

(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2006-146979

(P2006-146979A)

(43) 公開日 平成18年6月8日(2006.6.8)

(51) Int. Cl.

G 1 1 B 7/09 (2006.01)

F I

G 1 1 B 7/09

B

テーマコード (参考)

5 D 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2004-331571 (P2004-331571)

(22) 出願日 平成16年11月16日 (2004.11.16)

(71) 出願人 000003067

T D K 株式会社

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

(74) 代理人 100101214

弁理士 森岡 正樹

(72) 発明者 渋谷 義一

東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T

D K 株式会社内

(72) 発明者 岡 禎一郎

東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T

D K 株式会社内

F ターム (参考) 5D118 AA18 BA01 BF01 CA05 CA11

CA23 CB03 CD02 CD11 CF06

CG04 CG31

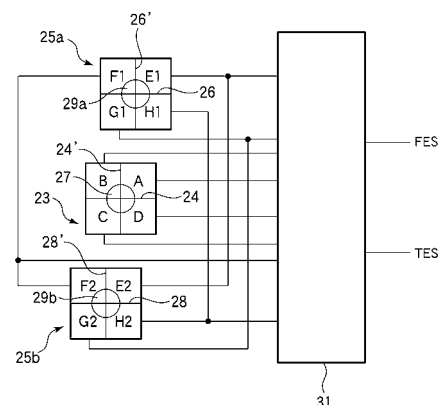
(54) 【発明の名称】 光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、光記録媒体に光ビームを集光させる対物レンズの位置合わせに用いる光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置に関し、物理的トラックピッチの異なる複数の光記録媒体において、トラッククロス信号が減衰した焦点ズレ誤差信号を検出できる光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置を提供することを目的とする。

【解決手段】光記録媒体で反射した主ビーム 2 7 を受光素子 2 3 で受光し、受光領域 A ~ D からそれぞれ出力された電気信号を用いて、非点収差法により主ビームに基づく焦点ズレ誤差信号 M F E S と、プッシュプル法により主ビームに基づくプッシュプル信号 M P S とを生成し、M F E S から M P S を減算することにより、トラッククロス信号が減衰させた焦点ズレ誤差信号 F E S が誤差信号検出部 3 1 で検出される。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から射出した光ビームを回折させて主ビームと 2 本の副ビームとに分割して、対物レンズを介して光記録媒体に集光させ、

前記光記録媒体のトラックの接線に沿う方向に略平行な第 1 の分割線と、前記第 1 の分割線に略直交する第 2 の分割線とにより 4 分割された、3 つの受光領域を用いて前記光記録媒体で反射した前記主ビーム及び前記 2 本の副ビームをそれぞれ受光して電気信号に変換し、

対角に位置する前記受光領域の一方の対及び他方の対からそれぞれ出力された前記電気信号を差動演算して得た第 1 の演算信号から、前記主ビームと前記 2 本の副ビームとを演算処理することにより生成した第 2 の演算信号を減算して、前記対物レンズが前記光記録媒体のトラックを横切る際に生じるトラッククロス信号を減衰させた焦点ズレ誤差信号を検出すること

を特徴とする光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって、

4 分割された前記受光領域に代えて、前記第 1 の分割線により 2 分割された受光領域を 2 つ用いて前記光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームをそれぞれ受光して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって、

前記 2 本の副ビームをそれぞれ受光する前記受光領域内での相対位置の同じ前記受光領域から出力された前記電気信号同士を加算して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって

ラジアル方向に見た物理的トラックピッチの長さが P_1 の前記光記録媒体（第 1 の光記録媒体）又は前記物理的トラックピッチの長さが P_2 ($P_2 < P_1$) の前記光記録媒体（第 2 の光記録媒体）に対し、前記 2 本の副ビームのスポットを、前記主ビームのスポットに関し、対称且つ前記ラジアル方向に $P_2 \times (n + 1 / 2)$ （但し、 n は 0 以上の整数）程度の位置に配置して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって

前記第 1 及び第 2 の演算信号にそれぞれ混入する前記トラッククロス信号の混入比に基づいて所定量増幅させた前記第 2 の演算信号を前記第 1 の演算信号から減算して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法。

【請求項 6】

光源から射出した光ビームを回折格子で回折させて主ビームと 2 本の副ビームとに分割して対物レンズを介して光記録媒体に集光させる光ヘッドであって、

前記光記録媒体で反射した前記主ビームを受光して電気信号に変換するために、前記光記録媒体のトラックの接線に沿う方向に略平行な第 1 の分割線と、前記第 1 の分割線に略直交する第 2 の分割線とにより 4 分割された主ビーム用受光領域と、

前記光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームをそれぞれ受光するために、前記第 1 の分割線により 2 分割された 2 つの受光領域を有し、

ラジアル方向に見た物理的トラックピッチの長さが P_1 の前記光記録媒体（第 1 の光記

10

20

30

40

50

録媒体)又は前記物理的トラックピッチの長さが P_2 ($P_2 < P_1$)の前記光記録媒体(第2の光記録媒体)に対し、前記2本の副ビームのスポットを、前記主ビームのスポットに関し、対称且つ前記ラジアル方向に $P_2 \times (n + 1/2)$ (但し、 n は0以上の整数)程度の位置に配置したことを特徴とする光ヘッド。

【請求項7】

請求項6に記載の光ヘッドであって、

前記光記録媒体のラジアル方向の、前記光記録媒体表面に結像した前記2本の副ビームのスポット径の長さは、同方向の前記主ビームのスポット径の長さの2.5倍以上であることを特徴とする光ヘッド。

【請求項8】

光源から射出した光ビームを回折させて主ビームと2本の副ビームとに分割する回折格子と、前記主ビーム及び前記2本の副ビームを光記録媒体に集光させる対物レンズと、前記光記録媒体のトラックの接線に沿う方向に略平行な第1の分割線と、前記第1の分割線に略直交する第2の分割線とにより4分割された、前記光記録媒体で反射した前記主ビーム及び前記2本の副ビームをそれぞれ受光して電気信号に変換する3つの受光領域とを有する光ヘッドと、

対角に位置する前記受光領域の一方の対及び他方の対からそれぞれ出力された前記電気信号を差動演算して得た第1の演算信号から、前記主ビームと前記2本の副ビームとを演算処理することにより生成した第2の演算信号を減算して、前記対物レンズが前記光記録媒体のトラックを横切る際に生じるトラッククロス信号を減衰させた焦点ズレ誤差信号を検出する誤差信号検出部と

を有することを特徴とする光記録再生装置。

【請求項9】

請求項8記載の光記録再生装置であって、

前記光ヘッドは、4分割された前記受光領域に代えて、前記光記録媒体で反射した前記2本の副ビームをそれぞれ受光する、前記第1の分割線により2分割された受光領域を2つ有することを特徴とする光記録再生装置。

【請求項10】

請求項8又は9に記載の光記録再生装置であって、

前記誤差信号検出部は、前記2本の副ビームをそれぞれ受光する前記受光領域内での相対位置の同じ前記受光領域から出力された前記電気信号同士を加算して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする光記録再生装置。

【請求項11】

請求項8乃至10のいずれか1項に記載の光記録再生装置であって、

前記誤差信号検出部は、前記第1及び第2の演算信号にそれぞれ混入する前記トラッククロス信号の混入比に基づいて所定量増幅させた前記第2の演算信号を前記第1の演算信号から減算して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする光記録再生装置。

【請求項12】

請求項8乃至11のいずれか1項に記載の光記録再生装置であって、

前記2本の副ビームは、ラジアル方向に見た物理的トラックピッチの長さが P_1 の前記光記録媒体(第1の光記録媒体)又は前記物理的トラックピッチの長さが P_2 ($P_2 < P_1$)の前記光記録媒体(第2の光記録媒体)に対し、前記主ビームのスポットに関し、対称且つ前記ラジアル方向に $P_2 \times (n + 1/2)$ (但し、 n は0以上の整数)程度の位置に配置されていることを特徴とする光記録再生装置。

【請求項13】

請求項8乃至12のいずれか1項に記載の光記録再生装置であって、

前記光記録媒体のラジアル方向の、前記光記録媒体表面に結像した前記2本の副ビームのスポット径の長さは、同方向の前記主ビームのスポット径の長さの2.5倍以上である

10

20

30

40

50

ことを特徴とする光記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光記録媒体に光ビームを集光させる対物レンズの位置合わせに用いる光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光記録再生装置は、例えば円板状の光記録媒体の円周方向に沿って形成され且つ光記録媒体の半径方向に複数形成されたトラックの所定領域に情報を記録し、又は当該トラックの所定領域に記録された情報を再生する光ヘッドを備えている。光ヘッドには、光記録媒体に対して情報を記録するだけに用いられる記録専用型と、情報を再生するだけに用いられる再生専用型、及び記録再生の双方に使用可能な記録再生型とがある。従って、これらを搭載した装置はそれぞれ光記録装置、光再生装置、光記録再生装置となるが、本願では以下、それら全てを包含して光記録再生装置と総称する。

【0003】

光記録再生装置に備えられた光ヘッドに用いる対物レンズの焦点位置制御（焦点位置合わせ）用の焦点ズレ誤差信号の検出方法として、差動非点収差法が知られている。特許文献1乃至特許文献3には差動非点収差法が開示されている。差動非点収差法は焦点ズレ誤差信号に混入した、対物レンズが光記録媒体のトラックを横切る際に発生するトラッククロス信号成分を低減できる点に特徴を有している。差動非点収差法では、光源から射出した光ビームを回折格子により主ビームと2本の副ビームとに分割して光記録媒体の表面（情報記録面）に集光させて反射させ、反射した主ビーム及び2本の副ビームのそれぞれについて非点収差法による焦点ズレ誤差信号が生成され、当該焦点ズレ誤差信号の和をとって得られる焦点ズレ誤差信号が対物レンズの焦点位置制御に用いられる。

【0004】

現在実用化されているDVD-RAMのように、ランドとグルーブの両方に情報を記録するランドグルーブ記録方式を用いる光記録媒体では、光記録媒体の物理的トラックピッチはデータトラックピッチの2倍となる。このため、ランドグルーブ記録方式の光記録媒体は他の記録方式の光記録媒体に比較してトラッククロス信号のコントラストが大きくなる。従って、ランドグルーブ記録方式の光記録媒体では、差動非点収差法を用いて焦点ズレ誤差信号に混入したトラッククロス信号を十分に低減することが重要となる。

【0005】

一方、対物レンズのトラックズレに用いるトラッキング誤差信号の検出方法として、従来から多く用いられている差動プッシュプル法が知られている。特許文献4及び特許文献5には、差動プッシュプル法が開示されている。差動プッシュプル法では、光記録媒体から反射した主ビームと2本の副ビームとを個別の受光素子で受光し、主ビーム及び2本の副ビーム毎にプッシュプル信号を検出し、各プッシュプル信号を差動演算することにより、対物レンズのラジアル方向へのシフトによって生じる直流（DC）オフセット成分をトラッキング誤差信号から良好に除去することができる。差動プッシュプル法は、記録モードにおいて必要となる未記録領域のトラッキング制御に特に有効であるため広く用いられている。

【0006】

差動非点収差法と差動プッシュプル法はいずれも、光記録媒体の情報記録面の半径（ラジアル）方向における、主ビームのスポット位置に対する副ビームのスポット位置を物理的トラックピッチの1/2倍となるように配置する必要がある。なお、物理的トラックピッチとは、光ヘッドにより再生を行った場合に得られるトラッククロス信号の1周期分に相当する長さを意味し、DVD-RAMではデータトラックピッチの2倍となり、DVD-ROMをはじめ他の光記録媒体ではデータトラックピッチと同一の長さになる。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開平4 - 163681号公報
【特許文献2】特開平11 - 296875号公報
【特許文献3】特開平12 - 82226号公報
【特許文献4】特告平4 - 34212号公報
【特許文献5】特開平7 - 320287号公報
【特許文献6】特開2004 - 63073号公報
【特許文献7】特開平10 64080公報
【特許文献8】特開2001 - 222827公報
【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

ところが、市場の要求に伴って多様化する現在の光記録再生装置においては、光記録媒体の規格が統一されず、複数種類の規格が提案され実用化されている。このため、物理的トラックピッチの異なる光記録媒体の記録再生を同一の光ヘッドを用いて行う必要が生じている。図14及び図15は、光記録媒体の情報記録面に主ビーム101及び±1次の副ビーム103a、103bが集光した状態を模式的に示している。図14(a)及び図15(a)はDVD-RAMの情報記録面を示し、図14(b)及び図15(b)は、DVD-RWの情報記録面を示し、図14(c)及び図15(c)はDVD-ROMの情報記録面を示している。図14及び図15の図中の左右方向の矢印Rは光記録媒体の半径(ラジアル)方向を示し、上下方向の矢印Tは光記録媒体のトラックの接線方向を示している

20

【0008】

図14(a)及び図14(b)に示すように、DVDファミリーのうちの書き換え可能型光記録媒体であるDVD-RAMとDVD-RWはトラッククロス信号に影響する物理的トラックピッチの長さがそれぞれ $P1 = 1.23 \mu m$ 、 $P2 = 0.74 \mu m$ と異なっている。また、DVDファミリーのうちの再生専用のDVD-ROMの物理的トラックピッチの長さはDVD-RWと同様に、 $P2 = 0.74 \mu m$ である。

【0009】

上述したように、差動非点収差法を用いてトラッククロス信号が除去された理想的な焦点ズレ誤差信号を得るためには、ラジアル方向における主ビーム101と副ビーム103a、103bとのビーム間隔(スポット間隔)を物理的トラックピッチの1/2倍にそれぞれ配置する必要がある。従って、特にトラッククロス信号成分の混入が大きいDVD-RAMについて理想的な焦点ズレ誤差信号を得るためには、主ビーム101と副ビーム103a、103bとのビーム間隔BP1を $0.615 \mu m$ とするのが理想的である。

30

【0010】

ところが、図14(b)及び図14(c)に示すように、DVD-RAMの最適なビーム間隔BP1 = $0.615 \mu m$ はDVD-RWやDVD-ROMでの最適なビーム間隔BP2 = $0.37 \mu m$ とは一致しない。このため、ビーム間隔BP1 = $0.615 \mu m$ の主ビーム101と副ビーム103a、103bとから差動非点収差法を用いて検出した焦点ズレ誤差信号はDVD-RWに適用し難い。

40

【0011】

例えば、図14(a)及び図14(b)に示すように、ラジアル方向の主ビーム101と副ビーム103a、103bとのスポット間隔をDVD-RAMに最適なビーム間隔BP1に設定すると、ビーム間隔BP1とDVD-RWの物理的トラックピッチP2との比は $BP1 / P2 = 0.615 \mu m / 0.74 \mu m = 0.831$ となる。ビーム間隔BP1はDVD-RWでは、物理的トラックピッチP2の1/2倍にならない。従って、差動非点収差法を用いても焦点ズレ誤差信号からトラッククロス信号を十分に除去することができない。

【0012】

一方、図15(a)及び図15(b)に示すように、ラジアル方向の主ビーム101と

50

副ビーム 103 a、103 b とのビーム間隔を DVD-RW に最適なビーム間隔 $BP2 = 0.37 \mu m$ に設定すると、ビーム間隔 $BP2$ と DVD-RAM の物理的トラックピッチ $P1$ との比は $BP2 / P1 = 0.37 \mu m / 1.23 \mu m = 0.300$ となる。ビーム間隔 $BP2$ は DVD-RAM では、物理的トラックピッチ $P1$ の $1/2$ 倍にならない。従って、差動非点収差法を用いても焦点ズレ誤差信号からトラッククロス信号を十分に除去することができない。

【0013】

ところで、未記録の DVD±R/RW 媒体に対してトラッキング制御を行う方法としては、特許文献 4 に開示されている差動プッシュプル (DPP) 法が好適である。しかし、DPP 法に適したビーム間隔は上述したように $0.37 \mu m$ である。このため、主ビーム 101 及び ±1 次の副ビーム 103 a、103 b のスポット位置をビーム間隔 $BP2 = 0.37 \mu m$ に合わせると、DVD-RAM 再生時のビーム間隔 $BP1$ の最適位置 $0.615 \mu m$ からずれてしまう。このため、±1 次の副ビーム 103 a、103 b に含まれるトラッククロス信号の振幅は減少してしまう。

【0014】

図 16 は、主ビーム 101 及び ±1 次の副ビーム 103 a、103 b を受光する受光素子 123、125 a、125 b の受光部の構成を示している。図 16 に示すように、受光素子 123 は、正方形状の受光領域内を光記録媒体 (図 16 では不図示) のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線 124 と、分割線 124 にほぼ直交する分割線 124' とで分割して、隣接してマトリクス状に配置された正方形状の 4 つの受光領域 A、B、C、D を有している。受光領域 A は分割線 124 を介して受光領域 D に隣接し、分割線 124' を介して受光領域 B に隣接し、受光領域 C に対角に位置して配置されている。受光領域 C は分割線 124 を介して受光領域 B に隣接し、分割線 124' を介して受光領域 D に隣接して配置されている。

【0015】

同様に、受光素子 125 a は、正方形状の受光領域内を光記録媒体のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線 126 と、分割線 126 にほぼ直交する分割線 126' とで分割して、隣接してマトリクス状に配置された正方形状の 4 つの受光領域 E1、F1、G1、H1 を有している。受光領域 E1 は分割線 126 を介して受光領域 H1 に隣接し、分割線 126' を介して受光領域 F1 に隣接し、受光領域 G1 に対角に位置して配置されている。受光領域 G1 は分割線 126 を介して F1 に隣接し、分割線 126' を介して H1 に隣接して配置されている。

【0016】

同様に、受光素子 125 b は、正方形状の受光領域内を光記録媒体のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線 128 と、分割線 128 にほぼ直交する分割線 128' とで分割して、隣接してマトリクス状に配置された正方形状の 4 つの受光領域 E2、F2、G2、H2 を有している。受光領域 E2 は分割線 128 を介して受光領域 H2 に隣接し、分割線 128' を介して受光領域 F2 に隣接し、受光領域 G2 に対角に位置して配置されている。受光領域 G2 は分割線 128 を介して F2 に隣接し、分割線 128' を介して H2 に隣接して配置されている。

【0017】

受光素子 123、125 a、125 b は光記録媒体の情報記録面での主ビーム 101 及び ±1 次の副ビーム 103 a、103 b のスポット位置が異なることにより生じる光路のズレに対応させて、トラックの接線方向に若干ずらして配置されている。また、分割線 124、126、128 はそれぞれ略平行に配置され、分割線 124'、126'、128' はそれぞれ略平行に配置されている。また、主ビーム 101 及び ±1 次の副ビーム 103 a、103 b は受光素子 123、125 a、125 b の受光領域の略中央に集光されている。

【0018】

焦点ズレ誤差信号 (FES) は受光素子 123、125 a、125 b から出力された電

10

20

30

40

50

気信号を用いて差動非点収差法により検出される。受光領域 A ~ D、E 1 ~ H 1、E 2 ~ H 2 から出力される電気信号をそれぞれ A ~ D、E 1 ~ H 1、E 2 ~ H 2 とすると、F E S は以下のように表すことができる。

$$F E S = \{ (A + C) - (B + D) \} + k \times \{ (E + G) - (F + H) \} \cdots (1)$$

式 (1) 及びこれ以後に示す式において、E 1 + E 2 = E とし、F 1 + F 2 = F とし、G 1 + G 2 = G とし、H 1 + H 2 = H とする。

【0019】

図 17 は、光記録媒体のラジアル方向における、主ビーム 101 と ±1 次の副ビーム 103 a、103 b とのビーム間隔に対する ±1 次の副ビーム 103 a、103 b に混入するトラッククロス信号振幅の変化を示している。横軸は主ビーム 101 と ±1 次の副ビーム 103 a、103 b とのビーム間隔を光記録媒体の物理的トラックピッチに対する比率で表し、縦軸はトラッククロス信号振幅 (任意単位) を表している。図 17 の図中に破線で示す縦線は、主ビーム 101 と ±1 次の副ビーム 103 a、103 b とのビーム間隔を $DVD \pm R / RW$ の最適値 (ビーム間隔 = $0.37 \mu m$) とした場合の、DVD-RAM における物理的トラックピッチとビーム間隔との比を示している。

【0020】

図 17 に示すように、ビーム間隔を $0.37 \mu m$ に設定すると、 $DVD \pm R / RW$ の物理的トラックピッチに対するビーム間隔の比は 0.5 となって、最も大きいトラッククロス信号の振幅が得られる。ところが、DVD-RAM のトラックピッチに対しては、図中に破線で示すように、ビーム間隔と物理的トラックピッチとの比は 0.3 になる。この場合のトラッククロス信号の振幅は最大振幅の約 30% に減少してしまう。

【0021】

例えば、主ビーム 101 と ±1 次の副ビーム 103 a、103 b との光量比を 18 : 1 とし、受光素子 123 及び受光素子 125 a、125 b の光電変換ゲイン (増幅率) の比を 1 : 3.74 とし、式 (1) を用いて、トラッククロス信号を減衰させた差動非点収差信号 (焦点ズレ誤差信号) を得ようとする、係数 k の最適値は以下のように算出できる。

$$(18 \times 1) \div (1 \times 2 \times 3.74) \times (1 / 0.3) = 8$$

【0022】

このように、係数 k の値を約 8 に設定しなければならない。従って、光記録再生装置に高いゲインを有する増幅回路を用いなければならない。信号対雑音比 (S/N 比) も劣化する。さらに、非点収差法を用いて演算された、±1 次の副ビーム 103 a、103 b に基づく電気信号出力 ($k \{ (E + G) - (F + H) \}$) のピーク値が当該増幅回路の出力電圧範囲に対して飽和してしまう恐れがある。このように、±1 次の副ビーム 103 a、103 b の調整位置 (ビーム間隔) が最適値から大きくずれている場合には、式 (1) に示す従来の差動非点収差法は適さないという問題を有している。

【0023】

焦点ズレ誤差信号からトラッククロス成分を除去する方法として、いくつかの実施例が開示されている。特許文献 6 に記載の方法は、差動非点収差法とよばれるもので、主ビームの非点収差信号と副ビームの非点収差信号とを加算することにより、焦点ズレ誤差信号の S 字曲線の振幅を増大させつつ、逆位相で混入するトラッククロス成分を除去するものであり、DVD 用光ヘッドにも広く用いられている。

【0024】

また、特許文献 7 に記載の方法は、従来の非点収差信号からタンジェンシャルプッシュプル信号を減算して、この方向の光軸ズレによって生ずるトラッククロス成分を除去することにより目的を達成するものである。

【0025】

さらに、特許文献 8 に開示されている方法は、従来の非点収差信号からラジアルプッシュプル信号を減算して、トラッククロス信号成分を除去するものである。本実施例では、

10

20

30

40

50

減算するラジアルプッシュプル信号を主ビームから生成する場合と、副ビームから生成する場合とに分けて、その除去性能についても比較検討しており、非点収差信号に含まれるトラッククロス成分は、その原因系によって位相差がまちまちなので、両方の減算信号を準備しておき、両者を適宜切り換えて使用するのが得策と結論付けられている。

【0026】

ところが、特許文献6の差動非点収差法は、複数の物理的トラックピッチを持つ光記録媒体に対応する場合には不都合が生じる。また、主ビームと副ビームとを合わせた3本のビームを、各受光素子の田の字型分割パターンの中心に来るように調整する事は容易でなく、調整工程に高額の設定と過大な時間を要する事になるため、製造コストの増大につながる。

10

【0027】

また、特許文献7に記載のタンジェンシャルプッシュプル信号を減算する方法は、後程図8を用いて説明するように、非点収差法に混入するよりも小さい振幅のトラッククロス信号を減算することになり、ゲイン係数 k の値を大きくしなければならないため、信号の S/N 比の劣化を招くという欠点がある。

【0028】

さらに、特許文献8に記載のプッシュプル信号を減算する方法は後程図8を用いて説明するように、振幅の大きいトラッククロス信号を減算するので、ゲイン係数 k の値が小さくてすむため信号の S/N 比の確保に有利である。しかし、プッシュプル信号は対物レンズがディスクのラジアル方向にシフトした時にDCオフセットを発生するため、このまま減算したのでは焦点ズレ誤差信号にもDCオフセット成分が印加されてしまう。この信号をフォーカス制御に用いた場合には、トラッキング制御を行っていない時には問題はないが、光ビームがトラックを追従する状態すなわちトラッキング制御を行っている場合には、ディスクのトラック方向への変位により前記の対物レンズシフトが発生した時に、合焦ズレ(デフォーカス)を起こしてしまい、再生信号の品質が劣化してしまうという問題点がある。

20

【0029】

本発明の目的は、物理的トラックピッチの異なる複数の光記録媒体において、トラッククロス信号が減衰した焦点ズレ誤差信号を検出できる光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0030】

上記目的は、光源から射出した光ビームを回折させて主ビームと2本の副ビームとに分割して、対物レンズを介して光記録媒体に集光させ、前記光記録媒体のトラックの接線に沿う方向に略平行な第1の分割線と、前記第1の分割線に略直交する第2の分割線とにより4分割された、3つの受光領域を用いて前記光記録媒体で反射した前記主ビーム及び前記2本の副ビームをそれぞれ受光して電気信号に変換し、対角に位置する前記受光領域の一方の対及び他方の対からそれぞれ出力された前記電気信号を差動演算して得た第1の演算信号から、前記主ビームと前記2本の副ビームとを演算処理することにより生成した第2の演算信号を減算して、前記対物レンズが前記光記録媒体のトラックを横切る際に生じるトラッククロス信号が減衰させた焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法によって達成される。

40

【0031】

上記本発明の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって、4分割された前記受光領域に代えて、前記第1の分割線により2分割された受光領域を2つ用いて前記光記録媒体で反射した前記2本の副ビームをそれぞれ受光して、前記トラッククロス信号が減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

【0032】

上記本発明の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって、前記2本の副ビームをそれぞれ受光する前記受光領域内での相対位置の同じ前記受光領域から出力された前記電気

50

信号同士を加算して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

【0033】

上記本発明の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって、ラジアル方向に見た物理的トラックピッチの長さが P_1 の前記光記録媒体（第1の光記録媒体）又は前記物理的トラックピッチの長さが P_2 （ $P_2 < P_1$ ）の前記光記録媒体（第2の光記録媒体）に対し、前記2本の副ビームのスポットを、前記主ビームのスポットに関し、対称且つ前記ラジアル方向に $P_2 \times (n + 1/2)$ （但し、 n は0以上の整数）程度の位置に配置して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

【0034】

上記本発明の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって、前記第1及び第2の演算信号にそれぞれ混入する前記トラッククロス信号の混入比に基づいて所定量増幅させた前記第2の演算信号を前記第1の演算信号から減算して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

【0035】

また、上記目的は、光源から射出した光ビームを回折格子で回折させて主ビームと2本の副ビームとに分割して対物レンズを介して光記録媒体に集光させる光ヘッドであって、前記光記録媒体で反射した前記主ビームを受光して電気信号に変換するために、前記光記録媒体のトラックの接線に沿う方向に略平行な第1の分割線と、前記第1の分割線に略直交する第2の分割線とにより4分割された主ビーム用受光領域と、前記光記録媒体で反射した前記2本の副ビームをそれぞれ受光するために、前記第1の分割線により2分割された2つの受光領域を有し、ラジアル方向に見た物理的トラックピッチの長さが P_1 の前記光記録媒体（第1の光記録媒体）又は前記物理的トラックピッチの長さが P_2 （ $P_2 < P_1$ ）の前記光記録媒体（第2の光記録媒体）に対し、前記2本の副ビームのスポットを、前記主ビームのスポットに関し、対称且つ前記ラジアル方向に $P_2 \times (n + 1/2)$ （但し、 n は0以上の整数）程度の位置に配置したことを特徴とする光ヘッドによって達成される。

【0036】

上記本発明の光ヘッドであって、前記光記録媒体のラジアル方向の、前記光記録媒体表面に結像した前記2本の副ビームのスポット径の長さは、同方向の前記主ビームのスポット径の長さの2.5倍以上であることを特徴とする。

【0037】

また、上記目的は、光源から射出した光ビームを回折させて主ビームと2本の副ビームとに分割する回折格子と、前記主ビーム及び前記2本の副ビームを光記録媒体に集光させる対物レンズと、前記光記録媒体のトラックの接線に沿う方向に略平行な第1の分割線と、前記第1の分割線に略直交する第2の分割線とにより4分割された、前記光記録媒体で反射した前記主ビーム及び前記2本の副ビームをそれぞれ受光して電気信号に変換する3つの受光領域とを有する光ヘッドと、対角に位置する前記受光領域の一方の対及び他方の対からそれぞれ出力された前記電気信号を差動演算して得た第1の演算信号から、前記主ビームと前記2本の副ビームとを演算処理することにより生成した第2の演算信号を減算して、前記対物レンズが前記光記録媒体のトラックを横切る際に生じるトラッククロス信号を減衰させた焦点ズレ誤差信号を検出する誤差信号検出部とを有することを特徴とする光記録再生装置によって達成される。

【0038】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記光ヘッドは、4分割された前記受光領域に代えて、前記光記録媒体で反射した前記2本の副ビームをそれぞれ受光する、前記第1の分割線により2分割された受光領域を2つ有することを特徴とする。

【0039】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記誤差信号検出部は、前記2本の副ビームをそれぞれ受光する前記受光領域内での相対位置の同じ前記受光領域から出力された前記電

10

20

30

40

50

気信号同士を加算して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

【0040】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記誤差信号検出部は、前記第1及び第2の演算信号にそれぞれ混入する前記トラッククロス信号の混入比に基づいて所定量増幅させた前記第2の演算信号を前記第1の演算信号から減算して、前記トラッククロス信号を減衰させた前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

【0041】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記2本の副ビームは、ラジアル方向に見た物理的トラックピッチの長さが P_1 の前記光記録媒体(第1の光記録媒体)又は前記物理的トラックピッチの長さが P_2 ($P_2 < P_1$)の前記光記録媒体(第2の光記録媒体)に対し、前記主ビームのスポットに関し、対称且つ前記ラジアル方向に $P_2 \times (n + 1/2)$ (但し、 n は0以上の整数)程度の位置に配置されていることを特徴とする。

10

【0042】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記光記録媒体のラジアル方向の、前記光記録媒体表面に結像した前記2本の副ビームのスポット径の長さは、同方向の前記主ビームのスポット径の長さの2.5倍以上であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0043】

本発明によれば、物理的トラックピッチの異なる複数の光記録媒体において、トラッククロス信号が減衰した焦点ズレ誤差信号を検出できる光記録再生装置が実現できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

〔第1の実施の形態〕

本発明の第1の実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置について図1乃至図11を用いて説明する。まず、本実施の形態による光記録再生装置150に搭載された光ヘッド1の概略の構成について図1乃至図3を用いて説明する。光ヘッド1は物理的トラックピッチの長さが異なる2種類の光記録媒体15のそれぞれに情報の記録又は再生を行うことができるようになっている。物理的トラックピッチが相対的に広い光記録媒体15(第1の光記録媒体15a)は、D V D - R A M及びこれと同等の物理的トラックピッチを備えた光記録媒体である。また、物理的トラックピッチが相対的に狭い光記録媒体15(第2の光記録媒体15b)は、D V D - R O M、D V D ± R / R W及びこれらと同等の物理的トラックピッチを備えた光記録媒体である。第1の光記録媒体15aの物理的トラックピッチの長さ P_1 は $1.23 \mu m$ であり、第2の物理的トラックピッチの長さ P_2 は $0.74 \mu m$ である。

30

【0045】

図1に示すように、光ヘッド1は、光ビームを射出する光源としてレーザダイオード3を有している。レーザダイオード3は、コントローラ(不図示)からの制御電圧に基づいて記録/再生毎に異なる光強度の光ビームを射出できるようになっている。

【0046】

40

レーザダイオード3の光射出側の所定位置には、回折格子19が配置されている。レーザダイオード3から射出された光ビームは、回折格子19に入射して3本の光ビーム(0次の主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29b)に分割される。±1次の副ビーム29a、29bは、主ビーム27位置を中心にトラック方向及びラジアル方向に所定距離隔てて対称に並んで光記録媒体15の情報記録面に配置されている。

【0047】

レーザダイオード3から見て回折格子19の光透過側には、偏光ビームスプリッタ5、1/4波長板7、コリメータレンズ9及び対物レンズ13がこの順に並んで配置されている。コリメータレンズ9は、レーザダイオード3からの発散光線束を平行光線束に変換して対物レンズ13に導くと共に、対物レンズ13からの平行光線束を集束光線束に変換し

50

て受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b に導くために設けられている。対物レンズ 1 3 はコリメータレンズ 9 からの平行光線束を光記録媒体 1 5 の情報記録面に集光して読み取りスポットを形成すると共に、光記録媒体 1 5 からの反射光を平行光線束に変換してコリメータレンズ 9 に導くために設けられている。

【0048】

1 / 4 波長板 7 から見て偏光ビームスプリッタ 5 の光反射側には、センサレンズ 1 7、シリンダリカルレンズ 2 1 及び受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b がこの順に配置されている。また、レーザダイオード 3 から見て偏光ビームスプリッタ 5 の光反射側には、レーザダイオード 3 から射出された光ビームの光強度を計測するためのパワーモニタ用フォトダイオード 1 1 が配置されている。

10

【0049】

センサレンズ 1 7 は、光記録媒体 1 5 で反射された主ビーム 2 7 及び ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b の合焦位置を光学的に調整するための反射光合焦位置調整部として機能する。また、センサレンズ 1 7 は光記録媒体 1 5 で反射した主ビーム 2 7 及び ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b を所定の光学系倍率で拡大させてシリンダリカルレンズ 2 1 を介して受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b 上にそれぞれ個別に結像させるようになっている。受光素子 2 3 は主ビーム 2 7 を受光し、受光素子 2 5 a は + 1 次の副ビーム 2 9 a を受光し、受光素子 2 5 b は - 1 次の副ビーム 2 9 b を受光するようになっている。

【0050】

受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b で光電変換されて出力された各電気信号は光記録再生装置 1 5 0 に備えられた誤差信号検出部 3 1 に入力される。誤差信号検出部 3 1 では、光記録媒体 1 5 で反射した主ビーム 2 7 及び ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b に基づいて、対物レンズ 1 3 が光記録媒体 1 5 のトラックを横切る際に生じるトラッククロス信号を減衰させた焦点ズレ誤差信号 (F E S)、及び対物レンズ 1 3 の光記録媒体 1 5 のラジアル方向へのシフトによって生じる D C オフセット成分が除去されたトラッキング誤差信号 (T E S) が検出されるようになっている。

20

【0051】

図 2 は、受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b の受光部の構成と、受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b と誤差信号検出部 3 1 との接続状態を示している。図 2 に示すように、受光素子 2 3 は、正形状の受光領域内を光記録媒体 1 5 (図 2 では不図示) のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線 (第 1 の分割線) 2 4 と、分割線 2 4 にほぼ直交する分割線 (第 2 の分割線) 2 4 ' とで分割して、隣接してマトリクス状に配置された正形状の 4 つの受光領域 (主ビーム用受光領域) A、B、C、D を有している。受光領域 A は分割線 2 4 を介して受光領域 D に隣接し、分割線 2 4 ' を介して受光領域 B に隣接し、受光領域 C に対角に位置して配置されている。受光領域 C は分割線 2 4 を介して受光領域 B に隣接し、分割線 2 4 ' を介して受光領域 D に隣接して配置されている。

30

【0052】

同様に、受光素子 2 5 a は、正形状の受光領域内を光記録媒体 1 5 のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線 (第 1 の分割線) 2 6 と、分割線 2 6 にほぼ直交する分割線 (第 2 の分割線) 2 6 ' とで分割して、隣接してマトリクス状に配置された正形状の 4 つの受光領域 E 1、F 1、G 1、H 1 を有している。受光領域 E 1 は分割線 2 6 を介して受光領域 H 1 に隣接し、分割線 2 6 ' を介して受光領域 F 1 に隣接し、受光領域 G 1 に対角に位置して配置されている。受光領域 G 1 は分割線 2 6 を介して F 1 に隣接し、分割線 2 6 ' を介して H 1 に隣接して配置されている。

40

【0053】

同様に、受光素子 2 5 b は、正形状の受光領域内を光記録媒体 1 5 のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線 (第 1 の分割線) 2 8 と、分割線 2 8 にほぼ直交する分割線 (第 2 の分割線) 2 8 ' とで分割して、隣接してマトリクス状に配置された正形状の 4 つの受光領域 E 2、F 2、G 2、H 2 を有している。受光領域 E 2 は分割線 2 8 を介して受光領域 H 2 に隣接し、分割線 2 8 ' を介して受光領域 F 2 に隣接し、受光領域 G 2 に対角に

50

位置して配置されている。受光領域 G 2 は分割線 2 8 を介して F 2 に隣接し、分割線 2 8 ' を介して H 2 に隣接して配置されている。

【 0 0 5 4 】

受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b は光記録媒体 1 5 の情報記録面での主ビーム 2 7 及び ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b のスポット位置が異なることにより生じる光路のズレに対応させて、トラックの接線方向に若干ずらして配置されている。また、分割線 2 4、2 6、2 8 はそれぞれ略平行に配置され、分割線 2 4 '、2 6 '、2 8 ' はそれぞれ略平行に配置されている。

【 0 0 5 5 】

受光領域 E 1 ~ H 1、E 2 ~ H 2 から、それぞれ配線が引き出されている。受光素子 2 5 a の受光領域内での相対位置と、受光領域 2 5 b の受光領域内での相対位置とが同じ受光領域同士が接続されるように、各配線は接続されている。すなわち、受光領域 E 1、E 2 から引き出された配線同士は接続され、受光領域 F 1、F 2 から引き出された配線同士は接続され、受光領域 G 1、G 2 から引き出された配線同士は接続され、受光領域 H 1、H 2 から引き出された配線同士は接続されている。このため、受光領域 E 1、E 2 からそれぞれ出力された電気信号は同電位になる。同様に、受光領域 F 1、F 2 からそれぞれ出力された電気信号、受光領域 G 1、G 2 からそれぞれ出力された電気信号及び受光領域 H 1、H 2 からそれぞれ出力された電気信号はそれぞれ同電位になる。当該配線は誤差信号検出部 3 1 に接続されている。

10

【 0 0 5 6 】

受光領域 A、B、C、D からそれぞれ引き出された配線は誤差信号検出部 3 1 に接続されている。誤差信号検出部 3 1 は受光領域 A ~ D、E 1 ~ H 1、E 2 ~ H 2 から出力された電気信号を用いて所定の演算処理を行い、F E S や T E S を検出するようになっている。

20

【 0 0 5 7 】

図 3 は、光ヘッド 1 の主ビーム 2 7 と ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b とのスポット間隔の設定値を示している。図 3 に示すように、光ヘッド 1 の主ビーム 2 7 と ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b とのスポット間隔は、 $DVD \pm R / RW$ において最適な $0.37 \mu m$ に設定されている。第 1 又は第 2 の光記録媒体 1 5 a、1 5 b の情報記録面に集光された主ビーム 2 7 及び ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b のスポット間隔は、図 1 5 (a) 乃至図 1 5 (c) に示す主ビーム 1 0 1 及び ± 1 次の副ビーム 1 0 3 a、1 0 3 b と同様になる。

30

【 0 0 5 8 】

当該スポット間隔は第 1 の光記録媒体 1 5 a では、物理的トラックピッチの $0.5 (= 1 / 2)$ 倍にならないので、式 (1) に示す差動非点収差法を用いても、トラッククロス信号が十分に除去された F E S を検出することができない。そこで次に、第 1 の光記録媒体 1 5 a において、トラッククロス信号が十分に除去された F E S の検出原理について、図 4 乃至図 8 を用いて説明する。本実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法では、非点収差法を用いて検出した F E S に含まれるトラッククロス信号成分の位相が、プッシュプル法を用いて検出したプッシュプル信号、すなわちトラッククロス信号の位相と同位相である点に着目している。本実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 は、非点収差法による演算信号 (第 1 の演算信号) から、プッシュプル法による演算信号 (第 2 の演算信号) に適当なゲインを乗じた信号を減算することによって、トラッククロス成分が除去された良好な F E S を得ることを特徴とする。

40

【 0 0 5 9 】

図 4 は、光記録媒体にフォーカスサーボをかけた状態において、タンジェンシャルプッシュプル法を用いて得られたタンジェンシャルプッシュプル信号の実測波形を示している。図 4 は、光記録媒体の情報記録面で反射した主ビーム及び ± 1 次の副ビームを図 2 に示す受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b と同様の構成の受光素子で受光して光電変換して得られた実測波形を示している。横軸は時間を表し、縦軸はタンジェンシャルプッシュプル信号

50

の振幅を表わしている。図中に A で示す曲線は、主ビームに基づくタンジェンシャルプッシュアップル信号 (MTPS) の波形を示し、図中に B で示す曲線は ±1 次の副ビームに基づくタンジェンシャルプッシュアップル信号 (STPS) の波形を示している。主ビームを受光素子 23 で受光して、受光領域 A、B、C、D から出力された電気信号をそれぞれ A、B、C、D とすると、MTPS は以下の演算処理により得られる。

$$MTPS = (A + D) - (B + C) \quad \cdots (2)$$

【0060】

±1 次の副ビームを受光素子 25a、25b で受光して、受光領域 E1、F1、G1、H1 及び E2、F2、G2、H2 から出力された電気信号をそれぞれ E1、F1、G1、H1 及び E2、F2、G2、H2 とすると、STPS は以下の演算処理により得られる。

$$\begin{aligned} STPS &= (E1 + E2 + H1 + H2) - (F1 + F2 + G1 + G2) \\ &= (E + H) - (F + G) \quad \cdots (3) \end{aligned}$$

10

【0061】

図 2 及び式 (2) 並びに式 (3) に示すように、タンジェンシャルプッシュアップル信号を得るために行われる演算処理において、差動演算を行う際に寄与する受光素子 25、25a、25b の分割線 24'、26'、28' は、光記録媒体上のトラックの接線方向に対して略直交している。このため、対物レンズがトラックを横切る際に生じるトラッククロス信号成分は MTPS 及び STPS に殆ど重畳されない。

【0062】

図 5 は、図 4 と同じフォーカスサーボの状態において、非点収差法を用いて得られた FES の実測波形を示している。図 5 は、光記録媒体の情報記録面で反射した主ビーム及び ±1 次の副ビームを図 2 に示す受光素子 23、25a、25b と同様の構成の受光素子で受光して得られた実測波形を示している。横軸は時間を表し、縦軸は FES の振幅を表わしている。図中に A で示す曲線は、主ビームに基づく焦点ズレ誤差信号 (MFES) の波形を示し、図中に B で示す曲線は ±1 次の副ビームに基づく焦点ズレ誤差信号 (SFES) の波形を示している。主ビームを受光素子 23 で受光して、受光領域 A、B、C、D から出力された電気信号をそれぞれ A、B、C、D とすると、MFES は以下の演算処理により得られる。

20

$$MFES = (A + C) - (B + D) \quad \cdots (4)$$

【0063】

受光領域 E1、F1、G1、H1 及び E2、F2、G2、H2 から出力された電気信号をそれぞれ E1、F1、G1、H1 及び E2、F2、G2、H2 とすると、SFES は以下の演算処理により得られる。

30

$$\begin{aligned} SFES &= (E1 + E2 + G1 + G2) - (F1 + F2 + H1 + H2) \\ &= (E + G) - (F + H) \quad \cdots (5) \end{aligned}$$

【0064】

図 4 及び図 5 に示すように、非点収差法を用いて算出された MFES の振幅はタンジェンシャルプッシュアップル法を用いて算出された MTPS の振幅より大きい。同様に、非点収差法を用いて算出された SFES の振幅はタンジェンシャルプッシュアップル法を用いて算出された STPS の振幅より大きい。このように、主ビーム及び副ビームともに、非点収差法を用いると、FES に重畳するトラッククロス信号の振幅が大きくなることが確認できる。

40

【0065】

非点収差法では、受光領域がマトリクス状に 4 分割された受光素子 23、25a、25b の対角に位置する受光領域の一方の対から出力された電気信号同士を加算した電気信号から、他方の対から出力された電気信号同士を加算した電気信号が減算される。このため、理想的にはタンジェンシャルプッシュアップル信号と同様に、MFES 又は SFES へのトラッククロス信号の重畳は少ない筈である。しかし実際には、受光素子 23、25a、25b の受光領域内を光記録媒体のトラック接線方向に略直交する方向に分割する分割線 24'、26'、28' に対して、受光領域に集光される光ビームの強度が非対称になり、

50

同一にならない。このため、受光領域に集光される光ビームのズレ量に応じて、非点収差法により得られる F E S にトラッククロス信号が重畳されてしまう。

【 0 0 6 6 】

図 6 は受光素子 2 3 に集光された主ビーム 2 7 の状態の一例を示している。図 6 (a) は主ビーム 2 7 が受光素子 2 3 の略中心付近に集光した状態を示している。図 6 (b) は主ビーム 2 7 が受光素子 2 3 の受光領域 B、C 側にずれて集光した状態を示している。図中の左右方向の矢印 T は光記録媒体のトラックの接線方向を示し、上下方向の矢印 R は光記録媒体のラジアル方向を示している。光記録媒体の情報記録面に交互に複数形成されたランド及びグルーブは回折格子として機能する。このため、図 6 (a) 及び図 6 (b) に示すように、光記録媒体で反射して受光素子 2 3 の受光面に結像した主ビーム 2 7 には回折が生じて主ビーム 2 7 の 0 次光 2 7 a、+ 1 次光 2 7 b 及び - 1 次光 2 7 c が生じる。図 6 では、光強度が相対的に大きい + 1 次光 2 7 b を実線で示し、相対的に小さい - 1 次光 2 7 c を破線で示している。

10

【 0 0 6 7 】

主ビーム 2 7 そのものの収差等の強度不均一性が原因となったり、主ビーム 2 7 の光路調整を行う際に生じる位置ズレ等の外的要因が原因となったりして、図 6 (a) 及び図 6 (b) に示すように、受光素子 2 3 に集光する主ビーム 2 7 の位置がずれる。また、主ビーム 2 7 が光記録媒体 1 5 のトラックを横切る毎に、受光素子 2 3 に集光する主ビーム 2 7 の強度分布が分割線 2 4 ' に対して対称になったり非対称になったりする場合がある。さらに、主ビーム 2 7 が光記録媒体 1 5 のトラックを横切る毎に、主ビーム 2 7 の + 1 次光 2 7 b の強度が - 1 次光 2 7 c の強度より大きくなったり、- 1 次光 2 7 c の強度が + 1 次光 2 7 b の強度より大きくなったりする。主ビーム 2 7 が光記録媒体 1 5 のトラックを横切る毎に受光素子 2 3 に集光する主ビーム 2 7 の位置ズレ等が生じると、式 (4) 及び式 (5) に示す演算による非点収差法では、図 5 に示すように、M F E S や S F E S の振幅が大きくなる。このように、非点収差法を用いると、M F E S 及び S F E S にはトラッククロス信号が混入し易くなる。

20

【 0 0 6 8 】

図 7 は、図 4 及び図 5 と同じフォーカサーボの状態において、プッシュプル法を用いて得られたプッシュプル信号の実測波形を示している。図 7 は、光記録媒体の情報記録面で反射した主ビーム及び ± 1 次の副ビームを図 2 に示す受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b と同様の構成の受光素子で受光して得られた実測波形を示している。横軸は時間を表し、縦軸はプッシュプル信号の振幅を表わしている。図中に A で示す曲線は、主ビームに基づくプッシュプル信号 (M P S) の波形を示し、図中に B で示す曲線は ± 1 次の副ビームに基づくプッシュプル信号 (S P S) の波形を示している。主ビームを受光素子 2 3 で受光して、受光領域 A、B、C、D から出力された電気信号をそれぞれ A、B、C、D とすると、M P S は以下の演算処理により得られる。

30

$$M P S = (A + B) - (C + D) \quad \cdots (6)$$

【 0 0 6 9 】

受光領域 E 1、F 1、G 1、H 1 及び E 2、F 2、G 2、H 2 から出力された電気信号をそれぞれ E 1、F 1、G 1、H 1 及び E 2、F 2、G 2、H 2 とすると、S P S は以下の演算処理により得られる。

40

$$\begin{aligned} S P S &= (E 1 + E 2 + F 1 + F 2) - (G 1 + G 2 + H 1 + H 2) \\ &= (E + F) - (G + H) \quad \cdots (7) \end{aligned}$$

【 0 0 7 0 】

プッシュプル信号は光記録媒体へのトラックサーボのための T E S として用いられる。プッシュプル法では、光記録媒体からの反射光の強度分布の、トラックの接線方向に略直交する方向、すなわちラジアル方向の偏りから誤差信号が検出される。例えば、図 6 (a) 及び図 6 (b) に示すように、主ビーム 2 7 の ± 1 次光 2 7 b、2 7 c の強度は主ビーム 2 7 が光記録媒体 1 5 のトラックを横切る毎に変化する。このため、プッシュプル法によって算出されるプッシュプル信号に混入するトラッククロス信号の振幅は、タンジェン

50

シャルプッシュプル法や非点収差法に比べて大きくなる。

【 0 0 7 1 】

ところで、図 6 に示す受光素子 2 3 に集光される主ビーム 2 7 の位置ズレ量は光ヘッド毎に異なる。光ヘッドの個体差により、非点収差法を用いて得られる M F E S や S F E S に重畳するトラッククロス信号成分は光ヘッド毎に異なる。

【 0 0 7 2 】

図 8 は、各種演算法により得られた演算信号に混入するトラッククロス信号振幅の最大値を、同一設計の下に製造された 2 種類の光ヘッド A、B について測定した結果を示している。横軸は、受光領域内での分割差動演算方向を表し、縦軸は、トラッククロス信号振幅の最大値 (mV) を表している。プッシュプル方向での演算は式 (6) 及び式 (7) の差動演算が用いられ、非点収差方向での演算は式 (4) 及び式 (5) の差動演算が用いられ、タンジェンシャルプッシュプル方向の演算は式 (2) 及び式 (3) の差動演算が用いられている。図中 印は、光ヘッド A での主ビームに基づくトラッククロス信号振幅を示し、図中 印は、光ヘッド B での主ビーム B に基づくトラッククロス信号振幅を示し、図中 印は、光ヘッド A での副ビームに基づくトラッククロス信号振幅を示している。

10

【 0 0 7 3 】

図 8 に示すように、プッシュプル方向で算出されたトラッククロス信号振幅と、非点収差方向で算出されたトラッククロス信号振幅との比率は、光ヘッド A、B において異なる。非点収差方向 (非点収差法) の演算により得られるトラッククロス信号振幅と、プッシュプル方向 (プッシュプル法) の演算による得られるトラッククロス信号振幅との比は、光ヘッド A では約 1 : 5 となり、光ヘッド B では約 7 : 12 となる。従って、プッシュプル信号に混入するトラッククロス信号成分に対する非点収差信号に混入するトラッククロス信号成分の混入比は、光ヘッド A では、 $1 / 5 = 0.2$ となり、光ヘッド B では、 $7 / 12 = 0.58$ となる。このように、非点収差信号に混入するトラッククロス信号成分の振幅は、同一設計の光ヘッド A、B において大きく異なる。

20

【 0 0 7 4 】

本実施の形態による光記録再生装置 150 では、式 (4) に示す非点収差法により得られる M F E S から、式 (6) に示すプッシュプル法により得られる M P S を差動演算して、トラッククロス信号成分が減衰された F E S が検出される。但し、図 8 に示すように、非点収差法により得られる M F E S に混入するトラッククロス信号振幅と、プッシュプル法により得られる M P S に混入するトラッククロス信号振幅は異なる。そこで、M P S を所定量増幅してから M F E S と差動演算を行うことにより、M F E S に混入したトラッククロス信号成分を十分に減衰させることができる。トラッククロス信号成分が減衰された F E S は以下の演算式により求めることができる。

30

$$F E S = \{ (A + C) - (B + D) \} - k_1 \times \{ (A + B) - (C + D) \} \cdots (8)$$

【 0 0 7 5 】

次に、係数 k_1 の最適値について説明する。式 (8) に示すように F E S は主ビームを受光して得られる電気信号のみの演算処理により生成される。このため、減算するプッシュプル信号に乗ずる係数 k_1 は、図 8 において説明した、非点収差信号及びプッシュプル信号にそれぞれ混入するトラッククロス信号成分の混入比をそのまま用いればよい。従って、光ヘッド A では、 $k_1 = 0.2$ となり、光ヘッド B では、 $k_1 = 0.58$ となる。

40

【 0 0 7 6 】

このように、本実施の形態による光記録再生装置 150 では、F E S の算出に用いる係数 k_1 の値は 1 以下になり、従来の差動非点収差法における係数 $k = 8$ と比較して小さくなる。これにより、光記録再生装置 150 は増幅回路のゲイン (増幅率) を低く抑えることができるので、F E S の S / N 比の劣化及び増幅回路から出力される電気信号のピーク値の飽和等の防止を図ることができる。

【 0 0 7 7 】

次に、式 (8) に示す演算を行うことのできる F E S 検出部の構成について図 9 を用い

50

て説明する。図 9 は、光記録再生装置 150 の誤差信号検出部 31 に備えられた F E S 検出部 33 の回路構成例を示している。図 9 に示すように、F E S 検出部 33 は、受光素子 23 から出力された電気信号を差動演算して、式 (4) に示す M F E S (第 1 の演算信号) を生成する M F E S 生成部 35 と、受光素子 23 から出力された電気信号を差動演算して、式 (6) に示す M P S (第 2 の演算信号) を生成する M P S 生成部 37 と、M F E S 生成部 35 から出力された M F E S と、M P S 生成部 37 から出力された M P S とを差動演算して F E S を生成する F E S 生成部 41 とを有している。

【0078】

M F E S 生成部 35 は加算部 35 a、35 b と差動部 35 c とを有している。加算部 35 a、35 b 及び差動部 35 c は 2 入力 1 出力の回路構成を有している。加算部 35 a の一方の入力端子 (+) は受光領域 A に接続され、他方の入力端子 (+) は受光領域 C に接続されている。加算部 35 a の出力端子は差動部 35 c の非反転入力端子 (+) に接続されている。加算部 35 b の一方の入力端子 (+) は受光領域 B に接続され、他方の入力端子 (+) は受光領域 D に接続されている。加算部 35 b の出力端子は差動部 35 c の反転入力端子 (-) に接続されている。差動部 35 c の出力端子 (M F E S 生成部 35 の出力端子) は F E S 生成部 41 の非反転入力端子 (+) に接続されている。

10

【0079】

M F E S 生成部 35 は、受光素子 23 において対角に位置する受光領域 A、C (一方の対) から出力された電気信号と、対角に位置する受光領域 B、D (他方の対) から出力された電気信号とを差動演算して、式 (4) に示す M F E S を出力する。

20

【0080】

M P S 生成部 37 は加算部 37 a、37 b と差動増幅部 37 c とを有している。加算部 37 a、37 b 及び差動増幅部 37 c は 2 入力 1 出力の回路構成を有している。加算部 37 a の一方の入力端子 (+) は受光領域 A に接続され、他方の入力端子 (+) は受光領域 B に接続されている。加算部 37 a の出力端子は差動増幅部 37 c の非反転入力端子 (+) に接続されている。加算部 37 b の一方の入力端子 (+) は受光領域 C に接続され、他方の入力端子 (+) は受光領域 D に接続されている。加算部 37 b の出力端子は差動増幅部 37 c の反転入力端子 (-) に接続されている。差動増幅部 37 c の出力端子 (M P S 生成部 37 の出力端子) は F E S 生成部 41 の反転入力端子 (-) に接続されている。

30

【0081】

差動増幅部 37 c は加算部 37 a から出力された加算信号 $A + B$ と加算部 37 b から出力された加算信号 $C + D$ とを差動演算して、 k 1 倍に増幅する機能を有している。増幅率 (係数 k 1) は、M F E S 及び M P S にそれぞれ混入するトラッククロス信号成分の混入比に基づいて、光ヘッド 1 毎及び第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b 毎に個別に設定される。

【0082】

M P S 生成部 37 は、受光素子 23 の分割線 24 で分割された受光領域 A、B (一方の側) から出力された電気信号と、受光領域 C、D (他方の側) から出力された電気信号とを差動演算して、式 (6) に示す M P S の電圧を k 1 倍に増幅した信号を出力する。

40

【0083】

F E S 生成部 41 は M F E S と k 1 倍に電圧が増幅された M P S とを差動演算して F E S を生成する。M P S 生成部 37 の差動増幅部 37 c の増幅率 (係数 k 1) は、トラッククロス信号成分を減衰できるように、光ヘッド 1 毎及び第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b 毎に最適値に設定されている。これにより、本実施の形態による光ヘッド 1 は、第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b のいずれにおいても、トラッククロス信号が減衰された F E S を検出することができる。

【0084】

次に、T E S 検出部の構成について図 10 を用いて説明する。図 10 は、誤差信号検出部 31 に備えられた T E S 検出部 44 の回路構成例を示している。本実施の形態による光記録再生装置 150 では、第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b のいずれにおいても

50

、T E S は差動プッシュプル法を用いて検出される。図 10 に示すように、T E S 検出部 44 は、受光素子 23 から出力された電気信号を差動演算して、式 (6) に示す M P S を生成する M P S 生成部 45 と、受光素子 25 a、25 b から出力された電気信号を差動演算して式 (7) に示す S P S を生成する S P S 生成部 47 と、M P S から S P S を減算して、T E S を生成する T E S 生成部 49 とを有している。

【0085】

M P S 生成部 45 は加算部 45 a、45 b と差動部 45 c とを有している。加算部 45 a、45 b 及び差動部 45 c は 2 入力 1 出力の回路構成を有している。加算部 45 a の一方の入力端子 (+) は受光領域 A に接続され、他方の入力端子 (+) は受光領域 B に接続されている。加算部 45 a の出力端子は差動部 45 c の非反転入力端子 (+) に接続されている。加算部 45 b の一方の入力端子 (+) は受光領域 C に接続され、他方の入力端子 (+) は受光領域 D に接続されている。加算部 45 b の出力端子は差動部 45 c の反転入力端子 (-) に接続されている。差動部 45 c の出力端子 (M P S 生成部 45 の出力端子) は T E S 生成部 49 の非反転入力端子 (+) に接続されている。

【0086】

M P S 生成部 45 は、受光素子 23 の分割線 24 で分割された受光領域 A、B (一方の側) から出力された電気信号と、受光領域 C、D (他方の側) から出力された電気信号とを差動演算して、式 (6) に示す M P S を出力する。

【0087】

S P S 生成部 47 は加算部 47 a、47 b と差動増幅部 47 c とを有している。加算部 47 a、47 b 及び差動増幅部 47 c は 2 入力 1 出力の回路構成を有している。加算部 47 a の一方の入力端子 (+) は受光領域 E1、E2 を接続した配線 E1 + E2 に接続され、他方の入力端子 (+) は受光領域 F1、F2 を接続した配線 F1 + F2 に接続されている。加算部 47 a の出力端子は差動増幅部 47 c の非反転入力端子 (+) に接続されている。加算部 47 b の一方の入力端子 (+) は受光領域 G1、G2 を接続した配線 G1 + G2 に接続され、他方の入力端子 (+) は受光領域 H1、H2 を接続した配線 H1 + H2 に接続されている。加算部 47 b の出力端子は差動増幅部 47 c の反転入力端子 (-) に接続されている。差動増幅部 47 c の出力端子 (S P S 生成部 47 の出力端子) は T E S 生成部 49 の反転入力端子 (-) に接続されている。

【0088】

差動増幅部 47 c は加算部 47 a から出力された加算信号 E + F と加算部 47 b から出力された加算信号 G + H とを差動演算して、電圧を k p 倍に増幅する機能を有している。差動増幅部 47 c の増幅率 (係数 k p) は、対物レンズのラジアル方向へのシフトによって生じる D C オフセット成分を T E S から良好に除去できるように、光ヘッド 1 毎及び第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b 毎に個別に設定される。

【0089】

T E S 生成部 49 は、M P S 生成部 45 から出力された M P S と、S P S 生成部 47 から出力された k p 倍に電圧が増幅された S P S とを加算して T E S を生成する。従って、T E S 生成部 49 から出力される T E S は以下のように表すことができる。

$$T E S = \{ (A + B) - (C + D) \} - k p \times \{ (E + F) - (G + H) \} \quad \cdots (9)$$

【0090】

本実施の形態による光ヘッド 1 では、主ビーム 27 と ±1 次の副ビームとのスポット間隔は、第 2 の光記録媒体 15 b (D V D ± R / R W) の最適値に設定されている。このため、第 2 の光記録媒体 15 b で反射した ±1 次の副ビーム 29 a、29 b に混入するトラッククロス信号振幅は最大となる (図 17 参照)。ところで、当該スポット間隔では、第 1 の光記録媒体 15 a (D V D - R A M) において、トラッククロス信号は最大振幅にならない。ところが、図 7 に示すように、プッシュプル法により得られるトラッククロス信号振幅は他の演算方法により得られるトラッククロス信号振幅より大きくなる。さらに、第 1 の光記録媒体 15 a における ±1 次の副ビーム 29 a、29 b に混入するトラック

10

20

30

40

50

ロス信号振幅の絶対値は、第2の光記録媒体15bにおける±1次の副ビーム29a、29bに混入するトラックロス信号振幅の絶対値より大きい。このため、第1の光記録媒体15aにおいて、SPS生成部47の増幅率(係数kp)をそれ程大きくしなくても、対物レンズのラジアル方向へのシフトによって生じるDCオフセット成分をTESから良好に除去できる。従って、本実施の形態による光記録再生装置150は、第1又は第2の光記録媒体15a、15bのいずれにおいても、DCオフセット成分が除去されたTESを検出することができる。

【0091】

次に、光ヘッド1及び誤差信号検出部31の動作について図1を用いて説明する。図1に示すように、レーザダイオード3から出射された発散光の光ビームは回折格子19に入射する。光ビームは回折格子19により0次の主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bとに分割される。回折格子19から出射された発散光の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bは偏光ビームスプリッタ5に入射する。偏光ビームスプリッタ5において、主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bの所定の偏光方位の直線偏光成分は透過して1/4波長板7に入射する。一方、当該偏光方位に直交する直線偏光成分は反射してパワーモニタ用フォトダイオード11に入射し、光ビーム強度が計測される。

10

【0092】

1/4波長板7に入射した直線偏光の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bは、1/4波長板7を透過して円偏光の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bとなる。この円偏光の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bは、コリメータレンズ9で平行光に変換され、コリメータレンズ9を透過して対物レンズ13により集束されて光記録媒体15の情報記録面に集光して反射する。このとき、ラジアル方向に見た、主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bとのスポット間隔は約0.37μmであり、±1次の副ビーム29a、29bのラジアル方向のスポット間隔は0.74μmである。光記録媒体15の情報記録面で反射した円偏光の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bは、対物レンズ13で平行光にされてからコリメータレンズ9を透過して1/4波長板7に入射する。1/4波長板7を透過することにより、円偏光の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bは当初の直線偏光から偏光方位が90°回転した直線偏光になって偏光ビームスプリッタ5に入射する。この直線偏光の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bは偏光ビームスプリッタ5で反射させられてセンサレンズ17に入射する。

20

30

【0093】

センサレンズ17を透過した主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bはシリンドリカルレンズ21により非点収差が付与されて受光素子23、25a、25b上にそれぞれ集光する。受光素子23、25a、25bでそれぞれ受光された主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bは電気信号に変換されて誤差信号検出部31に入力される。誤差信号検出部31は、受光素子23、25a、25bから出力された電気信号に基づいて第1又は第2の光記録媒体15a、15bによらずトラックロス信号が減衰したFESと、DCオフセット成分が除去されたTESを検出する。

40

【0094】

次に、本実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法について説明する。まず、光記録生成装置150に第1又は第2の光記録媒体15a、15bが搭載されると、第1又は第2の光記録媒体15a、15bに所定のフォーカスサーボをかけた状態で、MFES、MPS及びSPSを検出し、係数k1及び係数kpの最適値を算出する。係数k1及び係数kpの最適値を算出するセルフテストが終了すると、次に、上記の光ヘッド1の動作で説明したように、まず、レーザダイオード3から射出した光ビームを回折格子19に入射して回折させて主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bとに分割する。次に、対物レンズ13を介して光記録媒体15の情報記録面に集光させた±1次の副ビーム29a、29bのスポットを、主ビーム27のスポットに関し、対称且つラジアル方向

50

に 0.37 μm の位置に配置されるように調整する。主ビーム 27 と ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b とのスポット間隔は回折格子 19 の格子面を回折格子 19 の光軸回りに回転させることにより調整される。

【0095】

次に、光記録媒体 15 で反射した主ビーム 27 及び ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b を受光素子 23、25 a、25 b の受光面にそれぞれ集光させる。受光素子 23、25 a、25 b で主ビーム 27 及び ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b を受光することにより、受光素子 23 で光電変換された電気信号が誤差信号検出部 31 に入力される。また、受光素子 25 a、25 b の受光領域内での相対位置が同じ受光領域同士は接続されているので、受光領域 E 1、E 2 からそれぞれ出力された電気信号は同電位になり、受光領域 F 1、F 2 からそれぞれ出力された電気信号は同電位になり、受光領域 G 1、G 2 から出力された電気信号は同電位になり、受光領域 H 1、H 2 から出力された電気信号は同電位になって、誤差信号検出部 31 にそれぞれ入力される。

10

【0096】

上記のセルフテストにより、MPS 生成部 37 の増幅率（係数 k_1 ）及び SPS 生成部 47 の増幅率（係数 k_p ）は、第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b 毎に、最適値に設定されている。これにより、誤差信号検出部 31 は、受光素子 23、25 a、25 b から出力された電気信号に基づいて第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b によらずトラッククロス信号が減衰した FES と、DC オフセット成分が除去された TES を検出する。

20

【0097】

以上説明したように、本実施の形態による光記録再生装置 150 では、プッシュプル信号及び非点収差信号にそれぞれ混入するトラッククロス信号成分の混入比を求め、当該混入比に基づいて MPS 生成部 37 の増幅率（係数 k_1 ）を設定することにより、増幅率（係数 k_1 ）の値を小さくすることができる。これにより、光記録再生装置 150 は主ビーム 27 と ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b とのスポット間隔が最適な状態になくても、あるいはスポット間隔が最適な状態からずれてもトラッククロス信号が減衰された FES を検出することができる。

【0098】

次に、本実施の形態による光記録再生装置について説明する。図 11 は、本実施の形態による光ヘッド 1 を搭載した光記録再生装置 150 の概略構成を示している。光記録再生装置 150 は、図 11 に示すように光記録媒体 15 を回転させるためのスピンドルモータ 152 と、光記録媒体 15 にレーザビームを照射するとともにその反射光を受光する光ヘッド 1 と、スピンドルモータ 152 及び光ヘッド 1 の動作を制御するコントローラ 154 と、光ヘッド 1 にレーザ駆動信号を供給するレーザ駆動回路 155 と、光ヘッド 1 にレンズ駆動信号を供給するレンズ駆動回路 156 とを備えている。

30

【0099】

コントローラ 154 にはフォーカスサーボ追従回路 157、トラッキングサーボ追従回路 158 及びレーザコントロール回路 159 が含まれている。誤差信号検出部 31 は、フォーカスサーボ追従回路 157 及びトラッキングサーボ追従回路 158 に跨って含まれている。フォーカスサーボ追従回路 157 が作動すると、回転している光記録媒体 15 の情報記録面にフォーカスがかった状態となり、トラッキングサーボ追従回路 158 が作動すると、光記録媒体 15 の偏芯している信号トラックに対して、レーザビームのスポットが自動追従状態となる。フォーカスサーボ追従回路 157 及びトラッキングサーボ追従回路 158 には、フォーカスゲインを自動調整するためのオートゲインコントロール機能及びトラッキングゲインを自動調整するためのオートゲインコントロール機能がそれぞれ備えられている。また、レーザコントロール回路 159 は、レーザ駆動回路 155 により供給されるレーザ駆動信号を生成する回路であり、光記録媒体 15 に記録されている記録条件設定情報に基づいて、適切なレーザ駆動信号の生成を行う。

40

【0100】

50

これらフォーカサーボ追従回路 157、トラッキングサーボ追従回路 158 及びレーザコントロール回路 159 については、コントローラ 154 内に組み込まれた回路である必要はなく、コントローラ 154 と別個の部品であっても構わない。さらに、これらは物理的な回路である必要はなく、コントローラ 154 内で実行されるソフトウェアであっても構わない。

【0101】

光記録生成装置 150 のシステム動作において、記録再生が行われる第 1 又は第 2 の光記録媒体 15a、15b 毎に、セルフテストを通じて係数 k_1 及び係数 k の最適値を算出することにより、効率よく FES に混入するトラッククロス成分を除去したり、TES に重畳する DC オフセット成分を除去したりすることができる。

10

【0102】

〔第 2 の実施の形態〕

本発明の第 2 の実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置について図 12 を用いて説明する。本実施の形態による光ヘッド 1 及び光記録再生装置 150 の概略の構成は上記第 1 の実施の形態による光ヘッド 1 及び光記録再生装置 150 と同様であるため説明は省略する。また、本実施の形態による光ヘッド 1 における主ビーム 27 と ± 1 次の副ビーム 29a、29b とのスポット間隔は、上記第 1 の実施の形態による光ヘッド 1 と同様に、第 2 の光記録媒体 15b の最適値である $0.39 \mu\text{m}$ に設定されている。

【0103】

本実施の形態による光記録再生装置 150 は、MPS に代えて、所定量増幅した SPS を MFES から減算することにより、トラッククロス信号成分が減衰された FES を検出する点に特徴を有している。本実施の形態による光記録再生装置では、以下の演算式により FES が算出される。

20

$$FES = \{ (A + C) - (B + D) \} - k_2 \times \{ (E + F) - (G + H) \} \cdots (10)$$

【0104】

図 7 に示すように、曲線 A で示す MPS と曲線 B で示す SPS とは、振幅の大きさに多少の違いがあるが、位相は同じである。このため、上記第 1 の実施の形態による光記録再生装置 150 において、MFES と MPS とでトラッククロス信号成分を相殺したように、式 (10) に示す係数 k_2 を最適値に設定することにより、MFES と SPS とでトラッククロス信号を相殺して、トラッククロス信号が減衰された FES を検出することができる。

30

【0105】

次に、係数 k_2 の最適値について説明する。式 (10) において、 $FES = 0$ となるように係数 k_2 の値を設定する必要がある。図 8 に示すように、光ヘッド A において、プッシュプル信号に混入するトラッククロス信号成分は、主ビームと副ビームとで略同じ値である。従って、プッシュプル信号及び非点収差信号にそれぞれ混入するトラッククロス信号成分の混入比は、光ヘッド A では 0.2 と看做することができ、光ヘッド B では 0.58 と看做することができる。上記第 1 の実施の形態と同様に、主ビームと副ビームとの光量比を 18:1 とし、主ビームを受光する受光素子の光電変換ゲインと、副ビームを受光する受光素子の光電変換ゲインとの比を 1:3.74 とすると、光ヘッド A における係数 k_2 の最適値は、 $(18 \times 1) \div (2 \times 1 \times 3.74) \times 0.2 = 0.48$ となる。また、光ヘッド B における係数 k_2 の最適値は、 $(18 \times 1) \div (2 \times 1 \times 3.74) \times 0.58 = 1.4$ となる。

40

【0106】

このように、MFES から SPS を差動演算して FES を検出する方法においても、係数 k_2 の値を大きく設定する必要がない。従って、本実施の形態による光記録再生装置 150 は、上記第 1 の実施の形態の光記録再生装置 150 と同様の効果が得られる。

【0107】

50

次に、式(10)に示す演算を行うことのできるFES検出部の構成について説明する。図12は、本実施の形態による光記録再生装置150の誤差信号検出部31に備えられたFES検出部53の回路構成を示している。FES検出部53は、上記第1の実施の形態における光記録再生装置150のFES検出部33のMPS生成部37に代えて、SPS生成部57を備えている点に特徴を有している。FES検出部53において図9に示したFES検出部33の構成要素及び同一の作用機能を奏する構成要素には同一の符号を付してその説明は省略する。

【0108】

SPS生成部57は加算部57a、57bと差動増幅部57cとを有している。加算部57a、57b及び差動増幅部57cは2入力1出力の回路構成を有している。加算部57aの一方の入力端子(+)は受光領域E1、E2を接続した配線E1+E2に接続され、他方の入力端子(+)は受光領域F1、F2を接続した配線F1+F2に接続されている。加算部57aの出力端子は差動増幅部57cの非反転入力端子(+)に接続されている。加算部57bの一方の入力端子(+)は受光領域G1、G2を接続した配線G1+G2に接続され、他方の入力端子(+)は受光領域H1、H2を接続した配線H1+H2に接続されている。加算部57bの出力端子は差動増幅部57cの反転入力端子(-)に接続されている。差動増幅部57cの出力端子(SPS生成部57の出力端子)はFES生成部41の反転入力端子(-)に接続されている。

10

【0109】

差動増幅部57cは加算部57aから出力された加算信号E+Fと加算部57bから出力された加算信号G+Hとを差動演算して、k2倍に増幅する機能を有している。増幅率(係数k2)は、MFES及びSPSにそれぞれ混入するトラッククロス信号成分の混入比に基づいて、光ヘッド1毎及び第1又は第2の光記録媒体15a、15b毎に個別に設定される。

20

【0110】

SPS生成部57は、受光素子25aの分割線26で分割された受光領域E1、F1(一方の側)から出力された電気信号及び受光素子25bの分割線28で分割された受光領域E2、F2(一方の側)から出力された電気信号と、受光素子25aの受光領域G1、H1(他方の側)から出力された電気信号及び受光素子25bの受光領域G2、H2(他方の側)から出力された電気信号とを差動演算して、式(7)に示すSPSをk2倍に電圧を増幅して出力する。

30

【0111】

FES生成部41では、MFESとk2倍に電圧が増幅されたMPSとを差動演算してFESが生成される。SPS生成部57の差動増幅部57cの増幅率(係数k2)は、FESに混入するトラッククロス信号成分を減衰できるように、第1又は第2の光記録媒体毎に最適値に設定されている。これにより、本実施の形態による光記録再生装置150は、第1又は第2の光記録媒体15a、15bのいずれにおいても、トラッククロス信号が減衰されたFESを検出することができる。

【0112】

本実施の形態による光記録再生装置150のTES検出部は上記第1の実施の形態による光記録再生装置150のTES検出部44と同様の構成であるため説明は省略する。また、本実施の形態による光ヘッド1の動作及び光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法は、上記第1の実施の形態による光ヘッド1と同様であるため、説明は省略する。

40

【0113】

以上説明したように、本実施の形態による光ヘッド1及び誤差信号検出部31を有する光記録再生装置150は、±1次の副ビーム29a、29bに基づくプッシュプル信号及び主ビーム27に基づく非点収差信号にそれぞれ混入するトラッククロス信号成分の混入比を用いて、SPS生成部57の増幅率(k2)を設定することができる。これにより、増幅率(k2)の値を小さくすることができる。従って、光ヘッド1は主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bとのスポット間隔が最適な状態になくても、又はスポット

50

間隔が最適な状態からずれてもトラッククロス信号が減衰された F E S を検出することができる。

【 0 1 1 4 】

〔 第 3 の実施の形態 〕

本発明の第 3 の実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置について図 1 3 を用いて説明する。本実施の形態による光ヘッド 1 及び光記録再生装置 1 5 0 の概略の構成は上記第 1 の実施の形態による光ヘッド 1 及び光記録再生装置 1 5 0 と同様であるため説明は省略する。また、本実施の形態による光ヘッド 1 における主ビーム 2 7 と ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b とのスポット間隔は、上記第 1 及び第 2 の実施の形態による光ヘッド 1 と同様に、第 2 の光記録媒体 1 5 b の最適値である 0 . 3 9 μ m に設定されている。

10

【 0 1 1 5 】

本実施の形態による及び光記録再生装置 1 5 0 に搭載された光ヘッド 1 は、± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b を受光する受光素子の受光領域が光記録媒体 1 5 のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線により 2 分割されている点に特徴を有している。図 1 3 は、受光素子 2 3、5 5 a、5 5 b の受光部の構成と、受光素子 2 3、5 5 a、5 5 b と誤差信号検出部 3 1 との接続状態を示している。図 1 3 に示すように、+ 1 次の副ビーム 2 9 a を受光する受光素子 5 5 a は、正方形状の受光領域内を光記録媒体 1 5 のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線（第 1 の分割線）5 4 で分割して、隣接して配置された長方形状の 2 つの受光領域 I 1、J 1 を有している。同様に、- 1 次の副ビーム 2 9 b を受光する受光素子 5 5 b は、正方形状の受光領域内を光記録媒体 1 5 のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線（第 1 の分割線）5 6 で分割して、隣接して配置された長方形状の 2 つの受光領域 I 2、J 2 を有している。受光素子 5 5 a、5 5 b は受光領域 I 1、I 2、J 1、J 2 からそれぞれ引き出された配線により誤差信号検出部 3 1 に接続されている。

20

【 0 1 1 6 】

本実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 では、上記第 2 の実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 と同様に、所定量増幅した S P S を M F E S から減算することにより F E S が検出される。このため、本実施の形態による光ヘッド 1 では、以下の演算式により F E S が算出される。

$$F E S = \{ (A + C) - (B + D) \} - k 3 \times \{ (I 1 + I 2) - (J 1 + J 2) \} \cdots (1 1) \quad 30$$

【 0 1 1 7 】

また、本実施の形態による誤差信号検出部の F E S 検出部は、上記第 2 の実施の形態による誤差信号検出部 3 1 の F E S 検出部 5 3 を用いることができる。例えば、図 1 2 に示す加算部 5 7 a の一方の入力端子（+）に受光領域 I 1 から出力された電気信号が入力され、他方の入力端子（+）に受光領域 I 2 から出力された電気信号が入力される。これにより、加算部 5 7 a は受光領域 I 1、I 2 から出力された電気信号を加算した加算信号 I 1 + I 2 を出力することができる。同様に、加算部 5 7 b の一方の入力端子（+）に受光領域 J 1 から出力された電気信号が入力され、他方の入力端子（+）に受光領域 J 2 から出力された電気信号が入力される。これにより、加算部 5 7 b は受光領域 J 1、J 2 から出力された電気信号を加算した加算信号 J 1 + J 2 を出力することができる。差動演算部 5 7 c の増幅率を係数 k 3 に設定することにより、当該加算信号 I 1 + I 2、J 1 + J 2 は、差動演算部 5 7 c により差動演算され、且つ電圧が k 3 倍に増幅される。

40

【 0 1 1 8 】

主ビームと副ビームとの光量比、主ビームを受光する受光素子の光電変換ゲインと、副ビームを受光する受光素子の光電変換ゲインとの比が、上記第 2 の実施の形態と同様の場合には、差動演算部 5 7 c の増幅率（係数 k 3）は増幅率（係数 k 2）と同一になる。

【 0 1 1 9 】

このように、図 1 2 に示す S P S 生成部 5 7 は式（1 1）の第 2 項の演算処理を行うことができる。従って、F E S 検出部 5 7 は図 1 3 に示す受光素子 5 5 a、5 5 b のように

50

2分割された受光領域 I 1、J 1、I 2、J 2であっても、トラッククロス信号が減衰された F E Sを検出することができる。

【0120】

図2に示す受光素子25a、25bの受光領域E1～H1、E2～H2のように4分割されたマトリクス状とせずに、図13に示す従来の差動プッシュプル法で用いられる受光素子のように、受光領域I1、I2、J1、J2を2分割にすると、±1次の副ビーム29a、29bの調整位置ズレに対する余裕度が増加する。これにより、光ヘッド1の製造工程の1つである光ヘッド1の光学系の光軸調整の負担を軽減することができる。また、受光素子55a、55bの信号出力のチャンネル数は、4分割されたマトリクス状の受光領域E1～H1、E2～H2を有する受光素子25a、25bより少なくなる。このため、受光素子55a、55bから誤差信号検出部31までの配線の引き回しや、受光素子55a、55bの光ヘッド1への設置場所等の自由度は増加する。

10

【0121】

例えば、+1次の副ビーム29aでトリガをかけて、再生信号のうちの記録データを含む最も高い周波数の信号(RF信号)波形を観測することで、主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bが同一のトラック上に存在していることを確認できる。これにより、光ヘッド1の製造工程における光ビーム角度調整が容易になる利点を有している。この方法を採用するには、±1次の副ビーム29a、29bがあらかじめ加算されていない状況、即ち+1次の副ビーム29aのみからの再生信号を検出することが必須である。図16に示す従来の田の字型の受光領域を備えた受光素子123、125a、125bを3つ有する場合には、通常は電極の数が足りなくなるため、±1次の副ビーム29a、29bから出力された電気信号を個別に検出することは困難である。

20

【0122】

ところが、本実施の形態による光記録再生装置150は、受光素子55a、55bの信号出力のチャンネル数が4分割されたマトリクス状の受光領域E1～H1、E2～H2を有する受光素子125a、125bより少ないので、電極の数が足りなくなることがほとんどない。従って、光記録再生装置150は、上記の方法を用いることができるので、容易に光ヘッド1の製造工程における光ビーム角度調整を行うことができる。

【0123】

〔第4の実施の形態〕

本発明の第4の実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置について説明する。本実施の形態による光ヘッド及び光記録再生装置の概略構成は上記第1の実施の形態による光ヘッド1及び光記録再生装置150と同様であるため説明は省略する。また、本実施の形態による光ヘッドにおける主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bとのスポット間隔は、上記第1の実施の形態による光ヘッド1と同様に、第2の光記録媒体15bの最適値である0.39μmに設定されている。

30

【0124】

本実施の形態による光記録再生装置150は、対物レンズシフトが発生した時に、合焦ズレ(デフォーカス)を起こしてしまい、再生信号の品質が劣化してしまうという問題を解決するために、非点収差信号(MFES)から、主ビームと副ビームとを演算処理することにより生成した、対物レンズシフトによるオフセットの少ない差動プッシュプル信号(第2の演算信号)を減算することによって、焦点ズレ誤差信号を得る点に特徴を有している。本実施の形態による光記録再生装置では、以下の演算式によりFESが算出される。

40

【0125】

$$FES = \{ (A + C) - (B + D) \} + k_4 \times [\{ (A + B) - (C + D) \} - \{ k_5 \times \{ (E + F) - (G + H) \} \} \cdots (12)$$

【0126】

式(12)の第2項の大括弧内の式[{ (A + B) - (C + D) } - { k₅ × { (E +

50

F) - (G + H) } } は、係数 k 5 を除けば式 (9) に示す T E S と同様である。このため、係数 k 5 を調整することにより、式 (1 2) の第 2 項の演算により得られる差動プッシュプル信号から対物レンズのラジアル方向へのシフトによって生じる D C オフセット成分を除去することができる。光記録再生装置は M F E S と D C オフセット成分が除去された差動プッシュプル信号とを演算処理するため、D C オフセット成分が印加されず且つトラッククロス信号が減衰された F E S を検出することができる。

【 0 1 2 7 】

次に、係数 k 4、k 5 の設定方法について説明する。k 5 は差動プッシュプル信号の演算に用いる係数と同一とする。すなわち、係数 k 5 は D C オフセット成分が十分に除去できる値に設定される。また、係数 k 4 は F E S に混入されたトラッククロス信号が最小値になるように最適化されて設定される。本実施の形態による光記録再生装置では、係数 k 4 の最適値を求める際には係数 k 5 の値が既に決まっていなければならないが、この段階ではフォーカス方向のみサーボ追従しているため、対物レンズシフトは発生しない。従って、最初に適当な初期値、例えば係数 k 5 に 1 を与えておいてから、係数 k 4 の最適化が行われる。係数 k 4 が決まった後で改めて係数 k 5 の最適化を行うといった手順を踏むことにより、式 (1 2) の 2 つのゲイン係数 k 4、k 5 を確定することができる。係数 k 4、k 5 の設定は、例えば、上記第 1 の実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法で説明したセルフテストの段階で行われる。

【 0 1 2 8 】

次に、式 (1 2) に示す演算を行うことのできる F E S 検出部の構成について説明する。本実施の形態による光記録再生装置に備えられた F E S 検出部は、図 9 に示す上記第 1 の実施の形態の F E S 検出部 3 3 の M P S 生成部 3 7 に代えて、図 1 0 に示す上記第 1 の実施の形態の T E S 検出部 4 4 と同様の構成の差動プッシュプル信号 (D P P S) 生成部を有していればよい。但し、D P P S は、T E S 検出部 4 4 の差動増幅部 4 7 c に代えて、増幅率が k 5 の差動増幅部を有する必要がある。また、D P P S は、T E S 検出部 4 4 の T E S 生成部 4 9 に代えて、増幅率が k 4 の差動増幅部を有する必要がある。これにより、本実施の形態による光記録再生装置の F E S 検出部は、式 (1 2) に示す演算を行うことができる。

【 0 1 2 9 】

次に、本実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置の変形例について説明する。本変形例による光ヘッドは、上記第 3 の実施の形態による光ヘッド 1 に備えられた受光素子 2 3、5 5 a、5 5 b と同様の構成の 8 分割パターンの受光素子 2 3、5 5 a、5 5 b を有している。本変形例による光記録再生装置では、以下の演算式により F E S が算出される。

【 0 1 3 0 】

$$F E S = \{ (A + C) - (B + D) \} + k 6 \times [\{ (A + B) - (C + D) \} - \{ k 7 \times \{ (I 1 + I 2) - (J 1 + J 2) \} }] \cdots (1 3)$$

【 0 1 3 1 】

本変形例による光記録再生装置は、式 (1 2) に示す係数 k 4、k 5 と同様の方法を用いて係数 k 6、k 7 を設定することにより、D C オフセット成分が印加されず且つトラッククロス信号が減衰された F E S を検出することができる。これにより、本変形例による光記録再生装置は本実施の形態による光記録再生装置と同様の効果が得られる。また、本変形例による光記録再生装置は、8 分割パターンの受光素子 2 3、5 5 a、5 5 b を有する光ヘッドを搭載しているので、± 1 次の副ビームの位置調整が容易となる。

【 0 1 3 2 】

〔 第 5 の実施の形態 〕

本発明の第 5 の実施の形態による光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光ヘッド並びに光記録再生装置について説明する。本実施の形態による光ヘッドは、光記録媒体の情報記録面上に ± 1 次の副ビームを形成するための回折素子として波型の格子パターンを備えた特殊回折素子を備え、± 1 次の副ビームのラジアル方向のスポット径を

10

20

30

40

50

、主ビームの同方向のスポット径の2.5倍以上に大きくした点に特徴を有している。本実施の形態による光ヘッドの構成は、回折格子19の代わりに特殊回折格子を用いる点を除いて、上記第1乃至第4の実施の形態による光ヘッドと同様であるため説明は省略する。また、本実施の形態による光記録再生装置の構成は上記第1乃至第4の実施の形態による光記録再生装置の構成と同様であるため説明は省略する。

【0133】

特殊回折格子は、例えば格子ピッチが所定の周期で変化する格子パターンを有している。格子ピッチが所定の周期で変化していると、特殊回折格子を射出した主ビーム以外の光ビームに収差を与えることができる。特殊回折格子を用いることにより、光記録媒体の情報記録面に集光された、ラジアル方向の±1次の副ビームのスポット径の長さをラジアル方向の主ビームのスポット径の長さより長くすることができる。

【0134】

±1次の副ビームのラジアル方向の長さを長くすると、±1次の副ビームにおける光学的伝達係数の遮断周波数が低域側にシフトするので、空間周波数（トラックピッチの逆数）の高いトラッククロス信号成分が除去される。このため、光記録媒体15で反射した±1次の副ビームを受光素子でそれぞれ受光し、受光素子から出力された電気信号を演算処理することにより、トラッククロス信号の混入がより少量に押さえられたFESを検出することができる。±1次の副ビームを受光する受光素子が4分割の受光領域を有する場合には、式(8)、式(10)又は式(12)を用いてFESが得られる。また、±1次の副ビームを受光する受光素子が2分割の受光領域を有する場合には、式(11)又は式(13)を用いてFESが得られる。

【0135】

本実施の形態による光ヘッドにおいては、光記録媒体上における±1次の副ビームの角度調整が不要になるため、さらなる製造工程の簡略化が可能になり、光ヘッド及び光記録再生装置の製造コストの低減が図れる。

【0136】

本発明は上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。

上記第1の実施の形態による光記録再生装置150では、レーザダイオード3から射出した光ビームは回折格子19により主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bに分割されているが、本発明はこれに限られない。上記第1の実施の形態による光記録再生装置150は、1つの受光素子の受光光を用いてトラッククロス信号を減衰させたFESを検出することができる。このため、FESのみを検出する場合は、光ビームを分割せずに光記録媒体15の情報記録面に集光させて反射させた光ビームを1つの受光素子で受光しても、トラッククロス信号を減衰させたFESを検出することができる。

【0137】

また、上記第1及び第2の実施の形態による光ヘッド1は、受光領域E1、E2から引き出された配線同士、受光領域F1、F2から引き出された配線同士、受光領域G1、G2から引き出された配線同士及び受光領域H1、H2から引き出された配線同士はそれぞれ接続されているが、本発明はこれに限られない。受光領域E1～H1、E2～H2から引き出された配線は所定の受光領域同士を接続せずに、誤差信号検出部31に接続してもよい。

【0138】

この場合、受光領域E1、E2からそれぞれ出力された電気信号同士、受光領域G1、G2からそれぞれ出力された電気信号同士、受光領域F1、F2からそれぞれ出力された電気信号同士及び受光領域H1、H2からそれぞれ出力された電気信号同士をそれぞれ加算する4つの加算部を誤差信号検出部31に備える必要がある。当該4つの加算部は、加算信号E1+E2、G1+G2、F1+F2、H1+H2をそれぞれ出力することができる。図10に示すTES検出部44及び図12に示すFES検出部53と同様の接続状態になるように、当該4つの加算信号を加算部47a、47b、57a、57bの所定の入力端子(+)に接続することにより、上記実施の形態のFES検出部53及びTES検出

部 4 4 と同様の効果が得られる。

【 0 1 3 9 】

また、上記第 1 乃至第 3 の実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 の誤差信号検出部 3 1 では、第 1 又は第 2 の光記録媒体 1 5 a、1 5 b のいずれも、F E S 検出部 3 3 で F E S を検出しているが、本発明はこれに限られない。主ビーム 2 7 と ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b とのスポット間隔は第 2 の光記録媒体 1 5 b の最適値に調整されている。このため、第 2 の光記録媒体 1 5 b では、式 (1) に示す従来の差動非点収差法を用いて F E S を検出してもよい。第 1 又は第 2 の光記録媒体 1 5 a、1 5 b 毎に F E S 検出方法を切り替えることにより、上記実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 と同様の効果が得られる。

10

【 0 1 4 0 】

また、上記第 3 の実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 では、受光領域 I 1、I 2、J 1、J 2 から引き出された配線は誤差信号検出部 3 1 にそれぞれ接続されているが、本発明はこれに限られない。例えば、受光素子 5 5 a の受光領域内での相対位置と、受光領域 5 5 b の受光領域内での相対位置とが同じ受光領域同士 (受光領域 I 1、I 2 同士、受光領域 J 1、J 2 同士) は接続されていてもよい。この場合、受光領域 I 1、I 2 からそれぞれ出力された電気信号は同電位になり、受光領域 J 1、J 2 からそれぞれ出力された電気信号は同電位になる。

【 0 1 4 1 】

受光領域 I 1、I 2 同士を接続した配線から誤差信号検出部 3 1 に入力される電気信号 I 1 + I 2 は、図 1 0 に示す加算部 4 7 a 及び図 1 2 に示す加算部 5 7 a のそれぞれの出力信号と同一と看做することができる。同様に、受光領域 J 1、J 2 同士を接続した配線から誤差信号検出部 3 1 に入力される電気信号 J 1 + J 2 は、図 1 0 に示す加算部 4 7 b 及び図 1 2 に示す加算部 5 7 b のそれぞれの出力信号と同一と看做することができる。従って、受光領域 I 1、I 2 同士を接続した配線を差動増幅部 4 7 c、5 7 c の非反転入力端子 (+) に接続し、受光領域 J 1、J 2 同士を接続した配線を差動増幅部 4 7 c、5 7 c の反転入力端子 (-) に接続することにより、上記第 2 の実施の形態による T E S 検出部 4 4 及び F E S 検出部 5 3 と同様の効果が得られる。

20

【 0 1 4 2 】

また、上記第 1 及び第 2 の実施の形態による光ヘッド 1 は、隣接してマトリクス状に配置された 4 つの受光領域を備えた受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b を有しているが、本発明はこれに限らない。例えば、受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b の受光領域は 5 つ以上にそれぞれ分割されていてもよい。この場合も、上記実施の形態の光ヘッド 1 と同様の効果が得られる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 4 3 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 に搭載された光ヘッド 1 の概略構成を示す図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 に搭載された光ヘッド 1 の受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b の受光部の構成と、受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b と誤差信号検出部 3 1 との接続状態を示す図である。

40

【 図 3 】 本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 に搭載された光ヘッド 1 の主ビーム 2 7 と ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b とのスポット間隔の設定値を示している。

【 図 4 】 本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 の F E S の検出原理について説明するための図であって、タンジェンシャルプッシュプル法を用いて得られたタンジェンシャルプッシュプル信号の実測波形を示す図である。

【 図 5 】 本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 1 5 0 の F E S の検出原理について説明するための図であって、非点収差法を用いて得られた F E S の実測波形を示す図である。

50

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 150 の F E S の検出原理について説明するための図であって、受光素子 23 に集光された主ビーム 27 の状態の一例を示す図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 150 の F E S の検出原理について説明するための図であって、プッシュプル法を用いて得られたプッシュプル信号の実測波形を示す図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 150 の F E S の検出原理について説明するための図であって、各種演算法により得られた演算信号に混入するトラッククロス信号振幅の最大値を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 150 の誤差信号検出部 31 に備えられた F E S 検出部 33 を示す図である。 10

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 150 の誤差信号検出部 31 に備えられた T E S 検出部 44 を示す図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施の形態による光記録再生装置 150 の概略構成を示す図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施の形態による光記録再生装置 150 の誤差信号検出部 31 に備えられた F E S 検出部 53 を示す図である。

【図 13】本発明の第 3 の実施の形態による光記録再生装置 150 に搭載された光ヘッド 1 の受光素子 23、55 a、55 b の受光部の構成と、受光素子 23、55 a、55 b と誤差信号検出部 31 との接続状態を示す図である。 20

【図 14】従来の光ヘッドに用いる光記録媒体の情報記録面に光ビームが集光された状態を模式的に示す図である。

【図 15】従来の光ヘッドに用いる光記録媒体の情報記録面に光ビームが集光された状態を模式的に示す図である。

【図 16】従来の光ヘッドの受光素子 123、125 a、125 b の受光部の構成を示す図である。

【図 17】従来の光ヘッドの主ビーム 101 と ± 1 次の副ビーム 103 a、103 b とのビーム間隔に対する ± 1 次の副ビーム 103 a、103 b に混入するトラッククロス信号振幅の変化を示す図である。

【符号の説明】 30

【0144】

1 光ヘッド

3 レーザダイオード

5、偏光ビームスプリッタ

7 $1/4$ 波長板

9 コリメータレンズ

11 パワーモニタ用フォトダイオード

13 対物レンズ

14 ランド

15 光記録媒体 40

15 a 第 1 の光記録媒体

15 b 第 2 の光記録媒体

16 グルーヴ

17 センサレンズ

19 回折格子

21 シリンダリカルレンズ

23、25 a、25 b、55 a、55 b、123、125 a、125 b 受光素子

24、24'、26、26'、28、28'、124、124'、126、126'、1

28、128' 分割線

27、101 主ビーム 50

29 a、103 a + 1 次の副ビーム

29 b、103 b - 1 次の副ビーム

31 誤差信号検出部

33、53 FES 検出部

35 MFES 生成部

35 a、35 b、37 a、37 b、45 a、45 b、47 a、47 b、57 a、57 b

加算部

35 c、45 c 差動部

37、45 MPS 生成部

37 c、47 c、57 c 差動増幅部

41 FES 生成部

44 TES 検出部

47、57 SPS 生成部

49 TES 生成部

150 光記録再生装置

152 スピンドルモータ

154 コントローラ

155 レーザ駆動回路

156 レンズ駆動回路

157 フォーカスサーボ追従回路

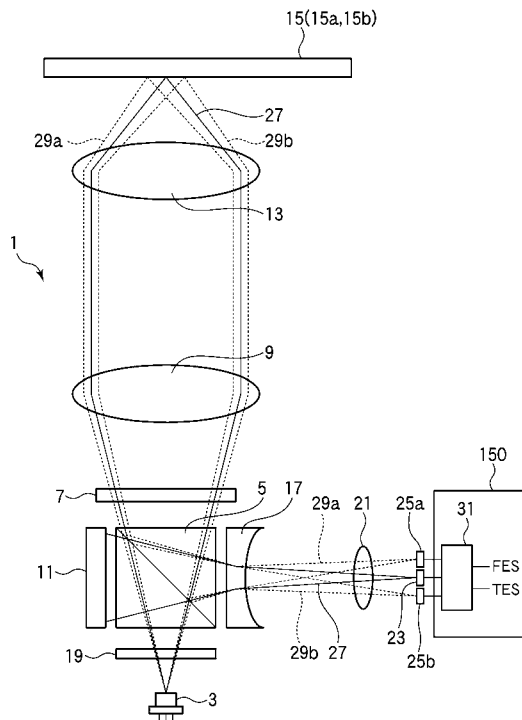
158 トラッキングサーボ追従回路

159 レーザコントロール回路

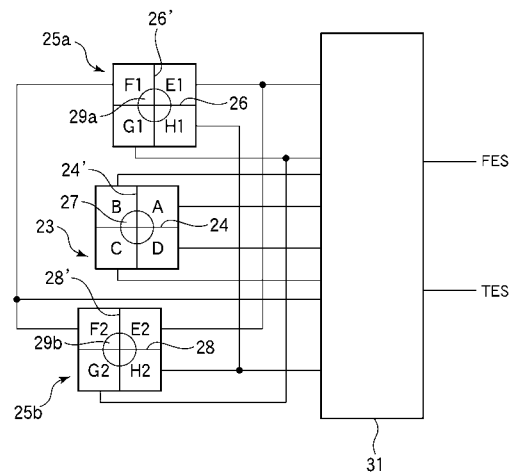
10

20

【図 1】



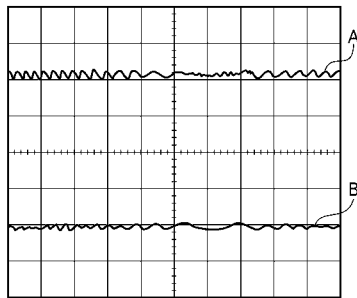
【図 2】



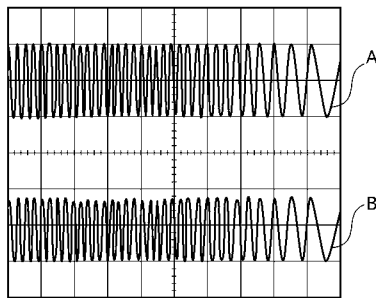
【図 3】

	単位	DVD-RAM	DVD±R/RW
物理トラックピッチ	[μm]	1.23	0.74
main-subビーム最適間隔	[μm]	0.615	0.37
main-subビーム調整位置	[μm]	0.37	
物理トラックピッチとの比		0.3	0.5

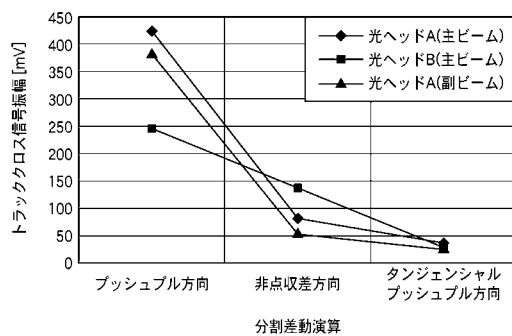
【図 4】



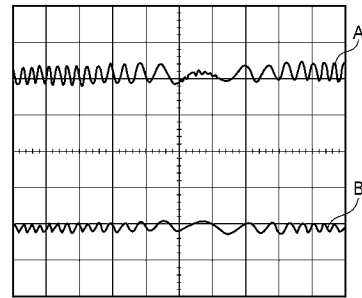
【図 7】



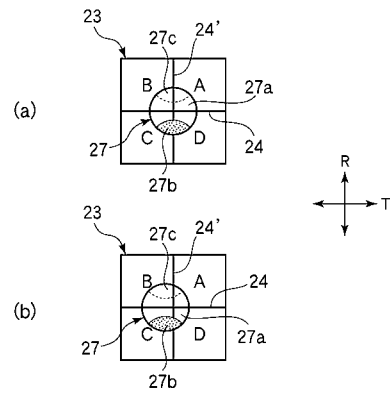
【図 8】



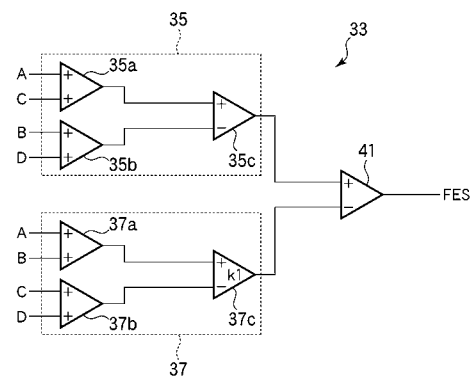
【図 5】



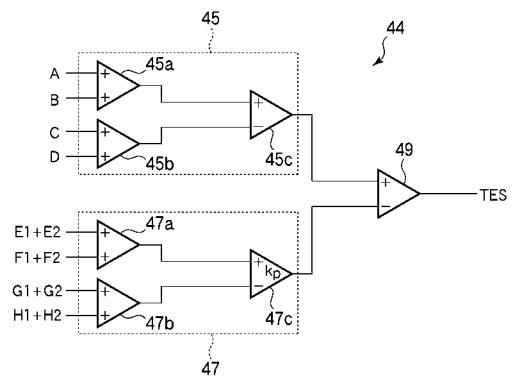
【図 6】



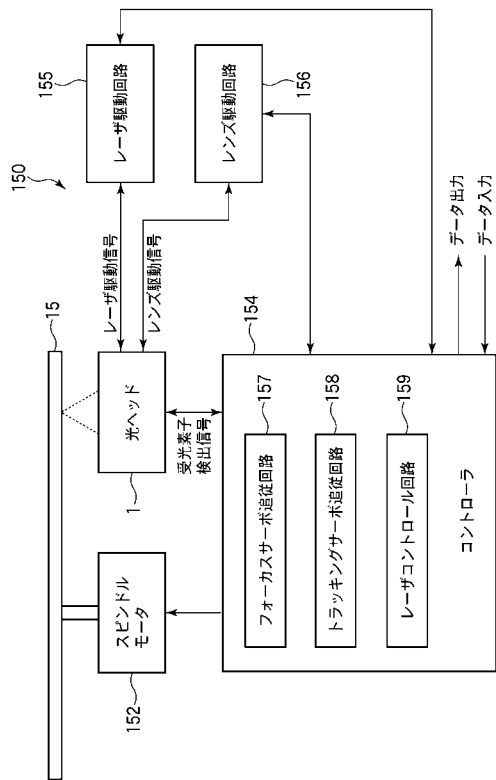
【図 9】



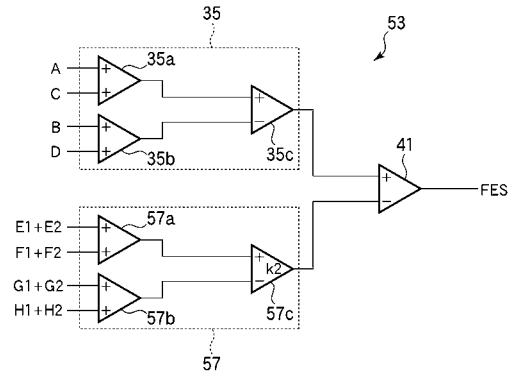
【図 10】



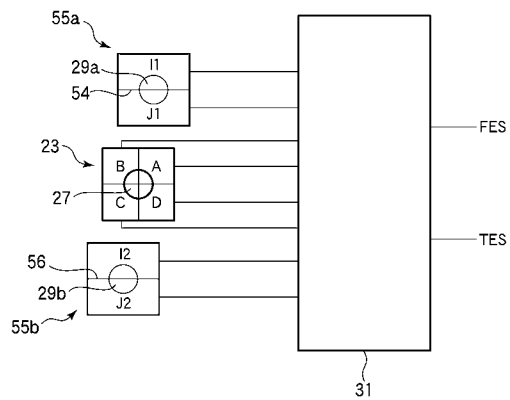
【図 1 1】



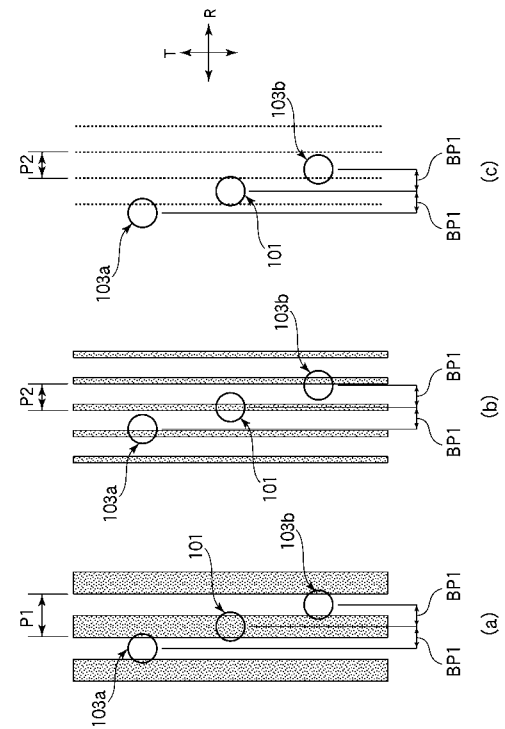
【図 1 2】



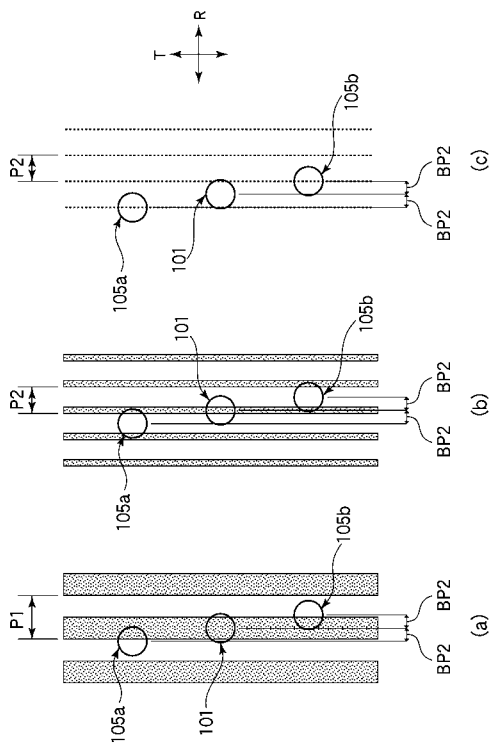
【図 1 3】



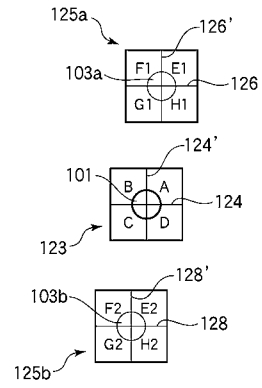
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

