

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(10) 国際公開番号

W O 2012/004991

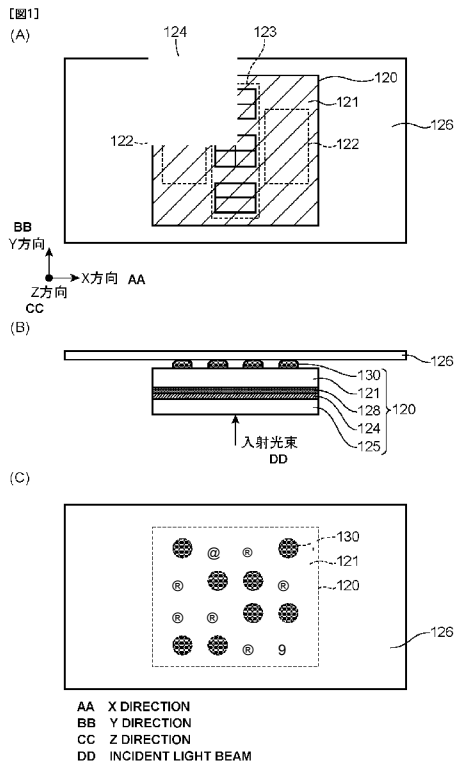
A 1

PCT

- (51) 国際特許分類 :
G11B 7/13 (2006.01) H01L 31/10 (2006.01)
H01L 31/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/003867
- (22) 国際出願日 : 201 1 年 7 月 6 日 (06.07.201 1)
- (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 2010-156880 2010 年 7 月 9 日 (09.07.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; T 5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- () 発明者 : および
() 発明者 / 出願人 (米国についてののみ) : 中田 秀輝 (NAKATA, Hideki) . 禾口田 秀彦 (WADA, Hidenori) . 日野 泰守 (HINO, Yasumori).
- (74) 代理人 : 小谷 悦司 , 外 (KOTANI, Etsuji et al); T 5300005 大阪府大阪市北区中之島 2 丁目 2 番 2 号大阪中之島ビル 2 階 Osaka (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な国) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能な国) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類 :

(54) Title: OPTICAL DETECTOR, OPTICAL HEAD AND OPTICAL INFORMATION DEVICE

(54) 発明の名称 : 光検出器、光学ヘッド及び光情報装置



(57) Abstract: Provided are an optical detector, optical head and optical information device which can be reduced in size. The optical detector (120) is provided with semiconductor silicon (121) that forms an optical receiving unit (123) for receiving a light beam, and a computing circuit (122) that applies a given operation to an electrical signal obtained by the photoelectric conversion of the light beam received by the optical receiving unit (123); a multilayered reflection prevention layer (128), which is formed at least on the optical receiving unit (123) and the computing circuit (122) and which includes a plurality of reflection prevention layers for preventing the reflection of a light beam that is incident on and reflected by an optical disc; a glass package (125) which covers the multilayered reflection prevention layer (128); and an adhesive layer (124) which joins the multilayered reflection prevention layer (128) and the glass package (125).

(57) 要約 : 小型化することができる光検出器、光学ヘッド及び光情報装置を提供する。光検出器 (120) は、光束を受光する受光部 (123) と、受光部 (123) で受光した光束を光電変換することにより得られた電気信号に所定の演算を施す演算回路 (122) とが形成された半導体シリコン (121) と、少なくとも受光部 (123) 上及び演算回路 (122) 上に形成され、入射する光ディスクで反射した光束の反射を防止する複数の反射防止膜を含む多層反射防止層 (128) と、多層反射防止層 (128) を被覆するガラスパッケージ (125) と、多層反射防止層 (128) とガラスパッケージ (125) とを接着する接着層 (124) とを備える。

明 細 書

発明の名称 : 光検出器、光学ヘッド及び光情報装置

技術分野

[0001] 本発明は、光ディスク又は光カードなどの情報記録媒体に情報を記録又は再生する光検出器、光学ヘッド及び光情報装置に関するものである。

背景技術

[0002] 現在、複数の記録層を有する高記録密度の多層光ディスクへの情報の記録又は再生に対応した光検出器及び光学ヘッドの開発が進められている。同時に、光ディスク装置の小型化に伴って、光検出器及び光学ヘッドの小型化が期待されている。

[0003] 従来の光検出器の構成を、図24(A)及び図24(B)を用いて説明する。図24(A)は、第1の従来例の光検出器の構成を示す斜視図であり、図24(B)は、図24(A)の光検出器の断面図である。光検出器4は、光を受光する受光部と回路とがペアチップ12に配置された状態で、金属製のホルダ9の上に配置されている。ペアチップ12の各接続端子12aは、ホルダ9上に形成された電極34とワイヤ35(ワイヤーボンディング)で接続されている。また、反射光束が入射する入射部分12b以外の部分12cは、熱硬化型系液状封止樹脂36によって封止されている。

[0004] このように、光の入射部分12bを熱硬化型系液状封止樹脂36によって覆わず、大気に露出した状態で維持することで、青色のレーザ光が樹脂内を通過することにより発生する樹脂の劣化を防止している(例えば、特許文献1参照)。

[0005] 一方、従来の光検出器の反射防止膜の構成を、図25(A)及び図25(B)を用いて説明する。図25(A)は、第2の従来例の光検出器の構成を示す平面図であり、図25(B)は、図25(A)の光検出器の断面図である。第1受光部2へ入射する波長405nmの光束は、空気、シリコン窒化膜8、シリコン酸化膜7、シリコン窒化膜6及びシリコン酸化膜5の順に透

過する。ブルーレイディスク（BD）用の波長405nmの光束に対して空気と受光部との間の透過率を95%程度とするには、4層の反射防止膜が必須となる。

[0006] また、第2受光部3へ入射するDVD用の波長650nmの光束及びCD用の波長780nmの光束は、空気、シリコン窒化膜6及びシリコン酸化膜5の順に透過する。DVD用の波長650nmの光束及びCD用の波長780nmの光束に対して空気と受光部との間の透過率を92%程度とし、かつ波長405nmの光束用の4層の反射防止膜の一部と共通化するには、2層の反射防止膜が必須となる（例えば、特許文献2参照）。

[0007] ここで、単層の反射防止膜が受光素子上に形成される場合、波長405nmの光束に対する透過率を最大にしたとき、波長405nmの光束に対する透過率は67%となり、波長650nmの光束に対する透過率は83%となり、波長780nmの光束に対する透過率は83%となる。また、2層の反射防止膜が受光素子上に形成される場合、波長405nmの光束に対する透過率を最大にしたとき、波長405nmの光束に対する透過率は84%となり、波長650nmの光束に対する透過率は92%となり、波長780nmの光束に対する透過率は91%となる。さらに、4層の反射防止膜が受光素子上に形成される場合、波長405nmの光束に対する透過率を最大にしたとき、波長405nmの光束に対する透過率は95%となり、波長650nmの光束に対する透過率は82%となり、波長780nmの光束に対する透過率は79%となる。

[0008] また、4層の反射防止膜が受光素子上に形成される場合、DVD用の波長650nmの光束に対する透過率を最大にしたとき、波長405nmの光束に対する透過率は74%となり、波長650nmの光束に対する透過率は95%となり、波長780nmの光束に対する透過率は95%となる。従って、波長405nmの光束に対する透過率を上げるには、反射防止膜が4層以上形成されることが必須となり、波長650nmの光束及び波長780nmの光束に対する透過率を80%以上とするには、別途2層の反射防止膜を形

成する必要がある。一方で、反射防止膜が４層である場合、各層間でのロスが増え、波長４０５ｎｍの光束に対する透過率は９５％が限界となる。

[0009] また、従来の光検出器の全体構成を、図２６（Ａ）、図２６（Ｂ）及び図２６（Ｃ）を用いて説明する。図２６（Ａ）は、従来の光検出器の半導体シリコンを入射光束側から見た図であり、図２６（Ｂ）は、従来の光検出器の断面図であり、図２６（Ｃ）は、従来の光検出器を光束入射側から見た図である。

[001 0] 図２６（Ａ）、図２６（Ｂ）及び図２６（Ｃ）において、光検出器４０９は、半導体シリコン（多層シリコンウェハ）４３１、樹脂製パッケージ４４１、配線基板４４２及びＦＰＣ基板（フレキシブルプリント回路基板）４４５を備える。半導体シリコン４３１は、４分割受光部４２０、サブビーム受光部４２１、演算回路４３２及び信号出力部４３３を含む。演算回路４３２は、４分割受光部４２０及びサブビーム受光部４２１で受光した光束の光量を電圧に変換しかつ所定の演算を施す。信号出力部４３３は、演算回路４３２と接続され、演算回路４３２からの出力信号となる電圧を出力する。

[001 1] また、配線基板４４２上に構成されたパッド部４４３は、ワイヤーボンディング４４６により信号出力部４３３と接続されている。また、樹脂製パッケージ４４１は、４分割受光部４２０、サブビーム受光部４２１、演算回路４３２、信号出力部４３３及び配線基板４４２を覆う。配線基板４４２は、パッド部４４３と電氣的に接続された端子部４４４を有し、端子部４４４は、ＦＰＣ基板４４５に実装固定される。この時、４分割受光部４２０及びサブビーム受光部４２１の入射面側には空気が存在しており、４分割受光部４２０及びサブビーム受光部４２１と空気との間には２層及び４層の反射防止膜４３７が蒸着されている。

[001 2] 図２７は、従来の光学ヘッド４００の光学系の構成を示す図である。図２７において、光学ヘッド４００は、半導体レーザ４０１、回折格子４０２、ビームスプリッタ４０３、コリメータレンズ４０４、対物レンズ４０５、対物レンズアクチュエータ４０６、シリンдриカルレンズ４０８、光検出器４

09及びホルダ410を備える。

[0013] 半導体レーザ401から出た光ビームは、回折格子402により異なる複数の光束に分離される。回折格子402を透過した光束は、ビームスプリッタ403で反射され、コリメータレンズ404で平行光束に変換される。そして、光束は、対物レンズ405に入射し、いわゆる3ビームの収束光となる。この収束光は、光ディスク407の記録層に照射される。光ディスク407の記録層で反射及び回折された光束は、再び対物レンズ405を透過し、ビームスプリッタ403を透過する。対物レンズ405は、対物レンズアクチュエータ406（詳細は図示せず）により光軸方向（フォーカス方向）及び光ディスク407の半径方向（ラジアル方向）に駆動される。ビームスプリッタ403を透過した光束は、シリンдриカルレンズ408を通り、光検出器409に入射する。光検出器409は、ホルダ410に固定され、ホルダ410を通過した光束を受光する。

[0014] 小型であり、かつ多層光ディスクへの情報の記録又は再生に対応した光学ヘッドを実現するためには、光検出器の小型化が要求される一方で、光検出器のノイズ特性の向上が必要となる。多層光ディスクから情報を再生する際には、光検出器は、記録層からの反射光を受光し、電圧信号に変換して出力する。このとき、反射率の小さい多層光ディスクからの反射光は、特に再生信号のS/Nが悪化する要因となり、再生信号が大幅に劣化してしまう。

[0015] 例えば、BD-R（Blu-ray Disc Recordable）及びBD-RE（Blu-ray Disc Rewritable）の多層光ディスクの各記録層の反射率は2%～4%程度である。多層光ディスクの反射率は、BD-Rの単層光ディスクの反射率は20%であり、BD-Rの2層光ディスクの反射率は8%前後である。そのため、多層光ディスクの反射率は、BD-Rの単層光ディスクの反射率及びBD-Rの2層光ディスクの反射率に比べて非常に小さい。

[0016] また、405nm、650nm及び780nmの3つの波長の光源に対応した光検出器及び光学ヘッドでは、BD（波長405nm）だけでなく、D

V D (波長 650 nm) 及び C D (波長 780 nm) のそれぞれに対する再生信号の S / N を上げることも必要となる。

[001 7] ここで、前述のように、4 層の反射防止膜 437 が受光部上に形成されている場合には、層数が多いため、各層間での光量ロスが大きくなってしまう。また、波長 405 nm の光束が透過する部分は 4 層の反射防止膜で構成し、波長 650 nm 及び波長 780 nm の光束が透過する部分は 2 層の反射防止膜で構成する必要がある、反射防止膜を蒸着する工数が増大するという課題を有していた。

[001 8] 一方、小型であり、かつ多層光ディスクへの情報の記録又は再生に対応した光学ヘッド 400 を実現するためには、光学ヘッド 400 の対物レンズ 405 の焦点距離と、コリメータレンズ 404、シリンドリカルレンズ 408 及び光検出器 409 から構成される光学部品の焦点距離との比であるいわゆる検出光学系の横倍率を大きくする必要がある。多層光ディスクの光が集光している記録層以外の他の記録層で反射した迷光が、トラッキングエラー信号を検出するためのサブビーム受光部 421 に入射しない構成にするとともに、往路の検出光学系を小型化する必要がある。

[001 9] 多層光ディスクの光が集光している記録層以外の他の記録層 (他層) で反射した迷光がサブビーム受光部 421 でサブビームと干渉してしまうと、トラッキングエラー信号にオフセットが発生するとともに、トラッキングダサボの性能が大幅に劣化する。特に、サブビームの光量は、メインビームの光量に比べて 1 / 10 程度であるため、干渉によるわずかな光量変化がトラッキングエラー信号の大きな変動となる。

[0020] そのため、メインビームとサブビームとの距離を離すことが考えられる。しかし、横倍率を大きくしてメインビームとサブビームとの距離を離すと、4 分割受光部 420 とサブビーム受光部 421 との距離が離れることになる。その結果、光検出器 409 の面積が増大し、光学ヘッド 400 の小型化と再生性能の向上とを両立することができなくなる。そこで、光学ヘッド 400 の小型化と再生性能の向上とを両立させるには、検出光学系の横倍率を大

きくすることが考えられる。この構成により、光ディスク407の他の記録層で反射した迷光がサブビーム受光部421に入射しない構成にすることができ、光学ヘッド400の復路の検出光学系を小型化するとともに光学素子及び光検出器409を小型化して光学ヘッド400の高さ方向の寸法を小さくすることができる。

[0021] しかし、図26(A)～図26(C)に示す従来の光検出器の構成のように、半導体シリコン431の信号出力部433と、配線基板442上に構成されたパッド部443とがワイヤーボンディング446で接続される構成では、配線基板442上にパッド部443を形成するための面積が必要となる。そのため、信号出力部433の数が増えた場合は、パッド部443の数も増えることになり、光検出器409の小型化が困難となる。また、この場合、半導体シリコン431及び配線基板442を保持する樹脂製パッケージ441の体積がより大きくなり、光検出器409の小型化が一層困難となる。

[0022] なお、いわゆるスリムサイズの光ディスクドライブ（光情報機器）に光検出器を搭載する場合の光検出器の好ましい大きさを以下説明する。光検出器のY方向の寸法は4mm以下が望ましい。従来の受光素子では、X方向の寸法は約7mm、Y方向の寸法は約5mm程度であり、Z方向の寸法は約3mm必要となる。多層光ディスク用の光検出器として検出光学系の倍率が大きくなり半導体シリコンの面積が大きくなると、光検出器のサイズが一層大きくなりスリムサイズの光ディスクドライブに搭載することが困難となる。

[0023] 図28は、検出光学系の倍率と、光検出器上のメインビームとサブビームとの間隔との関係、及び検出光学系の倍率と、光検出器上の2つのサブビームの間隔との関係を説明するための図である。また、表1は、検出光学系の倍率と、光検出器上のメインビームとサブビームとの間隔との関係、及び検出光学系の倍率と、光検出器上の2つのサブビームの間隔との関係を示す表である。

[0024]

[表 1]

	検出光学系の倍率(横倍率 β)		
	6	14	16
メインビームとサブビームとの間隔P(μm)	120	280	320
サブビームの間隔Q(μm)	240	560	640

[0025] なお、フォーカスエラー信号は、下記の式 (1) に基づいて算出され、トラッキングエラー信号は、下記の式 (2) に基づいて算出される。

[0026] フォーカスエラー信号 = $(A_2 + A_4) - (A_1 + A_3) \cdots (1)$

トラッキングエラー信号 = $(A_3 + A_4) - (A_1 + A_2) - k(B_2 - B_1) \cdots (2)$

[0027] なお、上記の式 (1) 及び式 (2) において、 $A_1 \sim A_4$ は、4 分割受光部 420 の各受光領域の出力を表し、 B_1 及び B_2 は、2 つに分割されたサブビーム受光部 421 の各受光領域の出力を表し、 k はゲインを表す。ゲイン k は、通常、1 ~ 5 程度の値に設定される。

[0028] 従来の光学ヘッドで一般的に用いられる検出光学系の横倍率は略 6 倍であり、光ディスク上のメインビームとサブビームとの間隔を $20 \mu\text{m}$ と仮定すると、光検出器 409 上のメインビーム 422 とサブビーム 423 との間隔 P は $120 \mu\text{m}$ となる。一方、多層光ディスクを再生するため、検出光学系の倍率を 14 倍 ~ 16 倍に設定した場合、光検出器 409 上のメインビーム 422 とサブビーム 423 との間隔 P は $280 \mu\text{m} \sim 320 \mu\text{m}$ と増加し、同様に、2 つのサブビーム 423 の間隔 Q も 3 倍近く増大する。そのため、4 分割受光部 420、サブビーム受光部 421 及び演算回路 (不図示) を有する半導体シリコン 431 の Y 方向の大きさ R が大きくなる。半導体シリコン 431 の Y 方向の大きさ R が大きくなることにより、樹脂パッケージを含む光検出器 409 の大きさが大きくなりすぎ、スリムサイズの光ディスクドライブに光検出器 409 が入らなくなる。そのため、光検出器 409 の Y 方

向の寸法（大きさR）をできるだけ小さくする必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0029] 特許文献1：特開2008_243869号公報

特許文献2：特開2005_136269号公報

発明の概要

[0030] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたもので、小型化することができる光検出器、光学ヘッド及び光情報装置を提供することを目的とするものである。

[0031] 本発明の一局面に係る光検出器は、情報記録媒体で反射された光束を検出する光検出器であって、前記光束を受光する受光部と、前記受光部で受光した光束を光電変換することにより得られた電気信号に所定の演算を施す演算部とが形成された基板と、少なくとも前記受光部上及び前記演算部上に形成され、入射する前記情報記録媒体で反射した光束の反射を防止する複数の反射防止膜を含む多層反射防止層と、前記多層反射防止層を被覆するガラスパッケージと、前記多層反射防止層と前記ガラスパッケージとを接着する接着層とを備える。

[0032] この構成によれば、基板には、光束を受光する受光部と、受光部で受光した光束を光電変換することにより得られた電気信号に所定の演算を施す演算部とが形成されている。多層反射防止層は、少なくとも受光部上及び演算部上に形成され、入射する情報記録媒体で反射した光束の反射を防止する複数の反射防止膜を含む。ガラスパッケージは、多層反射防止層を被覆する。接着層は、多層反射防止層とガラスパッケージとを接着する。

[0033] 本発明によれば、基板、多層反射防止層、接着層及びガラスパッケージにより構成することにより、検出光学系の倍率を上げたとしても、ワイヤーボンディング及び樹脂製のパッケージが不要となり、光検出器を小型化することができる。

[0034] 本発明の目的、特徴及び利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって

、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1] (A) は、本発明の実施の形態 1 における光検出器の構成を示す正面図であり、(B) は、本発明の実施の形態 1 における光検出器の構成を示す側面図であり、(C) は、本発明の実施の形態 1 における光検出器の構成を示す裏面図である。

[図2] 本発明の実施の形態 1 における多層反射防止層の構成を示す模式図である。

[図3] 本発明の実施の形態 1 の光検出器において、入射光束の波長に対する透過率の計算値を示す図である。

[図4] (A) は、本発明の実施の形態 1 における接着層の厚さと接着強度との関係を示す図であり、(B) は、本発明の実施の形態 1 における接着層の厚さと積算光量との関係を示す図であり、(C) は、本発明の実施の形態 1 における接着層の厚さと透過率との関係を示す図である。

[図5] 本発明の実施に形態 1 の変形例における光検出器の構成を示す図である。

[図6] 本発明の実施の形態 2 における光学ヘッドの光学系の構成を示す図である。

[図7] 本発明の実施の形態 2 における光検出器の受光部の構成及び演算回路の構成を示す図である。

[図8] 本発明の実施の形態 2 におけるシリンドリカルレンズを含む検出光学系の構成を示す図である。

[図9] 前焦線、後焦線及び焦点位置における 4 分割受光領域上でのメインビームの形状を示す図である。

[図10] 本発明の実施の形態 2 における光学ヘッドのコリメータレンズから FPC 基板までの部分的な構成を示す断面図である。

[図11] 本発明の実施の形態 2 における光ディスクドライブの構成を示す図である。

[図12] (A) は、2層の光ディスクにおける他層からの表面反射について説明するための概略図であり、(B) は、多層の光ディスクにおける他層からの表面反射について説明するための概略図である。

[図13] (A) は、従来の光学ヘッドの光検出器上におけるメインビームとサブビームとの距離と、他層迷光との関係を示す図であり、(B) は、本発明の実施の形態2の光学ヘッドの光検出器上におけるメインビームとサブビームとの距離と、他層迷光との関係を示す図である。

[図14] 本発明の実施の形態3における光学ヘッドの光学系の構成を示す図である。

[図15] 図14に示すホログラム素子の構成を示す図である。

[図16] (A) は、本発明の実施の形態3における光検出器の構成を示す側面図であり、(B) は、本発明の実施の形態3における光検出器の構成を示す正面図である。

[図17] 本発明の実施の形態3におけるトラッキングエラー信号の演算方法について説明するための図である。

[図18] (A) は、本発明の実施の形態2における光検出器の多層反射防止膜の別の例を示す図であり、(B) は、本発明の実施の形態3における光検出器の多層反射防止膜の別の例を示す図である。

[図19] 本発明の実施の形態4における光学ヘッドの光学系の構成を示す図である。

[図20] 本発明の実施の形態4における光検出器の構成を示す正面図である。

[図21] 図20における光検出器の演算回路の部分的な構成を示す図である。

[図22] 本発明の実施の形態5における光検出器の裏面図である。

[図23] 第1の差動増幅回路の第1の増幅ゲインを用いた非低ノイズモードと低ノイズモードとにおけるアンプノイズを示す図である。

[図24] (A) は、第1の従来例の光検出器の構成を示す斜視図であり、(B) は、図24(A)の光検出器の断面図である。

[図25] (A) は、第2の従来例の光検出器の構成を示す平面図であり、(B)

) は、図 2 5 (A) の光検出器の断面図である。

[図26] (A) は、従来の光検出器の半導体シリコンを入射光束側から見た図であり、(B) は、従来の光検出器の断面図であり、(C) は、従来の光検出器を光束入射側から見た図である。

[図27] 従来の光学ヘッドの光学系の構成を示す図である。

[図28] 検出光学系の倍率と、光検出器上のメインビームとサブビームとの間隔との関係、及び検出光学系の倍率と、光検出器上の2つのサブビームの間隔との関係を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0036] 以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施の形態は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。

[0037] (実施の形態 1)

本実施の形態では、光検出器の多層反射防止層の反射防止膜の数を減らすことで、受光感度を大幅に向上させ、かつ低ノイズ化をはかる。その結果、再生信号の S/N を改善するとともに、光検出器を小型化する。

[0038] 図 1 (A) ～図 1 (C) は、本発明の実施の形態 1 における光検出器の構成を示す図である。図 1 (A) は、本発明の実施の形態 1 における光検出器 120 を光入射側から見た正面図であり、図 1 (B) は、本発明の実施の形態 1 における光検出器 120 の側面図であり、図 1 (C) は、本発明の実施の形態 1 における光検出器 120 の裏面図である。

[0039] 図 1 (A) ～図 1 (C) において、光検出器 120 は、半導体基板 (例えば半導体シリコン) 121、接着層 124、ガラスパッケージ 125、多層反射防止層 128 及び信号出力部 130 を含む。半導体シリコン 121 は、受光部 123、演算回路 122 及び信号出力部 130 が形成されている。受光部 123 は、光ディスク 21 で反射された反射光束を受光する。演算回路 122 は、受光部 123 で受光した光束を光電変換することにより得られた電気信号に所定の演算を施す。信号出力部 130 は、演算回路 122 と接続

され、演算回路 122 からの出力信号となる電圧を出力する。半導体シリコン 121 の光入射側の面には、受光部 123 及び演算回路 122 が形成され、光入射側の面に対向する面には、信号出力部 130 が形成されている。

[0040] 多層反射防止層 128 は、少なくとも受光部 123 上及び演算回路 122 上に形成され、入射する光ディスクで反射した光束の反射を防止する複数の反射防止膜を含む。ガラスパッケージ 125 は、透明なガラスからなる。ガラスパッケージ 125 は、多層反射防止層 128 及び半導体シリコン 121 を被覆する。接着層 124 は、多層反射防止層 128 とガラスパッケージ 125 とを接着する。ガラスパッケージ 125 は、接着層 124 により多層反射防止層 128 及び半導体シリコン 121 に貼り合わされる。

[0041] また、接着層 124 は、厚みが $30\ \mu\text{m}$ 以下である場合に $405\ \text{nm}$ の波長の光束に対する透過率が 99% 以上となるシリコン樹脂により構成される。さらに、半導体シリコン 121 の光入射側の表面には多層反射防止層 128 が設けられ、多層反射防止層 128 は、受光部 123 と接着層 124 との間に構成されている。

[0042] このとき、多層反射防止層 128 と接着層 124 との間には空気層はなく、多層反射防止層 128 と接着層 124 とは密着した構成としている。また、多層反射防止層 128 と半導体シリコン 121（又は受光部 123 の受光面）との間には空気層はなく、多層反射防止層 128 と半導体シリコン 121 とは密着した構成としている。

[0043] 半導体シリコン 121 の厚さは約 $0.3\ \text{mm}$ であり、ガラスパッケージ 125 の厚さは約 $0.7\ \text{mm}$ であり、接着層 124 の厚さを考慮しても光検出器 120 の厚さは約 $1\ \text{mm}$ であり、上述の従来光検出器の厚み ($3\ \text{mm}$) に対して、大幅な薄型化を実現している。また、光検出器 120 の X 方向及び Y 方向の長さは、それぞれ約 $2.5\ \text{mm}$ であり、投影面積においても、上述の従来光検出器に対して、大幅な小型化を実現している。

[0044] 信号出力部 130 と演算回路 122 との接続は、光検出器 120 の側面から配線で接続するか、又は積層回路で構成された演算回路 122 にビアホー

ル等を設けて底面の信号出力部 130 と接続する構成としている。信号出力部 130 はフレキシブルプリント回路基板 (FPC 基板) 126 に実装され、信号出力部 130 からサーボ信号及び再生信号が出力される。接着層 124 は、受光部 123 の光入射側の全面のみに形成されていてもよいし、受光部 123 及び演算回路 122 を含む半導体シリコン 121 の光入射側の全面に形成されていてもよい。光検出器 120 は樹脂製のパッケージ及びワイヤーボンディングを用いない構成により、厚さ及び投影面積ともに大幅な小型化を実現しており、体積は従来比 1/10 以下となっている。

[0045] なお、本実施の形態において、受光部 123 が受光部の一例に相当し、演算回路 122 が演算部の一例に相当し、半導体シリコン 121 が基板の一例に相当し、多層反射防止層 128 が多層反射防止層の一例に相当し、ガラスパッケージ 125 がガラスパッケージの一例に相当し、接着層 124 が接着層の一例に相当する。

[0046] 図 2 は、本発明の実施の形態 1 における多層反射防止層 128 の構成を示す模式図である。なお、図 2 では、厚さ方向の寸法は部分的に拡大して示している。半導体シリコン 121 の光入射側の表面には、スパッタリング等の真空蒸着により成膜された 3 層の反射防止膜からなる多層反射防止層 128 が構成される。多層反射防止層 128 は、光束入射面側から順に、シリコン系窒化膜 128a、シリコン系酸化膜 128b 及びシリコン系窒化膜 128c を含む。

[0047] シリコン系窒化膜 128a、128c の屈折率は 2.07 であり、シリコン系酸化膜 128b の屈折率は 1.47 である。シリコン系窒化膜 128a、128c 及びシリコン系酸化膜 128b の屈折率は、それぞれ ±5% の屈折率変化を有してもよい。また、多層反射防止層 128 の各反射防止膜の厚さは、光束入射面側から順に、44.1nm、73.6nm 及び 47.1nm である。各反射防止膜の厚さは、それぞれ ±10% の厚さ変化を有してもよい。

[0048] また、ガラスパッケージ 125 及びシリコン樹脂製の接着層 124 の屈折

率は、ともに 1.57 であり、シリコン系窒化膜の屈折率は 2.07 であり、シリコン系酸化膜の屈折率は 1.47 である。ガラスパッケージ 125、接着層 124、シリコン系窒化膜及びシリコン酸化膜の屈折率はともに $\pm 5\%$ の屈折率変化を有していてもよい。また、ガラスパッケージ 125 の光束入射面には、反射防止膜 (AR コート) 112 が形成されており、ガラスパッケージ 125 と接着層 124 との間には反射防止膜 (AR コート) が形成されていない。

[0049] 接着層 124 (シリコン樹脂) が、多層反射防止層 128 上に構成されることで、多層反射防止層 128 の膜数を 3 つにすることが可能となり、波長 405 nm の光束に対して、ガラスパッケージ 125 から受光部 123 までの透過率を大幅に向上させることが可能となる。また、波長 650 nm 及び波長 780 nm の光束に対して、ガラスパッケージ 125 から受光部 123 までの透過率を大幅に向上させることができる。また、多層反射防止層 128 の蒸着工数を削減することができる。また、405 nm の波長の光束を受光するときの光検出器 120 の受光感度を大幅に向上させることができる。さらに、反射率の低い多層光ディスクを再生する場合に、S/N の良い再生信号を実現することができ、再生性能を向上させることが可能となる。さらにまた、多層反射防止層 128 の各反射防止膜の厚みばらつき及び屈折率のばらつきの許容値を緩和できる。

[0050] 図 3 は、本発明の実施の形態 1 の光検出器において、入射光束の波長に対する透過率の計算値を示す図である。図 3 に示すように、波長 405 nm の光束に対し、ガラスパッケージ 125 から受光部 123 までの透過率を 99% 以上に向上させることが可能となる。さらに、0 ソ 0 用の波長 650 nm の光束及び C D 用の波長 780 nm の光束に対する透過率も 77% 以上とすることができ、3 波長の光源に対応した受光感度の高い光検出器を実現できる。なお、波長 405 nm の光束に対する透過率を 98% とすれば、同じ多層反射防止層の膜構成であれば、波長 650 nm の光束及び波長 780 nm の光束に対してともに 80% 以上の透過率を実現できる。

[0051] また、ガラスパッケージ 125 の接着層 124 との境界面に反射防止膜（A R コー ト）を設けず、ガラスパッケージ 125 と接着層とは直接接着されている。この構成により、ガラスパッケージ 125 と接着層 124 との接着強度を上げることが可能となる。

[0052] 図 4（A）は、本発明の実施の形態 1 における接着層 124 の厚さと接着強度との関係を示す図であり、図 4（B）は、本発明の実施の形態 1 における接着層 124 の厚さと積算光量との関係を示す図であり、図 4（C）は、本発明の実施の形態 1 における接着層 124 の厚さと透過率との関係を示す図である。

[0053] 図 4（A）は、接着層 124 の厚さと接着強度との関係を測定した結果の一例を示すグラフである。横軸は接着層 124 の厚さを示し、縦軸は接着強度（N）を示す。接着層 124 の厚さが $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であれば、必要な接着強度である 15（N）以上を満たす。

[0054] 図 4（B）は、接着層 124 の厚さと青色光劣化との関係を測定した結果の一例を示すグラフである。横軸は接着層 124 の厚さを示し、縦軸は積算光量（ Wh/mm^2 ）を示す。接着層 124 の厚さが $6\text{ }\mu\text{m}$ 未満であれば、層の厚さが薄いため膨張及び収縮により接着層 124 が割れ、接着層 124 の厚さが $25\text{ }\mu\text{m}$ を超えると、接着層 124 の内部に気泡が発生しやすくなる。そのため、接着層 124 の厚さが $5\text{ }\mu\text{m}$ から $25\text{ }\mu\text{m}$ の範囲であれば、検出に必要な積算光量である $250\text{ (Wh}/\text{mm}^2)$ を満たす。

[0055] 図 4（C）は、接着層 124 の厚さと、波長 405 nm の光束に対する透過率との関係を測定した結果の一例を示すグラフである。透過率は接着層 124 の厚さを薄くすることで大幅に向上することが可能となる。接着層 124 の厚さが $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば、波長 405 nm の光束に対する透過率を 99.5% 以上とすることができる。

[0056] したがって、接着強度、積算光量に対する信頼性及び透過率の観点より、接着層 124 の厚さは、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが必須の条件となり、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲が望ましい。

- [0057] 接着層 124 は、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲の厚さを有するとともに、ガラスパッケージ 125 と半導体シリコン 121 との間の全面に塗布される。接着層 124 の厚みにより、波長 405 nm の光束に対する透過率を悪化させることなく、高い接着強度を維持しつつ、青色レーザ光源からの光束（波長 405 nm ）によるいわゆる青色光劣化を抑えることができる。
- [0058] また、接着層 124 が半導体シリコン 121 の全面に塗布されることにより、接着強度を上げることが可能となる。また、受光部 123 の光入射側を接着層 124 が覆うことになり、受光部 123 上に空気層が存在しない構成とする。これにより、いわゆる青色光の光ピンセット効果による受光部 123 上及びガラスパッケージ 125 上への不純物の付着を防ぐことが可能となる。
- [0059] したがって、多層光ディスクへの情報の記録又は再生に対応したスリムサイズの光ディスクドライブに対応した光検出器及び光学ヘッドの小型化及び薄型化を実現することができる。
- [0060] まとめて、本発明の実施の形態 1 では、半導体シリコン 121 の光束入射側表面に蒸着された多層反射防止層 128 の光束入射側表面に、シリコン樹脂からなる接着層 124 が形成される。これにより、多層反射防止層 128 を構成する反射防止膜を 3 つにすることが可能となる。その結果、多層反射防止層 128 での光量ロスが少なくなり、波長 405 nm の入射光束に対する透過率を 99% 以上に向上させることができる。
- [0061] また、シリコン樹脂からなる接着層 124 の光束入射側に、屈折率が 1.57 であるガラスパッケージ 125 が構成されることで、ガラスパッケージ 125 によって半導体シリコン 121 を保持することが可能となる。その結果、樹脂製のパッケージ及びワイヤーボンディングの無い CSP（チップサイズパッケージ）構成となる小型の光検出器 120 を実現することができる。なお、チップサイズパッケージとは、光検出器の光入射側の面の面積が半導体シリコン 121 の光入射側の面の面積と同一になることを意味する。
- [0062] また、ガラスパッケージ 125 の光束入射側のみに反射防止膜（AR コー

ト) 1 1 2 が形成されている。一方で、ガラスパッケージ 1 2 5 と接着層 1 2 4 との間には反射防止膜 (A R コー ト) が形成されない構成とする。これにより、ガラスパッケージ 1 2 5 と接着層 1 2 4 との高い接着強度を維持しつつ、4 0 5 n m の波長の入射光束の光量に対する受光部 1 2 3 での受光量を 9 9 % 以上とすることができ、受光感度の大幅な向上が可能となる。この構成により、簡素な多層反射防止層 1 2 8 の構成にもかかわらず、小型で、受光感度が高く、R F 信号 (再生信号) 及びサーボ信号の S / N のよい光検出器 1 2 0 を実現することが可能となる。

[0063] なお、本実施の形態 1 では、接着層 1 2 4 は、厚みが 3 0 μ m 以下である場合において、4 0 0 ~ 8 0 0 n m の波長域の光に対する透過率が 9 9 % 以上である透明なシリコン樹脂を用いている。望ましくは、接着層 1 2 4 としては、厚みが 2 5 μ m である場合において波長約 4 0 5 n m の光が入射したときに、透過率が 9 9 . 5 % 以上となるシリコン樹脂を用いることが好ましい。また、ガラスパッケージ 1 2 5 としては、ガラス素材を採用している。

[0064] なお、接着層 1 2 4 及びガラスパッケージ 1 2 5 の材料は、上記の材料に限定されるものではない。接着層 1 2 4 の材料としては、透過率を悪化させることなく、青光劣化を抑え、高い接着強度を維持し、部品強度を高める役割を果たす材料であればよい。また、ガラスパッケージ 1 2 5 の透過率及びガラスパッケージ 1 2 5 の厚みにばらつきがある場合は、収差が発生する。そのため、ガラスパッケージ 1 2 5 の材料としては、半導体シリコン 1 2 1 を補強でき、かつある程度の平坦性を確保できる素材であることが好ましい。

[0065] また、接着層 1 2 4 は、受光部 1 2 3 上に形成されるため、接着層 1 2 4 を通過する際の反射光束の光束径は非常に小さい。そのため、波長約 4 0 5 n m のハイパワーの青色光を用いる光学系に、光検出器 1 2 0 を組み合わせると、接着層 1 2 4 に青色光束の強いエネルギーがかかり、接着層 1 2 4 が劣化するおそれがある。このように、接着層 1 2 4 に劣化が生じると、接着層 1 2 4 の光透過率が低下し、光検出器 1 2 0 で観測される信号の信号特性

が低下するといった問題が発生する。なお、接着層 124 にシリコン樹脂を採用した場合にも、シリコン樹脂が青色光（波長 405 nm の光束）により劣化するおそれがある。

[0066] この課題に対して検討を行ったところ、シリコン樹脂中に含まれるエポキシ樹脂成分が、シリコン樹脂の青色耐性を劣化させている原因であることが判明した。そのため、接着層 124 は、エポキシ系の配合物を含まない組成とすることが好ましい。たとえば、エポキシ樹脂を原材料から除いて合成されたシリコン樹脂を接着層 124 として用いると、エポキシ系の配合物を含まない組成とすることが可能となる。このような材料を用いることで、青色光の反射光束が入射する位置に光検出器 120 を配置した場合であっても、光検出器 120 は、青色光による信号特性の劣化が少ない、良好な青色耐性を有することになる。

[0067] 図 5 は、本発明の実施の形態 1 の変形例における光検出器の構成を示す図である。実施の形態 1 では図 2 に示すように、多層反射防止層 128 と接着層 124 とは密着して構成され、多層反射防止層 128 と接着層 124 との間には他の構成要素は無いとしているが、本発明は特にこれに限定されない。図 5 に示すように、屈折率及び透過率が接着層 124 と同程度であるならば、多層反射防止層 128 と接着層 124 との間に保護膜 114 を設けてもよい。また、この保護膜 114 は、多層構造になっていてもよい。

[0068] （実施の形態 2）

次に、本発明の実施の形態 2 について説明する。

[0069] 実施の形態 2 は、実施の形態 1 の光検出器 120 を用いた光学ヘッドの構成を示したものである。

[0070] 図 6 は、本発明の実施の形態 2 における光学ヘッドの光学系の構成を示す図である。図 6 では、実施の形態 1 で用いた図 1 と同様の部分については説明を省略する。ここで、信号出力部 130 が「?」基板 126 上に実装されて半田付けされることで、受光部 123 で検出した信号が光学ヘッドから光情報装置本体のメイン基板に伝達される。

[0071] 図6において、光学ヘッド10は、半導体レーザ（光源）101、回折格子102、ビームスプリッタ103、コリメータレンズ104、対物レンズ105、対物レンズアクチュエータ106、シリンドリカルレンズ108、金属製ホルダ110、光検出器120及びFPC基板（フレキシブルプリント回路基板）126を備える。

[0072] 半導体レーザ101は、光束を出射する。光源としての半導体レーザ101から出た光束は、回折格子102により異なる複数の光束に分離される。回折格子102は、半導体レーザ101から出射した光束を分割する。回折格子102は、入射した光束を、メインビームと、第1及び第2のサブビームとに分割する。

[0073] 回折格子102を透過した光束は、ビームスプリッタ103で反射された後、コリメータレンズ104で平行光束に変換され、対物レンズ105に入射する。対物レンズ105は、半導体レーザ101から出射した光束を光ディスク21に集光する。対物レンズ105に入射した光束は、いわゆる3ビームの収束光となり、光ディスク21に照射される。対物レンズ105は、対物レンズアクチュエータ106（詳細は図示せず）により光軸方向（フォーカス方向）及び光ディスク21のトラッキング方向（ラジアル方向）に駆動される。

[0074] 光ディスク21の記録層で反射及び回折された光束は、再び対物レンズ105及びコリメータレンズ104を透過し、ビームスプリッタ103に入射する。ビームスプリッタ103を透過した光束は、シリンドリカルレンズ108に入射する。シリンドリカルレンズ108は、光ディスク21で反射された反射光束に非点収差を発生させる。シリンドリカルレンズ108を透過した光束は、光検出器120に入射する。光検出器120は、シリンドリカルレンズ108によって非点収差が発生した反射光束を検出する。

[0075] 図7は、本発明の実施に形態2における光検出器120の受光部123の構成及び演算回路122の構成を示す図である。受光部123は、4分割受光領域140、第1のサブビーム受光領域141a及び第2のサブビーム受

光領域 141b を含む。演算回路 122 は、第 1〜第 7 の加算アンプ 144a ~ 144g 及び第 1〜第 4 の差動アンプ 145a ~ 145d を含む。

[0076] 4 分割受光領域 140 は、シリンドリカルレンズ 108 を透過した光束のうち、メインビーム 142 を受光する。第 1 の差動アンプ 145a によって、4 分割受光領域 140 の対角の和信号の差が演算されることでフォーカスエラー信号が検出される。また、第 1 の加算アンプ 144a によって、4 分割受光領域 140 の全ての信号の和が演算されることで RF 信号 (光ディスク 21 に記録された信号の再生信号) が検出される。

[0077] すなわち、第 2 の加算アンプ 144b 及び第 3 の加算アンプ 144c は、それぞれ 4 分割受光領域 140 の対角に位置する領域から出力される信号を加算する。第 1 の差動アンプ 145a は、第 2 の加算アンプ 144b から出力される和信号と、第 3 の加算アンプ 144c から出力される和信号との差分を算出する。また、第 1 の加算アンプ 144a は、第 2 の加算アンプ 144b から出力される和信号と、第 3 の加算アンプ 144c から出力される和信号とを加算する。

[0078] 一方、光検出器 120 の第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b は、光ディスク 21 の記録層のトラックに集光されるとともに反射された、いわゆる 3 ビーム法における第 1 のサブビーム 143a 及び第 2 のサブビーム 143b を受光する。シリンドリカルレンズ 108 を透過した光束のうち、第 1 のサブビーム 143a 及び第 2 のサブビーム 143b は、第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 1 のサブビーム受光領域 141b により受光される。第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b は、それぞれ Y 方向 (トラッキング方向に垂直な方向) に沿って 2 つの領域に分割されている。

[0079] 4 分割受光領域 140 で受光したメインビーム 142 に基づいて演算されたプッシュプル信号と、第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b で受光した光量に対応する信号とが、第 6 及び第 7 の加算アンプ 144f , 144g 及び第 2〜第 4 の差動アンプ 145b ~ 1

4 5 d で演算される。これにより、3 ビーム法、いわゆる D P P (差動プッシュプル) 法におけるトラッキングエラー信号が生成される。トラッキングエラー信号は、光ディスク 2 1 の記録層のトラックに対して対物レンズ 1 0 5 を追従させるトラッキングダサーボを行う際に使用される。

[0080] すなわち、第 4 の加算アンプ 1 4 4 d 及び第 5 の加算アンプ 1 4 4 e は、それぞれ 4 分割受光領域 1 4 0 の X 方向 (トラッキング方向) に隣接する領域から出力される信号を加算する。第 3 の差動アンプ 1 4 5 c は、第 4 の加算アンプ 1 4 4 d から出力される和信号と、第 5 の加算アンプ 1 4 4 e から出力される和信号との差分を算出する。また、第 6 の加算アンプ 1 4 4 f は、第 1 のサブビーム受光領域 1 4 1 a の上部の領域から出力される信号と、第 2 のサブビーム受光領域 1 4 1 b の上部の領域から出力される信号とを加算する。第 7 の加算アンプ 1 4 4 g は、第 1 のサブビーム受光領域 1 4 1 a の下部の領域から出力される信号と、第 2 のサブビーム受光領域 1 4 1 b の下部の領域から出力される信号とを加算する。第 2 の差動アンプ 1 4 5 b は、第 6 の加算アンプ 1 4 4 f から出力される和信号と、第 7 の加算アンプ 1 4 4 g から出力される和信号との差分を算出する。さらに、第 4 の差動アンプ 1 4 5 d は、第 2 の差動アンプ 1 4 5 b から出力される差分信号と、第 3 の差動アンプ 1 4 5 c から出力される差分信号との差分を算出する。

[0081] なお、本実施の形態において、4 分割受光領域 1 4 0 が第 1 の受光領域の一例に相当し、第 1 のサブビーム受光領域 1 4 1 a 及び第 2 のサブビーム受光領域 1 4 1 b が第 2 の受光領域の一例に相当する。

[0082] 図 8 は、本発明の実施の形態 2 におけるシリンドリカルレンズを含む検出光学系の構成を示す図である。図 8 に示すように、シリンドリカルレンズ 1 0 8 は、光束の入射面側にシリンドリカル形状のシリンドリカル面 1 0 8 a を有し、出射面側にレンズパワーを持った凹レンズ面 1 0 8 b を有する。シリンドリカル面 1 0 8 a は、光軸に対し直交する面内において 9 0 度の角度で焦点位置の異なる非点格差を発生する。また、シリンドリカル面 1 0 8 a の方向は、光検出器 1 2 0 の 4 分割受光領域 1 4 0 に対し略 4 5 度傾いた角

度に配置される。

[0083] 図9は、前焦線、後焦線及び焦点位置における4分割受光領域140上でのメインビームの形状を示す図である。焦点位置におけるメインビーム142aは、円形状であり、前焦線におけるメインビーム142b及び後焦線におけるメインビーム142cは、互いに直交する楕円形状である。

[0084] 光ディスク21の面振れ等により、光ディスク21の記録層と対物レンズ105との相対距離が変化することで、前焦線及び後焦線において図9のような光束が形成される。受光部123は、図8の焦点位置に配置されることとなる。検出光学系の横倍率(β)は対物レンズ105の焦点距離と、コリメータレンズ104の焦点距離と、シリンドリカルレンズ108の凹レンズ面108bの光学パワーとにより決定される。

[0085] 図10は、本発明の実施の形態2における光学ヘッドのコリメータレンズ104から「?」基板126までの部分的な構成を示す断面図である。光学ベース111は、半導体レーザ101(図示せず)、回折格子102(図示せず)、ビームスプリッタ103、コリメータレンズ104、対物レンズ105を駆動する対物レンズアクチュエータ106(図示せず)及びシリンドリカルレンズ108を保持する。一方、光検出器120は、金属製ホルダ110に固定される。金属製ホルダ110は、光学ベース111に対して、外部ジグ(図示せず)により、光学ベース111上でZ方向(光軸方向)及びX—Y平面(光軸と直交する面内)にて調整可能な構成となっている。

[0086] ここで、光学ベース111及び光軸に対する光検出器120の調整について説明する。光検出器120のX—Y平面における位置は、光検出器120の4分割受光領域140に入射するメインビーム142が4分割受光領域140の略中心に入射するように調整される。

[0087] 一方、光検出器120のZ方向における位置は、対物レンズ105の焦点が光ディスク21の記録層に合っている状態で、非点隔差の焦点位置に受光部123が配置されるように微調整される。このZ方向の調整により、4分割受光領域140に入射するメインビーム142が円形になり、フォーカス

エラー信号にオフセットがなくなる。このとき、対物レンズ 105 の焦点が光ディスク 21 の記録層に合っている状態で、フォーカスエラー信号の出力は 0 となる。また、第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b の略中心に第 1 のサブビーム 143a 及び第 2 のサブビーム 143b が入射するように、光検出器 120 の光軸回りの回転調整 (θ_z) が行われる。X-Y 平面の位置調整によりフォーカスエラー信号のバランス調整が行われ、光軸回りの回転調整 (e_z) によりトラッキングエラー信号の詳細調整が行われ、Z 方向の位置調整によりフォーカスエラー信号のフォーカスオフセットの調整が行われる。

[0088] フォーカスエラー信号のバランス調整が行われることにより、第 1 のサブビーム 143a 及び第 2 のサブビーム 143b が、第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b に略入射するように光学設計される。また、トラッキングエラー信号の振幅が最大となるように、光軸中心周りに光検出器 120 全体が回転調整される。これにより、第 1 のサブビーム 143a 及び第 2 のサブビーム 143b と、第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b との位置関係の微調整が行われることとなる。RF 信号は、4 分割受光領域 140 で受光した光束の光量に対応する信号をすべて加算することで検出される。

[0089] 光検出器 120 の位置調整が行われた後、接着層 113 により金属製ホルダ 110 と光学ベース 111 とが接着され固定される。まず、光検出器 120 又は金属製ホルダ 110 を外部ジグ (図示せず) で保持した上で、メインビーム 142 が 4 分割受光領域 140 の略中心に入射するよう光検出器 120 の光軸調整が行われる。そして、光検出器 120 が位置決めされた状態で、光検出器 120 及び金属製ホルダ 110 が光学ベース 111 に固定される。

[0090] 図 11 は、本発明の実施の形態 2 における光ディスクドライブの構成を示す図である。図 11 において、光ディスクドライブ 20 は、光学ヘッド 10、モータ 203、トラバース 204、制御回路 205、信号処理回路 206

及び入出力回路 207 を備える。

[0091] 光ディスク 21 は、クランパー 201 とターンテーブル 202 とに挟まれて固定され、モータ（回転系）203 によって回転される。モータ 203 は、光ディスク 21 を回転する。光学ヘッド 10 はトラバース（移送系）204 上に乗っている。トラバース 204 は、光学ヘッド 10 を光ディスク 21 の半径方向に移動させる。これにより、照射する光が光ディスク 21 の内周から外周まで移動できるようにしている。

[0092] 制御回路 205 は、光学ヘッド 10 及びモータ 203 を制御する。制御回路 205 は、光学ヘッド 10 から受けた信号に基づいて、フォーカス制御、トラッキング制御、トラバース制御及びモータ 203 の回転制御等を行う。また、信号処理回路 206 は、再生信号から情報を再生し、入出力回路 207 に出力したり、入出力回路 207 から入ってきた記録信号を、制御回路 205 を通じて光学ヘッド 10 へ送出したりする。

[0093] なお、本実施の形態において、光ディスクドライブ 20 が光情報装置の一例に相当し、光学ヘッド 10 が光学ヘッドの一例に相当し、モータ 203 が駆動部の一例に相当し、制御回路 205 が制御部の一例に相当する。

[0094] 図 12（A）は、2 層の光ディスク 21 における他層からの表面反射について説明するための概略図であり、図 12（B）は、多層の光ディスク 31 における他層からの表面反射について説明するための概略図である。他層からの反射光が第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b に入射すると、トラッキングエラー信号にオフセットを与え、トラッキングサーボの品質を劣化させる。図 12（A）では、2 つの記録層を有する光ディスク 21 の構成を示すとともに、ある記録層に収束光 300 が集光されている時の他層からの迷光の発生の様子を示す。図 12（A）では、第 1 の記録層 L0 に焦点を結んでおり、この場合、第 2 の記録層 L1 で反射した光が他層迷光となる。

[0095] また、図 12（B）では、4 つの記録層を有する光ディスク 31 の構成を示すとともに、ある記録層に収束光 300 が集光されている時の他層からの

迷光の発生の様子を示す。図 12 (B) では、第 3 の記録層 L 2 に焦点を結んでおり、第 1 の記録層 L 0、第 2 の記録層 L 1 及び第 4 の記録層 L 3 で反射した光が他層迷光となる。

[0096] 図 12 (A) の 2 層の光ディスク 2 1 において、第 1 の記録層 L 0 と第 2 の記録層 L 1 との層間隔 d_2 は、規格上 $25 \pm 5 \mu\text{m}$ と定義されており、最小でも $20 \mu\text{m}$ 、最大でも $30 \mu\text{m}$ である。そのため、他層迷光の光検出器 120 上での大きさは、ある程度制限される。

[0097] 一方、図 12 (B) の 4 層等の 3 層以上の記録層を有する光ディスク 3 1 において、最も間隔の小さい層間隔 $d_{4\text{min}}$ は、2 層の光ディスク 2 1 と比べて小さくなる可能性が高い。なお、図 12 (B) では、例として第 3 の記録層 L 2 と第 4 の記録層 L 3 との層間隔を層間隔 $d_{4\text{min}}$ としている。また、最も間隔の離れた層間隔 $d_{4\text{max}}$ は、2 層の光ディスク 2 1 と比べて大きくなる。このとき、光検出器 120 での他層迷光の大きさは、2 層の光ディスク 2 1 と比べて大幅に大きくなる。なお、図 12 (B) では、例として第 1 の記録層 L 0 と第 4 の記録層 L 3 との層間隔を層間隔 $d_{4\text{max}}$ としている。

[0098] 従って、多層の光ディスク 3 1 に情報を記録又は再生する際に、安定したトラッキングエラー信号を検出するためには、他層迷光が第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b に漏れこまないようにする必要がある。これには、検出光学系の倍率 (横倍率 β) を大きくして、メインビーム 142 を受光する 4 分割受光領域 140 と、第 1 のサブビーム 143a 及び第 2 のサブビーム 143b を受光する第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 2 のサブビーム受光領域 141b との距離を大きく離す必要がある。

[0099] 図 13 (A) は、従来の光学ヘッドの光検出器上におけるメインビームとサブビームとの距離と、他層迷光との関係を示す図であり、図 13 (B) は、本発明の実施の形態 2 の光学ヘッドの光検出器上におけるメインビームとサブビームとの距離と、他層迷光との関係を示す図である。

- [01 00] 光検出器 120 上におけるメインビーム 142 と第 1 のサブビーム 143 a (又は第 2 のサブビーム 143 b) との距離は、光ディスク 21 の記録層のトラックに集光されたメインビーム 142 と第 1 のサブビーム 143 a (又は第 2 のサブビーム 143 b) との間隔に対し、検出光学系の横倍率を掛けた値となる。
- [01 01] たとえば、多層の光ディスク 31 の記録層のトラック上におけるメインビームとサブビームとの間隔が $20\ \mu\text{m}$ であり、検出光学系の横倍率が 6 倍程度であるとする、光検出器 120 上におけるメインビーム 142 と第 1 のサブビーム 143 a (又は第 2 のサブビーム 143 b) との距離は、約 $120\ \mu\text{m}$ となる。しかしながら、多層の光ディスク 31 に情報を記録又は再生する際に、他層迷光の大きさが約 $150\ \mu\text{m}$ であるとする、安定したトラッキングエラー信号を検出するには、検出光学系の横倍率は略 10 倍必要となる。なお、このときのメインビーム 142 と第 1 のサブビーム 143 a (又は第 2 のサブビーム 143 b) との距離は、約 $200\ \mu\text{m}$ となる。
- [01 02] ここで、多層の光ディスク 31 の記録層のトラック上におけるメインビーム 142 と第 1 のサブビーム 143 a (又は第 2 のサブビーム 143 b) との間隔は略 $20\ \mu\text{m}$ としたが、この値は多層の光ディスク 31 の内周から外周への移動時のトラッキングエラーのオフセットに影響するため、機器ごとにあらかじめ設定される値となり、一般的には $10\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ の範囲の値が選定される。
- [01 03] 一方、光学ヘッド 10 の小型化を実現するためには、検出光学系の寸法を小さくする必要があり、他層迷光の影響を考慮した上での検出光学系の小型化が必要となる。他層迷光の悪影響を考慮して検出光学系の倍率は大きくする必要はある。対物レンズ 105 の焦点距離を小さくすること、及び検出光学系の焦点距離を小さくすることにより、横倍率を維持したまま対物レンズ 105 及びコリメータレンズ 104 のみで検出光学系の小型化が行われる。
- [01 04] 図 13 (B) に示すように、第 1 のサブビーム受光領域 141 a 及び第 1 のサブビーム受光領域 141 b に他層迷光が入射しないように 4 分割受光領

域 140 と第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 1 のサブビーム受光領域 141b との距離を離すためには、対物レンズ 105、コリメータレンズ 104 及びシリンドリカルレンズ 108 の凹レンズ面で構成される検出光学系の横倍率は、約 14 倍から 16 倍の範囲とすることが望ましい。

[01 05] 検出光学系の横倍率を上げるとともに、4 分割受光領域 140 と第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 1 のサブビーム受光領域 141b との距離を離して、他層迷光が第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 1 のサブビーム受光領域 141b に入らないようにすることで、迷光によるオフセット及び干渉のない安定したトラッキングエラー信号を得ることができる。

[01 06] また、光検出器 120 は、樹脂パッケージ及びワイヤーボンディングを備えず、ガラスパッケージ 125 及び接着層 124 を備えることで、4 分割受光領域 140 と第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 1 のサブビーム受光領域 141b との距離が大きくなることにより、半導体シリコン 121 の面積が大きくなったとしても、光検出器 120 の大幅な小型化が可能となる。さらに、光検出器 120 を小さく且つ薄く構成することができ、光学ヘッド 10 の復路の検出光学系の倍率を大きくしつつ小型化が可能となる。その結果、光学ヘッド 10 の小型化が可能となり、小型化及び多層の光ディスクへの対応が可能な光ディスクドライブ 20 を実現できる。

[01 07] さらに、実施の形態 1 で示したように、多層反射防止層 128、ガラスパッケージ 125 及び接着層 124 等の仕様を波長 405 nm の光束に対して透過率が最大になるように構成する。これにより、波長 405 nm の入射光束に対して 4 分割受光領域 140、第 1 のサブビーム受光領域 141a 及び第 1 のサブビーム受光領域 141b での透過率は 99% 以上とすることができ、光検出器 120 の受光感度 ($\text{mA} / \mu\text{W}$) を大幅に向上させることができる。また、反射率の低い多層の光ディスク 31 の再生時においても、RF 信号の S/N を大幅に向上させることが可能となる。

[01 08] なお、実施の形態 2 では、RF 信号は、4 分割受光領域 140 で受光した光束に対応する信号を加算した加算信号から作成しているが、RF 信号を作

成するための光束を専用に受光するRF信号受光領域を設けてもよいし、第1のサブビーム受光領域141a及び第1のサブビーム受光領域141bで受光した光束からRF信号を作成してもよい。

[01 09] なお、実施の形態2では、シリンドリカルレンズ108の光束入射側にシリンドリカル面108aが形成され、光束出射側に凹レンズ面108bが形成されているが、本発明は特にこれに限定されず、シリンドリカルレンズ108の光束入射側に凹レンズ面が形成され、光束出射側にシリンドリカル面が形成されてもよい。

[01 10] (実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3について説明する。

[01 11] 実施の形態3における光学ヘッドは、実施の形態2とトラッキングエラー信号の検出方式が異なる。実施の形態2では回折格子102を用いたいわゆる3ビーム法でトラッキングエラー信号を検出しているが、実施の形態3ではホログラム素子を用いたいわゆる1ビーム法(APP(アドバンスドプッシュプル)法)でトラッキングエラー信号を検出している。また、トラッキングエラー信号の検出方式の変更に伴い、受光部123の各受光領域の配置が異なる。

[01 12] 図14は、本発明の実施の形態3における光学ヘッドの光学系の構成を示す図である。図14において、光学ヘッド13は、半導体レーザ101、ビームスプリッタ103、コリメータレンズ104、対物レンズ105、対物レンズアクチュエータ106、シリンドリカルレンズ108、ホログラム素子150、金属製ホルダ110、光検出器220及びFPC基板126を備える。

[01 13] 半導体レーザ101は、発振波長約405nmの光束を出射する。ホログラム素子150は、ビームスプリッタ103とシリンドリカルレンズ108との間に配置され、入射光束を、いわゆる1ビーム法(APP法)によりトラッキングエラー信号を生成するための光束に分割する。

[01 14] 半導体レーザ101を出射した光束は、ビームスプリッタ103で反射さ

れた後、コリメータレンズ 104 で平行光束に変換され、対物レンズ 105 に入射する。対物レンズ 105 は、半導体レーザ 101 から出射した光束を光ディスク 21 に集光する。対物レンズ 105 は、対物レンズアクチュエータ 106 (詳細は図示せず) により光軸方向 (フォーカス方向) 及び光ディスク 21 のトラッキング方向 (ラジアル方向) に駆動される。

[01 15] 光ディスク 21 の記録層で反射及び回折された光束は、再び対物レンズ 105 及びコリメータレンズ 104 を透過し、ビームスプリッタ 103 に入射する。ビームスプリッタ 103 を透過した光束は、ホログラム素子 150 によって複数に分割され、シリンдриカルレンズ 108 に入射する。シリンдриカルレンズ 108 は、光ディスク 21 で反射された反射光束に非点収差を発生させる。シリンдриカルレンズ 108 を透過した光束は、光検出器 220 に入射する。光検出器 220 は、シリンдриカルレンズ 108 によって非点収差が発生した反射光束を検出する。

[01 16] 図 15 は、図 14 に示すホログラム素子 150 の構成を示す図である。図 15 において、実線はホログラム素子 150 の分割パターンを示し、破線はホログラム素子 150 を通過する光束の形状を示す。ホログラム素子 150 は、メインビームが入射するメインビーム領域 151 と、光ディスク 21 (31) の記録層で回折された土 1 次光と 0 次光との干渉光が入射する第 1 及び第 2 の APP メイン領域 152 及び 153 と、0 次光のみが入射する第 1 及び第 2 の APP サブ領域 154 及び 155 とを含む。なお、実施の形態 3 における検出光学系の横倍率 (β) は、実施の形態 2 と同様の 1.4 倍〜1.6 倍とする。

[01 17] 図 16 (A) は、本発明の実施の形態 3 における光検出器の構成を示す側面図であり、図 16 (B) は、本発明の実施の形態 3 における光検出器の構成を示す正面図である。図 16 (A) 及び図 16 (B) において、光検出器 220 は、半導体シリコン 221、接着層 124、ガラスパッケージ 125、多層反射防止層 128 及び信号出力部 130 を備える。半導体シリコン 221 は、受光部 223 及び演算回路 122 を備える。なお、図 16 (B) に

おける斜線は、接着層 124 が形成される領域を示している。また、接着層 124 と半導体シリコン 121 との間には実施の形態 1 と同一仕様の多層反射防止層 128 が構成されている。

[01 18] 半導体シリコン 221 には、受光部 223、演算回路 122 及び信号出力部 130 が形成され、ガラスパッケージ 125 は、半導体シリコン 221 上に接着層 124 により貼り合わされる。半導体シリコン 221 の光入射側の面には、受光部 223 及び演算回路 122 が形成され、光入射側の面に対向する面には、信号出力部 130 が形成されている。光検出器 220 の受光部 223 以外の構成は、実施の形態 1 の光検出器 120 の構成と同じである。

[01 19] 受光部 223 は、光ディスク 21 で反射された反射光束を受光する。演算回路 122 は、受光部 223 で受光した反射光束を光電変換することにより得られた電気信号に所定の演算を施す。ガラスパッケージ 125 は、受光部 223 及び演算回路 122 を被覆する。

[01 20] 受光部 223 は、4 分割受光領域 240、第 1 の A P P メインビーム受光領域 156、第 2 の A P P メインビーム受光領域 157、第 1 の A P P サブビーム受光領域 158 及び第 2 の A P P サブビーム受光領域 159 を含む。

[01 21] ホログラム素子 150 の各分割領域を透過した光束がそれぞれの受光領域に入射する。メインビーム領域 151 を透過した光束（メインビーム 142）は、4 分割受光領域 240 に入射する。第 1 及び第 2 の A P P メイン領域 152 及び 153 を透過した光束（A P P メインビーム 165）は、第 1 の A P P メインビーム受光領域 156 及び第 2 の A P P メインビーム受光領域 157 に入射する。第 1 及び第 2 の A P P サブ領域 154 及び 155 を透過した光束（A P P サブビーム 166）は、第 1 の A P P サブビーム受光領域 158 及び第 2 の A P P サブビーム受光領域 159 に入射する。

[01 22] 4 分割受光領域 240 の対角の和信号の差動が演算されることでフォーカスエラー信号が生成され、4 分割受光領域 240 の全ての信号の和が演算されることで R F 信号が生成される。

[01 23] 一方、トラッキングエラー信号は、第 1 及び第 2 の A P P メインビーム受

光領域 156, 157 の互いの信号の差動を求めることでいわゆるプッシュアップル信号が生成され、生成したプッシュアップル信号と第 1 及び第 2 の A P P サブビーム受光領域 158, 159 の信号とが演算されることで、いわゆる A P P 法におけるトラッキングエラー信号が生成される。

[01 24] このとき、トラッキングエラー信号を生成するための受光領域である、第 1 及び第 2 の A P P メインビーム受光領域 156, 157 及び第 1 及び第 2 の A P P サブビーム受光領域 158, 159 に、他層迷光が入射しないように、4 分割受光領域 240、第 1 及び第 2 の A P P メインビーム受光領域 156, 157 及び第 1 及び第 2 の A P P サブビーム受光領域 158, 159 は、互いの距離を離して配置される。また、光学ヘッド 13 の薄型化のために、それぞれの受光領域は、L 型に配置される。このとき、光軸中心は 4 分割受光領域 240 の中心となる。図 17 は、本発明の実施の形態 3 におけるトラッキングエラー信号の演算方法について説明するための図である。

[01 25] 実施の形態 3 において、トラッキングエラー信号は、下記の式 (3) に基づいて算出される。

[01 26]
$$\text{トラッキングエラー信号} = (B_1 - B_2) - k (B_3 - B_4) \cdots (3)$$

[01 27] なお、上記の式 (3) において、 B_1 は、第 1 の A P P メインビーム受光領域 156 の出力を表し、 B_2 は、第 2 の A P P メインビーム受光領域 157 の出力を表し、 B_3 は、第 1 の A P P サブビーム受光領域 158 の出力を表し、 B_4 は、第 2 の A P P サブビーム受光領域 159 の出力を表し、 k はゲインを表す。なお、ゲイン k は、通常、0.5 ~ 5 に設定される。

[01 28] この構成により、A P P 法によりトラッキングエラー信号が検出される光学ヘッドにおいても、光検出器を大幅に小型化できるとともに、トラッキングエラー信号は他層迷光による干渉の影響のないサーボ信号となり、安定した記録性能及び再生性能を有した光学ヘッドを実現できる。また、波長 405 nm の入射光束に対して S / N の良い R F 信号を実現することが可能となる。さらに、A P P 法によりトラッキングエラー信号が検出される光学ヘッ

ドにおいても、小型化することができ、かつ多層の光ディスク 31 に対応することが可能となる。

[01 29] なお、本実施の形態において、4 分割受光領域 240 が第 1 の受光領域の一例に相当し、第 1 及び第 2 の A P P メインビーム受光領域 156 , 157 及び第 1 及び第 2 の A P P サブビーム受光領域 158 , 159 が第 2 の受光領域の一例に相当する。

[01 30] なお、実施の形態 2 及び実施の形態 3 において、多層反射防止層 128 は半導体シリコン 121 (221) と接着層 124 との間に構成され、半導体シリコン 121 (221) の光束入射側の表面の全面に蒸着されるとしているが、本発明は特にこれに限定されない。図 18 (A) は、本発明の実施の形態 2 における光検出器の多層反射防止膜の別の例を示す図であり、図 18 (B) は、本発明の実施の形態 3 における光検出器の多層反射防止膜の別の例を示す図である。

[01 31] 図 18 (A) 又は図 18 (B) に示すように、多層反射防止層 128 は、R F 信号を生成するための 4 分割受光領域 140 (240) の表面のみに形成される、3 つの反射防止膜を有する第 1 の反射防止層 128 x と、4 分割受光領域 140 (240) の表面以外の領域に形成される、2 つ又は 1 つの反射防止膜を有する第 2 の反射防止層 128 y とを含む構成としてもよい。

[01 32] すなわち、少なくとも 4 分割受光領域 140 (240) 上の多層反射防止層は、3 層以上の反射防止膜からなり、4 分割受光領域 140 (240) 以外の半導体シリコン 121 (221) 上の少なくとも一部の多層反射防止層は、単層又は 2 層の反射防止膜からなる。

[01 33] この構成により、多層反射防止層 128 の 3 つの反射防止膜を蒸着する部分の面積を大幅に低減することが可能となる。また、反射防止膜の蒸着に要する時間及び工数の大幅な削減が可能となるとともに、各反射防止膜の厚さ及び屈折率の仕様を緩和することが可能となる。

[01 34] なお、多層反射防止層 128 の 3 層部分 (第 1 の反射防止層 128 x) は、光束入射側から順に、シリコン系窒化膜、シリコン系酸化膜及びシリコン

系窒化膜で構成される。シリコン系窒化膜の屈折率は2.07であり、シリコン系酸化膜の屈折率は1.47であり、シリコン系窒化膜及びシリコン酸化膜の屈折率はともに±5%の屈折率変化を有する。また、多層反射防止層128の3層部分（第1の反射防止層128x）の各反射防止膜の厚さは、光束入射側から順に、44.1nm、73.6nm及び47.1nmであり、各反射防止膜はともに±10%の厚み変化を有している。また、第1の反射防止層128xは、3つの反射防止膜に限定されず、4つ以上の反射防止膜を有していてもよい。

[0135] また、多層反射防止層128の2層部分（第2の反射防止層128y）は、光束入射側から順に、シリコン系酸化膜及びシリコン系窒化膜で構成される。シリコン系窒化膜の屈折率は2.07であり、シリコン系酸化膜の屈折率は1.47であり、シリコン系窒化膜及びシリコン酸化膜の屈折率はともに±5%の屈折率変化を有する。また、多層反射防止層128の2層部分（第2の反射防止層128y）の各反射防止膜の厚さは、光束入射側から順に、73.6nm及び47.1nmであり、各反射防止膜はともに±10%の厚み変化を有している。なお、第2の反射防止層128yが1つの反射防止膜で構成される場合、当該反射防止膜はシリコン系窒化膜及びシリコン酸化膜のいずれかで構成される。

[0136] （実施の形態4）

次に、本発明の実施の形態4について説明する。

[0137] 実施の形態4の光学ヘッドが実施の形態2及び実施の形態3と異なる点は、405nmの波長を有する光を出射するBD用の光源だけでなく、650nmの波長を有する光を出射するDVD用の光源及び780nmの波長を有する光を出射するCD用の光源を搭載し、多層のBD、DVD及びCDに対応可能な構成とした点である。

[0138] 図19は、本発明の実施の形態4における光学ヘッドの光学系の構成を示す図である。図19において、光学ヘッド14は、回折格子102、ビームスプリッタ103、コリメータレンズ104、対物レンズ105、対物レン

ズアクチユエータ 106、シリンドリカルレンズ 108、金属製ホルダ 110、光検出器 320、「?」基板 126、ホログラム素子 150、平板ビームスプリッタ 170、青色半導体レーザ 191 及び 2 波長半導体レーザ 192 を備える。

[0139] 青色半導体レーザ 191 は、405 nm の波長を有する青色光を出射する。2 波長半導体レーザ 192 は、650 nm の波長を有する赤色光を出射するとともに、780 nm の波長を有する赤外光を出射する。

[0140] 平板ビームスプリッタ 170 は、2 波長半導体レーザ 192 から出射された赤色光又は赤外光を対物レンズ 105 へ向けて反射させるとともに、光ディスク 21 (31) によって反射された反射光 (青色光、赤色光又は赤外光) を透過させる。光検出器 320 は、シリンドリカルレンズ 108 によって非点収差が発生した反射光束を検出する。

[0141] このような、3 波長の光源を搭載した光学ヘッド 14 の光検出器 320 の構成について図 20 を用いて説明する。図 20 は、本発明の実施の形態 4 における光検出器の構成を示す正面図である。

[0142] 光検出器 320 は、半導体シリコン 321、接着層 124、多層反射防止層 (不図示) 及びガラスパッケージ (不図示) を備える。また、半導体シリコン 321 は、受光部 323、演算回路 122 及び信号出力部 (不図示) を含む。なお、図 20 における斜線は、接着層 124 が形成される領域を示している。

[0143] ガラスパッケージは、多層反射防止層上に接着層 124 により貼り合わされる。半導体シリコン 321 の光入射側の面には、受光部 323 及び演算回路 122 が形成され、光入射側の面に対向する面には、信号出力部が形成されている。接着層 124 は、半導体シリコン 321 の表面の全面に形成されている。光検出器 320 の受光部 323 以外の構成は、実施の形態 1 の光検出器 120 の構成と同じである。

[0144] 受光部 323 は、光ディスク 21 (31) で反射された反射光束を受光する。演算回路 122 は、受光部 323 で受光した反射光束を光電変換するこ

とにより得られた電気信号に所定の演算を施す。ガラスパッケージは、受光部 3 2 3 及び演算回路 1 2 2 を被覆する。

[0145] 受光部 3 2 3 は、第 1 の 4 分割受光領域 1 8 0、第 2 の 4 分割受光領域 1 6 1、第 1 の A P P メインビーム受光領域 1 5 6、第 2 の A P P メインビーム受光領域 1 5 7、第 1 の A P P サブビーム受光領域 1 5 8、第 2 の A P P サブビーム受光領域 1 5 9、第 1 のサブビーム受光領域 1 6 0 a、第 2 のサブビーム受光領域 1 6 0 b、第 3 のサブビーム受光領域 1 6 2 a 及び第 4 のサブビーム受光領域 1 6 2 b を含む。

[0146] 第 1 の 4 分割受光領域 1 8 0 は、4 0 5 n m の波長を有する青色光のメインビーム 1 4 2 を受光するとともに、6 5 0 n m の波長を有する赤色光のメインビーム 2 4 2 を受光する。第 1 及び第 2 の A P P メインビーム受光領域 1 5 6、1 5 7 は、4 0 5 n m の波長を有する青色光の A P P メインビーム 1 6 5 を受光する。第 1 及び第 2 の A P P サブビーム受光領域 1 5 8、1 5 9 は、4 0 5 n m の波長を有する青色光の A P P サブビーム 1 6 6 を受光する。

[0147] 第 1 のサブビーム受光領域 1 6 0 a は、6 5 0 n m の波長を有する赤色光の第 1 のサブビーム 2 4 3 a を受光し、第 2 のサブビーム受光領域 1 6 0 b は、6 5 0 n m の波長を有する赤色光の第 2 のサブビーム 2 4 3 b を受光する。メインビーム 2 4 2 に基づいてフォーカスエラー信号が検出されるとともに、メインビーム 2 4 2 のプッシュプル信号と第 1 のサブビーム 2 4 3 a 及び第 2 のサブビーム 2 4 3 b の信号とに基づいていわゆる 3 ビーム法におけるトラッキングエラー信号が検出される。

[0148] さらに、第 2 の 4 分割受光領域 1 6 1 は、7 8 0 n m の波長を有する赤外光のメインビーム 3 4 2 を受光する。第 3 のサブビーム受光領域 1 6 2 a は、7 8 0 n m の波長を有する赤外光の第 1 のサブビーム 3 4 3 a を受光し、第 4 のサブビーム受光領域 1 6 2 b は、7 8 0 n m の波長を有する赤外光の第 2 のサブビーム 3 4 3 b を受光する。メインビーム 3 4 2 に基づいてフォーカスエラー信号が検出されるとともに、メインビーム 3 4 2 のプッシュプル

ル信号と第1のサブビーム343a及び第2のサブビーム343bの信号とに基づいていわゆる3ビーム法におけるトラッキングエラー信号が検出される。

[0149] 第1の4分割受光領域180で受光された波長405nm及び波長650nmの光束の光量に基づいてBD及びDVDのRF信号がそれぞれ生成される。また、第2の4分割受光領域161で受光された波長780nmの光束の光量に基づいてCDのRF信号が生成される。

[0150] このとき、BD及びDVDのRF信号を検出するための第1の4分割受光領域180の上面のみが、3つの反射防止膜を有する第1の反射防止層128xで構成され、第1の4分割受光領域180以外の領域が、2つの反射防止膜を有する第2の反射防止層128yで構成される。

[0151] 実施の形態4の構成により、それぞれ異なる3つの波長の光束に対応した光ディスク(BD、DVD又はCD)に対して情報を記録又は再生することが可能となるとともに、単層又は2層の光ディスク21のみでなく、多層の光ディスク31に対して情報を記録又は再生することも可能となる。したがって、記録特性及び再生特性にすぐれ、且つ小型の光学ヘッド及び光ディスクドライブを実現できる。

[0152] なお、本実施の形態において、第1の4分割受光領域180が第1の受光領域の一例に相当し、第1及び第2のAPPメインビーム受光領域156, 157及び第1及び第2のAPPサブビーム受光領域158, 159が第2の受光領域の一例に相当する。

[0153] なお、実施の形態4におけるBDのトラッキングエラー信号検出方式は1ビーム法(APP法)としているが、3ビーム法でもよいことはいうまでもない。

[0154] (実施の形態5)

次に、本発明の実施の形態5について説明する。

[0155] 実施の形態5が実施の形態1～実施の形態4と異なる点は、受光部123, 223, 323の透過率を上げることにより再生信号のS/Nを向上させ

るのではなく、演算回路 122 で生成する再生信号のノイズレベルを低減することにより再生信号の S/N を向上させる点である。

[0156] 図 21 は、図 20 における光検出器 320 の演算回路 122 の部分的な構成を示す図である。なお、実施の形態 5 における光学ヘッド及び光検出器の構成は、実施の形態 4 における光学ヘッド 14 及び光検出器 320 の構成と同じである。

[0157] 図 21 において、受光領域 180a は、図 20 における第 1 の 4 分割受光領域 180 の内の 1ch の受光領域を示したものであり、BD 用及び DVD 用の光束を受光する。第 1 の 4 分割受光領域 180 は、4 つの受光領域 180a, 180b, 180c, 180d を含む。

[0158] 一方、受光領域 161a は、図 20 における第 2 の 4 分割受光領域 161 の内の 1ch の受光領域を示したものであり、CD 用の光束を受光する。第 2 の 4 分割受光領域 161 は、4 つの受光領域 180a, 180b, 180c, 180d を含む。

[0159] 演算回路 122 は、第 1 の差動増幅回路 182、第 2 の差動増幅回路 183、電圧増幅回路 184 及びスイッチ 185 を備える。第 1 の差動増幅回路 182 は、BD 用及び DVD 用の初段の電流/電圧変換回路 (I/V アンプ) の一部を示している。第 1 の差動増幅回路 182 は、受光領域 180a で受光した光量に応じて発生する電流を増幅ゲインにより電圧に変換する。すなわち、第 1 の差動増幅回路 182 は、受光領域 180a で受光した光束の光量に応じた電流を、あらかじめ設定された複数のゲインモードに基づいて電圧に変換する。

[0160] 第 1 の差動増幅回路 182 は、差動アンプ 41、第 1〜第 3 の増幅ゲイン 42, 43, 44、第 1〜第 3 のスイッチ 45, 46, 47 及びバイアス電流出力部 48 を備える。

[0161] 差動アンプ 41 は、複数のゲインモードで共有される。第 1〜第 3 の増幅ゲイン 42, 43, 44 はそれぞれあらかじめ決定された抵抗値を有し、例えば、第 1〜第 3 の増幅ゲイン 42, 43, 44 の抵抗値は、それぞれ 10

0 K Ω 、50 K Ω 及び30 K Ω である。

[01 62] 第1のスイッチ45は、差動アンプ41と第1の増幅ゲイン42とを接続し、第2のスイッチ46は、差動アンプ41と第2の増幅ゲイン43とを接続し、第3のスイッチ47は、差動アンプ41と第3の増幅ゲイン44とを接続する。

[01 63] ここで、光検出器120は、複数のゲインモードを切り替えるためのゲインモード切替信号が入力されるゲイン設定端子部をさらに備える。図22は、本発明の実施の形態5における光検出器120の裏面図である。図22に示すように、半導体シリコン121の光入射側の面に対向する面には、信号出力部130とともに、ゲイン設定端子部131が形成されている。演算回路122には、ゲイン設定端子部131を介して、複数のゲインモードを切り替えるためのゲインモード切替信号が入力される。本実施の形態では、複数のゲインモードは、例えば3つのゲインモードを含み、ゲインモード切替信号に応じて、第1〜第3のスイッチ45、46、47のいずれかがオンされる。バイアス電流出力部48は、差動アンプ41にバイアス電流を出力する。

[01 64] 第2の差動増幅回路183は、CD用の初段の電流/電圧変換回路（I/Vアンプ）の一部を示している。第2の差動増幅回路183は、受光領域161aで受光した光量に応じて発生する電流を増幅ゲインにより電圧に変換する。第2の差動増幅回路183は、差動アンプ51、第1〜第3の増幅ゲイン52、53、54、第1〜第3のスイッチ55、56、57及びバイアス電流出力部58を備える。

[01 65] 差動アンプ51は、複数のゲインモードで共有される。第1〜第3の増幅ゲイン52、53、54はそれぞれあらかじめ決定された抵抗値を有し、例えば、第1〜第3の増幅ゲイン52、53、54の抵抗値は、それぞれ100 K Ω 、50 K Ω 及び30 K Ω である。

[01 66] 第1のスイッチ55は、差動アンプ51と第1の増幅ゲイン52とを接続し、第2のスイッチ56は、差動アンプ51と第2の増幅ゲイン53とを接

続し、第3のスイッチ57は、差動アンプ51と第3の増幅ゲイン54とを接続する。演算回路122には、ゲイン設定端子部131を介して、複数のゲインモードを切り替えるためのゲインモード切替信号が入力される。本実施の形態では、複数のゲインモードは、例えば3つのゲインモードを含み、ゲインモード切替信号に応じて、第1〜第3のスイッチ55, 56, 57のいずれかがオンされる。バイアス電流出力部58は、差動アンプ51にバイアス電流を出力する。

[0167] 電圧増幅回路184は、差動アンプ61及び第1〜第3の増幅ゲイン62, 63, 64の設定値により、最適な振幅のRF出力となるように、第1の差動増幅回路182及び第2の差動増幅回路183から出力される再生信号を増幅する。電圧増幅回路184は、差動アンプ61、第1〜第3の増幅ゲイン62, 63, 64、第1〜第3のスイッチ65, 66, 67及びバイアス電流出力部68を備える。

[0168] 差動アンプ61は、複数のゲインモードで共有される。第1〜第3の増幅ゲイン62, 63, 64はそれぞれあらかじめ決定された抵抗値を有し、例えば、第1〜第3の増幅ゲイン62, 63, 64の抵抗値は、それぞれ100kΩ、50kΩ及び30kΩである。

[0169] 第1のスイッチ65は、差動アンプ61と第1の増幅ゲイン62とを接続し、第2のスイッチ66は、差動アンプ61と第2の増幅ゲイン63とを接続し、第3のスイッチ67は、差動アンプ61と第3の増幅ゲイン64とを接続する。演算回路122には、ゲイン設定端子部131を介して、複数のゲインモードを切り替えるためのゲインモード切替信号が入力される。本実施の形態では、複数のゲインモードは、例えば3つのゲインモードを含み、ゲインモード切替信号に応じて、第1〜第3のスイッチ65, 66, 67のいずれかがオンされる。バイアス電流出力部68は、差動アンプ61にバイアス電流を出力する。

[0170] スイッチ185は、第1の差動増幅回路182及び第2の差動増幅回路183と電圧増幅回路184との間に配置され、BD又はDVDに対して情報

を記録又は再生する場合、第1の差動増幅回路182と電圧増幅回路184とを接続し、CDに対して情報を記録又は再生する場合、第2の差動増幅回路183と電圧増幅回路184とを接続する。

[0171] 例えば、受光領域180aは、波長405nmの光束に対して、 0.3 A/W の放射感度を有している。増幅ゲイン42の抵抗値が $100\text{ K}\Omega$ である場合、 I/V 変換ゲインは $30\text{ mV}/\mu\text{W}$ となる。このとき、仮に、波長405nmの光束が $10\mu\text{W}$ 入射したとき、第1の差動増幅回路182は、 300 mV の電圧を出力し、電圧増幅回路184は、第1の差動増幅回路182によって出力された電圧をさらに増幅し、RF信号として出力する。

[0172] 図21で示した受光領域180aは、4分割受光領域180のうちの1chであり、4分割受光領域180は、4つの受光領域180a, 180b, 180c, 180dを含み、演算回路122は、各受光領域180a, 180b, 180c, 180dに接続される4つの第1の差動増幅回路182を備える。そのため、実際には、4つの第1の差動増幅回路182から出力された信号が全て加算され、電圧増幅回路184に入力され、電圧増幅回路184からRF信号（再生信号）として出力される。

[0173] なお、4分割受光領域161は、4つの受光領域161a, 161b, 161c, 161dを含み、演算回路122は、各受光領域161a, 161b, 161c, 161dに接続される4つの第2の差動増幅回路183を備える。

[0174] 第1〜第3の増幅ゲイン42, 43, 44のうち、第1の増幅ゲイン42の増幅率が最も大きい。そのため、第1の増幅ゲイン42は、反射率の低い多層のBD（光ディスク31）の再生に用いられる。一方、第2の増幅ゲイン43は、比較的反射率の高い単層又は2層のBD（光ディスク21）の再生に用いられ、増幅率の最も低い第3の増幅ゲイン44は、光ディスク21又は多層の光ディスク31の記録に用いられる。なお、DVDの場合は別途設定される。

[0175] また、電圧増幅回路184の増幅ゲインについても上記と同様に設定され

る。

[01 76] ここで、光検出器 1 2 0 を小型化する場合、演算回路 1 2 2 の面積は限られるため、サイズの観点より増幅ゲインの総数は限られる。そこで、多層の光ディスク 3 1 から情報を再生する際、再生信号のノイズを下げ、再生信号の S / N を向上させるために、差動アンプ 4 1 のバイアス電流 4 9 の値を下げるように差動アンプ 4 1 内部の抵抗を切り替える低ノイズモードを追加する。すなわち、差動アンプ 4 1 は、再生信号に含まれるノイズを低減する低ノイズモードと、再生信号に含まれるノイズを低減しない非低ノイズモードとを切り替え、低ノイズモードにおけるバイアス電流値を非低ノイズモードにおけるバイアス電流値より小さくする。

[01 77] 例えば、多層の光ディスク 3 1 の反射率が比較的高く、かつ高倍速で多層の光ディスク 3 1 を再生する場合は、第 1 の増幅ゲイン 4 2 を用い、差動アンプ 4 1 は、非低ノイズモードに切り替えられ、バイアス電流値を 2 0 0 μ A 程度とする。一方、多層の光ディスク 3 1 の反射率が比較的低く、かつ低倍速で多層の光ディスク 3 1 を再生する場合は、第 1 の増幅ゲイン 4 2 を用い、差動アンプ 4 1 は、低ノイズモードに切り替えられ、バイアス電流値を 1 0 0 μ A 程度とする。

[01 78] この構成により、初段の第 1 の差動増幅回路 1 8 2 のアンプノイズを 2 ~ 3 d B m 低減することが可能となり、RF 信号（再生信号）のノイズレベルを大幅に低減することができ、多層の光ディスク 3 1 の再生においても S / N に優れた再生信号を実現できる。また、非低ノイズモードと低ノイズモードとで同一の第 1 の増幅ゲイン 4 2 が用いられるので、非低ノイズモードと低ノイズモードとで異なる増幅ゲインを設ける必要が無く、演算回路 1 2 2 の大幅な小型化も実現できる。

[01 79] また、差動アンプ 4 1 は、複数のゲインモードのうちの最もゲイン設定値が高いゲインモード、すなわち第 1 の増幅ゲイン 4 2 に切り替える場合、低ノイズモードに切り替える。ゲイン設定値が高いほど、ノイズが大きくなるので、複数のゲインモードのうちの最もゲイン設定値が高いゲインモードに

切り替えられた場合、低ノイズモードに切り替えることにより、ノイズを低減することができ、再生信号のS/Nを向上させることができる。

[0180] なお、本実施の形態において、第1の差動増幅回路182が電流/電圧変換回路の一例に相当し、ゲイン設定端子部131がゲイン設定端子部の一例に相当し、差動アンプ41が差動アンプの一例に相当する。

[0181] 図23は、第1の差動増幅回路182の第1の増幅ゲイン42を用いた非低ノイズモードと低ノイズモードにおけるアンプノイズを示す図である。図23において、横軸は周波数を表し、縦軸はノイズレベルを表す。図23では、低ノイズモードにおける周波数とノイズレベルとの関係と、非低ノイズモードにおける周波数とノイズレベルとの関係とを示している。また、図23では、所定の受光感度で測定した結果を示すが、多層の光ディスク31を2倍速で再生する場合に必要とされる周波数帯域(33MHz付近)では2dB~3dBのノイズ低減が可能となる。

[0182] このとき、低ノイズモードでは非低ノイズモードに比べ、バイアス電流が小さくなるため、差動アンプ41のアンプノイズは低減できるが、RF信号の周波数特性($f_{特}$)は低下する。低ノイズモードでは、3dB低下したときの周波数が約50MHzであるのに対し、非低ノイズモードでは、3dB低下したときの周波数が約100MHzとなる。

[0183] なお、実施の形態5において、DVD用の光束を受光する4分割受光領域はBD用の光束を受光する4分割受光領域と同じとしているが、BD用の光束を受光する4分割受光領域とCD用の光束を受光する4分割受光領域と同じでもよいし、DVD用の光束を受光する4分割受光領域とCD用の光束を受光する4分割受光領域とが同じでもよい。また、本実施の形態では、光検出器は、DVD用の光束を受光する4分割受光領域及びCD用の光束を受光する4分割受光領域を備えているが、BD用の光束を受光する4分割受光領域のみを備えても良い。

[0184] また、初段の第1の差動増幅回路182は3つの増幅ゲインを有しているが、用途に合わせて増幅ゲインを増減してもよいことは言うまでもない。同

様に、第2の差動増幅回路183及び電圧増幅回路184は、それぞれ3つの増幅ゲインを有しているが、用途に合わせて増幅ゲインを増減してもよい。

[0185] なお、実施の形態5において、初段の第1の差動増幅回路182はいわゆる反転増幅方式としているが、いわゆる非反転増幅方式でもよい。同様に、第2の差動増幅回路183及び電圧増幅回路184は非反転増幅方式でもよい。

[0186] なお、バイアス電流49を低減するときの差動アンプ41内の抵抗の切り替えの指令は、指令信号が外部より入力されることで実現される。図22に示すように、光検出器120は、低ノイズモードと非低ノイズモードとを切り替えるためのノイズモード切替信号が入力されるノイズ設定端子部132をさらに備える。半導体シリコン121の光入射側の面に対向する面には、信号出力部130及びゲイン設定端子部131とともに、ノイズ設定端子部132が形成されている。演算回路122には、ノイズ設定端子部132を介して、低ノイズモードと非低ノイズモードとを切り替えるためのノイズモード切替信号が入力される。差動アンプ41は、ノイズモード切替信号に応じて内部の抵抗を切り替え、バイアス電流を変化させる。

[0187] なお、実施の形態5において、低ノイズモードにおけるバイアス電流値は、非低ノイズモードにおけるバイアス電流値の $1/2$ としているが、ノイズ低減の観点より、低ノイズモードにおけるバイアス電流値は、非低ノイズモードにおけるバイアス電流値の $2/3$ 以下であれば良い。

[0188] また、第1の差動増幅回路182は、非低ノイズモードに切り替える場合、ノイズ低減の観点より、増幅ゲインが最も大きなゲインモードに設定することが好ましい。

[0189] なお、上述した具体的実施形態には以下の構成を有する発明が主に含まれている。

[0190] 本発明の一局面に係る光検出器は、情報記録媒体で反射された光束を検出する光検出器であって、前記光束を受光する受光部と、前記受光部で受光し

た光束を光電変換することにより得られた電気信号に所定の演算を施す演算部とが形成された基板と、少なくとも前記受光部上及び前記演算部上に形成され、入射する前記情報記録媒体で反射した光束の反射を防止する複数の反射防止膜を含む多層反射防止層と、前記多層反射防止層を被覆するガラスパッケージと、前記多層反射防止層と前記ガラスパッケージとを接着する接着層とを備える。

[01 91] この構成によれば、基板には、光束を受光する受光部と、受光部で受光した光束を光電変換することにより得られた電気信号に所定の演算を施す演算部とが形成されている。多層反射防止層は、少なくとも受光部上及び演算部上に形成され、入射する情報記録媒体で反射した光束の反射を防止する複数の反射防止膜を含む。ガラスパッケージは、多層反射防止層を被覆する。接着層は、多層反射防止層とガラスパッケージとを接着する。

[01 92] したがって、基板、多層反射防止層、接着層及びガラスパッケージにより構成することにより、検出光学系の倍率を上げたとしても、ワイヤーボンディング及び樹脂製のパッケージが不要となり、光検出器を小型化することができる。

[01 93] また、上記の光検出器において、前記多層反射防止層は、3層の前記反射防止膜を含み、3層の前記反射防止膜は、光束入射側から順に、シリコン系窒化膜、シリコン系酸化膜及びシリコン系窒化膜であることが好ましい。

[01 94] この構成によれば、多層反射防止層が含む反射防止膜の数を増やすことなく、ガラスパッケージから受光部までの間の波長405nmの光束に対する透過率を大幅に向上させることができるとともに、波長650nm及び波長780nmの光束に対しても透過率を大幅に向上させることができる。また、多層反射防止層を3つの反射防止膜で構成することができるので、反射防止膜を蒸着する工数を大幅に削減することができる。

[01 95] また、上記の光検出器において、前記接着層の厚みは、30μm以下であり、前記接着層の透過率は、405nmの波長を有する光束に対して99%以上であり、前記接着層は、シリコン樹脂より構成され、前記ガラスパッケ

ージにおける前記情報記録媒体で反射した光束が入射する面には前記反射防止膜が形成されており、前記ガラスパッケージと前記接着層との間には前記反射防止膜が形成されていないことが好ましい。

[01 96] この構成によれば、波長 4 0 5 n m の光束を照射して情報記録媒体から情報を再生する場合に、情報記録媒体の反射率が低く情報記録媒体からの反射光量が小さくても、S / N の優れた再生信号を実現できる。また、ガラスパッケージと接着層との接着強度を上げることができる。さらに、ガラスパッケージの接着層との境界面に反射防止膜が無くても透過率を下げることなく、信頼性が高く S / N の優れた光検出器を実現できる。

[01 97] また、上記の光検出器において、前記接着層の厚さは、5 μ m 以上 2 5 μ m 以下であることが好ましい。

[01 98] この構成によれば、接着層の厚さが、5 μ m 以上 2 5 μ m 以下であるので、波長 4 0 5 n m の光束に対する透過率を悪化させることなく、高い接着強度を維持しつつ、波長 4 0 5 n m の光束によるいわゆる青色光劣化を抑えることができる。

[01 99] また、上記の光検出器において、前記接着層は、前記ガラスパッケージと前記多層反射防止層との間の全面に形成されていることが好ましい。

[0200] この構成によれば、接着層が、ガラスパッケージと多層反射防止層との間の全面に形成されているので、接着強度を上げることができる。また、受光部の光束入射側の面が接着層で覆われることになるので、受光部上に空気層が介在することなく、受光部上及びガラスパッケージ上に不純物が付着するのを防止することができ、信頼性に優れた光検出器を実現することができる。

[0201] また、上記の光検出器において、前記受光部は、フォーカスエラー信号を算出するための光束を受光する第 1 の受光領域と、トラッキングエラー信号を算出するための光束を受光する第 2 の受光領域とを含み、前記演算部は、前記第 1 の受光領域で受光した光束に基づいて、前記情報記録媒体の再生信号を演算することが好ましい。

- [0202] この構成によれば、第1の受光領域によって、フォーカスエラー信号を算出するための光束が受光され、第2の受光領域によって、トラッキングエラー信号を算出するための光束が受光される。そして、演算部は、第1の受光領域で受光した光束に基づいて、情報記録媒体の再生信号を演算する。
- [0203] したがって、フォーカスエラー信号を算出するための光束が受光される第1の受光領域で受光した光束に基づいて、情報記録媒体の再生信号が演算されるので、フォーカスエラー信号を算出するため受光領域と、再生信号を算出するための受光領域とを別個に用意する必要がなくなり、受光部の面積を小さくすることができる。
- [0204] また、上記の光検出器において、少なくとも前記第1の受光領域上の前記多層反射防止層は、3層以上の前記反射防止膜からなり、前記第1の領域以外の前記基板上の少なくとも一部の前記多層反射防止層は、単層又は2層の前記反射防止膜からなることが好ましい。
- [0205] この構成によれば、3層以上の反射防止膜が形成される領域を、少なくとも第1の受光領域上のみとすることにより、基板上において3層以上の反射防止膜が形成される領域を小さくすることができ、反射防止膜を蒸着するための工数を大幅に削減することができる。
- [0206] また、上記の光検出器において、前記演算部は、前記受光部で受光した光束の光量に応じた電流を、あらかじめ設定された複数のゲインモードに基づいて電圧に変換する電流/電圧変換回路を含み、前記光検出器は、前記演算部に接続され、前記複数のゲインモードを切り替えるための信号が入力されるゲイン設定端子部をさらに備え、前記電流/電圧変換回路は、前記複数のゲインモードで共有される差動アンプを有し、前記差動アンプは、再生信号に含まれるノイズを低減する低ノイズモードと、再生信号に含まれるノイズを低減しない非低ノイズモードとを切り替え、前記低ノイズモードにおけるバイアス電流値を前記非低ノイズモードにおけるバイアス電流値より小さくすることが好ましい。
- [0207] この構成によれば、電流/電圧変換回路によって、受光部で受光した光束

の光量に応じた電流が、あらかじめ設定された複数のゲインモードに基づいて電圧に変換される。演算部に接続されたゲイン設定端子部によって、複数のゲインモードを切り替えるための信号が入力される。そして、電流/電圧変換回路は、複数のゲインモードで共有される差動アンプを有している。差動アンプは、再生信号に含まれるノイズを低減する低ノイズモードと、再生信号に含まれるノイズを低減しない非低ノイズモードとを切り替え、低ノイズモードにおけるバイアス電流値を非低ノイズモードにおけるバイアス電流値より小さくする。

[0208] したがって、情報記録媒体の再生倍速及び記録層の反射率に応じて最適なゲインモードを選択することができる。例えば、記録層の反射率が低い場合又は情報記録媒体が低倍速で再生される場合、再生信号に含まれるノイズを低減する低ノイズモードに切り替えられることで、再生信号の周波数特性を犠牲にしてノイズを低減することができ、 S/N の優れた再生信号を得ることができる。一方、記録層の反射率が比較的高い場合又は情報記録媒体が高倍速で再生される場合、再生信号に含まれるノイズを低減しない非低ノイズモードに切り替えられることで、周波数特性が優れた再生信号を得ることができる。このとき、低ノイズモードと非低ノイズモードとは、同一の差動アンプで切り替えられるので、ゲインモードが増えたとしても演算部の面積が増えることがなく、光検出器をさらに小型化することができる。また、再生信号の高倍速化及び低ノイズ化に対応することができる。

[0209] また、上記の光検出器において、前記差動アンプは、前記低ノイズモードにおける前記バイアス電流値を、前記非低ノイズモードにおける前記バイアス電流値の $2/3$ 以下とすることが好ましい。

[0210] この構成によれば、低ノイズモードにおけるバイアス電流値が、非低ノイズモードにおけるバイアス電流値の $2/3$ 以下とされるので、アンプノイズが減少し、再生信号の S/N を大幅に向上させることができる。

[0211] また、上記の光検出器において、前記差動アンプは、前記複数のゲインモードのうちの最もゲイン設定値が高いゲインモードに切り替える場合、前記

低ノイズモードに切り替えることが好ましい。

[021 2] この構成によれば、複数のゲインモードのうちの最もゲイン設定値が高いゲインモードに切り替えられる場合、低ノイズモードに切り替えられる。したがって、ゲイン設定値が高いほど、ノイズが大きくなるので、複数のゲインモードのうちの最もゲイン設定値が高いゲインモードに切り替えられた場合、低ノイズモードに切り替えることにより、ノイズを低減することができる、再生信号の S/N を向上させることができる。

[021 3] 本発明の他の局面に係る光学ヘッドは、記録層を有する情報記録媒体に情報を記録又は再生する光学ヘッドであって、光束を出射する光源と、前記光源から出射した光束を前記情報記録媒体に集光する対物レンズと、前記情報記録媒体で反射された光束を検出する、上記のいずれかに記載の光検出器とを備える。この構成によれば、上記の光検出器を光学ヘッドに適用することができる。

[0214] 本発明の他の局面に係る光情報装置は、上記の光学ヘッドと、情報記録媒体を回転するための駆動部と、前記光学ヘッド及び前記駆動部を制御する制御部とを備える。この構成によれば、上記の光学ヘッドを光情報装置に適用することができる。

[021 5] なお、発明を実施するための形態の項においてなされた具体的な実施態様又は実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と特許請求事項との範囲内で、種々変更して実施することができるものである。

産業上の利用可能性

[021 6] 本発明にかかる光検出器、光学ヘッド及び光情報装置は、安定なトラッキング制御機能と低い情報誤り率を実現でき、多層の情報記録媒体への情報の記録又は再生を実現するとともに記録性能及び再生性能の安定した薄型（スリムサイズ）のコンピュータの外部記憶装置等として有用である。

[021 7] また、本発明にかかる光検出器、光学ヘッド及び光情報装置は、DVDレ

コーダ、BDレコーダ又はHD-DVDレコーダ等の映像記録装置、あるいはDVDプレーヤ、BDプレーヤ又はHD-DVDプレーヤ等の映像再生装置にも応用できる。さらに、本発明にかかる光検出器、光学ヘッド及び光情報装置は、カーナビゲーションシステムや、携帯音楽プレーヤ、デジタルスチルカメラ又はデジタルビデオカメラの記憶装置にも応用できる。

請求の範囲

- [請求項 1] 情報記録媒体で反射された光束を検出する光検出器であって、
- 前記光束を受光する受光部と、前記受光部で受光した光束を光電変換することにより得られた電気信号に所定の演算を施す演算部とが形成された基板と、
- 少なくとも前記受光部上及び前記演算部上に形成され、入射する前記情報記録媒体で反射した光束の反射を防止する複数の反射防止膜を含む多層反射防止層と、
- 前記多層反射防止層を被覆するガラスパッケージと、
- 前記多層反射防止層と前記ガラスパッケージとを接着する接着層とを備えることを特徴とする光検出器。
- [請求項 2] 前記多層反射防止層は、3 層の前記反射防止膜を含み、
- 3 層の前記反射防止膜は、光束入射側から順に、シリコン系窒化膜、シリコン系酸化膜及びシリコン系窒化膜であることを特徴とする請求項 1 記載の光検出器。
- [請求項 3] 前記接着層の厚みは、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、
- 前記接着層の透過率は、 405 nm の波長を有する光束に対して 99 % 以上であり、
- 前記接着層は、シリコン樹脂より構成され、
- 前記ガラスパッケージにおける前記情報記録媒体で反射した光束が入射する面には前記反射防止膜が形成されており、
- 前記ガラスパッケージと前記接着層との間には前記反射防止膜が形成されていないことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光検出器。
- [請求項 4] 前記接着層の厚さは、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の光検出器。
- [請求項 5] 前記接着層は、前記ガラスパッケージと前記多層反射防止層との間の全面に形成されていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の光検出器。

[請求項6] 前記受光部は、フォーカスエラー信号を算出するための光束を受光する第1の受光領域と、トラッキングエラー信号を算出するための光束を受光する第2の受光領域とを含み、

前記演算部は、前記第1の受光領域で受光した光束に基づいて、前記情報記録媒体の再生信号を演算することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の光検出器。

[請求項7] 少なくとも前記第1の受光領域上の前記多層反射防止層は、3層以上の前記反射防止膜からなり、前記第1の領域以外の前記基板上の少なくとも一部の前記多層反射防止層は、単層又は2層の前記反射防止膜からなることを特徴とする請求項6記載の光検出器。

[請求項8] 前記演算部は、前記受光部で受光した光束の光量に応じた電流を、あらかじめ設定された複数のゲインモードに基づいて電圧に変換する電流/電圧変換回路を含み、

前記光検出器は、

前記演算部に接続され、前記複数のゲインモードを切り替えるための信号が入力されるゲイン設定端子部をさらに備え、

前記電流/電圧変換回路は、前記複数のゲインモードで共有される差動アンプを有し、

前記差動アンプは、再生信号に含まれるノイズを低減する低ノイズモードと、再生信号に含まれるノイズを低減しない非低ノイズモードとを切り替え、前記低ノイズモードにおけるバイアス電流値を前記非低ノイズモードにおけるバイアス電流値より小さくすることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の光検出器。

[請求項9] 前記差動アンプは、前記低ノイズモードにおける前記バイアス電流値を、前記非低ノイズモードにおける前記バイアス電流値の2/3以下とすることを特徴とする請求項8記載の光検出器。

[請求項10] 前記差動アンプは、前記複数のゲインモードのうちの最もゲイン設定値が高いゲインモードに切り替える場合、前記低ノイズモードに切

り替えることを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の光検出器。

[請求項 11] 記録層を有する情報記録媒体に情報を記録又は再生する光学ヘッドであって、

光束を出射する光源と、

前記光源から出射した光束を前記情報記録媒体に集光する対物レンズと、

前記情報記録媒体で反射された光束を検出する、請求項 1～10 のいずれかに記載の光検出器とを備えることを特徴とする光学ヘッド。

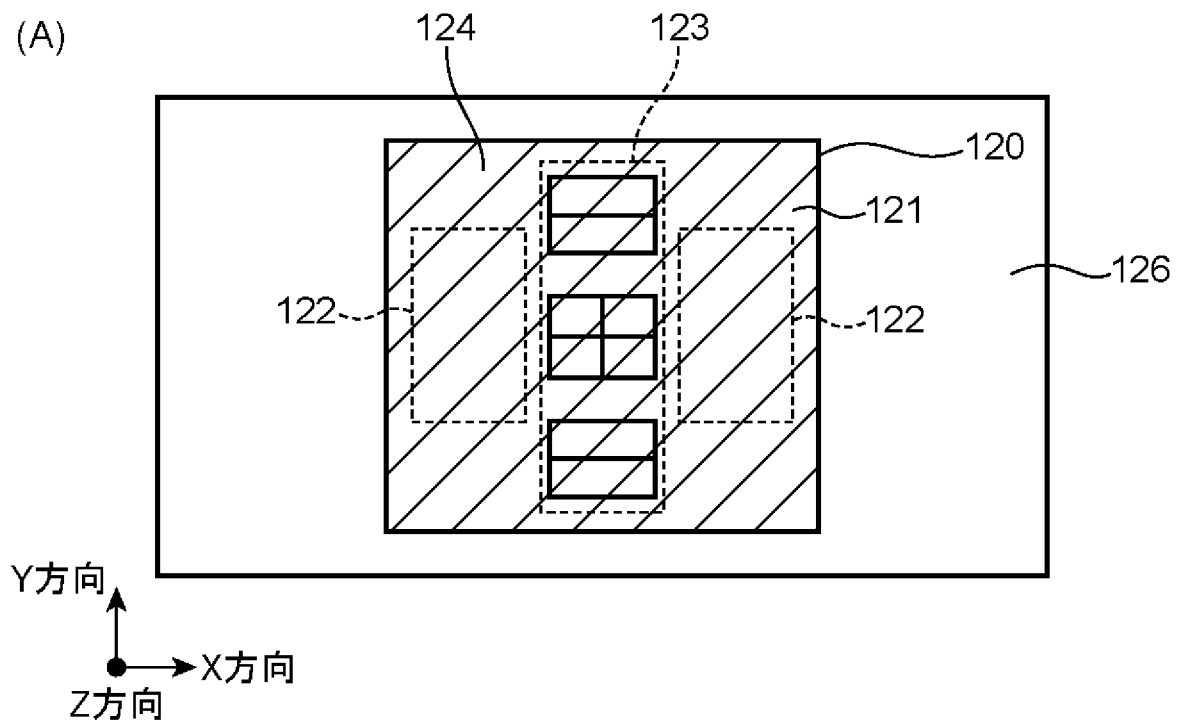
[請求項 12] 請求項 11 記載の光学ヘッドと、

情報記録媒体を回転するための駆動部と、

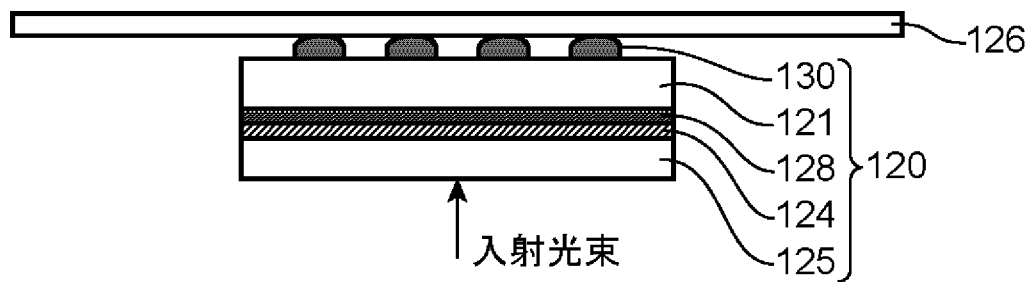
前記光学ヘッド及び前記駆動部を制御する制御部とを備えることを特徴とする光情報装置。

[図1]

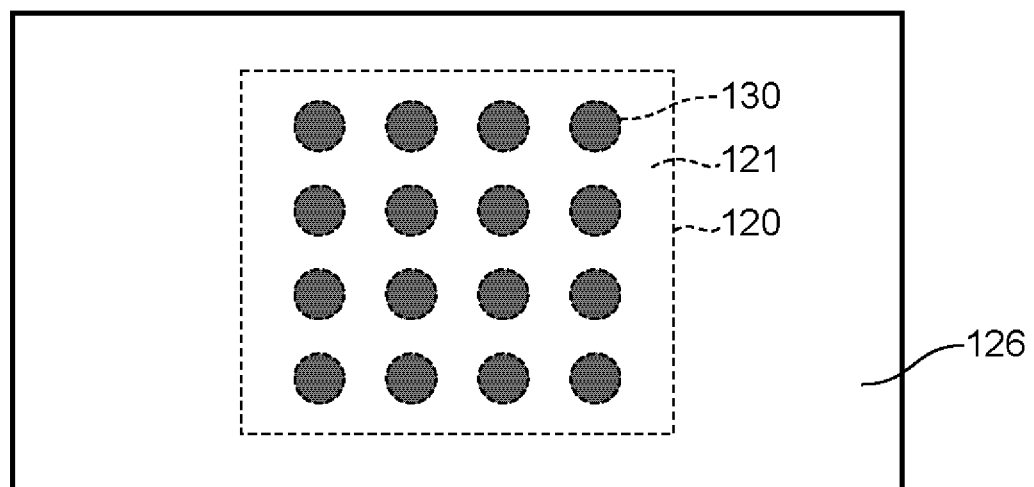
(A)



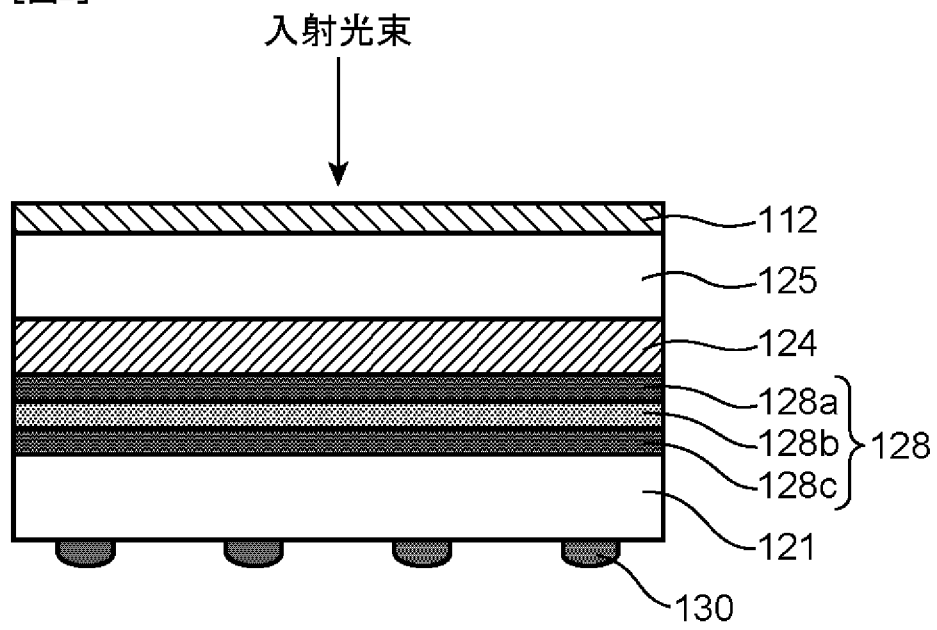
(B)



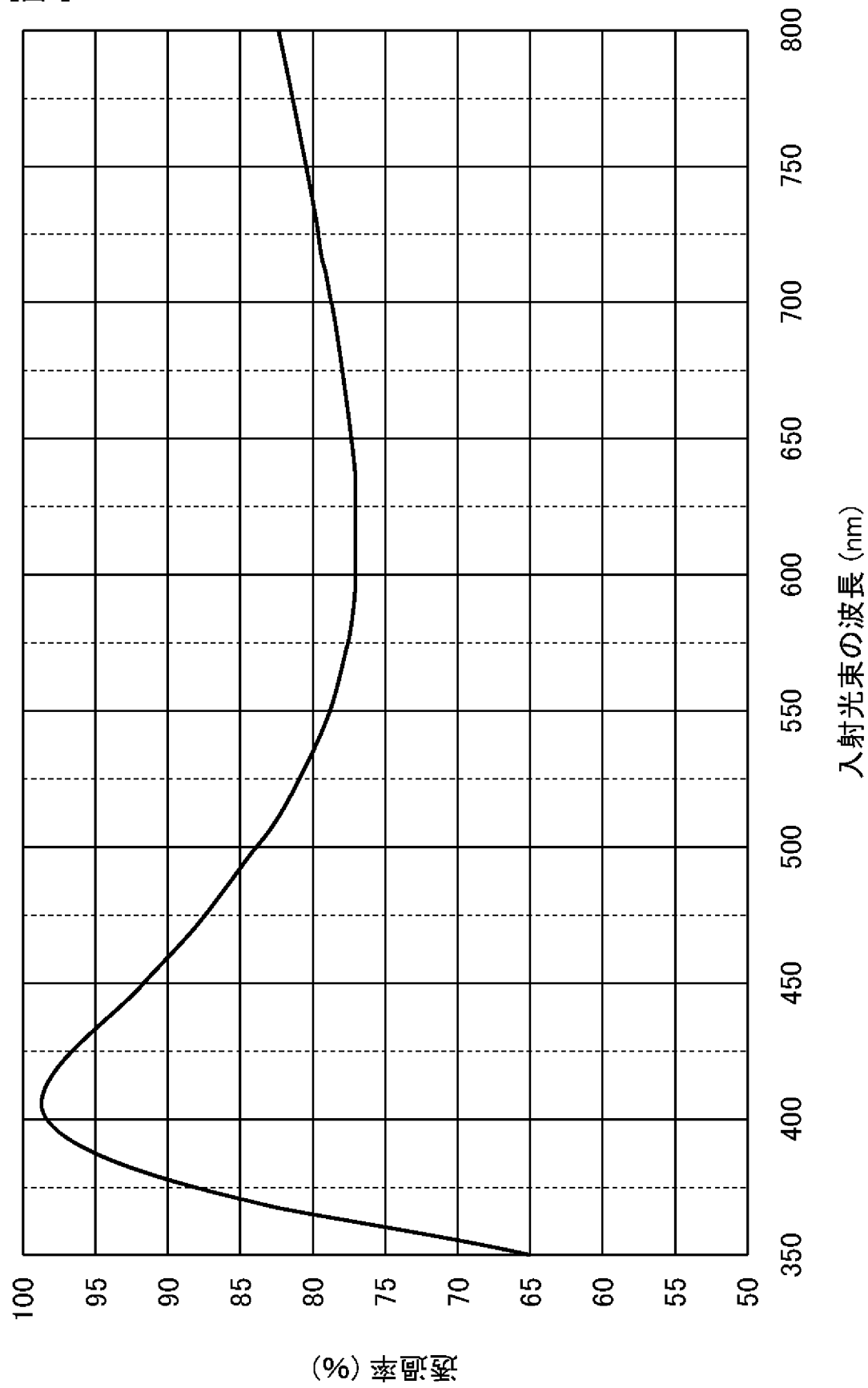
(C)



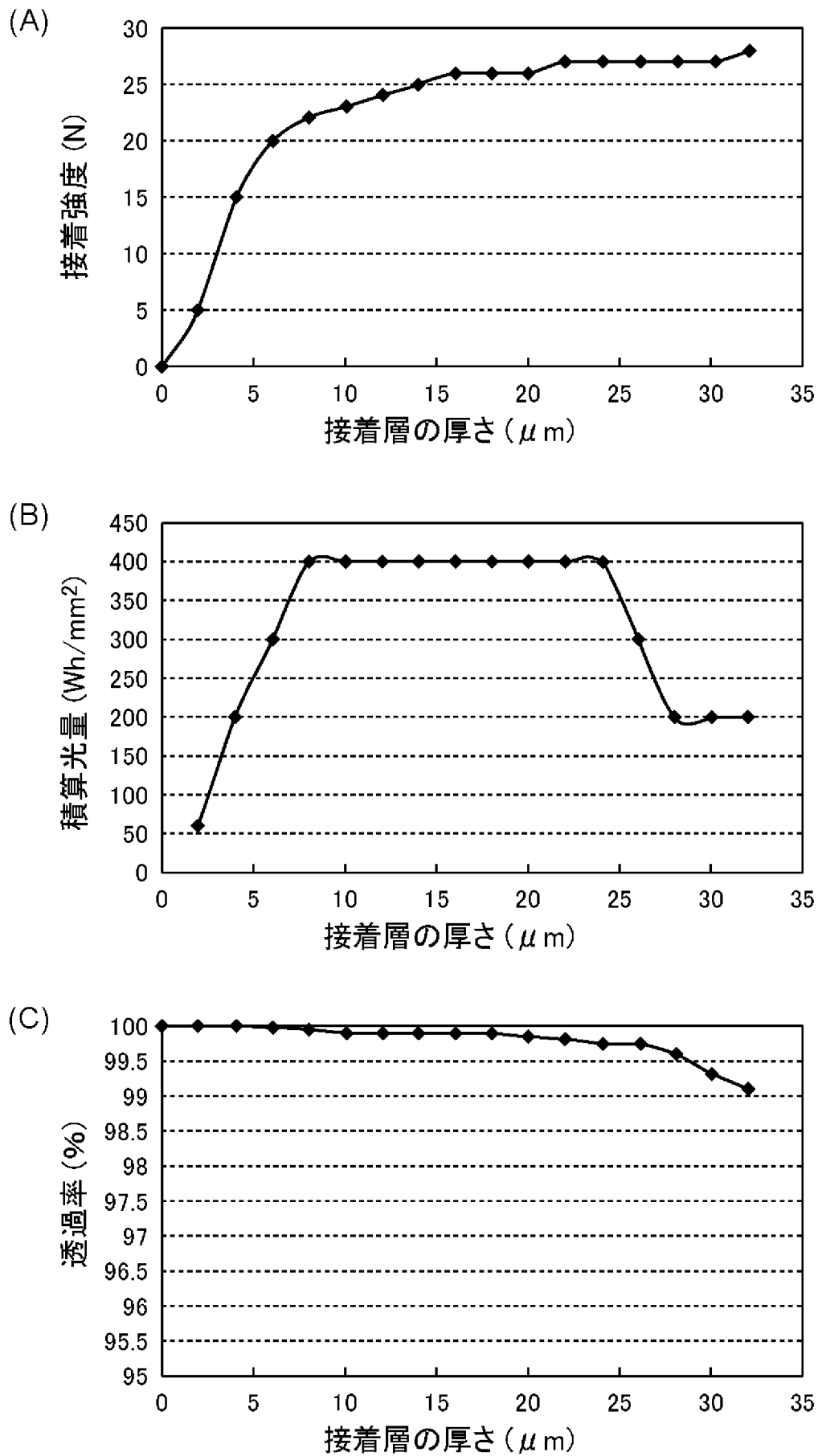
[図2]



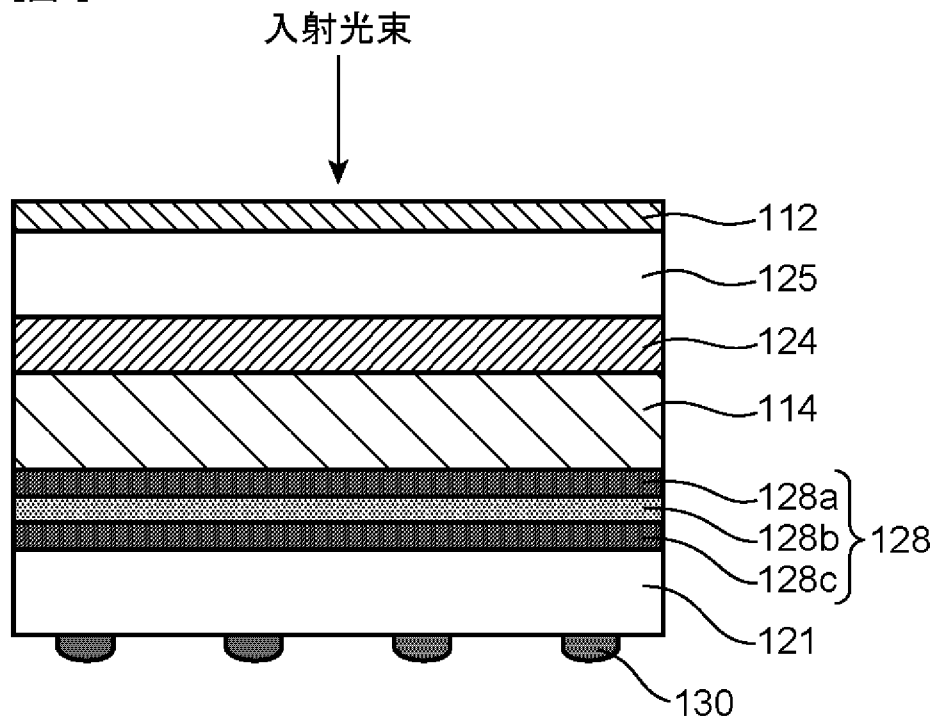
[図3]



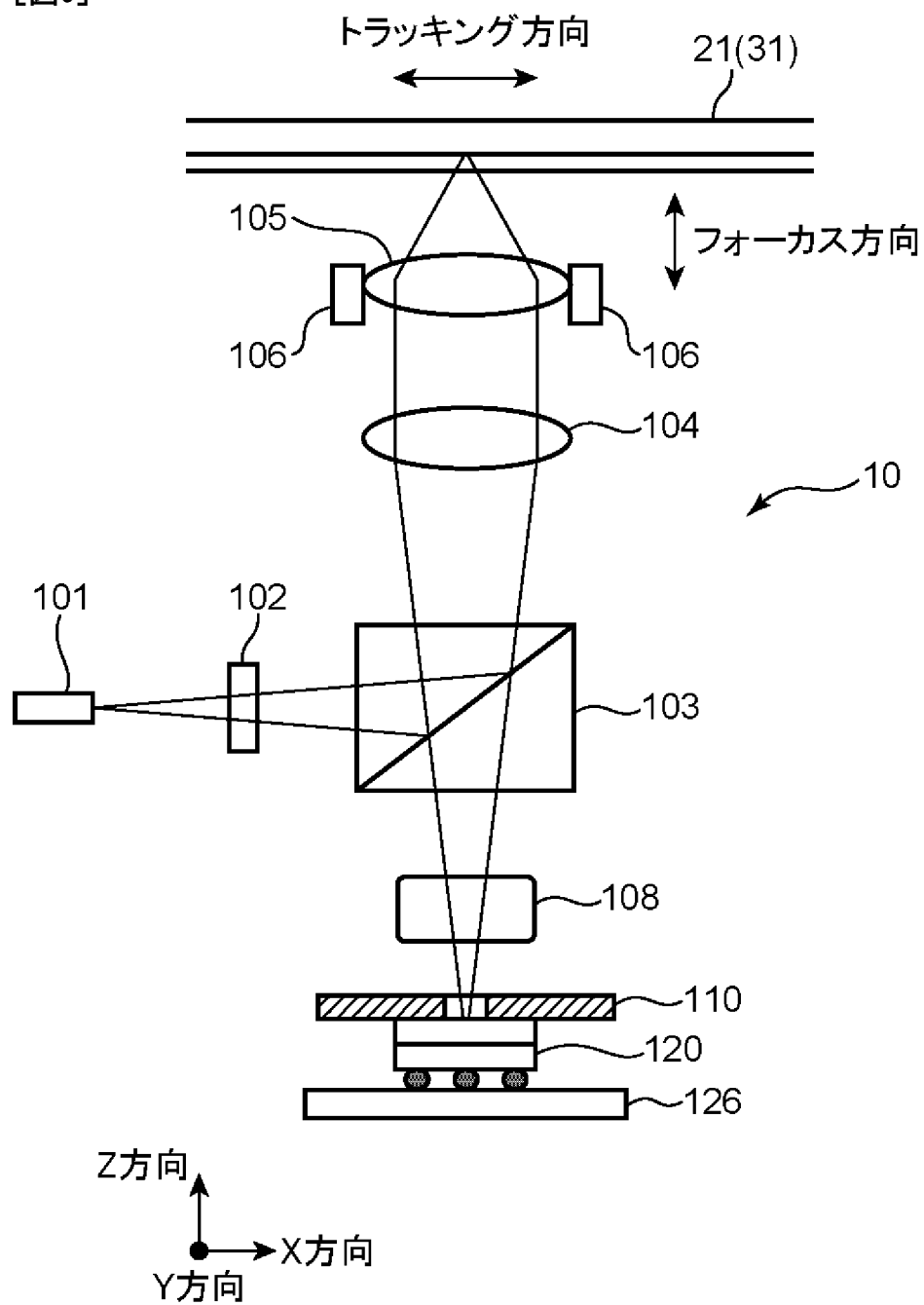
[図4]



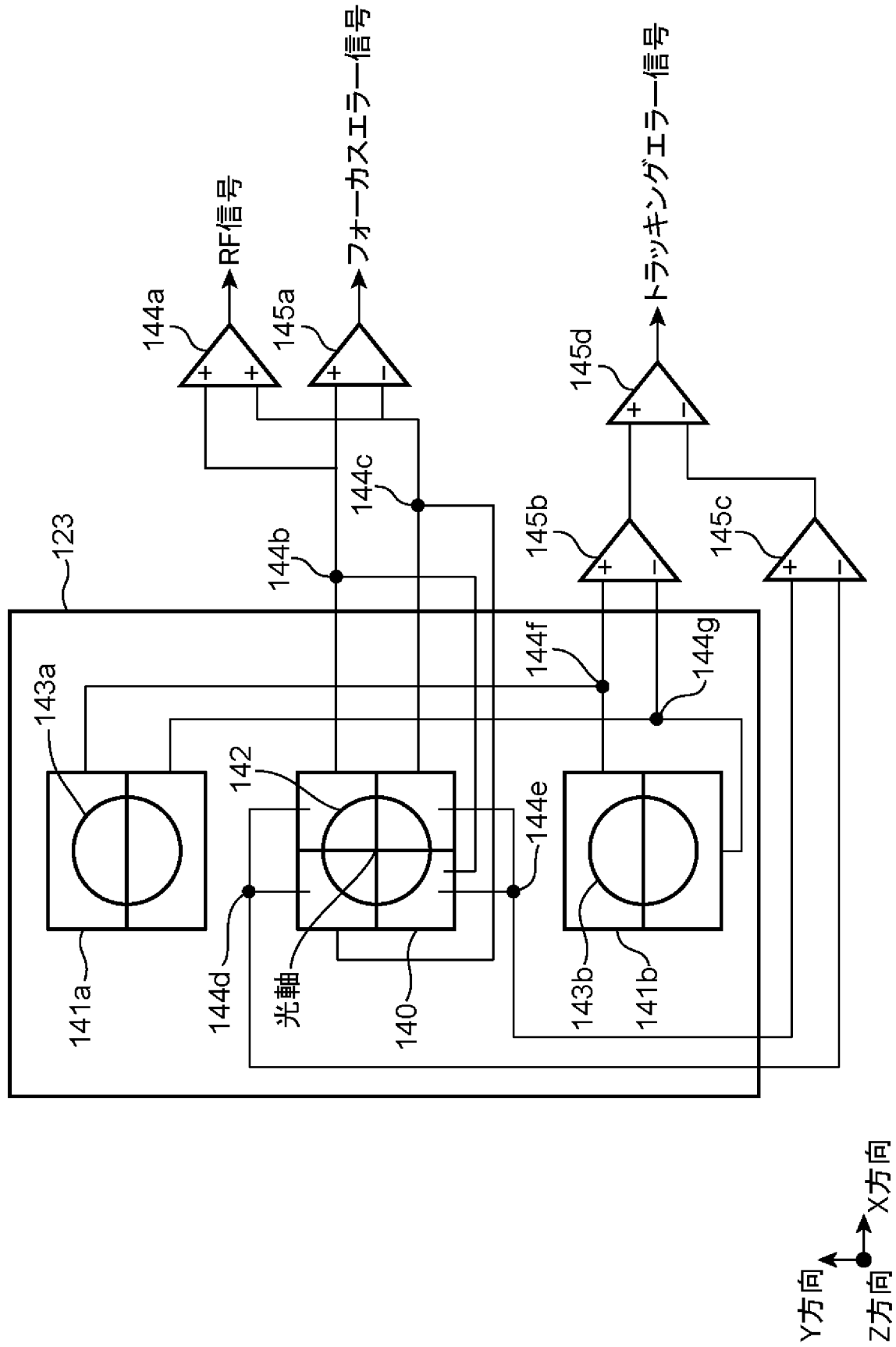
[図5]



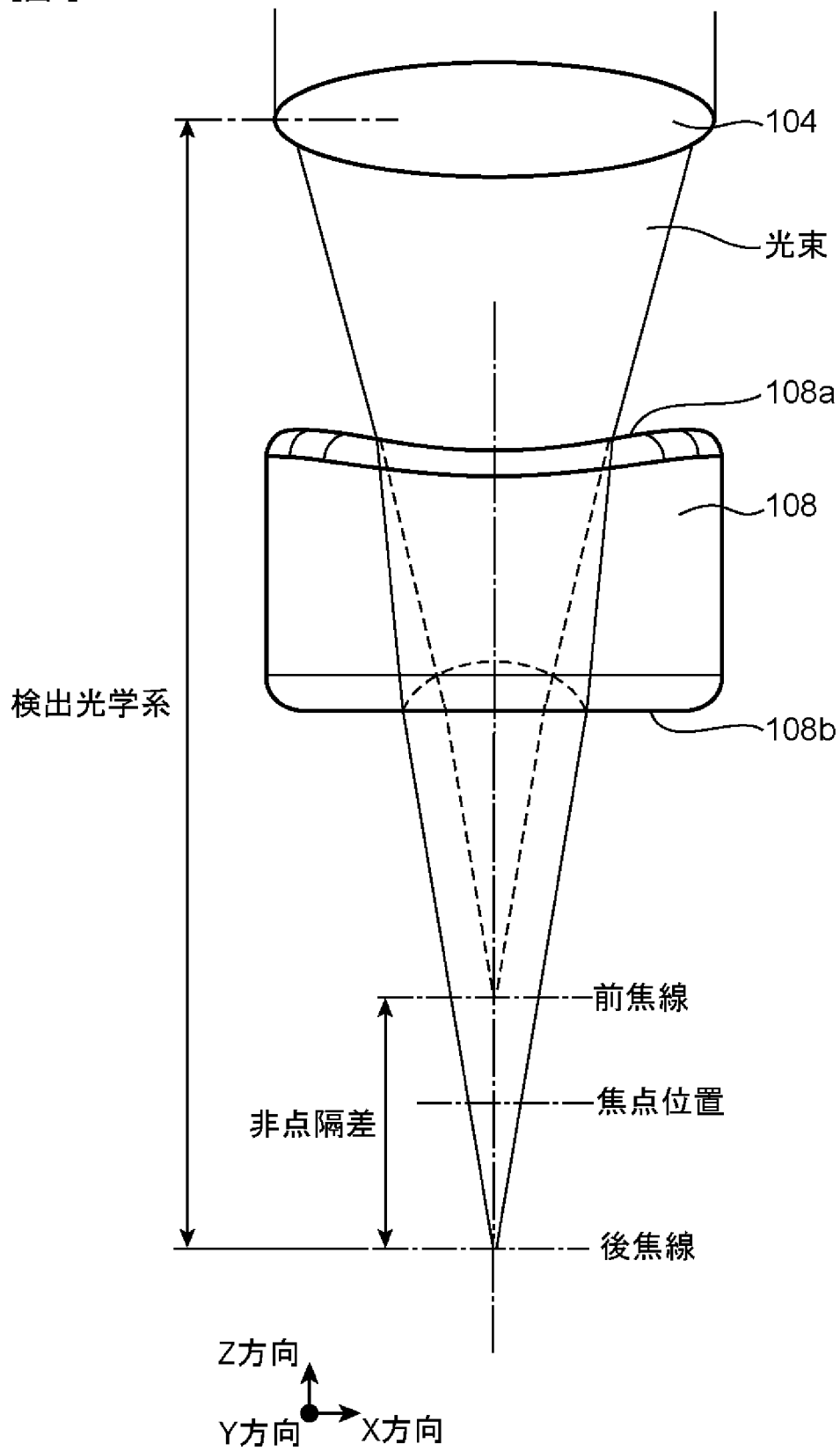
[図6]



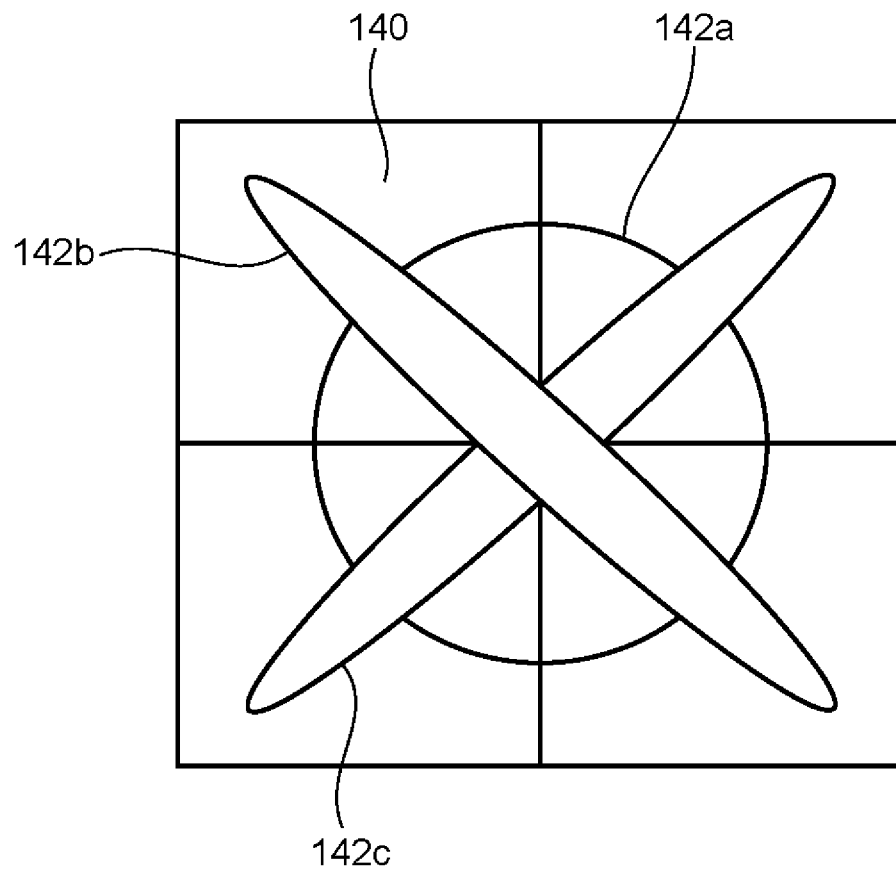
[図7]



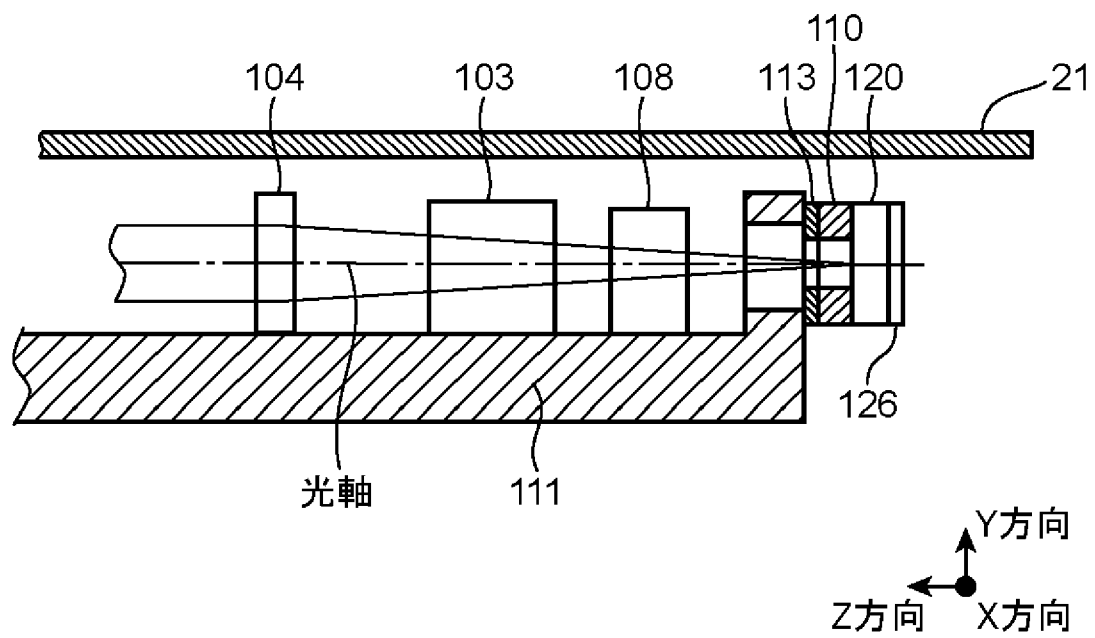
[図8]



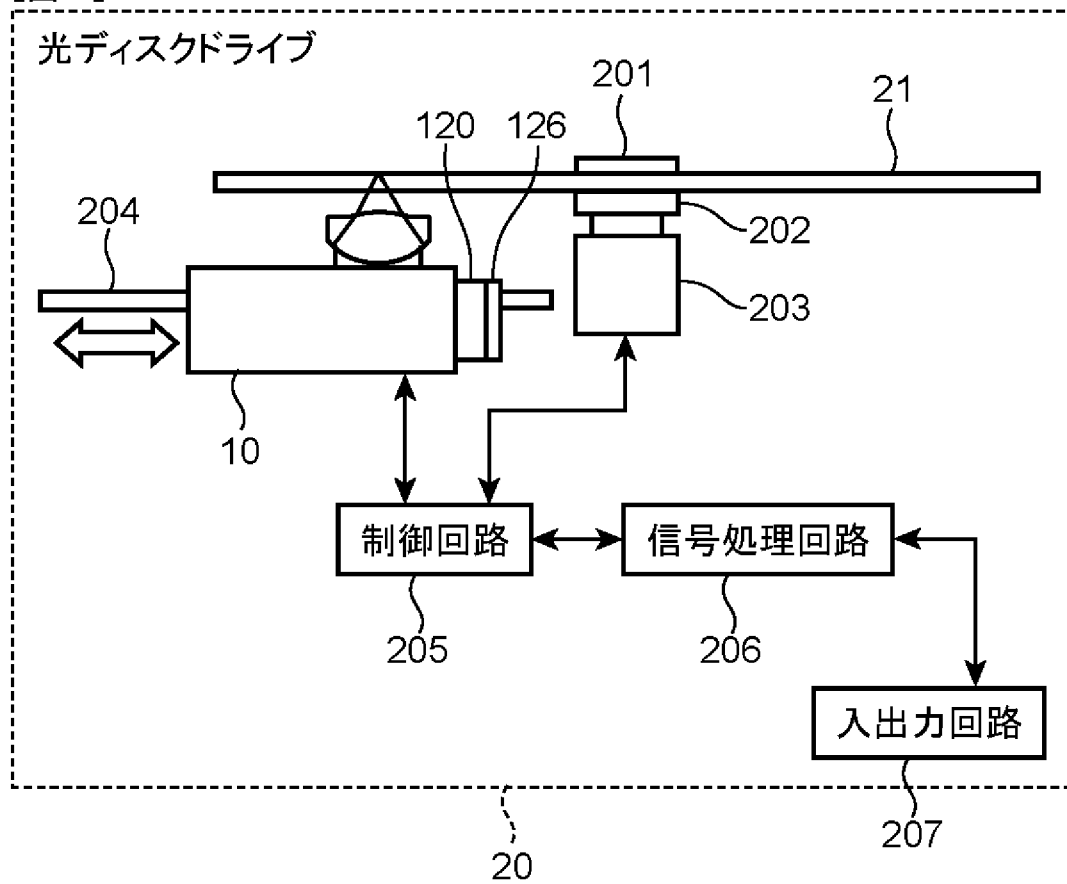
[図9]



[図10]

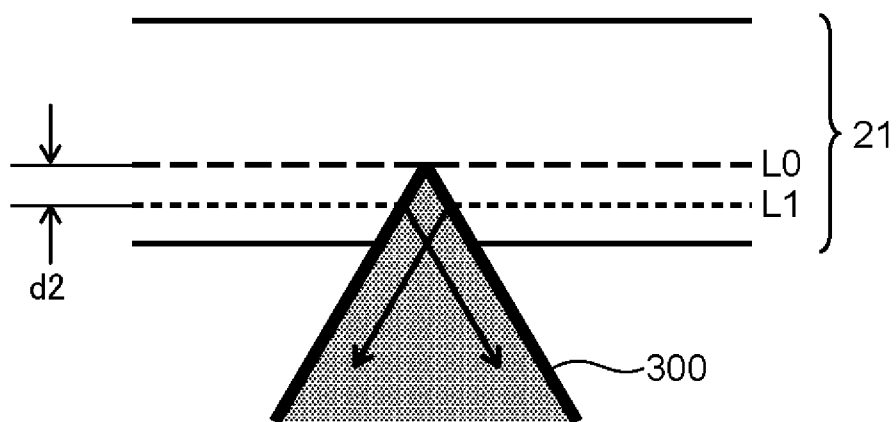


[図11]

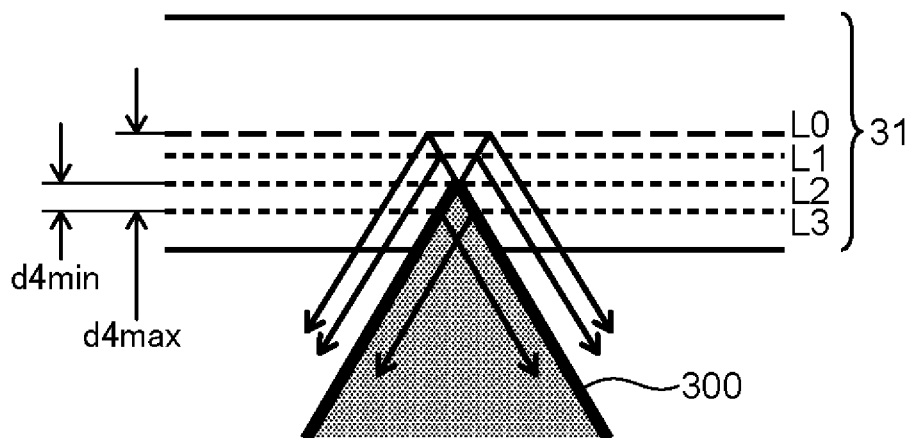


[図12]

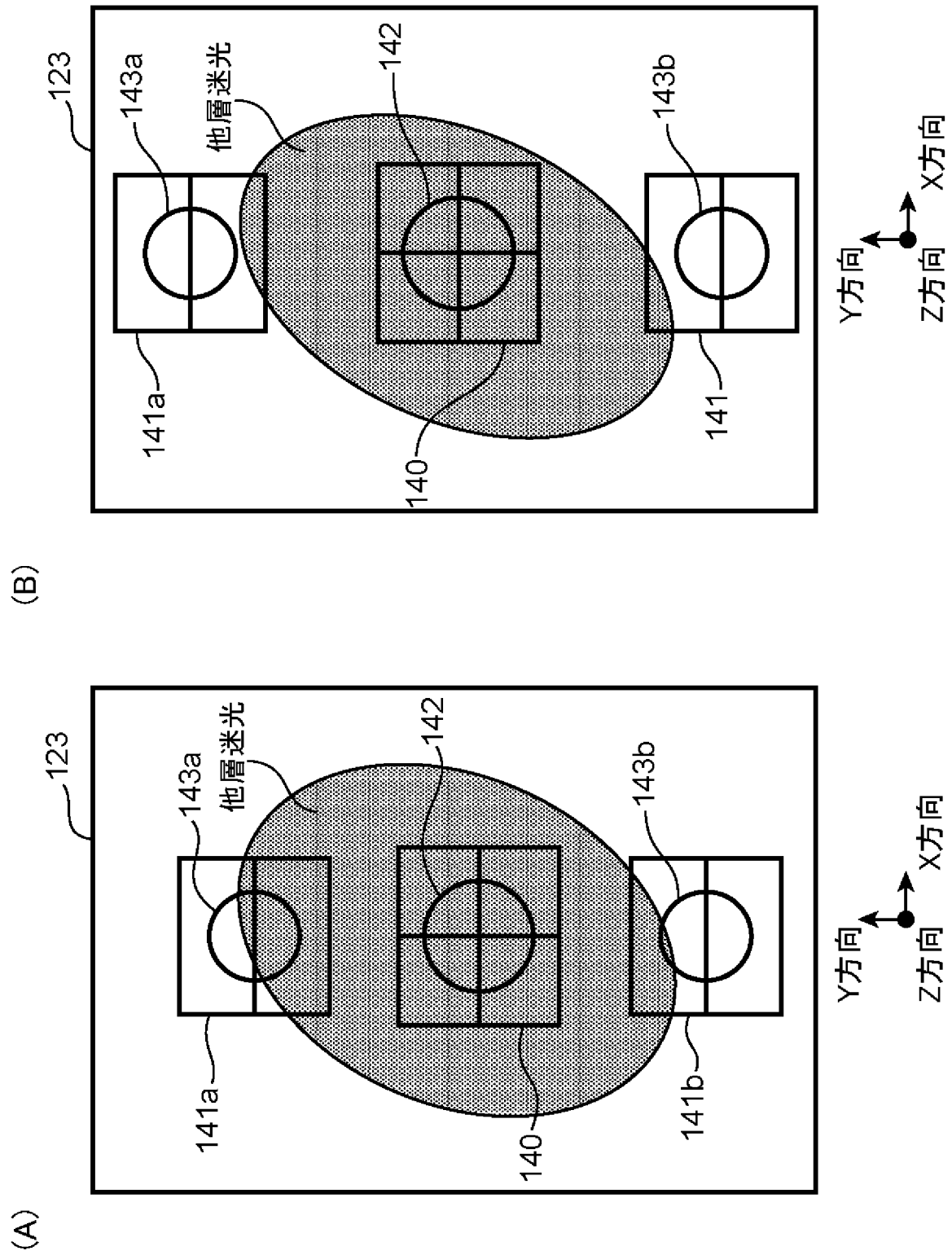
(A)



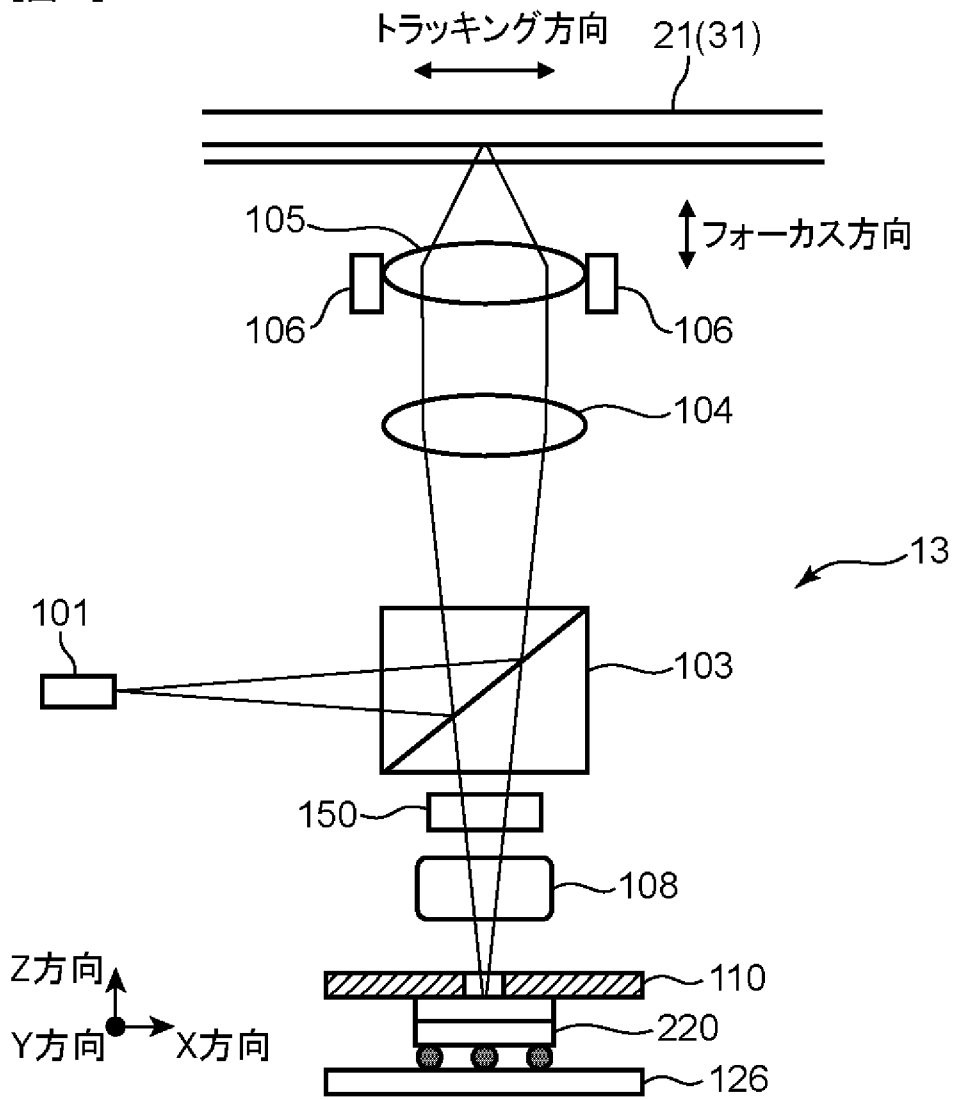
(B)



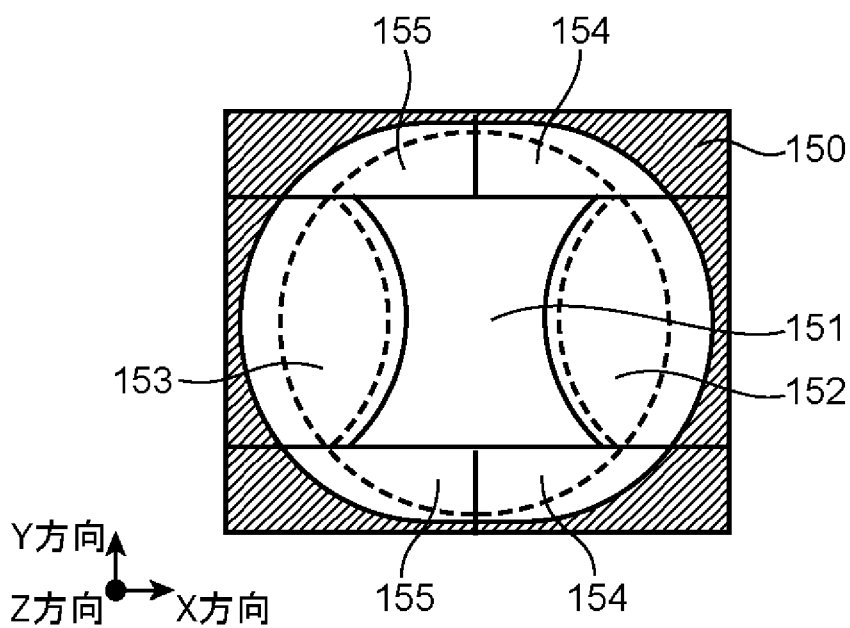
[圖13]



[図14]

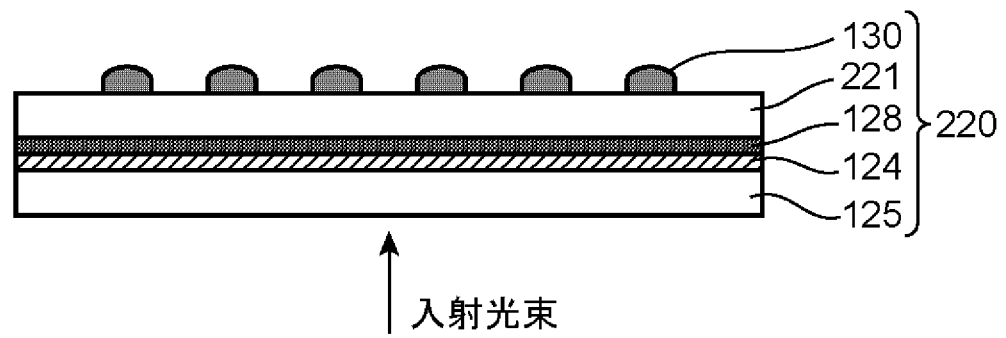


[図15]

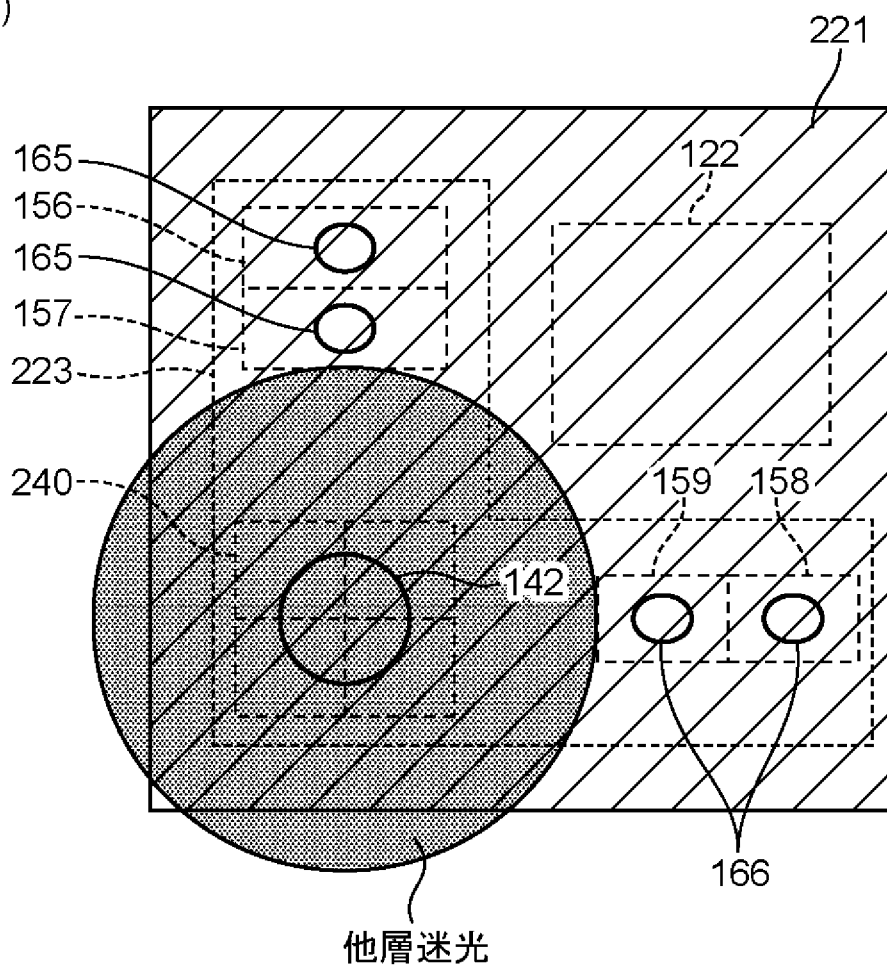


[図16]

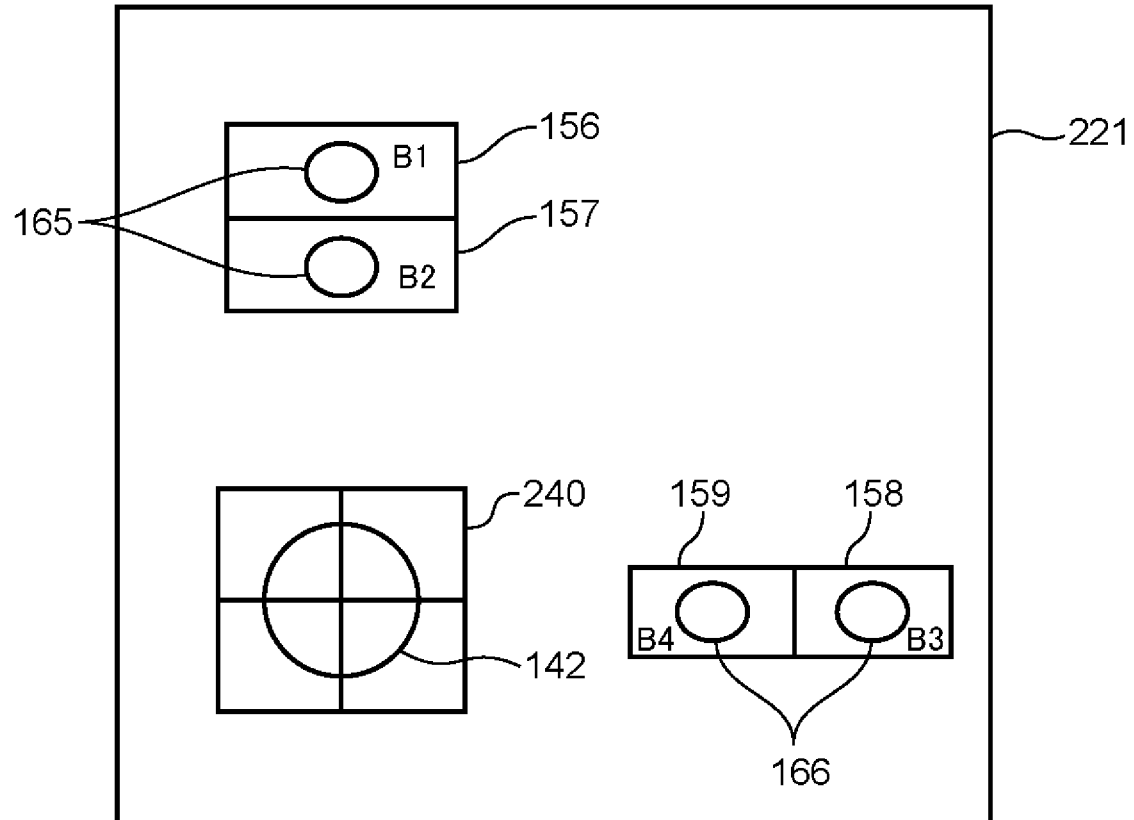
(A)



(B)

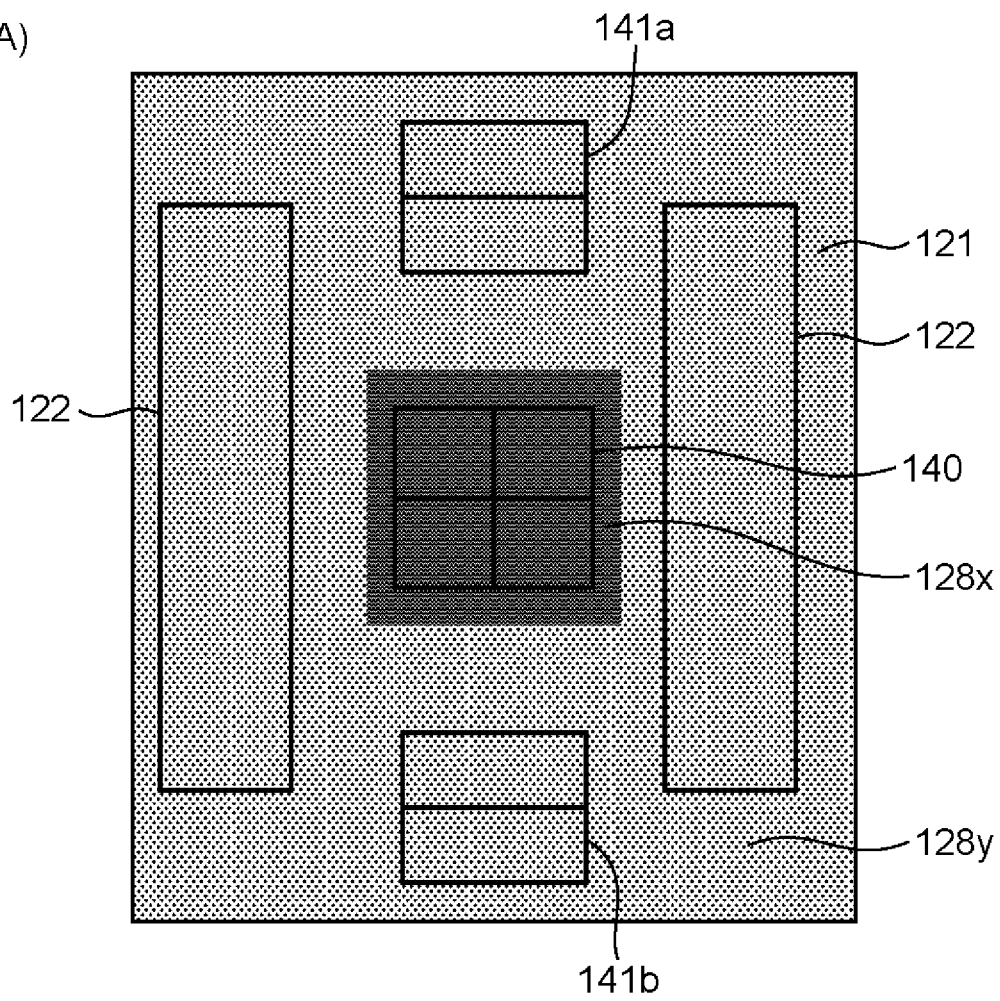


[図17]

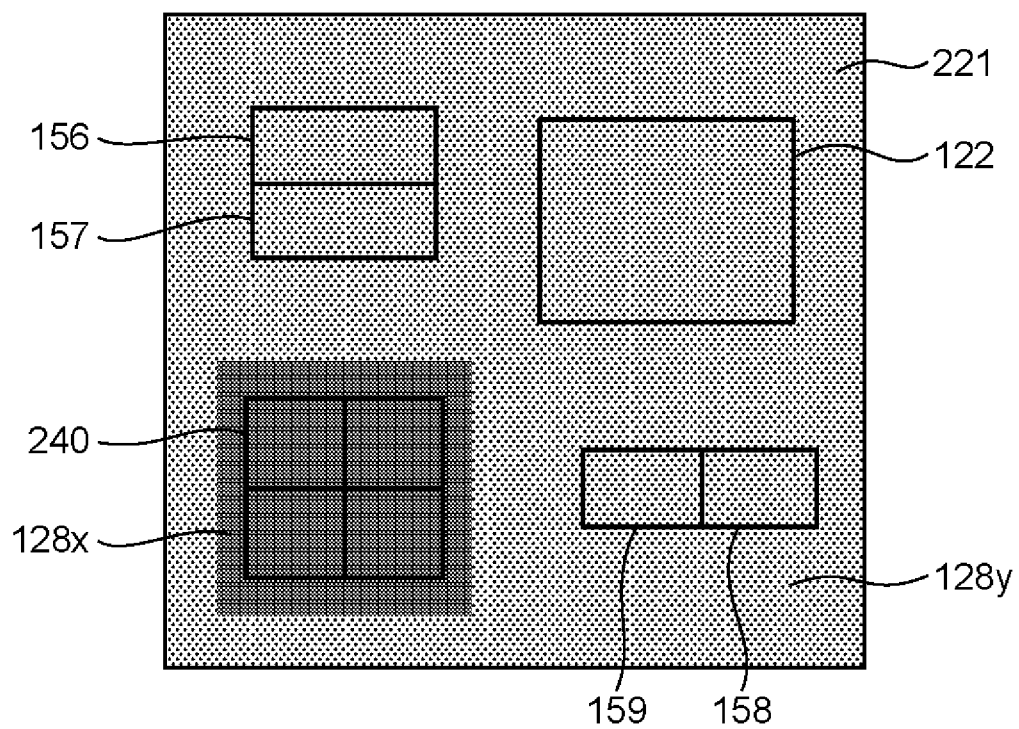


[図18]

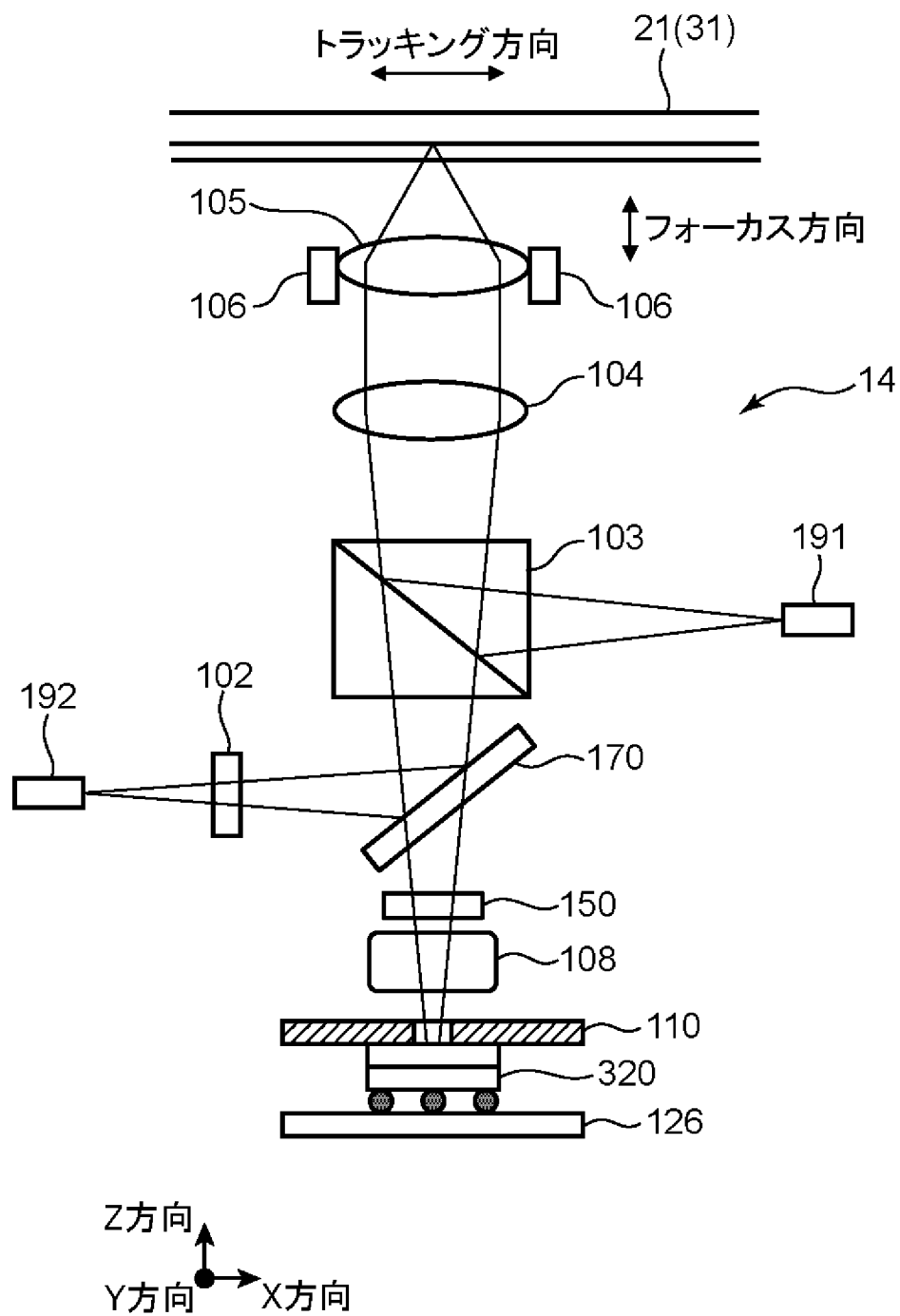
(A)



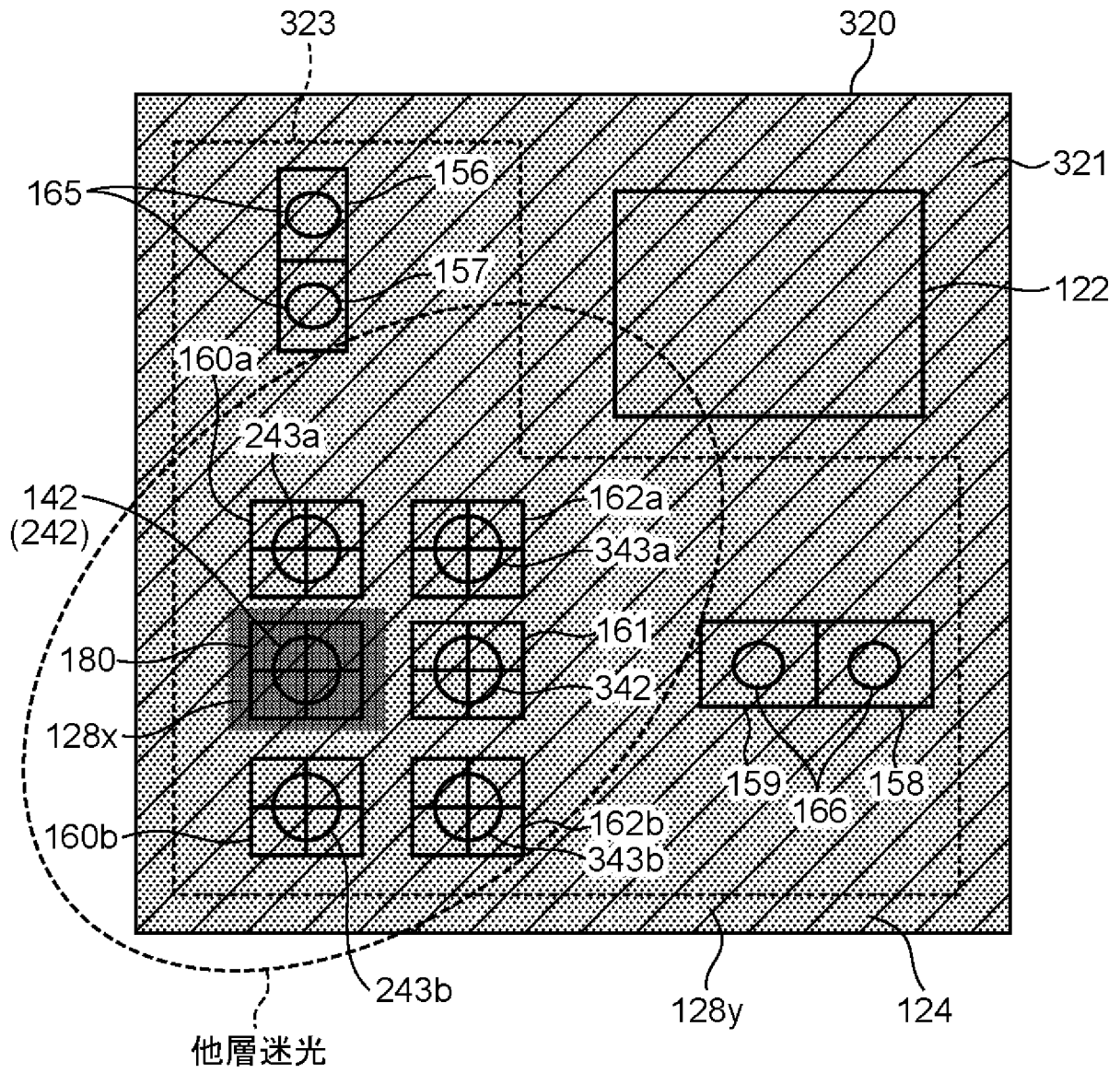
(B)



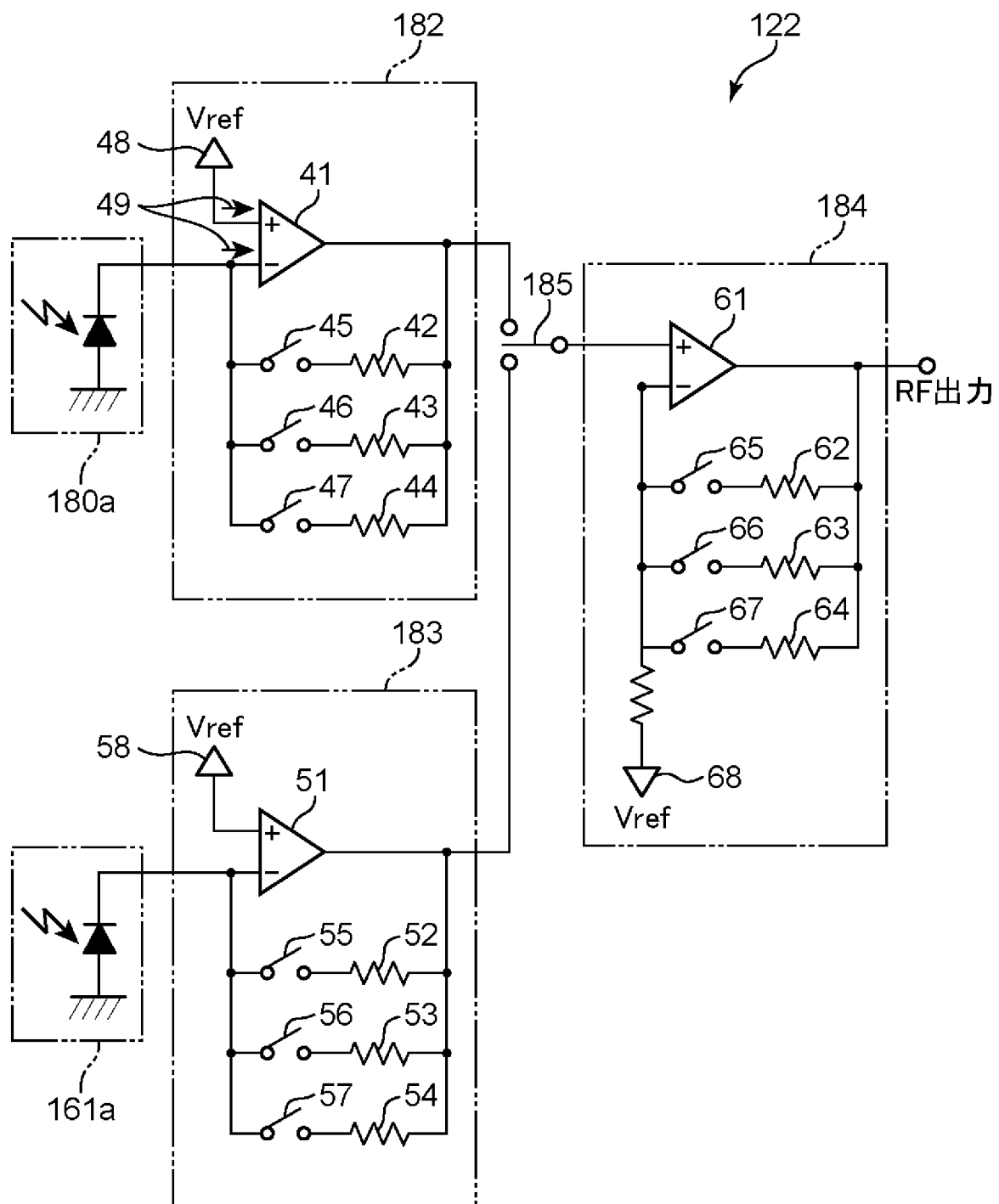
[図19]



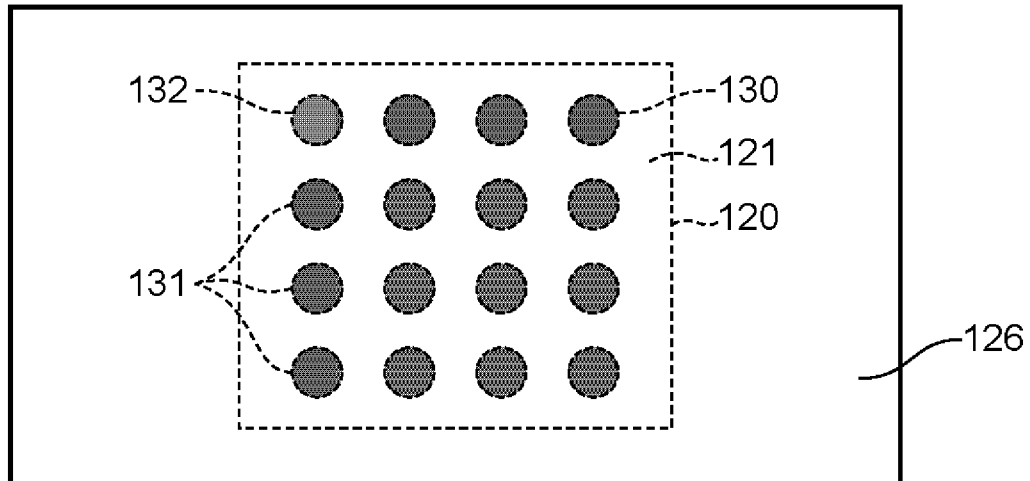
[図20]



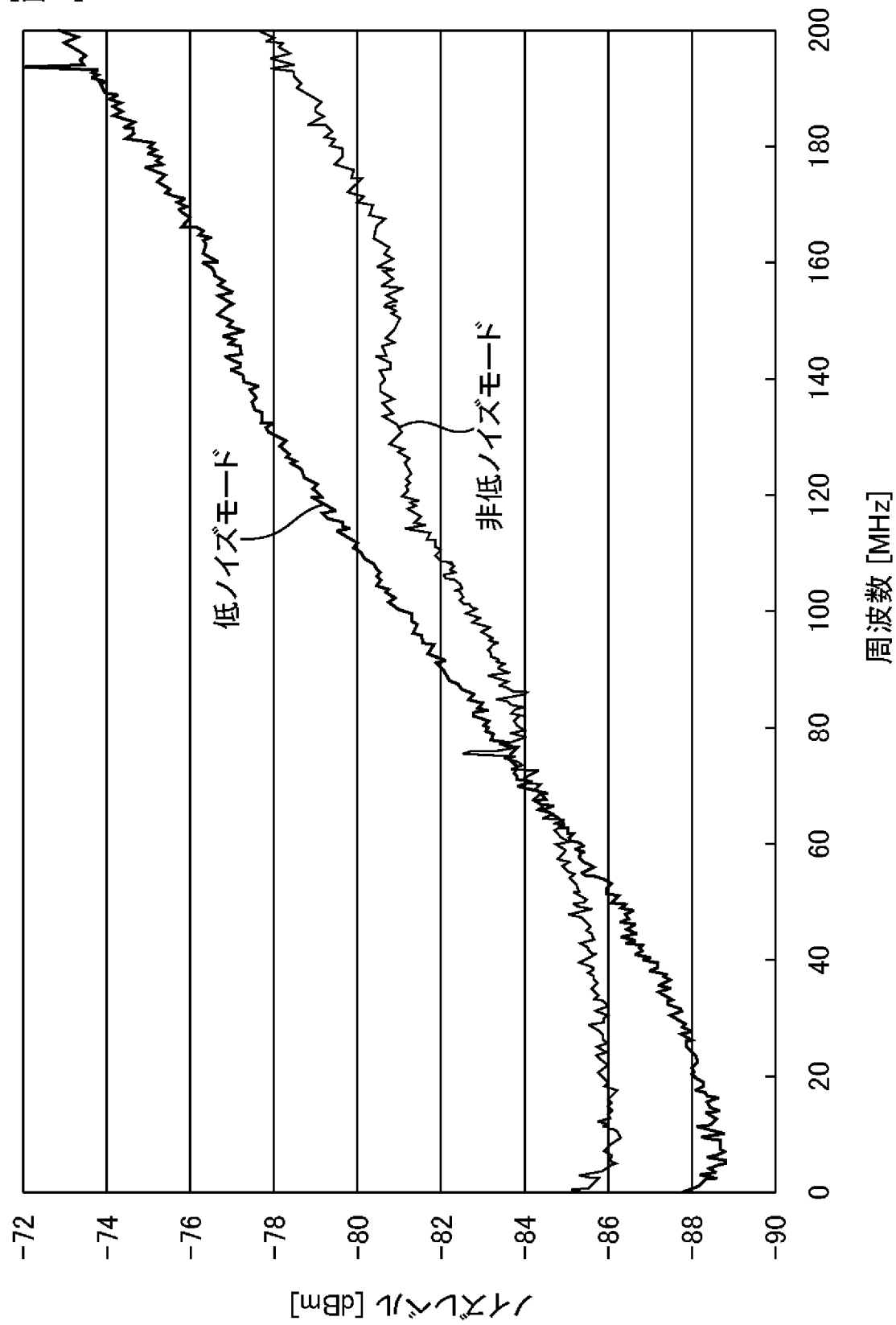
[図21]



[図22]

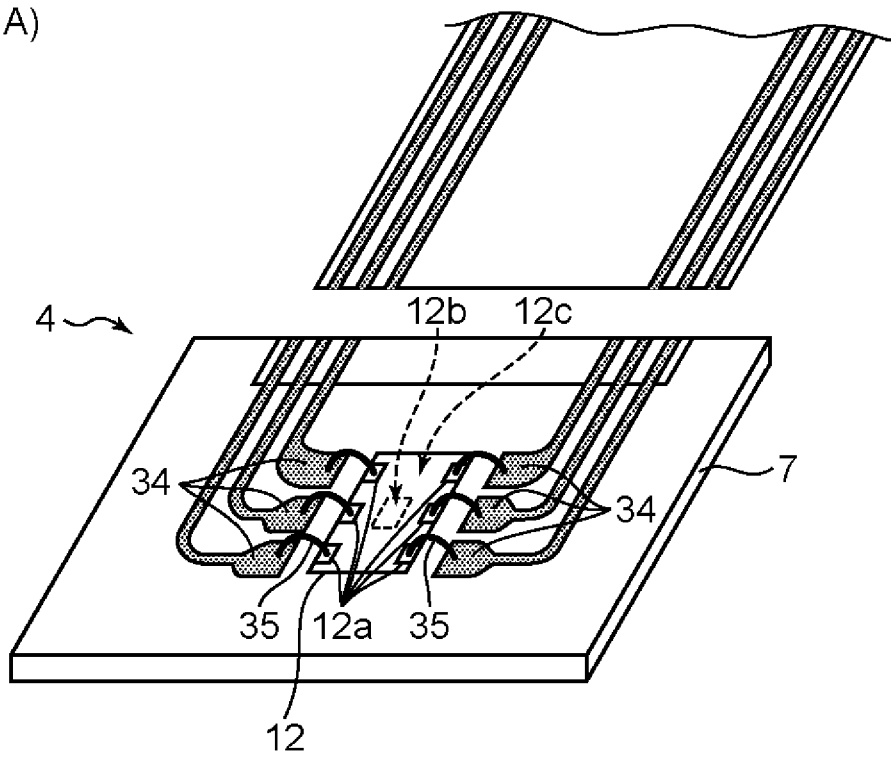


[図23]

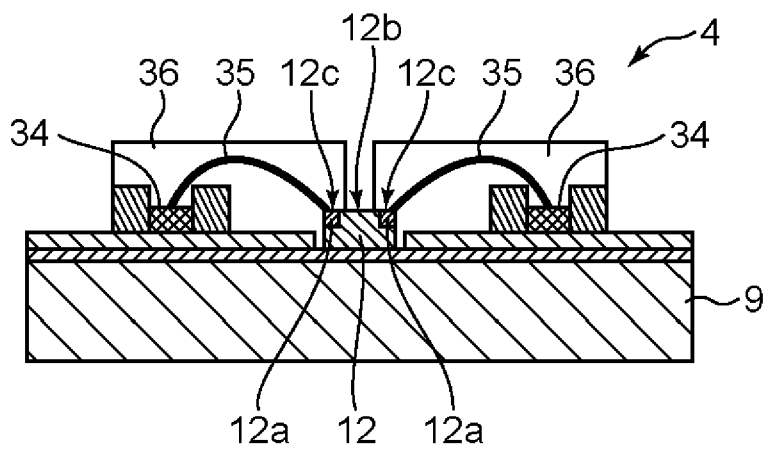


[図24]

(A)

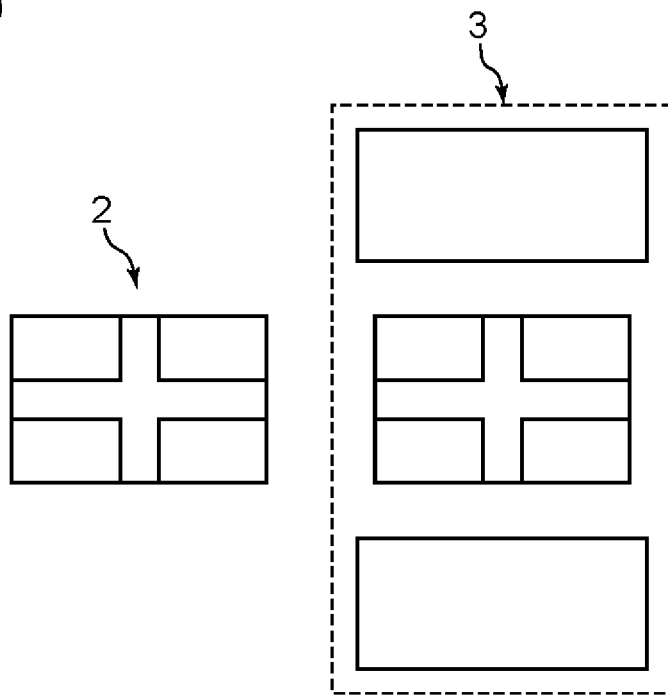


(B)

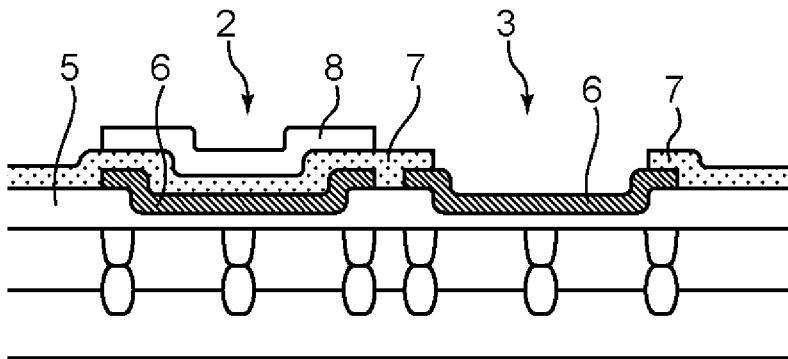


[図25]

(A)

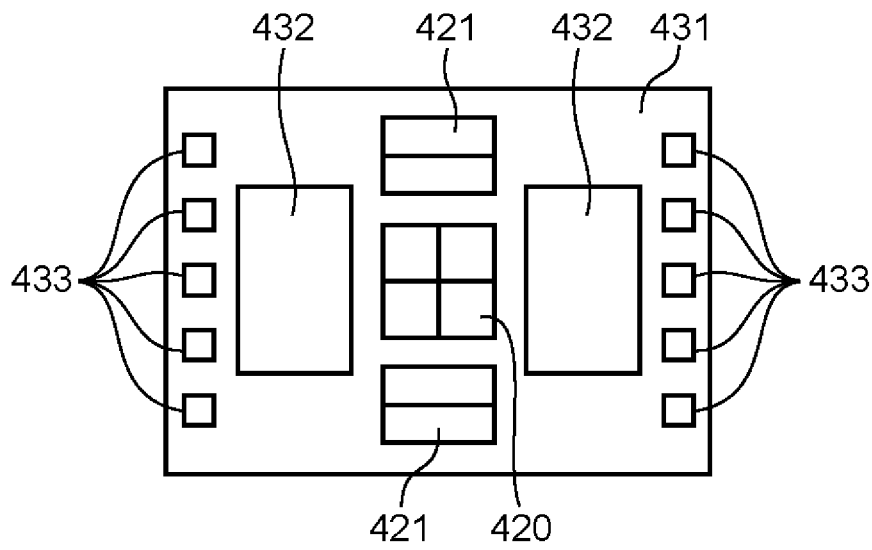


(B)

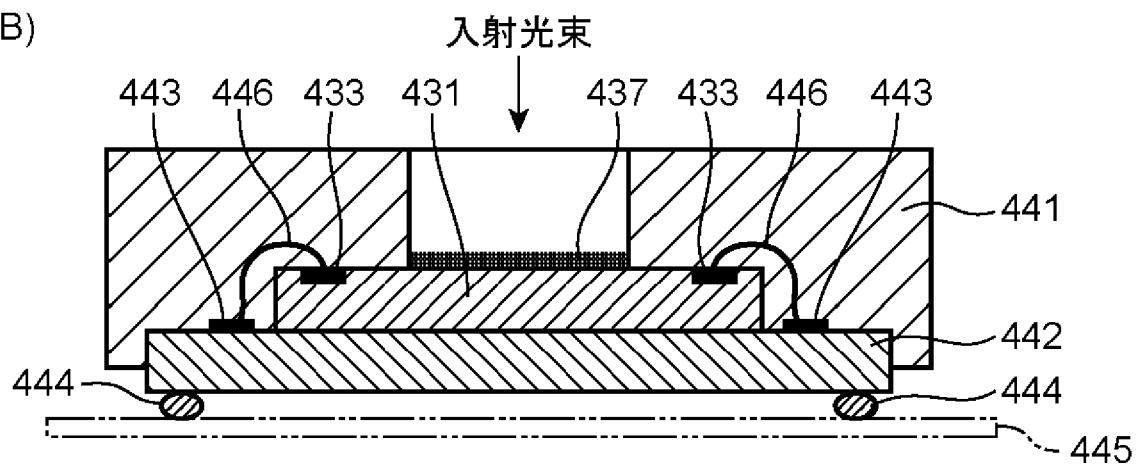


[図26]

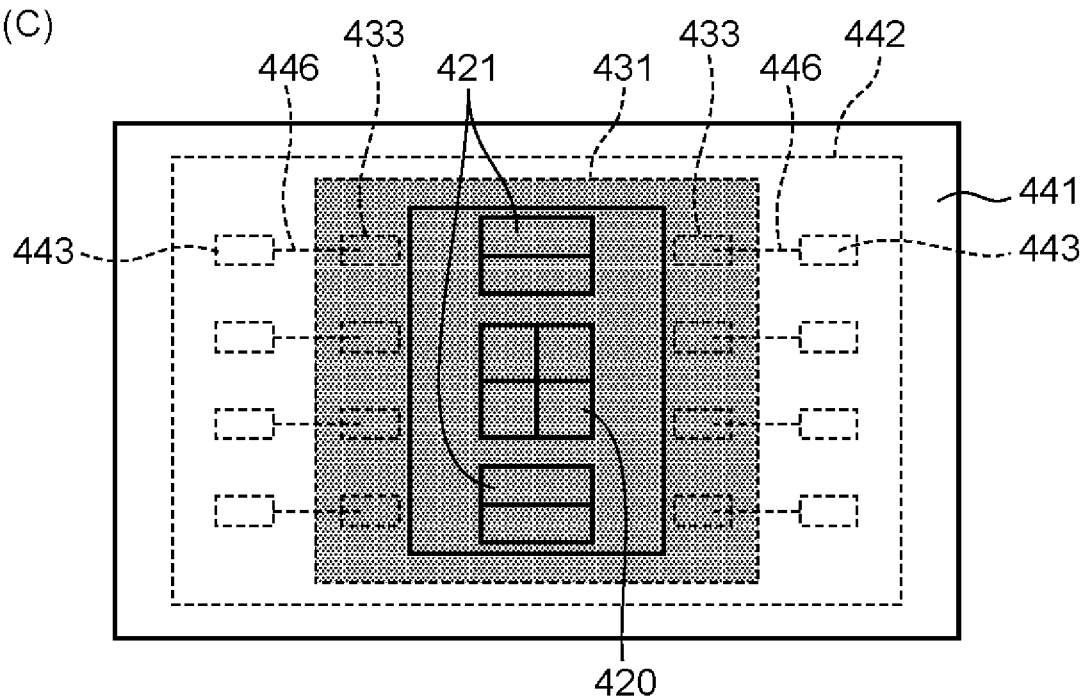
(A)



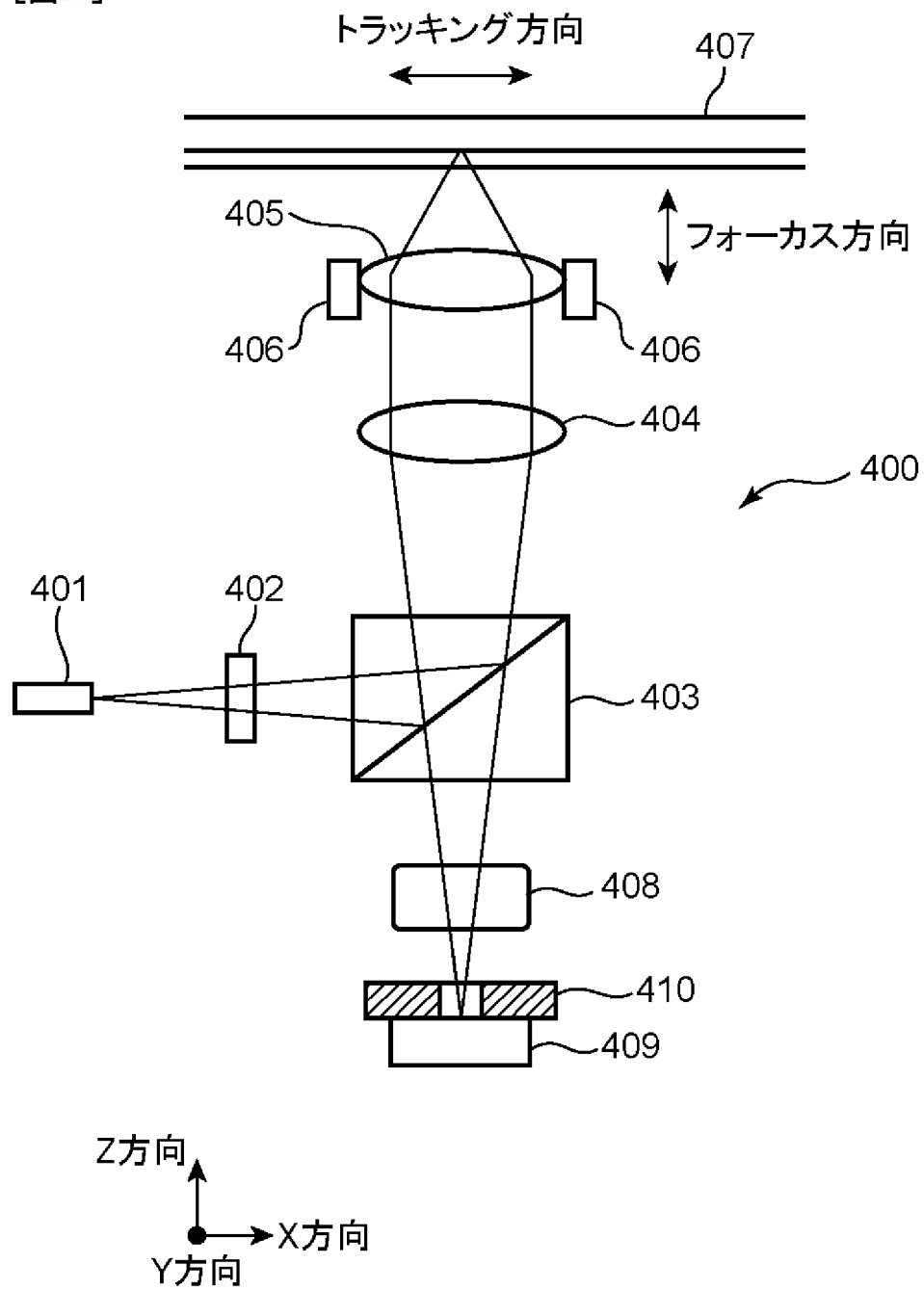
(B)



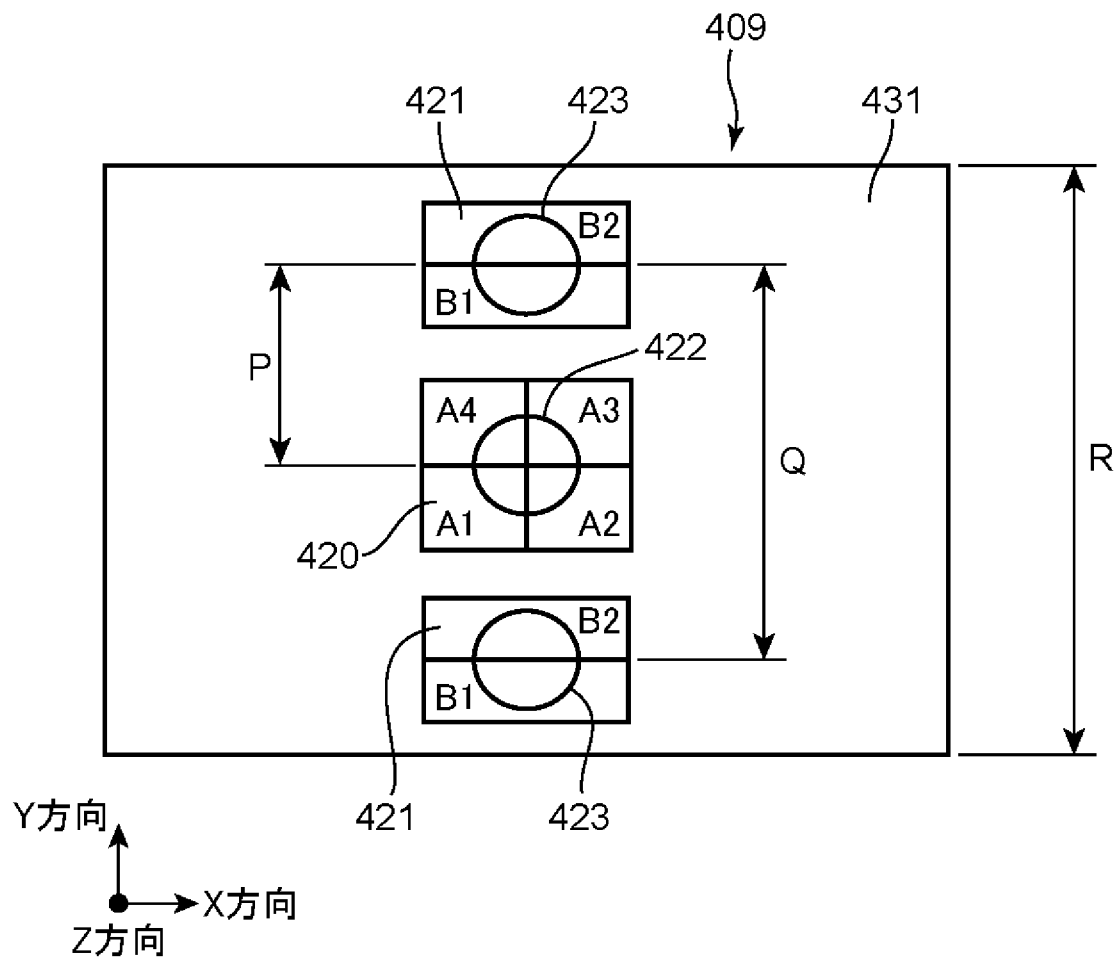
(C)



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 003867

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/13 (2006.01)i, H01L31/02 (2006.01)i, H01L31/10 (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)

G11B7/13, H01L31/02, H01L31/10

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	1996-2011
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011

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.
Y	JP 2008-53583 A (NEC Corp.), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraphs [0105] to [0113]; fig. 20, 21 (Family: none)	1-12
Y	JP 2005-286004 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 13 October 2005 (13.10.2005), paragraphs [0033] to [0051] & US 2008/0006894 A1 & US 2009/0291521 A1 & EP 1742276 A1 & WO 2005/093857 A & WO 2005/093857 A1 & KR 10-2007-0004918 A & CN 1938867 A	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

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

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 October, 2011 (06.10.11)

Date of mailing of the international search report

25 October, 2011 (25.10.11)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 011 / 003867

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-136269 A (Sharp Corp.), 26 May 2005 (26.05.2005), paragraphs [0066] to [0091]; figs. 2, 3, 5 (Family: none)	2-12
Y	JP 2009-94573 A (Panasonic Corp.), 30 April 2009 (30.04.2009), paragraphs [0002] to [0004]; figs. 1 to 3, 12 (Family: none)	8-12
Y	JP 2007-294492 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraphs [0030] to [0034] (Family: none)	8-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/13 (2006. 01) i , H01L31/02 (2006. 01) i , H01L31/10 (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. G11B7/13, H01L31/02, H01L31/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー *	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-53583 A (日本電気株式会社) 2008. 03. 06 段落 【0105】 - 【0113】 , 図 20 , 21 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2005-286004 A (浜松ホトニタス株式会社) 2005. 10. 13 段落 【0033】 - 【0051】 & US 2008/0006894 AI & US 2009/0291521 AI & EP 1742276 AI & WO 2005/093857 A & WO 2005/093857 AI & KR 10-2007-0004918 A & CN 1938867 A	1-12

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの」
 IE 「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」
 I 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」
 IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
 IP 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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」
 IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」
 I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

0 6 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中野 浩昌

5 D

9 2 9 4

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

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
Y	JP 2005--136269 A (シャープ株式会社) 2005. 05. 26 段落 D066】 - D091】 ,図 2,3,5 (ファミリーなし)	2-12
Y	JP 2009--94573 A (パナソニック株式会社) 2009. 04. 30 段落 D002】 - D004】 ,図 1-3 ,12 (ファミリーなし)	8-12
Y	JP 2007--294492 A (松下電器産業株式会社) 2007. 11. 08 段落 D030】 - D034】 (ファミリーなし)	8-12