

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年8月21日 (21.08.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/099705 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/007 (2006.01) G11B 7/135 (2006.01)
G11B 7/005 (2006.01) G11B 7/24 (2006.01)
G11B 7/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/051793
- (22) 国際出願日: 2008年2月4日 (04.02.2008)
- (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2007-036894 2007年2月16日 (16.02.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通二丁目5番5号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中谷 守雄

(NAKATANI, Morio) [JP/JP]; 〒4910918 愛知県一宮市末広1-13-6-1001 Aichi (JP). 永富 謙司 (NAGATOMI, Kenji) [JP/JP]; 〒5030411 岐阜県海津市南濃町駒野1113-3-201 Gifu (JP). 松村 吉晋 (MATSUMURA, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒5030116 岐阜県安八郡安八町大森180 三洋電機男子寮5-418 Gifu (JP). 高橋 誠一郎 (TAKAHASHI, Seiichiro) [JP/JP]; 〒5020932 岐阜県岐阜市則武中4-13-12 Gifu (JP).

(74) 代理人: 芝野 正雅 (SHIBANO, Masanori); 〒5310071 大阪府大阪市北区中津1丁目18番18号 若杉ビル8階 Osaka (JP).

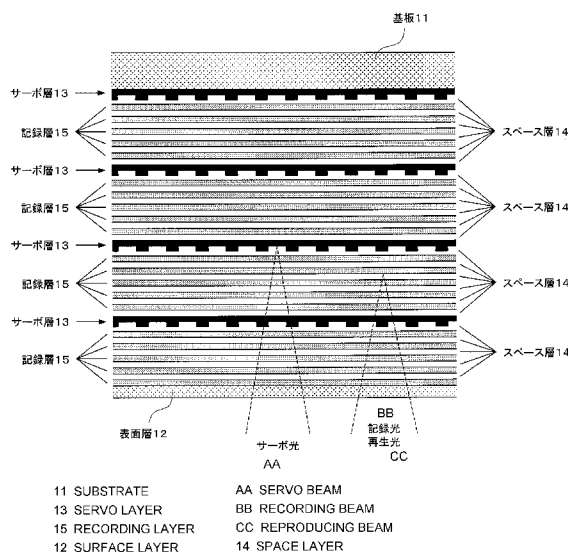
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: RECORDING MEDIUM AND RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称: 記録媒体および記録再生装置

[図1]



(57) Abstract: [PROBLEMS] To effectively increase the capacity of a recording medium of a multilayer recoding medium having, in a stacking direction, a plurality of recording layers whose refractive index changes by a multiphoton absorption process. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] In an optical disc (10), four layers of a combination composed of a servo layer (13), six space layers (14) and five recording layers (15) are arranged. Each servo layer (13) has a structure for generating a clock, a structure for detecting a tilt, a structure for acquiring an address, and a structure for identifying the servo layer. Since the servo layer and the recording layer to be combined with the servo layer are not greatly separated in the stacking direction, reliabilities of a servo signal, a clock signal, a tilt detecting signal and an address signal are highly maintained for each recording layer. Which servo layer the recording layer is combined with can be identified from the structure provided for identifying the servo layer.

[続葉有]

WO 2008/099705 A1



SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: 【課題】多光子吸収過程により屈折率が変化する記録層を積層方向に複数有する多層記録媒体において、記録媒体の容量を効果的に高め得るようにする。【解決手段】光ディスク10中に、サーボ層13、6つのスペース層14および5つの記録層15からなる組が4段配されている。各サーボ層13には、クロックを生成するための構造、チルトを検出するための構造、アドレスを取得するための構造およびサーボ層を識別するための構造が形成されている。サーボ層と、これと組になる記録層が積層方向に大きく離間しないため、各記録層に対するサーボ信号、クロック信号、チルト検出信号およびアドレス信号の信頼性を高く維持できる。また、サーボ層を識別するための構造から当該記録層がどのサーボ層に組み合わされたものかを識別できる。

明 細 書

記録媒体および記録再生装置

技術分野

- [0001] 本発明は、記録媒体および記録再生装置に関し、特に、多光子吸収過程により情報が記録される記録層を積層方向に複数有する多層記録媒体およびそれに対応する記録再生装置に用いて好適なものである。

背景技術

- [0002] 近年、記録媒体の高容量化に伴い、積層方向に複数の記録層を有する光記録媒体が開発されている。たとえば、以下の特許文献1には、複数の記録層と一つのサーボ層が積層された光記録媒体が開示されている。この記録媒体では、ガイドトラックのない平坦な記録層が形成され、その上に、ガイドトラックを有するサーボ層が形成されている。記録再生時には、サーボ層に形成されたガイドトラックをもとにフォーカスサーボ信号とトラッキングサーボ信号が生成される。これらサーボ信号をもとに記録層上のビームスポットを位置制御することにより、ビームスポットが所望の走査軌跡に沿うよう記録層上を走査する。

- [0003] この種の記録媒体では、記録層の積層数を増加させることにより記録媒体の容量を高めることができる。しかし、その一方で、記録層の積層数を増加させると、積層方向におけるサーボ層と記録層の位置が離間するため、記録層とサーボ層の関係が希薄となり、記録層に対するサーボ信号の信頼性が低下するとの問題が生じる。ゆえに、この記録媒体では、記録層の積層数に一定の限界があり、これにより記録容量も制限されることとなる。

特許文献1:特開2004-335060号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 本発明は、このような問題を解消するためになされたものであり、記録媒体の容量を効果的に高め得る記録媒体およびその再生装置を提供することを課題とする。加えて、本発明は、記録層に対するレーザ光のサーボ動作および記録層に対する情報

の記録再生動作を円滑に行い得る記録媒体の構造およびその再生装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0005] 本発明の第1の態様に係る記録媒体は、多光子吸収過程により情報が記録される記録層と、前記記録層に対し積層方向に配されるとともに第1および第2の波長のレーザ光のビームスポットを走査軌跡に沿って案内するためのトラックが形成されたサーボ層とを備え、前記サーボ層と少なくとも一つの前記記録層の組が積層方向に複数配されていることを特徴とする。
- [0006] この態様によれば、積層方向に所定の間隔にてサーボ層が配置されるため、サーボ層と、これと組になる記録層が積層方向に大きく離間することはない。よって、各記録層に対するサーボ信号の信頼性を高く維持することができ、その結果、第1および第2の波長のレーザ光を記録層上において適正に走査させることができる。
- [0007] なお、第1の態様において、前記サーボ層のトラック上に、記録および再生用のクロックを生成するための構造を形成すると、この構造をもとに、光ディスク装置側において、記録再生用クロックを生成することができる。
- [0008] 記録媒体に多数の記録層が積層される場合には、通常、記録層毎に偏心の生じ方が相違する。このため、単純にディスク径方向の位置に基づいてクロック信号を生成すると、記録層によっては、クロック信号が適正な状態から大きくずれる場合が生じる。これに対し、このように、サーボ層にクロック生成用の構造を生成しておけば、この構造をもとに光ディスク装置側においてクロック信号を生成することができる。そして、このクロック信号を、当該サーボ層と組となる記録層の記録再生用クロック信号に用いることにより、適正なクロック信号にて各記録層に対する記録再生動作を行うことができる。
- [0009] また、第1の態様において、前記サーボ層のトラック上に、前記サーボ層のチルトを検出するための構造を形成すると、この構造をもとに、光ディスク装置側において、チルトサーボを掛けることができる。
- [0010] 記録媒体中に多数の記録層が配される場合には、通常、記録層毎にチルト状態が相違する。これに対し、この構成によれば、サーボ層と、これと組になる記録層に対す

る各レーザ光のチルトが、当該サーボ層のチルト検出用の構造から導出されたチルトエラー信号をもとに抑制され得る。ここで、サーボ層と、これと組になる5つの記録層は積層方向の距離が接近しているため、チルト状態も似通っている。よって、このように、サーボ層のチルト検出用の構造に基づくチルトエラー信号をもとに、これと組となる記録層に対するチルトを補正することにより、これら記録層に対するレーザ光のチルトを円滑に抑制することができる。

[0011] また、第1の態様において、前記サーボ層のトラック上に、走査アドレスを検出するための第1の構造と、この第1の構造を適正に読み取れなかったときに前記走査アドレスを検出するための第2の構造を形成すると、これら第1および第2の構造をもとに、光ディスク装置側において、記録再生位置の物理アドレスを取得することができる。

[0012] 記録媒体中に多数の層が積層される場合、何れかの層の一部に異物等が混入すると、レーザ光入射側から見てこの異物の奥側にあるサーボ層に基づく信号には、この異物による劣化が生じる。この場合、この異物がサーボ層上の物理アドレス形成領域に対応する位置にあると、この異物のために物理アドレスを読み取れない恐れがある。これに対し、この構成によれば、一つの物理アドレスに対して第1および第2の構造が二重に配されるため、このうち何れか一方が読み取れなくとも、他方から物理アドレスを取得することができる。

[0013] なお、以上の構成において、前記各サーボ層の面内方向の同じ領域に層検出用のゾーンをそれぞれ割り当て、積層方向に互いに重ならない各ゾーン内の位置に、各サーボ層を検出するための構造を形成すると、光ディスク装置側において、第3の波長のレーザ光によって層検出用のゾーンを面内方向に走査することにより、現在アクセス中のサーボ層が、記録媒体中に存在する複数のサーボ層のうちどのサーボ層であるかを識別することができる。

[0014] 本発明の第2の態様は、記録媒体に情報を記録および再生する記録再生装置に関するものである。この態様において、記録媒体には、多光子吸収過程により情報が記録される少なくとも一つの記録層と、前記記録層に対し積層方向に配されるとともに第1および第2の波長のレーザ光のビームスポットを走査軌跡に沿って案内するためのトラックが形成されたサーボ層との組が積層方向に複数配されている。この態様

に係る記録再生装置は、光ピックアップ装置と、前記光ピックアップ装置を制御するサーボ回路を備え、前記光ピックアップ装置は;前記第1および第2の波長のレーザ光と前記サーボ層を走査するための第3の波長のレーザ光を前記記録媒体に照射すると共に前記記録媒体によって反射された各波長のレーザ光の反射光のうち再生用に用いる反射光と前記第3の波長のレーザ光の反射光を対応する光検出器に導く光学系と、前記第1および第2の波長のレーザ光を前記記録層に追従させると共に前記第3の波長のレーザ光を前記サーボ層に追従させるアクチュエータを具備し、前記サーボ回路は;前記第3の波長のレーザ光を受光する前記光検出器からの検出信号にもとづいて、前記第3の波長のレーザ光を前記サーボ層上の前記トラック上に位置づけるとともに前記第1および第2の波長のレーザ光を記録もしくは再生対象とされる前記記録層上の前記走査軌跡に沿って走査させるサーボ信号を生成して前記アクチュエータに供給することを特徴とする。

[0015] ここで、前記サーボ層のトラック上に、記録および再生用のクロックを生成するための構造が形成されている場合、第2の態様に係る記録再生装置は、この構造を前記第3の波長のレーザ光が走査するときの前記検出信号に基づいて記録および再生用のクロックを生成するクロック生成回路をさらに有する構成とされ得る。

[0016] また、前記サーボ層のトラック上に、前記サーボ層のチルトを検出するための構造が形成されている場合、第2の態様に係る記録再生装置におけるアクチュエータは、前記記録層に対する前記第1および第2の波長のレーザ光のチルトを補正するための構成と、前記サーボ層に対する前記第3の波長のレーザ光のチルトを補正する構成を備え、前記サーボ回路は、この構造を前記第3の波長のレーザ光が走査するときの前記検出信号に基づいて前記チルトを抑制するためのチルトサーボ信号を生成して前記アクチュエータに供給するよう構成され得る。

[0017] また、前記サーボ層のトラック上に、走査アドレスを検出するための第1の構造とこの第1の構造から前記走査アドレスを取得できなかったときにこれを補完するための第2の構造が形成されている場合、これら第1および第2の構造を前記第3の波長のレーザ光が走査するときの前記検出信号に基づいてアドレス情報を生成するアドレス生成回路をさらに有する構成とされ得る。

[0018] また、前記各サーボ層の面内方向の同じ領域に層検出用のゾーンがそれぞれ割り当てられ、各サーボ層の前記ゾーンの積層方向に互いに重ならない位置に、前記各サーボ層を検出するための構造が形成されている場合、第2の態様に係る記録再生装置は、記録または再生の際に前記サーボ層の前記ゾーンを前記第3の波長のレーザ光で走査し、このゾーン内の何れの位置において前記サーボ層を検出するための構造に対応する検出信号が得られるかによって、走査されたサーボ層が複数存在するサーボ層のうち何れのサーボ層であるかを識別するよう構成され得る。

[0019] なお、「多光子吸収過程」とは、物質が2つ以上の光子を吸収して励起される現象のことである。多光子吸収の起こる確率は、入射光強度の2乗に比例する(非線形光学効果)。つまり、入射光のエネルギーが集中している領域においてのみ多光子吸収が誘起される。入射光をレンズで集光すれば、焦点付近でのみ多光子吸収が起こり、焦点が合っていないその他の空間では多光子吸収は起こらないという状態を作り出すことができる。具体的には、その材料の吸収波長帯のレーザ光を超短パルス且つ高強度にて集光照射することにより、多光子吸収材料に多光子吸収を誘起することができる。この他、その材料の吸収波長帯以外の波長の光を照射しつつ吸収波長帯のレーザ光を集光照射して、多光子吸収材料に多光子吸収を誘起させる方法もある。この場合、吸収波長帯以外の波長の光によって多光子吸収材料のエネルギー準位が上昇する。このため、吸収波長帯のレーザ光の強度レベルをある程度抑えても多光子吸収が誘起される。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施の形態に係る光ディスクの断面構造を示す図である。

[図2]実施の形態に係るサーボ層材料の光学特性を示す図である。

[図3]実施の形態に係る光ディスクのエリアフォーマットを示す図である。

[図4]実施の形態に係る層検出ゾーンの構成(断面構造)を示す図である。

[図5]実施の形態に係るサーボ層のグループ領域の構造を示す斜視図である。

[図6]実施の形態に係るサーボ層のグループ領域の構造を示す平面図である。

[図7]実施の形態に係るサーボ層のグループ領域の構造を示す平面図である。

[図8]実施の形態に係る光ピックアップ装置の構成(光学系)を示す図である。

[図9]実施の形態に係る各種サーボ信号の生成方法を説明する図である。

[図10]実施の形態に係る光ディスク装置の構成を示す図である。

[図11]実施の形態に係る記録再生動作を概念的に示す図である。

[図12]実施の形態に係る初期動作を示すフローチャートである。

[図13]実施の形態に係る記録再生動作を示すフローチャートである。

[0021] ただし、図面はもっぱら説明のためのものであつて、この発明の範囲を限定するものではない。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、本発明の実施の形態につき図面を参照して説明する。本実施の形態は、多層型の光ディスクとこれに対応する光ピックアップ装置および光ディスク装置に本発明を適用したものである。なお、本実施の形態では、記録時に、記録用レーザ光の他に、再生用レーザ光が記録層に同時に照射され、記録層に2光子吸収が誘起される。

[0023] まず、図1に実施の形態に係る光ディスク10の断面構造を示す。

[0024] 図示の如く、光ディスク10は、基板11と表面層12の間に、サーボ層13、6つのスペース層14および5つの記録層15からなる組を4段配することにより構成されている。

[0025] 基板11および表面層12は、ポリカーボネート、ポリオレフィンまたはアクリル等の透光性材料からなっている。この他、基板11および表面層12の材料として、生分解性材料、UV硬化樹脂、粘着フィルム等を用いることもできる。

[0026] サーボ層13は、サーボ用レーザ光(以下、「サーボ光」という)に対する反射率が高く、記録用レーザ光(以下、「記録光」という)と再生用レーザ光(以下、「再生光」という)に対する反射率が低い材料にて形成されている。本実施の形態では、サーボ光として波長635nm程度の赤色レーザ光が用いられ、記録光および再生光としてそれぞれ波長800nmの赤外レーザ光と波長450nm程度の青色レーザ光が用いられるため、サーボ層13の材料として、たとえば、5酸化ニオブが用いられる。

[0027] 図2は、5酸化ニオブで生成した膜の光学特性を示す図である。図示の如く、この膜は、波長635nm付近の光に対する反射率が高く、波長500nmおよび800nm付近の光に対する反射率が非常に低い。したがって、上記の如くサーボ光の波長を63

5nmとし、記録光および再生光の波長をそれぞれ450nmおよび800nmとする場合には、サーボ光に対する反射が高く、記録光および再生光に対する反射が低い膜となる。

[0028] なお、ここでは、サーボ層13の材料として5酸化ニオブを用いたが、これは、上記の如く、サーボ光、記録光および再生光の波長が、それぞれ635nm、800nmおよび450nmに設定されているためである。サーボ光、記録光および再生光の波長がこれら以外の値に設定される場合には、それに応じて、サーボ光に対する反射率が高く、記録光と再生光に対する反射率が低い材料が、サーボ層13の材料として選択される。

[0029] 図1に戻り、スペース層14は、紫外線硬化樹脂または両面に粘着剤が塗布された透明なフィルム材によって構成される。

[0030] 記録層15は、2光子吸収により屈折率が変化する材料からなっている。本実施の形態では、記録時に記録光と再生光が記録層15に同時に照射される。再生光の照射により記録層15のエネルギー準位を持ち上げつつ、記録光にて記録層15に2光子吸収を誘起させる。よって、記録層15の材料には、この光学作用に適応する2光子吸収材料が用いられる。

[0031] 記録層15の材料として、たとえば、ジアリールエテン系またはスピロピラン系の材料を用いることができる。本実施の形態では、記録光と再生光の波長が800nmと450nmであるため、ジアリールエテン系の材料として、たとえば、*cis*-1,2-dicyano-1,2-bis(2,4,5-trimethyl-3-thienyl)を用いることができ、また、スピロピラン系の材料として、たとえば、1,3,3-trimethylindolino-6-nitrobenzopyrrolospiranを用いることができる。記録光と再生光の波長として800nmと450nm以外の波長が選択される場合には、それに応じて、記録層の材料が変更される。この他、記録層15の材料として、フォトポリマー、フォトリクティブ結晶、蛍光色素、ZnS、ZnOを含む蛍光材料などを用いることもできる。

[0032] サーボ層13には、螺旋状にグルーブが形成され、これにより、グルーブ間の領域に螺旋状のランドが形成されている。グルーブおよびランドの構造は、追って図5ないし図7を参照して説明する。なお、サーボ層13の一部には、後述の如く、サーボ層識別

用の層構造や、そのサーボ層13と組となる5つの記録層15の物理情報を保持するビットが形成されている。

[0033] 記録層15は、所定の厚みを有する均一かつ平坦な膜からなっている。スペース層14は、サーボ層13と記録層15の間、表面層12と記録層15の間、および、積層方向に隣り合う2つの記録層の間に介在している。

[0034] この光ディスク10は、たとえば、以下の工程にて生成される。

[0035] まず、サーボ層13に転写されるべきグルーブ構造を有するスタンプが準備される。このスタンプを用いて射出成形を行い、片面にグルーブ構造が転写された基板11が生成される。さらに、基板11のグルーブ構造転写面上に、アルミニウム等の高反射材料からなる反射膜が蒸着により形成される。これにより、基板11上にサーボ層13が生成される。このように、1層目のサーボ層13は、上述の5酸化ニオブではなく、アルミニウム等の高反射率材料から形成される。

[0036] 次に、1層目のサーボ層13上に紫外線硬化樹脂がスピンコート法等によって塗布され、これに紫外線を照射して均一なスペース層14が形成される。このようにして形成されたスペース層14上に、上述のジアリールエテン系またはスピロピラン系の材料が蒸着され記録層15が形成される。記録層15の厚みは、 $0.1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 程度とされる。さらに、その上に紫外線硬化樹脂がスピンコート法等によって塗布され、これに紫外線を照射して均一なスペース層14が形成される。ここで、スペース層14の厚みは、 $1 \sim 8 \mu\text{m}$ 程度とされる。なお、ここでは、紫外線硬化樹脂によってスペース層14を形成したが、両面に粘着剤が塗布された透明なフィルム材（たとえば、ポリビニルアルコールからなるシール材）を記録層15上に貼り付けることによりスペース層14を形成しても良い。

[0037] その後、記録層15とスペース層14の形成が上記工程に従って繰り返し行われ、所定数の記録層15とスペース層14が積層される。そして、次のサーボ層13の直前のスペース層14の生成の際に、紫外線硬化樹脂が記録層15上に塗布され、その上に上記スタンプが押し付けられた状態で、基板11側から紫外線が照射される。これにより、紫外線硬化樹脂が硬化し、その後、スタンプを紫外線硬化樹脂から剥離することで、表面にグルーブ構造が転写されてスペース層14が形成される。

- [0038] このようにしてスペース層14が形成された後、その表面に上述の5酸化ニオブが蒸着され、サーボ層13が形成される。そして、このサーボ層13上に紫外線硬化樹脂がスピンコート法等によって塗布され、これに紫外線を照射して均一なスペース層14が形成される。以後、上記工程に従って記録層15とスペース層14の形成が繰り返され、所定数の記録層15とスペース層14が積層される。
- [0039] 以上の工程が表面層12の直前まで繰り返され、サーボ層13、スペース層14および記録層15からなる組が4つ形成される。その後、最後のスペース層14上に紫外線硬化樹脂が塗布され、これに紫外線を照射して表面層12が形成される。なお、最後のスペース層14がシール材ではなく紫外線硬化樹脂から形成される場合には、最後のスペース層14の厚みを大きくして表面層12としても良い。
- [0040] 図3は、光ディスク10のエリアフォーマットを示す図である。図示の如く、光ディスク10のエリアは、内周から外周に向かってクランプエリア21、層検出ゾーン22、システムゾーン23、データゾーン24、リードアウトゾーン25に区分される。なお、上述のグループ構造は、層検出ゾーン22からリードアウトゾーン25まで形成されている。
- [0041] クランプエリア21は、光ディスク10を光ディスク装置内のターンテーブルにチャッキングするためのエリアである。層検出ゾーン22は、それぞれのサーボ層13が表面層12から何番目のものであるかを検出するためのゾーンである。
- [0042] 図4に、層検出ゾーン22の構成(ディスク断面構造)を示す。図示の如く、層検出ゾーン22は、内周から外周に向かって4つのゾーンZ1～Z4に区分される。これら4つのゾーンのうち、最内周にあるゾーンZ1は、表面層12から1番目のサーボ層13を検出するためのゾーンに割り当てられる。同様に、内周側から2番目、3番目および4番目のゾーンZ2、Z3およびZ4は、表面層12から2番目、3番目および4番目のサーボ層13を検出するためのゾーンに割り当てられる。表面層12から1番目のサーボ層13には、最内周のゾーンZ1にサーボ層識別用の層構造が形成される。同様に、表面層12から2番目、3番目、4番目のサーボ層13には、それぞれゾーンZ2、Z3、Z4にサーボ層識別用の層構造が形成される。
- [0043] ここで、サーボ層識別用の層構造は、たとえば、サーボ層13をディスク周方向に間欠的に消失させるようにして形成される。この層構造は、たとえば、サーボ層13形成

後に高パワーのレーザ光によってサーボ層13を焼き切る方法によって形成される。

[0044] この場合、光ディスク10が回転されている状態でレーザ光がサーボ層識別用の層構造に収束されると、サーボ層13の消失パターンに応じて反射光の強度が変調される。したがって、レーザ光を一つのサーボ層13にフォーカス合わせした後、レーザ光の走査位置をZ1からZ4に順次移動させると、そのサーボ層13におけるサーボ層識別用の層構造の形成ゾーンにレーザ光が移動したところで、反射光の強度に変調が起こる。よって、レーザ光がゾーンZ1～Z4のうちどのゾーンにあるときに反射光の強度が変調するかをモニタすることにより、そのサーボ層13が表面層12から何番目にあるかを識別できる。具体的には、レーザ光がゾーンZ1の位置にあるときに反射光の強度が変調すれば、そのサーボ層13は表面層12から1番目にあると識別される。

[0045] なお、サーボ層識別用の層構造には、サーボ層13の消失パターンによって各サーボ層の識別IDを保持させても良い。こうすると、各サーボ層13をより正確に識別できるようになる。また、ここでは、サーボ層13のゾーンZ1～Z4を高パワーのレーザ光で焼き切ることにによりサーボ層識別用の層構造を形成する方法を示したが、対応するゾーンにピットや凹凸を形成したスタンプをサーボ層毎に準備しておき、各サーボ層13を形成する際に対応するスタンプを使用して、ゾーンZ1～Z4のうちそのサーボ層13に対応する領域にピットや凹凸を転写するようにしても良い。この場合、そのサーボ層13に対応する以外のゾーンは、ピットや凹凸のないフラットな状態にすると良い。

[0046] また、ゾーンZ1にはサーボ層識別用の構造としてL0を意味するピット列もしくはアドレス構造を形成し、同様に、ゾーンZ2、Z3、Z4にはサーボ層識別用の構造としてL1、L2、L3を意味するピット列もしくはアドレス構造を形成して、ゾーンZ1～Z4にそのサーボ層の層情報を記録するようにしても良い。

[0047] さらに、層検出ゾーン22を利用して記録層15の判別を行えるようにしてもよい。未記録のディスクでは、記録層15に信号が記録されておらずブランク状態となっているが、記録を行う際に、レーザ光入射側から順番に、層検出ゾーン22の記録層15に記録層15を検出するための信号を記録する。たとえば、レーザ光入射側から見て一番手前の記録層15には、一番手前のサーボ層13(L0)に組み合わされた最初の記録層15であることを意味する“00”という信号を単一もしくは連続して記録し、同様に、

レーザ光入射側から見て二番手前の記録層15には、一番手前のサーボ層13(L0)に組み合わされた2番目の記録層15であることを意味する“01”という信号を単一もしくは連続して記録する。同様の記録処理を、全ての記録層15に対し繰り返すことにより、ブランクディスクの層検出ゾーン22の記録層15にその記録層15を識別するための層情報を記録することができる。このように記録された層情報を再生時に再生することにより、再生対象のサーボ層のみならず記録層の層情報をも取得することができる。

[0048] また、各記録層15の層情報は、層検出ゾーン22に付加するだけでなく、システムゾーン23の記録層15に付加しても良く、また、記録層15のデータゾーン24に記録する論理アドレスの一部に含めても良い。また、データゾーン24をたとえば径方向に複数に分割する場合には、分割された各領域の境界部分等に層情報を記録するようにしても良い。このように、層検出ゾーン22以外にも複数個所に層情報を記録しておけば、再生時に、逐一、層検出ゾーン22にアクセスする必要がなくなり、層判別の際のシーク時間を抑制することができる。よって、記録層間に渡ってランダムアクセスを行うような場合にも、円滑かつ迅速に層判別が行えるようになり、安定した再生動作を実現することができる。

[0049] また、サーボ層13の層判別において層判別ゾーン22をゾーンZ0～Z4に分割したのと同様に、記録層15の層判別においても層判別ゾーン22をサーボ層間に存在する記録層の数(本実施の形態では5つ)のゾーンに分割し、その記録層に対応するゾーンに信号を記録することで、記録層の判別を可能とするようにしても良い。

[0050] 図3に戻り、システムゾーン23には、記録再生動作を制御するための情報が保持される。サーボ層13のシステムゾーン23には、そのサーボ層13と組となる5つの記録層15の物理情報(記録密度、再生レーザパワー、記録レーザパワー、等)を保持するピット列が螺旋状に形成されている。なお、このピット列は、システムゾーン23の内周部領域に形成されている。この領域にはグループは形成されず、ピット列のみが形成され、このピット列領域に続く外周部領域にグループが形成されている。各記録層15のシステムゾーン23には、その記録層15を識別するための情報(記録層ID)と、その記録層15に対する記録を管理する情報、たとえば、その記録層15に対する記

録の可否を示す情報、次の記録開始アドレス、レーザパワー調整時のテスト記録に関する情報および記録済みユーザ情報のファイル構造を示す情報等が記録される。

- [0051] データゾーン24には、ユーザ情報が記録される。本実施の形態では、ランド30に対応する走査軌跡のみならずグループ31の走査軌跡にも追従して、データゾーン24の記録層15にユーザ情報が記録される。リードアウトゾーン25には、そこがディスク外周部であることを示す情報が記録される。
- [0052] 図5に、ランドとグループの構造を示す。同図(a)に示すように、ランド30とグループ31は一定ピッチで形成されている。本実施の形態では、ランド30とグループ31の幅は同じとなっている。これは、上記の如く、ランド30に対応する走査軌跡のみならずグループ31の走査軌跡にも追従するように、記録層15に情報が記録されるためである。なお、ランド30とグループ31の何れか一方のみに追従するように情報を記録する場合には、記録容量を増加させるために、他方の幅をできるだけ小さくすれば良い。
- [0053] これらランド30とグループ31には、同図(b)に示す如く、一定間隔毎にFCM(ファインクロックマーク)32、33が形成されている。図中、FCM32の深さはグループ31の深さと同じで、FCM33の高さはランド30の高さと同じである。
- [0054] ランド30またはグループ31の走査時に、ビームスポットがFCM32またはFCM33に到達すると、反射光の強度レベルに変化が生じる。本実施の形態では、後述の如く、この反射光を受光する光検出器からの出力に基づいてFCM32または33の検出信号が生成され、さらに、この検出信号をもとに記録再生用のクロック信号が生成される。
- [0055] 上記の如く、光ディスク10に多数の記録層15が積層される場合には、通常、記録層15毎に偏心の生じ方が相違する。このため、単純にディスク径方向の位置に基づいてクロック信号を生成すると、記録層15によっては、クロック信号が適正な状態から大きくずれる場合が生じる。このため、本実施の形態では、FCM32、33の検出信号をもとにクロック信号を生成し、これを、当該サーボ層13と組となる記録層15の記録再生用クロック信号に用いるようにしている。
- [0056] なお、同図(b)に示す構造に換えて、同図(c)に示す如く、グループ31上のみにFCM33を形成するようにしても良い。この場合、ビームスポットがランド30上を走査し

ている場合にも、ビームスポットのディスク径方向における周縁部分がグループ31上のFCM33に掛かるため、反射光の強度レベルに変化が生じる。よって、ランド30の走査時にも、この反射光を受光する光検出器からの出力に基づいて、FCM33の検出信号およびクロック信号を生成することができる。

[0057] このFCM32、33の他に、ランド30とグループ31上には、ランド30とグループ31の物理アドレスを保持する構造が形成されている。すなわち、図6(a)に示すように、ランド30とグループ31の境界にある壁面をディスク径方向にウォブルさせることにより第1アドレス34と第2アドレス35が保持されている。ここで、グループ31上において連続する第1および第2アドレス34、35は、同じ物理アドレスを保持している。このため、ランド上において連続する第1および第2アドレス34、35には、互いに異なる物理アドレスが保持される。

[0058] すなわち、同図(a)の場合、ランド30上の第1アドレス34は右側のグループ31の物理アドレスを保持し、ランド30上の第2アドレス35は左側のグループ31の物理アドレスを保持している。この場合、ランド30の物理アドレスはそのランド30上の第2アドレス35によって規定され、そのランド30上の第1アドレス34は、第2アドレス35が読み取れなかった場合に、この第2アドレス35に保持された物理アドレスを取得するために用いられる。すなわち、この場合、第1アドレス34を読み取って取得された物理アドレスに、このランド30上の第1および第2アドレス34、35のアドレス差を加減算することにより、当該ランドの物理アドレスが取得される。

[0059] なお、このように一つの物理アドレスに対して2つのウォブル形状(第1および第2アドレス34、35)を二重に形成するのは、以下の理由によるものである。すなわち、上記の如く光ディスク10中に多数の層が積層される場合、何れかの層の一部に異物等が混入すると、レーザ光入射側から見てこの異物の奥側にあるサーボ層13に基づく信号には、この異物による劣化が生じる。この場合、この異物がサーボ層13上の物理アドレス形成領域に対応する位置にあると、この異物のために物理アドレスを読み取れない惧れがある。そこで、本実施の形態では、一つの物理アドレスに対して2つのウォブル形状(第1および第2アドレス34、35)を二重に形成し、このうち何れか一方が読み取れなくとも、他方から物理アドレスを取得できるようにしている。

- [0060] なお、ここでは、物理アドレスを二重に保持させるようにしたが、三重以上保持させても良い。ただし、そうすると、記録領域に対するウォブル形状の占有率が高まるため、その分、ディスクの記録容量が減少する。よって、物理アドレスの繰り返し回数は、記録容量の減少を考慮しつつ、適当数に設定するようにすれば良い。
- [0061] また、上記では、グループ31上において連続する第1および第2アドレス34、35に同じ物理アドレスを保持させるようにしたが、ランド30上において連続する第1および第2アドレス34、35の方に同じ物理アドレスを保持させるようにしても良い。また、第1および第2アドレス34、35には、必ずしも同じ物理アドレスを保持させずとも良く、何れか一方から取得された情報をもとにその位置の物理アドレスを適正に取得できるような情報を保持させておいても良い。
- [0062] これら第1および第2アドレス34、35の他に、グループ31上には、その位置のチルト状態（レーザ光軸に対するサーボ層13の傾斜状態）を検出するための構造が形成されている。すなわち、図6(b)に示すように、グループ31上には、ディスク径方向におけるグループ幅を一定寸法だけ広狭させたチルトマーク36（第1チルトマーク36a、第2チルトマーク36b）が形成されている。ここで、第1チルトマーク36aの形成位置の隣のランドは幅が狭くなり、また、第2チルトマーク36bの形成位置の隣のランドは幅が広がる。よって、第1チルトマーク36aと第2チルトマーク36bの形成により、ランド30上にも、ディスク径方向におけるグループ幅を一定寸法だけ広狭させたチルトマーク36が形成される。
- [0063] 第1チルトマーク36aと第2チルトマーク36b上をビームスポットが走査すると、レーザ光軸に対するサーボ層13の傾斜状態に応じて、ラジアルプッシュプル信号上にS字カーブが生じる。このS字カーブの波形状態によって、その走査位置におけるサーボ層13のチルト状態が検出される。本実施の形態では、ラジアルプッシュプル信号上に生じるS字カーブをもとに、チルトエラー信号(TIE)が生成される。そして、この信号をもとに、サーボ層13とこれと組となる記録層15に照射される各レーザ光の光軸が傾斜され、サーボ層13および記録層15に対する各レーザ光軸のチルトが補正される。
- [0064] 上記のように光ディスク10中に多数の記録層15が配される場合には、通常、記録

層15毎にチルト状態が相違する。本実施の形態では、サーボ層13と、これと組になる記録層15に対する各レーザ光のチルトが、当該サーボ層13から導出されたチルトエラー信号をもとに抑制される。ここで、サーボ層13と、これと組になる5つの記録層15は積層方向の距離が接近しているため、チルト状態も似通っている。よって、このように、サーボ層13に基づくチルトエラー信号をもとに、これと組となる5つの記録層15に対するチルトを補正することにより、これら記録層15に対する記録光および再生光のチルトを円滑に抑制することができる。

[0065] なお、チルトマークは、上記以外の構造としても良い。たとえば、図5(c)に示すFCM33をチルトマークに共用することもできる。こうすると、別途チルトマークの形成領域を確保する必要がないため、その分、光ディスク10の記録容量を向上させることができる。

[0066] また、チルト補正の観点からはチルトマークをディスク全周にわたって形成するのが好ましいが、記録容量の観点からは、チルトマークの形成領域を所定の領域に制限するのが望ましい。記録容量を優先する場合には、たとえば、記録領域(システムゾーン23、データゾーン24およびリードアウトゾーン25からなる領域)をディスク径方向に複数の領域に分割し、これら各領域の区切位置にチルトマークを形成することができる。この場合、たとえば、記録再生位置に近いチルトマークから検出されたチルトエラー信号をもとに、当該記録再生位置におけるチルトが補正される。

[0067] 図7に、サーボ層13におけるグループ形成領域の物理フォーマットを示す。

[0068] 図示の如く、ランド30とグループ31は、FCM32、33によって複数の区間に区分されている。FCM32、33によって区分された各区間は、チルト検出区間とアドレス区間とデータ区間の何れかに割り当てられる。このうちチルト検出区間とアドレス区間には、それぞれ、上記チルトマーク36と第1および第2アドレス34、35が形成されている。データ区間には、ウォブルすることのないランド30とグループ31が形成されている。なお、システムゾーン23の記録層15には、データ区間に対応する位置に、上述の物理情報が記録され、データゾーン24の記録層15には、ユーザ情報が記録される。

[0069] 図示の如く、サーボ層13のグループ形成領域には、チルト検出区間とアドレス区間

に続いてデータ区間が所定個数だけ配置される。そして、データ区間が終了すると、再度、チルト検出区間とアドレス区間が配され、これに続いて、所定個数のデータ区間が配される。

[0070] 次に、上記光ディスク10に対し情報を記録再生する光ディスク装置の構成について説明する。

[0071] まず、図8に、光ディスク装置に搭載される光ピックアップ装置の構成(光学系)を示す。同図(a)は、1/4波長板106、117、サーボ用対物レンズ107および記録再生用対物レンズ118を除く光学系の平面図、同図(b)は、立ち上げミラー105、1/4波長板106、117、サーボ用対物レンズ107および記録再生用対物レンズ118の部分における光学系の側面図である。

[0072] 図において、101から109は、サーボ光を光ディスク10に照射するための光学系であり、111から121は、記録光および再生光を光ディスク10に照射するための光学系である。

[0073] 半導体レーザ101は、波長635nmのサーボ光を出射する。コリメートレンズ102は、半導体レーザ101から出射されたサーボ光を平行光に変換する。偏光ビームスプリッタ103は、コリメートレンズ102側から入射するサーボ光を略全透過し、エキスパンダ104側から入射するサーボ光を略全反射する。エキスパンダ104は、凹レンズと凸レンズの組み合わせからなり、このうち一方のレンズがアクチュエータ133によって光軸方向に駆動される。ここで、アクチュエータ133は、モータおよびウォームギア等を備え、サーボ層13上におけるサーボ光の収差を補正するためのサーボ信号に応じて駆動される。

[0074] 立ち上げミラー105は、エキスパンダ104側から入射されるサーボ光をサーボ用対物レンズ107方向に反射する。また、立ち上げミラー105は、エキスパンダ116側から入射される記録光および再生光を記録再生用対物レンズ118方向に反射する。

[0075] 1/4波長板106は、立ち上げミラー105側から入射されるサーボ光を円偏光に変換すると共に、サーボ用対物レンズ107側から入射されるサーボ光(光ディスク10からの反射光)を、サーボ用対物レンズ107へ向かう際の偏光方向に直交する直線偏光に変換する。サーボ用対物レンズ107は、サーボ光をサーボ層13上に収束させる

- 。
- [0076] アナモレンズ108は、偏光ビームスプリッタ103にて反射されたサーボ光(光ディスク10からの反射光)に非点収差を導入する。光検出器109は、アナモレンズ108によって収束されたサーボ光を受光して検出信号を出力する。なお、光検出器109には、サーボ光を受光する4分割センサが配されており、光検出器109はサーボ光の光軸が4分割センサのセンサ分割線の交点位置を貫くよう配置されている。
- [0077] フェムト秒レーザ111は、波長800nmの記録光を出射する。なお、この記録光は、フェムト秒レーザ111から平行光の状態を出射される。半導体レーザ112は、波長450nmの再生光を出射する。コリメートレンズ113は、半導体レーザ112から出射された再生光を平行光に変換する。ダイクロプリズム114は、フェムト秒レーザ111から出射された記録光と半導体レーザ112から出射された再生光を結合する。
- [0078] 偏光ビームスプリッタ115は、ダイクロプリズム114側から入射する記録光と再生光を略全透過し、エキスパンダ116側から入射する記録光と再生光のうち再生光のみを略全反射する。すなわち、偏光ビームスプリッタ115には、再生光のみに作用する波長選択性の偏光膜が形成されている。
- [0079] エキスパンダ116は、凹レンズと凸レンズの組み合わせからなり、このうち一方のレンズがアクチュエータ134によって光軸方向に駆動される。ここで、アクチュエータ134は、モータおよびウォームギア等を備え、記録光および再生光を記録または再生対象の記録層15(以下、この記録層を特に「ターゲット記録層15」という)に引き込むためのサーボ信号に応じて駆動される。
- [0080] エキスパンダ116を通過した記録光および再生光は立ち上げミラー105によって記録再生用対物レンズ118に向かって反射される。1/4波長板117は、立ち上げミラー105側から入射される記録光および再生光を円偏光に変換すると共に、記録再生用対物レンズ118側から入射される記録光および再生光(光ディスク10からの反射光)を、記録再生用対物レンズ118へ向かう際の偏光方向に直交する直線偏光に変換する。
- [0081] 記録再生用対物レンズ118は、記録光と再生光をターゲット記録層15上に収束させる。記録再生用対物レンズ118の表面には、記録光と再生光を光ディスク10中の

同一位置に収束させるためのホログラムが形成されている。つまり、このホログラムによって、波長の異なる記録光と再生光の焦点距離が調整される。

[0082] 集光レンズ119は、偏光ビームスプリッタ115にて反射された再生光(光ディスク10からの反射光)を収束させる。ピンホール板120は、微小なピンホールを有し、このピンホールがターゲット記録層15によって反射された再生光の焦点位置に位置するように配置されている。したがって、ターゲット記録層15によって反射された再生光は大半がピンホールを通過し、その他の記録層15によって反射された再生光(迷光)は、その大半がピンホールを通過せず、ピンホール板120によって遮光される。

[0083] APD(Avalanche Photo Diode)121は、ピンホール板120を通過した再生光を受光して再生信号を出力する。なお、APD121は、微小な光量変化を検出可能な光検出器である。

[0084] 1/4波長板106、117と、サーボ用対物レンズ107および記録再生用対物レンズ118は、共通のホルダ131に装着されている。ここで、ホルダ131は、対物レンズアクチュエータ132によって、フォーカス方向、トラッキング方向およびチルト方向に駆動される。対物レンズアクチュエータ132は、従来周知のコイルと磁気回路から構成され、このうちコイルがホルダ131に装着されている。この対物レンズアクチュエータ132にサーボ信号が供給されることにより、1/4波長板106、117とサーボ用対物レンズ107および記録再生用対物レンズ118が、ホルダ131と一体的に、フォーカス方向、トラッキング方向およびチルト方向に変位される。

[0085] 図9(b)は光検出器109に配された4分割センサを示す図、図9(c)は4分割センサの出力からフォーカスエラー信号(FOE)、ラジアルプッシュプル信号(RPP)およびファインクロックマーク信号(FCM)を生成するための回路構成(演算回路)を示す図である。なお、図9(a)はサーボ層13のグルーブ形成領域におけるビームスポット(サーボ光)の走査例を示す図である。

[0086] 図示の如く、演算回路は、6つの加算回路と3つの減算回路を備えている。なお、同図(a)に示すビームスポットの4分割領域A、B、C、Dの反射光は、それぞれ同図(b)に示す4分割センサのセンサ領域A、B、C、Dに導かれる。ここで、センサ領域A、B、C、Dから出力される検出信号を、それぞれa、b、c、dとすると、フォーカスエラー

信号(FOE)は、 $FOE = (b+c) - (a+d)$ の信号演算により生成される。また、ラジアルプッシュプル信号(RPP)は、 $RPP = (a+b) - (c+d)$ の信号演算により生成され、ファインクロックマーク信号(FCM)は、 $FCM = (b+d) - (a+c)$ の信号演算により生成される。

[0087] ビームスポットがグループ31のセンターからラジアル方向に変位すると、ラジアルプッシュプル信号(RPP)は、その変位方向と変位量に応じた極性および大きさを持つようになる。この極性および大きさを抽出することにより、トラッキングエラー信号(TRE)が生成される。

[0088] また、サーボ層13にチルトが生じている状態にてビームスポットがチルトマーク36を通過すると、ラジアルプッシュプル信号(RPP)上に、サーボ層13のチルト状態に応じたS字カーブが現れる。このS字カーブの振幅ピーク値を比較演算することによりチルトエラー信号(TIE)が生成される。

[0089] さらに、ビームスポットが第1および第2アドレス34、35を通過すると、これら第1および第2アドレス34、35のウォブル形状に応じて、ラジアルプッシュプル信号(RPP)が変調される。この変調成分を周波数フィルタにて抽出し、さらに抽出した変調成分を復調することにより、ビームスポット走査位置の物理アドレスが取得される。

[0090] 次に、図10を参照して、光ディスク装置の構成について説明する。

[0091] 図示の如く、光ディスク装置は、エンコーダ201と、変調回路202と、レーザ駆動回路203と、光ピックアップ204と、信号増幅回路205と、復調回路206と、デコーダ207と、アドレス再生回路208と、サーボ回路209と、クロック生成回路210と、コントローラ211から構成されている。

[0092] エンコーダ201は、入力された記録データに対し誤り訂正符号の付加等のエンコード処理を施し、変調回路202へ出力する。変調回路202は、入力された記録データに所定の変調を施し、さらに記録信号を生成してレーザ駆動回路203に出力する。

[0093] レーザ駆動回路203は、記録時に、変調回路202からの記録信号に応じた駆動信号を光ピックアップ装置204内のフェムト秒レーザ111に供給すると共に、一定パワーにてサーボ光および再生光を発光させるべく、光ピックアップ装置204内の半導体レーザ101、112にそれぞれ駆動信号を供給する。また、レーザ駆動回路203は、

再生時に、一定パワーにてサーボ光および再生光を発光させるべく、光ピックアップ装置204内の半導体レーザ101、112に駆動信号を供給する。

[0094] ここで、記録時および再生時のレーザパワーは、コントローラ211からの制御信号によってコントロールされる。コントローラ211は、記録時に、記録光のパワーを変えつつ試し書きエリアに試し書きを行い、その際に信号増幅回路205から入力されるAPD信号(APD121による検出信号)をモニタして、この信号のレベルが所定の閾値以上となる記録光パワーを記録時のパワーに設定する。また、コントローラ211は、再生時に、再生光のパワーを変えつつ信号増幅回路205から入力されるAPD信号をモニタし、この信号のレベルが所定の閾値以上となるよう再生光のパワーを調整する。

[0095] 光ピックアップ装置204は、上記図8に示す光学系を備えている。信号増幅回路205は、図9(c)に示す演算回路と、光ピックアップ装置204内のAPD121における検出信号を増幅およびノイズ除去するための回路構成を備えている。復調回路206は、信号増幅回路205から入力されたAPD信号を復調して再生データを生成し、デコーダ207に出力する。デコーダ207は、復調回路206から入力されたデータに対し誤り訂正等のデコード処理を施し、後段回路に出力する。

[0096] アドレス再生回路208は、信号増幅回路205から入力されたラジアルプッシュプル信号(RPP)から第1および第2アドレス34、35に応じた周波数成分を抽出し、これを復調して、物理アドレスを取得する。取得された物理アドレスは、コントローラ211に供給される。なお、アドレス再生回路208は、第1および第2アドレス34、35のうち何れか一方から物理アドレスを再生できない場合、上記の如く、他方から物理アドレスを再生する。

[0097] サーボ回路209は、信号増幅回路205から入力されたフォーカスエラー信号(FOE)、トラッキングエラー信号(TRE)からフォーカスサーボ信号およびトラッキングサーボ信号を生成し、光ピックアップ装置204の対物レンズアクチュエータ132に出力する。また、サーボ回路209は、信号増幅回路205から入力されたラジアルプッシュプル信号(RPP)上のS字カーブをもとにチルトサーボ信号を生成し、光ピックアップ装置204の対物レンズアクチュエータ132に出力する。さらに、サーボ回路209は、信

号増幅回路205から入力されたファインクロックマーク信号(FCM)からモータサーボ信号を生成し、ディスク駆動モータに出力する。この他、サーボ回路209は、記録再生動作時において、後述の如く、光ピックアップ装置204のアクチュエータ133、134を駆動する。

[0098] クロック生成回路210は、信号増幅回路205から入力されたファインクロックマーク信号(FCM)から記録再生用のクロック信号を生成し、これを各回路に供給する。

[0099] コントローラ211は、CPU(Central Processing Unit)と内蔵メモリを備え、内蔵メモリに各種データを格納するとともに、あらかじめ設定されたプログラムに従って各部を制御する。

[0100] 図11は、記録再生時の動作を概念的に示す図である。

[0101] ターゲット記録層15に記録光と再生光を照射する場合、まず、サーボ光を発光させつつ対物レンズアクチュエータ132が駆動制御され、サーボ光の焦点位置が、同図(a)に示す如く、ターゲット記録層15と組となるサーボ層13(以下、このサーボ層のことを特に「ターゲットサーボ層13」という)に引き込まれる。このとき、エキスパンダ116はイニシャル状態とされ、記録光と再生光の焦点位置は、たとえば、サーボ光と同じく、ターゲットサーボ層13上に位置づけられる。

[0102] しかる後、記録光と再生光の焦点位置をターゲット記録層15上に移動させるに必要なステップ数だけエキスパンダ116が駆動される。これにより、記録光と再生光の焦点位置はターゲット記録層15上に移動される。さらに、この状態において再生光が発光され、APD信号が最良となるよう、エキスパンダレンズ116が微細に駆動制御される。これにより再生光がターゲット記録層15にオンフォーカスされ、ターゲット記録層15に対する再生が可能となる。

[0103] 記録動作時には、この状態において、さらに記録光が発光される。このとき記録光は、記録信号に応じて変調(ON/OFF)される。これにより、記録光と再生光がターゲット記録層15に同時に照射され、ターゲット記録層15に対する記録が行われる。

[0104] なお、記録再生動作時には、上記の如く、フォーカスサーボ信号、トラッキングサーボ信号およびチルトサーボ信号が対物レンズアクチュエータ132に印加され、サーボ用対物レンズ107と記録再生用対物レンズ118が、一体的に、フォーカス方向、トラッ

キング方向およびチルト方向に駆動される。これにより、記録光および再生光のビームスポットは、ターゲットサーボ層13上のグルーブまたはランドと同様のトラック軌跡に沿って、ターゲット記録層15上を走査する。

- [0105] 図12は、記録再生動作に先立って行われる初期動作を示すフローチャートである。なお、ここでは、ディスク全体を管理するディスク管理情報が所定の記録層に記録されているものとする。なお、ディスク管理情報には、たとえば、記録済み記録層と未記録の記録層を識別する情報や、最後に記録が行われた記録層とその記録層上における最終記録位置の物理アドレス等、記録再生動作に必要な情報が含まれている。
- [0106] 初期動作時には、まず、光ディスク10に対して回転サーボを掛けつつ、サーボ光が発光され(S101)、光ピックアップ装置204が層検出ゾーン22にアクセスされる。そして、サーボ層13に形成されたサーボ層識別用の構造をもとに、ディスク管理情報を保持する記録層15と組となるサーボ層13にサーボ光が引き込まれる(S102)。
- [0107] 次に、光ピックアップ装置204は、ディスク管理情報の記録位置にアクセスされる(S105)。その後、再生光が発光され(S103)、さらに、上記の如くエキスパンダ116が駆動されて、ディスク管理情報を保持するターゲット記録層15に再生光が引き込まれる(S104)。
- [0108] しかる後、ターゲット記録層15に対するディスク管理情報のリード動作が行われる(S106)。このとき、上記の如く、APD信号が最良となるよう、エキスパンダ116にサーボが掛けられる。
- [0109] このリード動作によってディスク管理情報が読み取れれば(S107:YES)、リードされたディスク管理情報がコントローラ211内のメモリに格納され(S108)、初期動作は終了する。一方、ディスク管理情報をリードできなければ(S107:NO)、この光ディスク10は未使用であると判断され、S109以降のイニシャライズ動作が行われる。
- [0110] すなわち、光ピックアップ装置204がシステムゾーン23にアクセスされ(S109)、光ディスク10内の全ての記録層15のシステムゾーン23に、その記録層を識別するための記録層IDが順次書き込まれる(S110)。すなわち、上記の如く、サーボ層13に対するサーボ光の引き込みと記録層15に対する再生光の引き込みが順次行われ、再

生光が各記録層15に引き込まれる。そして、それぞれの引き込みの後、記録光が発光され、引き込み対象の記録層15に記録層IDが記録される。ここで、記録層IDの記録は、記録層番号等の情報を記録する方法の他、たとえば、各サーボ層13と組となる5つの記録層15にそれぞれ1T、2T、3T、4T、5Tの長さの単一マーク列を記録する方法を用いても良い。

[0111] なお、記録層IDは、システムゾーン23の他、システムゾーン23とデータゾーン24の境界位置や、データゾーン24とリードアウトゾーン25の境界位置等にも記録するようにしても良い。また、データゾーン24をディスク径方向に複数のゾーンに区分し、さらに各ゾーンをセクタ割りする場合には、セクタ割りによって残存する各ゾーンの空き領域に記録層IDを記録するようにしても良い。こうすると、光ピックアップ装置204のアクセス位置に拘わらず、少ないシーク時間により記録層IDを取得することができる。

[0112] このようにして全ての記録層15のシステムゾーン23に記録層IDが記録されると、再度、ディスク管理情報を保持すべき記録層15にアクセスされ、この記録層15に初期情報が記録される(S111)。これにより、当該光ディスク10に対するイニシャライズが完了し、初期動作が終了する。

[0113] 図13(a)は、記録動作時のフローチャートである。

[0114] 記録動作が開始されると、光ディスク10に対し回転サーボが掛けられ、サーボ光が発光される(S201)。次に、光ピックアップ装置204が層検出ゾーン22にアクセスされ、サーボ層13に形成されたサーボ層識別用の構造をもとに、ターゲット記録層15と組となるサーボ層13にサーボ光が引き込まれる(S202)。

[0115] しかる後、光ピックアップ装置204は、サーボ層13から取得されるアドレス情報をもとに記録開始位置に移動される(S203)。その後、再生光が発光され(S204)、さらに、上記の如くエキスパンダ116が駆動されて、ターゲット記録層15に再生光が引き込まれる(S205)。

[0116] このようにして再生光がターゲット記録層15上の記録開始アドレスに位置づけられると、記録光が発光され、記録開始位置から順次ターゲット記録層15にユーザ情報が記録される(S206)。そして、ユーザ情報の記録が終了すると(S207: YES)、当該記録動作が終了する。

[0117] 図13(b)は、再生動作時のフローチャートである。

[0118] 再生動作が開始されると、光ディスク10に対し回転サーボが掛けられ、サーボ光が発光される(S301)。次に、光ピックアップ装置204が層検出ゾーン22にアクセスされ、サーボ層13に形成されたサーボ層識別用の構造をもとに、ターゲット記録層15と組となるサーボ層13にサーボ光が引き込まれる(S302)。

[0119] しかる後、光ピックアップ装置204は、サーボ層13から取得されるアドレス情報をもとに再生開始位置に移動される(S303)。その後、再生光が発光され(S304)、さらに、上記の如くエキスパンダ116が駆動されて、ターゲット記録層15に再生光が引き込まれる(S305)。

[0120] このようにして再生光がターゲット記録層15上の再生開始アドレスに位置づけられた後、再生開始位置から順次ターゲット記録層15に対するリード動作が行われ、ユーザ情報が再生される(S306)。このとき、上記の如く、APD信号が最良となるよう、エキスパンダ116にサーボが掛けられる。そして、ユーザ情報の再生が終了すると(S307: YES)、当該再生動作が終了する。

[0121] 以上、本実施の形態によれば、光ディスク10中、積層方向に所定の間隔にてサーボ層13が配置されるため、サーボ層13と、これと組になる5つの記録層15が積層方向に大きく離間することはない。よって、各記録層15に対するサーボ信号の信頼性を高く維持することができ、その結果、記録光および再生光のビームスポットを記録層上において適正に走査させることができる。

[0122] また、サーボ層13は、サーボ光に対する反射率が高く記録光および再生光に対する反射率が低い材料(5酸化ニオブ等)によって形成されるため、サーボ層13によって生じる記録光および再生光の減衰を抑制することができる。よって、このようにサーボ層13を複数配しても、記録光と再生光を最奥部の記録層15まで、円滑かつ効率的に導くことができ、全ての記録層15に対し適正に記録再生を行うことができる。

[0123] なお、本発明の実施形態は、上記に限定されるものではなく、他に種々の変更が可能である。

[0124] たとえば、上記実施の形態では、一つのサーボ層13と組となる記録層15を5つとしたが、これ以外の数の記録層15を一つのサーボ層13に組み合わせても良い。ただ

し、一つのサーボ層に組み合わせる記録層の層数を多くすると、サーボ層と記録層の位置が離間し、サーボ層と記録層の関係が希薄となる。よって、一つのサーボ層に組み合わせる記録層の層数は、円滑なサーボ動作を実現できる範囲に抑える必要がある。

[0125] また、上記実施の形態では、サーボ光に対する反射率が高く記録光および再生光に対する反射率が低い材料(5酸化ニオブ等)によってサーボ層を形成したが、サーボ層と記録層からなる組の段数が比較的小さく、このような材料によりサーボ層を形成せずとも奥側の記録層に十分なパワーの記録光および再生光が届く場合には、サーボ層を半透過膜等によって形成することもできる。ただし、この場合にも、上記のような材料でサーボ層を形成した方が、奥側の記録層により効率的に記録光および再生光を導くことができ、記録再生動作を安定化させることができる。

[0126] また、上記実施の形態では、記録光および再生光の焦点位置を調整するためにエキスパンダ116を用いたが、これに換えて、液晶素子等を用いることもできる。また、上記実施の形態では、記録光と再生光の焦点位置を整合させるようにしたが、記録光と再生光の焦点位置は必ずしも整合していなくとも良く、これらの光が記録層に同時に照射されるよう、これらの光の焦点位置が光軸方向にずれていても良い。

[0127] なお、上記実施の形態では、記録光と再生光を同時に記録層15に照射して記録を行う形態を示したが、記録光のみを記録層15に照射して記録を行うようにすることもできる。この場合、光ピックアップ装置の構成は、上記と同様でよく、フェムト秒レーザ111と半導体レーザ112に対する制御のみが相違する。すなわち、記録動作時には、記録光を発光するフェムト秒レーザ111のみが超短パルスで発光され、再生光を発光する半導体レーザ112は発光されない。この場合、再生光によって記録層15のエネルギー準位が引き上げられないため、フェムト秒レーザ111の発光パワーは、上記実施の形態の場合よりも高められる。なお、記録光のみで記録を行う場合も、上記実施の形態と同様の2光子吸収材料を記録層15の材料として用いることができる。

[0128] さらに、記録動作時には、記録光を発光するフェムト秒レーザ111と、再生光を発光する半導体レーザ112が照射され、記録層15が再生光の波長において吸収がない場合にも本発明を適用可能である。この場合、フェムト秒レーザ111、半導体レ

ーザ112はともに発光しているが、実際に記録に寄与するのはフェムト秒レーザ111である。この場合も再生光によって記録層15のエネルギー準位が引き上げられないため、フェムト秒レーザ111の発光パワーは、上記実施の形態の場合よりも引き上げられる。

- [0129] この他、各レーザ光の波長や、各層の材料、膜厚等は上記に限定されるものではなく、また、光ピックアップ装置204および光ディスク装置の構成も適宜変更可能である。
- [0130] 本発明の実施の形態は、特許請求の範囲に示された技術的思想の範囲内において、適宜、種々の変更が可能である。

請求の範囲

- [1] 多光子吸収過程により情報が記録される記録層と、
前記記録層に対し積層方向に配されるとともに第1および第2の波長のレーザ光のビームスポットを走査軌跡に沿って案内するためのトラックが形成されたサーボ層とを備え、
前記サーボ層と少なくとも一つの前記記録層の組が積層方向に複数配されている、
ことを特徴とする記録媒体。
- [2] 請求項1において、
前記サーボ層には、前記トラック上に、記録および再生用のクロックを生成するための構造が形成されている、
ことを特徴とする記録媒体。
- [3] 請求項1において、
前記サーボ層には、前記トラック上に、前記サーボ層のチルトを検出するための構造が形成されている、
ことを特徴とする記録媒体。
- [4] 請求項1において、
前記サーボ層には、前記トラック上に、走査アドレスを検出するための第1の構造と、この第1の構造を適正に読み取れなかったときに前記走査アドレスを検出するための第2の構造が形成されている、
ことを特徴とする記録媒体。
- [5] 請求項1ないし4の何れか一項において、
前記各サーボ層には、面内方向の同じ領域に層検出用のゾーンがそれぞれ割り当てられ、前記各サーボ層の前記ゾーンには、積層方向に互いに重ならない位置に、

前記各サーボ層を検出するための構造が形成されている、
ことを特徴とする記録媒体。

[6] 記録媒体に情報を記録および再生する記録再生装置であって、

記録媒体には、多光子吸収過程により情報が記録される少なくとも一つの記録層と、
前記記録層に対し積層方向に配されるとともに第1および第2の波長のレーザ光の
ビームスポットを走査軌跡に沿って案内するためのトラックが形成されたサーボ層との
組が積層方向に複数配されており、

光ピックアップ装置と、

前記光ピックアップ装置を制御するサーボ回路を備え、

前記光ピックアップ装置は；

前記第1および第2の波長のレーザ光と前記サーボ層を走査するための第3の波
長のレーザ光を前記記録媒体に照射すると共に前記記録媒体によって反射された
各波長のレーザ光の反射光のうち再生用に用いる反射光と前記第3の波長のレーザ
光の反射光を対応する光検出器に導く光学系と、

前記第1および第2の波長のレーザ光を前記記録層に追従させると共に前記第3の
波長のレーザ光を前記サーボ層に追従させるアクチュエータを具備し、

前記サーボ回路は；

前記第3の波長のレーザ光を受光する前記光検出器からの検出信号にもとづいて
、前記第3の波長のレーザ光を前記サーボ層上の前記トラック上に位置づけるととも
に前記第1および第2の波長のレーザ光を記録もしくは再生対象とされる前記記録層
上の前記走査軌跡に沿って走査させるサーボ信号を生成して前記アクチュエータに
供給する、

ことを特徴とする記録再生装置。

[7] 請求項6に記載の記録再生装置において、

前記サーボ層には、前記トラック上に、記録および再生用のクロックを生成するた
めの構造が形成されており、

この構造を前記第3の波長のレーザ光が走査するときの前記検出信号に基づいて記録および再生用のクロックを生成するクロック生成回路をさらに有する、ことを特徴とする記録再生装置。

[8] 請求項6に記載の記録再生装置において、

前記サーボ層には、前記トラック上に、前記サーボ層のチルトを検出するための構造が形成されており、

前記アクチュエータは、前記記録層に対する前記第1および第2の波長のレーザ光のチルトを補正するための構成と、前記サーボ層に対する前記第3の波長のレーザ光のチルトを補正する構成を備え、

前記サーボ回路は、この構造を前記第3の波長のレーザ光が走査するときの前記検出信号に基づいて前記チルトを抑制するためのチルトサーボ信号を生成して前記アクチュエータに供給する、ことを特徴とする記録再生装置。

[9] 請求項6に記載の記録再生装置において、

前記サーボ層には、前記トラック上に、走査アドレスを検出するための第1の構造とこの第1の構造から前記走査アドレスを取得できなかったときにこれを補完するための第2の構造が形成されており、

これら第1および第2の構造を前記第3の波長のレーザ光が走査するときの前記検出信号に基づいてアドレス情報を生成するアドレス生成回路をさらに有する、ことを特徴とする記録再生装置。

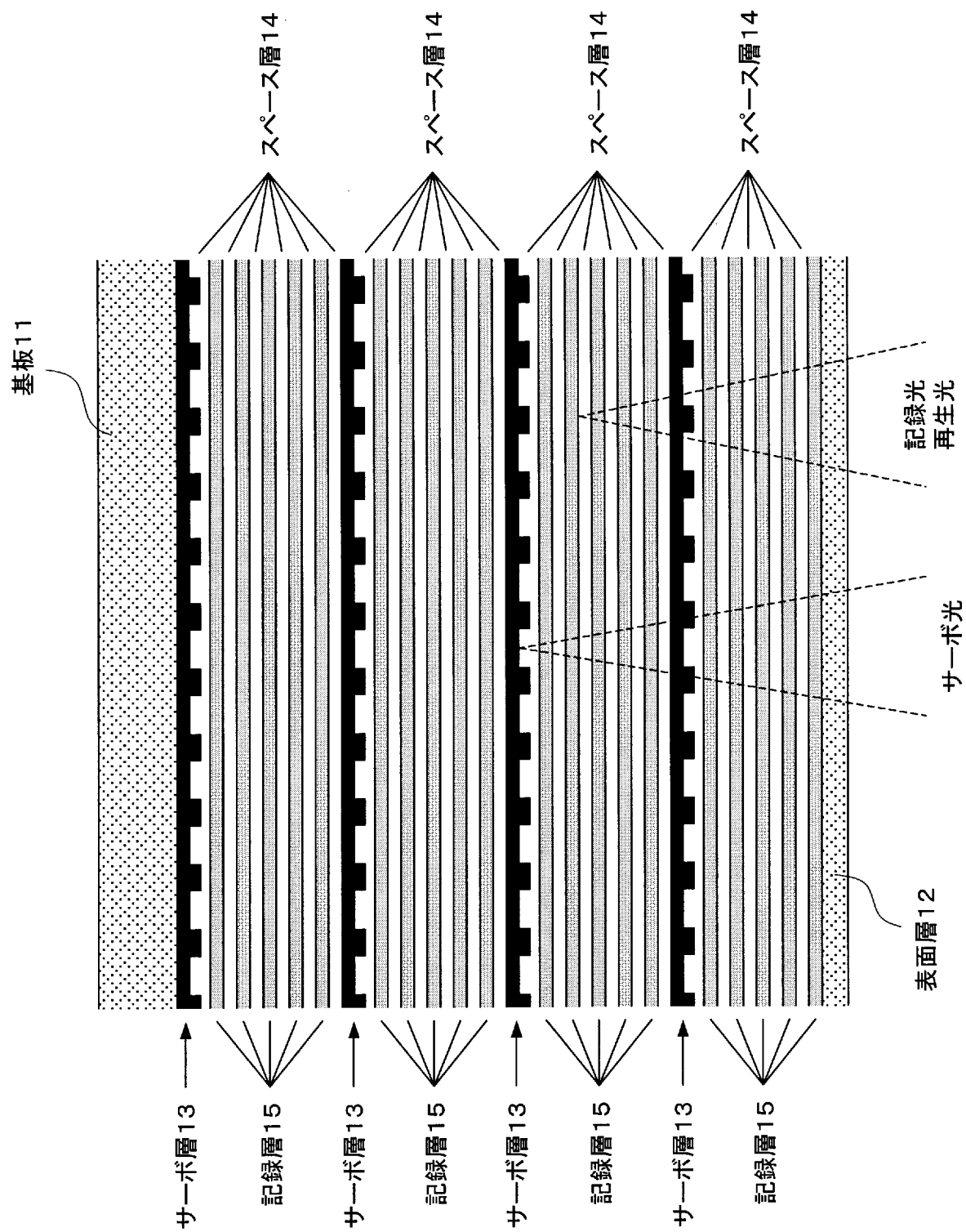
[10] 請求項6に記載の記録再生装置において、

前記各サーボ層には、面内方向の同じ領域に層検出用のゾーンがそれぞれ割り当てられ、前記各サーボ層の前記ゾーンには、積層方向に互いに重ならない位置に、前記各サーボ層を検出するための構造が形成されており、

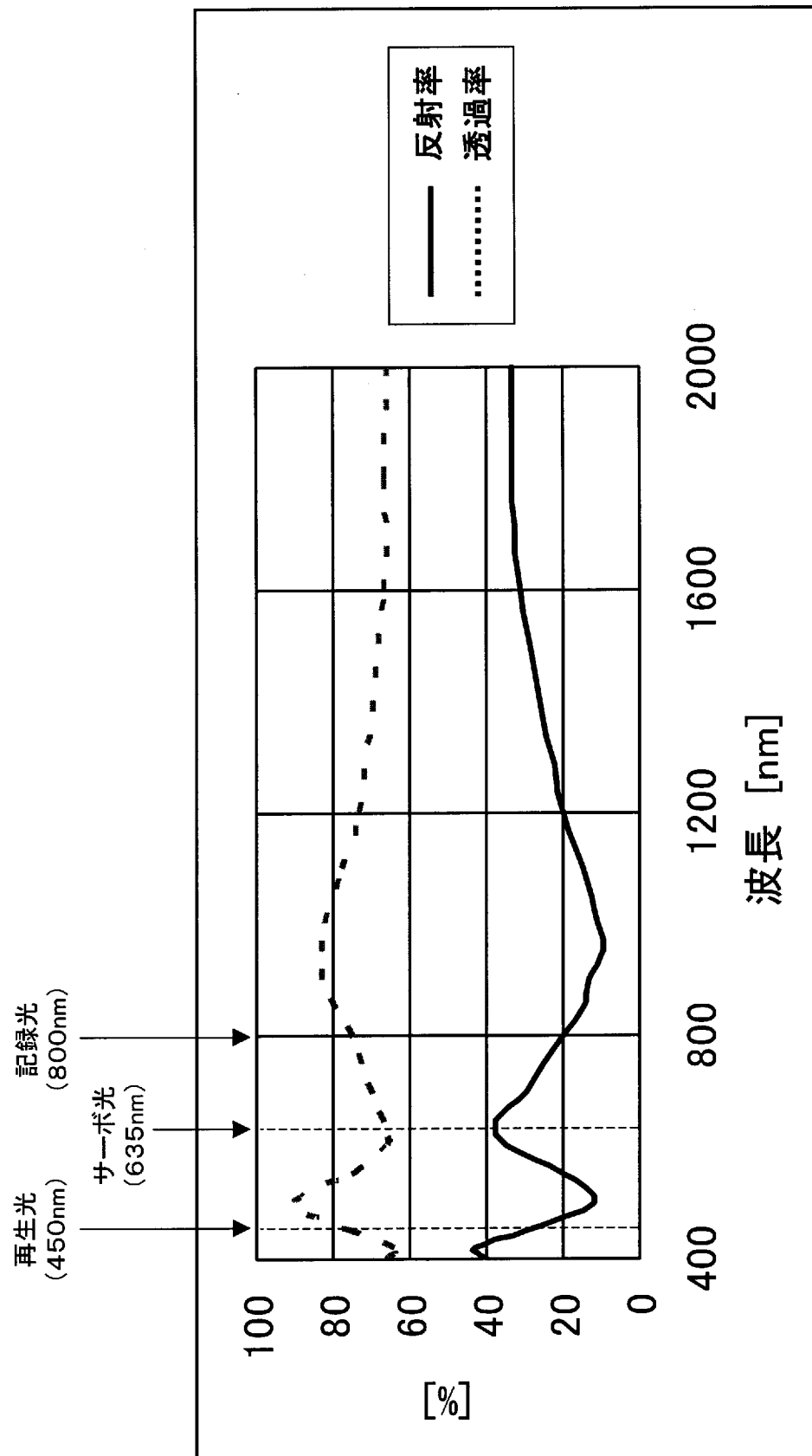
記録または再生の際に前記サーボ層の前記ゾーンを前記第3の波長のレーザ光で

走査し、このゾーン内の何れの位置において前記サーボ層を検出するための構造に対応する検出信号が得られるかによって、走査されたサーボ層が複数存在するサーボ層のうち何れのサーボ層であるかを識別する、
ことを特徴とする記録再生装置。

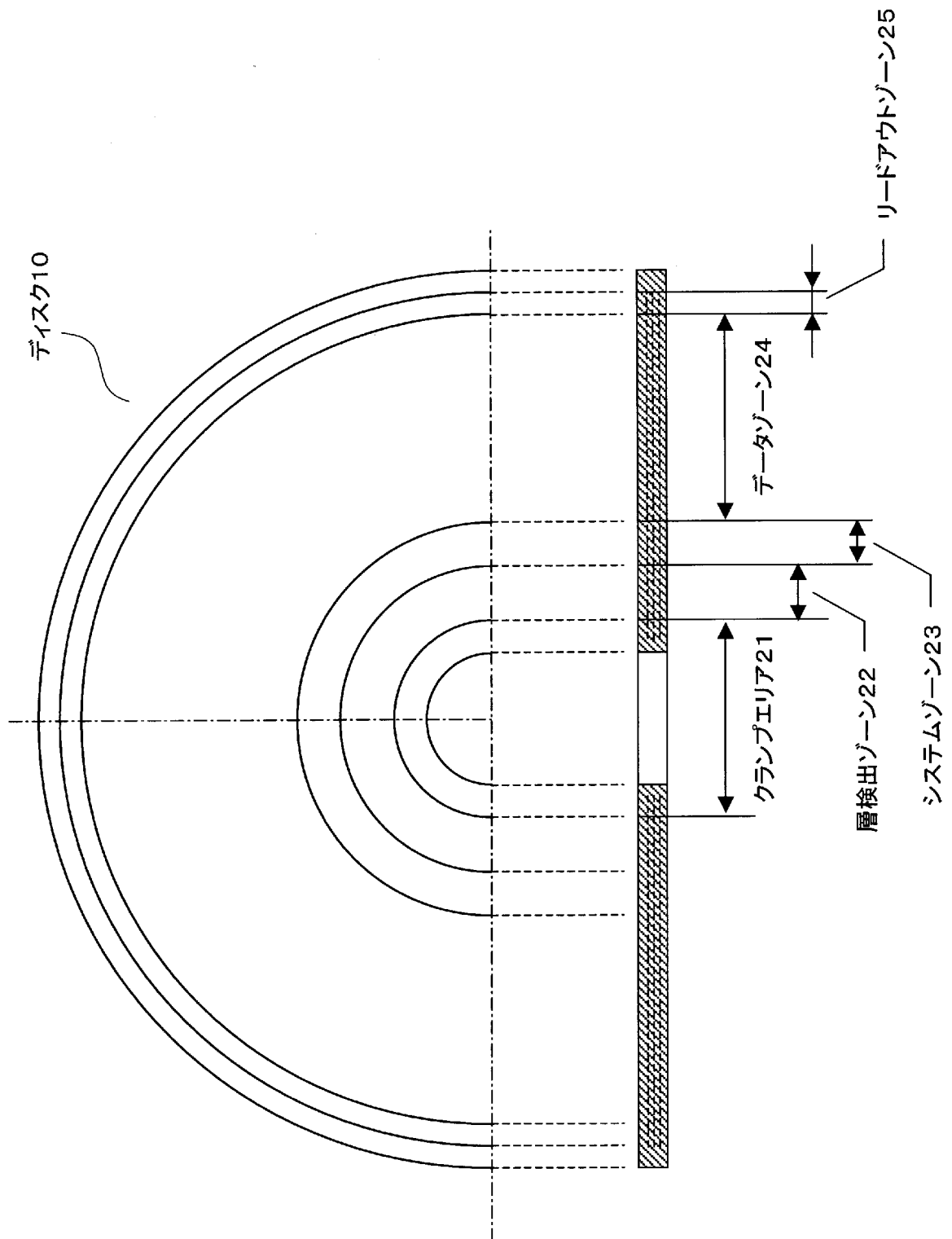
[図1]



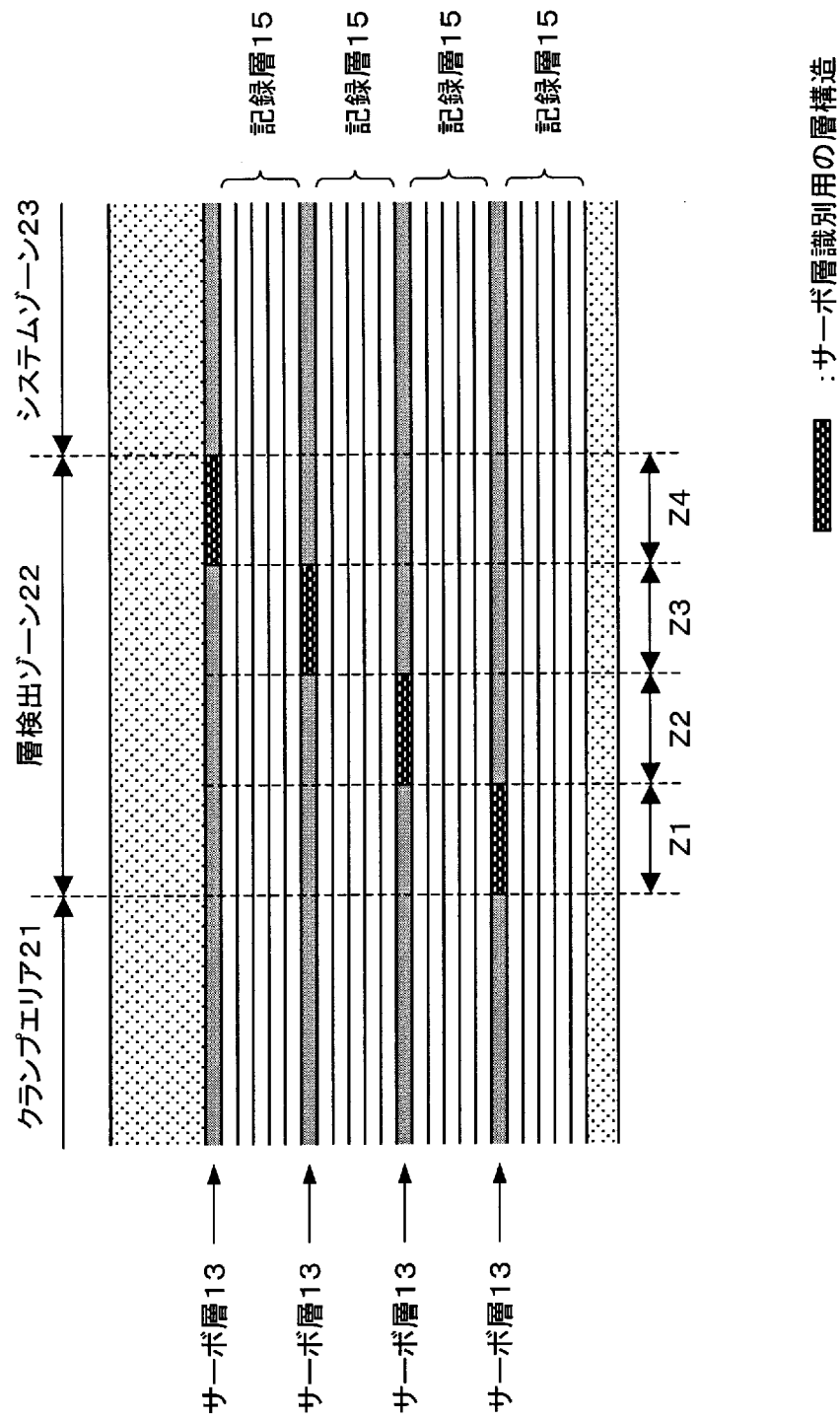
[図2]



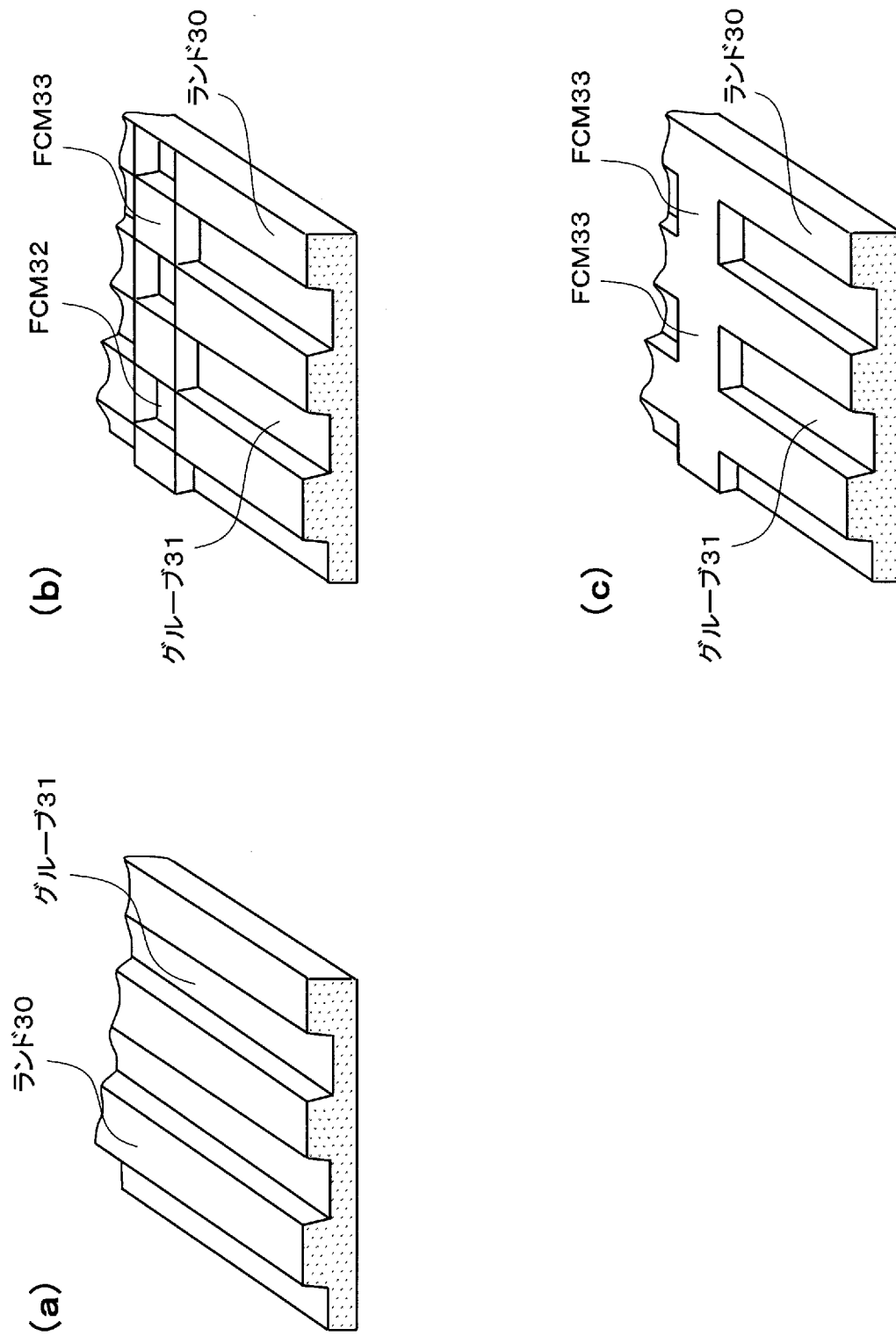
[図3]



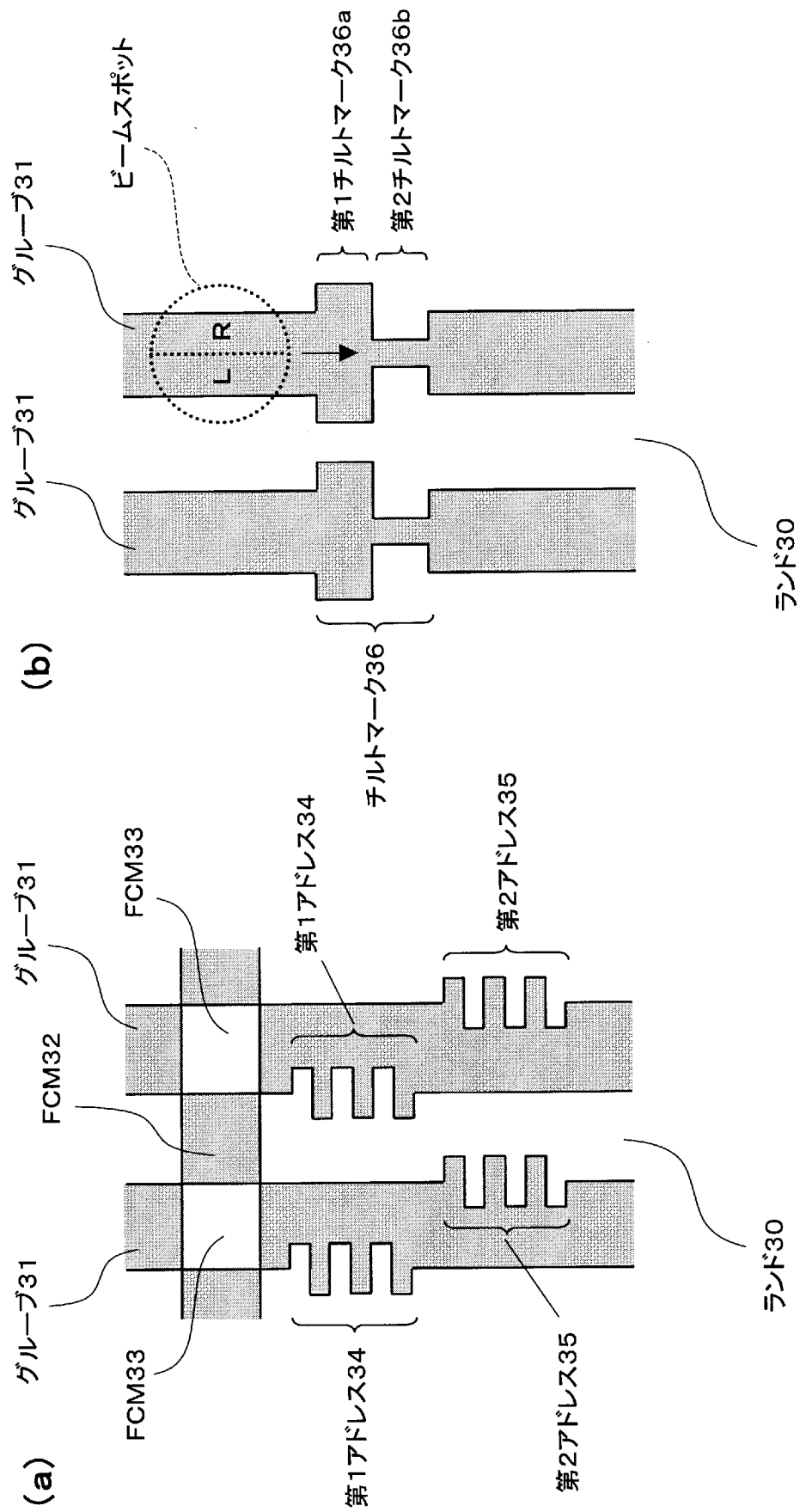
[図4]



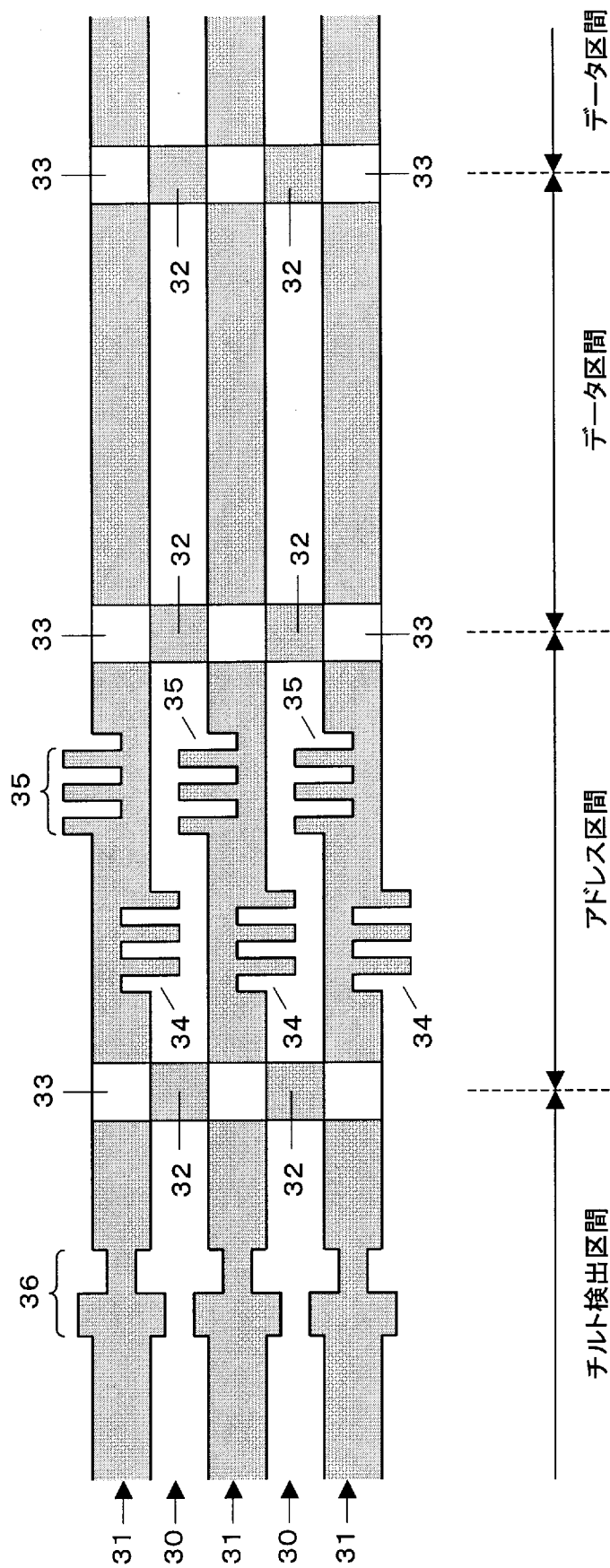
[図5]



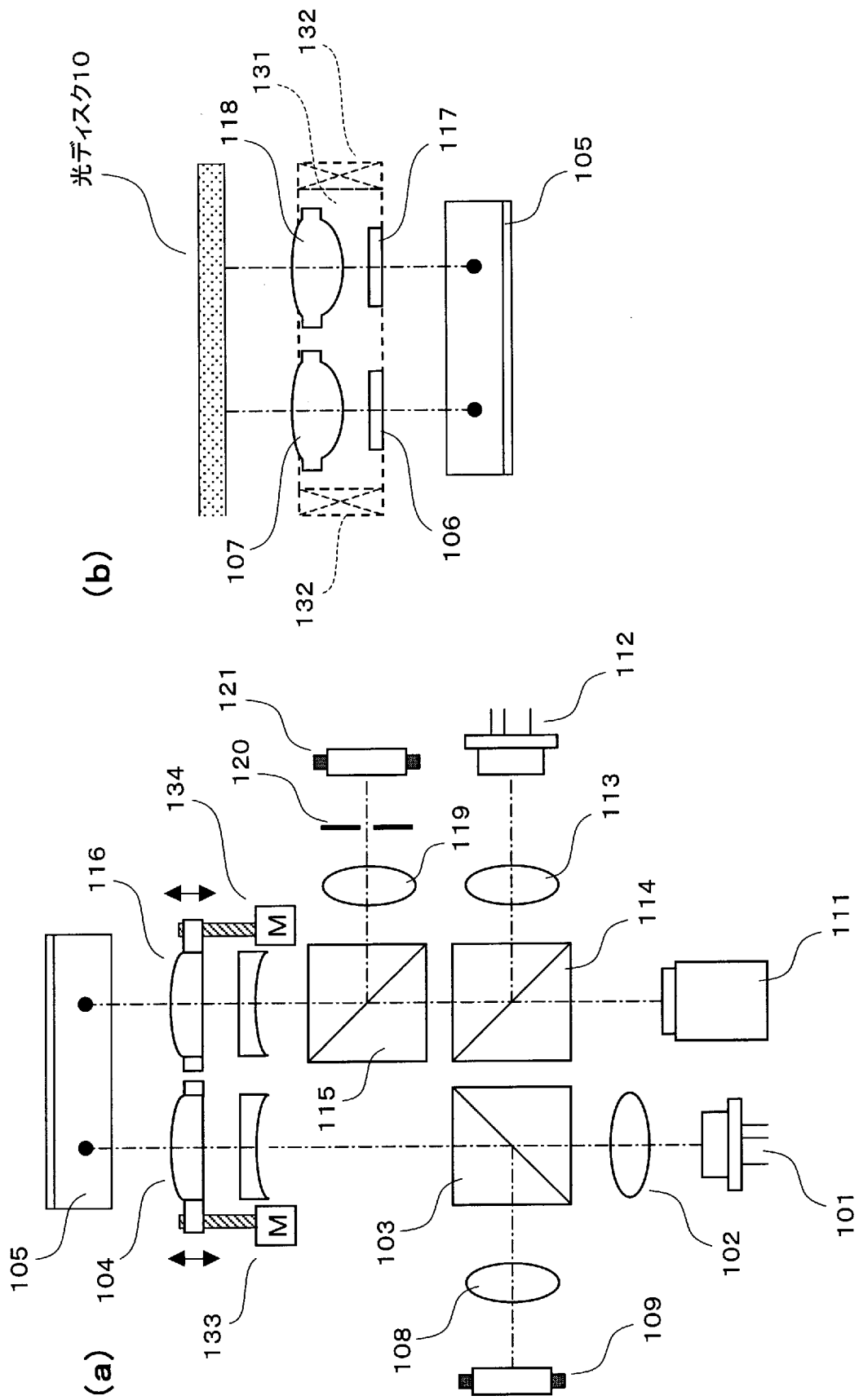
[図6]



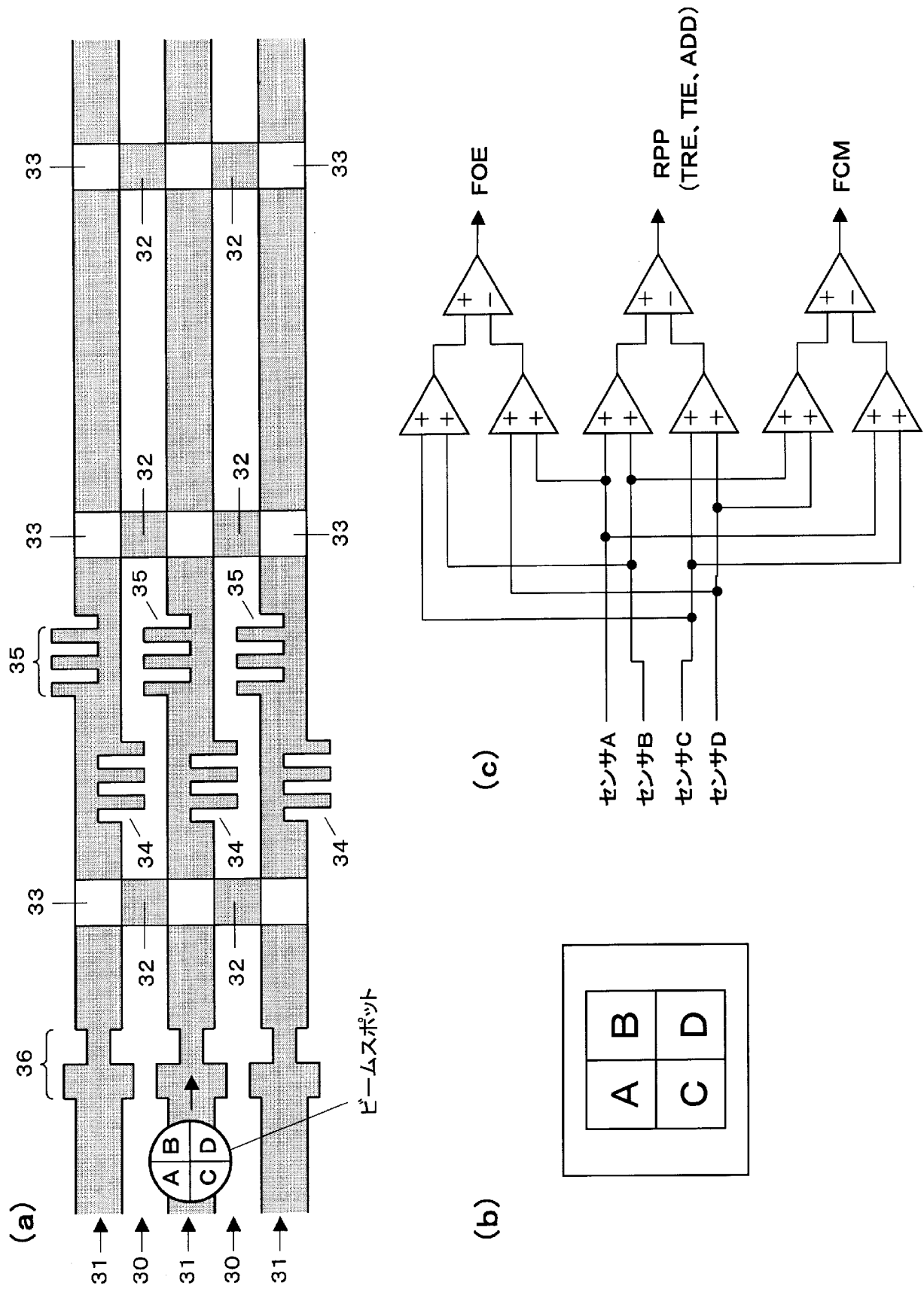
[図7]



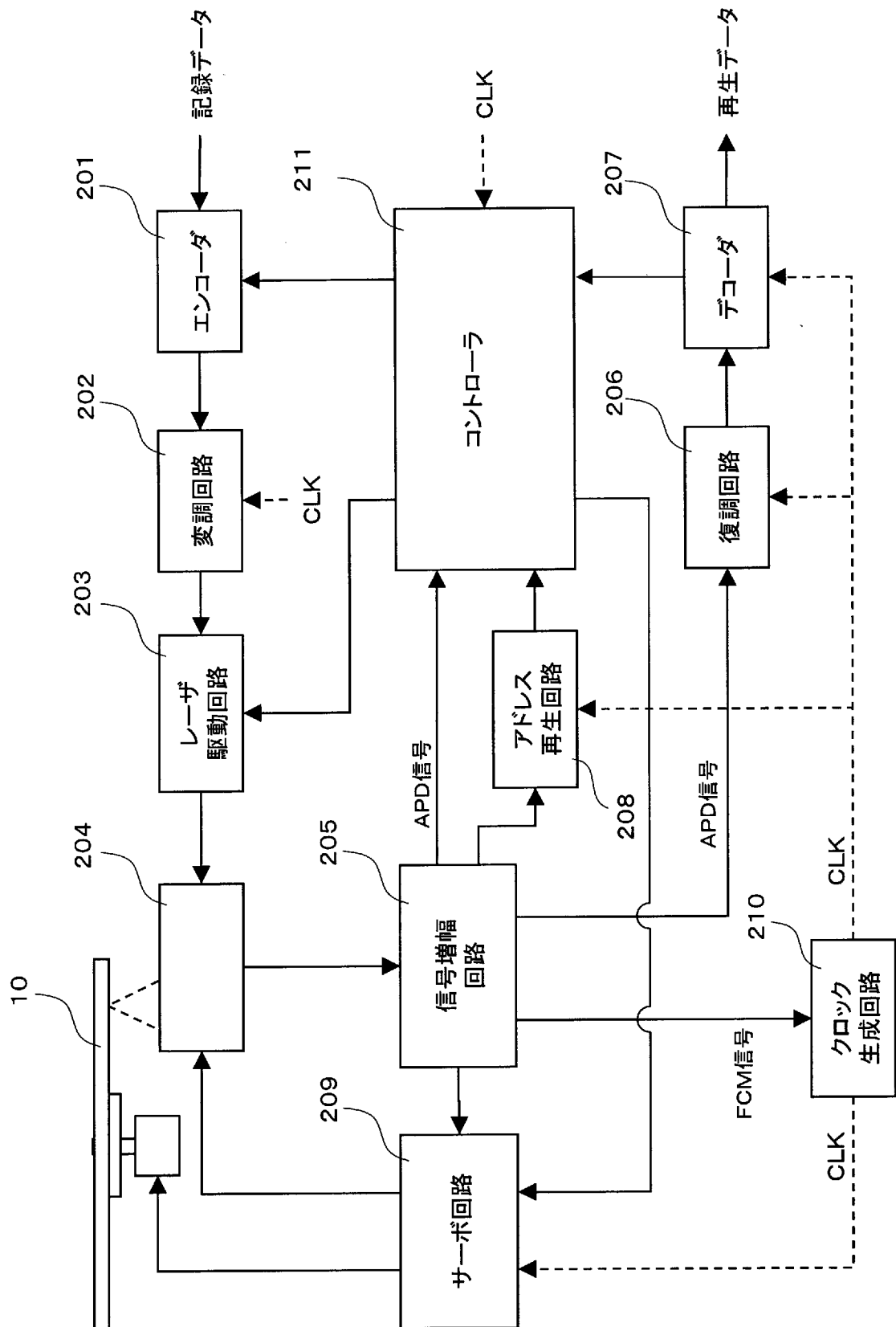
[図8]



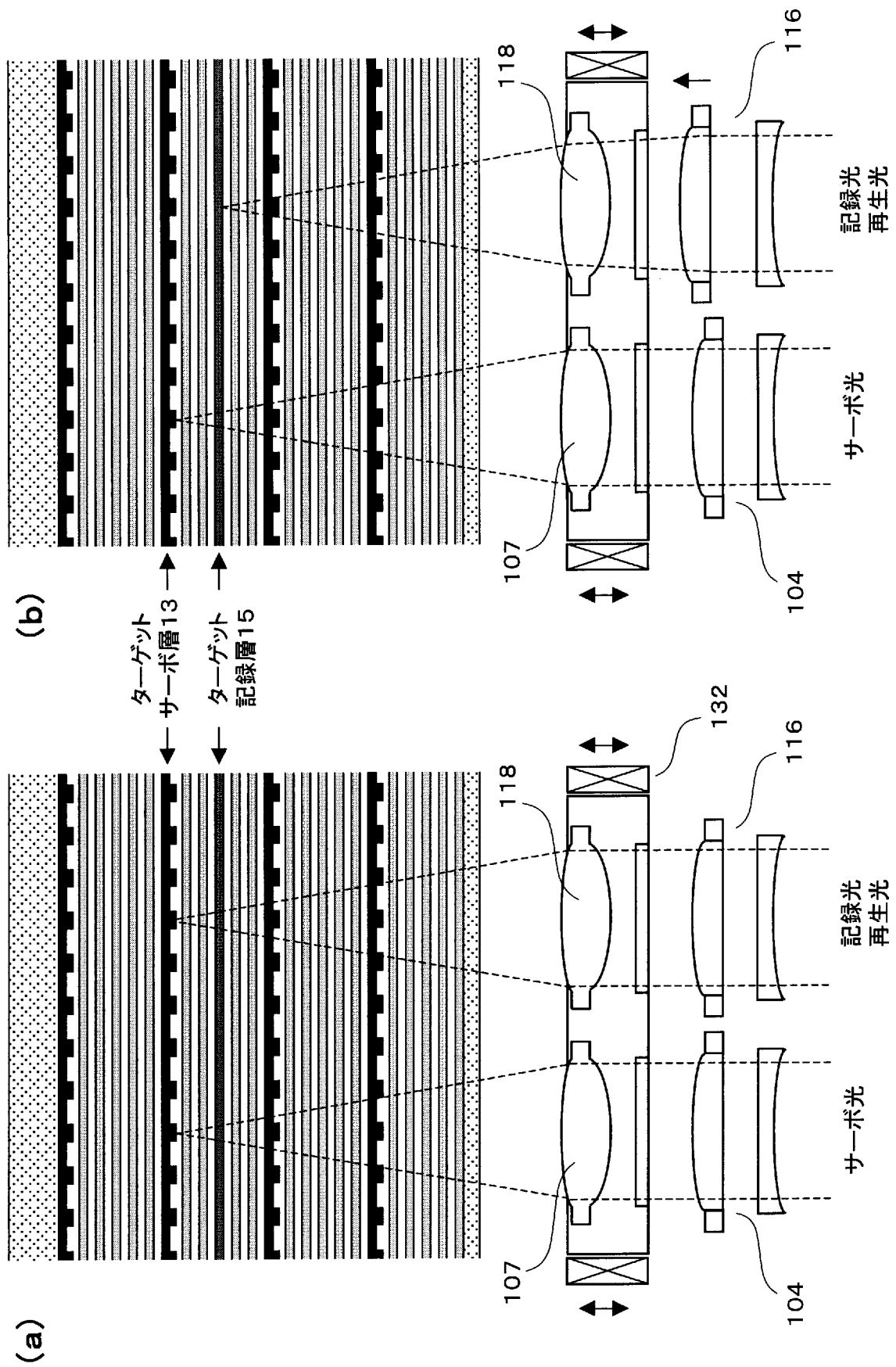
[図9]



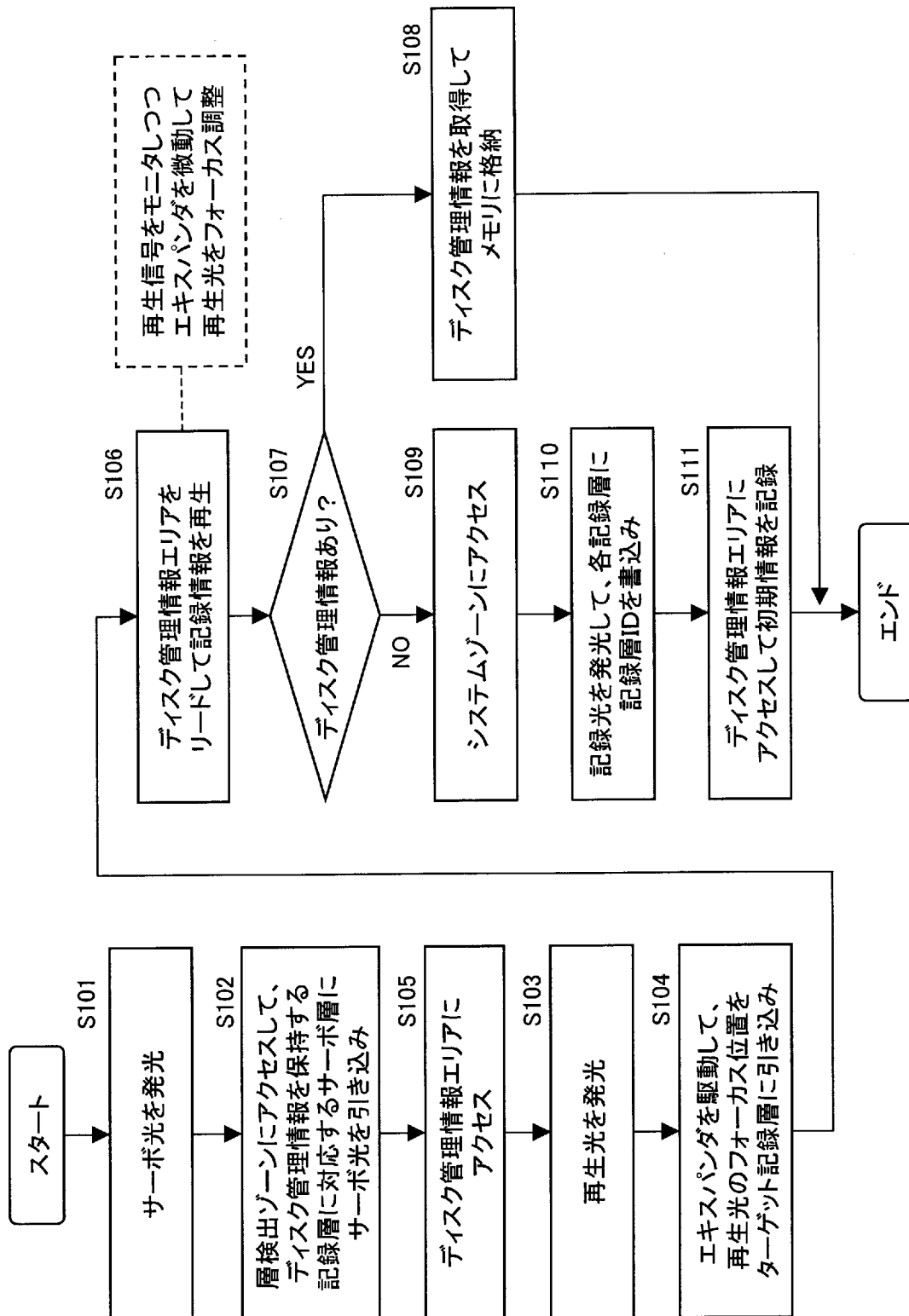
[図10]



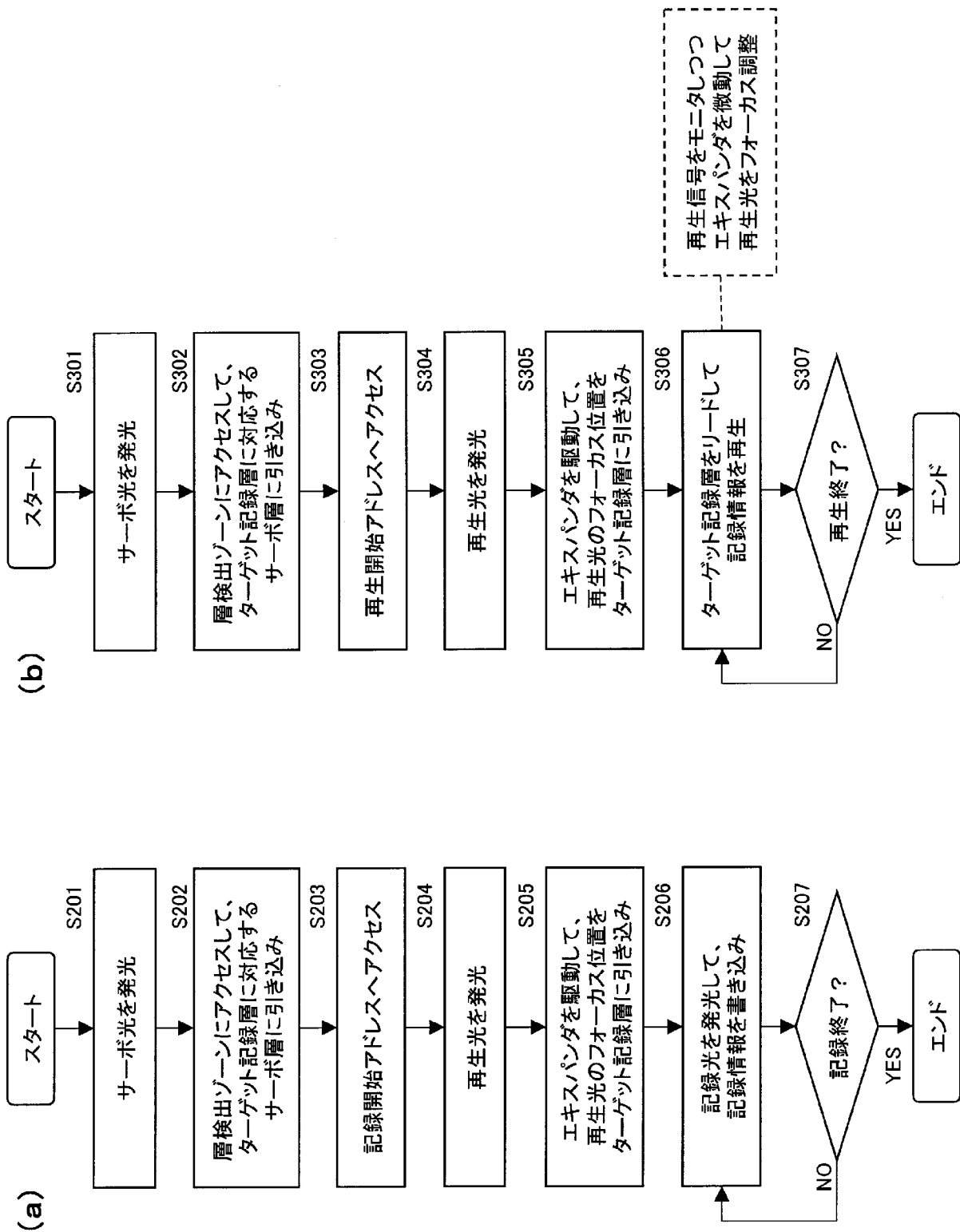
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/051793

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/007(2006.01)i, G11B7/005(2006.01)i, G11B7/09(2006.01)i, G11B7/135(2006.01)i, G11B7/24(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)

G11B7/007, G11B7/005, G11B7/09, G11B7/135, G11B7/24

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 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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 2006-260669 A (Ricoh Co., Ltd.), 28 September, 2006 (28.09.06), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-10
Y	JP 2006-196125 A (Ricoh Co., Ltd.), 27 July, 2006 (27.07.06), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-10
Y	JP 2005-85437 A (Ricoh Co., Ltd.), 31 March, 2005 (31.03.05), Par. Nos. [0023] to [0029] & US 2007-0076548 A1 & EP 001643494 A1 & WO 2005-004118 A1	2,5,7,10

☒ 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
19 March, 2008 (19.03.08)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2008 (01.04.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/051793

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 11-16216 A (Sony Corp.), 22 January, 1999 (22.01.99), Par. Nos. [0060] to [0068]; Figs. 5, 12, 13 & US 2006-0072402 A1 & EP 001638104 A2	3, 5, 8, 10
Y	JP 2005-302263 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 27 October, 2005 (27.10.05), Par. Nos. [0022] to [0027], [0030] to [0031]; Figs. 6, 7 & US 2005-0169159 A1	4, 5, 9, 10
Y	JP 2005-122862 A (Pioneer Corp.), 12 May, 2005 (12.05.05), Par. Nos. [0013] to [0015]; Fig. 1 & US 2005-0094507 A1 & EP 001526521 A2	5, 10
P, X	JP 2007-200427 A (Ricoh Co., Ltd.), 09 August, 2007 (09.08.07), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1, 2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/007(2006.01)i, G11B7/005(2006.01)i, G11B7/09(2006.01)i, G11B7/135(2006.01)i,
G11B7/24(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. G11B7/007, G11B7/005, G11B7/09, G11B7/135, G11B7/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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
Y	JP 2006-260669 A (株式会社リコー) 2006.09.28 全文, 図1-9 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2006-196125 A (株式会社リコー) 2006.07.27 全文, 図1-4 (ファミリーなし)	1-10

☒ 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

1 9 . 0 3 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 4 . 2 0 0 8

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2005-85437 A (株式会社リコー) 2005. 03. 31 段落【0023】－【0029】 & US 2007-0076548 A1 & EP 001643494 A1 & WO 2005-004118 A1	2, 5, 7, 10
Y	JP 11-16216 A (ソニー株式会社) 1999. 01. 22 段落【0060】－【0068】，図5, 12, 13 & US 2006-0072402 A1 & EP 001638104 A2	3, 5, 8, 10
Y	JP 2005-302263 A (日立マクセル株式会社) 2005. 10. 27 段落【0022】－【0027】，【0030】－【0031】，図6, 7 & US 2005-0169159 A1	4, 5, 9, 10
Y	JP 2005-122862 A (パイオニア株式会社) 2005. 05. 12 段落【0013】－【0015】，図1 & US 2005-0094507 A1 & EP 001526521 A2	5, 10
P, X	JP 2007-200427 A (株式会社リコー) 2007. 08. 09 全文，図1 (ファミリーなし)	1, 2