

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4722205号
(P4722205)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月15日(2011.4.15)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 7/09 (2006.01)

G 11 B 7/09

7/09

A

G 11 B 7/13 (2006.01)

G 11 B 7/13

7/13

G 11 B 7/135 (2006.01)

G 11 B 7/135

7/135

Z

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2009-178709 (P2009-178709)
 (22) 出願日 平成21年7月31日 (2009.7.31)
 (65) 公開番号 特開2011-34623 (P2011-34623A)
 (43) 公開日 平成23年2月17日 (2011.2.17)
 審査請求日 平成22年12月21日 (2010.12.21)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000001889
 三洋電機株式会社
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 (74) 代理人 100111383
 弁理士 芝野 正雅
 (72) 発明者 永富 謙司
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 三洋電機株式会社内
 (72) 発明者 日比野 克俊
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 三洋電機株式会社内

審査官 中野 浩昌

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ピックアップ装置および光ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光源と、

前記レーザ光源から出射されたレーザ光を記録媒体上に収束させる対物レンズと、

前記記録媒体によって反射された前記レーザ光に非点収差を導入して、第1の方向に前記レーザ光が収束することによって生じる第1の焦線位置と、前記第1の方向に垂直な第2の方向に前記レーザ光が収束することによって生じる第2の焦線位置とを前記レーザ光の進行方向に互いに離間させる非点収差素子と、

前記記録媒体によって反射された前記レーザ光の光束を、前記第1の方向と前記第2の方向にそれぞれ平行な第1の直線と第2の直線によって4分割した4つの光束の進行方向を互いに異ならせてこれら4つの光束を離散させ、離散された前記4つの光束が光検出器の受光面上において直方形の異なる4つの頂角の位置にそれぞれ導かれるよう、前記4つの光束の進行方向を変化させる回折素子と、

前記4つの光束のm次回折光とn次回折光(m n)をそれぞれ受光する第1のセンサ部と第2のセンサ部を有する光検出器と、を備え、

前記第1のセンサ部は、前記m次回折光の4つ光束を、前記第1の直線と前記第2の直線に対してそれぞれ45°の角度をもつ2つの直線によってさらに分割した8つの光束を受光して、8つよりも少ない数の検出信号を出力するよう構成されている、ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光ピックアップ装置において、
前記第 1 のセンサ部は、前記 m 次回折光の 4 つ光束をさらに分割した前記 8 つの光束を受光して、4 つの検出信号を出力する、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の光ピックアップ装置において、
前記第 1 のセンサ部は、前記 8 つの光束をそれぞれ個別に受光する 8 つのセンサを備え、これら 8 つのセンサのうち対応する 2 つが短絡されることにより、前記 4 つの検出信号が出力される、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 の何れか一項に記載の光ピックアップ装置において、
前記第 2 のセンサ部は、0 次以外の回折光を受光し、
前記第 1 のセンサ部は、前記第 2 のセンサ部で受光される回折光と回折方向が同じで、且つ、回折角が大きい回折光を受光する、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 3 の何れか一項に記載の光ピックアップ装置において、
前記第 2 のセンサ部は、0 次の回折光を受光する 4 つのセンサを有し、
前記第 1 のセンサ部は、1 次以上の回折光を受光する、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 の何れか一項に記載の光ピックアップ装置と、
前記第 1 のセンサ部および前記第 2 のセンサ部から出力される検出信号を電圧信号に変換するとともに、変換された電圧信号を演算処理する信号処理部とを備え、
前記信号処理部は、前記第 1 のセンサ部からの検出信号に基づく前記電圧信号から再生 RF 信号を生成する再生信号生成部を備える、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、光ピックアップ装置および光ディスク装置に関するものであり、特に、複数の記録層が積層された記録媒体に対して記録／再生を行う際に用いて好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、光ディスクの大容量化に伴い、記録層の多層化が進んでいる。一枚のディスク内に複数の記録層を含めることにより、ディスクのデータ容量を顕著に高めることができる。記録層を積層する場合、これまでには片面 2 層が一般的であったが、最近では、さらに大容量化を進めるために、片面に 3 層以上の記録層を配することも検討されている。ここで、記録層の積層数を増加させると、ディスクの大容量化を促進できる。しかし、その一方で、記録層間の間隔が狭くなり、層間クロストークによる信号劣化が増大する。

40

【0003】

記録層を多層化すると、記録／再生対象とされる記録層（ターゲット記録層）からの反射光が微弱となる。このため、ターゲット記録層の上下にある記録層から、不要な反射光（迷光）が光検出器に入射すると、検出信号が劣化し、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボに悪影響を及ぼす惧れがある。したがって、このように記録層が多数配されている場合には、適正に迷光を除去して、光検出器からの信号を安定化させる必要がある。

【0004】

以下の特許文献 1 には、ピンホールを用いて迷光を除去する技術が、特許文献 2 には、1 / 2 波長板と偏光光学素子を組み合わせることにより迷光を除去する技術が、それぞれ

50

記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-260669号公報

【特許文献2】特開2006-252716号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1の技術によれば、ターゲット記録層から反射されたレーザ光（信号光）10 の収束位置にピンホールを正確に位置づける必要があるため、ピンホールの位置調整作業が困難であるとの課題がある。位置調整作業を容易にするためピンホールのサイズを大きくすると、迷光がピンホールを通過する割合が増加し、迷光による信号劣化を効果的に抑制できなくなる。

【0007】

また、特許文献2の技術によれば、迷光を除去するために、1/2波長板と偏光光学素子が2つずつ必要である他、さらに、2つのレンズが必要であるため、部品点数とコストが増加し、また、各部材の配置調整が煩雑であるとの課題がある。また、これらの部材を並べて配置するスペースが必要となり、光学系が大型化するとの課題もある。

【0008】

なお、この種の光ディスクに対して記録／再生を行う場合、光検出器から出力される電流信号に基づいて、再生RF信号の他、フォーカスエラー信号やトラッキングエラー信号等のサーボ用の信号が生成される。光検出器は、サーボ用の信号を生成可能のように、互いに区分された複数のセンサを備えている。各センサから出力される電流信号は、I/Vアンプによって増幅および電圧変換される。こうして得られた電圧信号が加減算されて、再生RF信号やサーボ用の信号が生成される。

【0009】

しかしながら、I/Vアンプでは、I/V変換の際に固有のノイズが発生する。このノイズは、各センサからの電圧信号に重畠される。このため、再生RF信号およびサーボ用の信号には、かかるノイズによる劣化が生じる。30

【0010】

特に、再生RF信号は、各センサからの電圧信号を全て加算して生成されるため、再生RF信号には、それぞれのI/Vアンプにて発生したノイズが全て重畠されることになる。他方、再生RF信号は、サーボ用の信号に比べて周波数が高いため、電気特性上の劣化が大きい。この劣化は、記録／再生速度の高速化が進むと、より顕著になる。このため、このように劣化し易い再生RF信号に、さらにI/Vアンプによるノイズが重畠されると、再生RF信号のS/Nはかなり低下すると想定される。再生RF信号の劣化が進むと、後段の誤り訂正回路では対応できなくなる場合がある。したがって、特に再生RF信号については、I/Vアンプによるノイズを抑制するための手段が必要となる。

【0011】

本発明は、このような課題を解消するためになされたものであり、簡素な構成にて効果的に迷光を抑制することができ、且つ、I/V変換の際のノイズによる再生RF信号の劣化を効果的に抑制可能な光ピックアップ装置および光ディスク装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の第1の態様は、光ピックアップ装置に関する。この態様に係る光ピックアップ装置は、レーザ光源と、前記レーザ光源から出射されたレーザ光を記録媒体上に収束させる対物レンズと、前記記録媒体によって反射された前記レーザ光に非点収差を導入して、第1の方向に前記レーザ光が収束することによって生じる第1の焦線位置と、前記第1の50

方向に垂直な第2の方向に前記レーザ光が収束することによって生じる第2の焦線位置とを前記レーザ光の進行方向に互いに離間させる非点収差素子と、前記記録媒体によって反射された前記レーザ光の光束を、前記第1の方向と前記第2の方向にそれぞれ平行な第1の直線と第2の直線によって4分割した4つの光束の進行方向を互いに異ならせてこれら4つの光束を離散させ、離散された前記4つの光束が光検出器の受光面上において直方形の異なる4つの頂角の位置にそれぞれ導かれるよう、前記4つの光束の進行方向を変化させる回折素子と、前記4つの光束のm次回折光とn次回折光(m n)をそれぞれ受光する第1のセンサ部と第2のセンサ部を有する光検出器と、を備え、前記第1のセンサ部は、前記m次回折光の4つ光束を、前記第1の直線と前記第2の直線に対してそれぞれ45°の角度をもつ2つの直線によってさらに分割した8つの光束を受光して、8つよりも少ない数の検出信号を出力するよう構成されていることを特徴とする。

【0013】

本発明の第2の態様は、光ディスク装置に関する。この態様に係る光ディスク装置は、上記第1の態様に係る光ピックアップ装置と、前記第1のセンサ部および前記第2のセンサ部から出力される検出信号を電圧信号に変換するとともに、変換された電圧信号を演算処理する信号処理部とを備える。ここで、前記信号処理部は、前記第1のセンサ部からの検出信号に基づく前記電圧信号から再生RF信号を生成する再生信号生成部を備える。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、簡素な構成にて効果的に迷光を抑制することができ、且つ、I/V変換の際のノイズによる再生RF信号の劣化を効果的に抑制可能な光ピックアップ装置および光ディスク装置を提供することができる。

【0015】

本発明の効果ないし意義は、以下に示す実施の形態の説明により更に明らかとなろう。ただし、以下の実施の形態は、あくまでも、本発明を実施する際の一つの例示であって、本発明は、以下の実施の形態によって何ら制限されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施形態に係る技術原理(光線の進み方)を説明する図である。

【図2】実施形態に係る技術原理(光線の進み方)を説明する図である。

30

【図3】実施形態に係る技術原理(光線の進み方)を説明する図である。

【図4】実施形態に係る技術原理(光線の進み方)を説明する図である。

【図5】実施形態に係る技術原理(分割パターンと光束の分布)を説明する図である。

【図6】実施形態に係る技術原理(分割パターンと光束の分布)を説明する図である。

【図7】実施形態に係る技術原理(分割パターンと光束の分布)を説明する図である。

【図8】実施形態に係る技術原理(分割パターンと光束の分布)を説明する図である。

【図9】実施形態に係る技術原理(角度付与と光束の分布)を説明する図である。

【図10】実施の形態に係るセンサパターンの配置方法を示す図である。

【図11】実施例に係る光ピックアップ装置の光学系を示す図である。

【図12】実施例に係る角度調整素子の構成について説明する図である。

40

【図13】実施例に係る角度調整素子のホログラムパターンについて説明する図である。

【図14】実施例に係るセンサパターンの構成を示す図である。

【図15】実施例および本発明の技術原理の好ましい適用範囲を示す図である。

【図16】変更例に係るセンサパターンの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

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。

【0018】

<技術的原理>

まず、図1ないし図10を参照して、本実施の形態に適用される技術的原理について説

50

明する。

【0019】

図1(a)は、ターゲット記録層によって反射されたレーザ光(信号光)が、平行光の状態でアナモレンズ等の非点収差素子に入射されたときの信号光と迷光の収束状態を示す図である。なお、“迷光1”は、レーザ光入射面側から見てターゲット記録層よりも一つ奥側にある記録層にて反射されたレーザ光であり、“迷光2”は、ターゲット記録層よりも一つ手前にある記録層にて反射されたレーザ光である。また、同図は、信号光がターゲット記録層にフォーカス合わせされたときの状態を示している。

【0020】

図示の如く、アナモレンズの作用により、図中の“曲面方向”に信号光が収束することによって面S1に焦線が生じ、さらに、この曲面方向に垂直な図中の“平面方向”に信号光が収束することによって面S2に焦線が生じる。そして、面S1と面S2の間の面S0において、信号光のスポットが最小(最小錯乱円)となる。非点収差法に基づくフォーカス調整では、面S0に光検出器の受光面が置かれる。なお、ここではアナモレンズにおける非点収差作用を簡単に説明するために、便宜上、“曲面方向”と“平面方向”と表現しているが、実際には、互いに異なる位置に焦線を結ぶ作用がアナモレンズによって生じれば良く、図1中の“平面方向”においてアナモレンズが曲率を持っていても良い。なお、アナモレンズに収束状態でレーザ光が入射する場合は、“平面方向”におけるアナモレンズの形状は直線状(曲率半径=)となり得る。

【0021】

なお、同図(a)に示す如く、迷光1の焦線位置(同図では、非点収差素子による2つの焦線位置の間の範囲を“収束範囲”と示す)は、信号光の焦線位置よりも非点収差素子に接近しており、また、迷光2の焦線位置は、信号光の焦線位置よりも非点収差素子から離れている。

【0022】

図1(b)~(e)は、それぞれ、平行光部分および面S1、S0、S2上における信号光のビーム形状を示す図である。真円で非点収差素子に入射した信号光は、面S1上で楕円となり、面S0上で略真円となった後、面S2上にて再び楕円となる。ここで、面S1上のビーム形状と面S2上のビーム形状は、それぞれの長軸が互いに垂直の関係となっている。

【0023】

ここで、同図(a)および(b)のように、平行光部分におけるビームの外周に、反時計方向に8つの位置(位置1~8:同図では丸囲み数字で表記)を設定すると、位置1~8を通る光線は、非点収差素子によってそれぞれ収束作用を受ける。なお、位置4と位置8は、曲面方向に平行な直線にて平行光部分のビーム断面を2分割する場合の分割線上に位置しており、位置2と位置6は、平面方向に平行な直線にて平行光部分のビーム断面を2分割する場合の分割線上に位置している。位置1、3、5、7はそれぞれ、位置2、4、6、8によって区分される外周円弧の中間にある。

【0024】

平行光部分において位置4と位置8を通る光線は、面S1で曲面方向の焦線へと収束された後に面S0へと入射する。このため、これら位置4、8を通る光線は、面S0上において、同図(d)に示す位置4、8を通る。同様に、平行光部分において位置1、3、5、7を通る光線も、面S1にて曲面方向の焦線へと収束された後に面S0へと入射するため、面S0上では、同図(d)に示す位置1、3、5、7を通る。これに対し、平行光部分において位置2、6を通る光線は、面S1で曲面方向の焦線へと収束されずに面S0へと入射する。このため、これら位置2、6を通る光線は、面S0上において、同図(d)に示す位置2、6を通る。

【0025】

図2(b)~(e)は、それぞれ、平行光部分および面S1、S0、S2上における迷光1のビーム形状と光線通過位置を示す図である。同図(b)に示すように、迷光1の外

10

20

30

40

50

周にも、上記信号光の場合と同様に 8 つの位置 1 ~ 8 を設定すると、これら 8 つの位置 1 ~ 8 を通る光線は、曲面方向の焦線および平面方向の焦線の何れかに収束された後に面 S 0 へと入射する。このため、平行光部分において位置 1 ~ 8 を通る光線は、面 S 0 上において、それぞれ、同図 (d) に示す位置 1 ~ 8 を通る。

【0026】

図 3 (b) ~ (e) は、それぞれ、平行光部分および面 S 1、S 0、S 2 上における迷光 2 のビーム形状と光線通過位置を示す図である。同図 (b) に示すように、迷光 2 の外周にも、上記信号光の場合と同様に 8 つの位置 1 ~ 8 を設定すると、これら 8 つの位置 1 ~ 8 を通る光線は、曲面方向の焦線と平面方向の焦線の何れへも収束されることなく面 S 0 へと入射する。このため、平行光部分において位置 1 ~ 8 を通る光線は、面 S 0 上において、それぞれ、同図 (d) に示す位置 1 ~ 8 を通る。10

【0027】

図 4 は、以上に説明した平行光部分および面 S 1、S 0、S 2 上におけるビーム形状と光線の通過位置を、信号光、迷光 1 および迷光 2 を対比して示す図である。同図中の (c) の段を対比して分かるとおり、平行光部分において位置 1 を通過した信号光、迷光 1 および迷光 2 の光束は、それぞれ、面 S 0 上において、互いに異なる外周位置を通過する。同様に、平行光部分において位置 3, 4, 5, 7, 8 を通過した信号光、迷光 1 および迷光 2 の光束も、面 S 0 において、互いに異なる外周位置を通過する。平行光部分において位置 2, 6 を通過した信号光と迷光 2 の光束は、面 S 0 において、同じ外周位置を通過する。この場合も、平行光部分において位置 2, 6 を通過した信号光と迷光 1 の光束は、面 S 0 において、互いに異なる外周位置を通過し、また、平行光部分において位置 2, 6 を通過した迷光 1 と迷光 2 の光束は、面 S 0 において、互いに異なる外周位置を通過する。20

【0028】

次に、以上の現象を考慮して、平行光部分における信号光および迷光 1、2 の領域分割パターンと、面 S 0 上における信号光および迷光 1、2 の照射領域との関係について検討する。

【0029】

まず、図 5 (a) に示すように、平行光部分における信号光および迷光 1、2 を、平面方向と曲面方向に対して 45° 傾いた 2 つの直線で分割し、4 つの光束領域 A ~ D に区分したとする。なお、この分割パターンは、従来の非点収差法に基づく領域分割に対応するものである。30

【0030】

この場合、上述の現象により、光束領域 A ~ D の信号光は、面 S 0 上において、同図 (b) のように分布する。また、光束領域 A ~ D の迷光 1 および迷光 2 は、上述の現象により、それぞれ、同図 (c) および (d) のように分布する。

【0031】

ここで、面 S 0 上における信号光と迷光 1、2 を光束領域毎に取り出すと、各光の分布は、図 6 (a) ないし (d) のようになる。この場合、各光束領域の信号光には、同じ光束領域の迷光 1 および迷光 2 の何れか一方が必ず重なる。このため、各光束領域の信号光を光検出器上のセンサパターンで受光すると、少なくとも、同じ光束領域における迷光 1 または迷光 2 が対応するセンサパターンに同時に射し、これにより検出信号に劣化が生じる。40

【0032】

これに対し、図 7 (a) に示すように、平行光部分における信号光および迷光 1、2 を、平面方向と曲面方向に平行な 2 つの直線で分割し、4 つの光束領域 A ~ D に区分したとする。この場合、上述の現象から、光束領域 A ~ D の信号光は、面 S 0 上において、同図 (b) のように分布する。また、光束領域 A ~ D の迷光 1 および迷光 2 は、上述の現象により、それぞれ、同図 (c) および (d) のように分布する。

【0033】

ここで、面 S 0 上における信号光と迷光 1、2 を光束領域毎に取り出すと、各光の分布50

は、図 8 (a) ないし (d) のようになる。この場合、各光束領域の信号光には、同じ光束領域の迷光 1 および迷光 2 の何れも重ならない。このため、各光束領域内の光束（信号光、迷光 1、2）を異なる方向に離散させた後に、信号光のみをセンサパターンにて受光するように構成すると、対応するセンサパターンには信号光のみが入射し、迷光の入射を抑止することができる。これにより、迷光による検出信号の劣化を回避することができる。

【 0 0 3 4 】

以上のように、信号光および迷光 1、2 を平面方向と曲面方向に平行な 2 つの直線で 4 つの光束領域 A ~ D に分割し、これら光束領域 A ~ D を通る光を分散させて面 S 0 上において離間させることにより、信号光のみを取り出すことができる。本実施の形態は、この原理を基盤とするものである。10

【 0 0 3 5 】

図 9 は、図 7 (a) に示す 4 つの光束領域 A ~ D を通る光束（信号光、迷光 1、2）の進行方向を、それぞれ、異なる方向に、同じ角度だけ変化させたときの、面 S 0 上における信号光と迷光 1、2 の分布状態を示す図である。ここでは、同図 (a) に示すように、光束領域 A ~ D を通る光束（信号光、迷光 1、2）の進行方向が、それぞれ、方向 D a、D b、D c、D d に、同じ角度量（図示せず）だけ変化している。なお、方向 D a、D b、D c、D d は、平面方向と曲面方向に対して、それぞれ、45° の傾きを持っている。20

【 0 0 3 6 】

この場合、方向 D a、D b、D c、D d における角度量を調節することにより、S 0 平面上において、同図 (b) に示すように各光束領域の信号光と迷光 1、2 を分布させることができる。その結果、図示の如く、信号光のみが存在する信号光領域を S 0 平面上に設定することができる。この信号光領域に光検出器のセンサパターンを設定することにより、各領域の信号光のみを、対応するセンサパターンにて受光することができる。20

【 0 0 3 7 】

図 10 は、センサパターンの配置方法を説明する図である。同図 (a) および (b) は、従来の非点収差法に基づく光束の分割方法とセンサパターンを示す図であり、同図 (c) および (d) は、上述の原理に基づく光束の分割方法とセンサパターンを示す図である。30 ここで、トラック方向は、平面方向および曲面方向に対して 45° の傾きを持っている。なお、同図 (a) および (b) には、説明の便宜上、光束が 8 つの光束領域 a ~ h に区分されている。また、トラック溝による回折の像（トラック像）が実線で示され、オフフォーカス時のビーム形状が点線によって示されている。

【 0 0 3 8 】

なお、トラック溝による信号光の 0 次回折像と一次回折像の重なり状態は、波長 / (トラックピッチ × 対物レンズ N A) で求められることが知られており、同図 (a)、(b)、(d) のように、4 つの光束領域 a、d、e、h に一次回折像が収まる条件は、波長 / (トラックピッチ × 対物レンズ N A) > 2 となる。

【 0 0 3 9 】

従来の非点収差法では、光検出器のセンサ P 1 ~ P 4 (4 分割センサ) が同図 (b) のように設定される。この場合、光束領域 a ~ h の光強度に基づく検出信号成分を A ~ H で表すと、フォーカスエラー信号 F E とプッシュプル信号 P P は、40

$$F E = (A + B + E + F) - (C + D + G + H) \quad \dots (1)$$

$$P P = (A + B + G + H) - (C + D + E + F) \quad \dots (2)$$

の演算により求まる。

【 0 0 4 0 】

これに対し、上記図 9 (b) の分布状態では、上述の如く、信号光領域内に、図 10 (c) の状態で信号光が分布している。この場合、同図 (a) に示す光束領域 a ~ h を通る信号光は、同図 (d) のようになる。すなわち、同図 (a) の光束領域 a ~ h を通る信号光は、光検出器のセンサパターンが置かれる面 S 0 上では、同図 (d) に示す光束領域 a 50

～hへと導かれる。

【0041】

したがって、同図(d)に示す光束領域a～hの位置に、同図(d)に重ねて示す如くセンサP11～P18を設定すれば、同図(b)の場合と同様の演算処理によって、フォーカスエラー信号とプッシュプル信号を生成することができる。すなわち、この場合も、光束領域a～hの光束を受光するセンサパターンからの検出信号をA～Hで表すと、同図(b)の場合と同様、フォーカスエラー信号FEとプッシュプル信号PPは、上記式(1)、(2)の演算により取得することができる。

【0042】

以上のように、本原理によれば、平行光部分における信号光および迷光1、2を、図1の平面方向と曲面方向に平行な2つの直線で4つの光束領域A～Dに分割し、これら光束領域A～Dを通る光を分散させ、さらに、分散させた後の各光束領域A～Dにおける信号光を、2分割された受光部(2分割センサ)によって個別に受光することにより、従来の非点収差法に基づく場合と同様の演算処理にて、フォーカスエラー信号とプッシュプル信号(トラッキングエラー信号)を生成することができる。

【0043】

ところで、実際の光学系では、図10(d)に示す8個のセンサから出力される検出信号は、各センサに対応するI/Vアンプに通された後、後段の回路に出力される。かかるI/Vアンプは、センサから出力される検出信号(電流信号)を電圧信号に変換し、さらに、この電圧信号を増幅させて後段の回路に出力する。

10

20

【0044】

このとき、各センサに対応するI/Vアンプにおいて、固有のノイズが発生するため、I/Vアンプから出力される電圧信号は、このノイズによって劣化することとなる。このようなアンプノイズは、後段回路での信号生成に用いられるI/Vアンプの数に応じて増加する。例えば、図10(d)に示す8個のセンサが用いられる場合、従来の4分割センサ(4個のセンサ)に比べ、信号光の光量の総和により生成される再生RF信号に重畠されるアンプノイズに影響するI/Vアンプの数は2倍となる。このとき、S/N(信号雑音比)は3dB劣化することとなる。

【0045】

かかる再生RF信号の劣化は、再生RF信号の生成に用いるI/Vアンプの個数を削減することにより抑制される。再生RF信号の劣化を抑制するための構成は、以下の実施例にて明らかにする。

30

【0046】

<実施例>

以下、上記原理に基づく実施例について説明する。

【0047】

図11に、本実施例に係る光ピックアップ装置の光学系を示す。なお、同図には、便宜上、関連する回路構成が併せて図示されている。また、同図中のディスクには、複数の記録層が積層して配置されている。

【0048】

40

図中、再生回路203、サーボ回路204およびコントローラ205は、光ピックアップ装置を搭載する光ディスク装置側に配される。I/Vアンプ部201は、光ピックアップ装置側に配されても良く、あるいは、光ディスク装置側に配されても良い。また、信号演算回路202の全部または一部が光ピックアップ装置側に配されても良く、あるいは、光ディスク装置側に配されても良い。光検出器113が、IC(Integrated Circuit)部を備えるPDICによって構成される場合、I/Vアンプ部201は、光検出器113のIC部に含まれる。この場合、信号演算回路202の一部が光検出器113のIC部に含まれても良い。

【0049】

図示の如く、光ピックアップ装置の光学系は、半導体レーザ101と、偏光ビームスプ

50

リッタ 102 と、コリメートレンズ 103 と、レンズアクチュエータ 104 と、立ち上げミラー 105 と、1/4 波長板 106 と、アパー チャ 107 と、対物レンズ 108 と、ホルダ 109 と、対物レンズアクチュエータ 110 と、検出レンズ 111 と、角度調整素子 112 と、光検出器 113 を備えている。

【0050】

半導体レーザ 101 は、所定波長のレーザ光を出射する。半導体レーザ 101 から出射されるレーザ光の広がり角は、水平広がり角と垂直広がり角が異なっている。

【0051】

偏光ビームスプリッタ 102 は、半導体レーザ 101 から入射されるレーザ光 (S 偏光) を略全反射するとともに、コリメートレンズ 103 側から入射されるレーザ光 (P 偏光) を略全透過する。コリメートレンズ 103 は、偏光ビームスプリッタ 102 側から入射されるレーザ光を平行光に変換する。10

【0052】

レンズアクチュエータ 104 は、サーボ回路 203 から入力されるサーボ信号に応じてコリメートレンズ 103 を光軸方向に変位させる。これにより、レーザ光に生じる収差が補正される。立ち上げミラー 105 は、コリメートレンズ 103 側から入射されたレーザ光を対物レンズ 108 に向かう方向に反射する。

【0053】

1/4 波長板 106 は、ディスクへと向かうレーザ光を円偏光に変換するとともに、ディスクからの反射光をディスクへ向かう際の偏光方向に直交する直線偏光に変換する。これにより、ディスクによって反射されたレーザ光は、偏光ビームスプリッタ 102 を透過する。20

【0054】

アパー チャ 107 は、対物レンズ 108 に対するレーザ光の有効径が適正となるように、レーザ光のビーム形状を円形形状に調整する。対物レンズ 108 は、レーザ光をディスク内のターゲット記録層に適正に収束できるよう設計されている。ホルダ 109 は、1/4 波長板 106 と対物レンズ 108 を一体的に保持する。対物レンズアクチュエータ 110 は、従来周知の電磁駆動回路によって構成され、当該回路のうち、フォーカスコイル等のコイル部がホルダ 109 に装着されている。

【0055】

検出レンズ 111 は、ディスクからの反射光に非点収差を導入する。すなわち、検出レンズ 111 は、図 1 の非点収差素子に相当する。検出レンズ 111 は、平面方向と曲面方向が、ディスクからのトラック像に対してそれぞれ 45° の傾きとなるよう配置される。

【0056】

角度調整素子 112 は、レーザ光の入射面にホログラムパターンが形成されている。これにより、検出レンズ 111 側から入射されたレーザ光の進行方向が変化させられる。なお、角度調整素子 112 については、追って図 12 を参照して説明する。

【0057】

光検出器 113 は、受光面上に複数のセンサを有する。光検出器 113 は、これらセンサが図 1 の面 S0 の位置に位置づけられるように配置される。なお、光検出器 113 のセンサパターンについては、追って図 14 を参照して説明する。40

【0058】

I/V アンプ部 201 は、10 個の I/V アンプ (図示せず) を有する。これら I/V アンプは、光検出器 113 の受光面上のセンサから出力される検出信号を電圧信号に変換し、さらに、この電圧信号を增幅させて、信号演算回路 202 に出力する。

【0059】

信号演算回路 202 は、I/V アンプ部 201 から入力された電圧信号に基づく演算処理により、再生 R/F 信号、フォーカスエラー信号、ブッシュブル信号 (トラック エラー信号) および位置ずれ信号 (角度調整素子 112 と光検出器 113 の位置ずれを示す信号) を生成する。生成された再生 R/F 信号は再生回路 203 とサーボ回路 204 に送られ50

、フォーカスエラー信号およびプッシュプル信号（トラッキングエラー信号）はサーボ回路204に送られ、位置ずれ信号はコントローラ205に送られる。なお、信号演算回路202で行われるこれらの信号の生成については、追って図14を参照して説明する。

【0060】

再生回路203は、信号演算回路202から入力された再生RF信号を復調して再生データを生成する。サーボ回路204は、信号演算回路202から入力されたフォーカスエラー信号とプッシュプル信号（トラッキングエラー信号）から、フォーカスサーボ信号とトラッキングサーボ信号を生成し、これらを対物レンズアクチュエータ110に出力する。また、サーボ回路204は、信号演算回路202から入力された再生RF信号の品質が最良になるよう、レンズアクチュエータ104にサーボ信号を出力する。コントローラ205は、内蔵メモリに格納されたプログラムに従って各部を制御する。

10

【0061】

図12(a)は、角度調整素子112をディスクからの反射光の進行方向に見たときの平面図である。

【0062】

角度調整素子112は、正方形形状の透明板にて形成され、光入射面にブレーズ型によるホログラムパターンが形成されている。光入射面は、図示の如く、4つのホログラム領域112a～112dに区分されている。これらホログラム領域112a～112dに、それぞれ、図9(a)の光束領域A～Dを通過したレーザ光（信号光、迷光1、2）が入射するよう、角度調整素子112が検出レンズ111の後段に配置される。

20

【0063】

ホログラム領域112a～112dは、入射されたレーザ光（信号光、迷光1、2）を、それぞれ、1次回折作用により方向Va1～Vd1に回折させ、2次回折作用により方向Va2～Vd2に回折させる。方向Va1～Vd1は、図9(a)の方向Da～Ddに一致しており、方向Va2～Vd2もまた、図9(a)の方向Da～Ddに一致している。また、各領域における1次回折角は互いに同じであり、各領域における2次回折角も互いに同じとなっている。2次回折角は1次回折角よりも大きい。これにより、ホログラム領域112a～112dの1次回折作用によって、検出レンズ111から入射されたレーザ光（信号光、迷光1、2）は、光検出器113の受光面上で、図9(b)のように分布する。また、ホログラム領域112a～112dの2次回折作用により、検出レンズ111から入射されたレーザ光（信号光、迷光1、2）は、光検出器113の受光面上で、図9(b)よりも広がって分布する。

30

【0064】

図12(b)は、角度調整素子112の回折作用による信号光の分布を示す図である。なお、図中、破線で囲まれた扇型部分は、1次回折作用による迷光1、2を示している。

【0065】

図示の如く、1次回折作用による信号光（以下、「1次信号光」という）の信号光領域は、図9(b)と同様である。これに対し、2次回折作用による信号光（以下、「2次信号光」という）の信号光領域は、1次信号光の信号光領域の外側に位置している。また、2次回折作用による迷光1、2（図示せず）は、2次信号光の信号光領域の外側に広がっている。

40

【0066】

図13(a)は、ブレーズ型のホログラムパターンの模式図である。ブレーズ型のホログラムパターンでは、回折効率は、ホログラムパターンのブレーズ高さHにより調整され、回折角度は、ホログラムパターンのピッチWにより調整される。

【0067】

図13(b)は、ブレーズ型のホログラムパターンにおいて、ブレーズ高さと回折効率の関係を示す図である。角度調整素子112に形成されたホログラムパターンのブレーズ高さHは、図中の“設定値”に設定されている。このとき、角度調整素子112の1次の回折効率は9%であり、2次の回折効率は83%となっている。

50

【0068】

図14は、光検出器113の受光面上に配されるセンサパターンを示す図である。なお、同図には、I/Vアンプ部201内のI/Vアンプ21~26、31~34が、併せて示されている。

【0069】

図示の如く、光検出器113の受光面上には、図12(b)に示した1次信号光を受光するためのセンサP21~P26と、図12(b)に示した2次信号光を受光するためのセンサP31~P38が配されている。なお、1次信号光と2次信号光が、それぞれセンサP21~26とセンサP31~P38に位置づけられるよう、ホログラムパターンのピッチWが設定されている。

10

【0070】

センサP21は、図10(d)に示したセンサパターンのうち、センサP11とP12に入射するレーザ光を合わせて受光する大きさとなっている。同様に、センサP26は、図10(d)に示したセンサパターンのうち、センサP17とP18に入射するレーザ光を合わせて受光する大きさとなっている。センサP32とP35、センサP33とP38、センサP34とP37、センサP31とP36は、それぞれ、検出信号が加算されるよう短絡されている。

【0071】

センサP21~P26から出力される6つの検出信号B0、C2、A1、C1、A2、D0は、それぞれ、I/Vアンプ部201内のI/Vアンプ21~26に入力される。センサP32とP35、センサP33とP38、センサP34とP37、センサP31とP36から出力される4つの検出信号MA、MB、MC、MDは、それぞれ、I/Vアンプ部201内のI/Vアンプ31~34に入力される。各I/Vアンプから出力される電圧信号は、後述する信号演算回路202で行われる演算に用いられる。

20

【0072】

次に、信号演算回路202で行われる演算について説明する。なお、以下の式において、演算に用いられる電圧信号は、便宜上、I/Vアンプを通される前の電流信号を表す記号と同じ記号で表わされている。

【0073】

再生RF信号と、溝外乱対応のフォーカスエラー信号FEと、DPP(Differential Push-Pull)法によるトラッキングエラー信号DPPと、光検出器113のZ軸正方向の位置ずれ信号PD1とY軸負方向の位置ずれ信号PD2と、角度調整素子112のY軸負方向の位置ずれ信号HOE1とZ軸正方向の位置ずれ信号HOE2は、以下の式により算出される。

30

【0074】

$$\begin{aligned}
 RF &= MA + MB + MC + MD \\
 FE &= \{ (MA + MC) - (MB + MD) \} \\
 &\quad + k_1 \{ (A_1 + C_1) - (A_2 + C_2) \} \\
 DPP &= \{ (MA + MD) - (MB + MC) \} \\
 &\quad + k_2 \{ (A_1 + C_2) - (A_2 + C_1) \} \\
 PD1 &= \{ (MA + MD) - (MB + MC) \} \\
 &\quad / \{ (MA + MD) + (MB + MC) \} \\
 PD2 &= \{ (MA + MB) - (MC + MD) \} \\
 &\quad / \{ (MA + MB) + (MC + MD) \} \\
 HOE1 &= (B_0 - D_0) / (B_0 + D_0) \\
 HOE2 &= \{ (C_1 + C_2) - (A_1 + A_2) \} \\
 &\quad / \{ (C_1 + C_2) + (A_1 + A_2) \}
 \end{aligned}$$

40

【0075】

なお、上記式におけるk1、k2が調整されることにより、上記フォーカスエラー信号における溝外乱が抑制され、上記トラッキングエラー信号DPPのDC成分が抑制される

50

。なお、k1の調整方法および上記F Eの演算により溝外乱の抑制が可能となることは、出願人が先に出願した特願2009-013592号に記載されている。また、k2の調整方法および上記D P Pの演算によりDC成分の抑制が可能となることは、出願人が先に出願した特願2009-129668号に記載されている。

【0076】

また、位置ずれ信号P D 1、P D 2の値が0になるよう光検出器113が位置調整され、位置ずれ信号H O E 1、H O E 2の値が0になるよう角度調整素子112が位置調整される。すなわち、光ピックアップ装置の製造時に、これらの信号が評価装置に送られる。そして、製造者によりこれらの信号がモニタされ、これらの信号の値が0になるように、光検出器113と角度調整素子112が位置調整される。なお、これらの信号を用いた光検出器113と角度調整素子112の位置調整方法は、出願人が先に出願した特願2009-177046号に記載されている。10

【0077】

また、上記式の他、D P D (Differential Phase Detection)法によるトラッキングエラー信号D P Dも、M A ~ M Dを用いて、従来周知の演算により算出される。

【0078】

以上、本実施例によれば、ディスク内に配された記録層のうちターゲット記録層から反射された信号光と、当該ターゲット記録層の上および下の記録層から反射された迷光1、2とが、光検出器113の受光面（オンフォーカス時に信号光スポットが最小錯乱円になる面S0）上において、互いに重なり合うのを抑制することができる。具体的には、受光面（面S0）上における信号光と迷光1、2の分布を、図12（b）の状態にすることができる。したがって、図12（b）の1次信号光の信号光領域と2次信号光の信号光領域に、図14に示すセンサパターンを配置することにより、センサP21～P26、P31～P38によって、対応する信号光を適正に受光することができる。このため、迷光による検出信号の劣化を抑制することができる。20

【0079】

なお、図12（b）を参照して分かるとおり、1次信号光の信号光領域には、迷光が重ならない。よって、図14のセンサP21～P26に迷光が掛かるのを回避することができる。これに対し、図12（b）に示す1次回折作用による迷光の領域は、実際には、同図に破線で示す領域よりも広がっているため、2次信号光の照射領域に1次回折作用による迷光が掛かることになる。しかし、この場合も、1次回折光の回折効率は9%程度に抑えられているため、2次信号光の強度に比べ、1次回折作用による迷光の強度は顕著に小さくなる。したがって、図14のセンサP31～P38からは、1次回折作用による迷光の影響を殆ど受けない信号が出力される。30

【0080】

加えて、本実施例によれば、図14に示すように、1次信号光を受光するためのセンサP21～P26から出力された検出信号が、6個のI/Vアンプ21～26に入力され、2次信号光を受光するためのセンサP31～P38から出力された検出信号が、4個のI/Vアンプ31～34に入力される。こうして、各I/Vアンプから出力された電圧信号に基づいて、上記式の演算が行われる。こうすると、再生R F信号に用いられる検出信号M A ~ M DのI/V変換後の電圧信号には、4個のI/Vアンプによるアンプノイズしか重畠されない。よって、図10（d）に示す8個のセンサP11～P18からの出力信号を8個のI/VアンプでI/V変換した電圧信号から再生R F信号を生成する場合に比べて、再生R F信号に重畠するアンプノイズが低減されるため、より精度の高い再生R F信号を得ることができる。40

【0081】

なお、本実施例では、図14に示すように、図8（d）のセンサP11、P12と、センサP17、P18がそれぞれ一体化されてセンサP21とP26とされているため、位置ずれ信号H O E 1に重畠するアンプノイズも低減される。

【0082】

50

また、以上の効果を、ディスクによって反射されたレーザ光の光路中、すなわち、図11の構成では検出レンズ111と光検出器113の間に、角度調整素子112を配置するのみで達成することができる。したがって、本実施例によれば、簡素な構成にて効果的に迷光による影響を除去することができ、かつ、信号演算に用いられる電圧信号に重畠するアンプノイズを抑制することができる。

【0083】

なお、上記原理による迷光除去効果は、図15に示すように、迷光1の平面方向の焦線位置が面S0（信号光のスポットが最小錯乱円となる面）よりも非点収差素子に接近した位置にあり、且つ、迷光2の曲面方向の焦線位置が面S0よりも非点収差素子から離れた位置にあるときに奏され得るものである。すなわち、この関係が満たされていれば、信号光と迷光1、2の分布は上記図8に示す状態となり、面S0において、信号光と迷光1、2が重なり合わないようすることができる。換言すれば、この関係が満たされる限り、たとえ、信号光の曲面方向の焦線位置よりも迷光1の平面方向の焦線位置が面S0に接近し、あるいは、信号光の平面方向の焦線位置よりも迷光2の曲面方向の焦線位置が面S0に接近したとしても、上記原理に基づく本発明ないし実施例の効果は奏され得る。

【0084】

<変更例>

上記実施例では、ブレーズ型のホログラムパターンを有する角度調整素子112が用いられたが、ステップ型のホログラムパターンを有する角度調整素子112が用いられても良い。また、上記実施例では、光検出器113により1次信号光と2次信号光を受光するようにしたが、他の2つの回折次数の信号光を受光するようにしても良い。

【0085】

以下に、ステップ型のホログラムパターンを有する角度調整素子112を用いて、0次回折作用による信号光と1次回折作用による信号光を光検出器113で受光する場合の構成例を示す。

【0086】

図13(c)は、ステップ型のホログラムパターンの模式図である。ステップ型のホログラムパターンでは、回折効率は、ホログラムパターンのステップ数と1ステップあたりの高さHにより調整され、回折角度は、ホログラムパターンのピッチWにより調整される。本変更例では、4ステップ型のホログラムが用いられる。

【0087】

図13(d)は、4ステップ型のホログラムにおいて、1ステップあたりの高さと回折効率の関係を示す図である。本変更例では、角度調整素子112の0次の回折効率が70%であり、1次の回折効率が15%となるよう、1ステップあたりの高さHが“設定値1”に設定されている。また、ホログラムに入射するレーザ光に対する回折光の利用効率が低下するものの、0次の回折効率が10%であり、1次の回折効率が70%となるよう、1ステップあたりの高さが“設定値2”に設定されても良い。

【0088】

図16は、本変更例における光検出器113の受光面上に配されたセンサパターンを示す図である。同図(a)、(b)は、それぞれ、図14(d)において、1ステップあたりの高さHが、“設定値1”、“設定値2”とされた場合を示す図である。なお、図16(a)、(b)のセンサパターンは同じであるため、以下、センサパターンについては、同図(a)についてのみ説明する。

【0089】

同図(a)を参照して、光検出器113の受光面上には、上記実施例で示した1次信号光を受光するためのセンサP21～P26に加えて、センサP21～P26の内側の中央領域に、図10(b)に示した従来周知の4分割センサP1～P4が配されている。センサP1～P4は、0次回折作用による信号光（以下、「0次信号光」という）を受光する。なお、1次信号光の分布が、センサP21～P26に位置づけられるよう、ホログラムパターンのピッチWが設定されている。

10

20

30

40

50

【0090】

センサP1～P4から出力される検出信号I1～I4は、それぞれ、I/Vアンプ部201内のI/Vアンプ(図示せず)に入力される。各I/Vアンプから出力される電圧信号は、信号演算回路202で行われる演算に用いられる。

【0091】

次に、信号演算回路202で行われる演算について説明する。なお、以下の式において、演算に用いられる電圧信号は、便宜上、I/Vアンプを通される前の電流信号を表す記号と同じ記号で表わされている。

【0092】

同図(a)のセンサパターンの再生RF信号は、以下の式により算出される。

10

【0093】

$$RF = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

【0094】

同図(b)のセンサパターンの再生RF信号は、以下の式により算出される。

【0095】

$$RF = A_1 + A_2 + B_0 + C_1 + C_2 + D_0$$

【0096】

その他、同図(a)、(b)のセンサパターンの場合に共通して、溝外乱対応のフォーカスエラー信号FEと、DPP(Differential Push-Pull)法によるトラッキングエラー信号DPPと、光検出器113のZ軸正方向の位置ずれ信号PD1とY軸負方向の位置ずれ信号PD2と、角度調整素子112のY軸負方向の位置ずれ信号HOE1とZ軸正方向の位置ずれ信号HOE2は、以下の式により算出される。

20

【0097】

$$FE = \{ (I_1 + I_3) - (I_2 + I_4) \} \\ + k_1 \{ (A_1 + C_1) - (A_2 + C_2) \}$$

$$DPP = \{ (I_1 + I_4) - (I_2 + I_3) \} \\ + k_2 \{ (A_1 + C_2) - (A_2 + C_1) \}$$

$$PD1 = \{ (I_1 + I_4) - (I_2 + I_3) \} \\ / \{ (I_1 + I_4) + (I_2 + I_3) \}$$

$$PD2 = \{ (I_1 + I_2) - (I_3 + I_4) \} \\ / \{ (I_1 + I_2) + (I_3 + I_4) \}$$

30

$$HOE1 = (B_0 - D_0) / (B_0 + D_0)$$

$$HOE2 = \{ (C_1 + C_2) - (A_1 + A_2) \} \\ / \{ (C_1 + C_2) + (A_1 + A_2) \}$$

【0098】

なお、上記式におけるk1、k2が調整されることにより、上記フォーカスエラー信号における溝外乱が抑制され、上記トラッキングエラー信号DPPのDC成分が抑制される。

【0099】

なお、k1の調整方法および上記FEの演算により溝外乱の抑制が可能となることは、出願人が先に出願した特願2009-013592号に記載されている。また、k2の調整方法および上記DPPの演算によりDC成分の抑制が可能となることは、出願人が先に出願した特願2009-129668号に記載されている。位置ずれ信号PD1、PD2、HOE1、HOE2を用いて光検出器113と角度調整素子112の位置調整が行われる(特願2009-177046参照)。

40

【0100】

上記式の他、DPD(Differential Phase Detection)法によるトラッキングエラー信号DPDも、MA～MDを用いて、従来周知の演算により算出される。

【0101】

以上、本変更例においても、迷光による検出信号の劣化が抑制され得る。ただし、図1

50

6 (a)、(b)に示す2つの変更例では、何れも、0次回折作用による迷光が全てのセンサに掛かることになる。図16 (a)の変更例では、0次光の回折効率が高く設定されているため、迷光による影響が大きくなる。これに対し、図16 (b)の変更例では、0次光の回折効率が低く設定されているため、迷光による影響は小さい。よって、これら2つの変更例では、図16 (b)の変更例の方が、より精度の高い信号を得ることができる。

【0102】

加えて、本変更例によれば、図16 (a)、(b)に示すように、0次信号光を受光するためのセンサP1～P4から出力された検出信号が、4個のI/Vアンプ入力され、1次信号光を受光するためのセンサP21～P26から出力された検出信号が、6個のI/Vアンプに入力される。こうして、各I/Vアンプから出力された電圧信号に基づいて、上記式の演算が行われる。こうすると、例えば、同図 (a)の場合の再生RF信号に用いられる検出信号I1～I4には、4個のI/Vアンプによるアンプノイズしか重畠されない。また、同図 (b)の場合の再生RF信号に用いられる検出信号A1、A2、B0、C1、C2、D0には、6個のI/Vアンプによるアンプノイズしか重畠されない。よって、図10 (d)の場合に比べて、再生RF信号に重畠するアンプノイズが低減されるため、より精度の高い再生RF信号を得ることができる。

【0103】

また、本変更例によれば、角度調整素子112のレーザ光の利用効率は、図16 (a)の場合85%、図16 (b)の場合80%となり、上記実施例の利用効率90%に比べてやや低くなる。しかしながら、角度調整素子112がステップ型のホログラムパターンにより形成されているため、上記実施例のブレーズ型のホログラムパターンが用いられる場合に比べ、より安価に角度調整素子112を作成することができる。

【0104】

以上、本発明の実施例および変更例について説明したが、本発明は、上記実施例および変更例に制限されるものではなく、また、本発明の実施形態も上記以外に種々の変更が可能である。

【0105】

たとえば、上記実施例および変更例では、ホログラム領域112a～112dに、レーザ光の進行方向を一定角度だけ変化させる角度付与の回折作用のみを持たせるようになつたが、角度付与の他、検出レンズ111による非点収差作用をも同時に発揮するホログラムパターンを、ホログラム領域112a～112dに設定しても良い。また、角度調整素子112の光入射面に上記角度付与のためのホログラムパターンを形成し、非点収差作用を持たせるためのホログラムパターンを角度調整素子112の光出射面に持たせるようにしても良い。こうすると、検出レンズ111を省略することができ、部品点数とコストの削減を図ることができる。

【0106】

また、上記実施例では、センサP21、P26から出力される検出信号B0、D0は、角度調整素子112の位置ずれ信号HOE1、HOE2を算出するための演算式でのみ用いられる。このため、角度調整素子112の位置ずれ信号が生成される必要がなければ、センサP21、P26を省略し、センサパターンを簡素にすることができる。

【0107】

また、上記変更例では、上述のとおり、0次回折作用による迷光が、センサP1～P4の他、センサP21～P26にも入射する。このように、0次回折作用による迷光が入射することにより、センサP21～P26からの検出信号の劣化が問題となる場合には、角度調整素子112の回折角度を大きくして、センサP21～P26の位置をセンサP1～P4の位置からさらに外側に離しても良い。こうすると、センサP21～P26にて1次信号光を受光しながら、センサP21～P26に入射する0次回折作用による迷光1、2の光量を低減させることができる。また、この場合、角度調整素子112の回折効率が調整されても良い。例えば、0次の回折効率が小さく設定されれば、センサP21～P26

に入射する 0 次回折作用による迷光 1、2 の光量を低減させることができる。

【 0 1 0 8 】

また、上記変更例では、上記の如く、D P P 法によるトラッキングエラー信号 D P P が設定されたが、センサ P 1 ~ P 4 に入射する 0 次回折作用の迷光 1、2 によって、検出信号 I 1 ~ I 4 の劣化が問題となる場合、信号 D P P は、以下の式により算出されても良い。

【 0 1 0 9 】

$$D P P = (B 0 - D 0) + k \{ (A 1 + C 2) - (A 2 + C 1) \}$$

【 0 1 1 0 】

さらに、上記変更例において、図 16 (a)、(b)に示すセンサ P 2 2 と P 2 3 、センサ P 2 4 と P 2 5 は、それぞれ、短絡されても良い。この場合、フォーカスエラー信号は、センサ P 1 ~ P 4 にて、図 10 (b)に示した従前のフォーカスエラー信号 F E によって算出される。こうすると、溝外乱に対応したフォーカスエラー信号を生成することができないものの、検出信号に重畠する I / V アンプによるアンプノイズがさらに低減され得る。

10

【 0 1 1 1 】

また、上記実施例および変更例において、ブレーズ型のホログラムパターンにおけるブレーズ高さは、図 13 (b)の“設定値”に限定されるものでなく、ステップ型のホログラムパターンにおける 1 ステップあたりの高さは、図 13 (d)の“設定値 1 ”、“設定値 2 ”に限定されるものではない。また、ステップ型のホログラムパターンにおけるステップ数は 4 に限定されない。すなわち、これらホログラムパターンの設定は、光検出器 1 1 3 のセンサパターンにて信号光が受光される限り、適宜、変更可能である。

20

【 0 1 1 2 】

また、上記実施の形態では、再生 R F 信号を生成するためのセンサ群から 4 つまたは 6 つの検出信号が出力される構成を示したが、これらセンサ群から、8 つよりも少ない他の数の検出信号が生成されるようにもしても良い。たとえば、図 14 に示す信号 M A と信号 M C が加算されるようにセンサ P 3 2 、 P 3 4 、 P 3 5 、 P 3 7 を短絡し、さらに、信号 M B と信号 M D が加算されるようにセンサ P 3 1 、 P 3 3 、 P 3 6 、 P 3 8 を短絡するようにもしても良い。この場合、フォーカスエラー信号は上記実施の形態の場合と同様にして生成され、トラッキングエラー信号は、センサ P 2 1 ~ P 2 6 からの検出信号に基づいて生成される。こうすると、再生 R F 信号の生成に用いられる I / V アンプの数を 2 個にすることができ、再生 R F 信号に対するアンプノイズの影響をさらに低減させることができること。

30

【 0 1 1 3 】

この他、図 14 に示すセンサ P 3 1 ~ P 3 8 を全て短絡して、これらセンサ P 3 1 ~ P 3 8 から一つの検出信号が出力されるよう構成しても良い。この場合、この検出信号が I / V 変換されて再生 R F 信号が生成される。ただし、この場合には、1 次信号光に基づいてフォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号を生成する必要があるため、センサ P 3 1 ~ P 3 8 の内側には、図 10 (d)に示す 8 つのセンサを配する必要がある。また、1 次信号光と 2 次信号光の回折効率が適宜調整される。

40

【 0 1 1 4 】

この他、図 16 (a)、(b)に示すセンサ P 1 、 P 3 を短絡し、さらに、センサ P 2 、 P 4 を短絡するよう構成することもできる。この場合も、フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号を生成できるように、センサ P 1 ~ P 4 の外側には、図 10 (d)に示す 8 つのセンサが配される。

【 0 1 1 5 】

なお、上記実施例および変更例では、再生 R F 信号の生成に用いられる信号光の強度が回折作用により減衰される。このため、再生 R F 信号の振幅も、減衰がない場合に比べて低下する。しかしながら、上記実施例および変更例では、I / V 変換によるノイズの方も低減されるため、このように再生 R F 信号の振幅が低下しても、再生 R F 信号の振幅に対

50

するノイズの影響は、図10(d)のセンサパターンで図10(c)の信号光を受光する場合に比べて抑制され得る。

【0116】

この他、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。

【符号の説明】

【0117】

101 半導体レーザ(レーザ光源)

108 対物レンズ

111 検出レンズ(非点収差素子)

10

112 角度調整素子(回折素子)

113 光検出器

P21～P26 センサ(第1のセンサ部/第2のセンサ部)

P31～P38 センサ(第1のセンサ部)

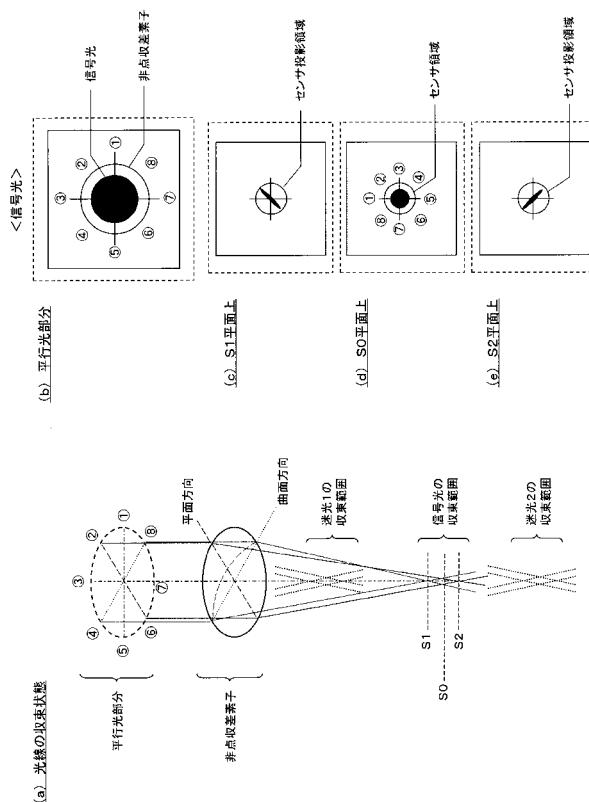
P1～P4 センサ(第1のセンサ部/第2のセンサ部)

201 I/Vアンプ部(信号処理部)

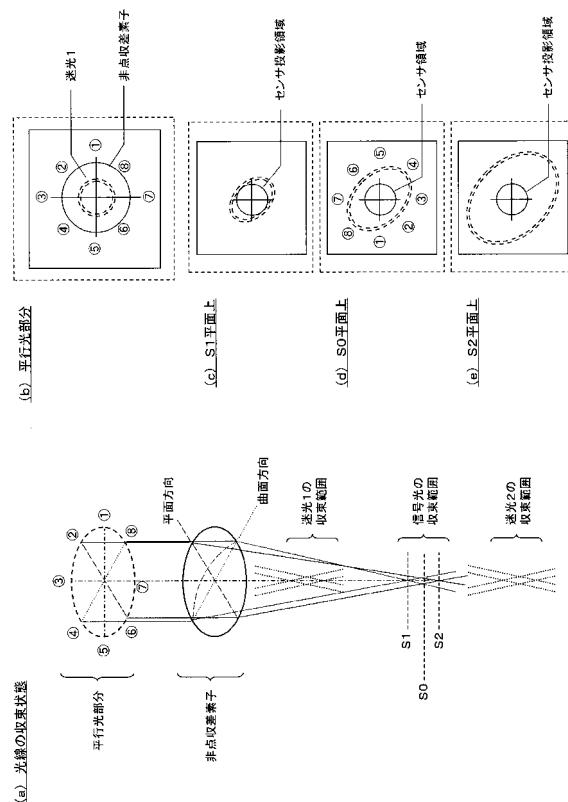
202 信号演算回路(信号処理部)

31、32、33、34 I/Vアンプ(再生信号生成部)

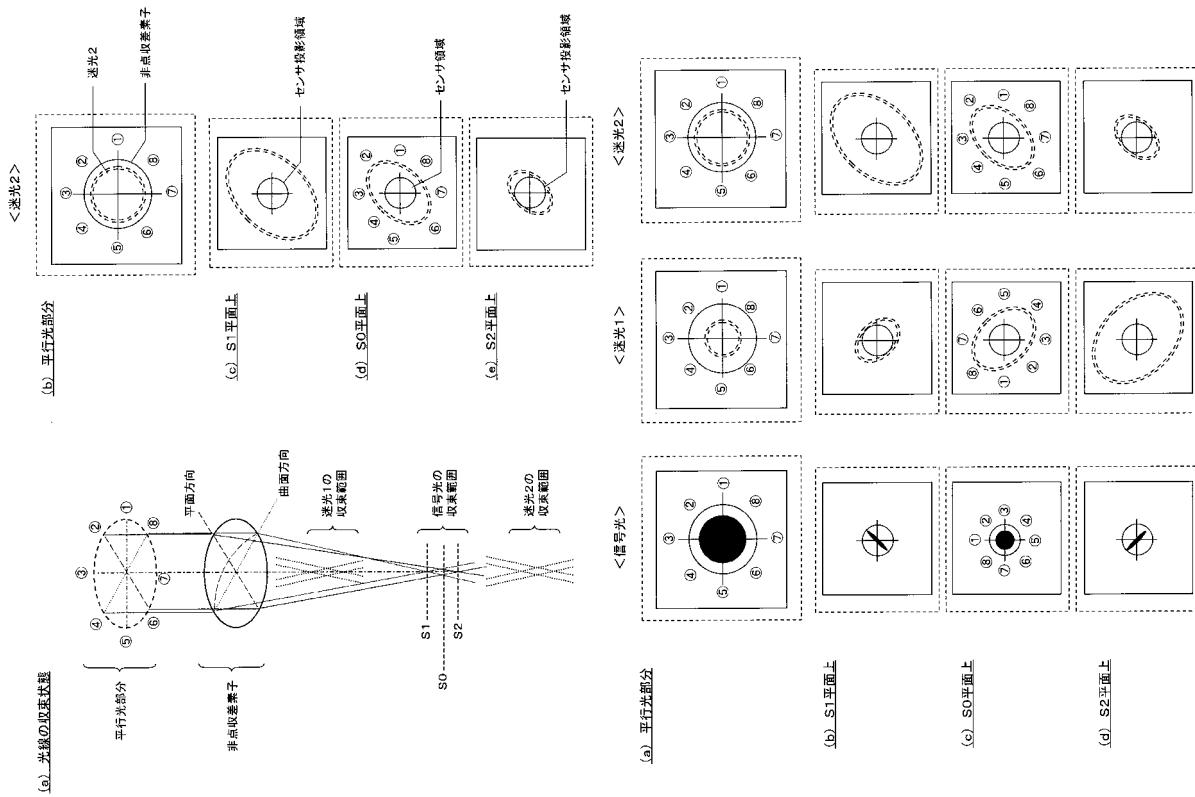
【図1】



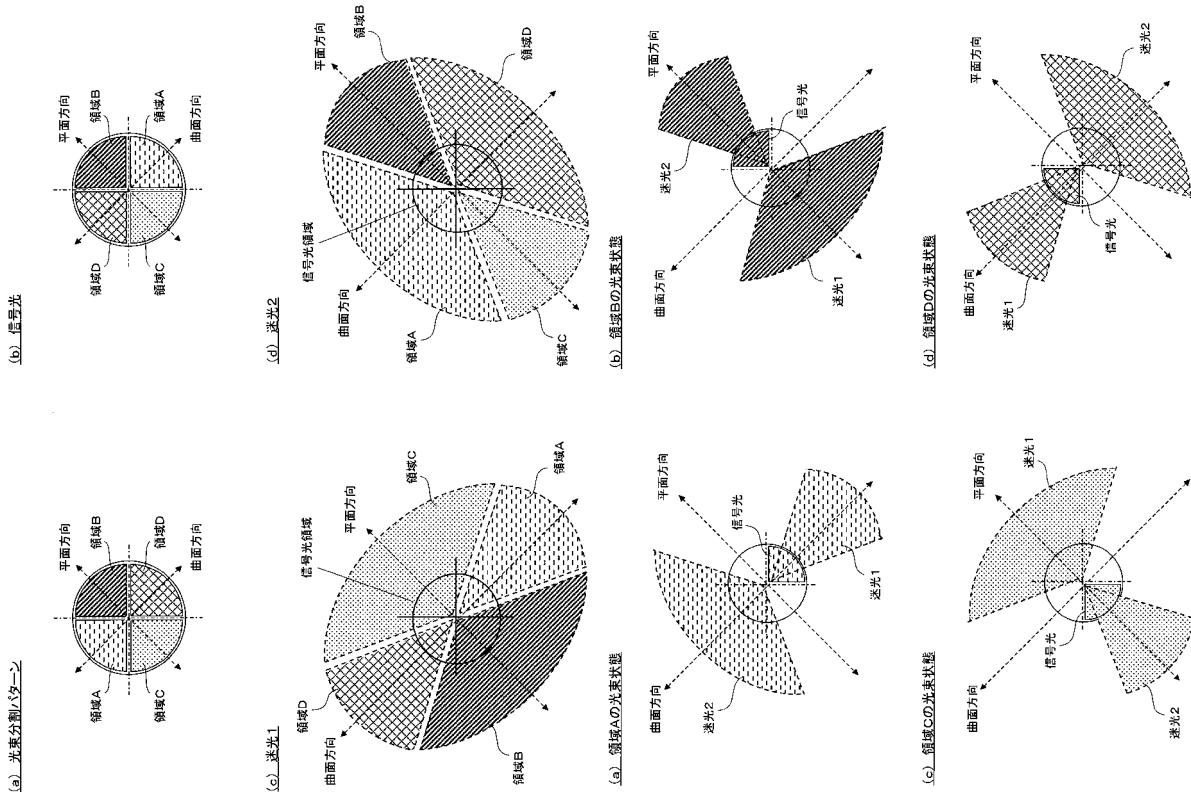
【図2】



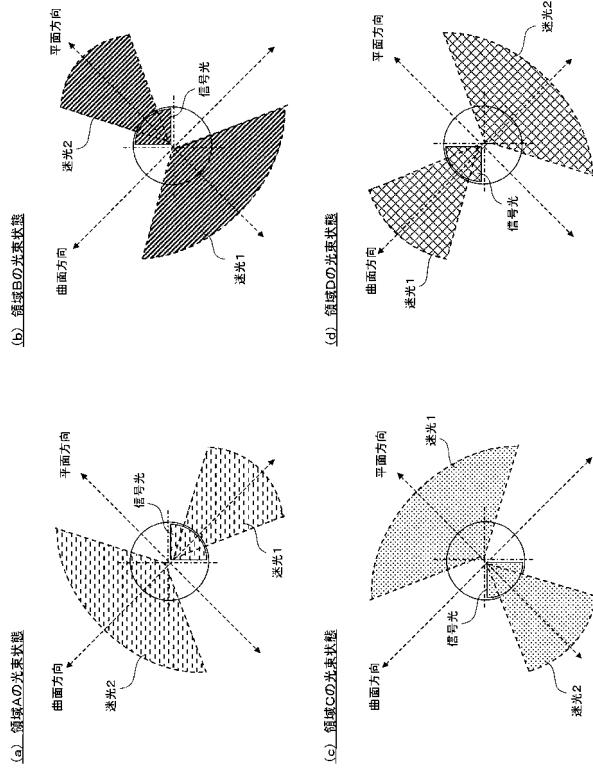
【図3】



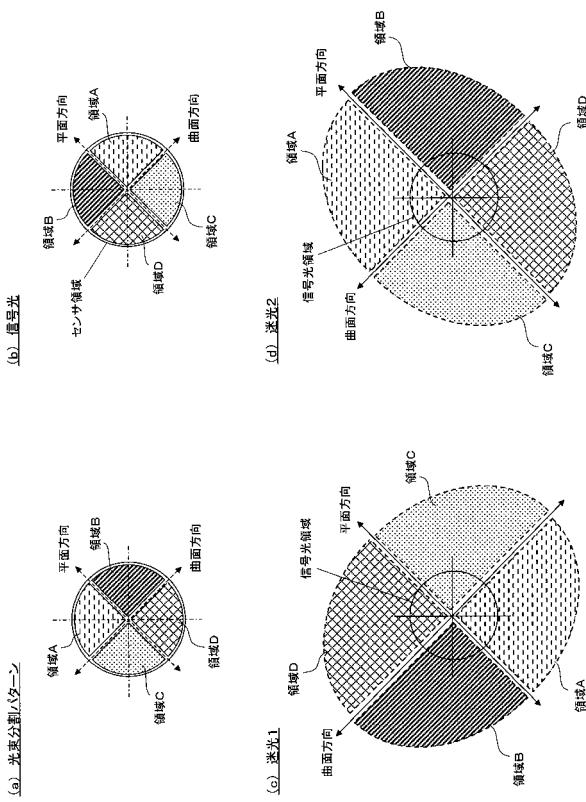
【図5】



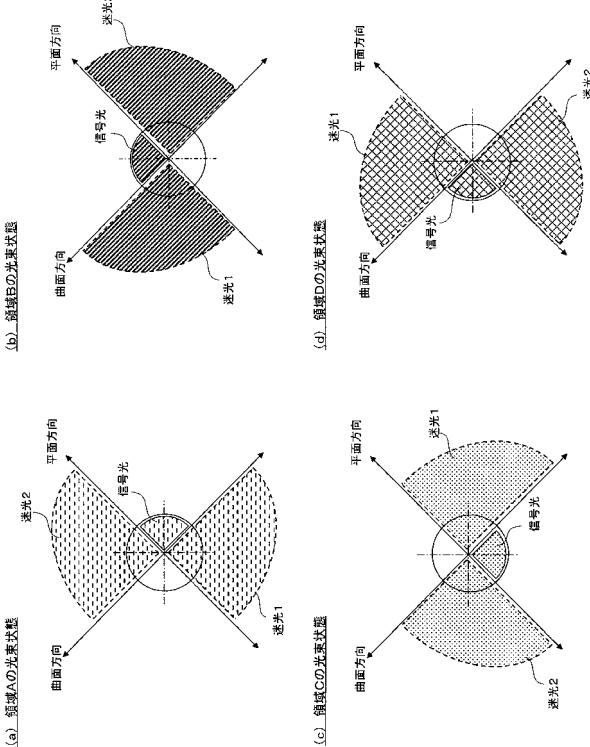
【図6】



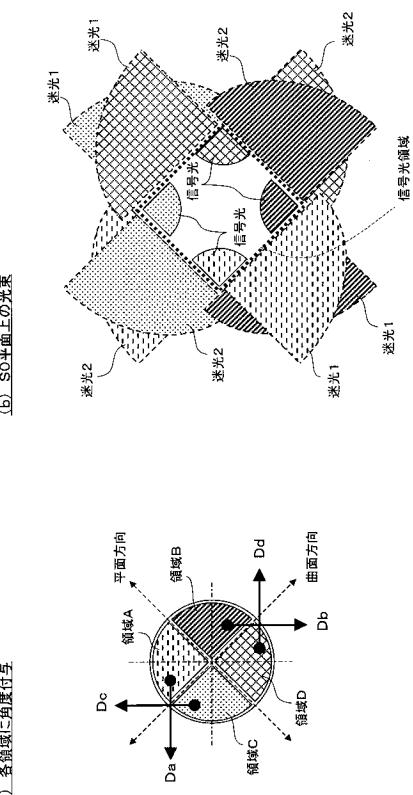
【図7】



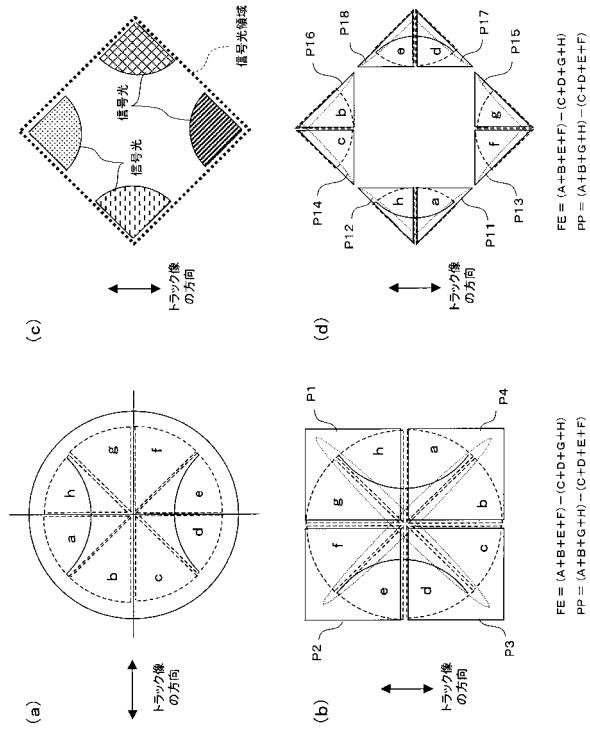
【図8】



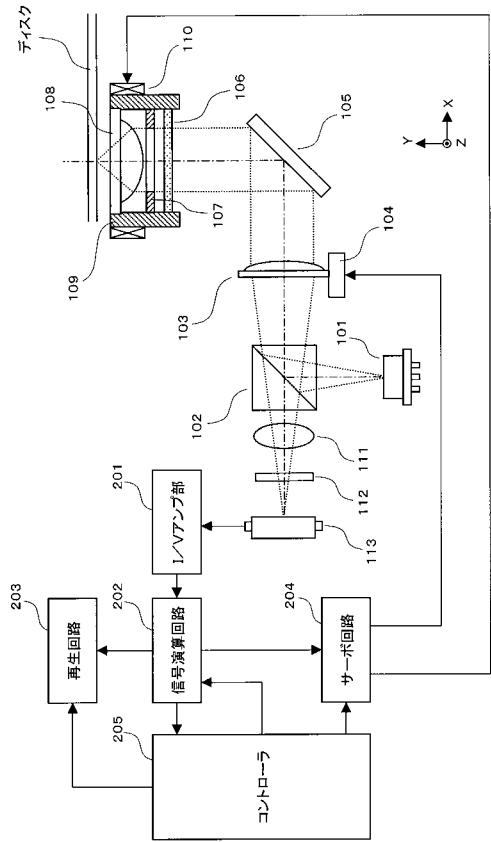
【図9】



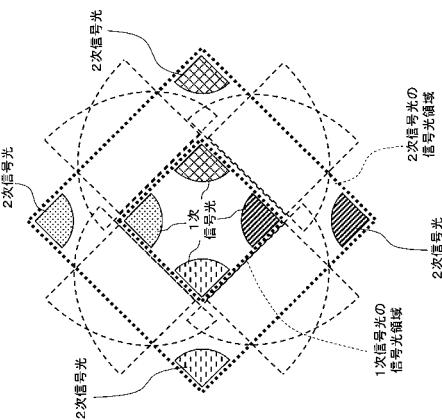
【図10】



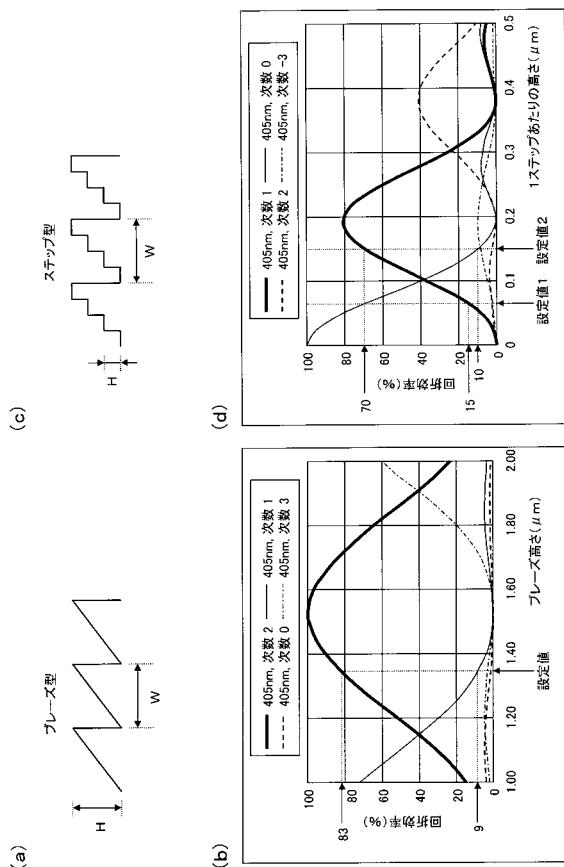
【図 1 1】



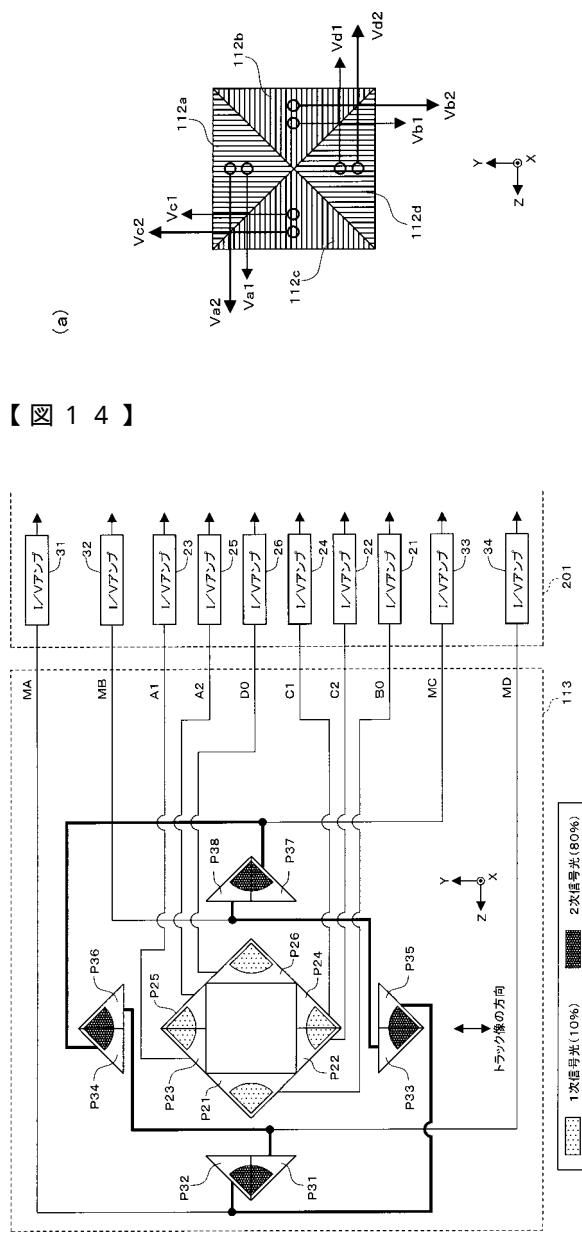
【図 1 2】



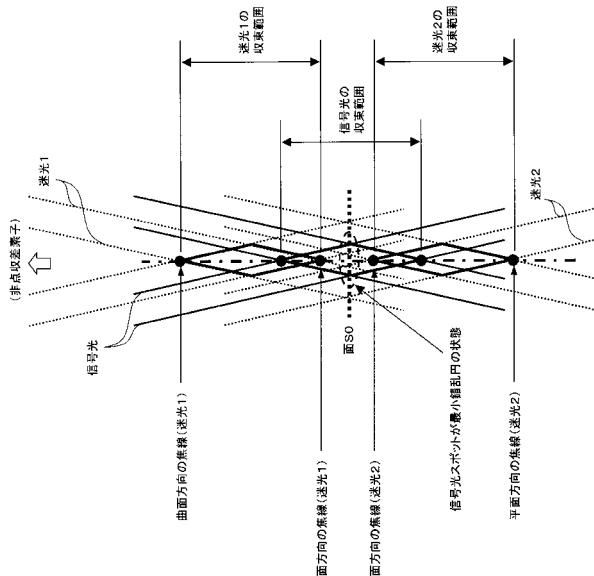
【図 1 3】



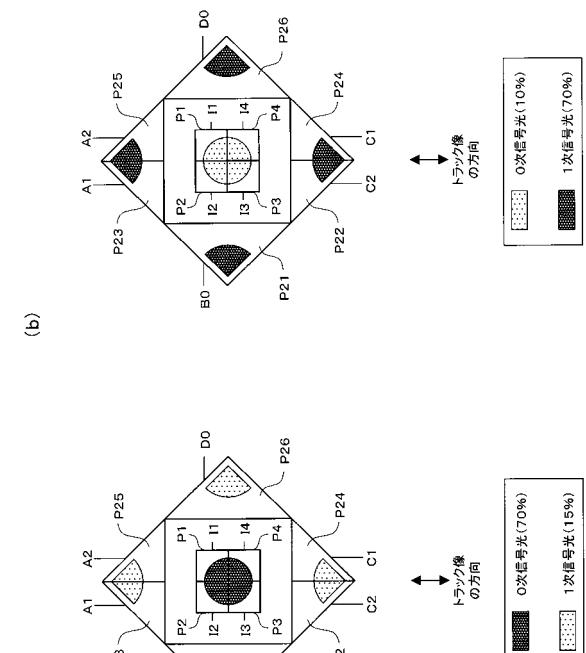
【図 1 4】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-171470(JP,A)
特開2007-164957(JP,A)
特開2002-092905(JP,A)
特開2009-003986(JP,A)
特開2009-009630(JP,A)
特開2007-213754(JP,A)
国際公開第2008/053548(WO,A1)
国際公開第2008/139686(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 7 / 09 - 7 / 22