

(43) 国際公開日
2006年3月9日 (09.03.2006)

PCT

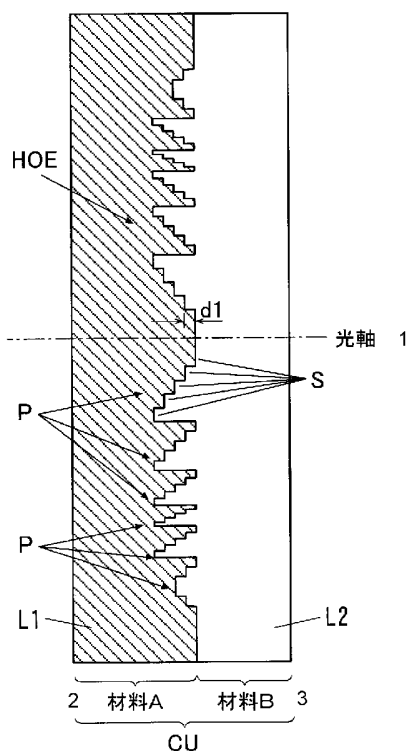
(10) 国際公開番号
WO 2006/025271 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/135 (2006.01) *G02B 13/18* (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01) *G11B 7/125* (2006.01)
G02B 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/015511
- (22) 国際出願日: 2005年8月26日 (26.08.2005)
- (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2004-257327 2004年9月3日 (03.09.2004) 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 (米国についてののみ): 池中 清乃 (IKE-NAKA, Kiyono) [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, 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, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

[続葉有]

(54) Title: COUPLING LENS AND OPTICAL PICKUP DEVICE

(54) 発明の名称: カップリングレンズ及び光ピックアップ装置



- 1 OPTICAL AXIS
 2 MATERIAL A
 3 MATERIAL B

(57) Abstract: A coupling lens is provided for projecting two luminous fluxes at different angles by using a phase structure, for achieving compatibility between a high-density optical disc and a CD having a wavelength ratio of the using luminous fluxes at approximately 1:2. An optical pickup device provided with the coupling lens thereon is also provided. The coupling lens at least has a first lens part composed of a material having an abbe number ($\nu d1$) to a d line that satisfies inequalities of $0 < \nu d1 \leq 40$, and the first lens part has a first phase structure.

(57) 要約: 本発明は、使用光束の波長比がほぼ1:2となる関係にある高密度光ディスクとCDとの間で互換を達成すべく、これら2つの光束を位相構造を利用して互いに異なる角度で出射することができるカップリングレンズ及びこのカップリングレンズを搭載した光ピックアップ装置を提供する。本発明に係るカップリングレンズは、少なくとも、d線に対するアッベ数 $\nu d1$ が $0 < \nu d1 \leq 40$ の材料からなる第1レンズ部を有し、前記第1レンズ部に第1位相構造を有する。



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).

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。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

カップリングレンズ及び光ピックアップ装置

技術分野

[0001] 本発明は、カップリングレンズ及び光ピックアップ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、青紫色レーザ光源を使用することで記録密度を高めた高密度光ディスク、DVD(デジタルバーサタイルディスク、赤色レーザ光源を使用)、CD(コンパクトディスク、赤外レーザ光源を使用)などの光ディスクのうち、少なくとも2種類の光ディスク間で互換性を有する光情報記録再生装置に対する開発が進められている。

[0003] 尚、本明細書においては、NA0.85の対物レンズを使用し保護層厚さが0.0875mmであるブルーレイディスク(以下、「BD」と略記する)や、NA0.65乃至0.67の対物レンズを使用し保護層厚さが0.6mmであるHD DVD(以下、「HD」と略記する)の如き、青紫色レーザ光源を使用する光ディスクを総称して「高密度光ディスク」という。上述したブルーレイディスクやHD DVD以外にも、光磁気ディスクや、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、保護層或いは保護膜の厚さがゼロの光ディスクも高密度光ディスクに含むものとする。

[0004] 装置の小型化や軽量化の観点からは、複数種類の光ディスクを1つの光ピックアップ装置で記録再生できることが望ましく、さらに、光源からセンサーまでの光路を各光束で一致させることで、光源やセンサーといった必須の部品を各光束で共用することが望ましい。

[0005] 特許文献1には、コリメートレンズに回折構造を設け、DVD用の短波長のレーザ光を平行光として出射し、CD用の長波長のレーザ光を発散光として出射することで、DVDとCDの保護基板厚の差や光束の波長差に起因して生じる球面収差を補正する技術が開示されている。

特許文献1:特開2002-245654号公報

[0006] ところが、上記特許文献1に開示された技術では、高密度光ディスク/DVD/CDの3種類の光ディスク間で互換を達成することは困難である。

[0007] その理由としては、高密度光ディスクに使用する青紫色レーザ光源の波長に対して、CDに使用する赤外レーザ光源の波長が略2倍であるために、回折構造により発生する回折光の青紫色レーザ光束と赤外レーザ光束とに対する互換のための球面収差補正効果と、回折光の回折効率が互いにトレードオフの関係にあることが挙げられる。

[0008] 即ち、特許文献1の技術を、上記3種類の光ディスク間での互換に適用すると、高い回折効率の下では、青紫色レーザ光束の回折光の回折角と赤外レーザ光束の回折光の回折角とが略一致してしまうので、回折構造により高密度光ディスクとCDの保護層厚さの違いによる球面収差を補正できないという問題が生じる。

発明の開示

[0009] 本発明の課題は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、使用光束の波長比がほぼ1:2となる関係にある高密度光ディスクとCDとの間で互換を達成すべく、これら2つの光束を位相構造を利用して互いに異なる角度で出射することができる光ピックアップ装置用のカップリングレンズ及びこのカップリングレンズを搭載した光ピックアップ装置を提供することである。

[0010] 以上の課題を解決するために、項1記載の構成は、少なくとも、d線に対するアッベ数 ν_d が $0 < \nu_d \leq 40$ の材料からなる第1レンズ部を有し、
前記第1レンズ部に第1位相構造を有する。

[0011] カップリングレンズを高分散材料で構成し、かつ位相構造が形成された構成とすることで、使用光束の波長比がほぼ1:2となる関係にある高密度光ディスクとCDとの間での互換を達成することができる。

[0012] 本発明において高分散材料とは、アッベ数 ν_d が $40 \leq \nu_d \leq 70$ を満たす材料である。また、低分散材料とは、高分散材料より小さい値のアッベ数 ν_d を持つ材料である。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]光ピックアップ装置の構成を示す要部平面図である。

[図2]カップリングレンズの構成を示す要部平面図である。

[図3]カップリングレンズの構成を示す要部平面図である。

[図4]位相構造を示す要部平面図(a)、(b)である。

[図5]位相構造を示す要部平面図(a)、(b)である。

[図6]位相構造を示す要部平面図(a)、(b)である。

[図7]位相構造を示す要部平面図(a)、(b)である。

[図8]レンズ部を説明するための要部平面図である。

[図9]実施例における対物光学素子の構成を示す要部平面図である。

[図10]実施例における対物光学素子の構成を示す要部平面図である。

[図11]実施例における対物光学素子の構成を示す要部平面図である。

[図12]実施例における対物光学素子の構成を示す要部平面図である。

[図13]実施例における対物光学素子の構成を示す要部平面図である。

[図14]実施例における対物光学素子の構成を示す要部平面図である。

[図15]実施例における対物光学素子の構成を示す要部平面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0014] 以下本発明の好ましい形態を説明する。

[0015] 項2記載の構成は、項1記載のカップリングレンズにおいて、少なくとも、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($1.44 \times t_1 \leq t_3$)の第3光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($1.9 \times \lambda_1 \leq \lambda_3 \leq 2.2 \times \lambda_1$)の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 λ_1 および λ_3 の光束を通過させる。

[0016] 項3記載の構成は、項2記載のカップリングレンズにおいて、少なくとも、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_2 ($0.9 \times t_1 \leq t_2$)の第2光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($1.5 \times \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq 1.8 \times \lambda_1$)の第2光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行い、保護基板厚 t_3 ($1.6 \times t_2 \leq t_3 \leq 2.4 \times t_2$)の第3光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($1.9 \times \lambda_1 \leq \lambda_3 \leq 2.2 \times \lambda_1$)の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の全ての光

束を通過させる。

- [0017] 項4記載の構成は、項1～3のいずれか一項に記載のカップリングレンズにおいて、さらに、d線に対するアッペ数 $\nu d2$ が $\nu d1 < \nu d2$ の材料からなる第2レンズ部を有する。
- [0018] 項5記載の構成は、項4に記載のカップリングレンズにおいて、前記第1レンズ部と前記第2レンズ部は光軸方向に積層されており、前記第1レンズ部と前記第2レンズ部との境界面に前記第1位相構造が形成されている。
- [0019] 項6記載の構成は、項4に記載のカップリングレンズにおいて、前記第1レンズ部と前記第2レンズ部は光軸方向に積層されており、前記第1レンズ部と空気との境界面に前記第1位相構造が形成されている。
- [0020] 対物光学素子を項2のような構成とすることで、波長比がほぼ1:2となる関係にある波長 $\lambda 1$ の光束(例えば波長 $\lambda 1 = 407\text{nm}$ 程度の青紫色レーザ光束)と波長 $\lambda 3$ の光束(例えば波長 $\lambda 3 = 785\text{nm}$ 程度の赤外レーザ光束)を、両方の波長の光に対して高い回折効率を有しながら、位相構造を利用して互いに異なる角度で出射することができ、例えば球面収差の補正や透過率を確保できる。
- [0021] また、項1のようにカップリングレンズを高分散材料のみで構成しても良いが、低分散材料と高分散材料とを組み合わせ、高分散材料の表面に位相構造を形成することで、光源としてのレーザの個体差による発振波長変化に対して生じる球面収差を軽減することが望ましい。
- [0022] そこで、項4乃至6の構成では、カップリングレンズを、少なくとも、d線に対するアッペ数 $\nu d1$ が $0 < \nu d1 \leq 40$ の材料Aからなる第1レンズ部と、d線に対するアッペ数 $\nu d2$ が $\nu d1 < \nu d2$ の材料Bからなる第2レンズ部とを光軸方向に積層して構成し、両レンズ部の境界面、又は、第1レンズ部と空気層との境界面に位相構造を形成している。
- [0023] これにより、レーザの個体差より発振波長が変化しても球面収差の発生量を抑えた、第1乃至第3光情報記録媒体間での互換用のカップリングレンズとして用いることができる。
- [0024] 位相構造の一例としての回折構造HOE(図2を参照)は、d線に対するアッペ数 ν

$d1$ が $0 < \nu d1 \leq 40$ の材料(材料A、高分散材料)からなる第1レンズ部と、 d 線に対するアッベ数 $\nu d2$ が $\nu d1 < \nu d2$ の材料(材料B、低分散材料)からなる第2レンズ部との境界面において、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て構成されており、各パターンは複数の段差(図2では5つ)により構成されている。

[0025] ここで、例えばカップリングレンズの表面に回折構造HOEを形成した場合において、各パターンを構成する複数の段差各々の光軸方向の深さを $d1$ 、カップリングレンズを構成する材料Cの波長 $\lambda 1 (=407\text{nm})$ における屈折率を n_{C407} 、材料Cの波長 $\lambda 2 (=785\text{nm})$ における屈折率を n_{C785} 、空気層の屈折率を1とし、この回折構造を、波長 $\lambda 1$ の光束が透過するように、つまり、波長 $\lambda 1$ の通過光束に対して実質的に位相差を与えないように設計した場合には以下の式(1)が成立する。

[0026] $d1(n_{C407} - 1) \div 407 \times N1$ ($N1$ は自然数)

そして、このように設計した回折構造に対して波長 $\lambda 2$ の光束が入射すると、以下の式(2)が成立する。

[0027] $d1(n_{C785} - 1) \div 785 \times N1 / 2$

これは、入射光束の波長の比($407:785 \div 1:2$)に比べて、材料Cと空気層との屈折率の差の比 $(n_{C407} - 1) / (n_{C785} - 1)$ が1に十分近いため、式(1)の左辺と式(2)の左辺とがほぼ同じ値となり、式(2)の右辺の785に乗する値が自然数 $N1$ の $1/2$ になり、 $N1$ が偶数の場合には結果として、光が入射した場合に回折構造の各輪帯により与えられる位相差は、波長 $\lambda 1$ の光と波長 $\lambda 3$ の光とで同じとなり、同じ方向に光が回折される又は透過する。

[0028] そして、位相構造としての回折構造の各パターンを構成する複数の段差各々の光軸方向の深さを $d1$ 、材料Aの波長 $\lambda 1 (=407\text{nm})$ における屈折率を n_{A407} 、材料Bの波長 $\lambda 1 (=407\text{nm})$ における屈折率を n_{B407} 、材料Aの波長 $\lambda 3 (=785\text{nm})$ における屈折率を n_{A785} 、材料Bの波長 $\lambda 3 (=785\text{nm})$ における屈折率を n_{B785} とし、例えば、通常分散(アッベ数 νd 、 $40 \leq \nu d \leq 70$)の材料表面に回折構造を形成した場合、この回折構造を、波長 $\lambda 1$ の光束が透過するように、つまり、波長 $\lambda 1$ の通過光束に対して実質的に位相差を与えないように設計した場合には以下の式(3)が成立す

る。

$$[0029] \quad d1(n_{A407} - n_{B407}) = d1(1 - n_{B407}) \div 407 \times N2 \quad (N2 \text{は自然数})$$

そして、このように設計した回折構造に対して波長 $\lambda 3$ の光束が入射すると、以下の式(4)が成立する。

$$[0030] \quad d1(n_{A785} - n_{B785}) = d1(1 - n_{B785}) \neq 785 \times N3 \quad (N3 \text{は自然数})$$

このようにカップリングレンズを構成した場合、入射光束の波長の比(407:785 $\div$ 1:2)と比較して、材料Aと材料Bとの屈折率の差の比($n_{A407} - n_{B407}$)/($n_{A785} - n_{B785}$)は、分散が異なることに起因して、1より十分に離れるため、式(3)の左辺と式(4)の左辺とは異なる値となる。従って、式(4)の右辺の785に乗する値N3は、自然数N2の1/2にはならず、結果として、分散の組み合わせを自由に選択することで、波長 $\lambda 1$ の光と波長 $\lambda 3$ の光に対して所望の回折角の差を与えることが可能となる。

[0031] なお、高分散材料の代わりに異常分散性を持つ材料を使用しても同様の効果を得られる。

[0032] 高分散材料は複屈折を有するものが多いが、そのような材料を選択しても高分散材料の体積比を最低限にすることで複屈折の影響も低減できる。

[0033] 低分散材料として、ガラスを選択した場合は勿論樹脂を選択した場合であっても、上記のカップリングレンズはアッペ数が異なる少なくとも2層を積層して構成されるので、1種類の光学材料のみからなる単レンズと比較して境界面(屈折面)の数が多くなる。従って、項13のように、これら境界面に第2位相構造を設けることによって、例えば、温度変化時の球面収差を補正することができる。

[0034] また、このような積層型のレンズの製造方法を考慮すると、高分散材料が紫外線硬化樹脂であれば、低分散材料の上に直接樹脂を流し込んだり、あるいは液状の樹脂の上に成形済みの低分散材料から成るレンズを押さえつけた状態で光を当てることにより、容易に製造することができる。また、低分散材料が樹脂であれば、低分散材料と高分散材料との境界面に回折構造を設けることも可能となる。

[0035] ここで、高分散材料の成形性が悪い場合には、第1レンズ部の表面に位相構造を形成するよりも、項5記載の構成のように、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面に形成した方がよい。表面に位相構造を有する第2レンズ部を製造し、位相面表面に樹

脂を流すといった製造方法をとることができるからである。

- [0036] 高分散材料が通常分散材料と同程度に成形性を有するならば、項6記載の構成とすることにより、従来例のような製造方法により第1レンズ部が作成可能となる。
- [0037] また、本発明の構成を対物レンズに適用した場合、つまり、対物レンズを高分散材料と低分散材料を用いて光軸方向に積層して構成した場合、対物レンズが光軸方向に大型化することになり、光ピックアップ装置の構成として一般的に用いられている立ち上げミラーから光情報記録媒体までの距離が長くなり、パソコン用途等に用いるスリム用(又はそれより小型の)ピックアップ装置には適さない。しかし、本発明は、光源から立ち上げミラーの間に配置されることが多いカップリングレンズを高分散材料と低分散材料を用いて光軸方向に積層して構成するものであるため、パソコン用途等に用いるスリム用(又はそれより小型の)ピックアップ装置にも適している。
- [0038] なお、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系列の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系列の光ディスクの総称である。
- [0039] また、本明細書において、カップリングレンズとは、光束の入射角を変化させて出射する機能を有する光学素子を指すものであり、平行光として出射するいわゆるコリメート機能を有する光学素子を含むものとする。
- [0040] また、本明細書において平行光とは、厳密には通過光束に対するカップリングレンズの光学系倍率が0である状態を指すが、 $\pm 1/100$ の範囲内であっても平行光に含むものとする。
- [0041] 上述の位相構造は、回折構造、光路差付与構造の何れであっても良い。回折構造としては、図4(a)、4(b)に模式的に示すように、複数の輪帯100から構成され、光軸を含む断面形状が鋸歯形状であるもの(回折構造DOE)や、図5(a)、5(b)に模式的に示すように、段差101の方向が有効径内で同一である複数の輪帯102から構成され、光軸を含む断面形状が階段形状であるもの(回折構造DOE)や、図6(a)、6(b)に模式的に示すように、段差104の方向が有効径途中で入れ替わる複数の輪帯105から構成され、光軸を含む断面形状が階段形状であるもの(回折構造DOE)や

、図7(a)、7(b)に模式的に示すように、内部に階段構造が形成された複数の輪帯103から構成されるもの(回折構造HOE)がある。また、光路差付与構造としては、図6(a)、6(b)に模式的に示すように、段差104の方向が有効径途中で入れ替わる複数の輪帯105から構成され、光軸を含む断面形状が階段形状であるもの(NPS)がある。尚、図5(a)乃至図7(b)は、各位相構造を平面上に形成した場合を模式的に示したものであるが、各位相構造を球面或いは非球面上に形成しても良い。また、回折構造或いは光路差付与構造の何れであっても、図6(a)、6(b)に模式的に示したような構造となる場合がある。

- [0042] また、図8に示すように、カップリングレンズCUが、d線に対するアッベ数 ν_d が $0 < \nu_d \leq 40$ を満たす複数の材料(例えば、アッベ数 $\nu_d = 20$ の材料 α_1 とアッベ数 $\nu_d = 30$ の材料 α_2 の2種類)と、d線に対するアッベ数 ν_d が $\nu_d < \nu_d$ の材料(例えば、アッベ数 $\nu_d = 50$ の材料 β)とを、光源側から光軸方向に α_1 、 β 、 α_2 の順に積層して構成されている場合には、材料 α_1 から構成される部位と材料 α_2 から構成される部位とを合わせた部位が、「d線に対するアッベ数 ν_d が $0 < \nu_d \leq 40$ の材料からなる第1レンズ部」に相当するものとし、材料 β から構成される部位が、「アッベ数 ν_d が $\nu_d < \nu_d$ の材料からなる第2レンズ」に相当するものとする。
- [0043] 項7記載の構成は、項1～5のいずれか一項に記載のカップリングレンズにおいて、前記第1位相構造は、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て構成されている。
- [0044] 項7記載の構成によれば、3つの波長の光に対して高い回折効率を有する光が射出し且つ波長 λ_3 の光に対して波長 λ_1 の光と異なる回折作用を与えることができる。また、平面性の高い第1レンズ部と第2レンズ部との境界面に形成することで、位相構造の成形性が向上し、位相構造の影の影響を小さくすることができる。
- [0045] 項8記載の構成は、項1～4、6のいずれか一項に記載のカップリングレンズにおいて、前記第1位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、光軸を含む断面形状が鋸歯形状である。
- [0046] 項8記載の構成によれば、波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の全ての光が回折するため、両方の光に対して回折効果を与え、例えば、断面形状が階段状のパターンを同心円状

に配列した形状では不可能であった、波長 $\lambda 1$ の光に対しては色収差補正作用を与えながら波長 $\lambda 2$ の光に対しては互換のための球面収差を補正することができる。また、位相構造のステップを光軸に対して常に同じ方向に設計することで位相構造の加工性を向上できる。

- [0047] 項9記載の構成は、項2に記載のカップリングレンズにおいて、前記波長 $\lambda 1$ の光束に対する前記カップリングレンズの光学系倍率を m_{CU1} 、前記波長 $\lambda 3$ の光束に対する前記カップリングレンズの光学系倍率を m_{CU3} としたとき、 $m_{CU1} \neq m_{CU3}$ を満たす。
- [0048] 項10記載の構成は、項3に記載のカップリングレンズにおいて、前記波長 $\lambda 2$ の光束に対する前記カップリングレンズの光学系倍率を m_{CU2} としたとき、 $m_{CU1} \neq m_{CU2}$ を満たす。
- [0049] 項9記載の構成のように、 $m_{CU1} \neq m_{CU3}$ とすることにより、波長 $\lambda 1$ の光束と波長 $\lambda 3$ の光束とで、光ピックアップ装置の対物レンズに入射する際の入射角を異ならせることが可能となり、第1光情報記録媒体と第3光情報記録媒体の保護基板厚の差や波長差に起因して生じる収差を補正することが可能となる。また、これにより、対物レンズに、これら収差を補正するための位相構造等を設ける必要が無くなり、対物レンズの光学面を屈折面で構成できるため対物レンズの生産性を向上できる。
- [0050] 又、カップリングレンズから光源までの光路長を波長 $\lambda 1$ と $\lambda 3$ の光で個別にとることが可能であるため、光ピックアップ装置のサイズや形に合わせて設定することができる。
- [0051] さらに、項10記載の構成のように、 $m_{CU1} \neq m_{CU2}$ とすることにより、波長 $\lambda 1$ の光束と波長 $\lambda 2$ の光束とで、光ピックアップ装置の対物レンズに入射する際の入射角を異ならせることが可能となり、第1光情報記録媒体と第2光情報記録媒体の保護基板厚の差や波長差に起因して生じる収差を補正することが可能となる。
- [0052] 一方、波長に応じて倍率を変換できることから、温度変化時に生じる球面収差も補正することができる。
- [0053] 項11記載の構成は、項1～10のいずれか一項に記載のカップリングレンズにおいて、前記第1位相構造は回折構造である。
- [0054] 項11記載の構成によれば、回折構造により通過光束に対して回折作用を与えるこ

とにより、光線の出射方向を変えることができる。

- [0055] 項12記載の構成は、項4～11のいずれか一項に記載のカップリングレンズにおいて、 $40 < d_2 \leq 70$ を満たす。
- [0056] 項13記載の構成は、項4～12のいずれか一項に記載のカップリングレンズにおいて、前記第2レンズ部と空気層との境界面に第2位相構造が形成されている。
- [0057] 低分散材料として、ガラスを選択した場合は勿論樹脂を選択した場合であっても、本発明のカップリングレンズはアッベ数が異なる少なくとも2層を積層して構成されるので、1種類の光学材料のみからなる単レンズと比較して境界面(屈折面)の数が多くなる。従って、項11のように、これら境界面に第2位相構造を設けることによって、例えば、温度変化時の球面収差を補正することができる。
- [0058] 項14記載の構成は、項13に記載のカップリングレンズにおいて、前記第2位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、光軸を含む断面形状が鋸歯形状である。
- [0059] 項13に記載の構成によれば、位相構造を透過した波長 λ_1 の光にもこの位相構造により回折作用を与えることが可能となる。
- [0060] さらに、この位相構造には波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の3つの波長の光が入射するが、 λ_1 と λ_3 の光の回折効率が低い構造であれば λ_2 の光に対しても回折効率が高くなる。従って、 λ_1 と λ_3 の光の回折効率のみを考慮してレンズ設計を行えばよいことになる。
- [0061] また、第1光情報記録媒体がHD DVDである場合には、第2光情報記録媒体としてのDVDに関しては、焦点距離や対物レンズの軸上厚といった仕様次第では上述のHD DVD/CD互換用回折構造で互換が達成できる場合もあるが、不可能な場合、項13及び14のように、分散の小さい材料からなる第2レンズ部に第2位相構造を形成することでDVDも含めた互換が可能となる。
- [0062] また、カップリングレンズでHD DVD/DVD互換を行なう以外に、例えば対物レンズが樹脂を材料としていれば、対物レンズに位相構造を設けることで互換を達成しながら対物レンズシフト時のコマ収差を抑えることができる。
- [0063] 項15記載の構成は、項1～14のいずれか一項に記載のカップリングレンズにおい

て、少なくとも、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($1.44 \times t_1 \leq t_3$)の第3光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($1.9 \times \lambda_1 \leq \lambda_3 \leq 2.2 \times \lambda_1$)の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 λ_1 、及び λ_3 の光束を通過させ、

前記光ピックアップ装置を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう際に、前記カップリングレンズは、前記波長 λ_1 の光束を収束光として出射し、前記波長 λ_3 の光束を発散光として出射する。

[0064] 項16記載の構成は、項15に記載のカップリングレンズにおいて、少なくとも、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_2 ($0.9 \times t_1 \leq t_2$)の第2光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($1.5 \times \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq 1.8 \times \lambda_1$)の第2光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行い、保護基板厚 t_3 ($1.6 \times t_2 \leq t_3 \leq 2.4 \times t_2$)の第3光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($1.9 \times \lambda_1 \leq \lambda_3 \leq 2.2 \times \lambda_1$)の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の全ての光束を通過させ、前記光ピックアップ装置を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう際に、前記カップリングレンズは、前記波長 λ_1 及び λ_2 の各光束を収束光として出射し、前記波長 λ_3 の光束は発散光として出射する。

[0065] 対物レンズで第1光情報記録媒体と第3光情報記録媒体との互換を全く行なわないか、又は一部のみを行なう場合には、どちらかの光が対物レンズに有限光として入射する。一方の光が平行光である場合の他方の光の有限倍率は大きく、トラッキング時のコマ収差発生量が問題となる。そこで、項16のように、波長 λ_1 の光はカップリングレンズから収束光が、波長 λ_3 の光は例えば発散光が出射する設計にすると、有限倍率を2つの波長で振り分ける形となり、両方の光に対して問題のないトラッキング特性を得ることができる。

[0066] 項17記載の構成は、項16に記載のカップリングレンズにおいて、前記光ピックアップ

プ装置を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう際に、前記カップリングレンズは、前記波長 λ_2 の光束を収束光として出射する。

- [0067] 項18記載の構成は、項1～17のいずれか一項に記載のカップリングレンズにおいて、少なくとも、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_3 ($1.44 \times t_1 \leq t_3$)の第3光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($1.9 \times \lambda_1 \leq \lambda_3 \leq 2.2 \times \lambda_1$)の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 λ_1 、及び λ_3 の光束を通過させ、

前記波長 λ_1 及び λ_3 の光束のうち少なくとも1つの光束に対してコリメート機能を有する。

- [0068] 項19記載の構成は、項18に記載のカップリングレンズにおいて、少なくとも、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して、波長 λ_1 の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 t_2 ($0.9 \times t_1 \leq t_2$)の第2光情報記録媒体に対して、波長 λ_2 ($1.5 \times \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq 1.8 \times \lambda_1$)の第2光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行い、保護基板厚 t_3 ($1.6 \times t_2 \leq t_3 \leq 2.4 \times t_2$)の第3光情報記録媒体に対して、波長 λ_3 ($1.9 \times \lambda_1 \leq \lambda_3 \leq 2.2 \times \lambda_1$)の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の全ての光束を通過させ、前記波長 λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の光束のうち少なくとも1つの光束に対してコリメート機能を有する。

- [0069] 項18及び19のように、波長 λ_1 乃至 λ_3 の光束のうち少なくとも1つの光束に対してコリメート機能を持たせることでトラッキング時のコマ収差の発生量を抑えることができるが、特に波長 λ_2 の光に対してコリメート機能を持たせることが望ましい。これにより、対物レンズで生じる波長 λ_1 と λ_2 の波長差に起因する色収差をカップリングレンズにより補正することができる。

- [0070] また、対物レンズで第1光情報記録媒体と第3光情報記録媒体との互換の一部を行なう場合であって、波長 λ_1 と λ_3 の光のうち一方の光を平行光とした場合に他方

の光のトラッキング特性に支障が生じないならば、これら2つの光のうち、開口数が大きく波長の短い $\lambda 1$ の光に対してカップリングレンズがコリメート機能を有する構成とするのが望ましい。

- [0071] 項20記載の構成は、少なくとも、保護基板厚 $t1$ の第1光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 $\lambda 1$ の光束を出射する第1光源と、保護基板厚 $t3$ ($1.44 \times t1 \leq t3$)の第3光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 $\lambda 3$ ($1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.2 \times \lambda 1$)の光束を出射する第3光源と、波長 $\lambda 1$ および $\lambda 3$ の光束を、それぞれ第1光情報記録媒体、第3光情報記録媒体上に集光する対物光学素子と、項1に記載のカップリングレンズとを備える。
- [0072] 項21記載の構成は、項22記載の光ピックアップ装置において、少なくとも、保護基板厚 $t1$ の第1光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 $\lambda 1$ の光束を出射する第1光源と、保護基板厚 $t2$ ($0.9 \times t1 \leq t2$)の第2光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 $\lambda 2$ ($1.5 \times \lambda 1 \leq \lambda 2 \leq 1.8 \times \lambda 1$)の光束を出射する第2光源と、保護基板厚 $t3$ ($1.6 \times t2 \leq t3 \leq 2.4 \times t2$)の第3光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 $\lambda 3$ ($1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.2 \times \lambda 1$)の光束を出射する第3光源と、波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の光束を、それぞれ第1光情報記録媒体、第2光情報記録媒体、第3光情報記録媒体上に集光する対物光学素子と、項20に記載のカップリングレンズを備える。
- [0073] 項22記載の構成は、項20に記載の光ピックアップ装置において、前記第1光源と前記第3光源とが一体化されている。
- [0074] 項23記載の構成は、項21に記載の光ピックアップ装置において、前記第2光源と前記第3光源とが一体化されている。
- [0075] 項24記載の構成は、項21に記載の光ピックアップ装置において、前記第1光源、前記第2光源及び前記第3光源が一体化されている。
- [0076] 項22乃至24のように、第1光源と第3光源や、第2光源と第3光源、あるいは、第1乃至第3光源の全てをユニット化することで、光ピックアップ装置の構成部品の点数を削減できる。

実施例

[0077] 以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

[0078] 図1は、HD(第1光情報記録媒体)とDVD(第2光情報記録媒体)とCD(第3光情報記録媒体)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PUの構成を概略的に示す図である。HDの光学的仕様は、波長 $\lambda_1=407\text{nm}$ 、保護層(保護基板)PL1の厚さ $t_1=0.6\text{mm}$ 、開口数 $\text{NA}_1=0.65$ であり、DVDの光学的仕様は、波長 $\lambda_2=655\text{nm}$ 、保護層PL2の厚さ $t_3=0.6\text{mm}$ 、開口数 $\text{NA}_2=0.65$ であり、CDの光学的仕様は、波長 $\lambda_3=785\text{nm}$ 、保護層PL2の厚さ $t_3=1.2\text{mm}$ 、開口数 $\text{NA}_3=0.51$ である。

[0079] また、本実施の形態においては、第1光束と第2光束がそれぞれ収束光、第3光束が発散光として対物光学素子に入射する構成となっている。

[0080] 但し、波長、保護層の厚さ、開口数及び光学系倍率の組合せはこれに限られない。また、第1光情報記録媒体として、保護層PL1の厚さ t_1 が 0.1mm 程度のBDを用いても良い。

[0081] 光ピックアップ装置PUは、HDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され 407nm のレーザ光束(第1光束)を射出する青紫色半導体レーザLD1(第1光源)と第1光束用の光検出器PD1とが一体化されたホログラムレーザHG、DVDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され 655nm のレーザ光束(第2光束)を射出する赤色半導体レーザLD2(第2光源)とCDに対して情報の記録／再生を行う場合に発光され 785nm のレーザ光束(第3光束)を射出する赤外半導体レーザLD3(第3光源)とが一体化された光源ユニットLU、第2光束及び第3光束共通の光検出器PD2、第1～第3光束が通過するカップリングレンズCU、第1～第3光束を情報記録面RL1、RL2、RL3上に集光させる機能を有する両面が非球面とされた対物光学素子OBJ、第1ビームスプリッターBS1、第2ビームスプリッターBS2、絞りSTO、センサーレンズSEN等から構成されている。

[0082] 光ピックアップ装置PUにおいて、高密度光情報記録媒体HDに対して情報の記録／再生を行う場合には、図1において実線でその光線経路を描いたように、まず、青紫色半導体レーザLD1を発光させる。青紫色半導体レーザLD1から射出された発

散光束は、第1ビームスプリッターBS1を通過し、カップリングレンズCUに至る。

[0083] そして、カップリングレンズCUを透過する際に第1光束は収束光に変換され、対物光学素子OBJに至り、対物光学素子OBJによって第1保護層PL1を介して情報記録面RL1上に形成されるスポットとなる。対物光学素子OBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータ(図示せず)によってフォーカシングやトラッキングを行う。

[0084] 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、再び対物光学素子OBJ、カップリングレンズCU、第1ビームスプリッターBS1を通過し、光検出器PD1の受光面上に収束する。そして、光検出器PD1の出力信号を用いてHDに記録された情報を読み取ることができる。

[0085] また、DVDに対して情報の記録／再生を行う場合には、図1において1点鎖線でその光線経路を描いたように、まず、赤色半導体レーザLD2を発光させる。赤色半導体レーザLD2から射出された発散光束は、第2ビームスプリッターBS2を通過し、第1ビームスプリッターBS1で反射して、カップリングレンズCUに至る。

[0086] そして、カップリングレンズCUを透過する際に第2光束は収束光に変換され、対物光学素子OBJに至り、対物光学素子OBJによって第2保護層PL2を介して情報記録面RL2上に形成されるスポットとなる。対物光学素子OBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータによってフォーカシングやトラッキングを行う。

[0087] 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、再び対物光学素子OBJ、カップリングレンズCUを通過し、第1ビームスプリッターBS1で反射した後、第2ビームスプリッターBS2で分岐され、センサーレンズSENを通過する際に非点収差を与えられ、光検出器PD2の受光面上に収束する。そして、光検出器PD2の出力信号を用いてDVDに記録された情報を読み取ることができる。

[0088] また、CDに対して情報の記録／再生を行う場合には、図1において点線でその光線経路を描いたように、まず、赤外半導体レーザLD3を発光させる。赤外半導体レーザLD3から射出された発散光束は、第2ビームスプリッターBS2を通過し、第1ビームスプリッターBS1で反射して、カップリングレンズCUに至る。

[0089] そして、カップリングレンズCUを透過する際に第3光束は発散光に変換され、対物光学素子OBJに至り、対物光学素子OBJによって第3保護層PL3を介して情報記録

面RL3上に形成されるスポットとなる。対物光学素子OBJは、その周辺に配置された2軸アクチュエータ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RL3で情報ピットにより変調された反射光束は、再び対物光学素子OBJ、カップリングレンズCUを通過し、第1ビームスプリッターBS1で反射した後、第2ビームスプリッターBS2で分岐され、センサーレンズSENを通過する際に非点収差を与えられ、光検出器PD2の受光面上に収束する。そして、光検出器PD2の出力信号を用いてCDに記録された情報を読み取ることができる。

[0091] 次に、カップリングレンズCUの構成について説明する。

[0092] カップリングレンズCUは、図2に概略的に示すように、d線に対するアッベ数 ν_d1 が $0 < \nu_d1 \leq 40$ の材料(材料A)からなる第1レンズ部L1と、d線に対するアッベ数 ν_d2 が $\nu_d1 < \nu_d2$ の材料(材料B)からなる第2レンズ部L2とを光軸方向に積層して構成されている。

[0093] 第1レンズ部の材質としては、例えばポリスチレンやポリカーボネイト、第2レンズ部の材質としては、例えば三井化学株式会社のAPEL(商品名)を挙げることができる。

[0094] また、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面には第1位相構造が形成されている。

[0095] 本実施の形態においては、第1位相構造として、光軸を含む断面形状が階段状とされたパターンPが同心円状に配列して構成される回折構造HOEが形成されている。

[0096] 回折構造HOEにおいて、各パターンP内に形成された段差Sの光軸方向の深さd1は、 $0.8 \times \lambda_1 \times K_2 / (n_{A1} - n_{B1}) \leq d_1 \leq 1.2 \times \lambda_1 \times K_2 / (n_{A1} - n_{B1})$ を満たすように設定されている。

[0097] 但し、 n_{A1} :波長 λ_1 の光束に対する前記材料Aの屈折率、
 n_{B1} :波長 λ_1 の光束に対する前記材料Bの屈折率、
 K_2 :自然数

光軸方向の深さd1をこのように設定することで、回折構造HOEにおいて波長 λ_1 の光束は実質的に位相差を与えられずに透過する。また、波長 λ_2 の光束は、上述したように材料Aと材料Bとの屈折率の差の比が分散が異なることに起因して十分に大きくなるため、回折構造HOEにおいて実質的に位相差を与えられて回折作用を

受ける。

- [0098] ここで、例えば、 $n_{A1}=1.6365$ 、 $n_{B1}=1.5598$ 、波長 λ_2 、 λ_3 の光束に対する材料Aの屈折率 $n_{A2}=1.5919$ 、 $n_{A3}=1.5845$ とし、波長 λ_2 、 λ_3 の光束に対する材料Bの屈折率 $n_{B2}=1.5407$ 、 $n_{B3}=1.5372$ である場合には、この回折構造は隣り合う輪帯(段差)間の深さ d_1 は $d=0.407 \times 5 / (1.6365 - 1.5598) = 26.5 [\mu\text{m}]$ に設定されている。従って、この回折構造に波長 $\lambda_1=0.407 [\mu\text{m}]$ の光が入射した場合、隣り合う輪帯により $2\pi \times 3$ の位相差が生じ、実質位相差が生じない。つまり、光が高い効率(100%)で透過する。
- [0099] 回折構造に波長 $\lambda_3=0.785 [\mu\text{m}]$ の光が入射した場合には、隣り合う輪帯により $d_1 \times (1.5845 - 1.5372) / 0.785 = 2\pi \times 1.60$ の位相差が生じるが、1周期内5段構成にすると、 $2\pi \times 1.60 \times 3 = 2\pi \times 4.80$ となり、整数値に近くなるため高い回折効率(60%)でもって光が回折する。
- [0100] また、回折構造に波長 $\lambda_2=0.655 [\mu\text{m}]$ の光が入射した場合には、隣り合う輪帯により $2\pi \times d_1 \times (1.5919 - 1.5407) / 0.655 = 2\pi \times 2.07$ の位相差が生じ、実質位相差はないことから高い回折効率(86%)で透過する。
- [0101] なお、図2の構成において、更に第1レンズ部の入射面(光源側の光学面)にも第1位相構造を形成してもよく、あるいは、図3に示すように、第2位相構造として、第2レンズ部と空気層との境界面に、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、光軸を含む断面形状が鋸歯形状である回折構造DOEを形成してもよい。
- [0102] 例えば、本実施の形態のように、第1光情報記録媒体と第2光情報記録媒体の保護基板厚が等しい($t_1=t_2$)場合には、波長 λ_1 と波長 λ_2 との差によって生じる色の球面収差は対物光学素子OBJの少なくとも1つの光学面を屈折面とすることで補正することができる。屈折面で補正する場合には、対物光学素子OBJの少なくとも3つの非球面が必要となる。色の球面収差を回折構造DOEが形成された回折面で補正する場合には、その回折面に第1光情報記録媒体のモードホップ対応の色収差補正機能も持たせることができる。
- [0103] 以上のように、本実施の形態に示した光ピックアップ装置PUによれば、波長比がほぼ整数比となる関係にある波長 λ_1 の光束(例えば波長 $\lambda_1=407\text{nm}$ 程度の青紫色

レーザ光束)と波長 λ_3 の光束(例えば波長 $\lambda_3=785\text{nm}$ 程度の赤外レーザ光束)を、回折構造HOEを利用して互いに異なる角度で出射することができ、例えば球面収差の補正や透過率を確保できる。

[0104] なお、本実施形態においては、赤色半導体レーザLD2と赤外半導体レーザLD3とが一体化された光源ユニットLUを用いることとしたが、これに限らず、青紫色半導体レーザLD1と赤外半導体レーザLD3とが一体化された光源ユニットや青紫色半導体レーザLD1(第1光源)も1つの筐体内に納めたHD/DVD/CD用のレーザ光源ユニットを用いても良く、あるいは、これら3つの光源を別体に配置してもよい。

[0105] 光学ガラス上に光学樹脂を積層する方法としては、位相構造をその表面上に形成した光学ガラスを金型として、その光学ガラス上に光学樹脂を成形することで積層させる方法(所謂、インサート成形)があるが、他にも、位相構造をその表面上に形成した光学ガラス上に紫外線硬化樹脂を積層させた後、紫外線を照射することで硬化させる方法が製造上適している。この方法であれば、紫外線硬化樹脂のもう一方の面は平面であることが望ましい。

[0106] また、位相構造をその表面上に形成した光学ガラスを作製する方法として、フォトリソグラフィとエッチングのプロセスを繰り返して、光学ガラス基板上に直接位相構造を形成する方法や、位相構造を形成したモールド(金型)を作製して、そのモールドのレプリカとして表面に位相構造が形成された光学ガラスを得る、所謂モールド成形が大量生産には適している。尚、位相構造が形成されたモールドを作製する方法としては、フォトリソグラフィとエッチングのプロセスを繰り返して位相構造を形成する方法でもよいし、精密旋盤により位相構造を機械加工する方法でもよい。

[0107] 以上の発明において、波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、保護基板厚 t_1 、 t_2 、 t_3 の好ましい範囲は以下の通りである。

[0108] $350\text{nm} \leq \lambda_1 \leq 450\text{nm}$

$600\text{nm} \leq \lambda_2 \leq 700\text{nm}$

$750\text{nm} \leq \lambda_3 \leq 850\text{nm}$

$0.0\text{mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{mm}$

$0.4\text{mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{mm}$

$$0.9\text{mm} \leq t_3 \leq 1.3\text{mm}$$

また更に、それぞれの好ましい範囲は以下の通りである。

[0109] $390\text{nm} \leq \lambda_1 \leq 415\text{nm}$

$$635\text{nm} \leq \lambda_2 \leq 670\text{nm}$$

$$770\text{nm} \leq \lambda_3 \leq 810\text{nm}$$

$$0.5\text{mm} \leq t_1 \leq 0.7\text{mm}$$

$$0.5\text{mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{mm}$$

$$1.1\text{mm} \leq t_3 \leq 1.3\text{mm}$$

次に、上記実施の形態で示したカップリングレンズを含む光ピックアップ装置の実施例について説明する。

[実施例1]

本実施例のカップリングレンズは、図9に示すように、光源側から第1レンズ部L1、第2レンズ部L2の順に積層されて構成されており、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面には第1位相構造としての回折構造HOEが形成されており、第2レンズ部と空気層との境界面に第2位相構造としての回折構造DOEが形成されている。

[0110] 表1に実施例1のレンズデータを示す。

[0111] [表1]

実施例1 レンズデータ

全光学系倍率	$m_{T1}:6.8$	$m_{T2}:6.8$	$m_{T3}:7.4$
カップリングレンズの焦点距離	$f_{CU1}=18.2\text{mm}$	$f_{CU2}=19.8\text{mm}$	$f_{CU3}=30.1\text{mm}$
カップリングレンズの光学系倍率	$m_{CU1}:-0.228$	$m_{CU2}:-0.131$	$m_{CU3}:0.239$
対物レンズの焦点距離	$f_{OBJ1}=3.2\text{mm}$	$f_{OBJ2}=3.29\text{mm}$	$f_{OBJ3}=3.27\text{mm}$
対物レンズの像面側開口数	$NA_{OBJ1}:0.65$	$NA_{OBJ2}:0.65$	$NA_{OBJ3}:0.51$
対物レンズの光学系倍率	$m_{OBJ1}:1/30.03$	$m_{OBJ2}:1/51.81$	$m_{OBJ3}:-1/31.15$

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	6.25	1.5299	6.25	1.5144	6.25	1.5111
2	∞	17.42	1.0	17.42	1.0	17.42	1.0
3	71.694	1.70	1.6365	1.70	1.5919	1.70	1.5845
4	∞	1.00	1.5598	1.00	1.5407	1.00	1.5372
5	-17.410	1.00	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
6	∞	2.80	1.0	2.80	1.0	2.80	1.0
7	∞	5.00	1.0	5.00	1.0	5.00	1.0
8(絞り径)	∞	0.01($\phi 3.901\text{mm}$)		0.01($\phi 4.082\text{mm}$)		0.01($\phi 3.389\text{mm}$)	
9	1.9846	1.65	1.5819	1.65	1.5860	1.65	1.5819
10	-23.4721	1.65	1.0	1.77	1.0	1.57	1.0
11	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
12	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第4面

光路差関数 (HD DVD:0次 DVD:0次 CD:1次 製造波長 785nm)

C2 1.0042E-02

C4 -2.1156E-05

第5面

非球面係数

κ -9.9356E-01

A4 -1.2548E-05

光路差関数 (HD DVD:2次 DVD:1次 CD:1次 製造波長 407nm)

C2 -3.5838E-03

C4 5.2504E-06

第9面

非球面係数

κ -6.2316E-01

A4 3.5193E-03

A6 -8.8455E-04

A8 1.1392E-03

A10 -4.4959E-04

A12 9.5050E-05

A14 -8.3859E-06

第10面

非球面係数

κ -1.1584E+03

A4 -2.3693E-03

A6 7.4703E-03

A8 -4.4122E-03

A10 1.3821E-03

A12 -2.3560E-04

A14 1.6617E-05

[0112] 表1に示すように、本実施例のカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であり、波長 $\lambda_1=407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU1}=18.2\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU1}=-0.228$ に設定されており、波長 $\lambda_2=655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU2}=19.80\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU2}=-0.131$ に設定されており、波長 $\lambda_3=785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU3}=30.1\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU3}=0.239$ に設定されている。

[0113] また、第1レンズ部L1を構成する材料Aのd線における屈折率 $n_d=1.598$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d=28.0$ 、第2レンズ部L2を構成する材料Bのd線における屈折率 $n_d=1.5435$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d=56.7$ に設定されている。

[0114] また、第1レンズ部の入射面(第3面)及び第1レンズ部と第2レンズ部との境界面(第4面)は平面で構成され、第2レンズ部の出射面(第5面)、対物光学素子の入射面(第9面)及び出射面(第10面)は、次式(数1)に表1に示す係数を代入した数式で規定される、光軸Lの周りに軸対称な非球面に形成されている。

[0115] [数1]

非球面形状式

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

[0116] 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(mm)は光軸に垂直な方向の高さ、rは曲率半径である。

[0117] また、第4面には回折構造HOEが形成されており、第5面には回折構造DOEが形成されている。各回折構造は、この構造により透過波面に付加される光路長で表される。かかる光路長は、 C_{2i} を光路差関数係数、nを入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数、 λ (nm)を回折構造に入射する光束の波長、 λ_B (nm)を回折構造の製造波長とすると、次の数2式に表1に示す係数を代入して定義される光路差関数 $\phi(h)$ (mm)で表される。

[0118] [数2]

$$\phi(h) = \lambda / \lambda_B \times n \times \sum_{i=1} C_{2i} h^{2i}$$

[0119] [実施例2]

本実施例のカップリングレンズは、図10に示すように、光源側から第1レンズ部L1、第2レンズ部L2の順に積層されて構成されており、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面に第1位相構造としての回折構造HOEが形成されており、第2レンズ部と空気層との境界面には第2位相構造としての回折構造DOEが形成されている。

[0120] 表2に実施例2のレンズデータを示す。

[0121] [表2]

実施例2 レンズデータ

全光学系倍率	m_{11} :6.9	m_{12} :6.8	m_{13} :7.4
カップリングレンズの焦点距離	f_{CU1} :18.2mm	f_{CU2} :19.8mm	f_{CU3} :30.2mm
カップリングレンズの光学系倍率	m_{CU1} :-0.229	m_{CU2} :-0.131	m_{CU3} :0.239
対物レンズの焦点距離	f_{OBJ1} :3.2mm	f_{OBJ2} :3.29mm	f_{OBJ3} :3.27mm
対物レンズの像面側開口数	NA_{OBJ1} :0.65	NA_{OBJ2} :0.65	NA_{OBJ3} :0.51
対物レンズの光学系倍率	m_{OBJ1} :1/30.03	m_{OBJ2} :1/51.81	m_{OBJ3} :-1/31.15

第i面	r_i	$d_i(407nm)$	$n_i(407nm)$	$d_i(655nm)$	$n_i(655nm)$	$d_i(785nm)$	$n_i(785nm)$
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	6.25	1.5299	6.25	1.5144	6.25	1.5111
2	∞	17.25	1.0	17.25	1.0	17.25	1.0
3	∞	0.10	1.6365	0.10	1.5919	0.10	1.5845
4	∞	1.50	1.5598	1.50	1.5407	1.50	1.5372
5	-14.433	1.00	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
6	∞	2.80	1.0	2.80	1.0	2.80	1.0
7	∞	5.00	1.0	5.00	1.0	5.00	1.0
8(絞り径)	∞	0.01(ϕ 3.901mm)		0.01(ϕ 4.082mm)		0.01(ϕ 3.389mm)	
9	1.9846	1.65	1.5819	1.65	1.5860	1.65	1.5819
10	-23.4721	1.65	1.0	1.77	1.0	1.57	1.0
11	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
12	∞						

* d_i は、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第4面

光路差関数 (HD DVD:0次 DVD:0次 CD:1次 製造波長 785nm)

C2 1.0400E-02

C4 -2.9476E-05

第5面

非球面係数

 κ -5.3306E-01

A4 -1.8418E-05

光路差関数 (HD DVD:2次 DVD:1次 CD:1次 製造波長 407nm)

C2 -4.0394E-03

C4 5.2138E-06

第9面

非球面係数

 κ -6.2316E-01

A4 3.5193E-03

A6 -8.8455E-04

A8 1.1392E-03

A10 -4.4959E-04

A12 9.5050E-05

A14 -8.3859E-06

第10面

非球面係数

 κ -1.1584E+03

A4 -2.3693E-03

A6 7.4703E-03

A8 -4.4122E-03

A10 1.3821E-03

A12 -2.3560E-04

A14 1.6617E-05

[0122] 表2に示すように、本実施例のカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であり、波長 $\lambda 1=407nm$ のときの焦点距離 $f_{CU1}=18.2mm$ 、倍率 $m_{CU1}=-0.229$ に設定されており、波長 $\lambda 2=655nm$ のときの焦点距離 $f_{CU2}=19.80mm$ 、倍率 $m_{CU2}=-0.131$ に設定されており、波長 $\lambda 3=785nm$ のときの焦点距離 $f_{CU3}=30.2mm$

m、倍率 $m_{cu3}=0.239$ に設定されている。

[0123] また、第1レンズ部L1を構成する材料Aのd線における屈折率 $n_d=1.598$ 、d線におけるアッペ数 $v_d=28.0$ 、第2レンズ部L2を構成する材料Bのd線における屈折率 $n_d=1.5435$ 、d線におけるアッペ数 $v_d=56.7$ に設定されている。

[0124] また、第1レンズ部の入射面(第3面)及び第1レンズ部と第2レンズ部との境界面(第4面)は平面で構成され、第2レンズ部の出射面(第5面)、対物光学素子の入射面(第9面)及び出射面(第10面)は非球面に形成されている。

[0125] また、第4面には回折構造HOEが形成されており、第5面には回折構造DOEが形成されている。

[0126] [実施例3]

本実施例のカップリングレンズは、図11に示すように、光源側から第1レンズ部L1、第2レンズ部L2の順に積層されて構成されており、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面に第1位相構造としての回折構造DOEが形成されており、第2レンズ部と空気層との境界面には第2位相構造としての回折構造DOEが形成されている。

[0127] 表3に実施例3のレンズデータを示す。

[0128] [表3]

実施例3 レンズデータ

全光学系倍率	$m_{T1}:6.9$	$m_{T2}:6.8$	$m_{T3}:7.4$
カップリングレンズの焦点距離	$f_{CU1}=18.2\text{mm}$	$f_{CU2}=19.9\text{mm}$	$f_{CU3}=29.5\text{mm}$
カップリングレンズの光学系倍率	$m_{CU1}:-0.227$	$m_{CU2}:-0.132$	$m_{CU3}:0.237$
対物レンズの焦点距離	$f_{OBJ1}=3.2\text{mm}$	$f_{OBJ2}=3.29\text{mm}$	$f_{OBJ3}=3.27\text{mm}$
対物レンズの像面側開口数	$NA_{OBJ1}:0.65$	$NA_{OBJ2}:0.65$	$NA_{OBJ3}:0.51$
対物レンズの光学系倍率	$m_{OBJ1}:1/30.03$	$m_{OBJ2}:1/51.81$	$m_{OBJ3}:1/31.15$

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	6.25	1.5299	6.25	1.5144	6.25	1.5111
2	∞	17.71	1.0	17.71	1.0	17.71	1.0
3	14.638	0.50	1.6365	0.50	1.5919	0.50	1.5845
4	∞	1.30	1.5598	1.30	1.5407	1.30	1.5372
5	-6.0720	1.00	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
6	∞	2.80	1.0	2.80	1.0	2.80	1.0
7	∞	5.00	1.0	5.00	1.0	5.00	1.0
8(絞り径)	∞	0.01($\phi 3.901\text{mm}$)		0.01($\phi 4.082\text{mm}$)		0.01($\phi 3.389\text{mm}$)	
9	1.9846	1.65	1.5819	1.65	1.5860	1.65	1.5819
10	-23.4721	1.65	1.0	1.77	1.0	1.57	1.0
11	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
12	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第3面

非球面係数

K -1.0686E+00
 $A4$ -6.3041E-05

第4面

光路差関数 (HD DVD:1次 DVD:1次 CD:1次 製造波長 530nm)

$C2$ 1.1731E-02
 $C4$ -4.3708E-05

第5面

非球面係数

K -1.0002E+00
 $A4$ 5.9391E-05

光路差関数 (HD DVD:2次 DVD:1次 CD:1次 製造波長 407nm)

$C2$ 1.5475E-02
 $C4$ -1.9989E-06

第9面

非球面係数

K -6.2316E-01
 $A4$ 3.5193E-03
 $A6$ -8.8455E-04
 $A8$ 1.1392E-03
 $A10$ -4.4959E-04
 $A12$ 9.5050E-05
 $A14$ -8.3859E-06

第10面

非球面係数

K -1.1584E+03
 $A4$ -2.3693E-03
 $A6$ 7.4703E-03
 $A8$ -4.4122E-03
 $A10$ 1.3821E-03
 $A12$ -2.3560E-04
 $A14$ 1.6617E-05

[0129] 表3に示すように、本実施例のカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であり、波長 $\lambda_1=407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU1}=18.2\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU1}=-0.227$ に設定されており、波長 $\lambda_2=655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU2}=19.90\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU2}=-0.132$ に設定されており、波長 $\lambda_3=785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU3}=29.5\text{mm}$

m、倍率 $m_{\text{cu3}}=0.237$ に設定されている。

[0130] また、第1レンズ部L1を構成する材料Aのd線における屈折率 $n_d=1.598$ 、d線におけるアッベ数 $v_d=28.0$ 、第2レンズ部L2を構成する材料Bのd線における屈折率 $n_d=1.5435$ 、d線におけるアッベ数 $v_d=56.7$ に設定されている。

[0131] また、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面(第4面)は平面で構成され、第1レンズ部の入射面(第3面)、第2レンズ部の出射面(第5面)、対物光学素子の入射面(第9面)及び出射面(第10面)は非球面に形成されている。

[0132] また、第4面には回折構造DOEが形成されており、第5面には回折構造DOEが形成されている。

[実施例4]

本実施例のカップリングレンズは、図12に示すように、光源側から第1レンズ部L1、第2レンズ部L2の順に積層されて構成されており、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面に第1位相構造としての回折構造DOEが形成されており、第2レンズ部と空気層との境界面には第2位相構造としての回折構造DOEが形成されている。

[0133] 表4に実施例4のレンズデータを示す。

[0134] [表4]

実施例4 レンズデータ

全光学系倍率	m_{T1} : 6.8	m_{T2} : 6.8	m_{T3} : 7.4
カップリングレンズの焦点距離	f_{CU1} = 18.2mm	f_{CU2} = 19.9mm	f_{CU3} = 29.5mm
カップリングレンズの光学系倍率	m_{CU1} : -0.227	m_{CU2} : -0.132	m_{CU3} : 0.237
対物レンズの焦点距離	f_{OBJ1} = 3.2mm	f_{OBJ2} = 3.29mm	f_{OBJ3} = 3.27mm
対物レンズの像面側開口数	NA_{OBJ1} : 0.65	NA_{OBJ2} : 0.65	NA_{OBJ3} : 0.51
対物レンズの光学系倍率	m_{OBJ1} : 1/30.03	m_{OBJ2} : 1/51.81	m_{OBJ3} : -1/31.15

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	6.25	1.5299	6.25	1.5144	6.25	1.5111
2	∞	17.68	1.0	17.68	1.0	17.68	1.0
3	16.812	0.50	1.6365	0.50	1.5919	0.50	1.5845
4	-17.144	1.30	1.5598	1.30	1.5407	1.30	1.5372
5	-5.9832	1.00	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
6	∞	2.80	1.0	2.80	1.0	2.80	1.0
7	∞	5.00	1.0	5.00	1.0	5.00	1.0
8(絞り径)	∞	0.01(ϕ 3.901mm)		0.01(ϕ 4.082mm)		0.01(ϕ 3.389mm)	
9	1.9846	1.65	1.5819	1.65	1.5860	1.65	1.5819
10	-23.4721	1.65	1.0	1.77	1.0	1.57	1.0
11	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
12	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第3面

非球面係数

K	-9.9233E-01
A4	-4.9408E-05

第4面

光路差関数 (HD DVD:1次 DVD:1次 CD:1次 製造波長 530nm)

C2	1.0857E-02
C4	-3.3263E-05

第5面

非球面係数

K	-1.0050E+00
A4	4.8643E-05

光路差関数 (HD DVD:2次 DVD:1次 CD:1次 製造波長 407nm)

C2	1.5854E-02
C4	1.4888E-06

第9面

非球面係数

K	-6.2316E-01
A4	3.5193E-03
A6	-8.8455E-04
A8	1.1392E-03
A10	-4.4959E-04
A12	9.5050E-05
A14	-8.3859E-06

第10面

非球面係数

K	-1.1584E+03
A4	-2.3693E-03
A6	7.4703E-03
A8	-4.4122E-03
A10	1.3821E-03
A12	-2.3560E-04
A14	1.6617E-05

[0135] 表4に示すように、本実施例のカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であり、波長 $\lambda 1=407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU1}=18.2\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU1}=-0.227$ に設定されており、波長 $\lambda 2=655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU2}=19.90\text{mm}$ 、倍率 m_{CU2}

$= -0.132$ に設定されており、波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{\text{CU3}} = 29.5\text{m}$ 、倍率 $m_{\text{CU3}} = 0.237$ に設定されている。

[0136] また、第1レンズ部L1を構成する材料Aのd線における屈折率 $n_d = 1.598$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d = 28.0$ 、第2レンズ部L2を構成する材料Bのd線における屈折率 $n_d = 1.5435$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d = 56.7$ に設定されている。

[0137] また、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面(第4面)は平面で構成され、第1レンズ部の入射面(第3面)、第2レンズ部の出射面(第5面)、対物光学素子の入射面(第9面)及び出射面(第10面)は非球面に形成されている。

[0138] また、第4面には回折構造DOEが形成されており、第5面には回折構造DOEが形成されている。

[実施例5]

本実施例のカップリングレンズは、図13に示すように、光源側から第1レンズ部L1、第2レンズ部L2の順に積層されて構成されており、第1レンズ部と空気層との境界面に第1位相構造としての回折構造HOEが形成されており、第2レンズ部と空気層との境界面には第2位相構造としての回折構造DOEが形成されている。

[0139] 表5に実施例5のレンズデータを示す。

[0140] [表5]

実施例5 レンズデータ

全光学系倍率	$m_{T1}:6.9$	$m_{T2}:6.8$	$m_{T3}:6.7$
カップリングレンズの焦点距離	$f_{CU1}=18.2\text{mm}$	$f_{CU2}=19.8\text{mm}$	$f_{CU3}=30.3\text{mm}$
カップリングレンズの光学系倍率	$m_{CU1}:-0.227$	$m_{CU2}:-0.131$	$m_{CU3}:0.239$
対物レンズの焦点距離	$f_{OB1}=3.2\text{mm}$	$f_{OB2}=3.29\text{mm}$	$f_{OB3}=3.27\text{mm}$
対物レンズの像面側開口数	$NA_{OB1}:0.65$	$NA_{OB2}:0.65$	$NA_{OB3}:0.51$
対物レンズの光学系倍率	$m_{OB1}:1/30.03$	$m_{OB2}:1/51.81$	$m_{OB3}:-1/31.15$

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	6.25	1.5299	6.25	1.5144	6.25	1.5111
2	∞	17.25	1.0	17.25	1.0	17.25	1.0
3	∞	0.10	1.6365	0.10	1.5919	0.10	1.5845
4	∞	1.50	1.5598	1.50	1.5407	1.50	1.5372
5	-14.433	1.00	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
6	∞	2.80	1.0	2.80	1.0	2.80	1.0
7	∞	5.00	1.0	5.00	1.0	5.00	1.0
8(絞り径)	∞	0.01($\phi 3.901\text{mm}$)		0.01($\phi 4.082\text{mm}$)		0.01($\phi 3.389\text{mm}$)	
9	1.9846	1.65	1.5819	1.65	1.5860	1.65	1.5819
10	-23.4721	1.65	1.0	1.77	1.0	1.57	1.0
11	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
12	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第3面

光路差関数 (HD DVD:0次 DVD:0次 CD:1次 製造波長 785nm)

C2 1.0475E-02

C4 -2.9984E-05

第5面

非球面係数

K -5.3084E-01

A4 -1.8316E-05

光路差関数 (HD DVD:2次 DVD:1次 CD:1次 製造波長 407nm)

C2 -4.0394E-03

C4 5.2119E-06

第9面

非球面係数

K -6.2316E-01

A4 3.5193E-03

A6 -8.8455E-04

A8 1.1392E-03

A10 -4.4959E-04

A12 9.5050E-05

A14 -8.3859E-06

第10面

非球面係数

K -1.1584E+03

A4 -2.3693E-03

A6 7.4703E-03

A8 -4.4122E-03

A10 1.3821E-03

A12 -2.3560E-04

A14 1.6617E-05

[0141] 表5に示すように、本実施例のカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であり、波長 $\lambda 1=407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU1}=18.2\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU1}=-0.227$ に設定されており、波長 $\lambda 2=655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU2}=19.80\text{mm}$ 、倍率 m_{CU2}

= -0.131に設定されており、波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{\text{CU3}} = 30.3\text{m}$ 、倍率 $m_{\text{CU3}} = 0.239$ に設定されている。

[0142] また、第1レンズ部L1を構成する材料Aのd線における屈折率 $n_d = 1.598$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d = 28.0$ 、第2レンズ部L2を構成する材料Bのd線における屈折率 $n_d = 1.5435$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d = 56.7$ に設定されている。

[0143] また、第1レンズ部の入射面(第3面)及び第1レンズ部と第2レンズ部との境界面(第4面)は平面で構成され、第2レンズ部の出射面(第5面)、対物光学素子の入射面(第9面)及び出射面(第10面)は非球面に形成されている。

[0144] また、第3面には回折構造HOEが形成されており、第4面には回折構造DOEが形成されている。

[実施例6]

本実施例のカップリングレンズは、図14に示すように、光源側から第1レンズ部L1、第2レンズ部L2の順に積層されて構成されており、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面に第1位相構造としての回折構造HOEが形成されている。

[0145] 表6に実施例6のレンズデータを示す。

[0146] [表6]

実施例6 レンズデータ

全光学系倍率	$m_{T1} : 6.3$	$m_{T2} : 6.2$	$m_{T3} : 6.7$
カップリングレンズの焦点距離	$f_{CU1} = 17.0\text{mm}$	$f_{CU2} = 17.5\text{mm}$	$f_{CU3} = 25.0\text{mm}$
カップリングレンズの光学系倍率	$m_{CU1} : -0.210$	$m_{CU2} : -0.179$	$m_{CU3} : 0.173$
対物レンズの焦点距離	$f_{OBJ1} = 3.1\text{mm}$	$f_{OBJ2} = 3.18\text{mm}$	$f_{OBJ3} = 3.22\text{mm}$
対物レンズの像面側開口数	$NA_{OBJ1} : 0.65$	$NA_{OBJ2} : 0.65$	$NA_{OBJ3} : 0.51$
対物レンズの光学系倍率	$m_{OBJ1} : 1/30.3$	$m_{OBJ2} : 1/34.6$	$m_{OBJ3} : -1/38.8$

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	6.25	1.5299	6.25	1.5144	6.25	1.5111
2	∞	15.82	1.0	17.25	1.0	17.25	1.0
3	30.666	1.00	1.6365	0.10	1.5919	0.10	1.5845
4	21.083	0.60	1.5598	1.50	1.5407	1.50	1.5372
5	-13.199	1.00	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
6	∞	2.80	1.0	2.80	1.0	2.80	1.0
7	∞	5.00	1.0	5.00	1.0	5.00	1.0
8(絞り径)	∞	0.01($\phi 3.901\text{mm}$)		0.01($\phi 4.082\text{mm}$)		0.01($\phi 3.389\text{mm}$)	
9	2.0744	1.65	1.5819	1.65	1.5860	1.65	1.5819
10	-27.171	1.59	1.0	1.67	1.0	1.50	1.0
11	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
12	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第4面

光路差関数 (HD DVD:0次 DVD:0次 CD:1次 製造波長 785nm)

C2 8.6429E-03

C4 -2.9014E-05

第5面

非球面係数

K -1.0019E+00

A4 2.9279E-05

第9面

非球面係数

K -6.1678E-01

A4 4.1890E-03

A6 -1.3000E-03

A8 9.6031E-04

A10 -2.9440E-04

A12 4.7955E-05

A14 -4.7441E-06

光路差関数 (HD DVD:6次 DVD:4次 CD:3次 製造波長 407nm)

C2 -1.3376E-03

C4 -1.4671E-04

C6 1.1345E-05

C8 2.0565E-07

C10 -8.0566E-07

第10面

非球面係数

K -4.3483E+03

A4 4.1317E-04

A6 4.8894E-03

A8 -3.2631E-03

A10 8.7862E-04

A12 -1.1924E-04

A14 6.2985E-06

[0147] 表6に示すように、本実施例のカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であり、波長 $\lambda_1 = 407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU1} = 17.0\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU1} = -0.210$ に設定されており、波長 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU2} = 17.50\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU2} = -0.179$ に設定されており、波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU3} = 25.0\text{mm}$

m、倍率 $m_{\text{CU3}}=0.173$ に設定されている。

[0148] また、第1レンズ部L1を構成する材料Aのd線における屈折率 $n_d=1.598$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d=28.0$ 、第2レンズ部L2を構成する材料Bのd線における屈折率 $n_d=1.5435$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d=56.7$ に設定されている。

[0149] また、第1レンズ部の入射面(第3面)及び第1レンズ部と第2レンズ部との境界面(第4面)は平面で構成され、第2レンズ部の出射面(第5面)、対物光学素子の入射面(第9面)及び出射面(第10面)は非球面に形成されている。

[0150] また、第4面には回折構造HOEが形成されており、図示は省略するが、第9面には回折構造DOEが形成されている。

[実施例7]

本実施例のカップリングレンズは、図15に示すように、光源側から第1レンズ部L1、第2レンズ部L2の順に積層されて構成されており、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面に第1位相構造としての回折構造DOEが形成されている。

[0151] 表7に実施例7のレンズデータを示す。

[0152] [表7]

実施例7 レンズデータ

全光学系倍率

 $m_{T1}:10.3$ $m_{T2}:10.1$ $m_{T3}:7.2$

カップリングレンズの焦点距離

 $f_{CU1}=25.0\text{mm}$ $f_{CU2}=26.0\text{mm}$ $f_{CU3}=27.1\text{mm}$

カップリングレンズの光学系倍率

 $m_{CU1}:-0.342$ $m_{CU2}:-0.292$ $m_{CU3}:0.185$

対物レンズの焦点距離

 $f_{OBJ1}=3.1\text{mm}$ $f_{OBJ2}=3.18\text{mm}$ $f_{OBJ3}=3.22\text{mm}$

対物レンズの像面側開口数

 $NA_{OBJ1}:0.65$ $NA_{OBJ2}:0.65$ $NA_{OBJ3}:0.51$

対物レンズの光学系倍率

 $m_{OBJ1}:1/30.3$ $m_{OBJ2}:1/34.6$ $m_{OBJ3}:1/38.8$

第i面	ri	di(407nm)	ni(407nm)	di(655nm)	ni(655nm)	di(785nm)	ni(785nm)
0		0.00		0.00		0.00	
1	∞	6.25	1.5299	6.25	1.5144	6.25	1.5111
2	∞	28.79	1.0	28.79	1.0	17.30	1.0
3	61.712	1.00	1.6469	0.10	1.6155	0.10	1.6098
4	-203.078	0.60	1.5598	0.60	1.5407	0.60	1.5372
5	-25.041	1.00	1.0	1.00	1.0	1.00	1.0
6	∞	2.80	1.0	2.80	1.0	2.80	1.0
7	∞	5.00	1.0	5.00	1.0	5.00	1.0
8(絞り径)	∞	0.00($\phi 3.902\text{mm}$)		0.00($\phi 4.024\text{mm}$)		0.00($\phi 3.375\text{mm}$)	
9	2.0744	1.65	1.5819	1.65	1.5860	1.65	1.5819
10	-27.171	1.59	1.0	1.67	1.0	1.50	1.0
11	∞	0.6	1.6187	0.6	1.5775	1.2	1.5706
12	∞						

*diは、第i面から第i+1面までの変位を表す。

非球面データ

第4面

光路差関数 (HD DVD:5次 DVD:3次 CD:2次 製造波長 407nm)

C2 7.0774E-04

C4 3.6345E-06

第5面

非球面係数

 $\kappa -1.0069\text{E}+00$

A1 4.2754E-05

第9面

非球面係数

 $\kappa -6.1678\text{E}-01$

A1 4.1890E-03

A2 -1.3000E-03

A3 9.6031E-04

A4 -2.9440E-04

A5 4.7955E-05

A6 -4.7441E-06

光路差関数 (HD DVD:6次 DVD:4次 CD:3次 製造波長 407nm)

C2 -1.3376E-03

C4 -1.4671E-04

C6 1.1345E-05

C8 2.0565E-07

C10 -8.0566E-07

第10面

非球面係数

 $\kappa -4.3483\text{E}+03$

A1 4.1317E-04

A2 4.8894E-03

A3 -3.2631E-03

A4 8.7862E-04

A5 -1.1924E-04

A6 6.2985E-06

[0153] 表7に示すように、本実施例のカップリングレンズは、HD/DVD/CD互換用であ

り、波長 $\lambda 1=407\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{CU1}=25.0\text{mm}$ 、倍率 $m_{CU1}=-0.342$ に

設定されており、波長 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{\text{CU2}} = 26.0\text{mm}$ 、倍率 $m_{\text{CU2}} = -0.292$ に設定されており、波長 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ のときの焦点距離 $f_{\text{CU3}} = 27.1\text{mm}$ 、倍率 $m_{\text{CU3}} = 0.185$ に設定されている。

[0154] また、第1レンズ部L1を構成する材料Aのd線における屈折率 $n_d = 1.62$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d = 40.0$ 、第2レンズ部L2を構成する材料Bのd線における屈折率 $n_d = 1.5435$ 、d線におけるアッペ数 $\nu_d = 56.7$ に設定されている。

[0155] また、第1レンズ部の入射面(第3面)及び第1レンズ部と第2レンズ部との境界面(第4面)は平面で構成され、第2レンズ部の出射面(第5面)、対物光学素子の入射面(第9面)及び出射面(第10面)は非球面に形成されている。

[0156] また、第1レンズ部と第2レンズ部との境界面(第4面)には回折構造DOEが形成されており、図示は省略するが、第9面には回折構造DOEが形成されている。

産業上の利用可能性

[0157] 本発明によれば、使用光束の波長比がほぼ1:2となる関係にある高密度光ディスクとCDとの間で互換を達成すべく、これら2つの光束を位相構造を利用して互いに異なる角度で出射することができるカップリングレンズ及びこのカップリングレンズを搭載した光ピックアップ装置を得られる。

請求の範囲

- [1] 少なくとも、d線に対するアッベ数 ν_{d1} が $0 < \nu_{d1} \leq 40$ の材料からなる第1レンズ部を有し、
前記第1レンズ部に第1位相構造を有する光ピックアップ装置用のカップリングレンズ。
- [2] 少なくとも、保護基板厚 $t1$ の第1光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 1$ の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t3$ ($1.44 \times t1 \leq t3$) の第3光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 3$ ($1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.2 \times \lambda 1$) の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 $\lambda 1$ および $\lambda 3$ の光束を通過させる請求の範囲第1項に記載のカップリングレンズ。
- [3] 少なくとも、保護基板厚 $t1$ の第1光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 1$ の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t2$ ($0.9 \times t1 \leq t2$) の第2光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 2$ ($1.5 \times \lambda 1 \leq \lambda 2 \leq 1.8 \times \lambda 1$) の第2光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行い、保護基板厚 $t3$ ($1.6 \times t2 \leq t3 \leq 2.4 \times t2$) の第3光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 3$ ($1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.2 \times \lambda 1$) の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の全ての光束を通過させる請求の範囲第2項に記載のカップリングレンズ。
- [4] さらに、d線に対するアッベ数 ν_{d2} が $\nu_{d1} < \nu_{d2}$ の材料からなる第2レンズ部を有する請求の範囲第1項に記載のカップリングレンズ。
- [5] 前記第1レンズ部と前記第2レンズ部は光軸方向に積層されており、
前記第1レンズ部と前記第2レンズ部との境界面に前記第1位相構造が形成されている請求の範囲第4項に記載のカップリングレンズ。
- [6] 前記第1レンズ部と前記第2レンズ部は光軸方向に積層されており、
前記第1レンズ部と空気との境界面に前記第1位相構造が形成されている請求の範囲第4項に記載のカップリングレンズ。

- [7] 前記第1位相構造は、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て構成されている請求の範囲第1項に記載のカップリングレンズ。
- [8] 前記第1位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、光軸を含む断面形状が鋸歯形状である請求の範囲第1項に記載のカップリングレンズ。
- [9] 前記波長 $\lambda 1$ の光束に対する前記カップリングレンズの光学系倍率を m_{CU1} 、前記波長 $\lambda 3$ の光束に対する前記カップリングレンズの光学系倍率を m_{CU3} としたとき、 $m_{CU1} \neq m_{CU3}$ を満たす請求の範囲第2項に記載のカップリングレンズ。
- [10] 前記波長 $\lambda 2$ の光束に対する前記カップリングレンズの光学系倍率を m_{CU2} としたとき、 $m_{CU1} \neq m_{CU2}$ を満たす請求の範囲第3項に記載のカップリングレンズ。
- [11] 前記第1位相構造は回折構造である請求の範囲第1項に記載のカップリングレンズ。
- [12] $40 < \nu d2 \leq 70$ を満たす請求の範囲第4項に記載のカップリングレンズ。
- [13] 前記第2レンズ部と空気層との境界面に第2位相構造が形成されている請求の範囲第4項に記載のカップリングレンズ。
- [14] 前記第2位相構造は、光軸を中心とした同心円状の複数の輪帯で構成され、光軸を含む断面形状が鋸歯形状である請求の範囲第13項に記載のカップリングレンズ。
- [15] 少なくとも、保護基板厚 $t1$ の第1光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 1$ の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t3$ ($1.44 \times t1 \leq t3$)の第3光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 3$ ($1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.2 \times \lambda 1$)の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 $\lambda 1$ 、及び $\lambda 3$ の光束を通過させ、前記光ピックアップ装置を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう際に、前記カップリングレンズは、前記波長 $\lambda 1$ の光束を収束光として出射し、前記波長 $\lambda 3$ の光束を発散光として出射する請求の範囲第1項に記載のカップリングレンズ。
- [16] 少なくとも、保護基板厚 $t1$ の第1光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 1$ の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t2$ ($0.9 \times t1 \leq t2$)の第2光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 2$ ($1.5 \times \lambda 1 \leq \lambda 2 \leq 1.8 \times$

$\lambda 1$ の第2光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行い、保護基板厚 $t3(1.6 \times t2 \leq t3 \leq 2.4 \times t2)$ の第3光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 3(1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.2 \times \lambda 1)$ の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の全ての光束を通過させ、

前記光ピックアップ装置を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう際に、前記カップリングレンズは、前記波長 $\lambda 1$ の光束を収束光として出射し、前記波長 $\lambda 3$ の光束を発散光として出射する請求の範囲第15項に記載のカップリングレンズ。

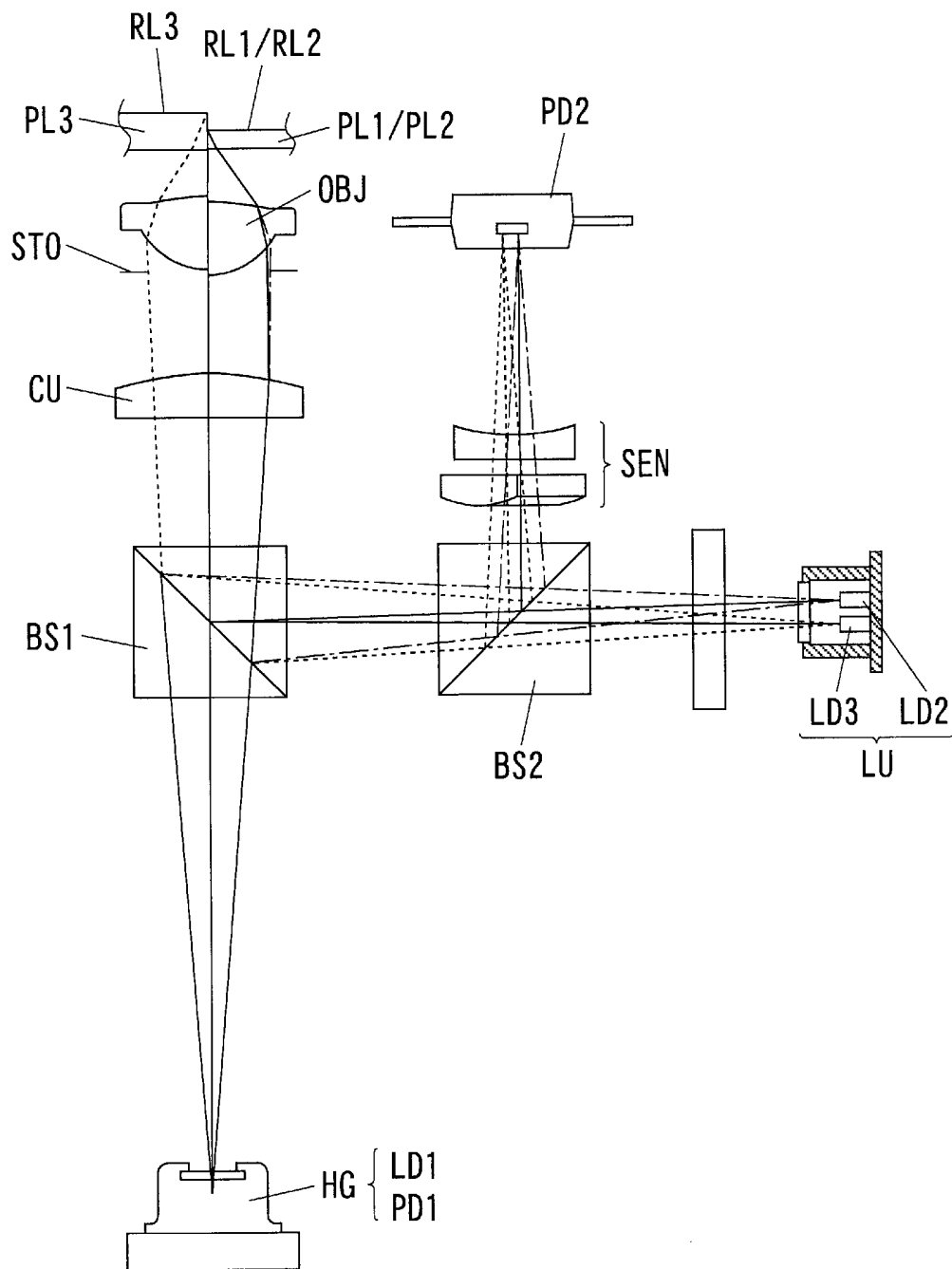
[17] 前記光ピックアップ装置を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう際に、前記カップリングレンズは、前記波長 $\lambda 2$ の光束を収束光として出射する請求の範囲第16項に記載のカップリングレンズ。

[18] 少なくとも、保護基板厚 $t1$ の第1光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 1$ の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t3(1.44 \times t1 \leq t3)$ の第3光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 3(1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.2 \times \lambda 1)$ の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 $\lambda 1$ 、及び $\lambda 3$ の光束を通過させ、前記波長 $\lambda 1$ 及び $\lambda 3$ の光束のうち少なくとも1つの光束に対してコリメート機能を有する請求の範囲第1項に記載のカップリングレンズ。

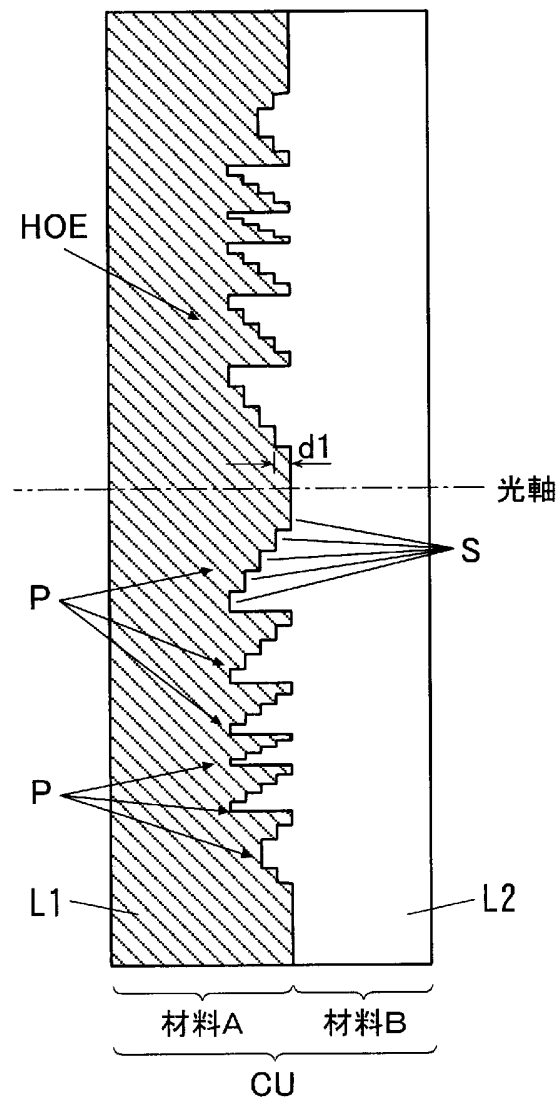
[19] 少なくとも、保護基板厚 $t1$ の第1光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 1$ の第1光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行ない、保護基板厚 $t2(0.9 \times t1 \leq t2)$ の第2光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 2(1.5 \times \lambda 1 \leq \lambda 2 \leq 1.8 \times \lambda 1)$ の第2光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行い、保護基板厚 $t3(1.6 \times t2 \leq t3 \leq 2.4 \times t2)$ の第3光情報記録媒体に対して、波長 $\lambda 3(1.9 \times \lambda 1 \leq \lambda 3 \leq 2.2 \times \lambda 1)$ の第3光源から出射される光束を用いて情報の再生及び／又は記録を行なう光ピックアップ装置に用いられると共に、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の全ての光束を通過させ、前記波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 3$ の光束のうち少なくとも1つの光束に対してコリメート機能を有する請求の範囲第18項に記載のカップリングレンズ。

- [20] 少なくとも、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 λ_1 の光束を出射する第1光源と、
- 保護基板厚 t_3 ($1.44 \times t_1 \leq t_3$) の第3光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 λ_3 ($1.9 \times \lambda_1 \leq \lambda_3 \leq 2.2 \times \lambda_1$) の光束を出射する第3光源と、
- 前記波長 λ_1 の光束および前記 λ_3 の光束を、それぞれ第1光情報記録媒体、第3光情報記録媒体上に集光する対物光学素子と、
- 請求の範囲第1項に記載のカップリングレンズとを備える光ピックアップ装置。
- [21] 少なくとも、保護基板厚 t_1 の第1光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 λ_1 の光束を出射する第1光源と、
- 保護基板厚 t_2 ($0.9 \times t_1 \leq t_2$) の第2光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 λ_2 ($1.5 \times \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq 1.8 \times \lambda_1$) の光束を出射する第2光源と、
- 保護基板厚 t_3 ($1.6 \times t_2 \leq t_3 \leq 2.4 \times t_2$) の第3光情報記録媒体に対して情報の再生及び／又は記録を行なう、波長 λ_3 ($1.9 \times \lambda_1 \leq \lambda_3 \leq 2.2 \times \lambda_1$) の光束を出射する第3光源と、
- 前記波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光束を、それぞれ第1光情報記録媒体、第2光情報記録媒体、第3光情報記録媒体上に集光する対物光学素子と、
- 請求の範囲第20項に記載のカップリングレンズを備える光ピックアップ装置。
- [22] 前記第1光源と前記第3光源とが一体化されている請求の範囲第20項に記載の光ピックアップ装置。
- [23] 前記第2光源と前記第3光源とが一体化されている請求の範囲第21項に記載の光ピックアップ装置。
- [24] 前記第1光源、前記第2光源及び前記第3光源が一体化されている請求の範囲第21項に記載の光ピックアップ装置。

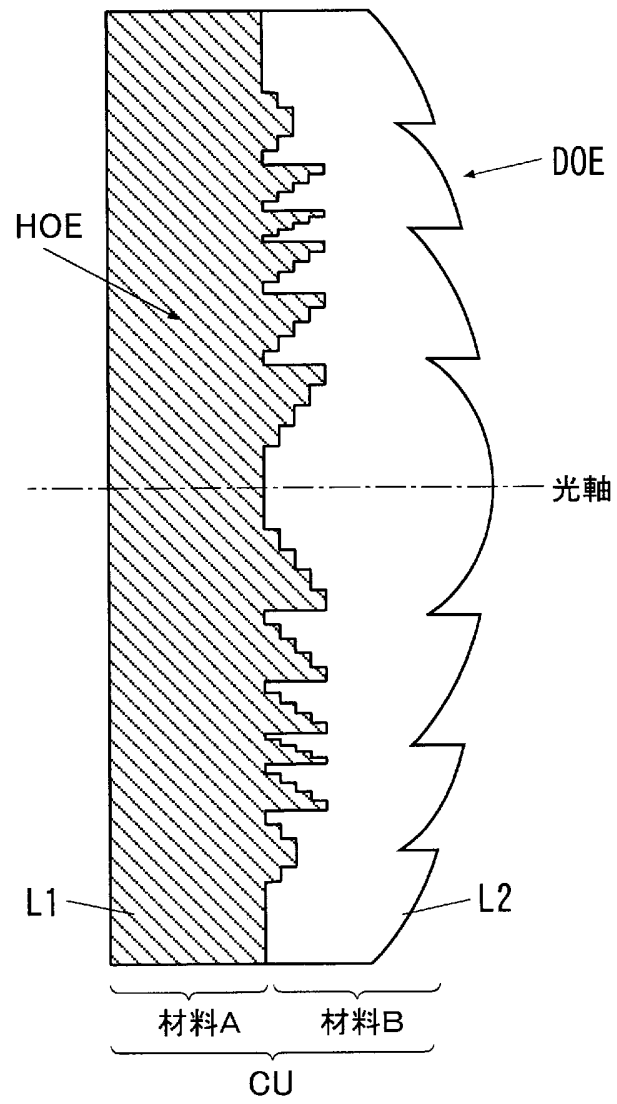
[図1]



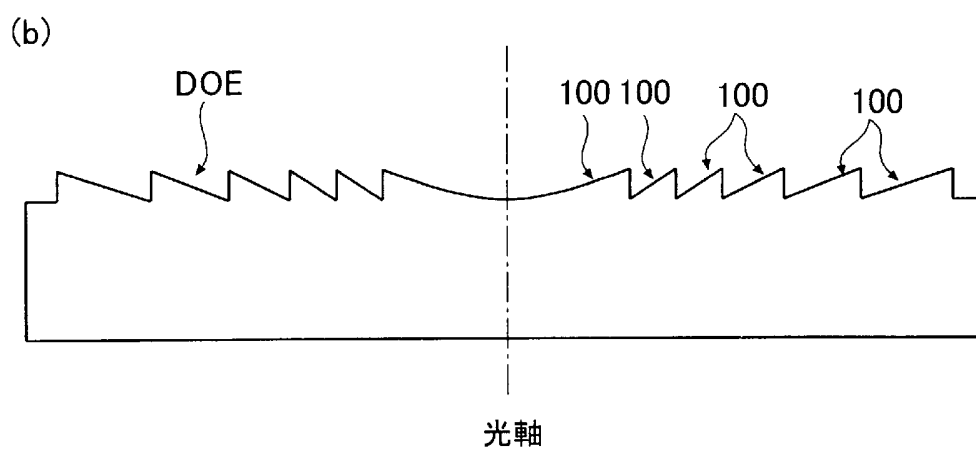
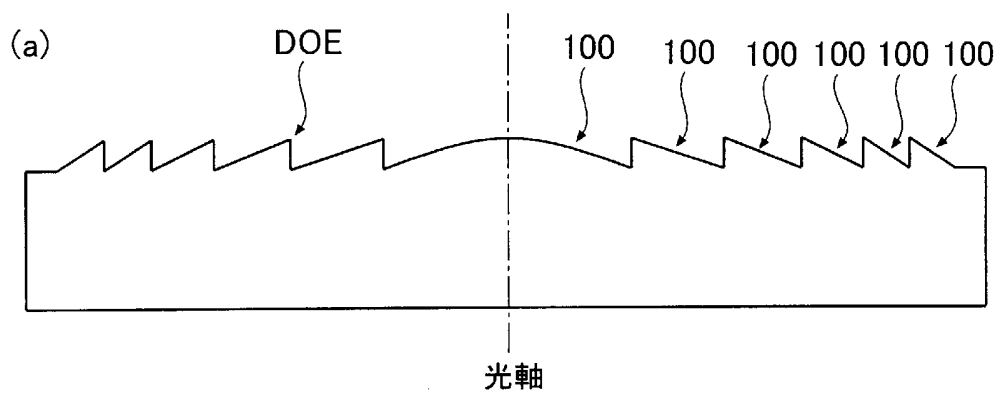
[図2]



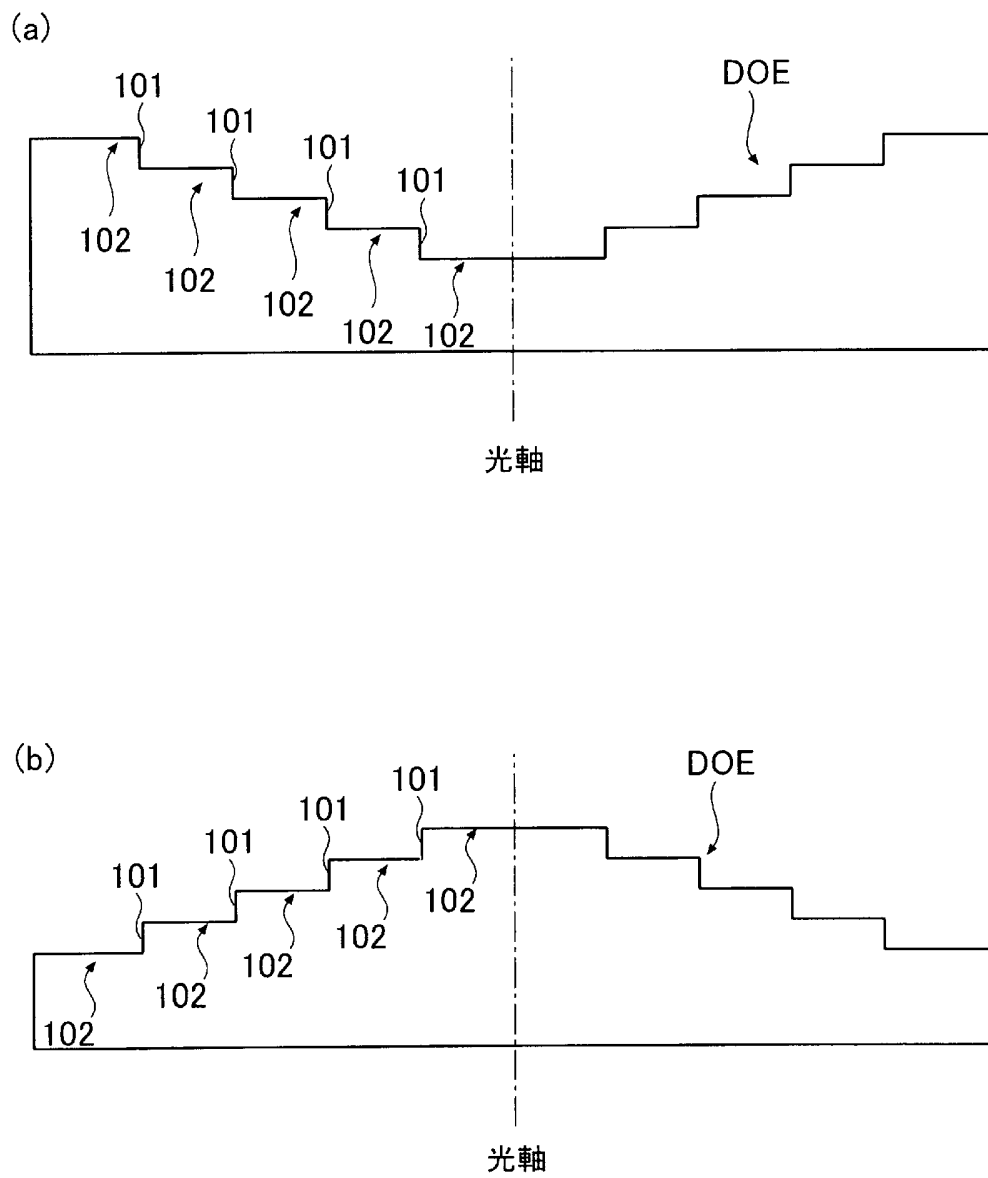
[図3]



[図4]

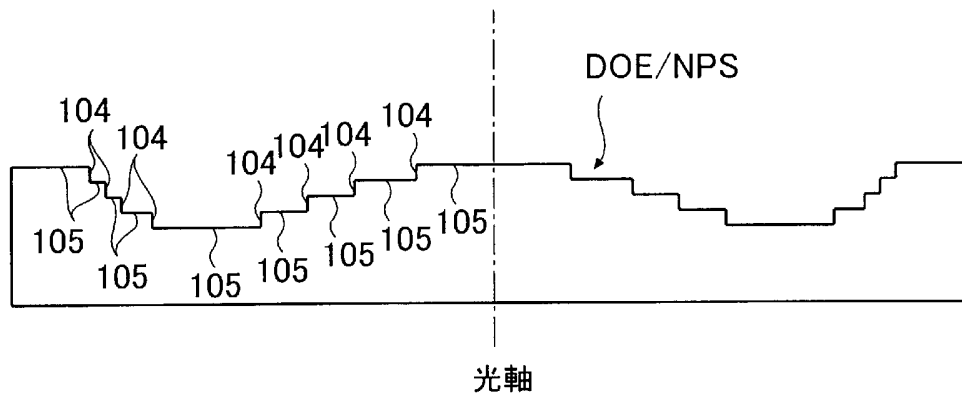


[図5]

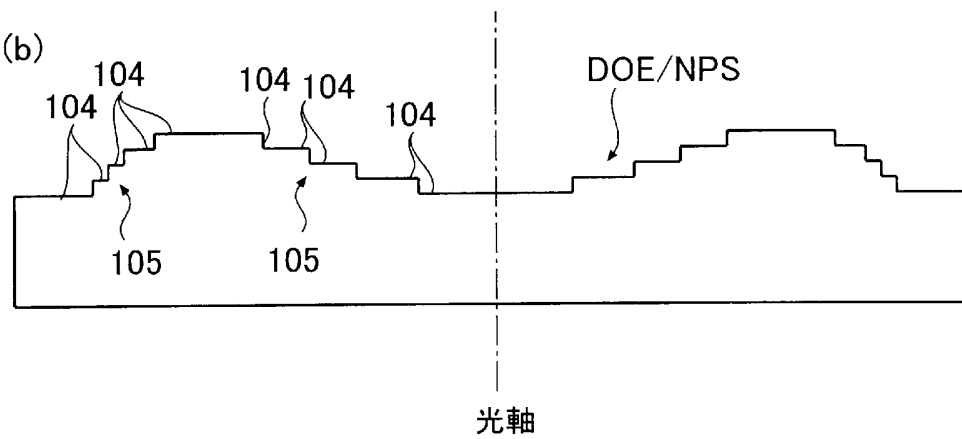


[図6]

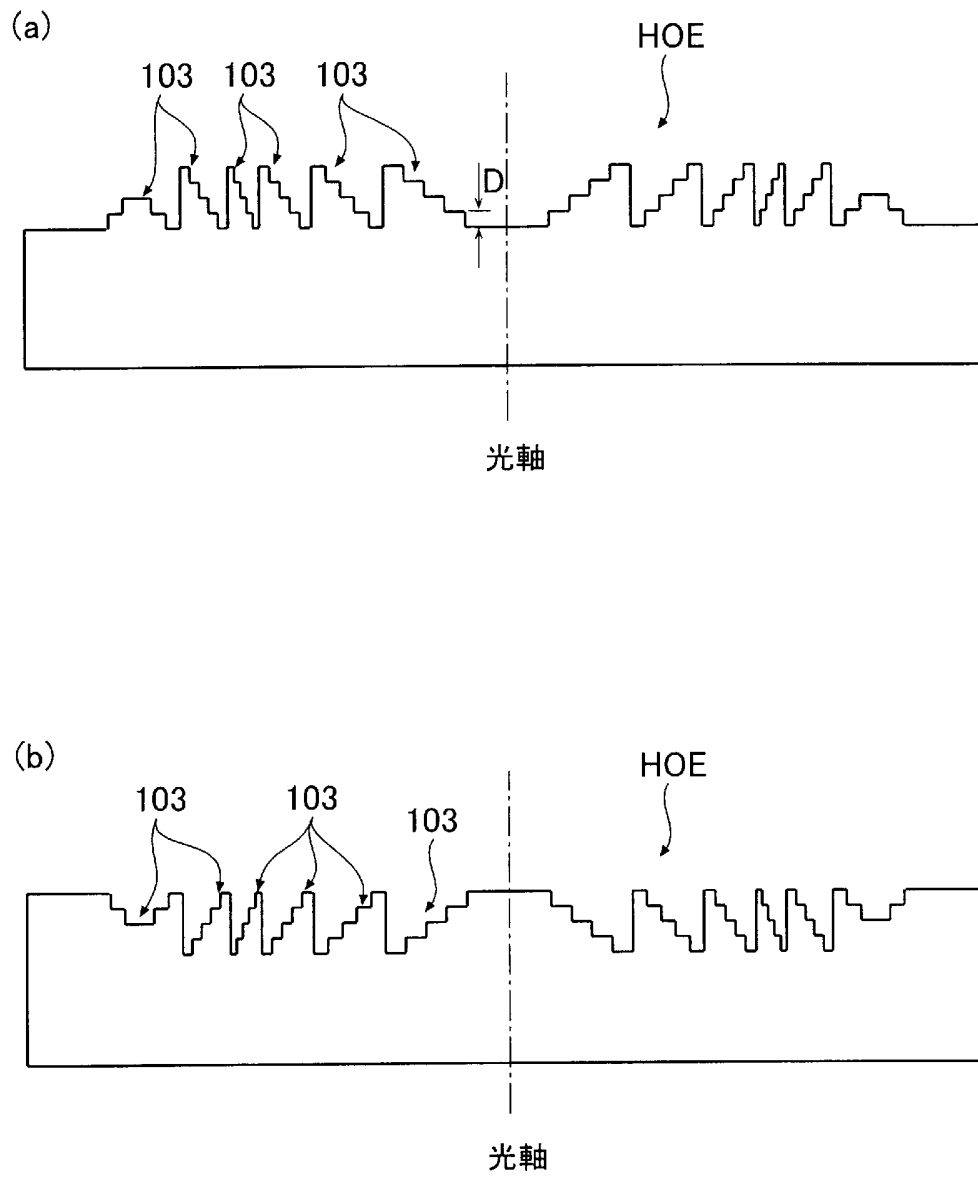
(a)



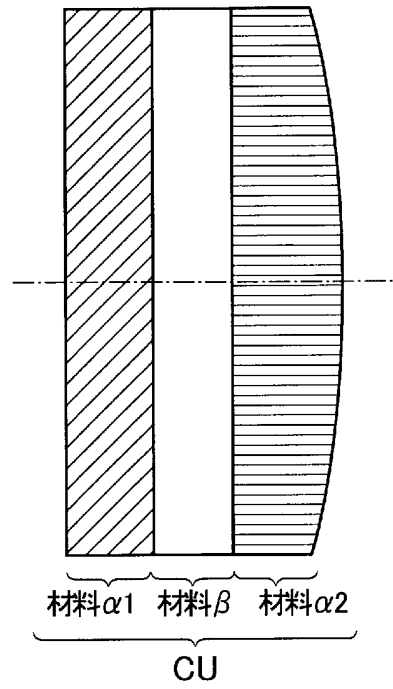
(b)



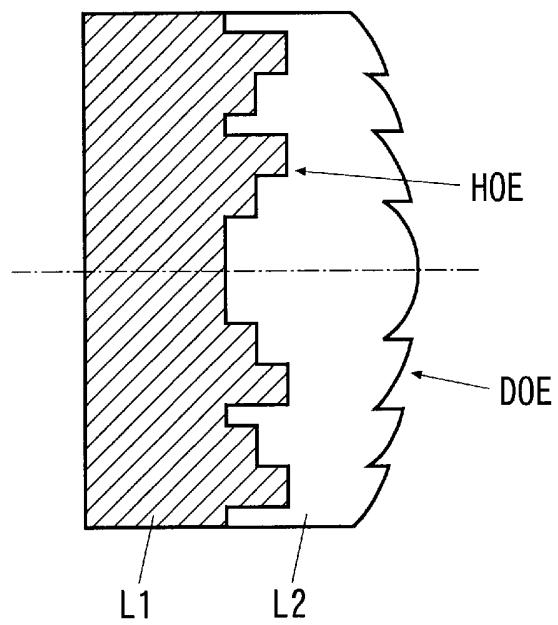
[図7]



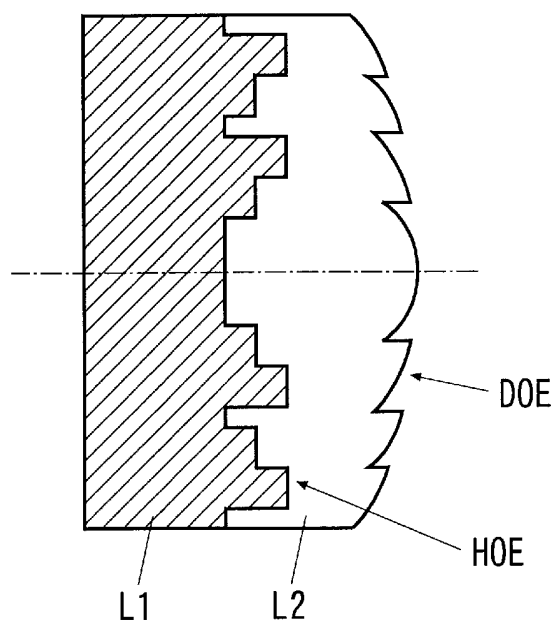
[図8]



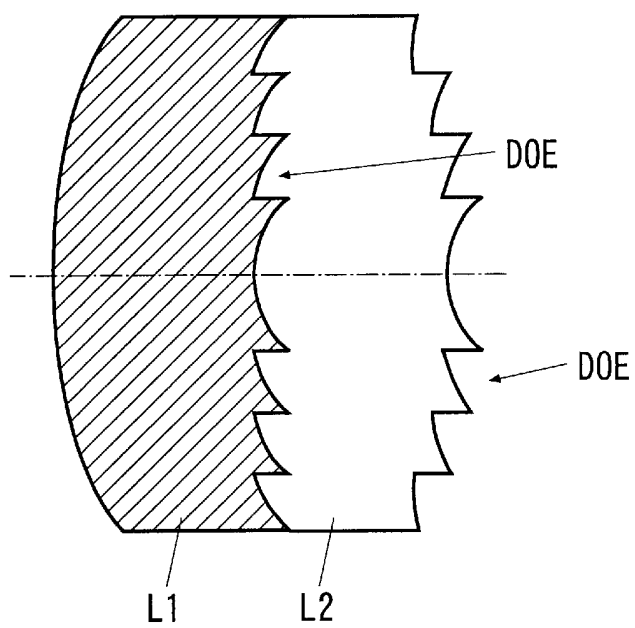
[図9]



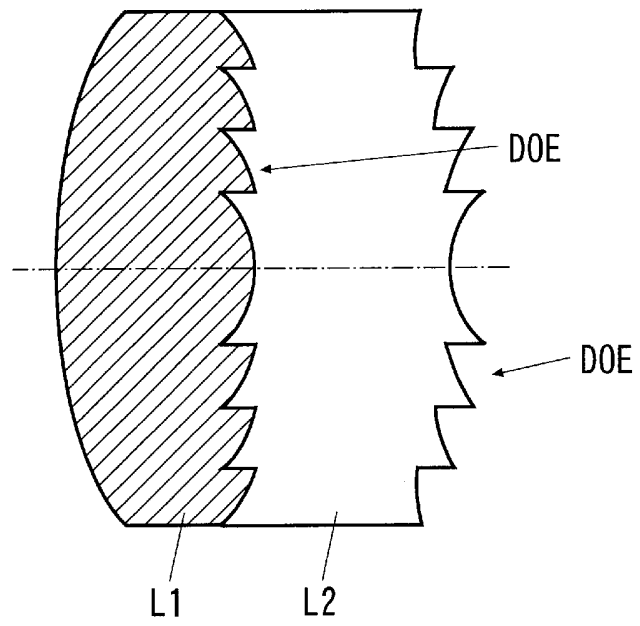
[図10]



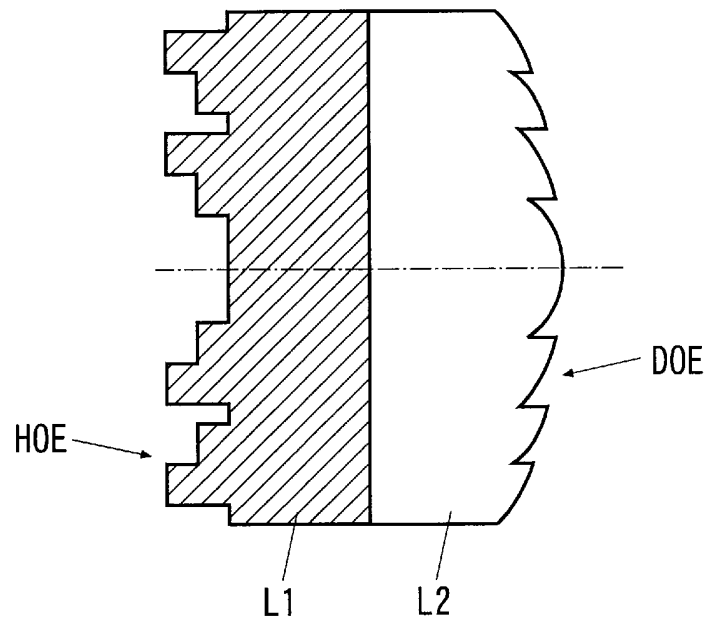
[図11]



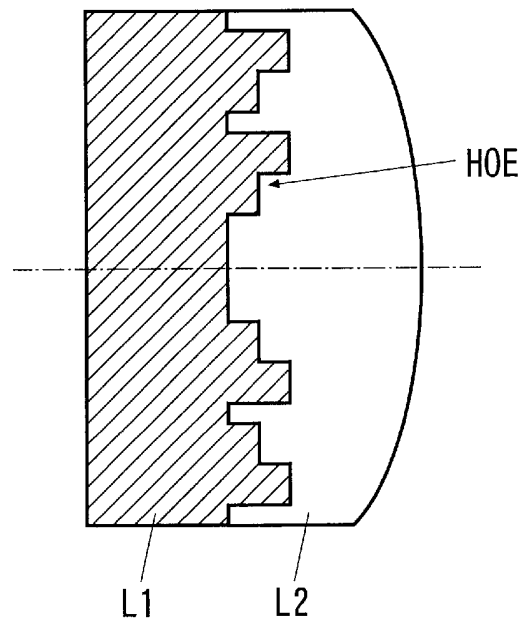
[図12]



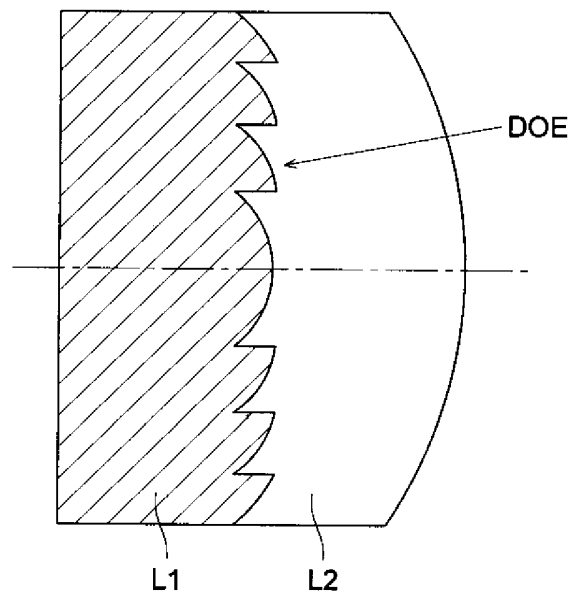
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/015511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/135(2006.01), G02B5/18(2006.01), G02B13/00(2006.01),
G02B13/18(2006.01), G11B 7/125(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), G02B5/18(2006.01),
G02B5/30(2006.01) - G02B5/32(2006.01), G02B9/00(2006.01) - G02B17/08(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	JP 2004-079146 A (Konica Minolta Holdings Kabushiki Kaisha), 11 March, 2004 (11.03.04), Par. Nos. [0071], [0309]; Figs. 11 to 16 & US 2003/0185134 A1 & EP 1304689 A2 & CN 1412591 A	1-24
A	JP 2003-279850 A (Konica Corp.), 02 October, 2003 (02.10.03), Par. No. [0043] (Family: none)	1-24

☒ 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

21 October, 2005 (21.10.05)

Date of mailing of the international search report

01 November, 2005 (01.11.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/015511

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-163944 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 10 June, 2004 (10.06.04), Par. Nos. [0025] to [0026]; Fig. 2 & CN 1499235 A & US 6937396 B2 & US 2004/0090678 A1	1-24
A	JP 11-223765 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 17 August, 1999 (17.08.99), Par. Nos. [0045] to [0056] & US 6266191 B1 & US 2002/0003660 A1	1-24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ **G11B7/135** (2006.01), **G02B5/18** (2006.01), **G02B13/00** (2006.01), **G02B13/18** (2006.01), **G11B7/125** (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.⁷ **G11B7/12** (2006.01)-**G11B7/22** (2006.01), **G02B5/18** (2006.01), **G02B5/30** (2006.01)-**G02B5/32** (2006.01), **G02B9/00** (2006.01)-**G02B17/08** (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	JP 2004-079146 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2004.03.11, 段落【0071】、【0309】、第11-16図 & US 2003/0185134 A1 & EP 1304689 A2 & CN 1412591 A	1-24
A	JP 2003-279850 A (コニカ株式会社) 2003.10.02, 段落【0043】(ファミリーなし)	1-24

☒ 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

21.10.2005

国際調査報告の発送日

01.11.2005

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)

鈴木 肇

5D

9847

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 請求の範囲の番号
A	JP 2004-163944 A (三星電子株式会社) 2004.06.10, 段落【0025】 - 【0026】、第2図 & CN 1499235 A & US 6937396 B2 & US 2004/0090678 A1	1-24
A	JP 11-223765 A (旭光学工業株式会社) 1999.08.17, 段落【0045】 - 【0056】 & US 6266191 B1 & US 2002/0003660 A1	1-24