(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2006 年5 月4 日 (04.05.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/046465 A1

(51) 国際特許分類:
G11B 7/135 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
G02B 13/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/019300

(22) 国際出願日: 2005 年10 月20 日 (20.10.2005)

(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 2004-316778
2004 年10 月29 日 (29.10.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (KONICA MINOLTA OPTO, INC.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町２９７０番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 木村 徹 (KIMURA, Tohru) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町２９７０番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 野村 英司 (NOMURA, Eiji) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町２９７０番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).

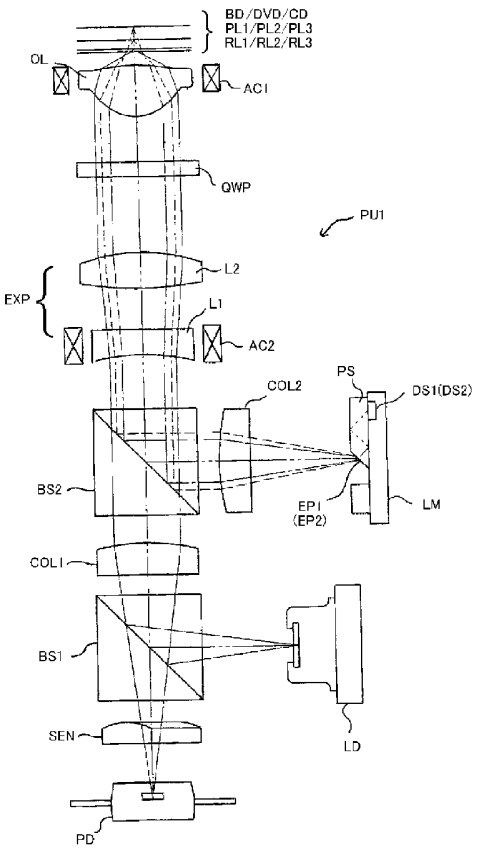
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

[続葉有]

(54) Title: OBJECTIVE LENS, OPTICAL PICKUP, AND OPTICAL DISC DRIVE

(54) 発明の名称: 対物レンズ、光ピックアップ装置及び光ディスクドライブ装置



(57) Abstract: An objective lens of an optical pickup for reproducing and/or recording information by condensing light to the information recording surfaces of first through third information recording media. The objective lens has a single lens structure and is used commonly for the first through third information recording media, and at least one optical plane of the objective lens is divided into at least two regions, a central region including the optical axis and a peripheral region surrounding the central region. A first diffraction structure is formed in the central region, and the objective lens condenses diffraction lights of the same order, out of the diffraction lights of first through third light beams generated in the first diffraction structure, respectively, onto the information recording surfaces of the first through third information recording media. A second diffraction structure is formed in the peripheral region, and the objective lens condenses diffraction lights of different orders, out of the diffraction lights of first and second light beams generated in the second diffraction structure, respectively, onto the information recording surfaces of the first and second information recording media.

(57) 要約: 第１乃至第３光情報記録媒体の情報記録面に集光することにより情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置の対物レンズであって、前記対物レンズは、前記第１乃至第３光情報記録媒体に対して共通に用いられる、単レンズ構成の対物レンズであり、前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸を含む中央領域と、該中央領域を囲む周辺領域との少なくとも２つの領域に分割されてなり、前記中央領域には第１回折構造が形成され、前記対物レンズは、前記第１回折構造で発生する前記第１乃至第３光束の回折光のうち、互いに同じ次数の回折光を、それぞれ、前記第１乃至第３光情報記録媒体の情報記録面上に集光し、前記周辺領域には第２回折構造が形成され、前記対物レンズは、前記第２回折構造で発生する前記第１及び第２光束の回折光のうち、互いに異なる次数の回折光を、それぞれ、第１及び第２光情報記録媒体の情報記録面上に集光する対物レンズ。

WO 2006/046465 A1

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

対物レンズ、光ピックアップ装置及び光ディスクドライブ装置

技術分野

[0001] 本発明は、異なる種類の光情報記録媒体に対して互換可能に情報の記録及び／又は再生を行える光ピックアップ装置に用いられる対物レンズ、それを用いた光ピックアップ装置及び光ディスクドライブ装置に関する。

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や、第2高調波を利用して赤外半導体レーザの波長変換を行う青色SHGレーザ等、波長400～420nmのレーザ光源が実用化されつつある。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、対物レンズの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。以下、本明細書では、青紫色レーザ光源を使用する光ディスク及び光磁気ディスクを総称して「高密度光ディスク」という。

[0003] 尚、NA0．85の対物レンズを使用する高密度光ディスクでは、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、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ものがある。ところで、かかるタイプの高密度光ディスクに対して適切に情報の記録／再生ができると言うだけでは、光ディスクプレーヤ／レコーダの製品としての価値は十分なものとはいえない。現在において、多種多様な情報を記録したDVDやCD(コンパクトディスク)が販売されている現実をふまえると、高密度光ディスクに対して情報の記録／再生ができるだけでは足らず、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、高密度光ディスク用の光ディスクプレーヤ／レコーダとしての商品価値を高めること

に通じるのである。このような背景から、高密度光ディスク用の光ディスクプレーヤ／レコーダに搭載される光ピックアップ装置は、高密度光ディスクとDVD、更にはCDとの何れに対しても互換性を維持しながら適切に情報を記録／再生できる性能を有することが望まれる。

[0004] 高密度光ディスクとDVD、更にはCDとの何れに対しても互換性を維持しながら適切に情報を記録／再生できるようにする方法として、高密度光ディスク用の光学系とDVDやCD用の光学系とを情報を記録／再生する光ディスクの記録密度に応じて選択的に切り替える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。

[0005] 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、高密度光ディスク用の光学系とDVDやCD用の光学系とを共通化して、光ピックアップ装置を構成する光学部品点数を極力減らすのが好ましい。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し、更にこの対物レンズを単レンズ構成と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位相構造を対物レンズに形成する必要がある。

[0006] ここで、特許文献1には、高密度光ディスクとDVDとCDとに対して互換可能に情報の記録及び／又は再生を行える単レンズ構成の対物レンズが開示されている。

特許文献1：特開2004－79146号公報

[0007] しかるに、特許文献1の技術では、高密度光ディスク用の青紫色レーザ光源から射出される光束（以下、青とよぶ）に対して偶数次数の回折光を利用することで、青、DVD用の赤外レーザ光源から射出される光束（以下、赤とよぶ）、CD用の赤外レーザ光源から射出される光束（以下、赤外とよぶ）ともに回折効率を高めているものの、青と赤外の波長比が、略2：1であるため、回折次数×波長で決定される回折角は、青と赤外で略同じとなり、回折作用では、高密度光ディスクとCDとの互換を達成することが難しい。そこで、従来技術の対物レンズは、赤外を発散光入射させることで、高密度光ディスクとCDとの互換を行っている。ところが、この互換方式は、CD使用時に

対物レンズがトラッキング駆動した際のコマ収差発生量が大きく、実用的ではないという問題がある。

発明の開示

[0008] 本発明は、上述の問題を考慮したものであり、回折構造を有し、青紫色レーザ光源を使用する高密度光ディスクとDVDとCDを含む、記録密度が異なる3種類のディスクに対して情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる一群構成の対物レンズ、特に、CD使用時に対物レンズがトラッキング駆動した際のコマ収差発生量が十分に小さい対物レンズ、及びそれを用いた光ピックアップ装置並びに光ディスクドライブ装置を提供することを目的とする。

[0009] 本明細書においては、情報の記録／再生用の光源として、青紫色半導体レーザや青紫色SHGレーザを使用する光ディスク（光情報記録媒体ともいう）を総称して「高密度光ディスク」といい、NA0．85の対物光学系により情報の記録／再生を行い、保護基板の厚さが0．1mm程度である規格の光ディスク（例えば、BD:ブルーレイディスク）の他に、NA0．65乃至0．67の対物光学系により情報の記録／再生を行い、保護基板の厚さが0．6mm程度である規格の光ディスク（例えば、HD DVD:以下HDと略記する）も含むものとする。また、このような保護基板をその情報記録面上に有する光ディスクの他に、情報記録面上に数～数十nm程度の厚さの保護膜を有する光ディスクや、保護基板或いは保護膜の厚さが0の光ディスクも含むものとする。また、本明細書においては、高密度光ディスクには、情報の記録／再生用の光源として、青紫色半導体レーザや青紫色SHGレーザを使用する光磁気ディスクも含まれるものとする。

[0010] 更に、本明細書においては、DVDとは、DVD－ROM、DVD－Video、DVD－Audio、DVD－RAM、DVD－R、DVD－RW、DVD＋R、DVD＋RW等のDVD系列光ディスクの総称であり、CDとは、CD－ROM、CD－Audio、CD－Video、CD－R、CD－RW等のCD系列光ディスクの総称である。記録密度は、高密度光ディスクが最も高く、次いでDVD、CDの順に低くなる。

[0011] 項1に記載の対物レンズはは、第1光源から出射される第1波長λ1（λ1＜450nm）の第1光束を、厚さt1の第1保護基板を介して第1光情報記録媒体の情報記録面

に集光することにより、情報の再生及び／又は記録を行い、第2光源から出射される第2波長λ2(1．5×λ1＜λ2＜1．7×λ1)の第2光束を、厚さt2(t1≦t2)の第2保護基板を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光することにより、情報の再生及び／又は記録を行い、第3光源から出射される第3波長λ3(1．9×λ1＜λ3＜2．1×λ1)の第3光束を、厚さt3(t2＜t3)の第3保護基板を介しての第3光情報記録媒体の情報記録面に集光することにより、情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、 前記対物レンズは、前記第1乃至第3光情報記録媒体に対して共通に用いられる、単レンズ構成の対物レンズであり、

前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸を含む中央領域と、該中央領域を囲む周辺領域との少なくとも2つの領域に分割されてなり、

前記中央領域には第1回折構造が形成され、前記対物レンズは、前記第1回折構造で発生する前記第1乃至第3光束の回折光のうち、互いに同じ次数の回折光を、それぞれ、前記第1乃至第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光し、

前記周辺領域には第2回折構造が形成され、前記対物レンズは、前記第2回折構造で発生する前記第1及び第2光束の回折光のうち、互いに異なる次数の回折光を、それぞれ、第1及び第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光しする。

[0012] 本発明に係る対物レンズでは、異なる3つの波長(例えば青、赤、赤外)の光束に対して、同一の回折次数の回折光を発生する回折構造を、第3光情報記録媒体(例えばCD)の開口数内に相当する中央領域に形成することで、第1光情報記録媒体(例えば高密度光ディスク)と第3光情報記録媒体(例えばCD)とのいずれに対しても互換可能に情報の記録及び／又は再生ができるように、それら情報記録面に適切な集光スポットを形成している。同次回折光を利用すると、波長λ1の光束と波長λ3の光束の回折角に差が出るので、第3光情報記録媒体使用時の対物レンズの倍率が小さくなりすぎず、トラッキング駆動した際のコマ収差発生量を低減できる。

[0013] 尚、本発明の対物レンズにおいて、領域の数は2に限定されるものではなく、中央領域をさらに複数の領域に分割したり、周辺領域をさらに複数の領域に分割しても良い。記録／再生の対象となる光情報記録媒体の数や規格に応じて、それぞれの光情報記録媒体に対する記録／再生特性が最良となるように、領域の数を適宜変更可

能である。例えば、BDとHDとDVDとCDとに対して互換性を有する対物レンズを設計する際には、CDの開口数内に相当する領域、CDの開口数からDVDの開口数に相当する領域、DVDの開口数からHDの開口数に相当する領域、HDの開口数からBDの開口数に相当する領域、の4つの領域に分割するのが好ましい。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]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2]対物レンズOLの構成を概略的に示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、本発明の好ましい形態を説明する。

[0016] 項2に記載の構成は、項1に記載の対物レンズにおいて、前記前記中央領域における前記第1光束の回折効率を$\eta 11$、前記周辺領域における前記第1光束の回折効率を$\eta 21$としたとき、以下の式を満たす。

[0017] $$\eta 11 \leqq \eta 21 \quad (1)$$

回折効率は回折構造の輪帯深さに依存するので、本発明の対物レンズが搭載される光ピックアップ装置の用途に応じて、中央領域の各波長に対する回折効率を適宜設定可能である。例えば、第1光情報記録媒体(例えば高密度光ディスク)に対して記録及び／又は再生を行い、第2、3光情報記録媒体(例えばDVDとCD)に対して再生のみ行う光ピックアップ装置の場合には、中央領域の回折効率は波長$\lambda 1$の光束(例えば青)重視とするのが好ましい。一方、第1光情報記録媒体(後えば高密度光ディスク)に対して再生のみを行い、第2、3光情報記録媒体(例えばDVDとCD)に対して記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の場合には、中央領域の回折効率は波長$\lambda 2$, 3の光束(例えば赤、赤外)重視とするのが好ましい。

[0018] 何れも場合でも、条件式(1)を満たす設計にすることで、各領域の面積加重平均により計算される波長$\lambda 1$の光束(例えば青)の回折効率を高く確保することが可能となる。尚、中央領域の回折効率を波長$\lambda 2$, $\lambda 3$の光束(例えば赤、赤外)重視とした場合には、同領域の波長$\lambda 1$の光束(例えば青)の回折効率は低くなるが、第1光情報記録媒体(例えば高密度光ディスク)の開口数は第3光情報記録媒体(例えばCD)の開口数に比べて大きい為、波長$\lambda 1$の光束(例えば青)の有効径全体で考えると中

央領域の回折効率低下は、それほど大きな影響を与えない。

[0019] また、波長λ1，λ2の光束(例えば青と赤)で互いに異なる回折次数の回折光を発生する第2回折構造を、周辺領域、すなわち第3光情報記録媒体(例えばCD)の開口数内に相当する中央領域以外の領域に形成することで、波長λ1，λ2の光束(例えば青と赤)とに対して高い回折効率を確保しつつ、第1、2光情報記録媒体(例えば高密度光ディスクとDVD)の互換を達成できる。

[0020] 尚、本明細書における回折効率は、以下のように定義することができる。

(1) 本発明に係る対物レンズと同一の焦点距離、レンズ厚さ、開口数を有し、同一の材料で形成され、第1及び第2回折構造が形成されない対物レンズの透過率を、中央領域と周辺領域に分けて測定する。この際、中央領域の透過率は、周辺領域に入射する光束を遮断して測定し、周辺領域の透過率は、中央領域に入射する光束を遮断して測定する。

(2) 本発明の対物レンズの透過率を、中央領域と周辺領域に分けて測定する。

(3) (2)の結果を(1)の結果で割った値を各領域の回折効率とする。

[0021] 項3に記載の対物レンズは、項1に記載の構成において、前記第1回折構造において、前記互いに同じ次数は1である。

[0022] 前記中央領域の回折次数を1とすると、前記中央領域の各波長に対する回折効率を設定する際の輪帯深さの選択の幅が大きくなり、様々な用途の光ピックアップ装置に適用可能な対物レンズを提供できる。

[0023] 項4に記載の対物レンズは、項3に記載の構成において、前記第1回折構造のブレーズ化波長は、前記第1波長λ1と前記第2波長λ2の間の波長である。

[0024] 前記中央領域の回折次数を1の場合には、ブレーズ化波長を第1波長λ1と第2波長λ2の間の波長とすると、光ピックアップ装置の用途に応じた各波長の回折効率の設定が可能となる。

[0025] 項5に記載の対物レンズは、項1乃至4のいずれかに記載の構成において、前記第1回折構造の回折パワーは負である。

[0026] 前記第1回折構造の回折パワーを負とすると、保護基板の厚みの差に起因する球面収差や波長の差に起因する球面収差を良好に補正可能である。

[0027] 項6に記載の対物レンズは、項1に記載の構成において、前記第2回折構造において、前記互いに異なる次数は、前記第1光束においては2であり、前記第2光束においては1である。

[0028] 前記第2回折構造の回折次数を前記波長λ1の光束(例えば青)で2次、前記波長λ2の光束(例えば赤)で1次とすると、それぞれの波長の回折効率を確保しつつ、回折角の差を最大にとれるので、大きいピッチでの互換確保が可能となり、回折構造の形状誤差による回折効率の損失を低減することができる。

[0029] 項7に記載の対物レンズは、項6に記載の構成において、前記第2回折構造のブレーズ化波長は、前記第1波長λ1よりも短波長である。

[0030] 前記第2回折構造の回折効率を、前記波長λ1の光束(例えば青)と前記波長λ2の光束(例えば赤)とで両立させる為には、ブレーズ化波長を第1波長λ1よりも短波長とするのが好ましい。

[0031] 項8に記載の対物レンズは、項1に記載の構成において、前記第2回折構造は、光軸を含む断面形状が複数のレベル面を含む階段状とされたパターンを同心円状に配列し、所定のレベル面の個数毎に、そのレベル面数に対応した段数分の高さだけ段をシフトさせた波長選択型回折構造であり、前記第2回折構造において、前記互いに異なる次数は、前記第1光束においては0であり、前記第2光束においては1である。

[0032] 前記第2位相構造として項8に記載のような回折作用の波長選択型回折構造を使用すると、第2光束の位相を独立に制御できるので、第2光束に対する球面収差を良好に補正可能である。結果として、第2光情報記録媒体に対する記録／再生特性に優れる対物レンズを提供できる。

[0033] 「波長選択型回折構造」とは、各ブレーズ内に所定数の段差を形成し、各ブレーズの光軸を含む断面形状を階段状にした回折構造を指す。波長が互いに異なる光束をそれぞれA、Bとしたとき、光束Aに対して、各ブレーズ内に形成する段差により付加される光路差を、光束Aの波長の整数倍とし、各ブレーズ内の段差の数を適切に設定することで、光束Aは回折せずに光束Bを回折させる波長選択性を持った回折作用を与えることができる。なお階段形状の段数や階段の高さ、幅などは、補正する

球面収差の量や波長に応じて適宜設計可能である。具体的には、特開平9－306018号に記載されている。

[0034] 項9に記載の対物レンズは、項8に記載の構成において、前記第2回折構造において、前記パターンの1つ分の段差により前記第1波長λ1に付加される光路差は、前記第1波長λ1の2倍であるので、波長選択型回折構造の1つ分の段差を、光路差換算で第1波長λ1の2倍に相当する深さに設定することで、何れの波長の光束に対しても高い回折効率(透過率)を確保できる。

[0035] 項10に記載の対物レンズは、項8又は9に記載の構成において、前記第2回折構造において、前記所定のレベル面の個数は4、5、6の何れかである。波長選択型回折構造では回折作用を受ける光束の回折効率は、1つ分の段差だけでなく、レベル面数にも依存する。このレベル面数を4，5、6のいずれかに設定することで第2光束の回折効率を大きく確保することが可能となる。第2光束の回折効率を最大にするためには、レベル面数を5にするのが好ましい。

[0036] 項11に記載の対物レンズは、項1乃至10のいずれかに記載の構成において、前記周辺領域は、前記中央領域を囲む第1周辺領域と、該第1周辺領域を囲む第2周辺領域の少なくとも2つの領域に更に分割されてなり、前記第2回折構造は、前記第1周辺領域に形成され、前記第2周辺領域は前記第2回折構造が形成されない非球面である。

[0037] 対物レンズにおいて、前記第1光情報記録媒体(例えば高密度光ディスク)に使用する光束のみが通過する専用領域は、一般的に非球面の傾斜が大きいため、この領域に回折構造を形成するとシェーディング(輪帯段差による光束のケラレ)による透過率の損失が発生する。この領域を回折構造が形成されない非球面とすると、波長λ1の光束(例えば青)の透過率を高くできる。

[0038] 項12に記載の対物レンズは、項1乃至11のいずれかに記載の構成において、前記対物レンズは、第3回折構造を更に有し、前記対物レンズは、前記第3回折構造で発生する前記第1光束の回折光のうち、10次回折光を前記第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光し、該第3回折構造で発生する前記第2光束の回折光のうち、6次回折光を前記第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光し、該第3回折構造

で発生する前記第3光束の回折光のうち、5次回折光を前記第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光する。

第3回折構造の回折次数として、波長λ1の光束(例えば青)に対しては10次、波長λ2の光束(例えば赤)に対しては6次、波長λ3の光束(例えば赤外)に対しては5次を利用することで、各光束の回折角を略一致させることが可能となるため、第1回折構造及び第2回折構造による球面収差補正特性に影響を与えることなく、各光束の波長領域における微小な波長変化や、温度変化による集光特性の劣化を補償することができる。

[0039] 項13に記載の対物レンズは、項12に記載の構成において、前記第3回折構造は、±5nmの範囲内の波長変化に伴う、前記第1波長λ1の光束の近軸像点位置の変動を補償する。

[0040] 記録／再生波長の短波長化により色収差が大きくなるため、半導体レーザ光源のモードホップによる近軸像点位置の変動が大きくなる。そのため、高密度光ディスク用の光ピックアップ光学系では色収差を補正する必要がある。第3回折構造の作用によりこの色収差を補正することにより記録／再生特性に優れた対物レンズを提供できる。

[0041] 項14に記載の対物レンズは、項12に記載の構成において、前記第3回折構造は、±5nmの範囲内の波長変化に伴う、前記第1波長λ1の光束の球面収差の変動を補償する。

[0042] 対物レンズが高開口数化されると、微小な波長変化による球面収差変動も無視できない量となる。この球面収差変動が光ピックアップ光学系で補償されていないと、半導体レーザ光源の選別が必要になり光ピックアップ装置のコスト増大を招来する。第3回折構造の作用によりこの球面収差変動を補正することにより使用可能な波長領域の広い対物レンズを提供できる。

[0043] 項15に記載の対物レンズは、項12に記載の構成において、前記第3回折構造は、±30℃の範囲内の温度変化に伴う、前記第1波長λ1の光束の球面収差の変動を補償する。

[0044] 対物レンズが高開口数化されると、温度変化による球面収差変動も無視できない

量となる。特にこの球面収差変動は、対物レンズを樹脂製としたときに問題となる。第3回折構造の作用によりこの球面収差変動を補正することにより使用可能な温度領域の広い対物レンズを提供できる。

[0045] 項16に記載の対物レンズは、項1乃至15のいずれかに記載の構成において、樹脂製である。前記対物レンズに樹脂を用いることにより、安定した性能で安価に大量生産することが可能となるとともに、軽量であるので、フォーカス駆動やトラッキング駆動用のアクチュエータの消費電力が少なくて済み、アクチュエータを小型にできる。また、溶融状態の粘性が低いので、成形により回折構造を良好に転写することが可能になる。また、樹脂中に酸化防止剤が添加されていることが好ましく、これにより、青に対する耐光性を向上させることができる。

[0046] 項17に記載の対物レンズは、項16に記載の構成において、温度変化に伴う屈折率の変化率の符号が前記樹脂とは反対であって、直径が30nm以下である粒子を前記樹脂中に分散させている。

[0047] 母材となる樹脂に30nm以下の粒子を分散させた材料として、アサーマル樹脂が知られている。アサーマル樹脂は、通常の光学用途との樹脂に比べ、温度変化に対する屈折率変化が小さいという特徴を有するので、回折構造による温度特性の改善効果を控えめにすることが可能となり、それによって、回折構造による波長特性の劣化を低減したり、光学素子の設計自由度を拡げたり、製造誤差や組立精度の許容範囲を拡大したりすることができる。

[0048] 一般に、透明な樹脂材料に粉末を混合させると、光の散乱が生じ、透過率が低下するため、光学材料として使用することは困難であったが、微粉末を透過光束の波長より小さい平均粒径が30nm以下の微粒子とすることにより、散乱が事実上発生しないようにできることがわかってきた。

[0049] 温度変化に伴う屈折率の変化率の符号が前記樹脂とは反対であって、直径が30nm以下である粒子を樹脂中に分散させることにより、樹脂と同様の成形性を有しながら、温度変化に伴う屈折率の変化率が小さい材料を得ることができる。このような材料により本発明の対物レンズを形成することにより、成形により安定した性能で安価に大量生産することが可能でありながら、温度変化に伴う球面収差の変動が小さい高

開口数の対物レンズを提供できる。この際、上記樹脂は、以下の条件を満たすことが好ましい。

[0050] $|A| < 8 \times 10^{-5}$

ただし、Aは次式で示される値;

[0051] [数4]

$$A=\frac{(n^2+2)(n^2-1)}{6n}\left\{(-3\alpha)+\frac{1}{[R]}\frac{\partial[R]}{\partial t}\right\} \quad (4)$$

α：線膨張係数，[R]：分子屈折

[0052] 温度変化に伴う屈折率変化は、ローレンツ・ローレンツの式に基づいて、屈折率nを温度tで微分することにより、上式4で表される。

[0053] 樹脂の場合は一般に第1項に比べて第2項の寄与が小さく、ほぼ無視できる。たとえばPMMA樹脂の場合、線膨張係数αは7×10^{-5}であり、上記式に代入すると、-1.2×10^{-4}となり、実測値とおおむね一致する。

[0054] ここで、項17に記載の対物レンズでは、微粒子、好ましくは無機微粒子を樹脂中に分散させることにより、実質的に上記式の第2項の寄与を大きくし、第1項の線膨張による変化と打ち消しあうようにさせている。

[0055] 例えば、温度変化に伴う屈折率の変化率の符号が前記樹脂とは反対であって、直径が30nm以下である粒子を樹脂中に分散させることにより、樹脂と同様の成形性を有しながら、温度変化に伴う屈折率の変化率が小さい材料を得ることができる。

[0056] 一般的に熱可塑性樹脂のdn／dTは負の値を持つ、即ち温度の上昇に伴い屈折率が小さくなる。従って、熱可塑性樹脂組成物の｜dn／dT｜を効率的に小さくする為には、dn／dTが大きい微粒子を分散させることが好ましい。屈折率変化率dn／dTが大きいとは、母材となる樹脂の屈折率変化率の符号が負である場合には、それよりもゼロに近い負の屈折率変化率を微粒子が持つこと、及び符号が正である屈折率変化率を微粒子が持つことの両者を含む。

[0057] このような微粒子を熱可塑性樹脂に分散させることで、少ない量で効果的に熱可塑性樹脂組成物の｜dn／dT｜を小さくすることができる。

[0058] 具体的には、従来は-1.2×10^{-4}程度であったdn／dTを、絶対値で10×10^{-5}

未満に抑えることが好ましい。そして好ましくは8×10^{-5}未満、さらに好ましくは6×10^{-5}未満にすることが、光学設計、あるいは光学素子として好ましい。

[0059] また第2項の寄与をさらに大きくして、当初の樹脂とは逆の温度特性を持たせることも可能である。つまり、温度が上昇することによって、屈折率が低下するのではなく、逆に屈折率が増加するような材料を得ることもできる。

[0060] また、樹脂中に分散させる粒子は無機材料であることがこのましい。この無機材料が酸化物であることがより好ましく、この酸化物が飽和酸化状態であることが最も好ましい。酸化物が飽和酸化状態であると、青の照射時の透過率や波面収差の劣化の原因となる酸化作用の進行を防ぐことができる。

[0061] 無機物であることは、高分子有機化合物である母材となる樹脂との反応が低く抑えられるために好ましく、また酸化物であることによって、レーザ光照射等の実使用に伴う劣化を防ぐことが出来る。特に高温化や、レーザ光を照射されるという過酷な条件において、樹脂の酸化が促進されやすくなるが、このような無機酸化物の微粒子であれば、酸化による劣化を防ぐことが出来る。

[0062] また、その他の要因による樹脂の酸化を防止するために、酸化防止剤を樹脂材料中に添加することも勿論可能である。

[0063] 分散される微粒子のdn／dTは、母材となる熱可塑性樹脂のdn／dTの値により適宜選択することができるが、一般的に光学素子に好ましく用いられる熱可塑性樹脂に微粒子を分散させる場合は、微粒子のdn／dTが-20×10^{-6}よりも大きいことが好ましく、-10×10^{-6}よりも大きいことが更に好ましい。

[0064] なお、熱可塑性樹脂中に分散される無機微粒子としては特に限定はなく、得られる熱可塑性樹脂組成物の温度による屈折率の変化率が小さいということを達成能とする無機微粒子の中から任意に選択することができる。具体的には酸化物微粒子、金属塩微粒子、半導体微粒子などが好ましく用いられ、この中から、光学素子として使用する波長領域において吸収、発光、蛍光等が生じないものを適宜選択して使用することが好ましい。

本発明において用いられる酸化物微粒子としては、金属酸化物を構成する金属が、Li、Na、Mg、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Rb、Sr

、Y、Nb、Zr、Mo、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Cs、Ba、La、Ta、Hf、W、Ir、Tl、Pb、Bi及び希土類金属からなる群より選ばれる1種または2種以上の金属である金属酸化物を用いることができ、具体的には、例えば、酸化珪素、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化インジウム、酸化錫、酸化鉛、これら酸化物より構成される複酸化物であるニオブ酸リチウム、ニオブ酸カリウム、タンタル酸リチウム、アルミニウム・マグネシウム酸化物($MgAl_2O_4$)等が挙げられる。また、本発明において用いられる酸化物微粒子として希土類酸化物を用いることもでき、具体的には酸化スカンジウム、酸化イットリウム、酸化ランタン、酸化セリウム、酸化プラセオジム、酸化ネオジム、酸化サマリウム、酸化ユウロピウム、酸化ガドリニウム、酸化テルビウム、酸化ジスプロシウム、酸化ホルミウム、酸化エルビウム、酸化ツリウム、酸化イッテルビウム、酸化ルテチウム等も挙げられる。金属塩微粒子としては、炭酸塩、リン酸塩、硫酸塩などが挙げられ、具体的には炭酸カルシウム、リン酸アルミニウム等が挙げられる。

[0065] また、本発明における半導体微粒子とは、半導体結晶組成の微粒子を意味し、該半導体結晶組成の具体的な組成例としては、炭素、ケイ素、ゲルマニウム、錫等の周期表第14族元素の単体、リン(黒リン)等の周期表第15族元素の単体、セレン、テルル等の周期表第16族元素の単体、炭化ケイ素(SiC)等の複数の周期表第14族元素からなる化合物、酸化錫(IV)(SnO_2)、硫化錫(II, IV)($Sn(II)Sn(IV)S_3$)、硫化錫(IV)(SnS_2)、硫化錫(II)(SnS)、セレン化錫(II)(SnSe)、テルル化錫(II)(SnTe)、硫化鉛(II)(PbS)、セレン化鉛(II)(PbSe)、テルル化鉛(II)(PbTe)等の周期表第14族元素と周期表第16族元素との化合物、窒化ホウ素(BN)、リン化ホウ素(BP)、砒化ホウ素(BAs)、窒化アルミニウム(AlN)、リン化アルミニウム(AlP)、砒化アルミニウム(AlAs)、アンチモン化アルミニウム(AlSb)、窒化ガリウム(GaN)、リン化ガリウム(GaP)、砒化ガリウム(GaAs)、アンチモン化ガリウム(GaSb)、窒化インジウム(InN)、リン化インジウム(InP)、砒化インジウム(InAs)、アンチモン化インジウム(InSb)等の周期表第13族元素と周期表第15族元素との化合物(あるいはIII－V族化合物半導体)、硫化アルミニウム(Al_2S_3)、セレン化アルミニウム(Al_2Se_3)、硫化ガ

リウム(Ga_2S_3)、セレン化ガリウム(Ga_2Se_3)、テルル化ガリウム(Ga_2Te_3)、酸化インジウム(In_2O_3)、硫化インジウム(In_2S_3)、セレン化インジウム(In_2Se_3)、テルル化インジウム(In_2Te_3)等の周期表第13族元素と周期表第16族元素との化合物、塩化タリウム(I)(TlCl)、臭化タリウム(I)(TlBr)、ヨウ化タリウム(I)(TlI)等の周期表第13族元素と周期表第17族元素との化合物、酸化亜鉛(ZnO)、硫化亜鉛(ZnS)、セレン化亜鉛(ZnSe)、テルル化亜鉛(ZnTe)、酸化カドミウム(CdO)、硫化カドミウム(CdS)、セレン化カドミウム(CdSe)、テルル化カドミウム(CdTe)、硫化水銀(HgS)、セレン化水銀(HgSe)、テルル化水銀(HgTe)等の周期表第12族元素と周期表第16族元素との化合物(あるいはII－VI族化合物半導体)、硫化砒素(III)(As_2S_3)、セレン化砒素(III)(As_2Se_3)、テルル化砒素(III)(As_2Te_3)、硫化アンチモン(III)(Sb_2S_3)、セレン化アンチモン(III)(Sb_2Se_3)、テルル化アンチモン(III)(Sb_2Te_3)、硫化ビスマス(III)(Bi_2S_3)、セレン化ビスマス(III)(Bi_2Se_3)、テルル化ビスマス(III)(Bi_2Te_3)等の周期表第15族元素と周期表第16族元素との化合物、酸化銅(I)(Cu_2O)、セレン化銅(I)(Cu_2Se)等の周期表第11族元素と周期表第16族元素との化合物、塩化銅(I)(CuCl)、臭化銅(I)(CuBr)、ヨウ化銅(I)(CuI)、塩化銀(AgCl)、臭化銀(AgBr)等の周期表第11族元素と周期表第17族元素との化合物、酸化ニッケル(II)(NiO)等の周期表第10族元素と周期表第16族元素との化合物、酸化コバルト(II)(CoO)、硫化コバルト(II)(CoS)等の周期表第9族元素と周期表第16族元素との化合物、四酸化三鉄(Fe_3O_4)、硫化鉄(II)(FeS)等の周期表第8族元素と周期表第16族元素との化合物、酸化マンガン(II)(MnO)等の周期表第7族元素と周期表第16族元素との化合物、硫化モリブデン(IV)(MoS_2)、酸化タングステン(IV)(WO_2)等の周期表第6族元素と周期表第16族元素との化合物、酸化バナジウム(II)(VO)、酸化バナジウム(IV)(VO_2)、酸化タンタル(V)(Ta_2O_5)等の周期表第5族元素と周期表第16族元素との化合物、酸化チタン(TiO_2、Ti_2O_5、Ti_2O_3、Ti_5O_9等)等の周期表第4族元素と周期表第16族元素との化合物、硫化マグネシウム(MgS)、セレン化マグネシウム(MgSe)等の周期表第2族元素と周期表第16族元素との化合物、酸化カドミウム(II)クロム(III)($CdCr_2O_4$)、セレン化カドミウム(II)クロム(III)($CdCr_2Se_4$)、硫化銅(II)クロム(III)($CuCr_2S_4$)、セレン化水銀(II)クロム(III)($HgCr_2Se_4$)等の

カルコゲンスピネル類、バリウムチタネート($BaTiO_3$)等が挙げられる。なお、G. Schmidら;Adv. Mater., 4巻, 494頁(1991)に報告されている(BN)75(BF2)15F15や、D. Fenskeら;Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 29巻, 1452頁(1990)に報告されている$Cu_{146}Se_{73}$(トリエチルホスフィン)$_{22}$のように構造の確定されている半導体クラスターも同様に例示される。

dn／dTが大きい微粒子として、好ましくは、例えば、窒化ガリウム、硫化亜鉛、酸化亜鉛、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウムなどが用いられる。

[0066] ちなみに、母材となる樹脂は、特開2004－144951号公報、特開2004－144953号公報、特開2004－144954号公報等に記載されているような樹脂を適宜好ましく採用することができる。

[0067] 一方、熱可塑性樹脂に微粒子を分散させる際には、母材となる熱可塑性樹脂と微粒子の屈折率の差が小さいことが望ましい。発明者らの検討の結果、熱可塑性樹脂と分散される微粒子の屈折率の差が小さいと、光を透過させた場合に散乱を起こし難いということがわかった。熱可塑性樹脂に微粒子を分散させる際、粒子が大きい程、光を透過させた時の散乱を起こしやすくなるが、熱可塑性樹脂と分散される微粒子の屈折率の差が小さいと、比較的大きな微粒子を用いても光の散乱が発生する度合いが小さいことを発見した。熱可塑性樹脂と分散される微粒子の屈折率の差は、0～0．3の範囲であることが好ましく、更に0～0．15の範囲であることが好ましい。

[0068] 光学材料として好ましく用いられる熱可塑性樹脂の屈折率は、1．4～1．6程度である場合が多く、これらの熱可塑性樹脂に分散させる材料としては、例えばシリカ(酸化ケイ素)、炭酸カルシウム、リン酸アルミニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、アルミニウム・マグネシウム酸化物などが好ましく用いられる。

[0069] また、発明者らの研究により、比較的屈折率の低い微粒子を分散させることで、熱可塑性樹脂組成物のdn／dTを効果的に小さくすることができることがわかった。屈折率が低い微粒子を分散した熱可塑性樹脂組成物の｜dn／dT｜が小さくなる理由について、詳細はわかっていないものの、樹脂組成物における無機微粒子の体積分率の温度変化が、微粒子の屈折率が低いほど、樹脂組成物の｜dn／dT｜を小さくする方向に働くのではないかと考えられる。比較的屈折率が低い微粒子としては、例

えばシリカ(酸化ケイ素)、炭酸カルシウム、リン酸アルミニウムが好ましく用いられる。

[0070] 熱可塑性樹脂組成物のdn／dTの低減効果、光透過性、所望の屈折率等を全て同時に向上させることは困難であり、熱可塑性樹脂に分散させる微粒子は、熱可塑性樹脂組成物に求める特性に応じて、微粒子自体のdn／dTの大きさ、微粒子のdn／dTと母材となる熱可塑性樹脂のdn／dTとの差、及び微粒子の屈折率等を考慮して適宜選択することができる。更に、母材となる熱可塑性樹脂との相性、即ち、熱可塑性樹脂に対する分散性、散乱を引き起こし難い微粒子を適宜選択して用いることは、光透過性を維持する上で好ましい。

[0071] 例えば、光学素子に好ましく用いられる環状オレフィンポリマーを母材として用いる場合、光透過性を維持しながら｜dn／dT｜を小さくする微粒子としては、シリカが好ましく用いられる。

[0072] 上記の微粒子は、1種類の無機微粒子を用いてもよく、また複数種類の無機微粒子を併用してもよい。異なる性質を有する複数種類の微粒子を用いることで、必要とされる特性を更に効率よく向上させることもできる。

[0073] また、本発明に係る無機微粒子は、平均粒子径が1nm以上、30nm以下が好ましく、1nm以上、20nm以下がより好ましく、さらに好ましくは1nm以上、10nm以下である。平均粒子径が1nm未満の場合、無機微粒子の分散が困難になり所望の性能が得られない恐れがあることから、平均粒子径は1nm以上であることが好ましく、また平均粒子径が30nmを超えると、得られる熱可塑性材料組成物が濁るなどして透明性が低下し、光線透過率が70％未満となる恐れがあることから、平均粒子径は30nm以下であることが好ましい。ここでいう平均粒子径は各粒子を同体積の球に換算した時の直径(球換算粒径)の体積平均値を言う。

[0074] さらに、無機微粒子の形状は、特に限定されるものではないが、球状の微粒子が好適に用いられる。具体的には、粒子の最小径(微粒子の外周に接する2本の接線を引く場合における当該接線間の距離の最小値)／最大径(微粒子の外周に接する2本の接線を引く場合における当該接線間の距離の最大値)が0．5～1．0であることが好ましく、0．7～1．0であることが更に好ましい。

[0075] また、粒子径の分布に関しても特に制限されるものではないが、本発明の効果をよ

り効率よく発現させるためには、広範な分布を有するものよりも、比較的狭い分布を持つものが好適に用いられる。

[0076] 母材となる樹脂と粒子との混合・分散は、光学素子の射出成形時にインラインで行うことが好ましい。いいかえると、混合・分散した後は、光学素子(レンズ)に成形される迄、冷却・固化されないようにすることが好ましい。

また、樹脂と粒子との体積比が、9:1ないし3:2であることが好ましく、これにより樹脂の成形性を損なうことなく、温度変化に伴う屈折率の変化率が小さい材料が得られる。

[0077] 項18に記載の対物レンズは、項1乃至15のいずれかに記載の構成において、ガラス転移点が400℃以下である低融点ガラス製である。

[0078] このような低融点ガラスを用いることで、成形金型の長寿命化を図れるとともに、溶融時の粘性が低いので成形により回折構造を良好に転写することが可能になる。このような転移点Tgが400℃以下の低融点ガラスとしては、住田光学社製のK－PG325, K－PG375がある。

[0079] 項19に記載の対物レンズは、項1乃至18のいずれかに記載の構成において、前記第1波長λ1に対する第1設計倍率をm1、前記第2波長λ2に対する第2設計倍率をm2、前記第3波長λ3に対する第3設計倍率をm3としたとき、以下の式を満たす。

[0080] $m1=m2=0$ (2)

$-0.07 \leqq m3 \leqq 0$ (3)

以上の式(2)、(3)を満たすことで、第1光情報記録媒体及び第2光情報記録媒体に対する記録／再生時のトラッキング駆動により発生するコマ収差をゼロにすることができるとともに、第3光束に対する球面収差を良好に補正することが可能となる。本発明の対物レンズでは、第1光情報記録媒体と第3光情報記録媒体との互換のために、第1波長λ1と第3波長λ3で同次回折光を利用しているので、第3光情報記録媒体使用時の倍率が式(3)の範囲内に納めることが可能であり、対物レンズがトラッキング駆動した際のコマ収差発生量が小さく、良好なトラッキング特性が得られる。

[0081] 項20に記載の対物レンズは、項1乃至19のいずれかに記載の構成において、前

記中央領域と前記周辺領域の面積の和をST、前記中央領域の面積をSC、としたとき、以下の式を満たす。

[0082] SC／ST＜0．5 (4)

式(4)を満たしていれば、中央領域の回折効率を波長λ2，λ3の光束(例えば赤、赤外)重視とした場合であっても、各領域の面積加重平均により計算される波長λ1の光束(例えば青)の回折効率を高く確保することが可能となる。

[0083] 項21に記載の光ピックアップ装置は、

厚さt1の第1保護基板を有する第1光情報記録媒体で情報の再生及び／又は記録を行うための第1波長λ1(λ1＜450nm)の第1光束を出射する第1光源と、

厚さt2(t1≦t2)の第2保護基板を有する第2光情報記録媒体で情報の再生及び／又は記録を行うための第2波長λ2(1．5×λ1＜λ2＜1．7×λ1)の第2光束を出射する第2光源と、

第3保護基板を有する第3光情報記録媒体で情報の再生及び／又は記録を行うための第3波長λ3(1．9×λ1＜λ3＜2．1×λ1)の第3光束を出射する第3光源と、

前記第1乃至第3光束を第1乃至第3光情報記録媒体の情報記録面にそれぞれ集光させる項1乃至項20のいずれか1項に記載の対物レンズとを搭載する。

[0084] 項22に記載の光ディスクドライブ装置は、項21に記載の光ピックアップ装置及び前記光ピックアップ装置を前記第1乃至第3光情報記録媒体のそれぞれの半径方向に移動させる移動装置を搭載する。

[0085] 本明細書中において、対物レンズとは、光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指すものとする。

[0086] 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。まず、図1を用いて本実施の形態にかかる光ピックアップ装置について説明する。尚、本実施の形態にかかる光ピックアップ装置PU1は、光ディスクドライブ装置に組み込むことが可能である。

[0087] 図1は、高密度光ディスクBDとDVDとCDとの何れに対しても適切に情報の記録

／再生を行える光ピックアップ装置PU1の構成を概略的に示す図である。BDの光学的仕様は、波長λ1＝408nm、第1保護基板PL1の厚さt1＝0．1mm、開口数NA1＝0．85であり、DVDの光学的仕様は、波長λ2＝658nm、第2保護基板PL2の厚さt2＝0．6mm、開口数NA2＝0．65であり、CDの光学的仕様は、波長λ3＝785nm、第3保護基板PL3の厚さt3＝1．2mm、開口数NA3＝0．45である。但し、波長、保護基板の厚さ、及び開口数の組合せはこれに限られない。

[0088] 光ピックアップ装置PU1は、BDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され408nmの青紫色レーザ光束（第1光束）を射出する青紫色半導体レーザLD（第1光源）、DVDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され658nmのレーザ光束（第2光束）を射出する第2の発光点EP1（第2光源）と、CDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され785nmのレーザ光束（第3光束）を射出する第2の発光点EP2（第3光源）と、DVDの情報記録面RL2からの反射光束を受光する第1の受光部DS1と、CDの情報記録面RL3からの反射光束を受光する第2の受光部DS2と、プリズムPSとから構成された光源モジュールLM、BD用の光検出器PD、光源側の光学面が、光軸を含む中央領域と、該中央領域を囲む第1周辺領域と、該第1周辺領域を囲む第2周辺領域の3つの領域に分割されてなり、中央領域には第1回折構造が形成され、第1周辺領域には第2回折構造が形成され、第2周辺領域は、回折構造が形成されない非球面とされ、さらに、光情報記録媒体側の光学面に第3回折構造が形成された単レンズ構成の樹脂製の対物レンズOL、2軸アクチュエータAC1、1軸アクチュエータAC2、第1乃至第3光束が共通して通過する共通光路内に配置され、1軸アクチュエータAC2より光軸方向に変移可能とされた第1レンズL1と、第2レンズL2とから構成されたビームエキスパンダーEXP、第1偏光ビームスプリッタBS1、第2偏光ビームスプリッタBS2、1／4波長板QWP、情報記録面RL1からの反射光束に対して非点収差を付加するためのセンサーレンズSEN、第1光束のみが通過する専用光路内に配置され第1光束を平行光束に変換する第1コリメータCOL1、第2光束と第3光束を平行光束に変換する第2コリメータCOL2とから構成されている。尚、BD用の光源として、上述の青紫色半導体レーザLD1の他に青紫色SHGレーザを使用することもできる。

[0089] 光ピックアップ装置PU1において、BDに対して情報の記録／再生を行う場合には、ビームエキスパンダーEXPから平行光束の状態で第1光束が射出されるように、第1レンズL1の光軸方向の位置を1軸アクチュエータAC2により調整した後、青紫色半導体レーザLDを発光させる。青紫色半導体レーザLD1から射出された発散光束は、図1において実線でその光線経路を描いたように、第1偏光ビームスプリッタBS1により反射された後、コリメータにより平行光束に変換され、ビームエキスパンダーEXPにより拡径され、1／4波長板QWPを通過し、図示しない絞りにより光束径が規制され、対物レンズOLに平行光の状態で入射した後、そこからBDの保護基板PL1を介して情報記録面RL1上に形成されるスポットとなる。このとき、対物レンズOLの中央領域と第1周辺領域と第2周辺領域、及びを光情報記録媒体側の光学面を通過した光束により、BDの情報記録面RL1に集光スポットが形成されるようになっている。対物レンズOLは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行う。

[0090] 情報記録面RL1で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOL、1／4波長板QWP、ビームエキスパンダーEXP及び第2偏光ビームスプリッタBS2を透過した後、第1コリメータCOL1により収斂光束にされ、第1偏光ビームスプリッタBS1を透過した後、センサーレンズSENにより非点収差が付加され、光検出器PDの受光面上に収束する。そして、光検出器PDの出力信号を用いてBDに記録された情報を読み取ることができる。

[0091] また、光ピックアップ装置PU1において、DVDに対して情報の記録／再生を行う場合には、ビームエキスパンダーEXPから平行光束の状態で第2光束が射出されるように、第1レンズL1の光軸方向の位置を1軸アクチュエータAC2により調整した後、第1の発光点EP1を発光させる。第1の発光点EP1から射出された発散光束は、図1において破線でその光線経路を描いたように、プリズムPSで反射された後、第2コリメータCOL2により平行光束に変換される。その後、第2偏光ビームスプリッタBS2により反射され、ビームエキスパンダーEXPにより拡径された後、1／4波長板QWPを通過し、対物レンズOLに平行光の状態で入射した後、そこからDVDの保護基板PL2を介して情報記録面RL2上に形成されるスポットとなる。このとき、対物レンズOLの

中央領域と第1周辺領域、及びを光情報記録媒体側の光学面を通過した光束により、DVDの情報記録面RL2に集光スポットが形成されるようになっている。対物レンズOLは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行う。

[0092] 情報記録面RL2で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOL、1／4波長板QWP、ビームエキスパンダーEXPを透過した後、第2偏光ビームスプリッタBS2により反射され、第コリメータCOL2により収斂光束に変換される。その後、プリズム内で2回反射された後、第1の受光部DS1に収束する。そして、第1の受光部DS1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。

[0093] また、光ピックアップ装置PU1において、CDに対して情報の記録／再生を行う場合には、ビームエキスパンダーEXPから弱発散光束の状態で第3光束が射出されるように、第1レンズL1の光軸方向の位置を1軸アクチュエータAC2により調整した後、第2の発光点EP2を発光させる。第2の発光点EP2から射出された発散光束は、図1において一点鎖線でその光線経路を描いたように、プリズムPSで反射された後、第2コリメータCOL2により平行光束に変換される。その後、第2偏光ビームスプリッタBS2により反射され、ビームエキスパンダーEXPにより拡径された後、1／4波長板QWPを通過し、対物レンズOLに平行光又は弱有限発散光の状態で入射した後、そこからCDの保護基板PL3を介して情報記録面RL3上に形成されるスポットとなる。このとき、対物レンズOLの中央領域、及びを光情報記録媒体側の光学面を通過した光束により、CDの情報記録面RL3に集光スポット形成されるようになっている。対物レンズOLは、その周辺に配置された2軸アクチュエータAC1によってフォーカシングやトラッキングを行う。

[0094] 情報記録面RL3で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物レンズOL、1／4波長板QWP、ビームエキスパンダーEXPを透過した後、第2偏光ビームスプリッタBS2により反射され、第コリメータCOL2により収斂光束に変換される。その後、プリズム内で2回反射された後、第2の受光部DS2に収束する。そして、第2の受光部DS2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。

[0095] 次に、図2を用いて対物レンズOLの構成について説明する。対物レンズOLの光

源側の光学面S1は、上述したように、光軸を含む中央領域A1と、該中央領域を囲む第1周辺領域A2と、該第1周辺領域を囲む第2周辺領域A3の3つの領域に分割されてなり、中央領域A1には第1回折構造11が形成され、第1周辺領域A2には第2回折構造12が形成され、第2周辺領域A3は、回折構造が形成されない非球面とされている。中央領域A1の非球面形状と第1回折構造の形状は、第1乃至第3光束の1次回折光を、それぞれの光情報記録媒体の情報記録面上に集光するように決定されている。BDとCDとの互換を1次回折光を利用して達成することで、CD使用時の倍率が小さくなりすぎないようにしたため、良好なトラッキング特性を得ている。また、第1回折構造11の輪帯深さは、第2光束の回折効率が91%、また、第3光束の回折効率が72%となるように決定しているため、DVDやCDに対する高速での記録や再生が可能である。

[0096] また、第1周辺領域A2の非球面形状と第2回折構造(本実施の形態では、波長選択型回折構造)の形状は、第1光束の0次回折光(透過光)をBDの光情報記録媒体の情報記録面上に集光し、第2光束の1次回折光(透過光)をDVDの光情報記録媒体の情報記録面上に集光するように決定されている。第2回折構造12の各光束に対する回折効率は、第1光束に対しては100%、第2光束に対しては88%であり、何れの光束に対しても十分に高い回折効率(透過率)を得ている。

[0097] また、第2周辺領域A3の非球面形状は、第1光束をBDの光情報記録媒体の情報記録面上に集光するように決定されている。本実施形態の対物レンズでは、第2周辺領域に回折構造を形成しないことで、輪帯段差による光束のケラレを防ぎ、第1光束の透過率を向上させている。

[0098] 尚、中央領域では、第2光束と第3光束の回折効率を重視した設計となっているため、第1光束の回折効率は60%となる。しかるに、第2回折構造12の第1光束に対する回折効率(透過率)を100%とし(すなわち、式(1)を満たす)、第2周辺領域を回折構造が形成されない非球面としたことで、各領域の面積加重平均により計算される第1光束の回折効率は86%となり、BDに対する高速での記録や再生が可能である。

さらに、光情報記録媒体側の光学面S2には、第3回折構造13が形成されている。こ

の第3回折構造13は、温度変化に伴う球面収差の変動を補償するための構造であり、入射光束の波長が長くなった場合に、球面収差が補正不足方向に変化するような球面収差の依存性を有している。

本実施の形態の対物レンズでは、第1回折構造11を、第2光束と第3光束の回折効率を重視した設計としたが、第1光束の回折効率を重視した設計としてもよく、光ピックアップ装置の用途に応じて適宜設定可能である。

また、本実施の形態の対物レンズでは、第2回折構造12を波長選択型回折構造としたが、第1光束に対しては2次回折光を発生し、第2光束に対しては1次回折光を発生するブレーズ型回折構造としてもよい。

また、本実施の形態の対物レンズでは、第3回折構造13により温度変化に伴う球面収差の変動を補償する構成としたが、第1光束の波長変化に伴う近軸像点位置の変動や、第1光束の波長変化に伴う球面収差の変動を補償する構成としてもよい。

また、本実施の形態の対物レンズでは、第1保護基板と第2保護基板の厚みの差に起因する球面収差は、中央領域A1と第1周辺領域A2の範囲内でのみ補正され、第2周辺領域A3では補正されない構成となっている。第2周辺領域を通過する第2光束はDVDの情報記録面上でフレア成分となり、DVDに対する開口制限が自動的に行われる構成となっている。

また、本実施の形態の対物レンズでは、第1保護基板と第3保護基板の厚みの差に起因する球面収差は、中央領域の範囲内でのみ補正され、第1周辺領域と第2周辺領域では補正されない構成となっている。第1周辺領域と第2周辺領域を通過する第3光束はCDの情報記録面上でフレア成分となり、CDに対する開口制限が自動的に行われる構成となっている。

[0099] なお、ビームエキスパンダーEXPの第1レンズL1を1軸アクチュエータAC2により光軸方向に駆動させることで、BDの情報記録面RL1上に形成されたスポットの球面収差を補正できる。第1レンズL1の位置調整により補正する球面収差の発生原因は、例えば、第1光源LDの製造誤差による波長ばらつき、温度変化に伴う対物レンズの屈折率変化や屈折率分布、2層ディスク、4層ディスク等の多層ディスクの情報記録層間のフォーカスジャンプ、BDの保護層の製造誤差による厚みばらつきや厚み

分布、等である。

[0100] また、本実施の形態においては、第1の発光点EP1と第2の発光点EP2とを一つのチップ上に形成したレーザモジュールLMを用いることとしたが、これに限らず、更にBD用の波長408nmのレーザ光束を射出する発光点も同一のチップ上に形成したBD／DVD／CD用光源モジュールを用いても良い。あるいは、青紫色半導体レーザと赤色半導体レーザと赤外半導体レーザの3つの光源を1つの筐体内に納めたBD／DVD／CD用光源ユニットを用いても良い。

[0101] また、本実施の形態においては、光源と光検出器PDとを別体に配置する構成としたが、これに限らず、光源と光検出器とを集積化した光源モジュールを用いても良い。

(実施例1)

次に、実施例について説明する。実施例1は、図1に示す光ピックアップ装置に好適な樹脂製の対物レンズのものである。実施例1の対物レンズは、光源側光学面が、光軸を含む第2面(中央領域)、その周囲の第2'面(第1周辺領域)、更にその周囲の第2"面(第2周辺領域)の3領域に分けられている。ここで、第2面にはブレーズ化波長550nmの回折構造(第1回折構造)が形成され、その回折次数はBD:1次、DVD:1次、CD:1次であり、その回折効率はBD:(η11=)60%、DVD:91%、CD:72%となっている。また、第2'面には、BDとCDでは回折せず、DVDのみを回折させるような回折作用の波長選択性を有する波長選択型回折構造が形成されている。1つ分の段差は光路差換算で第1光束の2倍に相当する深さに設定されており、各パターン内に形成されるレベル面数は5とし、レベル面数5に対応した4段分の高さだけ段をシフトさせた構造である。対物レンズの第1光束に対する屈折率は1.5609であるので、1つ分の段差Δ1は、Δ1=2×0.408／(1.5609－1)=1.455μmである。段差Δ1により第1光束に付加される光路差Lは、第1波長λ1の2倍であるので、第1光束は波長選択型回折構造により何ら作用を受けずにそのまま透過する。また、段差Δ1により第3光束に付加される光路差Mは、対物レンズの第3光束に対する屈折率が1.5384であるので、M=1.455×(1.5384－1)／0.785=0.998であり、第3光束のほぼ1倍となり、第3光束も波長選択型回折構造により何ら作用

を受けずにそのまま透過する。一方、段差Δ1により第2光束に付加される光路差Nは、対物レンズの第2光束に対する屈折率が1．5420であるので、N＝1．455×（1．5420－1）／0．658＝1.198であり、段差Δ1の前後のレベル面を通過する第2光束の位相差（光学的に等位相となる2πの整数倍分を差し引いた位相差）は2π×0．198となる。1つのパターン内のレベル面数は5であるので、パターン1つ分ではちょうど第2光束の位相差は5×2π×0．198≒2πとなり、1次回折光が発生する。回折効率は、それぞれ、BD:（η21＝）100%、DVD:88%、CD:100%となっている。更に、第2”面は非球面形状である。一方、光ディスク側光学面（第3面）には、ブレーズ化波長408nmの回折構造（第3回折構造）が形成され、その回折次数はBD:10次、DVD:6次、CD:5次であり、その回折効率はBD:100%、DVD:100%、CD:100%となっている。かかる実施例1の対物レンズにおいては、＋30℃の温度変化に伴う球面収差変化は0．006λRMS（第3面に回折構造を付与しないときは0．168λRMS）であり、トータル回折効率は、BD:86%、DVD:89%、CD:72%となっている。なお、本実施例の対物レンズでは、中央領域と第1周辺領域と第2周辺領域の面積の和であるSTと、中央領域の面積であるSCの比SC／STは、0．33である。

[0102] 実施例1のレンズデータ（焦点距離、像面側開口数、倍率を含む）を表1に示す。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、$2．5\times10^{-3}$）を、E（例えば、2．5E－3）を用いて表すものとする。

[0103] [表1]

実施例1 レンズデータ

対物レンズの焦点距離	f_1=2.19mm	f_2=2.26mm	f_3=2.28mm
開口数	NA1:0.85	NA2:0.66	NA3:0.46
倍率	m1:0	m2:0	m3:−0.0426

第i面	ri	di(408nm)	ni (408nm)	di(658nm)	ni(658nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		∞		∞		55.000	
1(絞り径)		0.0(φ3.74mm)		0.0(φ2.94mm)		0.0(φ2.14mm)	
2	1.4707	2.680	1.5609	2.680	1.5420	2.680	1.5384
2'	1.4960	0.000		0.000		0.000	
2''	1.4909	0.000		0.000		0.000	
3	−3.2474	0.726	1.0000	0.475	1.0000	0.211	1.0000
4	∞	0.0875	1.6184	0.6	1.5773	1.2	1.5709
5	∞						

*2'は、第2面から第2'面までの変位を表す。
*2''は、第2'面から第2''面までの変位を表す。

第2面(0mm≦h≦1.100mm)

非球面係数

κ	−7.0427E−01
A4	7.4223E−03
A6	−2.0190E−03
A8	2.4523E−03
A10	−7.3015E−04
A12	−7.0596E−05
A14	2.3442E−04
A16	−1.6860E−04
A18	4.4733E−05
A20	−4.4166E−06

光路差関数(BD:1次 DVD:1次 CD:1次 製造波長550nm)

C1	4.4371E−03
C2	−1.6945E−03
C3	−1.2404E−03
C4	9.2878E−04
C5	−2.8718E−04

第2'面(1.100mm≦h≦1.500mm)

非球面係数

κ	−6.6076E−01
A4	8.3930E−03
A6	−1.6207E−03
A8	2.8973E−03
A10	−1.4249E−03
A12	2.2693E−04
A14	2.2356E−04
A16	−1.6524E−04
A18	4.8206E−05
A20	−5.4013E−06

光路差関数(BD:0次 DVD:1次 CD:0次 製造波長658nm)

C1	2.6114E−03
C2	−2.0837E−03
C3	8.4202E−04
C4	−3.8289E−04
C5	4.0704E−05

第2''面(1.500mm<h)

非球面係数

κ	−6.5972E−01
A4	7.8024E−03
A6	−1.9518E−03
A8	2.8832E−03
A10	−1.3937E−03
A12	2.5822E−04
A14	2.3117E−04
A16	−1.7041E−04
A18	4.4685E−05
A20	−4.2425E−06

第3面

非球面係数

κ	−8.0855E+01
A4	1.3795E−01
A6	−1.0111E−01
A8	7.2824E−02
A10	−4.4906E−02
A12	1.3758E−02
A14	−1.4902E−03

光路差関数(BD:10次 DVD:6次 CD:5次 製造波長408nm)

C1	−2.8868E−03
C2	−3.5861E−03
C3	6.5773E−04
C4	5.3262E−04
C5	−1.2290E−04

[0104] 対物レンズの光学面は、それぞれ数1式に、表1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。

[0105] [数1]

$$X(h) = \frac{(h^2/r)}{1+\sqrt{1-(1+\kappa)(h/r)^2}} + \sum_{i=0}^{10} A_{2i}h^{2i}$$

[0106] ここで、X(h)は光軸方向の軸(光の進行方向を正とする)、κは円錐係数、A_{2i}は非球面係数、hは光軸からの高さである。

[0107] また、回折構造により各波長の光束に対して与えられる光路長は、数2式の光路差関数に、表1に示す係数を代入した数式で規定される。

[0108] [数2]

$$\Phi(h) = \lambda/\lambda_B \times dor \times \sum_{i=0}^{5} C_{2i}h^{2i}$$

[0109] λは入射光束の波長、λBは製造波長(ブレーズ化波長)、dorは回折次数、C_{2i}は光路差関数の係数である。

(実施例2)

実施例2は、図1に示す光ピックアップ装置に好適な樹脂製の対物レンズのものである。実施例2の対物レンズは、光源側光学面が、光軸を含む第2面(中央領域)、その周囲の第2'面(第1周辺領域)、更にその周囲の第2"面(第2周辺領域)の3領域に分けられている。ここで、第2面にはブレーズ化波長450nmの回折構造(第1回折構造)が形成され、その回折次数はBD:1次、DVD:1次、CD:1次であり、その回折効率はBD:(η11=)96%、DVD:69%、CD:50%となっている。また、第2'面には、BDとCDでは回折せず、DVDのみを回折させるような回折作用の波長選択性を有する波長選択型回折構造が形成されている。1つ分の段差は光路差換算で第1光

束の2倍に相当する深さ1.455μmに設定されており、各パターン内に形成されるレベル面数は5とし、レベル面数5に対応した4段分の高さだけ段をシフトさせた構造である。以上のような波長選択型回折構造では、BDとCDは回折させず(0次光)、DVDでは1次回折光が発生する。回折効率は、それぞれ、BD:(η21=)100%、DVD:88%、CD:100%となっている。更に、第2"面は非球面形状である。一方、光ディスク側の光学面(第3面)には、ブレーズ化波長408nmの回折構造(第3回折構造)が形成され、その回折次数はBD:10次、DVD:6次、CD:5次であり、その回折効率はBD:100%、DVD:100%、CD:100%となっている。かかる実施例2の対物レンズにおいては、+5nmの波長シフトに伴う球面収差変化は0.014λRMS(第3面に回折構造を付与しないときは0.057λRMS)であり、トータル回折効率は、BD:99%、DVD:77%、CD:50%となっている。なお、本実施例の対物レンズでは、中央領域と第1周辺領域と第2周辺領域の面積の和であるSTと、中央領域の面積であるSCの比SC/STは、0.33である。

[0110] 実施例2のレンズデータ(焦点距離、開口数、倍率を含む)を表2に示す。

[0111] [表2]

実施例2 レンズデータ

対物レンズの焦点距離	f_1=2.19mm	f_2=2.27mm	f_3=2.29mm
開口数	NA1:0.85	NA2:0.66	NA3:0.46
倍率	m1:0	m2:0	m3:−0.0428

第i面	ri	di(408nm)	ni (408nm)	di(658nm)	ni(658nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		∞		∞		55.000	
1(絞り径)		0.0(φ3.74mm)		0.0(φ2.94mm)		0.0(φ2.14mm)	
2	1.4286	2.680	1.5609	2.680	1.5420	2.680	1.5384
2'	1.4593	0.000		0.000		0.000	
2''	1.4617	0.000		0.000		0.000	
3	−2.2243	0.688	1.0000	0.441	1.0000	0.180	1.0000
4	∞	0.0875	1.6184	0.6	1.5773	1.2	1.5709
5	∞						

*2'は、第2面から第2'面までの変位を表す。
*2''は、第2'面から第2''面までの変位を表す。

第2面(0mm≦h≦1.100mm)

非球面係数

κ	−7.0134E−01
A4	7.0920E−03
A6	1.4253E−05
A8	9.0832E−04
A10	−1.7105E−04
A12	−7.0596E−05
A14	2.3442E−04
A16	−1.6860E−04
A18	4.4733E−05
A20	−4.4166E−06

光路差関数(BD:1次 DVD:1次 CD:1次 製造波長450nm)

C1	4.2034E−03
C2	−1.6294E−03
C3	−3.4770E−04
C4	5.5174E−05
C5	1.1691E−05

第2'面(1.100mm≦h≦1.500mm)

非球面係数

κ	−6.4991E−01
A4	9.5889E−03
A6	−1.8587E−03
A8	2.8967E−03
A10	−1.3809E−03
A12	2.6008E−04
A14	2.2946E−04
A16	−1.7007E−04
A18	4.4481E−05
A20	−4.0742E−06

光路差関数(BD:0次 DVD:1次 CD:0次 製造波長658nm)

C1	2.8479E−03
C2	−1.9011E−03
C3	6.8280E−04
C4	−3.2458E−04
C5	3.2276E−05

第2''面(1.500mm<h)

非球面係数

κ	−6.4595E−01
A4	9.9369E−03
A6	−1.8594E−03
A8	2.8418E−03
A10	−1.3971E−03
A12	2.6228E−04
A14	2.3303E−04
A16	−1.6966E−04
A18	4.4655E−05
A20	−4.2998E−06

第3面

非球面係数

κ	−3.0729E+01
A4	1.1013E−01
A6	−9.7440E−02
A8	7.5519E−02
A10	−4.3741E−02
A12	1.3990E−02
A14	−1.8474E−03

光路差関数(BD:10次 DVD:6次 CD:5次 製造波長408nm)

C1	2.0845E−03
C2	−2.1074E−03
C3	5.5688E−04
C4	−2.4506E−05
C5	1.1668E−05

[0112] (実施例3)

実施例3は、図1に示す光ピックアップ装置に好適な樹脂製の対物レンズのものである。実施例3の対物レンズは、光源側光学面が、光軸を含む第2面(中央領域)、その周囲の第2'面(第1周辺領域)、更にその周囲の第2"面(第2周辺領域)の3領域に分けられている。ここで、第2面にはブレーズ化波長550nmの回折構造(第1回折構造)が形成され、その回折次数はBD:1次、DVD:1次、CD:1次であり、その回折効率はBD:(η11=)60%、DVD:91%、CD:72%となっている。又、第2'面には、ブレーズ化波長395nmの回折構造(第2回折構造)が形成され、その回折次数はBD:2次、DVD:1次、(CD:1次)であり、その回折効率はBD:(η21=)98%、DVD:92%、(CD:100%)となっている。更に、第2"面は非球面形状である。一方、光ディスク側の光学面(第3面)には、ブレーズ化波長408nmの回折構造(第3回折構造)が形成され、その回折次数はBD:10次、DVD:6次、CD:5次であり、その回折効率はBD:100%、DVD:100%、CD:100%となっている。かかる実施例2の対物レンズにおいては、+0.5nmの波長シフトに伴うデフォーカス発生量は0.043λRMS(第3面に回折構造を付与しないときは0.096λRMS)であり、トータル回折効率は、BD:86%、DVD:91%、CD:72%となっている。なお、本実施例の対物レンズでは、中央領域と第1周辺領域と第2周辺領域の面積の和であるSTと、中央領域の面積であるSCの比SC/STは、0.33である。

[0113] 実施例3のレンズデータ(焦点距離、開口数、倍率を含む)を表3に示す。

[0114] [表3]

実施例3 レンズデータ

対物レンズの焦点距離	f_1=2.20mm	f_2=2.28mm	f_3=2.30mm
開口数	NA1:0.85	NA2:0.65	NA3:0.46
倍率	m1:0	m2:0	m3:−0.0429

第i面	ri	di(408nm)	ni (408nm)	di(658nm)	ni(658nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		∞		∞		55.000	
1(絞り径)		0.0(φ3.74mm)		0.0(φ2.92mm)		0.0(φ2.14mm)	
2	1.4484	2.680	1.5609	2.680	1.5420	2.680	1.5384
2'	1.5992	0.000		0.000		0.000	
2''	1.4846	0.000		0.000		0.000	
3	−3.4317	0.710	1.0000	0.466	1.0000	0.207	1.0000
4	∞	0.0875	1.6184	0.6	1.5773	1.2	1.5709
5	∞						

*2'は、第2面から第2'面までの変位を表す。
*2''は、第2'面から第2''面までの変位を表す。

第2面(0mm≦h≦1.100mm)

非球面係数

κ	−6.9288E−01
A4	1.0152E−02
A6	−4.8538E−03
A8	3.9584E−03
A10	−9.8134E−04
A12	−7.0596E−05
A14	2.3442E−04
A16	−1.6860E−04
A18	4.4733E−05
A20	−4.4166E−06

光路差関数(BD:1次 DVD:1次 CD:1次 製造波長550nm)

C1	5.1550E−03
C2	1.9077E−04
C3	−3.3455E−03
C4	1.9654E−03
C5	−4.9197E−04

第2'面(1.100mm≦h≦1.500mm)

非球面係数

κ	−5.9613E−01
A4	1.2496E−02
A6	1.4801E−03
A8	3.5195E−03
A10	−1.3432E−03
A12	2.5269E−04
A14	2.3449E−04
A16	−1.5798E−04
A18	4.6523E−05
A20	−6.1623E−06

光路差関数(BD:2次 DVD:1次 CD:1次 製造波長395nm)

C1	−6.4521E−03
C2	5.5565E−04
C3	9.1363E−04
C4	2.4708E−04
C5	−4.0088E−05

第2''面(1.500mm<h)

非球面係数

κ	−6.4628E−01
A4	1.0155E−02
A6	−1.7509E−03
A8	2.7930E−03
A10	−1.4184E−03
A12	2.5914E−04
A14	2.3395E−04
A16	−1.6915E−04
A18	4.4715E−05
A20	−4.3843E−06

第3面

非球面係数

κ	−7.8822E+01
A4	1.0232E−01
A6	−1.0022E−01
A8	7.7291E−02
A10	−4.4312E−02
A12	1.4066E−02
A14	−1.8746E−03

光路差関数(BD:10次 DVD:6次 CD:5次 製造波長408nm)

C1	−2.6424E−03
C2	1.3222E−04
C3	4.2562E−05
C4	−6.5338E−05
C5	5.9834E−05

産業上の利用可能性

[0115] 本発明によれば、回折構造を有し、青紫色レーザ光源を使用する高密度光ディスクとDVDとCDを含む、記録密度が異なる3種類のディスクに対して情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる一群構成の対物レンズ、特に、CD使用時に対物レンズがトラッキング駆動した際のコマ収差発生量が十分に小さい対物レンズ、及びそれを用いた光ピックアップ装置並びに光ディスクドライブ装置を提供することができる。

請求の範囲

[1] 第1光源から出射される第1波長λ1(λ1＜450nm)の第1光束を、厚さt1の第1保護基板を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光することにより、情報の再生及び／又は記録を行い、第2光源から出射される第2波長λ2(1．5×λ1＜λ2＜1．7×λ1)の第2光束を、厚さt2(t1≦t2)の第2保護基板を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光することにより、情報の再生及び／又は記録を行い、第3光源から出射される第3波長λ3(1．9×λ1＜λ3＜2．1×λ1)の第3光束を、厚さt3(t2＜t3)の第3保護基板を介しての第3光情報記録媒体の情報記録面に集光することにより、情報の再生及び／又は記録を行う光ピックアップ装置の対物レンズであって、

前記対物レンズは、前記第1乃至第3光情報記録媒体に対して共通に用いられる、単レンズ構成の対物レンズであり、

前記対物レンズの少なくとも一方の光学面は、光軸を含む中央領域と、該中央領域を囲む周辺領域との少なくとも2つの領域に分割されてなり、

前記中央領域には第1回折構造が形成され、前記対物レンズは、前記第1回折構造で発生する前記第1乃至第3光束の回折光のうち、互いに同じ次数の回折光を、それぞれ、前記第1乃至第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光し、

前記周辺領域には第2回折構造が形成され、前記対物レンズは、前記第2回折構造で発生する前記第1及び第2光束の回折光のうち、互いに異なる次数の回折光を、それぞれ、第1及び第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光する対物レンズ。

[2] 前記前記中央領域における前記第1光束の回折効率をη11、前記周辺領域における前記第1光束の回折効率をη21としたとき、以下の式を満たす請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

$$\eta 11 \leqq \eta 21 \quad (1)$$

[3] 前記第1回折構造において、前記互いに同じ次数は1である請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

[4] 前記第1回折構造のブレーズ化波長は、前記第1波長λ1と前記第2波長λ2の間の波長である請求の範囲第3項に記載の対物レンズ。

[5] 前記第1回折構造の回折パワーは負である請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

[6] 前記第2回折構造において、前記互いに異なる次数は、前記第1光束においては2であり、前記第2光束においては1である請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

[7] 前記第2回折構造のブレーズ化波長は、前記第1波長λ1よりも短波長である請求の範囲第6項に記載の対物レンズ。

[8] 前記第2回折構造は、光軸を含む断面形状が階段状とされたパターンを同心円状に配列し、所定のレベル面の個数毎に、そのレベル面数に対応した段数分の高さだけ段をシフトさせた波長選択型回折構造であり、前記第2回折構造において、前記互いに異なる次数は、前記第1光束においては0であり、前記第2光束においては1である請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

[9] 前記第2回折構造において、前記パターンの1つ分の段差により前記第1波長λ1に付加される光路差は、前記第1波長λ1の2倍である請求の範囲第8項に記載の対物レンズ。

[10] 前記第2回折構造において、前記所定のレベル面の個数は4、5、6の何れかである請求の範囲第8項に記載の対物レンズ。

[11] 前記周辺領域は、前記中央領域を囲む第1周辺領域と、該第1周辺領域を囲む第2周辺領域の少なくとも2つの領域に更に分割されてなり、前記第2回折構造は、前記第1周辺領域に形成され、前記第2周辺領域は前記第2回折構造が形成されない非球面である請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

[12] 前記対物レンズは、第3回折構造を更に有し、前記対物レンズは、前記第3回折構造で発生する前記第1光束の回折光のうち、10次回折光を前記第1光情報記録媒体の情報記録面上に集光し、該第3回折構造で発生する前記第2光束の回折光のうち、6次回折光を前記第2光情報記録媒体の情報記録面上に集光し、該第3回折構造で発生する前記第3光束の回折光のうち、5次回折光を前記第3光情報記録媒体の情報記録面上に集光する請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

[13] 前記第3回折構造は、±5nmの範囲内の波長変化に伴う、前記第1波長λ1の光束の近軸像点位置の変動を補償する請求の範囲第12項に記載の対物レンズ。

[14] 前記第3回折構造は、±5nmの範囲内の波長変化に伴う、前記第1波長λ1の光束の球面収差の変動を補償する請求の範囲第12項に記載の対物レンズ。

[15] 前記第3回折構造は、±30℃の範囲内の温度変化に伴う、前記第1波長λ1の光束の球面収差の変動を補償する請求の範囲第12項に記載の対物レンズ。

[16] 樹脂製である請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

[17] 温度変化に伴う屈折率の変化率の符号が前記樹脂とは反対であって、直径が30nm以下である粒子を前記樹脂中に分散させている請求の範囲第16項に記載の対物レンズ。

[18] ガラス転移点が400℃以下である低融点ガラス製である請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

[19] 前記第1波長λ1に対する第1設計倍率をm1、前記第2波長λ2に対する第2設計倍率をm2、前記第3波長λ3に対する第3設計倍率をm3としたとき、以下の式を満たす請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

$$m1=m2=0 \qquad (2)$$

$$-0.07 \leqq m3 \leqq 0 \qquad (3)$$

[20] 前記中央領域と前記周辺領域の面積の和をST、前記中央領域の面積をSC、としたとき、以下の式を満たす請求の範囲第1項に記載の対物レンズ。

$$SC/ST<0.5 \qquad (4)$$

[21] 厚さt1の第1保護基板を有する第1光情報記録媒体で情報の再生及び／又は記録を行うための第1波長λ1(λ1<450nm)の第1光束を出射する第1光源と、

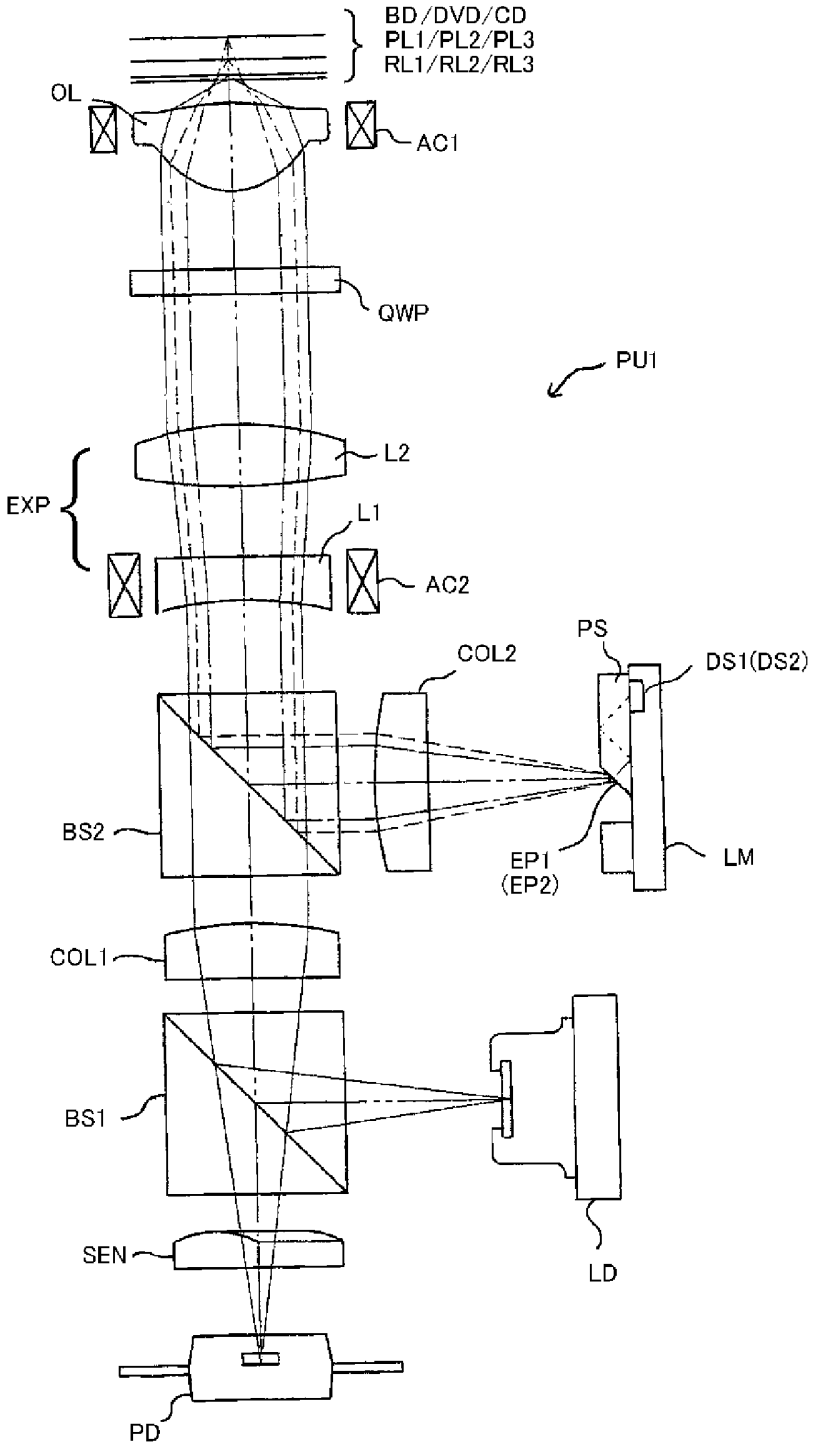
厚さt2(t1≦t2)の第2保護基板を有する第2光情報記録媒体で情報の再生及び／又は記録を行うための第2波長λ2(1.5×λ1<λ2<1.7×λ1)の第2光束を出射する第2光源と、

第3保護基板を有する第3光情報記録媒体で情報の再生及び／又は記録を行うための第3波長λ3(1.9×λ1<λ3<2.1×λ1)の第3光束を出射する第3光源と、

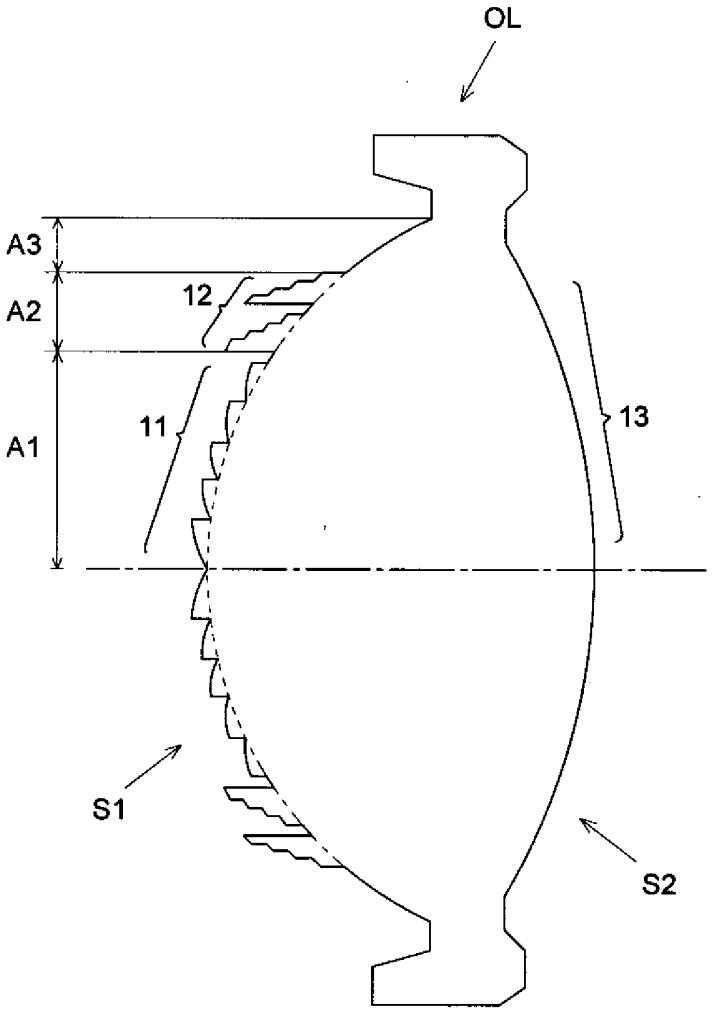
前記第1乃至第3光束を第1乃至第3光情報記録媒体の情報記録面にそれぞれ集光させる請求の範囲第1項に記載の対物レンズとを搭載した光ピックアップ装置。

[22] 請求の範囲第21項に記載の光ピックアップ装置及び前記光ピックアップ装置を前記第1乃至第3光情報記録媒体のそれぞれの半径方向に移動させる移動装置を搭載した光ディスクドライブ装置。

[図1]


BD/DVD/CD
PL1/PL2/PL3
RL1/RL2/RL3
OL
AC1
QWP
PU1
L2
EXP
L1
AC2
PS
COL2
DS1(DS2)
BS2
EP1
(EP2)
LM
COL1
BS1
SEN
LD
PD

[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/019300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G11B7/135(2006.01), ***G02B13/00***(2006.01), ***G02B13/18***(2006.01)

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)
G11B7/12(2006.01)-***G11B7/22***(2006.01), ***G02B9/00***(2006.01)-***G02B15/28***(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2001/026103 A1 (Sony Corp.), 12 April, 2001 (12.04.01), Page 10, line 10 to page 11, line 11; Fig. 9 & US 6674059 B1 & CN 1339157 A	1-22
A	JP 2004-071134 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 March, 2004 (04.03.04), Par. Nos. [0072] to [0075]; Fig. 2 & JP 2005-129227 A & US 2003/0227858 A1 & EP 1372147 A2 & CN 1467528 A	1-22
A	JP 2004-219977 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 05 August, 2004 (05.08.04), Par. Nos. [0029] to [0043]; Figs. 1 to 14 & WO 2004/012188 A1	1-22

☒ 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
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"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	Date of mailing of the international search report
08 November, 2005 (08.11.05)	22 November, 2005 (22.11.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/019300

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2003/091764 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 November, 2003 (06.11.03), Page 37, line 30 to page 38, line 44 & EP 1500956 A1	1-22

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／０１９３００

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　***G11B7/135*** (2006.01)，***G02B13/00*** (2006.01)，***G02B13/18*** (2006.01)

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　***G11B7/12*** (2006.01)-***G11B7/22*** (2006.01)，***G02B9/00*** (2006.01)-***G02B15/28*** (2006.01)

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００５年

国際調査で使用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）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	WO 2001/026103 A1（ソニー株式会社）2001.04.12，第10頁第10行-第11頁第11行、図9 & US 6674059 B1 & CN 1339157 A	1-22
A	JP 2004-071134 A（松下電器産業株式会社）2004.03.04，段落【0072】-【0075】、図2 & JP 2005-129227 A & US 2003/0227858 A1 & EP 1372147 A2 & CN 1467528 A	1-22
A	JP 2004-219977 A（旭硝子株式会社）2004.08.05，段落【0029】-【0043】、図1-14 & WO 2004/012188 A1	1-22

☑ 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
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０８．１１．２００５	国際調査報告の発送日 ２２．１１．２００５
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｄ　９８４７ 鈴木　肇 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（２００５年４月）

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／０１９３００

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	WO 2003/091764 A1（松下電器産業株式会社）2003.11.06, 第37頁第30行-第38頁第44行 & EP 1500956 A1	1-22