

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-55737

(P2010-55737A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/135 (2006.01)	G 1 1 B 7/135	5 D 1 1 8
G 1 1 B 7/09 (2006.01)	G 1 1 B 7/09	5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2009-163888 (P2009-163888)	(71) 出願人	000001889
(22) 出願日	平成21年7月10日 (2009.7.10)		三洋電機株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2008-200264 (P2008-200264)		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(32) 優先日	平成20年8月1日 (2008.8.1)	(74) 代理人	100111383
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		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
		(72) 発明者	高橋 誠一郎
			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

最終頁に続く

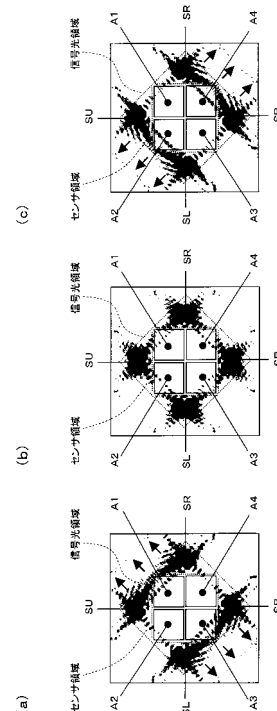
(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置、焦点調整方法および光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】簡素な構成にて効果的に迷光を除去でき、球面収差を円滑に補正できる光ピックアップ装置、焦点調整方法および光ディスク装置を提供する。

【解決手段】ディスクによって反射されたレーザ光のうち、レーザ光軸の周りに設定された4つの光束領域A～Dの光束の進行方向を変化させ、光束領域A～Dの光束を互いに離散させる。光検出器の検出面には、信号光のみが存在する信号光領域が現れる。この領域にセンサパターンを配置する。また、この領域の内側に、球面収差検出用のセンサパターンを配置する。これにより、迷光の影響を除去でき、且つ、球面収差の検出が可能となる。

【選択図】 図11



【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、これにより、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うち、異なる 4 つの光束領域内の光束の進行方向を互いに異ならせ、これら 4 つの光束領域内の光束を互いに離散させる角度調整素子と、

前記離散された各光束を受光して検出信号を出力する光検出器と、

前記レーザ光に生じる球面収差を補正する球面収差補正ユニットと、
を備え、

前記角度調整素子は、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向にそれぞれ平行で且つ互いにクロスする 2 つの直線の交点を前記レーザ光軸に整合させたとき、前記 2 つの直線によって作られる一組の対頂角が並ぶ方向に 2 つの前記光束領域が配置され、他の一組の対頂角が並ぶ方向に残りの 2 つの前記光束領域が配置されるよう、前記 4 つの光束領域を設定し、

前記光検出器は、前記 4 つの光束をそれぞれ受光する位置に配された第 1 のセンサ部と、球面収差による前記光束の強度分布の変化を検出する第 2 のセンサ部とを有する、
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 4 つの光束領域は、前記 2 つの直線によって前記レーザ光の光束領域を分割することにより設定されている、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の光ピックアップ装置において、

前記角度調整素子は、離散後の各光束が前記光検出器の受光面上において正方形の異なる 4 つの頂角の位置にそれぞれ導かれるよう、4 つの前記光束領域の進行方向を、前記第 1 および第 2 の方向に対し 45° の方向で、且つ、所定の角度だけ変化させる、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 4】

請求項 3 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、前記正方形の互いに対向する 2 つの辺の並び方向に配された 2 つのセンサと、残り 2 つの辺の並び方向に配された 2 つのセンサとを有する、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の光ピックアップ装置において、

前記正方形の互いに対向する 2 つの辺の並び方向に配された 2 つの前記センサにおける総受光量に対応する検出信号と、残り 2 つの辺の並び方向に配された 2 つの前記センサにおける総受光量に対応する検出信号の差分を演算する第 1 の演算回路を備える、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の光ピックアップ装置において、

前記第 2 のセンサ部を構成する 4 つの前記センサの各受光領域は、前記第 1 のセンサ部に囲まれた領域を、前記正方形の互いに対向する 2 つの頂点を結ぶ直線と残り 2 つの頂点を結ぶ直線によって 4 分割した領域となっている、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光ピックアップ装置において、

前記正方形の互いに対向する 2 つの頂点を結ぶ一つの直線によって 4 つの前記センサを 2 つのグループに区分したとき、一方のセンサグループにおける総受光量に対応する検出信号と、他方のセンサグループにおける総受光量に対応する検出信号の差分を演算する第 2 の演算回路を備える、
ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 8】

照射光の焦点位置を目標面上に位置づける焦点調整方法であって、

前記目標面によって反射された前記照射光に非点収差を導入し、これにより、第 1 の方向に前記照射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 の方向に前記照射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照射光の進行方向に互いに離間させ、

前記目標面によって反射された前記照射光のうち、異なる 4 つの光束領域内の光束の進行方向を互いに異ならせて、これら 4 つの光束領域内の光束を互いに離散させ、

前記離散された各光束を光検出器にて受光し、

前記 4 つの光束領域は、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向にそれぞれ平行で且つ互いにクロスする 2 つの直線の交点を前記照射光の光軸に整合させたとき、前記 2 つの直線によって作られる一組の対頂角が並ぶ方向に 2 つの前記光束領域が配置され、他の一組の対頂角が並ぶ方向に残りの 2 つの前記光束領域が配置されるように設定されており、

前記光検出器は、前記 4 つの光束をそれぞれ受光する位置に配された第 1 のセンサ部と、球面収差による前記光束の強度分布の変化を検出する第 2 のセンサ部とを有し、

前記第 1 のセンサ部から出力された検出信号に対し非点収差法に基づく演算処理を行ってフォーカスエラー信号を生成し、

前記第 2 のセンサ部から出力された検出信号に基づいて球面収差を表す信号を生成すること、
ことを特徴とする焦点調整方法。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の光ピックアップ装置と、

前記光検出器からの信号を演算処理する演算回路と、

前記演算回路からの信号に基づいて前記対物レンズおよび前記球面収差補正ユニットを駆動制御するサーボ回路と、
を備えることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の光ディスク装置において、

前記角度調整素子は、離散後の各光束が前記光検出器の受光面上において正方形の異なる 4 つの頂角の位置にそれぞれ導かれるよう、4 つの前記光束領域の進行方向を、前記第 1 および第 2 の方向に対し 45° の方向で、且つ、所定の角度だけ変化させる、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の光ディスク装置において、

前記第 2 のセンサ部は、前記正方形の互いに対向する 2 つの辺の並び方向に配された 2 つのセンサと、残り 2 つの辺の並び方向に配された 2 つのセンサとを有する、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の光ディスク装置において、

前記演算回路は、前記正方形の互いに対向する 2 つの辺の並び方向に配された 2 つの前記センサにおける総受光量に対応する検出信号と、残り 2 つの辺の並び方向に配された 2 つの前記センサにおける総受光量に対応する検出信号の差分を演算する第 1 の演算回路を備え、

前記サーボ回路は、前記第 1 の演算回路による演算結果に基づいて、前記球面収差補正

10

20

30

40

50

ユニットを制御する、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 または 1 2 に記載の光ディスク装置において、
前記第 2 のセンサ部を構成する 4 つの前記センサの各受光領域は、前記第 1 のセンサ部に囲まれた領域を、前記正方形の互いに対向する 2 つの頂点を結ぶ直線と残り 2 つの頂点を結ぶ直線によって 4 分割した領域となっている、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の光ディスク装置において、
前記レーザ光に生じるコマ収差を補正するコマ収差補正ユニットをさらに備え、
前記演算回路は、前記正方形の互いに対向する 2 つの頂点を結ぶ一つの直線によって 4 つの前記センサを 2 つのグループに区分したとき、一方のセンサグループにおける総受光量に対応する検出信号と、他方のセンサグループにおける総受光量に対応する検出信号の差分を演算する第 2 の演算回路を備え、
前記サーボ回路は、前記第 2 の演算回路による演算結果に基づいて、前記コマ収差補正ユニットを駆動制御する、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 5】

請求項 9 ないし 1 4 の何れか一項に記載の光ディスク装置において、
前記サーボ回路は、光ディスクに対する再生または記録に並行して、前記球面収差補正ユニットを駆動制御する、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 6】

請求項 9 ないし 1 4 の何れか一項に記載の光ディスク装置において、
前記サーボ回路は、光ディスクに対する前記レーザ光の照射位置が前記光ディスクの径方向に所定量変化する毎に、前記球面収差補正ユニットを駆動制御する、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 7】

請求項 9 ないし 1 4 の何れか一項に記載の光ディスク装置において、
前記演算回路は、前記第 2 のセンサ部からの出力信号に基づいて前記球面収差に応じた収差信号を生成し、
前記光ディスク装置は、前記収差信号が入力されるローパスフィルタをさらに備え、
前記サーボ回路は、前記ローパスフィルタからの出力に基づいて前記球面収差補正ユニットを制御する、
ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載の光ディスク装置において、
前記光ディスクは、積層方向に複数の記録層を有し、
前記光ディスク装置は、前記ローパスフィルタの時定数を変化させるための回路部をさらに備え、
前記レーザ光の照射対象が第 1 の記録層から第 2 の記録層に切り替えられるとき、前記サーボ回路の応答速度が高められる、
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】

【0001】

本発明は、光ピックアップ装置、焦点調整方法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。

10

20

30

40

50

【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。

【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恐れがある。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記載されている。また、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】

しかしながら、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）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】

この他、この種の光ピックアップ装置では、光ディスクのカバー層の厚み変動等によってレーザ光に球面収差が発生する。よって、かかる球面収差の発生を適正に検出して補正する必要がある。

【0009】

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除去でき、且つ、球面収差を円滑に補正できる光ピックアップ装置、焦点調整方法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】

【0010】

本発明の第1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、これにより、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

10

20

30

40

50

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うち、異なる4つの光束領域内の光束の進行方向を互いに異ならせ、これら4つの光束領域内の光束を互いに離散させる角度調整素子と、前記離散された各光束を受光して検出信号を出力する光検出器と、前記レーザ光に生じる球面収差を補正する球面収差補正ユニットとを備える。ここで、前記角度調整素子は、前記第1の方向と前記第2の方向にそれぞれ平行で且つ互いにクロスする2つの直線の交点を前記レーザ光軸に整合させたとき、前記2つの直線によって作られる一組の対頂角が並ぶ方向に2つの前記光束領域が配置され、他の一組の対頂角が並ぶ方向に残りの2つの前記光束領域が配置されるよう、前記4つの光束領域を設定する。また、前記光検出器は、前記4つの光束をそれぞれ受光する位置に配された第1のセンサ部と、球面収差による前記光束の強度分布の変化を検出する第2のセンサ部とを有する。

10

【0011】

この態様によれば、4つの光束領域と非点収差の方向（第1および第2の方向）との関係を上記のように設定したため、ターゲット記録層にて反射されたレーザ光（信号光）と、当該ターゲット記録層の上および／若しくは下の記録層から反射されたレーザ光（迷光）とが、光検出器の受光面（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）上において、互いに重なり合わないようにすることができる。したがって、光検出器により信号光のみを受光することができ、よって、迷光による検出信号の劣化を抑制することができる。また、この作用を、角度調整素子を光路中に配置するのみで実現できる。よって、この態様によれば、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る。

20

【0012】

加えて、この態様によれば、球面収差による前記光束の強度分布の変化を検出する第2のセンサ部が配されているため、第2のセンサ部からの出力をもとに球面収差の発生具合を検出することができ、この検出結果に基づいて、球面収差の補正を行うことができる。

【0013】

なお、第1の態様において、前記4つの光束領域は、前記2つの直線によって前記レーザ光の光束領域を分割することにより設定され得る。

【0014】

さらに、第1の態様において、前記角度調整素子は、離散後の各光束が前記光検出器の受光面上において正方形の異なる4つの頂角の位置にそれぞれ導かれるよう、4つの前記光束領域の進行方向を、前記第1および第2の方向に対し45°の方向で、且つ、所定の角度だけ変化させるよう構成され得る。こうすると、光検出器上におけるセンサパターンの設計を簡易化することができ、また、センサパターン領域をコンパクトにすることができる。

30

【0015】

このように、角度調整素子によって離散された各光束が光検出器の受光面上において正方形の異なる4つの頂角の位置にそれぞれ導かれる場合、前記第2のセンサ部は、前記正方形の互いに対向する2つの辺の並び方向に配された2つのセンサと、残り2つの辺の並び方向に配された2つのセンサとを有する構成とされ得る。

40

【0016】

このとき、光ピックアップ装置は、さらに、前記正方形の互いに対向する2つの辺の並び方向に配された2つの前記センサにおける総受光量に対応する検出信号と、残り2つの辺の並び方向に配された2つの前記センサにおける総受光量に対応する検出信号の差分を演算する第1の演算回路を備える構成とされ得る。

【0017】

ここで、前記第2のセンサ部を構成する4つの前記センサの各受光領域は、前記第1のセンサ部に囲まれた領域を、前記正方形の互いに対向する2つの頂点を結ぶ直線と残り2つの頂点を結ぶ直線によって4分割した領域とされ得る。こうすると、各センサからの出

50

力を演算処理することにより、コマ収差の検出信号を生成することができる。

【0018】

この場合、光ピックアップ装置は、前記正方形の互いに対向する2つの頂点を結ぶ一つの直線によって4つの前記センサを2つのグループに区分したとき、一方のセンサグループにおける総受光量に対応する検出信号と、他方のセンサグループにおける総受光量に対応する検出信号の差分を演算する第2の演算回路を備える構成とされ得る。かかる第2の演算回路による演算結果が、コマ収差の検出信号となる。

【0019】

本発明の第2の態様は、照射光の焦点位置を目標面上に位置づける焦点調整方法に関するものである。この焦点調整方法は、前記目標面によって反射された前記照射光に非点収差を導入し、これにより、第1の方向に前記照射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の方向に前記照射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照射光の進行方向に互いに離間させ、前記目標面によって反射された前記照射光のうち、異なる4つの光束領域内の光束の進行方向を互いに異ならせて、これら4つの光束領域内の光束を互いに離散させ、前記離散された各光束を光検出器にて受光する。ここで、前記4つの光束領域は、前記第1の方向と前記第2の方向にそれぞれ平行で且つ互いにクロスする2つの直線の交点を前記照射光の光軸に整合させたとき、前記2つの直線によって作られる一組の対頂角が並ぶ方向に2つの前記光束領域が配置され、他の一組の対頂角が並ぶ方向に残りの2つの前記光束領域が配置されるように設定されている。また、前記光検出器は、前記4つの光束をそれぞれ受光する位置に配された第1のセンサ部と、球面収差による前記光束の強度分布の変化を検出する第2のセンサ部とを有する。こうして、前記第1のセンサ部から出力された検出信号に対し非点収差法に基づく演算処理を行ってフォーカスエラー信号を生成し、前記第2のセンサ部から出力された検出信号に基づいて球面収差を表す信号を生成する。

【0020】

第2の態様においても、上記第1の態様と同様の効果が奏される。

【0021】

本発明の第3の態様に係る光ディスク装置は、上記第1の態様およびその具体的態様に係る光ピックアップ装置と、前記光検出器からの信号を演算処理する演算回路と、前記演算回路からの信号に基づいて前記対物レンズおよび前記球面収差補正ユニットを駆動制御するサーボ回路とを備える。

【0022】

第3の態様においても、上記第1の態様と同様の効果が奏される。

【0023】

また、第3の態様に係る光ディスク装置によれば、フォーカスエラー信号とは別に、第2のセンサ部からの信号をもとに球面収差を表す信号が独立して生成される。このため、フォーカスエラー信号を生成するための第1のセンサ部からの出力をもとに、トラッキングエラー信号や再生RF信号を生成すれば、これらの信号をもとに記録動作や再生動作を進めながら、球面収差を表す信号により球面収差の補正動作を実行することができる。

【0024】

また、第3の態様に係る光ディスク装置によれば、球面収差を表す信号に基づいて球面収差補正ユニットが駆動されるため、たとえば、ジッタや再生RF信号の振幅が最良になるように球面収差補正ユニットを駆動する場合に比べて、より迅速に、球面収差の補正を行うことができる。

【発明の効果】

【0025】

以上のとおり、本発明によれば、簡素な構成にて効果的に迷光を除去することができ、且つ、レーザ光に生じる球面収差を円滑に補正できる光ピックアップ装置、焦点調整方法および光ディスク装置を提供することができる。

【0026】

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】

【0027】

【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。

【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。

10

【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】実施の形態に係る球面収差の影響を説明する図である。

【図12】球面収差の影響を検証（シミュレーション）するために用いた光学系を示す図である。

【図13】球面収差の影響に関するシミュレーション結果を示す図である。

【図14】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。

20

【図15】実施例に係る光検出器のセンサパターンを示す図である。

【図16】実施例に係る角度調整素子の構成例を示す図である。

【図17】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18】実施例の変更例（光束領域の設定形態）を示す図である。

【図19】実施例の変更例（光学系の変更形態）を示す図である。

【図20】実施例の変更例（光学系の変更形態）を示す図である。

【図21】実施例に係るコマ収差の影響を説明する図である。

【図22】球面収差の影響に関するシミュレーション結果を示す図である。

【図23】実施例に係る光ディスク装置の構成を示す図である。

【図24】実施例に係る信号演算回路の構成を示す図である。

30

【図25】実施例に係る球面収差信号を生成するための回路を示す図である。

【図26】実施例に係るコリメートレンズの制御動作を説明する図である。

【図27】実施例の変更例に係るコリメートレンズの制御動作を示すフローチャートである。

【図28】実施例の変更例に係る球面収差信号を生成するための回路を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

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。

【0029】

<技術的原理>

40

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明する。

【0030】

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。

【0031】

50

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 S 1 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 S 2 に焦線が生じる。そして、面 S 1 と面 S 2 の間の面 S 0 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 S 0 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たとしても良い。

【0032】

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。

【0033】

図 1（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 S 1 上で楕円となり、面 S 0 上で略真円となった後、面 S 2 上にて再び楕円となる。ここで、面 S 1 上のビーム形状と面 S 2 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。

【0034】

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。

【0035】

平行光部分において位置 4 と位置 8 を通る光線は、面 S 1 で曲面方向の焦線へと収束された後に面 S 0 へと入射する。このため、これら位置 4、8 を通る光線は、面 S 0 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 S 1 にて曲面方向の焦線へと収束された後に面 S 0 へと入射するため、面 S 0 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 S 1 で曲面方向の焦線へと収束されずに面 S 0 へと入射する。このため、これら位置 2、6 を通る光線は、面 S 0 上において、同図（d）に示す位置 2、6 を通る。

【0036】

図 2（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 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。

【0037】

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

20

30

40

50

【0038】

図4は、以上に説明した平行光部分および面S1、S0、S2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S0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S0上において、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S0上において、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S0上において、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S0上において、互いに異なる外周位置を通過する。

10

【0039】

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S0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。

【0040】

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。

20

【0041】

この場合、上述の現象により、光束領域A～Dの信号光は、面S0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。

【0042】

ここで、面S0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入射し、これにより検出信号に劣化が生じる。

30

【0043】

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S0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。

【0044】

ここで、面S0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)を異なる方向に分散させた後に、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。

40

【0045】

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S0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。

50

【0046】

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S0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Da、Db、Dc、Ddに、同じ角度量 α (図示せず)だけ変化している。なお、方向Da、Db、Dc、Dd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。

【0047】

この場合、方向Da、Db、Dc、Ddにおける角度量 α を調節することにより、S0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S0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。

【0048】

図10は、フォーカスエラー信号とプッシュプル信号を生成するための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。ここで、トラック方向は、平面方向と曲面方向に対して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。

【0049】

従来の非点収差法では、光検出器のセンサパターンP1～P4(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FEは、 $FE = (A + B + E + F) - (C + D + G + H)$ の演算により求まり、プッシュプル信号PPは、 $PP = (A + B + G + H) - (C + D + E + F)$ の演算により求まる。

【0050】

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)の状態では信号光が分布している。この場合、図10(a)に示す光束領域a～hを通る信号光の分布を同図(c)の分布に重ねると、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S0上では、同図(d)に示す光束領域a～hへと導かれる。

【0051】

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パターン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は、 $FE = (A + B + E + F) - (C + D + G + H)$ の演算により取得でき、また、プッシュプル信号PPは、 $PP = (A + B + G + H) - (C + D + E + F)$ の演算により取得することができる。

【0052】

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を生成することができる。

10

20

30

40

50

【0053】

次に、本原理を適用した場合の球面収差の影響について説明する。

【0054】

図11(a)、(b)、(c)は、光検出面上における信号光に生じる球面収差の影響をシミュレーションにより求めたシミュレーション結果である。各シミュレーション結果は、ディスク入射面からターゲット記録層までの距離が異なる場合の光検出面上における信号光の強度分布を求めたものである。何れのシミュレーション結果においても、レーザー光はターゲット記録層に対してオンフォーカス状態にある。

【0055】

同図(b)は、ディスク入射面(ブルーレイディスクを想定)からターゲット記録層までの距離が適正であるときの信号光の状態であり、同図(a)および(c)は、それぞれ、ディスク入射面からターゲット記録層までの距離が適正值からずれた場合の信号光の状態である。

【0056】

なお、同図(a)、(b)、(c)では、黒に近いほど光の強度が高くなっている。また、同図(a)は、ディスク入射面からターゲット記録層までの距離が、同図(b)の適正状態から $5\mu\text{m}$ 増加して3次球面収差の大きさが $50\text{m}\lambda\text{rms}$ であるときのシミュレーション結果であり、同図(c)は、ディスク入射面からターゲット記録層までの距離が、同図(b)の適正状態から $5\mu\text{m}$ 減少して3次球面収差の大きさが $50\text{m}\lambda\text{rms}$ であるときのシミュレーション結果である。

【0057】

図12は、図11(c)のシミュレーションに用いた光学系を示す図である。図中、10は、波長 405nm のレーザー光を出射する半導体レーザー、11は、半導体レーザー10から出射されたレーザー光を略全反射する偏光ビームスプリッタ、12はレーザー光を平行光に変換するコリメートレンズ、13はコリメートレンズ12側から入射されるレーザー光(直線偏光)を円偏光に変換する $1/4$ 波長板、14はレーザー光をディスク上に収束させる対物レンズ、15は偏光ビームスプリッタ11を透過したディスクからの反射光に非点収差を導入する検出レンズ、16は、上記図9(a)を参照して説明した作用をレーザー光に付与する角度調整素子、17は光検出器である。

【0058】

角度調整素子は、上記図9(a)を参照して説明したように、4つの光束領域A~Dを通過するレーザー光を互いに分離させて、光検出面上で、図9(b)に示すように各光束領域を通過したレーザー光を分布させる作用を有する。なお、本シミュレーションでは、ターゲット記録層の前後に記録層が一つずつ存在すると仮定されている。なお、ターゲット記録層と前後の記録層との間隔は、それぞれ $10\mu\text{m}$ とされている。

【0059】

本光学系の設計条件は、以下の通りである。

(1) 往路倍率：10倍

(2) 復路倍率：18倍

(3) 角度調整素子16によって付与される分光角度： 1.9°

(4) 角度調整素子16の分光面と光検出器17の検出面の間の光路長： 3mm

(5) 角度調整素子16を配さないときの光検出面上におけるスポット径： $60\mu\text{m}$

(6) 角度調整素子16を配したときの光検出面上における各信号光(光束領域A~Dをそれぞれ通過)の変位距離： $100\mu\text{m}$

【0060】

なお、往路倍率とは、対物レンズの焦点距離に対するコリメートレンズの焦点距離の比であり、復路倍率とは、対物レンズの焦点距離に対するコリメートレンズと検出レンズの合成焦点距離の比のことである。本光学系では、ディスクによって反射されたレーザー光(信号光)は、角度調整素子16を除去すると検出面上において最小錯乱円となる。上記(5)のスポット径とは、この最小錯乱円の径のことである。また、上記(6)の変位距離

10

20

30

40

50

とは、角度調整素子 16 を除去したときの検出面上における信号光の光軸中心と、角度調整素子 16 を配したときの各信号光の頂点位置（図 8 に示す扇型が直角となる頂点の位置）との間の距離のことである。

【0061】

なお、図 11 (a)、(b) および (c) には、ピーク強度の $1/200$ 以上で $1/100$ 以下の範囲の信号光がグレーでプロットされており、それ以上の強度の信号光は黒でプロットされている。

【0062】

図 11 (b) を参照して、球面収差が発生していない場合、光検出面上における 4 つの信号光 S L、S R、S U、S B の強度は互いに等しくなり、また、光検出面上における信号光の強度分布は、同図の左右方向および上下方向においてバランスがとれた状態となっている。この場合、同図に示すように、信号光領域内の上下左右に対称な位置に受光領域 A 1 ~ A 4 を設定すると、受光領域 A 1 ~ A 4 における信号光の受光量は互いに等しくなる。よって、受光領域 A 1 ~ A 4 にそれぞれセンサを配置し、各センサからの出力信号を S A 1 ~ S A 4 とすると、 $(S A 1 + S A 3) - (S A 2 + S A 4) = 0$ となる。

【0063】

次に、図 11 (a) を参照して、ディスク入射面からターゲット記録層までの距離が同図 (b) の適正值から $5 \mu m$ 増加して球面収差が発生した場合には、信号光の強度分布が同図 (b) の状態から同図 (a) 中の矢印方向に偏り、その結果、受光領域 A 2、A 4 よりも受光領域 A 1、A 3 における信号光の受光量が増加する。よって、受光領域 A 1 ~ A 4 にそれぞれセンサを配置し、各センサからの出力信号を S A 1 ~ S A 4 とすると、 $(S A 1 + S A 3) - (S A 2 + S A 4) > 0$ となる。

【0064】

また、図 11 (c) を参照して、ディスク入射面からターゲット記録層までの距離が同図 (b) の適正值から $5 \mu m$ 減少して球面収差が発生した場合には、信号光の強度分布が同図 (b) の状態から同図 (c) 中の矢印方向に偏り、その結果、受光領域 A 1、A 3 よりも受光領域 A 2、A 4 における信号光の受光量が増加する。よって、受光領域 A 1 ~ A 4 にそれぞれセンサを配置し、各センサからの出力信号を S A 1 ~ S A 4 とすると、 $(S A 1 + S A 3) - (S A 2 + S A 4) < 0$ となる。

【0065】

以上のように、信号光領域内の上下左右に対称な位置に受光領域 A 1 ~ A 4 を設定し、これら受光領域 A 1 ~ A 4 にセンサを配置すると、これらセンサからの出力信号 S A 1 ~ S A 4 について $(S A 1 + S A 3) - (S A 2 + S A 4)$ を演算することにより、球面収差の方向と大きさを検出することができる。

【0066】

図 13 (a) は、上記シミュレーション条件において、ディスク入射面からターゲット記録層までの距離を適正值から変化させたときの、信号光の受光量の変化をシミュレーションしたシミュレーション結果である。なお、同図の縦軸は、上記光検出器 17 の信号検出面上における信号光の受光量である。

【0067】

このシミュレーションでは、上記光検出器 17 の信号検出面上に、同図 (b) の寸法を有するセンサパターンを配置し、このうち中央の 4 つのセンサ S a 1 ~ S a 4（同図 (c) 参照）にて受光された信号光の受光量（便宜上、S a 1 ~ S a 4 における受光量を S a 1 ~ S a 4 と表す）について、 $S a 1 + S a 3$ 、 $S a 2 + S a 4$ を演算したときの演算結果が示され、併せて、球面収差の大きさ (S A) を示すパラメータ値として、 $S A = (S a 1 + S a 3) - (S a 2 + S a 4)$ の演算結果が示されている。なお、センサ S a 1 ~ S a 4 は、それぞれ、上記図 11 における受光領域 A 1 ~ A 4 に配置されている。

【0068】

このシミュレーション結果からも分かるとおり、上述のように、信号光領域内の左右対称な位置に受光領域 A 1 ~ A 4 を設定し、これら受光領域 A 1 ~ A 4 に、それぞれ、セン

サ S a 1 ~ S a 4 を配置すると、センサ S a 1, S a 3 からの出力信号の加算値とセンサ S a 2, S a 4 からの出力信号の加算値との差分から、球面収差の方向および大きさを検出することができる。

【0069】

＜実施例＞

以下、上記原理に基づく実施例について説明する。

【0070】

図 14 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。

10

【0071】

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、対物レンズ 107 と、ホルダ 108 と、対物レンズアクチュエータ 109 と、検出レンズ 110 と、角度調整素子 111 と、光検出器 112 を備えている。

【0072】

半導体レーザ 101 は、所定波長のレーザ光を出射する。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

20

【0073】

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、レーザ光に生じる球面収差が補正される。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 107 に向かう方向に反射する。

【0074】

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。

30

【0075】

対物レンズ 107 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 108 は、1/4 波長板 106 と対物レンズ 107 を一体的に保持する。対物レンズアクチュエータ 109 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 108 に装着されている。

【0076】

検出レンズ 110 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 110 は、図 1 の非点収差素子に相当する。

40

【0077】

角度調整素子 111 は、検出レンズ 110 側から入射されたレーザ光の進行方向を、図 9 を参照して述べた如く変化させる。すなわち、角度調整素子 111 は、入射されたレーザ光のうち、図 9 の光束領域 A ~ D を通過する光束の進行方向を、それぞれ、方向 D a ~ D d に、同じ角度量 α だけ変化させる。なお、角度量 α は、面 S 0 上における信号光と迷光 1、2 の分布状態が、図 9 (b) の分布状態となるように設定されている。

【0078】

光検出器 112 は、図 15 (a) に示すセンサパターンを有する。光検出器 112 は、このセンサパターンが図 1 の面 S 0 の位置に位置づけられるように配置される。光検出器 112 には、図 10 (d) に示す 8 個のセンサ P 11 ~ P 18 が配されており、これらが

50

、各々、図10(d)の光束領域a～hを通る光束を受光する。また、光検出器112には、8個のセンサP11～P18の内側に4個のセンサSa1～Sa4が配され、これらセンサSa1～Sa4からの出力信号を、上記図13を参照して説明したように演算処理することにより、球面収差の大きさと方向を示す信号を生成可能となっている。

【0079】

なお、4個のセンサSa1～Sa4は、図15(b)のように、三角形の輪郭を有するよう構成され得る。この場合も、図11(a)および(c)を参照して分かるとおり、球面収差に基づく信号光の偏りを4個のセンサSa1～Sa4からの出力信号をもとに検出することができる。すなわち、この場合も、上述の如く、センサSa1～Sa4からの出力信号について $(Sa1 + Sa3) - (Sa2 + Sa4)$ の演算を行うことにより、球面収差の大きさと方向を示す信号を生成することができる。

【0080】

図14に戻り、信号演算回路201は、光検出器112の8個のセンサP11～P18から出力された検出信号を、図10(d)を参照して述べた如く演算処理し、フォーカスエラー信号とプッシュプル信号を生成する。また、信号演算回路201は、これら8個のセンサP11～P18から出力された検出信号を加算して再生RF信号を生成する。さらに、信号演算回路201は、光検出器112の4個のセンサSa1～Sa4から出力された検出信号を、図13を参照して述べた如く演算処理し、球面収差の大きさと方向を示す信号(以下、「球面収差信号」という)を生成する。生成されたフォーカスエラー信号、プッシュプル信号および球面収差信号はサーボ回路203に送られ、再生RF信号は再生回路202に送られる。

【0081】

再生回路202は、信号演算回路201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203は、信号演算回路201から入力されたプッシュプル信号とフォーカスエラー信号からトラッキングサーボ信号とフォーカス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109に出力する。また、サーボ回路203は、信号演算回路201から入力された球面収差信号から球面収差を補正するためのサーボ信号を生成し、これをレンズアクチュエータ104に出力する。

【0082】

図16は、角度調整素子111の構成例を示す図である。同図(a)は、回折パターンを有するホログラム素子によって角度調整素子111を構成する場合の構成例を示し、同図(b)および(c)は、多面プリズムによって角度調整素子111を構成する場合の構成例を示している。

【0083】

まず、同図(a)の構成例において、角度調整素子111は、正方形形状の透明板にて形成され、光入射面に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111a～111dに区分されている。これらホログラム領域111a～111d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111が検出レンズ110の後段に配置される。

【0084】

ホログラム領域111a～111dは、入射されたレーザ光(信号光、迷光1、2)を、それぞれ、方向Va～Vdに回折させる。方向Va～Vdは、図9(a)の方向Da～Ddに一致している。よって、ホログラム領域111a～111dは、回折により、検出レンズ110から入射されたレーザ光(信号光、迷光1、2)の進行方向を、それぞれ、図9(a)のDa～Ddの方向に変化させる。各領域における回折角は同じとなっている。

【0085】

ここで、回折角は、ホログラム領域111a～111dを通過したレーザ光(信号光、迷光1、2)が、図1の面S0において、図9(b)のように分布するよう調整されてい

10

20

30

40

50

る。よって、上記の如く、図15(a)のセンサパターンを有する光検出器112の受光面を面S0に配置することにより、上記8個P11～P18のセンサによって、対応する信号光を適正に受光することができる。

【0086】

なお、ホログラム領域111a～111dの回折効率は互いに同じとなっている。ホログラム領域111a～111dに形成されるホログラムがステップ型である場合、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によって調整され、回折角は、ホログラムパターンのピッチによって調整される。よって、この場合には、予め決められた回折次数の回折効率が所期の値となるように、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が設定され、さらに、当該回折次数における回折角が図9(b)の分布を与え得るように、ホログラムパターンのピッチが調整される。

10

【0087】

なお、ホログラム領域111a～111dに形成されるホログラムをブレード型とすることも可能である。この場合、ステップ型のホログラムよりも回折効率を高めることができる。

【0088】

同図(b)の構成例において、角度調整素子111は、光出射面が平坦で、且つ、光入射面が4つの領域において異なる方向に個別に傾斜する透明体によって形成されている。同図(c)は同図(b)を光入射面側から見た図である。図示の如く、角度調整素子111の光入射面には、4つの傾斜面111e～111hが形成されている。これら傾斜面に入射面側から光線がX軸に平行に入射すると、傾斜面111e～111hに入射する際の屈折作用によって、光の進行方向が、それぞれ、同図(c)のVe～Vhの方向に変化する。ここで、傾斜面111e～111hにおける屈折角は、同じである。

20

【0089】

同図(b)の角度調整素子111は、傾斜面111e～111h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、検出レンズ110の後段に配置される。こうして角度調整素子111が配置されると、傾斜面111e～111hにおける屈折方向Ve～Vhが、図9(a)の方向Da～Ddに一致することとなる。よって、傾斜面111e～111hは、屈折により、検出レンズ110から入射されたレーザ光(信号光、迷光1、2)の進行方向を、一定角度だけ、それぞれ、図9(a)のDa～Ddの方向に変化させる。

30

【0090】

ここで、各傾斜面における屈折角は、傾斜面111e～111hを通過したレーザ光(信号光、迷光1、2)が、図1の面S0において、図9(b)のように分布するよう調整されている。よって、面S0に、図15(a)のセンサパターンを有する光検出器112を配置することにより、上記8個のセンサP11～P18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。このような屈折作用は、回折作用に比べて波長依存性が格段に小さいため、光源の波長変化や多波長光源に対する適応性が高い。

【0091】

なお、図16(a)の構成例では、ホログラム領域111a～111d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したが、角度付与の他、検出レンズ110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111a～111dに設定しても良い。また、角度調整素子111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111の光出射面に持たせるようにしても良い。同様に、図16(b)の角度調整素子111においても、光出射面に、非点収差を導入するためのレンズ面を形成するようにしても良く、あるいは、傾斜面111e～111hを曲面形状として、傾斜面111e～111hに非点収差のレンズ作用を持たせるようにしても良い。こうすると、検出レンズ110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。

40

50

【0092】

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112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、互いに重なり合わないようにすることができる。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9（b）の状態にすることができる。したがって、図9（b）の信号光領域に、図15（a）に示すセンサパターンを配置することにより、センサP11～P18によって、対応する信号光のみを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。また、この効果を、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14の構成では検出レンズ110と光検出器112の間に、角度調整素子111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る。

10

【0093】

加えて、本実施例によれば、センサP11～P18の内側に4つのセンサSa1～Sa4を配するといった簡単な構成により、球面収差の大きさと方向を検出することができる。球面収差の発生要因として、上記したカバー厚誤差以外にもレーザ波長の変動や各レンズの温度変化等が挙げられるが、上記検出方法を用いれば、これら要因によって発生した球面収差についても検出可能である。また、球面収差の補正には、上記したレンズアクチュエータだけでなく、液晶素子や変形ミラー等の波面状態を動的に調整できる波面補正素子も用いることができる。

20

【0094】

なお、上記原理による効果は、図17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にすることができる。換言すれば、この関係が満たされる限り、たとえば、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。

30

【0095】

以上、本発明の実施例について説明したが、本発明は、上記実施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。

【0096】

たとえば、上記実施例では、光束領域A～Dを通る光束の進行方向を図9（a）の方向Da～Ddへと変化させるようにしたが、図18（a）に示す如く、ランダムな方向に進行方向を変化させても良く、あるいは、角度量に変化をつけて同じ方向に変化させるようにしても良い。要するに、図8に示す光束領域A～Dの各信号光領域に、他の光束領域からの迷光領域が掛からないよう、光束領域A～Dを通る光束を分散させれば良い。こうすると、それぞれの信号光のみを、対応するセンサで受光することができ、迷光の影響を除去することができる。

40

【0097】

なお、このように光束領域A～Dを通る光束の進行方向を変化させる場合には、これに応じて、球面収差検出用のセンサSa1～Sa4の配置を適宜調整する必要がある。この場合も、球面収差検出用のセンサSa1～Sa4は、上記と同様、センサSa1，Sa3からの出力信号の加算値とセンサSa2，Sa4からの出力信号の加算値との差分から、球面収差の方向および大きさを検出できる位置に配置される。

【0098】

また、上記実施例では、レーザ光を図7（a）に示すように均等に4分割して光束領域

50

A～Dを設定したが、図18(b)のように平面方向の2分割線と曲面方向の2分割線に掛からないように光束領域A～Dを設定することもでき、また、図18(c)および(d)のように、これら2つの2分割線によって作られる対頂角が並ぶ方向に位置する2つの光束領域のうち、光束領域C、Bの方のみがこれら2つの2分割線に掛からないようにし(同図(c)参照)、あるいは、光束領域A、Dの方のみがこれら2つの2分割線に掛からないようにすることもできる(同図(d)参照)。なお、同図(c)、(d)では、分割線からはみ出した部分の迷光成分が信号光に重畳されるため、上記実施例に比べると、検出信号がやや劣化する。また、光束領域A～Dの形状が上記実施例に比べて変化しているため、これに応じてセンサの形状を調整する必要がある。

【0099】

また、上記図14の構成では、信号光を一つの光検出器112で受光するようにしたが、たとえば、図19に示すように、角度調整素子111を透過したレーザ光を無偏光ビームスプリッタ(ハーフミラー等)120によって分割し、分割したレーザ光をそれぞれ2つの光検出器121、122にて受光するよう光学系を変更することもできる。この場合、光検出器121には、図10(d)に示すセンサパターン(センサP11～P18)が配され、光検出器122には、図15(a)または(b)に示す4つのセンサSa1～Sa4のみからなるセンサパターンが配される。

【0100】

なお、図19の構成例では、角度調整素子111が無偏光ビームスプリッタ120の前段に配置されているが、角度調整素子111を省略し、光検出器121、122上において図9(b)の分布を生じさせる2つの角度調整素子を、それぞれ、無偏光ビームスプリッタ120と光検出器121の間の光路と無偏光ビームスプリッタ120と光検出器122の間の光路に配するようにしても良い。なお、図19の構成例では、無偏光ビームスプリッタ120を用いてレーザ光の光路を分離させるようにしたが、この他、1/2波長板と偏光ビームスプリッタの組み合わせや、回折格子を用いて光路を分離させることもできる。

【0101】

なお、上記図19の構成例では、角度調整素子111を検出レンズ110と無偏光ビームスプリッタ120の間に配置したが、角度調整素子は、対物レンズ107と光検出器112の間の光路中の任意の位置に配置することができる。ただし、対物レンズ107に向かうレーザ光の光路と重なる位置に角度調整素子を配置する場合には、対物レンズ107に向かうレーザ光に角度調整作用を付与しないように角度調整素子を構成する必要がある。たとえば、角度調整素子を図16(a)に示す構成とする場合には、角度調整素子として偏光依存性のホログラム素子を用いる。すなわち、対物レンズ107に向かう際のレーザ光の偏光方向には回折作用を発揮せず、対物レンズ107から戻ってくるレーザ光の偏光方向に回折作用を発揮するようにホログラム素子を構成する。

【0102】

図20は、この場合の構成例を示す図である。この構成例では、ホルダ108に、偏光依存性のホログラム素子にて構成された角度調整素子130が装着されている。角度調整素子130は、対物レンズ107に向かう際のレーザ光(S偏光)には回折作用を発揮せず、対物レンズ107から戻ってくるレーザ光(P偏光)に回折作用を発揮する。この場合、光束領域A～Dに対する角度変更作用は、図16(a)の場合と同様である。ただし、光検出器112の受光面と角度調整素子130との間の光路長が上記実施例に比べて長い場合、レーザ光の進行方向を変化させる角度量は、上記実施例よりも小さくなる。

【0103】

この構成例では、角度調整素子130がホルダ108に装着されているため、対物レンズ107がトラッキング方向にずれても、角度調整素子130には、対物レンズ107からの戻り光(ディスクからの反射光)に対して、相対的な中心ずれが生じることがない。よって、トラッキング動作時の光軸ずれによる検出信号の劣化を抑制できる。

【0104】

なお、上記実施例のように、センサ P 1 1 ~ P 1 8 の内側に、図 1 5 (a) に示す 4 つのセンサ S a 1 ~ S a 4 を配置すると、これらセンサ S a 1 ~ S a 4 からの出力信号をもとに、球面収差の他、コマ収差を検出することができる。

【 0 1 0 5 】

図 2 1 (a - 2)、(b - 2)、(c - 2) は、光検出面上における信号光に生じるコマ収差の影響をシミュレーションにより求めたシミュレーション結果である。同図 (b - 2) は、同図 (b - 1) のようにレーザ光軸 L 0 がディスク面（ブルーレイディスクを想定）に直交する場合（コマ収差が発生しない場合）の信号光の状態であり、同図 (a - 2) および (c - 2) は、それぞれ、同図 (a - 1) および (c - 1) のように、ディスクが径方向に傾いてコマ収差が発生した場合の信号光の状態である。

10

【 0 1 0 6 】

なお、同図 (a - 2)、(b - 2)、(c - 2) では、黒に近いほど光の強度が高くなっている。また、同図 (a - 2) は、同図 (b - 1) の状態からディスクが反時計方向に 0 . 5 度径方向に傾いて 3 次コマ収差の大きさが $30 \text{ m} \lambda \text{ rms}$ であるときのシミュレーション結果であり、同図 (c - 2) は、同図 (b - 1) の状態からディスクが時計方向に 0 . 5 度径方向に傾いて 3 次コマ収差の大きさが $30 \text{ m} \lambda \text{ rms}$ であるときのシミュレーション結果である。

【 0 1 0 7 】

同図 (a - 2)、(b - 2)、(c - 2) は、上記図 1 2 の光学系を用いて行った。なお、本シミュレーションにおいても、ターゲット記録層の前後に記録層が一つずつ存在すると仮定されている。なお、ターゲット記録層と前後の記録層との間隔は、それぞれ $10 \mu \text{m}$ とされている。図 2 1 (a - 2)、(b - 2)、(c - 2) には、図 1 1 の場合と同様、ピーク強度の $1 / 200$ 以上で $1 / 100$ 以下の範囲の信号光がグレーでプロットされており、それ以上の強度の信号光は黒でプロットされている。

20

【 0 1 0 8 】

図 2 1 (b - 2) を参照して、ディスクにチルトが発生していない場合、光検出面上における 4 つの信号光 S L、S R、S U、S B の強度は互いに等しくなり、また、光検出面上における信号光の強度分布は、同図の左右方向および上下方向においてバランスがとれた状態となっている。この場合、同図に示すように、信号光領域内の左右対称な位置に受光領域 A L、A R を設定すると、受光領域 A L、A R における信号光の受光量は互いに等しくなる。よって、受光領域 A L、A R にそれぞれセンサを配置すると、各センサパターンから出力される信号の差はゼロとなる。

30

【 0 1 0 9 】

次に、図 2 1 (a - 2) を参照して、ディスクに反時計方向のチルトが発生した場合、信号光 S L よりも信号光 S R の強度が高くなり、また、信号光 S L のサイドローブよりも信号光 S R のサイドローブが大きくなる。この場合、受光領域 A L よりも受光領域 A R における信号光の受光量が大きくなる。よって、受光領域 A L、A R にそれぞれセンサを配置し、各センサからの出力信号を S A L、S A R とすると、 $S A L - S A R < 0$ となる。

【 0 1 1 0 】

また、図 2 1 (c - 2) を参照して、ディスクに時計方向のチルトが発生した場合には、信号光 S R よりも信号光 S L の強度が高くなり、また、信号光 S R のサイドローブよりも信号光 S L のサイドローブが大きくなる。この場合には、受光領域 A R よりも受光領域 A L における信号光の受光量が大きくなるため、受光領域 A L、A R にそれぞれセンサを配置し、各センサからの出力信号を S A L、S A R とすると、 $S A L - S A R > 0$ となる。

40

【 0 1 1 1 】

以上のように、信号光領域内の左右対称な位置に受光領域 A L、A R を設定し、これら受光領域 A L、A R にセンサを配置すると、これらセンサからの出力信号の差分から、ディスクチルトの方向と大きさを検出することができる。

【 0 1 1 2 】

50

図 2 2 (a) は、上記シミュレーション条件において、レーザ光軸 L 0 に対するディスク面の傾き角（ディスクチルト）を変化させたときの、受光領域 A L、A R における受光量の変化をシミュレーションしたシミュレーション結果である。

【0113】

なお、同図の横軸は、図 2 1 (b-1) の状態（レーザ光軸がディスク面に直交する状態）における傾き角（ディスクチルト）をゼロとし、この状態から、たとえば、図 2 1 (a-1) のように、ディスク径方向において反時計方向にディスクが傾いたときの傾き角（ディスクチルト）を正としている。また、同図の縦軸は、上記光検出器 1 7 の信号検出面上における信号光の受光量である。

【0114】

このシミュレーションでは、上記光検出器 1 7 の信号検出面上に、同図 (b) の寸法を有するセンサパターン（上記図 1 3 (b) と同様）を配置し、このうち中央の 4 つのセンサ S a 1 ~ S a 4（図 2 2 (c) 参照）にて受光された信号光の受光量（上記と同様、便宜上、S a 1 ~ S a 4 における受光量を S a 1 ~ S a 4 と表す）について、 $S a 2 + S a 3$ 、 $S a 1 + S a 4$ を演算したときの演算結果が示され、併せて、コマ収差の大きさ（C M）を示すパラメータ値として、 $C M = (S a 2 + S a 3) - (S a 1 + S a 4)$ の演算結果が示されている。なお、センサ S a 2、S a 3 は、上記図 2 1 における受光領域 A L に配置され、センサ S a 1、S a 4 は、上記図 2 1 における受光領域 A R に配置されている。

【0115】

このシミュレーション結果からも分かるとおり、上述のように、信号光領域内の左右対称な位置に受光領域 A L、A R を設定し、これら受光領域 A L、A R に、それぞれ、センサ S a 2、S a 3 とセンサ S a 1、S a 4 を配置すると、センサ S a 2、S a 3 からの出力信号の加算値とセンサ S a 1、S a 4 からの出力信号の加算値との差分から、コマ収差の方向および大きさ、すなわち、ディスクチルトの方向と大きさを検出することができる。

【0116】

このようにセンサ S a 1 ~ S a 4 からの出力信号をもとに、球面収差の他、コマ収差をも検出する場合、図 1 4 に示す信号演算回路 2 0 1 は、センサ S a 1 ~ S a 4 からの出力信号について、 $S A = (S a 1 + S a 3) - (S a 2 + S a 4)$ 演算の他、 $C M = (S a 2 + S a 3) - (S a 1 + S a 4)$ の演算も行って、ディスクチルトの方向と大きさを検出する。また、サーボ回路 2 0 3 は、信号演算回路 2 0 1 から入力されたチルトエラー信号（C M）をもとにチルトサーボ信号を生成し、これを、対物レンズアクチュエータ 1 0 9 に供給する。

【0117】

対物レンズアクチュエータ 1 0 9 は、供給されたチルトサーボ信号に応じて、対物レンズ 1 0 7 をディスク径方向に傾ける。これにより、傾いた対物レンズで生じるコマ収差がディスクの傾きで生じるコマ収差を打ち消して、コマ収差が補正される。なお、この場合には、対物レンズアクチュエータ 1 0 9 が、対物レンズ 1 0 7 を、フォーカス方向およびトラッキング方向の他、チルト方向にも駆動できるよう構成されている必要がある。

【0118】

このように、光検出器 1 1 2 のセンサパターンを図 1 5 (a) のように設定すると、球面収差の他、ディスクチルト（コマ収差）をも検出できるようになる。よって、光ピックアップ装置をディスクチルト（コマ収差）にも対応可能とする場合には、光検出器 1 1 2 のセンサパターンを、図 1 5 (b) ではなく図 1 5 (a) のように設定するのが好ましい。

【0119】

なお、ここでは、ディスク面がレーザ光軸に対してディスク径方向に傾いた場合（ラジアルチルト）のコマ収差を例に説明したが、本発明は、ディスク面がレーザ光軸に対してトラック接線方向に傾いた場合（タンジェンシャルチルト）のコマ収差についても同様に

10

20

30

40

50

適用できる。この場合、図 2 1 に示す信号光の強度分布は、信号光 S U と信号光 S B との間でアンバランスとなる。よって、コマ収差を検出するための 2 つの受光領域は、図 2 1 のように左右に対称な配置 (A L、A R) から上下に対称な配置に変更される。なお、センサパターンを図 1 5 (a) のように構成すれば、信号 S a 1 ~ S a 4 に対する演算により、ラジアルチルトによるコマ収差を表す信号とタンジェンシャルチルトによるコマ収差を表す信号の両方を生成することができる。

【0 1 2 0】

また、上記では、コマ収差を補正する手段として、対物レンズアクチュエータ 1 0 9 を用いたが、他の手段として、液晶素子等、制御信号に応じてレーザ光の波面状態を動的に調整できる波面補正素子を用いることもできる。コマ収差は、上記ディスクの傾き (チルト) の他、対物レンズや他のレンズ素子の傾き等によっても起こり得る。波面補正素子を用いると、これらの要因によって生じるコマ収差にも円滑に対応することができる。

10

【0 1 2 1】

< 光ディスク装置 >

光ディスク装置は、より詳細には、以下のように構成され得る。なお、以下には、複数の記録層を有する光ディスクに対して再生を行う光ディスク装置を例示する。

【0 1 2 2】

図 2 3 は、光ディスク装置の要部構成を示す図である。図示の如く、光ディスク装置は、図 1 4 に示す信号演算回路 2 0 1、再生回路 2 0 2 およびサーボ回路 2 0 3 の他に、光ピックアップ装置 2 0 4 と、レーザ駆動回路 2 0 5 と、コントローラ 2 0 6 を備えている。ディスク 1 0 は、積層方向に複数の記録層を備える。各記録層には螺旋状にトラックが形成されており、たとえば、トラックを径方向にウォブルさせることによって、アドレス情報が保持されている。

20

【0 1 2 3】

光ピックアップ装置 2 0 4 は、図 1 4 に示す光学系を備えている。レーザ駆動回路 2 0 5 は、光ピックアップ装置 2 0 4 内に配された半導体レーザ 1 0 1 をコントローラ 2 0 6 からの指令に応じて駆動する。コントローラ 2 0 6 は、C P U とメモリを備え、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。

【0 1 2 4】

サーボ回路 2 0 3 は、C P U とメモリを備え、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。この他、サーボ回路 2 0 3 は、図 2 5 に示す回路等を備えている。サーボ回路 2 0 3 は、ディスク 1 0 の各記録層と、コリメートレンズ 1 0 3 の設定位置 (ステッピングモータのステップ数) とを対応づけたテーブル (設定テーブル 2 0 3 a) を保持している。ここで、設定位置は、対応する記録層にレーザ光を収束させるときに、最も球面収差が抑制され得るとして予め設定されたコリメートレンズ 1 0 3 の位置である。設定テーブル 2 0 3 a は、後述の如く、コリメートレンズ 1 0 3 に対する収差補正を行う際に参照される。

30

【0 1 2 5】

サーボ回路 2 0 3 には、再生回路 2 0 2 から、ディスク上の再生位置を示すアドレスデータが入力される。サーボ回路 2 0 3 は、このアドレスデータを参照して、ディスク径方向における再生位置の変化量を判別し、後述の如く、コリメートレンズ 1 0 3 に対するサーボ動作を実行する。

40

【0 1 2 6】

図 2 4 は、信号演算回路 2 0 1 の構成のうち、上記球面収差に関する信号 (球面収差信号) S A と上記コマ収差に関する信号 (チルトエラー信号) C M を生成するための回路構成を示す図である。便宜上、同図には、上記図 1 5 (a) に示すセンサ S a 1 ~ S a 4 が示されている。

【0 1 2 7】

図示の如く、信号演算回路 2 0 1 は、4 つの I / V アンプ 3 0 1 ~ 3 0 4 と、4 つの加算回路 3 0 5 ~ 3 0 8 と、2 つの減算回路 3 0 9、3 1 0 を備えている。I / V アンプ 3

50

01～304は、それぞれ、センサS a 1～S a 4からの出力電流信号を、増幅するとともに電圧信号に変換する。加算回路305～308は、それぞれ、入力された電圧信号を加算する。減算回路309、310は、それぞれ、入力された加算信号を減算する。こうして、減算回路309からは球面収差に関する信号（球面収差信号）S Aが出力され、減算回路310からはコマ収差に関する信号（チルトエラー信号）C Mが出力される。

【0128】

図25は、上記球面収差信号S Aに対して、サーボ用のゲイン調整を行うための回路を示す図である。この回路は、サーボ回路203内に配されている。ただし、この回路が信号演算回路201側に配されていても良い。また、サーボ用のゲイン調整を行うための回路は、図25に示されたもの限定されるものではない。

10

【0129】

図示の如く、ゲイン調整回路は、3つの抵抗321、322、323と、オペアンプ324からなる差動増幅器を備えている。かかる差動増幅器により球面収差信号S Aが増幅される。

【0130】

図26は、コリメートレンズ103の制御動作を説明する図である。同図(a)～(c)は、コリメートレンズ103の駆動の流れを模式的に示す図、同図(d)は、コリメートレンズ103の制御動作を示すフローチャートである。

【0131】

同図(a)～(c)に示すように、レンズアクチュエータ104は、コリメートレンズ103を光軸方向に変位可能に支持する支持部104aと、コリメートレンズ103を駆動するためのステッピングモータ104bを備えている。ステッピングモータ104bの回転軸にはリードスクリュー104cが装着され、リードスクリュー104cがコリメートレンズ103の軸受け103bに噛合している。ステッピングモータ104bが駆動されることにより、コリメートレンズ103が光軸方向にステップ送りされる。

20

【0132】

同図(d)を参照して、光ディスク装置にディスク10が装着され、ユーザから再生指令が入力されると、サーボ回路203は、まず、コリメートレンズ103の現在位置を参照する(S101)。次に、サーボ回路203は、コントローラ206から指示された再生対象の記録層（ターゲット層）に対応するコリメートレンズ103の設定位置（ステッピングモータのステップ数）を設定テーブル203aから読み取り、読み取った設定位置と、ステップS101で参照した現在位置との差に相当するステップ数だけステッピングモータ104bを駆動する(S102)。これにより、コリメートレンズ103は、たとえば、同図(b)に示す設定位置S T 1に位置づけられる。

30

【0133】

その後、サーボ回路203は、対物レンズアクチュエータ109を駆動して、ターゲット層に対するフォーカス引き込みを行い、フォーカスサーボを開始する(S103)。しかる後、サーボ回路203は、上記球面収差信号に基づいて、コリメートレンズ103を最適位置に位置付けるための制御（以下、「球面収差サーボ」という）を行う(S104)。ここで、最適位置とは、球面収差信号がゼロ近傍となる位置のことである。

40

【0134】

かかる球面収差サーボにおいて、サーボ回路203は、球面収差信号の極性と大きさを参照し、コリメートレンズ103を最適位置に位置づけるに必要な、ステッピングモータ104bのステップ数と回転方向を求める。そして、サーボ回路203は、当該回転方向に当該ステップ数だけステッピングモータ104bを駆動する。

【0135】

ここで、ステップ数は、演算により求めても良いし、あるいは、予めサーボ回路203内に、球面収差信号の大きさとステップ数の関係を規定するテーブルを保持しておき、このテーブルから読み出すようにしても良い。

【0136】

50

こうして、サーボ回路 203 は、コリメートレンズ 103 を最適位置に向かって移動させる。そして、この移動の後、サーボ回路 203 は、再度、球面収差信号の極性と大きさを参照し、コリメートレンズ 103 を最適位置に位置づけるに必要な、ステッピングモータ 104b のステップ数と回転方向を求め、コリメートレンズ 103 を最適位置に向かって移動させる。

【0137】

サーボ回路 203 は、かかるサーボ動作を、球面収差信号が、ゼロ近傍の予め定めた閾値範囲内になるまで繰り返す。これにより、コリメートレンズ 103 が、最適位置に位置づけられる。こうして、コリメートレンズ 103 が最適位置に位置づけられた後、再生動作が実行される (S105)。

【0138】

再生動作の実行中、サーボ回路 203 は、再生回路 202 から入力されるアドレスデータを参照し、現在の再生位置が再生開始位置から半径方向に所定量だけ変化したかを判定する (S106)。この判定が NO のとき、サーボ回路 203 は、さらにターゲット層が変更される旨の信号がコントローラ 206 から入力されたかを判定する (S108)。ステップ S106 とステップ S107 の判定が何れも NO のとき、サーボ回路 203 は球面収差サーボを実行しない。したがって、コリメートレンズ 103 がステップ S104 で設定された位置に位置づけられた状態で、再生動作が進められる。

【0139】

こうして再生動作が進み、現在の再生位置が再生開始位置から半径方向に所定量だけ変化すると (S106: YES)、サーボ回路 203 は、球面収差サーボを実行する (S107)。すなわち、サーボ回路 203 は、ステップ S104 と同様、球面収差信号の極性と大きさに基づいて、コリメートレンズ 103 を移動させ、コリメートレンズ 103 を最適位置に位置づける。

【0140】

なお、球面収差サーボの実行中、再生動作は継続される。すなわち、本構成例では、図 22 (c) に示す如く、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号および再生 RF 信号を生成するためのセンサとは別に配されたセンサ Sa1 ~ Sa4 からの信号に基づいて、球面収差信号が独立して生成されるため、再生動作を進めながら球面収差サーボを実行することができる。

【0141】

こうして球面収差サーボを行うと、サーボ回路 203 は、サーボ完了時に再生回路 202 から入力されたアドレスデータを保持する。そして、サーボ回路 203 は、保持したアドレスデータと、その後の再生動作時に随時入力されるアドレスデータとを比較し、現在の再生位置が、先に球面収差サーボを行ったときの再生位置から半径方向に所定量だけ変化したかを判定する (S106)。そして、現在の再生位置が、先に球面収差サーボを行ったときの再生位置から半径方向に所定量だけ変化したと判定すると (S106: YES)、サーボ回路 203 は、再度、球面収差サーボを実行する (S107)。

【0142】

なお、再生動作時に、同一のターゲット層上でジャンプ動作が行われると、ジャンプ後の再生位置が、先に球面収差サーボを行ったときの再生位置から半径方向に所定量だけ変化することが起こり得る (S106: YES)。この場合も、サーボ回路 203 は、上記と同様、球面収差サーボを実行し、コリメートレンズ 103 を最適位置に位置づける。

【0143】

再生動作中に、コントローラ 206 からターゲット層を変更する旨の信号が入力されると (S108: YES)、S101 以降の動作が行われる。すなわち、サーボ回路 203 は、コリメートレンズ 103 の現在位置を参照する (S101)。そして、変更後のターゲット層に対応するコリメートレンズ 103 の設定位置 (ステッピングモータのステップ数) を設定テーブル 203a から読み取り、読み取った設定位置とコリメートレンズ 103 の現在位置との差分に相当するステップ数だけステッピングモータ 104b を駆動する

10

20

30

40

50

(S102)。これにより、コリメートレンズ103は、たとえば、図26(c)に示す設定位置ST2に位置づけられる。

【0144】

その後、サーボ回路203は、対物レンズアクチュエータ109を駆動して、ターゲット層に対するフォーカス引き込みを行い、フォーカスサーボを開始する(S103)。しかる後、サーボ回路203は、球面収差サーボを行って、コリメートレンズ103を最適位置に位置づける(S104)。その後、当該ターゲット層に対する再生が実行される。

【0145】

以上の如く、本構成に係る光ディスク装置によれば、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号および再生RF信号とは別に、球面収差信号が独立して生成されるため、再生動作を進めながら球面収差サーボを実行することができる。

【0146】

また、本構成に係る光ディスク装置によれば、球面収差の発生の程度を示す球面収差信号に基づいてコリメートレンズ103の移動量が設定されるため、たとえば、ジッタや再生RF信号の振幅が最良になるようにコリメートレンズ103の位置を調整する場合に比べて、より迅速に、コリメートレンズ103を最適位置へと収束させることができる。

【0147】

なお、本構成に係る光ディスク装置では、上記のように、再生位置が径方向に所定量だけ変化する毎に球面収差サーボが行われる。このように間欠的に球面収差サーボを行うようにしたのは、以下の理由に基づくものである。

【0148】

一般に、球面収差は、ディスク10のカバー層の厚み（以下、「カバー厚」という）や層間隔の変化に応じて発生する。ここで、ディスクのカバー厚や層間隔は、半径位置が同じであれば、ディスクの周方向には余り変化しない。ディスク10のカバー厚や層間隔は、半径位置の変化に伴って変化する場合がある。このため、球面収差も、ディスク半径位置の変化に伴って発生し易い。よって、球面収差の補正は、ディスク10に対するレーザー光の照射位置が半径方向にある程度変化したときに行えば良いと考えられる。上記では、この理由から、アドレスデータに基づいて間欠的に球面収差サーボが行われたが、この他、たとえば、再生時間が所定時間だけ経過する毎に球面収差サーボが行われるようにしても良い。

【0149】

なお、コリメートレンズ103や対物レンズ107がプラスチックレンズである場合、球面収差は、温度変化によっても発生する。本構成に係る光ディスク装置によれば、温度変化によって球面収差が発生しても、これが球面収差信号に反映される。このため、上記のように球面収差信号に基づいてコリメートレンズ103を補正することにより、カバー厚や層間隔の変化による球面収差以外に、温度変化に基づく球面収差をも補正することができる。したがって、本構成に係る光ディスク装置によれば、別途温度センサ等を用いることなく、温度変化に基づく球面収差を補正することができる。

【0150】

なお、図26(d)のフローチャートでは、ターゲット層に対するフォーカス引き込みが完了した後(S103)、球面収差サーボが行われたが(S104)、フォーカスエラー信号がゼロクロスするタイミングで球面収差信号をサンプリングし、このサンプル値をもとにコリメートレンズ103を移動させるようにすれば、フォーカス引き込みに並行して、球面収差サーボを行うことができる。こうすると、フォーカス引き込みが完了する前に、コリメートレンズ103を最適位置に位置づけることも可能である。

【0151】

＜光ディスク装置の変更例＞

図26(d)のフローチャートでは、再生位置がディスク半径方向に所定量だけ変化する毎に球面収差サーボを行うようにしたが、本変更例では、再生時に常時、球面収差サーボが行われる。

【0152】

図27(a)は、本変更例に係るコリメートレンズ103の制御動作を示すフローチャートである。同図中、ステップS101～S105、S108は、図26(d)のフローチャートと同じである。

【0153】

本変更例では、図25の回路が、図28(a)のように変更される。図28(a)の回路では、図25の回路に比べ、LPF(ローパスフィルタ)325が追加されている。LPF325は、オペアンプ324からの出力を積分して球面収差信号Bを生成する。図28(a)の回路では、オペアンプ324の出力である球面収差信号Aと、LPF325の出力である球面収差信号Bの2種類の球面収差信号が生成される。

10

【0154】

図27(a)のステップS104では、図26(d)のステップS104と同様、図28(a)に示す球面収差信号Aを用いて球面収差サーボが行われる。

【0155】

本変更例では、ステップS105で再生が実行された後、再生期間中に亘って常時、ステップS110による球面収差サーボが行われる。ここで、ステップS110における球面収差サーボは、ステップS104の球面収差サーボと相違している。すなわち、ステップS110において、サーボ回路203は、図28(a)の球面収差信号Bを参照し、この球面収差信号Bが、ゼロ近傍の所定の閾値範囲を超えたときに、球面収差を抑制する方向に所定ステップ数だけコリメートレンズ103を移動させる。この動作は、球面収差信号Bが前記閾値範囲に引き込まれるまで繰り返される。これにより、コリメートレンズ103は、再生期間中、適正位置に位置づけられる。

20

【0156】

なお、ステップS110においてサーボ回路203が球面収差信号Bに基づいてサーボを行うのは、次の理由からである。

【0157】

上記のとおり、球面収差は、ディスク10のカバー厚や層間隔の変化に応じて発生するが、ディスクの周方向においては、カバー厚や層間隔の変化よりも面振れ等の影響の方が大きくなる。よって、球面収差信号がレーザ光の周方向の移動に伴って高い周波数で細かく変化しても、コリメートレンズ103をこの変化に追従させる必要はないと考えられる。

30

【0158】

一方、本変更例の光ディスク装置では、上述の如く、コリメートレンズ103がステッピングモータ104bによって駆動される。このように駆動源としてステッピングモータ104bを用いると、コリメートレンズ103の駆動レスポンスはあまり高くできない。この場合、ステッピングモータ104bに高い周波数でサーボ信号が印加されると、コリメートレンズ103は、これに正しく追従せずに、かえって、不所望な動きをする恐れがある。このため、ステッピングモータ104bには、ディスク回転周期よりも長い周期で、サーボ制御を行うのが望ましいと考えられる。

【0159】

40

以上の理由から、本変更例では、ステップS110において、LPF325から出力された低周波数の球面収差信号Bに基づく球面収差サーボが行われる。LPF325は、ディスクが一回転する間に面ブレ等によって生じる高周波数の変動成分をSA信号からカットし、SA信号の直流成分(積分値)に応じた信号を球面収差信号Bとして出力する。こうして生成された球面収差信号Bをもとに、コリメートレンズ103が駆動されるため、本変更例のように駆動源としてステッピングモータ104bを用いても、コリメートレンズ103を適正に制御することができる。

【0160】

なお、図27(a)のステップS104における球面収差サーボを、再生期間中に行われるステップS110と同様の球面収差サーボに置き換えることも可能である。すなわち

50

、ステップ S 1 1 0 において、L P F 3 2 5 からの出力である球面収差信号 B を球面収差サーボに用い、この球面収差信号 B がゼロ近傍の所定の閾値範囲を超えていれば、球面収差信号 B が閾値範囲に近づく方向に所定ステップ数だけコリメートレンズ 1 0 3 を移動させるよう制御を行っても良い。

【0161】

ただし、ステップ S 1 0 4 では、設定テーブル 2 0 3 a から得られた設定位置から最適位置にコリメートレンズ 1 0 3 が引き込まれるため、このように制御を行うと、コリメートレンズ 1 0 3 を最適位置に引き込むのに時間が掛かる惧れがある。よって、この場合には、ステップ S 1 0 4 における球面収差サーボを迅速化させる手段を講じるのが望ましい。

10

【0162】

図 2 7 (b) は、図 2 7 (a) のステップ S 1 0 4 において、ステップ S 1 1 0 と同様の球面収差サーボを行う場合のフローチャートである。図 2 7 (b) のフローチャートでは、図 2 7 (a) のステップ S 1 0 4 が、ステップ S 1 1 1 に置き換えられている。この場合、図 2 8 (a) の回路は、図 2 8 (b) の回路へと置き換えられる。

【0163】

図 2 8 (b) の回路では、抵抗 3 2 6 として可変抵抗が用いられ、差動増幅器のゲインが変更可能となっている。この回路により、図 2 7 (b) のステップ S 1 1 1 における差動増幅器のゲイン (ゲイン = G 1) が、ステップ S 1 1 2 における再生期間中のゲイン (ゲイン = G 2) よりも高められる。サーボ回路 2 0 3 は、ディスクに対する再生開始時または層間ジャンプ時にコントローラ 2 0 6 から入力される信号 (ゲイン切り替え信号) に基づいて、抵抗 3 2 6 の抵抗値を変化させ、差動増幅器のゲインを高める。

20

【0164】

こうして、再生開始時または層間ジャンプ時に差動増幅器のゲインが高められて球面収差サーボの応答速度が高められることにより、コリメートレンズ 1 0 3 を迅速に最適位置に引き込むことができる。これにより、迅速に再生動作を実行することができる。

【0165】

以上、光ディスク装置の構成例と変更例を説明したが、本発明の実施形態はこれに限定されるものではない。たとえば、上記には、ディスク 1 0 が複数の記録層を有する場合を例示したが、記録層を一つのみ有する光ディスクを再生対象とする光ディスク装置にも本発明を適用可能である。また、再生のみならず記録をも行う光ディスク装置にも本発明を適用可能である。

30

【0166】

なお、図 2 8 (b) の回路では、差動増幅器のゲインを変化させることにより、球面収差サーボの応答速度を変化させるようにしたが、L P F の時定数を変化させることにより球面収差サーボの応答速度を変化させるようにしても良い。

【0167】

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】

40

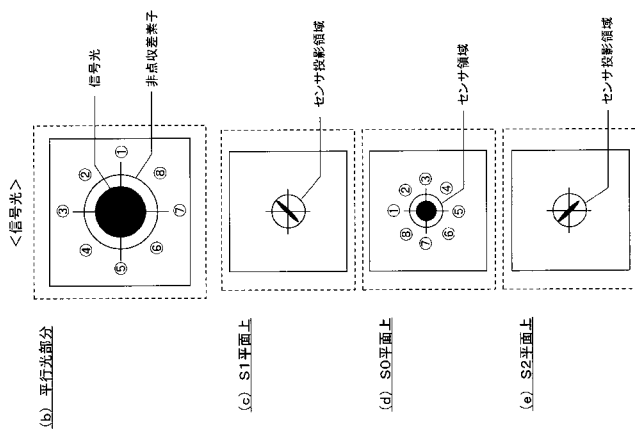
【0168】

- 1 0 1 半導体レーザ (レーザ光源)
- 1 0 4 レンズアクチュエータ (球面収差補正ユニット)
- 1 0 7 対物レンズ
- 1 0 9 対物レンズアクチュエータ (コマ収差補正ユニット)
- 1 1 0 検出レンズ (非点収差素子)
- 1 1 1 角度調整素子
- 1 1 2 光検出器
- P 1 1 ~ P 1 8 センサ (第 1 のセンサ部)
- S a 1 ~ S a 4 センサ (第 2 のセンサ部)

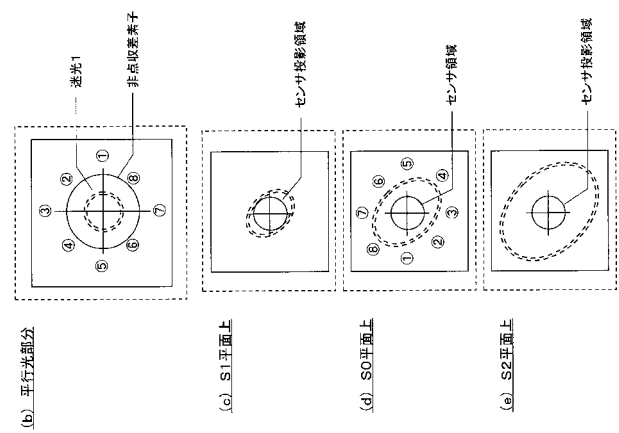
50

- 1 2 1、1 2 2 光検出器
 1 3 0 角度調整素子
 2 0 1 信号演算回路（第 1 の演算回路、第 2 の演算回路、演算回路）
 2 0 3 サーボ回路（回路部）
 3 2 5 ローパスフィルタ

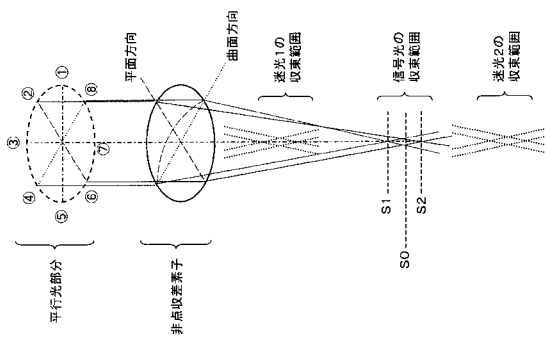
【図 1】



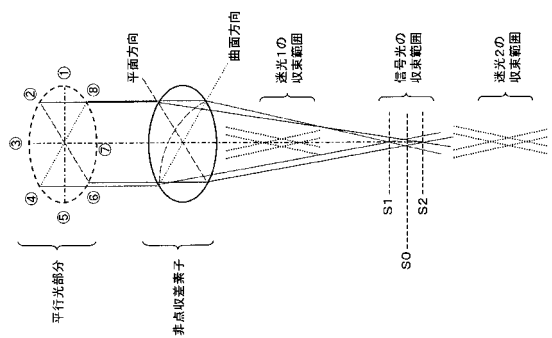
【図 2】



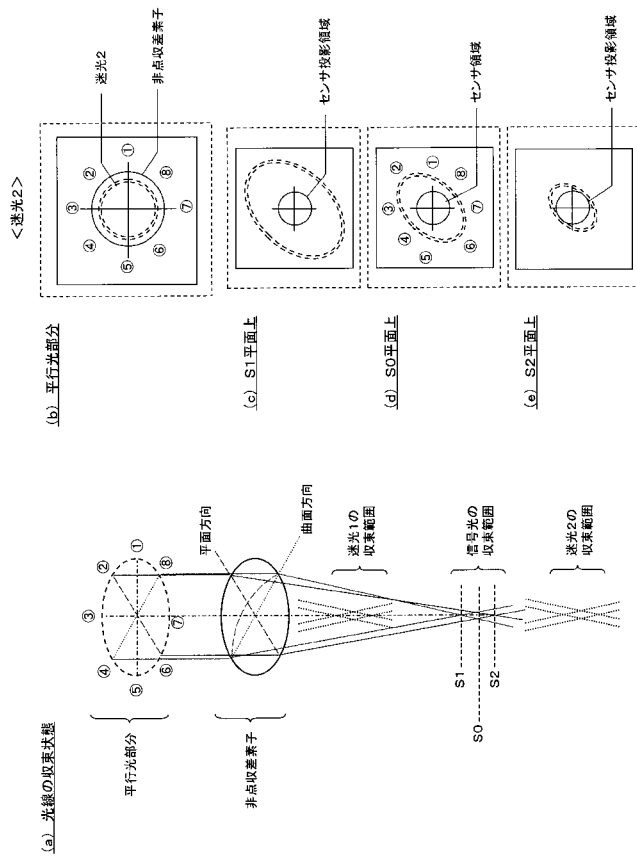
(a) 光線の収束状態



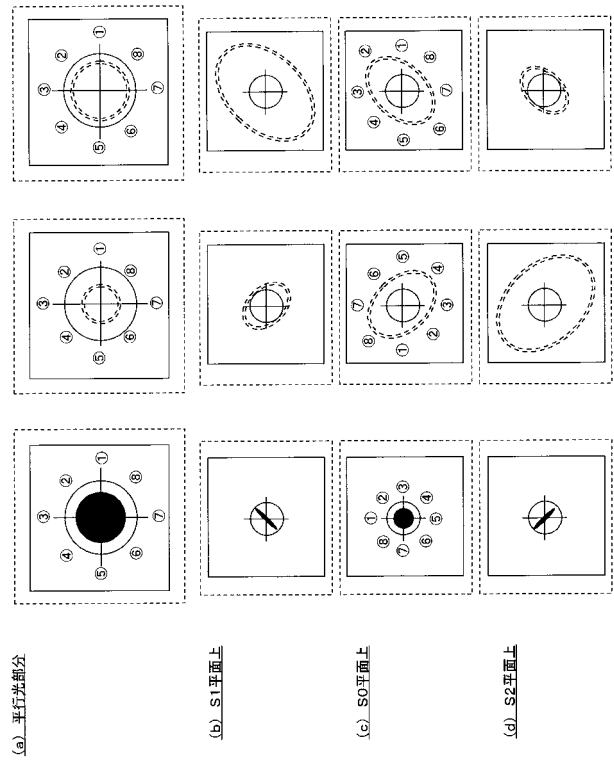
(a) 光線の収束状態



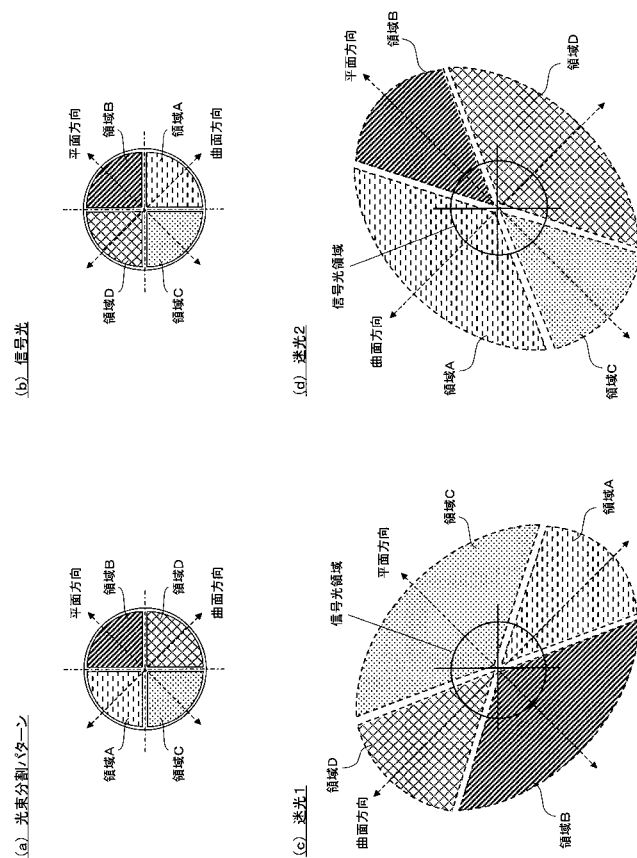
【図 3】



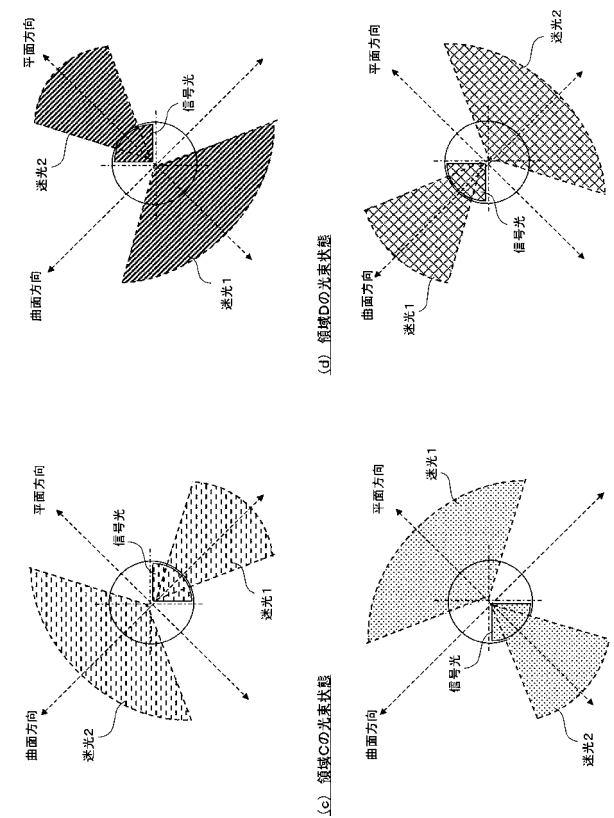
【図 4】



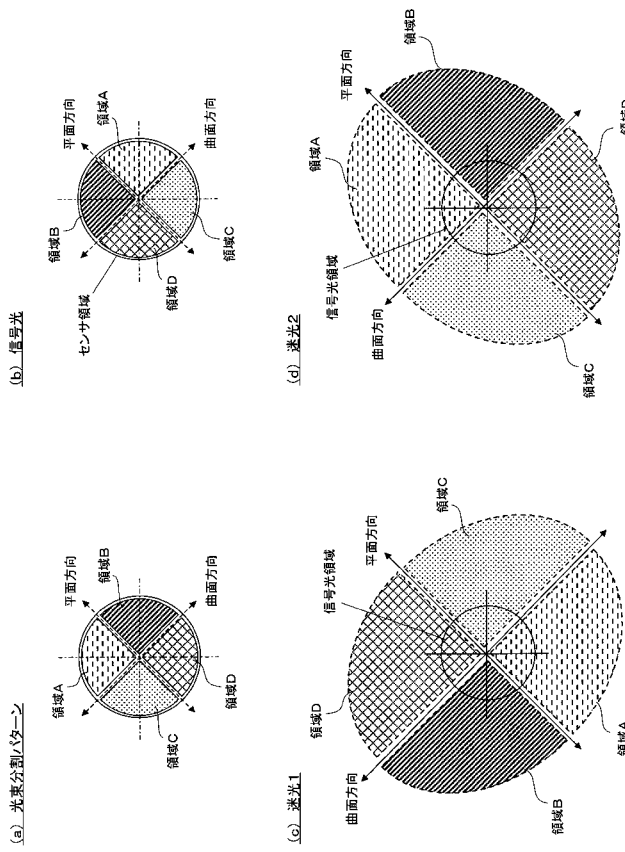
【図 5】



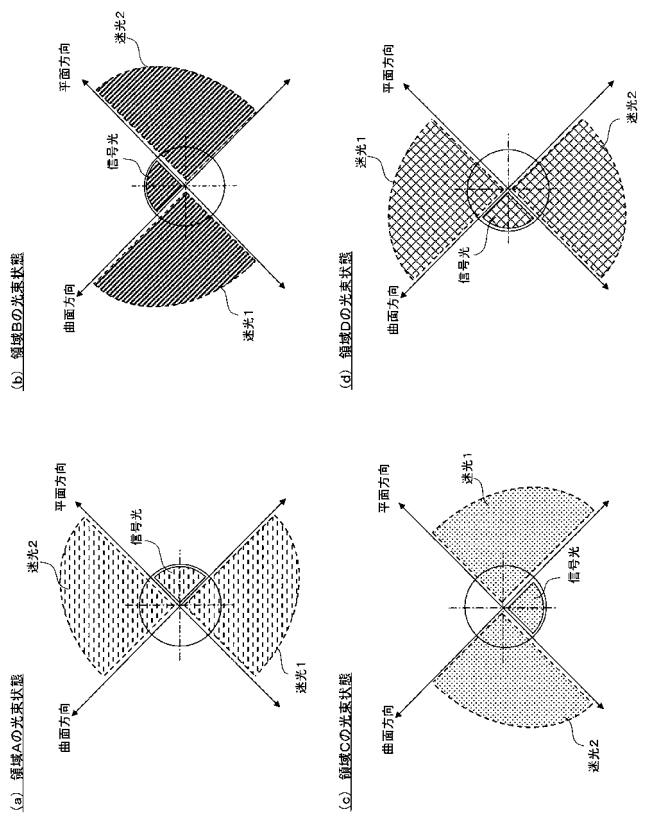
【図 6】



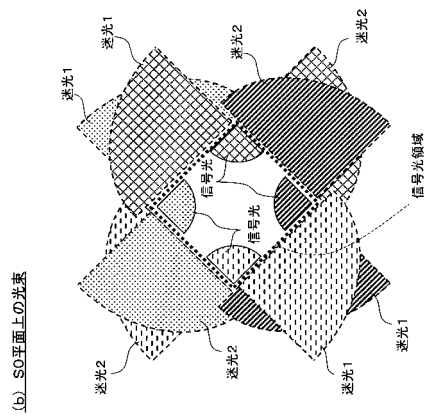
【図 7】



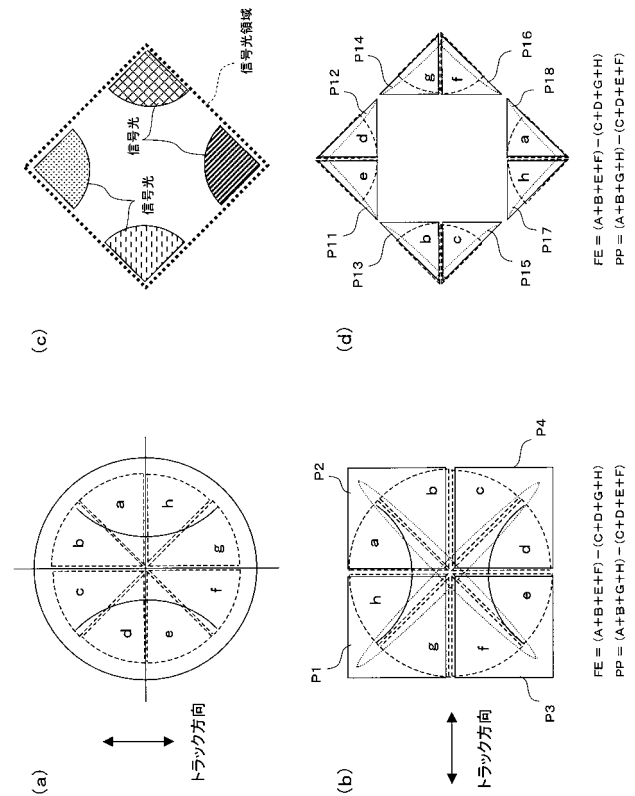
【図 8】



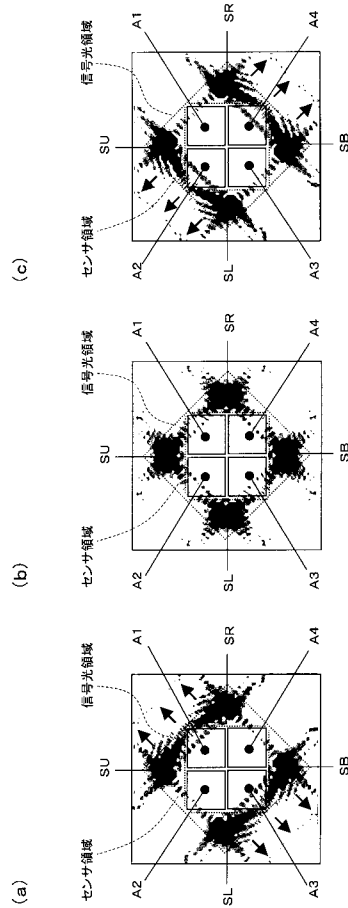
【図 9】



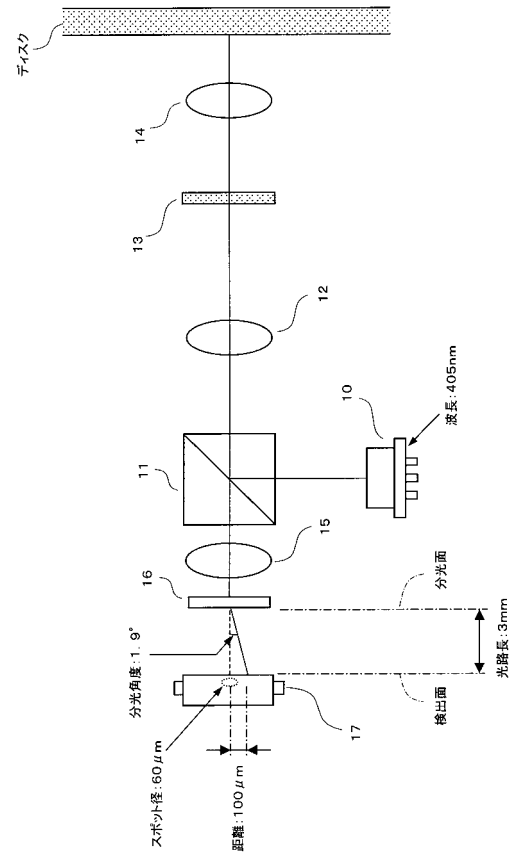
【図 10】



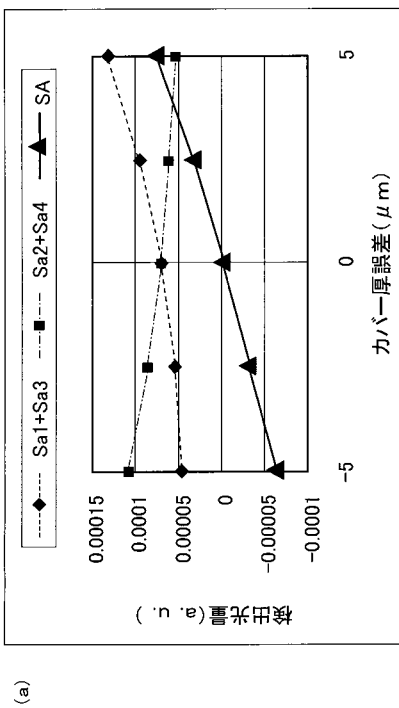
【図 1 1】



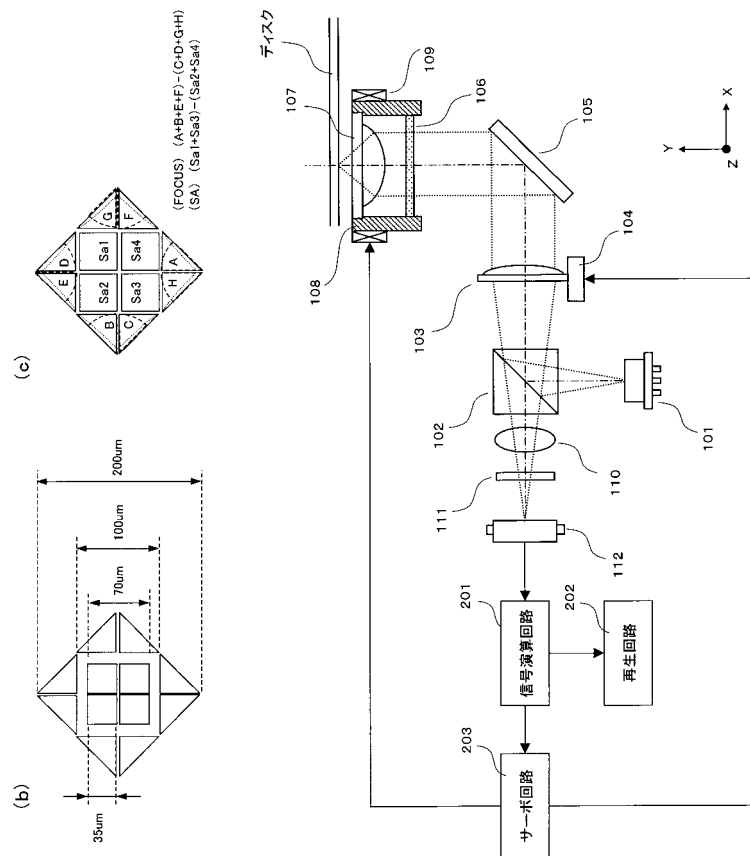
【図 1 2】



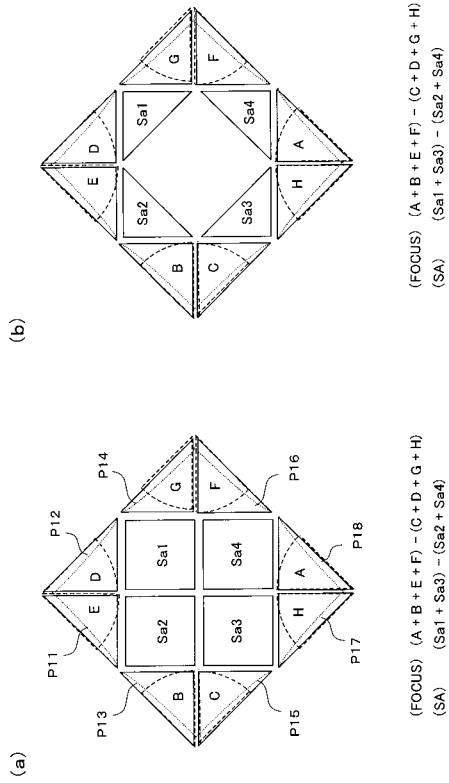
【図 1 3】



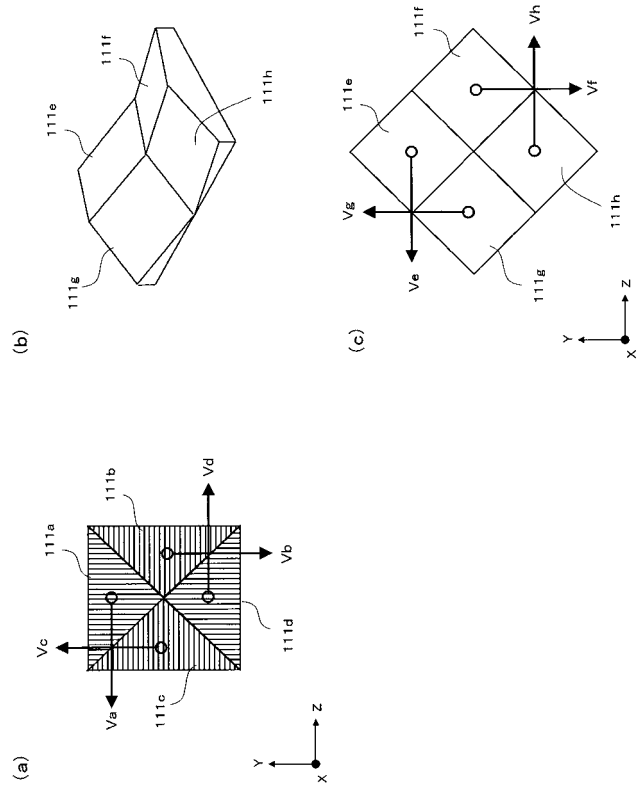
【図 1 4】



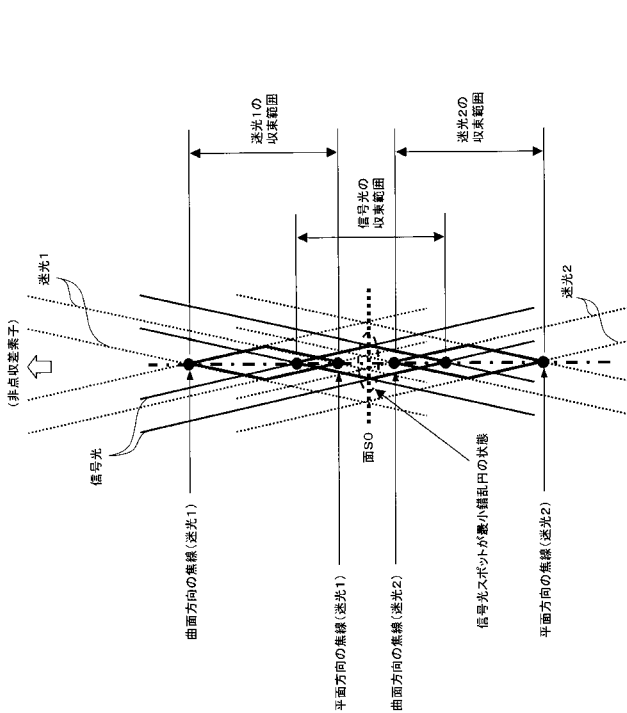
【図 15】



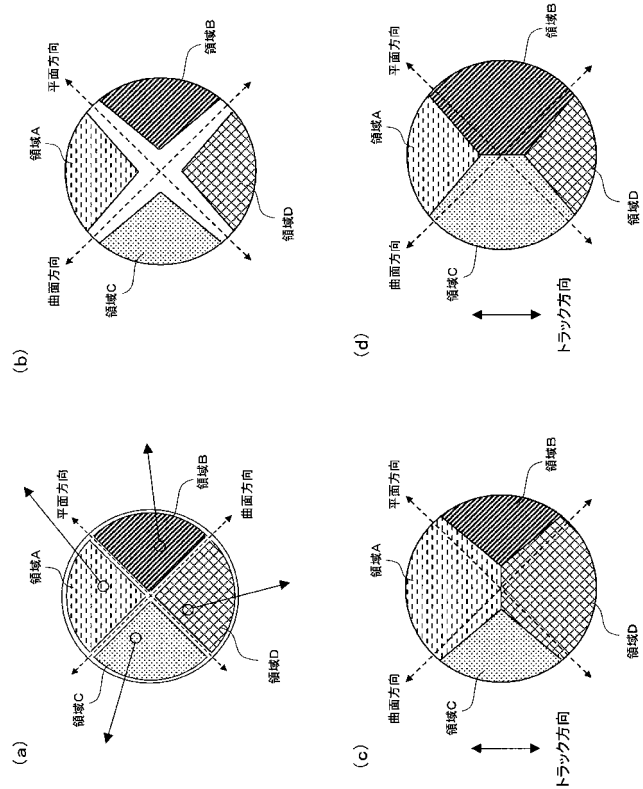
【図 16】



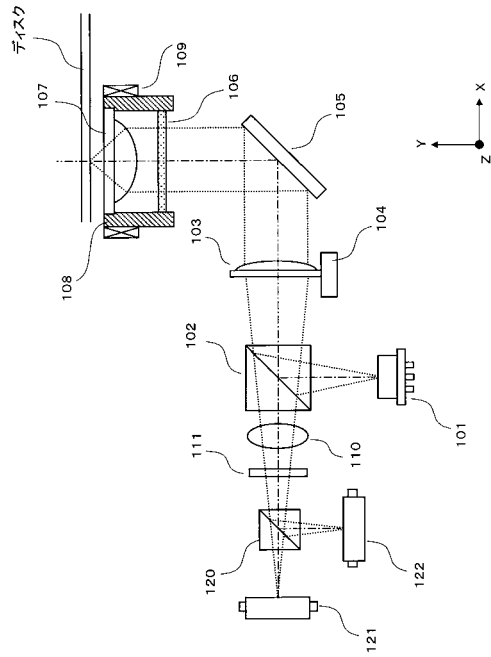
【図 17】



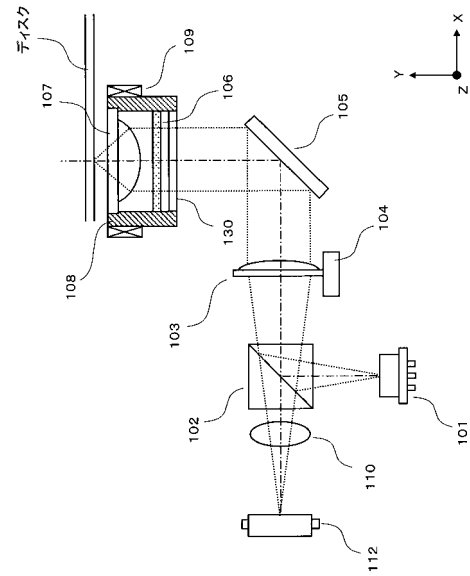
【図 18】



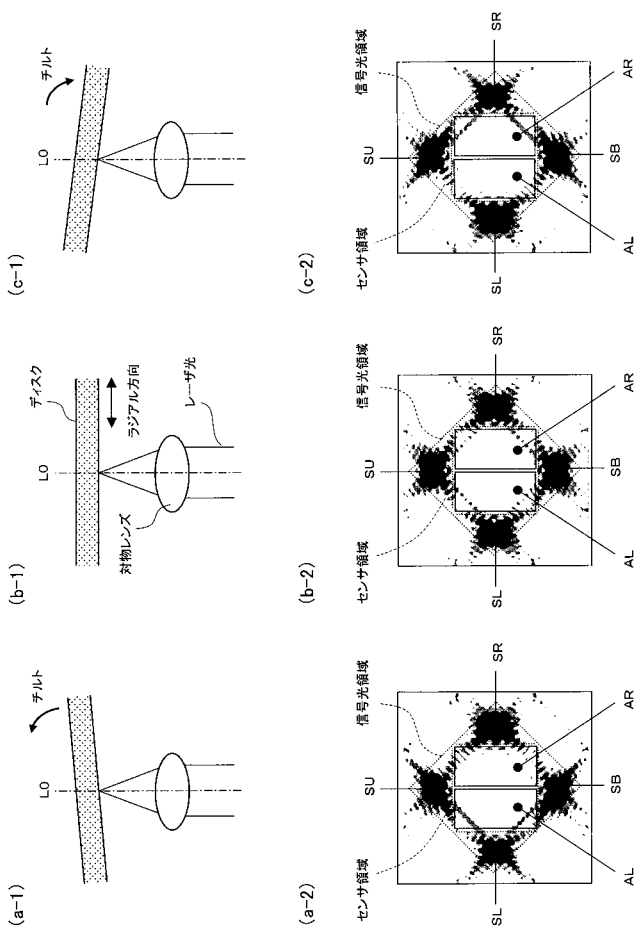
【図 19】



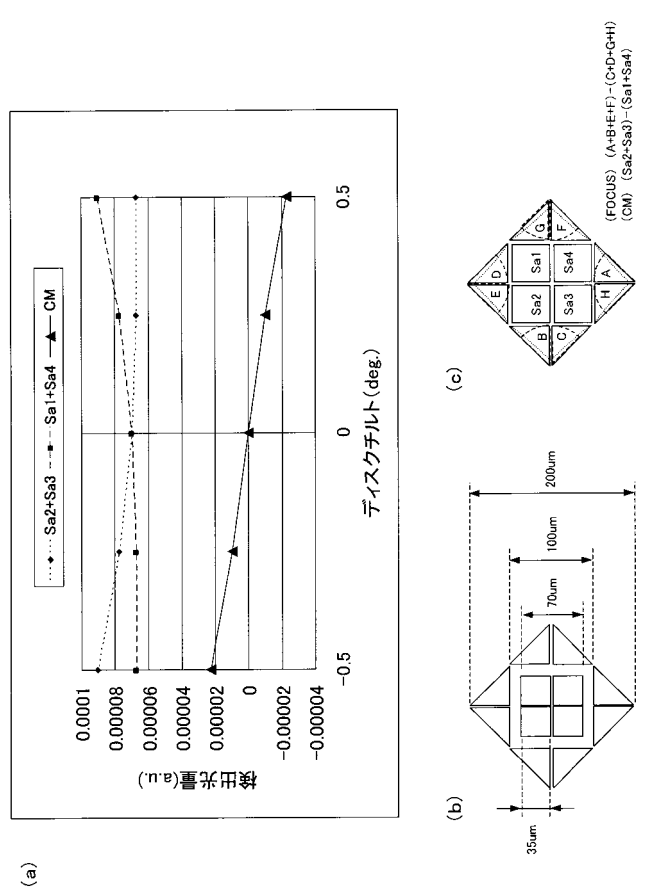
【図 20】



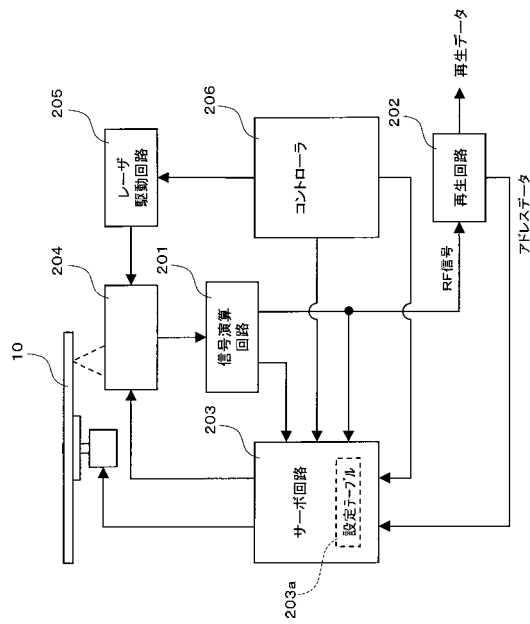
【図 21】



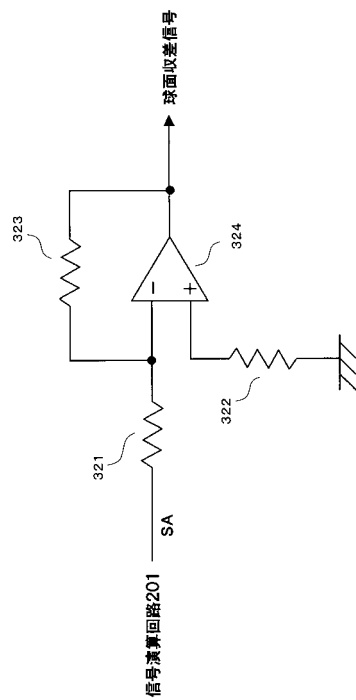
【図 22】



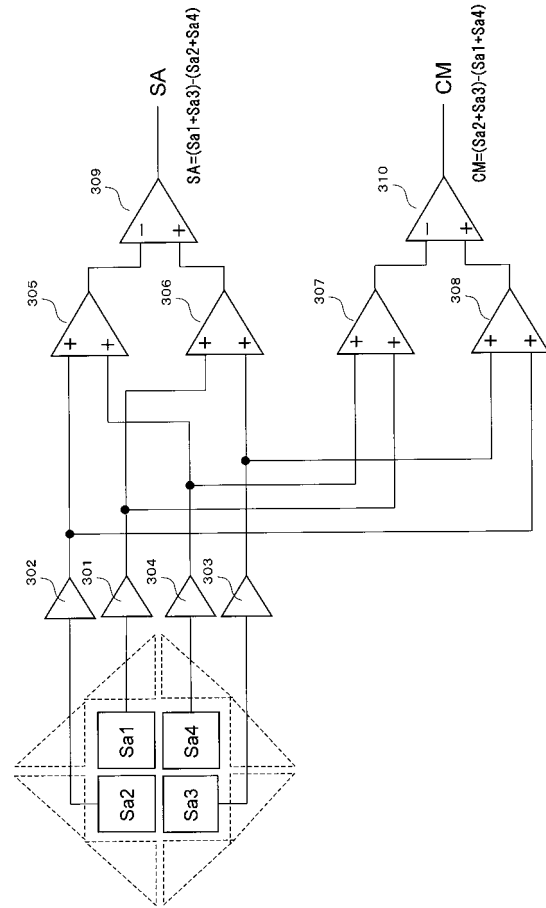
【図 23】



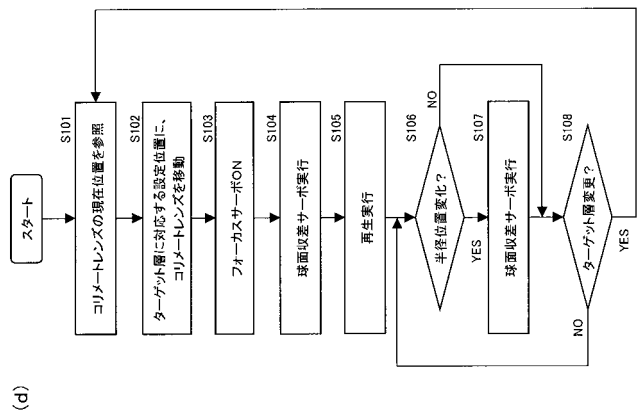
【図 25】



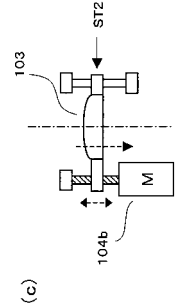
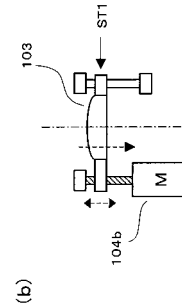
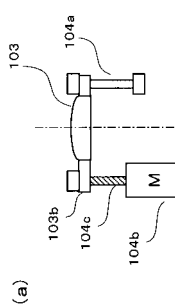
【図 24】



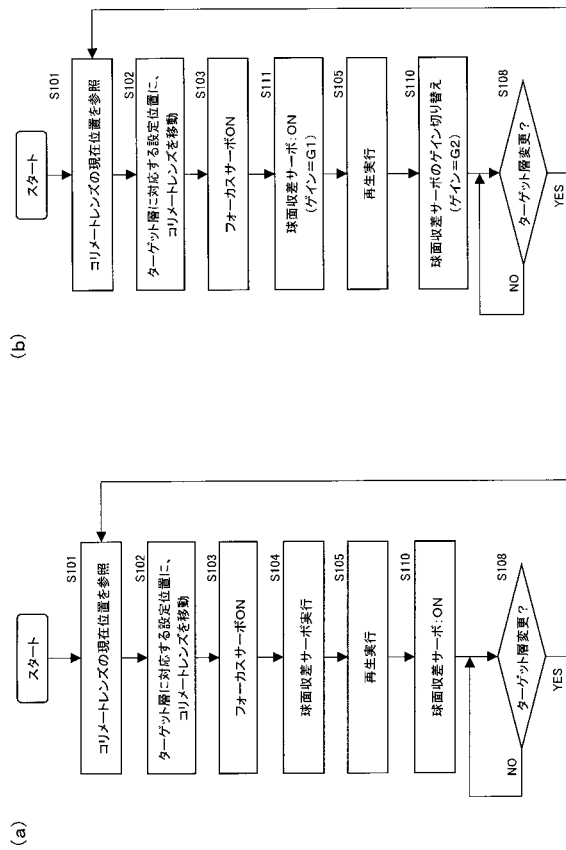
【図 26】



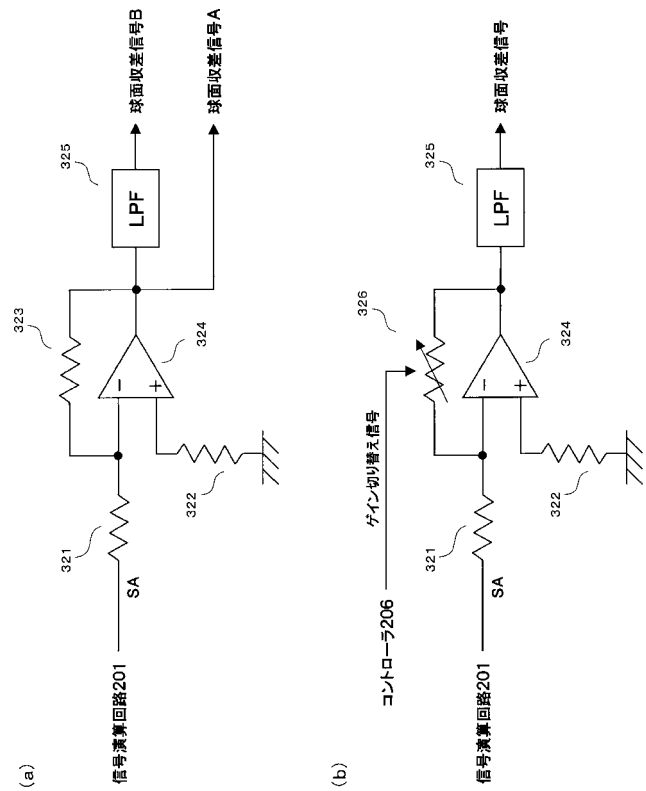
(d)



【図 27】



【図 28】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D118 AA16 AA18 BB08 CA23 CD02 CF08 DA03 DA17 DC04
5D789 AA20 BB13 EA03 EC01 JA08 JA17 JA18 JA24