

(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2006-120243
(P2006-120243A)

(43) 公開日 平成18年5月11日(2006.5.11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/09 (2006.01)	G 1 1 B 7/09 B	5 D 1 1 7
G 1 1 B 7/085 (2006.01)	G 1 1 B 7/09 C	5 D 1 1 8
G 1 1 B 7/13 (2006.01)	G 1 1 B 7/085 C	5 D 7 8 9
G 1 1 B 7/135 (2006.01)	G 1 1 B 7/085 E	
	G 1 1 B 7/13	
審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全 35 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-307068 (P2004-307068)	(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
(22) 出願日	平成16年10月21日 (2004.10.21)	(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13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13番1号 T D K 株式会社内
		F ターム (参考)	5D117 AA02 BB01 DD03 DD09 FF03 HH02 KK04
		最終頁に続く	

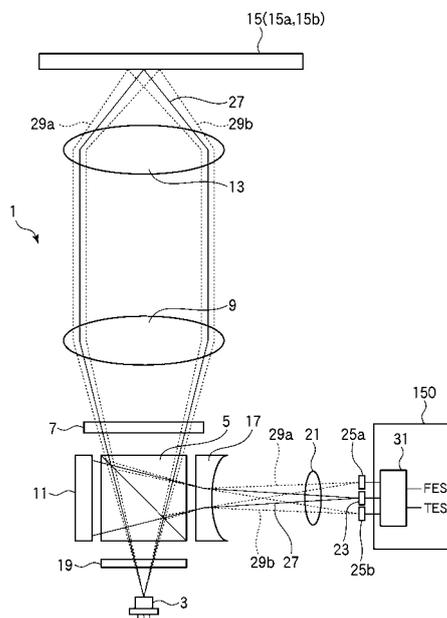
(54) 【発明の名称】 光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法及びそれを用いた光記録再生装置

(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焦点位置制御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記録再生装置を提供することを目的とする。

【解決手段】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で回折させて主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bとに分割し、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29a、29bを受光素子23、25a、25bで受光し、光電変換された電気信号に基づいて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31で検出される。

【選択図】 図1



【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、

前記光記録媒体で反射した前記主ビーム及び前記 2 本の副ビームを電気信号に変換し、焦点位置の制御が可能な範囲に前記対物レンズを引き込む焦点引き込み動作の際と、前記焦点引き込み動作の終了後の前記対物レンズの焦点追従制御の際とで、前記主ビームに基づく前記電気信号と前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号との組み合わせを切り替えて演算処理して、前記対物レンズの焦点位置合わせに用いる焦点ズレ誤差信号を検出すること

10

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、

前記焦点ズレ誤差信号は、前記焦点引き込み動作の際には、前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して検出し、前記焦点追従制御の際には、前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して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、

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）での前記焦点追従制御の際には、前記第 1 の光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、前記対物レンズが前記第 1 の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前記焦点ズレ誤差信号を検出し、

20

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）での前記焦点追従制御の際には、前記第 2 の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、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 3 記載の光ヘッドの焦点ズレ誤差信号検出方法であって、

0 以上の整数を n とすると、

30

前記第 1 又は第 2 の光記録媒体表面に集光させる前記主ビームと前記 2 本の副ビームとのスポット間隔を変えずに、前記第 1 の光記録媒体では、前記主ビームのスポット位置に対してラジアル方向に、前記 2 本の副ビームのうち的一方が $+P_1 \times (n + 1 / 4)$ 程度、前記 2 本の副ビームのうち他方が $-P_1 \times (n + 1 / 4)$ 程度だけずれて位置し、

前記第 2 の光記録媒体では、前記主ビームのスポット位置に対してラジアル方向に、前記 2 本の副ビームのうち的一方が $+P_2 \times (n + 1 / 2)$ 程度、前記 2 本の副ビームのうち他方が $-P_2 \times (n + 1 / 2)$ 程度だけずれて位置するように、前記 2 本の副ビームのスポット位置を調整して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】

40

請求項 3 又は 4 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 又は第 2 の光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームのうち的一方を第 1 の副ビーム用受光素子で受光し、他方を第 2 の副ビーム用受光素子で受光し、

前記第 1 の副ビーム用受光素子から出力された第 1 の副ビーム電気信号と、前記第 2 の副ビーム用受光素子から出力された第 2 の副ビーム電気信号とを加算して、第 1 の焦点誤差予備信号を検出し、

前記第 1 又は第 2 の光記録媒体で反射した前記主ビームを主ビーム用受光素子で受光し、

前記主ビーム用受光素子から出力された主ビーム電気信号に基づいて、第 2 の焦点誤差予備信号を検出し、

50

前記第1の光記録媒体では、前記第1の焦点誤差予備信号を選択し、前記第2の光記録媒体では、前記第2の焦点誤差予備信号を選択して、前記焦点ズレ誤差信号として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】

請求項5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の光記録媒体では、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記第1の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記第2の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算して第1の副ビーム加算信号を生成し、

10

前記第1の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算して第2の副ビーム加算信号を生成し、

前記第1及び第2の副ビーム加算信号を差動演算して前記第1の焦点誤差予備信号を生成して、前記焦点ズレ誤差信号として検出すること

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7】

請求項5又は6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2の光記録媒体では、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記主ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算して第1の主ビーム加算信号を生成し、

20

前記主ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算して第2の主ビーム加算信号を生成し、

前記第1及び第2の主ビーム加算信号を差動演算して、前記第2の焦点誤差予備信号を生成して、前記焦点ズレ誤差信号として検出すること

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8】

請求項3又は4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又は第2の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームのうち的一方を第1の副ビーム用受光素子で受光し、他方を第2の副ビーム用受光素子で受光し、

30

前記第1の副ビーム用受光素子から出力された第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子から出力された第2の副ビーム電気信号とを加算して、第1の焦点誤差予備信号を検出し、

前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記主ビームを主ビーム用受光素子で受光し、

前記主ビーム用受光素子から出力された主ビーム電気信号に基づいて、第2の焦点誤差予備信号を検出し、

前記第1の焦点誤差予備信号と前記第2の焦点誤差予備信号とを加算して第3の焦点誤差予備信号を生成し、

前記第2の光記録媒体では、前記第2又は第3の焦点誤差予備信号を前記焦点ズレ誤差信号として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。

40

【請求項9】

請求項8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の光記録媒体では、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記第1の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記第2の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算して第1の副ビーム加算信号を生成し、

前記第1の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力さ

50

れた前記第 2 の副ビーム電気信号とを加算して第 2 の副ビーム加算信号を生成し、

前記第 1 及び第 2 の副ビーム加算信号を差動演算して前記第 1 の焦点誤差予備信号を生成して、前記焦点ズレ誤差信号として検出すること

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 10】

請求項 8 又は 9 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 2 の光記録媒体では、隣接してマトリクス状に配置された 4 つの受光領域を有する前記主ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算して第 1 の主ビーム加算信号を生成し、

前記主ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算して第 2 の主ビーム加算信号を生成し、

前記第 1 及び第 2 の主ビーム加算信号を差動演算して、前記第 2 の焦点誤差予備信号を生成し、

前記第 2 の光記録媒体では、前記第 2 又は第 3 の焦点誤差予備信号を前記焦点ズレ誤差信号として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 11】

請求項 1 乃至 10 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を、同方向の前記主ビームのスポット径の長さの 2.5 倍以上にし、前記光記録媒体表面で反射した前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、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 12】

光源から射出した光ビームを回折させて主ビームと 2 本の副ビームとを射出する回折格子と、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受光素子とを有する光ヘッドと、

焦点位置の制御が可能な範囲に前記対物レンズを引き込む焦点引き込み動作の際と、前記焦点引き込み動作の終了後の前記対物レンズの焦点追従制御の際とで、前記主ビームに基づく前記電気信号と前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号との組み合わせを切り替えて演算処理して、前記対物レンズの焦点位置合わせに用いる焦点ズレ誤差信号を生成する誤差信号検出部と

を有すること特徴とする光記録再生装置。

【請求項 13】

請求項 12 記載の光記録再生装置であって、

前記誤差信号検出部は、前記焦点引き込み動作の際には、前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られる前記焦点ズレ誤差信号を検出し、前記焦点追従制御の際には、前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られる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 14】

請求項 12 又は 13 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、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）での前記焦点追従制御の際には、前記第 1 の光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、前記対物レンズが前記第 1 の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前記焦点ズレ誤差信号を検出し、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）での前記焦点追従制御の際には、前記第 2 の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、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 15】

請求項 14 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 の光記録媒体では、前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を選択し、前記第 2 の光記録媒体では、前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を選択して出力するように制御されるスイッチを有することを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 16】

請求項 15 記載の光記録再生装置であって、

前記スイッチは、前記焦点引き込み動作の際には、前記第 1 又は第 2 の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を出力し、前記焦点追従制御の際には、前記第 1 の光記録媒体では、前記第 1 の光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を選択し、前記第 2 の光記録媒体では、前記第 2 の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を選択して出力するように制御されることを特徴とする光記録再生装置。

10

【請求項 17】

請求項 14 乃至 16 のいずれか 1 項に記載の光記録再生装置であって、

前記受光素子は、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、前記第 1 又は第 2 の光記録媒体で反射した前記主ビームを受光する主ビーム用受光素子と、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、前記第 1 又は第 2 の光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームのうち的一方を受光する第 1 の副ビーム用受光素子と、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、前記第 1 又は第 2 の光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームのうち他方を受光する第 2 の副ビーム用受光素子とを有することを特徴とする光記録再生装置。

20

【請求項 18】

請求項 17 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 の光記録媒体では、前記第 1 の副ビーム用受光素子から出力された第 1 の副ビーム電気信号及び前記第 2 の副ビーム用受光素子から出力された第 2 の副ビーム電気信号に基づい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し、前記第 2 の光記録媒体では、前記主ビーム用受光素子から出力された主ビーム電気信号に基づいて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。

30

【請求項 19】

請求項 14 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の光記録再生装置であって、

0 以上の整数を n とすると、

前記第 1 又は第 2 の光記録媒体表面に集光させる前記主ビームと前記 2 本の副ビームとのスポット間隔を変えずに、前記第 1 の光記録媒体では、前記主ビームのスポット位置に対してラジアル方向に、前記 2 本の副ビームのうち一方が $+P1 \times (n+1/4)$ 程度、前記 2 本の副ビームのうち他方が $-P1 \times (n+1/4)$ 程度だけずれて位置し、

40

前記第 2 の光記録媒体では、前記主ビームのスポット位置に対してラジアル方向に、 $+P2 \times (n+1/2)$ 程度、前記 2 本の副ビームのうち他方が $-P2 \times (n+1/2)$ 程度だけずれて位置するように、前記 2 本の副ビームのスポット位置を調整して前記トラッククロス信号が減衰し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 20】

請求項 18 又は 19 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 の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第 1 の副ビーム電気信号と、前記第 2 の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第 2 の副ビーム電気信号

50

とを加算する第 1 の加算部と、

前記第 1 の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第 1 の副ビーム電気信号と、前記第 2 の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第 2 の副ビーム電気信号とを加算する第 2 の加算部と、

前記第 1 及び第 2 の加算部からそれぞれ出力された電気信号を差動演算する第 1 の差動演算部とを備え、前記第 1 又は第 2 の光記録媒体で反射した前記 2 本の副ビームに基づく前記電気信号としての第 1 の焦点誤差予備信号を検出する第 1 の焦点誤差予備信号検出部を有することを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 2 1】

請求項 1 8 乃至 2 0 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、前記主ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算する第 3 の加算部と、

前記主ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算する第 4 の加算部と、

前記第 3 及び第 4 の加算部からそれぞれ出力された電気信号を差動演算する第 2 の差動演算部とを備え、前記第 1 又は第 2 の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号としての第 2 の焦点誤差予備信号を検出する第 2 の焦点誤差予備信号検出部を有することを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 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 の焦点誤差予備信号検出部から出力された前記第 1 の焦点誤差予備信号と、前記第 2 の焦点誤差予備信号検出部から出力された前記第 2 の焦点誤差予備信号とを加算する焦点誤差予備信号加算部を備え、前記第 1 及び第 2 の焦点誤差予備信号を加算して第 3 の焦点誤差予備信号を検出する第 3 の焦点誤差予備信号検出部をさらに有することを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 記載の光記録再生装置であって、

前記スイッチは、前記焦点ズレ誤差信号として、前記第 1 の前記光記録媒体では、前記第 1 の焦点誤差予備信号を選択し、前記第 2 の光記録媒体では、前記第 2 又は第 3 の焦点誤差予備信号を選択するように制御されることを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 2 4】

請求項 1 2 乃至 2 3 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 倍以上であることを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 2 5】

請求項 1 4 乃至 2 4 のいずれか 1 項に記載の光記録再生装置であって、

前記第 1 の光記録媒体は、DVD-RAM 及び前記 DVD-RAM と同等の物理的トラックピッチを備えた前記光記録媒体であり、前記第 2 の光記録媒体は、DVD±R/RW、DVD-ROM 及び前記 DVD±R/RW 又は前記 DVD-ROM と同等の物理的トラックピッチを備えた前記光記録媒体である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焦点位置制御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

10

20

30

40

50

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用の焦点ズレ誤差信号(FES)の検出方法として、従来から多く用いられてきた方法に非点収差法がある。非点収差法は光学系が簡単で、光軸調整も容易である。しかし、非点収差法は他の検出方法に比較して、対物レンズが光記録媒体のトラックを横切る時に発生するトラッククロス信号が焦点ズレ誤差信号に混入し易いという欠点を有している。この技術的な検討については、非特許文献1に記載されている。

10

【0004】

焦点ズレ誤差信号へのトラッククロス信号の混入は、特に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において重要となる。ランドグルーブ記録方式では、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倍となるので、他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。

【0005】

特許文献1及び特許文献2には、焦点ズレ誤差信号に混入したトラッククロス信号を除去できる差動非点収差法が開示されている。差動非点収差法では、光源から射出した光ビームは主ビームと副ビームとに分割されて光記録媒体表面に照射される。光記録媒体表面のラジアル方向の主ビームと副ビームとのスポット間隔は物理的トラックピッチの1/2倍に配置される。光記録媒体表面で反射した主ビームと副ビームから非点収差法による焦点ズレ誤差信号をそれぞれ生成し、当該焦点ズレ誤差信号の和をとって、焦点位置制御に用いる焦点ズレ誤差信号が得られる。

20

【0006】

主ビームと副ビームに混入するトラッククロス信号成分は互いに逆位相となる。また、非点収差法によって得られる主ビームと副ビームの焦点ズレ誤差信号は焦点ズレに対して互いに同位相で発生する。このため、非点収差法によって得られる主ビーム及び副ビームのそれぞれの焦点ズレ誤差信号の和をとることによってトラッククロス信号成分のみが除去される。このように、差動非点収差法は焦点ズレ誤差信号に混入したトラッククロス信号を除去する方法として理想的である。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。

30

【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10-64104号公報

【非特許文献1】SPIE Vol. 1663 Optical Data Storage (1992) / p157

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【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る場合が多い。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15及び図16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15(a)及び図16(a)はDVD-RAMの情報記録面を示し、図15(b)及び図16(b)は

50

、DVD-RWの情報記録面を示し、図15(c)及び図16(c)はDVD-ROMの情報記録面を示している。図16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。

【0008】

図15(a)及び図15(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 $P1 = 1.23 \mu\text{m}$ 、 $P2 = 0.74 \mu\text{m}$ 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、 $P2 = 0.74 \mu\text{m}$ である。

10

【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 $0.615 \mu\text{m}$ とするのが理想的である。

【0010】

ところが、図15(b)及び図15(c)に示すように、DVD-RAMの最適なビーム間隔BP1 = $0.615 \mu\text{m}$ はDVD-RWやDVD-ROMでの最適なビーム間隔BP2 = $0.37 \mu\text{m}$ とは一致しない。このため、ビーム間隔BP1 = $0.615 \mu\text{m}$ 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。

20

【0011】

ところで、再生専用の光ヘッドにおいては、対物レンズのトラッキング制御に用いるトラッキング誤差信号の検出に、高周波数のデータ(RF信号)を利用する位相差検出法が使用できる。位相差検出法では、RF信号が書き込まれているトラックにのみ光ヘッドをアクセスすれば十分であり、主ビームのみを使用し、副ビームを使用しない。このため、副ビームはDVD-RAMの差動非点収差信号の生成のためだけに用いることができる。従って、再生専用の光ヘッドの主ビーム101と副ビーム103a、103bとのビーム間隔は、DVD-RAMの最適なビーム間隔BP1 = $0.615 \mu\text{m}$ に設定することが可能である。

30

【0012】

ところが、記録再生兼用の光ヘッドにおいては、未記録領域にも光ヘッドをアクセスして対物レンズのトラッキング制御を行う必要があるため、RF信号を利用する位相差検出法は使用できない。記録再生兼用の光ヘッドのトラッキング制御に用いるトラッキング誤差信号の検出は差動プッシュプル(DPP)法が好適である。DPP法はトラッキング誤差信号の生成に主ビームと副ビームを用い、ラジアル方向における両ビームのビーム間隔(スポット間隔)の最適値は物理的トラックピッチの1/2倍である。すなわち、一般に、スーパーマルチと呼ばれているDVD-RAMとDVD-RWの両方に対応する記録再生兼用の光ヘッドでは、必要とする副ビームの調整位置の最適値が両媒体において異なり、両DVDディスク媒体を同時に満足することが困難である。

40

【0013】

例えば、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 $BP1 / P2 = 0.615 \mu\text{m} / 0.74 \mu\text{m} = 0.831$ となる。スポット間隔BP1はDVD-RWでは、物理的トラックピッチP2の1/2倍にならないので、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。

50

【0014】

一方、図16(a)及び図16(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とのビーム間隔をDVD-RWに最適なビーム間隔BP2 = 0.37 μm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 μm / 1.23 μm = 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倍にならないので、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。

【0015】

このように、DVD-RAMとDVD-RWの両方に対応する記録再生兼用の光ヘッドでは、焦点ズレ誤差信号の検出に差動非点収差法は使えないため、光学系の構成や調整の複雑なナイフエッジ方式やビームサイズ方式を使わざるを得ない状況となっていた。

10

【0016】

特許文献3には、光記録媒体の物理的トラックピッチが異なるために、副ビーム位置の最適値が光記録媒体毎に異なる問題を解決する方法が開示されている。当該方法では、焦点ズレ誤差信号は2本の副ビーム(±1次の副ビーム)の加算信号から生成される。しかし、焦点ズレ誤差信号を副ビームから生成すると、図17の図中に示すセカンドゼロクロス信号と呼ばれる不要なピークが発生しやすくなる。

【0017】

図17は、光ヘッドに備えられた対物レンズの揺動時の焦点ズレ誤差信号(S字信号曲線)の実測波形を示している。横軸は時間を示し、縦軸は焦点ズレ誤差信号の振幅を示している。図中にAで示す曲線は、主ビームのみに基づく焦点ズレ誤差信号を示し、図中にBで示す曲線は、2本の副ビームのみに基づく焦点ズレ誤差信号を示している。また、図中に示す曲線Bの曲線部は副ビームのみに基づく焦点ズレ誤差信号に生じたセカンドゼロクロス信号を示している

20

【0018】

セカンドゼロクロス信号が大きいS字信号曲線で、焦点位置の制御が可能な範囲に対物レンズを引き込む焦点引き込み動作を行うと、光ビームの焦点を光記録媒体の情報記録面上に正しく引き込むことができなくなる場合がある。また、セカンドゼロクロス信号は、主ビームと副ビームの光量比が大きい程、S字信号曲線の振幅に対して、大きく発生しやすい傾向がある。図17に示す実測波形では、主ビームと副ビームとの光量比は8:1であり、主ビームに対する1本の副ビームの光量比は12.5%である。また、従来広く利用されている差動非点収差法による焦点ズレ誤差信号は、主ビームと副ビームのそれぞれに基づく焦点ズレ誤差信号を加算して生成される。このため、差動非点収差法による焦点ズレ誤差信号には、セカンドゼロクロス信号が重畳されてしまうという問題を有している。

30

【0019】

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記録再生装置を提供することにある。

40

また、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、焦点引き込み動作を行う際に、光記録媒体表面に主ビーム及び2本の副ビームの焦点を正しく引き込むための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記録再生装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0020】

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、前記光記録媒体で反射した前記主ビーム及び前記2本の副ビームを電気信号に変換し、焦点位置の制御が可能な範囲に前記対物レンズを引き込む焦点引き込み動作の際と、前記焦点引き込み動作の終了後の前記対物

50

レンズの焦点追従制御の際とで、前記主ビームに基づく前記電気信号と前記2本の副ビームに基づく前記電気信号との組み合わせを切り替えて演算処理して、前記対物レンズの焦点位置合わせに用いる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。

【0021】

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、前記焦点ズレ誤差信号は、前記焦点引き込み動作の際には、前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して検出し、前記焦点追従制御の際には、前記2本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して検出することを特徴とする。

【0022】

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、物理的トラックピッチの長さがP1の前記光記録媒体(第1の光記録媒体)での前記焦点追従制御の際には、前記第1の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、前記対物レンズが前記第1の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前記焦点ズレ誤差信号を検出し、前記物理的トラックピッチの長さがP2(P2 < P1)の前記光記録媒体(第2の光記録媒体)での前記焦点追従制御の際には、前記第2の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

【0023】

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、0以上の整数をnとすると、前記第1又は第2の光記録媒体表面に集光させる前記主ビームと前記2本の副ビームとのスポット間隔を変えずに、前記第1の光記録媒体では、前記主ビームのスポット位置に対してラジアル方向に、前記2本の副ビームのうち的一方が $+P1 \times (n+1/4)$ 程度、前記2本の副ビームのうち他方が $-P1 \times (n+1/4)$ 程度だけずれて位置し、前記第2の光記録媒体では、前記主ビームのスポット位置に対してラジアル方向に、前記2本の副ビームのうち的一方が $+P2 \times (n+1/2)$ 程度、前記2本の副ビームのうち他方が $-P2 \times (n+1/2)$ 程度だけずれて位置するように、前記2本の副ビームのスポット位置を調整して前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

【0024】

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又は第2の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームのうち的一方を第1の副ビーム用受光素子で受光し、他方を第2の副ビーム用受光素子で受光し、前記第1の副ビーム用受光素子から出力された第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子から出力された第2の副ビーム電気信号とを加算して、第1の焦点誤差予備信号を検出し、前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記主ビームを主ビーム用受光素子で受光し、前記主ビーム用受光素子から出力された主ビーム電気信号に基づいて、第2の焦点誤差予備信号を検出し、前記第1の光記録媒体では、前記第1の焦点誤差予備信号を選択し、前記第2の光記録媒体では、前記第2の焦点誤差予備信号を選択して、前記焦点ズレ誤差信号として検出することを特徴とする。

【0025】

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の光記録媒体では、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記第1の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記第2の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算して第1の副ビーム加算信号を生成し、前記第1の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算して第2の副ビーム加算信号を生成し、前記第1及び第2の副ビーム加算信号を差動演算して前記第1の焦点誤差予備信号を生成して、前記焦点ズレ誤差信号として検出

10

20

30

40

50

することを特徴とする。

【0026】

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2の光記録媒体では、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記主ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算して第1の主ビーム加算信号を生成し、前記主ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算して第2の主ビーム加算信号を生成し、前記第1及び第2の主ビーム加算信号を差動演算して、前記第2の焦点誤差予備信号を生成して、前記焦点ズレ誤差信号として検出することを特徴とする。

【0027】

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又は第2の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームのうち的一方を第1の副ビーム用受光素子で受光し、他方を第2の副ビーム用受光素子で受光し、前記第1の副ビーム用受光素子から出力された第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子から出力された第2の副ビーム電気信号とを加算して、第1の焦点誤差予備信号を検出し、前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記主ビームを主ビーム用受光素子で受光し、前記主ビーム用受光素子から出力された主ビーム電気信号に基づいて、第2の焦点誤差予備信号を検出し、前記第1の焦点誤差予備信号と前記第2の焦点誤差予備信号とを加算して第3の焦点誤差予備信号を生成し、前記第2の光記録媒体では、前記第2又は第3の焦点誤差予備信号を前記焦点ズレ誤差信号として検出することを特徴とする。

【0028】

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の光記録媒体では、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記第1の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記第2の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算して第1の副ビーム加算信号を生成し、前記第1の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算して第2の副ビーム加算信号を生成し、前記第1及び第2の副ビーム加算信号を差動演算して前記第1の焦点誤差予備信号を生成して、前記焦点ズレ誤差信号として検出することを特徴とする。

【0029】

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2の光記録媒体では、隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有する前記主ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算して第1の主ビーム加算信号を生成し、前記主ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算して第2の主ビーム加算信号を生成し、前記第1及び第2の主ビーム加算信号を差動演算して、前記第2の焦点誤差予備信号を生成し、前記第2の光記録媒体では、前記第2又は第3の焦点誤差予備信号を前記焦点ズレ誤差信号として検出することを特徴とする。

【0030】

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を、同方向の前記主ビームのスポット径の長さの2.5倍以上にし、前記光記録媒体表面で反射した前記2本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、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。

【0031】

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本の副ビームとを射出する回折格子と、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

10

20

30

40

50

る対物レンズと、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受光素子とを有する光ヘッドと、焦点位置の制御が可能な範囲に前記対物レンズを引き込む焦点引き込み動作の際と、前記焦点引き込み動作の終了後の前記対物レンズの焦点追従制御の際とで、前記主ビームに基づく前記電気信号と前記2本の副ビームに基づく前記電気信号との組み合わせを切り替えて演算処理して、前記対物レンズの焦点位置合わせに用いる焦点ズレ誤差信号を生成する誤差信号検出部とを有すること特徴とする光記録再生装置によって達成される。

【0032】

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、前記焦点引き込み動作の際には、前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られる前記焦点ズレ誤差信号を検出し、前記焦点追従制御の際には、前記2本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られる前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

10

【0033】

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、物理的トラックピッチの長さがP1の前記光記録媒体(第1の光記録媒体)での前記焦点追従制御の際には、前記第1の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、前記対物レンズが前記第1の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前記焦点ズレ誤差信号を検出し、前記物理的トラックピッチの長さがP2($P2 < P1$)の前記光記録媒体(第2の光記録媒体)での前記焦点追従制御の際には、前記第2の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して、前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

20

【0034】

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の光記録媒体では、前記2本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を選択し、前記第2の光記録媒体では、前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を選択して出力するように制御されるスイッチを有することを特徴とする。

【0035】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記スイッチは、前記焦点引き込み動作の際には、前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を出力し、前記焦点追従制御の際には、前記第1の光記録媒体では、前記第1の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を選択し、前記第2の光記録媒体では、前記第2の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号を演算処理して得られた前記焦点ズレ誤差信号を選択して出力するように制御されることを特徴とする。

30

【0036】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記受光素子は、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、前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記主ビームを受光する主ビーム用受光素子と、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、前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームのうちの一方を受光する第1の副ビーム用受光素子と、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、前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームのうちの他方を受光する第2の副ビーム用受光素子とを有することを特徴とする。

40

【0037】

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の光記録媒体では、前記第1の副ビーム用受光素子から出力された第1の副ビーム電気信号及び前記第2の副ビーム用受光素子から出力された第2の副ビーム電気信号に基づい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し、前記第2の光記録媒体では、前記主ビーム用受光素子から出力された主ビーム電気信号に基づいて前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

50

【0038】

上記本発明の光記録再生装置であって、0以上の整数を n とすると、前記第1又は第2の光記録媒体表面に集光させる前記主ビームと前記2本の副ビームとのスポット間隔を変えずに、前記第1の光記録媒体では、前記主ビームのスポット位置に対してラジアル方向に、前記2本の副ビームのうち的一方が $+P1 \times (n+1/4)$ 程度、前記2本の副ビームのうち他方が $-P1 \times (n+1/4)$ 程度だけずれて位置し、前記第2の光記録媒体では、前記主ビームのスポット位置に対してラジアル方向に、 $+P2 \times (n+1/2)$ 程度、前記2本の副ビームのうち他方が $-P2 \times (n+1/2)$ 程度だけずれて位置するように、前記2本の副ビームのスポット位置を調整して前記トラッククロス信号が減衰した前記焦点ズレ誤差信号を検出することを特徴とする。

10

【0039】

上記本発明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の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算する第1の加算部と、前記第1の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第1の副ビーム電気信号と、前記第2の副ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記第2の副ビーム電気信号とを加算する第2の加算部と、前記第1及び第2の加算部からそれぞれ出力された電気信号を差動演算する第1の差動演算部とを備え、前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記2本の副ビームに基づく前記電気信号としての第1の焦点誤差予備信号を検出する第1の焦点誤差予備信号検出部を有することを特徴とする。

20

【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、前記主ビーム用受光素子の対角に位置する前記受光領域の一方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算する第3の加算部と、前記主ビーム用受光素子の前記受光領域の他方の対から出力された前記主ビーム電気信号を加算する第4の加算部と、前記第3及び第4の加算部からそれぞれ出力された電気信号を差動演算する第2の差動演算部とを備え、前記第1又は第2の光記録媒体で反射した前記主ビームに基づく前記電気信号としての第2の焦点誤差予備信号を検出する第2の焦点誤差予備信号検出部を有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、前記誤差信号検出部は、前記第1の焦点誤差予備信号検出部から出力された前記第1の焦点誤差予備信号と、前記第2の焦点誤差予備信号検出部から出力された前記第2の焦点誤差予備信号とを加算する焦点誤差予備信号加算部を備え、前記第1及び第2の焦点誤差予備信号を加算して第3の焦点誤差予備信号を検出する第3の焦点誤差予備信号検出部をさらに有することを特徴とする。

30

【0042】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記スイッチは、前記焦点ズレ誤差信号として、前記第1の前記光記録媒体では、前記第1の焦点誤差予備信号を選択し、前記第2の光記録媒体では、前記第2又は第3の焦点誤差予備信号を選択するように制御されることを特徴とする。

40

【0043】

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。

【0044】

上記本発明の光記録再生装置であって、前記第1の光記録媒体は、DVD-RAM及び前記DVD-RAMと同等の物理的トラックピッチを備えた前記光記録媒体であり、前記第2の光記録媒体は、DVD±R/RW、DVD-ROM及び前記DVD±R/RW又は前記DVD-ROMと同等の物理的トラックピッチを備えた前記光記録媒体であることを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0045】

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。

また、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、焦点引き込み動作を行う際に、光記録媒体表面に主ビーム及び2本の副ビームの焦点を正しく引き込むための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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

〔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に備えられた光ヘッド1の概略の構成について図1乃至図5を用いて説明する。本実施の形態の光ヘッド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、DVD-RAM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、DVD-ROM、DVD±R/RW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P1は1.23 μm であり、第2の物理的トラックピッチの長さP2は0.74 μm である。

【0047】

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。

【0048】

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に所定距離隔てて対称に並んで光記録媒体15の表面（情報記録面）に配置されている。

【0049】

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て受光素子23、25a、25bに導くために設けられている。対物レンズ13はコリメータレンズ9からの平行光線束を光記録媒体15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15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。

【0050】

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17、シリンダリカルレンズ21及び受光素子23、25a、25b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11が配置されている。

【0051】

センサレンズ17は、光記録媒体15で反射された主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29b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17は光記録媒体15で反射した主ビーム27及び±1次の副ビ

10

20

30

40

50

ーム 29 a、29 b を所定の光学系倍率で拡大させてシリンドリカルレンズ 21 を介して受光素子 23、25 a、25 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（主ビーム用受光素子）23 は主ビーム 27 を受光し、受光素子（第 1 の副ビーム用受光素子）25 a は + 1 次の副ビーム 29 a を受光し、受光素子（第 2 の副ビーム用受光素子）25 b は - 1 次の副ビーム 29 b を受光するようになっている。受光素子 23、25 a、25 b で光電変換された主ビーム電気信号及び第 1 並びに第 2 の副ビーム電気信号は、光記録再生装置 150 に備えられた誤差信号検出部 31 に入力される。誤差信号検出部 31 では、光記録媒体 15 で反射した ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b に基づく第 1 及び第 2 の副ビーム電気信号を演算処理して、対物レンズ 13 が光記録媒体 15 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（FES）が検出されるようになっている。また、誤差信号検出部 31 では、主ビーム電気信号及び第 1 並びに第 2 の副ビーム電気信号を演算処理してトラッキング誤差信号（TES）が検出されるようになっている。

10

【0052】

図 2 は、光記録媒体 15 の情報記録面に主ビーム 27 及び ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b が集光された状態を模式的に示している。図 2 (a) は、第 1 の光記録媒体 15 a としての DVD-RAM の情報記録面を示している。図 2 (b) は、第 2 の光記録媒体 15 b としての DVD-RW の情報記録面を示している。図 2 (c) は、第 2 の光記録媒体 15 b としての DVD-ROM の情報記録面を示している。図中の左右方向の矢印 R は第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b の半径（ラジアル）方向を示し、上下方向の矢印 T は第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b のトラックの接線方向を示している。

20

【0053】

図 2 (a) 乃至図 2 (c) に示すように、第 1 及び第 2 の光記録媒体 15 a、15 b のいずれにおいても、主ビーム 27 と ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b とのラジアル方向のスポット間隔 BP は $0.307 \mu\text{m}$ に調整されている。スポット間隔 BP と第 1 の光記録媒体 15 a の物理的トラックピッチ P1 との比は $0.307 \mu\text{m} / 1.23 \mu\text{m} = 0.249$ である。ここで、 $n = 0$ とすると、第 1 の光記録媒体 15 a では、主ビーム 27 のスポット位置に対してラジアル方向に、+ 1 次の副ビーム 29 a が $+ P1 \times (n + 1 / 4) = + P1 / 4$ 程度、- 1 次の副ビーム 29 b が $- P1 \times (n + 1 / 4) = - P1 / 4$ 程度だけずれて位置して調整されている。

30

【0054】

スポット間隔 BP と第 2 の光記録媒体 15 b の物理的トラックピッチ P2 との比は $0.307 \mu\text{m} / 0.74 \mu\text{m} = 0.415$ である。ここで、 $n = 0$ とすると、第 2 の光記録媒体 15 b では、主ビーム 27 のスポット位置に対してラジアル方向に、+ 1 次の副ビーム 29 a が $+ P2 \times (n + 1 / 2) = + P2 / 2$ 程度、- 1 次の副ビーム 29 b が $- P2 \times (n + 1 / 2) = - P2 / 2$ 程度だけずれて位置するように調整されている。

【0055】

このように、スポット間隔 BP は第 1 の光記録媒体 15 a のピッチ P1 の略 1 / 4 倍 ($n = 0$) になり、第 2 の光記録媒体 15 b のピッチ P2 の略 1 / 2 倍 ($n = 0$) になっている。なお、 n は 0 以上の整数である。主ビーム 27 と ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b とのラジアル方向の間隔は、例えば回折格子 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。

40

【0056】

図 3 は、受光素子 23、25 a、25 b の受光部の構成と、受光素子 23、25 a、25 b と誤差信号検出部 31 との接続状態を示している。図 3 に示すように、受光素子 23 は、正方形の受光領域内を光記録媒体 15 (図 3 では不図示) のトラックの接線方向にほぼ平行な分割線 24 と、分割線 24 にほぼ直交する分割線 24' 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 24 を介して受光領域 B に隣接し、分割線 24' を介して受光領域 D 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 24 を介して

50

受光領域 D に隣接し、分割線 2 4 ' を介して受光領域 B に隣接して配置されている。

【 0 0 5 7 】

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 2 6 と、分割線 2 6 にほぼ直交する分割線 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 F 1 に隣接し、分割線 2 6 ' を介して受光領域 H 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 H 1 に隣接し、分割線 2 6 ' を介して F 1 に隣接して配置されている。

【 0 0 5 8 】

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 2 8 と、分割線 2 8 にほぼ直交する分割線 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 F 2 に隣接し、分割線 2 8 ' を介して受光領域 H 2 に隣接し、受光領域 G 2 に対角に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 H 2 に隣接し、分割線 2 8 ' を介して F 2 に隣接して配置されている。

【 0 0 5 9 】

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、ラジアル方向に若干ずらして配置されている。受光領域 A ~ D、E 1 ~ H 1、E 2 ~ H 2 から各 1 本ずつ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 から出力された主ビーム電気信号及び第 1 並びに第 2 の副ビーム電気信号を用いて所定の演算を行い、F E S や T E S を検出するようになっている。

【 0 0 6 0 】

誤差信号検出部 3 1 には、制御信号 C S が入力されるようになっている。誤差信号検出部 3 1 では、制御信号 C S に基づいて、対物レンズ 1 3 の焦点引き込み動作の際と焦点追従動作の際とで、主ビーム電気信号と第 1 及び第 2 の副ビーム電気信号との組み合わせが切り替えられて演算処理が行われる。また、対物レンズ 1 3 の焦点追従動作の際に、第 1 又は第 2 の光記録媒体 1 5 a、1 5 b に応じて、誤差信号検出部 3 1 では、制御信号 C S に基づいて、主ビーム電気信号と第 1 及び第 2 の副ビーム電気信号との組み合わせが切り替えられて演算処理が行われる。

【 0 0 6 1 】

図 4 は誤差信号検出部 3 1 に備えられた F E S 検出回路を示している。F E S 検出回路は受光素子 2 5 a、2 5 b から出力された第 1 及び第 2 の副ビーム電気信号を用いて第 1 の焦点誤差予備信号 P F E S 1 を検出する第 1 の焦点誤差予備信号検出部 3 3 と、受光素子 2 3 から出力された主ビーム電気信号を用いて第 2 の焦点誤差予備信号 P F E S 2 を検出する第 2 の焦点誤差予備信号検出部 4 1 と、第 1 及び第 2 の焦点誤差予備信号 P F E S 1、P F E S 2 を用いて第 3 の焦点誤差予備信号 P F E S 3 を検出する第 3 の焦点誤差予備信号検出部 4 9 とを有している。さらに、F E S 検出回路は制御信号 C S に基づいてスイッチングが制御されるスイッチ 5 0 を有している。スイッチ 5 0 は対物レンズ 1 3 の焦点引き込み動作の際には、第 2 の焦点誤差予備信号 P F E S 2 を選択するように制御される。また、スイッチ 5 0 は、焦点引き込み動作終了後の対物レンズ 1 3 の焦点追従動作の際には、第 1 の光記録媒体 1 5 a では、第 1 の焦点誤差予備信号 P F E S 1 を F E S として選択し、第 2 の光記録媒体 1 5 b では、第 2 又は第 3 の焦点誤差予備信号 P F E S 2、P F E S 3 を F E S として選択するように制御される

【 0 0 6 2 】

第 1 の焦点誤差予備信号検出部 3 3 は第 1 及び第 2 の加算部 3 5、3 7 と第 1 の差動演算部 3 9 とを有している。第 1 の加算部 3 5 は 3 つの加算部 3 5 a、3 5 b、3 5 c を有

10

20

30

40

50

している。加算部 3 5 a、3 5 b、3 5 c は 2 入力 1 出力の回路構成を有している。加算部 3 5 a の 2 つの入力端子 (+) は受光素子 2 5 a の受光領域 E 1、G 1 に 1 つずつ接続されている。加算部 3 5 a の出力端子は加算部 3 5 c の一方の入力端子 (+) に接続されている。加算部 3 5 b の 2 つの入力端子 (+) は受光素子 2 5 b の受光領域 E 2、G 2 に 1 つずつ接続されている。加算部 3 5 b の出力端子は加算部 3 5 c の他方の入力端子 (+) に接続されている。加算部 3 5 c の出力端子は第 1 の差動演算部 3 9 の非反転入力端子 (+) に接続されている。

【0063】

第 1 の加算部 3 5 は受光素子 2 5 a の対角に位置する受光領域 E 1、G 1 (一方の対) と受光素子 2 5 b の受光領域 E 2、G 2 (一方の対) とから出力された第 1 及び第 2 の副ビーム電気信号を加算するように機能する。第 1 の加算部 3 5 から出力される第 1 の副ビーム加算信号は以下のように表すことができる。

$$E 1 + G 1 + E 2 + G 2 = E + G \quad \cdots (1)$$

但し、式 (1) において、 $E 1 + E 2 = E$ とし、 $G 1 + G 2 = G$ としている。

【0064】

第 2 の加算部 3 7 は 3 つの加算部 3 7 a、3 7 b、3 7 c を有している。加算部 3 7 a、3 7 b、3 7 c は 2 入力 1 出力の回路構成を有している。加算部 3 7 a の 2 つの入力端子 (+) は受光素子 2 5 a の受光領域 F 1、H 1 に 1 つずつ接続されている。加算部 3 7 a の出力端子は加算部 3 7 c の一方の入力端子 (+) に接続されている。加算部 3 7 b の 2 つの入力端子 (+) は受光素子 2 5 b の受光領域 F 2、H 2 に 1 つずつ接続されている。加算部 3 7 b の出力端子は加算部 3 7 c の他方の入力端子 (+) に接続されている。加算部 3 7 c の出力端子は第 1 の差動演算部 3 9 の反転入力端子 (-) に接続されている。

【0065】

第 2 の加算部 3 7 は受光素子 2 5 a の対角に位置する受光領域 F 1、H 1 (他方の対) と受光素子 2 5 b の受光領域 F 2、H 2 (他方の対) とから出力された第 1 及び第 2 の副ビーム電気信号を加算するように機能する。第 2 の加算部 3 7 から出力される第 2 の副ビーム加算信号は以下のように表すことができる。

$$F 1 + H 1 + F 2 + H 2 = F + H \quad \cdots (2)$$

但し、式 (2) において、 $F 1 + F 2 = F$ とし、 $H 1 + H 2 = H$ としている。

【0066】

第 1 の差動演算部 3 9 も同様に、2 入力 1 出力の回路構成を有している。第 1 の差動演算部 3 9 は第 1 及び第 2 の加算部 3 5、3 7 からそれぞれ出力された電気信号 $E + G$ 、 $F + H$ を差動演算するように機能する。第 1 の差動演算部 3 9 から出力される第 1 の焦点誤差予備信号 P F E S 1 は以下のように表すことができる。

$$P F E S 1 = (E + G) - (F + H) \quad \cdots (3)$$

【0067】

後程詳述するが、主ビーム 2 7 と ± 1 次の副ビーム 2 9 a、2 9 b のスポット間隔 B P が物理的トラックピッチの略 1 / 4 倍となる第 1 の光記録媒体 1 5 a からの反射光を受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b で受光した際には、トラッククロス信号が減衰された第 1 の焦点誤差予備信号 P F E S 1 が第 1 の焦点誤差予備信号検出部 3 3 (第 1 の差動演算部 3 9) から出力される。一方、両ビーム 2 7、2 9 a、2 9 b のスポット間隔が物理的トラックピッチの略 1 / 2 倍となる第 2 の光記録媒体 1 5 b からの反射光を受光素子 2 3、2 5 a、2 5 b で受光した際には、トラッククロス信号が減衰されていない第 1 の焦点誤差予備信号 P F E S 1 が第 1 の焦点誤差予備信号検出部 3 3 から出力される。

【0068】

第 2 の焦点誤差予備信号検出部 4 1 は第 3 及び第 4 の加算部 4 3、4 5 と第 2 の差動演算部 4 7 を有している。第 3 の加算部 4 3 は 2 入力 1 出力の回路構成を有している。第 3 の加算部 4 3 の 2 つの入力端子 (+) は受光素子 2 3 の受光領域 A、C に 1 つずつ接続されている。第 3 の加算部 4 3 の出力端子は第 2 の差動演算部 4 7 の非反転入力端子 (+) に接続されている。第 3 の加算部 4 3 は受光素子 2 3 の対角に位置する受光領域 A、C (

10

20

30

40

50

一方の対)から出力された主ビーム電気信号を加算するように機能する。第3の加算部43から出力される第1の主ビーム加算信号は以下のように表すことができる。

$$A + C \quad \dots (4)$$

【0069】

第4の加算部45も同様に、2入力1出力の回路構成を有している。第4の加算部45の2つの入力端子(+)は受光素子23の受光領域B、Dに1つずつ接続されている。第4の加算部45の出力端子は第2の差動演算部47の反転入力端子(-)に接続されている。第4の加算部45は受光素子23の対角に位置する受光領域B、D(他方の対)から出力された主ビーム電気信号を加算するように機能する。第4の加算部45から出力される第2の主ビーム加算信号は以下のように表すことができる。

$$B + D \quad \dots (5)$$

【0070】

第2の差動演算部47も同様に2入力1出力の回路構成を有している。第2の差動演算部47は第3及び第4の加算部43、45からそれぞれ出力された第1及び第2の主ビーム加算信号A+C、B+Dを差動演算するように機能する。従って、第2の差動演算部47から出力される第2の焦点誤差予備信号PFES2は以下のように表すことができる。

$$PFES2 = (A + C) - (B + D) \quad \dots (6)$$

式(6)は従来の特許差法に用いられる演算式と同様である。従って、第2の焦点誤差予備信号検出部41は従来の特許差法によるFES検出と同等の機能を発揮する。

【0071】

第3の焦点誤差予備信号検出部49は焦点誤差予備信号加算部51と信号増幅部53とを有している。信号増幅部53の入力端子は第1の差動演算部39の出力端子に接続され、出力端子は焦点誤差予備信号加算部51の一方の入力端子(+)に接続されている。信号増幅部53は第1の焦点誤差予備信号PFES1をk1倍に増幅する機能を有している。信号増幅部53から出力される電気信号は以下のように表すことができる。

$$k1 \times \{ (E + G) - (F + H) \} \quad \dots (7)$$

なお、係数k1は正負のいずれも取り得る係数である。

【0072】

焦点誤差予備信号加算部51の他方の入力端子(+)には第2の差動演算部47の出力端子が接続されている。焦点誤差予備信号加算部51は信号増幅部53でk1倍に増幅されて出力された第1の焦点誤差予備信号PFES1と、第2の差動演算部47から出力された第2の焦点誤差予備信号PFES2とを加算するように機能する。焦点誤差予備信号加算部51から出力される第3の焦点誤差予備信号PFES3は以下のように表すことができる。

$$PFES3 = \{ (A + C) - (B + D) \} + k1 \times \{ (E + G) - (F + H) \} \quad \dots (8)$$

【0073】

式(8)は従来の特許差法に用いられる演算式と同様である。従って、第3の焦点誤差予備信号検出部49は従来の特許差法によるFES検出と同等の機能を発揮する。主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bに混入するトラッククロス信号成分は互いに逆位相である。このため、式(8)に示すように、±1次の副ビーム29a、29bを所定の値k1倍して主ビーム27に加算することにより、トラッククロス信号成分が減衰されたPFES3を生成することができる。

【0074】

スイッチ50は3入力1出力の回路構成を有している。スイッチ50の3つの入力端子には、第1の焦点誤差予備信号検出部33(第1の差動演算部39)の出力端子、第2の焦点誤差予備信号検出部41(第2の差動演算部47)の出力端子及び第3の焦点誤差予備信号検出部49(焦点誤差予備信号加算部51)の出力端子が1つずつ接続されている。スイッチ50は対物レンズ13の焦点引き込み動作の際には、第2の焦点誤差予備信号PFES2を選択するように制御される。また、焦点引き込み動作終了後の対物レンズ1

10

20

30

40

50

3の焦点位置制御等の焦点追従動作の際には、スイッチ50はFESとして、第1の光記録媒体15aでは、第1の焦点誤差予備信号PFES1を選択し、第2の光記録媒体15bでは、例えば、第3の焦点誤差予備信号PFES3を選択するように制御される。誤差信号検出部31では、光記録媒体15の物理的トラックピッチに応じて、スイッチ50が切り替えられて、第1の焦点誤差予備信号PFES1又は第3の焦点誤差予備信号PFES3のいずれかがFESとして検出される。

【0075】

このように、誤差信号検出部31は、第1の光記録媒体15aからの反射光を受光素子23、25a、25bで受光した際には、トラッククロス信号が減衰された第1の焦点誤差予備信号PFES1をFESとして検出し、第2の光記録媒体15bからの反射光を受光素子23、25a、25bで受光した際には、トラッククロス信号が減衰した第3の焦点誤差予備信号PFES3をFESとして検出できる。従って、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は第1及び第2の光記録媒体15a、15bのいずれであっても、トラッククロス信号が減衰したFESを検出することができる。

10

【0076】

第2の光記録媒体15bでは、誤差信号検出部31のスイッチ50は第3の焦点誤差予備信号PFES3に代えて、第2の焦点誤差予備信号PFES2をFESとして検出するように制御されてもよい。第2の焦点誤差予備信号PFES2は第3の焦点誤差予備信号PFES3に比べてトラッククロス信号が混入し易い欠点を有している。しかし、誤差信号検出部31には第3の焦点誤差予備信号検出部49が不要になるので、光ヘッド1の低コスト化を図ることができる点において有効である。

20

【0077】

図5は誤差信号検出部31に備えられたTES検出回路を示している。本実施の形態のTES検出には差動プッシュプル法が用いられている。また、当該TES検出回路は第1及び第2の光記録媒体15a、15bに共通に用いられる。図5に示すように、TES検出回路は受光素子25a、25bから出力された第1及び第2の副ビーム電気信号を用いて第1のトラッキング誤差予備信号を検出する第1のトラッキング誤差予備信号検出部55と、受光素子23から出力された主ビーム電気信号を用いて第2のトラッキング誤差予備信号を検出する第2のトラッキング誤差予備信号検出部63と、第1及び第2のトラッキング誤差予備信号を用いてTESを生成するTES生成部71を有している。

30

【0078】

第1のトラッキング誤差予備信号検出部55は第1及び第2の差動演算部57、59と第1の加算部61を有している。第1の差動演算部57は加算部57a、57bと差動部57cとを有している。加算部57a、57b及び差動部57cは2入力1出力の回路構成を有している。加算部57aの2つの入力端子(+)は受光素子25aの受光領域E1、H1に1つずつ接続されている。加算部57aの出力端子は差動部57cの非反転入力端子(+)に接続されている。加算部57bの2つの入力端子(+)は受光素子25aの受光領域F1、G1に1つずつ接続されている。加算部57bの出力端子は差動部57cの反転入力端子(-)に接続されている。差動部57cの出力端子は第1の加算部61の一方の入力端子(+)に接続されている。

40

【0079】

第1の差動演算部57は受光素子25aの分割線26で分割された受光領域E1、H1と受光領域F1、G1のそれぞれから出力された第1の副ビーム電気信号を差動演算するように機能する。第1の差動演算部57から出力される電気信号は以下のように表すことができる。

$$(E1 + H1) - (F1 + G1) \quad \dots (9)$$

【0080】

第2の差動演算部59は加算部59a、59bと差動部59cとを有している。加算部59a、59b及び差動部59cは2入力1出力の回路構成を有している。加算部59aの2つの入力端子(+)は受光素子25bの受光領域E2、H2に1つずつ接続されてい

50

る。加算部 59a の出力端子は差動部 59c の非反転入力端子 (+) に接続されている。加算部 59b の 2 つの入力端子 (+) は受光素子 25b の受光領域 F2、G2 に 1 つずつ接続されている。加算部 59b の出力端子は差動部 59c の反転入力端子 (-) に接続されている。差動部 59c の出力端子は第 1 の加算部 61 の他方の入力端子 (+) に接続されている。

【0081】

第 2 の差動演算部 59 は受光素子 25b の分割線 28 で分割された受光領域 E2、H2 と受光領域 F2、G2 のそれぞれから出力された第 2 の副ビーム電気信号を差動演算するように機能する。第 2 の差動演算部 59 から出力される電気信号は以下のように表すことができる。

$$(E2 + H2) - (F2 + G2) \cdots (10)$$

10

【0082】

第 1 の加算部 61 も同様に 2 入力 1 出力の回路構成を有している。第 1 の加算部 61 は第 1 及び第 2 の差動演算部 57、59 からそれぞれ出力された電気信号 (E1 + H1) - (F1 + G1)、(E2 + H2) - (F2 + G2) を加算するように機能する。従って、第 1 の加算部 61 から出力される第 1 のトラッキング誤差予備信号 P T E S 1 は以下のように表すことができる。

$$P T E S 1 = \{ (E1 + H1) - (F1 + G1) \} + \{ (E2 + H2) - (F2 + G2) \} = (E + H) - (F + G) \cdots (11)$$

但し、式 (11) において、E1 + E2 = E とし、F1 + F2 = F とし、G1 + G2 = G とし、H1 + H2 = H としている。

20

【0083】

第 2 のトラッキング誤差予備信号検出部 63 は第 2 及び第 3 の加算部 65、67 と、第 3 の差動演算部 69 とを有している。第 2 及び第 3 の加算部 65、67 と第 3 の差動演算部 69 は 2 入力 1 出力の回路構成を有している。第 2 の加算部 65 の 2 つの入力端子 (+) は受光領域 A、D に 1 つずつ接続されている。第 2 の加算部 65 の出力端子は第 3 の差動演算部 69 の非反転入力端子 (+) に接続されている。第 2 の加算部 65 は受光素子 23 の分割線 24 で分割された一方側の受光領域 A、D から出力された主ビーム電気信号を加算するように機能する。第 2 の加算部 65 から出力される電気信号は以下のように表すことができる。

$$A + D \cdots (12)$$

30

【0084】

第 3 の加算部 67 の 2 つの入力端子 (+) は受光領域 B、C に 1 つずつ接続されている。第 3 の加算部 67 の出力端子は第 3 の差動演算部 69 の反転入力端子 (-) に接続されている。第 3 の加算部 67 は受光素子 23 の分割線 24 で分割された他方側の受光領域 B、C から出力された主ビーム電気信号を加算するように機能する。第 3 の加算部 67 から出力される電気信号は以下のように表すことができる。

$$B + C \cdots (13)$$

【0085】

第 3 の差動演算部 69 は第 2 及び第 3 の加算部 65、67 からそれぞれ出力された電気信号 A + D、B + C を差動演算するように機能する。第 3 の差動演算部 69 から出力される第 2 のトラッキング誤差予備信号 P T E S 2 は以下のように表すことができる。

$$P T E S 2 = (A + D) - (B + C) \cdots (14)$$

40

式 (14) は従来 of プッシュプル法に用いられる演算式と同様である。従って、第 2 のトラッキング誤差予備信号検出部 63 は従来 of プッシュプル法による T E S 検出と同様の機能を発揮する。

【0086】

T E S 生成部 71 は第 4 の差動演算部 73 と信号増幅部 75 とを有している。信号増幅部 75 の入力端子は第 1 の加算部 61 の出力端子に接続され、出力端子は第 4 の差動演算部 73 の反転入力端子 (-) に接続されている。信号増幅部 75 は第 1 のトラッキング誤

50

差予備信号 P T E S 1 を k_2 倍に増幅する機能を有している。信号増幅部 75 から出力される電気信号は以下のように表すことができる。

$$k_2 \times \{ (E + H) - (F + G) \} \cdots (15)$$

なお、係数 k_2 は正負のいずれも取り得る係数である。

【0087】

第4の差動演算部73の非反転入力端子(+)には第3の差動演算部69の出力端子が接続されている。第4の差動演算部73は信号増幅部75から出力された電気信号と第3の差動演算部69から出力された第2のトラッキング誤差予備信号 P T E S 2 とを差動演算するように機能する。従って、第3の差動演算部69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。

10

$$T E S = \{ (A + D) - (B + C) \} - k_2 \times \{ (E + H) - (F + G) \} \cdots (16)$$

【0088】

式(16)は従来の差動プッシュプル法に用いられる演算式と同様である。従って、本実施の形態の T E S 検出回路は従来の差動プッシュプル法による T E S 検出と同様の機能を発揮する。係数 k_2 を最適な値に設定することにより、対物レンズ13のラジアル方向への変位によって T E S に生じる直流オフセット成分を効果的に除去できる。この点において、差動プッシュプル法は有効な方法である。当該 T E S 検出回路に差動プッシュプル法を用いずに、第2のトラッキング誤差予備信号検出部63のみによるプッシュプル法を用いてもよい。プッシュプル法は直流オフセット成分を除去し難い欠点を有しているが、回路構成が簡単で、光記録再生装置150の低コスト化を図ることができる点において有効である。

20

【0089】

次に、光記録媒体15の情報記録面での主ビームと±1次の副ビームとのラジアル方向のスポット間隔 B P の最適化について図6乃至図10を用いて説明する。図6は、未記録状態の D V D - R A M の情報記録面に主ビーム及び±1次の副ビームが合焦している際の F E S の信号波形を示している。図6(a)は主ビームのみを用いた非点収差法による F E S の信号波形を示している。図6(b)は主ビーム及び副ビームを用いた差動非点収差法による F E S の信号波形を示している。図6(a)及び図6(b)の横軸は時間を表し、縦軸は振幅を表している。

30

【0090】

図6(a)及び図6(b)に示す F E S を得るための受光部は、図3に示す受光素子23、25a、25bと同様に、主ビーム用と±1次の副ビーム用の3つの受光素子を有している。各受光素子は隣接してマトリクス状に配置された4つの受光領域を有している。また、主ビーム及び±1次の副ビームは各受光素子の受光領域の中心部にそれぞれ結像している。非点収差法による F E S は、式(6)に示す演算を行うことにより得られる。また、差動非点収差法による F E S は、式(8)に示す演算を行うことにより得られる。

【0091】

非点収差法は検出回路の構造が簡単であるため、従来より広く用いられている。しかし、図6(a)に示すように、非点収差法による F E S は信号振幅が比較的大きくなる。F E S の信号振幅が大きくなるのは、対物レンズを介して光ビームが光記録媒体のトラックの段差を横切る際に発生するトラッククロス信号が F E S に多く含まれてしまうからである。非点収差法はトラッククロス信号が F E S に多く含まれるという欠点を有している。D V D 媒体の中でも物理的トラックピッチの広い D V D - R A M においては、トラッククロス信号の F E S への混入が顕著である。

40

【0092】

図6(b)に示すように、差動非点収差法による F E S の信号振幅は比較的小さく、トラッククロス信号の F E S への混入はほとんど見られない。差動非点収差法は、トラッククロス信号成分が混入した主ビームの非点収差信号に、当該トラッククロス信号成分と逆位相のトラッククロス信号成分が混入した副ビームの非点収差信号を加算して、両ビーム

50

に混入したトラッククロス信号成分のみを相殺して除去することができる。但し、差動非点収差法では、ラジアル方向における主ビームと副ビームとのスポット間隔を物理的トラックピッチの略 1 / 2 に設定する必要がある。

【 0 0 9 3 】

図 7 は受光素子 2 3 に集光された主ビーム 2 7 の状態を示している。図 7 (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 7 (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 DVD - RAM のトラックの接線方向を示し、上下方向の矢印 R は DVD - RAM のラジアル方向を示している。DVD - RAM 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 7 (a) 及び図 (b) に示すように、DVD - RAM 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 7 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 9 4 】

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 7 (a) 及び図 7 (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、2 7 c の強度が異なり、例えば + 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 (6) に示す演算により F E S が得られる非点収差法では、図 6 (a) に示すように、F E S が一定になり難い。このように、非点収差法を用いて F E S を検出すると、当該 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 9 5 】

図 8 は、主ビームと副ビームに混入するトラッククロス信号の様子をスカラ回折理論を用いて算出したシミュレーション結果を示している。横軸は光記録媒体のラジアル方向の位置 (μm) を表し、縦軸はトラッククロス信号の振幅 (任意単位) を表している。図中 印を結ぶ曲線は、主ビームに混入するトラッククロス信号を示している。図中 印を結ぶ曲線は、ラジアル方向における、主ビームと ± 1 次の副ビームとのスポット間隔が物理的トラックピッチの 0 . 1 3 5 倍の際に副ビームに混入するトラッククロス信号を示し、図中 印を結ぶ曲線は、ラジアル方向における、主ビームと ± 1 次の副ビームとのスポット間隔が物理的トラックピッチの 0 . 2 7 0 倍の際に副ビームに混入するトラッククロス信号を示し、図中 × 印を結ぶ曲線は、ラジアル方向における、主ビームと ± 1 次の副ビームとのスポット間隔が物理的トラックピッチの 0 . 4 0 5 倍の際に副ビームに混入するトラッククロス信号を示し、図中 * 印を結ぶ曲線は、ラジアル方向における、主ビームと ± 1 次の副ビームとのスポット間隔が物理的トラックピッチの 0 . 5 4 1 倍の際に副ビームに混入するトラッククロス信号を示している。副ビームに混入されるトラッククロス信号は ± 1 次の副ビームに混入されるトラッククロス信号を加算して算出されている。

30

40

【 0 0 9 6 】

± 1 次の副ビームに混入されるトラッククロス信号を加算することにより、主ビームに混入するトラッククロス信号と副ビームに混入するトラッククロス信号の位相差は、主ビームと副ビームとのスポット間隔に依存せず、常に 0 度か 1 8 0 度 (即ち、同位相または逆位相) となる。主ビーム及び副ビームにそれぞれ混入するトラッククロス信号の位相差が同位相から逆位相に変わる臨界位置において、副ビームへのトラッククロス信号の混入はほとんどなくなる。

【 0 0 9 7 】

50

図9は、光記録媒体のラジアル方向における、主ビームと副ビームとのスポット間隔に対する副ビーム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。横軸は主ビームと副ビームとのスポット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9の図中に破線で示す縦線は、主ビームと±1次の副ビームとのスポット間隔 $BP = 0.37 \mu\text{m}$ とした場合の、DVD-RAMにおける物理的トラックピッチと、スポット間隔BPとの比を示している。

【0098】

図9に示すように、副ビームに混入するトラッククロス信号は主ビームと副ビームとのスポット間隔が物理的トラックピッチの1/2倍になると最大となり、1/4倍となると0になる。本実施の形態による光ヘッド1では、副ビームに混入するトラッククロス信号の当該特性を利用している。

10

【0099】

図10は、DVD-RAM及びDVD±R/RWの物理的トラックピッチと、差動非点収差法の際の主ビームと副ビームとのスポット間隔の最適値を示している。図10(a)は、主ビームと副ビームとのスポット間隔をDVD±R/RWの最適値に調整した例を示している。図10(b)は、本実施の形態による光ヘッド1での主ビームと副ビームとのスポット間隔に調整した例を示している。図10(a)に示すように、主ビームと副ビームとのスポット間隔を $0.37 \mu\text{m}$ にすると、当該スポット間隔はDVD±R/RWでは、物理的トラックピッチの0.5(=1/2)倍になるので、差動非点収差法を用いればトラッククロス信号が除去されたFESを検出することができる。しかし、当該スポット間隔はDVD-RAMでは、図9に破線で示すように、物理的トラックピッチの0.3倍になるので、差動非点収差法を用いてもFES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。

20

【0100】

本実施の形態による光ヘッド1は、主ビームと副ビームとのスポット間隔BPが物理的トラックピッチの相対的に広いDVD-RAMの物理的トラックピッチP1に対して略1/4倍となるように調整され、具体的には、図10(b)に示すように、 $0.307 \mu\text{m}$ に調整されている。当該スポット間隔BPはDVD-RAMの物理的トラックピッチP1に対して、 $0.307 \mu\text{m} / 1.23 \mu\text{m} = 0.25$ になる。従って、図9に示すように、DVD-RAMでは、±1次の副ビームの演算により非点収差信号を生成すると、副ビームに含まれるトラッククロス信号成分をほぼ0に抑えることができる。

30

【0101】

一方、当該スポット間隔BPはDVD±R/RWの物理的トラックピッチに対して、 $0.307 \mu\text{m} / 0.74 \mu\text{m} = 0.42$ になり、略1/2に相当する。図9に示すように、この場合に±1次の副ビームに含まれるトラッククロス信号の振幅は約0.65であり、最大振幅0.75の約87%に相当する。このように、±1次の副ビームにはトラッククロス信号が比較的多く混入されている。このため、当該スポット間隔はトラッククロス信号振幅の大きい差動非点収差信号の生成に適している。主ビームと副ビームとのスポット間隔BPをDVD-RAMの物理的トラックピッチP1の略1/4倍且つDVD±R/RWの物理的トラックピッチP2の略1/2倍となるように設定して、DVD-RAMのFES検出には±1次の副ビームによる差動非点収差法を用い、DVD±R/RW用のFES検出には主ビームと±1次の副ビームを用いる差動非点収差法を用いれば、物理的トラックピッチの異なる2種類の光記録媒体のいずれについても、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。

40

【0102】

図2に示すように、光ヘッド1では、光記録媒体15の情報記録面上に集光する主ビーム27と±1次の副ビーム29a、29bとのラジアル方向のスポット間隔BPが第1の光記録媒体15aの物理的トラックピッチP1の略1/4倍になり、且つ第2の光記録媒体15bの物理的トラックピッチP2の略1/2倍となるように調整されている。さらに、誤差信号検出部31は、光記録媒体15の物理的トラックピッチの長さに応じて、±1

50

次の副ビーム 29 a、29 b を用いる差動非点収差法と、主ビーム 27 と ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b を用いる差動非点収差法とを切り替えることができる。従って、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 は物理的トラックピッチの異なる 2 種類の光記録媒体 15 のいずれについても、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。

【0103】

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 及び図 3 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 29 a、29 b 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 29 a、29 b 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 29 a、29 b 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

【0104】

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 29 a、29 b 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 29 a、29 b となる。この円偏光の主ビーム 27 及び ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b 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、主ビーム 27 と ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b とのラジアル方向のスポット間隔は約 0 . 307 μ m となり、± 1 次の副ビーム 29 a、29 b のラジアル方向のスポット間隔は 0 . 614 μ m となる。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 29 a、29 b 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 29 a、29 b 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 29 a、29 b 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

【0105】

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 29 a、29 b 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、25 a、25 b 上にそれぞれ集光する。受光素子 23、25 a、25 b でそれぞれ受光された主ビーム 27 及び ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b は主ビーム電気信号及び第 1 並びに第 2 の副ビーム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、主ビーム電気信号及び第 1 並びに第 2 の副ビーム電気信号から第 1 及び第 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 F E S を検出する。さらに、誤差信号検出部 31 は、主ビーム電気信号及び第 1 並びに第 2 の副ビーム電気信号から T E S を検出する。

40

【0106】

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。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 29 a、29 b とに分割する。次に、図 1 及び図 2 に示すように、対物レンズ 13 を介して光記録媒体 15 に集光させた主ビーム 27 と ± 1 次の副ビーム 29 a、29 b のラジアル方向のスポット間隔 B P が 0 . 307 μ m となるように調整する。スポット間隔 B P 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。

【0107】

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

50

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、主ビーム電気信号が受光素子 23 から誤差信号検出部 31 に出力され、第 1 及び第 2 の副ビーム電気信号が ±1 次の副ビーム 29 a、29 b から誤差信号検出部 31 に出力される。

【0108】

次に、焦点位置の制御が可能な範囲に対物レンズ 13 を引き込む焦点引き込み動作を行う。焦点引き込み動作の際は、第 1 及び第 2 の光記録媒体 15 a、15 b のいずれであっても、第 2 の焦点誤差予備信号検出部 41 の出力端子がスイッチ 50 の出力端子に接続されるように、スイッチ 50 は切り替えられる。このため、焦点引き込み動作時には、誤差信号検出部 31 は FES として第 2 の焦点誤差予備信号 PFES2 を検出する。これにより、セカンドゼロクロス信号が重畳されていない FES によって、対物レンズ 13 の焦点引き込み動作を行うことができる。

10

【0109】

焦点引き込み動作が終了すると、次に、対物レンズ 13 の焦点追従制御として、例えば焦点位置制御（焦点位置合わせ）が行われる。誤差信号検出部 31 では、主ビーム電気信号と第 1 及び第 2 の副ビーム電気信号とを用いて、第 1 の焦点誤差予備信号検出部 33、第 2 の焦点誤差予備信号検出部 41 及び第 3 の焦点誤差予備信号検出部 49 により、式 (1) 乃至式 (8) に示す各演算処理が行われる。光記録媒体 15 として第 1 の光記録媒体 15 a が配置されている場合には、第 1 の焦点誤差予備信号検出部 33 の出力端子がスイッチ 50 の出力端子に接続されるように、スイッチ 50 は切り替えられる。第 1 の光記録媒体 15 a では、トラッククロス信号の減衰した第 1 の焦点誤差予備信号 PFES1 が第 1 の焦点誤差予備信号検出部 33 から出力される。従って、トラッククロス信号の減衰した FES を誤差信号検出部 31 で検出できる。

20

【0110】

一方、光記録媒体 15 として第 2 の光記録媒体 15 b が配置されている場合には、第 3 の焦点誤差予備信号検出部 49 の出力端子がスイッチ 50 の出力端子に接続されるようにスイッチ 50 は切り替えられる。第 2 の光記録媒体 15 b では、トラッククロス信号の減衰した第 3 の焦点誤差予備信号 PFES3 が第 3 の焦点誤差予備信号検出部 49 から出力される。従って、トラッククロス信号の減衰した FES を誤差信号検出部 31 で検出できる。

30

【0111】

以上説明したように、本実施の形態による光ヘッド 1 では、光記録媒体 15 の情報記録面上に集光する主ビーム 27 と ±1 次の副ビーム 29 a、29 b とのラジアル方向のスポット間隔 BP が第 1 の光記録媒体 15 a の物理的トラックピッチ P1 の略 1/4 倍になり、且つ第 2 の光記録媒体 15 b の物理的トラックピッチ P2 の略 1/2 倍になるように調整されている。誤差信号検出部 31 は第 1 の光記録媒体 15 a では ±1 次の副ビーム 29 a、29 b のみにより得られた FES を検出し、第 2 の光記録媒体 15 b では主ビーム 27 と ±1 次の副ビーム 29 a、29 b とを用いる従来と同様の差動非点収差法で得られた FES を検出するように切り替えることができる。これにより、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 は光記録媒体 15 の物理的トラックピッチの長さによらず、トラッククロス信号が減衰した FES を検出することができる。

40

【0112】

さらに、誤差信号検出部 31 は第 1 及び第 2 の光記録媒体 15 a、15 b のいずれであっても、対物レンズ 13 の焦点引き込み動作の際には、FES として第 2 の焦点誤差予備信号 PFES2 を検出することができる。従って、光ヘッド 1 はセカンドゼロクロス信号が重畳されていない FES によって、対物レンズ 13 の焦点引き込みを行うことができる。これにより、第 1 又は第 2 の光記録媒体 15 a、15 b の情報記録面に主ビーム 27 及び ±1 次の副ビーム 29 a、29 b の焦点を正しく引き込むことができる。

【0113】

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

50

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。

【0114】

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。

【0115】

これら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。

【0116】

〔第2の実施の形態〕

次に、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記録再生装置について図12乃至図14を用いて説明する。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用いる点に特徴を有している。本実施の形態による光ヘッド1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。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の実施の形態による光記録再生装置150の構成と同様であるため説明は省略する。

【0117】

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。図12は、第1の光記録媒体15aの情報記録面に主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bが集光された状態を模式的に示している。図中の左右方向の矢印Rは第1の光記録媒体15aの半径(ラジアル)方向を示し、上下方向の矢印Tは第1の光記録媒体15aのトラックの接線方向を示している。

【0118】

図12に示すように、特殊回折格子を用いることにより、第1の光記録媒体15a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29a、29bのスポット径の長さD2をラジアル方向の主ビーム27のスポット径の長さD1より長くすることができる。特殊回折格子は、 $D2/D1 = 2.5$ となるように格子パターンが形成されている。±1次の副ビーム29a、29bのスポット形状は円形である必要はなく、ラジアル方向のスポット径の長さD2が同方向の主ビームのスポット径の長さD1の2.5倍以上であれば、楕円形等であってもよい。

10

20

30

40

50

【0119】

±1次の副ビーム29a、29bのラジアル方向の長さD2を長くすると、±1次の副ビーム29a、29b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、第1の光記録媒体15aで反射した±1次の副ビーム29a、29bを受光素子25a、25bで受光し、受光素子25a、25bから出力された第1及び第2の副ビーム電気信号を図4に示す第1の焦点誤差予備信号検出部33を用いて、上記第1の実施の形態の光ヘッド1と同様の演算処理を行う。これにより、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。

【0120】

図13は、特殊回折格子を有する光ヘッドにおいて、DVD-RAM(第1の光記録媒体15a)からの反射光に基づいて、非点収差法により得られたFESの実測結果を示している。横軸は時間を示し、縦軸は振幅を示している。図中にAで示す曲線は、主ビーム27のみを用いて得られたFESの波形を示し、図中にBで示す曲線は±1次の副ビーム29a、29bのみを用いて得られたFESの波形を示している。

【0121】

図13に示すように、±1次の副ビーム29a、29bによるFESの波形Bは主ビーム27によるFESの波形Aに比べて振幅が小さく、±1次の副ビーム29a、29bによるFESへのトラッククロス信号の混入が顕著に少ないことがわかる。

【0122】

図14は、交差する2本の分割線により受光領域が4分割された受光素子の受光光を用いて各種差動演算を行い、これにより得られたトラッククロス信号成分の振幅を示している。横軸は差動演算方法の種類を表し、縦軸はトラッククロス信号振幅(mV)を表している。図中印は、光ヘッドAでの主ビームAを用いて演算したトラッククロス信号振幅を示し、図中印は、光ヘッドAとは別の光ヘッドBでの主ビームBを用いて演算したトラッククロス信号振幅を示し、図中印は、光ヘッドAでの副ビームを用いて演算したトラッククロス信号振幅を示し、図中x印は、特殊回折格子を有する本実施の形態の光ヘッドにおいて、副ビームを用いて演算したトラッククロス信号振幅を示している。なお、タンジェンシャルプッシュプル法とは、トラック接線方向に直交する受光領域の分割線を対称軸として差動演算する方法をいう。例えば図3において、タンジェンシャルプッシュプル法では、分割線24'を対称軸として、 $(A+B)-(C+D)$ によりトラッククロス信号振幅が求められる。

【0123】

図14に示すように、図中印、印及び印で示す主ビームA、B及び副ビームでは、受光領域に集光される光ビームスポットの非対称性等の影響により、演算方法毎にトラッククロス信号振幅が大きく異なる。これに対して、特殊回折素子を用いると、副ビームに含まれるトラッククロス信号成分が除去されるので、演算方法に関わらずトラッククロス信号振幅は略一定である。さらに、特殊回折素子を用いた副ビームは図中印、印及び印で示す主ビームA、B及び副ビームに比べてトラッククロス信号振幅が小さくなっている。

【0124】

以上説明したように、本実施の形態による光ヘッドは第1の光記録媒体15aのラジアル方向の±1次の副ビーム29a、29bのスポット径の長さD2を同方向の主ビーム27のスポット径の長さD1の2.5倍以上にすることにより、±1次の副ビーム29a、29bに含まれるトラッククロス信号成分を除去することができる。これにより、±1次の副ビーム29a、29bに基づく第1及び第2の副ビーム電気信号を差動演算処理することにより、トラッククロス信号が極めて減衰されたFESを検出することができる。

【0125】

また、本実施の形態による光ヘッドは±1次の副ビーム29a、29bに含まれるトラッククロス信号成分を除去するため、第1の光記録媒体15aのみならず、DVD±R/

10

20

30

40

50

RWやDVD-ROM等の第2の光記録媒体15bであっても、±1次の副ビーム29a、29bに基づいてトラッククロス信号が極めて減衰されたFESを検出することができる。

【0126】

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23、25a、25b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23、25a、25b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、上記実施の形態と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0127】

【図1】本発明の第1の実施の形態による光ヘッド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ヘッド1に用いる光記録媒体15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3】本発明の第1の実施の形態による光ヘッド1の受光素子23、25a、25bの受光部の構成と、受光素子23、25a、25bと誤差信号検出部31との接続状態を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態による光記録再生装置150の誤差信号検出部31に備えられたFES検出回路を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態による光記録再生装置150の誤差信号検出部31に備えられたTES検出回路を示す図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態による光ヘッド1の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bのスポット間隔の最適化について説明するための図であって、未記録状態のDVD-RAMの情報記録面に主ビーム及び±1次の副ビームが合焦している際のFESの信号波形を示す図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態による光ヘッド1の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bのスポット間隔の最適化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ヘッド1の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bのスポット間隔の最適化について説明するための図であって、主ビームと副ビームに混入するトラッククロス信号の様子をスカラ回折理論を用いて算出したシミュレーション結果を示す図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態による光ヘッド1の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bのスポット間隔の最適化について説明するための図であって、光記録媒体のラジアル方向における、主ビームと副ビームとのスポット間隔に対する副ビーム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。

【図10】本発明の第1の実施の形態による光ヘッド1の主ビーム27及び±1次の副ビーム29a、29bのスポット間隔の最適化について説明するための図であって、DVD-RAM及びDVD±R/RWの物理的トラックピッチと、差動非点収差法の際の主ビームと副ビームとのスポット間隔の最適値を示す図である。

【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ヘッドに用いる第1の光記録媒体15a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13】本発明の第2の実施の形態による光ヘッドにおいて、DVD-RAM(第1の光記録媒体15a)からの反射光に基づいて、非点収差法により得られたFESの実測結果を示す図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態による光ヘッド及び従来の光ヘッドのFESに混入したトラッククロス信号成分の振幅を比較する図である。

【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

10

20

30

40

50

を模式的に示す図である。

【図 1 6】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 1 7】従来の光ヘッドに備えられた対物レンズの揺動時の焦点ズレ誤差信号（S 字信号曲線）の実測波形を示す図である。

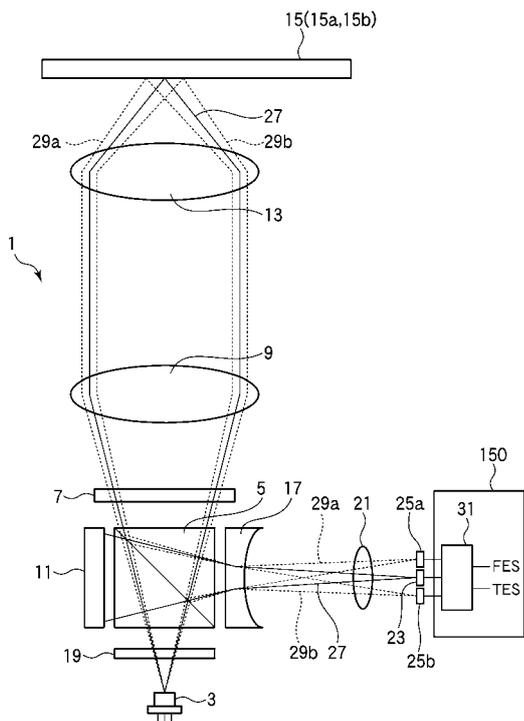
【符号の説明】

【 0 1 2 8 】

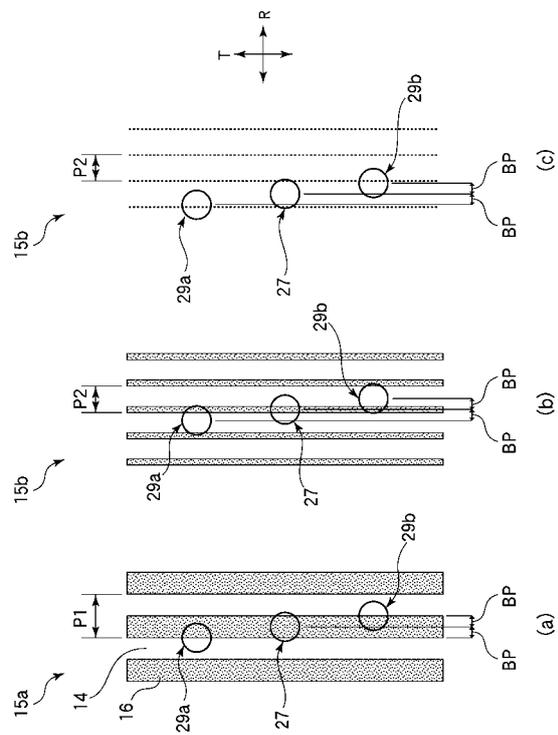
- 1 光ヘッド
- 3 レーザダイオード
- 5、偏光ビームスプリッタ 10
- 7 1/4 波長板
- 9 コリメータレンズ
- 11 パワーモニタ用フォトダイオード
- 13 対物レンズ
- 14 ランド
- 15 光記録媒体
- 15 a 第 1 の光記録媒体
- 15 b 第 2 の光記録媒体
- 16 グルーヴ
- 17 センサレンズ 20
- 19 回折格子
- 21 シリンドリカルレンズ
- 23、25 a、25 b 受光素子
- 24、24'、26、26'、28、28' 分割線
- 27、101 主ビーム
- 29 a、103 a + 1 次の副ビーム
- 29 b、103 b - 1 次の副ビーム
- 31 誤差信号検出部
- 33 第 1 の焦点誤差予備信号検出部
- 35、61 第 1 の加算部 30
- 35 a、35 b、35 c、37 a、37 b、37 c、57 a、57 b、59 a、59 b
- 加算部
- 37、65 第 2 の加算部
- 39、57 第 1 の差動演算部
- 41 第 2 の焦点誤差予備信号検出部
- 43、67 第 3 の加算部
- 45 第 4 の加算部
- 47、59 第 2 の差動演算部
- 49 第 3 の焦点誤差予備信号検出部
- 50 スイッチ 40
- 51 焦点誤差予備信号加算部
- 53、75 信号増幅部
- 55 第 1 のトラッキング誤差予備信号検出部
- 57 c、59 c 差動部
- 63 第 2 のトラッキング誤差予備信号検出部
- 69 第 3 の差動演算部
- 71 T E S 生成部
- 73 第 4 の差動演算部
- 150 光記録再生装置
- 152 スピンドルモータ 50

- 1 5 4 コントローラ
- 1 5 5 レーザ駆動回路
- 1 5 6 レンズ駆動回路
- 1 5 7 フォーカスサーボ追従回路
- 1 5 8 トラッキングサーボ追従回路
- 1 5 9 レーザコントロール回路

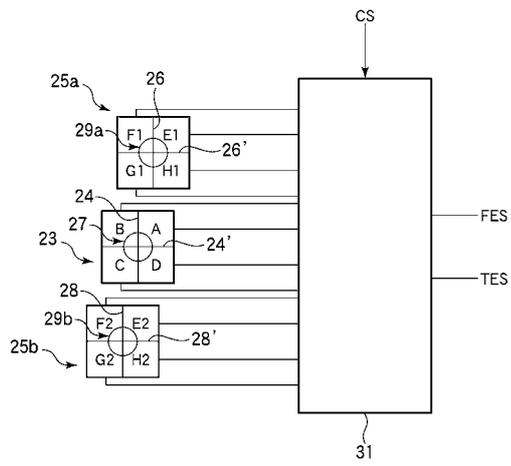
【 図 1 】



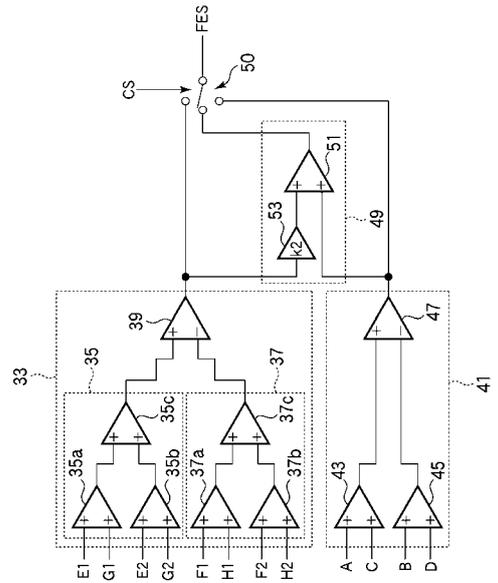
【 図 2 】



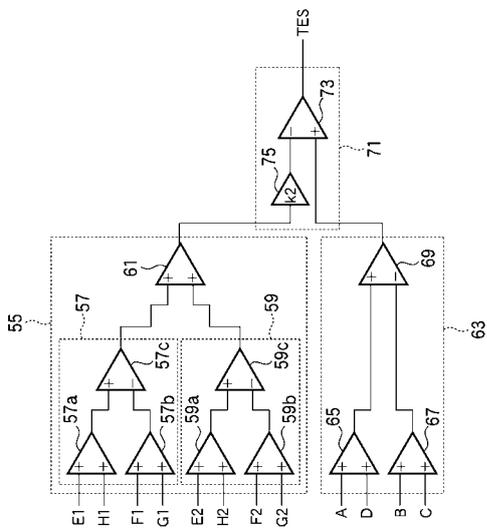
【 図 3 】



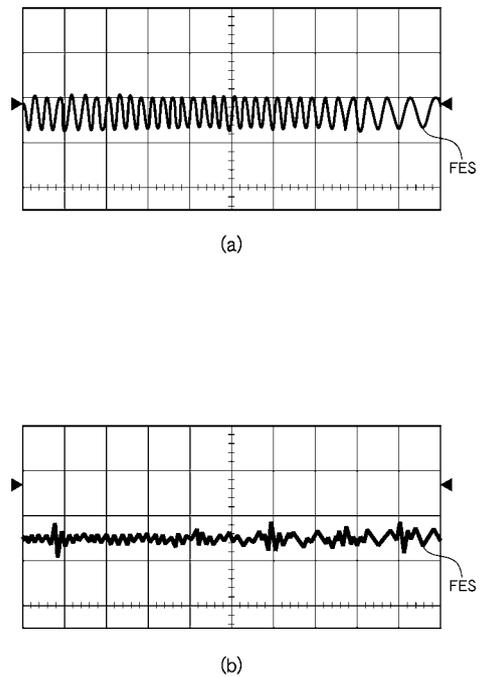
【 図 4 】



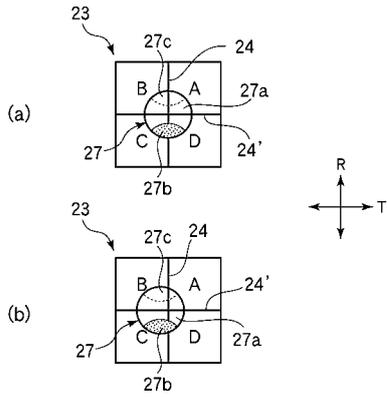
【 図 5 】



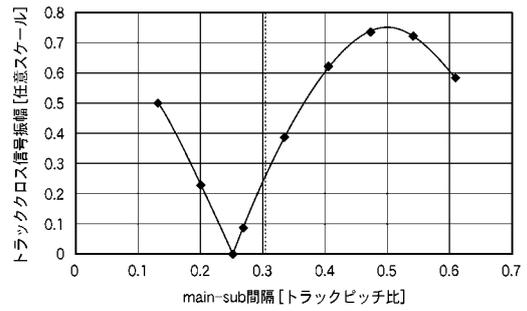
【 図 6 】



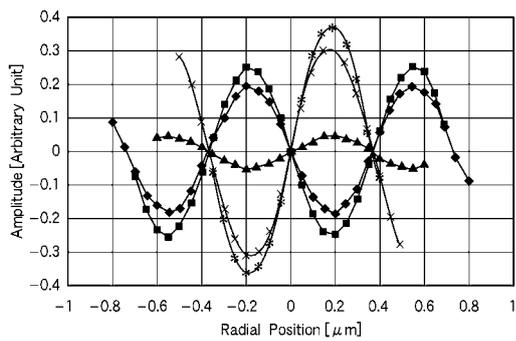
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】

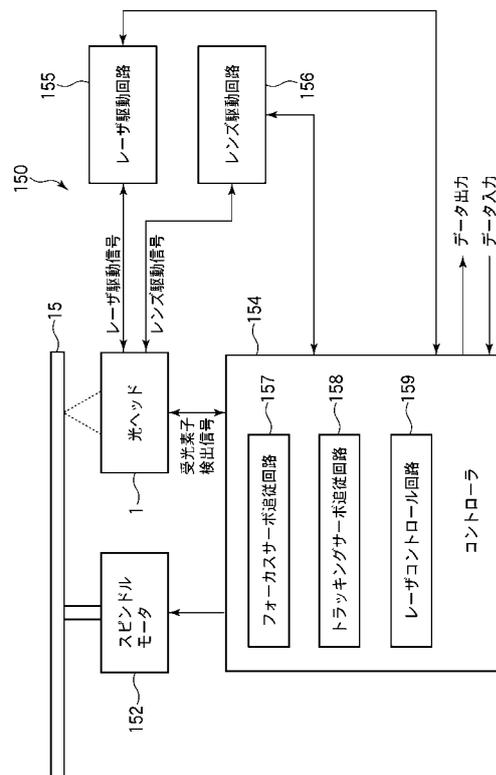
	単位	DVD-RAM	DVD±R/RW
物理トラックピッチ	[μm]	1.23	0.74
main-subビーム最適間隔	[μm]	0.615	0.37
main-subビーム調整位置	[μm]	0.37	
物理トラックピッチとの比		0.3	0.5

(a)

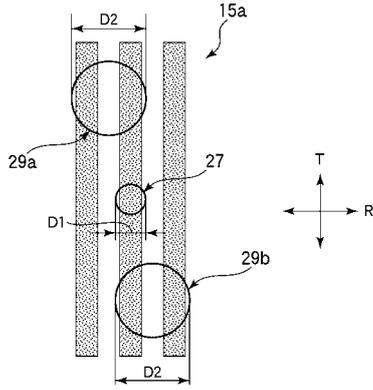
	単位	DVD-RAM	DVD±R/RW
物理トラックピッチ	[μm]	1.23	0.74
main-subビーム最適間隔	[μm]	0.615	0.37
main-subビーム調整位置	[μm]	0.307	
物理トラックピッチとの比		0.25	0.42

(b)

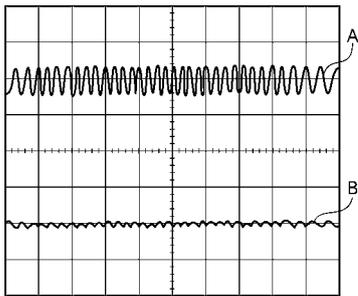
【 図 11 】



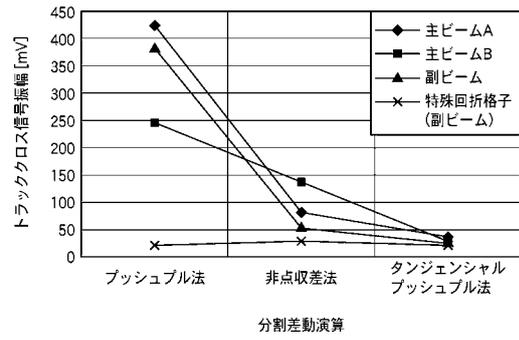
【図 1 2】



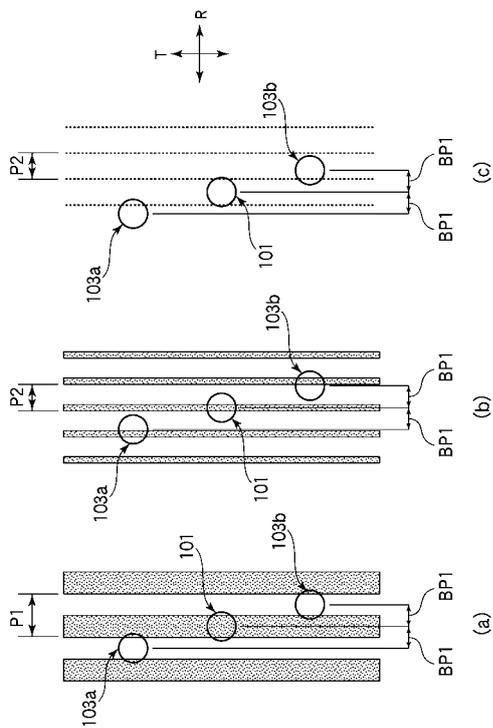
【図 1 3】



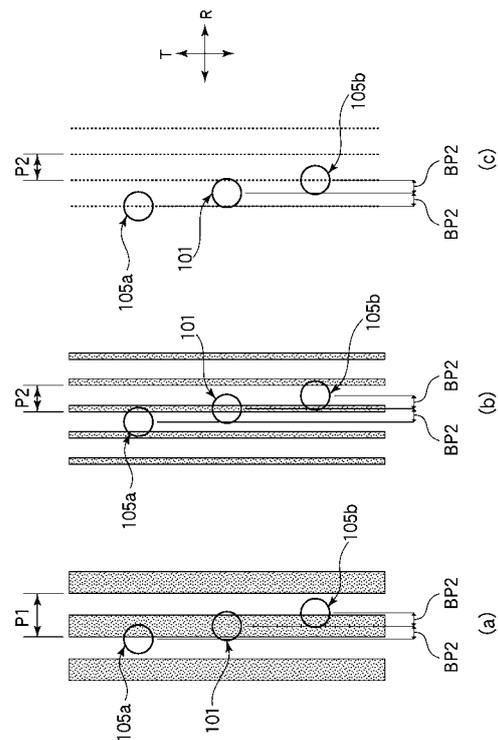
【図 1 4】



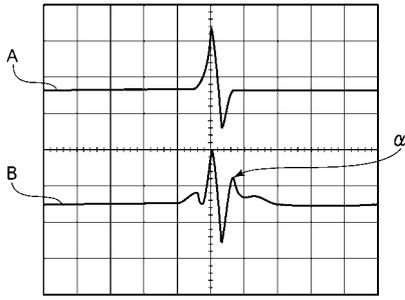
【図 1 5】



【図 1 6】



【 図 17 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/135

Z

Fターム(参考) 5D118 AA26 BA01 BF16 CA11 CA23 CC16 CC17 CD02 CD03 CD06
CF06 CF17 CG04 CG09 CG14 CG24 CG33 CG36 CG44 DA03
DA33 DA42 DB27
5D789 AA28 AA41 BA01 DA12 EA02 EA03 EB08 EB13 EB15 EC07
EC40 EC45 EC46 JA08 JA22 JC07 KA04 KA07 KA19 KA24
KA27 KA43