

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-3328
(P2010-3328A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/005 (2006.01)	G 1 1 B 7/005 B	5 D 0 4 4
G 1 1 B 20/10 (2006.01)	G 1 1 B 20/10 3 2 1 A	5 D 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-158624 (P2008-158624)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成20年6月18日 (2008. 6. 18)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	西村 孝一郎 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所コンシューマエレクトロニクス研究所内
		(72) 発明者	中村 悠介 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所コンシューマエレクトロニクス研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学的情報記録方法、光学的情報再生方法、および光ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】

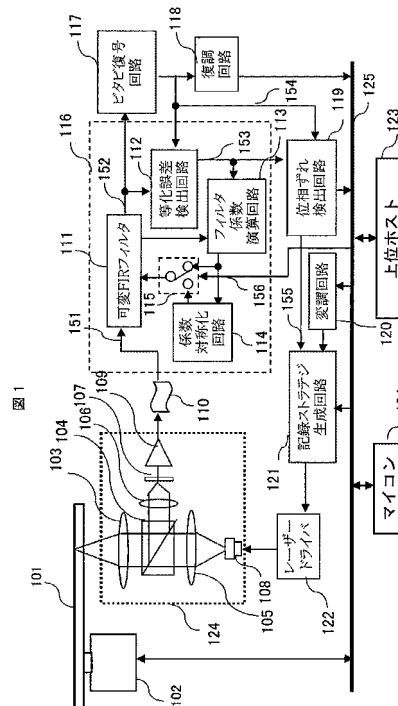
光ディスクにおいて信号伝送特性の制約、記録情報の高密度化などにより記録データの再生信号から直接記録品質評価を行うことが困難な場合においても、安定した記録パラメータ学習、および記録品質評価を可能にする。

【解決手段】

入力された再生信号を所定の目標等化特性に等化する波形等化回路の出力と、該目標等化特性との差分から、前記再生信号のチャネルクロックに対する位相ずれを評価する際に、該波形等化回路の周波数に対する群遅延特性を一定とする。これにより、波形等化回路の出力である等化波形は入力された再生信号の位相ずれ情報を保存でき、上記等化波形から正しく再生波形の位相ずれを検出することができる。

これにより、上記位相ずれを指標とした記録、再生、サーボなどの各種パラメータの最適値学習を精度良く実現することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を照射し、その反射光により情報記録媒体に記録された情報を再生する光ディスク装置であって、
 反射光から得られる再生信号を所定の目標等化特性に等化する適応等化回路と、
 前記適応等化回路の出力波形から2値化信号を生成する2値化回路と、
 再生信号に同期したクロック信号と適応等化回路の出力波形の位相ずれ量を検出する位相ずれ検出回路と、
 を具備する光ディスク装置において、
 前記適応等化回路の等化特性が群遅延一定となるように、該適応等化回路の等化特性を補正する等化特性補正回路と、
 前記適応等化回路に対して、前記等化特性補正回路による補正動作の使用、未使用を切り替える等化特性制御切替スイッチと
 を具備することを特徴とする光ディスク装置。

10

【請求項 2】

請求項1記載の光ディスク装置において、
 情報記録媒体から得られる再生信号を2値化回路に入力して情報再生を行う際は前記等化特性補正回路を未使用とし、
 情報記録媒体から得られる再生信号から、位相ずれ検出回路を介して該再生信号の位相ずれ量を検出する際は前記等化特性補正回路を使用する、
 ように前記等化特性制御切替スイッチを切り替える
 ことを特徴とする光ディスク装置。

20

【請求項 3】

請求項1記載の光ディスク装置において、
 情報記録媒体から得られる再生信号を2値化回路に入力して情報再生を行う際は前記等化特性補正回路を未使用とし、
 上記光ディスク装置の情報再生パラメータ条件、およびサーボ条件を学習する際には前記等化特性制御切替スイッチを切り替えて前記等化特性補正回路を使用して、情報記録媒体から得られる再生信号の位相ずれ量を検出する
 ことを特徴とする光ディスク装置。

30

【請求項 4】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を照射して情報を記録し、その反射光により情報記録媒体に記録された情報を再生する光ディスク装置であって、
 レーザー光を照射するレーザー光源と、
 前記レーザー光源を駆動する駆動電流を生成するレーザー駆動回路と、
 前記反射光から得られる再生信号を所定の目標等化特性に等化する適応等化回路と、
 前記適応等化回路の出力波形から2値化信号を生成する2値化回路と、
 再生信号に同期したクロック信号と前記適応等化回路の出力波形の位相ずれ量を検出する位相ずれ検出回路と、
 記録する情報と記録ストラテジに基づいて前記レーザー駆動回路を制御する記録波形生成回路と、
 前記位相ずれ量に基づいて記録ストラテジのパラメータを調整する記録ストラテジ調整回路と、
 を具備する光ディスク装置において、
 前記適応等化回路の等化特性が群遅延一定となるように、前記適応等化回路の等化特性を補正する等化特性補正回路と、
 前記適応等化回路に対して、前記等化特性補正回路による補正動作の使用、未使用を切り替える等化特性制御切替スイッチと、
 を具備することを特徴とする光ディスク装置。

40

【請求項 5】

50

請求項4記載の光ディスク装置において、
 情報記録媒体から得られる再生信号を、上記2値化回路に入力して情報再生を行う際は、
 前記等化特性補正回路を未使用とし、
 記録ストラテジのパラメータの調整を行う際は、前記等化特性補正回路を使用する、
 ように前記等化特性制御切替スイッチを切り替える
 ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項6】

請求項4記載の光ディスク装置において、
 情報記録媒体から得られる再生信号を、上記2値化回路に入力して情報再生を行う際は、
 前記等化特性補正回路を未使用とし、
 情報記録媒体への情報記録後、前記等化特性補正回路を使用して該記録情報を再生し、得
 られた位相ずれ量が所定値以上である場合に、該情報記録媒体に再度同じ情報記録を実施
 するように前記等化特性制御切替スイッチを切り替える
 ことを特徴とする光ディスク装置。

10

【請求項7】

請求項1から6のいずれかに記載の光ディスク装置において、
 前記適応等化回路はチャンネルクロックの整数倍を遅延単位とする遅延素子の出力と所定の
 係数の乗算により出力が決定されるトランスバーサルフィルタで構成され、
 前記等化特性補正回路は、上記トランスバーサルフィルタフィルタがN個の遅延素子から
 構成され、各遅延素子の出力をd1からdN、その出力に対する係数をc1からcNとしたとき、
 $c(1+x) = c(N-x)$ ($x=0, 1, \dots, N/2$)
 となるように上記係数値を補正する
 ことを特徴とする光ディスク装置。

20

【請求項8】

請求項1から7のいずれかに記載の光ディスク装置において、
 前記所定の目標等化特性と、前記波形等化回路の出力波形の差分である等化誤差を前記位
 相ずれ量とする
 ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項9】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を照射し、その反射光により情報記録媒体
 に記録された情報を再生する光ディスク装置であって、
 前記反射光から得られる再生信号を等化する波形等化回路と、
 前記波形等化回路の出力波形からビタビ復号を行って2値化信号を出力するビタビ復号回
 路と、
 前記波形等化回路の出力波形と2値化信号から、ビタビ復号回路の基準値を変更するビタ
 ビ復号基準値制御回路と、
 前記波形等化回路の出力波形と前記ビタビ復号回路の基準値の差分から等化誤差量を検出
 する等化誤差検出回路と、
 を具備する光ディスク装置において、
 前記ビタビ復号基準値制御回路において、時間軸方向に対称な2値化信号パターンから生
 成される基準値の値を等しくするビタビ復号基準値補正回路と、
 前記ビタビ復号基準値補正回路による補正動作の使用、未使用を切り替えるビタビ復号基
 準値制御切替スイッチと、
 を具備することを特徴とする光ディスク装置。

30

40

【請求項10】

請求項9記載の光ディスク装置において、
 情報記録媒体から得られる再生信号を上記2値化回路に入力して情報再生を行う際は前記
 ビタビ復号基準値補正回路を未使用とし、
 情報記録媒体から得られる再生信号から、上記等化誤差検出回路を介して該再生信号の等
 化誤差量を検出する際は前記ビタビ復号基準値補正回路を使用する、

50

ように前記ビタビ復号基準値制御切替スイッチを切り替えることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 1】

請求項9記載の光ディスク装置において、

情報記録媒体から得られる再生信号を2値化回路に入力して情報再生を行う際は前記ビタビ復号基準値補正回路を未使用とし、

上記光ディスク装置の情報再生パラメータ条件、およびサーボ条件を学習する際には前記ビタビ復号基準値補正回路を使用して、情報記録媒体から得られる再生信号から等化誤差量を検出し、該等化誤差量が最小となるようにパラメータ条件、およびサーボ条件を決定する

10

ように前記ビタビ復号基準値制御切替スイッチを切り替えることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 2】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を照射して情報を記録し、その反射光により情報記録媒体に記録された情報を再生する光ディスク装置であって、

レーザー光を照射するレーザー光源と、

前記レーザー光源を駆動する駆動電流を生成するレーザー駆動回路と、

前記反射光から得られる再生信号を等化する波形等化回路と、

前記波形等化回路の出力波形からビタビ復号を行って2値化信号を出力するビタビ復号回路と、

20

前記波形等化回路の出力波形と2値化信号から、ビタビ復号回路の基準値を変更するビタビ復号基準値制御回路と、

前記波形等化回路の出力波形と前記ビタビ復号回路の基準値の差分から等化誤差量を検出する等化誤差検出回路と、

記録する情報と記録ストラテジに基づいてレーザー駆動回路を制御する記録波形生成回路と、

前記等化誤差量に基づいて記録ストラテジのパラメータを調整する記録ストラテジ調整回路と、

を具備する光ディスク装置において、

前記ビタビ復号基準値制御回路において、時間軸方向に対称な2値化信号パターンから生成される基準値の値を等しくするビタビ復号基準値補正回路と、

30

前記ビタビ復号基準値補正回路による補正動作の使用、未使用を切り替えるビタビ復号基準値制御切替スイッチと、

を具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 3】

請求項12記載の光ディスク装置において、

情報記録媒体から得られる再生信号を、前記2値化回路に入力して情報再生を行う場合は、前記ビタビ復号基準値補正回路を未使用とし、

記録ストラテジのパラメータの調整を行う際は、前記ビタビ復号基準値補正回路を使用する、

40

ように前記ビタビ復号基準値制御切替スイッチを切り替えることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 1 4】

請求項12記載の光ディスク装置において、

情報記録媒体から得られる再生信号を、前記2値化回路に入力して情報再生を行う際は、前記ビタビ復号基準値補正回路を未使用とし、

情報記録媒体への情報記録後、前記ビタビ復号基準値補正回路を使用して該記録情報を再生し、得られた等化誤差量が所定値以上である場合に、該情報記録媒体に再度同じ情報記録を実施する

ように前記ビタビ復号基準値制御切替スイッチを切り替える

50

ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 15】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を照射し、その反射光により情報記録媒体に記録された情報を再生する光ディスク装置であって、

前記反射光から得られる再生信号を等化する波形等化回路と、

前記波形等化回路の出力波形からビタビ復号を行って2値化信号を出力するビタビ復号回路と、

前記波形等化回路の出力波形と2値化信号から、前記ビタビ復号回路の基準値を変更するビタビ復号基準値制御回路と、

時間軸方向に対称な2値化信号パターンから生成されるビタビ復号基準値の値を等しくするビタビ復号基準値補正回路と、

前記波形等化回路の出力波形と前記ビタビ復号基準値補正回路から出力される基準値の差分から等化誤差量を検出する等化誤差検出回路と、

を具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 16】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を照射して情報を記録し、その反射光により情報記録媒体に記録された情報を再生する光ディスク装置であって、

レーザー光を照射するレーザー光源と、

レーザー光源を駆動する駆動電流を生成するレーザー駆動回路と、

前記反射光から得られる再生信号を等化する波形等化回路と、

波形等化回路の出力波形からビタビ復号を行って2値化信号を出力するビタビ復号回路と、

波形等化回路の出力波形と2値化信号から、ビタビ復号回路の基準値を変更するビタビ復号基準値制御回路と、

時間軸方向に対称な2値化信号パターンから生成されるビタビ復号基準値の値を等しくするビタビ復号基準値補正回路と、

波形等化回路の出力波形と上記ビタビ復号基準値補正回路から出力される基準値の差分から等化誤差量を検出する等化誤差検出回路と、

記録する情報と記録ストラテジに基づいてレーザー駆動回路を制御する記録波形生成回路と、

前記等化誤差量に基づいて記録ストラテジのパラメータを調整する記録ストラテジ調整回路と、

を具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 17】

請求項9から17のいずれかに記載の光ディスク装置であって、

前記波形等化回路の周波数に対する群遅延特性は一定である、

ことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 18】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を照射し、その反射光により情報記録媒体に記録された情報を再生する光学的情報再生方法であって、

情報記録媒体から得られる再生信号を適応等化回路を介して2値化回路に入力して情報再生を行う際は適応等化回路をそのまま使用し、

情報再生パラメータ条件、およびサーボ条件を学習する際には前記適応等化回路の群遅延特性を一定とし、情報記録媒体から得られる再生信号の位相ずれ量を検出する

ように前記適応等化回路の等化特性制御を切り替える

ことを特徴とする光学的情報再生方法。

【請求項 19】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を時系列パルス列である記録ストラテジとして照射して情報を記録する光学的情報記録方法であって、

情報記録媒体から情報再生を行う際は、得られる再生信号を適応等化回路を介して2値化

10

20

30

40

50

回路に入力して情報再生を行い、
記録ストラテジを調整する際には前記適応等化回路の群遅延特性を一定とし、情報記録媒体から得られる再生信号の位相ずれ量を検出する
ように前記適応等化回路の等化特性制御を切り替える
ことを特徴とする光学的情報記録方法。

【請求項 20】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を時系列パルス列である記録ストラテジとして照射して情報を記録する光学的情報記録方法であって、
情報記録媒体から情報再生を行う際は、得られる再生信号を適応等化回路を介して2値化回路に入力して情報再生を行い、
情報記録媒体への情報記録を行う際は、情報記録後に前記適応等化回路の群遅延特性を一定にして該記録情報を再生し、得られた位相ずれ量が所定値以上である場合に、該情報記録媒体に再度同じ情報記録を実施する
ように前記適応等化回路の等化特性制御を切り替える
ことを特徴とする光学的情報記録方法。

10

【請求項 21】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を照射し、その反射光により情報記録媒体に記録された情報を再生する光学的情報再生方法であって、
情報記録媒体から得られる再生信号を等化回路を介してビタビ復号回路に入力して情報再生を行う際は、ビタビ復号回路のブランチメトリックが最小となるようにビタビ復号の基準値を制御し、
情報再生パラメータ条件、およびサーボ条件を学習する際には、
ビタビ復号回路のブランチメトリックが最小、かつ時間軸方向に対称な2値化信号パターンから生成されるビタビ復号回路の基準値が等しくなるようにビタビ復号の基準値を制御する
ように前記ビタビ復号の基準値制御を切り替える
ことを特徴とする光学的情報再生方法。

20

【請求項 22】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を時系列パルス列である記録ストラテジとして照射して情報を記録する光学的情報記録方法であって、
情報記録媒体から得られる再生信号を等化回路を介してビタビ復号回路に入力して情報再生を行う際は、前記ビタビ復号回路のブランチメトリックが最小となるようにビタビ復号の基準値を制御し、
記録ストラテジを調整する際には、
ビタビ復号回路のブランチメトリックが最小、かつ時間軸方向に対称な2値化信号パターンから生成されるビタビ復号回路の基準値が等しくなるようにビタビ復号の基準値を制御する
ように前記ビタビ復号の基準値制御を切り替える
ことを特徴とする光学的情報記録方法。

30

【請求項 23】

情報トラックを持つ情報記録媒体にレーザー光を時系列パルス列である記録ストラテジとして照射して情報を記録する光学的情報記録方法であって、
情報記録媒体から得られる再生信号を等化回路を介してビタビ復号回路に入力して情報再生を行う際は、前記ビタビ復号回路のブランチメトリックが最小となるようにビタビ復号の基準値を制御し、
情報記録媒体への情報記録を行う際は、
ビタビ復号回路のブランチメトリックが最小、かつ時間軸方向に対称な2値化信号パターンから生成されるビタビ復号回路の基準値が等しくなるようにビタビ復号の基準値を制御し、得られた等化誤差量が所定値以上である場合に、該情報記録媒体に再度同じ情報記録を実施する

40

50

ように前記適応等化回路の等化特性制御を切り替えることを特徴とする光学的情報記録方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザー光を用いて記録媒体に光学的に情報を記録する情報記録方法およびその記録装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

レーザー光を用いて記録媒体へ2値、もしくはそれ以上の多値の情報を記録する場合、一般的に記録媒体へ情報を記録するためのレーザーパルスの形状、所謂記録ストラテジの最適化学習が必要であり、これを以降記録学習と呼ぶ。記録学習では、記録波形を再生して評価することにより、システムでの最適な記録ストラテジの学習を行う。評価指標としては、波形エッジの時間軸方向のずれであるジッタ、振幅方向のずれであるアシンメトリ、値などが用いられる。

10

【0003】

一方、レーザー光を用いて記録媒体への2値化情報記録、および記録媒体からの2値化情報再生を行うシステムでは、レーザー光を電気信号に変換する光電変換手段、および電気信号伝送手段、処理手段の周波数特性が有限である。このため、記録媒体に対する信号記録、再生速度が速くなるにつれて、信号振幅、および信号SN比の低下、および信号の符号間干渉が発生する。これらは再生波形にひずみとなって現れるため、前述の記録学習における評価指標が正しく検出できなくなる。

20

【0004】

これらの課題を回避する手段として、PRML(Partial Response and Maximum Likelihood)復号手段を用いた評価指標による記録学習が提案されている(例えば特許文献1)。PRMLでは、レーザー光により記録媒体から再生された信号を既知のPR(Partial Response)クラスになるように適応等化などの手段を用いて等化し、該PRクラスの等化目標に従ってML(Maximum Likelihood:最尤)復号により、最も確からしい信号系列を推定して2値化判定を行う手法である。このように伝送系の周波数特性に類似したPRクラスで等化処理をした後にML復号を行うことにより、再生信号帯域に対して伝送系の帯域が低い場合においても、安定した2値化信号再生が可能となる。

30

【0005】

また、最尤復号の代表的な復号処理としてビタビ復号処理があるが、本処理で用いる基準値を前段の等化出力波形に合わせる適応型ビタビ復号処理も提案されている(例えば特許文献2)。

【0006】

上記PRMLを用いて記録学習を行う際の再生波形の評価指標としては、例えば等化目標値と等化出力波形のずれ、いわゆる等化誤差およびその積算値などが用いられる。これらの評価指標はいずれも等化出力波形から算出される。しかし、PRML処理では適応等化処理を用いるため、再生波形に含まれる位相ずれ等の波形ひずみが適応等化処理により補正されてしまい、正しい再生波形の評価ができなくなる。そのため、群遅延特性を一定とした適応等化処理にすることにより、再生波形に含まれる波形ひずみ情報を保存することにより、正しい再生波形評価を行うことができる(例えば特許文献3)。

40

【0007】

【特許文献1】特開2005-339690号公報

【特許文献2】特開2004-178627号公報

【特許文献3】WO2005-031743号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

50

PRMLにおける適応等化処理は、入力される再生波形を後段のビタビ復号処理の基準値にあった波形に等化することが目的である。例えば記録媒体のタンジェンシャル方向のチルト量が大きい場合、媒体上のスポット形状のひずみなどから、波形応答特性にひずみが発生する。そのため、記録媒体から得られる再生信号にもひずみが発生する。このひずみは群遅延が一定ではないため、適応等化処理でその逆特性、即ち群遅延特性が逆転した特性をかけることにより、ひずみを補償して後段のビタビ復号処理の基準値にあった波形に等化することができる。しかし、上記に述べたような群遅延特性を一定とした適応等化処理では、記録媒体からの再生波形のひずみを補償できず、ビタビ復号処理における2値化処理誤りの要因となる。

【0009】

本発明は上記問題点を解決し、記録媒体からのPRML処理による情報再生における品質の確保と、高速記録、再生時におけるPRML処理などの最尤復号手段を用いた記録パラメータ学習の両立を可能とするものである。最尤復号手段を用いた学習処理は、再生およびサーボパラメータの学習などへも展開可能である。また、本発明は、適応型ビタビ復号処理を用いた場合における記録媒体からの情報再生、および記録パラメータ学習にも展開可能である。

【0010】

本発明は、記録学習動作の安定化、省電力化、および学習時間の短縮を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的は、その一例として、高速記録、再生時におけるPRML処理などの最尤復号手段を用いた記録パラメータ学習時と、高速記録、再生時における記録媒体からのPRML処理による情報再生時とにおいて、適応等化処理の群遅延特性を一定にする処理と、しない処理とを切り替えることで達成できる。

【発明の効果】

【0012】

本発明は記録媒体からのPRML処理による情報再生における品質の確保と、高速記録、再生時におけるPRML処理などの最尤復号手段を用いた再生信号評価の両立を可能とするものである。これにより、信号伝送特性の制約、記録情報の高密度化による信号S/N劣化等において、安定した情報再生とPRMLを用いた信号エッジ位相ずれ検出による記録パラメータ、サーボパラメータなどの安定した調整が可能になる。

このことは、記録、再生情報の高転送レート実現における高速記録、再生と、各種調整が同じ速度で実施可能となることであり、速度変更によるモーター負荷増加による発熱の低減、および速度変更に伴う回転整定待ち時間の発生を押さえることができ、記録学習動作の安定化、省電力化、および学習時間の短縮を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

はじめに記録ストラテジの構成およびその学習について説明する。

【0014】

図2に記録ストラテジの一例を示す。201は光ディスクに記録する記録信号、202はその記録ストラテジを表す。記録ストラテジはレーザーパワー(以降記録パワー)とレーザーパルスエッジ位置(以降パルスタイミング)で制御される。記録パワーは図のPw、Ps、Pcに相当し、パルスタイミングは図の206から210に相当する。なお、パルスタイミングについてはその一部を示した。

【0015】

これらのパラメータは、装置とディスク、およびその記録条件によって最適値が異なる。そのため、記録する前にパラメータの学習、所謂記録学習を行う。

【0016】

さらに、レーザー光によるディスク上へのマーク形成では前後マークからの熱干渉があ

10

20

30

40

50

るため、一部のパルスタイミングでは記録するマークとその前後のスペースの組み合わせによってパルスタイミングを調整する位相補償と呼ばれる制御を行う。図3に図2のパルス列206(dTtop)、および208(Teclp)の位相補償に用いる補償テーブルの一例を示す。dTtopでは、先行スペースと当該マークがそれぞれ2Tから5Tまでのときのパルスタイミングの設定値を定めている。またTeclpでは当該マークと後方スペースがそれぞれ2Tから5Tまでのときのパルスタイミングの設定値を定めている。

【0017】

次に、本発明を実施するための最良の形態について図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0018】

第1の実施例の装置構成を図1に示す。

【0019】

上位ホスト123から信号バス125を介して出力された情報データは、変調回路120でディスク記録信号に変調される。記録ストラテジ生成回路121では、ディスク記録信号と位相ずれ検出回路から出力されるパルスタイミング設定値155およびマイコン124からの記録パワー設定などにより前述の記録ストラテジを生成する。レーザードライバ122は、上記の記録ストラテジに従ってレーザ108を駆動する。レーザ108より出射されたレーザ光はコリメートレンズ105、対物レンズ103を通して光ディスク101上にマークを記録する。これにより、光ディスク101にデータが記録される。

【0020】

次に光ディスク101に記録されたデータを再生する場合、光ディスク101にレーザ光を照射して得られた反射光はビームスプリッタ104を通して集光レンズ106で光電変換素子107に集光され、アンプ109での増幅、電圧変換などの処理を介して電気信号（以降再生信号）に変換される。この再生信号をフレキシブルケーブルなどの伝送路を介してPRML処理回路に入力する。PRML回路は適応等化回路116と最尤復号回路、ここではその一般的な例としてビタビ復号回路117から構成される。PRML処理では、適応等化回路116によって上記の再生信号を所定の目標等化特性に等化し、ビタビ復号回路117でその等化特性に従って2値化処理を行う。

【0021】

適応等化回路はFIRフィルタ111、等化誤差演算回路112、フィルタ係数演算回路113係数対称化回路114、スイッチ115から構成される。

【0022】

図3に図1のFIRフィルタ111およびその周辺回路の詳細構成を示す。本実施例のFIRフィルタは7タップのフィルタであり、図の301~307は再生信号に同期した再生クロック1周期(1T)単位の遅延素子、308~314は乗算回路、315は加算回路である。再生信号151に対して、各遅延素子を介した信号に所定の係数 $c_3 \sim c_m$ を乗算して加算することで、等化信号152を得る。

【0023】

等化誤差演算回路114は等化信号と目標等化特性との誤差を算出する。

【0024】

等化目標特性は上記フィルタと同様にFIRフィルタの乗算係数値として表される。本実施例では、4タップのフィルタの乗算係数値を1,2,2,1としたPR(1,2,2,1)特性を等化目標とする。

【0025】

PR(1,2,2,1)では、2値化信号の4時刻積算により10個の出力値を基準値として持つ。表1にこれらの基準値を示す。等化誤差演算回路は、各時刻でのこれら基準値と上記等化信号152との差である等化誤差153を出力する。各時刻での基準値の選択は、ビタビ復号回路117で生成される等化信号に対応した2値化信号パターンから選択される。

【0026】

10

20

30

40

【表 1】

表 1

等化=PR(1,2,2,1)	Ref値
REF1111	6
REF1110	4
REF0111	4
REF0110	2
REF1100	0
REF0011	0
REF1001	-2
REF1000	-4
REF0001	-4
REF0000	-6

10

【 0 0 2 7 】

フィルタ係数演算回路113は、FIRフィルタ111のタップ係数 c_3 から cm_3 の設定値を演算する。係数値は最小自乗法、最急降下法などにより等化誤差出力153を最小とするように更新される。例えば最急降下法に基づいた最小自乗平均法では、各等化係数は等化誤差出力153（これを err とする）とFIRフィルタ111の各タップ出力 $d_3 \sim dm_3$ を用いて、以下の式により更新される。

20

【 0 0 2 8 】

$$c^*(t+1) = c^*(t) - (\mu \times err \times d^*(t))$$

上記式の μ は収束速度係数であり、係数更新速度を制御する値である。

【 0 0 2 9 】

係数対称化回路114はFIRフィルタ111のタップ中心から対称となるタップ出力の係数を平均化する回路であり、加算回路とビットシフトなどによる1/2の除算回路で構成される。

【 0 0 3 0 】

スイッチ115はFIRフィルタ111の係数として、フィルタ係数演算回路113の出力と係数対称化回路114の出力を選択するスイッチである。

30

【 0 0 3 1 】

適応等化回路116から出力された等化信号152はビタビ復号回路117に入力される。ビタビ復号回路では、入力された等化信号152に対して、ブランチメトリック演算を行い、その結果をパスメモリに蓄積することにより2値化信号を出力する。ブランチメトリック演算では、フィルタ出力波形152と変調規則におけるすべての2値化パターンを等化目標であるPR(1,2,2,1)で等化した目標等化出力との誤差を演算する。パスメモリでは、その演算結果の積算値が最小となる信号パターンを等化信号の2値化信号として選択して出力する。

40

【 0 0 3 2 】

出力された2値化信号は復調回路118でデータ信号に復号され、上位ホスト123に送られる。

【 0 0 3 3 】

位相ずれ検出回路119は、等化誤差信号153から再生波形の位相ずれを検出する。図5に位相ずれ検出回路の構成を示す。図の501はビタビ復号結果154から記録補償を行うマーク、スペースパターンを検出する。502は等化誤差信号153と、2値化信号154をパターン検出回路401に入力して得られるパターン情報との位相をあわせる遅延回路である。仕分け回路503ではパターン検出回路401で得られたマーク、スペースパターンに応じて等化誤差信号153の仕分けを行う。LPF(Low Pass Filter)群 504 は、再生時のディスク上の傷、指

50

紋、その他の局所的な影響を排除するため、仕分けられた等化誤差の平均化を行う。ストラテジ制御量演算回路505は、各マーク、スペースパターンで平均化された等化誤差をそれぞれあらかじめ設定されていた所定の目標誤差量と比較し、その差分から各マーク、スペースパターンに関連するパルスタイミングのパラメータ制御を行う。ここで算出されたパルスタイミング値155は前述の記録ストラテジ生成回路 121 に入力される。

【 0 0 3 4 】

次に等化誤差信号から記録ストラテジのパルスタイミングを制御する方法について説明する。

【 0 0 3 5 】

図6に再生波形の例を示す。図の横軸は時刻を、縦軸は波形振幅を表す。601は位相ずれのない理想入力波形、602は時間軸で前方に位相ずれした波形、603は時間軸で後方に位相ずれした波形である。このときの前方位相ずれは604、後方位相ずれは605であり、この例では後方位相ずれのほうが大きいことがわかる。

10

【 0 0 3 6 】

図7は図6の波形をPR(1.2.2.1)の特性を持つ4タップ固定特性フィルタに通した等化出力波形を示す。図6同様に横軸は時刻を、縦軸は波形振幅を表す。図7と図6の対応は、601の等化出力波形が701、602の等化出力波形が702、603の等化出力波形が703である。704は601の2値化信号を上記フィルタに入力したときの等化出力波形であり、これが等化誤差を求める際の目標等化出力となる。

【 0 0 3 7 】

同図において、再生波形エッジ点707における等化誤差は、波形701ではゼロ、波形702では705、波形703では706となる。等化誤差705、706は図6の位相ずれ604、605に対応し、その極性、および大小関係が保存されていることがわかる。このことから、固定特性のフィルタでは、再生波形の等化出力のエッジ点での等化誤差を最小にするように、記録ストラテジのパルスタイミングを制御することにより、最適な記録特性を得ることができる。

20

【 0 0 3 8 】

しかし、前述のように高速記録、再生に伴う伝送帯域不足による再生信号S/N低下、および符号間干渉への対応のため、等化特性を再生信号に適応させる、いわゆる適応等化処理が必要となる。

【 0 0 3 9 】

図8は前述の位相前ずれ波形602に対して、適応等化処理を行った場合の波形の例を示す図である。図の横軸、縦軸は図6、7と同様である。適応等化処理を行った場合、等化誤差が最小となるようにフィルタ係数が制御される。そのため、例えば図の801のようにエッジ点804での位相ずれをゼロとするようにフィルタ係数が制御される可能性がある。このときのフィルタの振幅特性と群遅延特性を図9に示す。図の横軸は周波数の再生クロックに対する割合、縦軸左は振幅特性、縦軸右は群遅延特性を示す。同図の901が上記フィルタ特性における振幅特性、902が群遅延特性である。このように、フィルタにおいてエッジ点での位相ずれが補正されている場合は、群遅延特性が一定にならない。

30

【 0 0 4 0 】

また、前述の位相ずれのない波形601を上記特性のフィルタで等化処理を行うと、図8の802のようにエッジ点804で803に示すような等化誤差が発生する。このため、誤った位相ずれ情報を検出し、不要な記録ストラテジ調整を行う可能性も発生する。

40

【 0 0 4 1 】

これを解消するため、図1、および図3に示すスイッチ 115を切り替えて、フィルタ係수에係数対称化回路114の出力が選択されるようにする。この処理を行った場合のフィルタの振幅特性、および群遅延特性が図9の903、904である。このようにフィルタの係数をタップ中心から時間軸方向に対称になるように演算して適用することにより、群遅延を一定とすることができる。

【 0 0 4 2 】

位相前ずれ波形602および位相ずれのない波形601を上述の群遅延を一定としたフィルタ

50

に入力したときの等化出力波形を図10に示す。図の横軸、縦軸は図8と同様である。図の1001が位相前ずれ波形602の等化出力波形、1002が位相ずれのない波形601の等化出力波形である。波形1001ではエッジ点1004での等化誤差1003が検出されているが、波形1002ではそれがゼロであることがわかる。このことから、フィルタ係数を対称化したことにより、等化誤差により再生波形の位相ずれが正しく検出できるようになる。

【0043】

以上の処理を記録学習動作、とくにパルスタイミング学習に適用した場合の処理シーケンスを図11に示す。

【0044】

図1の光ディスク101からの信号再生時は、ディスクチルト等による再生信号波形ひずみに対する再生性能確保のため、スイッチ115は係数対称化回路を選択しない設定となっている。パルスタイミング学習を開始する(1101)と、図1, および3のスイッチ 115 でフィルタ係数に係数対称化処理回路の出力を選択する(1102)。このとき、必要によってはフィルタ係数 $c_3 \sim c_m$ を初期化するなどの処理を行っても良い。次に記録学習用のデータをディスクに記録する(1103)。このデータは通常のパターン、もしくは記録学習用の特殊パターンいずれでもよい。記録したデータを再生して等化誤差検出回路112により等化誤差を検出し(1004)、位相ずれ検出回路119 でこれらをエッジパターンごとに仕分けして積算する(1105)。これらの各エッジパターンの等化誤差積算値をそれぞれの所定目標値あらかじめ設定した所定目標値と比較し、すべてのエッジパターンにおいて等化誤差積算値が所定目標値以下であれば(1106)、スイッチ 115 を切り替えてフィルタ係数対称化処理をオフし(1107)、学習を終了する(1108)。このとき、処理1102と同様に、必要によってはフィルタ係数 $c_3 \sim c_m$ を初期化するなどの処理を行っても良い。また、等化誤差積算値が所定目標値を上回るエッジパターンが1つでもあれば、検出された等化誤差積算値に従って当該エッジパターンに関連するパルスタイミングの変更を行い(1109)、再度データ記録を行ってストラテジ調整を行う。

【0045】

本発明により、高速記録、再生での記録ストラテジ学習において、信号伝送路の条件などにより再生波形エッジずれ情報の取得が困難な場合においても、PRML処理を用いて正しい再生波形エッジずれ情報の取得が可能になる。また切替スイッチ115を用いることにより、光ディスクでの高速信号再生におけるPRML処理を用いた再生性能確保と、高速学習の高速化に対応したPRML処理を用いた再生波形エッジずれ情報の取得の両立が可能となる。

【0046】

なお、上記の例では適応等化フィルタのタップ数が $2n+1$ (n は整数)のように奇数の場合の例を示したが、タップ数が $2n$ (n は整数)のように偶数の場合は、図12に示すようにタップを左右 n 個に分けて、両側から等しい数のタップ位置の係数を平均化することで、上記と同様の効果を得ることが出来る。

【0047】

また、上記の例では得られた等化誤差出力を図4に示す位相補償テーブルに従って仕分けを行う処理について説明したが、位相補償テーブルを用いないパルスタイミングについては、必ずしも仕分け処理を行う必要はない。

【実施例2】

【0048】

次に本発明の第2の実施例における装置構成を図13に示す。同図において、図1と同様の機能を有する素子、ブロックについては、同様の図番を付してあり、ここでは説明を省略する。

【0049】

図の1301は係数値を固定としてFIRフィルタである。再生クロック周期のタップと係数値を乗算する構成は第1の実施例と同様であるが、本実施例では、後段の等化誤差検出回路の出力を記録ストラテジのエッジタイミング調整に使用するため、各タップの係数は時間軸方向に対称となるように、固定値を設定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

1302は前述の表1に示したビタビ復号で用いる目標等化特性を更新する目標値更新回路である。

【 0 0 5 1 】

1303は更新された目標値を時間軸方向に対称化する対称化回路である。目標値更新回路1302、および目標値対称化回路1303の詳細回路図を図14に示す。なお、ここでは、ビタビ復号回路の目標値は2値化信号の4時刻分のデータで決定される、即ち拘束長4の目標値とする。

【 0 0 5 2 】

図の1401は再生チャンネルクロック単位の遅延素子であり、ビタビ復号回路117から出力される2値化信号1352を4ビットパラレル信号1451に変換する。1402は4ビットパラレル信号1451を8ビットへ変換するデコーダである。1403はデコーダ1402の出力と、固定FIRフィルタ1301の出力波形1351の位相をそろえるための遅延回路である。スイッチ群1404は、デコーダ1402の出力に従ってオン、オフが制御される。これにより、2値化信号1352の各4時刻パターンに対応したフィルタ出力波形1351の振幅値が選別され、後段のLPF群1405で平均化される。この平均化出力1353を表1に示すビタビ復号回路の目標値の代わりに用いることにより、目標値に対して固定FIRフィルタ1301を介して再生信号151のアシンメトリ情報などが反映され、再生信号に適応した、より安定したビタビ復号処理を行うことができる。

【 0 0 5 3 】

これを以降適応ビタビ復号処理、同処理回路を適応ビタビ復号回路と呼ぶ。

【 0 0 5 4 】

適応ビタビ復号回路の目標値1353と、固定FIRフィルタの出力1351を用いて、本発明の第1の実施例と同様に等化誤差を算出して記録学習を行う場合、再生信号のエッジ位相ずれが目標値に反映され、正しい等化誤差が検出できなくなる。これを回避するために、目標等化特性の群遅延特性が一定となるように目標値を制御する。そのために、図14の1303に示すように、時間軸方向に対称なパターンの目標値について平均による対称化を行う。時間軸方向に対称なパターンとは、本実施例の拘束長4の目標値では、以下の組み合わせとなる。

1. パターン(1,1,1,0)とパターン(0,0,0,1)
2. パターン(1,1,0,0)とパターン(0,0,1,1)
3. パターン(1,0,0,0)とパターン(0,0,0,1)

これらのパターンについては、図の1407に示す加算回路および1407の除算回路により目標値の平均化を行う。このように時間軸方向の目標値を対称化することにより、立ち上がり波形の等化特性と立ち下がり波形の等化特性を等しくし、FIRフィルタによる等化特性実現時の係数対称化と同様の効果を得ることが出来る。

【 0 0 5 5 】

図13の1304は等化誤差検出回路の出力を平均化するLPF(Low Pass Filter)であり、マイコン124により適宜リセットされる機能を有する。1305はLPF 1304で平均化された等化誤差値と記録ストラテジ生成回路に設定される記録パラメータの組み合わせを複数記憶することができるメモリである。

【 0 0 5 6 】

以上の処理を記録学習動作、とくに記録パワー学習に適用した場合の処理シーケンスを図15に示す。なお、本実施例における記録パワー学習は、図2のPw、Ps、Pcおよびそれらに比などを指す。

【 0 0 5 7 】

記録パワー学習を開始する(1501)と、図13のマイコン124から記録ストラテジ生成回路121に初期記録パワー条件を設定し、学習に使用するメモリ1305をクリアする(1502)。次に記録学習用データパターンを記録する(1503)。次にLPF1304をリセットして初期化する(1504)。記録データを再生して等化誤差平均値を検出し(1505)、記録パワー条件と等化誤差

10

20

30

40

50

平均値をメモリに格納する(1506)。以上の1503から1506の処理を、記録パワー条件を所定の可変ステップで変更しながら所定のステップ数実行する(1507、1510)。所定のステップ数だけ繰り返しを終了したら、マイコンなどでメモリに格納されている記録パワー条件を横軸、等化誤差平均値を縦軸として図16に示すようなパケットカーブ1601を取得する。本パケットカーブにおいて等化誤差平均値が最小となる記録パワー条件P0を探索し、データ記録パワーとしてストラテジ生成回路に設定し(1508)、記録パワー学習を終了する(1509)。なお、処理1507でパケットカーブの形状などから等化誤差平均値の最小値探索が困難な場合は、例えば所定の等化誤差平均値1602となる記録パワー条件P1、P2の中間値P3を探索パワー条件値としてもよい。

【0058】

同処理では、図11に示す第1の実施例の処理シーケンスと比較して、係数対称化フィルタの切替制御1102、1107が不要となるため、記録学習の処理ステップをそれだけ短くでき、記録学習時間を短縮することができる。

【0059】

本実施例では、ビタビ復号回路の目標値を再生波形に適応させることにより、ビタビ復号での2値化処理の安定性を向上させつつ、実施例1と同様にPRML処理を用いて安定した再生波形の位相ずれ検出、およびそれを用いた記録波形学習を行うことが出来る。

【0060】

なお、本実施例における記録学習処理シーケンスでは、記録パラメータである記録パワー条件を可変させて複数の条件で記録を行い、それらを再生して等化誤差積算値が最小となる記録パワー条件を抽出する手法を示したが、本手法は第1の実施例におけるパルスタイミング学習についても適用可能である。その場合は、マーク、スペースパターン毎に、仕分けされた等化誤差平均値が最少となるパルスタイミングを探索することになる。また、図4に示した記録補償テーブルを用いないパルスタイミング条件については、本実施例と同様の方法で学習を行うことが出来る。

【実施例3】

【0061】

ベリファイ動作への適用

図17に本発明の第3の実施例における回路構成を示す。同図において、図1、図13と同様の機能を有する素子、およびブロックについては同様の図番を付してあり、ここでは説明を省略する。

【0062】

本回路構成は、第1の実施例の適応等化回路、および第2の適応ビタビ復号回路の両方の機能を有する。スイッチ1701の詳細を図18に示す。スイッチ1701では、等化誤差検出回路で等化誤差を演算する際の等化目標値として、等化出力152と2値化信号1352から生成される更新目標値1353と1353を時間軸方向に対称化した対称化目標値1354との切替を行う。スイッチ1701の詳細を図18に示す。スイッチの切替は、通常のリプレイ時は更新目標値1353を選択し、それ以外、例えば第1、第2の実施例に示すような記録学習時、および本実施例における記録品質判定実施時には対称化目標値1354を選択する。1702は、112で検出された等化誤差値を平均化するLPF(Low Pass Filter)であり、マイコン124により適宜リセットされる機能を有する。1703は1702で得られる等化誤差平均値を所定の等化誤差目標値と比較し、記録品質判定を行う回路である。

【0063】

以上の回路構成について、ベリファイ動作を伴うデータ記録動作に適用した場合の処理シーケンスを図19に示す。

【0064】

図17の光ディスク101からの信号再生時は、ディスクチルト等による再生信号波形ひずみに対する再生性能確保のため、スイッチ115、1751は係数対称化回路および目標値対称化回路を選択しない設定となっている。記録処理を開始する(1901)と、図17のスイッチ115、1751においてフィルタ係数、目標値対称化選択をオンする(1902)。次にマイコン124か

10

20

30

40

50

ら記録ストラテジ生成回路121に記録パラメータを設定し(1903)、データの記録を行う(1904)。次に等化誤差平均化LPF(Low Pass Filter)1702をリセットして初期化し(1905)、記録データを再生して等化誤差平均値を検出する(1906)。次に、記録品質判定回路1703で等化誤差平均値と所定の等化誤差目標値を比較し、等化誤差平均値が等化誤差目標値以下であるかどうかを判定する(1907)。等化誤差平均値が等化誤差目標値以下であれば、スイッチ115、1751においてフィルタ係数、目標値対称化選択をオフし(1908)、記録処理を終了する(1909)。

【0065】

処理1907で等化誤差平均値が等化誤差目標値以上であれば、記録不良のため再度同じ領域の記録を行う(1910)。なお、再度記録を行う際に記録パラメータなどの記録条件を変更してもよい(1911)。さらに記録パラメータを変更する場合、上記等化誤差平均値に基づいて記録パラメータを変更するか、等化誤差平均値とは異なる指標値、例えば再生波形のアシンメトリ度合いを示すベータ値などに基づいて、記録パラメータを変更してもよい。

【0066】

上記の処理を行うことにより、記録品質確認、いわゆるベリファイ処理を伴うデータ記録を高速で実施する場合において、信号伝送路の帯域条件などにより記録品質の正確な判定が困難な場合においても、適応等化処理を用いて正しい記録品質の判定が可能になる。このことから、信号帯域に対する伝送路帯域が十分に確保できる低速での記録における品質評価と、伝送帯域確保が困難な高速での記録における品質評価の互換性を確保することができる。

【実施例4】

【0067】

記録系以外の学習動作への対応

図20に本発明の第4の実施例における回路構成を示す。同図において、図1および図17と同様の機能を有する素子、およびブロックについては同様の図番を付してあり、ここでは説明を省略する。

【0068】

レンズチルト制御回路2002は、アクチュエータ2001を制御して対物レンズ103のディスク101に対するチルト量を変更する。さらに、複数条件におけるアクチュエータ2001の制御量とLPF(Low Pass Filter) 1702から出力される等化誤差平均値の組み合わせをメモリ2003に記憶し、対物レンズチルト量の最適値を探索する。

【0069】

以上の処理の流れを図21に示す。

【0070】

図20の光ディスク101からの信号再生時は、ディスクチルト等による再生信号波形ひずみに対する再生性能確保のため、スイッチ115は係数対称化回路を選択しない設定となっている。レンズチルト学習を開始する(2101)と、図20のスイッチ115でフィルタ係数に係数対称化処理回路の出力を選択する(2102)。このとき、必要によってはフィルタ係数を初期化するなどの処理を行っても良い。次に、マイコン124から初期レンズチルト条件を設定し、学習に使用するメモリ2003をクリアする(2103)。次にLPF (Low Pass Filter) 1702をリセットして初期化し(2104)、ディスク内の所定の領域を再生する(2105)。再生後、レンズチルト設定条件と取得した適応等化平均値を組としてメモリ2003に格納する(2106)。以上の2104から2106の処理を、レンズチルト条件を所定の可変ステップで変更しながら所定のステップ数実行する(2107、2110)。所定のステップ数だけ繰り返しを終了したら、マイコンなどでメモリに格納されているレンズシフト条件を横軸、等化誤差平均値を縦軸として図22に示すようなパケットカーブ2201を取得する。本パケットカーブにおいて等化誤差平均値が最小となるレンズシフト条件L0をデータ再生時のレンズシフト設定として選択し、(2108)、レンズシフト学習を終了する(2109)。なお、処理2108でパケットカーブの形状などから等化誤差平均値の最小値探索が困難な場合は、例えば所定の等化誤差平均値2202となるレンズシフト条件L1、L2の中間値L3を探索結果のレンズシフト条件値としても

よい。

【0071】

上記の処理により、高速記録、再生によるレンズチルト制御の最適条件探索を行う際に、信号伝送路の条件などにより高速再生波形の最適条件の取得が困難な場合において、適応等化処理における等化誤差から高速再生時の最適レンズチルト条件を精度よく探索することができる。

また、上記図21の処理シーケンスでは再生時の最適レンズチルト条件の最適値学習を行ったが、処理2105を記録、再生処理とし、その再生時のレンズチルト条件を固定値、例えば上記図21の処理シーケンスの学習結果を用いることにより、高速再生時と同様に、高速記録時の最適レンズチルト条件を得ることができる。

10

【0072】

なお、本実施例では学習するパラメータとしてレンズチルト条件を用いたが、記録、再生時のサーボ条件、例えばフォーカス、トラッキングにおけるオフセット値、ループゲイン値などについても、同様の手法を用いて最適値を得ることができる。

同様に、再生信号のアンプゲイン、および適応等化回路前段にプリコライズ回路を備える場合はそのブースト値、カットオフ周波数などの信号再生時のパラメータについても、上記と同様の手法を用いて最適値を得ることができる。

【0073】

以上説明した第1から第4の実施例では、等化誤差検出時の回路構成と、その学習項目は異なるが、それらの組み合わせについては上記実施例に限定されるものではなく、上記実施例と異なる組み合わせによる実施も可能である。

20

【0074】

また、上記実施例では7タップのFIRフィルタによる適応、および固定等化回路と、拘束長4、そのなかでPRクラスとしてPR(1,2,2,1)特性を等化目標特性とした例を示した。また最尤復号による2値化処理回路としてビタビ復号回路を用いた。上記FIRフィルタのタップ数、等化目標特性における拘束長およびPRクラスについては、本発明の本質の係わるものではなく、本実施例に限定されるものではない。同様に2値化処理回路についても、上記ビタビ復号回路に限定されるものではない。

【0075】

また、第1、3の実施例では適応等化回路における等化特性の群遅延特性を一定にする手段として、FIRフィルタのタップ係数の対称化を示した。しかし、適応等化処理を実現する回路として、上記以外の構成も考えられる。その場合は、フィルタの等化特性制御として、適応等化処理に加えてそのフィルタ回路における群遅延特性が一定となるような制御処理を加えればよい。その際の群遅延特性検出方法としては、たとえば特性が既知の信号に対して、立ち上がりパターン、立ち下がりパターンでの等化誤差を等しくするように制御することなどが考えられる。

30

【0076】

また、上記実施例ではパルスタイミング学習、記録パワー学習の最適値評価、および記録品質確認の手段として、再生波形エッジ点での等化誤差の平均値を用いた。本発明は、上記に示す処理に対して、PRML処理における等化出力波形を用いる場合にはすべて適用可能であり、最適値評価、および記録品質確認の指標として、実施例に示す内容に限定されるものではない。

40

【0077】

本発明は記録媒体からのPRML処理による情報再生における品質の確保と、高速記録、再生時におけるPRML処理などの最尤復号手段を用いた再生信号評価の両立を可能とするものである。これにより、信号伝送特性の制約、記録情報の高密度化による信号S/N劣化等において、安定した情報再生とPRMLを用いた信号エッジ位相ずれ検出による記録パラメータ、サーボパラメータなどの安定した調整が可能になる。

このことは、記録、再生情報の高転送レート実現における高速記録、再生と、各種調整が同じ速度で実施可能となることであり、速度変更によるモーター負荷増加による発熱の低

50

減、および速度変更に伴う回転整定待ち時間の発生を押さえることができ、記録学習動作の安定化、省電力化、および学習時間の短縮を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】第1の実施例における光ディスク装置の構成図。

【図2】記録ストラテジとディスク上のマーク、スペースおよびその再生波形の関係を示す模式図。

【図3】図1のFIRフィルタとその周辺回路の詳細図。

【図4】記録ストラテジの記録補償の例を示す図。

【図5】図1の位相ずれ検出回路の構成図。

10

【図6】再生波形の一例を示す図。

【図7】図6の固定等化出力波形を示す図。

【図8】図6の位相前ずれ波形に対する適応等化出力波形の一例を示す図。

【図9】図8の適応等化処理の振幅、群遅延特性を示す図。

【図10】図6の位相前ずれおよび位相ずれのない波形に対する群遅延一定の適応等化処理を行った等化出力波形を示す図。

【図11】偶数タップのFIRフィルタを第1の実施例に適用する場合のFIRフィルタとその周辺回路の詳細図。

【図12】第1の実施例におけるパルスタイミングの学習処理の流れを示す図。

【図13】第2の実施例における光ディスク装置の構成図。

20

【図14】図13の目標値更新回路、目標値対称化回路とその周辺回路の詳細図。

【図15】第2の実施例における記録パワー条件の学習処理の流れを示す図。

【図16】第2の実施例における記録パワー条件対検出等化誤差量のバケットカーブの一例を示す模式図。

【図17】第3の実施例における光ディスク装置の構成図。

【図18】図17のスイッチ1701の詳細図。

【図19】第2の実施例におけるベリファイ動作を伴うデータ記録動作の処理の流れを示す図。

【図20】第4の実施例における光ディスク装置の構成図。

【図21】第4の実施例におけるレンズチルト学習の処理の流れを示す図。

30

【図22】第4の実施例における記録パワー条件対検出等化誤差量のバケットカーブの一例を示す模式図。

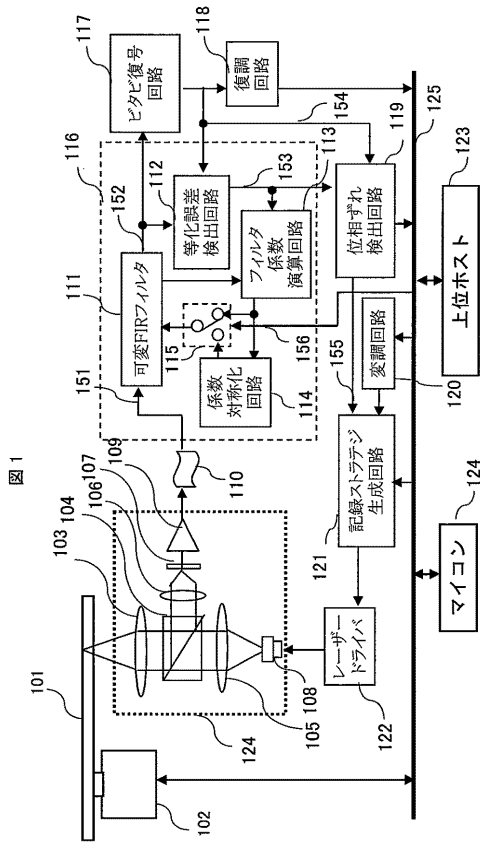
【符号の説明】

【0079】

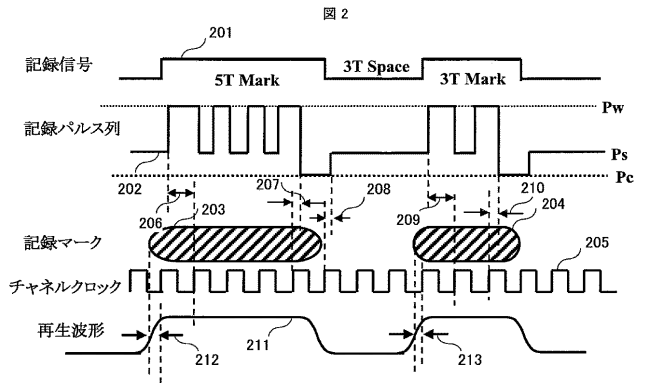
101 ... 記録媒体、102 ... スピンドルモータ、103 ... 対物レンズ、104 ... ビームスプリッタ、105 ... コリメータレンズ、106 ... 集光レンズ、107 ... 光電変換素子、108... レーザー、109... IV変換アンプ素子、110... フレキシブルケーブル、116... 適応等化回路、112... 復調回路、114... マイコン、115... 上位ホスト、116... 等化誤差検出回路、115、1404、1701... スイッチ群、124... 光ピックアップ、125... データバス、301、1401... 遅延素子、302... 乗算回路、303、304、1406... 加算回路、305、1407 ... 除算回路、1402... デコーダ

40

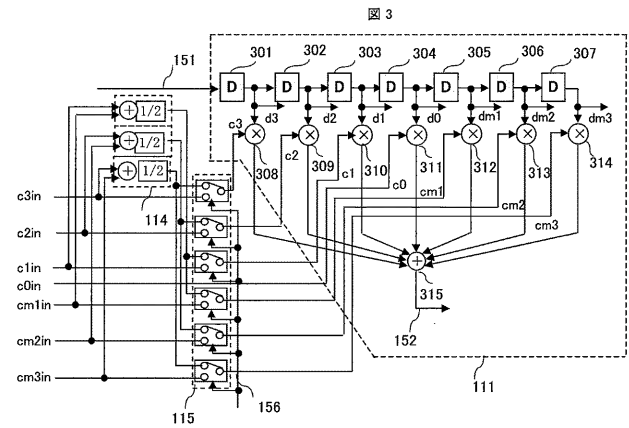
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



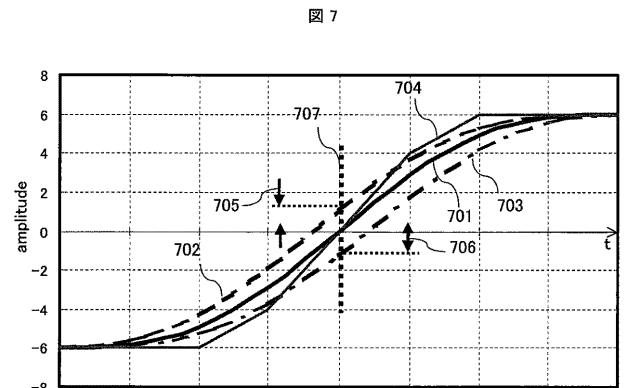
【 図 4 】

図 4

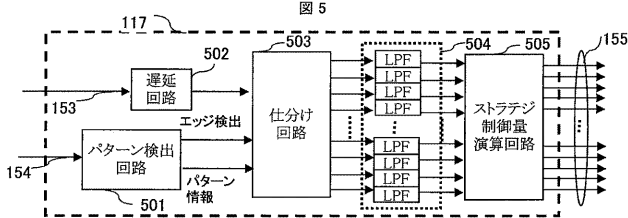
		dTop				
		Mark				
*S*M		2	3	4	>5	
Space	2	0.2	0.15	0.15	0.1	
	3	0.2	0.15	0.15	0.1	
	4	0.15	0.1	0.1	0.1	
	>5	0.15	0.1	0.1	0.1	

		dTeclp				
		Mark				
*S*M		2	3	4	>5	
Space	2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	
	3	-0.25	-0.3	-0.3	-0.3	
	4	-0.3	-0.35	-0.35	-0.35	
	>5	-0.3	-0.35	-0.35	-0.4	

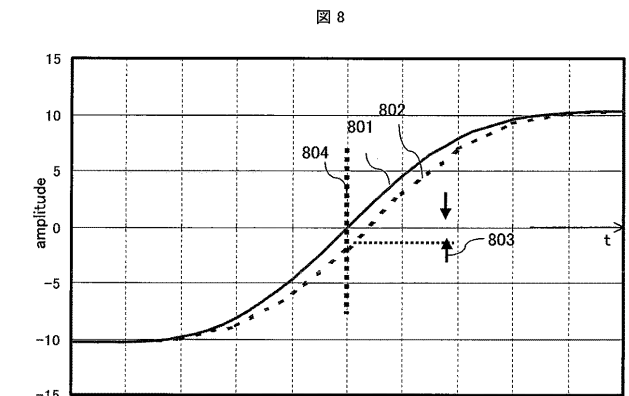
【 図 7 】



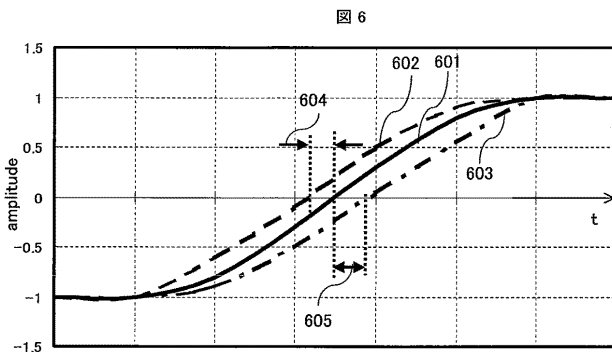
【 図 5 】



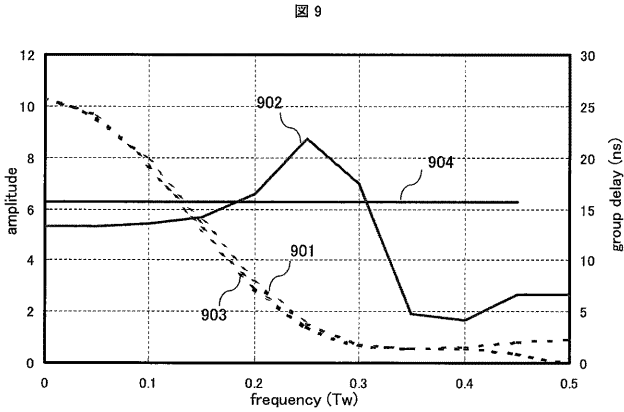
【 図 8 】



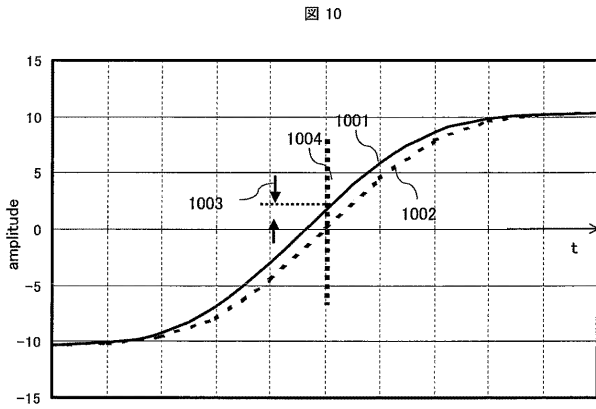
【 図 6 】



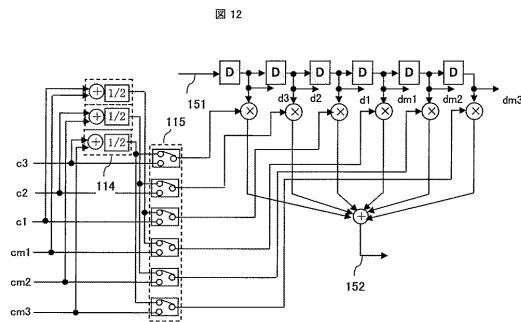
【 図 9 】



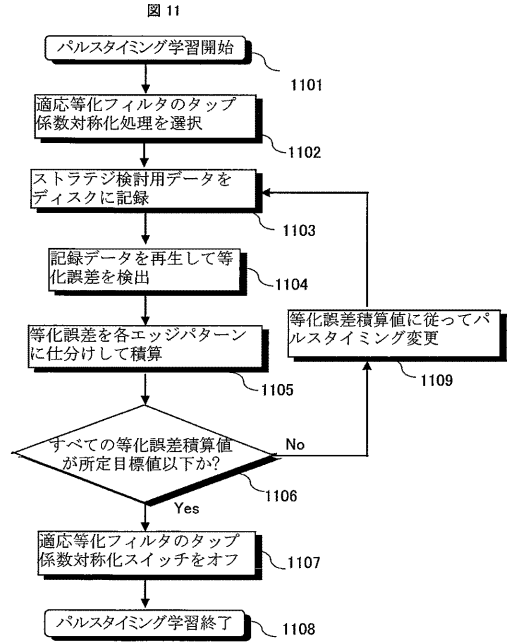
【 図 10 】



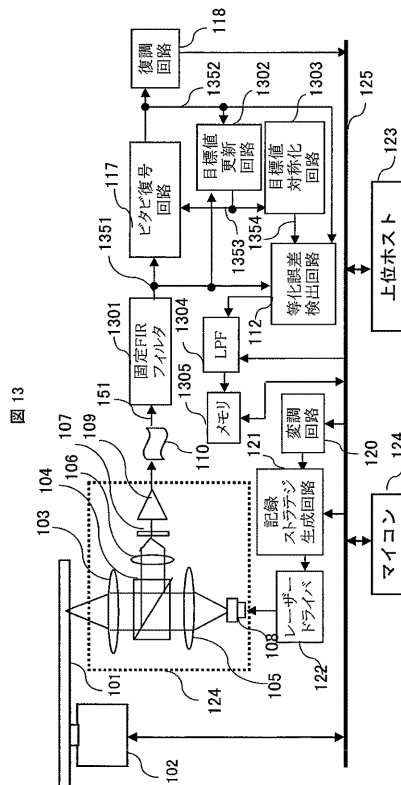
【 図 12 】



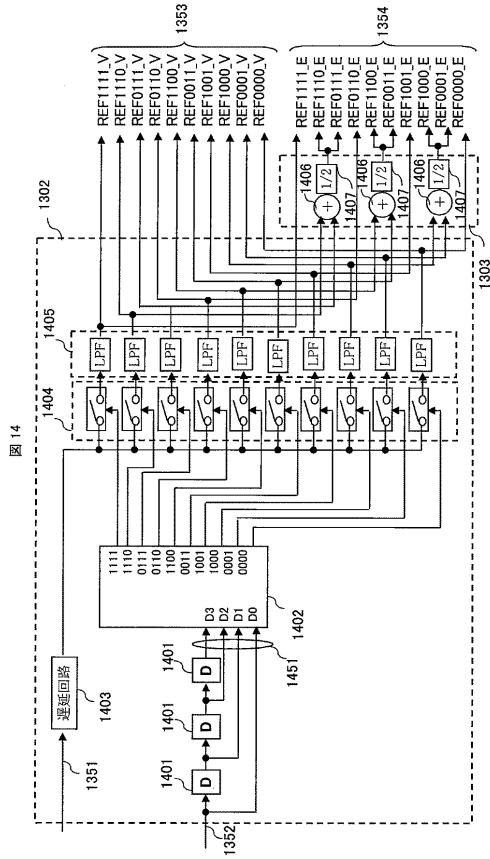
【 図 11 】



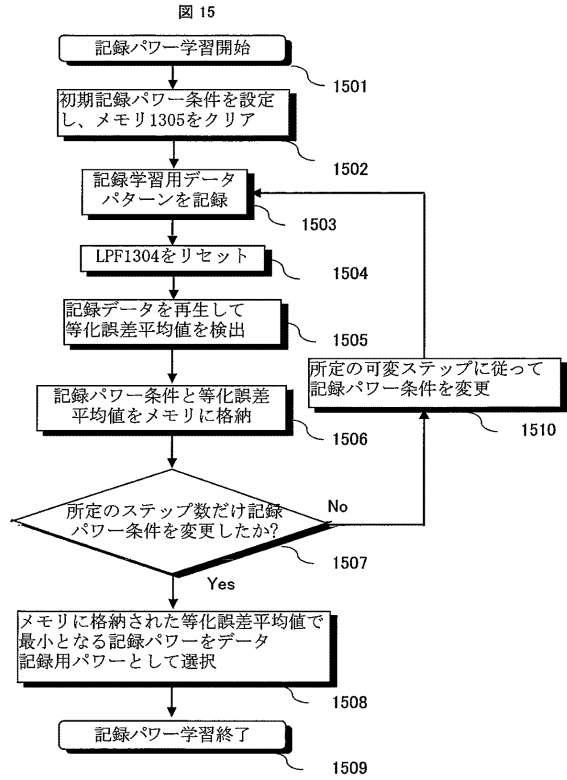
【 図 13 】



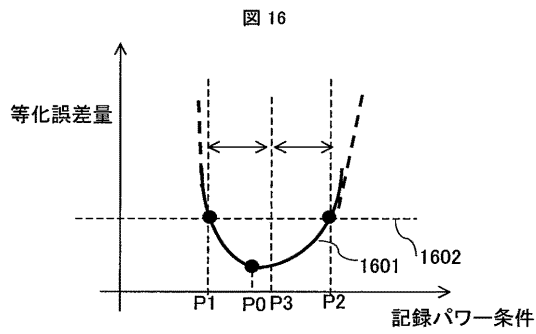
【 図 1 4 】



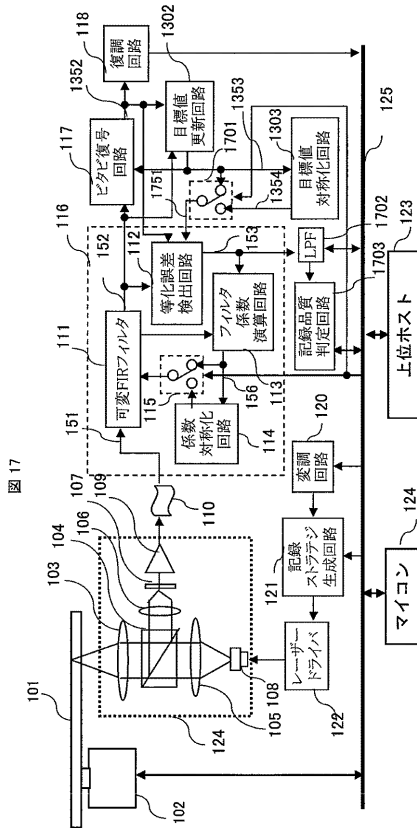
【 図 1 5 】



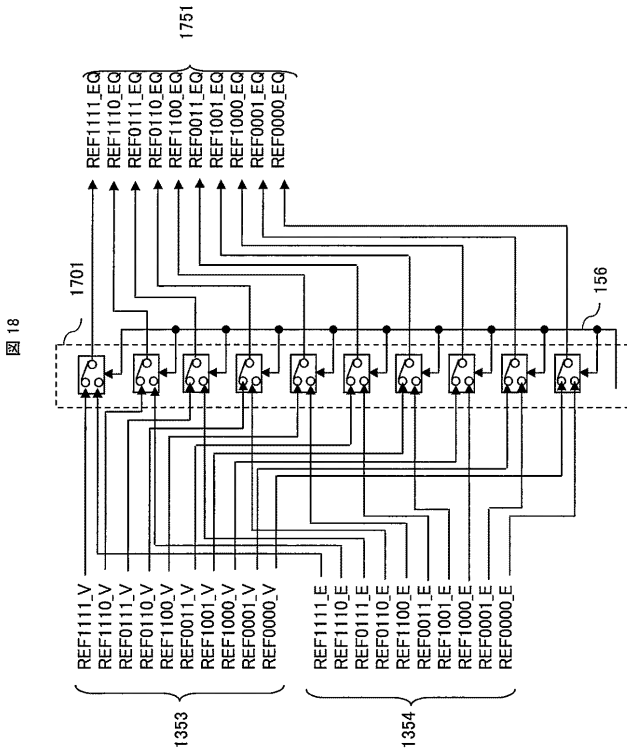
【 図 1 6 】



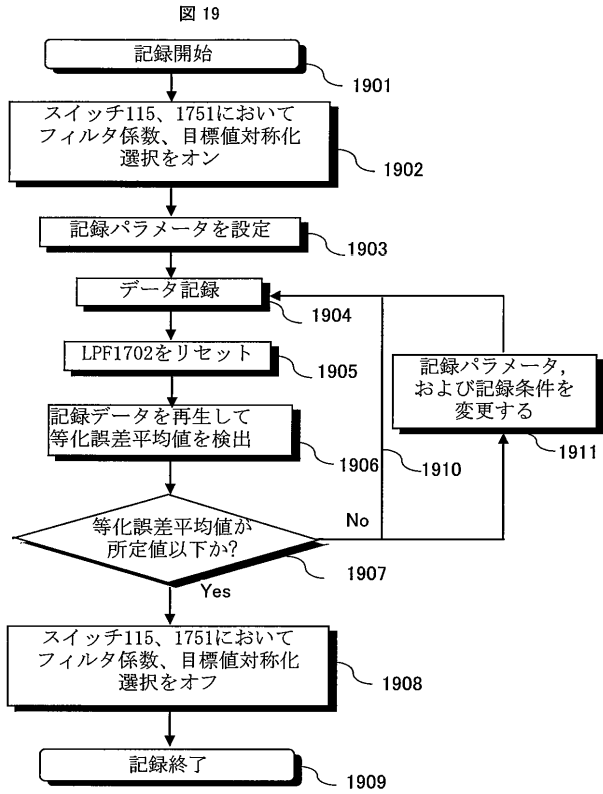
【 図 1 7 】



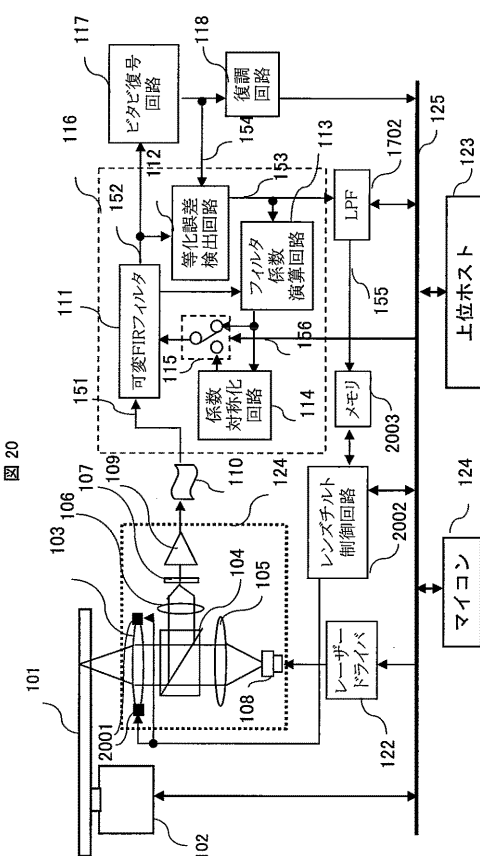
【図18】



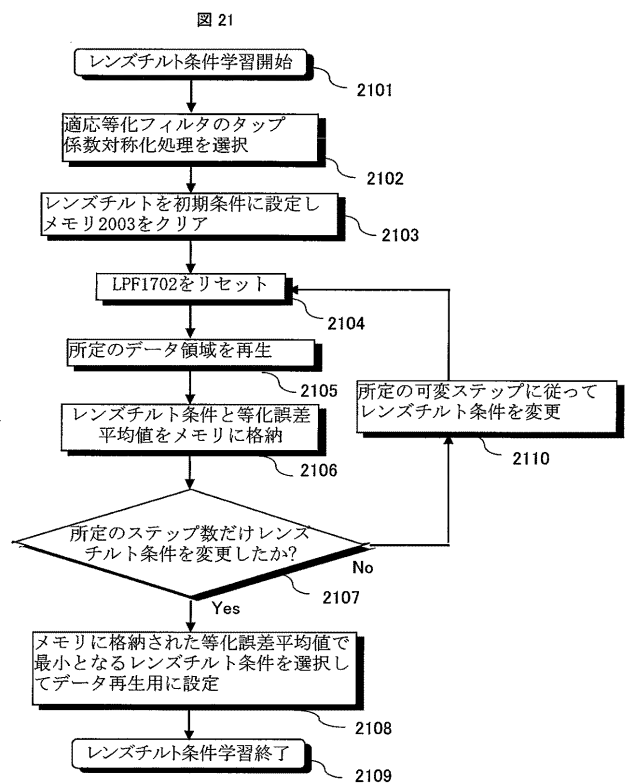
【図19】



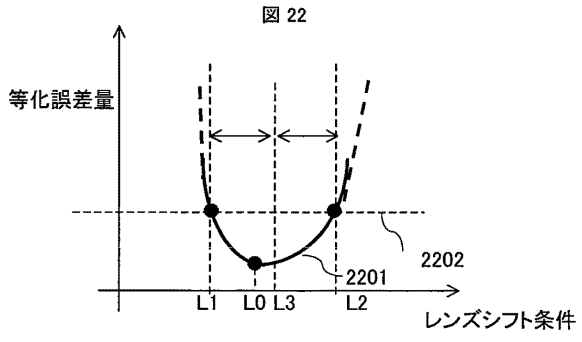
【図20】



【図21】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D044 BC02 CC04 FG01 GL32
5D090 AA01 BB03 CC04 DD03 EE14 FF41