすることで、焦点距離を短くし、スリムタイプの光ピックアップ装置に好適な対物レンズを提供できる。

図面の簡単な説明

[0168] [図1] 例としての光路差関数を示す図である。

[図2] 本実施の形態にかかる単玉の対物レンズOLを光軸方向に見た図である。

[図3] 対物レンズを通過した第3光束が第3光ディスクの情報記録面上で形成するスポットを形成する状態を示す図である。

[図4] 光路差付与構造の例を示す軸線方向断面図であり、(a)、(b)はプレーズ型構造の例を示し、(c)、(d)は階段型構造の例を示す。

[図5] (a)は段差が光軸の方向を向いている状態を示し、(b)は段差が光軸とは逆の方向を向いている状態を示す図である。

[図6] (a)は光軸付近では段差が光軸の方向を向いているが、途中で切り替わり、中間領域付近では段差が光軸とは逆の方を向くような形状を示し、(b)は光軸付近では段差が光軸とは逆の方向を向いているが、途中で切り替わり、中間領域付近では段差が光軸の方を向くような形状を示す図である。

[図7] 第1光路差付与構造の概念図である。

[図8] 異なる光ディスクであるBDとDVDとCDに対して適切に情報の記録及び/又は再生を行うことができる本実施の形態の光ピックアップ装置PU1の構成を概略的に示す図である。

[図9] 実施例1の第1光路差付与構造、第2光路差付与構造、第3光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図である。

[図10] 実施例1のBD使用時における光路差関数を示すグラフである。

[図11] 実施例1において、基準波長(405nm)におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図12] 実施例1において、基準波長に対して+5nm長波長側に变化した場合におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図13] 実施例1におけるCD使用時の縦球面収差図である。

[図14] 実施例2の第1光路差付与構造、第2光路差付与構造、第3光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図である。

[図15] 実施例2のBD使用時における光路差関数を示すグラフである。

[図16] 実施例2において、基準波長(405nm)におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図17] 実施例2において、基準波長に対して+5nm長波長側に变化した場合におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図18] 実施例2におけるCD使用時の縦球面収差図である。

[図19] 実施例3の第1光路差付与構造、第2光路差付与構造、第3光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図である。

[図20] 実施例3のBD使用時における光路差関数を示すグラフである。

[図21] 実施例3において、基準波長(405nm)におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図22] 実施例3において、基準波長に対して+5nm長波長側に变化した場合におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図23] 実施例3におけるCD使用時の縦球面収差図である。

[図24] 実施例4の第1光路差付与構造、第2光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図である。

[図25] 実施例4のBD使用時における光路差関数を示すグラフである。

[図26] 実施例4において、基準波長(405nm)におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図27] 実施例4において、基準波長に対して+5nm長波長側に变化した場合におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図28] 実施例4におけるCD使用時の縦球面収差図である。

[図29] 実施例5の第1光路差付与構造、第2光路差付与構造、第3光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図である。

[図30] 実施例5のBD使用時における光路差関数を示すグラフである。

[図31] 実施例5において、基準波長(405nm)におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図32] 実施例5において、基準波長に対して+5nm長波長側に变化した場合におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図33] 実施例5におけるCD使用時の縦球面収差図である。

[図34] 実施例6の第1光路差付与構造、第2光路差付与構造、第3光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図である。

[図35] 実施例6のBD使用時における光路差関数を示すグラフである。

[図36] 実施例6において、基準波長(405nm)におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図37] 実施例6において、基準波長に対して+5nm長波長側に变化した場合におけるBD使用時の縦球面収差図である。

[図38] 実施例6におけるCD使用時の縦球面収差図である。

[図39] CD使用時の縦球面収差図の一例であり、メイン光とフレア光との距離を説明するための図である。

[図40] 実施例1における中央領域の第1光路差付与構造について、第1基礎構造と第2基礎構造を重畳する前の形状図である。

[図41] 実施例 1 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳した後の形状図である。

[図42] 実施例 2 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳する前の形状図である。

[図43] 実施例 2 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳した後の形状図である。

[図44] 実施例 3 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳する前の形状図である。

[図45] 実施例 3 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳した後の形状図である。

[図46] 実施例 4 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳する前の形状図である。

[図47] 実施例 4 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳した後の形状図である。

[図48] 実施例 5 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳する前の形状図である。

[図49] 実施例 5 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳した後の形状図である。

[図50] 実施例 6 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳する前の形状図である。

[図51] 実施例 6 における中央領域の第 1 光路差付与構造について、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳した後の形状図である。

発明を実施するための形態

[0169] 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。図 8 は、異なる光ディスクである BD と DVD と CD に対して適切に情報の記録及び/又は再生を行うことができる本実施の形態の光ピックアップ装置 PU1 の構成を概略的に示す図である。かかる光ピックアップ装置 PU1 は、スリムタイプであり、薄形の光情報記録再生装置に搭載できる。ここでは、第 1 光ディスク

クをBDとし、第2光ディスクをDVDとし、第3光ディスクをCDとする。
なお、本発明は、本実施の形態に限られるものではない。

[0170] 光ピックアップ装置PU1は、対物レンズOL、λ/4波長板QWP、コリメートレンズCOL、偏光ビームスプリッタBS、ダイクロイックプリズムDP、BDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され波長 $\lambda_1 = 405\text{ nm}$ のレーザ光束（第1光束）を射出する第1半導体レーザLD1（第1光源）と、DVDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され波長 $\lambda_2 = 660\text{ nm}$ のレーザ光束（第2光束）を射出する第2半導体レーザLD2（第2光源）及びCDに対して情報の記録/再生を行う場合に発光され波長 $\lambda_3 = 785\text{ nm}$ のレーザ光束（第3光束）を射出する第3半導体レーザLD3を一体化したレーザユニットLDP、センサレンズSEN、光検出器としての受光素子PD等を有する。

[0171] 図2に示されるように、本実施の形態にかかる単玉の対物レンズOLにおいて、光源側の非球面光学面に光軸を含む中央領域CNと、その周囲に配置された中間領域MDと、更にその周囲に配置された周辺領域OTとが、光軸を中心とする同心円状に形成されている。図示していないが、中心領域CNには既に詳述した第1光路差付与構造が形成され、中間領域MDには既に詳述した第2光路差付与構造が形成されている。また、周辺領域OTには、第3光路差付与構造又は屈折面が形成されている。また、本実施の形態の対物レンズはプラスチックレンズである。対物レンズOLの中心領域CNに形成された第1光路差付与構造は、図6に示すように、第1基礎構造と第2基礎構造とを重ね合わせた構造であり、第1基礎構造は、第1基礎構造を通過した第1光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第1基礎構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第1基礎構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、少なくとも中心領域CNの光軸付近に設けられる第1基礎構造は、その段差が光軸とは逆の方向を向いており（即ち負のパワーを持ち）、第2基礎構造は、第2基礎構造を通

過した第1光束の2次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第2基礎構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第2基礎構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくする。

[0172] 第2光路差付与構造は、第2光路差付与構造を通過した第1光束の0次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、第2光路差付与構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、光路差付与構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくする。

[0173] 青紫色半導体レーザLD1から射出された第1光束（ $\lambda = 405\text{ nm}$ ）の発散光束は、実線で示すように、ダイクロイツクプリズムDPを通過し、偏光ビームスプリッタBSを通過した後、コリメートレンズCOLを通過して平行光となり、 $\lambda/4$ 波長板QWPにより直線偏光から円偏光に変換され、不図示の絞りによりその光束径が規制され、対物レンズOLに入射する。ここで、対物レンズOLの中央領域と中間領域と周辺領域により集光された光束は、厚さ0.1 mmの保護基板PL1を介して、BDの情報記録面RL1上に形成されるスポットとなる。

[0174] 情報記録面RL1上で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOL、不図示の絞りを透過した後、 $\lambda/4$ 波長板QWPにより円偏光から直線偏光に変換され、コリメートレンズCOLにより収束光束とされ、偏光ビームスプリッタBSで反射され、センサレンズSENを介して受光素子PDの受光面上に収束する。そして、受光素子PDの出力信号を用いて、2軸アクチュエータAC1により対物レンズOLをフォーカシングやトラッキングさせることで、BDに記録された情報を読み取ることができる。ここで、第1光束に波長変動が生じた場合や、複数の情報記録層を有するBリの記録/再生を行う場合、波長変動や異なる情報記録層に起因して発生する球面収差を、倍率変更手段としてのコリメートレンズCOLを光軸方向に変化させて、対物光学素子OLに入射する光束の発散角又は収束角を変更するこ

とで補正できるようになっている。

[01 75] レーザユニットLD Pの半導体レーザLD 2から射出された第2光束（ $\lambda_2 = 660\text{ nm}$ ）の発散光束は、点線で示すように、ダイクロイックプリズムDPで反射され、偏光ビームスプリッタBS、コリメートレンズCOLを通過し、ス/4波長板QWPにより直線偏光から円偏光に変換され、対物レンズOLに入射する。ここで、対物レンズOLの中央領域と中間領域により集光された（周辺領域を通過した光束はフレア化され、スポット周辺部を形成する）光束は、厚さ0.6 mmの保護基板PL 2を介して、DVDの情報記録面RL 2に形成されるスポットとなり、スポット中心部を形成する。

[01 76] 情報記録面RL 2上で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOLを透過した後、ス/4波長板QWPにより円偏光から直線偏光に変換され、コリメートレンズCOLにより収斂光束とされ、偏光ビームスプリッタBSで反射され、センサレンズSENを介して受光素子PDの受光面上に収束する。そして、受光素子PDの出力信号を用いてDVDに記録された情報を読み取ることができる。

[01 77] レーザユニットLD Pの半導体レーザLD 3から射出された第3光束（ $\lambda_3 = 785\text{ nm}$ ）の発散光束は、一点鎖線で示すように、ダイクロイックプリズムDPで反射され、偏光ビームスプリッタBS、コリメートレンズCOLを通過し、ス/4波長板QWPにより直線偏光から円偏光に変換され、対物レンズOLに入射する。ここで、対物レンズOLの中央領域により集光された（中間領域及び周辺領域を通過した光束はフレア化され、スポット周辺部を形成する）光束は、厚さ1.2 mmの保護基板PL 3を介して、CDの情報記録面RL 3上に形成されるスポットとなる。

[01 78] 情報記録面RL 3上で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOLを透過した後、ス/4波長板QWPにより円偏光から直線偏光に変換され、コリメートレンズCOLにより収斂光束とされ、偏光ビームスプリッタBSで反射され、センサレンズSENを介して受光素子PDの受光面上に収束する。そして、受光素子PDの出力信号を用いてCDに記録された

情報を読み取ることができる。

[01 79] (実施例)

以下、上述した実施の形態に用いることができる実施例について説明する。尚、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、 2.5×10^{-3}) を、E (例えば、 $2.5 \times E^{-3}$) を用いて表す場合がある。また、対物レンズの光学面は、それぞれ数2式に表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。

[01 80] [数2]

$$X(h) = \frac{(h^2/r)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum_{i=2}^{10} A_{2i} h^{2i}$$

[01 81] 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_i は非球面係数、 h は光軸からの高さ、 r は近軸曲率半径である。

[01 82] また、回折構造を用いた実施例の場合、その回折構造により各波長の光束に対して与えられる光路差は、前述した数1式の光路差関数に、表に示す係数を代入した数式で規定される。

[01 83] (実施例1)

実施例1の対物レンズはプラスチック単玉レンズであって、有効径 $\phi 1 = 2 \text{ mm}$ である。実施例1の第1光路差付与構造は、中央領域の全領域において、(2、1、1)のブレード型の回折構造である第2基礎構造BS2に、(1、1、1)であるブレード型の回折構造である第1基礎構造BS1が重ねあわされた光路差付与構造となっている。第2光路差付与構造は、(0、1、1)である3ステップの階段型の回折構造である。第3光路差構造は、(2、1、1)のブレード型の回折構造である。

[01 84] 表1に実施例1のレンズデータを示す。表中のWDとは、ワーキングディスタンスの意味である。

[01 85]

ほ 1]

実施例 1

【光学面データ】

◆仕様

	A-1	A-2	A-3
焦点距離 [mm]	1.177	1.423	1.563
使用波長 [nm]	405	660	785
半値径 φ [mm]	2.000	1.740	1.440
開口数 NA	0.35	0.46	0.47
倍率	0.50	0.38	0.30
WD	0.756	0.865	0.900
ディスタンス [mm]	0.0375	0.40	1.20

◆記号

面番号	f [mm]	n1(405nm)	n1(660nm)	n1(785nm)	2f(405nm)	2f(660nm)	2f(785nm)	備考
面 1	1.177	1.423	1.563	1.563	2.354	2.846	3.126	対物レンズ
面 2	1.423	1.563	1.563	1.563	2.846	2.846	2.846	対物レンズ
面 3	1.563	1.563	1.563	1.563	3.126	3.126	3.126	対物レンズ

◆非球面係数と光路差調整係数

面番号	面	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
近軸面係数	A0	0.71875950	0.71875950	0.71875950	0.71875950	0.71875950
	A1	-1.3184385	-1.3184385	-1.3184385	-1.3184385	-1.3184385
	A2	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
	A3	-0.07942185	-0.07942185	-0.07942185	-0.07942185	-0.07942185
	A4	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
	A5	-0.2170360	-0.2170360	-0.2170360	-0.2170360	-0.2170360
	A6	-0.03124359	-0.03124359	-0.03124359	-0.03124359	-0.03124359
	A7	-0.5118014	-0.5118014	-0.5118014	-0.5118014	-0.5118014
	A8	1.2844097	1.2844097	1.2844097	1.2844097	1.2844097
	A9	8.1017249	8.1017249	8.1017249	8.1017249	8.1017249
	A10	-12.1603743	-12.1603743	-12.1603743	-12.1603743	-12.1603743
	A11	-4.4634274	-4.4634274	-4.4634274	-4.4634274	-4.4634274
	A12	11.4421281	11.4421281	11.4421281	11.4421281	11.4421281
光路差調整係数	A13	1.717	2.717	4.05	4.05	4.05
	A14	4.10	4.10	4.05	4.05	4.05
	A15	0.21329	0.21329	0.21329	0.21329	0.21329
	A16	-0.24805	-0.24805	-0.24805	-0.24805	-0.24805
	A17	0.59895	0.59895	0.59895	0.59895	0.59895
	A18	-0.75424	-0.75424	-0.75424	-0.75424	-0.75424
	A19	0.45238	0.45238	0.45238	0.45238	0.45238

◆回折構造と回折効率

面番号	面	2-1	2-2	2-3	2-4
回折タイプ	面	2-1	2-2	2-3	2-4
スラット幅 [mm]	面	2-1	2-2	2-3	2-4
1 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
2 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
3 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
4 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
5 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
6 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
7 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
8 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
9 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4
10 回折効率 (%)	面	2-1	2-2	2-3	2-4

[0186] 更に、実施例 1 のレンズデータに基づいて、実際の対物レンズの形状を設計した。当該実形状のデータを表 2 A～表 2 C に示す。表 2 A、表 2 B、表 2 C (連続する) に示されるデータを、数 3 式で示される数式に代入することにより、各輪帯の実形状データが得られる。

[01 87] [数 3]

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

[01 88] h は、光軸直交方向の光軸からの高さを表す。さらに、実施例 1 の第 1 光路差付与構造、第 2 光路差付与構造、第 3 光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図を、図 9 として示す。第 1 光路差付与構造が設けられた中央領域が C N であり、第 2 光路差付与構造が設けられた中間領域が M D で示された領域であり、第 3 光路差付与構造が設けられた周辺領域が O T で示された領域である。

[01 89]

[表 2A]

【実形状データ】

	RingNo	A1	A2	A3	A4	A5
	1	0.00900	0.04678	0.00000	0.00000	0.00000
	2	0.04678	0.08624	0.00000	0.00000	0.00000
	3	0.08624	0.08123	0.00017	0.00000	0.00000
	4	0.08123	0.05932	0.00115	0.00000	0.00000
	5	0.05932	0.10614	0.00293	0.00000	0.00000
	6	0.10614	0.11631	0.00141	0.00000	0.00000
	7	0.11631	0.12471	0.00223	0.00000	0.00000
	8	0.12471	0.13549	0.00188	0.00000	0.00000
	9	0.13549	0.14176	0.00236	0.00000	0.00000
	10	0.14176	0.14981	0.00134	0.00000	0.00000
	11	0.14981	0.15710	0.00267	0.00000	0.00000
	12	0.15710	0.16429	0.00241	0.00000	0.00000
	13	0.16429	0.17121	0.00350	0.00000	0.00000
	14	0.17121	0.17786	0.00307	0.00000	0.00000
	15	0.17786	0.18435	0.00355	0.00000	0.00000
	16	0.18435	0.19063	0.00421	0.00000	0.00000
	17	0.19063	0.19673	0.00381	0.00000	0.00000
	18	0.19673	0.20267	0.00449	0.00000	0.00000
	19	0.20267	0.20947	0.00389	0.00000	0.00000
	20	0.20947	0.21414	0.00479	0.00000	0.00000
	21	0.21414	0.21969	0.00414	0.00000	0.00000
	22	0.21969	0.22512	0.00502	0.00000	0.00000
	23	0.22512	0.23045	0.00404	0.00000	0.00000
	24	0.23045	0.23568	0.00528	0.00000	0.00000
	25	0.23568	0.24082	0.00416	0.00000	0.00000
	26	0.24082	0.24587	0.00524	0.00000	0.00000
	27	0.24587	0.25084	0.00442	0.00000	0.00000
	28	0.25084	0.25574	0.00569	0.00000	0.00000
	29	0.25574	0.26056	0.00468	0.00000	0.00000
	30	0.26056	0.26531	0.00594	0.00000	0.00000
	31	0.26531	0.27000	0.00494	0.00000	0.00000
	32	0.27000	0.27462	0.00622	0.00000	0.00000
	33	0.27462	0.27919	0.00519	0.00000	0.00000
	34	0.27919	0.28370	0.00646	0.00000	0.00000
	35	0.28370	0.28816	0.00544	0.00000	0.00000
	36	0.28816	0.29257	0.00672	0.00000	0.00000
	37	0.29257	0.29692	0.00569	0.00000	0.00000
	38	0.29692	0.30123	0.00697	0.00000	0.00000
	39	0.30123	0.30549	0.00594	0.00000	0.00000
	40	0.30549	0.30971	0.00722	0.00000	0.00000
	41	0.30971	0.31388	0.00619	0.00000	0.00000
	42	0.31388	0.31800	0.00747	0.00000	0.00000
	43	0.31800	0.32212	0.00644	0.00000	0.00000
	44	0.32212	0.32619	0.00772	0.00000	0.00000
	45	0.32619	0.33021	0.00669	0.00000	0.00000
	46	0.33021	0.33420	0.00797	0.00000	0.00000
	47	0.33420	0.33816	0.00694	0.00000	0.00000
	48	0.33816	0.34207	0.00822	0.00000	0.00000
	49	0.34207	0.34596	0.00719	0.00000	0.00000
	50	0.34596	0.34982	0.00847	0.00000	0.00000
	51	0.34982	0.35364	0.00744	0.00000	0.00000
	52	0.35364	0.35742	0.00872	0.00000	0.00000
	53	0.35742	0.36117	0.00769	0.00000	0.00000
	54	0.36117	0.36488	0.00897	0.00000	0.00000
	55	0.36488	0.36854	0.00794	0.00000	0.00000
	56	0.36854	0.37223	0.00922	0.00000	0.00000
	57	0.37223	0.37589	0.00819	0.00000	0.00000
	58	0.37589	0.37950	0.00947	0.00000	0.00000
	59	0.37950	0.38306	0.00844	0.00000	0.00000
	60	0.38306	0.38658	0.00972	0.00000	0.00000
	61	0.38658	0.39004	0.00869	0.00000	0.00000
	62	0.39004	0.39345	0.01000	0.00000	0.00000
	63	0.39345	0.39681	0.00897	0.00000	0.00000
	64	0.39681	0.40012	0.01028	0.00000	0.00000
	65	0.40012	0.40338	0.00925	0.00000	0.00000
	66	0.40338	0.40659	0.01057	0.00000	0.00000
	67	0.40659	0.40975	0.00954	0.00000	0.00000
	68	0.40975	0.41287	0.01086	0.00000	0.00000
	69	0.41287	0.41594	0.00983	0.00000	0.00000
	70	0.41594	0.41896	0.01115	0.00000	0.00000
	71	0.41896	0.42193	0.01012	0.00000	0.00000
	72	0.42193	0.42485	0.01144	0.00000	0.00000
	73	0.42485	0.42772	0.01041	0.00000	0.00000
	74	0.42772	0.43054	0.01173	0.00000	0.00000
	75	0.43054	0.43331	0.01070	0.00000	0.00000
	76	0.43331	0.43603	0.01202	0.00000	0.00000
	77	0.43603	0.43870	0.01099	0.00000	0.00000
	78	0.43870	0.44132	0.01231	0.00000	0.00000
	79	0.44132	0.44389	0.01128	0.00000	0.00000
	80	0.44389	0.44641	0.01260	0.00000	0.00000
	81	0.44641	0.44888	0.01157	0.00000	0.00000
	82	0.44888	0.45130	0.01289	0.00000	0.00000
	83	0.45130	0.45367	0.01186	0.00000	0.00000
	84	0.45367	0.45600	0.01318	0.00000	0.00000
	85	0.45600	0.45828	0.01215	0.00000	0.00000
	86	0.45828	0.46051	0.01347	0.00000	0.00000
	87	0.46051	0.46269	0.01244	0.00000	0.00000
	88	0.46269	0.46482	0.01376	0.00000	0.00000
	89	0.46482	0.46690	0.01273	0.00000	0.00000
	90	0.46690	0.46893	0.01405	0.00000	0.00000
	91	0.46893	0.47091	0.01302	0.00000	0.00000
	92	0.47091	0.47284	0.01434	0.00000	0.00000
	93	0.47284	0.47472	0.01331	0.00000	0.00000
	94	0.47472	0.47655	0.01463	0.00000	0.00000
	95	0.47655	0.47833	0.01360	0.00000	0.00000
	96	0.47833	0.48006	0.01492	0.00000	0.00000
	97	0.48006	0.48174	0.01389	0.00000	0.00000
	98	0.48174	0.48337	0.01521	0.00000	0.00000
	99	0.48337	0.48495	0.01418	0.00000	0.00000
	100	0.48495	0.48648	0.01550	0.00000	0.00000
	101	0.48648	0.48796	0.01447	0.00000	0.00000
	102	0.48796	0.48939	0.01579	0.00000	0.00000
	103	0.48939	0.49077	0.01476	0.00000	0.00000
	104	0.49077	0.49210	0.01608	0.00000	0.00000
	105	0.49210	0.49338	0.01505	0.00000	0.00000
	106	0.49338	0.49461	0.01637	0.00000	0.00000

中央領域

[illegible]

[01 93] 実施例 1 において、C D 使用時のワーキングディスタンス $CW = 0.2 \text{ m}$ であり、C D の情報記録面に集光するメイン光とフレア光との距離 $x = 5 \mu\text{m}$ であり、第 2 光路差付与構造の輪帯幅 $L (\mu\text{m})$ の最小値は、 $3.42 \mu\text{m}$ である。又、対物レンズの光軸上の厚さを $d (\text{mm})$ 、第 1 光束における対物レンズの焦点距離を $f (\text{mm})$ とすると、 $d / f = 1.0$ である。又、第 1 光束が 1 nm の波長変化を生じたときの波面収差ベストの光軸位置変化を

Δ (mm) とすると、 $\Delta / f = 2.5 \times 10^{-4}$ mm である。

[01 94] (実施例 2)

実施例 2 の対物レンズはプラスチック単玉レンズであって、有効径 $\phi 1 = 2.4$ mm である。実施例 1 の第 1 光路差付与構造は、中央領域の全領域において、(2、1、1) のブレード型の回折構造である第 2 基礎構造 BS 2 に、(1、1、1) であるブレード型の回折構造である第 1 基礎構造 BS 1 が重ねあわされた光路差付与構造となっている。第 2 光路差付与構造は、(0、1、1) である 3 ステップの階段型の回折構造である。第 3 光路差構造は、(2、1、1) のブレード型の回折構造である。

[01 95] 表 3 に実施例 2 のレンズデータを示す。

[01 96]

[表 3]

実施例2

◆ 学 一 夕 ◆

項目	1.1	1.2	1.3
板厚 [mm]	1.412	1.586	1.871
使用厚さ [mm]	405	460	785
有効径φ [mm]	2.400	1.952	1.550
開口径φ [mm]	0.80	0.80	0.47
倍率	0	0.40	0.02
WD	0.977	0.513	0.200
7.4.5.2 値 [mm]	0.0875	0.60	1.20

◆ 配置

面	号	φ(mm)	φ1(φ2mm)	φ1(φ2mm)	φ2(φ3mm)	φ2(φ3mm)	φ3(φ4mm)	φ3(φ4mm)	φ4(φ5mm)	φ4(φ5mm)	φ5(φ6mm)	φ5(φ6mm)	φ6(φ7mm)	φ6(φ7mm)	φ7(φ8mm)	φ7(φ8mm)	φ8(φ9mm)	φ8(φ9mm)	φ9(φ10mm)	φ9(φ10mm)	φ10(φ11mm)	φ10(φ11mm)	φ11(φ12mm)	φ11(φ12mm)	φ12(φ13mm)	φ12(φ13mm)	φ13(φ14mm)	φ13(φ14mm)	φ14(φ15mm)	φ14(φ15mm)	φ15(φ16mm)	φ15(φ16mm)	φ16(φ17mm)	φ16(φ17mm)	φ17(φ18mm)	φ17(φ18mm)	φ18(φ19mm)	φ18(φ19mm)	φ19(φ20mm)	φ19(φ20mm)	φ20(φ21mm)	φ20(φ21mm)	φ21(φ22mm)	φ21(φ22mm)	φ22(φ23mm)	φ22(φ23mm)	φ23(φ24mm)	φ23(φ24mm)	φ24(φ25mm)	φ24(φ25mm)	φ25(φ26mm)	φ25(φ26mm)	φ26(φ27mm)	φ26(φ27mm)	φ27(φ28mm)	φ27(φ28mm)	φ28(φ29mm)	φ28(φ29mm)	φ29(φ30mm)	φ29(φ30mm)	φ30(φ31mm)	φ30(φ31mm)	φ31(φ32mm)	φ31(φ32mm)	φ32(φ33mm)	φ32(φ33mm)	φ33(φ34mm)	φ33(φ34mm)	φ34(φ35mm)	φ34(φ35mm)	φ35(φ36mm)	φ35(φ36mm)	φ36(φ37mm)	φ36(φ37mm)	φ37(φ38mm)	φ37(φ38mm)	φ38(φ39mm)	φ38(φ39mm)	φ39(φ40mm)	φ39(φ40mm)	φ40(φ41mm)	φ40(φ41mm)	φ41(φ42mm)	φ41(φ42mm)	φ42(φ43mm)	φ42(φ43mm)	φ43(φ44mm)	φ43(φ44mm)	φ44(φ45mm)	φ44(φ45mm)	φ45(φ46mm)	φ45(φ46mm)	φ46(φ47mm)	φ46(φ47mm)	φ47(φ48mm)	φ47(φ48mm)	φ48(φ49mm)	φ48(φ49mm)	φ49(φ50mm)	φ49(φ50mm)	φ50(φ51mm)	φ50(φ51mm)	φ51(φ52mm)	φ51(φ52mm)	φ52(φ53mm)	φ52(φ53mm)	φ53(φ54mm)	φ53(φ54mm)	φ54(φ55mm)	φ54(φ55mm)	φ55(φ56mm)	φ55(φ56mm)	φ56(φ57mm)	φ56(φ57mm)	φ57(φ58mm)	φ57(φ58mm)	φ58(φ59mm)	φ58(φ59mm)	φ59(φ60mm)	φ59(φ60mm)	φ60(φ61mm)	φ60(φ61mm)	φ61(φ62mm)	φ61(φ62mm)	φ62(φ63mm)	φ62(φ63mm)	φ63(φ64mm)	φ63(φ64mm)	φ64(φ65mm)	φ64(φ65mm)	φ65(φ66mm)	φ65(φ66mm)	φ66(φ67mm)	φ66(φ67mm)	φ67(φ68mm)	φ67(φ68mm)	φ68(φ69mm)	φ68(φ69mm)	φ69(φ70mm)	φ69(φ70mm)	φ70(φ71mm)	φ70(φ71mm)	φ71(φ72mm)	φ71(φ72mm)	φ72(φ73mm)	φ72(φ73mm)	φ73(φ74mm)	φ73(φ74mm)	φ74(φ75mm)	φ74(φ75mm)	φ75(φ76mm)	φ75(φ76mm)	φ76(φ77mm)	φ76(φ77mm)	φ77(φ78mm)	φ77(φ78mm)	φ78(φ79mm)	φ78(φ79mm)	φ79(φ80mm)	φ79(φ80mm)	φ80(φ81mm)	φ80(φ81mm)	φ81(φ82mm)	φ81(φ82mm)	φ82(φ83mm)	φ82(φ83mm)	φ83(φ84mm)	φ83(φ84mm)	φ84(φ85mm)	φ84(φ85mm)	φ85(φ86mm)	φ85(φ86mm)	φ86(φ87mm)	φ86(φ87mm)	φ87(φ88mm)	φ87(φ88mm)	φ88(φ89mm)	φ88(φ89mm)	φ89(φ90mm)	φ89(φ90mm)	φ90(φ91mm)	φ90(φ91mm)	φ91(φ92mm)	φ91(φ92mm)	φ92(φ93mm)	φ92(φ93mm)	φ93(φ94mm)	φ93(φ94mm)	φ94(φ95mm)	φ94(φ95mm)	φ95(φ96mm)	φ95(φ96mm)	φ96(φ97mm)	φ96(φ97mm)	φ97(φ98mm)	φ97(φ98mm)	φ98(φ99mm)	φ98(φ99mm)	φ99(φ100mm)	φ99(φ100mm)	φ100(φ101mm)	φ100(φ101mm)	φ101(φ102mm)	φ101(φ102mm)	φ102(φ103mm)	φ102(φ103mm)	φ103(φ104mm)	φ103(φ104mm)	φ104(φ105mm)	φ104(φ105mm)	φ105(φ106mm)	φ105(φ106mm)	φ106(φ107mm)	φ106(φ107mm)	φ107(φ108mm)	φ107(φ108mm)	φ108(φ109mm)	φ108(φ109mm)	φ109(φ110mm)	φ109(φ110mm)	φ110(φ111mm)	φ110(φ111mm)	φ111(φ112mm)	φ111(φ112mm)	φ112(φ113mm)	φ112(φ113mm)	φ113(φ114mm)	φ113(φ114mm)	φ114(φ115mm)	φ114(φ115mm)	φ115(φ116mm)	φ115(φ116mm)	φ116(φ117mm)	φ116(φ117mm)	φ117(φ118mm)	φ117(φ118mm)	φ118(φ119mm)	φ118(φ119mm)	φ119(φ120mm)	φ119(φ120mm)	φ120(φ121mm)	φ120(φ121mm)	φ121(φ122mm)	φ121(φ122mm)	φ122(φ123mm)	φ122(φ123mm)	φ123(φ124mm)	φ123(φ124mm)	φ124(φ125mm)	φ124(φ125mm)	φ125(φ126mm)	φ125(φ126mm)	φ126(φ127mm)	φ126(φ127mm)	φ127(φ128mm)	φ127(φ128mm)	φ128(φ129mm)	φ128(φ129mm)	φ129(φ130mm)	φ129(φ130mm)	φ130(φ131mm)	φ130(φ131mm)	φ131(φ132mm)	φ131(φ132mm)	φ132(φ133mm)	φ132(φ133mm)	φ133(φ134mm)	φ133(φ134mm)	φ134(φ135mm)	φ134(φ135mm)	φ135(φ136mm)	φ135(φ136mm)	φ136(φ137mm)	φ136(φ137mm)	φ137(φ138mm)	φ137(φ138mm)	φ138(φ139mm)	φ138(φ139mm)	φ139(φ140mm)	φ139(φ140mm)	φ140(φ141mm)	φ140(φ141mm)	φ141(φ142mm)	φ141(φ142mm)	φ142(φ143mm)	φ142(φ143mm)	φ143(φ144mm)	φ143(φ144mm)	φ144(φ145mm)	φ144(φ145mm)	φ145(φ146mm)	φ145(φ146mm)	φ146(φ147mm)	φ146(φ147mm)	φ147(φ148mm)	φ147(φ148mm)	φ148(φ149mm)	φ148(φ149mm)	φ149(φ150mm)	φ149(φ150mm)	φ150(φ151mm)	φ150(φ151mm)	φ151(φ152mm)	φ151(φ152mm)	φ152(φ153mm)	φ152(φ153mm)	φ153(φ154mm)	φ153(φ154mm)	φ154(φ155mm)	φ154(φ155mm)	φ155(φ156mm)	φ155(φ156mm)	φ156(φ157mm)	φ156(φ157mm)	φ157(φ158mm)	φ157(φ158mm)	φ158(φ159mm)	φ158(φ159mm)	φ159(φ160mm)	φ159(φ160mm)	φ160(φ161mm)	φ160(φ161mm)	φ161(φ162mm)	φ161(φ162mm)	φ162(φ163mm)	φ162(φ163mm)	φ163(φ164mm)	φ163(φ164mm)	φ164(φ165mm)	φ164(φ165mm)	φ165(φ166mm)	φ165(φ166mm)	φ166(φ167mm)	φ166(φ167mm)	φ167(φ168mm)	φ167(φ168mm)	φ168(φ169mm)	φ168(φ169mm)	φ169(φ170mm)	φ169(φ170mm)	φ170(φ171mm)	φ170(φ171mm)	φ171(φ172mm)	φ171(φ172mm)	φ172(φ173mm)	φ172(φ173mm)	φ173(φ174mm)	φ173(φ174mm)	φ174(φ175mm)	φ174(φ175mm)	φ175(φ176mm)	φ175(φ176mm)	φ176(φ177mm)	φ176(φ177mm)	φ177(φ178mm)	φ177(φ178mm)	φ178(φ179mm)	φ178(φ179mm)	φ179(φ180mm)	φ179(φ180mm)	φ180(φ181mm)	φ180(φ181mm)	φ181(φ182mm)	φ181(φ182mm)	φ182(φ183mm)	φ182(φ183mm)	φ183(φ184mm)	φ183(φ184mm)	φ184(φ185mm)	φ184(φ185mm)	φ185(φ186mm)	φ185(φ186mm)	φ186(φ187mm)	φ186(φ187mm)	φ187(φ188mm)	φ187(φ188mm)	φ188(φ189mm)	φ188(φ189mm)	φ189(φ190mm)	φ189(φ190mm)	φ190(φ191mm)	φ190(φ191mm)	φ191(φ192mm)	φ191(φ192mm)	φ192(φ193mm)	φ192(φ193mm)	φ193(φ194mm)	φ193(φ194mm)	φ194(φ195mm)	φ194(φ195mm)	φ195(φ196mm)	φ195(φ196mm)	φ196(φ197mm)	φ196(φ197mm)	φ197(φ198mm)	φ197(φ198mm)	φ198(φ199mm)	φ198(φ199mm)	φ199(φ200mm)	φ199(φ200mm)	φ200(φ201mm)	φ200(φ201mm)	φ201(φ202mm)	φ201(φ202mm)	φ202(φ203mm)	φ202(φ203mm)	φ203(φ204mm)	φ203(φ204mm)	φ204(φ205mm)	φ204(φ205mm)	φ205(φ206mm)	φ205(φ206mm)	φ206(φ207mm)	φ206(φ207mm)	φ207(φ208mm)	φ207(φ208mm)	φ208(φ209mm)	φ208(φ209mm)	φ209(φ210mm)	φ209(φ210mm)	φ210(φ211mm)	φ210(φ211mm)	φ211(φ212mm)	φ211(φ212mm)	φ212(φ213mm)	φ212(φ213mm)	φ213(φ214mm)	φ213(φ214mm)	φ214(φ215mm)	φ214(φ215mm)	φ215(φ216mm)	φ215(φ216mm)	φ216(φ217mm)	φ216(φ217mm)	φ217(φ218mm)	φ217(φ218mm)	φ218(φ219mm)	φ218(φ219mm)	φ219(φ220mm)	φ219(φ220mm)	φ220(φ221mm)	φ220(φ221mm)	φ221(φ222mm)	φ221(φ222mm)	φ222(φ223mm)	φ222(φ223mm)	φ223(φ224mm)	φ223(φ224mm)	φ224(φ225mm)	φ224(φ225mm)	φ225(φ226mm)	φ225(φ226mm)	φ226(φ227mm)	φ226(φ227mm)	φ227(φ228mm)	φ227(φ228mm)	φ228(φ229mm)	φ228(φ229mm)	φ229(φ230mm)	φ229(φ230mm)	φ230(φ231mm)	φ230(φ231mm)	φ231(φ232mm)	φ231(φ232mm)	φ232(φ233mm)	φ232(φ233mm)	φ233(φ234mm)	φ233(φ234mm)	φ234(φ235mm)	φ234(φ235mm)	φ235(φ236mm)	φ235(φ236mm)	φ236(φ237mm)	φ236(φ237mm)	φ237(φ238mm)	φ237(φ238mm)	φ238(φ239mm)	φ238(φ239mm)	φ239(φ240mm)	φ239(φ240mm)	φ240(φ241mm)	φ240(φ241mm)	φ241(φ242mm)	φ241(φ242mm)	φ242(φ243mm)	φ242(φ243mm)	φ243(φ244mm)	φ243(φ244mm)	φ244(φ245mm)	φ244(φ245mm)	φ245(φ246mm)	φ245(φ246mm)	φ246(φ247mm)	φ246(φ247mm)	φ247(φ248mm)	φ247(φ248mm)	φ248(φ249mm)	φ248(φ249mm)	φ249(φ250mm)	φ249(φ250mm)	φ250(φ251mm)	φ250(φ251mm)	φ251(φ252mm)	φ251(φ252mm)	φ252(φ253mm)	φ252(φ253mm)	φ253(φ254mm)	φ253(φ254mm)	φ254(φ255mm)	φ254(φ255mm)	φ255(φ256mm)	φ255(φ256mm)	φ256(φ257mm)	φ256(φ257mm)	φ257(φ258mm)	φ257(φ258mm)	φ258(φ259mm)	φ258(φ259mm)	φ259(φ260mm)	φ259(φ260mm)	φ260(φ261mm)	φ260(φ261mm)	φ261(φ262mm)	φ261(φ262mm)	φ262(φ263mm)	φ262(φ263mm)	φ263(φ264mm)	φ263(φ264mm)	φ264(φ265mm)	φ264(φ265mm)	φ265(φ266mm)	φ265(φ266mm)	φ266(φ267mm)	φ266(φ267mm)	φ267(φ268mm)	φ267(φ268mm)	φ268(φ269mm)	φ268(φ269mm)	φ269(φ270mm)	φ269(φ270mm)	φ270(φ271mm)	φ270(φ271mm)	φ271(φ272mm)	φ271(φ272mm)	φ272(φ273mm)	φ272(φ273mm)	φ273(φ274mm)	φ273(φ274mm)	φ274(φ275mm)	φ274(φ275mm)	φ275(φ276mm)	φ275(φ276mm)	φ276(φ277mm)	φ276(φ277mm)	φ277(φ278mm)	φ277(φ278mm)	φ278(φ279mm)	φ278(φ279mm)	φ279(φ280mm)	φ279(φ280mm)	φ280(φ281mm)	φ280(φ281mm)	φ281(φ282mm)	φ281(φ282mm)	φ282(φ283mm)	φ282(φ283mm)	φ283(φ284mm)	φ283(φ284mm)	φ284(φ285mm)	φ284(φ285mm)	φ285(φ286mm)	φ285(φ286mm)	φ286(φ287mm)	φ286(φ287mm)	φ287(φ288mm)	φ287(φ288mm)	φ288(φ289mm)	φ288(φ289mm)	φ289(φ290mm)	φ289(φ290mm)	φ290(φ291mm)	φ290(φ291mm)	φ291(φ292mm)	φ291(φ292mm)	φ292(φ293mm)	φ292(φ293mm)	φ293(φ294mm)	φ293(φ294mm)	φ294(φ295mm)	φ294(φ295mm)	φ295(φ296mm)	φ295(φ296mm)	φ296(φ297mm)	φ296(φ297mm)	φ297(φ298mm)	φ297(φ298mm)	φ298(φ299mm)	φ298(φ299mm)	φ299(φ300mm)	φ299(φ300mm)	φ300(φ301mm)	φ300(φ301mm)	φ301(φ302mm)	φ301(φ302mm)	φ302(φ303mm)	φ302(φ303mm)	φ303(φ304mm)	φ303(φ304mm)	φ304(φ305mm)	φ304(φ305mm)	φ305(φ306mm)	φ305(φ306mm)	φ306(φ307mm)	φ306(φ307mm)	φ307(φ308mm)	φ307(φ308mm)	φ308(φ309mm)	φ308(φ309mm)	φ309(φ310mm)	φ309(φ310mm)	φ310(φ311mm)	φ310(φ311mm)	φ311(φ312mm)	φ311(φ312mm)	φ312(φ313mm)	φ312(φ313mm)	φ313(φ314mm)	φ313(φ314mm)	φ314(φ315mm)	φ314(φ315mm)	φ315(φ316mm)	φ315(φ316mm)	φ316(φ317mm)	φ316(φ317mm)	φ317(φ318mm)	φ317(φ318mm)	φ318(φ319mm)	φ318(φ319mm)	φ319(φ320mm)	φ319(φ320mm)	φ320(φ321mm)	φ320(φ321mm)	φ321(φ322mm)	φ321(φ322mm)	φ322(φ323mm)	φ322(φ323mm)	φ323(φ324mm)	φ323(φ324mm)	φ324(φ325mm)	φ324(φ325mm)	φ325(φ326mm)	φ325(φ326mm)	φ326(φ327mm)	φ326(φ327mm)	φ327(φ328mm)	φ327(φ328mm)	φ328(φ329mm)	φ328(φ329mm)	φ329(φ330mm)	φ329(φ330mm)	φ330(φ331mm)	φ330(φ331mm)	φ331(φ332mm)	φ331(φ332mm)	φ332(φ333mm)	φ332(φ333mm)	φ333(φ334mm)	φ333(φ334mm)	φ334(φ335mm)	φ334(φ335mm)	φ335(φ336mm)	φ335(φ336mm)	φ336(φ337mm)	φ336(φ337mm)	φ337(φ338mm)	φ337(φ338mm)	φ338(φ339mm)	φ338(φ339mm)	φ339(φ340mm)	φ339(φ340mm)	φ340(φ341mm)	φ340(φ341mm)	φ341(φ342mm)	φ341(φ342mm)	φ342(φ343mm)	φ342(φ343mm)	φ343(φ344mm)	φ343(φ344mm)	φ344(φ345mm)	φ344(φ345mm)	φ345(φ346mm)	φ345(φ346mm)	φ346(φ347mm)	φ346(φ347mm)	φ347(φ348mm)	φ347(φ348mm)	φ348(φ349mm)	φ348(φ349mm)	φ349(φ350mm)	φ349(φ350mm)	φ350(φ351mm)	φ350(φ351mm)	φ351(φ352mm)	φ351(φ352mm)	φ352(φ353mm)	φ352(φ353mm)	φ353(φ354mm)	φ353(φ354mm)	φ354(φ355mm)	φ354(φ355mm)	φ355(φ356mm)	φ355(φ356mm)	φ356(φ357mm)	φ356(φ357mm)	φ357(φ358mm)	φ357(φ358mm)	φ358(φ359mm)	φ358(φ359mm)	φ359(φ360mm)	φ359(φ360mm)	φ360(φ361mm)	φ360(φ361mm)	φ361(φ362mm)	φ361(φ362mm)	φ362(φ363mm)	φ362(φ363mm)	φ363(φ364mm)	φ363(φ364mm)	φ364(φ365mm)	φ364(φ365mm)	φ365(φ366mm)	φ365(φ366mm)	φ366(φ367mm)	φ366(φ367mm)	φ367(φ368mm)	φ367(φ368mm)	φ368(φ369mm)	φ368(φ369mm)	φ369(φ370mm)	φ369(φ370mm)	φ370(φ371mm)	φ370(φ371mm)	φ371(φ372mm)	φ371(φ372mm)	φ372(φ373mm)	φ372(φ373mm)	φ373(φ374mm)	φ373(φ374mm)	φ374(φ375mm)	φ374(φ375mm)	φ375(φ376mm)	φ375(φ376mm)	φ376(φ377mm)	φ376(φ377mm)	φ377(φ378mm)	φ377(φ378mm)	φ378(φ379mm)	φ378(φ379mm)	φ379(φ380mm)	φ379(φ380mm)	φ380(φ381mm)	φ380(φ381mm)	φ381(φ382mm)	φ381(φ382mm)	φ382(φ383mm)	φ382(φ383mm)	φ383(φ384mm)	φ383(φ384mm)	φ384(φ385mm)	φ384(φ385mm)	φ385(φ386mm)	φ385(φ386mm)	φ386(φ387mm)	φ386(φ387mm)	φ387(φ388mm)	φ387(φ388mm)	φ388(φ389mm)	φ388(φ389mm)	φ389(φ390mm)	φ389(φ390mm)	φ390(φ391mm)	φ390(φ391mm)	φ391(φ392mm)	φ391(φ392mm)	φ392(φ393mm)	φ392(φ393mm)	φ393(φ394mm)	φ393(φ394mm)	φ394(φ395mm)	φ394(φ395mm)	φ395(φ396mm)	φ395(φ396mm)	φ396(φ397mm)	φ396(φ397mm)	φ397(φ398mm)	φ397(φ398mm)	φ398(φ399mm)	φ398(φ399mm)	φ399(φ400mm)	φ399(φ400mm)	φ400(φ401mm)	φ400(φ401mm)	φ401(φ402mm)	φ401(φ402mm)	φ402(φ403mm)	φ402(φ403mm)	φ403(φ404mm)	φ403(φ404mm)	φ404(φ405mm)	φ404(φ405mm)	φ405(φ406mm)	φ405(φ406mm)	φ406(φ407mm)	φ406(φ407mm)	φ407(φ408mm)	φ407(φ408mm)	φ408(φ409mm)	φ408(φ409mm)	φ409(φ410mm)	φ409(φ410mm)	φ410(φ411mm)	φ410(φ411mm)	φ411(φ412mm)	φ411(φ412mm)	φ412(φ413mm)	φ412(φ413mm)	φ413(φ414mm)	φ413(φ414mm)	φ414(φ415mm)	φ414(φ415mm)	φ415(φ416mm)	φ415(φ416mm)	φ416(φ417mm)	φ416(φ417mm)	φ417(φ418mm)	φ417(φ418mm)	φ418(φ419mm)	φ418(φ419mm)	φ419(φ420mm)	φ419(φ420mm)	φ420(φ421mm)	φ420(φ421mm)	φ421(φ422mm)	φ421(φ422mm)	φ422(φ423mm)	φ422(φ423mm)	φ423(φ424mm)	φ423(φ424mm)	φ424(φ425mm)	φ424(φ425mm)	φ425(φ426mm)	φ425(φ426mm)	φ426(φ427mm)	φ426(φ427mm)	φ427(φ4
---	---	-------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------

路差付与構造、第2光路差付与構造、第3光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図を、図14として示す。第1光路差付与構造が設けられた中央領域がC Nであり、第2光路差付与構造が設けられた中間領域がM Dで示された領域であり、第3光路差付与構造が設けられた周辺領域がO Tで示された領域である。

[0199]

【実形状子一々】

[illegible]

[0200] [表 4B]

周辺領域	111	0.96918	0.95280	0.61281	0.54314	0.90090	0.12334
	112	0.87960	0.93592	-0.11261	0.95189	-0.42620	0.27328
	113	1.60982	1.22674	-0.18265	1.07302	-0.54639	0.31250
	114	1.62274	1.03021	-0.19105	1.16247	-0.83046	0.23547
	115	1.02041	1.86872	-0.29744	1.02183	-0.86605	0.54870
	116	1.08852	1.58456	-0.19020	1.17207	-0.84076	0.54965
	117	1.69169	1.02807	-0.18709	1.09711	-0.54227	0.31244
	118	1.69321	1.11267	0.27235	0.95307	0.35466	0.07534
	119	1.11267	1.12802	0.27884	0.95302	0.31114	0.09189
	120	1.03021	1.19846	0.27936	0.90095	0.30807	0.02891
	121	1.08446	1.15715	0.15034	0.60203	0.31011	0.09140
	122	1.16715	1.15720	0.16838	0.60200	0.23234	0.07424
	123	1.18726	1.10647	0.20078	0.60300	0.34078	0.06275
	124	1.18987	1.17864	0.22787	0.60000	0.38121	0.04488
	125	1.17584	1.12613	0.19835	0.60000	0.42740	0.02232
	126	1.18415	1.12276	0.15583	0.60000	0.49617	-0.00385
	127	1.19520	1.20000	0.15512	0.60000	0.55834	-0.04011
回折構造	総数	総波数	波のピッチ(μm)				
	中央領域	38	4.78				
	中央領域	23	8.54				
	周辺領域	12	3.78				

[0201] 図 15 は、縦軸に位相差をとり、横軸に光軸からの高さをとって、B D 使用時の光路差関数を示すグラフであり、光路差関数が領域間で連続していることが分かる。図 16 は、基準波長 (405 nm) における B D 使用時の縦球面収差図であり、図 17 は、基準波長に対して +5 nm 長波長側に变化した場合における B D 使用時の縦球面収差図であって、グラフの縦軸は B D の有効径 $\phi 1 = 2.4 \text{ mm}$ を 1 としている。図 18 は、C D 使用時の縦球面収差図であり、メイン光と、 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 以内で発生するフレア光とを示しており、グラフの縦軸は B D の有効径 $\phi 1 = 2.4 \text{ mm}$ を 1 としている。

[0202] 実施例 2 において、C D 使用時のワーキングデイスタンス $CW = 0.2 \text{ m}$ であり、C D の情報記録面に集光するメイン光とフレア光との距離 $x = 10 \mu\text{m}$ であり、第 2 光路差付与構造の輪帯幅 $L (\mu\text{m})$ の最小値は、 $6.84 \mu\text{m}$ である。又、対物レンズの光軸上の厚さを $d (\text{mm})$ 、第 1 光束における対物レンズの焦点距離を $f (\text{mm})$ とすると、 $d/f = 1.0$ である。又、第 1 光束が 1 nm の波長変化を生じたときの波面収差ベクトルの光軸位置変化を $\Delta (\text{mm})$ とすると、 $\Delta/f = 2.2 \times 10^{-4} \text{ mm}$ である。

[0203] (実施例 3)

実施例 3 の対物レンズはプラスチック単玉レンズであって、有効径 $\phi 1 = 2.4 \text{ mm}$ である。実施例 1 の第 1 光路差付与構造は、中央領域の全領域において、(2、1、1) のブレード型の回折構造である第 2 基礎構造 B S 2 に、(1、1、1) であるブレード型の回折構造である第 1 基礎構造 B S 1 が重ねあわされた光路差付与構造となっている。第 2 光路差付与構造は、(

0、1、1) である3ステップの階段型の回折構造である。第3光路差構造は、(0、1、1)の2ステップの階段型の回折構造である。

[0204] 表5に実施例3のレンズデータを示す。

[0205] [表5]

実施例3

【光学面データ】

仕様		A.1	A.2	A.3
焦点距離 [mm]		1.412	1.582	1.678
使用波長 λ [nm]		405	660	785
有効径 ϕ [mm]		2.400	1.952	1.594
開口数NA		0.95	0.85	0.87
倍率		0.00	0.00	0.00
WD		0.578	0.513	0.205
予222面 [mm]		0.078	0.60	1.10

◆配鏡

面データ	r	d [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	d3 [mm]	d4 [mm]	d5 [mm]	面形状
1								球面
2		下底面 (2)	1.40	1.54143	1.40	1.42437	1.40	球面
3			0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	球面
4			0.075	1.02004	0.00	1.29417	1.20	球面
5								球面

◆非球面係数と光路差係数

面データ	1	2	3	4	5
近軸面係数					
A0	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A1	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A2	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A3	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A4	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A5	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A6	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A7	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A8	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A9	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A10	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A11	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A12	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A13	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A14	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A15	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A16	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A17	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A18	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A19	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
A20	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000

◆光路差係数と回折効率

面データ	1	2	3	4	5
光路差係数					
C0	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C1	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C2	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C3	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C4	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C5	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C6	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C7	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C8	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C9	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
C10	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000

◆回折構造と回折効率

面データ	1	2	3	4	5
回折効率					
0th	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
1st	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
2nd	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
3rd	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
4th	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
5th	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
6th	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
7th	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
8th	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
9th	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000

[0206] 更に、実施例3のレンズデータに基づいて、実際の対物レンズの形状を設計した。当該実形状のデータを表6A～表6Bに示す。表6A、表6B(連

続する) に示されるデータを、数 3 式で示される数式に代入することにより、各輪帯の実形状データが得られる。

[0207] h は、光軸直交方向の光軸からの高さを表す。さらに、実施例 3 の第 1 光路差付与構造、第 2 光路差付与構造、第 3 光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図を、図 19 として示す。第 1 光路差付与構造が設けられた中央領域が C N であり、第 2 光路差付与構造が設けられた中間領域が M D で示された領域であり、第 3 光路差付与構造が設けられた周辺領域が O T で示された領域である。

[0208]

母與銀同

1	0.02512	0.02821	0.03291	0.03921	0.04751	0.05851	0.07251	0.08951	0.10951	0.13351	0.16151	0.19351	0.22951	0.26951	0.31351	0.36151	0.41351	0.46951	0.52951	0.59351	0.66151	0.73351	0.80951	0.88951	0.97351	1.06151	1.15351	1.24951	1.34951	1.45351	1.56151	1.67351	1.78951	1.90951	2.03351	2.16151	2.29351	2.42951	2.56951	2.71351	2.86151	3.01351	3.16951	3.32951	3.49351	3.66151	3.83351	4.00951	4.18951	4.37351	4.56151	4.75351	4.94951	5.14951	5.35351	5.56151	5.77351	5.98951	6.20951	6.43351	6.66151	6.89351	7.12951	7.36951	7.61351	7.86151	8.11351	8.36951	8.62951	8.89351	9.16151	9.43351	9.70951	9.98951	10.27351	10.56151	10.85351	11.14951	11.44951	11.75351	12.06151	12.37351	12.68951	13.00951	13.32951	13.65351	13.98151	14.31351	14.64951	14.98951	15.32951	15.67351	16.01951	16.36951	16.72351	17.07951	17.43351	17.79351	18.15351	18.51351	18.87351	19.23351	19.59351	19.95351	20.31351	20.67351	21.03351	21.39351	21.75351	22.11351	22.47351	22.83351	23.19351	23.55351	23.91351	24.27351	24.63351	25.00351	25.36351	25.72351	26.08351	26.44351	26.80351	27.16351	27.52351	27.88351	28.24351	28.60351	28.96351	29.32351	29.68351	30.04351	30.40351	30.76351	31.12351	31.48351	31.84351	32.20351	32.56351	32.92351	33.28351	33.64351	34.00351	34.36351	34.72351	35.08351	35.44351	35.80351	36.16351	36.52351	36.88351	37.24351	37.60351	37.96351	38.32351	38.68351	39.04351	39.40351	39.76351	40.12351	40.48351	40.84351	41.20351	41.56351	41.92351	42.28351	42.64351	43.00351	43.36351	43.72351	44.08351	44.44351	44.80351	45.16351	45.52351	45.88351	46.24351	46.60351	46.96351	47.32351	47.68351	48.04351	48.40351	48.76351	49.12351	49.48351	49.84351	50.20351	50.56351	50.92351	51.28351	51.64351	52.00351	52.36351	52.72351	53.08351	53.44351	53.80351	54.16351	54.52351	54.88351	55.24351	55.60351	55.96351	56.32351	56.68351	57.04351	57.40351	57.76351	58.12351	58.48351	58.84351	59.20351	59.56351	59.92351	60.28351	60.64351	61.00351	61.36351	61.72351	62.08351	62.44351	62.80351	63.16351	63.52351	63.88351	64.24351	64.60351	64.96351	65.32351	65.68351	66.04351	66.40351	66.76351	67.12351	67.48351	67.84351	68.20351	68.56351	68.92351	69.28351	69.64351	70.00351	70.36351	70.72351	71.08351	71.44351	71.80351	72.16351	72.52351	72.88351	73.24351	73.60351	73.96351	74.32351	74.68351	75.04351	75.40351	75.76351	76.12351	76.48351	76.84351	77.20351	77.56351	77.92351	78.28351	78.64351	79.00351	79.36351	79.72351	80.08351	80.44351	80.80351	81.16351	81.52351	81.88351	82.24351	82.60351	82.96351	83.32351	83.68351	84.04351	84.40351	84.76351	85.12351	85.48351	85.84351	86.20351	86.56351	86.92351	87.28351	87.64351	88.00351	88.36351	88.72351	89.08351	89.44351	89.80351	90.16351	90.52351	90.88351	91.24351	91.60351	91.96351	92.32351	92.68351	93.04351	93.40351	93.76351	94.12351	94.48351	94.84351	95.20351	95.56351	95.92351	96.28351	96.64351	97.00351	97.36351	97.72351	98.08351	98.44351	98.80351	99.16351	99.52351	99.88351	100.24351	100.60351	100.96351	101.32351	101.68351	102.04351	102.40351	102.76351	103.12351	103.48351	103.84351	104.20351	104.56351	104.92351	105.28351	105.64351	106.00351	106.36351	106.72351	107.08351	107.44351	107.80351	108.16351	108.52351	108.88351	109.24351	109.60351	109.96351	110.32351	110.68351	111.04351	111.40351	111.76351	112.12351	112.48351	112.84351	113.20351	113.56351	113.92351	114.28351	114.64351	115.00351	115.36351	115.72351	116.08351	116.44351	116.80351	117.16351	117.52351	117.88351	118.24351	118.60351	118.96351	119.32351	119.68351	120.04351	120.40351	120.76351	121.12351	121.48351	121.84351	122.20351	122.56351	122.92351	123.28351	123.64351	124.00351	124.36351	124.72351	125.08351	125.44351	125.80351	126.16351	126.52351	126.88351	127.24351	127.60351	127.96351	128.32351	128.68351	129.04351	129.40351	129.76351	130.12351	130.48351	130.84351	131.20351	131.56351	131.92351	132.28351	132.64351	133.00351	133.36351	133.72351	134.08351	134.44351	134.80351	135.16351	135.52351	135.88351	136.24351	136.60351	136.96351	137.32351	137.68351	138.04351	138.40351	138.76351	139.12351	139.48351	139.84351	140.20351	140.56351	140.92351	141.28351	141.64351	142.00351	142.36351	142.72351	143.08351	143.44351	143.80351	144.16351	144.52351	144.88351	145.24351	145.60351	145.96351	146.32351	146.68351	147.04351	147.40351	147.76351	148.12351	148.48351	148.84351	149.20351	149.56351	149.92351	150.28351	150.64351	151.00351	151.36351	151.72351	152.08351	152.44351	152.80351	153.16351	153.52351	153.88351	154.24351	154.60351	154.96351	155.32351	155.68351	156.04351	156.40351	156.76351	157.12351	157.48351	157.84351	158.20351	158.56351	158.92351	159.28351	159.64351	160.00351	160.36351	160.72351	161.08351	161.44351	161.80351	162.16351	162.52351	162.88351	163.24351	163.60351	163.96351	164.32351	164.68351	165.04351	165.40351	165.76351	166.12351	166.48351	166.84351	167.20351	167.56351	167.92351	168.28351	168.64351	169.00351	169.36351	169.72351	170.08351	170.44351	170.80351	171.16351	171.52351	171.88351	172.24351	172.60351	172.96351	173.32351	173.68351	174.04351	174.40351	174.76351	175.12351	175.48351	175.84351	176.20351	176.56351	176.92351	177.28351	177.64351	178.00351	178.36351	178.72351	179.08351	179.44351	179.80351	180.16351	180.52351	180.88351	181.24351	181.60351	181.96351	182.32351	182.68351	183.04351	183.40351	183.76351	184.12351	184.48351	184.84351	185.20351	185.56351	185.92351	186.28351	186.64351	187.00351	187.36351	187.72351	188.08351	188.44351	188.80351	189.16351	189.52351	189.88351	190.24351	190.60351	190.96351	191.32351	191.68351	192.04351	192.40351	192.76351	193.12351	193.48351	193.84351	194.20351	194.56351	194.92351	195.28351	195.64351	196.00351	196.36351	196.72351	197.08351	197.44351	197.80351	198.16351	198.52351	198.88351	199.24351	199.60351	200.00351
---	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

中領區

2.4 mmである。実施例1の第1光路差付与構造は、中央領域の全領域において、(2、1、1)のブレード型の回折構造である第2基礎構造BS2に、(1、1、1)であるブレード型の回折構造である第1基礎構造BS1が重ねあわされた光路差付与構造となっている。第2光路差付与構造は、(0、1、1)である3ステップの階段型の回折構造である。周辺領域は屈折面である。

[0213] 表7に実施例4のレンズデータを示す。

[0214]

[表7]

実施例4

【光学面データ】

面番	面形状	半径	厚さ	材料	色	透過率	反射率	透過率	反射率
1	平面	∞	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
2	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
3	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
4	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
5	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1

◆仕様

面番	面形状	半径	厚さ	材料	色	透過率	反射率	透過率	反射率
1	平面	∞	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
2	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
3	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
4	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
5	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1

◆非球面係数と光路差係数

面番	面形状	半径	厚さ	材料	色	透過率	反射率	透過率	反射率
1	平面	∞	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
2	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
3	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
4	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
5	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1

◆回折構造と回折効率

面番	面形状	半径	厚さ	材料	色	透過率	反射率	透過率	反射率
1	平面	∞	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
2	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
3	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
4	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1
5	球面	1000	0.5	ガラス	透明	99.9	0.1	99.9	0.1

[021 5] 更に、実施例4のレンズデータに基づいて、実際の対物レンズの形状を設計した。当該実形状のデータを表8に示す。表8に示されるデータを、数3式で示される数式に代入することにより、各輪帯の実形状データが得られる。

[021 6] hは、光軸直交方向の光軸からの高さを表す。さらに、実施例4の第1光

路差付与構造、第 2 光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図を、図 2 4 として示す。第 1 光路差付与構造が設けられた中央領域が C N であり、第 2 光路差付与構造が設けられた中間領域が M D で示された領域であり、光路差付与構造がない周辺領域が O T で示された領域である。

[0217]

[表8]

【実形状データ】

	mm/km	ha	sl	A0	A2	A4	A6
	0.00000	0.07875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
2	0.07875	0.15750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
3	0.15750	0.23625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
4	0.23625	0.31500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
5	0.31500	0.39375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
6	0.39375	0.47250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
7	0.47250	0.55125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
8	0.55125	0.63000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
9	0.63000	0.70875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
10	0.70875	0.78750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
11	0.78750	0.86625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
12	0.86625	0.94500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
13	0.94500	1.02375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
14	1.02375	1.10250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
15	1.10250	1.18125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
16	1.18125	1.26000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
17	1.26000	1.33875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
18	1.33875	1.41750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
19	1.41750	1.49625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
20	1.49625	1.57500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
21	1.57500	1.65375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
22	1.65375	1.73250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
23	1.73250	1.81125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
24	1.81125	1.89000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
25	1.89000	1.96875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
26	1.96875	2.04750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
27	2.04750	2.12625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
28	2.12625	2.20500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
29	2.20500	2.28375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
30	2.28375	2.36250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
31	2.36250	2.44125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
32	2.44125	2.52000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
33	2.52000	2.59875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
34	2.59875	2.67750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
35	2.67750	2.75625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
36	2.75625	2.83500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
37	2.83500	2.91375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
38	2.91375	3.00000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
39	3.00000	3.07875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
40	3.07875	3.15750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
41	3.15750	3.23625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
42	3.23625	3.31500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
43	3.31500	3.39375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
44	3.39375	3.47250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
45	3.47250	3.55125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
46	3.55125	3.63000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
47	3.63000	3.70875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
48	3.70875	3.78750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
49	3.78750	3.86625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
50	3.86625	3.94500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
51	3.94500	4.02375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
52	4.02375	4.10250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
53	4.10250	4.18125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
54	4.18125	4.26000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
55	4.26000	4.33875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
56	4.33875	4.41750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
57	4.41750	4.49625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
58	4.49625	4.57500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
59	4.57500	4.65375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
60	4.65375	4.73250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
61	4.73250	4.81125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
62	4.81125	4.89000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
63	4.89000	4.96875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
64	4.96875	5.04750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
65	5.04750	5.12625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
66	5.12625	5.20500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
67	5.20500	5.28375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
68	5.28375	5.36250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
69	5.36250	5.44125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
70	5.44125	5.52000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
71	5.52000	5.59875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
72	5.59875	5.67750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
73	5.67750	5.75625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
74	5.75625	5.83500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
75	5.83500	5.91375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
76	5.91375	5.99250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
77	5.99250	6.07125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
78	6.07125	6.15000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
79	6.15000	6.22875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
80	6.22875	6.30750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
81	6.30750	6.38625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
82	6.38625	6.46500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
83	6.46500	6.54375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
84	6.54375	6.62250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
85	6.62250	6.70125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
86	6.70125	6.78000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
87	6.78000	6.85875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
88	6.85875	6.93750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
89	6.93750	7.01625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
90	7.01625	7.09500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
91	7.09500	7.17375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
92	7.17375	7.25250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
93	7.25250	7.33125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
94	7.33125	7.41000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
95	7.41000	7.48875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
96	7.48875	7.56750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
97	7.56750	7.64625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
98	7.64625	7.72500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
99	7.72500	7.80375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
100	7.80375	7.88250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
101	7.88250	7.96125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
102	7.96125	8.04000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
103	8.04000	8.11875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
104	8.11875	8.19750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
105	8.19750	8.27625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
106	8.27625	8.35500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
107	8.35500	8.43375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
108	8.43375	8.51250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
109	8.51250	8.59125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
110	8.59125	8.67000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
111	8.67000	8.74875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
112	8.74875	8.82750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
113	8.82750	8.90625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
114	8.90625	8.98500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
115	8.98500	9.06375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
116	9.06375	9.14250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
117	9.14250	9.22125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
118	9.22125	9.30000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
119	9.30000	9.37875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
120	9.37875	9.45750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
121	9.45750	9.53625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
122	9.53625	9.61500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
123	9.61500	9.69375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
124	9.69375	9.77250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
125	9.77250	9.85125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
126	9.85125	9.93000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
127	9.93000	10.00875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
128	10.00875	10.08750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
129	10.08750	10.16625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
130	10.16625	10.24500	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
131	10.24500	10.32375	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
132	10.32375	10.40250	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
133	10.40250	10.48125	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
134	10.48125	10.56000	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
135	10.56000	10.63875	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
136	10.63875	10.71750	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
137	10.71750	10.79625	0.00000	0.49063	0.10441	0.00000	
138</							

[021 8] 図 2 5 は、縦軸に位相差をとり、横軸に光軸からの高さをとって、B D 使用時の光路差関数を示すグラフであり、光路差関数が領域間で連続していることが分かる。図 2 6 は、基準波長 (4 0 5 n m) における B D 使用時の縦球面収差図であり、図 2 7 は、基準波長に対して + 5 n m 長波長側に変化した場合における B D 使用時の縦球面収差図であって、グラフの縦軸は B D の有効径 $\phi 1 = 2.4 \text{ mm}$ を 1 としている。図 2 8 は、C D 使用時の縦球面収差図であり、メイン光と、 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 以内で発生するフレア光とを示しており、グラフの縦軸は B D の有効径 $\phi 1 = 2.4 \text{ mm}$ を 1 としている。

[021 9] 実施例 4 において、C D 使用時のワーキングディスタンス $CW = 0.2 \text{ mm}$ であり、C D の情報記録面に集光するメイン光とフレア光との距離 $x = 10 \mu\text{m}$ であり、第 2 光路差付与構造の輪帯幅 $L (\mu\text{m})$ の最小値は、 $6.88 \mu\text{m}$ である。又、対物レンズの光軸上の厚さを $d (\text{mm})$ 、第 1 光束における対物レンズの焦点距離を $f (\text{mm})$ とすると、 $d / f = 1.0$ である。又、第 1 光束が 1 nm の波長変化を生じたときの波面収差ベクトルの光軸位置変化を $\Delta (\text{mm})$ とすると、 $\Delta / f = 2.2 \times 10^{-4} \text{ mm}$ である。

[0220] (実施例 5)

実施例 5 の対物レンズはプラスチック単玉レンズであって、有効径 $\phi 1 = 3.0 \text{ mm}$ である。実施例 1 の第 1 光路差付与構造は、中央領域の全領域において、(2、1、1) のブレード型の回折構造である第 2 基礎構造 B S 2 に、(1、1、1) であるブレード型の回折構造である第 1 基礎構造 B S 1 が重ねあわされた光路差付与構造となっている。第 2 光路差付与構造は、(0、1、1) である 3 ステップの階段型の回折構造である。第 3 光路差構造は、(0、1、1) のブレード型の回折構造である。

[0221] 表 9 に実施例 5 のレンズデータを示す。

[0222]

[表9]

表

【光学面データ】

	λ_1	λ_2	λ_3
焦点距離 [mm]	1.765	1.915	1.984
使用波長 (λ) [nm]	405	660	785
有効径 ϕ [mm]	3.000	2.385	1.852
開口数 NA	0.65	0.53	0.47
倍率	0.00	0.60	0.20
WD	0.967	0.912	0.270
子マスク厚 [mm]	0.0875	0.62	1.20

◆配図

面データ	r [mm]	r_1 [mm]	r_2 [mm]	r_3 [mm]	r_4 [mm]	備考
1	∞	∞	∞	∞	∞	対物レンズ
2	下全表面	2.10	1.541423	2.10	1.51947	
3	-1.45089	0.967	0.512	0.700	1.51947	
4	∞	0.0875	1.622814	0.90	1.51947	
5	∞	∞	∞	1.20	1.51947	像面

◆非球面係数と光路差関数係数

面データ	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5
非球面係数	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}
1	-0.55389	1.154594	1.215849	1.28055180	-1.45200590
2	-0.55389	1.154594	1.215849	1.28055180	-1.45200590
3	-0.55389	1.154594	1.215849	1.28055180	-1.45200590
4	-0.55389	1.154594	1.215849	1.28055180	-1.45200590
5	-0.55389	1.154594	1.215849	1.28055180	-1.45200590
光路差関数	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
1	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
2	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
記録・再生に必要な変数	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
1	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
2	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

◆回折構造と回折効率

面データ	2-1	2-2	2-3	2-4
回折効率	η_1	η_2	η_3	η_4
1	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
2	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
記録・再生に必要な変数	η_1	η_2	η_3	η_4
1	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
2	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
3	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
4	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
5	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000

[0223] 更に、実施例 5 のレンズデータに基づいて、実際の対物レンズの形状を設計した。当該実形状のデータを表 10A ~ 表 10B に示す。表 10A、表 10B (連続する) に示されるデータを、数 3 式で示される数式に代入することにより、各輪帯の実形状データが得られる。

[0224] h は、光軸直交方向の光軸からの高さを表す。さらに、実施例 5 の第 1 光

路差付与構造、第 2 光路差付与構造、第 3 光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図を、図 29 として示す。第 1 光路差付与構造が設けられた中央領域が C N であり、第 2 光路差付与構造が設けられた中間領域が M D で示された領域であり、第 3 光路差付与構造が設けられた周辺領域が O T で示された領域である。

[0225]

[illegible]

[0226] [表 10B]

周辺領域	111	1.193890	1.193890	2.07134E-01	0.00000E+00	3.42258E-01	-1.24119E-02
	112	1.193930	1.210750	2.17818E-01	0.00000E+00	3.34395E-01	-4.42663E-02
	113	1.210750	1.251450	2.51249E-02	5.18415E-01	-2.22812E-02	3.77485E-02
	114	1.241450	1.258280	-4.51955E-02	5.41691E-01	-3.73018E-02	4.08493E-02
	115	1.268280	1.252280	-5.41877E-02	5.43893E-01	-5.26715E-02	4.73527E-02
	116	1.282180	1.314070	-4.77685E-02	5.38459E-01	-4.41870E-02	4.51540E-02
	117	1.314070	1.324070	-2.22698E-02	4.68422E-01	-1.71548E-02	3.49897E-02
	118	1.324070	1.352010	3.01908E-02	3.37285E-01	3.27066E-02	2.52891E-02
	119	1.252280	1.268280	1.18858E-01	2.89718E-01	1.13098E-01	1.66201E-02
	120	1.280420	1.388170	2.62951E-01	2.22664E-02	2.68795E-01	-8.94480E-03
	121	1.289170	1.301520	4.48789E-01	-2.71341E-01	3.67291E-01	-3.72729E-02
	122	1.420120	1.413070	2.73477E-01	0.00000E+00	2.62044E-01	-1.48956E-02
	123	1.416070	1.420920	2.60128E-01	0.00000E+00	2.67991E-01	-1.77988E-02
	124	1.420920	1.43070	2.69706E-01	0.00000E+00	2.73679E-01	-2.21570E-02
	125	1.448140	1.485800	3.61264E-01	0.00000E+00	2.87408E-01	-3.62412E-02
	126	1.458900	1.487800	3.33255E-01	0.00000E+00	3.18945E-01	-3.58480E-02
	127	1.467950	1.479630	1.14281E-01	0.00000E+00	3.46376E-01	-4.50656E-02
	128	1.479630	1.492920	0.21379E+02	0.00000E+00	3.83852E-01	-5.65306E-02
	129	1.460920	1.502500	-2.86198E-02	0.00000E+00	4.38838E-01	-7.02262E-02
回折構造	領域	検査数	平均ビッチ(μm)				
	中央領域	35	5.77				
	中間領域	25	9.44				
	周辺領域	16	17.08				

[0227] 図 3 0 は、縦軸に位相差をとり、横軸に光軸からの高さをとって、B D 使用時の光路差関数を示すグラフであり、光路差関数が領域間で連続していることが分かる。図 3 1 は、基準波長 (4 0 5 n m) における B D 使用時の縦球面収差図であり、図 3 2 は、基準波長に対して + 5 n m 長波長側に变化した場合における B D 使用時の縦球面収差図であって、グラフの縦軸は B D の有効径 $\phi 1 = 3.0$ m m を 1 としている。図 3 3 は、C D 使用時の縦球面収差図であり、メイン光と、 ± 0.1 m m 以内で発生するフレア光とを示しており、グラフの縦軸は B D の有効径 $\phi 1 = 3.0$ m m を 1 としている。

[0228] 実施例 5 において、C D 使用時のワーキングディスタンス C W = 0.2 m m であり、C D の情報記録面に集光するメイン光とフレア光との距離 $x = 11 \mu$ m であり、第 2 光路差付与構造の輪帯幅 L (μ m) の最小値は、8.44 μ m である。又、対物レンズの光軸上の厚さを d (m m)、第 1 光束における対物レンズの焦点距離を f (m m) とすると、 $d / f = 1.2$ である。又、第 1 光束が 1 n m の波長変化を生じたときの波面収差ベクトルの光軸位置変化を Δ (m m) とすると、 $\Delta / f = 1.9 \times 10^{-4}$ m m である。

[0229] (実施例 6)

実施例 6 の対物レンズはプラスチック単玉レンズであって、有効径 $\phi 1 = 3.74$ m m である。実施例 1 の第 1 光路差付与構造は、中央領域の全領域において、(2、1、1) のブレード型の回折構造である第 2 基礎構造 B S 2 に、(1、1、1) であるブレード型の回折構造である第 1 基礎構造 B S 1 が重ねあわされた光路差付与構造となっている。第 2 光路差付与構造は、

計した。当該実形状のデータを表 1 2 A ~ 表 1 2 B に示す。表 1 2 A、表 1 2 B (連続する) に示されるデータを、数 3 式で示される数式に代入することにより、各輪帯の実形状データが得られる。

[0233] h は、光軸直交方向の光軸からの高さを表す。さらに、実施例 6 の第 1 光路差付与構造、第 2 光路差付与構造、第 3 光路差付与構造を、平板素子に設けた場合の概念断面図を、図 3 4 として示す。第 1 光路差付与構造が設けられた中央領域が C N であり、第 2 光路差付与構造が設けられた中間領域が M D で示された領域であり、第 3 光路差付与構造が設けられた周辺領域が O T で示された領域である。

[0234]

中央領域

[illegible]

[0235] [表 12B]

中間領域	111	2.337580	1.348410	2.106715-E-01	0.000000E+00	2.113285-E-01	-2.898385-E-02
	112	1.349410	1.358590	2.143875-E-01	0.000000E+00	2.087305-E-01	-2.881105-E-02
	113	1.366740	1.368060	2.197095-E-01	0.000000E+00	2.356325-E-01	-2.789225-E-02
	114	1.369890	1.372970	2.206245-E-01	0.000000E+00	2.336345-E-01	-2.802695-E-02
	115	1.374070	1.389930	2.238075-E-01	0.000000E+00	1.997385-E-01	-2.561035-E-02
	116	1.380070	1.389930	2.291315-E-01	0.000000E+00	1.956495-E-01	-2.454675-E-02
	117	1.388870	1.402130	2.308905-E-01	0.000000E+00	1.942495-E-01	-2.374335-E-02
	118	1.403770	1.418470	2.351545-E-01	0.000000E+00	1.917085-E-01	-2.287285-E-02
	119	1.418470	1.426530	2.392415-E-01	0.000000E+00	1.922885-E-01	-2.206405-E-02
	120	1.428080	1.437900	2.406585-E-01	0.000000E+00	1.969345-E-01	-2.130695-E-02
	121	1.437690	1.447030	2.447125-E-01	0.000000E+00	1.947835-E-01	-2.060625-E-02
	122	1.447030	1.456330	2.484885-E-01	0.000000E+00	1.927825-E-01	-1.996405-E-02
	123	1.456330	1.465890	2.496435-E-01	0.000000E+00	1.908915-E-01	-1.937585-E-02
	124	1.465890	1.474890	2.530905-E-01	0.000000E+00	1.792145-E-01	-1.686005-E-02
	125	1.474890	1.484300	2.582365-E-01	0.000000E+00	1.777105-E-01	-1.638675-E-02
周辺領域	126	1.484300	1.521380	-1.028185-E-02	2.983035-E-01	0.398005-E-03	8.052135-E-03
	127	1.521380	1.551480	-1.155495-E-02	1.734672-E-01	4.203105-E-03	8.552185-E-03
	128	1.551480	1.543910	-1.177465-E-02	1.082022-E-01	6.180125-E-03	8.112805-E-03
	129	1.543910	1.610920	-4.100105-E-04	1.014485-E-01	1.310385-E-02	7.172285-E-03
	130	1.610920	1.639000	2.368035-E-02	1.148725-E-01	2.710225-E-02	5.364945-E-03
	131	1.639000	1.657820	8.254015-E-02	2.037815-E-01	4.984445-E-02	2.352915-E-03
	132	1.657820	1.678420	1.654945-E-01	1.616945-E-01	8.312255-E-02	-1.633595-E-03
	133	1.678420	1.688010	2.651435-E-01	1.172885-E-02	1.283045-E-01	-0.875445-E-03
	134	1.688010	1.715470	4.524465-E-01	-1.409915-E-01	1.890505-E-01	-1.396375-E-02
	135	1.715470	1.733960	6.172315-E-01	-0.327965-E-01	2.874785-E-01	-2.274575-E-02
	136	1.733960	1.759770	6.564205-E-01	-0.642025-E-01	3.841335-E-01	-0.344865-E-02
	137	1.759770	1.788460	2.755575-E-01	0.000000E+00	1.809245-E-01	-1.045995-E-02
	138	1.788460	1.781970	2.755375-E-01	0.000000E+00	1.960785-E-01	-1.078105-E-02
	139	1.781970	1.738160	2.259405-E-01	0.000000E+00	1.681445-E-01	-1.376385-E-02
	140	1.738160	1.618570	1.855985-E-01	0.000000E+00	1.798185-E-01	-1.391905-E-02
	141	1.618570	1.623630	1.357545-E-01	0.000000E+00	1.681005-E-01	-1.876695-E-02
	142	1.623630	1.638510	1.828845-E-02	0.000000E+00	2.060015-E-01	-2.176295-E-02
	143	1.638510	1.648070	2.221575-E-03	0.000000E+00	2.236445-E-01	-3.847045-E-02
	144	1.648070	1.651220	-5.894845-E-02	0.000000E+00	2.482585-E-01	-2.970315-E-02
	145	1.651220	1.673000	-1.865465-E-01	0.000000E+00	2.732515-E-01	-3.450975-E-02
図形構造	領域	検査数	数バリエーション				
	中央領域	68	5.32				
	中間領域	27	8.14				
	周辺領域	29	11.78				

[0236] 図35は、縦軸に位相差をとり、横軸に光軸からの高さをとって、BD使用時の光路差関数を示すグラフであり、光路差関数が領域間で連続していることが分かる。図36は、基準波長(405nm)におけるBD使用時の縦球面収差図であり、図37は、基準波長に対して+5nm長波長側に变化した場合におけるBD使用時の縦球面収差図であって、グラフの縦軸はBDの有効径 $\phi 1 = 3.74\text{mm}$ を1としている。図38は、CD使用時の縦球面収差図であり、メイン光と、 $\pm 0.1\text{mm}$ 以内で発生するフレア光とを示しており、グラフの縦軸はBDの有効径 $\phi 1 = 3.74\text{mm}$ を1としている。

[0237] 実施例6において、CD使用時のワーキングディスタンス $CW = 0.36\text{mm}$ であり、CDの情報記録面に集光するメイン光とフレア光との距離 $x = 13\mu\text{m}$ であり、第2光路差付与構造の輪帯幅 $L(\mu\text{m})$ の最小値は、 $9.14\mu\text{m}$ である。又、対物レンズの光軸上の厚さを $d(\text{mm})$ 、第1光束における対物レンズの焦点距離を $f(\text{mm})$ とすると、 $d/f = 1.2$ である。又、第1光束が1nmの波長変化を生じたときの波面収差ベクトルの光軸位置変化を $\Delta(\text{mm})$ とすると、 $\Delta/f = 2.0 \times 10^{-4}\text{mm}$ である。

[0238] また、実施例1~6の各実施例の中央領域の第1光路差付与構造について

、第 1 基礎構造と第 2 基礎構造を重畳する前と後の形状図を、図 40 ～図 51 として記載する。

[0239] 本発明は、明細書に記載の実施例に限定されるものではなく、他の実施例・変形例を含むことは、本明細書に記載された実施例や技術思想から本分野の当業者にとって明らかである。明細書の記載及び実施例は、あくまでも例証を目的としており、本発明の範囲は後述するクレームによって示されている。

符号の説明

[0240] A C 1 2 軸アクチュエータ
B S 偏光ビームスプリッタ
C N 中央領域
C O L コリメートレンズ
D P ダイクロイックプリズム
L D 1 第 1 半導体レーザ又は青紫色半導体レーザ
L D 2 第 2 半導体レーザ
L D 3 第 3 半導体レーザ
L D P レーザユニット
M D 中間領域
O L 対物レンズ
O T 周辺領域
P D 受光素子
P L 1 保護基板
P L 2 保護基板
P L 3 保護基板
P U 1 光ピックアップ装置
Q W P ス/ 4 波長板
R L 1 情報記録面
R L 2 情報記録面

R L 3 情報記録面

S E N センサレンズ

請求の範囲

[請求項 1]

第 1 波長 λ_1 の第 1 光束を射出する第 1 光源と、第 2 波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の第 2 光束を射出する第 2 光源と、第 3 波長 λ_3 ($\lambda_3 > \lambda_2$) の第 3 光束を射出する第 3 光源とを有し、前記第 1 光束を用いて厚さが t_1 の保護基板を有する第 1 光ディスクの情報の記録及び/又は再生を行い、前記第 2 光束を用いて厚さが t_2 ($t_1 < t_2$) の保護基板を有する第 2 光ディスクの情報の記録及び/又は再生を行い、前記第 3 光束を用いて厚さが t_3 ($t_2 < t_3$) の保護基板を有する第 3 光ディスクの情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置において用いられる対物レンズであって、

前記対物レンズの光学面は、中央領域と、前記中央領域の周りの中間領域と、前記中間領域の周りの周辺領域とを少なくとも有し、

前記中央領域は第 1 光路差付与構造を有し、

前記中間領域は第 2 光路差付与構造を有し、

前記対物レンズは、前記中央領域を通過する前記第 1 光束を、前記第 1 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記中央領域を通過する前記第 2 光束を、前記第 2 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記中央領域を通過する前記第 3 光束を、前記第 3 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、

前記対物レンズは、前記中間領域を通過する前記第 1 光束を、前記第 1 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記中間領域を通過する前記第 2 光束を、前記第 2 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記中間領域を通過する前記第 3 光束を、前記第 3 光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光せず、

前記対物レンズは、前記周辺領域を通過する前記第1光束を、前記第1光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光し、前記周辺領域を通過する前記第2光束を、前記第2光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光せず、前記周辺領域を通過する前記第3光束を、前記第3光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び/又は再生ができるように集光せず、

前記第1光路差付与構造は、少なくとも第1基礎構造と第2基礎構造とを重ね合わせた構造であり、

前記第1基礎構造は、前記第1基礎構造を通過した第1光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第1基礎構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第1基礎構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、

前記第2基礎構造は、前記第2基礎構造を通過した第1光束の2次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第2基礎構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第2基礎構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、

前記第2光路差付与構造は、ステップ数が等しい複数の小階段型構造を有する階段型構造であり、前記第2光路差付与構造は、前記第2光路差付与構造を通過した第1光束の0次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第2光路差付与構造を通過した第2光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくし、前記第2光路差付与構造を通過した第3光束の1次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることを特徴とする対物レンズ。

[請求項2]

前記第2光路差付与構造は、前記小階段型構造が2ステップ (バイ

ナリ構造)であることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

[請求項3] 前記2ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h (μm)とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする請求項2に記載の対物レンズ。

$$-1.0 \leq h \leq -0.6 \quad (\text{A})$$

$$0.6 \leq h \leq 1.0 \quad (\text{B})$$

[請求項4] 前記第2光路差付与構造は、前記小階段型構造が3ステップであることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

[請求項5] 前記3ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h (μm)とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする請求項4に記載の対物レンズ。

$$-1.2 \leq h \leq -0.7 \quad (\text{C})$$

$$2.7 \leq h \leq 4.4 \quad (\text{D})$$

[請求項6] 前記第2光路差付与構造は、前記小階段型構造が4ステップであることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

[請求項7] 前記4ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h (μm)とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする請求項6に記載の対物レンズ。

$$-3.4 \leq h \leq -2.0 \quad (\text{E})$$

$$1.4 \leq h \leq 2.3 \quad (\text{F})$$

[請求項8] 前記周辺領域は、第3光路差付与構造を有し、前記第3光路差付与構造は、ブレード型構造であって、前記第3光路差付与構造を通過した第1光束の2次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることを特徴とする請求項1~7のいずれかに記載の対物レンズ。

[請求項9] 前記周辺領域は、第3光路差付与構造を有し、前記第3光路差付与構造は、複数の小階段型構造を有する階段型構造であって、前記第3光路差付与構造を通過した第1光束の0次の回折光量を他のいかなる次数の回折光量よりも大きくすることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の対物レンズ。

[請求項10] 前記第3光路差付与構造は、前記小階段型構造が2ステップ（バイナリ構造）であることを特徴とする請求項9に記載の対物レンズ。

[請求項11] 前記2ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h （ μm ）とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする請求項10に記載の対物レンズ。

$$-1.0 \leq h \leq -0.6 \quad (\text{G})$$

$$0.6 \leq h \leq 1.0 \quad (\text{H})$$

[請求項12] 前記第3光路差付与構造は、前記小階段型構造が3ステップであることを特徴とする請求項9に記載の対物レンズ。

[請求項13] 前記3ステップの前記小階段型構造の1段あたりの高さを h （ μm ）とし、段差が光軸方向を向いている場合を正、段差が光軸と逆方向を向いている場合を負としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする請求項12に記載の対物レンズ。

$$-1.2 \leq h \leq -0.7 \quad (\text{I})$$

$$2.7 \leq h \leq 4.4 \quad (\text{J})$$

[請求項14] 前記周辺領域は屈折面であることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の対物レンズ。

[請求項15] 前記第1光ディスクに対して情報の記録及び/又は再生を行う際の有効径を $\phi 1$ （ mm ）としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする請求項1～14のいずれかに記載の対物レンズ。

$$1.8 \leq \phi 1 \leq 4.0 \quad (\text{1})$$

[請求項16] 前記第3光ディスクのワーキングディスタンスを CW （ mm ）とし

たときに、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の対物レンズ。

$$cw \geq 0.2 \quad (2)$$

[請求項 17] 前記第 3 光ディスクの情報記録面に集光する第 3 光束のメイン光と第 3 光束のフレア光の距離を x (μm) としたときに、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 16 のいずれかに記載の対物レンズ。

$$|x| \geq 5 \quad (3)$$

[請求項 18] 前記第 2 光路差付与構造の輪帯幅を L (μm) としたときに、前記第 2 光路差付与構造の最小の輪帯幅が、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 17 のいずれかに記載の対物レンズ。

$$2 \leq |L| \leq 12 \quad (4)$$

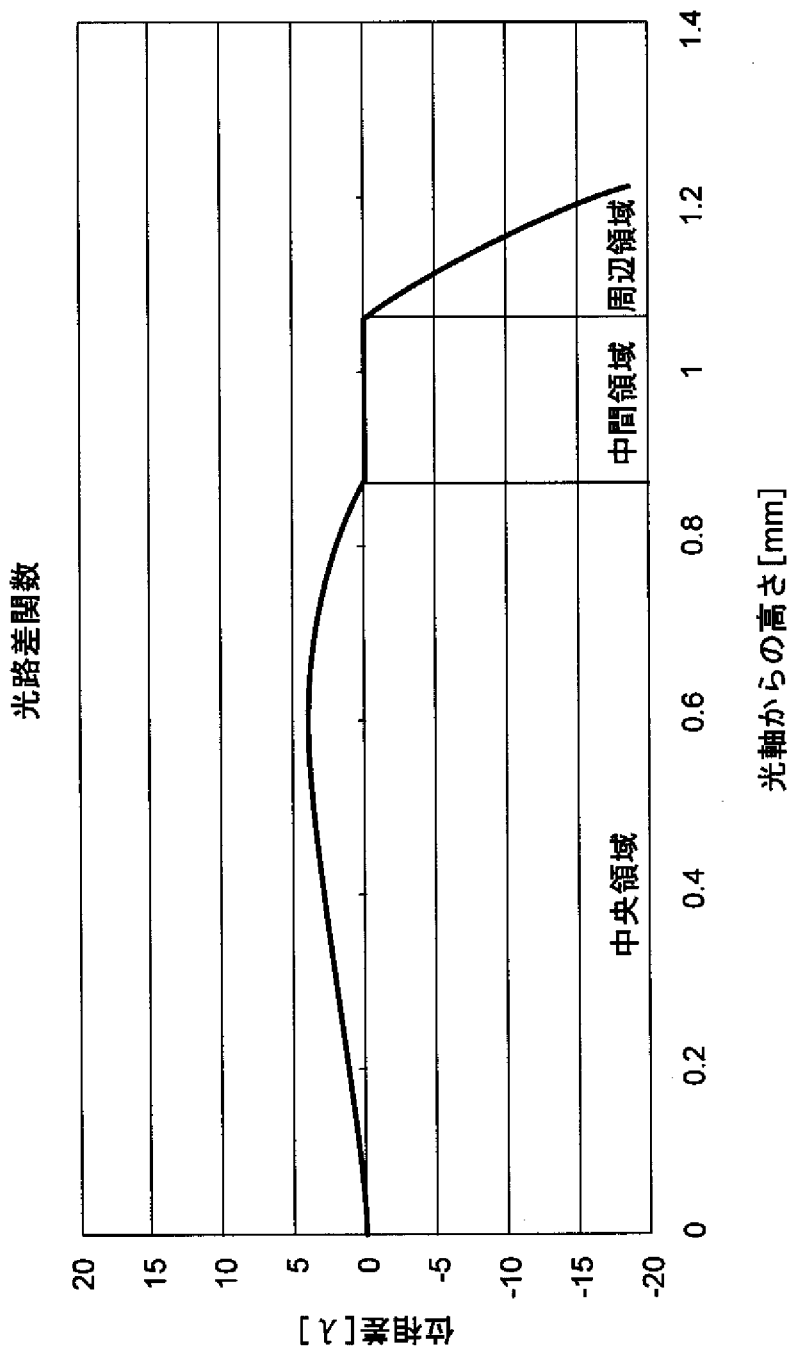
[請求項 19] 前記第 1 光束が 1 nm の波長変化を生じたときの波面収差ベスト位置の光軸方向の位置ずれを Δ (nm) とすると、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 1 ~ 18 のいずれかに記載の対物レンズ。

$$1.9 \times 10^{-4} \leq \Delta / f \leq 2.5 \times 10^{-4} \quad (6)$$

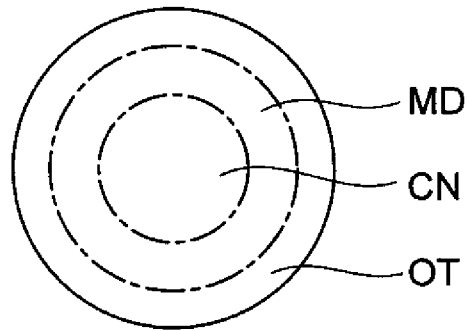
[請求項 20] 請求項 1 ~ 19 のいずれかに記載の対物レンズを有することを特徴とする光ピックアップ装置。

[請求項 21] 請求項 20 に記載の光ピックアップ装置を有することを特徴とする光情報記録再生装置。

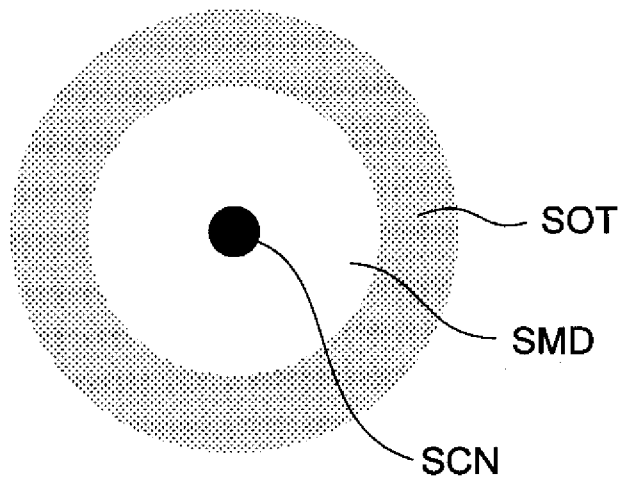
[図1]



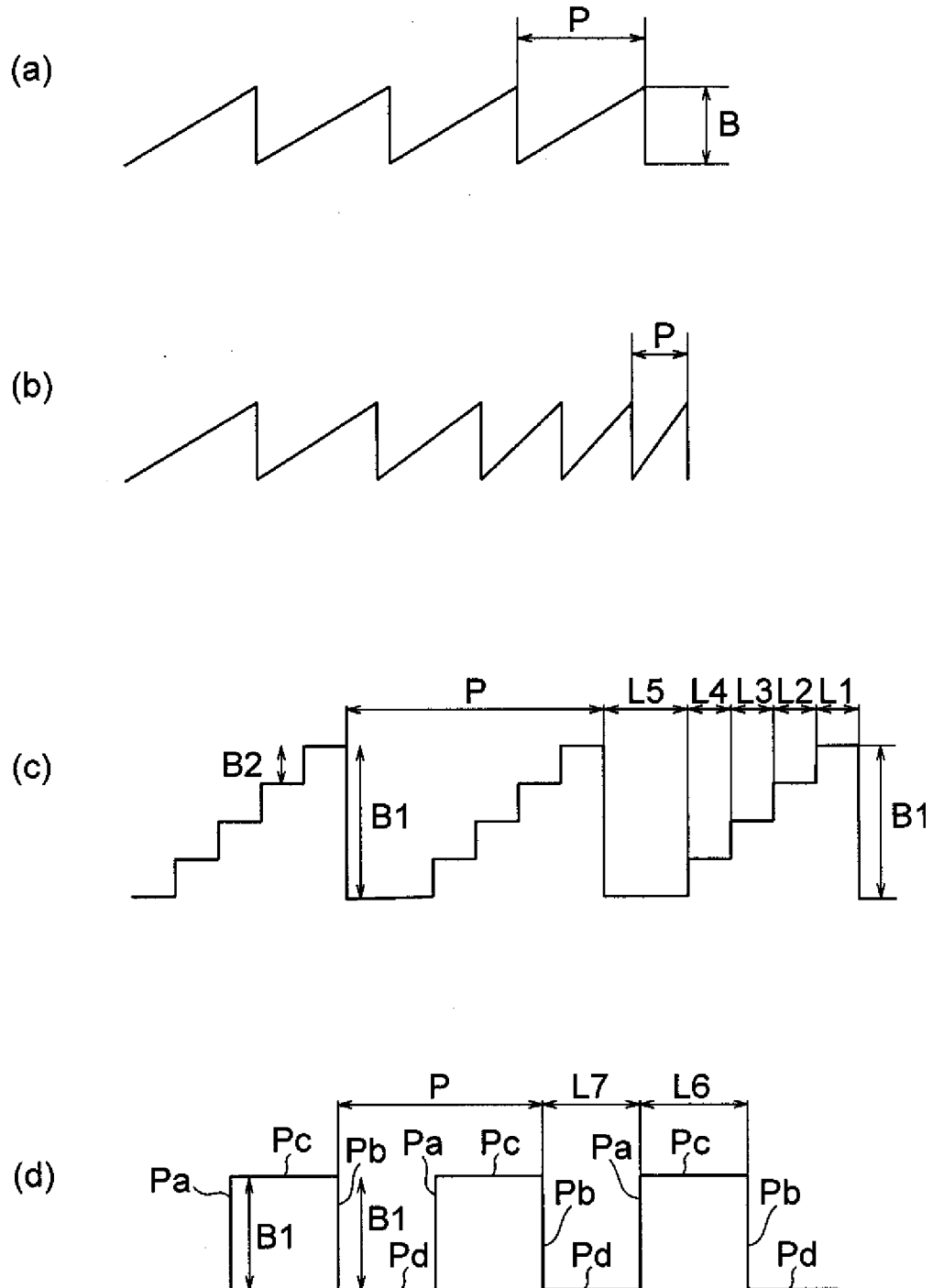
[図2]



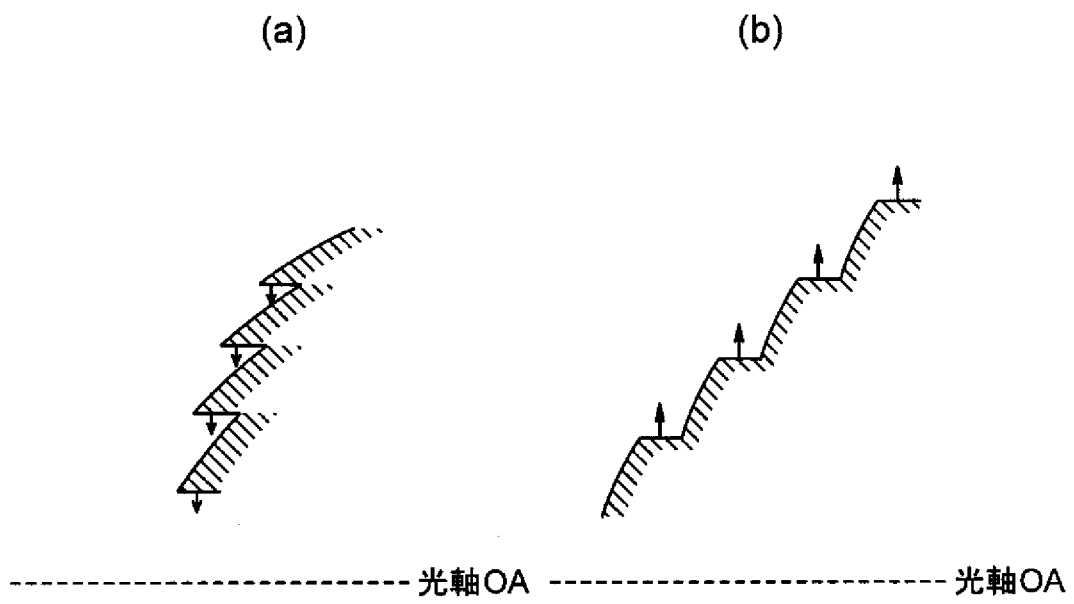
[図3]



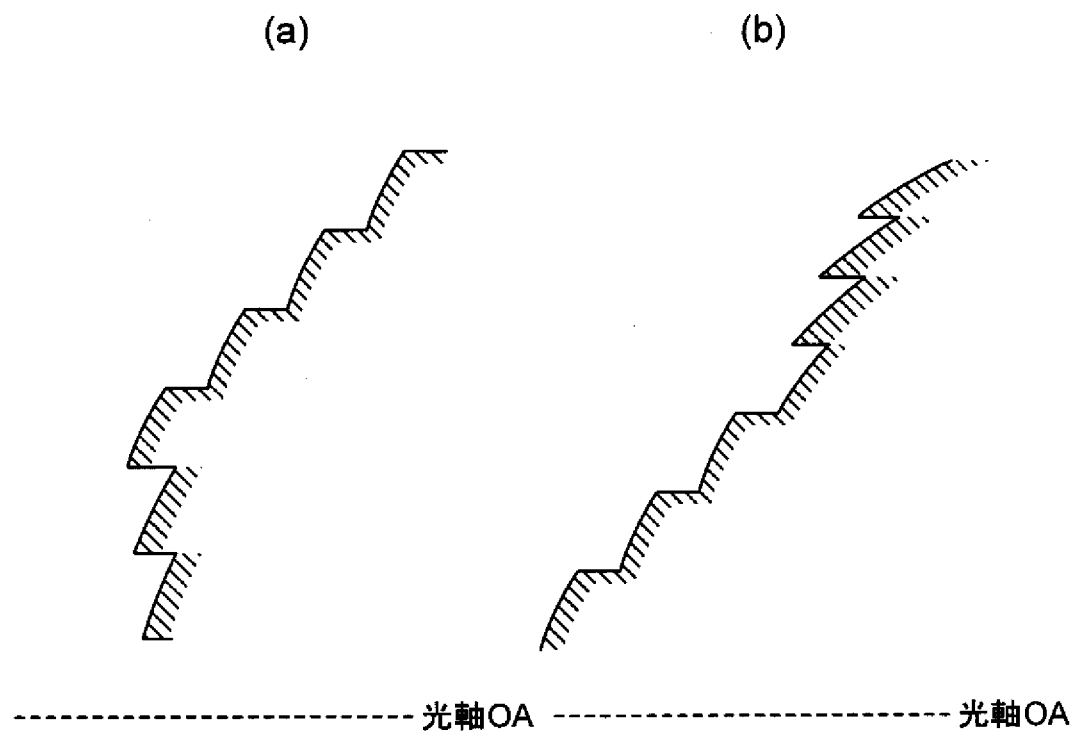
[図4]



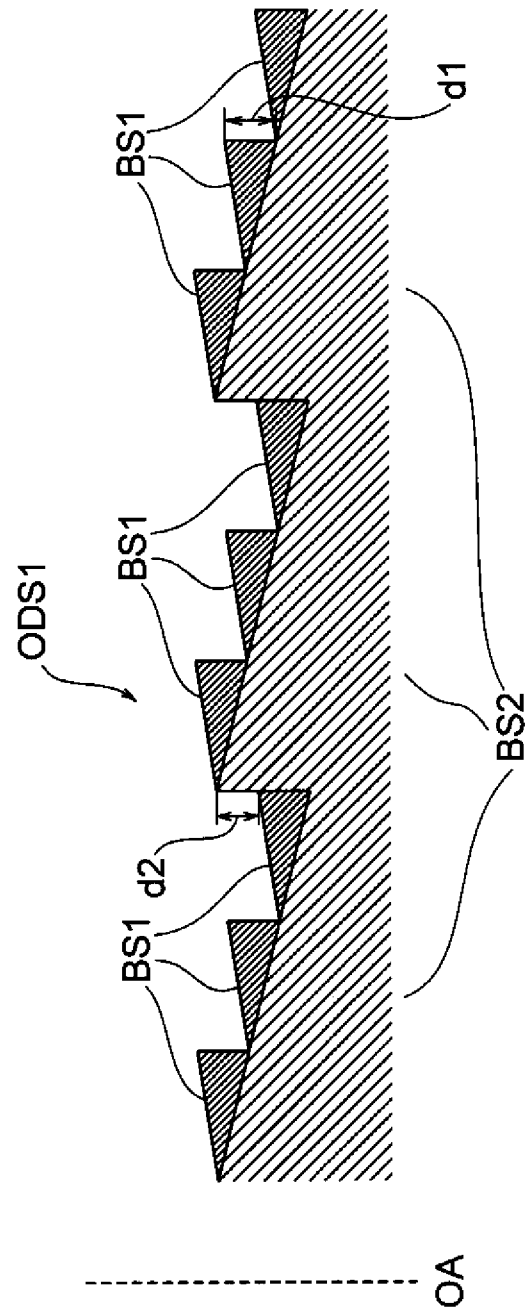
[図5]



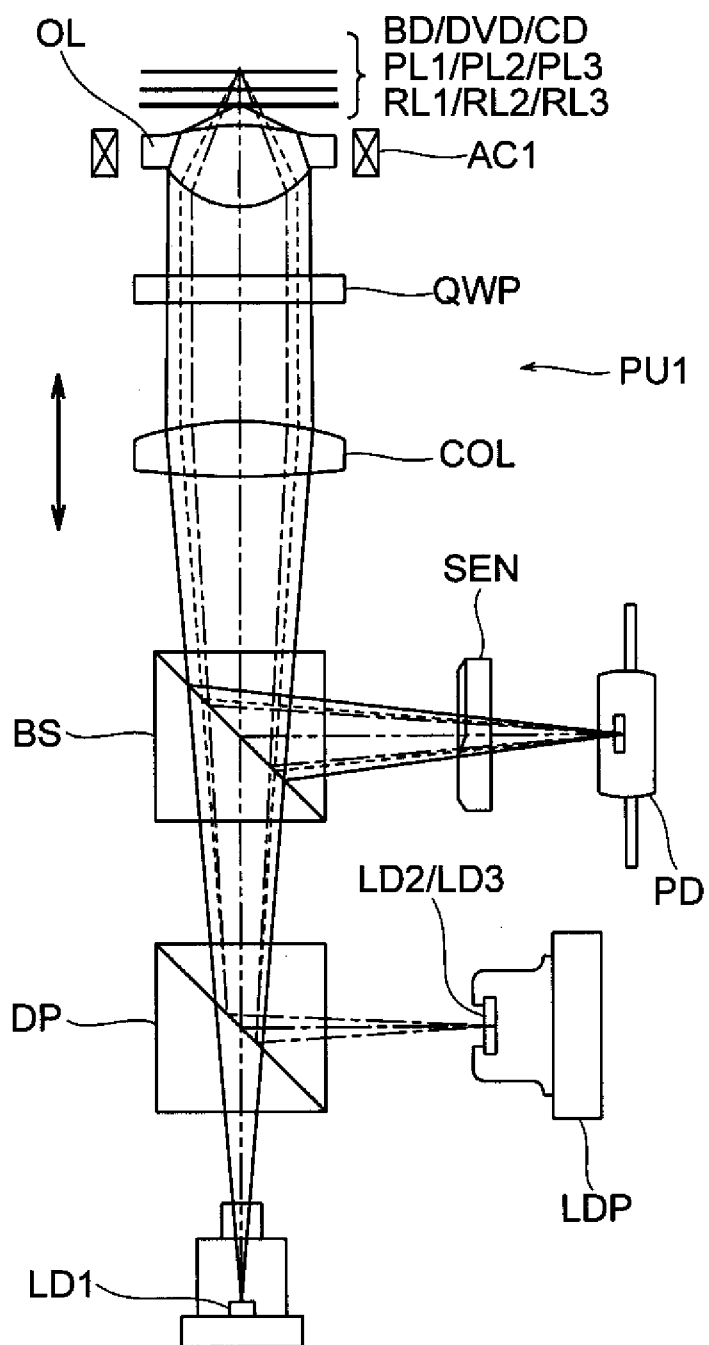
[図6]



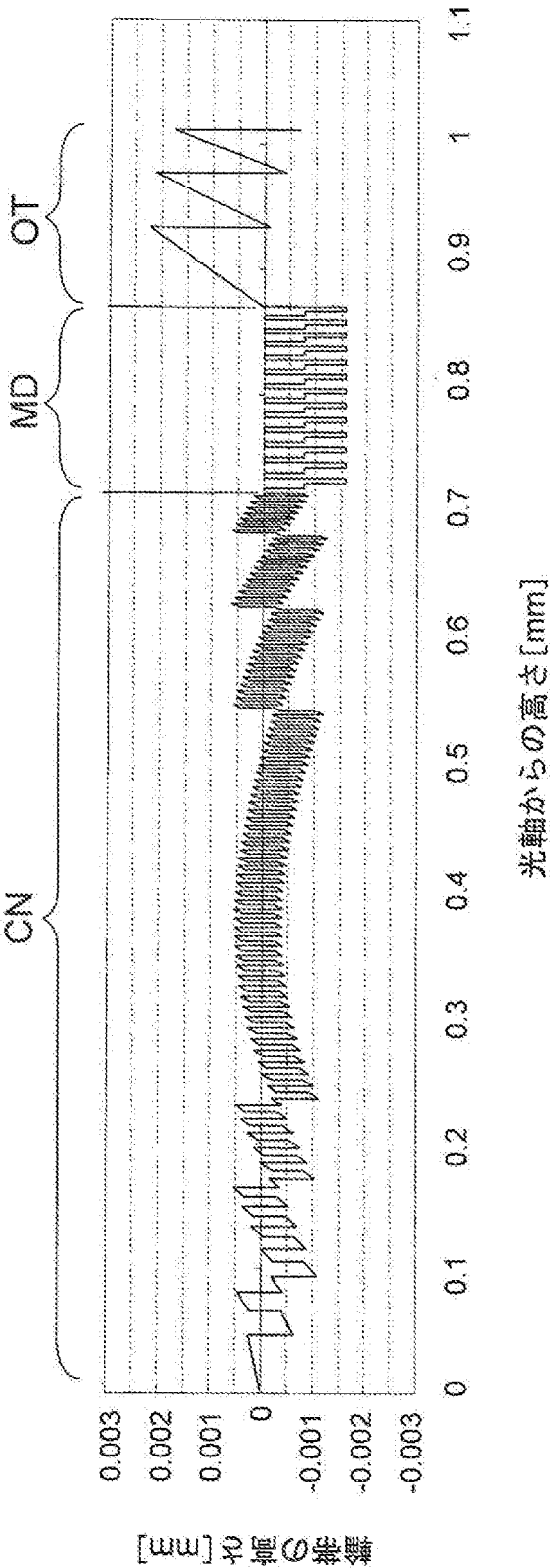
[図7]



[図8]

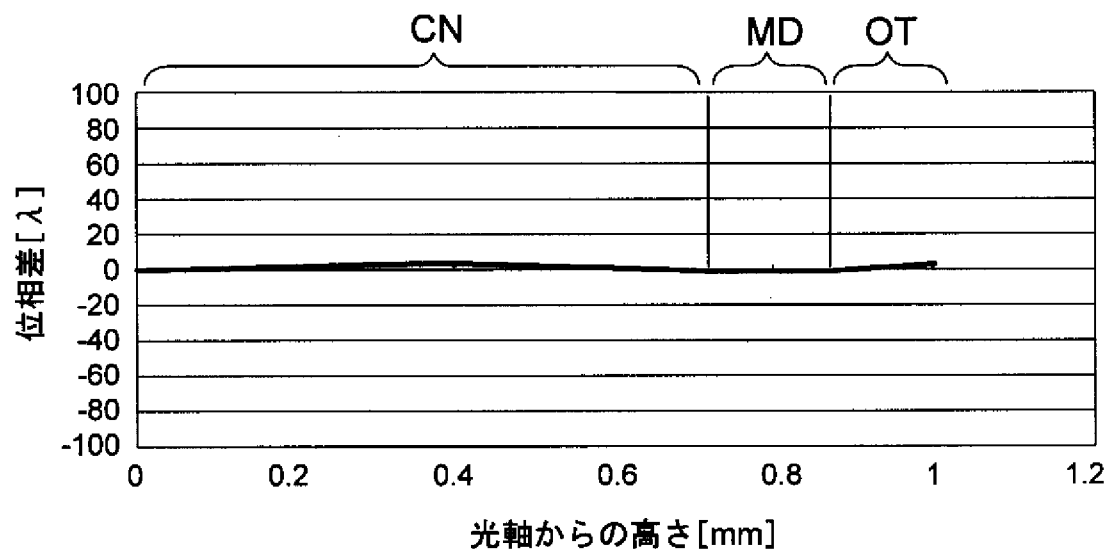


[図9]

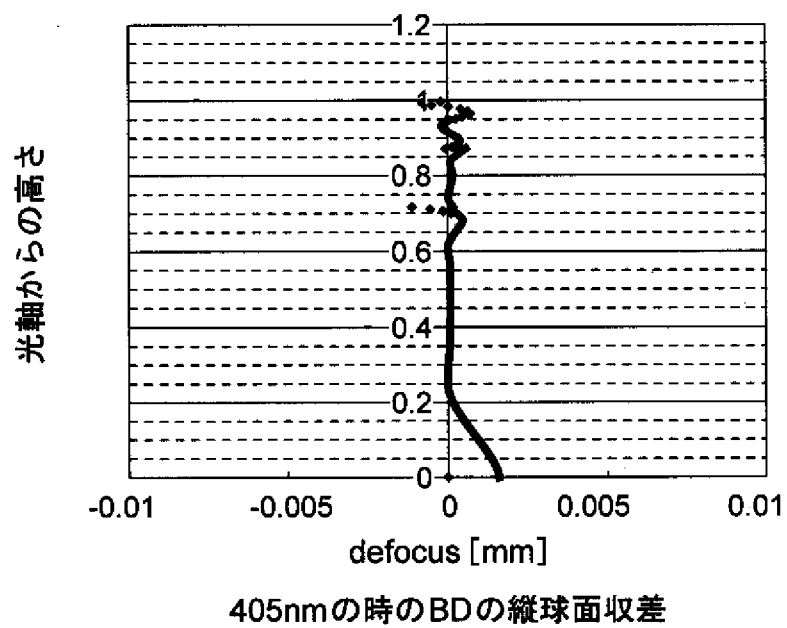


実施例1の輪帯の実形状図

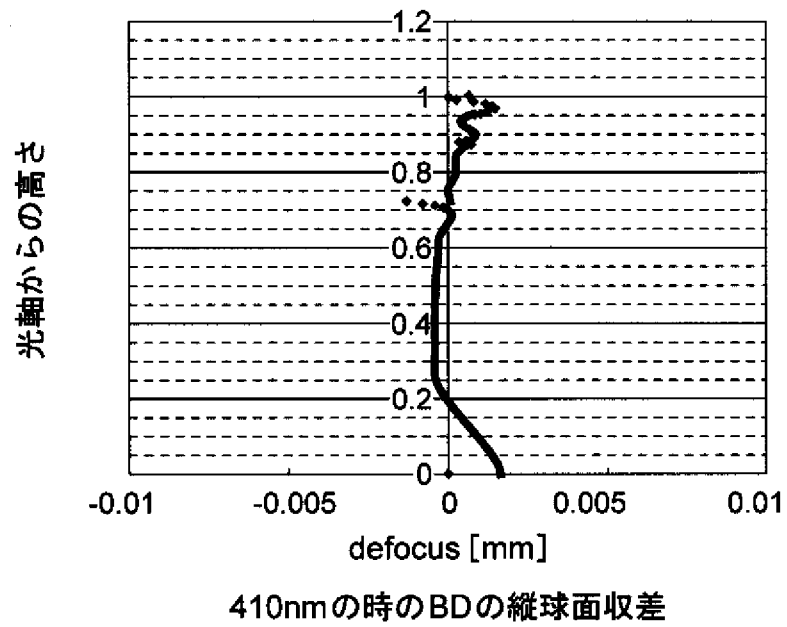
[図10]



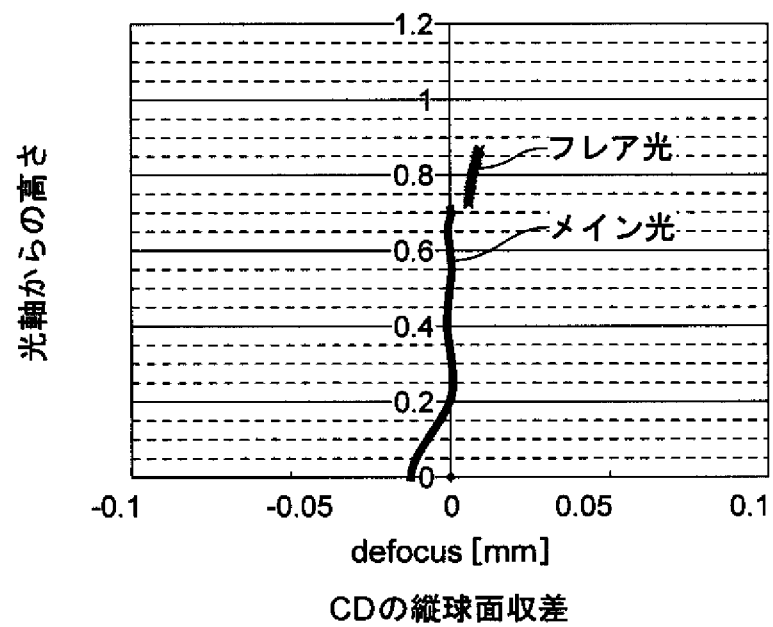
[図11]



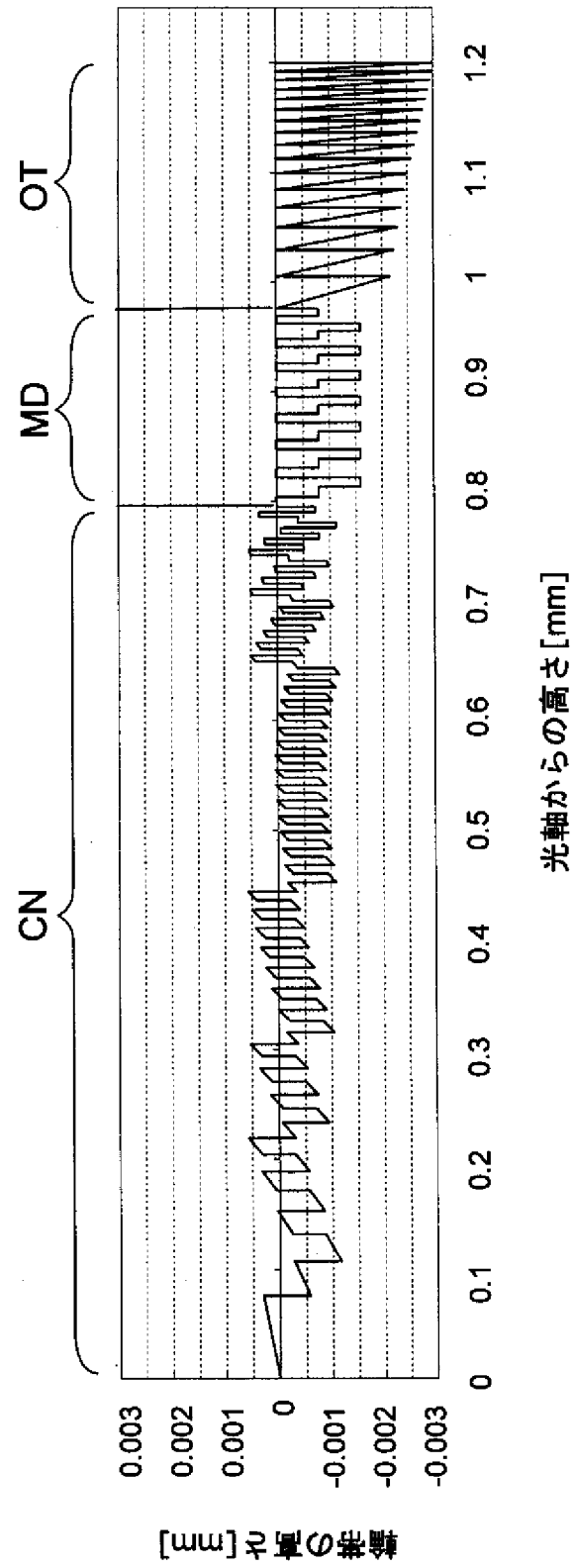
[図12]



[図13]

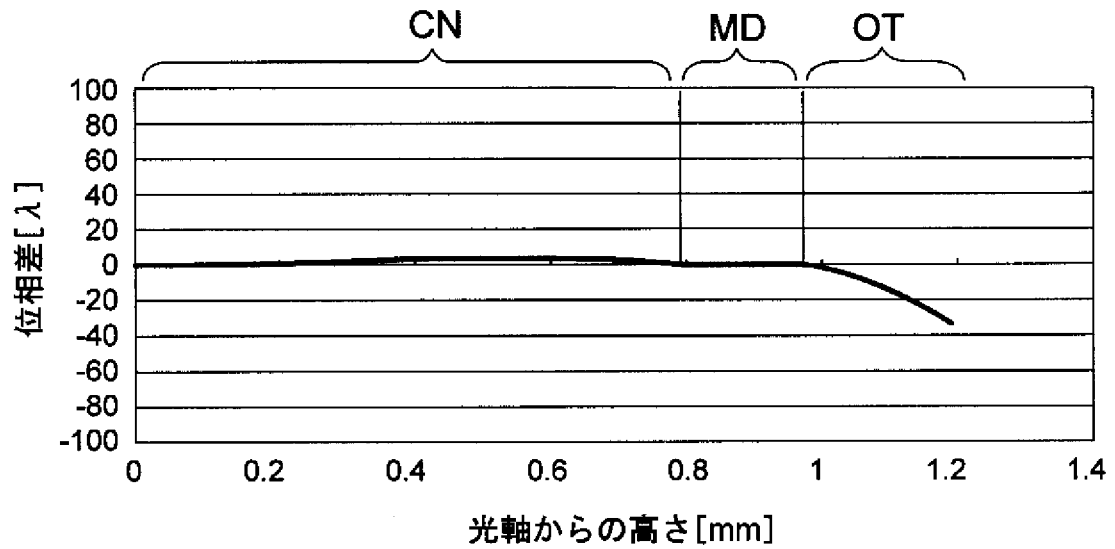


[図14]

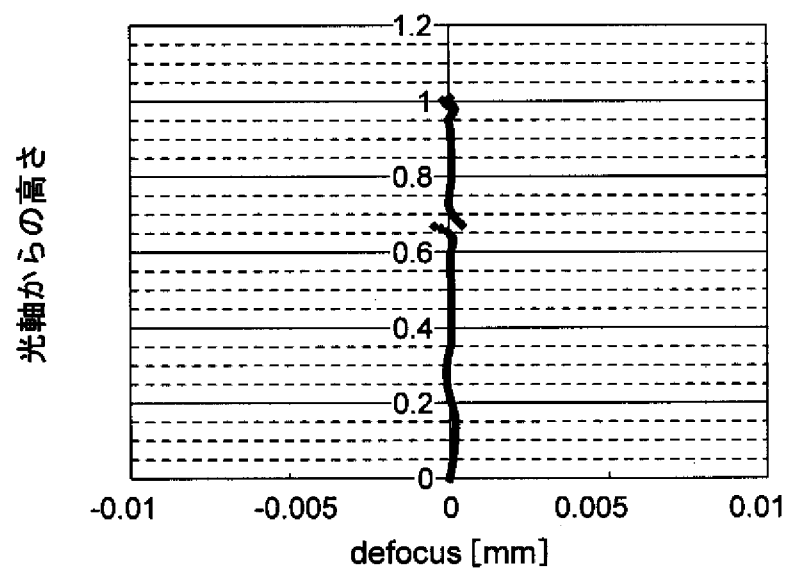


実施例2の輪帯の実形状図

[図15]

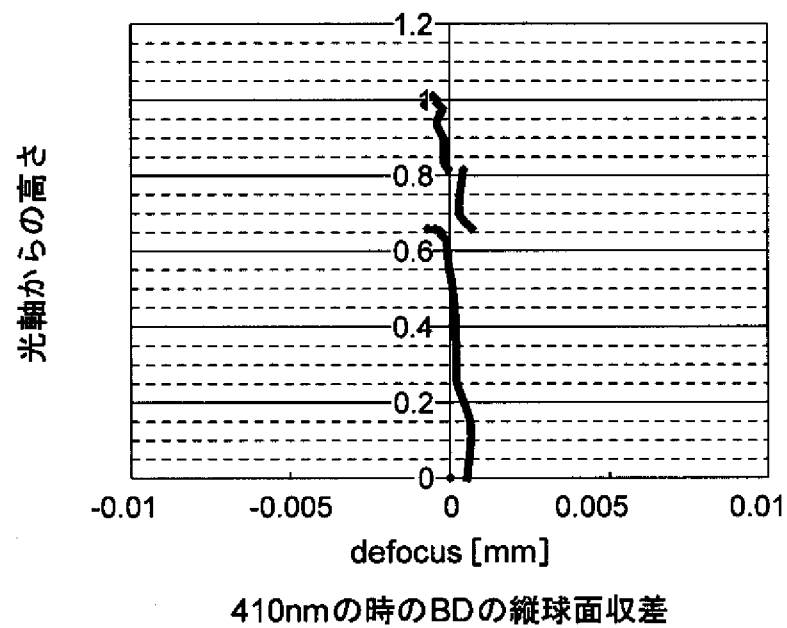


[図16]

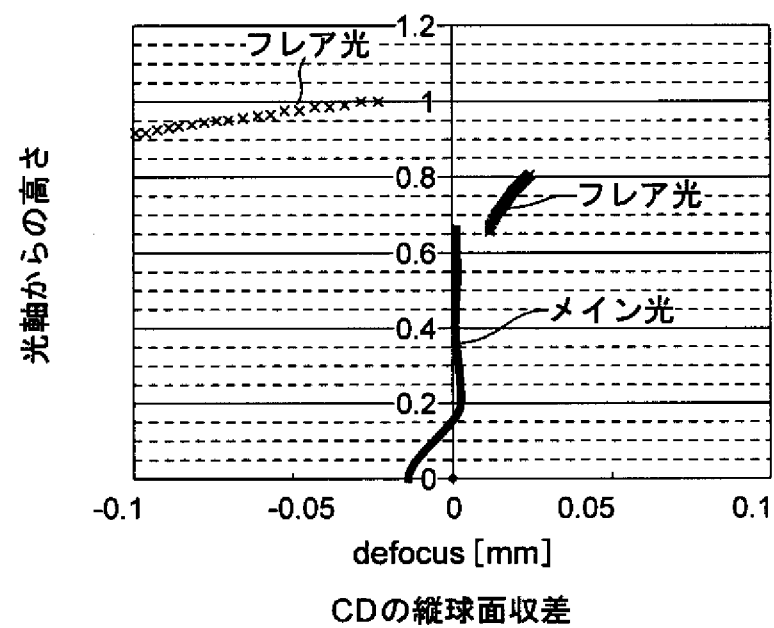


405nmの時のBDの縦球面収差

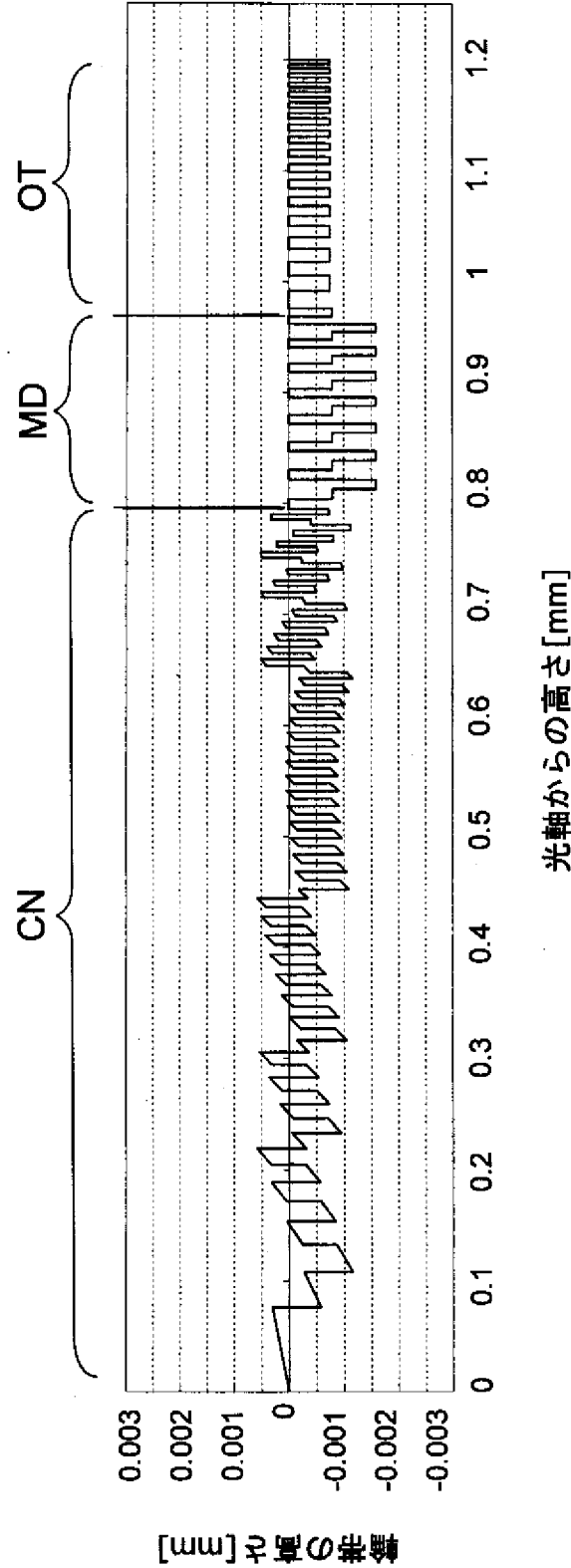
[図17]



[図18]

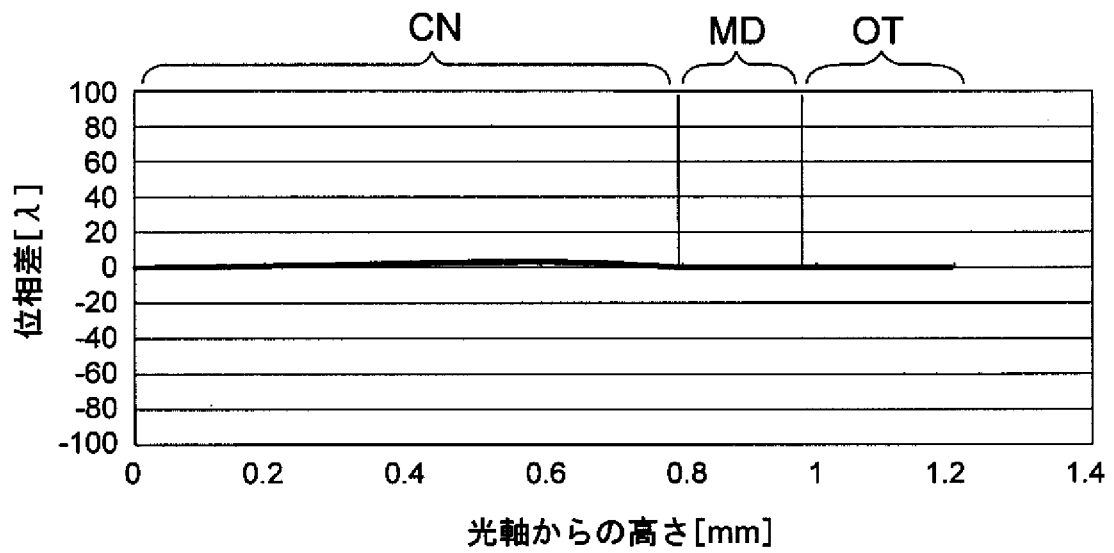


[図19]

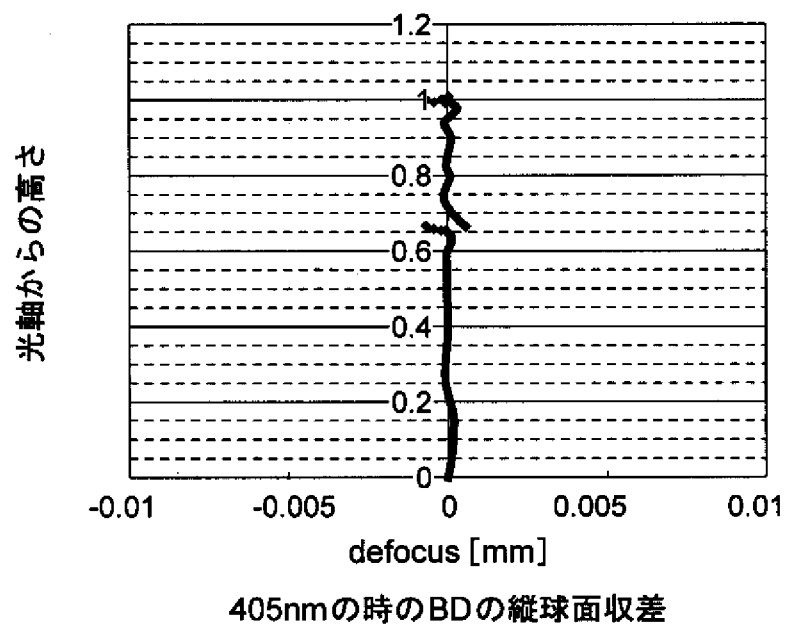


実施例3の輪帯の実形状図

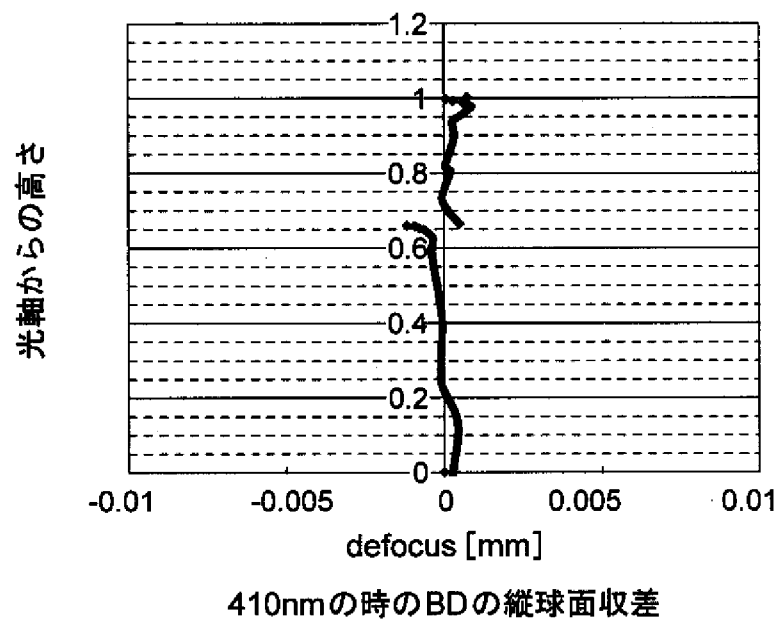
[図20]



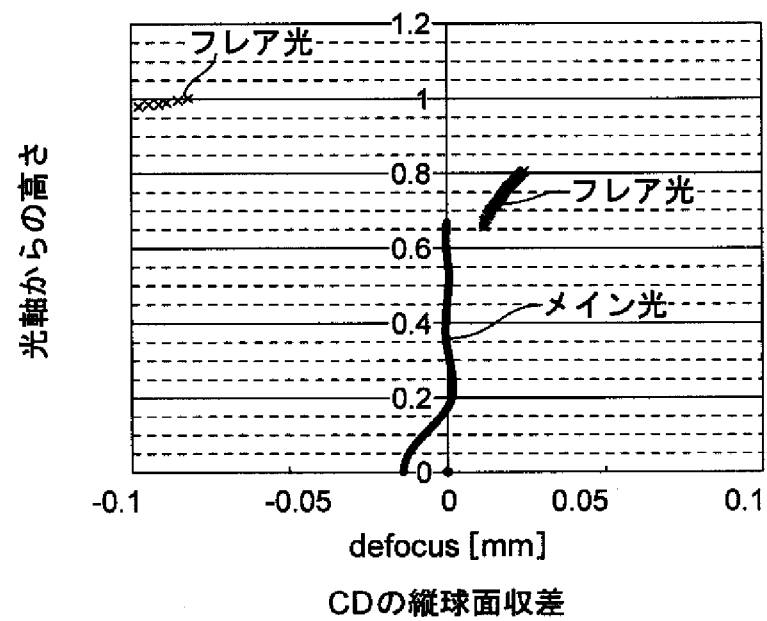
[図21]



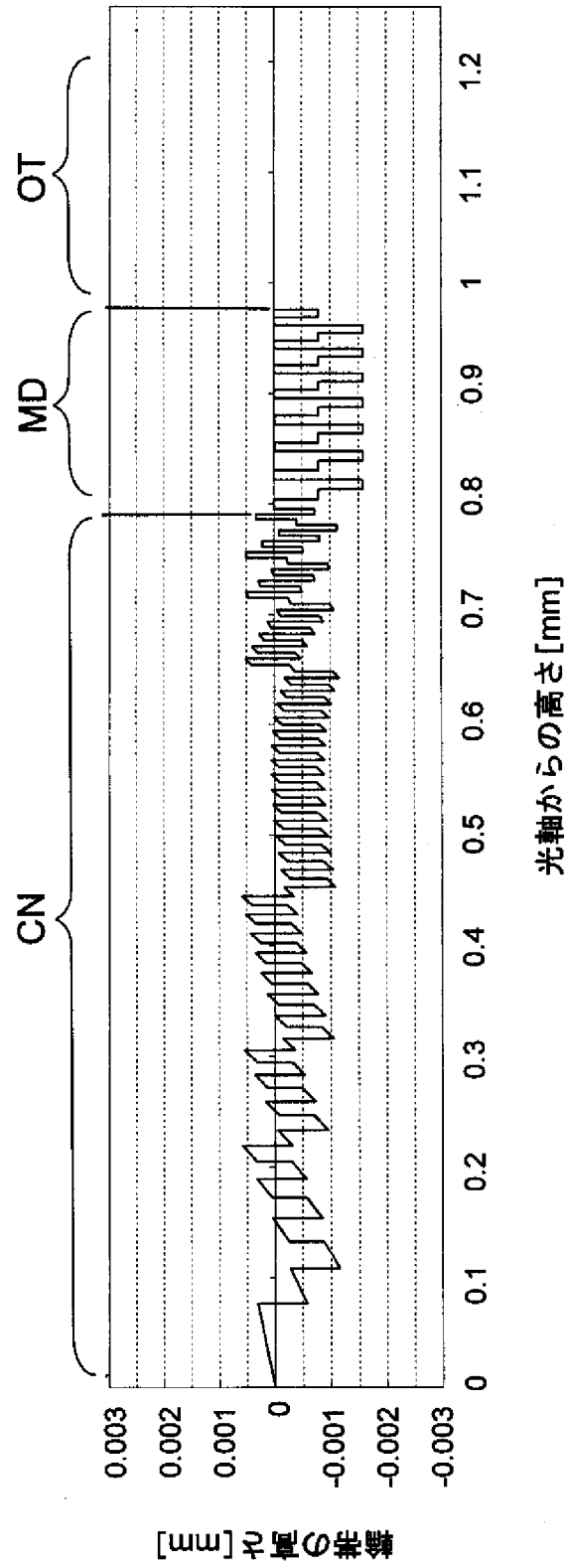
[図22]



[図23]

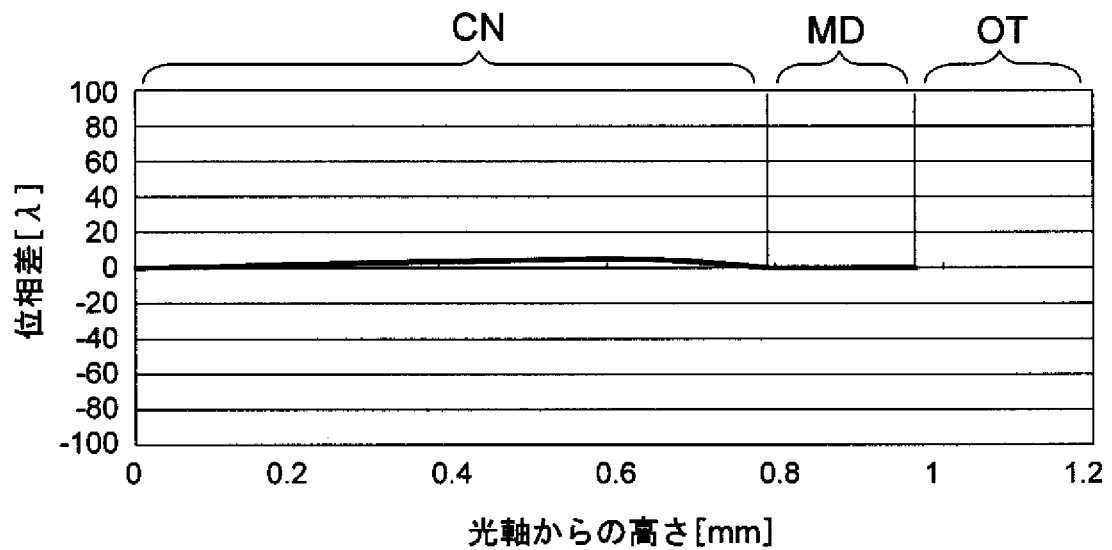


[図24]

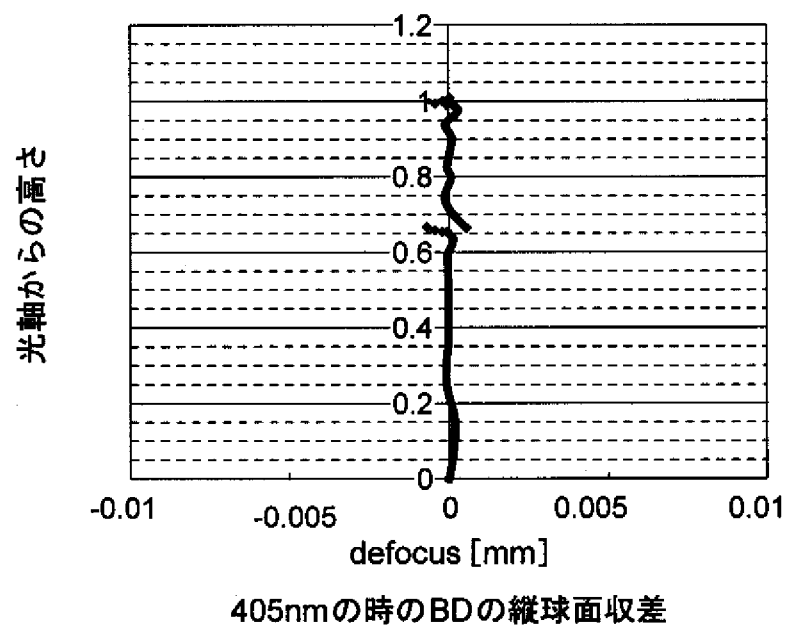


実施例4の輪帯の実形状図

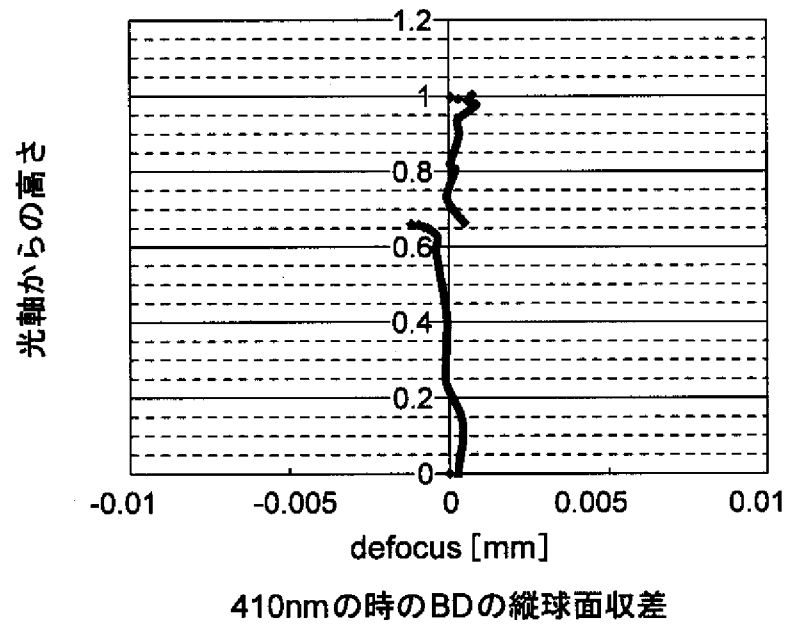
[図25]



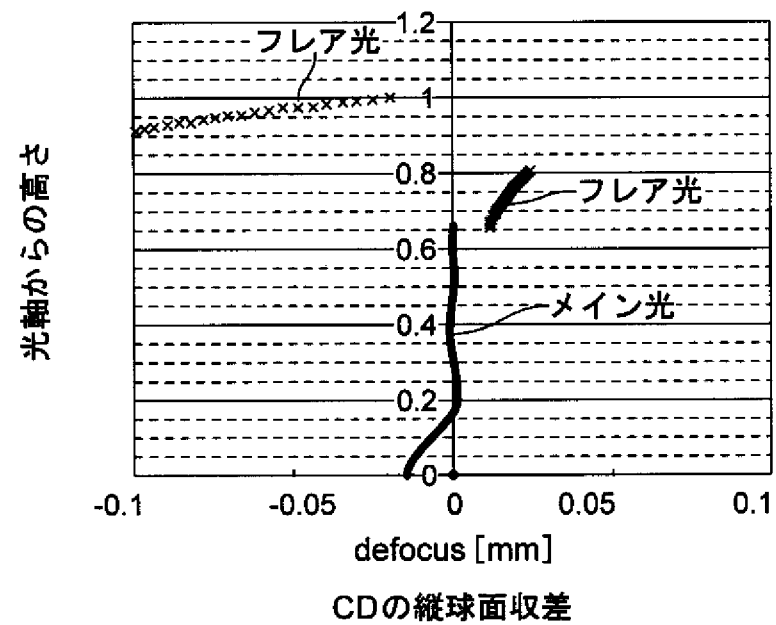
[図26]



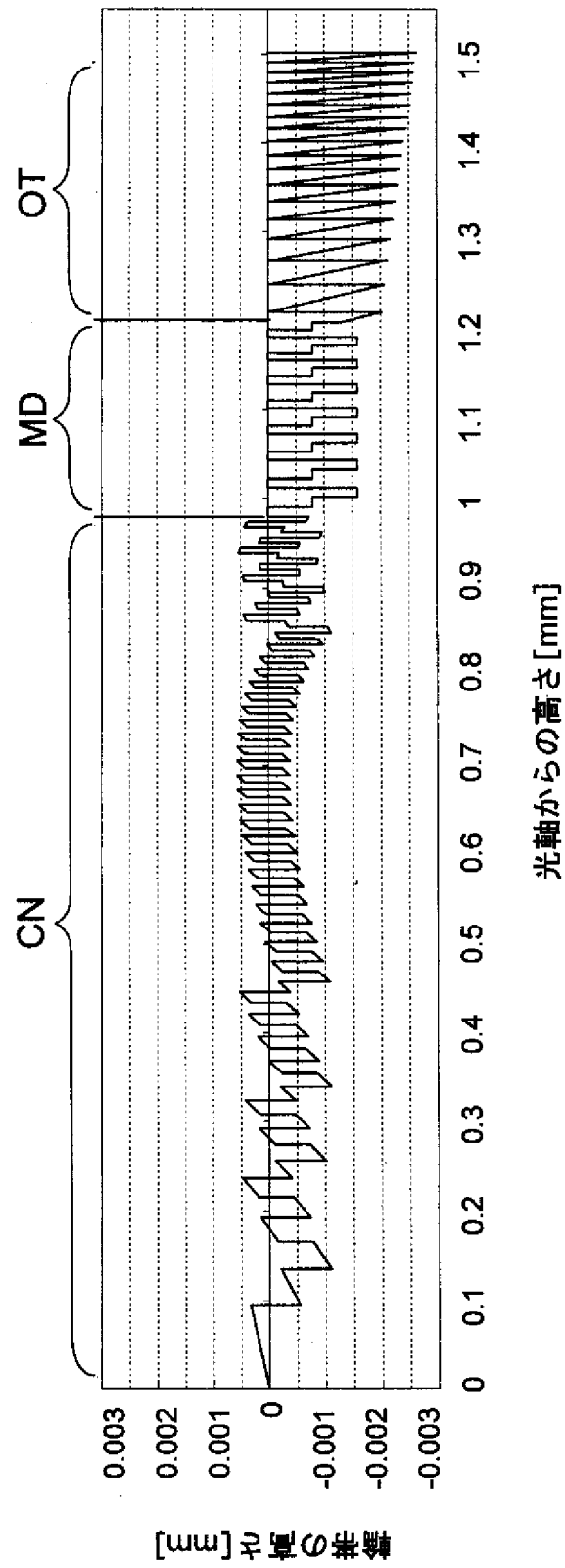
[図27]



[図28]

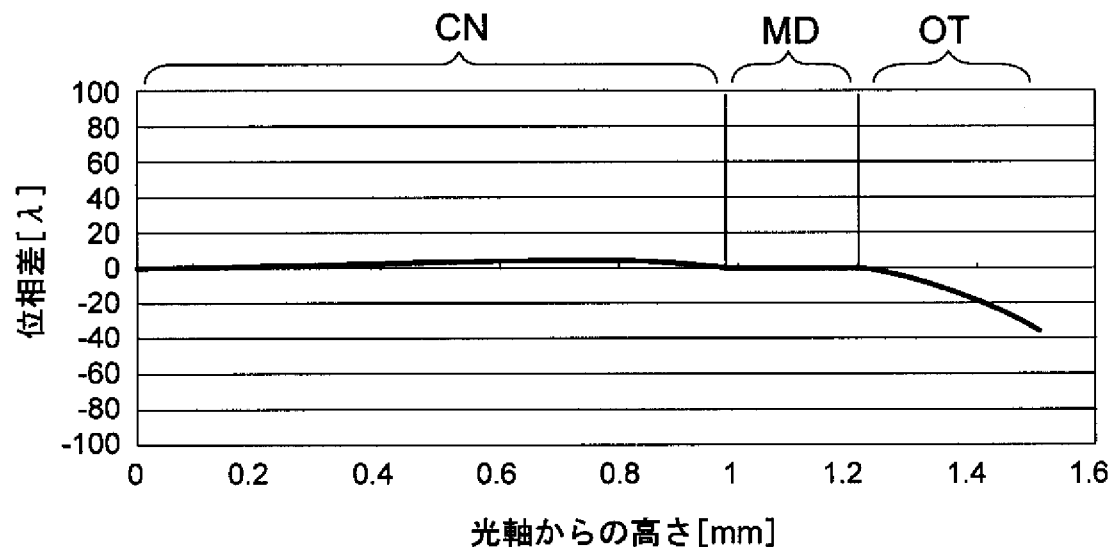


[図29]

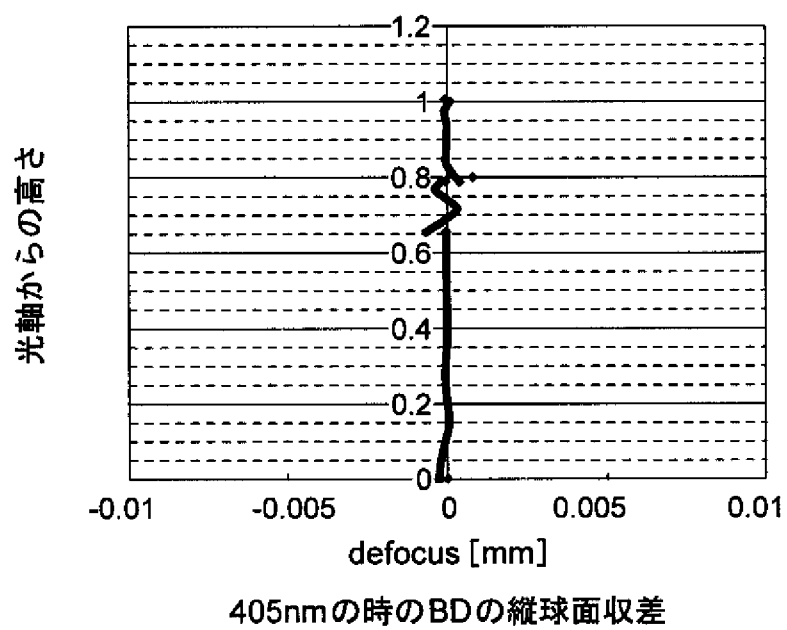


実施例5の輪帯の実形状図

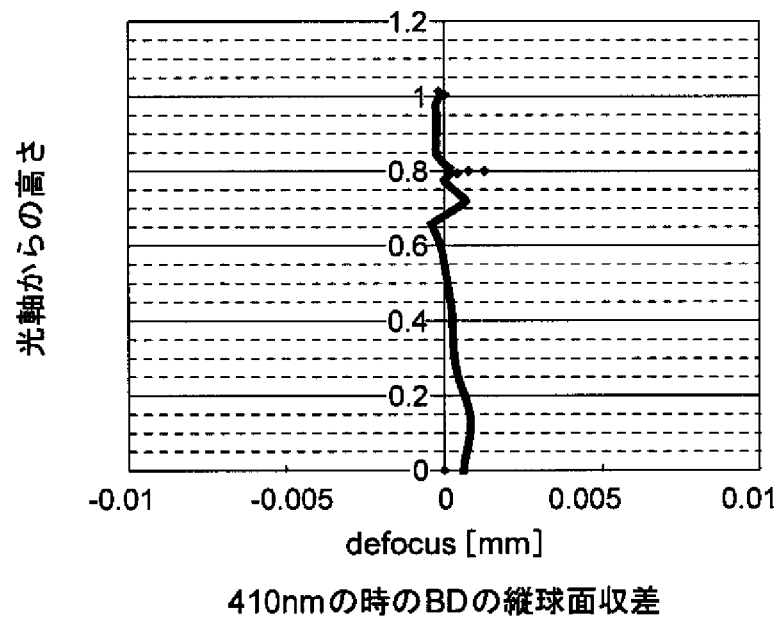
[図30]



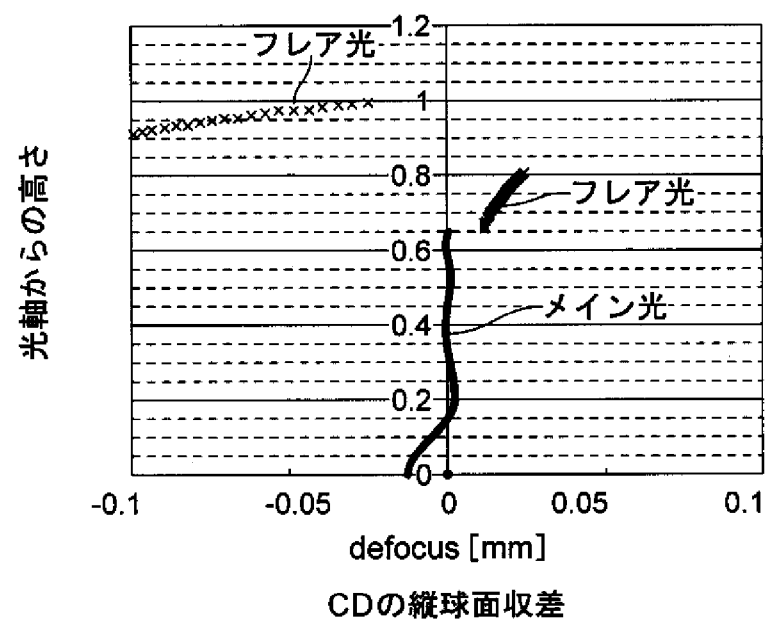
[図31]



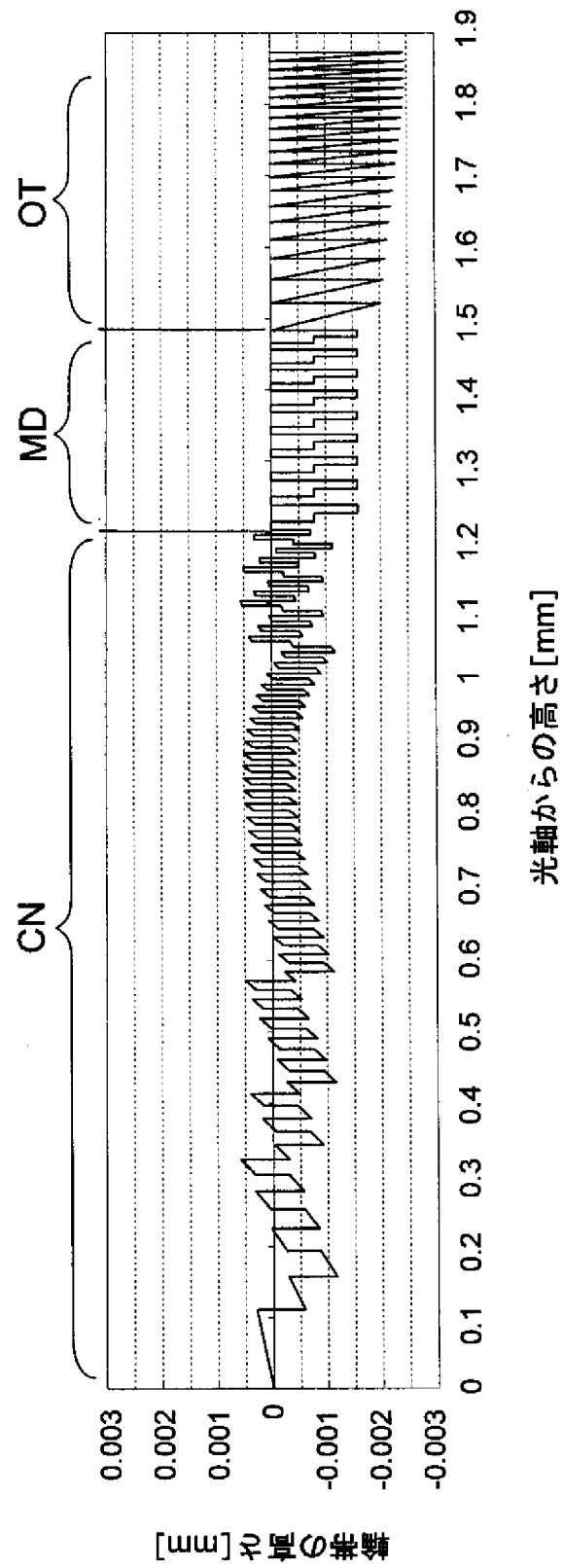
[図32]



[図33]

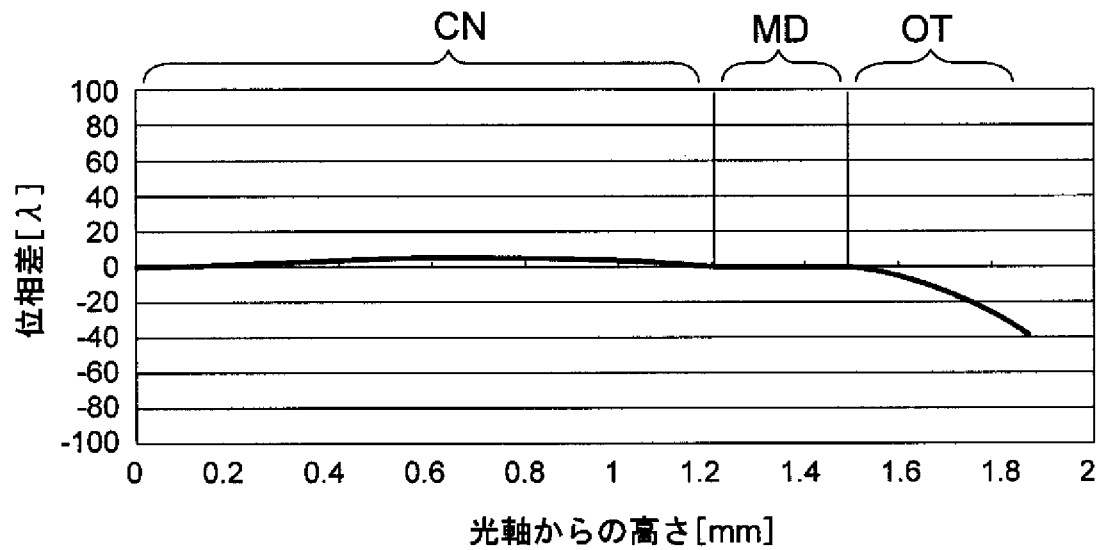


[図34]

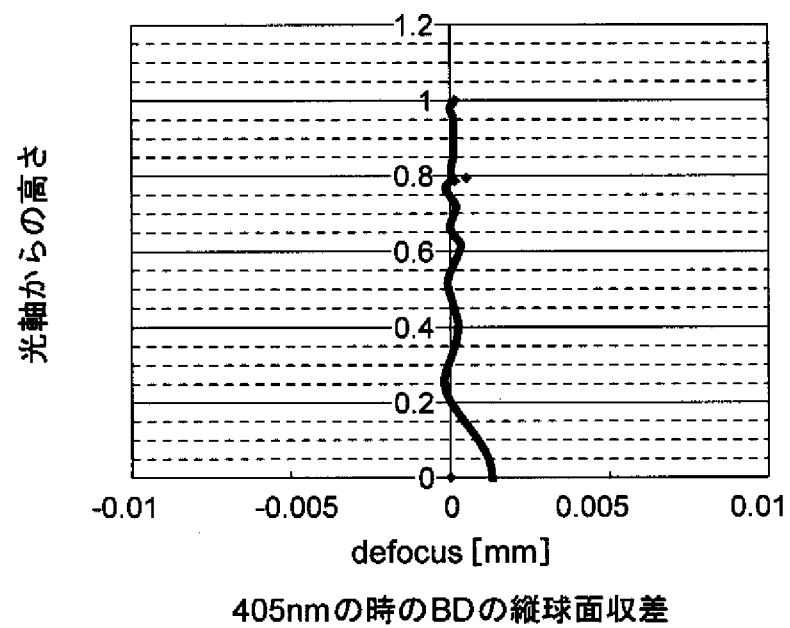


実施例6の輪帯の実形状図

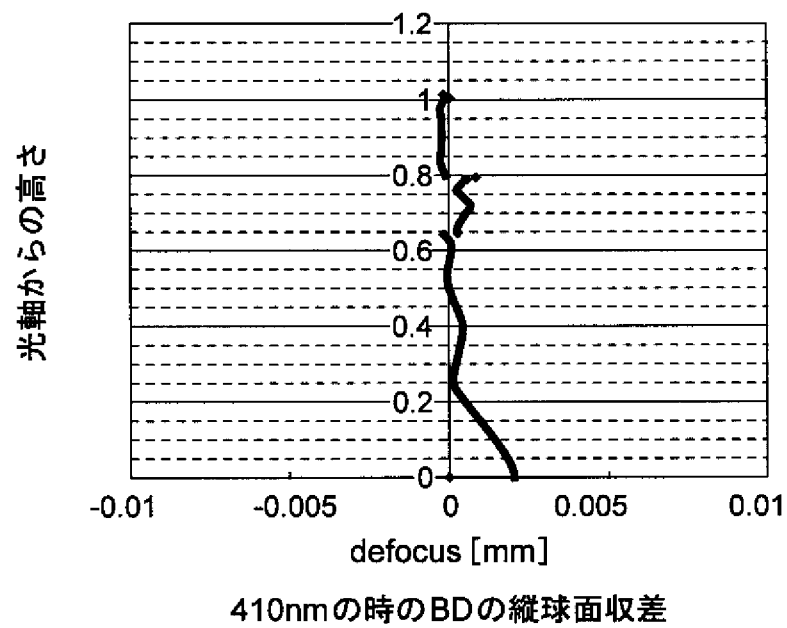
[図35]



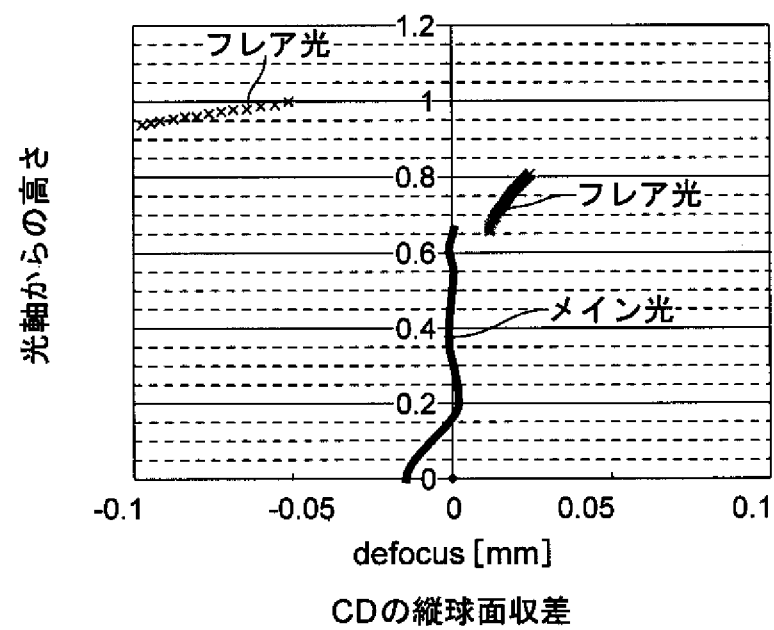
[図36]



[図37]

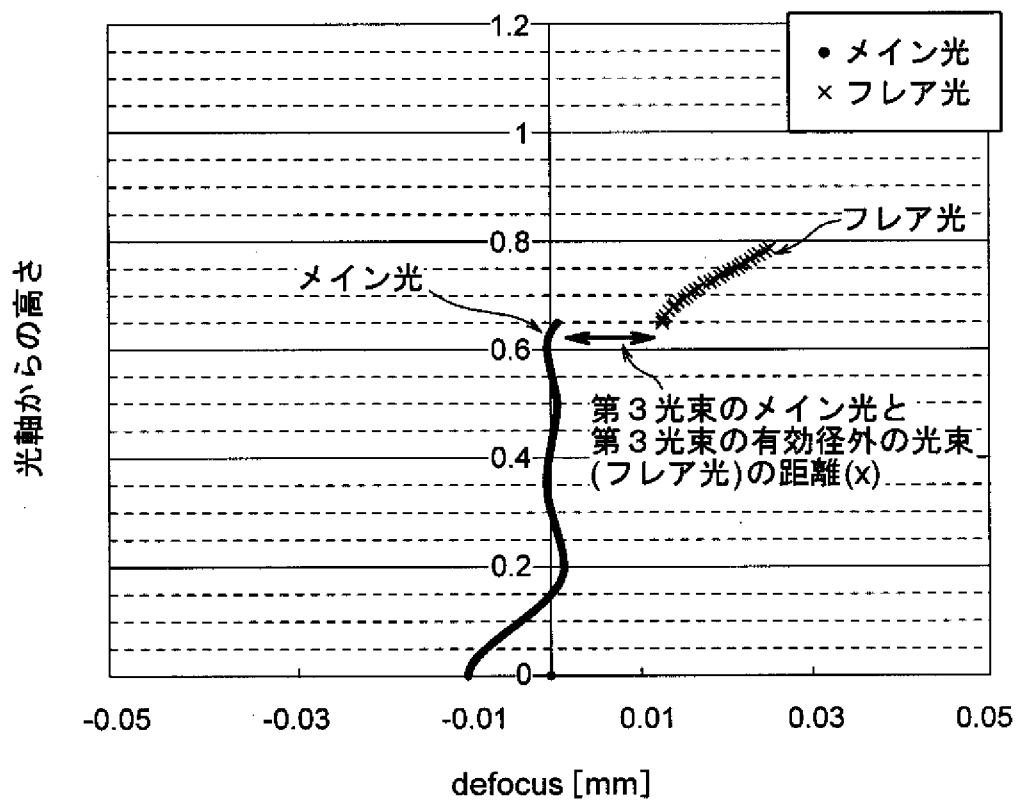


[図38]



[図39]

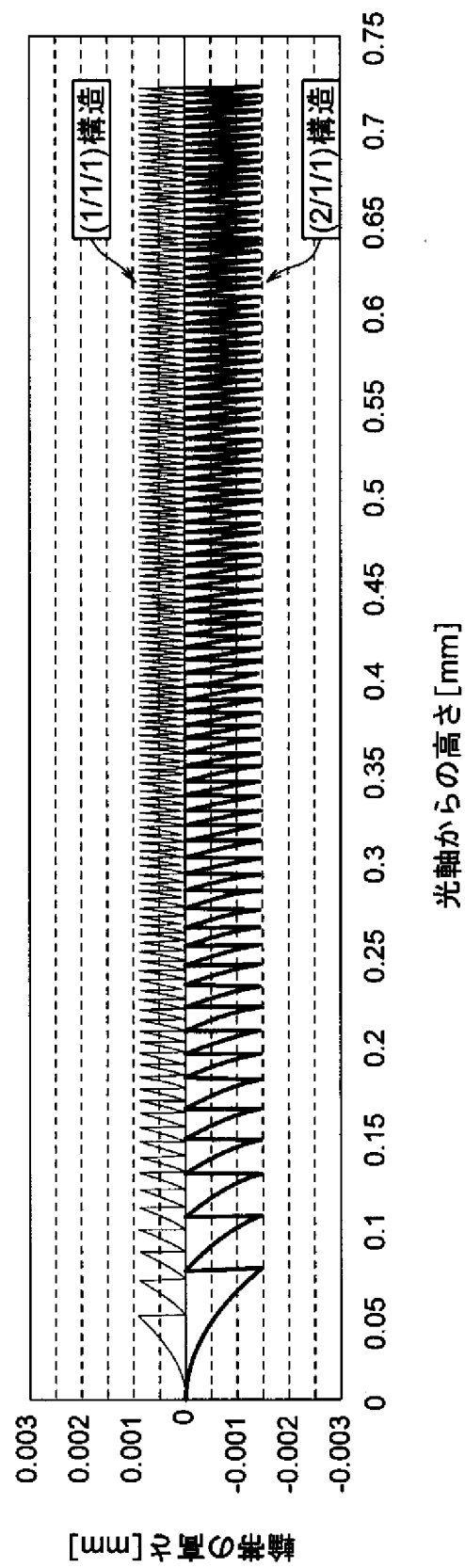
CDのフレア距離の定義



[図40]

【中央領域の回折構造】

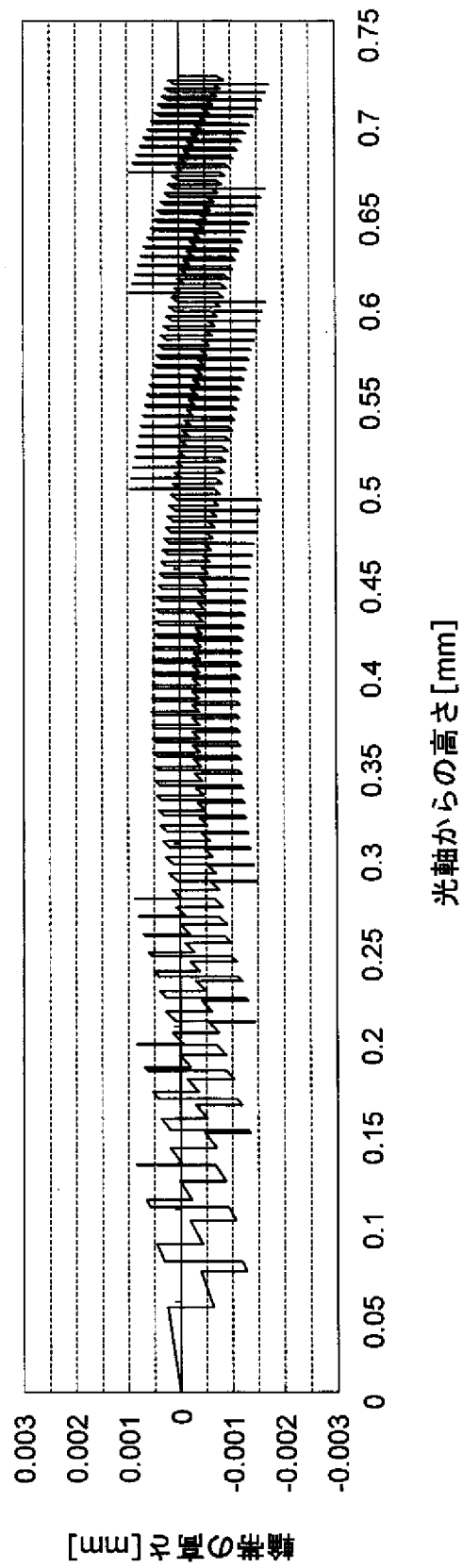
・重畳前



[図41]

【中央領域の回折構造】

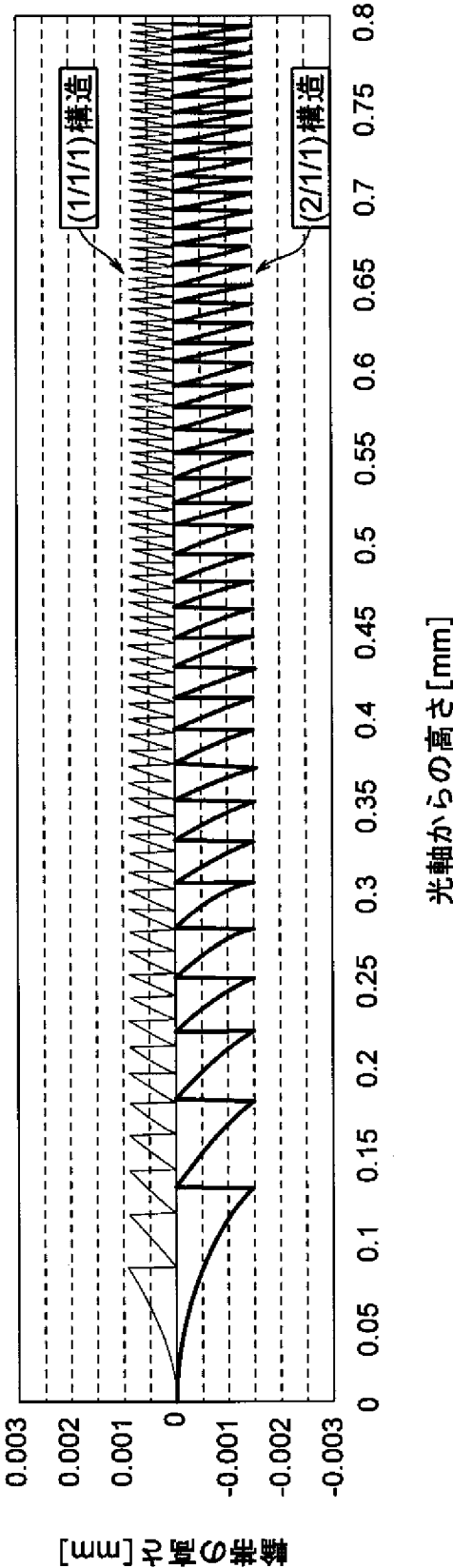
・重畳後



[図42]

【中央領域の回折構造】

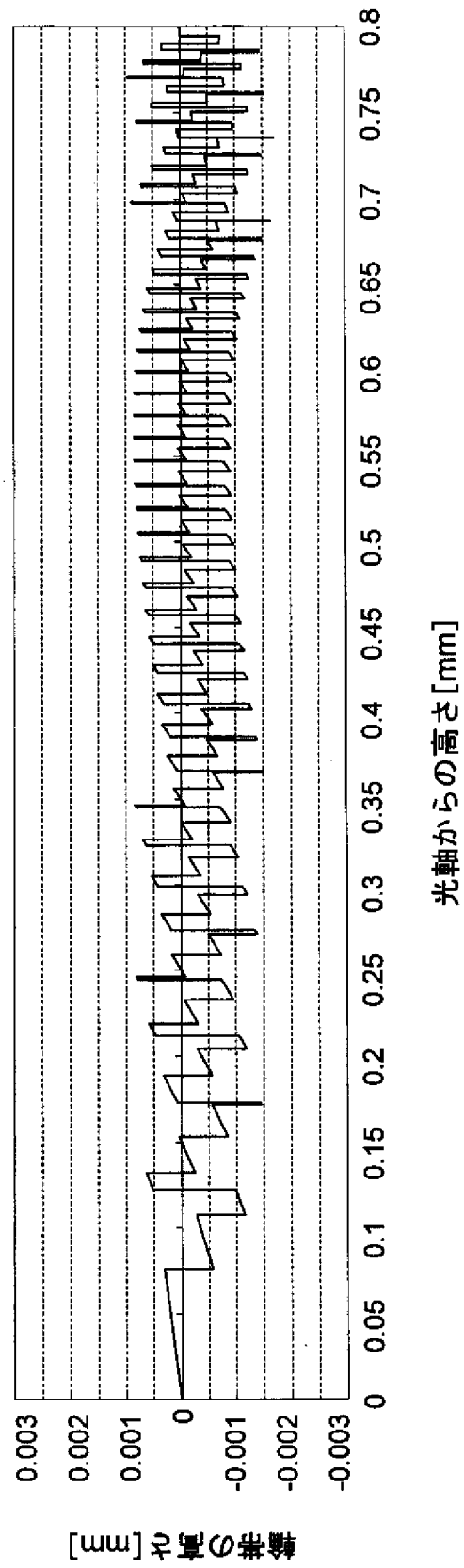
・重畳前



[図43]

【中央領域の回折構造】

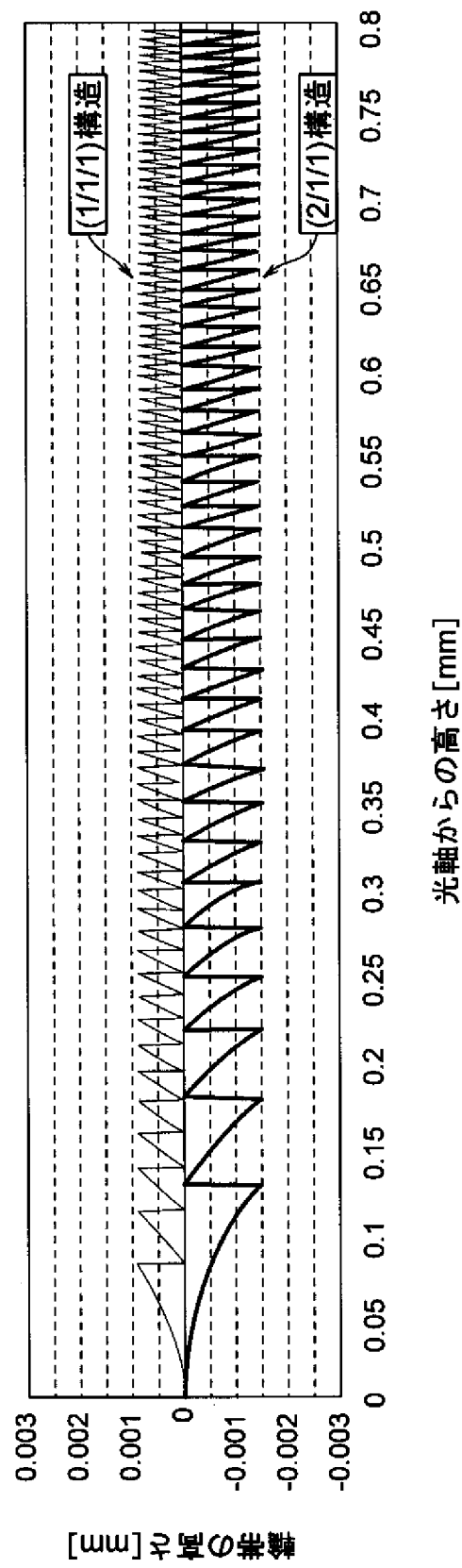
・重置後



[図44]

【中央領域の回折構造】

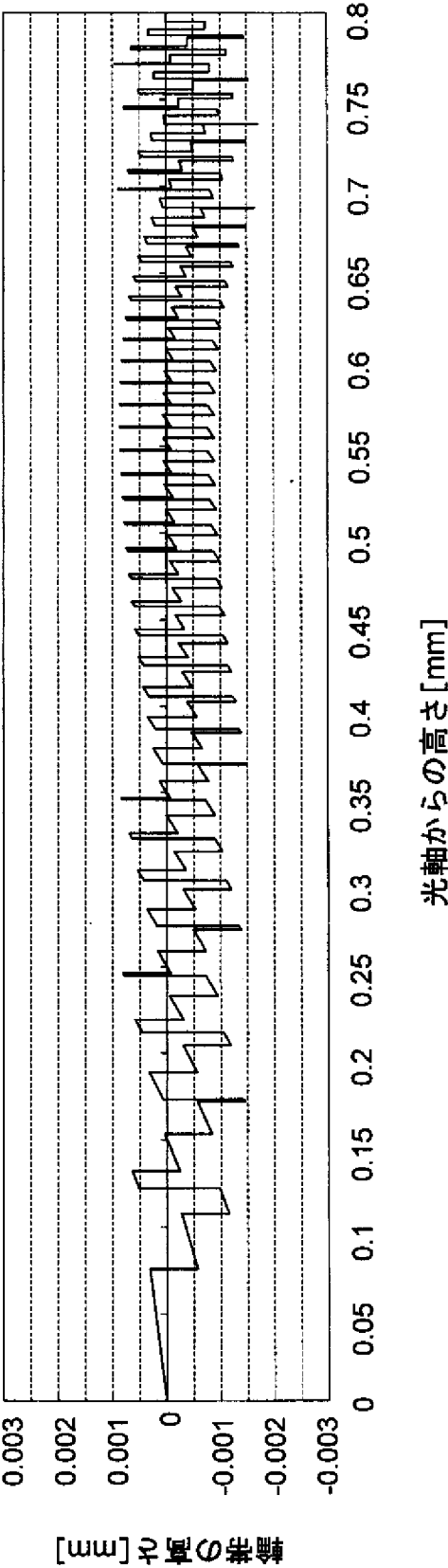
・重畳前



[図45]

【中央領域の回折構造】

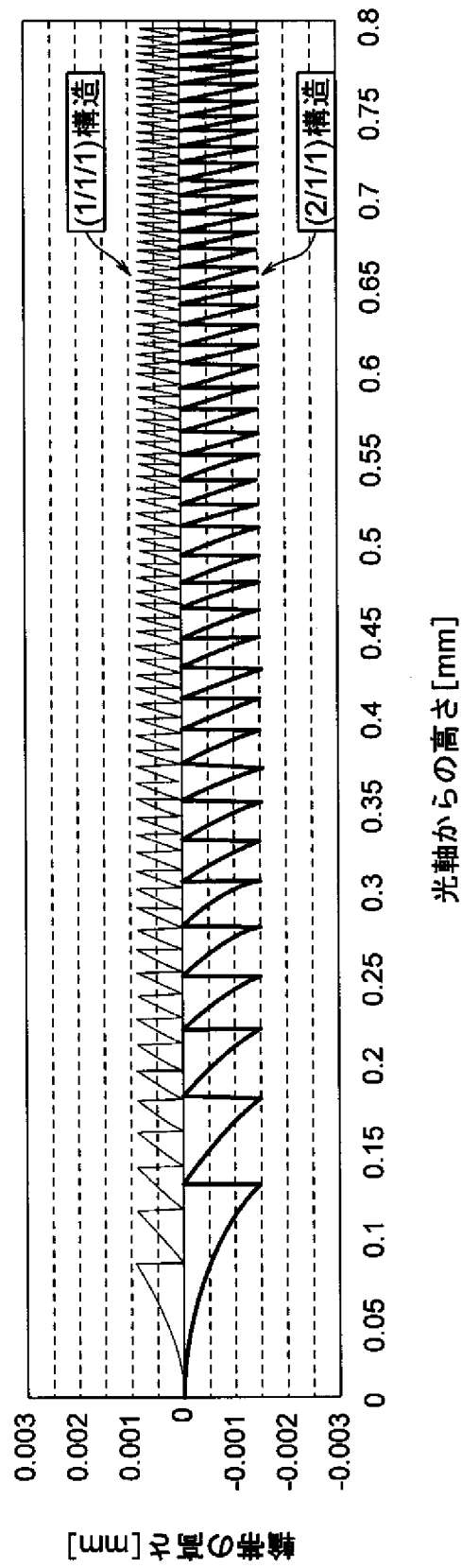
・重畳後



[図46]

【中央領域の回折構造】

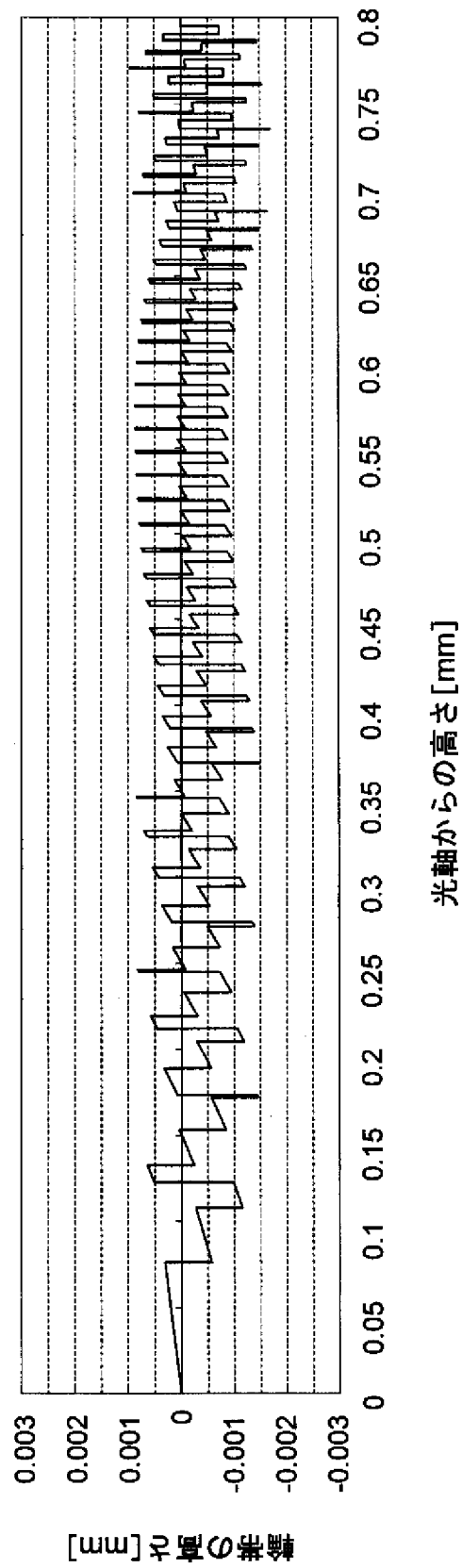
・重畳前



[図47]

【中央領域の回折構造】

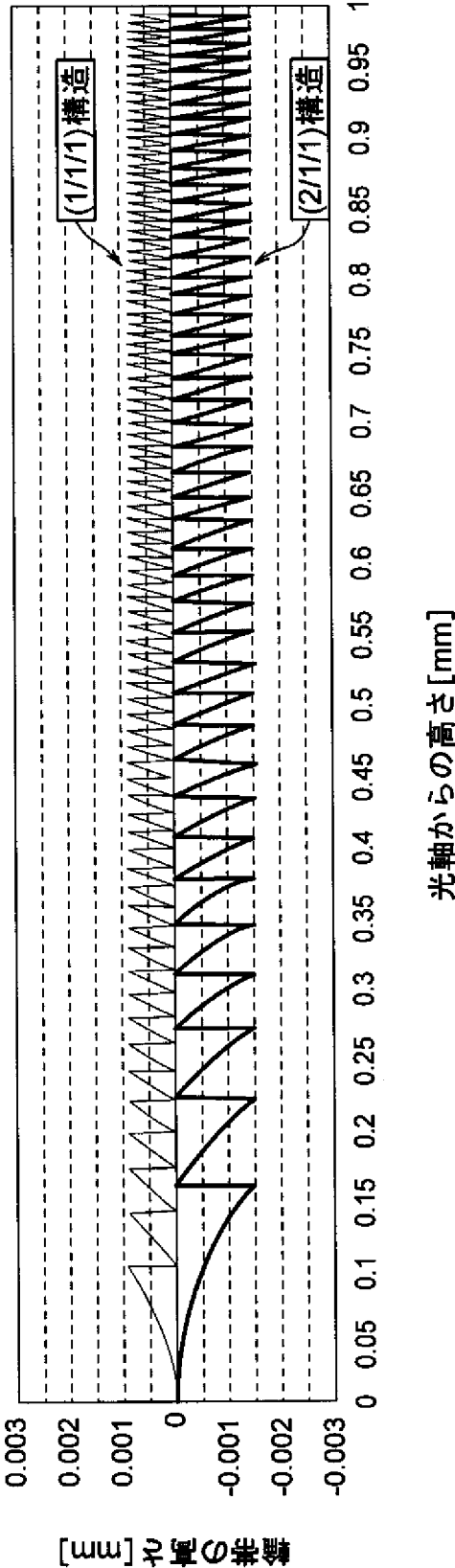
・重畳後



[図48]

【中央領域の回折構造】

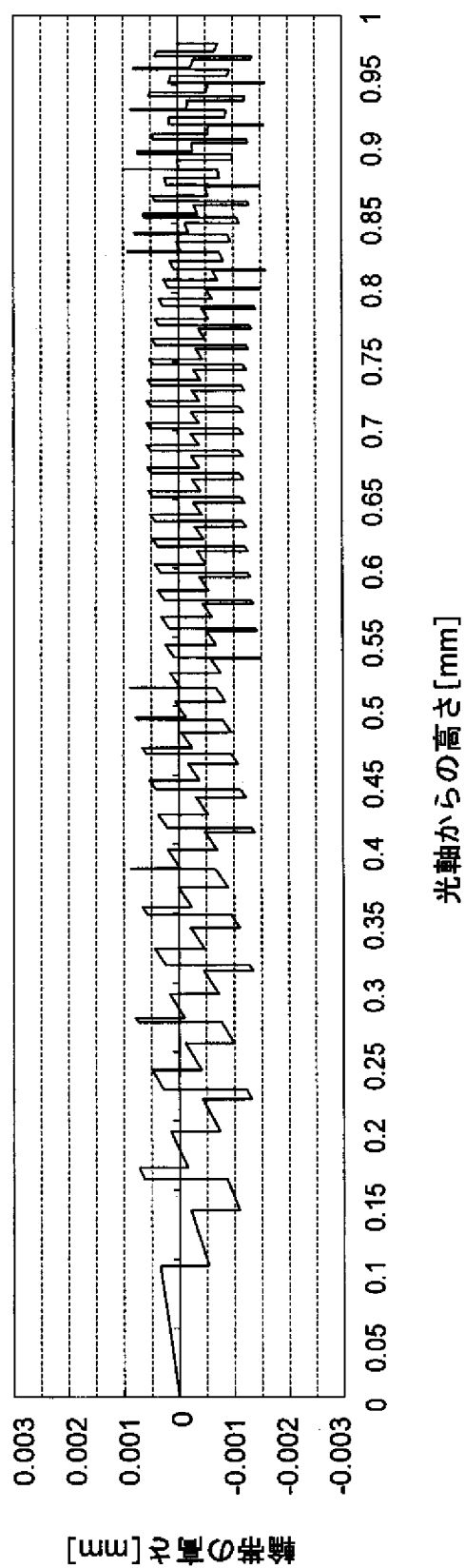
・重畳前



[図49]

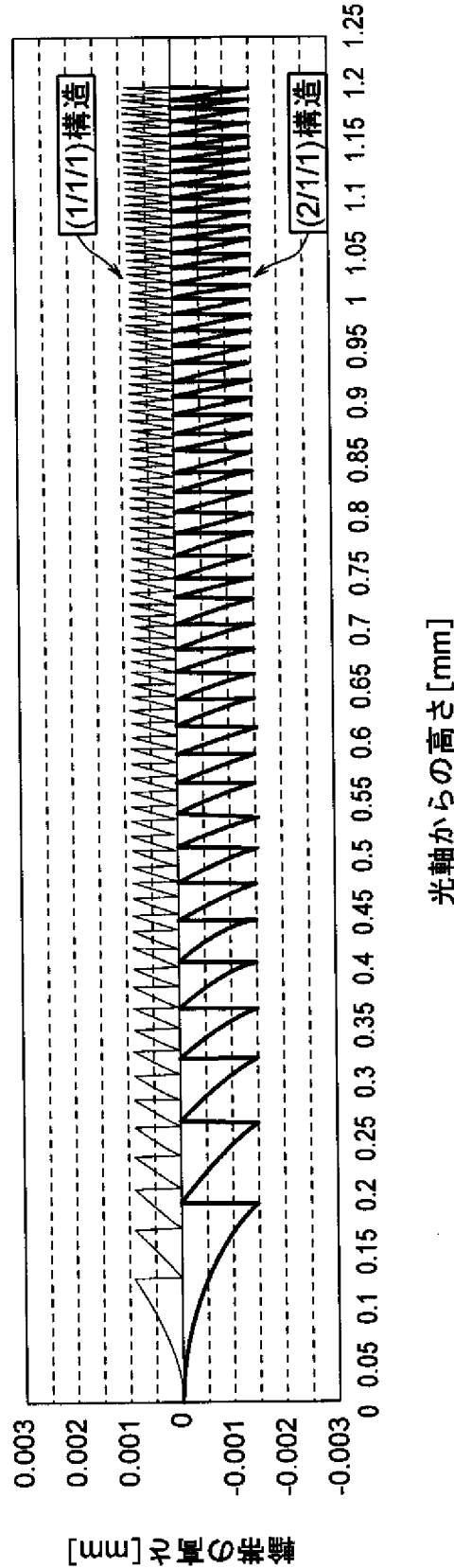
【中央領域の回折構造】

● 重置後



[図50]

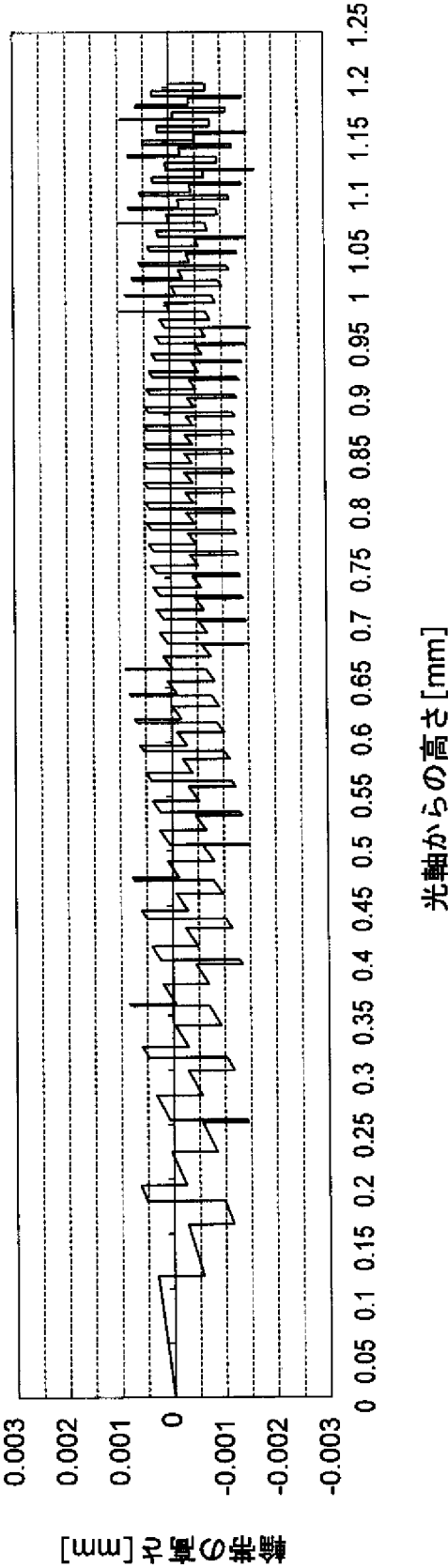
【中央領域の回折構造】
・重畳前



[図51]

【中央領域の回折構造】

・重畳後



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/073430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B 7/1 35 (2012.01)i, G02B3/0 0 (2006.01)i, G02B1 3/0 0 (2006.01)i, G02B1 3/1 8 (2006.01)i

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)

G11B7/135, G02B3/00, G02B13/00, G02B13/18

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 - 2012
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2012	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2012

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.
X Y	WO 2010/013616 AI (Konica Minolta Opto, Inc.), 04 February 2010 (04.02.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-7, 14-21 8-13
Y	WO 2010/128654 AI (Konica Minolta Opto, Inc.), 11 November 2010 (11.11.2010), paragraph [0130] & JP 4636213 B & JP 2011-210346 A & US 2010/0284259 AI & US 2010/0284261 AI & EP 2428953 AI & WO 2010/128654 AI & WO 2010/128653 AI & CN 101882447 A & CN 101901607 A	8-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"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

"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

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 November, 2012 (01.11.12)

Date of mailing of the international search report
13 November, 2012 (13.11.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/135 (2012. 01) i, G02B3/00 (2006. 01) i, G02B13/00 (2006. 01) i, G02B13/18 (2006. 01) i

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 (I P C))

Int.Cl. G11B7/135, G02B3/00, G02B13/00, G02B13/18

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
年

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 請求項の番号
X Y	Wo 2010/013616 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010. 02. 04, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-7, 14-21 8-13
Y	Wo 2010/128654 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010. 11. 11, 段落 【0130】 & JP 4636213 B & JP 2011-210346 A & US 2010/0284259 AI & US 2010/0284261 AI & EP 2428953 AI & wo 2010/128654 AI & wo 2010/128653 AI & CN 101882447 A & CN 101901607 A	8-13

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

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

IA」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
IE」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
I」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)
Iθ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
IP」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

Iτ」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
I&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 1 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

中野 浩昌

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

5 D

9 2 9 4