

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3846590号

(P3846590)

(45) 発行日 平成18年11月15日(2006.11.15)

(24) 登録日 平成18年9月1日(2006.9.1)

(51) Int. Cl.		F I	
G 1 1 B	7/09	(2006.01)	G 1 1 B 7/09 B
G 1 1 B	7/085	(2006.01)	G 1 1 B 7/085 B

請求項の数 2 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2003-180562 (P2003-180562)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成15年6月25日(2003.6.25)		ソニー株式会社
(62) 分割の表示	特願平7-149899の分割		東京都品川区北品川6丁目7番35号
原出願日	平成7年6月16日(1995.6.16)	(74) 代理人	100082131
(65) 公開番号	特開2003-338057 (P2003-338057A)		弁理士 稲本 義雄
(43) 公開日	平成15年11月28日(2003.11.28)	(72) 発明者	筒井 敬一
審査請求日	平成15年6月25日(2003.6.25)		東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
前置審査		(72) 発明者	ニー株式会社内
			五十嵐 勝治
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		審査官	鈴木 肇
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク駆動装置およびフォーカス制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ディスクの複数の記録層に情報を記録または再生する光ディスク駆動装置において、
前記光ディスクに情報を記録または再生するための光を照射する照射手段と、
前記照射手段により照射される光のフォーカス状態をフォーカスエラー信号に対応して
制御するフォーカス制御手段と、

前記フォーカスエラー信号に加算するオフセット信号を発生する発生手段と、

前記発生手段により前記オフセット信号が発生されたとき、前記照射手段により照射さ
れる光のトラッキング状態に対応するトラッキングエラー信号の振幅、前記光ディスクの
前記記録層に記録されている情報に対応する R F 信号の振幅、または前記光ディスクから
再生される信号のジッタを検出する検出手段と、

前記オフセット信号を最小値から順次増加させた場合における、前記オフセット信号の
増加に対する前記トラッキングエラー信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第1の閾値以
上から前記第1の閾値未満になる第1のオフセット信号の値と前記第1の閾値未満から前
記第1の閾値以上になる第2のオフセット信号の値との中間値である第1の中間値、前記
オフセット信号の増加に対する前記 R F 信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第2の閾値
以上から前記第2の閾値未満になる第3のオフセット信号の値と前記第2の閾値未満から
前記第2の閾値以上になる第4のオフセット信号の値との中間値である第2の中間値、ま
たは、前記オフセット信号の増加に対する前記ジッタの変化率の絶対値が所定の第3の閾
値未満から前記第3の閾値以上になる第5のオフセット信号の値と前記第3の閾値以上か

10

20

ら前記第3の閾値未満になる第6のオフセット信号の値との中間値である第3の中間値を前記オフセット信号の最適値として、前記発生手段が発生するオフセット信号をその前記最適値に制御するオフセット制御手段と

を備えることを特徴とする光ディスク駆動装置。

【請求項2】

光ディスクの複数の記録層に情報を記録または再生する光ディスク駆動装置のフォーカス制御方法において、

前記光ディスクに情報を記録または再生するための光の最適なフォーカスオフセット位置を、フォーカスエラー信号に加算するオフセット信号の値を変化させてサーチし、

前記光ディスクに照射される光のトラッキング状態に対応するトラッキングエラー信号の振幅、前記光ディスクの前記記録層に記録されている情報に対応するRF信号の振幅、または前記光ディスクから再生される信号のジッタを検出し、

前記記録層が変更されたとき、前記オフセット信号を最小値から順次増加させた場合における、前記オフセット信号の増加に対する前記トラッキングエラー信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第1の閾値以上から前記第1の閾値未満になる第1のオフセット信号の値と前記第1の閾値未満から前記第1の閾値以上になる第2のオフセット信号の値との中間値である第1の中間値、前記オフセット信号の増加に対する前記RF信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第2の閾値以上から前記第2の閾値未満になる第3のオフセット信号の値と前記第2の閾値未満から前記第2の閾値以上になる第4のオフセット信号の値との中間値である第2の中間値、または、前記オフセット信号の増加に対する前記ジッタの変化率の絶対値が所定の第3の閾値未満から前記第3の閾値以上になる第5のオフセット信号の値と前記第3の閾値以上から前記第3の閾値未満になる第6のオフセット信号の値との中間値である第3の中間値をその前記記録層に対応する前記オフセット信号の最適値として、前記オフセット信号をその前記記録層に対応する前記最適値に制御する

ことを特徴とするフォーカス制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ディスク駆動装置およびフォーカス制御方法に関し、特に2以上の記録層を有する光ディスクに対して、迅速かつ確実にフォーカス制御することができるようにした光ディスク駆動装置およびフォーカス制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

コンパクトディスクに代表される光ディスクは、1層の情報記録層のみを有している。近年、記録容量をより大きくすることが要望されている。この大容量化には、例えば、トラックピッチを狭くしたり、ピットの大きさを小さくすることで答えることが可能である。そして、さらに容量を増加するために、複数の記録層を形成するようにした光ディスクも提案されている。

【0003】

図21は、このような光ディスクの構成例を表している。この光ディスクにおいては、ディスク基板101上に記録層Aが形成され、さらにその上に記録層Bが形成されている。そして、記録層Bの上に、さらに保護膜102が形成されている。

【0004】

ディスク基板101は、例えば、ポリカーボネイトのような透明な材料で構成され、記録層Aは、半透明膜から構成され、記録層Bは、例えばアルミニウムなどの全反射膜で構成される。

【0005】

記録層Aから情報を再生する場合、符号L₁で示すように、レーザ光を記録層Aにフォーカスさせ、記録層Aからの反射光を受光する。

【0006】

10

20

30

40

50

これに対して、記録層 B に記録されている情報を再生する場合においては、符号 L_2 で示すように、半透明膜で構成される記録層 A を介してレーザ光を記録層 B にフォーカスさせる。そして、その反射光を記録層 A を介して受光する。このように、記録層 A は、半透明膜で構成されているため、記録層 A を介して記録層 B の情報を読み取ることが可能となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

レーザ光が記録層 A（または記録層 B）にフォーカスされている状態において、再生対象としての記録層を、記録層 B（または記録層 A）に変更する場合、フォーカスサーボループにジャンプパルス印加し、光ヘッドを新たな記録層の方向にジャンプさせた後、新たな記録層上でフォーカスエラー信号が小さくなるように、フォーカスサーボをかければよい。

10

【0008】

しかしながら、光ヘッドやディスクのばらつきなどに起因して、フォーカスエラー信号が最小である位置が、必ずしも正確なフォーカス位置になっているとは限らない。このため、通常、フォーカスエラー信号にオフセット信号を付加して、最適なフォーカス状態が得られるようにしている。

【0009】

しかしながら、従来の装置においては、いずれの記録層から情報を再生する場合であっても、オフセット値は一定とされていた。従って、複数の記録層から安定して情報を再生することが困難になる課題があった。

20

【0010】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、迅速かつ確実に、複数の記録層のいずれに対しても、正確に情報を記録または再生することができるようにするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の側面の光ディスク駆動装置は、光ディスクに情報を記録または再生するための光を照射する照射手段と、照射手段により照射される光のフォーカス状態をフォーカスエラー信号に対応して制御するフォーカス制御手段と、フォーカスエラー信号に加算するオフセット信号を発生する発生手段と、発生手段によりオフセット信号が発生されたとき、照射手段により照射される光のトラッキング状態に対応するトラッキングエラー信号の振幅、光ディスクの記録層に記録されている情報に対応する RF 信号の振幅、または光ディスクから再生される信号のジッタを検出する検出手段と、オフセット信号を最小値から順次増加させた場合における、オフセット信号の増加に対するトラッキングエラー信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第 1 の閾値以上から第 1 の閾値未満になる第 1 のオフセット信号の値と第 1 の閾値未満から第 1 の閾値以上になる第 2 のオフセット信号の値との中間値である第 1 の中間値、オフセット信号の増加に対する RF 信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第 2 の閾値以上から第 2 の閾値未満になる第 3 のオフセット信号の値と第 2 の閾値未満から第 2 の閾値以上になる第 4 のオフセット信号の値との中間値である第 2 の中間値、または、オフセット信号の増加に対するジッタの変化率の絶対値が所定の第 3 の閾値未満から第 3 の閾値以上になる第 5 のオフセット信号の値と第 3 の閾値以上から第 3 の閾値未満になる第 6 のオフセット信号の値との中間値である第 3 の中間値をオフセット信号の最適値として、発生手段が発生するオフセット信号をその最適値に制御するオフセット制御手段とを備えることを特徴とする。

30

40

本発明の第 2 の側面のフォーカス制御方法は、光ディスクに情報を記録または再生するための光の最適なフォーカスオフセット位置を、フォーカスエラー信号に加算するオフセット信号の値を変化させてサーチし、光ディスクに照射される光のトラッキング状態に対応するトラッキングエラー信号の振幅、光ディスクの記録層に記録されている情報に対応する RF 信号の振幅、または光ディスクから再生される信号のジッタを検出し、記録層が

50

変更されたとき、オフセット信号を最小値から順次増加させた場合における、オフセット信号の増加に対するトラッキングエラー信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第1の閾値以上から第1の閾値未満になる第1のオフセット信号の値と第1の閾値未満から第1の閾値以上になる第2のオフセット信号の値との中間値である第1の中間値、オフセット信号の増加に対するR F信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第2の閾値以上から第2の閾値未満になる第3のオフセット信号の値と第2の閾値未満から第2の閾値以上になる第4のオフセット信号の値との中間値である第2の中間値、または、オフセット信号の増加に対するジッタの変化率の絶対値が所定の第3の閾値未満から第3の閾値以上になる第5のオフセット信号の値と第3の閾値以上から第3の閾値未満になる第6のオフセット信号の値との中間値である第3の中間値をその記録層に対応するオフセット信号の最適値として、オフセット信号をその記録層に対応する最適値に制御することを特徴とする。

10

【0014】

本発明の第1の側面においては、フォーカスエラー信号に加算するオフセット信号が発生されたとき、光のトラッキング状態に対応するトラッキングエラー信号の振幅、光ディスクの記録層に記録されている情報に対応するR F信号の振幅、または光ディスクから再生される信号のジッタが検出され、オフセット信号を最小値から順次増加させた場合における、オフセット信号の増加に対するトラッキングエラー信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第1の閾値以上から第1の閾値未満になる第1のオフセット信号の値と第1の閾値未満から第1の閾値以上になる第2のオフセット信号の値との中間値である第1の中間値、オフセット信号の増加に対するR F信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第2の閾値以上から第2の閾値未満になる第3のオフセット信号の値と第2の閾値未満から第2の閾値以上になる第4のオフセット信号の値との中間値である第2の中間値、または、オフセット信号の増加に対するジッタの変化率の絶対値が所定の第3の閾値未満から第3の閾値以上になる第5のオフセット信号の値と第3の閾値以上から第3の閾値未満になる第6のオフセット信号の値との中間値である第3の中間値がオフセット信号の最適値として、オフセット信号がその最適値に制御される。

20

本発明の第2の側面においては、光ディスクに情報を記録または再生するための光の最適なフォーカスオフセット位置が、フォーカスエラー信号に加算するオフセット信号の値を変化させてサーチされ、光ディスクに照射される光のトラッキング状態に対応するトラッキングエラー信号の振幅、光ディスクの記録層に記録されている情報に対応するR F信号の振幅、または光ディスクから再生される信号のジッタが検出され、記録層が変更されたとき、オフセット信号を最小値から順次増加させた場合における、オフセット信号の増加に対するトラッキングエラー信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第1の閾値以上から第1の閾値未満になる第1のオフセット信号の値と第1の閾値未満から第1の閾値以上になる第2のオフセット信号の値との中間値である第1の中間値、オフセット信号の増加に対するR F信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第2の閾値以上から第2の閾値未満になる第3のオフセット信号の値と第2の閾値未満から第2の閾値以上になる第4のオフセット信号の値との中間値である第2の中間値、または、オフセット信号の増加に対するジッタの変化率の絶対値が所定の第3の閾値未満から第3の閾値以上になる第5のオフセット信号の値と第3の閾値以上から第3の閾値未満になる第6のオフセット信号の値との中間値である第3の中間値をその記録層に対応するオフセット信号の最適値として、オフセット信号がその記録層に対応する最適値に制御される。

30

40

【0015】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の光ディスク駆動装置を応用した光ディスクの再生装置の構成例を表している。図1において、光ディスク1は、複数の（2以上の）記録層を有しており、例えば2層の場合、上述した図21に示すような構成とされている。

【0016】

光ディスク1は、スピンドルモータ2により所定の速度で回転されるようになされている。光ヘッド3は、光ディスク1に対してレーザ光を照射し、光ディスク1からの反射光を

50

受光するようになされている。

【0017】

P L L回路5は、光ヘッド3が光ディスク1に記録されている信号を再生して出力するR F信号を2値化して、2値化R F信号を生成するとともに、R F信号に含まれるクロックを抽出し、同期クロック信号を生成する。C L V回路6は、P L L回路5が出力する2値化R F信号と同期クロック信号の入力を受け、両者の位相の誤差信号を出力するようになされている。スイッチ8は、制御回路17により制御され、C L V回路6の出力または初期駆動回路7の出力の一方を選択し、スピンドルモータ2に出力している。

【0018】

データデコーダ4は、P L L回路5が出力する2値化R F信号と同期クロック信号の入力を受け、同期クロック信号を基準にして、2値化R F信号をデコードするようになされている。

10

【0019】

光ヘッド3は、例えば非点収差法の原理に従って、フォーカスエラー信号を生成するとともに、例えばプッシュプル法の原理に従って、トラッキングエラー信号を生成する。フォーカスサーボ回路9は、光ヘッド3が出力するフォーカスエラー信号の供給を受け、このフォーカスエラー信号に対応して、フォーカスコイル12を駆動し、光ヘッド3を光ディスク1に対して垂直な方向にフォーカス制御するようになされている。トラッキングサーボ回路10は、光ヘッド3が出力するトラッキングエラー信号の供給を受け、このトラッキングエラー信号に対応してトラッキングコイル13を駆動し、光ヘッド3を光ディスク1のトラックと垂直な方向にトラッキング制御するようになされている。

20

【0020】

トラッキングサーボ回路10が出力する信号は、スレッドサーボ回路15に供給され、スレッドサーボ回路15は、この信号に対応してスレッドモータ16を駆動し、光ヘッド3を光ディスク1の半径方向に移動させるようになされている。制御回路17は、フォーカスサーボ回路9、トラッキングサーボ回路10、スレッドサーボ回路15の他、スイッチ8を制御するようになされている。

【0021】

この実施例においてはまた、トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31が設けられている。このトラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31は、レベル検出回路41を有し、このレベル検出回路41は、光ヘッド3が出力するトラッキングエラー信号のレベルを検出し、検出結果を制御回路42に出力するようになされている。制御回路42は、レベル検出回路41の出力から、光ヘッド3の最適なフォーカス位置を検出するようになされている。

30

【0022】

光ヘッド3の光ディスク1の記録層に対するフォーカスオフセット位置を変化させると、トラッキングエラー信号は図2に示すように変化する。すなわち、最適なフォーカスオフセット位置（最適点）に光ヘッド3の位置が調整されたとき、トラッキングエラー信号の振幅は最大となり、最適点からずれると、トラッキングエラー信号の振幅は小さくなる。制御回路42は、この原理に従って、最適点を求めるのである。

40

【0023】

そして、制御回路42は、この最適点を求めるために、オフセット発生回路43を制御し、所定の値のオフセット信号を発生させる。このオフセット信号は、光ヘッド3の出力するフォーカスエラー信号と加算器32において、加算され、加算器32の出力がフォーカスサーボ回路9に出力されるようになされている。

【0024】

トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31の制御回路42には、最適フォーカスオフセット位置記憶回路33が接続されている。この最適フォーカスオフセット位置記憶回路33には、トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31がサーチした結果得られた最適なフォーカスオフセット位置のデータが記憶されるようになされている。

50

【0025】

次に、図3のフローチャートを参照して、その動作について説明する。最初に、ステップS1において、ディスク起動処理が実行される。すなわち、光ディスク1が再生装置に装着されたとき、制御回路17は、スレッドサーボ回路15を制御し、スレッドモータ16を駆動して、光ヘッド3を光ディスク1の所定の基準位置、例えば最内周のトラック位置まで移動させる。また、制御回路17は、スイッチ8を初期駆動回路7側に切り替え、初期駆動回路7が出力する初期駆動信号をスイッチ8を介してスピンドルモータ2に供給させる。これにより、スピンドルモータ2が駆動され、回転する。

【0026】

さらに、制御回路17は、フォーカスサーボ回路9を制御し、フォーカスサーボを実行させる。光ヘッド3は、光ディスク1のデフォルトの記録層（例えば図21の記録層A）にレーザ光を照射し、その反射光を受光して、フォーカスエラー信号とトラッキングエラー信号を生成する。フォーカスエラー信号は、加算器32を介してフォーカスサーボ回路9に供給され、フォーカスサーボ回路9は、このフォーカスエラー信号に対応して、フォーカスコイル12を駆動し、光ヘッド3のフォーカス方向の位置を制御する。

10

【0027】

また、PLL回路5は、光ヘッド3が光ディスク1の記録層Aに記録されている信号を再生して出力するRF信号の入力を受け、このRF信号を2値化して2値化RF信号を生成するとともに、RF信号に含まれる同期信号に同期した同期クロック信号を生成する。CLV回路6は、同期クロック信号と2値化RF信号の位相を比較し、その誤差信号を出力する。制御回路17は、スピンドルモータ2が起動された後、所定の時間が経過したとき、あるいはスピンドルモータ2の回転が所定の回転速度に達したとき、スイッチ8をCLV回路6側に切り替えさせる。これにより、CLV回路6が出力する誤差信号がスピンドルモータ2に供給され、CLVサーボが実行される。これにより、光ディスク1は、その線速度が一定となるように駆動される。

20

【0028】

次に、ステップS2に進み、最適フォーカスサーチ処理が実行される。この最適フォーカスサーチ処理については後述するが、トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31の制御回路42が、オフセット発生回路43を制御し、所定のオフセット信号を加算器32を介してフォーカスエラー信号に加算させる。フォーカス状態が適正でないとき、光ヘッド3が出力するトラッキングエラー信号の振幅が小さくなり、フォーカス状態が最適な状態にあるとき、トラッキングエラー信号の振幅は最大となる。そこで、このトラッキングエラー信号の振幅をレベル検出回路41で検出し、制御回路42において、最大の振幅のトラッキングエラー信号が得られたか否かを判定する。そして、最大の振幅のトラッキングエラー信号が得られたと判定された場合、そのときオフセット発生回路43が発生しているオフセット値を求める。

30

【0029】

そして、ステップS3に進み、ステップS2で求めた最適フォーカスオフセット値を、最適フォーカスオフセット位置記憶回路33に記憶させる。

【0030】

40

1つの記録層（例えば、図21の記録層A）において、最適なフォーカスオフセット位置が求められたとき、次にステップS4に進み、その光ディスク1の全ての記録層について同様のサーチが行われたか否かが判定され、全ての記録層についてサーチが行われていない場合においては、ステップS5に進み、記録層変更処理が実行される。すなわち、制御回路17は、フォーカスサーボ回路9を制御し、フォーカスエラー信号にジャンプパルスを加算させる（あるいは、フォーカスエラー信号に代えて、ジャンプパルスを発生させる）。その結果、フォーカスコイル12が、このジャンプパルスに対応して光ヘッド3をフォーカス方向に駆動し、今まで記録層Aに集束されていたレーザ光を、今度は記録層Bに集束させる。ジャンプパルスの供給が停止されると、再び通常のフォーカスサーボループが閉結された状態となり、フォーカスエラー信号が最小となるようにサーボをかけること

50

で、記録層 B に光ヘッド 3 が発生するレーザ光がフォーカスされる。

【0031】

そして、ステップ S 2 に戻り、記録層 B において、最適フォーカスサーチ処理を実行する。そして、得られた最適フォーカスオフセット値をステップ S 3 において記憶回路 3 3 に記憶させる。

【0032】

以上のようにして、光ディスク 1 に N 個の記録層が形成されている場合においては、N 個の最適フォーカスオフセット値が最適フォーカスオフセット位置記憶回路 3 3 に記憶される。

【0033】

光ディスク 1 の全ての記録層の最適フォーカスオフセット値（位置）が記憶されたとき、ステップ S 4 からステップ S 6 に進み、フォーカス位置が予め設定されているデフォルトの記録層に変更される。例えば、制御回路 1 7 は、フォーカスサーボ回路 9 を制御し、必要な数のジャンプパルスが発生させて、ディスク基板 1 0 1 に最も近い記録層 A にレーザ光を集束させる。

【0034】

このとき、ステップ S 7 で、トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路 3 1 の制御回路 4 2 は、最適フォーカスオフセット位置記憶回路 3 3 に記憶されている記録層 A のフォーカスオフセット値を読み出し、オフセット発生回路 4 3 に供給する。オフセット発生回路 4 3 は、このオフセット値に対応するオフセット信号を発生し、このオフセット信号が、加算器 3 2 において、フォーカスエラー信号に加算され、フォーカスサーボ回路 9 に供給される。フォーカスコイル 1 2 が、フォーカスサーボ回路 9 により最適なオフセット値が加算されたフォーカスエラー信号で駆動されるため、記録層 A において、最適なフォーカス状態が実現される。

【0035】

次に、ステップ S 8 に進み、再生すべき記録層の変更が指令されるまで待機し、記録層の変更が指令された場合においては、ステップ S 9 に進み、指定された記録層にフォーカス位置を変更する。すなわち、このとき、制御回路 1 7 は、フォーカスサーボ回路 9 を制御し、所定のジャンプパルスが発生して、フォーカス位置を例えば記録層 A から記録層 B に変更させる。

【0036】

次に、ステップ S 1 0 において、指定された記録層の最適オフセット値の読み出し処理が実行される。すなわち、トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路 3 1 の制御回路 4 2 は、最適フォーカスオフセット位置記憶回路 3 3 に記憶されている記録層 B のオフセット値を読み出し、オフセット発生回路 4 3 に出力する。オフセット発生回路 4 3 は、このオフセット値に対応するオフセット信号を発生し、加算器 3 2 において、フォーカスエラー信号に加算させる。フォーカスサーボ回路 9 は、この加算器 3 2 の出力に対応してフォーカスコイル 1 2 を駆動するため、記録層 B において、最適なフォーカス状態が実現される（トラッキングエラー信号の振幅が最大となるようなフォーカス状態が実現される）。

【0037】

その後、ステップ S 8 に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。

【0038】

次に、最適フォーカスサーチについて説明する。上述したように、このサーチ時においては、トラッキングサーボはまだ開始されていない。その結果、光ヘッド 3 は、光ディスク 1 の複数のトラックを周期的に横切る状態となる。すなわち、光ディスク 1 とスピンドルモータ 2 の回転中心は、偏心によりずれているため、トラッキングサーボをかけないと、光ヘッド 3 の情報再生点（レーザ光による光スポット）は複数のトラックを周期的に横切ることになる。その結果、光ヘッド 3 は、例えば図 4 に示すようなトラッキングエラー信号を出力する。同図に示すように、トラッキングエラー信号が周期的に変化している。

【0039】

10

20

30

40

50

トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路 3 1 のレベル検出回路 4 1 は、このトラッキングエラー信号のピークホールド値とボトムホールド値とを検出し、両者の差をトラッキングエラー信号の振幅として検出する。そして、この振幅検出信号は、制御回路 4 2 に供給される。このトラッキングエラー信号の振幅は、図 2 に示したように、光ヘッド 3 のフォーカスオフセット値に対応して変化する。制御回路 4 2 は、トラッキングエラー信号の最大の振幅が得られるフォーカスオフセットの最適点を、いわゆる山登り法により検出する。

【0040】

すなわち、図 5 に示すように、オフセット発生回路 4 3 の出力するオフセット信号を、 S_0 , S_1 , S_2 , $\dots$ と α ずつ順次増加させる。そして、連続する 3 つのサンプリング点 S_{i-1} , S_i , S_{i+1} におけるトラッキングエラー信号の振幅値 R_{i-1} , R_i , R_{i+1} を比較し、 R_i が最大となる ($R_{i-1} < R_i > R_{i+1}$ となる) とき、そのサンプリング点 S_i を最適点とする。このため、制御回路 4 2 はオフセット発生回路 4 3 を制御し、所定の初期値と以後 α ずつ変化するオフセット信号を出力させ、加算器 3 2 においてフォーカスエラー信号と加算させ、フォーカスサーボ回路 9 に出力させる。

10

【0041】

図 6 は、この山登り法により、フォーカスオフセット位置を調整する場合の処理例を表している。最初にステップ S 2 1 において、 S_n に初期値 S_0 を設定する。そして、フォーカスオフセット位置を S_n (いまの場合、 $S_n = S_0$) として、その場合におけるトラッキングエラー信号の振幅値を測定し、その測定結果を R_n (いまの場合、 $R_n = R_0$) に

20

【0042】

すなわち、制御回路 4 2 は、オフセット発生回路 4 3 にオフセット信号 S_0 を発生させる。フォーカスサーボ回路 9 は、加算器 3 2 によりこのオフセット信号 S_0 が加算されたフォーカスエラー信号に対応してフォーカスコイル 1 2 を制御し、光ヘッド 3 のフォーカスオフセットを調節する。

【0043】

レベル検出回路 4 1 は、この時、光ヘッド 3 が出力するトラッキングエラー信号の振幅を検出し、制御回路 4 2 に出力する。制御回路 4 2 は、この時検出されたトラッキングエラー信号の振幅値を R_n (いまの場合、 $R_n = R_0$) に設定する。

30

【0044】

次にステップ S 2 2 に進み、 S_{n+} に S_0 と α を加算した値を設定する。すなわち次式を演算する。

$$S_{n+} = S_0 + \alpha$$

【0045】

そして、オフセット発生回路 4 3 に、このオフセット信号 S_{n+} ($= S_1$) を発生させる。すなわち、ステップ S 2 1 で発生していたオフセット信号 S_n より α だけ大きいオフセット値をオフセット発生回路 4 3 に発生させる。フォーカスサーボ回路 9 は、このオフセット値が加算されたフォーカスエラー信号に対応してフォーカスコイル 1 2 を制御するので、光ヘッド 3 は、このオフセット値 α の分だけ光ヘッド 3 のフォーカスオフセットをさらに変化させる。

40

【0046】

レベル検出回路 4 1 は、この時、光ヘッド 3 が出力するトラッキングエラー信号の振幅を検出する。制御回路 4 2 は、レベル検出回路 4 1 が検出する、この時のトラッキングエラー信号の振幅を R_{n+} (いまの場合、 $R_0 + = R_1$) に設定する。

【0047】

次にステップ S 2 3 に進み、 S_{n-} に、 S_0 より α だけ小さい値を設定する。すなわち次式を演算する。

$$S_{n-} = S_0 - \alpha$$

【0048】

50

すなわち、制御回路42は、オフセット発生回路43を制御し、ステップS21において発生していたオフセット信号 S_n （いまの場合、 $S_n = S_0$ ）より α だけ小さい値を発生させる。このオフセット信号 S_n が加算されたフォーカスエラー信号が、フォーカスサーボ回路9を介してフォーカスコイル12に供給されるため、光ヘッド3は、オフセット値 S_0 を発生していた場合より、オフセット値 $-\alpha$ の分だけフォーカスオフセットが変更される。

【0049】

そして、レベル検出回路41は、この時、光ヘッド3が出力するトラッキングエラー信号の振幅を検出し、制御回路42に出力する。制御回路42は、この時のトラッキングエラー信号の振幅値を R_n （いまの場合、 $R_n = R_0$ ）に設定する。

10

【0050】

以上のステップS21乃至S23の処理により、図5に示したように、フォーカスエラー信号に加算するオフセット値を初期値 S_0 に設定した場合におけるトラッキングエラー信号の振幅値 $R_n (= R_0)$ と、オフセット信号を α だけ大きくした場合におけるトラッキングエラー信号の振幅値 $R_{n+} (= R_0 + R_1)$ と、オフセット信号を α だけ小さくした場合におけるトラッキングエラー信号の振幅値 $R_{n-} (= R_0 - R_1)$ が得られたことになる。

【0051】

そこで、ステップS24に進み、 R_n が R_{n+} と等しいか、それより大きく、かつ、 R_n が R_{n-} と等しいか、それより大きいかが判定される。すなわち、 R_n が R_{n-} および R_{n+} より大きいかが否か（ R_n が最大値であるか否か）が判定される。

20

【0052】

通常、図5に示すように、オフセット信号が S_0 である時のトラッキングエラー信号の振幅 $R_n (= R_0)$ は、オフセット信号が α だけ小さいときの振幅値 $R_{n-} (= R_0 - R_1)$ より大きい、オフセット信号が α だけ大きい場合におけるトラッキングエラー信号の振幅 $R_{n+} (= R_0 + R_1)$ より小さい。そこでこの場合においては、ステップS25に進み、 R_{n+} が R_{n-} より大きいかが判定される。いまの場合、 $R_{n+} (= R_0 + R_1)$ は $R_{n-} (= R_0 - R_1)$ より大きい（図5において右上がりの区間であるため）、ステップS26に進む。

【0053】

30

ステップS26においては、 S_{n-} に、それまでの $S_n (= S_0)$ を設定する。そして、新たな S_n に、それまでの $S_{n+} (= S_1)$ を設定し、 R_{n-} に、それまでの $R_n (= R_0)$ を設定し、 R_n に、それまでの $R_{n+} (= R_1)$ を設定する。そして、さらに S_{n+} に、新たな $S_n (= S_0 + \alpha = S_1)$ に α を加算した値（ $= S_0 + 2\alpha = S_2$ ）を設定する。すなわち次式を演算する。

$$S_{n+} = S_{n+} + \alpha$$

【0054】

制御回路42は、オフセット発生回路43を制御し、オフセット信号として、 $S_{n+} (= S_2)$ を発生させる。すなわち、ステップS22で発生していた $S_{n+} (= S_0 + \alpha)$ より α だけ大きいオフセット $S_{n+} (= S_0 + 2\alpha = S_2)$ を発生させる。そして、そのとき検出されるトラッキングエラー信号の振幅を $R_{n+} (= R_1 + R_2)$ に設定する。

40

【0055】

すなわち、これにより、図5に示す状態において、それまでの場合より α だけ右側に移動した3つのサンプリング点 S_0 、 S_1 、 S_2 におけるトラッキングエラー信号の振幅値が、 $R_{n-} (= R_0)$ 、 $R_n (= R_1)$ および $R_{n+} (= R_2)$ に設定されたことになる。

【0056】

そこで、ステップS24に戻り、 R_n が、 R_{n-} および R_{n+} より大きいかが判定される。 R_n が最大値でない場合は、ステップS25に進み、再び R_{n+} が R_{n-} より大きいかが判定される。 R_{n+} が R_{n-} より大きい場合においてはステップS26に進み、同様の処理が繰り返される。

50

【0057】

そして、図5においてサンプリングする区間が右方向に移動し、 S_n が最適点に達すると、その時得られる振幅値 R_n は、 R_{n-} より大きくかつ R_{n+} より大きくなる。すなわち、 R_n が最大値となる。そこで、この場合においては、ステップS24からステップS28に進み、その時の S_n の値が、トラッキングエラー信号の振幅 R_n を最大とする最適値として設定される。すなわち、制御回路42は、以後、オフセット発生回路43より、この最適値としてのオフセット信号 S_n を継続して発生させる。

【0058】

一方、図5において右下がりの区間において、サンプリングが行われている場合においては、 R_{n+} の値は、 R_{n-} より小さくなる。そこで、この場合においてはステップS25 10
からステップS27に進み、 S_{n+} に、それまでの S_n を設定し、 S_n に、それまでの S_{n-} を設定し、 R_{n+} に、それまでの R_n を設定し、 R_n に、それまでの R_{n-} を設定する。そして、さらに新たな S_n より α だけ小さい値を S_{n-} に設定する。すなわち、次式を演算する。

$$S_{n-} = S_n - \alpha$$

【0059】

すなわち、図5において、より左側のサンプリング点を S_{n-} によりサンプリングするようにする。そして、オフセット発生回路43よりオフセット信号 S_{n-} を発生させた場合におけるトラッキングエラー信号の振幅値を検出し、その検出した振幅値を R_{n-} に設定 20
する。

【0060】

そしてステップS24に戻り、 R_n が、 R_{n-} および R_{n+} より大きいかが判定される。図5において、右下がりの区間においては、まだ R_n は R_{n-} より小さいからステップS25に進み、ステップS25からさらにステップS27に進み、同様の処理が繰り返される。そして、サンプリング点が図5において、順次左方向に（最適点の方向に）進み、 S_n が最適点に達したとき、 R_n は R_{n+} より大きくかつ R_{n-} よりも大きくなる。この時、ステップS24からステップS28に進み、そのときのオフセット信号 S_n の値が最適値とされる。そして、以後、制御回路42は、オフセット発生回路43に、この最適値を継続して発生させる。

【0061】

以上においては、いわゆる山登り法により、最適点（最大値）を検出するようにしたが、例えば図7に示すようにして、最適点を求めることができる。すなわち、図7の実施例においては、オフセット信号を α ずつ順次変化させ、 S_0 から S_n までの間を最初にすべてサンプリングする。そして、その時、サンプリングして得られるトラッキングエラー信号の急激な上り変化点に対応するオフセット信号を S_{m_1} として検出し、トラッキングエラー信号の急な下り変化点に対応するオフセット信号を S_{m_2} として検出する。そして、変化点 S_{m_1} と S_{m_2} の中点を最適点（調整点）とする。

【0062】

図8は、図7に示した方法により、最適点を求める場合の処理例を表している。この実施例においては、最初にステップS31において、変数 n に0を初期設定し、ステップS3 40
2において次式を演算する。

$$S[n] = SMIN + \alpha \times n$$

【0063】

ここで、 $SMIN$ はオフセット調整値の最小値を表しており、 α はオフセット信号をステップ上に変化させる幅を表している。

【0064】

いまの場合、 $n = 0$ であるから、 $S[0]$ は、 $SMIN$ とされる。

【0065】

制御回路42は、オフセット発生回路43を制御し、この $S[n]$ （いまの場合、 $S[0] = SMIN$ ）を発生させる。そして、この時のトラッキングエラー信号の振幅をレベル 50

検出回路 41 で検出し、その値を $R[n]$ ($=R[0]$) に設定する。

【0066】

次にステップ S33 に進み、変数 n を 1 だけインクリメントする ($n=1$ とする)。ステップ S34 においてインクリメントした変数 n が、 NUM より小さいか否かが判定される。この NUM は、オフセット値の最大値を S_{MAX} とするとき、 $(S_{MAX}-S_{MIN})/\alpha$ で得られる値である。すなわち、オフセットスキャン範囲のサンプリング数を表す。

【0067】

n が NUM より小さい場合においては、まだすべてのサンプリング点をサンプリングしていないので、ステップ S32 に戻り、次式を演算する。

$$S[n] = S_{MIN} + \alpha \times n$$

10

【0068】

すなわち、いまの場合、これにより、 S_{MIN} より α だけ大きい値が、オフセット信号 $S[1]$ として設定される。そしてオフセット信号 $S[1]$ を発生した場合におけるトラッキングエラー信号の振幅が測定され、その値が $R[1]$ として設定される。

【0069】

その後、ステップ S33 に進み、変数 n を 1 だけインクリメントして、いまの場合、 $n=2$ とする。ステップ S34 において、変数 n ($=2$) が NUM より小さいと判定された場合においては、ステップ S32 に戻り、同様の処理が繰り返し実行される。このようにして、図 7 に示す S_0 から S_n までのサンプリング点におけるトラッキングエラー信号の振幅値 R_0 乃至 R_n が得られる。

20

【0070】

以上のようにして、サーチ範囲のサンプリングが完了したとき、変数 n が NUM と等しくなるため、ステップ S34 からステップ S35 に進み、変数 n を 1 に初期設定する。そして、ステップ S36 において、現在の参照点の振幅値 $R[n]$ と、その 1 つ前の振幅値 $R[n-1]$ の差が、予め設定してある基準値 Th より大きいと判定される。いまの場合、 $R[1]-R[0]$ の値が Th より大きいと判定される。図 7 に示すように、サンプリング範囲の最初の期間は、右上がりの特性となっているため、 $R[1]$ は、 $R[0]$ より充分大きい (その差 ($R[1]-R[0]$) は Th より大きい)。そこでステップ S37 に進み、変化点 S_{m1} として、サンプリング点 $S[n]$ と $S[n-1]$ の間の値を設定する。すなわち、次式を演算する。

30

$$S_{m1} = (S[n] + S[n-1]) / 2$$

【0071】

いまの場合、 $S[1]$ と $S[0]$ の間の点が S_{m1} に設定される。

【0072】

次にステップ S38 に進み、変数 n を 1 だけインクリメントして ($n=2$ として)、ステップ S39 において、その変数 n が NUM より小さいか否かを判定する。変数 n が NUM より小さい場合においては、ステップ S36 に戻り、 $R[2]-R[1]$ の値が Th より大きいと判定される。図 7 に示すように、トラッキングエラー信号が大きく変化している期間においては、2 つのサンプリング値の差は、基準値 Th より大きい。そこで、再びステップ S37 に進み、 S_{m1} に、 $(S[2]+S[1])/2$ の値を設定する。すなわち、前回より α だけ右側の値が S_{m1} に設定されたことになる。

40

【0073】

そして、ステップ S38 において、再び変数 n を 1 だけインクリメントして、 $n=3$ とし、ステップ S39 からステップ S36 に戻り、同様の処理を繰り返し実行する。

【0074】

そして、サンプリング点が、図 7 において右側に移動するに従って、トラッキングエラー信号の変化率は次第に小さくなる。そして、 $R[n]-R[n-1]$ の値が Th より小さくなったと判定された場合、ステップ S36 からステップ S40 に進む。すなわち、この時、 S_{m1} には、トラッキングエラー信号の振幅の変化率が大きい区間から小さくなる区間への変化点 (急な上り変化点) が S_{m1} として設定されることになる。

50

【0075】

ステップS40以降においては、トラッキングエラー信号の振幅の変化率が徐々に小さくなる期間から、急激に小さくなる変化点を急な下り変化点 S_{m_2} として求めるようにする。

【0076】

このため、ステップS40においては、 $R[n-1] - R[n]$ の値が、基準値 Th より小さいか否かが判定される。図7に示すように、左側のサンプリング値 $R[n-1]$ の方が、右側のサンプリング値 $R[n]$ より小さい期間（右上がりの期間）、並びに右側のサンプリング値 $R[n]$ の方が、左側のサンプリング値 $R[n-1]$ より小さくても、その差が小さい期間においては、 $R[n-1] - R[n]$ の値は基準値 Th より小さくなる。このため、ステップS40からステップS41に進み、 S_{m_2} に、 $S[n]$ と $S[n-1]$ の間の値を設定する。すなわち、次式を演算する。

10

$$S_{m_2} = (S[n] + S[n-1]) / 2$$

【0077】

そして、ステップS42において n を1だけインクリメントし、ステップS43において、変数 n が $NUM-1$ より小さいか否か（サーチ範囲が図7における右端にまだ達していないか否か）が判定される。変数 n が $NUM-1$ より小さい場合においては、ステップS40に戻り、図7において、1サンプルだけ右側の2つのサンプル値について同様の処理を繰り返す。そして、2つのサンプル値の差が基準値 Th より小さい場合においては、再びステップS41に進み、 S_{m_2} にその2つのサンプリング点の中間の値を設定する。

20

【0078】

このようにして、サンプリング点が図7において右方向に順次移動し、図中右側のサンプリング値 $R[n]$ が、左側のサンプリング値 $R[n-1]$ より急激に小さくなると、両者の差（ $R[n-1] - R[n]$ ）は、基準値 Th と等しいか、それより大きくなる。このとき、 S_{m_2} には、サンプリング点 $S[n-1]$ と $S[n-2]$ の中間の値が設定されていることになる。そして、この時の値が、急な下り変化点 S_{m_2} とされる。

【0079】

以上のようにして、ステップS37で急な上り変化点 S_{m_1} が求められ、ステップS41で急な下り変化点 S_{m_2} が求められたので、ステップS44に進み、変化点 S_{m_1} と S_{m_2} の中間の点を最適点として求める。すなわち、 $(S_{m_1} + S_{m_2}) / 2$ の値を最適点として設定する。

30

【0080】

なお、ステップS39において変数 n が NUM と等しいか、それより大きい値になったと判定された場合においては、ステップS39からステップS40に進む。また、ステップS43において、変数 n が $NUM-1$ と等しいかそれより大きくなったと判定された場合においては、ステップS43からステップS44に進む。

【0081】

図3に示した実施例においては、光ディスク1を再生装置に装着したとき、その光ディスク1の全ての記録層における最適フォーカスオフセット位置を予めサーチし、これを記憶するようにしたが、記録層を変更する度に、最適なフォーカスオフセット位置をサーチするようにすることも可能である。

40

【0082】

図9のフローチャートは、この場合の処理例を表している。すなわち、最初に、ステップS51において、光をフォーカスする記録層の変更が指令されるまで待機し、変更が指令されたとき、ステップS52に進み、その指定された記録層にフォーカスすべきジャンプパルスが、フォーカスサーボ回路9において発生される。これにより、光ヘッド3が指定された記録層にフォーカスできる位置にフォーカス方向にジャンプされる。

【0083】

そして、ステップS53に進み、いまジャンプした記録層における最適フォーカス位置をサーチする処理が実行される。この最適フォーカスサーチ処理は、図3におけるステップ

50

S 2における処理と同様の処理となる。

【0084】

ステップS 5 3で最適フォーカスサーチ処理が完了したとき、ステップS 5 1に戻り、同様の処理が繰り返し実行される。すなわち、このような処理が記録層を変更する度に行われることになる。

【0085】

従って、この場合、図10に示すように、光ディスク1の再生装置のトラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31の制御回路42は、レベル検出回路41が検出するトラッキングエラー信号の振幅が最大となるオフセット信号をオフセット発生回路43に発生させたとき、以後、継続してそのオフセット信号をオフセット発生回路43に発生させるようにする。その結果、図1に示した最大フォーカスオフセット位置記憶回路33は、この実施例においては不要となる。

10

【0086】

図11は、さらに他の動作例を表している。図9の実施例においては、記録層が変更される度に、最適フォーカスサーチ処理を実行するようにしたが、そのようにすると、記録層を変更する度に、実際にデータを再生することができるようになるまでに、時間がかかる。図11の実施例は、この時間を短縮することができるようにするものである。

【0087】

すなわち、最初に、ステップS 6 1において、記録層の変更が指令されるまで待機し、記録層の変更が指令されたとき、ステップS 6 2に進み、フォーカスサーボ回路9にジャンプパルスを発生させて、光ヘッド3をその記録層に向けて移動させる。

20

【0088】

次に、ステップS 6 3に進み、そのときのトラッキングエラー信号の振幅を検出する処理を実行させる。すなわち、トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31の制御回路42は、そのときレベル検出回路41が出力するトラッキングエラー信号の振幅値を読み取り、その読み取った値を R_n に設定する。

【0089】

この実施例の場合、再生装置は、図1に示すように構成される。そして、検出された値 R_n は、最適フォーカスオフセット位置記憶回路33に供給され、記憶される。この最適フォーカスオフセット位置記憶回路33にはまた、直前の記録層を再生していたとき、検出されていたトラッキングエラー信号の振幅が R_p として記憶されている。そこで、ステップS 6 4において、 $R_p - R_n$ の値が予め設定されている基準値 T より大きいかが判定される。

30

【0090】

すなわち、現在得られている振幅 R_n が前回得られていた振幅 R_p より大きい、あるいは小さくても、その差が基準値 T より小さい場合においては、特にフォーカスオフセット値を変更せずとも十分安定してデータを再生することが可能であるとして、フォーカスオフセット値の変更は行わない。すなわち、直前の記録層再生時における場合と同一のオフセット値をそのまま発生させる。そして、ステップS 6 1に戻り、それ以降の処理を繰り返し実行する。

40

【0091】

これに対して、現在の振幅 R_n が前回の振幅 R_p より小さく、その差が基準値 T より大きい場合においては、ステップS 6 4からステップS 6 5に進み、最適フォーカスサーチ処理を実行する。この最適フォーカスサーチ処理は、図3のステップS 2あるいは図9のステップS 5 3における処理と同様の処理である。そして、最適フォーカスサーチ処理が完了したとき、ステップS 6 1に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。

【0092】

すなわち、この実施例においては、フォーカスオフセットのずれに起因してトラッキングエラー信号の振幅が十分な大きさとならない場合においてのみ、フォーカスサーチ処理を実行するので、図9に示す実施例の場合に比べて、フォーカスサーチ処理が実行される回

50

数を少なくすることができ、その分だけ迅速にその記録層からデータの再生を開始することが可能になる。

【0093】

図12は、本発明のディスク駆動装置を応用した光ディスク再生装置の他の実施例を表している。この実施例においては、図1のトラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31に代えて、RF信号振幅最大サーチ回路51が設けられている。そして、光ヘッド3が出力するRF信号が、RF信号振幅最大サーチ回路51に入力されている。

【0094】

RF信号振幅最大サーチ回路51は、図1に示したトラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31と同様に、レベル検出回路、制御回路およびオフセット発生回路により構成されている。その他の構成は、図1における場合と同様である。

10

【0095】

すなわち、図12の実施例においては、再生動作の開始が指令されたとき、制御回路17は、図1の実施例における場合と同様に、光ヘッド3を光ディスク1の最内周トラック位置に移送した後、スピンドルモータ2を駆動し、光ディスク1を回転させる。その後、さらに、フォーカスサーボ回路9およびトラッキングサーボ回路10が、いずれも動作状態とされる。すなわち、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボがかかった状態となる。

【0096】

この状態において、フォーカスオフセットとRF信号の振幅の関係をグラフに示すと、図2、図5および図7に示すようになる。すなわち、光ヘッド3の光ディスク1の記録層に対するフォーカスオフセットを最適な値に設定したとき、RF信号の振幅は最大となる。従って、RF信号振幅最大サーチ回路51において、トラッキングエラー信号の振幅の最大値を求めた場合と同様に、RF信号の振幅の最大値を求めることで、最適点をサーチし、設定することができる。その処理は、図1の実施例における場合と同様であるので、その説明は省略する。

20

【0097】

また、図9に示すように、記録層を変更する度にRF信号を用いて最適フォーカスサーチ処理を実行する場合においては、図12に示す最適フォーカスオフセット位置記憶回路33は不要となるため、再生装置は図13に示すように、最適フォーカスオフセット位置記憶回路33を省略した構成となる。

30

【0098】

また、RF信号を用いて振幅最大サーチを行う場合において、図3あるいは図11に示す処理を行うときは、再生装置は、図12に示すように、最適フォーカスオフセット位置記憶回路33が必要となる。

【0099】

図14は、さらに他の実施例を表している。この実施例においては、図1の実施例におけるトラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31に代えて、ジッタ最小サーチ回路61が設けられている。そして、ジッタ計測回路62が、PLL回路5の出力からジッタを検出し、検出したジッタをジッタ最小サーチ回路61に出力している。ジッタ最小サーチ回路61は、図1に示したトラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路31と同様に、レベル検出回路、制御回路およびオフセット発生回路により構成されている。

40

【0100】

その他の構成は、図1における場合と同様である。

【0101】

ジッタ計測回路62は、PLL回路5が出力する2値化RF信号と同期クロック信号の位相差の絶対値を検出し、これをジッタとして、ジッタ最小サーチ回路61に出力する。このジッタと、フォーカスオフセットとの関係は、図15に示すようになる。

【0102】

すなわち、図15に示すように、光ヘッド3の光ディスク1に対するフォーカスオフセッ

50

トが最適であるとき、ジッタは最小となり、この最適な位置からずれると、ジッタは増加する。そこで、このジッタの最小値を求めることで、光ヘッド3の光ディスク1に対するフォーカスオフセットの最適点を求めることができる。

【0103】

ジッタの最小値は、図16に示すように、山登り法により求めることができる。すなわち、サンプリング点を α ずつ順次増加していき、中央のサンプル値が、その左右のサンプル値より小さくなったとき、その中央のサンプル値が得られるサンプル点を最適点として設定するのである。

【0104】

図17は、山登り法により、ジッタの最小値を求める処理例を表している。

10

【0105】

最初にステップS71において、 S_n に初期値 S_0 を設定する。そして、フォーカスオフセット位置を S_n （いまの場合、 $S_n = S_0$ ）として、その場合におけるジッタの振幅値（大きさ）を測定し、その測定結果を R_n （いまの場合、 $R_n = R_0$ ）に設定する。

【0106】

すなわち、制御回路42は、オフセット発生回路43にオフセット信号 S_0 を発生させる。フォーカスサーボ回路9は、加算器32によりこのオフセット信号 S_0 が加算されたフォーカスエラー信号に対応してフォーカスコイル12を制御し、光ヘッド3のフォーカスオフセット位置を調節する。

【0107】

20

レベル検出回路41は、この時、ジッタ計測回路62が出力するジッタの振幅を検出し、制御回路42に出力する。制御回路42は、この時検出されたジッタの振幅値を R_n （いまの場合、 $R_n = R_0$ ）に設定する。

【0108】

次にステップS72に進み、 S_{n+} に S_0 と α を加算した値を設定する。すなわち次式を演算する。

$$S_{n+} = S_0 + \alpha$$

【0109】

そして、オフセット発生回路43に、このオフセット信号 S_{n+} （ $= S_1$ ）を発生させる。すなわち、ステップS71で発生していたオフセット信号 S_n より α だけ大きいオフセット値をオフセット発生回路43に発生させる。フォーカスサーボ回路9は、このオフセット値が加算されたフォーカスエラー信号に対応してフォーカスコイル12を制御するので、光ヘッド3は、このオフセット値 α の分だけ光ヘッド3のフォーカスオフセット位置をさらに変化させる。

30

【0110】

レベル検出回路41は、この時、ジッタ計測回路62が出力するジッタの振幅を検出する。制御回路42は、レベル検出回路41が検出する、この時のジッタの振幅を R_{n+} （いまの場合、 $R_{n+} = R_1$ ）に設定する。

【0111】

次にステップS73に進み、 S_{n-} に、 S_0 より α だけ小さい値を設定する。すなわち次式を演算する。

40

$$S_{n-} = S_0 - \alpha$$

【0112】

すなわち、制御回路42は、オフセット発生回路43を制御し、ステップS71において発生していたオフセット信号 S_n （いまの場合、 $S_n = S_0$ ）より α だけ小さい値を発生させる。このオフセット信号 S_{n-} が加算されたフォーカスエラー信号が、フォーカスサーボ回路9を介してフォーカスコイル12に供給されるため、光ヘッド3は、オフセット値 S_0 を発生していた場合より、オフセット値 $-\alpha$ の分だけフォーカスオフセット位置が変更される。

【0113】

50

そして、レベル検出回路 4 1 は、この時、ジッタ計測回路 6 2 が出力するジッタの振幅を検出し、制御回路 4 2 に出力する。制御回路 4 2 は、この時のジッタの振幅値を $R_n -$ (いまの場合、 $R_n - = R_0 -$) に設定する。

【0114】

以上のステップ S 7 1 乃至 S 7 3 の処理により、図 1 6 に示したように、フォーカスエラー信号に加算するオフセット値を初期値 S_0 に設定した場合におけるジッタの振幅値 R_n ($= R_0$) と、オフセット信号を α だけ大きくした場合におけるジッタの振幅値 $R_n +$ ($= R_0 + = R_1$) と、オフセット信号を α だけ小さくした場合におけるジッタの振幅値 $R_n -$ ($= R_0 -$) が得られたことになる。

【0115】

そこで、ステップ S 7 4 に進み、 R_n が $R_n +$ と等しいか、それより小さく、かつ、 R_n が $R_n -$ と等しいか、それより小さいか否かが判定される。すなわち、 R_n が $R_n -$ および $R_n +$ より小さいか否か (R_n が最小値であるか否か) が判定される。

【0116】

通常、図 1 6 に示すように、オフセット信号が S_0 である時のジッタの振幅 R_n ($= R_0$) は、オフセット信号が α だけ小さいときの振幅値 $R_n -$ ($= R_0 -$) より小さいが、オフセット信号が α だけ大きい場合におけるジッタの振幅 $R_n +$ ($= R_0 + = R_1$) より大きい。そこでこの場合においては、ステップ S 7 5 に進み、 $R_n +$ が $R_n -$ より小さいか否かが判定される。いまの場合、 $R_n +$ ($= R_0 + = R_1$) は $R_n -$ ($= R_0 -$) より小さいため (図 1 6 において右下がりの区間であるため)、ステップ S 7 6 に進む。

【0117】

ステップ S 7 6 においては、 $S_n -$ に、それまでの S_n ($= S_0$) を設定する。そして、新たな S_n に、それまでの $S_n +$ ($= S_1$) を設定し、 $R_n -$ に、それまでの R_n ($= R_0$) を設定し、 R_n に、それまでの $R_n +$ ($= R_1$) を設定する。そして、さらに $S_n +$ に、新たな S_n ($= S_0 + \alpha = S_1$) に α を加算した値 ($= S_0 + 2\alpha = S_2$) を設定する。すなわち次式を演算する。

$$S_n + = S_n + \alpha$$

【0118】

制御回路 4 2 は、オフセット発生回路 4 3 を制御し、オフセット信号として、 $S_n +$ ($= S_2$) を発生させる。すなわち、ステップ S 7 2 で発生していた $S_n +$ ($= S_0 + \alpha$) より α だけ大きいオフセット $S_n +$ ($= S_0 + 2\alpha = S_2$) を発生させる。そして、そのとき検出されるジッタの振幅を $R_n +$ ($= R_1 + = R_2$) に設定する。

【0119】

すなわち、これにより、図 1 6 に示す状態において、それまでの場合より α だけ右側に移動した 3 つのサンプリング点 S_0 , S_1 , S_2 におけるジッタの振幅値が、 $R_n -$ ($= R_0$)、 R_n ($= R_1$) および $R_n +$ ($= R_2$) に設定されたことになる。

【0120】

そこで、ステップ S 7 4 に戻り、 R_n が、 $R_n -$ および $R_n +$ より小さいか否かが判定される。 R_n が最小値でない場合は、ステップ S 7 5 に進み、再び $R_n +$ が $R_n -$ より小さいか否かが判定される。 $R_n +$ が $R_n -$ より小さい場合においてはステップ S 7 6 に進み、同様の処理が繰り返される。

【0121】

そして、図 1 6 においてサンプリングする区間が右方向に移動し、 S_n が最適点に達すると、その時得られる振幅値 R_n は、 $R_n -$ より小さくかつ $R_n +$ より小さくなる。すなわち、 R_n が最小値となる。そこで、この場合においては、ステップ S 7 4 からステップ S 7 8 に進み、その時の S_n の値が、ジッタの振幅 R_n を最大とする最適値として設定される。すなわち、制御回路 4 2 は、以後、オフセット発生回路 4 3 より、この最適値としてのオフセット信号 S_n を継続して発生させる。

【0122】

一方、図 1 6 において右上がりの区間において、サンプリングが行われている場合におい

10

20

30

40

50

ては、 R_{n+} の値は、 R_{n-} より大きくなる。そこで、この場合においてはステップS75からステップS77に進み、 S_{n+} に、それまでの S_n を設定し、 S_n に、それまでの S_{n-} を設定し、 R_{n+} に、それまでの R_n を設定し、 R_n に、それまでの R_{n-} を設定する。そして、さらに新たな S_n より α だけ小さい値を S_{n-} に設定する。すなわち、次式を演算する。

$$S_{n-} = S_n - \alpha$$

【0123】

すなわち、図16において、より左側のサンプリング点を S_{n-} によりサンプリングするようにする。そして、オフセット発生回路43よりオフセット信号 S_{n-} を発生させた場合におけるジッタの振幅値を検出し、その検出した振幅値を R_{n-} に設定する。

10

【0124】

そしてステップS74に戻り、 R_n が、 R_{n-} および R_{n+} より小さいか否かが判定される。図16において、右上がりの区間においては、まだ R_n は R_{n-} より大きいからステップS75に進み、ステップS75からさらにステップS77に進み、同様の処理が繰り返される。そして、サンプリング点が図16において、順次左方向に（最適点の方向に）進み、 S_n が最適点に達したとき、 R_n は R_{n+} より小さくかつ R_{n-} よりも小さくなる。この時、ステップS74からステップS78に進み、そのときのオフセット信号 S_n の値が最適値とされる。そして、以後、制御回路42は、オフセット発生回路43に、この最適値を継続して発生させる。

【0125】

20

また、図7に示した場合と同様に、急な下り変化点 S_{m2} と、急な上り変化点 S_{m1} を求め、両者の中点をジッタの最小値を呈する最適点として求めることができる。

【0126】

すなわち、この場合においては、図18に示すように、サンプル点 S_0 乃至 S_n までの区間において、サンプリング値 R_0 乃至 R_n を予め求める。そして、これらのサンプル値から変化点 S_{m1} と S_{m2} を求め、両者の中点を求める。

【0127】

図19は、この場合の処理例を表している。この実施例においては、最初にステップS91において、変数 n に0を初期設定し、ステップS92において次式を演算する。

$$S[n] = SMIN + \alpha \times n$$

30

【0128】

ここで、 $SMIN$ はオフセット調整値の最小値を表しており、 α はオフセット信号をステップ上に变化させる幅を表している。

【0129】

いまの場合、 $n=0$ であるから、 $S[0]$ は、 $SMIN$ とされる。

【0130】

制御回路42は、オフセット発生回路43を制御し、この $S[n]$ （いまの場合、 $S[0] = SMIN$ ）を発生させる。そして、この時のジッタの振幅をレベル検出回路41で検出し、その値を $R[n]$ （ $=R[0]$ ）に設定する。

【0131】

40

次にステップS93に進み、変数 n を1だけインクリメントする（ $n=1$ とする）。ステップS94においてインクリメントした変数 n が、 NUM より小さいか否かが判定される。この NUM は、上述した場合と同様に、オフセット値の最大値を S_{MAX} とすると、 $(S_{MAX} - SMIN) / \alpha$ で得られる値である。すなわち、フォーカスオフセットスキャン範囲のサンプリング数を表す。

【0132】

n が NUM より小さい場合においては、まだすべてのサンプリング点をサンプリングしていないので、ステップS92に戻り、次式を演算する。

$$S[n] = SMIN + \alpha \times n$$

【0133】

50

すなわち、いまの場合、これにより、SMINより α だけ大きい値が、オフセット信号S[1]として設定される。そしてオフセット信号S[1]を発生した場合におけるジッタの振幅が測定され、その値がR[1]として設定される。

【0134】

その後、ステップS93に進み、変数nを1だけインクリメントして、いまの場合、 $n=2$ とする。ステップS94において、変数n(=2)がNUMより小さいと判定された場合においては、ステップS92に戻り、同様の処理が繰り返し実行される。このようにして、図18に示す S_0 から S_n までのサンプリング点におけるジッタの振幅値 R_0 乃至 R_n が得られる。

【0135】

以上のようにして、サーチ範囲のサンプリングが完了したとき、変数nがNUMと等しくなるため、ステップS94からステップS95に進み、変数nを1に初期設定する。そして、ステップS96において、現在の参照点の振幅値R[n]と、その1つ前の振幅値R[n-1]の差が、予め設定してある基準値Thより小さいか否かが判定される。いまの場合、 $R[0] - R[1]$ の値がThより小さいか否かが判定される。図18に示すように、サンプリング範囲の最初の期間は、右下がりの特性となっているため、R[0]は、R[1]より充分大きい(その差($R[0] - R[1]$)はThより大きい)。そこでステップS97に進み、変化点 Sm_2 として、サンプリング点S[n]とS[n-1]の間の値を設定する。すなわち、次式を演算する。

$$Sm_2 = (S[n] + S[n-1]) / 2$$

【0136】

いまの場合、S[1]とS[0]の間の点が Sm_2 に設定される。

【0137】

次にステップS98に進み、変数nを1だけインクリメントして($n=2$ として)、ステップS99において、その変数nがNUMより小さいか否かを判定する。変数nがNUMより小さい場合においては、ステップS96に戻り、 $R[1] - R[2]$ の値がThより小さいか否かが判定される。図18に示すように、ジッタが大きく変化している期間においては、2つのサンプリング値の差は、基準値Thより大きい。そこで、再びステップS97に進み、 Sm_2 に、 $(S[2] + S[1]) / 2$ の値を設定する。すなわち、前回より α だけ右側の値が Sm_2 に設定されたことになる。

【0138】

そして、ステップS98において、再び変数nを1だけインクリメントして、 $n=3$ とし、ステップS99からステップS96に戻り、同様の処理を繰り返し実行する。

【0139】

そして、サンプリング点が、図18において右側に移動するに従って、ジッタの変化率は次第に小さくなる。そして、 $R[n-1] - R[n]$ の値がThより小さくなったと判定された場合、ステップS96からステップS100に進む。すなわち、この時、 Sm_2 には、ジッタの振幅の変化率が大きい区間から小さくなる区間への変化点(急な下り変化点)が Sm_2 として設定されることになる。

【0140】

ステップS100以降においては、ジッタの振幅の変化率が徐々に大きくなる期間から、急激に大きくなる変化点を急な上り変化点 Sm_1 として求めるようにする。

【0141】

このため、ステップS100においては、 $R[n] - R[n-1]$ の値が、基準値Thより大きいと否かが判定される。図18に示すように、左側のサンプリング値R[n-1]の方が、右側のサンプリング値R[n]より大きい期間(右下がりの期間)、並びに右側のサンプリング値R[n]の方が、左側のサンプリング値R[n-1]より大きくても、その差が小さい期間においては、 $R[n] - R[n-1]$ の値は基準値Thより小さくなる。このため、ステップS100からステップS101に進み、 Sm_1 に、S[n]とS[n-1]の間の値を設定する。すなわち、次式を演算する。

$$Sm_1 = (S[n] + S[n-1]) / 2$$

【0142】

そして、ステップS102においてnを1だけインクリメントし、ステップS103において、変数nがNUM-1より小さいか否か（サーチ範囲が図18における右端にまだ達していないか否か）が判定される。変数nがNUM-1より小さい場合においては、ステップS100に戻り、図18において、1サンプルだけ右側の2つのサンプル値について同様の処理を繰り返す。そして、2つのサンプル値の差が基準値Thより小さい場合においては、再びステップS101に進み、Sm₁にその2つのサンプリング点の中間の値を設定する。

【0143】

このようにして、サンプリング点が図18において右方向に順次移動し、図中右側のサンプリング値R[n]が、左側のサンプリング値R[n-1]より急激に大きくなると、両者の差(R[n] - R[n-1])は、基準値Thと等しいか、それより大きくなる。このとき、Sm₁には、サンプリング点S[n-1]とS[n-2]の中間の値が設定されていることになる。そして、この時の値が、急な上り変化点Sm₁とされる。

【0144】

以上のようにして、ステップS97で急な下り変化点Sm₂が求められ、ステップS101で急な上り変化点Sm₁が求められたので、ステップS104に進み、変化点Sm₁とSm₂の中間の点を最適点として求める。すなわち、(Sm₁ + Sm₂) / 2の値を最適点として設定する。

【0145】

なお、ステップS99において変数nがNUMと等しいか、それより大きい値になったと判定された場合においては、ステップS99からステップS100に進む。また、ステップS103において、変数nがNUM-1と等しいかそれより大きくなったと判定された場合においては、ステップS103からステップS104に進む。

【0146】

図7または図18に示す方法により、最適点を求めるようにした場合においては、トラッキングエラー信号、RF信号、またはジッタにノイズが重畳されているような場合においても、ノイズによる影響を軽減することができる。

【0147】

ジッタを用いて、最適フォーカスオフセット位置をサーチする場合も、図3または図9に示す処理、あるいは図11に示す処理を行うようにすることができる。図3または図9に示す処理で、最適フォーカスオフセット位置をサーチする場合には、再生装置は、図14に示すように構成される。すなわち、この場合においては、最適フォーカスオフセット位置記憶回路33が必要となる。これに対して、図11に示す処理を実行する場合においては、図20に示すように、最適フォーカスオフセット位置記憶回路33は不要となる。

【0148】

以上の実施例においては、本発明の光ディスク駆動装置を光ディスク再生装置に応用した場合を例として説明したが、本発明は光ディスクに情報を記録する場合にも適用することが可能である。

【0149】

【発明の効果】

以上の如く、本発明の第1の側面によれば、フォーカスエラー信号に加算するオフセット信号が発生されたとき、光のトラッキング状態に対応するトラッキングエラー信号の振幅、光ディスクの記録層に記録されている情報に対応するRF信号の振幅、または光ディスクから再生される信号のジッタを検出し、オフセット信号を最小値から順次増加させた場合における、オフセット信号の増加に対するトラッキングエラー信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第1の閾値以上から第1の閾値未満になる第1のオフセット信号の値と第1の閾値未満から第1の閾値以上になる第2のオフセット信号の値との中間値である第1の中間値、オフセット信号の増加に対するRF信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第2

10

20

30

40

50

の閾値以上から第2の閾値未満になる第3のオフセット信号の値と第2の閾値未満から第2の閾値以上になる第4のオフセット信号の値との中間値である第2の中間値、または、オフセット信号の増加に対するジッタの変化率の絶対値が所定の第3の閾値未満から第3の閾値以上になる第5のオフセット信号の値と第3の閾値以上から第3の閾値未満になる第6のオフセット信号の値との中間値である第3の中間値オフセット信号の最適値として、オフセット信号をその最適値に制御するようにしたので、複数の記録層のうちのいずれの記録層に情報を記録または再生する場合においても、光ディスクなどのばらつきや経時変化に拘らず、常に最適なフォーカス状態を実現することが可能となる。

また、本発明の第2の側面によれば、光ディスクに情報を記録または再生するための光の最適なフォーカスオフセット位置を、フォーカスエラー信号に加算するオフセット信号の値を変化させてサーチし、光ディスクに照射される光のトラッキング状態に対応するトラッキングエラー信号の振幅、光ディスクの記録層に記録されている情報に対応するRF信号の振幅、または光ディスクから再生される信号のジッタを検出し、記録層が変更されたとき、オフセット信号を最小値から順次増加させた場合における、オフセット信号の増加に対するトラッキングエラー信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第1の閾値以上から第1の閾値未満になる第1のオフセット信号の値と第1の閾値未満から第1の閾値以上になる第2のオフセット信号の値との中間値である第1の中間値、オフセット信号の増加に対するRF信号の振幅の変化率の絶対値が所定の第2の閾値以上から第2の閾値未満になる第3のオフセット信号の値と第2の閾値未満から第2の閾値以上になる第4のオフセット信号の値との中間値である第2の中間値、または、オフセット信号の増加に対するジッタの変化率の絶対値が所定の第3の閾値未満から第3の閾値以上になる第5のオフセット信号の値と第3の閾値以上から第3の閾値未満になる第6のオフセット信号の値との中間値である第3の中間値をその記録層に対応するオフセット信号の最適値として、オフセット信号をその記録層に対応する最適値に制御するようにしたので、複数の記録層のうちのいずれの記録層に情報を記録または再生する場合においても、光ディスクなどのばらつきや経時変化に拘らず、常に最適なフォーカス状態を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ディスク駆動装置を応用した光ディスク再生装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】フォーカスオフセットとトラッキングエラー信号との関係を説明するグラフである。

【図3】図1の実施例の動作を説明するフローチャートである。

【図4】初期動作時におけるトラッキングエラー信号の波形を示す図である。

【図5】山登り法によりフォーカスオフセットの最適点を求める原理を説明する図である。

【図6】図5に示す原理に従って最適点を求める処理例を示すフローチャートである。

【図7】急な登り変化点と急な下り変化点とから最適点を求める原理を説明する図である。

【図8】図7に示す原理に従って最適点を求める処理例を示すフローチャートである。

【図9】図10の実施例の動作を説明するフローチャートである。

【図10】図9の処理を実行する光ディスク再生装置の構成例を示すブロック図である。

【図11】図1の実施例の他の動作例を示すフローチャートである。

【図12】本発明の光ディスク駆動装置を応用した光ディスク再生装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図13】本発明の光ディスク駆動装置を応用した光ディスク再生装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図14】本発明の光ディスク駆動装置を応用した光ディスク再生装置のさらに他の構成例を示すブロック図である。

【図15】フォーカスオフセットとジッタとの関係を示すグラフである。

【図16】山登り法により最適点を求める原理を説明する図である。

10

20

30

40

50

【図 17】 図 16 の原理に従って最適点を求める処理例を示すフローチャートである。

【図 18】 急な下り変化点と急な登り変化点とから最適点を求める原理を示す図である。

【図 19】 図 18 に示す原理に従って最適点を求める処理例を示すフローチャートである。

【図 20】 本発明の光ディスク駆動装置を応用した光ディスク再生装置の他の構成例を示すブロック図である。

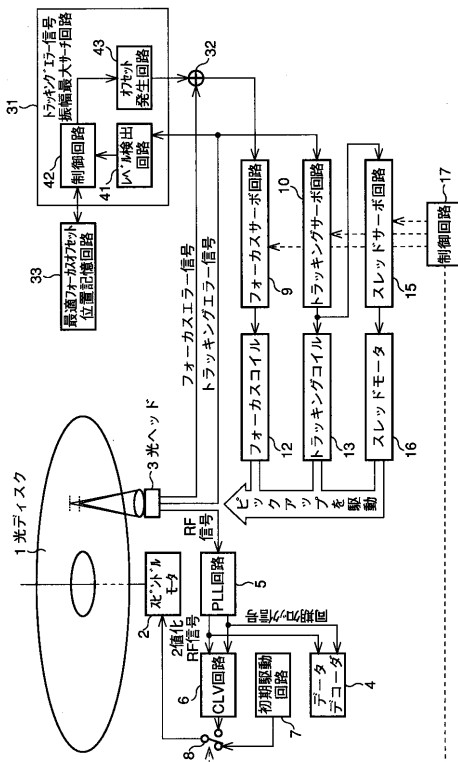
【図 21】 2 層の光ディスクの構成を示す断面図である。

【符号の説明】

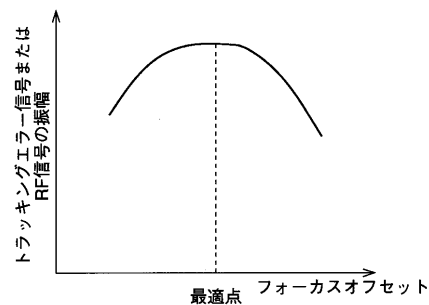
1 光ディスク, 2 スピンドルモータ, 3 光ヘッド, 9 フォーカスサーボ回路, 10 トラッキングサーボ回路, 12 フォーカスコイル, 13 トラッキングコイル, 31 トラッキングエラー信号振幅最大サーチ回路, 32 加算器, 33 最適フォーカスオフセット位置記憶回路, 41 レベル検出回路, 42 制御回路, 43 オフセット発生回路

10

【図 1】

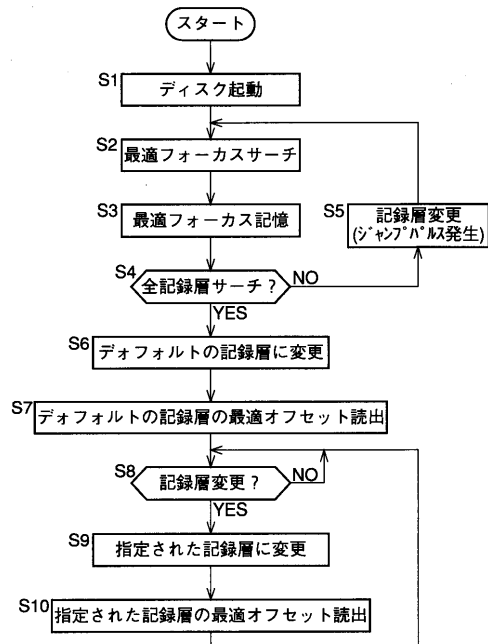


【図 2】

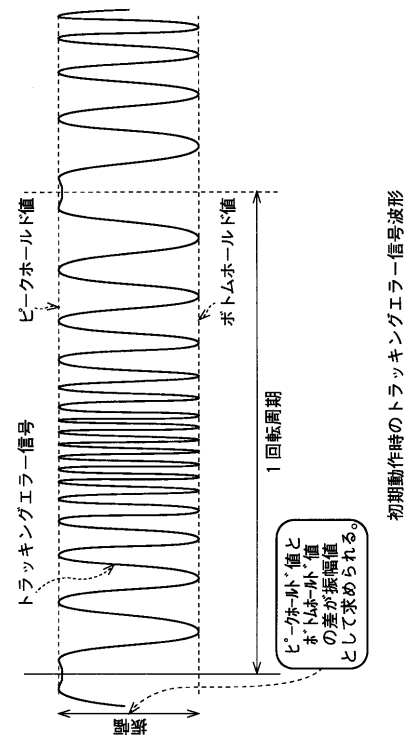


振幅—スキューセンサ出力特性

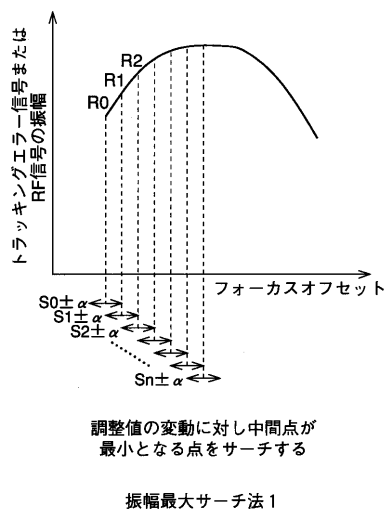
【図 3】



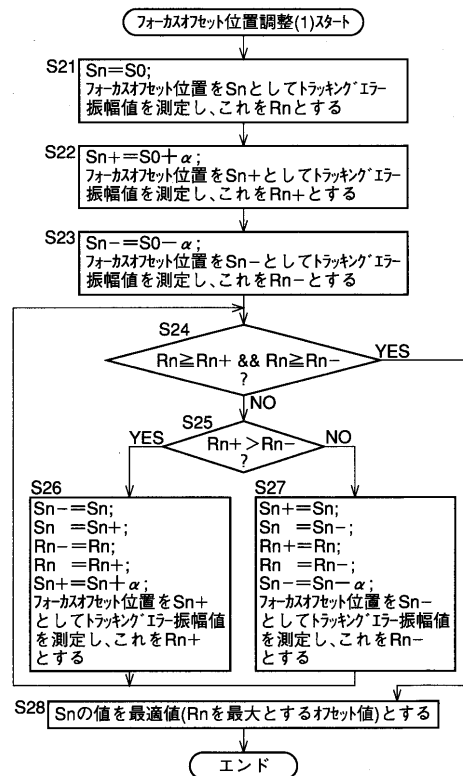
【図 4】



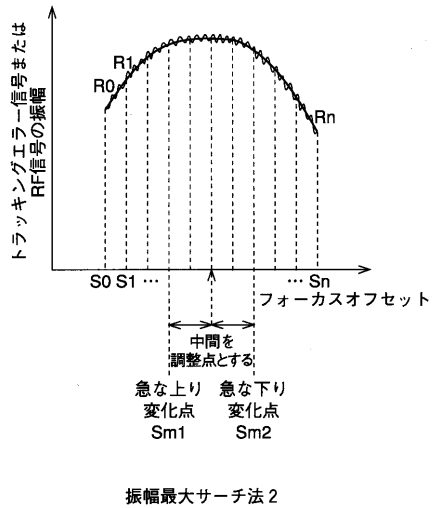
【図 5】



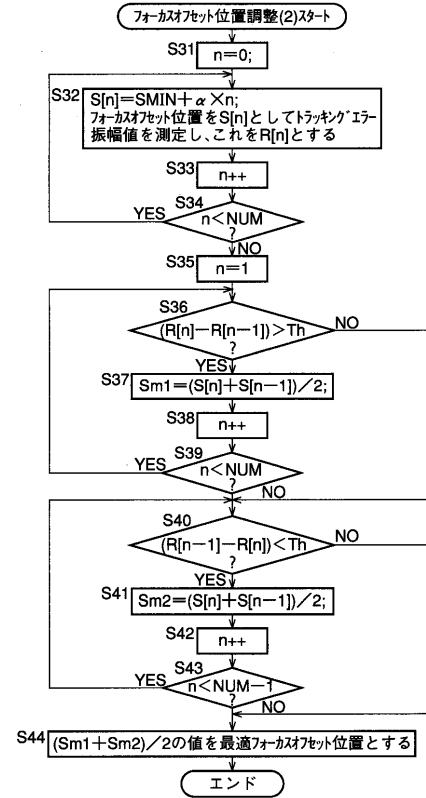
【図 6】



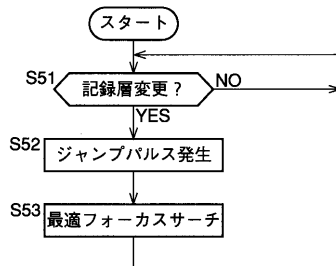
【図 7】



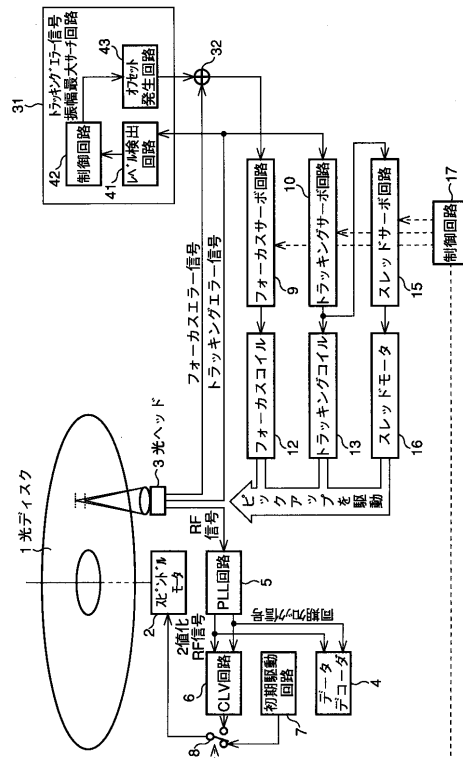
【図 8】



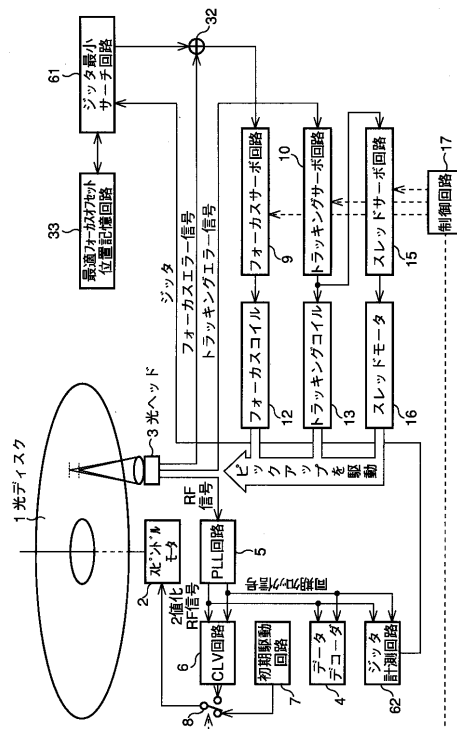
【図 9】



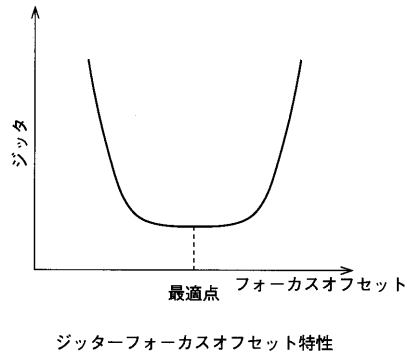
【図 10】



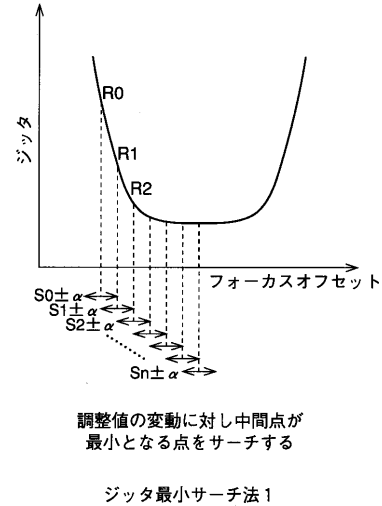
【 図 1 4 】



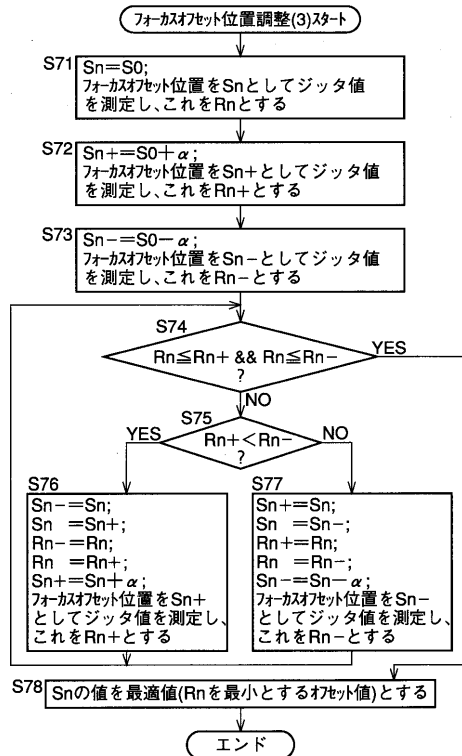
【図 15】



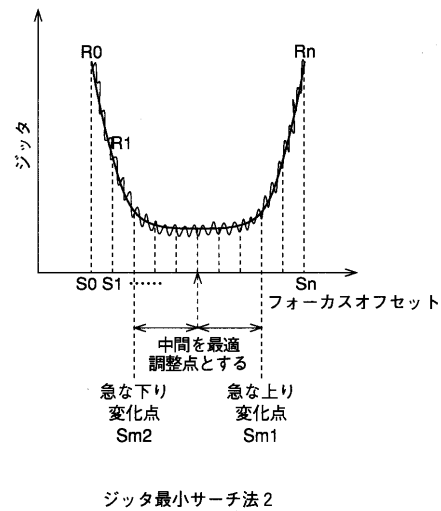
【図 16】



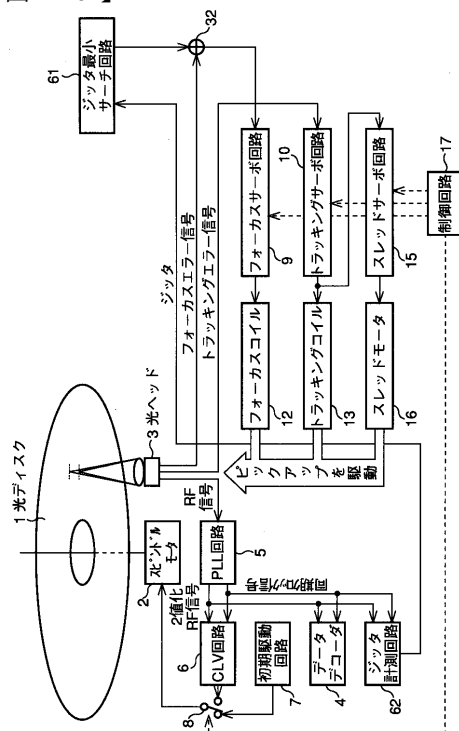
【図 17】



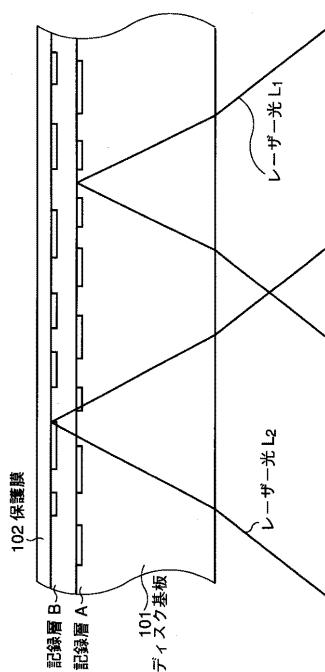
【図 18】



【図 20】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭61-088314 (JP, A)
特開平06-162529 (JP, A)
特開平06-231477 (JP, A)
特開平05-054396 (JP, A)
特開平05-159318 (JP, A)
特開平08-221766 (JP, A)
特開平04-078033 (JP, A)
特開昭60-202545 (JP, A)
特開平09-007207 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G11B 7/08 - 7/10