(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3861269号
(P3861269)
(45)発行日　平成18年12月20日(2006.12.20)　(24)登録日　平成18年10月6日(2006.10.6)

(51)Int.Cl.　F I
G11B 7/0045 (2006.01)　G11B 7/0045 A
G11B 7/007 (2006.01)　G11B 7/007

請求項の数 6　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平8-205292
(22)出願日　平成8年7月16日(1996.7.16)
(65)公開番号　特開平10-31825
(43)公開日　平成10年2月3日(1998.2.3)
審査請求日　平成15年6月9日(2003.6.9)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100102185
弁理士　多田　繁範
(72)発明者　小林　誠司
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　藤宮　光治
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　ゆずりは　広行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光ディスク装置、光ディスクの記録方法、光ディスク及び光ディスクの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

記録に供するデータに応じて、所定の基本周期の整数倍の周期により変調信号の信号レベルを切り換え、前記変調信号によりレーザービームをオンオフ制御して前記データをディスク状記録媒体に記録する光ディスク装置において、

前記ディスク状記録媒体が、再生専用の光ディスクの生産に使用されるディスク原盤であり、

前記基本周期で前記変調信号をサンプリングすることにより、前記変調信号の変化パターンを検出する変化パターン検出手段と、

前記変化パターンに対応した複数の補正データを格納する補正データ格納手段と、

前記変調信号のタイミングを補正するタイミング補正手段とを備え、

前記変化パターン検出手段は、

前記変調信号のサンプリング結果を複数段の遅延回路により順次遅延し、前記複数段の遅延回路からの複数系統の出力信号により前記変調信号の変化パターンを検出し、

前記タイミング補正手段は、

前記補正データ格納手段に格納された複数の補正データのうち、前記変化パターン検出手段の検出結果に対応した補正データに従って、前記ディスク状記録媒体で生産された光ディスクより得られる再生信号を所定のスライスレベルで２値化して２値化信号を生成した際に、前記基本周期を単位にして前記２値化信号が変化するように、前記変調信号のタイミングを補正し、

前記補正データが、
評価用の光ディスクを再生して検出される、前記スライスレベルによる２値化信号の前記変化パターン毎のジッタ量の平均値に、値１より小さい値を乗算した乗算値の分だけ、前記評価用の光ディスクの作成に供した前記補正データによる前記変調信号のタイミングを補正する補正データである
ことを特徴とする光ディスク装置。
【請求項２】
記録に供するデータに応じて、所定の基本周期の整数倍の周期により変調信号の信号レベルを切り換え、前記変調信号によりレーザービームをオンオフ制御して前記データをディスク状記録媒体に記録する光ディスクの記録方法において、
前記ディスク状記録媒体が、再生専用の光ディスクの生産に使用されるディスク原盤であり、
前記基本周期で前記変調信号をサンプリングすることにより、前記変調信号の変化パターンを検出する変化パターン検出のステップと、
前記変化パターンに対応した複数の補正データを補正データ格納手段に格納する補正データの格納ステップと、
前記補正データ格納手段に格納する前記複数の補正データを計算して求める補正データ計算のステップと、
前記変調信号のタイミングを補正するタイミング補正のステップとを有し、
前記変化パターン検出のステップは、
前記変調信号のサンプリング結果を複数段の遅延回路により順次遅延し、前記複数段の遅延回路からの複数系統の出力信号により前記変調信号の変化パターンを検出し、
前記タイミング補正のステップは、
前記補正データ格納手段に格納された複数の補正データのうち、前記変化パターン検出のステップによる検出結果に対応した補正データに従って、前記ディスク状記録媒体で生産された光ディスクより得られる再生信号を所定のスライスレベルで２値化して２値化信号を生成した際に、前記基本周期を単位にして前記２値化信号が変化するように、前記変調信号のタイミングを補正し、
前記補正データ計算のステップは、
評価用の光ディスクを再生して検出される、前記スライスレベルによる２値化信号の前記変化パターン毎のジッタ量の平均値を求めるジッタ量の検出ステップと、
前記平均値に値１より小さい値を乗算した乗算値の分だけ、前記評価用の光ディスクの作成に供した前記補正データによる前記変調信号のタイミングを補正するように前記補正データを生成する補正データの生成ステップとを有する
ことを特徴とする光ディスクの記録方法。
【請求項３】
前記補正データ計算のステップは、
ジッタ検出対象となるエッジの前後について、ピット長及びピット間隔の組み合わせ毎にジッタ検出結果を算出することにより、前記変化パターン毎のジッタ量を求める
ことを特徴とする請求項２に記載の光ディスクの記録方法。
【請求項４】
請求項２又は請求項３の光ディスクの記録方法により露光されたディスク原盤より作成された
ことを特徴とする光ディスク。
【請求項５】
ディスク原盤より光ディスクを製造する光ディスクの製造方法において、
記録に供するデータに応じて、所定の基本周期の整数倍の周期により変調信号の信号レベルを切り換え、前記変調信号によりレーザービームをオンオフ制御して前記データを前記ディスク原盤に記録するようにして、
前記ディスク原盤が、再生専用の光ディスクの生産に使用されるディスク原盤であり、

前記基本周期で前記変調信号をサンプリングすることにより、前記変調信号の変化パターンを検出する変化パターン検出のステップと、
前記変化パターンに対応した複数の補正データを補正データ格納手段に格納する補正データの格納ステップと、
前記補正データ格納手段に格納する前記複数の補正データを計算して求める補正データ計算のステップと、
前記変調信号のタイミングを補正するタイミング補正のステップとを有し、
前記変化パターン検出のステップは、
前記変調信号のサンプリング結果を複数段の遅延回路により順次遅延し、前記複数段の遅延回路からの複数系統の出力信号により前記変調信号の変化パターンを検出し、
前記タイミング補正のステップは、
前記補正データ格納手段に格納された複数の補正データのうち、前記変化パターン検出のステップによる検出結果に対応した補正データに従って、前記ディスク原盤で生産された光ディスクより得られる再生信号を所定のスライスレベルで２値化して２値化信号を生成した際に、前記基本周期を単位にして前記２値化信号が変化するように、前記変調信号のタイミングを補正し、
前記補正データ計算のステップは、
評価用の光ディスクを再生して検出される、前記スライスレベルによる２値化信号の前記変化パターン毎のジッタ量の平均値を求めるジッタ量の検出ステップと、
前記平均値に値１より小さい値を乗算した乗算値の分だけ、前記評価用の光ディスクの作成に供した前記補正データによる前記変調信号のタイミングを補正するように前記補正データを生成する補正データの生成ステップとを有する
ことを特徴とする記載の光ディスクの製造方法。
【請求項６】
前記補正データ計算のステップは、
ジッタ検出対象となるエッジの前後について、ピット長及びピット間隔の組み合わせ毎にジッタ検出結果を算出することにより、前記変化パターン毎のジッタ量を求める
ことを特徴とする請求項５に記載の光ディスクの製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、光ディスク装置、光ディスクの記録方法、光ディスク及び光ディスクの製造方法に関し、例えばコンパクトディスクに適用して、変調信号の変化パターンに応じて変調信号のタイミングを補正することにより、再生時におけるジッタを低減し、記録されたデータを確実に再生できるようにする。
【０００２】
【従来の技術】
従来、コンパクトディスクにおいては、記録に供するデータをデータ処理した後、ＥＦＭ（Eight-to-Fourteen Modulation）変調することにより、所定の基本周期Ｔに対して、周期３Ｔ～１１Ｔのピット列が形成され、これによりオーディオデータ等を記録するようになされている。
【０００３】
これに対応してコンパクトディスクプレイヤーは、コンパクトディスクにレーザービームを照射して戻り光を受光することにより、この戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号を得、この再生信号を所定のスライスレベルにより２値化して２値化信号を生成する。さらにこの２値化信号よりＰＬＬ回路を駆動して再生クロックを生成すると共に、この再生クロックにより２値化信号を順次ラッチし、これによりコンパクトディスクに形成されたピット列に対応する周期３Ｔ～１１Ｔの再生データを生成する。
【０００４】
コンパクトディスクプレイヤーは、このようにして生成した再生データを記録時のデータ

処理に対応してデータ処理し、コンパクトディスクに記録されたオーディオデータ等を再生するようになされている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

ところで従来のコンパクトディスクプレイヤーにおいては、再生信号にジッタが含まれる。このジッタは、読み取りに用いるレーザービームのノイズ、電気系のサーマルノイズ、ディスクノイズ等、様々な原因により発生すると考えられ、再生信号の位相余裕を低下させ、甚だしい場合は、正しいデータ再生を困難にする。

【０００６】

しかしながらこのジッタは、本質的には、前後のピットからの符号間干渉によるものであり（Shigeo Kubota,“Aplanatic condition required to reproduce jitter-free signals in an optical digital disk system",App.Optics 1987,Vol26,No.18,pp3961-3970 ）、レーザービーム照射位置の前後のランド及びピットに応じて変化するものである。

【０００７】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、再生時におけるジッタを低減し、記録されたデータを確実に再生することができる光ディスク、光ディスク装置及び光ディスクの記録方法を提案しようとするものである。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため請求項１、請求項３、請求項６、請求項７の発明においては、光ディスク装置、光ディスクの記録方法、光ディスク及び光ディスクの製造方法に適用して、変調信号の変化パターンに応じて変調信号のタイミングを補正する。

【００１２】

変調信号のタイミングを補正することにより、再生時の信号レベルの変化を補正することができる。このタイミングの補正を、変調信号の変化パターンに基づいて実行すれば、この変化パターンに対応して変化する符号間干渉を補正するように、再生信号を補正することができ、これにより再生信号のジッタを低減することができる。

【００１３】

これに対応して、光ディスクにおいて、エッジの前後のピット長及びランド長に応じて、基本の位置よりエッジの位置を変化させてピットを形成することにより、変調信号の変化パターンに対応してピット形状を変化させて符号間干渉によるジッタを回避することができる。

【００１６】

【発明の実施の形態】

以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳述する。

【００１７】

（１）第１の実施の形態

図１は、本発明の実施の形態に係る光ディスク装置を示すブロック図である。この光ディスク装置１は、ディスク原盤２を露光してディジタルオーディオテープレコーダ３より出力されるオーディオデータＤ１を記録する。光ディスクの製造工程では、このディスク原盤２を現像した後、電鋳処理することにより、マザーディスクを作成し、このマザーディスクよりスタンパーを作成する。さらに光ディスクの製造工程では、このようにして作成したスタンパーよりディスク状基板を作成し、このディスク状基板に反射膜、保護膜を形成してコンパクトディスクを作成する。

【００１８】

すなわちこの光ディスク装置１において、スピンドルモータ４は、ディスク原盤２を回転駆動し、底部に保持したＦＧ信号発生器より、所定の回転角毎に信号レベルが立ち上がるＦＧ信号ＦＧを出力する。スピンドルサーボ回路５は、ディスク原盤２の露光位置に応じて、このＦＧ信号の周波数が所定周波数になるようにスピンドルモータ４を駆動し、これによりディスク原盤２を線速度一定の条件により回転駆動する。

【００１９】
記録用レーザー７は、ガスレーザー等により構成され、ディスク原盤露光用のレーザービームＬを射出する。光変調器８は、電気音響光学素子で構成され、このレーザービームＬを変調信号Ｓ１によりオンオフ制御して射出する。ミラー１０は、このレーザービームＬの光路を折り曲げてディスク原盤２に向けて射出し、対物レンズ１１は、このミラー１０の反射光をディスク原盤２に集光する。これらミラー１０及び対物レンズ１１は、図示しないスレッド機構により、ディスク原盤２の回転に同期してディスク原盤２の半径方向に順次移動し、これによりレーザービームＬによる露光位置を順次ディスク原盤２の外周方向に変位させる。
【００２０】
これによりこの光ディスク装置１では、ディスク原盤２を回転駆動した状態で、ミラー１０及び対物レンズ１１の移動によりらせん状にトラックを形成し、このトラックに変調信号Ｓ１に対応して順次ピットを形成する。
【００２１】
変調回路１３は、ディジタルオーディオテープレコーダ３よりオーディオデータＤ１を入力すると共に、このオーディオデータＤ１に対応するサブコードデータを入力し、これらオーディオデータＤ１及びサブコードデータをコンパクトディスクについて規定されたデータ処理方式によりデータ処理する。すなわち変調回路１３は、これらオーディオデータＤ１及びサブコードデータに誤り訂正符号を付加した後、インターリーブ処理し、続いてＥＦＭ変調してＥＦＭ信号Ｓ２を出力する。
【００２２】
エッジ位置補正回路１４は、ＥＦＭ信号Ｓ２の変化パターンを検出し、この変化パターンに応じて再生時の符号間干渉を有効に回避するように、ＥＦＭ信号Ｓ２のタイミングを補正する。
【００２３】
すなわちエッジ位置補正回路１４において、レベル変換回路１５は、出力振幅が１〔Ｖ〕でなるＥＦＭ信号Ｓ２の信号レベルを、出力振幅が５〔Ｖ〕でなるＴＴＬレベルに補正して出力する。ＰＬＬ回路１６は、図２に示すようにＥＦＭ信号Ｓ２（図２（Ａ））よりクロックＣＫ（図２（Ｂ））を生成して出力する。かくするにつき、ＦＦＭ信号Ｓ２においては、基本周期Ｔに対して３Ｔ～１１Ｔの周期で信号レベルが変化することにより、ＰＬＬ回路１６は、このＥＦＭ信号Ｓ２に同期した基本周期Ｔにより信号レベルが変化するクロックＣＫを生成する。
【００２４】
立ち上がりエッジ補正回路１７Ａは、図３に示すように、クロックＣＫで動作する１３個のラッチ回路１９Ａ～１９Ｍを直列に接続し、この直列回路にレベル変換回路１５の出力信号Ｓ３を入力する。これにより立ち上がりエッジ補正回路１７Ａは、レベル変換回路１５の出力信号Ｓ３をクロックＣＫのタイミングによりサンプリングし、連続する１３点のサンプリング結果より、ＥＦＭ信号Ｓ２の変化パターンを検出する。すなわち、例えば「0001111000001 」のラッチ出力が得られた場合、この場合、長さ５Ｔのスペースに続いて長さ４Ｔのピットが連続する変化パターンと判断することができる。同様に「0011111000001 」のラッチ出力が得られた場合、長さ５Ｔのスペースに続いて長さ５Ｔのピットが連続する変化パターンと判断することができる。
【００２５】
補正値テーブル２０は、複数の補正データを格納したリードオンリメモリで形成され、ラッチ回路１９Ａ～１９Ｍのラッチ出力をアドレスにして、ＥＦＭ信号Ｓ２の変化パターンに対応する補正値データＤＦを出力する。モノステーブルマルチバイブレータ（ＭＭ）２１は、直列接続された１３個の中央のラッチ回路１９Ｇより、ラッチ出力の入力を受け、このラッチ出力の立ち上がりのタイミングを基準にして、所定期間の間（周期３Ｔより充分に短い期間）、信号レベルが立ち上がる立ち上がりパルス信号を出力する。
【００２６】

遅延回路２２は、１２段のタップ出力を有し、各タップ間の遅延時間差がこのエッジ位置補正回路１４における変調信号のタイミング補正の分解能に設定される。遅延回路２２は、モノステーブルマルチバイブレータ２１より出力される立ち上がりパルス信号を順次遅延して各タップより出力する。セレクタ２３は、補正値データＤＦに従って遅延回路２２のタップ出力を選択出力し、これにより補正値データＤＦに応じて遅延時間の変化してなる立ち上がりパルス信号ＳＳ（図２（Ｄ））を選択出力する。

【００２７】

これにより立ち上がりエッジ補正回路１７Ａは、ＥＦＭ信号Ｓ２の信号レベルの立ち上がりに対応して信号レベルが立ち上がり、かつＥＦＭ信号Ｓ２に対する各立ち上がりエッジの遅延時間Δｒ（３，３）、Δｒ（４，３）、Δｒ（３，４）、Δｒ（５，３）、……が、対応するＥＦＭ信号Ｓ２の立ち上がりエッジ、前後合計１３サンプリングにより検出されるＥＦＭ信号Ｓ２の変化パターンに応じて変化する立ち上がりエッジ信号ＳＳを生成する。

【００２８】

なおこの図３においては、変調信号Ｓ２の変化パターンを、クロック（すなわちチャンネルクロックでなる）ＣＫの１周期を単位としたピット長ｐと、ピット間隔ｂとにより表し、立ち上がりエッジに対する遅延時間をΔｒ（ｐ、ｂ）により示す。従ってこの図２（Ｄ）において、２番目に記述された遅延時間Δｒ（４、３）は、長さ４クロックのピットの前に、３クロックのブランクがある場合の遅延時間である。これにより補正値テーブル２０には、これらｐ及びｂの全ての組合せに対応する補正値データＤＦが格納されていることになる。

【００２９】

かくするにつきコンパクトディスクでは、一般に、ＥＦＭ信号Ｓ２に応じてレーザービームＬが照射されてピットが形成されることにより、立ち上がりエッジ補正回路１７Ａは、基本周期Ｔを単位にした前後１２Ｔの範囲について、コンパクトディスクに形成されるピットのパターンを検出し、このパターンに応じて立ち上がりエッジ信号ＳＳを生成することになる。

【００３０】

立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂは、モノステーブルマルチバイブレータ２１がラッチ出力の立ち下がりエッジを基準にして動作することと、補正値テーブル２０の内容が異なることを除いて、立ち上がりエッジ補正回路１７Ａと同一に構成される。

【００３１】

これにより立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂは、ＥＦＭ信号Ｓ２の信号レベルの立ち下がりに対応して信号レベルが立ち上がり、かつＥＦＭ信号Ｓ２に対する各立ち上がりエッジの遅延時間Δｆ（３，３）、Δｆ（４，４）、Δｆ（３，３）、Δｆ（５，４）、……が、対応するＥＦＭ信号Ｓ２の立ち下がりエッジ、前後合計１３サンプリングにより検出されるＥＦＭ信号Ｓ２の変化パターンに応じて変化する立ち下がりエッジ信号ＳＲ（図２（Ｃ））を生成する。なおこの図３においては、立ち上がりエッジに対する遅延時間と同様に、ピット長ｐと、ピット間隔ｂとにより、立ち下がりエッジに対する遅延時間をΔｆ（ｐ、ｂ）で示す。

【００３２】

かくするにつき立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂにおいては、基本周期Ｔを単位にした前後１２Ｔの範囲について、コンパクトディスクに形成されるピットのパターンを検出し、このパターンに応じてレーザービームの照射終了のタイミングでなるＥＦＭ信号Ｓ２の立ち下がりエッジのタイミングを補正して、立ち下がりエッジ信号ＳＲを生成するようになされている。

【００３３】

フリップフロップ（Ｆ／Ｆ）２５（図１）は、立ち上がりエッジ信号ＳＳ及び立ち下がりエッジ信号ＳＲを合成して出力する。すなわちフリップフロップ２５は、立ち上がりエッジ信号ＳＳ及び立ち下がりエッジ信号ＳＲをそれぞれセット端子Ｓ、リセット端子Ｒに入

力し、これにより立ち上がりエッジ信号ＳＳの信号レベルの立ち上がりで信号レベルが立ち上がった後、立ち下がりエッジ信号ＳＲの信号レベルの立ち上がりで信号レベルが立ち下がる変調信号Ｓ５を生成する。レベル逆変換回路２６は、出力振幅がＴＴＬレベルでなるこの変調信号Ｓ５の信号レベルを補正し、元の出力振幅１Ｖにより出力する。

【００３４】

これにより変調信号Ｓ１においては、立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングが前後のピット及びランドの長さに応じて補正されて出力され、これに対応してディスク原盤２に対してレーザービームＬを照射するタイミングも、前後のピット及びランドの長さに対応して補正される。従ってこのディスク原盤２により作成されるコンパクトディスクにおいては、エッジの位置が、前後のピット長及びランド長に応じて基本の位置より変化して形成され、これにより同一のデータが割当てられたピット間で、ピット長が変化して形成されることになる。これにより光ディスク装置１では、再生時、符号間干渉により発生するジッタを低減するように、各ピットの前エッジ及び後エッジの位置を補正する。

【００３５】

図４は、このようにしてエッジのタイミング補正に使用される補正値テーブル２０の生成の説明に供する工程図である。光ディスク装置１では、この補正値テーブル２０を適切に設定することにより、ピットの前エッジ及び後エッジの位置を最適な位置に設定でき、再生信号をクロックＣＫに同期した正しいタイミングにより変化させることができる。すなわちピットサイズ、前後のブランク長が変化した場合でも、再生信号は、クロックＣＫに同期した正しいタイミングで所定のスライスレベルを通過するようになり、この結果ジッタの少ない再生信号を得ることが可能となる。なお補正値テーブル２０は、立ち上がりエッジ補正回路１７Ａと、立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂの両方に存在するが、どちらもその設定方法は同一であるので、ここでは立ち上がりエッジ補正回路１７Ａに説明を限定する。

【００３６】

この工程においては、光ディスク装置１により評価用のディスク原盤に、このディスク原盤より作成されるコンパクトディスクの再生結果に基づいて、補正値テーブルを設定する。

【００３７】

ここでこの評価用のディスク原盤作成時において、光ディスク装置１には、評価基準用の補正値テーブル２０が設定される。ここでこの評価基準の補正値テーブル２０は、セレクタ２３において、常に遅延回路２２のセンタータップ出力を選択出力するように、補正値データＤＦが設定されて形成される。これによりこの工程では、ＥＦＭ信号Ｓ３で直接光変調器８を駆動した場合と同一の条件により、すなわち従来のコンパクトディスク作成工程と同一の条件によりディスク原盤２を露光する。

【００３８】

この工程では、このようにして露光したディスク原盤２を現像した後、電鋳処理してマザーディスクを作成し、このマザーディスクよりスタンパー４０を作成する。さらにこのスタンパー４０より通常のコンパクトディスク作成工程と同様に、コンパクトディスク４１を作成する。

【００３９】

コンパクトディスクプレイヤー（ＣＤプレイヤー）４２は、このようにして作成された評価用のコンパクトディスク４１を再生する。このときコンパクトディスクプレイヤー４２は、コンピュータ４４により制御されて動作を切り換え、内蔵の信号処理回路より再生信号ＲＦをディジタルオシロスコープ４３に出力する。なおこの再生信号ＲＦは、コンパクトディスクより得られる戻り光の光量に応じて信号レベルが変化し、光ピックアップの出力より所定のバッファ回路を介して出力される。かくするにつき、このコンパクトディスク４１は、通常のコンパクトディスクと同一の条件により作成されていることにより、再生クロックをトリガにしてディジタルオシロスコープ４３でこの再生信号ＲＦを観察する

とジッタが観察されることになる。

【００４０】

ディジタルオシロスコープ４３は、コンピュータ４４により制御されて動作を切り換え、チャンネルクロックの２０倍のサンプリング周波数でこの再生信号ＲＦをアナログディジタル変換処理し、その結果得られるディジタル信号をコンピュータ４４に出力する。

【００４１】

コンピュータ４４は、ディジタルオシロスコープ４３の動作を制御する共に、ディジタルオシロスコープ４３より出力されるディジタル信号を信号処理し、これにより補正値データＤＦを順次計算する。さらにコンピュータ４４は、ＲＯＭライター４５を駆動して、計算した補正値データＤＦを順次リードオンリメモリに格納し、これにより補正値テーブル２０を形成する。この工程では、この補正値テーブル２０により最終的にコンパクトディスクを製造する。

【００４２】

図５は、このコンピュータ４４における処理手順を示すフローチャートである。この処理手順において、コンピュータ４４は、ステップＳＰ１からステップＳＰ２に移り、ジッタ検出結果Δｒ（ｐ，ｂ）、ジッタ計測回数ｎ（ｐ，ｂ）を値０にセットする。ここでコンピュータ４４は、ジッタ検出対象でなるエッジの前後について、ピット長ｐ、ピット間隔ｂの組合せ毎に、ジッタ検出結果Δｒ（ｐ，ｂ）を算出し、またジッタ計測回数ｎ（ｐ，ｂ）をカウントする。このためコンピュータ４４は、ステップＳＰ２において、これら全てのジッタ検出結果Δｒ（ｐ，ｂ）、ジッタ計測回数ｎ（ｐ，ｂ）を初期値にセットする。

【００４３】

続いてコンピュータ４４は、ステップＳＰ３に移り、ディジタルオシロスコープ４３より出力されるディジタル信号を所定のスライスレベルと比較することにより、再生信号ＲＦを２値化してなるディジタル２値化信号を生成する。なおコンピュータ４４は、この処理において、スライスレベル以上が値１、スライスレベルに満たない部分では値０となるように、ディジタル信号を２値化する。

【００４４】

続いてコンピュータ４４は、ステップＳＰ４に移り、このディジタル信号でなる２値化信号より再生クロックを生成する。ここでコンピュータ４４は、２値化信号を基準にして演算処理によりＰＬＬ回路の動作をシュミレーションし、これにより再生クロックを生成する。

【００４５】

さらにコンピュータ４４は、続くステップＳＰ５において、このようにして生成した再生クロックの各立ち下がりエッジのタイミングで、２値化信号をサンプリングし、これによりＥＦＭ信号を復号する（以下復号したこのＥＦＭ信号をＥＦＭ復号信号と呼ぶ）。

【００４６】

続いてコンピュータ４４は、ステップＳＰ６に移り、２値化信号の立ち上がりエッジの時点から、このエッジに最も近接した再生クロックの立ち下がりの時点までの時間差ｅを検出し、これによりこのエッジにおけるジッタを時間計測する。続いてコンピュータ４４は、ステップＳＰ７において、ステップＳＰ６で時間計測したエッジについて、ＥＦＭ復号信号より前後のピット長ｐ及びピット間隔ｂを検出する。

【００４７】

コンピュータ４４は、続いてステップＳＰ８において、前後のピット長ｐ及びピット間隔ｂに対応するジッタ検出結果Δｒ（ｐ，ｂ）に対して、ステップＳＰ６において検出した時間差ｅを加算し、また対応するジッタ計測回数ｎ（ｐ，ｂ）を値１だけインクリメントする。続いてコンピュータ４４は、ステップＳＰ９に移り、全ての立ち上がりエッジについて、時間計測を完了したか否か判断し、ここで否定結果が得られると、ステップＳＰ５に戻る。

【００４８】

これによりコンピュータ４４は、ステップＳＰ５－ＳＰ６－ＳＰ７－ＳＰ８－ＳＰ９－ＳＰ５の処理手順を繰り返し、再生信号ＲＦに表れる変化パターン毎に、時間計測したジッタ検出結果を累積加算し、また加算数をカウントする。

【００４９】

このようにして全てのエッジについて、ジッタの時間計測を完了すると、コンピュータ４４は、ステップＳＰ９において肯定結果が得られることにより、ステップＳＰ１０に移り、ここで再生信号ＲＦに表れる変化パターン毎に、時間計測したジッタ検出結果を平均値化する。すなわちステップＳＰ６において検出されるジッタにおいては、ノイズの影響を受けていることにより、コンピュータ４４は、このようにしてジッタ検出結果を平均値化することにより、ジッタの測定精度を向上する。

【００５０】

コンピュータ４４は、このようにしてジッタ検出結果を平均値化すると、続いてステップＳＰ１１に移り、この検出結果より、各変化パターン毎にそれぞれ補正値データＤＦを生成し、各補正値データＤＦをＲＯＭライター４５に出力する。ここでこの補正値データＤＦは、遅延回路２２におけるタップ間の遅延時間差をτとおいて、次式の演算処理を実行して算出される。

【数１】

$$Hr1(p,\ b) = \frac{-a \cdot \Delta r(p,\ b)}{\tau} + Hr0(p,\ b) \cdots\cdots (1)$$

【００５１】

なおここでＨｒ１（ｐ，ｂ）は、補正値データＤＦにより選択される遅延回路２２のタップであり、値０の場合がセンタータップである。またＨｒ０（ｐ，ｂ）は、初期値でなる補正値データＤＦにより選択される遅延回路２２のタップであり、この実施の形態において、Ｈｒ０（ｐ，ｂ）は、値０に設定されていることになる。またａは定数である。ここでこの実施の形態において、ａは１以下の値（例えば０．７など）に設定され、ノイズなどの影響があっても、確実に補正値データを収束させることができるように、乗せられる。

【００５２】

コンピュータ４４は、このようにしてＲＯＭライター４５に補正値データＤＦを格納すると、ステップＳＰ１２に移ってこの処理手順を終了する。続いてコンピュータ４４は、同様の処理手順をディジタル２値化信号の立ち下がりエッジについて実行し、これにより補正値テーブル２０を完成する。

【００５３】

以上の構成において、光ディスク装置１においては（図１）、立ち上がりエッジ補正回路１７Ａ及び立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂにおける補正値テーブル２０を初期値に設定することにより、従来のコンパクトディスクの作成条件と同一の条件により評価用のディスク原盤２が作成され（図４）、このディスク原盤２より評価用のコンパクトディスク４１が作成される。

【００５４】

この評価用のコンパクトディスク４１は、基本周期Ｔの整数倍の周期で信号レベルが変化するＥＦＭ信号によりレーザービームＬをオンオフ制御してディスク原盤２が順次露光されてピットが形成され、これにより再生信号が隣接するピット、ランドからの符号間干渉を受ける。従ってこのコンパクトディスク４１より得られる再生信号は、スライスレベルを横切るタイミングが前後のピット及びランドの形状に応じて、すなわちＥＦＭ信号の変化パターンに応じて変化し、ジッタが発生することになる。

【００５５】

このコンパクトディスク４１は、コンパクトディスクプレイヤー４２により再生され、再生信号ＲＦがディジタルオシロスコープ４３によりディジタル信号に変換された後、コンピュータ４４により２値化信号、ＥＦＭ復号信号、再生クロックが生成される。さらにコンパクトディスク４１は、２値化信号の各エッジ毎に、ＥＦＭ復号信号より前後のピット及びランドが検出されてＥＦＭ信号の変化パターンが検出され、各変化パターン毎に、再生クロックに対する各エッジのジッタ量が時間計測される。

【００５６】

さらにこれら時間計測結果が各変化パターン毎に平均値化され、符号間干渉により発生するジッタ量が各変化パターン毎に検出される。コンパクトディスク４１は、このようにして検出したジッタ量により、ジッタ補正単位でなる、遅延回路２２（図３）のタップ間遅延時間差τを基準にした（１）式の演算処理を実行することにより、遅延回路２２のセンタータップを基準にして、この検出したジッタ量を打ち消すことができる遅延回路２２のタップ位置が検出され、このタップ位置を特定するデータが補正値データＤＦとしてリードオンリメモリに格納され、これにより補正値テーブル２０が形成される。

【００５７】

このようにして補正値テーブル２０を形成すると、ディジタルオーディオテープレコーダ３（図１）より入力されるオーディオデータＤ１及びサブコードデータは、変調回路１３により規定のデータ処理を受け、基本周期Ｔを単位にして信号レベルが変化するＥＦＭ信号Ｓ２に変換される。このＥＦＭ信号Ｓ２は、レベル変換回路１５において信号レベルがＴＴＬレベルに変換された後、ＰＬＬ回路１６によりクロックＣＫが再生され、また立ち上がりエッジ補正回路１７Ａ及び立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂにおいて（図３）、１３段のラッチ回路１９Ａ～１９Ｍで順次ラッチされて、変化パターンが検出される。

【００５８】

さらにＥＦＭ信号Ｓ２は、このラッチ回路１９Ａ～１９Ｍの中間のラッチ回路よりモノステーブルマルチバイブレータ２１に入力され、立ち上がりエッジ補正回路１７Ａにおいては、立ち上がりエッジのタイミングで、立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂにおいては、立ち下がりエッジのタイミングで、モノステーブルマルチバイブレータ２１をトリガし、それぞれ立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングで信号レベルが立ち上がる立ち上がりパルス信号及び立ち下がりパルス信号を生成する。

【００５９】

これら立ち上がりパルス信号及び立ち下がりパルス信号は、それぞれ立ち上がりエッジ補正回路１７Ａ及び立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂの遅延回路２２において、補正値データＤＦの算出に利用された遅延時間τを単位にして順次遅延され、この遅延回路２２のタップ出力がセレクタ２３に出力される。これに対してラッチ回路１９Ａ～１９Ｍで検出されたＥＦＭ信号Ｓ２の変化パターンは、ラッチ回路１９Ａ～１９Ｍのラッチ出力をアドレスにした補正値テーブル２０のアクセスにより、対応する補正値データＤＦが検出され、この補正値データＤＦによりセレクタ２３の接点が切り換えられる。

【００６０】

これによりそれぞれ立ち上がりエッジ補正回路１７Ａ及び立ち下がりエッジ補正回路１７Ｂのセレクタ２３より、評価用のコンパクトディスク４１で検出されたジッタを補正するように、ＥＦＭ信号Ｓ２の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジのタイミングをそれぞれ補正してなる立ち上がりエッジ信号ＳＳ及び立ち下がりエッジ信号ＳＲが出力され、これら立ち上がりエッジ信号ＳＳ及び立ち下がりエッジ信号ＳＲ（図１）が、フリップフロップ２５により合成される。さらにこのフリップフロップ２５の出力信号Ｓ５がレベル逆変換回路２６により信号レベルの補正を受け、これにより評価用のコンパクトディスク４１で検出したジッタを補正するように、すなわち符号間干渉を低減するように、ＥＦＭ信号Ｓ２のエッジのタイミングをそれぞれ補正してなる変調信号Ｓ１が生成され、この変調信号Ｓ１によりディスク原盤２が露光される。

【００６１】

これによりディスク原盤２においては、符号間干渉を打ち消すように、エッジの位置が補

正されて順次ピットが形成され、このディスク原盤２より従来に比して格段的にジッタを低減したコンパクトディスクが作成される。

【００６２】

以上の構成によれば、ＥＦＭ信号Ｓ２の変化パターンに応じて、ＥＦＭ信号Ｓ２のタイミングを補正して変調信号Ｓ１を生成し、この変調信号Ｓ１によりディスク原盤２を露光したことにより、変化パターンに応じて変化する符号間干渉によるジッタを、従来に比して格段的に低減することができる。

【００６３】

またこのとき評価用のコンパクトディスクを作成して補正値データＤＦを生成したことにより、コンパクトディスクの作成条件が変化した場合においても、再度補正値データＤＦを求め直すことで、常に正しい補正値データＤＦによりコンパクトディスクを作成することができる。

【００６４】

（２）第２の実施の形態

図６は、本発明の第２の実施の形態に係る光ディスク装置を示すブロック図である。この光ディスク装置５０では、所定のタイミングでレーザービームＬの光量を立ち上げてディスク原盤２を露光し、これにより局所的に幅広のピットを形成し、コンパクトディスクの反射率を局所的に変化させる。これによりこの光ディスク装置５０では、この局所的な反射率の変化により、文字、画像等を目視確認することができるように、これら文字、画像等をコンパクトディスクの情報記録面に記録する。なおこの図６に示す構成のうち、第１の実施の形態について上述した光ディスク装置１と同一の構成は、対応する符号を付して示し、重複した説明は省略する。

【００６５】

すなわちこの光ディスク装置５０において、文字信号発生回路５１は、光量切換信号ＳＣ１を出力して、レーザービームＬの光路中に介挿した光変調器５２を駆動し、これによりレーザービームＬの光量を切り換え制御する。

【００６６】

ここで図７に示すように、文字信号発生回路５１において、Ｎ進カウンタ５３は、リングカウンタでなり、ＦＧ信号ＦＧをカウントしてカウント値ＣＴ１を出力する。またスピンドルモータ４の回転周期でカウント値が０に切り換わり、このときトラック信号Ｃ１を出力する。

【００６７】

Ｍ進カウンタ５４は、トラック信号Ｃ１をカウントするＭ進のカウンタで構成され、カウント値ＣＴ２を出力する。これにより文字信号発生回路５１は、Ｎ進カウンタ５３及びＭ進カウンタ５４により、ディスク原盤２の円周方向及び半径方向の位置をそれぞれ表してなるカウント値ＣＴ１及びＣＴ２を出力する。

【００６８】

文字信号生成テーブル５５は、各種文字情報のピクセル値を保持するリードオンリメモリ回路で構成され、カウント値ＣＴ１及びＣＴ２をアドレスにして各ピクセル値のデータを出力する。かくするにつきこのピクセル値のデータは、ディスク原盤２に記録する文字、画像をビットマップ形式により表現した各ビットのデータにより構成される。

【００６９】

レベル変換回路５６は、順次入力されるピクセル値のデータを順次ラッチし、光変調器５２（図６）の駆動に適した信号レベルにより出力する。この実施の形態においては、このようにして光変調器５２を駆動して、レーザービームＬの光量を１００〔％〕の光量から８５〔％〕の光量の切り換え、これにより図８に示すように、文字、画像等をディスク表面に記録する。

【００７０】

ところでこのようにしてレーザービームＬの光量を１００〔％〕の光量から８５〔％〕の光量に切り換え制御すると、再生信号も変化するようになる。具体的には、図９及び図１

０にそれぞれ１００〔％〕の光量及び８５〔％〕の光量による再生信号のアイパターンを示すように、再生信号の振幅Ｗ１及びＷ２が変化する。これを連続した波形として観察すると、図１１に示すように、正しく再生信号を２値化するためのスライスレベルＳＬ１及びＳＬ２が、１００〔％〕の光量による場合と、８５〔％〕の光量による場合とで相違するようになる。すなわち１００〔％〕の光量による部分と、８５〔％〕の光量による部分とで、アシンメトリーが大きく変化するようになる。

【００７１】

一般のコンパクトディスクプレイヤーにおいては、このようなアシンメトリーの変化に対応してスライスレベルを補正するスライスレベル自動調整回路を備えてはいるものの、このようにして記録する文字、画像等をハッキリと目視確認できるように、レーザービームＬの光量を急激に変化させて輪郭を強調すると、結局、スライスレベル自動調整回路ではこの種の急激な変化には追従することが困難になり、これにより文字、画像等の境目部分で、非常に長いバースト・エラーを発生する。

【００７２】

このためこの実施の形態では、２系統のエッジ補正回路５７Ａ及び５７Ｂより、それぞれ１００〔％〕及び８５〔％〕の光量に対応する変調信号Ｓ１Ａ及びＳ１Ｂを出力する。さらにデータセレクタ５８により、レーザービームＬの光量の切り換えに連動して変調信号Ｓ１Ａ及びＳ１Ｂを選択出力する。

【００７３】

これにより光ディスク装置５０では、レーザービームＬの光量を切り換えて変化するピット幅に応じて、変調信号Ｓ１Ａ及びＳ１Ｂを選択しレーザービームを照射するタイミングを可変し、これによりピット幅の変化に対応して各ピットにおけるエッジの位置を可変する。これによりこのディスク原盤２により作成されるコンパクトディスクにおいては、ピット幅の相違による戻り光の変化を補正するように、同一のデータが割当られたピット間で、ピット長が異なるように形成される。

【００７４】

またこのときピット幅の変化により各光量における符号間干渉の程度も変化することから、それぞれエッジ位置補正回路５７Ａ及び５７ＢによりＥＦＭ信号Ｓ２の変化パターンに対応して変調信号Ｓ１Ａ及びＳ１Ｂのタイミングを可変し、これによりジッタを低減する。かくするにつきエッジ位置補正回路５７Ａ及び５７Ｂは、補正値テーブルに、それぞれ１００〔％〕及び８５〔％〕の光量により作成した補正値データＤＦを保持するようになされている。

【００７５】

かくして実験により観察した結果を図１２に示すように、このようにして変調信号のタイミングを切り換えて、アシンメトリーの変化を有効に回避することができ、これによりスライスレベルＳＬにより１００〔％〕の光量による部分の再生信号と、８５〔％〕の光量による部分の再生信号とを正しく２値化することができた。

【００７６】

図６に示す構成によれば、レーザービームの光量の切り換えに連動して、データセレクタ５８により変調信号Ｓ１Ａ、Ｓ１Ｂを切り換えて変調信号のタイミングを切り換えたことにより、単一のスライスレベルで再生信号を正しく２値化することができ、これによりエラーを有効に回避して正しくデータ再生することができる。

【００７７】

（３）他の実施の形態

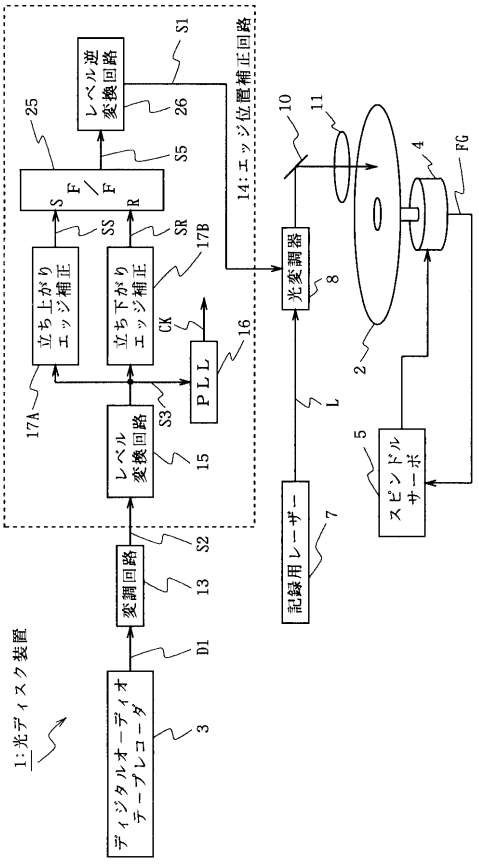
なお上述の実施の形態においては、評価用のコンパクトディスクにより作成した補正値テーブルを直接使用してコンパクトディスクを作成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、評価用のコンパクトディスクにより作成した補正値テーブルを用いて改めて評価用のコンパクトディスクを作成し、この改めて作成した評価用のコンパクトディスクにより補正値テーブルを修正してもよい。このように繰り返し補正値テーブルを修正すれば、その分確実にジッタを低減することができる。

【００７８】
また上述の実施の形態においては、ＥＦＭ信号を１３サンプリングして変化パターンを検出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、必要に応じてサンプリング数を増大してもよく、これにより長い記録情報パターンに対応することができる。
【００７９】
さらに上述の実施の形態においては、基本のクロックを基準にした２値化信号の時間計測によりジッタ量を計測し、この計測結果より補正値データを生成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合は、この時間計測によるジッタ量の計測に代えて、基本のクロックを基準にした再生信号の信号レベル検出により補正値データを生成してもよい。なおこの場合、検出した再生信号の信号レベルよりスライスレベルまでの誤差電圧を計算し、この誤差電圧と再生信号の過渡応答特性により補正値データを算出することになる。
【００８０】
また上述の実施の形態においては、テーブル化した補正値データに従って変調信号のタイミングを補正する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な精度を確保できる場合は、予め検出した補正値データに代えて、演算処理により補正値データを算出し、これにより変調信号のタイミングを補正してもよい。
【００８１】
さらに上述の実施の形態においては、評価用のコンパクトディスクにより補正値データを算出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばライトワンス型の光ディスク装置に適用する場合は、いわゆる試し書き領域における試し書き結果に基づいて補正値データを算出してもよい。
【００８２】
また上述の実施の形態においては、本発明をコンパクトディスクに適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ピットにより種々のデータを記録する光ディスク装置に広く適用することができる。因みに、再生信号の過渡応答特性の相違により種々のデータを多値記録するようになされた光ディスク装置にも広く適用することができる。
【００８３】
【発明の効果】
上述のように本発明によれば、変調信号の変化パターンに応じて変調信号のタイミングを補正することにより、符号間干渉によるジッタを低減することができ、その分読み取りマージンを向上し、記録されたデータを確実に再生することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施の形態に係る光ディスク装置を示すブロック図である。
【図２】図１の光ディスク装置のエッジ位置補正回路の動作の説明に供する信号波形図である。
【図３】図１の光ディスク装置の立ち上がりエッジ補正回路を示すブロック図である。
【図４】図１の光ディスク装置における補正値テーブルの作成工程を示す工程図である。
【図５】図４の工程におけるコンピュータの処理手順を示すフローチャートである。
【図６】本発明の第２の実施の形態に係る光ディスク装置を示すブロック図である。
【図７】図６の光ディスク装置の文字信号発生回路を示すブロック図である。
【図８】図６の光ディスク装置により作成されるコンパクトディスクを示す平面図である。
【図９】コンパクトディスクの１００〔％〕の光量による部分の再生信号を示す信号波形図である。
【図１０】コンパクトディスクの８５〔％〕の光量による部分の再生信号を示す信号波形図である。
【図１１】光量の相違によるスライスレベルの変化を示す信号波形図である。
【図１２】図１１との対比により図８のコンパクトディスクによる再生信号を示す信号波形図である。

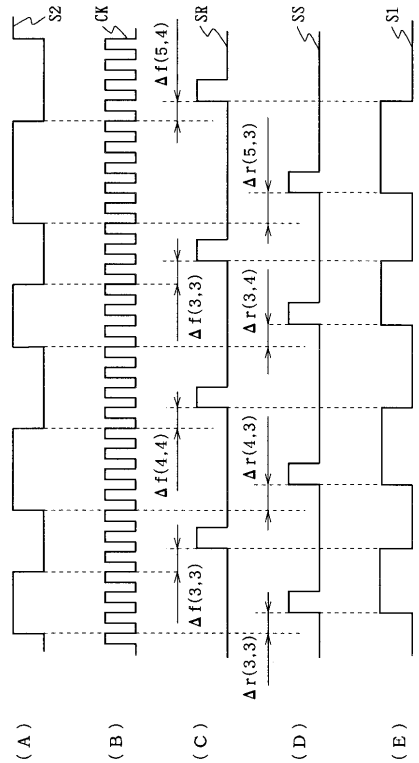
【符号の説明】

１、５０……光ディスク装置、２……ディスク原盤、１３……変調回路、１４５７Ａ、５７Ｂ……エッジ位置補正回路、１７Ａ……立ち上がりエッジ補正回路、１７Ｂ……立ち下がりエッジ補正回路、２０……補正値テーブル、２２……遅延回路、２３……セレクタ、５１……文字信号発生回路

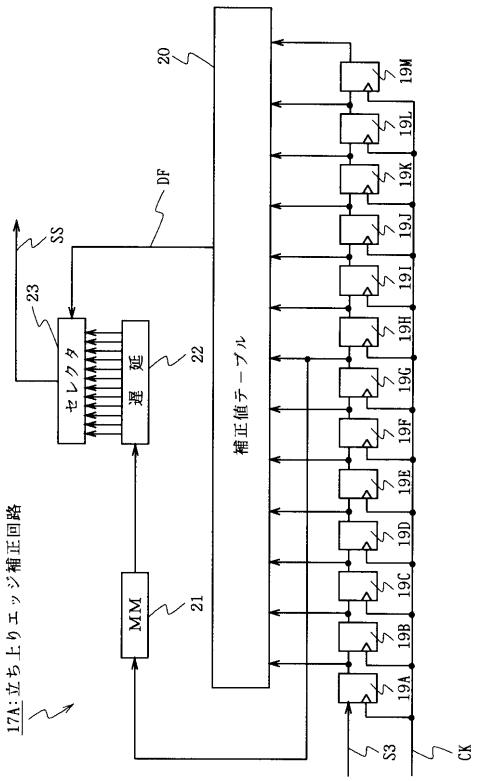
【図１】



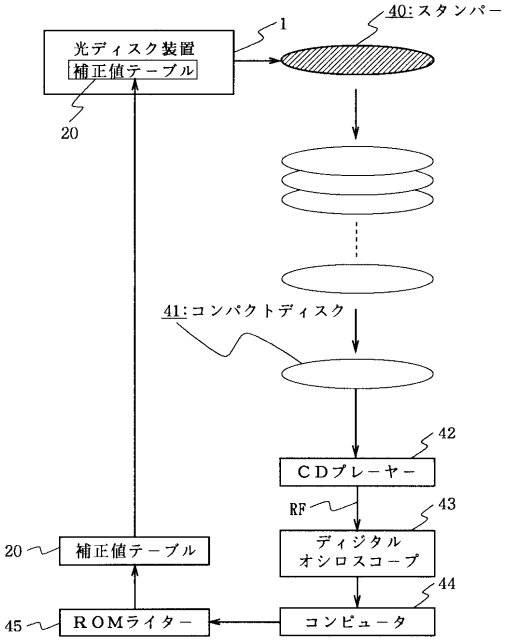
【図２】



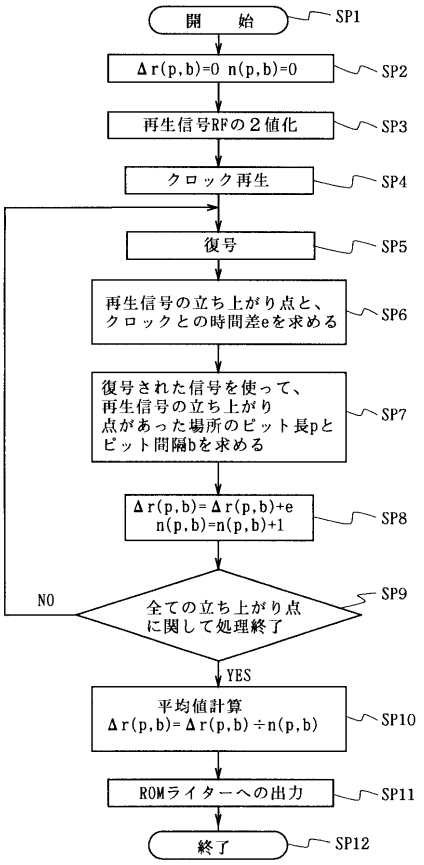
【図３】


17A:立ち上りエッジ補正回路
20
DF
SS
23
セレクタ
遅延
22
M.M
21
補正値テーブル
19M
19L
19K
19J
19I
19H
19G
19F
19E
19D
19C
19B
19A
S3
CK

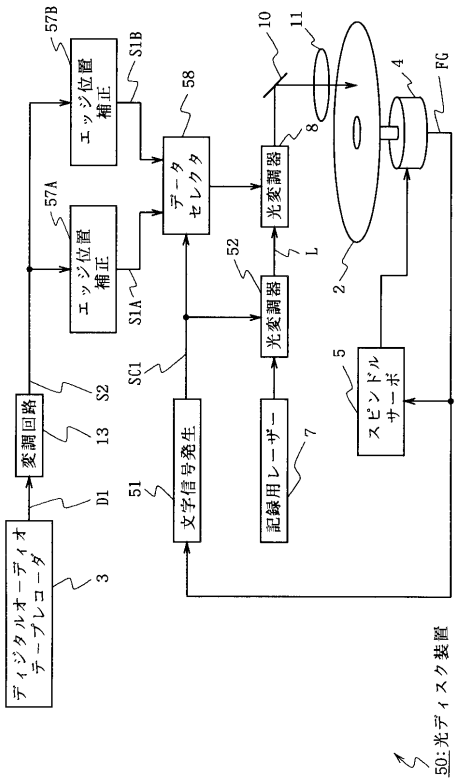
【図４】


光ディスク装置
補正値テーブル
20
1
40:スタンパー
41:コンパクトディスク
42
CDプレーヤー
RF
43
ディジタル
オシロスコープ
44
コンピュータ
45
ROMライター
20
補正値テーブル

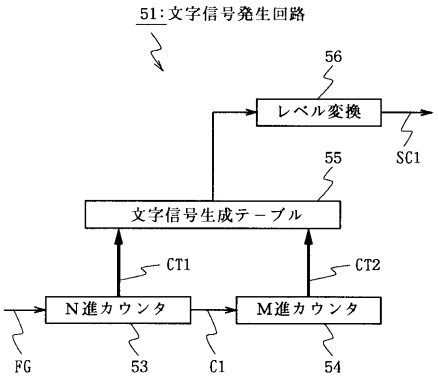
【図５】


開　始
SP1
Δr(p,b)=0 n(p,b)=0
SP2
再生信号RFの２値化
SP3
クロック再生
SP4
復号
SP5
再生信号の立ち上がり点と、
クロックとの時間差eを求める
SP6
復号された信号を使って、
再生信号の立ち上がり
点があった場所のピット長pと
ピット間隔bを求める
SP7
Δr(p,b)=Δr(p,b)+e
n(p,b)=n(p,b)+1
SP8
NO
全ての立ち上がり点
に関して処理終了
SP9
YES
平均値計算
Δr(p,b)=Δr(p,b)÷n(p,b)
SP10
ROMライターへの出力
SP11
終了
SP12

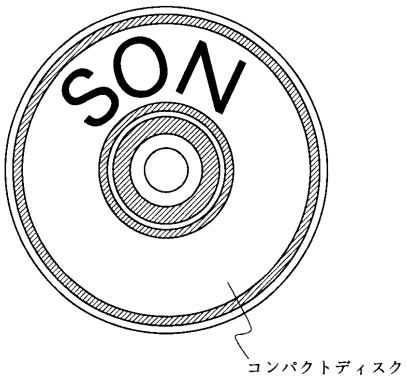
【図６】


57B
エッジ位置
補正
S1B
58
データ
セレクタ
10
11
4
FG
8
光変調器
57A
エッジ位置
補正
S1A
52
光変調器
L
2
SC1
S2
変調回路
13
D1
51
文字信号発生
記録用レーザー
7
5
スピンドル
サーボ
ディジタルオーディオ
テープレコーダ
3
50:光ディスク装置

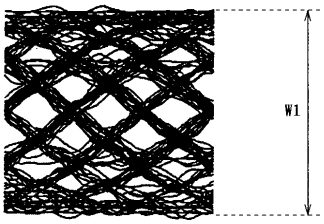
【図７】



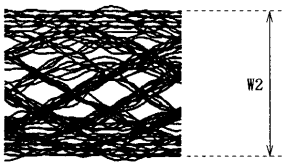
【図８】



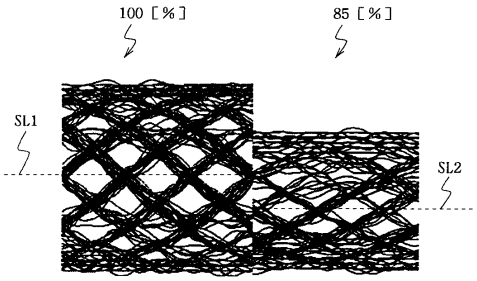
【図９】



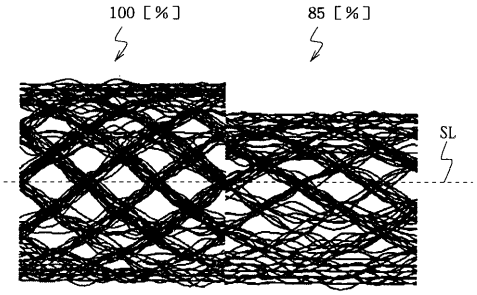
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－０６１０２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２９０４３７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１３１６６９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G11B 7/00 - 7/013
G11B 7/12 - 7/22
G11B 7/24