

(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
2009 年 12 月 3 日(03.12.2009)

(10) 国際公開番号
WO 2009/145103 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/JP2009/059341
- (22) 国際出願日: 2009 年 5 月 21 日(21.05.2009)
- (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 2008-138021 2008 年 5 月 27 日(27.05.2008) 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 2 9 7 0 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): 三森 満 (MIMORI Mitsuru) [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).

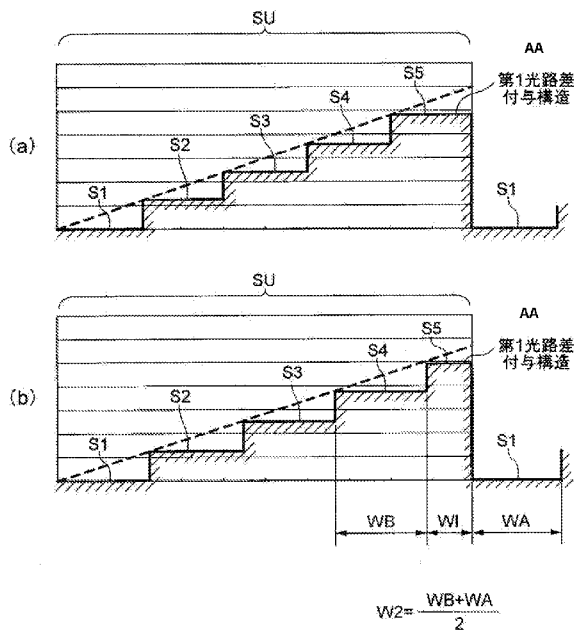
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: OBJECTIVE LENS AND OPTICAL PICK-UP DEVICE

(54) 発明の名称: 対物レンズ及び光ピックアップ装置

[図1]



AA first optical path imparting structure

(57) Abstract: Provided are an optical pick-up device and an objective lens which can appropriately record and/or play back the information on three types of disks having different recording densities and improve the light usage efficiency using a simple structure. A first optical path difference imparting structure is formed on the optical surface of the objective lens. The first optical path difference imparting structure has a stepped structure in which disk band-shaped step units having the same number of steps are arranged in a plurality of concentric shapes with the optical axis as the center. The width w_1 in the direction perpendicular to the optical axis of the highest step or the lowest step of at least one step unit in the stepped structure is approximately half of the average value w_2 of two steps either side of the highest step or the lowest step in the direction perpendicular to the optical axis.

(57) 要約: 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、シンプルな構成でありながら、光の利用効率を高めることができる光ピックアップ装置及び対物レンズを提供するために、対物レンズの光学面には、第1光路差付与構造が形成されており、第1光路差付与構造は、同数のステップを有する輪帯状の階段単位を、光軸を中心として複数個同心円状に並べた階段型構造であって、前記階段型構造における少なくとも1つの階段単位の最高位ステップ又は最低位ステップの光軸直交方向における幅 w_1 は、前記最高位ステップ又は前記最低位ステップを光軸直交方向に挟む2つのステップの平均値 w_2 の約半分である。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：対物レンズ及び光ピックアップ装置

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／又は再生を行える光ピックアップ装置及びそれに用いる対物レンズに関する。

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、約15GB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、約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層を薄く設計し（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、高密度光ディスクに対して情報の記録／再生ができるだ

けではならず、例えばユーザが所有しているDVDやCDに対しても同様に適切に情報の記録／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に使用できる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光路差付与構造を対物光学系に形成することで、波長の違いや保護層の厚みの違いにより発生する球面収差を低減する必要がある。

[0006] 特許文献1には、4つのステップを有する階段型の光路差付与構造を有し、高密度光ディスクと従来の光ディスクに対して共通に使用可能な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。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2005-129227号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、特許文献1の対物レンズにおいて、4つのステップを有し、光軸方向の小段差の高さがいずれも等しい階段単位を周期的に繰り返してなる階段型の光路差付与構造であって、各ステップの幅が略等しい構造を用いているために、高密度光ディスク用の青紫色レーザ光と、CD用の赤外レーザ光の回折効率は高くなるが、DVD用の赤色レーザ光の回折効率は幾分低下し得るという問題がある。これに対し、DVD用の回折効率を向上させる手段としては、階段型の光路差付与構造のステップ数を変更し、5つのステップにするという方法が考えられる。しかし、5ステップにしてしまうと、段差が高くなってしまうため、僅かな波長の変動で回折効率の変動が大きくなってしまいう問題が生じる。加えて、各光束に対する回折効率も大きく変化するため、回折効率の微調整が困難であるという課題もある。このように、従前の階段型の光路差付与構造では、高密度光ディスクの回折効率、DVDの回折効率、CDの回折効率のいずれもバランスよく高い効率を得られるようにすることが困難であった。特に、例えば、階段型の光路差付与構造のみを有し、光路差付与構造を通過した際に発生する光量の最も多い回折光の回折次数が、高密度光ディスクでは1次回折光、DVDでは-1次回折光、CDでは-2次回折光の対物レンズ等、特殊な次数の回折光を用いて異なる光ディスクの互換使用を行おうとする場合、DVD又はCD使用時の回折効率の低下が顕著となり、互換使用が不能になる恐れがある。また、特許文献1の従来技術には、別の形状の階段型の格子も記載されているが、階段型の格子の形状が複雑であり、特に高い段差に挟まれた細い領域には樹脂等が入り込みにくく、精度の良い複合対物レンズを製造することが困難という問題もある。

[0009] 本発明は、上述の問題を考慮してなされたものであり、高密度光ディスク（特にBlu-ray Disc：以下、BDという）とDVDとCD等の、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光ピックアップ装置及び対物レンズであって、シンプルな構成であって、金型への転写性を向上させながら、光の利用効率を設計で微調整でき、BD、DVD、CDで光の利用効率を良好なバランスとできる光ピックアップ装置及び対物レンズを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 以上の課題を解決するために、請求項1記載の発明は、第1光源から出射される波長 λ_1 の第1光束を用いて厚さ t_1 の保護層を有する第1光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行い、第2光源から出射される波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)の第2光束を用いて厚さ t_2 ($t_1 \leq t_2$)の保護層を有する第2光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行い、第3光源から出射される波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)の第3光束を用いて厚さ t_3 ($t_2 < t_3$)の保護層を有する第3光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行う対物レンズを備えた光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、

前記対物レンズの光学面には、第1光路差付与構造が形成されており、

前記第1光路差付与構造は、同数のステップを有する輪帯状の階段単位を、光軸を中心として複数個同心円状に並べた階段型構造であって、

前記階段型構造における少なくとも1つの前記階段単位の最高位ステップ又は最低位ステップの光軸直交方向における幅 w_1 と、前記最高位ステップ又は前記最低位ステップを光軸直交方向に挟む2つのステップの平均値 w_2 とは、以下の関係式、

$$0.2w_2 \leq w_1 \leq 0.8w_2 \quad (1)$$

を満たすことを特徴とする。

[0011] 図面を参照して、本発明の原理について説明する。図1(a)は、従来技術の階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図であり、図1(b)は、本発明の一例にかかる階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図である。図2は、各波長の回折効率を示す図であり、縦軸に回折効率、横軸に波長をとって示している。以下

、第1光ディスクを高密度光ディスク、第2光ディスクをDVD、第3光ディスクをCDとして説明するが、本発明がこれに限られることはない。

[0012] 図1に一部を示す第1光路差付与構造は、同数のステップを有する階段単位S_Uを周期的に繰り返す（光軸を中心として同心円状に形成された）階段型構造となっている。図1の例では、ステップS₁～S₅までステップの数は5であり、最高位ステップがS₅、最低位ステップがS₁であって、隣接するステップ同士は光軸方向に延在する等しい量の段差を介して連結されているものとする。図2は、各光ディスクに用いる光束の回折効率を示す図であり、縦軸に回折効率、横軸に波長をとって示している。ここでは、理解しやすいように平面に第1光路差付与構造を形成したものとして説明する。

[0013] 従来技術による階段型の第1光路差付与構造においては、図1（a）に示すように、階段単位におけるステップの光軸直交方向の幅を等しくすることが行われていたために、図2（a）に示すように、DVD使用時（655nmの点線）の回折効率が50%を下回っていたが、そのピークの位置をずらすように回折効率の特性を調整することが難しかった。各ステップの光軸方向の段差量を変更すると、回折効率の特性を変更できるが、ステップの段差量を変化させると、その変化量が大きすぎ、調整が困難となるという問題と、所望の光路差を付与できなくなるという問題がある。

[0014] そこで本発明者は、鋭意研究の結果、階段単位において、光軸方向の段差量を変化させることなくステップの光軸直交方向の幅を変化させることで、回折効率の特性を調整できることを見出した。より具体的には、図1（b）に示すように、最高位ステップS₅以外のステップS₁、S₂、S₃、S₄の光軸直交方向の幅を長くし、最高位ステップS₅の光軸直交方向の幅 w_1 を式（1）を満たすように短くすることにより、階段単位をマクロに見たときの高さ（図中の斜めの点線が図中右側で縦軸と交わる位置）を変えることができるため、回折効率の特性を任意に変更することが可能となり、回折効率を微調整することも可能となるものである。これにより、図2（b）に示すように、DVD用の光束における回折効率の波形のピークの位置を長波長

側にずらせるため、DVD用の光束における効率を高めることが可能となるとともに、DVD用の回折効率の波形全体をなだらかにし、且つ、DVD用の波長における波形の傾きもなだらかにできるため、波長変化に対して効率が変化しにくい第1光路差付与構造を提供できる。尚、これに応じて、CD用の光束における回折効率の波形のピークの位置も長波長側にずれるが、CDについては波形全体が元々なだらかであるため、回折効率の低下は殆どない。これにより、従来5ステップの階段型の光路差付与構造ではDVD使用時の回折効率が低下し、4ステップの階段型の光路差付与構造ではCD使用時の回折効率が低下していたのに対し、高密度光ディスク使用時の回折効率を殆ど低下させることなく、DVD及びCD使用時の回折効率を高く維持することが可能になる。また、一つの階段単位において、最高位ステップ又は最低位ステップ以外の他のステップの幅を広げられるため、金型を作りやすくなり、転写性も良好にできるため、その点でも好ましい。

[0015] 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、前記階段型構造における全ての前記階段単位の前記最高位ステップ又は前記最低位ステップが、(1)式を満たすことを特徴とするので、DVDにおいて記録再生に用いることができる光量をより多くすることができ、また、波長変化に対して光量の変動がより小さい第1光路差付与構造を提供できる。

[0016] 請求項3に記載の対物レンズは、請求項1又は請求項2に記載の発明において、前記対物レンズの光学面は、少なくとも、光軸を含む中央領域と、前記中央領域の周囲に形成された輪帯状の周辺領域と、前記周辺領域の周囲に形成された輪帯状の最周辺領域を有し、前記中央領域、前記周辺領域及び前記最周辺領域を通過した前記第1光束が、前記第1光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記中央領域と前記周辺領域とを通過した前記第2光束が、前記第2光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記最周辺領域を通過した前記第2光束が、前記第2光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生が出来るように集光されず、前記中央領域を通過した前記第3光束

が、前記第3光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記周辺領域と前記最周辺領域を通過した前記第3光束が、前記第3光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生が出来るように集光されず、前記第1光路差付与構造は、前記中央領域に形成されていることを特徴とする。

[0017] 請求項4に記載の対物レンズは、請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の発明において、前記最低位ステップのみが、(1)式を満たすことを特徴とするので、例えば金型から対物レンズを成形する場合、前記最高位ステップが広がることから、レンズ素材が金型の奥まで進入しやすくなるので、転写性が向上し、製造誤差の問題を低減できる、結果として光量のロス低減でき、光の利用効率を高められるため好ましい。

[0018] 請求項5に記載の対物レンズは、請求項1から請求項4までのいずれか一項に記載の発明において、前記第1光路差付与構造は、前記第1光路差付与構造を通過した前記第1光束の1次の回折光量を他のいかなる次数(0次を含む)の回折光量よりも大きくし、前記第1光路差付与構造を通過した前記第2光束の-1次の回折光量を他のいかなる次数(0次を含む)の回折光量よりも大きくし、前記第1光路差付与構造を通過した前記第3光束の-2次の回折光量を他のいかなる次数(0次を含む)の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であることを特徴とする。

[0019] 図面を参照して、本発明の原理について説明する。図3は、請求項5にかかる回折光を発生する階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図である。図4は、各波長の回折効率を示す図であり、縦軸に回折効率、横軸に波長をとって示している。ここでは、理解しやすいように平面に第1光路差付与構造を形成したものとして説明する。

[0020] 図3において、第1光路差付与構造は、同数のステップを有する階段単位SUを周期的に繰り返す(光軸を中心として同心円状に形成された)階段型構造となっている。図3(a)、(c)の例では、ステップS1～S5までステップの数は5であり、最高位ステップがS5、最低位ステップがS1で

あって、隣接するステップ同士は光軸方向に延在する段差を介して連結されている。一方、図3（b）の例では、ステップS1～S4までステップの数は4であり、最高位ステップがS4、最低位ステップがS1であって、隣接するステップ同士は同様に光軸方向に延在する等しい量の段差を介して連結されているものとする。

[0021] まず、図3（a）に示す比較例1である第1光路差付与構造の場合、図4（a）に示す回折特性を持つ。より具体的には、第1波長の1次回折光は405nm付近にピーク値を持ち、第2波長の-1次回折光は580nm付近にピーク値を持ち、第3波長の-2次回折光は770nm付近にピーク値を持っている。従って、第1光束として405nm付近の波長の光束を用いる場合、及び第3光束として785nm付近の波長の光束を用いる場合には、波形のピーク値に近い回折効率を得ることができるが、第2光束として655nm付近の波長の光束を用いる場合には、波形のピーク値が大きくずれているため、高い回折効率を得ることができない。即ち、1次、-1次、-2次回折光を用いて互換使用を行う光ピックアップ装置において、ステップ幅を均等にした5ステップの第1光路差付与構造を有する対物レンズは実用に適さないこととなる。

[0022] 次に、図3（b）に示す比較例2である第1光路差付与構造の場合、図4（b）に示す回折特性を持つ。より具体的には、第1波長の1次回折光は405nm付近にピーク値を持ち、第2波長の-1次回折光は650nm付近にピーク値を持ち、第3波長の-2次回折光は800nmを超え遙かに高い波長でピーク値を持っている。従って、第1光束として405nm付近の波長の光束を用いる場合、及び第2光束として655nm付近の波長の光束を用いる場合には、波形のピーク値に近い回折効率を得ることができるが、第3光束として785nm付近の波長の光束を用いる場合には、波形のピーク値が大きくずれているため、高い回折効率を得ることができない。尚、CDにおいては、-2次回折光の回折効率（19%程度）よりも-1次回折光の方が回折効率（31%程度）が高いが、いずれにしても十分な回折効率では

ない。即ち、1次、-1次、-2次（又は-1次）回折光を用いて互換使用を行う光ピックアップ装置において、4ステップの第1光路差付与構造を有する対物レンズも実用に適さないこととなる。

[0023] これに対し、図3（c）に示す本発明にかかる第1光路差付与構造の場合、図4（c）に示す回折特性を持つ。より具体的には、第1波長の1次回折光は405nm付近にピーク値を持ち、第2波長の-1次回折光は600nm付近にピーク値を持ち、第3波長の-2次回折光は800nm付近にピーク値を持っている。従って、第1光束として405nm付近の波長の光束を用いる場合は勿論、第2光束として655nm付近の波長の光束を用いる場合、及び第3光束として785nm付近の波長の光束を用いる場合のいずれにおいても、バランス良く高い回折効率を得ることができる。即ち、1次、-1次、-2次回折光を用いて互換使用を行う光ピックアップ装置において、特にバランスよく高い回折効率を得ることができ、本発明の第1光路差付与構造を有する対物レンズは特に実用に適するのである。

[0024] 以上の結果をまとめて表1に示す。

[0025] [表1]

	BD	DVD	CD
波長	405nm	655nm	785nm
5ステップ	88%	48%	57%
4ステップ	81%	81%	31%
本発明	85%	66%	49%

[0026] 請求項6に記載の対物レンズは、請求項1から請求項4までのいずれか一項に記載の発明において、前記第1光路差付与構造は、前記第1光路差付与構造を通過した前記第1光束の1次の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくし、前記第1光路差付与構造を通過した前記第2光束の-2次の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくし、前記第1光路差付与構造を通過した前記第3光束の-3次

の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であることを特徴とする。

[0027] 図面を参照して、本発明の原理について説明する。図11は、請求項6にかかる回折光を発生する階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図である。図12は、各波長の回折効率を示す図であり、縦軸に回折効率、横軸に波長をとって示している。ここでは、理解しやすいように平面に第1光路差付与構造を形成してものとして説明する。

[0028] 図11において、第1光路差付与構造は、同数のステップを有する階段単位S_Uを周期的に繰り返す（光軸を中心として同心円状に形成された）階段型構造となっている。図11（a）、（c）の例では、ステップS₁～S₇までステップの数は7であり、最高位ステップがS₇、最低位ステップがS₁であって、隣接するステップ同士は光軸方向に延在する段差を介して連結されている。一方、図11（b）の例では、ステップS₁～S₆までステップの数は6であり、最高位ステップがS₆、最低位ステップがS₁であって、隣接するステップ同士は同様に光軸方向に延在する等しい量の段差を介して連結されているものとする。

[0029] まず、図11（a）に示す比較例1である第1光路差付与構造の場合、図12（a）に示す回折特性を持つ。より具体的には、第1波長の1次回折光は405nm付近にピーク値を持ち、第2波長の-2次回折光は630nm付近にピーク値を持ち、第3波長の-3次回折光は780nm付近にピーク値を持っている。従って、第1光束として405nm付近の波長の光束を用いる場合、及び第3光束として785nm付近の波長の光束を用いる場合には、波形のピーク値に近い回折効率を得ることができるが、第2光束として655nm付近の波長の光束を用いる場合には、波形のピーク値が大きいため、高い回折効率を得ることができない。即ち、1次、-2次、-3次回折光を用いて互換使用を行う光ピックアップ装置において、DVDでの効率を重視する場合、ステップ幅を均等にした7ステップの第1光路差付与構造を有する対物レンズは実用に適さないこととなる。

[0030] 次に、図 1 1 (b) に示す比較例 2 である第 1 光路差付与構造の場合、図 1 2 (b) に示す回折特性を持つ。より具体的には、第 1 波長の 1 次回折光は 4 0 5 n m 付近にピーク値を持ち、第 2 波長の - 2 次回折光は 6 8 0 n m 付近にピーク値を持ち、第 3 波長の - 3 次回折光は 8 0 0 n m を超え遙かに高い波長でピーク値を持っている。従って、第 1 光束として 4 0 5 n m 付近の波長の光束を用いる場合、及び第 2 光束として 6 5 5 n m 付近の波長の光束を用いる場合には、波形のピーク値に近い回折効率を得ることができるが、第 3 光束として 7 8 5 n m 付近の波長の光束を用いる場合には、波形のピーク値が大きくずれているため、高い回折効率を得ることができない。即ち、1 次、- 2 次、- 3 次回折光を用いて互換使用を行う光ピックアップ装置において、6 ステップの第 1 光路差付与構造を有する対物レンズも実用に適さないこととなる。

[0031] これに対し、図 1 1 (c) に示す本発明にかかる第 1 光路差付与構造の場合、図 1 2 (c) に示す回折特性を持つ。より具体的には、第 1 波長の 1 次回折光は 4 0 5 n m 付近にピーク値を持ち、第 2 波長の - 2 次回折光は 6 4 0 n m 付近にピーク値を持ち、第 3 波長の - 3 次回折光は 8 0 0 n m 付近にピーク値を持っている。従って、第 1 光束として 4 0 5 n m 付近の波長の光束を用いる場合は勿論、第 2 光束として 6 5 5 n m 付近の波長の光束を用いる場合、及び第 3 光束として 7 8 5 n m 付近の波長の光束を用いる場合のいずれにおいても、バランス良く高い回折効率を得ることができる。即ち、1 次、- 2 次、- 3 次回折光を用いて互換使用を行う光ピックアップ装置においても、バランスよく高い回折効率を得ることができ、本発明の第 1 光路差付与構造を有する対物レンズは特に実用に適するのである。

[0032] 以上の結果をまとめて表 2 に示す。

[0033]

[表2]

	B D	D V D	C D
波長	405nm	655nm	785nm
7ステップ	93%	61%	52%
6ステップ	91%	63%	20%
本発明	92%	72%	45%

[0034] 請求項 7 に記載の対物レンズは、請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項に記載の発明において、前記最高位ステップ又は前記最低位ステップが、以下の関係式、

$$0.4w2 \leq w1 \leq 0.6w2 \quad (2)$$

を満たすことを特徴とする。より好ましくは、 $W1 = 0.5W2$ である。

[0035] 請求項 8 に記載の対物レンズは、請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の発明において、前記階段単位において隣接するステップ間の段差量は略等しいことを特徴とする。

[0036] 請求項 9 に記載の対物レンズは、請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の発明において、(1) 式を満たす前記最高位ステップ又は前記最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、関数的に均等であることを特徴とする。

[0037] 請求項 10 に記載の対物レンズは、請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の発明において、一つの前記階段単位において、(1) 式を満たす前記最高位ステップ又は前記最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、互いに略等しいことを特徴とする。

[0038] 請求項 11 に記載の光ピックアップ装置は、第 1 光源から出射される波長 $\lambda 1$ の第 1 光束を用いて厚さ $t 1$ の保護層を有する第 1 光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行い、第 2 光源から出射される波長 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) の第 2 光束を用いて厚さ $t 2$ ($t 1 \leq t 2$) の保護層を有する第 2 光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行い、第 3 光源から出射される波長 $\lambda 3$ ($\lambda 2 < \lambda 3$) の第 3 光束を用いて厚さ $t 3$ ($t 2 < t 3$) の保護層を有する第 3 光ディスクの情報記録面に対して集光スポット

形成を行う対物レンズを備えた光ピックアップ装置において、

前記対物レンズの光学面には、第 1 光路差付与構造が形成されており、

前記第 1 光路差付与構造は、同数のステップを有する輪帯状の階段単位を、光軸を中心として複数個同心円状に並べた階段型構造であって、

前記階段型構造における少なくとも 1 つの前記階段単位の最高位ステップ又は最低位ステップの光軸直交方向における幅 w_1 と、前記最高位ステップ又は前記最低位ステップを光軸直交方向に挟む 2 つのステップの平均値 w_2 とは、以下の関係式、

$$0.2w_2 \leq w_1 \leq 0.8w_2 \quad (1)$$

を満たすことを特徴とする。

[0039] 請求項 1 2 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 1 に記載の発明において、前記階段型構造における全ての階段単位の前記最高位ステップ又は前記最低位ステップにおいて、(1) 式を満たすことを特徴とする。

[0040] 請求項 1 3 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 1 又は請求項 1 2 に記載の発明において、前記対物レンズの光学面は、少なくとも、光軸を含む中央領域と、前記中央領域の周囲に形成された輪帯状の周辺領域と、前記周辺領域の周囲に形成された輪帯状の最周辺領域を有し、前記中央領域、前記周辺領域及び前記最周辺領域を通過した前記第 1 光束が、前記第 1 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記中央領域と前記周辺領域とを通過した前記第 2 光束が、前記第 2 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記最周辺領域を通過した前記第 2 光束が、前記第 2 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生が出来るように集光されず、前記中央領域を通過した前記第 3 光束が、前記第 3 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記周辺領域と前記最周辺領域を通過した前記第 3 光束が、前記第 3 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生が出来るように集光されず、前記第 1 光路差付与構造は、前記中央領域に形成されていることを特徴とする。

- [0041] 請求項 1 4 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載の発明において、前記最低位ステップのみが、(1) 式を満たすことを特徴とする。
- [0042] 請求項 1 5 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の発明において、前記第 1 光路差付与構造は、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 1 光束の 1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 2 光束の -1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 3 光束の -2 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であることを特徴とする。
- [0043] 請求項 1 6 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 1 から請求項 1 4 までのいずれか一項に記載の発明において、前記第 1 光路差付与構造は、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 1 光束の 1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 2 光束の -2 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 3 光束の -3 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であることを特徴とする。
- [0044] 請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 1 から請求項 1 6 までのいずれか一項に記載の発明において、前記最高位ステップ又は前記最低位ステップが、以下の関係式、
- $$0.4w_2 \leq w_1 \leq 0.6w_2 \quad (2)$$
- を満たすことを特徴とする。
- [0045] 請求項 1 8 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 1 から請求項 1 7 までのいずれか一項に記載の発明において、前記階段単位において隣接するステップ間の段差量は略等しいことを特徴とする。
- [0046] 請求項 1 9 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 1 から請求項 1 8 ま

でのいずれか一項に記載の発明において、(1)式を満たす前記最高位ステップ又は前記最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、関数的に均等であることを特徴とする。

[0047] 請求項20に記載の光ピックアップ装置は、請求項11から請求項18までのいずれか一項に記載の発明において、一つの前記階段単位において、(1)式を満たす前記最高位ステップ又は前記最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、互いに略等しいことを特徴とする。

[0048] 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。このときの第1光ディスクはBD (Blue-ray Disc) 又はHD DVD (以下、HDと記載)、第2光ディスクはDVDである事が好ましく、第3光ディスクはCDであることが好ましいが、これに限られない。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。

[0049] BDは、NA0.85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0.1mm程度である。また、HDは、NA0.65乃至0.67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。更に、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、NA0.45～0.53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HD、DVD、CDの順に低くなる。

[0050] 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(3)、(4)、(5)、

$$0.05\text{mm} \leq t_1 \leq 0.11\text{mm} \quad \text{又は、}$$

$$0.5\text{mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{mm} \quad (3)$$

$$0.5\text{mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{mm} \quad (4)$$

$$1.0\text{mm} \leq t_3 \leq 1.3\text{mm} \quad (5)$$

を満たすことが好ましいが、これに限られない。

[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(6)、(7)、

$$1.5 \times \lambda_1 < \lambda_2 < 1.7 \times \lambda_1 \quad (6)$$

$$1.9 \times \lambda_1 < \lambda_3 < 2.1 \times \lambda_1 \quad (7)$$

を満たすことが好ましい。

[0052] 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又はHD、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、350nm以上、440nm以下、より好ましくは、380nm以上、415nm以下であって、第2光源の第2波長 λ_2 は好ましくは570nm以上、680nm以下、より好ましくは630nm以上、670nm以下であって、第3光源の第3波長 λ_3 は好ましくは、750nm以上、880nm以下、より好ましくは、760nm以上、820nm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が、これに限られず、2つの光源が収差補正不能のように固定されている状態を広く含むものである。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、対物レンズのみを有していても良いが、集光光学系は、対物レンズの他にコリメータレンズ等のカップリングレンズを有していてもよい。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。コリメータレンズは、カップリングレンズの一種で、コリメータレンズに入射した光を平行光にして出射するレンズである。更に集光光学系は、光源から射出された光束を、情報の記録再生に用いられるメイン光束と、トラッキング等に用いられる二つのサブ光束とに分割する回折光学素子などの光学素子を有していてもよい。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。好ましくは、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であって、更に、アクチュエータにより少なくとも光軸方向に一体的に変位可能とされた光学系を指す。対物レンズは、好ましくは単玉の対物レンズであるが、複数の光学素子から形成されていても良い。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などで光路差付与構造などを設けたハイブリッドレンズであってもよい。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 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 400°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 3.0 以下であるのが好ましく、2.8 以下であるのがより好ましい。

[0058] また、対物レンズをプラスチックレンズとする場合は、環状オレフィン系の樹脂材料を使用するのが好ましく、環状オレフィン系の中でも、波長 405 nm に対する温度 25°C での屈折率が 1.52 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、対物レンズをプラスチックレンズとする場合、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。

[0059] 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、中央領域の周りの周辺領域とを有する。対物レンズの少なくとも一つの光学面が、周辺領域の周りに最周辺領域を有していてもよい。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、含まない領域であってもよい。中央領域、周辺領域、及び最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5に示されるように、中央領域CN、周辺領域MD、最周辺領域OT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。中央領域、周辺領域、最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っても良い。

[0060] 対物レンズは、第1光路差付与構造を有する。第1光路差付与構造は、対物レンズの中央領域に設けられていることが好ましい。また、周辺領域に第2光路差付与構造が設けられていてもよい。さらに、最周辺領域を有する場合、最周辺領域は屈折面でもよく、第3光路差付与構造が設けられていてもよい。

[0061] 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2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。第3光路差付与構造は、対物レンズの最周辺領域の面積の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、最周辺領域の全面に設けられていることである。

[0062] また、対物レンズの中央領域に設けられた第1光路差付与構造に加え、対物レンズの周辺領域に第2光路差付与構造を設ける場合、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。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光路差付与構造及び第2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。他の観点から捉えると、第1光路差付与構造及び第2光路差付与構造は、対物レンズの対向する2つの光学面のうち、曲率半径の小さい方の光学面に設けられることが好ましい。

[0063] 対物レンズは、対物レンズの第1光路差付与構造が設けられた中央領域を通過する第1光束、第2光束及び第3光束を、それぞれ集光スポットを形成するように集光する。好ましくは、対物レンズは、対物レンズの第1光路差付与構造が設けられた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及び／又は再生ができるように集光する。また、対物レンズは、対物レンズの第1光路差付与構造が設けられた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する。さらに、対物レンズは、対物レンズの第1光路差付与構造が設けられた中央領域を通過する第3光束を、第3光ディスクの情報記録面上に情報の記録及び／又は再生ができるように集光する。また、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 が異なる場合、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及び／又は第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及び／又は第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。

[0064] また、対物レンズは、対物レンズに第2光路差付与構造が設けられた場合、これを用いて周辺領域を通過する第1光束及び第2光束を、それぞれ集光スポットを形成するように集光する。好ましくは、対物レンズは、対物レンズの第2光路差付与構造が設けられた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及び／又は再生ができるように集光する。また、対物レンズは、対物レンズに第2光路差付与構造が設けられた場合、これを用いて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及び／又は再生ができるように集光する。また第2光路差付与構造は、第2光路差付与構造を通過する第1光束及び第2光束の波長の違いにより発生する色球面収差を補正することが好ましい。

[0065] また、好ましい態様として、周辺領域を通過した第3光束は、第3光ディスクの記録及び／又は再生に用いられない態様が挙げられる。周辺領域を通過した第3光束が、第3光ディスクの情報記録面上で集光スポットの形成に寄与しないようにすることが好ましい。つまり、対物レンズに第2光路差付与構造が設けられた場合、これにより周辺領域を通過する第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6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、好ましくは、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及び／又は再生に用いられ、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及び／又は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。つまり、対物レンズの周辺領域に設けられた第2光路差付与構造を通過した第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。しかしながら、上述のようなフレアでなく

ても、光量密度が高いスポット中心部の周りに、スポット中間部がなく、光量密度がスポット中心部より低いスポット周辺部がある場合もあり得、この場合は、当該スポット周辺部をフレアと言う。対物レンズの周辺領域に設けられた第2光路差付与構造を通過した第3光束が、第3光ディスクの情報記録面上でこのようなスポット周辺部を形成してもよい。

[0066] また、最周辺領域を有する場合の好ましい態様として、最周辺領域を通過した第1光束は、第1光ディスクの記録及び／又は再生に用いられ、最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光ディスクの記録及び／又は再生に用いられない態様が挙げられる。最周辺領域を通過した第2光束及び第3光束が、それぞれ第2光ディスク及び第3光ディスクの情報記録面上での集光スポットの形成に寄与しないようにすることが好ましい。つまり、対物レンズが最周辺領域を有する場合、対物レンズの最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。

[0067] 先ず、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。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。

[0068] 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、様々な断面形状（光軸を含む面での断面形状）をとり得る。特に、第1光路差付与構造は、光軸を含む断面形状が階段型構造であるものが好ましい。階段型構造とは、図7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階段状である

ということであり、同数のステップを有する階段単位を、光軸を中心として複数個同心円状に並べた構造である。別の言い方としては、光路差付与構造がベース面に対して平行な面と光軸に対して平行な面のみを有し、ベース面に対して斜めの面を有さないということである。

[0069] 階段単位は周期的に繰り返されていることが望ましい。ここでいう「周期的に繰り返されている」とは、同一の階段単位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単位となる階段単位が、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、「周期的に繰り返されている」ものに含まれているとする。

[0070] 具体的には、階段型構造としては、図7で示されるような数段の同一の小階段形状が、繰り返されるような形状等があり得る。（尚、図7の形状は、5分割の階段型構造と称することがある）さらに、ベース面の方向に進むに従って、徐々に階段の大きさが大きくなっていく形状や、徐々に階段の大きさが小さくなっていく形状であってもよいが、光軸方向（又は通過する光線の方向）の長さ、即ち、階段の段差量はほとんど変化しないことが好ましい。尚、図7において、光軸直交方向に沿って延在する面をステップといい、一つの階段単位SUにおいて、高さが最も高い位置にあるステップ、即ち、最も光源側のステップ（別の言い方では最も対物レンズが厚くなる部分のステップ）を最高位ステップHSといい、高さが最も低い位置にあるステップ、即ち、最も光ディスク側のステップ（別の言い方では、最も対物レンズが薄くなる部分のステップ）を最低位ステップLSといい、隣接するステップをつなぐ光軸方向に延在する面を段差という。この段差の光軸方向長さを段差量と呼ぶ。従って、図7で示されるような5分割の階段型構造の階段単位は、最高位ステップHSと最低位ステップLSを含む5つのステップと、4つの小段差SW及び1つの大段差LWとを有することとなる。

[0071] 第一光路差付与構造の階段型構造における少なくとも1つの階段単位の最高位ステップ又は最低位ステップの光軸直交方向における幅 w_1 と、最高位ステップ又は最低位ステップを光軸直交方向に挟む2つのステップの平均値

w_2 とは、以下の関係式、

$$0.2w_2 \leq w_1 \leq 0.8w_2 \quad (1)$$

を満たす。

[0072] より好ましくは、以下の条件式を満たすことである。以下の条件式、

$$0.4w_2 \leq w_1 \leq 0.6w_2 \quad (2)$$

を満たすと、DVDの効率を向上させつつ、CDの効率を低下させすぎないためより効率のバランスの取れた構造とできるため好ましい。

[0073] さらに好ましくは、 $w_1 = 0.5w_2$ である。

[0074] 尚、最高位ステップ又は最低位ステップに隣接するステップが1つしか存在しない場合もあり得るが、この場合には、1つの隣接するステップの光軸直交方向の幅を w_2 として扱うものとする。

[0075] 例えば、図1(b)に本発明の一例にかかる階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図が示されている。本例では、ステップ $S_1 \sim S_5$ までステップの数は5であり、最高位ステップが S_5 、最低位ステップが S_1 であって、隣接するステップ同士は光軸方向に延在する等しい段差量の段差を介して連結されているものとする。最高位ステップ S_5 以外のステップ S_1, S_2, S_3, S_4 の光軸直交方向の幅を長くし、最高位ステップ S_5 の光軸直交方向の幅 w_1 を、式(1)を満たすように短くしている。尚、 w_2 は、 $(w_B + w_A) / 2$ で求めることができる。本例では、 $w_1 = 0.5w_2$ である。また、本例では、最高位ステップが本発明の条件式(1)を満たす例を示しているが、勿論、最低位ステップが本発明の条件式(1)を満たすようにしてもよい。尚、最高位ステップ又は最低位ステップのいずれか一方のみが本発明の条件式を満たすことが好ましく、最高位ステップ及び最低位ステップの両方が本発明の条件式(1)を満たすことは好ましくない。即ち、一つの階段単位において、条件式(1)を満たすステップは唯一つであることが好ましい。

[0076] また、少なくとも一つの階段単位において、上記条件式(1)を満たせば、本発明の効果はある程度得られるが、より本発明の効果を顕著に得るため

には、好ましくは、第 1 光路差付与構造の 8 割以上の階段単位が上記条件式 (1) を満たすことである。より好ましくは、第 1 光路差付与構造の全ての階段単位が上記条件式 (1) を満たすことである。

[0077] 尚、最高位ステップのみが (1) 式を満たす場合と、最低位ステップのみが (1) 式を満たす場合とでは、最低位ステップのみが (1) 式を満たすことが好ましい。何故なら、金型から対物レンズを成形する場合、最高位ステップの幅が広がることから、レンズ素材が金型の奥まで進入しやすくなるので、転写性が向上し、製造誤差の問題を低減できる、結果として光量のロスを抑え、光の利用効率を高められるため好ましい。

[0078] 一つの階段単位において、隣接するステップ間の全ての段差量は略等しいことが好ましい。レンズの設計において、段差量を変化させることなく、ステップの幅のみ変化させればよいと、設計も容易である。尚、ある段差量 A とある段差量 B とが略等しいとは、 $0.9A \leq B \leq 1.1A$ を意味する。一つの階段単位において、隣接するステップ間の全ての段差量は略等しいことが好ましい、ということを、全ての階段単位が満たしていることが好ましい。また、全ての階段単位において、隣接するステップ間の全ての段差量は略等しいことがより好ましい。

[0079] また、一つの階段単位において (1) 式を満たす最高位ステップ又は最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、関数的に均等であることが好ましい。関数的に均等とは、光路差付与構造によって与えられる光路差を、光路差関数（後述する「数 2」で表される関数）を整数倍して表したとき、光路差関数の整数倍について、均等な光路差が付与される幅となることを言う。例として、図 10 を参照して説明すると、光路差関数を 9 倍した光路差について最高位ステップ又は最低位ステップ以外は全て同じ 2λ の光路差となるようなステップ幅とすることにより、関数的に均等な幅としている。尚、その結果、一つの階段単位において、(1) 式を満たす最高位ステップ又は最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、互いに略等しくなることが好ましい。尚、あるステップの幅 C とあるステップの幅 D とが

略等しいとは、 $0.9C \leq D \leq 1.1C$ を意味する。

[0080] 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光束の1次の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくし、第2光束の-1次の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくし、第3光束の-2次の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であると好ましい。

[0081] 上記回折次数の組み合わせを得られる第1光路差付与構造は、階段単位が5ステップであって、小さい段差の光軸方向の段差量 d_1 が以下の条件式、

$$1.18 \cdot \lambda_1 / (n-1) < d_1 < 1.30 \cdot \lambda_1 / (n-1)$$

を満たすことが好ましい。

[0082] 第1光路差付与構造の最高位ステップ又は最低位ステップが条件式（1）を満たすことにより得られる効果は、第1光束で1次、第2光束で-1次、第3光束で-2次回折光を用いて互換を行う対物レンズおよび光ピックアップ装置において、特にバランスよく高い回折効率を得ることができ、顕著となる。

[0083] また、第1光路差付与構造は、上述の他に、以下のような例も好ましい例として挙げられる。第1光路差付与構造を通過した第1光束の1次の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくし、第2光束の-2次の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくし、第3光束の-3次の回折光量を他のいかなる次数（0次を含む）の回折光量よりも大きくする光路差付与構造である。

[0084] 上記回折次数の組み合わせを得られる第1光路差付与構造は、階段単位が7ステップであって、小さい段差の光軸方向の段差量 d_1 が以下の条件式、

$$1.10 \cdot \lambda_1 / (n-1) < d_1 < 1.22 \cdot \lambda_1 / (n-1)$$

を満たすことが好ましい。

[0085] 第1光路差付与構造の最高位ステップ又は最低位ステップが条件式（1）を満たすことにより得られる効果は、第1光束で1次、第2光束で-2次、第3光束で-3次回折光を用いて互換を行う対物レンズおよび光ピックアップ

プ装置において、特にバランスよく高い回折効率を得ることができ、顕著となる。

[0086] 最周辺領域が第3光路差付与構造を有する場合、第3光路差付与構造が、第3光路差付与構造を通過した第1光束に対して、第1光源の波長の僅かな変動によって発生するスフェロクロマティズム（色球面収差）を補正するようにしてもよい。波長の僅かな変動とは、 $\pm 10 \text{ nm}$ 以内の変動を指す。例えば、第1光束が波長 λ_1 より $\pm 5 \text{ nm}$ 変化した際に、第3光路差付与構造によって、最周辺領域を通過した第1光束の球面収差の変動を補償し、第1光ディスクの情報記録面上での波面収差の変化量が $0.001 \lambda_2 \text{ rms}$ 以上、 $0.070 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下となるようにすることが好ましい。

[0087] 第1光ディスクに対して情報を再生及び／又は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及び／又は記録するために必要な対物レンズの像側開口数を NA_2 （ $NA_1 \geq NA_2$ ）とし、第3光ディスクに対して情報を再生及び／又は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、 0.6 以上、 0.9 以下であることが好ましい。特に NA_1 は $0.8 \sim 0.9$ 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。また、第1光ディスク、第2光ディスク、第3光ディスクの記録／再生に必要な規格上の開口数も上記の NA_1 、 NA_2 、 NA_3 の範囲内であることが好ましい。

[0088] 対物レンズの中央領域と周辺領域の境界は、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周辺領域の境界が、 NA_3 に相当する部分に形成されていることである。また、対物レンズの周辺領域と最周辺領域の境界は、第2光束の使用時において、 $0.9 \cdot N$

A 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、対物レンズの周辺領域と最周辺領域の境界が、NA 2 に相当する部分に形成されていることである。

[0089] 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、 $1.2 \cdot NA 3$ 以下（より好ましくは、 $0.95 \cdot NA 3$ 以上、 $1.15 \cdot NA 3$ 以下）の範囲に存在することが好ましい。

[0090] また、球面収差が連続していて、不連続部を有さない場合であって、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、NA 2 では、縦球面収差の絶対値が $0.03 \mu m$ 以上であって、NA 3 では縦球面収差の絶対値が $0.02 \mu m$ 以下であることが好ましい。より好ましくは、NA 2 では、縦球面収差の絶対値が $0.08 \mu m$ 以上であって、NA 3 では縦球面収差の絶対値が $0.01 \mu m$ 以下である。

[0091] また、回折効率は回折構造の輪帯深さに依存するので、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 光ディスクに対して記録及び再生を行い、第 2、第 3 光ディスクに対して再生のみ行う光ピックアップ装置の場合には、中央領域及び／又は周辺領域の回折効率を、第 1 光束を重視して設定するのが好ましい。一方、第 1 光ディスクに対して再生のみを行い、第 2、第 3 光ディスクに対して記録及び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を、第 2、第 3 光束を重視して設定し、周辺領域の回折効率を第 2 光束を重視して設定するのが好ましい。

[0092] 何れの場合でも、下記条件式（8）を満たすようにすることで、各領域の面積加重平均により計算される第 1 光束の回折効率を高く確保することが可能となる。

[0093] $\eta_{11} \leq \eta_{21}$ (8)

但し、 η_{11} は中央領域における第1光束の回折効率を表し、 η_{21} は周辺領域における第1光束の回折効率を表す。なお、中央領域の回折効率を第2、第3波長の光束重視とした場合には、中央領域の第1光束の回折効率は低くなるが、第1光ディスクの開口数が第3光ディスクの開口数に比べて大きい場合は、第1光束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。

[0094] なお、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] 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光路差付与構造が形成されない対物レンズの透過率を、中央領域、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] 第1及び第2光路差付与構造を有する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] 上記[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。

[0095] さらに、対物レンズの第1光束における焦点距離を f_1 (mm)とし、対物レンズの中心厚さを d (mm)とした際に、下記の式(9)、

$$0.7 \leq d / f_1 \leq 1.5 \quad (9)$$

を満たすことが好ましい。

[0096] なお、下記の式(10)、

$$1.0 \leq d / f_1 \leq 1.5 \quad (10)$$

を満たすことがより好ましい。

[0097] 上記構成により、光路差付与構造のピッチを小さくすることなく、第3光ディスクとしてのCDのワーキングディスタンスを確保でき、対物レンズの製造も容易にする事が出来、加えて、光の利用効率を高く維持することが可能となる。また、BDのような高NA、短波長の光ディスクを用いる際には

、偏心コマ収差や非点収差の問題が大きくなるが、条件式（１０）を満たすことにより、偏心コマ収差も非点収差も良好にすることが可能となるため、当該観点からも好ましい。この観点からは、条件式（１０）’、

$$1. \quad 1 \leq d/f \leq 1.5 \quad (10)'$$

を満たすことが更に好ましい。

[0098] また、以下の条件式、

$$2. \quad 1 \text{ mm} \leq \phi \leq 4.2 \text{ mm}$$

を満たすことが好ましい。尚、 ϕ は、第１光ディスク使用時の対物レンズの有効径を表す。上記範囲を満たすことにより、第３光ディスクとしてのＣＤのワーキングディスタンスを実使用上問題ないレベルの距離を確保しつつ、例えば、対物レンズがプラスチックレンズであったとしても、温度変化時における収差変化を問題ないレベルに維持することができる。

[0099] 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。好ましくは、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（１１）、

$$-0.02 < m_1 < 0.02 \quad (11)$$

を満たすことである。

[0100] 一方で、第１光束を発散光として対物レンズに入射する場合、第１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_1 が、下記の式（１２）、

$$-0.10 < m_1 < 0 \quad (12)$$

を満たすことが好ましい。

[0101] 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（１３）、

$$-0.02 < m_2 < 0.02 \quad (13)$$

を満たすことが好ましい。

[0102] 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(14)、

$$-0.10 < m_2 < 0 \quad (14)$$

を満たすことが好ましい。

[0103] また、第3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(15)、

$$-0.02 < m_3 < 0.02 \quad (15)$$

を満たすことが好ましい。第3光束が平行光である場合、トラッキングにおいて問題が発生しやすくなるが、本発明は第3光束が平行光であっても、良好なトラッキング特性を得ることを可能とし、3つの異なる光ディスクに対して記録及び／又は再生を適切に行う事を可能とする。

[0104] 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(16)、

$$-0.10 < m_3 < 0 \quad (16)$$

を満たすことが好ましい。

[0105] また、第3光ディスクを用いる際の対物レンズのワーキングディスタンス(WD)は、0.20mm以上、1.5mm以下であることが好ましい。好ましくは、0.3mm以上、1.20mm以下である。次に、第2光ディスクを用いる際の対物レンズのWDは、0.4mm以上、1.3mm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レンズのWDは、0.4mm以上、1.2mm以下であることが好ましい。

[0106] 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。

[0107] 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。

[0108] 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。

[0109] 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

[0110] 本発明によれば、高密度光ディスク（特にBlu-ray Disc：以下、BDという）とDVDとCD等の、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光ピックアップ装置及び対物レンズであって、シンプルな構成でありながら、光の利用効率を高めることができる光ピックアップ装置及び対物レンズを提供することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0111] [図1]図1（a）は、従来技術の階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図であり、図1（b）は、本発明の一例にかかる階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図である。

[図2]各波長の回折効率を示す図であり、縦軸に回折効率、横軸に波長をとって示している。

[図3]請求項4にかかる回折光を発生する階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図である。

[図4]各波長の回折効率を示す図であり、縦軸に回折効率、横軸に波長をとって示している。

[図5](a)は、本発明に係る対物レンズOBJの一例を、光軸方向から見た図であり、(b)は断面図である。

[図6]本発明に係る対物レンズによるスポットの形状を示した図である。

[図7]本発明に係る対物レンズOBJに設けられる光路差付与構造を模式的に示す断面図である。

[図8]本発明に係る光ピックアップ装置の構成を概略的に示す図である。

[図9]実施例の光路差付与構造の光軸方向拡大断面図である。

[図10]「関数的に均等」を説明するための光路差関数と光路差付与構造との関係を示したグラフである。

[図11]請求項6にかかる回折光を発生する階段型の第1光路差付与構造の光軸を含む面に沿って切断された断面図である。

[図12]各波長の回折効率を示す図であり、縦軸に回折効率、横軸に波長をとって示している。

発明を実施するための形態

[0112] 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、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。

[0113] 光ピックアップ装置PU1は、対物レンズOBJ、絞りST、コリメート

レンズCL、ダイクロイックプリズムPPS、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、BDの情報記録面RL1からの反射光束を受光する第1の受光素子PD1と、レーザモジュールLM等を有する。

[0114] また、レーザモジュールLMは、DVDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され波長 $\lambda_2 = 658\text{ nm}$ 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2の受光素子DS1と、CDの情報記録面RL3からの反射光束を受光する第3の受光素子DS2と、プリズムPSと、を有している。

[0115] 図5（a）及び（b）に示されるように、本実施の形態の対物レンズOBJ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周辺領域MDと、更にその周囲に配置された最周辺領域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、中央領域CNには、第1光路差付与構造が形成され、周辺領域MDには第2光路差付与構造が形成されている。また、最周辺領域OTには、第3光路差付与構造が形成されている。第1の光路差付与構造は、図3（c）に示す断面形状を有し、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。更に、第2光路差付与構造は、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する。又、第3光路差付与構造は、通過した第1光束の3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。なお、図5（a）及び（b）の中央領域

、周辺領域、最周辺領域の面積などの比率は正確には表されていない。

[0116] 青紫色半導体レーザLD1から射出された第1光束($\lambda_1 = 405\text{ nm}$)の発散光束は、ダイクロイックプリズムPPSを透過し、コリメートレンズCLにより平行光束とされた後、図示しない1/4波長板により直線偏光から円偏光に変換され、絞りSTによりその光束径が規制され、対物レンズOBJに入射する。ここで、対物レンズOBJの最周辺領域と中央領域と周辺領域により集光された光束は、厚さ0.1mm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。なお、中央領域において発生した第1光束の1次回折光、周辺領域において発生した第1光束の1次回折光及び最周辺領域において発生した第1光束の3次回折光が、BDの情報記録面上に集光する。

[0117] 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OBJ、絞りSTを透過した後、図示しない1/4波長板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CLにより収斂光束とされ、ダイクロイックプリズムPPSを透過した後、第1の受光素子PD1の受光面上に収束する。そして、第1の受光素子PD1の出力信号を用いて、2軸アクチュエータACにより対物レンズOBJ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。

[0118] 赤色半導体レーザEP1から射出された第2光束($\lambda_2 = 658\text{ nm}$)の発散光束は、プリズムPSで反射された後、ダイクロイックプリズムPPSにより反射され、コリメートレンズCLにより平行光束とされた後、図示しない1/4波長板により偏光変換され、対物レンズOBJに入射する。ここで、対物レンズOBJの中央領域と周辺領域により集光された(最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0.6mmの保護基板PL2を介して、DVDの情報記録面RL2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。なお、中央領域において発生した第2光束の-1次回折光、周辺領域において発生した第2光束の-1次回折光が、DVDの情報記録面上に集光する。

[0119] 情報記録面 R L 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 O B J、絞り S T を透過した後、図示しない 1 / 4 波長板により偏光変換され、コリメートレンズ C L により収斂光束とされ、ダイクロイックプリズム P P S により反射された後、その後、プリズム内で 2 回反射された後、第 2 の受光素子 D S 1 に収束する。そして、第 2 の受光素子 D S 1 の出力信号を用いて D V D に記録された情報を読み取ることができる。なお、往復路で 1 / 4 波長板で偏光変換されることで、1 / 4 波長板がない場合に比較して光利用効率を高くすることができる。

[0120] 赤外半導体レーザ E P 2 から射出された第 3 光束 ($\lambda 3 = 785 \text{ nm}$) の発散光束は、プリズム P S で反射された後、ダイクロイックプリズム P P S により反射され、コリメートレンズ C L により平行光束とされた後、図示しない 1 / 4 波長板により偏光変換され、対物レンズ O J T に入射する。ここで、対物レンズ O B J の中央領域により集光された (周辺領域及び最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 P L 3 を介して、C D の情報記録面 R L 3 上に形成されるスポットとなる。なお、中央領域において発生した第 3 光束の - 2 次回折光が C D の情報記録面上に集光する。

[0121] 情報記録面 R L 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 O B J、絞り S T を透過した後、図示しない 1 / 4 波長板により偏光変換され、コリメートレンズ C L により収斂光束とされ、ダイクロイックプリズム P P S により反射された後、その後、プリズム内で 2 回反射された後、第 3 の受光素子 D S 2 に収束する。そして、第 3 の受光素子 D S 2 の出力信号を用いて C D に記録された情報を読み取ることができる。なお、往復路で 1 / 4 波長板で偏光変換されることで、1 / 4 波長板がない場合に比較して光利用効率を高くすることができる。

[0122] <実施例>

次に、上述の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。

[0123] 表 3 に実施例 1 のレンズデータを示す。図 9 に、実施例の断面図を示す。

本実施例では、対物レンズの光源が光学面において、中央領域に階段型構造である第1光路差付与構造、周辺領域に階段型構造である第2光路差付与構造を形成し、最周辺領域にブレード型の回折構造である第3光路差付与構造を形成しており、中央領域の第1光路差付与構造において、 $w_1 = 0.5 w_2$ である。なお、これ以降において、10のべき乗数（例えば、 2.5×10^{-3} ）を、E（例えば、 $2.5 E^{-3}$ ）を用いて表すものとする。

[0124]

[表3]

実施例 1

	B D	D V D	C D
焦点距離	$f_1 = 2.20\text{mm}$	$f_2 = 2.40\text{mm}$	$f_3 = 2.55\text{mm}$
開口数	$\text{NA1} = 0.85$	$\text{NA2} = 0.60$	$\text{NA3} = 0.45$
結像倍率	$m = 0$	$m = 0$	$m = 0$

第 i 面	r_i	d_i (405nm)	n_i (405nm)	d_i (658nm)	n_i (658nm)	d_i (785nm)	n_i (785nm)	
0		∞		∞		∞		
1-1	1.51130	2.70	1.56013	2.70	1.54062	2.70	1.5372	非球面・回折面
1-2	1.55414	—	1.56013	—	1.54062	—	1.5372	非球面・回折面
1-3	1.55765	—	1.56013	—	1.54062	—	1.5372	非球面・回折面
2	-2.73424	0.69015	1.00000	0.62414	1.00000	0.45993	1.0000	非球面
3	∞	0.0875	1.61949	0.60	1.57732	1.20	1.5706	
4	∞							

※ d_i は、第 i 面から第 i + 1 面までの変位を表す。

非球面・回折面(光路差関数)データ

非球面係数

	第 1-1 面	第 1-2 面	第 1-3 面	第 2 面
	中央領域	周辺領域	最周辺領域	
κ	-6.0762E-01	-3.1092E+01	-3.1092E+01	-3.1092E+01
A 0	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
A 4	8.1454E-03	8.0690E-02	8.0690E-02	8.0690E-02
A 6	8.7988E-04	-5.7930E-02	-5.7930E-02	-5.7930E-02
A 8	2.6303E-04	1.8637E-02	1.8637E-02	1.8637E-02
A 10	1.2237E-04	-7.0213E-04	-7.0213E-04	-7.0213E-04
A 12	1.6637E-05	-1.2306E-03	-1.2306E-03	-1.2306E-03
A 14	-1.1944E-05	2.4548E-04	2.4548E-04	2.4548E-04
A 16	-8.9121E-07	—	—	—
A 18	2.3355E-06	—	—	—
A 20	-4.8778E-07	—	—	—

光路差関数の係数(第 1 面)

	第 1-1 面	第 1-2 面	第 1-3 面
	中央領域	周辺領域	最周辺領域
	$0 \leq h < 1.155$	$1.155 \leq h < 1.448$	$1.448 \leq h$
B 2	-7.3166E-03	-7.6387E-03	-2.7283E-03
B 4	6.6183E-04	1.3720E-03	7.6430E-04
B 6	-5.6772E-04	-1.1025E-03	-2.8021E-04
B 8	2.8528E-04	4.0846E-04	-7.0206E-05
B 10	-6.8156E-05	-5.7435E-05	3.5542E-05

回折形状	階段	階段	ブレース
λ_B	405nm	405nm	405nm
dor:(λ_1)	1	1	3
dor:(λ_2)	-1	-1	—
dor:(λ_3)	2	—	—
p	4.5	4	—
M	1.22	1.25	—

[0125] 対物レンズの光学面は、それぞれ数 1 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。

[0126] [数1]

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

[0127] 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。

[0128] また、回折構造のピッチは数2式の光路差関数の整数となる部分で決定され、各輪帯毎に各波長の光束に対して与えられる光路長は、数3式の関数に、表に示す係数を代入した数式で規定される。

[0129] [数2]

$$\Phi(h) = dor \times \sum_{i=0}^6 B_{2i} h^2 \times \lambda_B / \lambda_i$$

[0130] [数3]

$$\Phi'(h) = M \times INT \left[p \times MOD \left\{ \sum_{i=0}^6 B_{2i} h^2 \right\} \right]$$

h : 光軸からの高さ

A_{2i} : 非球面係数

B_{2i} : 光路差関数の係数

INT : 数の整数部分

λ_B : ブレーズ形状の回折構造の基準波長

λ_i : 波長

M : 階段形状の1段辺りの光路差 単位 : λ_B

p : 階段形状の分割数

[0131] 尚、 B_{2i} : 光路差関数の係数、 MOD : 数の小数部分、 INT : 数の整数部分、 λ_B : ブレーズ形状の回折構造の基準波長、 λ_i : 入射光束の波長、 M : 階段形状の1段辺りの光路差（単位 λ_B ）、 p : 階段形状の分割数であ

る。実施例 1 の表において中央領域の第 1 光路差付与構造の p (分割数) が 4. 5 と記載されているのは、5 ステップのうち、1 つのステップの幅を半減させていることを示す。即ち、実施例 1 の第 1 光路差付与構造は、階段単位の一つの小段差で $1.22\lambda B$ の光路差が付与される、5 ステップの階段単位を有する階段型構造である。また、実施例 1 の第 1 光路差付与構造は、第 1 光路差付与構造を通過した 405 nm の光束の 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 光路差付与構造を通過した 658 nm の光束の -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 光路差付与構造を通過した 785 nm の光束の -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光路差付与構造である。さらに、実施例 1 の第 1 光路差付与構造は、 $w_1 = 0.5w_2$ を満たしている。

[0132] 本実施例の、中央領域における回折効率の図が、図 2 (b) に示されており、BD, DVD, CD のいずれにおいてもバランスよく高い回折効率を得られていることが分かる。

符号の説明

[0133] AC 二軸アクチュエータ
PPS ダイクロイックプリズム
CL コリメートレンズ
LD1 青紫色半導体レーザー
LM レーザモジュール
OBJ 対物レンズ
PL1 保護基板
PL2 保護基板
PL3 保護基板
PU1 光ピックアップ装置
RL1 情報記録面
RL2 情報記録面

R L 3 情報記録面

C N 中央領域

M D 周辺領域

O T 最周辺領域

請求の範囲

[請求項1]

第1光源から出射される波長 λ_1 の第1光束を用いて厚さ t_1 の保護層を有する第1光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行い、第2光源から出射される波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$)の第2光束を用いて厚さ t_2 ($t_1 \leq t_2$)の保護層を有する第2光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行い、第3光源から出射される波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$)の第3光束を用いて厚さ t_3 ($t_2 < t_3$)の保護層を有する第3光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行う対物レンズを備えた光ピックアップ装置の対物レンズにおいて、

前記対物レンズの光学面には、第1光路差付与構造が形成されており、

前記第1光路差付与構造は、同数のステップを有する輪帯状の階段単位を、光軸を中心として複数個同心円状に並べた階段型構造であって、

前記階段型構造における少なくとも1つの前記階段単位の最高位ステップ又は最低位ステップの光軸直交方向における幅 w_1 と、前記最高位ステップ又は前記最低位ステップを光軸直交方向に挟む2つのステップの平均値 w_2 とは、以下の関係式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$0.2w_2 \leq w_1 \leq 0.8w_2 \quad (1)$$

[請求項2]

前記階段型構造における全ての前記階段単位の前記最高位ステップ又は前記最低位ステップが、(1)式を満たす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]

前記対物レンズの光学面は、少なくとも、光軸を含む中央領域と、前記中央領域の周囲に形成された輪帯状の周辺領域と、前記周辺領域の周囲に形成された輪帯状の最周辺領域を有し、

前記中央領域、前記周辺領域及び前記最周辺領域を通過した前記第

1 光束が、前記第 1 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、

前記中央領域と前記周辺領域とを通過した前記第 2 光束が、前記第 2 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記最周辺領域を通過した前記第 2 光束が、前記第 2 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生が出来るように集光されず、

前記中央領域を通過した前記第 3 光束が、前記第 3 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記周辺領域と前記最周辺領域を通過した前記第 3 光束が、前記第 3 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生が出来るように集光されず、

前記第 1 光路差付与構造は、前記中央領域に形成されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の対物レンズ。

[請求項4] 前記最低位ステップのみが、(1) 式を満たすことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項5] 前記第 1 光路差付与構造は、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 1 光束の 1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 2 光束の -1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 3 光束の -2 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項6] 前記第 1 光路差付与構造は、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 1 光束の 1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 2 光束の -2 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光

量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 3 光束の - 3 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項 7] 前記最高位ステップ又は前記最低位ステップが、以下の関係式を満たすことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

$$0.4w_2 \leq w_1 \leq 0.6w_2 \quad (2)$$

[請求項 8] 前記階段単位において隣接するステップ間の光軸方向の段差量は略等しいことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項 9] (1) 式を満たす前記最高位ステップ又は前記最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、関数的に均等であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項 10] 一つの前記階段単位において、(1) 式を満たす前記最高位ステップ又は前記最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、互いに略等しいことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項 11] 第 1 光源から出射される波長 λ_1 の第 1 光束を用いて厚さ t_1 の保護層を有する第 1 光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行い、第 2 光源から出射される波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光束を用いて厚さ t_2 ($t_1 \leq t_2$) の保護層を有する第 2 光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行い、第 3 光源から出射される波長 λ_3 ($\lambda_2 < \lambda_3$) の第 3 光束を用いて厚さ t_3 ($t_2 < t_3$) の保護層を有する第 3 光ディスクの情報記録面に対して集光スポット形成を行う対物レンズを備えた光ピックアップ装置において、

前記対物レンズの光学面には、第 1 光路差付与構造が形成されており、

前記第 1 光路差付与構造は、同数のステップを有する輪帯状の階段単位を、光軸を中心として複数個同心円状に並べた階段型構造であって、

前記階段型構造における少なくとも 1 つの前記階段単位の最高位ステップ又は最低位ステップの光軸直交方向における幅 w_1 と、前記最高位ステップ又は前記最低位ステップを光軸直交方向に挟む 2 つのステップの平均値 w_2 とは、以下の関係式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$0.2w_2 \leq w_1 \leq 0.8w_2 \quad (1)$$

[請求項 12] 前記階段型構造における全ての前記階段単位の前記最高位ステップ又は前記最低位ステップにおいて、(1) 式を満たすことを特徴とする請求項 11 に記載の光ピックアップ装置。

[請求項 13] 前記対物レンズの光学面は、少なくとも、光軸を含む中央領域と、前記中央領域の周囲に形成された輪帯状の周辺領域と、前記周辺領域の周囲に形成された輪帯状の最周辺領域を有し、

前記中央領域、前記周辺領域及び前記最周辺領域を通過した前記第 1 光束が、前記第 1 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、

前記中央領域と前記周辺領域とを通過した前記第 2 光束が、前記第 2 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記最周辺領域を通過した前記第 2 光束が、前記第 2 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生が出来るように集光されず、

前記中央領域を通過した前記第 3 光束が、前記第 3 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生ができるように集光され、前記周辺領域と前記最周辺領域を通過した前記第 3 光束が、前記第 3 光ディスクの情報記録面に情報の記録及び／又は再生が出来るように集光されず、

前記第 1 光路差付与構造は、前記中央領域に形成されていることを特徴とする請求項 1 1 又は請求項 1 2 に記載の光ピックアップ装置。

[請求項14] 前記最低位ステップのみが、(1) 式を満たすことを特徴とする請求項 1 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

[請求項15] 前記第 1 光路差付与構造は、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 1 光束の 1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 2 光束の -1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 3 光束の -2 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であることを特徴とする請求項 1 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

[請求項16] 前記第 1 光路差付与構造は、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 1 光束の 1 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 2 光束の -2 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくし、前記第 1 光路差付与構造を通過した前記第 3 光束の -3 次の回折光量を他のいかなる次数 (0 次を含む) の回折光量よりも大きくする光路差付与構造であることを特徴とする請求項 1 1 から請求項 1 4 までのいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

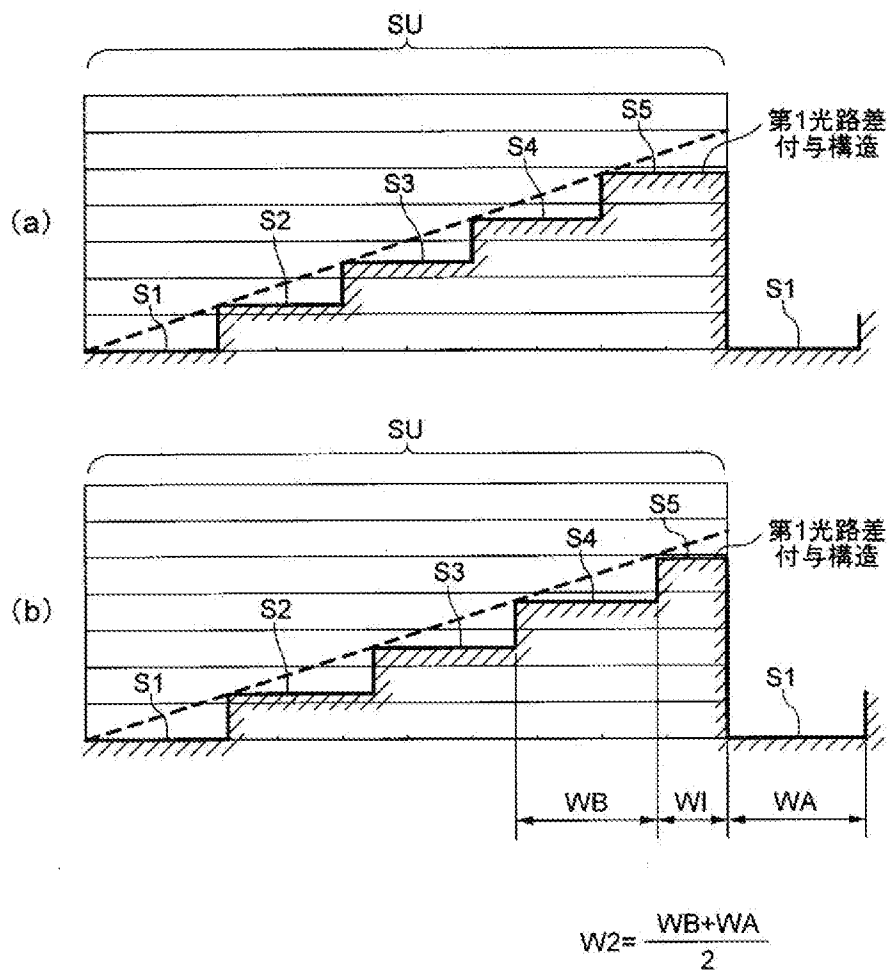
[請求項17] 前記最高位ステップ又は前記最低位ステップが、以下の関係式を満たすことを特徴とする請求項 1 1 から請求項 1 6 までのいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

$$0.4w2 \leq w1 \leq 0.6w2 \quad (2)$$

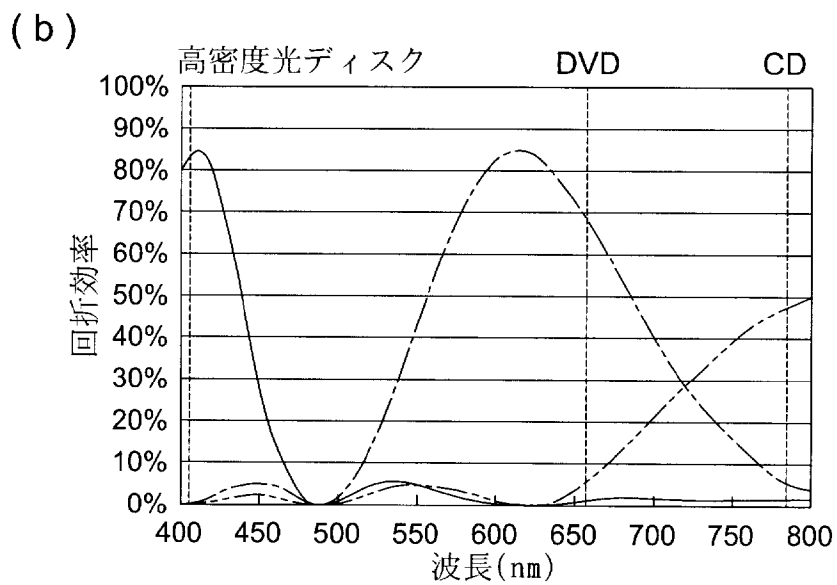
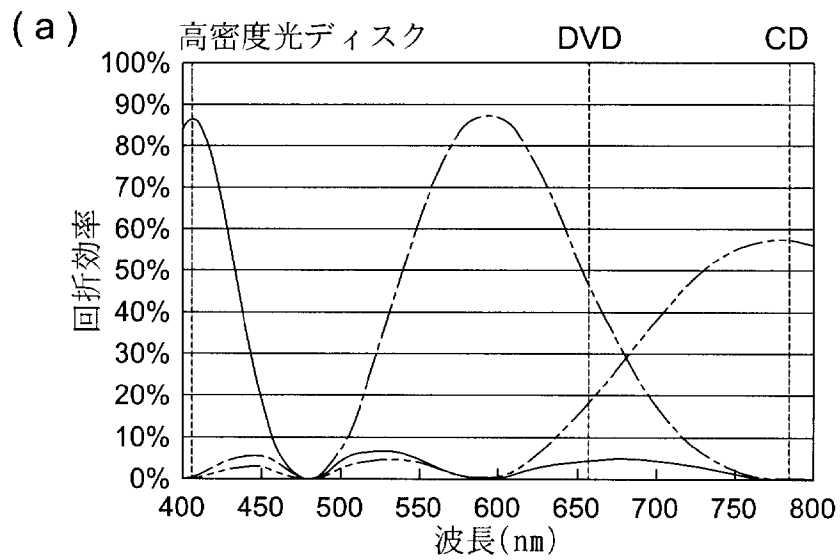
[請求項18] 前記階段単位において隣接するステップ間の光軸方向の段差量は略等しいことを特徴とする請求項 1 1 から請求項 1 7 までのいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

- [請求項19] (1) 式を満たす前記最高位ステップ又は前記最低位ステップ以外のステップの光軸方向の幅は、関数的に均等であることを特徴とする請求項 1 1 から請求項 1 8 までのいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。
- [請求項20] 一つの前記階段単位において、(1) 式を満たす前記最高位ステップ又は前記最低位ステップ以外のステップの光軸直交方向の幅は、互いに略等しいことを特徴とする請求項 1 1 から請求項 1 8 までのいずれか一項に記載の光ピックアップ装置。

[図1]

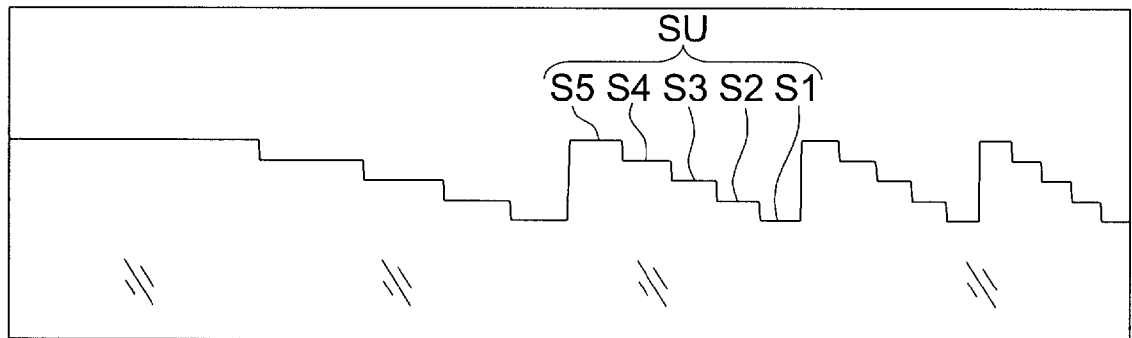


[図2]

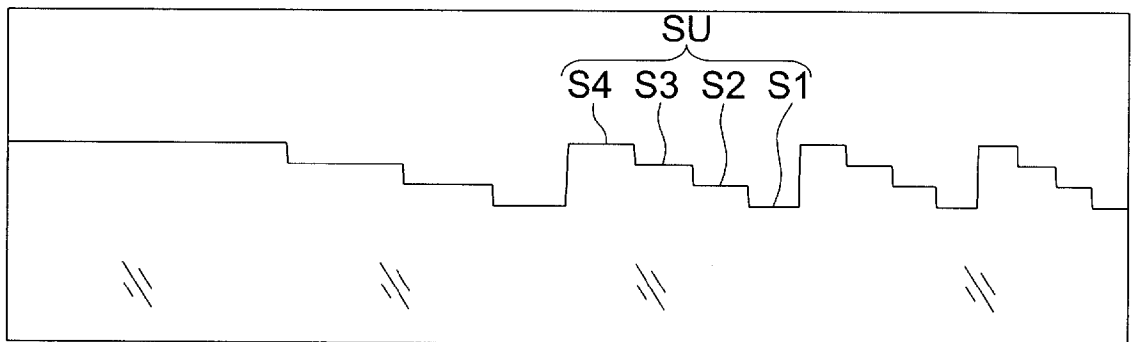


[図3]

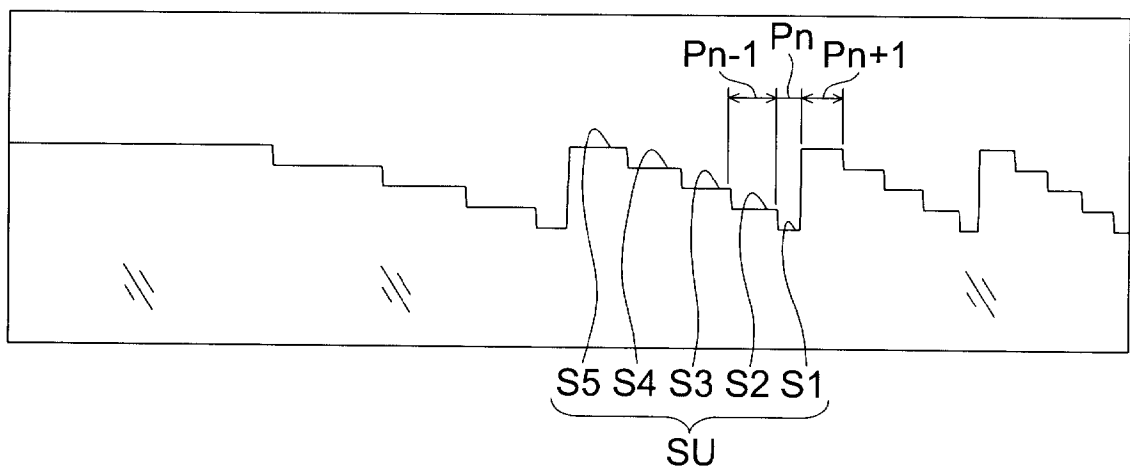
(a)



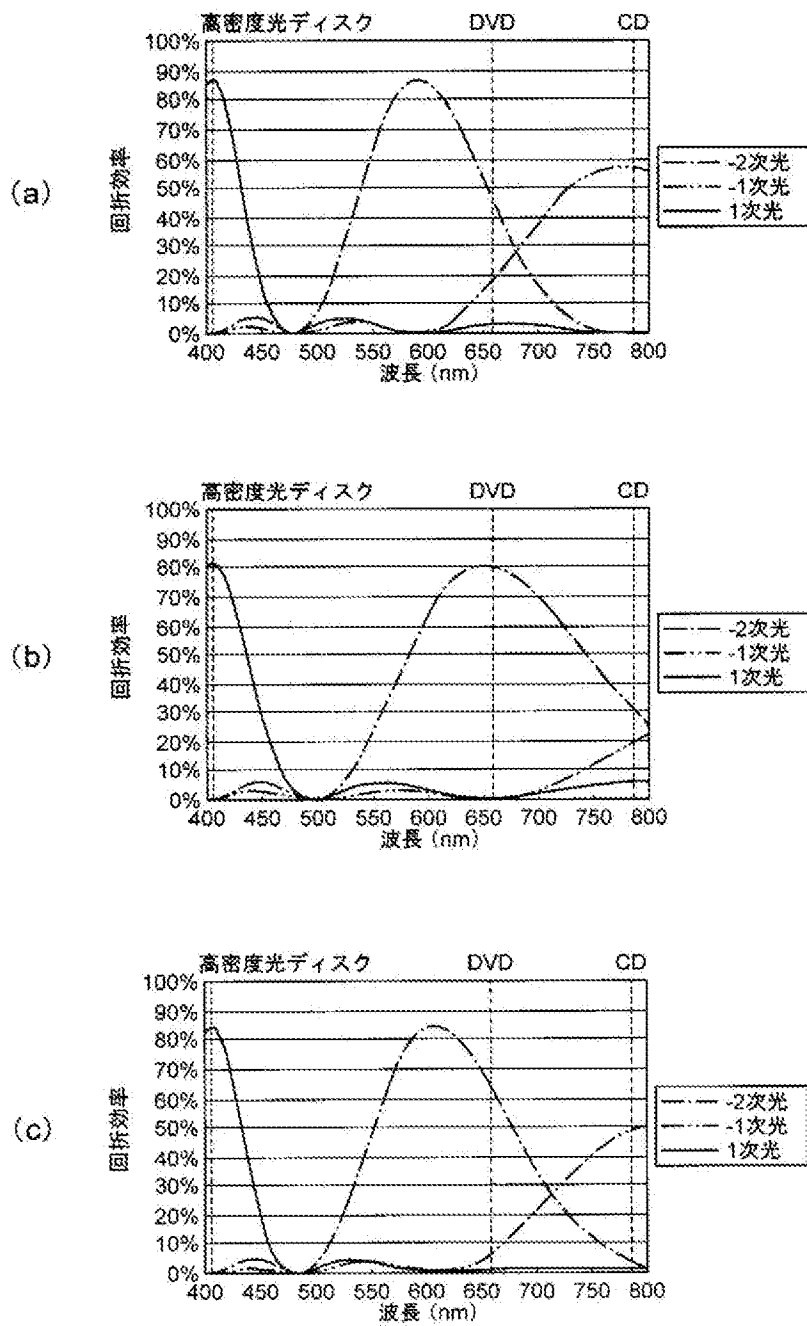
(b)



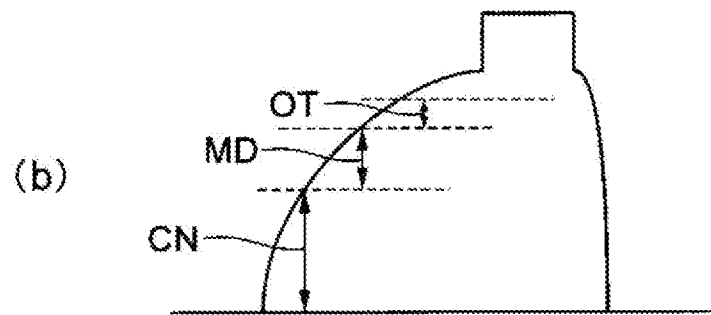
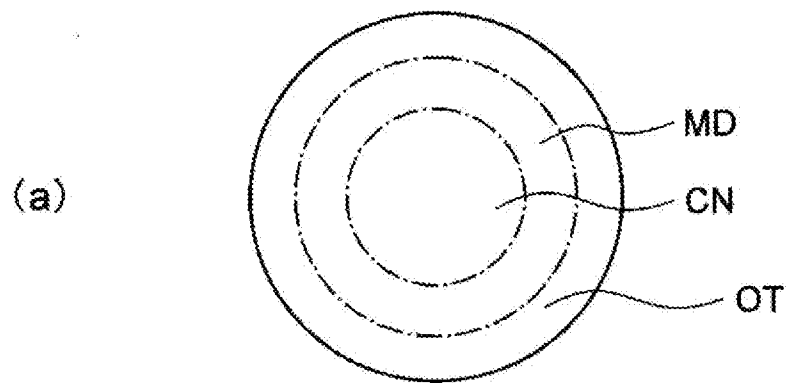
(c)



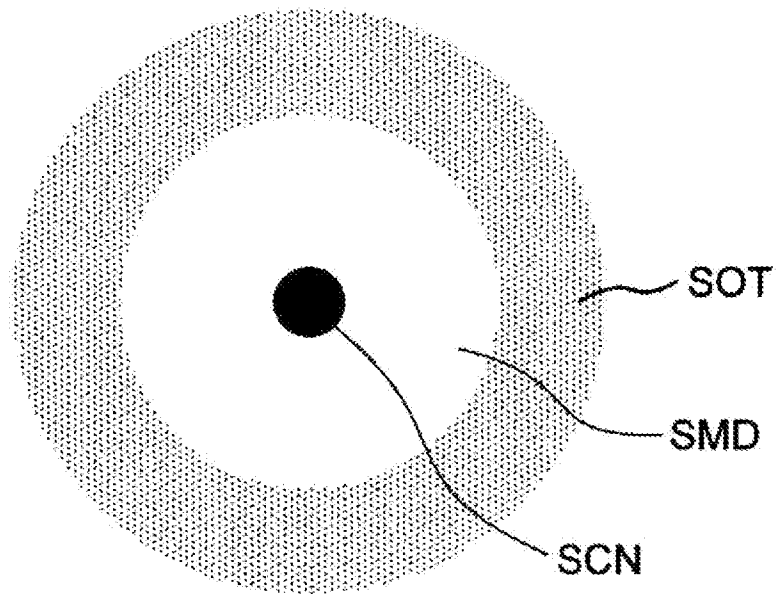
[図4]



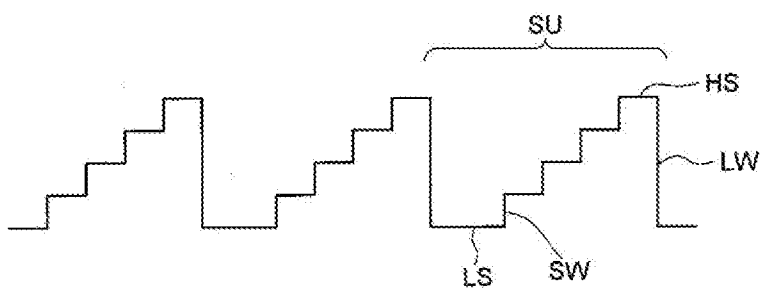
[図5]



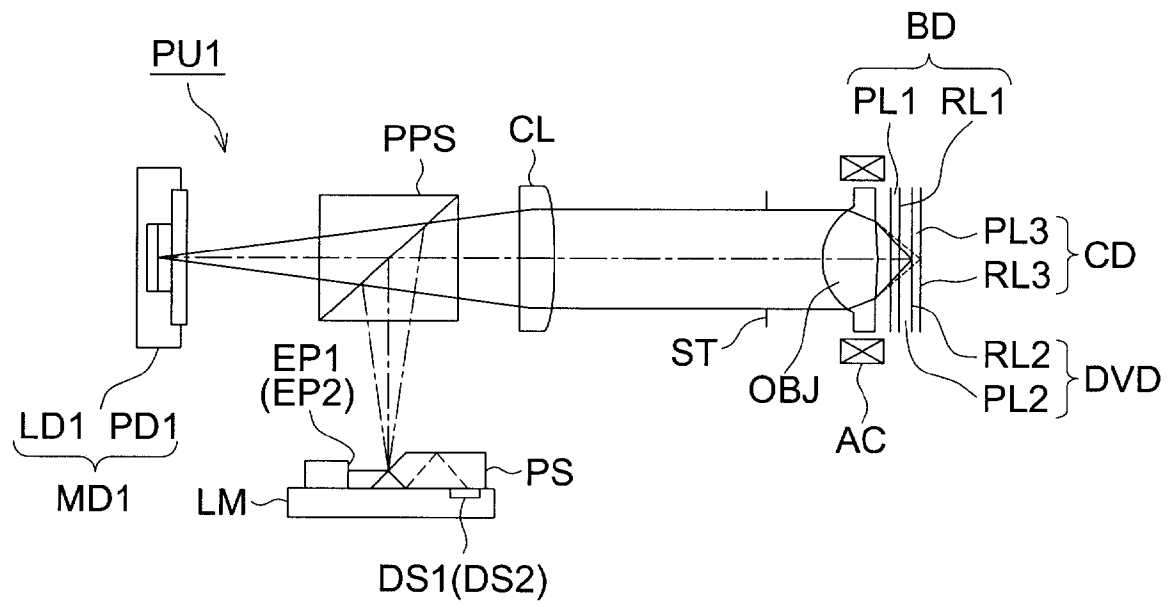
[図6]



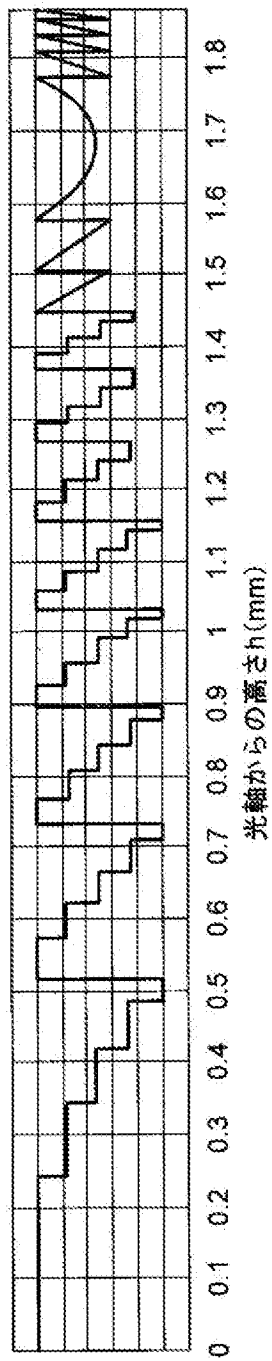
[図7]



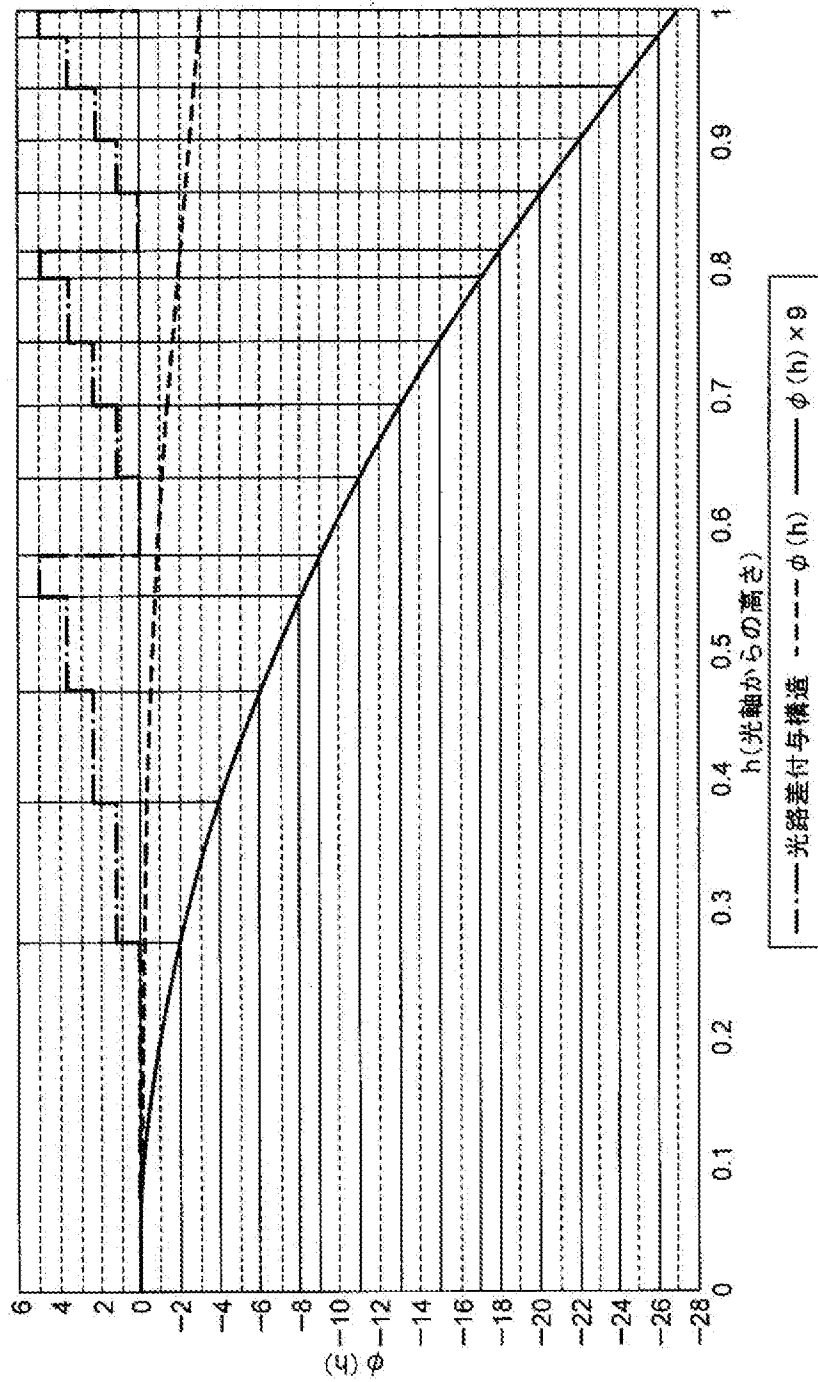
[図8]



[図9]

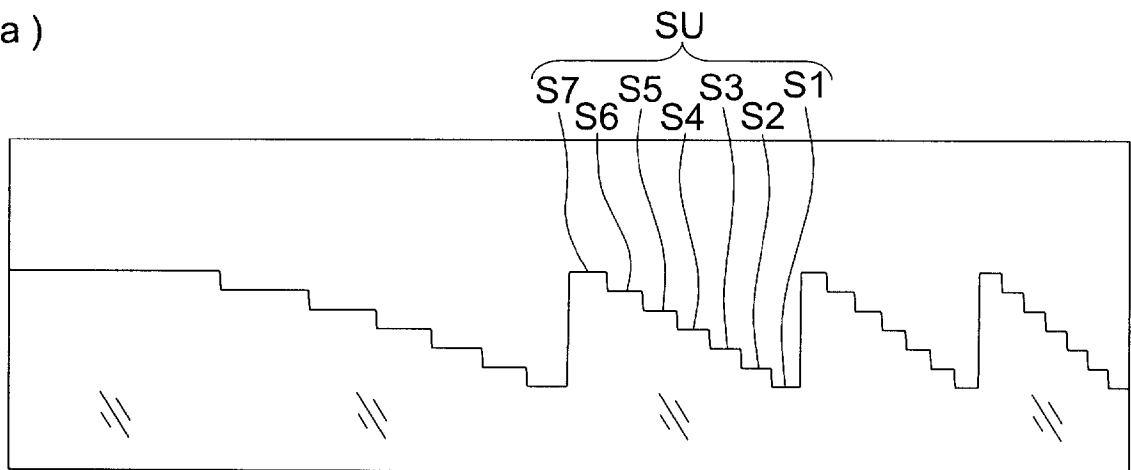


[図10]

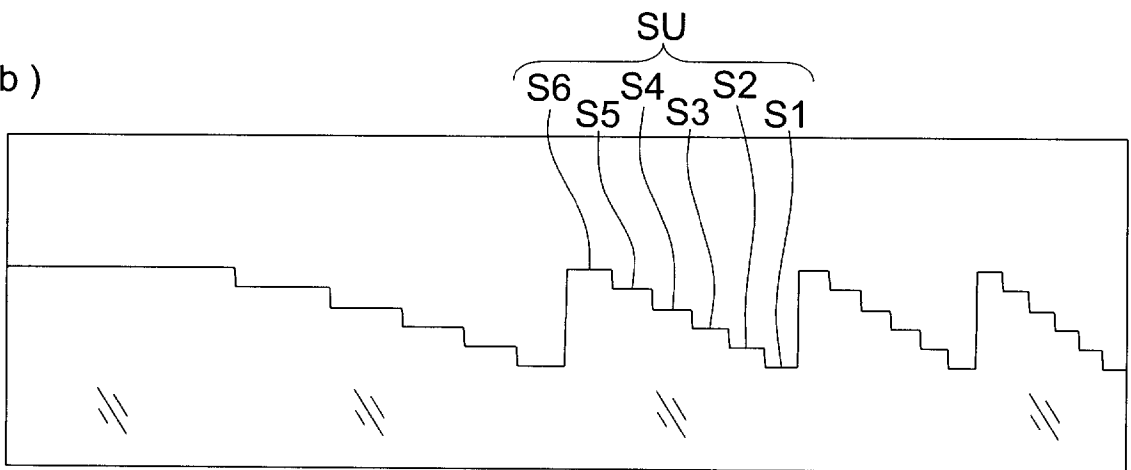


[図11]

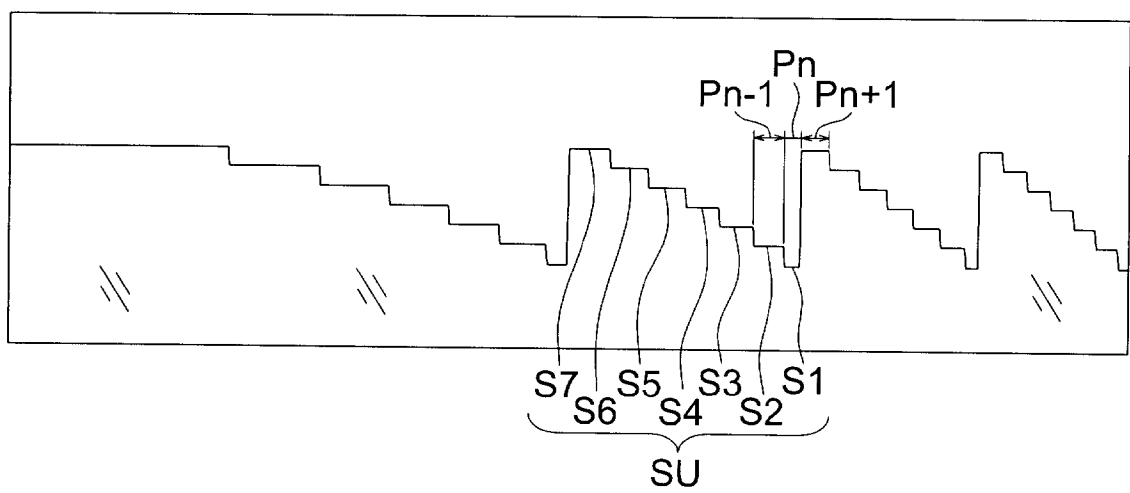
(a)



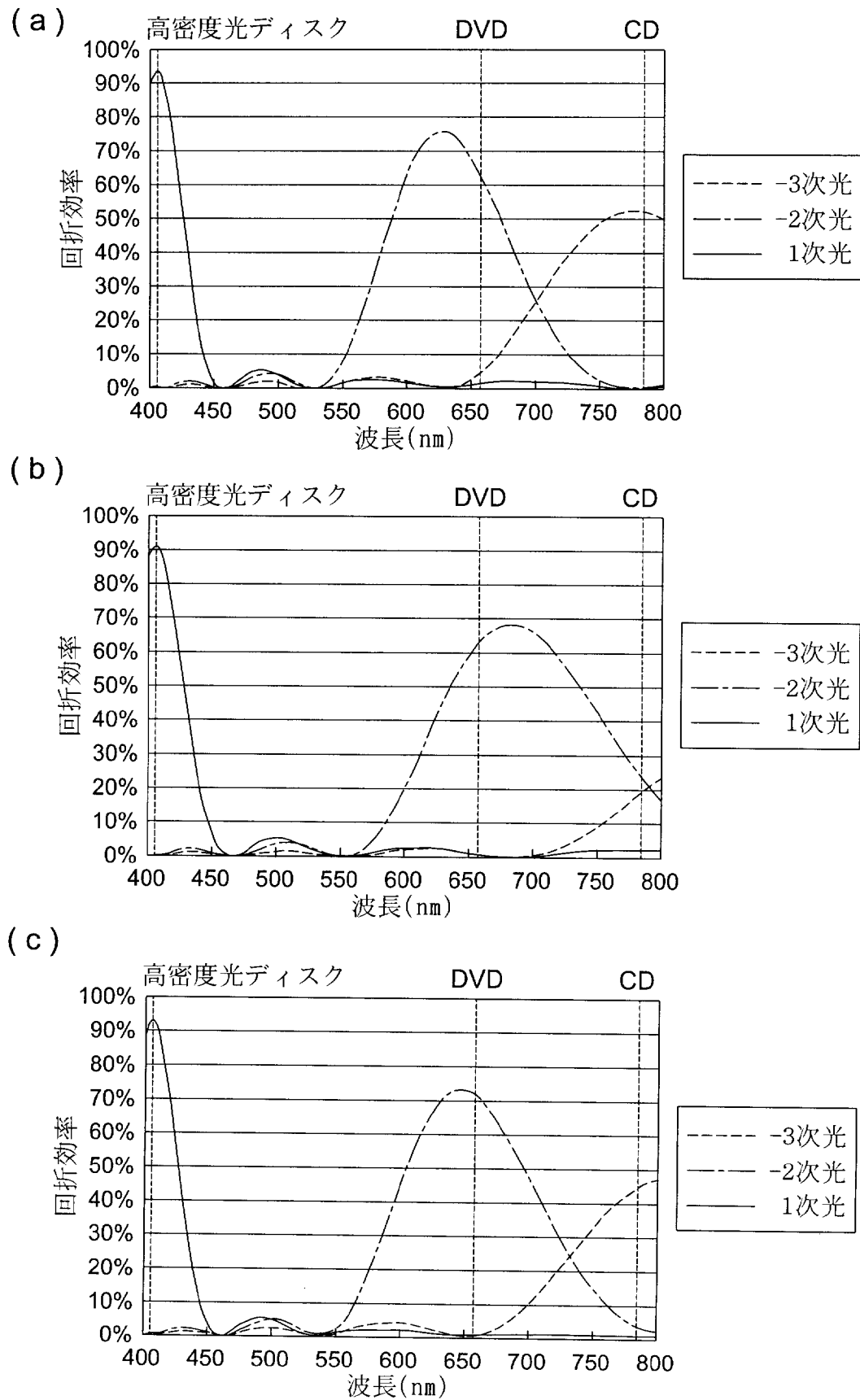
(b)



(c)



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/059341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/135(2006.01) i, G02B13/00(2006.01) i, G02B13/18(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, 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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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	JP 2007-294101 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 08 November, 2007 (08.11.07), Full text; all drawings(particularly, Fig. 3) & JP 2006-127721 A & US 2005/0224693 A1 & EP 1587090 A1	1-20
A	JP 2005-141800 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 02 June, 2005 (02.06.05), Par. Nos. [0056] to [0059]; Fig. 3 & US 2005/0094537 A1 & EP 1530208 A2 & WO 2005/043523 A1	1-20

☐ 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
14 August, 2009 (14.08.09)

Date of mailing of the international search report
25 August, 2009 (25.08.09)

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(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, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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 請求項の番号
A	J P 2 0 0 7 - 2 9 4 1 0 1 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2007. 11. 08, 全文, 全図 (とくに図3) & J P 2 0 0 6 - 1 2 7 7 2 1 A & U S 2 0 0 5 / 0 2 2 4 6 9 3 A 1 & E P 1 5 8 7 0 9 0 A 1	1-20
A	J P 2 0 0 5 - 1 4 1 8 0 0 A (コニカミノルタオプト株式会社)	1-20

☒ 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

14. 08. 2009

国際調査報告の発送日

25. 08. 2009

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)

井上 信一

5D

9058

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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 請求項の番号
	2005.06.02, 段落【0056】－【0059】, 図3 & US 2005/0094537 A1 & EP 1530208 A2 & WO 2005/043523 A1	