

(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2006-331602

(P2006-331602A)

(43) 公開日 平成18年12月7日(2006.12.7)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/0045 (2006.01)	G 1 1 B 7/0045 B	5 D 0 9 0
G 1 1 B 7/125 (2006.01)	G 1 1 B 7/125 C	5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 47 頁)

(21) 出願番号	特願2005-157410 (P2005-157410)	(71) 出願人	000204284 太陽誘電株式会社 東京都台東区上野6丁目16番20号
(22) 出願日	平成17年5月30日 (2005.5.30)	(74) 代理人	100071054 弁理士 木村 高久
		(72) 発明者	関口 慎生 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
		(72) 発明者	垣本 博哉 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内
		(72) 発明者	宮澤 冬樹 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記録装置および方法および信号処理回路

(57) 【要約】

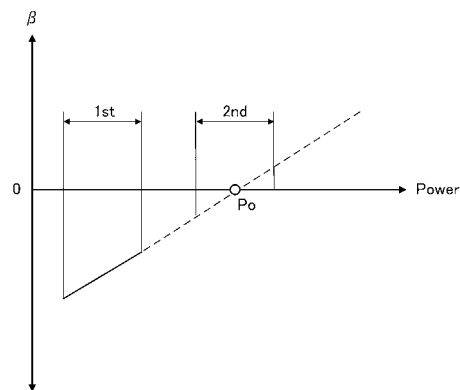
【課題】

ドライブにとって未知のメディアであっても、簡易なテスト記録で好適な近い記録条件を得る。

【解決手段】

図中「1st」で示す範囲でパワーを変化させて行われる第1回目のテスト記録で、最適条件となる $\beta = 0$ が得られなかった場合には、この第1回目のテスト記録により得られた図中実線で示した β 値の変化傾向を利用して、図中点線で示す β 値の変化を予測し、この予測傾向を利用して $\beta = 0$ の最適条件を含むと考えられる図中「2nd」で示す範囲でパワーを変化させて第2回目のテスト記録を行うことで最適パワー条件 P_o を得る。

【選択図】 図49



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置において、

前記記録パルスの条件変化範囲を示す第 1 のテスト範囲を決定する手段と、

前記第 1 のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第 1 のテスト記録手段と、

前記第 1 のテスト記録により得られた傾向に基づいて、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第 2 のテスト範囲を決定する手段と、

前記第 2 のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第 2 のテスト記録手段と、

前記第 2 のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段と

を具備することを特徴とする光情報記録装置。

10

【請求項 2】

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置において、

前記記録パルスの推奨条件を前記メディアの種類に関連付けて記憶する手段と、

記録対象メディアごとに前記推奨条件を選択する手段と、

前記選択された推奨条件を用いて第 1 のテスト記録を行う手段と、

前記第 1 のテスト記録結果を利用して前記第 1 のテスト記録とは異なるテスト範囲を設定する手段と、

前記記録パルスの条件を前記設定したテスト範囲で変化させた第 2 のテスト記録を行う手段と、

前記第 2 のテスト記録結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段と

を具備することを特徴とする光情報記録装置。

20

【請求項 3】

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置において、

前記記録パルスの記録パワーを第 1 の範囲で変化させた第 1 のテスト記録を行う手段と

、
前記第 1 のテスト記録の結果を再生して前記記録パワーの評価指標を得る手段と、

前記評価指標の前記パワー変化に対する変化傾向を求める手段と、

前記評価指標の変化傾向を利用して前記記録パワーを第 2 の範囲で変化させた第 2 のテスト記録を行う手段と、

前記第 2 のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段と

を具備することを特徴とする光情報記録装置。

30

【請求項 4】

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録方法において、

前記記録パルスの条件変化範囲を示す第 1 のテスト範囲を決定するステップと、

前記第 1 のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第 1 のテスト記録ステップと

、
前記第 1 のテスト記録により得られた傾向に基づいて、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第 2 のテスト範囲を決定するステップと、

前記第 2 のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第 2 のテスト記録ステップと

、
前記第 2 のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定するステップと

を具備することを特徴とする光情報記録方法。

40

【請求項 5】

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録方法において、

前記記録パルスの推奨条件を前記メディアの種類に関連付けて記憶するステップと、

50

記録対象メディアごとに前記推奨条件を選択するステップと、
 前記選択された推奨条件を用いて第1のテスト記録を行うステップと、
 前記第1のテスト記録結果を利用して前記第1のテスト記録とは異なるテスト範囲を設定するステップと、
 前記記録パルスの条件を前記設定したテスト範囲で変化させた第2のテスト記録を行うステップと、
 前記第2のテスト記録結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定するステップと
 を具備することを特徴とする光情報記録方法。

【請求項6】

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録方法において、

前記記録パルスの記録パワーを第1の範囲で変化させた第1のテスト記録を行うステップと、

前記第1のテスト記録の結果を再生して前記記録パワーの評価指標を得るステップと、
 前記評価指標の前記パワー変化に対する変化傾向を求めるステップと、

前記評価指標の変化傾向を利用して前記記録パワーを第2の範囲で変化させた第2のテスト記録を行うステップと、

前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定するステップと
 を具備することを特徴とする光情報記録方法。

【請求項7】

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置に組み込まれる信号処理回路において、

前記記録パルスの条件変化範囲を示す第1のテスト範囲を決定する手段と、

前記第1のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第1のテスト記録手段と、

前記第1のテスト記録により得られた傾向に基づいて、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第2のテスト範囲を決定する手段と、

前記第2のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第2のテスト記録手段と、

前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段と
 を具備することを特徴とする信号処理回路。

【請求項8】

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置に組み込まれる信号処理回路において、

前記記録パルスの推奨条件を前記メディアの種類に関連付けて記憶する手段と、

記録対象メディアごとに前記推奨条件を選択する手段と、

前記選択された推奨条件を用いて第1のテスト記録を行う手段と、

前記第1のテスト記録結果を利用して前記第1のテスト記録とは異なるテスト範囲を設定する手段と、

前記記録パルスの条件を前記設定したテスト範囲で変化させた第2のテスト記録を行う手段と、

前記第2のテスト記録結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段と
 を具備することを特徴とする信号処理回路。

【請求項9】

記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置に組み込まれる信号処理回路において、

前記記録パルスの記録パワーを第1の範囲で変化させた第1のテスト記録を行う手段と、

前記第1のテスト記録の結果を再生して前記記録パワーの評価指標を得る手段と、
 前記評価指標の前記パワー変化に対する変化傾向を求める手段と、

前記評価指標の変化傾向を利用して前記記録パワーを第2の範囲で変化させた第2のテスト記録を行う手段と、

10

20

30

40

50

前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段とを具備することを特徴とする信号処理回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光情報記録装置および方法および信号処理回路に関し、特に、ドライブとメディアの相性に応じた記録条件の最適化を行うことが可能な光情報記録装置および方法および信号処理回路に関する。

【背景技術】

【0002】

CD-RやDVD-R等に代表される光情報記録媒体（以下、「メディア」という）の記録においては、記録対象となるメディアと記録に使用する記録装置（以下、「ドライブ」という）との相性が個々の組み合わせにより異なる。この原因としては、メディアを構成する記録材料の種類の違いや製造時の成膜バラツキにより最適な記録条件が変化するというメディア側の要因と、ドライブを構成するピックアップや半導体レーザの種類の違いや製造時の組立バラツキにより最適な条件が変化するというドライブ側の要因が考えられ、実際はこれらの複合要因として各組み合わせに適した記録条件が存在する。

【0003】

そこで、従来は、メディア側に当該メディアの種類がドライブ側から識別可能なID情報を格納しておくとともに、ドライブ側にはメディアの種類ごとに予め用意された記録条件を格納しておき、実際の記録を行う場合には、ドライブに装填されたメディアから当該メディアのID情報を読み込み、当該ID情報と関連づけられた記録条件（「ライトストラテジ」と称する）を使用するといった手法が使用されている。

【0004】

しかし、この従来手法では、予め検証された既知のメディアに対しては、ある程度適正のある記録条件が選択できるが、検証されていない未知のメディアに対しては、用意された記録条件では、対応しきれない場合もあり、また、既知のメディアであっても記録環境の変化、例えば、記録速度、外乱、経時変化によっては、用意された記録条件では対応できない場合があった。

【0005】

このような未知メディアへの対応を図った手法としては、下記文献に記載された手法が知られている。

【特許文献1】特開2003-30837号公報

【特許文献2】特開2004-110995号公報

【特許文献3】特開2000-231727号公報 上記特許文献1の段落0020には、「・・・記録パターン毎に、チャンネルクロックとの位相誤差を検出する。記録補償パラメータ調整部12は、位相誤差検出部11における検出結果に基づいて、発光波形規則を最適化する。・・・」との記載があり、チャンネルクロックとの比較により位相誤差を検出し補正する手法が開示されている。

【0006】

また、同文献の段落0024には、「次に、発光波形規則を決定するためのテストパターンを記録する。そして、そのテストパターンを記録した領域を再生して、予め用意した発光波形規則と位相誤差量との関係を調べる。即ち、各種マークの長さとそのマークの直前の各種スペースの長さとのそれぞれの組み合わせにおける位相誤差量を測定する。測定した位相誤差量から、位相誤差量が零となる発光波形規則を予測して、所望の発光波形規則を決定する。・・・」との記載があり、マークとスペースの組み合わせごとに位相誤差量を測定し、位相誤差量が零となる発光波形規則を予測する手法が開示されている（図8および図12参照）。

【0007】

この特許文献1に記載された手法によれば、記録パターンの位相誤差に基づく補正が行

10

20

30

40

50

われるため、ストラテジの最適化に有効な手法である。

【0008】

しかし、上記特許文献1の手法では、従来と同じく、予めドライブに記憶されたストラテジの微調整を行っていることになるため、予め記憶されたストラテジに適合しないメディアに対しては、良好な記録品位を満足させることが困難であった。

【0009】

また、上記特許文献2の段落0045には、「・・・3T期間に相当するトップパルスと8T期間に相当するノンマルチパルスが一体的(連続的)に生成される・・・」との記載があり、さらに、同文献の段落0046には、「・・・ライトパルスは2段階でレーザパワーが調整されるが、レーザパワー(トップパルスの波高値)Phとレーザパワー(ノンマルチパルスの波高値)Pmとの比が最適である場合に、最適パワーが得られる・・・」との記載があり、Ph/Pmの比率を最適化することの有用性が示唆されている。

10

【0010】

しかし、上記特許文献2の手法では、同文献の段落0067に記載されたように、ドライブまたはメディアに記憶された値に基づいて、PhとPmの初期値を仮設定し、その後、Ph/Pm比率を求めているため、特許文献1の場合と同様に、仮設定の値に適合しないメディアに対しては、良好な記録品位を満足させることが困難である。

【0011】

特許文献3には、特許文献1と同様に、記録パターンの位相誤差を補正する手法が記載されている。このように、位相誤差を補正する手法は、記録品位の向上に非常に有効であるが、パワー条件の導出手法については十分検討されておらず、より高い記録品位を得るためには、さらなる改良が必要である。

20

【0012】

即ち、従来は、予め定められた固定の記録パワー範囲でテスト記録を行い、その結果得られた各記録点の値を検出し、この値の中から予め設定された目標値に近いパワー条件を選択する手法が用いられている。

【0013】

しかし、この従来のパワー決定手法では、例えば、感度が大きく異なるメディアに対しては、予め定められた固定の記録パワー範囲に、最適な値が存在しない場合があるため、ドライブ内に登録されていない未知メディアの最適パワー条件を求めることが困難である。

30

【0014】

このような課題を解決するために、目標値に向けて徐々に記録パワーを変化させながら得られた値を順次確認してゆく方法も考えられるが、未知メディアのように記録条件のリファレンスがドライブ内に存在しない場合は、膨大なテスト範囲が必要になるケースも多々生じるため、多くのテスト時間とテスト領域が必要になる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

そこで、本発明は、ドライブとメディアの相性に応じた記録条件の最適化手法、特に、テスト記録の軽減に有効な手法の提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するため、請求項1記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置において、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第1のテスト範囲を決定する手段と、前記第1のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第1のテスト記録手段と、前記第1のテスト記録により得られた傾向に基づいて、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第2のテスト範囲を決定する手段と、前記第2のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第2のテスト記録手段と、前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手

50

段とを具備することを特徴とする。

【0017】

このように、第1のテスト記録により得られた傾向に基づいて、第2のテスト記録範囲を決定することで、第1のテスト記録で最適条件が得られなかった場合であっても、第2のテスト記録で最適条件が得られる確率が高くなるため、より少ないテスト回数で最適条件を得ることが可能になる。

【0018】

また、請求項2記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置において、前記記録パルスの推奨条件を前記メディアの種類に関連付けて記憶する手段と、記録対象メディアごとに前記推奨条件を選択する手段と、前記選択された推奨条件を用いて第1のテスト記録を行う手段と、前記第1のテスト記録結果を利用して前記第1のテスト記録とは異なるテスト範囲を設定する手段と、前記記録パルスの条件を前記設定したテスト範囲で変化させた第2のテスト記録を行う手段と、前記第2のテスト記録結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段とを具備することを特徴とする。

10

【0019】

このように、第1のテスト記録では、予め記録された推奨条件を利用し、その結果を利用して第2のテスト記録を行うことで、第2のテスト記録の条件変化範囲を簡易かつ適切に割り出すことができるため、推奨条件と最適条件が大きく離れている場合であっても、少ないテスト回数で最適条件を求めることが可能になる。

20

【0020】

また、請求項3記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置において、前記記録パルスの記録パワーを第1の範囲で変化させた第1のテスト記録を行う手段と、前記第1のテスト記録の結果を再生して前記記録パワーの評価指標を得る手段と、前記評価指標の前記パワー変化に対する変化傾向を求める手段と、前記評価指標の変化傾向を利用して前記記録パワーを第2の範囲で変化させた第2のテスト記録を行う手段と、前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段とを具備することを特徴とする。

【0021】

このように、記録パワーの評価指標の変化傾向を利用して第2のテスト記録を行うことで、最適パワーに近い範囲でのテスト記録を高確率で行うことができるため、少ないテスト回数で最適な記録条件を得ることができる。尚、パワー評価指標としては値やアシンメトリを用いることができる。

30

【0022】

また、請求項4記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録方法において、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第1のテスト範囲を決定するステップと、前記第1のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第1のテスト記録ステップと、前記第1のテスト記録により得られた傾向に基づいて、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第2のテスト範囲を決定するステップと、前記第2のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第2のテスト記録ステップと、前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定するステップとを具備することを特徴とする。

40

【0023】

また、請求項5記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録方法において、前記記録パルスの推奨条件を前記メディアの種類に関連付けて記憶するステップと、記録対象メディアごとに前記推奨条件を選択するステップと、前記選択された推奨条件を用いて第1のテスト記録を行うステップと、前記第1のテスト記録結果を利用して前記第1のテスト記録とは異なるテスト範囲を設定するステップと、前記記録パルスの条件を前記設定したテスト範囲で変化させた第2のテスト記録を行うステップと、前記第2のテスト記録結果に基づいて前記記録

50

パルスの条件を決定するステップとを具備することを特徴とする。

【0024】

また、請求項6記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録方法において、前記記録パルスの記録パワーを第1の範囲で変化させた第1のテスト記録を行うステップと、前記第1のテスト記録の結果を再生して前記記録パワーの評価指標を得るステップと、前記評価指標の前記パワー変化に対する変化傾向を求めるステップと、前記評価指標の変化傾向を利用して前記記録パワーを第2の範囲で変化させた第2のテスト記録を行うステップと、前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定するステップとを具備することを特徴とする。

10

【0025】

また、請求項7記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置に組み込まれる信号処理回路において、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第1のテスト範囲を決定する手段と、前記第1のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第1のテスト記録手段と、前記第1のテスト記録により得られた傾向に基づいて、前記記録パルスの条件変化範囲を示す第2のテスト範囲を決定する手段と、前記第2のテスト範囲で前記メディアにテスト記録を行う第2のテスト記録手段と、前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段とを具備することを特徴とする。

【0026】

また、請求項8記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置に組み込まれる信号処理回路において、前記記録パルスの推奨条件を前記メディアの種類に関連付けて記憶する手段と、記録対象メディアごとに前記推奨条件を選択する手段と、前記選択された推奨条件を用いて第1のテスト記録を行う手段と、前記第1のテスト記録結果を利用して前記第1のテスト記録とは異なるテスト範囲を設定する手段と、前記記録パルスの条件を前記設定したテスト範囲で変化させた第2のテスト記録を行う手段と、前記第2のテスト記録結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段とを具備することを特徴とする。

20

【0027】

また、請求項9記載の発明は、記録パルスに基づくレーザ光の照射を行うことにより、光記録メディアに情報の記録を行う光情報記録装置に組み込まれる信号処理回路において、前記記録パルスの記録パワーを第1の範囲で変化させた第1のテスト記録を行う手段と、前記第1のテスト記録の結果を再生して前記記録パワーの評価指標を得る手段と、前記評価指標の前記パワー変化に対する変化傾向を求める手段と、前記評価指標の変化傾向を利用して前記記録パワーを第2の範囲で変化させた第2のテスト記録を行う手段と、前記第2のテスト記録の結果に基づいて前記記録パルスの条件を決定する手段とを具備することを特徴とする。

30

【0028】

ここで、上記各発明において、記録パルスは、トップパルスと後続パルスとで構成することが望ましく、トップパルスは、最も出現頻度が高く記録が困難な最短ピットに対応させて設定することが望ましい。例えば、CD-Rのように3T~11Tのピット列が定義されている場合や、DVD-Rのように3T~11Tおよび14Tが定義されている場合は、3Tピットに対応させておくことが望ましい。

40

【0029】

また、後続パルスは、ノンマルチパルスおよびマルチパルスのいずれの形態を取ることも可能であり、ノンマルチパルスの場合は、トップパルスと後続パルスのパワー比で記録パルスの最適化を行い、マルチパルスの場合は、後続パルスを複数の分割パルスで構成し、該各分割パルスのデューティを調整することで記録パルスの最適化を行うことが望ましい。

【0030】

50

トップパルスの条件と後続パルスの条件は、パルスパワー、パルス幅、デューティのいずれを組み合わせて定義しても良く、望ましくは、トップパルスと後続パルスの比を調整することで記録パルスの最適化を行う。

【0031】

また、まずトップパルスの条件を決定してから後続パルスの条件を決定することで、より安定した記録品位が得られる構成としても良い。即ち、まずトップパルスの最適条件を求めておくことで、より最適なトップパルス条件を見出すことを可能とし、その後、後続パルスの条件を求める手法を採用している。これに対し、前述の特許文献2に記載されたように、トップパルスと後続パルスの比率の最適化を先に行う手法では、トップパルスの最適解が得られない場合があり、未知メディアへの対応力が低下する。尚、より精度を向上させるために、トップパルス条件の決定と後続パルス条件の決定を数回繰り返して行っても良い。

10

【発明の効果】

【0032】

以上説明したように、本発明によれば、ドライブにとって未知のメディアであっても、簡易なテスト記録で好適な記録条件を得ることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、本発明に係る光情報記録装置を添付図面を参照して詳細に説明する。尚、本発明は、以下説明する実施形態に限らず適宜変更可能である。

20

【0034】

図1は、本発明に係る記録パルスの構成と記録条件決定の全体フローを示す概念図である。同図(a)に示すように、本発明に係る記録パルス10は、該記録パルスの先端に位置するトップパルス12と、該トップパルスに続く後続パルス14とで構成される。

【0035】

ここで、最短ピットのデータ長を mT (図中の「DATA1」参照)、その記録パルスの長さを $m'T$ とし、最短ピットよりも長いピットのデータ長を nT (図中の「DATA2」参照)、その記録パルス10の長さを $n'T$ とすると、最短ピットの記録パルス長と等しいトップパルス12は $m'T$ の長さを有し、後続パルス14は $(n-m)T$ の長さを有する。本実施形態では、 $m=3$ 、 $n=3\sim 11$ および14の値をとるものとする。 T は光ディスクシステムにて定義された単位時間であり、その周期はクロック信号によって決定される。

30

【0036】

記録パルス10の条件は、同図(b)に示す一連のフローを実行することによって決定される。このフローは、光情報記録装置(以下、「記録装置」または「ドライブ」という)に光情報記録媒体(以下、「メディア」または「ディスク」という)を装填した状態でのテスト記録を伴って実行される。

【0037】

同図(b)に示すように、記録パルス10の条件を決定する際には、まず、 $m'T$ 長のパルス条件を決定し(ステップS100)、その後、この $m'T$ 長の条件を利用して、 $m'T$ 長のパルス条件と $(n-m)T$ 長のパルス条件との比率となる $m'T/(n-m)T$ を求める(ステップS200)。その後、この比率に基づいて nT パルスを構成し(ステップS300)、最後に位相ずれ補正を行って $n'T$ 長の記録パルスの条件を決定する(ステップS400)。

40

【0038】

図2は、本発明に係るドライブの内部構成を示すブロック図である。同図に示すように、このドライブ100は、レーザ発振器103から出力されたレーザ光を用いて、メディア50に対する情報の記録再生を行う。

【0039】

メディア50に対して情報の記録を行う場合は、所望の記録情報に対応した記録信号を

50

エンコーダ 101 で EFM 方式で符号化し、この符号化した記録データをストラテジ回路 102 に加える。

【0040】

ここで、このストラテジ回路 102 には、所定のストラテジの各種設定パラメータが設定されており、該ストラテジ回路 102 は、ストラテジの各種設定パラメータを補正して、レーザ発振器 103 から出力されるレーザ光の強度やパルス幅を制御し、所望の記録状態が得られるであろう記録パルスを生成する。

【0041】

ストラテジ回路 102 で形成された記録パルスは、レーザ発振器 103 に加えられ、レーザ発振器 103 は、この記録パルスに対応して出力レーザ光を制御し、この制御されたレーザ光をレンズ 104、ハーフミラー 105、レンズ 106 を介して線速一定若しくは回転速度一定で回転するメディア 50 に照射し、これによりメディア 50 に、所望の記録データに対応したピット、ランド列からなる記録パターンが記録される。

10

【0042】

一方、メディア 50 上に記録された情報の再生を行う場合は、レーザ発振器 103 から一様な再生レーザ光がレンズ 104、ハーフミラー 105、レンズ 106 を介して線速一定若しくは回転速度一定で回転するメディア 50 に照射される。

【0043】

この時、再生レーザ光は、記録時にレーザ発振器 103 から出力されるレーザ光よりも強度の弱い再生レーザ光が用いられ、この再生レーザ光によるメディア 50 からの反射光は、レンズ 106、ハーフミラー 105、レンズ 107 を介して受光部 108 で受光され、電気信号に変換される。

20

【0044】

受光部 108 から出力される電気信号は、メディア 50 に記録されたピット、ランドからなる記録パターンに対応している。この受光部 108 から出力される電気信号は、同期信号検出回路 109 で該電気信号に含まれるウォブル成分から所定周期のクロック信号が生成され、その後、2 値化回路 110 で 2 値化され、さらにデコーダ 111 でデコードされて再生信号として出力される。

【0045】

このように、ドライブとメディアで構成された記録システムの記録品位は、ドライブの特性ばらつきとメディアの特性ばらつきに左右されるため、この影響を前述のストラテジが吸収することで記録品位の向上が図られる。尚、メディアとしては、CD-R や DVD-R に代表される色素型メディアや CD-RW や DVD-RW に代表される相変化型のメディア等の各種光情報記録媒体の適用が可能である。

30

【0046】

以下、上述したドライブが実行する図 1 (b) に示した記録パルス条件決定フローの詳細を説明する。

【0047】

(m' T 条件の決定)

図 3 は、図 1 に示した m' T 決定フローの詳細な実行手順を示すフローチャートである。同図に示すように、前述のドライブ 100 は、該ドライブの初期設定を行うまでステップ S 110 ~ S 114 までを実行し、次に、テスト記録の条件を決めるまでのステップ S 116 ~ S 122 までを実行し、その後、決定した条件でテスト記録を行うステップ S 124 を実行し、その結果に基づいて m T パルスの条件を決定するステップ S 126 を実行する。以下、これら各ステップの詳細を説明する。

40

【0048】

(基準条件の決定)

図 3 に示すステップ S 110 では、まず、任意の標準的なメディアを用いて記録速度を変化させながらテスト記録を行い、1 つのパルス幅と 3 つのパワー値を基準条件として求める。3 つのパワー値としては、上記テスト記録の結果、ジッタが最小となった値と、そ

50

の前後に位置する2つのパワー値を用いることが望ましい。前後2つのパワー値としては、ジッタ良否の基準となる閾値近傍の値を用いることが好ましい。ここで求めた基準条件が後の記録品位検査の際に利用される。

【0049】

(基準閾値の決定)

後述するように、本発明ではジッタ閾値以下の領域をテスト記録条件の範囲(以下、「テスト領域」という)として設定することを意図しているため、この判断基準となる閾値を決定する必要がある。閾値の値としては、ドライブやメディアの種類に応じて標準的な値を用意しておいても良いが、ジッタの許容領域のミニマムラインを示す閾値は、図2に示したピックアップを構成する光学系部品やその他の要素の状態によって変化し、また、メディアを記録する速度によっても変化する。

10

【0050】

従って、この閾値も実際に使用するドライブとメディアの組み合わせごとに求め、よりの確な判断基準を持たせることで、よりの確なテスト領域の設定を行うことが推奨される。

【0051】

もっとも、この閾値をドライブとメディアの組み合わせごとに設定することは、記録工程の増加要因にもなるため、ドライブ個体ごとのバラツキが閾値変動の主要因と仮定して、ドライブ製造時に個体ごとに適した閾値を記憶領域115に格納しておいても良い。

【0052】

図4は、図3に示す基準閾値の決定ステップの詳細を示すフローチャートである。同図に示すように、基準閾値の決定は、所定の記録条件による記録再生を行い、その結果に基づいてシステムとしての基準値を決定し、該基準値から所定のマージンを確保した値をテスト領域決定の際に使用する閾値とすることで行われる。以下、各ステップを順に説明する。

20

【0053】

まず、記録条件設定を行うステップS150を実行し、このステップでは、パルス幅、パワー、記録再生速度、記録アドレス等の記録再生に必要な条件を所定のパターン用意し、この記録条件をドライブに設定した後、該ドライブ内に基準メディアを装填する。基準メディアとしては、各種のメディアがある中から特性が標準的なものを選ぶことが望ましい。

30

【0054】

次に、上記のステップS150で設定した記録条件で装填した基準メディアに対して、記録と再生を行うステップS152を実行し、各記録条件における記録再生特性値、例えばジッタを取得する。ここで取得する特性値としては記録品位を示す値を選択する。

【0055】

続いて、上記ステップS152で取得した記録再生特性値から最良の値、例えば、ジッタの最小値を求め、これをシステム基準値とするステップS154を実行する。これにより、当該ドライブで最適値に近いと思われるジッタ値が基準値として設定される。尚、この基準値はジッタ最適点ではなく、所定の閾値と交差する2点の中間値、即ちパワーマージンの中間値としても良い。

40

【0056】

最後に、上記ステップS154で決定したシステム基準値に対して、所定の係数(> 1 とすることが望ましい)を掛け合わせた値を閾値として算出するステップS156を実行する。これにより、システム基準値に対して所定のマージンを持たせた形で判断が行われる。即ち、システム基準値を用いた閾値の算出は、 $\text{閾値} = \text{システム基準値} \times$ で行われ、係数としては、およそ1.5程度の値を用いることが望ましい。尚、この係数はドライブやメディアの種類に応じて適切な値を設定すれば良く、 $= 0.8 \sim 1.2$ のようにシステム基準値に近い値を設定しても良いし、 $= 2.0 \sim 3.0$ のように、大きめに設定しても良い。

50

【 0 0 5 7 】

図 5 は、図 4 に示したフローの一実施例を示す概念図である。同図に示す例は、記録品位を示す特性値としてジッタ値を用い、W 1 ~ W 4 までの各パルス幅に対してパワーを P 1 ~ P 6 まで変化させて、再生特性 2 0 2 - 1 ~ 2 0 2 - 4 までを得たときの例である。同図に示す例では、パルス幅 W 1 ~ W 4 とパワー P 1 ~ P 6 が記録条件となり、最も低いジッタ値が得られた再生特性 1 0 2 - 3 の極がシステム基準値となり、このシステム基準値に例えば 1 . 5 を乗じて得られた値が閾値となる。尚、同図中のマトリクス内に示された矢印はテスト条件を変化させる方向を示し、以下の説明においても同様の意味で使用する。

【 0 0 5 8 】

10

図 6 は、図 4 に示したフローの一実施例を示す概念図である。同図に示す例は、記録品位を示す特性値としてジッタ値を用い、W 1 ~ W 4 までの各パルス幅ごとにパワーの変化範囲を変えて、再生特性 2 0 2 - 1 ~ 2 0 2 - 4 までを得たときの例である。同図に示す例では、最も低いジッタ値が得られた再生特性 2 0 2 - 2 の極がシステム基準値となり、このシステム基準値に例えば 1 . 5 を乗じて得られた値が閾値となる。このように、閾値の決定は、パルス幅ごとにパワー条件を変更して求めることも可能である。

【 0 0 5 9 】

図 7 は、ドライブごとに閾値を求める場合の例を示す概念図である。ドライブの個体ばらつきに応じた閾値設定が所望される場合には、同図に示すように、各ドライブ 1 0 0 - 1 ~ 1 0 0 - 5 のそれぞれで共通の基準メディア 5 0 を記録再生し、各ドライブごとに固有の閾値 1 ~ 5 を記憶させておく。

20

【 0 0 6 0 】

尚、閾値の設定工程を簡易化したい場合は、標準的なドライブ数個のそれぞれで共通の基準メディアを記録再生して得られた閾値 1 ~ 5 の平均を取り、この平均閾値を他のドライブの閾値として使用してもよい。

【 0 0 6 1 】

このとき、平均閾値を求めるために使用したドライブは、同一設計のものでも、完全に同一設計ではなく類似設計のものであっても良い。また、これらドライブの閾値として平均閾値を使用することも可能である。さらに、一度求めた平均閾値を、以後製造される同一または類似設計のドライブの閾値として汎用的に使用しても良い。また、バラツキを持った複数台のドライブを意図的に用意し、これらの平均値を求めてもよい。

30

【 0 0 6 2 】

(記録装置の初期設定)

以上説明した図 3 のステップ S 1 1 0 およびステップ S 1 1 2 で求めた基準条件と基準閾値をドライブ 1 0 0 内の記録領域 1 1 5 に格納するステップ S 1 1 4 を実行する。この工程はドライブ 1 0 0 の製造時に行っておくことが望ましい。

【 0 0 6 3 】

(記録対象メディアの装填)

続いて、ステップ S 1 1 4 の初期設定が完了したドライブ 1 0 0 内に、情報記録を行うメディア 5 0 を装填するステップ S 1 1 6 を実行する。

40

【 0 0 6 4 】

(基準条件による記録再生)

次に、ステップ S 1 1 4 で設定した条件を用いて、ステップ S 1 1 6 で装填したメディア 5 0 に記録を行うステップ S 1 1 8 を実行する。具体的には、基準条件として定義された 1 つのパルス幅と 3 種類のパワー値を用いて 3 回の記録再生を行い 3 点のジッタ値を得る。この 3 点のジッタ値をパワー軸との関係でプロットすると、ドライブ 1 0 0 とメディア 5 0 の組み合わせに応じた記録特性の傾向が明らかになる。

【 0 0 6 5 】

(記録品位の検査)

図 8 は、図 3 のステップ S 1 2 0 で実行した記録品位検査の結果、谷型パターンが得ら

50

れた例を示す概念図である。同図に示すように、記録品位の検査は、前述までのステップで得られた各基準条件に対するジッタ値と閾値とを用いて行う。同図に示す例は、基準条件としてパワー P 1、P 2、P 3 を用いたときの例であり、各パワー値で得られたジッタ値を結ぶ仮想線が谷型のパターンとなる。このような谷型のパターンが得られたときは、ステップ S 1 1 0 で使用した基準メディアとステップ S 1 1 6 で装填した記録対象メディアとが同感度であり、記録特性が類似していることを意味する。

【0066】

ここで、同図 (a) は谷型パターンの最小値が閾値以下となる例であり、同図 (b) は谷型パターンの最小値が閾値以上となる例であり、いずれのパターンにおいても基準メディアと記録対象メディアは同感度と考えられる。このように、基準メディアと記録対象メディアが同感度であった場合は、後述するように、テスト記録で使用する条件は、基準条件を中心としたパワー x パルス幅の面領域で設定する。

10

【0067】

ここで、同図 (a) と (b) とでは、各記録ポイント P 1、P 2、P 3 でそれぞれ得られた再生値と再生基準値との差分量、即ち、同図の例ではジッタ値とジッタ閾値との差分量が異なり、同図 (a) の方が得られた再生値が再生基準値に近くなる。

【0068】

このことは、同図 (a) の方が同図 (b) よりも最適条件の発見が容易であると考えられるため、同図 (a) の記録特性が得られたときの方が同図 (b) の記録特性が得られたときよりも、テスト回数を少なく設定し、より少ないテスト回数でより適した解を見出す構成としても良い。

20

【0069】

即ち、再生値と再生基準値との差分量が少なかった場合は、最適条件が前述の基準条件に近くなり、再生値と再生基準値との差分量が多かった場合は、最適条件が前述の基準条件から遠くなるため、テスト回数をより少なくしたい場合には、再生値と再生基準値との差分量に応じてテスト回数を変化させることが望ましい。

【0070】

図 9 は、図 3 のステップ S 1 2 0 で実行した記録品位検査の結果、右下がりのパターンが得られた例を示す概念図である。同図に示す例では、P 1、P 2、P 3 とパワーが上昇するにつれてジッタ値が下がってゆく右下がりのパターンとなる。このような右下がりのパターンが得られたときは、基準メディアよりも記録対象メディアの方が低感度であることを意味する。

30

【0071】

ここで、同図 (a) は右下がりパターンの最小値が閾値以下となる例であり、同図 (b) は右下がりパターンの最小値が閾値以上となる例であり、いずれのパターンにおいても基準メディアより記録対象メディアの方が低感度であると考えられる。このように、記録メディアの方が低感度であった場合は、後述するように、基準条件を中心としたパワー x パルス幅の面領域で区画されたテスト領域を高パワー、広パルス幅側にシフトさせてテスト記録を行う。

【0072】

また、同図に示すような右下がりパターンが得られた場合は、ジッタの最小値がより高パワー側に存在すると考えられるため、P 3 よりも高パワーで追記を行って、再度記録特性を確認しても良い。この場合、記録回数は 1 回増えるが記録品位の検査精度を向上させることができる。尚、このパターンが得られた場合も、前述の谷型パターンが得られた場合と同様に、再生値と再生基準値との差分量に応じてテスト回数を変化させても良い。

40

【0073】

また、同図に示すような右下がりパターンが得られた場合は、前述の図 8 に示した谷型のパターンよりも、最適解が基準条件から遠くなると考えられるため、谷型パターンの場合よりもテスト回数を増加させておくことが望ましい。

【0074】

50

図10は、図2のステップS120で実行した記録品位検査の結果、右上がりのパターンが得られた例を示す概念図である。同図に示す例では、P1、P2、P3とパワーが上昇するにつれてジッタ値が上がってゆく右上がりのパターンとなる。このような右上がりのパターンが得られたときは、基準メディアよりも記録対象メディアの方が高感度であることを意味する。

【0075】

ここで、同図(a)は右上がりパターンの最小値が閾値以下となる例であり、同図(b)は右上がりパターンの最小値が閾値以上となる例であり、いずれのパターンにおいても基準メディアより記録対象メディアの方が高感度であると考えられる。このように、記録メディアの方が高感度であった場合は、後述するように、基準条件を中心としたパワー×パルス幅の面領域で区画されたテスト領域を低パワー、狭パルス幅側にシフトさせてテスト記録を行う。

10

【0076】

また、同図に示すような右上がりパターンが得られた場合は、ジッタの最小値がより低パワー側に存在すると考えられるため、P1よりも低パワーで追記を行って、再度記録特性を確認しても良い。この場合、記録回数は1回増えるが記録品位の検査精度を向上させることができる。尚、このパターンが得られた場合も、前述の谷型パターンが得られた場合と同様に、再生値と再生基準値との差分量に応じてテスト回数を変化させても良い。

【0077】

また、同図に示すような右上がりパターンが得られた場合は、前述の図8に示した谷型のパターンよりも、最適解が基準条件から遠くなると考えられるため、谷型パターンの場合よりもテスト回数を増加させておくことが望ましい。

20

【0078】

(テスト領域の決定)

図11は、図3のステップS120で谷型パターンが得られた場合に、ステップS122で実行されるテスト領域決定の一例を示す概念図である。同図に示すように、谷型パターンが得られた場合は、P1、P2、P3のそれぞれで得られたジッタ値が描く近似曲線206と閾値とのクロスポイントをテスト記録で使用するパワーの変化領域とし、この変化領域がパワーレンジとなる。尚、本発明においては、実際にテスト記録で使用するパワーの範囲を「パワーレンジ」と定義し、ジッタが閾値以下となるパワーの範囲を「パワー

30

【0079】

ここで、近似曲線206は、パルス幅ごとに異なるため、基準条件で用いたパルス幅をW4とすると、このW4を中心としたパルス幅W1～W6のそれぞれに対して、パワーP1、P2、P3で記録し、その結果得られた近似曲線206と閾値とのクロスポイントを確認してゆく。これにより同図のマトリクスイメージに示すように、各パルス幅ごとに閾値以下となるパワーレンジが得られ、同図のハッチで示した領域がテスト領域となる。ここで、基準条件として使用したP1、P2、P3のパワー3条件と、パルス幅W4をマトリクス中のイメージで示すと、同図の208-1、208-2、208-3となり、決定されたテスト領域は、基準条件を中心としたパワー×パルス幅の面領域として設定される

40

【0080】

このように、パルス幅ごとにパワーレンジを求めることで、閾値以下となる領域を集中してテストすることができるため、少ないテスト回数でより適した条件を見出すことが可能になる。

【0081】

尚、パワーマージンが広く取れた場合には、パワー変化のステップを大きめに設定し、パワーマージンが狭かった場合には、パワー変化のステップを小さく設定することでもテスト回数の低減を図ることができる。例えば、10mWのマージンが取れた場合には、ラフにテストしても最適値が得られるものと仮定して2mWステップで5回のテストを行い

50

、1 mWのマージンが取れた場合には、より精密なテストが必要と判断して0.1 mWステップで10回テストするような構成も可能である。

【0082】

図12は、図3のステップS120で右下がりパターンが得られた場合に、ステップS122で実行されるテスト領域決定の一例を示す概念図である。同図に示すように、右下がりパターンが得られた場合は、最適条件がより高パワー側にあると考えられるため、P3よりも高いパワー値P+で追加記録を行い、P1、P2、P3、P+のそれぞれで得られたジッタ値が描く近似曲線206と閾値とのクロスポイントをパワーレンジとする。この処理をパルス幅W1~W6のそれぞれで行って、同図のマトリクスイメージに示すようなテスト領域を得る。

10

【0083】

ここで、上記の手順により決定されたテスト領域は、基準条件208-1、208-2、208-3を中心としたパワー×パルス幅の面領域が高パワー側にシフトされた形となる。この例では、谷型パターンで使用したW1~W6をそのまま用いたが、右下がりパターンの場合は、低感度傾向にあるため、W1~W6よりも広いパルス幅領域にシフトさせてパワーレンジを決めても良い。

【0084】

図13は、図3のステップS120で右上がりパターンが得られた場合に、ステップS122で実行されるテスト領域決定の一例を示す概念図である。同図に示すように、右上がりパターンが得られた場合は、最適条件がより低パワー側にあると考えられるため、P1よりも低いパワー値P+で追加記録を行い、P+、P1、P2、P3のそれぞれで得られたジッタ値が描く近似曲線206と閾値とのクロスポイントをパワーレンジとする。この処理をパルス幅W1~W6のそれぞれで行って、同図のマトリクスイメージに示すようなテスト領域を得る。

20

【0085】

ここで、上記の手順により決定されたテスト領域は、基準条件208-1、208-2、208-3を中心としたパワー×パルス幅の面領域が低パワー側にシフトされた形となる。この例でも谷型パターンで使用したW1~W6をそのまま用いたが、右上がりパターンの場合は、高感度傾向にあるため、W1~W6よりも狭いパルス幅領域にシフトさせてパワーレンジを決めても良い。

30

【0086】

即ち、上述した手法では、各パルス幅ごとに記録品位の検査が行われ、その結果に基づいて、各パルス幅ごとにテスト回数決定されるため、テスト回数の低減が期待できる。以上説明した記録品位の検査は、基準条件での記録によるジッタ変化をパターンニングすることで行う例であり、より望ましくは、下記に示す8パターンを用いて行うことが推奨される。

【0087】

図14は、図3のステップS120を8つのパターンを用いて実行する場合の例を示す図である。同図に示すように、パターン1は、谷型、右上がり、右下がり等のようなパターンであっても、ジッタの最大値が閾値以下となったときに適用されるパターンである。このパターンが得られたときは、基準メディアと同程度の感度であると見なすとともに、閾値以下となるマージンが広く取れると判断し、パワー条件を低パワー側と高パワー側のそれぞれに拡張する。即ち、このパターン1では、閾値近傍の値が取れていないため、低パワー側と高パワー側の両方に追加記録が行われることになる。

40

【0088】

その後、この追加記録の結果得られたジッタ特性を曲線近似し、この近似曲線がジッタ閾値と交差する大小2点の間隔をパワーレンジの基準値とする。

【0089】

さらに、このパターンが得られたときは、基準値±0.2Tのパルス幅領域をテスト領域として決定し、テスト記録時には、このテスト領域内を0.2Tごとに変化させて最適

50

記録条件の検出を行う。尚、Tは記録ピットの単位時間長を示す。

【0090】

ここで、基準値となるパルス幅をパルス条件1とし、拡張した2点をパルス条件2および3とすると、パターン1のパルス条件2および3は $\pm 0.2T$ 拡張された後のパルス幅となる。このパルス幅の条件変更に伴って、テスト条件として使用するパワーレンジにも若干の変更を行う。

【0091】

即ち、パルス幅を $0.1T$ 変更したときは、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times 1)$ mWを当該パルス幅におけるパワーレンジとし、パルス幅を $0.2T$ 変更したときは、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times 2)$ mWを当該パルス幅におけるパワーレンジとし、パルス幅を $-0.1T$ 変更したときは、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times (-1))$ mWを当該パルス幅におけるパワーレンジとする。

10

【0092】

よって、このパターン1に該当した場合のテスト条件は下記の3セットとなる。

【0093】

(1) パルス幅の基準値、パワーレンジの基準値

(2) パルス幅の基準値 $-0.2T$ 、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times (-2))$ mW

(3) パルス幅の基準値 $+0.2T$ 、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times (+2))$ mW

20

尚、本発明では、上記(1)に示した基準条件は、実際のテスト記録で使用しなくても良い。

【0094】

パターン2は、谷型パターンが得られた場合であって、ジッタの最小値が閾値以下であるときに適用されるパターンである。このパターンが得られた場合は、記録対象メディアが基準メディアと同感度であると判断し、基準値 $\pm 0.1T$ をパルス幅条件として選択する。その後、パターン1と同様の手順により、これらパルス条件ごとにパワーレンジの設定を行う。その結果、このパターン2に該当した場合のテスト条件は下記の3セットとなる。

【0095】

(1) パルス幅の基準値、パワーレンジの基準値

(2) パルス幅の基準値 $-0.1T$ 、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times (-1))$ mW

(3) パルス幅の基準値 $+0.1T$ 、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times (+1))$ mW

30

パターン3は、谷型パターンが得られた場合であって、ジッタの最小値が閾値を超えたときに適用されるパターンである。このパターンが得られた場合は、記録対象メディアが基準メディアと同感度、かつメディアの素性差が大きいと判断し、基準値 $\pm 0.2T$ をパルス幅条件として選択する。その後、パターン1と同様の手順により、これらパルス条件ごとにパワーレンジの設定を行う。その結果、このパターン3に該当した場合のテスト条件は下記の3セットとなる。

40

【0096】

(1) パルス幅の基準値、パワーレンジの基準値

(2) パルス幅の基準値 $-0.2T$ 、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times (-2))$ mW

(3) パルス幅の基準値 $+0.2T$ 、パワーレンジの基準値 $\times(1 - 0.05 \times (+2))$ mW

パターン4は、右下がりパターンが得られた場合であって、ジッタの最小値が閾値以下であるときに適用されるパターンである。このパターンが得られた場合は、記録対象メディアが基準メディアよりやや低感度であると判断し、基準値、 $+0.1T$ および $+0.2$

50

Tの3点をパルス幅条件として選択する。その後、パターン1と同様の手順により、これらパルス条件ごとにパワーレンジの設定を行う。その結果、このパターン4に該当した場合のテスト条件は下記の3セットとなる。

【0097】

- (1) パルス幅の基準値、パワーレンジの基準値
- (2) パルス幅の基準値 + 0.1 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (+1))$ mW
- (3) パルス幅の基準値 + 0.2 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (+2))$ mW

パターン5は、右下がりパターンが得られた場合であって、ジッタの最小値が閾値を超えたときに適用されるパターンである。このパターンが得られた場合は、記録対象メディアが基準メディアよりかなり低感度であると判断し、基準値、+0.2 Tおよび+0.4 Tの3点をパルス幅条件として選択する。その後、パターン1と同様の手順により、これらパルス条件ごとにパワーレンジの設定を行う。その結果、このパターン5に該当した場合のテスト条件は下記の3セットとなる。

【0098】

- (1) パルス幅の基準値、パワーレンジの基準値
- (2) パルス幅の基準値 + 0.2 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (+2))$ mW
- (3) パルス幅の基準値 + 0.4 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (+4))$ mW

パターン6は、右上がりパターンが得られた場合であって、ジッタの最小値が閾値以下となったときに適用されるパターンである。このパターンが得られた場合は、記録対象メディアが基準メディアよりやや高感度であると判断し、基準値、-0.1 Tおよび-0.2 Tの3点をパルス幅条件として選択する。その後、パターン1と同様の手順により、これらパルス条件ごとにパワーレンジの設定を行う。その結果、このパターン6に該当した場合のテスト条件は下記の3セットとなる。

【0099】

- (1) パルス幅の基準値、パワーレンジの基準値
- (2) パルス幅の基準値 - 0.1 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (-1))$ mW
- (3) パルス幅の基準値 - 0.2 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (-2))$ mW

パターン7は、右上がりパターンが得られた場合であって、ジッタの最小値が閾値を超えたときに適用されるパターンである。このパターンが得られた場合は、記録対象メディアが基準メディアよりかなり高感度であると判断し、基準値、-0.2 Tおよび-0.4 Tの3点をパルス幅条件として選択する。その後、パターン1と同様の手順により、これらパルス条件ごとにパワーレンジの設定を行う。その結果、このパターン7に該当した場合のテスト条件は下記の3セットとなる。

【0100】

- (1) パルス幅の基準値、パワーレンジの基準値
- (2) パルス幅の基準値 - 0.2 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (-2))$ mW
- (3) パルス幅の基準値 - 0.4 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (-4))$ mW

パターン8は、山型パターンが得られた場合であって、ジッタの最大値が閾値を超えたときに適用されるパターンである。このパターンが得られた場合は、異常パターンであると判断し、基準値 $\pm 0.2 T$ をパルス幅条件として選択する。その後、パターン1と同様の手順により、これらパルス条件ごとにパワーレンジの設定を行う。その結果、このパターン8に該当した場合のテスト条件は下記の3セットとなる。

10

20

30

40

50

【0101】

(1) パルス幅の基準値、パワーレンジの基準値

(2) パルス幅の基準値 - 0.2 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (-2))$ mW

(3) パルス幅の基準値 + 0.2 T、パワーレンジの基準値 $\times (1 - 0.05 \times (+2))$ mW

尚、以上説明した8つのパターンのうち、基準メディアに最も近くなるパターン2以外のパターンが検出された場合は、再生誤動作によるものでないことを確認するために、このパターンの基になった記録結果を再度再生し、ジッタを再検出する構成としても良い。この場合、再度の再生によりパターン2以外の特性が検出された場合は、図14に示す条件に従って、記録条件の追加と拡張を行えば良い。

10

【0102】

ここで、上記再生誤動作の確認を行った結果、パターン8が検出された場合は、記録誤動作の可能性が考えられるため、追加記録およびパルス幅の拡張を行う前に、パルス幅の基準値で再度記録を行う。この再記録結果を再生してもパターン8となった場合は、追加記録、即ち、パルス条件1のマージン測定を行うためのパワー拡張は行わずに、パルス条件の拡張、即ち、パルス条件2および3の拡張を行う。これらパルス条件2および3の拡張に応じたパワーの拡張は前述の手法で行えば良い。

【0103】

即ち、パターン8の場合、パルス条件1ではマージンが取れず、拡張の基準となるパワーレンジを求めることができないため、初期のパワー条件範囲を基準となるパワーレンジとして設定する。

20

【0104】

(テスト領域の決定：近似法によるパワーレンジの決定)

前述の手順を実行することにより、少ないテスト回数で最適解を得るに有効なテスト領域が決定されるが、このテスト領域決定の際に重要となるパワーレンジの決定手法について以下説明を加える。

【0105】

本発明では可能な限り少ないテスト回数で最適解発見の精度を上げたいため、閾値以下の領域にテスト条件を集中させることは前述したとおりである。この考え方に基づけば、テスト記録の際に使用されるパワーレンジは、閾値に対するマージンを示す大小2点のパワー値から求めればよいこととなる。ここで、閾値に対するマージンとは、その領域であれば、閾値以下の特性値が得られる幅を意味し、大小2点のパワー値とは、このマージンの幅を決める低パワー側の値と、高パワー側の値を意味する。

30

【0106】

ここで、各種メディアのテスト記録時間の短縮およびライトワンスメディアのようにテスト記録領域に制限の有るメディアのテスト領域の効率化を考えると、テスト記録に要する記録ポイントはより少ないことが望ましいが、ここで求めるパワーレンジは、最適記録条件の判断基準となる重要なパラメータであるため、高精度であることが望まれる。

【0107】

このパワーレンジを精度良く求めることは、より選択された領域の集中したテストを意味するため、テスト回数の低減にも寄与する。例えば、0.1 mWに1回の頻度でテスト記録を行う場合には、パワーレンジが1 mWだと10回のテスト記録が行われ、2 mWだと20回のテスト記録が行われるため、パワーレンジを絞ることがテスト回数の低減に寄与することになる。

40

【0108】

そこで、本発明では、記録再生信号の記録品位が記録パワーに対して最適点を極値とする2次曲線的な変化を描くことに着目し、数点の記録ポイントを用いて特性曲線を近似算出することで、求めたいマージン量を得る手法を提唱する。このような近似手法を適用することにより、数点の記録ポイントでパワーレンジを高精度かつ容易に求めることが可能

50

になり、テスト回数の低減が図られる。

【0109】

図15は、図3のステップS122で使用されるパワーレンジを曲線近似によって求める方法を説明した概念図である。同図に示すように、近似を行うにあたっては、まず、記録特性の判断基準とするジッタ値が閾値近傍となる低パワー側のaおよび高パワー側のcの2点と、これら間に位置し、かつ、これらa、cおよび閾値のいずれの値よりも小さなジッタ値となるbを選択する。即ち、ここで選択されるa、b、cは、下記の関係性を有することになる。

【0110】

$$a > b, c > b, \text{閾値} > b$$

ここで、上記の閾値近傍は、同図に示すように、閾値からある幅を持った上限値と下限値の間として定義し、望ましくは、上限値を閾値の40%、下限値を閾値の5%に設定する。その後、これらa、b、cの値を2次関数で近似し、該2次関数と閾値がクロスする大小2点の差分をパワーレンジとする。尚、閾値近傍として定義する範囲は、-5%~+40%や-10%~30%等、記録ポイントの間隔等を考慮して適宜変更可能である。

【0111】

図16は、図3のステップS122で使用されるパワーレンジを曲線近似によって求める別の例を説明した概念図である。同図に示すように、A、B、Cの3条件でのみでは、前述の「 $a > b, c > b, \text{閾値} > b$ 」の条件を満たす関係が得られなかった場合、高パワー側のDを追記することで、閾値近傍の値を得ることが望ましい。

【0112】

さらに、同図に示すように、 $B > C$ の関係がある場合は、Bを用いずに、A、C、Dの3点で近似式を算出することが望ましい。

【0113】

このとき記録ポイント3点と閾値の関係は、「 $A > C, D > C, \text{閾値} > C$ 」となり、近似曲線を描くに適した関係となるため、3点近似で高精度な近似曲線を得ることができる。尚、Dに示した追加記録条件は、追記前の記録ポイントが示す $A > B, B > C$ および閾値によって決定すれば良い。

【0114】

また、図15とは逆に、低パワー側に閾値近傍の値がなかった場合は、Aより低パワー条件で追記を行えば良く、記録ポイントと閾値の関係によっては、適宜1点以上の記録条件を追加しても良い。

【0115】

また、追加記録条件で用いるパワーの範囲は、所定のパワーステップに対して一定の変化を持たせても良いし、予めパワーの変動に対するジッタ変動の関係を求めておき、その関係からパワー条件を設定しても良い。

【0116】

尚、上記記録条件の追加を行っても、パワーレンジを求めるに十分な記録ポイントが得られない場合は、上述と同様の手順により再度記録条件の追加を行って記録ポイントを変更する。

【0117】

また、ライトワンスメディアのようにテスト記録領域に制限のある場合や、膨大なテスト時間の使用を回避するため、上記再度記録条件の追加回数に上限値を持たせても良く、記録条件の追加によって記録パワーがレーザ出力値を超えないように、追記パワーの上限値を持たせておいても良い。

【0118】

また、上述の例では、3点近似によりパワーレンジを求めたが、最も閾値に近い2点を選択し、これら2点がそれぞれ示す大小2点のパワー値の差分よりパワーレンジを決定しても良い。

【0119】

10

20

30

40

50

その他、閾値近傍の2点を選択する手法としては、閾値をまたぐ大小2点が見つかるまでパワーを変化させて記録し、該記録した中で最も閾値に近い2点を選択しても、この2点をそのまま選択しても良い。この方法については以下詳細な説明を加える。

【0120】

(テスト領域の決定：サンプリングによるパワーレンジの決定)

図17は、図3のステップS122で使用されるパワーレンジをサンプリングによって求める例を説明した概念図である。同図に示す例では、前述した3点近似ではなく、閾値に近い値が得られるまでパワーを徐々に変化させて、閾値に近い大小2点のパワー値を基準にパワーレンジが求められる。

【0121】

つまり、同図に示すように、記録パワーをP1からP2、P3・・・と順に増加させて記録再生を行い、閾値以上の値が得られたパワー値P6まで記録再生を繰り返す。この処理のイメージをマトリクスで示すと、パワー変化はP1～P6まで行うが、パワーレンジは、閾値に最も近い低パワー側のP2と高パワー側のP6との間となる。このように、閾値をまたぐ2点を選択することによってもパワーレンジを決定することができる。

【0122】

ここで、閾値に近い大小2点を選択する方法としては、下記のような形態を適宜選択して使用することができる。

【0123】

- 1) パワーマージンを成す大小2点を選択する方法、即ち、再生基準値を満たすパワー領域内であって、夫々再生基準値と最も近い2点を選択
- 2) パワーマージンのやや外にはなるが再生基準に最も近い2点を選択
- 3) 低パワー側で再生基準値を跨ぐ大小2点を選択
- 4) 高パワー側で再生基準値を跨ぐ大小2点を選択
- 5) 低パワー側および高パワー側で再生基準値を跨ぐ形となる2点であって、夫々再生基準値と最も近い2点を選択

また、上記各手法により選択した2点を用いて記録特性を近似し、再生基準値と交差する大小2点を求めても良い。

【0124】

($m' T / (n - m) T$ 比率の決定)

図18は、図1(b)に示したステップS200の比率決定で使用するテスト用記録パルスの例を示す概念図である。同図(a)は、単一のパルスパターンで構成されたシングルパルスを用いる場合の例であり、同図(b)は、複数のパルスパターンで構成されたマルチパルスを用いる場合の例である。同図に示すように、シングルパルス10-1およびマルチパルス10-2は、記録パルスの先頭に配置されたトップパルス12と、それに続く後続パルス14とで構成され、後続パルス14は、記録パルスの最後尾に配置された後端パルス14を備える。

【0125】

ここで、メインパワーPWが示す高さで記録パルス全体のエネルギー量が規定され、トップパルス幅 T_{top} が示す長さで記録ピット先端に与える初段のエネルギー量が規定される。このメインパワーPWは、記録パルス10-1、10-2の中で最も高い値とすることが望ましく、トップパルスの幅 T_{top} は、3Tの長さを有する最短記録ピットに対応した幅を有する。この最短幅の記録パルスが最も出現確率が高く、記録品位への影響が大きいため、まずは、前述した $m' T$ 条件決定フローによって、このトップパルス12のパワーPWと幅 T_{top} の最適条件を確定させる。

【0126】

続いて、 $m' T / (n - m) T$ 比率決定フローによって、後続パルス14の条件決定を行う。後続パルスの条件としては、シングルパルス10-1の場合には、同図(a)に示すように、メインパワーPWよりもPWDだけ低い低パワー領域を設け、この量を規定することで、記録ピットが涙型になることを防止する。同様に、マルチパルス10-2の場

10

20

30

40

50

合には、同図 (b) に示すように、先頭パルス 1 2 と後端パルス 1 4 との間に位置する中間パルスの幅 T_{mp} を規定するか、または、 T_{mp} と T_{smp} のデューティ比を規定することで、記録ピットが涙型になることを防止する。これら後続パルスの条件決定は、トップパルスの条件を基準として行われる。

【 0 1 2 7 】

図 1 9 は、図 1 (b) に示したステップ S 2 0 0 の比率決定フローの実行手順を示すフローチャートである。同図に示すように、図 2 に示したドライブは、まず最初に、ストラテジ回路 1 0 2 が実行する記録ストラテジの各種パラメータを設定するために、メディア 5 0 に対して $(n - m) T$ の条件を変更した複数の記録パターンによるテスト記録を行う (ステップ S 2 1 0)。このとき $m T$ パルスの条件は、前述の $m' T$ 条件決定フローで得られた値に固定しておく。

10

その後、このテスト記録により形成された記録パターンを再生し (ステップ S 2 1 2)、その結果として 2 値化回路 1 1 0 から得られた再生 2 値化信号を記録ずれ検出部 1 1 2 が所定クロックに同期したカウンタで計数して (ステップ S 2 1 4)、該再生 2 値化信号に含まれたピットおよびランドの長さを計数データとして記録領域 1 1 5 に格納する (ステップ S 2 1 6)。

【 0 1 2 8 】

その後、記録ずれ検出部 1 1 2 は、記録領域 1 1 5 に蓄積された計数データを用いて、計数值ごとの出現頻度を示すヒストグラムを作成し (ステップ S 2 1 8)、このヒストグラムからピット長とランド長の判定基準となる計数結果の閾値を決定する (ステップ S 2 2 0)。

20

【 0 1 2 9 】

その後、記録ずれ検出部 1 1 2 は、前記閾値を基準に記録領域 1 1 5 に格納された計数データの中から特定のピット/ランドパターンを含む複数種の特定パターンを検索し (ステップ S 2 2 2)、この特定パターンに含まれた同一ピット長と思われる計数結果を平均化するとともに、同一ランド長と思われる計数結果を平均化して、特定パターンを構成する各ピットと各ランドの平均長を求める (ステップ S 2 2 4)。

【 0 1 3 0 】

その後、記録ずれ検出部 1 1 2 は、抽出した複数の特定パターンのうちの一つを抽出パターンに設定し、この抽出パターンに含まれる対象記録ピットの長さを基準長と比較して (ステップ S 2 2 6)、記録パルスに対するピットの長さずれ量を検出する (ステップ S 2 2 8)。

30

【 0 1 3 1 】

その後、演算式導出部 1 1 3 は、記録ずれ検出部 1 1 2 が検出したずれ量に基づいて、最適ストラテジを決定するための演算式を導出し、ストラテジ決定部 1 1 4 は、この演算式導出部 1 1 3 が導出した演算式を用いて各種パラメータの制御結果を予測し (ステップ S 2 3 0)、この予測結果に基づいて、図 1 8 に示した PWD または T_{mp} を決定し、これをストラテジ回路 1 0 2 に設定する (ステップ S 2 3 2)。

【 0 1 3 2 】

図 2 0 は、図 1 9 に示したテスト記録から再生データの計数までの動作概念を示す概念図である。同図に示すように、まず、テスト記録が行われると、同図 (a) に示すような記録ピットが光ディスク上に形成される。そして、この記録ピットを再生すると、同図 (b) に示すように、この記録ピットに対応した再生 RF 信号が得られる。この再生 RF 信号を 2 値化すると、同図 (c) に示したような再生 2 値化信号が得られ、この 2 値化信号の極性反転間のパルス長を同図 (d) に示すようなクロック信号で計数すると、同図 (e) に示したような計数結果が得られる。

40

【 0 1 3 3 】

図 2 1 は、図 1 9 に示した計数結果の格納イメージを示す概念図である。同図に示すようにクロック信号で計数された 2 値化信号は、極性反転部を区切りとして、その計数結果がピット、ランドの区別とともに記憶領域 1 1 5 に設けられたテーブル内に順次時系列で

50

格納される。この同図に示すテーブルは、後に検索可能なアドレスが付された状態で格納される。

【0134】

図22は、図19に示したヒストグラム作成のイメージを示す概念図である。同図に示すように、計数値の出現頻度をグラフ化するとヒストグラムが得られ、ピットとランドをそれぞれ区別してヒストグラムを作成すると、同図(a)に示したピットの計数傾向を示すピットヒストグラムと、同図(b)に示したランドの計数傾向を示すランドヒストグラムの2種類を得ることができる。このように、光ディスクでは基準クロックに対する各单位長 nT ($n = 3, 4, 5, \dots, 14$)の長さが必然的に決まるため、各单位長 nT に対して、出現頻度分布の山が得られることになる。

10

【0135】

図23は、図19に示した閾値決定のイメージを示す概念図である。同図に示すように、ヒストグラム中の各山と山の間に形成された谷の部分が各单位長 nT の長さ判定閾値として使用できるため、ピットヒストグラムおよびランドヒストグラムのそれぞれについて、ピット長の判断基準となるピット長閾値と、ランド長の判断基準となるランド長閾値を設定する。

【0136】

図24は、図23に示した手法によって得られた閾値の例を示す概念図である。同図(a)に示すように、各ピット長の境界ごとにピット長閾値が定義され、同図(b)に示すように、各ランド長の境界ごとにランド長閾値が定義される。同図(a)に示す例では、 $2T$ と $3T$ の境界となる閾値は「計数値 = 2」となり、 $3T$ と $4T$ の境界となる閾値は「計数値 = 9」となり、以降、 $14T$ と $15T$ の境界まで設定される。また、同図(b)に示す例では、 $2T$ と $3T$ の境界となる閾値は「計数値 = 2」となり、 $3T$ と $4T$ の境界となる閾値は「計数値 = 10」となる。以降、 $14T$ と $15T$ の境界まで設定される。

20

【0137】

次に、図19に示した特定パターンの検索(ステップS222)からずれ量の検出(ステップS228)までの各工程の詳細について説明を加える。これらの工程は、記録ずれ検出部112における各種ずれの検出原理に基づいて行われる。

【0138】

図25は、ピットバランスによるずれ量を検出するための記録パターンの一例を示す図である。ここで、ピットバランスとは、前述のトップパルスと後続パルスのバランスを示す。同図に示すように、ピットバランスによるずれ量を検出する場合には、同図(a)に示す記録パルスを用いてテスト記録を行う。この記録パルスは、ランド $L \times T$ 、ピット $P y T$ 、ランド $L z T$ が連続するパターンを含み、固定ランド $L \times T$ のランド長および固定ランド $L z T$ のランド長を固定して、可変ピット $P y T$ のピット長を、同図(b)から同図(f)に示すように、 $3T$ 、 $4T$ 、 \dots 、 $7T$ と変化させたものである。尚、図示しないが可変ランド長の変化は $14T$ まで行うものとする。

30

【0139】

ここで、この記録パターンの可変長のピット $P y T$ の長さを測定すると、この可変長のピット $P y T$ の長さは、理想の記録状態ではそれぞれ理想のピット長に対応するはずである。

40

【0140】

しかし、この可変長のピット $P y T$ の長さが理想の規定の長さからずれていると、ランド $L \times T$ のランド長およびランド $L z T$ のランド長は固定されているので、この可変長のピット $P y T$ の規定長さからのずれ量は記録時のストラテジにおける $3T$ 、 $4T$ 、 \dots 、 $14T$ のそれぞれのピット $P 3T$ 、 $P 4T$ 、 \dots 、 $P 14T$ の記録パルスに対する長さずれ量に対応することになる。

【0141】

したがって、あるストラテジを用いてテスト記録を行い、この記録パルスによるテスト記録の再生パターンから、同図(b)~(f)に示すように、可変長のピット $P y T$ の記

50

録結果と各ビットの基準長とを比較し、各ビット長の理想の長さからのずれ量を検出すれば、各ビット長の長さずれ量を検出することができる。

【0142】

図26は、ビットバランスずれ検出で使用される特定パターン検索用のテーブル構成を示す概念図である。ビットバランスずれの検出を行う場合には、特定パターンごとに設定されたランドLxT、ビットPyT、ランドLzTに関する閾値範囲を基準に、図2の記憶領域115内に格納されたデータを検索し(図19のステップS222に相当)、該閾値を満たすデータ列を抽出する。

【0143】

その後、ランドLxT、ビットPyT、ランドLzTのそれぞれに該当する計数結果を分別し、ランドLxT、ビットPyT、ランドLzTごとに平均値を求める(図19のステップS224に相当)。この計数結果の平均値を用いて、図25に示したパターン比較を行えば、各ビット長における前側位相ずれ量が得られる。

【0144】

図27は、計数結果の絶対比較により長さずれ量を検出する場合の具体例を示す概念図である。同図に示すように、理想の基準長との比較でずれ量を検出する場合は、まず記憶領域内に格納されたデータ群の中から、同図(a)に示した特定パターンを検索抽出し、同図(b)および(c)に示すように、比較対象となる部位に対する両者の計数値を比較する。同図に示す例では、ビット3Tが比較部位になるため、特定パターンの計数結果である同図(c)に示す「9」と、基準長に相当する計数結果である同図(d)に示す「8」との差分を求め、得られた差分「1」が3Tビットのずれ量になる。

【0145】

図28は、図19に示した制御量予測の実行例を示すフローチャートである。同図に示すように、制御量の予測は、記録条件の異なるS1とS2の2種以上の条件でテスト記録を行い(ステップS250)、その結果得られた記録ビットを再生し(ステップS252)、その結果得られた再生パターンの比較によって、条件S1に対応するずれ量D1と、条件S2に対応するずれ量D2とを求め(ステップS254)、これらS1およびS2とD1およびD2との関係を直線近似し(ステップS256)、該直線を用いて最適補正量を決定する(ステップS258)一連の手順を実行することによって行われる。

【0146】

ところで、上記のように検出されるずれ量D1およびD2は、ストラテジの各種設定パラメータにより変動する。そして、このストラテジの各種設定パラメータにより変動するずれ量D1およびD2は、解析の結果ほぼ直線状に変化することが解明された。

【0147】

すなわち、上記記録ずれ検出部112で検出されるそれぞれのテスト記録におけるずれ量は、最小二乗法に基づき近似された直線状の変化として捉えることができることになる。

【0148】

そこで、本実施形態に係るドライブにおいては、例えば、2回のテスト記録を行った場合には、ストラテジの各種設定パラメータと検出したずれ量D1およびD2との直線関係に着目して最適なストラテジを決定することができる。もっとも、本発明では、直線近似に替えて曲線で近似しても良い。

【0149】

即ち、シングルパルスの場合にはPWDが、マルチパルスの場合はTmpが記録条件S1およびS2で変化させる代表的なパラメータとなり、これらのパラメータをS1、S2と変化させて、その影響をD1、D2として検出し、これら4点を用いて直線近似を行い、該直線を用いてずれがキャンセルできる補正量を得る。

【0150】

図29は、PWDを変化させる場合の記録条件S1、S2の変化とずれ量D1、D2との関係を示す概念図である。ここで、同図(a)に示す記録パルスは、PWDをS1だけ

10

20

30

40

50

変化させた記録パルス S 1 であり、同図 (b) に示す記録パルスは、 P W D を S 2 だけ変化させた記録パルス S 2 であり、これらの 2 条件を使用してテスト記録を行う。

【 0 1 5 1 】

その結果、同図 (a) の記録パルスに対応して同図 (a 1) に示すパターン S 1 が得られ、同図 (b) の記録パルスに対応して同図 (b 1) に示すパターン S 2 が得られる。ここで、パターン S 1 は、制御量 S 1 に対応して D 1 のずれ量が生じ、パターン S 2 は、制御量 S 2 に対応して D 2 のずれが生じる。

【 0 1 5 2 】

制御量 S 1 および S 2 に対するずれ量 D 1 および D 2 がわかれば、どのパラメータに関してどれだけの制御量を持たせれば、どれだけのずれが生じるかが予測可能となるため、これらの関係を利用して、制御量の予測と補正值の決定を行う。

10

【 0 1 5 3 】

図 3 0 は、シングルパルスの形状に関する直線近似を利用した長さずれ補正の一例を示す概念図である。当該長さずれに対する補正量 P W D を決める場合には、まず、同図 (a) に示すように、基準となるパルス長を基準波形 n T としたとき、同図 (b) に示すように、 P W D だけパルスの中央を欠いた波形でテスト記録を行い、その結果、同図 (c) に示すように、得られた再生信号の長さずれを検出する。

【 0 1 5 4 】

同図に示す例では、この P W D の変化を S 1 = + 0 . 3 と S 2 = + 0 . 1 の 2 種類行い、その結果得られた長さずれをずれ量 D 1 = + 0 . 1 および D 2 = - 0 . 1 として得る。そして、これら得られた S 1、S 2、D 1、D 2 を用いて、同図 (e) に示す如く、制御量 P W D に対する制御結果の関係を直線で近似し、この直線を利用して長さずれがキャンセルできる補正量 P W D = + 0 . 2 を最適補正值として決定する。このとき、トップパルスの条件は変化させずに固定しておく。

20

【 0 1 5 5 】

このように、ストラテジの変化 S 1、S 2 とずれ量の変化 D 1、D 2 との関係は、変化点を少なくとも 2 点求めれば、直線または曲線による近似が可能になるため、この直線を用いてずれ量が零になる最適補正量を求めることができる。

【 0 1 5 6 】

具体的には、ストラテジ S を数点変化させたときのずれ量 D を求め、このときのストラテジ S とずれ量 D との関係を一般式「 $D = a \times S + b$ 」に代入し、連立方程式を解くことにより定数 a、b を求め、最終的に理想のずれ量 D に対応するストラテジ S を求め、このストラテジ S を図 1 に示したストラテジ回路 1 0 2 に設定することにより記録パルスの最適補正を行う。

30

【 0 1 5 7 】

例えば、図 2 に示した記録ずれ検出部 1 1 2 で、あるストラテジ S 1 を用いたテスト記録の再生パターンから検出したずれ量が D 1、他のストラテジ S 2 を用いたテスト記録の再生パターンから検出したずれ量が D 2 であるとする、

$$D 1 = a \times S 1 + b$$

$$D 2 = a \times S 2 + b$$

40

から a および b を算出し、該算出した a および b を用いた関数

$$S = (D - b) / a$$

を求め、この関数に、記録品位を改善させるための、例えば、イコライザ等において生じる初期的な出力ずれ等を補正するための出力ずれ量 D を代入することで最適ストラテジ S を決定する。

【 0 1 5 8 】

図 3 1 は、マルチパルスの形状に関する直線近似を利用した長さずれ補正の一例を示す概念図である。当該長さずれに対する補正量 T m p を決める場合には、まず、同図 (a) に示すように、基準となるパルス長を基準波形 n T としたとき、同図 (b) に示すように、中間パルス長を T m p とした波形でテスト記録を行い、その結果、同図 (c) に示すよ

50

うに、得られた再生信号の長さずれを検出する。このとき、トップパルスの条件は変化させずに固定しておく。

【0159】

同図に示す例では、この T_{mp} の変化を $S_1 = +0.3$ と $S_2 = +0.1$ の2種類行い、その結果得られた長さずれをずれ量 $D_1 = +0.1$ および $D_2 = -0.1$ として得る。そして、これら得られた S_1 、 S_2 、 D_1 、 D_2 を用いて、同図(e)に示す如く、制御量 T_{mp} に対する制御結果の関係を直線で近似し、この直線を利用して長さずれがキャンセルできる補正量 $T_{mp} = +0.2$ を最適補正值として決定する。

【0160】

図32は、補正量 PWD と T_{mp} を格納するためのテーブル構造を示す概念図である。同図(a)に示すように、補正量 PWD および T_{mp} は、補正対象となるビット長ごとに定義される。例えば、補正対象ビットが $3T$ である場合の補正量 PWD は、図中「 $PW3$ 」と示した領域に補正量が格納され、補正対象ビットが $3T$ である場合の補正量 T_{mp} は、図中「 $Tm3$ 」と示した領域に補正量が格納される。以下、 $4T$ 、 $5T$ 、 \dots 、 $14T$ まで $3T$ と同様に格納される。

10

【0161】

図33は、図1のステップ $S300$ で実行される nT パルスの構成概念を示す概念図である。同図(a)に示すように、例えば $5T$ ビットを形成する場合の記録データは、クロック信号5周期分の長さを有する nT の長さを有するパルス信号として出力される。この記録データに対して補正後のパルスは、同図(b)および(c)に示すように、 $m'T$ のトップパルスで始まり、 $n'T$ の長さを有するパルス信号として出力され、シングルパルスの場合は、 $(n-m)T$ パルス内に PWD が定義され、マルチパルスの場合は、 $(n-m)T$ パルス内に T_{mp} が定義される。

20

【0162】

このとき、 PWD および T_{mp} は、トップパルスの条件を固定して求められた値であるため、 mT パルスの条件を基準とした最適 $m'T / (n-m)T$ 比率に準拠した値となる。その結果、トップパルスと後続パルスとで構成される nT パルスは、記録品位の向上に望ましい値となる。ただし、この時点では未だ位相条件は定義されていないため、後述する位相条件の決定に関するフローをさらに実行することで最適化されたストラテジを得る。

30

【0163】

(位相ずれ補正)

図34は、図1(b)に示したステップ $S400$ の位相ずれ補正で使用するテスト用記録パルスの例を示す概念図である。同図(a)は、単一のパルスパターンで構成されたシングルパルスを用いる場合の例であり、同図(b)は、複数のパルスパターンで構成されたマルチパルスを用いる場合の例である。

【0164】

同各図に示すように、シングルパルス $10-1$ とマルチパルス $10-2$ のいずれの場合も、記録パルスの位相条件として、トップパルス 12 の開始位置を調整する T_{topr} と、後端パルス 16 の終了位置を調整する T_{last} を設定する。これらの値を調整することで、記録後のビット長がより最適化される。尚、これらの位相条件は、前述までのフローで決定されたトップパルスの条件と後続パルスの条件とを基準としたテスト記録を行うことで決定される。

40

【0165】

図35は、図1(b)に示したステップ $S400$ の位相条件決定フローの実行手順を示すフローチャートである。同図に示すように、図2に示したドライブは、まず最初に、メディア 50 に対して、 mT パルスと $(n-m)T$ パルスとで構成される nT パルスの位相条件を変更した複数の記録パターンによるテスト記録を行う(ステップ $S410$)。このとき、 mT パルスの条件および $(n-m)T$ パルスの条件は、前述までのフローで得られた値に固定しておく。

50

その後、このテスト記録により形成された記録パターンを再生し（ステップS412）、その結果として2値化回路110から得られた再生2値化信号を記録ずれ検出部112が所定クロックに同期したカウンタで計数して（ステップS414）、該再生2値化信号に含まれたビットおよびランドの長さを計数データとして記録領域115に格納する（ステップS416）。

【0166】

その後、記録ずれ検出部112は、記録領域115に蓄積された計数データを用いて、計数值ごとの出現頻度を示すヒストグラムを作成し（ステップS418）、このヒストグラムからビット長とランド長の判定基準となる計数結果の閾値を決定する（ステップS420）。

10

【0167】

その後、記録ずれ検出部112は、前記閾値を基準に記録領域115に格納された計数データの中から特定のビット/ランドパターンを含む複数種の特定パターンを検索し（ステップS422）、この特定パターンに含まれた同一ビット長と思われる計数結果を平均化するとともに、同一ランド長と思われる計数結果を平均化して、特定パターンを構成する各ビットと各ランドの平均長を求める（ステップS424）。

【0168】

その後、記録ずれ検出部112は、抽出した複数の特定パターンのうちの一つを基準パターンに設定し、この基準パターンと他のパターンとを比較して（ステップS426）、下記のずれ量をそれぞれ独立に検出する（ステップS428）。

20

【0169】

- 1) 記録パルスに対するビットの前側位相ずれ量
- 2) 記録パルスに対するビットの後側位相ずれ量
- 3) 熱干渉による記録パルスからのビットずれ量

その後、演算式導出部113は、記録ずれ検出部112が検出したずれ量に基づいて、最適ストラテジを決定するための演算式を導出し、ストラテジ決定部114は、この演算式導出部113が導出した演算式を用いて各種パラメータの制御結果を予測し（ステップS430）、この予測結果に基づいて、図34に示したTtoprおよびTlastを決定し、これをストラテジ回路102に設定する（ステップS432）。

【0170】

ここで、ステップS410のテスト記録からステップS424の平均化までの手順は、前述の図20～図24までに示した手法と同様に行われるため、ここでは詳細な説明を省略する。

30

【0171】

図36は、各ビット長における前側位相ずれ量を検出するための記録パターンおよび再生パターンの一例を示す概念図である。同図に示すように、各ビット長における前側位相ずれ量を検出する場合には、同図(a)に示す記録パルスを用いてテスト記録を行う。この記録パルスは、固定ビットPxT、固定ランドLyT、可変ビットPzTが連続するパターンを含み、固定ビットPxTのビット長と固定ランドLyTのランド長を固定して、可変ビットPzTのビット長を、同図(b)から(f)に示すように、3T、4T、・・・7Tと変化させたものである。尚、図示しないが可変ビット長の変化は14Tまで行うものとする。

40

【0172】

ここで、この記録パターンの固定ランドLyTの長さを測定すると、この固定ランドLyTの長さは、理想の記録状態では一定になるはずである。しかし、この固定ランドLyTの長さが理想の規定の長さからずれていると、ビットPxTのビット長は固定されているので、この固定ランドLyT長の理想の規定長さのずれ量は記録時のストラテジにおける3T、4T、・・・14TのそれぞれのビットP3T、P4T、・・・P14Tの記録パルスに対する前側位相ずれ量に対応することになる。

【0173】

50

従って、可変ビット $P_z T$ が $3 T$ となる同図 (b) のパターンを基準パターンに設定し、同図 (c) ~ (f) までの残りのパターンを比較パターンに設定し、これら比較パターンの固定ランド $L_y T$ の長さと、基準パターンの固定ランド $L_y T$ の長さとを比較すると、同各図に示すように、基準パターンに対する前側位相ずれ量 $F P S_4 T \sim F P S_7 T$ が得られる。

【 0 1 7 4 】

ここで、各ずれ量 $F P S_3 T \sim F P S_7 T$ は、ある部位を基準とした相対的な値として検出できれば良いため、基準パターンの前側位相ずれ量 $F P S_3 T$ は零と定義しても良く、また、理想の長さからのずれ量として検出しても良い。また、同図 (b) のパターンに替えて、同図 (c) ~ (f) に示したパターンのいずれかを基準パターンに設定しても良い。

10

【 0 1 7 5 】

図 3 7 は、各ビット長における後側位相ずれ量を検出するための記録パターンおよび再生パターンの一例を示す概念図である。同図に示すように、各ビット長における後側位相ずれ量を検出する場合には、同図 (a) に示す記録パルスを用いてテスト記録を行う。この記録パルスは、可変ビット $P_x T$ 、固定ランド $L_y T$ 、固定ビット $P_z T$ が連続するパターンを含み、固定ランド $L_y T$ のランド長と固定ビット $P_z T$ のビット長とを固定して、可変ビット $P_x T$ のビット長を、同図 (b) から (f) に示すように、 $3 T$ 、 $4 T$ 、 \dots 、 $7 T$ と変化させたものである。尚、図示しないが可変ビット長の変化は $14 T$ まで行うものとする。

20

【 0 1 7 6 】

ここで、この記録パターンの固定ランド $L_y T$ の長さを測定すると、この固定ランド $L_y T$ の長さは、理想の記録状態では一定になるはずである。しかし、この固定ランド $L_y T$ の長さが理想の規定の長さからずれていると、ビット $P_z T$ のビット長は固定されているので、この固定ランド $L_y T$ 長の理想の規定長さのずれ量は記録時のストラテジにおける $3 T$ 、 $4 T$ 、 \dots 、 $14 T$ のそれぞれのビット $P_3 T$ 、 $P_4 T$ 、 \dots 、 $P_{14} T$ の記録パルスに対する後側位相ずれ量に対応することになる。

【 0 1 7 7 】

従って、可変ビット $P_x T$ が $3 T$ となる同図 (b) のパターンを基準パターンに設定し、同図 (c) ~ (f) までの残りのパターンを比較パターンに設定し、これら比較パターンの固定ランド $L_y T$ の長さと、基準パターンの固定ランド $L_y T$ の長さとを比較すると、同各図に示すように、基準パターンに対する後側位相ずれ量 $R P S_4 T \sim R P S_7 T$ が得られる。

30

【 0 1 7 8 】

ここで、各ずれ量 $R P S_3 T \sim R P S_7 T$ は、ある部位を基準とした相対的な値として検出できれば良いため、基準パターンの後側位相ずれ量 $R P S_3 T$ は零と定義しても良く、また、理想の長さからのずれ量として検出しても良い。また、同図 (b) のパターンに替えて、同図 (c) ~ (f) に示したパターンのいずれかを基準パターンに設定しても良い。

【 0 1 7 9 】

図 3 8 は、熱干渉によるビットずれ量を検出するための記録パターンの一例を示す図である。同図に示すように、熱干渉によるビットずれ量を検出する場合には、同図 (a) に示す記録パルスを用いてテスト記録を行う。この記録パルスは、ランド $L_x T$ 、ビット $P_y T$ 、ランド $L_z T$ が連続するパターンを含み、固定ビット $P_y T$ のビット長および固定ランド $L_z T$ のランド長を固定して、可変ランド $L_x T$ のランド長を、同図 (b) から同図 (f) に示すように、 $3 T$ 、 $4 T$ 、 \dots 、 $7 T$ と変化させたものである。尚、図示しないが可変ランド長の変化は $14 T$ まで行うものとする。

40

【 0 1 8 0 】

ここで、この記録パターンの固定ビット $P_y T$ の長さを測定すると、この固定長のビット $P_y T$ の長さは、理想の記録状態では一定になるはずである。しかし、この固定ビット

50

P y Tの長さが理想の規定の長さからずれていると、ランドL z Tのランド長は固定されているので、この固定ビットL y Tの理想の規定長さのずれ量は、可変ランドL x Tの直前に形成されたビットの熱干渉によるずれ量に対応することになる。

【0181】

従って、可変ランドL x Tが3 Tとなる同図(b)のパターンを基準パターンに設定し、同図(c)～(f)までの残りのパターンを比較パターンに設定し、これら比較パターンの固定ビットP y Tの長さと、基準パターンの固定ビットP y Tの長さとを比較すると、同各図に示すように、基準パターンに対する前側位相ずれ量H I D 3 T～H I D 7 Tが得られる。

【0182】

ここで、各ずれ量H I D 3 T～H I D 7 Tは、ある部位を基準とした相対的な値として検出できれば良いため、基準パターンの前側位相ずれ量H I D 3 Tは零と定義しても良く、また、理想の長さからのずれ量として検出しても良い。また、同図(b)のパターンに替えて、同図(c)～(f)に示したパターンのいずれかを基準パターンに設定しても良い。

【0183】

図39は、ビット前位相ずれ検出と後位相ずれ検出で使用される特定パターン検索用のテーブル構成を示す概念図である。ビット前位相ずれの検出を行う場合には、特定パターンごとに設定されたビットP x T、ランドL y T、ビットP z Tに関する同図(a)に示した閾値範囲を基準に、図2の記憶領域115内に格納されたデータを検索し(図35の

【0184】

その後、ビットP x T、ランドL y T、ビットP z Tのそれぞれに該当する計数結果を分別し、ビットP x T、ランドL y T、ビットP z Tごとに平均値を求める(図35のステップS424に相当)。この計数結果の平均値を用いて、前述のパターン比較を行えば、各ビット長における前側位相ずれ量が得られる。同図(b)は、ビット後位相ずれの検出を行う場合の閾値例であるが、考え方と動作は、ビット前位相ずれの検出を行う場合と同様である。

【0185】

図40は、ビット干渉ずれ検出で使用される特定パターン検索用のテーブル構成を示す概念図である。同図に示すように、ビット干渉ずれの検出は、図39を用いて説明したビット前位相ずれおよび後位相ずれと同様の手法で行われる。

【0186】

図41は、計数結果の相対比較によりずれ量を検出する場合の具体例を示す概念図である。同図は、ビット前位相ずれを検出する場合の例であるが、他のずれ量を検出する場合も同様の手法で行われる。ずれ量を検出する場合は、まず記憶領域内に格納されたデータ群の中から、同図(a)および(b)に示した基準パターンと比較パターンを検索抽出し、同図(c)および(d)に示すように、本来固定長であるはずの部位に対する計数値を比較する。同図に示す例では、ランドL y Tが比較部位になるため、基準パターンの計数結果である同図(c)に示す「12」と、比較パターンの計数結果である同図(d)に示す「11」との差分を求め、得られた差分「1」がずれ量F P S 4 Tの値となる。

【0187】

図42は、図35に示した制御量の予測によるT t o p r、T l a s t決定の実行例を示すフローチャートである。同図に示すように、制御量の予測は、記録条件の異なるS1とS2の2種以上の条件でテスト記録を行い(ステップS450)、その結果得られた記録ビットを再生し(ステップS452)、その結果得られた再生パターンの比較によって、条件S1に対応するずれ量D1と、条件S2に対応するずれ量D2とを求め(ステップS454)、これらS1およびS2とD1およびD2との関係を直線近似し(ステップS456)、該直線を用いて最適なT t o p rとT l a s tを決定する(ステップS458)一連の手順を実行することによって行われる。

10

20

30

40

50

【0188】

図43は、記録条件 S_1 、 S_2 の変化とずれ量 D_1 、 D_2 との関係を示す概念図である。同図(a)に示す記録パルスを「 $PzT = 3T$ 」の基準パルスとすると、比較対象となる「 $PzT = 4T$ 」の記録パルスは、 PzT の先端を S_1 変化させた同図(b)の記録パルス S_1 と、 PzT の先端を S_2 変化させた同図(c)の記録パルス S_2 の2条件でテスト記録を行う。

【0189】

その結果、同図(a)の記録パルスに対応して同図(a1)に示す基準パターンが得られ、同図(b)の記録パルスに対応して同図(b1)に示す比較パターン S_1 が得られ、同図(c)の記録パルスに対応して同図(c1)に示す比較パターン S_2 が得られる。ここで、比較パターン S_1 は、制御量 S_1 に対応して D_1 のずれ量が生じ、比較パターン S_2 は、制御量 S_2 に対応して D_2 のずれが生じる。

10

【0190】

制御量 S_1 および S_2 に対するずれ量 D_1 および D_2 がわかれば、どのパラメータに関してどれだけの制御量を持たせれば、どれだけのずれが生じるかが予測可能となるため、これらの関係を利用して、制御量の予測と補正值の決定を行う。

【0191】

図44は、直線近似を利用した前側位相ずれ補正の一例を示す概念図である。前側位相ずれに対する補正量 $Ttop$ を決める場合には、まず、同図(a)に示すように、基準となるパルス位置を基準位相としたとき、同図(b)に示すように、 $Ttop$ だけパルスの位置をずらした波形でテスト記録を行い(記録条件 S_1 、 S_2 に相当)、その結果、同図(c)に示すように、得られた再生信号の位相ずれ $ttop$ を検出する(ずれ量 D_1 、 D_2 に相当)。

20

【0192】

同図に示す例では、この $Ttop$ の変化を $S_1 = +0.1$ と $S_2 = +0.3$ の2種類行い、その結果得られた検出位相 $ttop$ をずれ量 $D_1 = -0.1$ および $D_2 = +0.1$ として得る。そして、これら得られた S_1 、 S_2 、 D_1 、 D_2 を用いて、同図(e)に示す如く、制御量 $Ttop$ に対する制御結果 $ttop$ の関係を直線で近似し、この直線を利用して位相ずれがキャンセルできる補正位相 $Ttop = +0.2$ を最適補正值として決定する。

30

【0193】

このように、ストラテジの変化 S_1 、 S_2 とずれ量の変化 D_1 、 D_2 との関係は、変化点を少なくとも2点求めれば、直線または曲線による近似が可能になるため、この直線を用いてずれ量が零になる最適補正量を求めることができる。

【0194】

具体的には、ストラテジ S を数点変化させたときのずれ量 D を求め、このときのストラテジ S とずれ量 D との関係を一般式「 $D = a \times S + b$ 」に代入し、連立方程式を解くことにより定数 a 、 b を求め、最終的に理想のずれ量 D に対応するストラテジ S を求め、このストラテジ S を図1に示したストラテジ回路102に設定することにより記録パルスの最適補正を行う。

40

【0195】

例えば、図1に示した記録ずれ検出部112で、あるストラテジ S_1 を用いたテスト記録の再生パターンから検出したずれ量が D_1 、他のストラテジ S_2 を用いたテスト記録の再生パターンから検出したずれ量が D_2 であるとする、

$$D_1 = a \times S_1 + b$$

$$D_2 = a \times S_2 + b$$

から a および b を算出し、該算出した a および b を用いた関数

$$S = (D - b) / a$$

を求め、この関数に、記録品位を改善させるための、例えば、イコライザ等において生じる初期的な出力ずれ等を補正するための出力ずれ量 D を代入することで最適ストラテジ

50

Sを決定する。

【0196】

なお、この最適ストラテジSを求める関数は、 $3T$ 、 $4T$ 、 \dots 、 $14T$ のそれぞれのビット P_{3T} 、 P_{4T} 、 \dots 、 P_{14T} に対応して求めることができる。また、この最適ストラテジSを求める関数は、記録速度に対応してそれぞれ求めることもできる。

【0197】

図45は、直線近似を利用した後側位相ずれ補正の一例を示す概念図である。後側位相ずれに対する補正量 T_{last} を決める場合には、まず、同図(a)に示すように、基準となるパルス位置を基準位相としたとき、同図(b)に示すように、 T_{last} だけパルスの位置をずらした波形でテスト記録を行い、その結果、同図(c)に示すように、得られた再生信号の位相ずれ l_{last} を検出する。

10

【0198】

同図に示す例では、この T_{last} の変化を $S_1 = -0.1$ と $S_2 = -0.3$ の2種類行い、その結果得られた検出位相 l_{last} をずれ量 $D_1 = +0.1$ および $D_2 = -0.1$ として得る。そして、これら得られた S_1 、 S_2 、 D_1 、 D_2 を用いて、同図(e)に示す如く、制御量 T_{last} に対する制御結果 l_{last} の関係を直線で近似し、この直線を利用して位相ずれがキャンセルできる補正位相 $T_{last} = -0.2$ を最適補正值として決定する。

【0199】

図46は、補正量 T_{top} と T_{last} を格納するためのテーブル構造を示す概念図である。同図(a)に示すように、補正量 T_{top} は、補正対象となるビット長ごとに、該各ビットの前方ランド長との組み合わせで定義される。例えば、補正対象ビットが $3T$ であり、該ビットの前方ランドが $3T$ である場合は、図中「3-3」と示した領域に補正量が格納され、補正対象ビットが $4T$ であり、該ビットの前方ランドが $3T$ である場合は、図中「3-4」と示した領域に補正量が格納される。以下、 $5T$ 、 \dots 、 $14T$ まで $3T$ および $4T$ と同様に格納される。

20

【0200】

また、同図(b)に示すように、補正量 T_{last} は、補正対象となるビット長ごとに、該各ビットの後方ランド長との組み合わせで定義される。例えば、補正対象ビットが $3T$ であり、該ビットの後方ランドが $3T$ である場合は、図中「3-3」と示した領域に補正量が格納され、補正対象ビットが $4T$ であり、該ビットの後方ランドが $3T$ である場合は、図中「3-4」と示した領域に補正量が格納される。以下、 $5T$ 、 \dots 、 $14T$ まで $3T$ および $4T$ と同様に格納される。

30

【0201】

図47は、補正後のシングルパルスの例を示す概念図である。同各図に示すように、同図(a)に示す記録データを光ディスク上に記録する場合には、各ビット長ごとに最適な補正值が適用されたストラテジが設定される。例えば、 $3T$ ビットを記録する場合には、同図(b)に示すように、図46に示したテーブルより前方のランド長に応じて $3T$ ビットの前端補正值 T_{top} を読み出すとともに、後方ランド長に応じて $3T$ ビットの後端補正值 T_{last} を読み出して、記録パルスの前端および後端を当該 T_{top} および T_{last} で補正する。

40

【0202】

また、 $4T$ ビット以上を補正する場合は、同図(c)~(f)に示すように、 T_{top} および T_{last} に加えて、該当ビット長のPWD補正值を図32のテーブルから読み出し、当該PWDの値に応じたパルス形状の補正を行う。

【0203】

図48は、補正後のマルチパルスの例を示す概念図である。同各図に示すように、マルチパルスの場合には、前述の図47に示したシングルパルスのPWD補正值に替えて、 T_{mp} 補正值を図32のテーブルから読み出し、当該 T_{mp} の値に応じたパルス形状の補正を行う。その他はシングルパルスの場合と同様である。

50

【0204】

尚、以上説明した実施形態では、最適ストラテジ S を求める関数に、ずれ量 D を代入することで最適ストラテジ S を決定したが、これに替えて、上記関数から求めた補正テーブルを用意し、この補正テーブルに基づき最適ストラテジ S を決定するように構成してもよい。

【0205】

また、上記最適ストラテジの設定処理は、光ディスクの種別を変更する毎に、あるいは、記録速度を変更する毎に行っても良く、さらに、上記最適ストラテジの設定処理で決定された最適ストラテジの条件を光ディスクの種別および記録速度に対応させてメモリに記憶しておき、再度同一の種別の光ディスクで記録を行う場合、あるいは、同一の記録速度で記録を行う場合は、このメモリに記憶した最適ストラテジを読み出して使用する構成としてもよい。

10

【0206】

図49は、少ないテスト回数で最適パワー条件を得るための他の手法を示す概念図である。同図に示すように、図中「1st」で示す範囲でパワーを変化させて行われる第1回目のテスト記録で、最適条件となる $\Delta = 0$ が得られなかった場合には、この第1回目のテスト記録により得られた図中実線で示した Δ 値の変化傾向を利用して、図中点線で示す Δ 値の変化を予測し、この予測傾向を利用して $\Delta = 0$ の最適条件を含むと考えられる図中「2nd」で示す範囲でパワーを変化させて第2回目のテスト記録を行うことで最適パワー条件 P_0 を得る。

20

【0207】

このように、第1回目のテスト記録で最適条件が得られなかった場合には、第1回目のテスト記録結果を利用して Δ 値の変化傾向を予測し、この予測した変化傾向を利用して第2回目のテスト記録範囲を設定することで、最適 Δ 値が得られるまで順次テスト範囲を変化させながらテスト記録を行う場合に比べて少ないテスト回数で最適 Δ 値を得ることができる。

【0208】

図50は、少ないテスト回数で最適パワー条件を得るための実行手順例を示すフローチャートである。同図に示すように、少ないテスト回数で最適パワー条件を得たい場合には、まず、第1回目に行う第1のテスト記録の条件変化範囲を設定し(ステップS500)

30

、この設定した条件範囲で第1のテスト記録を行う(ステップS502)。

【0209】

その後、上記第1のテスト記録の結果を再生して、各テストパワーごとの Δ 値を測定し(ステップS504)、得られた Δ 値のパワー変化に対する変化傾向を求める(ステップS506)。この時点で最適 Δ 値が得られた場合には(ステップS507でYes)、その Δ 値が得られたパワー条件を最適条件として決定する(ステップS518)。

【0210】

一方、ステップS507で最適 Δ 値が得られなかった場合には、ステップS506で求めた Δ 値の変化傾向を最適 Δ 値を含む Δ 値まで拡張することで Δ 値の変化傾向を予測し(ステップS508)、この予測した Δ 値の変化傾向が最適 Δ 値を含むパワー範囲を第2の

40

テスト記録範囲として設定する(ステップS510)。

【0211】

その後、上記設定した範囲で第2のテスト記録を行い(ステップS512)、その結果を再生して当該範囲内の Δ 値を測定する(ステップS514)。その後、得られた Δ 値を用いて第2のテスト記録で変化させたパワー値に対する Δ 値の変化傾向を求め(ステップS516)、この変化傾向を利用して最適 Δ 値が得られる記録パワー条件を最適記録条件として決定する(ステップS518)。

【0212】

図51は、メディアの種類に対応させてドライブ内に記憶された記録条件を利用して、図50に示した手順を実行した場合の例を示す概念図である。同図に示すように、メディ

50

アの種類が図中の「ID」で区別され、該各メディアの種類ごとに推奨される記録パワー条件が図中の「Po」で示すフィールドに予め記憶されている場合には、この記憶された条件を用いて第1回目のテスト記録を行うことができる。

【0213】

この場合には、まず、ドライブに装填されたメディアの種類を判別し、該当するIDが記憶されている場合には、そのIDに関連づけられた記録条件を利用し、図中「1st」で示すフィールドに格納されたパワー範囲 r で第1回目のテスト記録を行う。例えば、 $ID = 1$ のメディアに記録を行う場合には、 $P1 \pm r$ の範囲で第1回目のテスト記録を行う。

【0214】

ここで、該当するIDが記録されていない未知メディアがドライブに装填された場合には、未知メディア用の記録条件を使用するか、最も記録感度が近いIDの記録条件を使用して、同様に第1回目のテスト記録を行う。

【0215】

次に、この第1回目のテスト記録によって得られた各記録点の値を測定し、記録パワーの変化に対する値の変化傾向を1次関数 $y = ax + b$ で近似する。この1次関数を利用して $y = 0$ となる最適パワー Po' を予測し、このパワー Po' を中心とした $\pm r$ の範囲、即ち、図中「2nd」で示す範囲を第2のテスト記録範囲に設定する。

【0216】

そして、上記設定した範囲で第2回目のテスト記録を行って得られた各記録点の値を測定し、記録パワーの変化に対する値の変化傾向を1次関数 $y = Ax + B$ で近似する。この1次関数を利用して $y = 0$ となる最適パワー Po'' を予測し、このパワー Po'' を最適記録条件として設定する。

【0217】

図52は、図51に示した概念と値の変化傾向との関係を示した特性図である。同図に示すように、第1回目のテスト記録は、図中「1st」で示すパワー Po を中心とした $\pm r$ の範囲でテスト記録が行われ、その結果得られた値の変化傾向は実線で示す $y = ax + b$ の直線となる。

【0218】

そして、この $y = ax + b$ の直線を $y = 0$ を含む記録ポイントまで拡張予測した直線が図中点線で示す直線である。第2回目のテスト記録は、この直線 $y = ax + b$ によって予測された最適パワー条件 Po' を中心とした図中「2nd」で示す $\pm r$ の範囲で行われる。

【0219】

そして、この第2回目のテスト記録によって得られた値の変化傾向は、図中実線で示す $y = Ax + B$ の直線となり、この直線が $y = 0$ 付近の実際の記録環境に近い値の変化傾向になるため、この直線 $y = Ax + B$ を利用して $y = 0$ となる最適パワー Po'' を求める。この最適パワー Po'' が最適パワー条件として本記録で用いられる。

【産業上の利用可能性】

【0220】

本発明によれば、ドライブにとって未知のメディアであっても、より最適に近い記録条件を得ることが可能になるため、より厳しい記録環境への対応が期待される。

【図面の簡単な説明】

【0221】

【図1】本発明に係る記録パルスの構成と記録条件決定の全体フローを示す概念図である。

【図2】本発明に係るドライブの内部構成を示すブロック図である。

【図3】図1に示したmT決定フローの詳細な実行手順を示すフローチャートである。

【図4】図3に示す基準閾値の決定ステップの詳細を示すフローチャートである。

【図5】図4に示したフローの一実施例を示す概念図である。

10

20

30

40

50

【図 6】図 4 に示したフローの一実施例を示す概念図である。

【図 7】ドライブごとに閾値を求める場合の例を示す概念図である。

【図 8】図 3 のステップ S 1 2 0 で実行した記録品位検査の結果、谷型パターンが得られた例を示す概念図である。

【図 9】図 3 のステップ S 1 2 0 で実行した記録品位検査の結果、右下がりのパターンが得られた例を示す概念図である。

【図 10】図 2 のステップ S 1 2 0 で実行した記録品位検査の結果、右上がりのパターンが得られた例を示す概念図である。

【図 11】図 3 のステップ S 1 2 0 で谷型パターンが得られた場合に、ステップ S 1 2 2 で実行されるテスト領域決定の一例を示す概念図である。

【図 12】図 2 のステップ S 1 2 0 で右下がりパターンが得られた場合に、ステップ S 1 2 2 で実行されるテスト領域決定の一例を示す概念図である。

【図 13】図 3 のステップ S 1 2 0 で右上がりパターンが得られた場合に、ステップ S 1 2 2 で実行されるテスト領域決定の一例を示す概念図である。

【図 14】図 3 のステップ S 1 2 0 を 8 つのパターンを用いて実行する場合の例を示す図である。

【図 15】図 3 のステップ S 1 2 2 で使用されるパワーレンジを曲線近似によって求める方法を説明した概念図である。

【図 16】図 3 のステップ S 1 2 2 で使用されるパワーレンジを曲線近似によって求める別の例を説明した概念図である。

【図 17】図 3 のステップ S 1 2 2 で使用されるパワーレンジをサンプリングによって求める例を説明した概念図である。

【図 18】図 1 (b) に示したステップ S 2 0 0 の比率決定で使用するテスト用記録パルスの例を示す概念図である。

【図 19】図 1 (b) に示したステップ S 2 0 0 の比率決定フローの実行手順を示すフローチャートである。

【図 20】図 19 に示したテスト記録から再生データの計数までの動作概念を示す概念図である。

【図 21】図 19 に示した計数結果の格納イメージを示す概念図である。

【図 22】図 19 に示したヒストグラム作成のイメージを示す概念図である。

【図 23】図 19 に示した閾値決定のイメージを示す概念図である。

【図 24】図 23 に示した手法によって得られた閾値の例を示す概念図である。

【図 25】ピットバランスによるずれ量を検出するための記録パターンの一例を示す図である。

【図 26】ピットバランスずれ検出で使用される特定パターン検索用のテーブル構成を示す概念図である。

【図 27】計数結果の絶対比較により長さずれ量を検出する場合の具体例を示す概念図である。

【図 28】図 19 に示した制御量予測の実行例を示すフローチャートである。

【図 29】P W D を変化させる場合の記録条件 S 1、S 2 の変化とずれ量 D 1、D 2 との関係を示す概念図である。

【図 30】シングルパルスの形状に関する直線近似を利用した長さずれ補正の一例を示す概念図である。

【図 31】マルチパルスの形状に関する直線近似を利用した長さずれ補正の一例を示す概念図である。

【図 32】補正量 P W D と T m p を格納するためのテーブル構成を示す概念図である。

【図 33】図 1 のステップ S 3 0 0 で実行される n T パルスの構成概念を示す概念図である。

【図 34】図 1 (b) に示したステップ S 4 0 0 の位相ずれ補正で使用するテスト用記録パルスの例を示す概念図である。

10

20

30

40

50

【図 3 5】図 1 (b) に示したステップ S 4 0 0 の位相条件決定フローの実行手順を示すフローチャートである。

【図 3 6】各ピット長における前側位相ずれ量を検出するための記録パターンおよび再生パターンの一例を示す概念図である。

【図 3 7】各ピット長における後側位相ずれ量を検出するための記録パターンおよび再生パターンの一例を示す概念図である。

【図 3 8】熱干渉によるピットずれ量を検出するための記録パターンの一例を示す図である。

【図 3 9】ピット前位相ずれ検出と後位相ずれ検出で使用される特定パターン検索用のテーブル構成を示す概念図である。

【図 4 0】ピット干渉ずれ検出で使用される特定パターン検索用のテーブル構成を示す概念図である。

【図 4 1】計数結果の相対比較によりずれ量を検出する場合の具体例を示す概念図である。

【図 4 2】図 3 5 に示した制御量の予測による T t o p r、T l a s t 決定の実行例を示すフローチャートである。

【図 4 3】記録条件 S 1、S 2 の変化とずれ量 D 1、D 2 との関係を示す概念図である。

【図 4 4】直線近似を利用した前側位相ずれ補正の一例を示す概念図である。

【図 4 5】直線近似を利用した後側位相ずれ補正の一例を示す概念図である。

【図 4 6】補正量 T t o p と T l a s t を格納するためのテーブル構造を示す概念図である。

【図 4 7】補正後のシングルパルスの例を示す概念図である。

【図 4 8】補正後のマルチパルスの例を示す概念図である。

【図 4 9】少ないテスト回数で最適パワー条件を得るための他の手法を示す概念図である。

【図 5 0】少ないテスト回数で最適パワー条件を得るための実行手順例を示すフローチャートである。

【図 5 1】メディアの種類に対応させてドライブ内に記憶された記録条件を利用して、図 5 0 に示した手順を実行した場合の例を示す概念図である。

【図 5 2】図 5 1 に示した概念と 値の変化傾向との関係を示した特性図である。

【符号の説明】

【 0 2 2 2 】

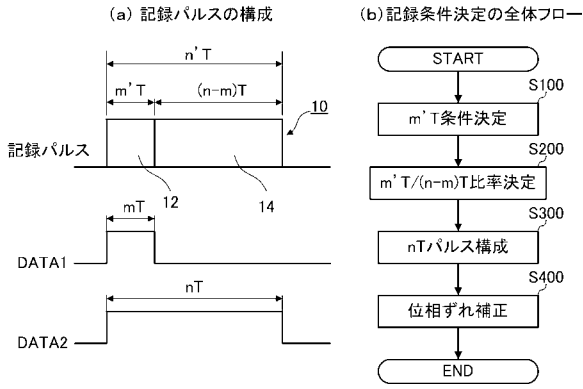
1 0 ... 記録パルス、1 2 ... トップパルス、1 4 ... 後続パルス、1 6 ... 後端パルス、5 0 ... メディア、5 2 ... テスト領域、5 4 ... 記録領域、1 0 0 ... ドライブ、1 0 1 ... エンコーダ、1 0 2 ... ストラテジ回路、1 0 3 ... レーザ発振器、1 0 4 ... レンズ、1 0 5 ... ハーフミラー、1 0 6 ... レンズ、1 0 7 ... レンズ、1 0 8 ... 受光部、1 0 9 ... 同期信号検出回路、1 1 0 ... 2 値化回路、1 1 1 ... デコーダ、1 1 2 ... 記録ずれ検出部、1 1 3 ... 演算式導出部、1 1 4 ... ストラテジ決定部、1 1 5 ... 記憶領域、2 0 0 ... テスト領域、2 0 2 ... 再生特性、2 0 4 ... 記録条件、2 0 6 ... 近似曲線、2 0 8 ... 基準条件

10

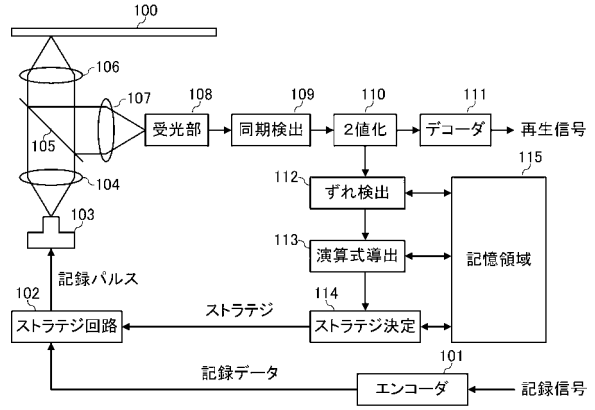
20

30

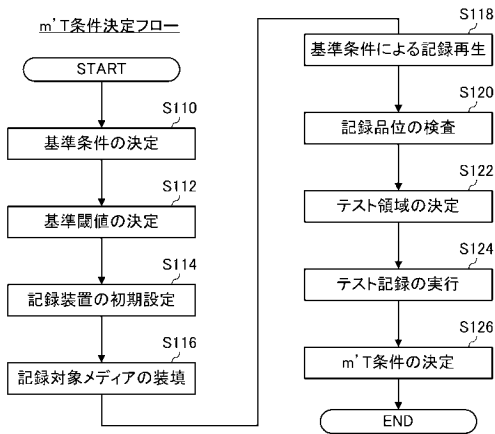
【 図 1 】



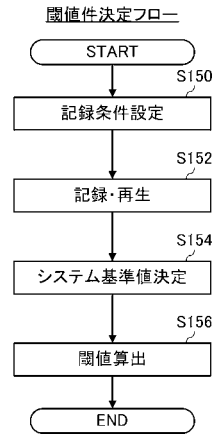
【 図 2 】



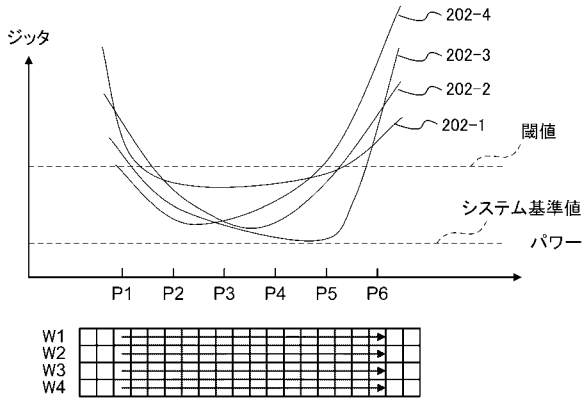
【 図 3 】



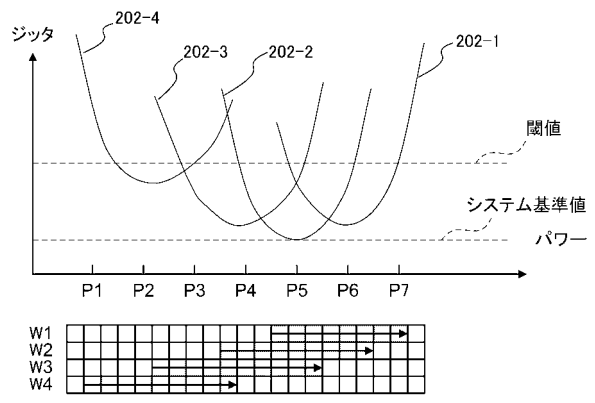
【 図 4 】



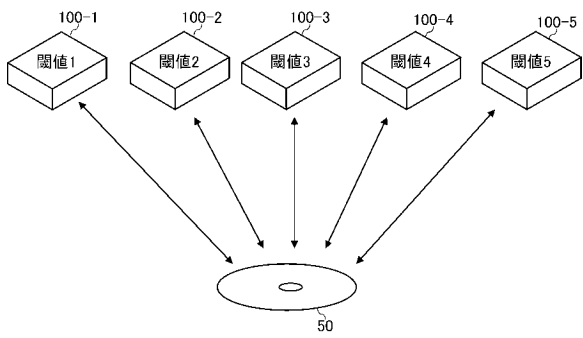
【 図 5 】



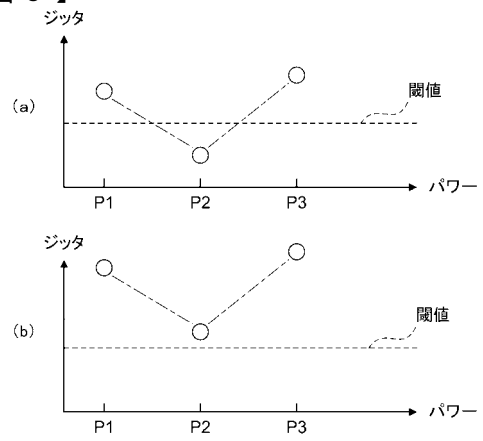
【 図 6 】



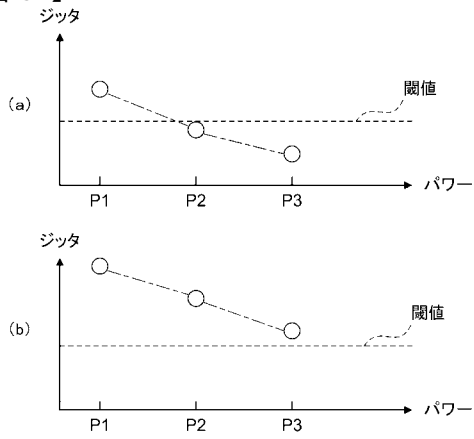
【 図 7 】



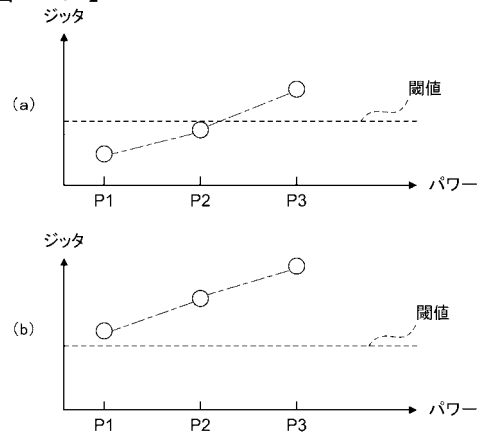
【 図 8 】



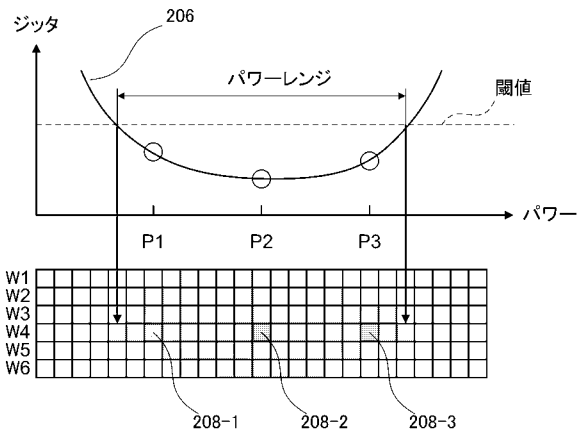
【 図 9 】



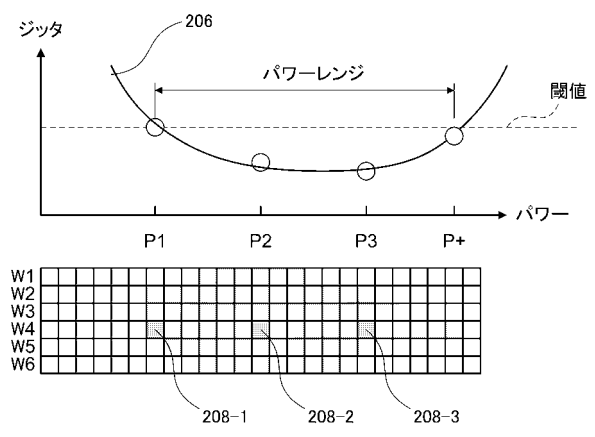
【 図 10 】



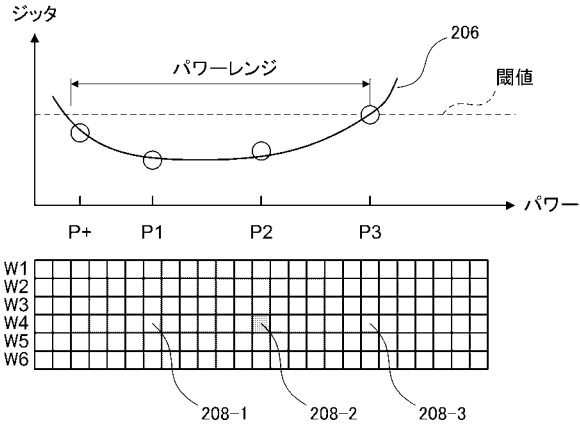
【 図 11 】



【 図 12 】



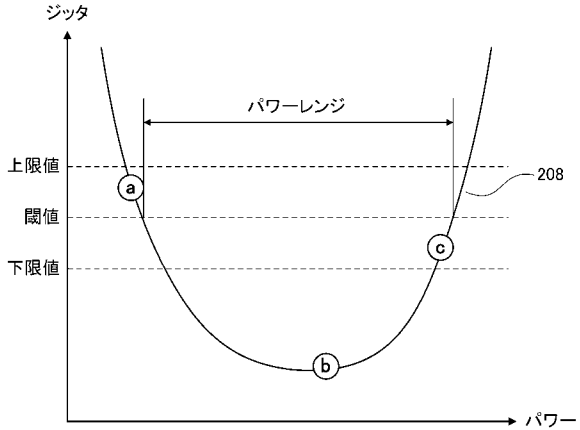
【図13】



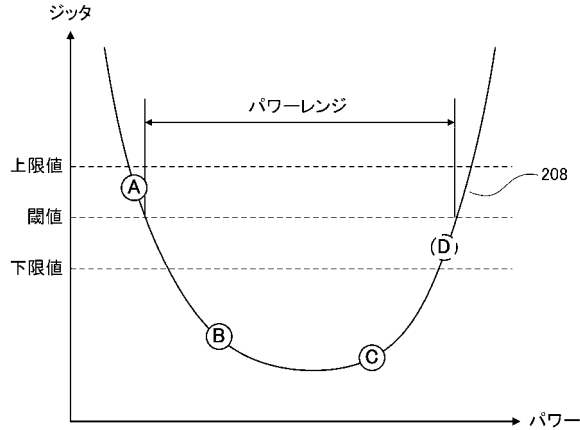
【図14】

パターン	形状	閾値との関係	記録特性の予測	パルス幅
1	任意	最大ジッタ ≤ 閾値	同感度	±0.2T
2	谷型	最小ジッタ ≤ 閾値	同感度	±0.1T
3	谷型	最小ジッタ > 閾値	同感度 + 素性差大	±0.2T
4	右下がり	最小ジッタ ≤ 閾値	小低感度	+0.1T, +0.2T
5	右下がり	最小ジッタ > 閾値	大低感度	+0.2T, +0.4T
6	右上がり	最小ジッタ ≤ 閾値	小高感度	-0.1T, -0.2T
7	右上がり	最小ジッタ > 閾値	大高感度	-0.2T, -0.4T
8	山型	最大ジッタ > 閾値	NG	±0.2T

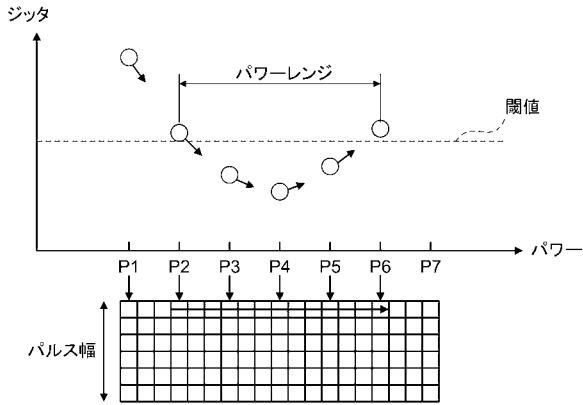
【図15】



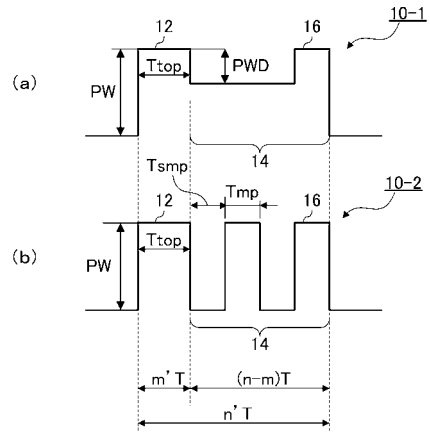
【図16】



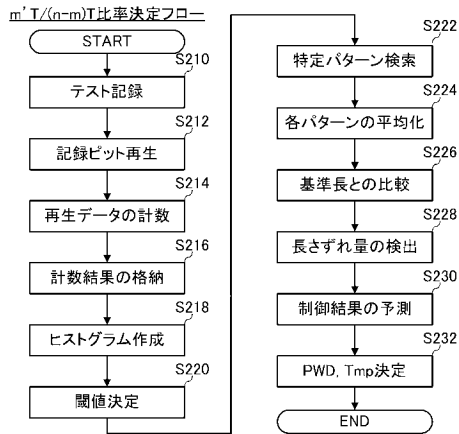
【 図 1 7 】



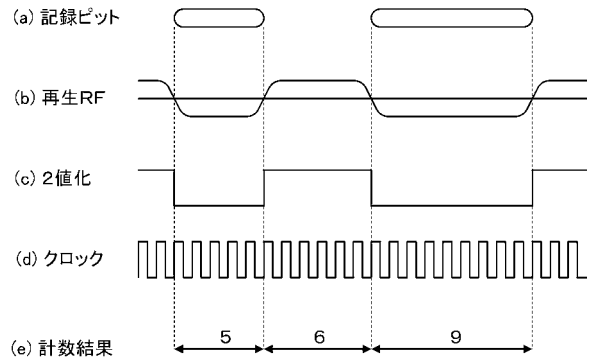
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



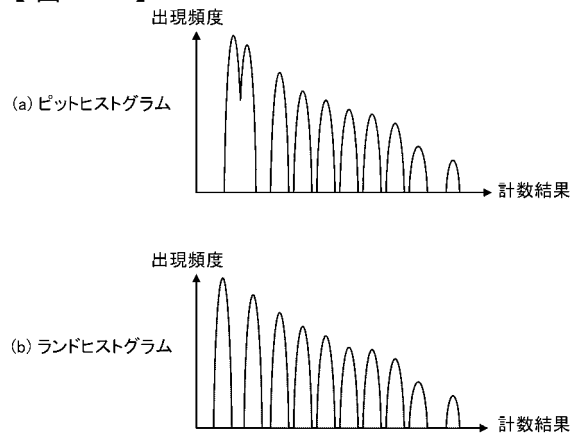
【 図 2 0 】



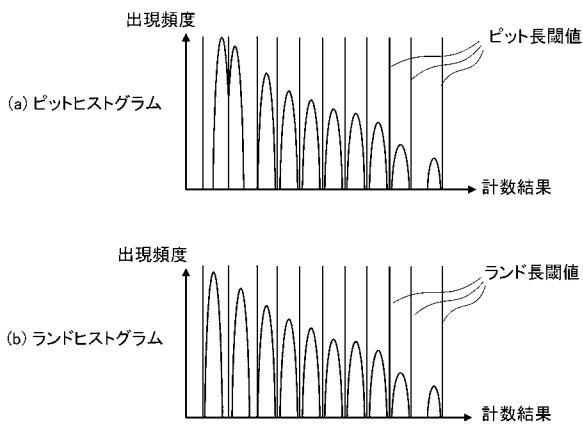
【 図 2 1 】

No	極性	計数結果
1	Pit	5
2	Land	6
3	Pit	9
4	Land	8
5	Pit	13
.	.	.
.	.	.
.	.	.

【 図 2 2 】



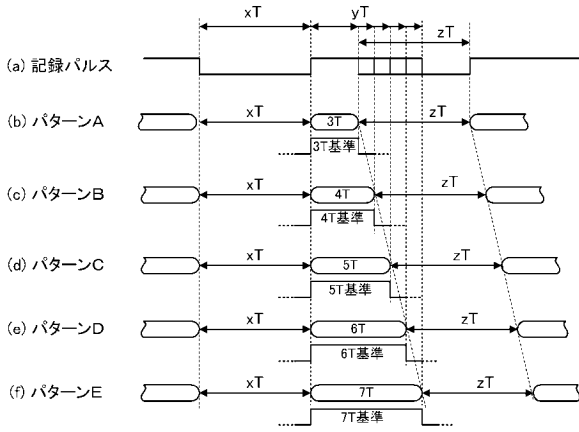
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】

(a) ピット長閾値		(b) ランド長閾値	
DATA	計数值	DATA	計数值
2T-3T	2	2T-3T	2
3T-4T	9	3T-4T	10
4T-5T	18	4T-5T	18
5T-6T	26	5T-6T	26
6T-7T	35	6T-7T	35
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
14T-15T	100	14T-15T	100

【 図 2 5 】

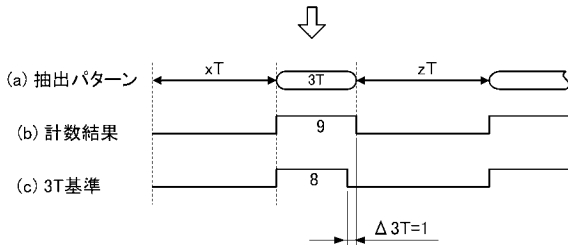


【 図 2 6 】

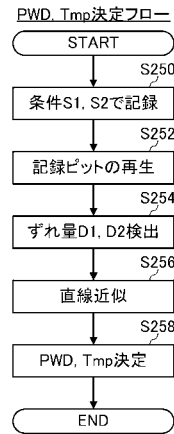
検索パターン	LxT閾値		PyT閾値		LzT閾値	
	min	max	min	max	min	max
L6以上-P3-L6以上	26	100	2	9	26	100
L6以上-P4-L6以上	26	100	9	18	26	100
L6以上-P5-L6以上	26	100	18	26	26	100
L6以上-P6-L6以上	26	100	26	35	26	100
...

【 図 2 7 】

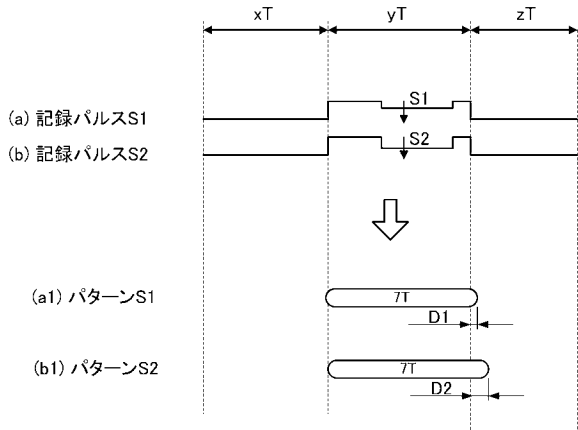
No	極性	計数結果
1	Pit	5
2	Land	6
3	Pit	9
...



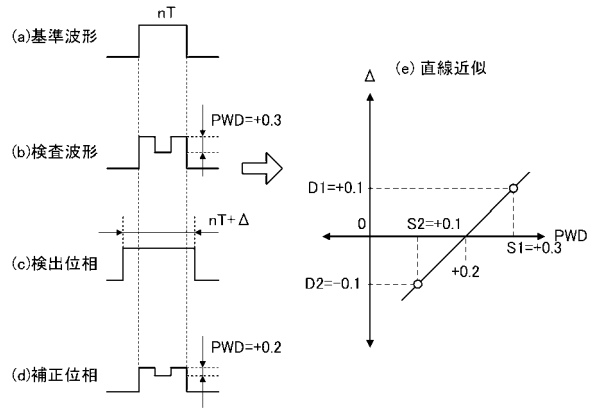
【 図 2 8 】



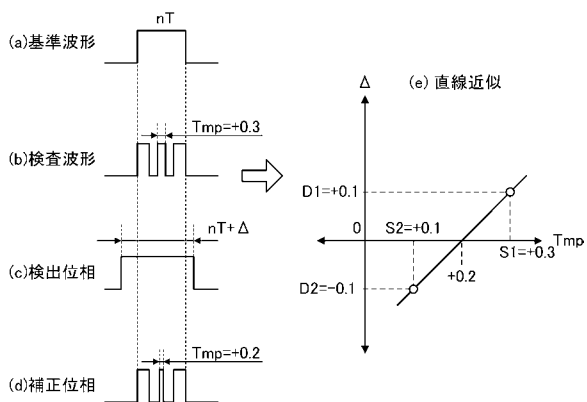
【 図 2 9 】



【 図 3 0 】



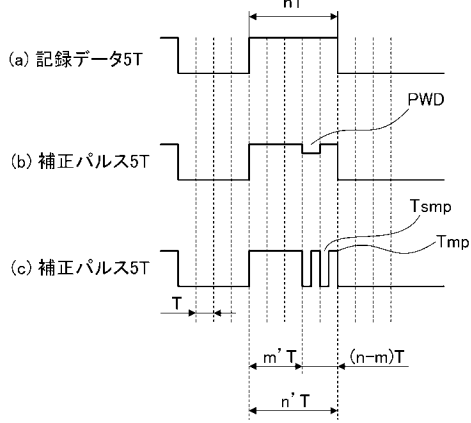
【 図 3 1 】



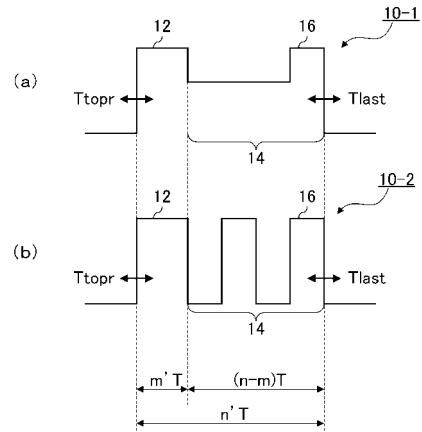
【 図 3 2 】

制御因子	補正対象ビット									
	3T	4T	5T	6T	7T	8T	9T	10T	11T	14T
PWD	PW3	PW4	PW5	PW6	PW7	PW8	PW9	PW10	PW11	PW14
Tmp	Tm3	Tm4	Tm5	Tm6	Tm7	Tm8	Tm9	Tm10	Tm11	Tm14

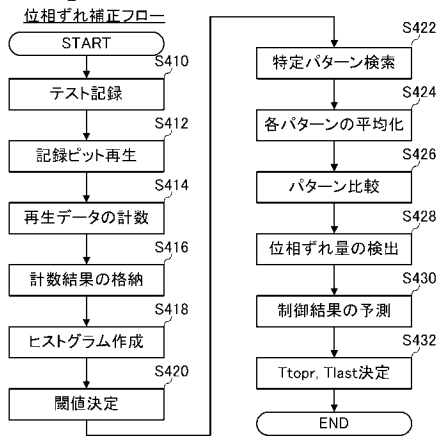
【図 3 3】



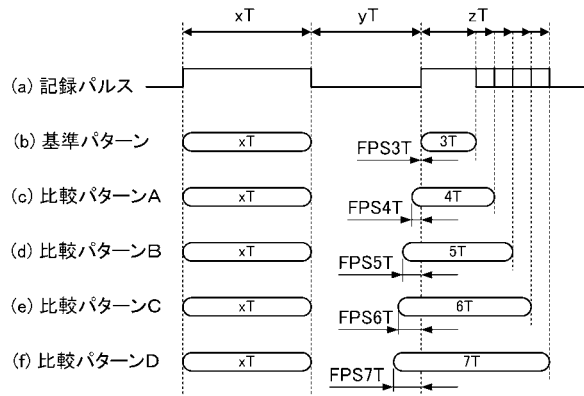
【図 3 4】



【図 3 5】

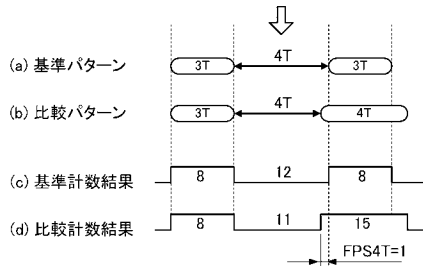


【図 3 6】

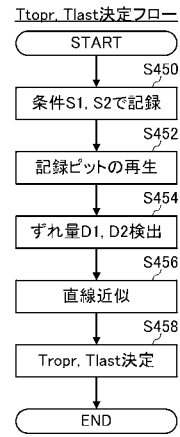


【 図 4 1 】

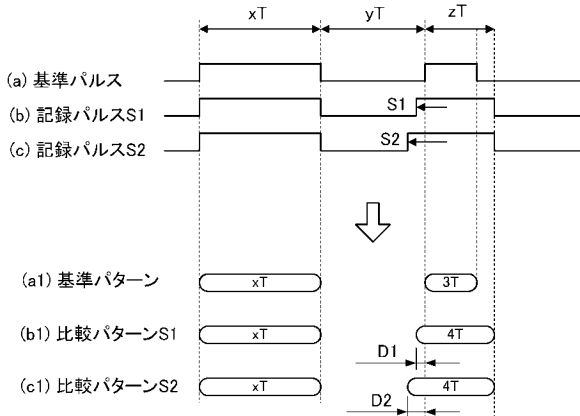
No	極性	計数結果
1	Pit	5
2	Land	6
3	Pit	9
...



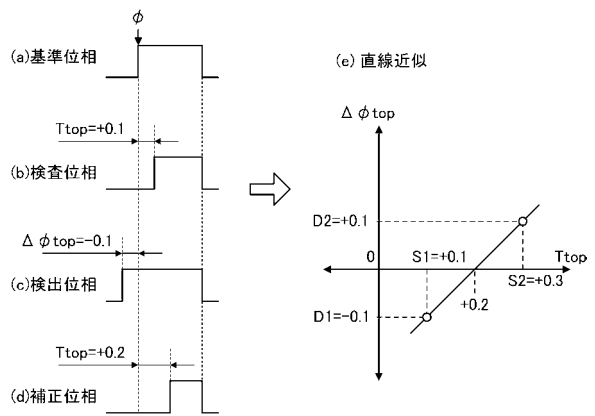
【 図 4 2 】



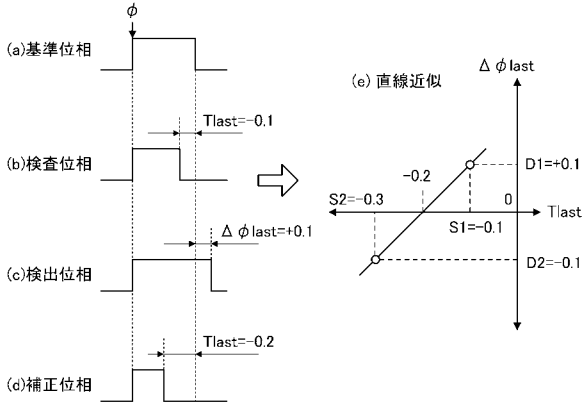
【 図 4 3 】



【 図 4 4 】



【 図 4 5 】



【 図 4 6 】

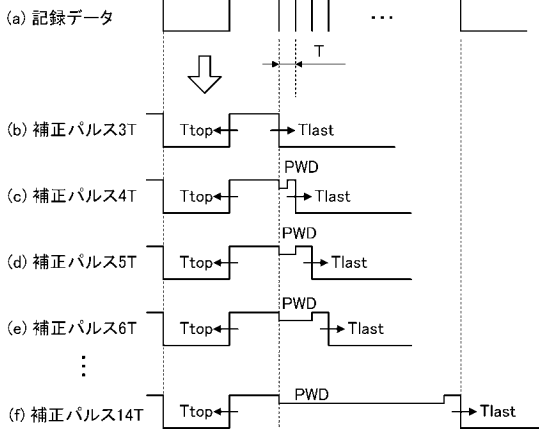
(a) T_{top} 補正量

前方ラウンド	補正対象ビット													
	3T	4T	5T	6T	7T	8T	9T	10T	11T	14T				
3T	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	3-11	3-14				
4T	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9	4-10	4-11	4-12				
...				

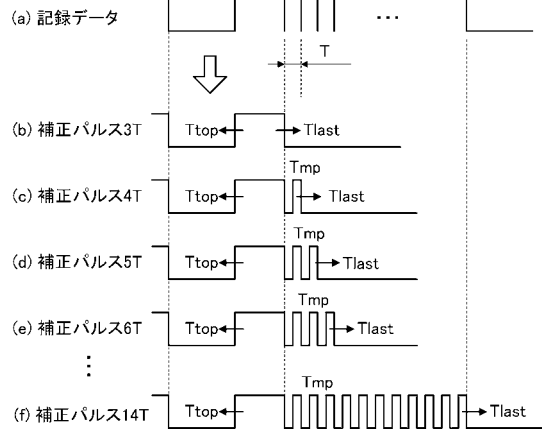
(b) T_{last} 補正量

後方ラウンド	補正対象ビット													
	3T	4T	5T	6T	7T	8T	9T	10T	11T	14T				
3T	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	3-11	3-14				
4T	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9	4-10	4-11	4-12				
...				

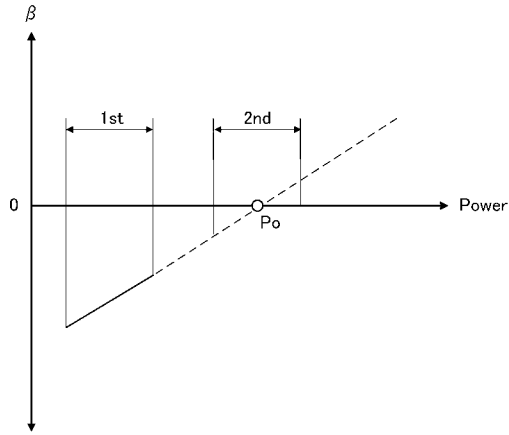
【 図 4 7 】



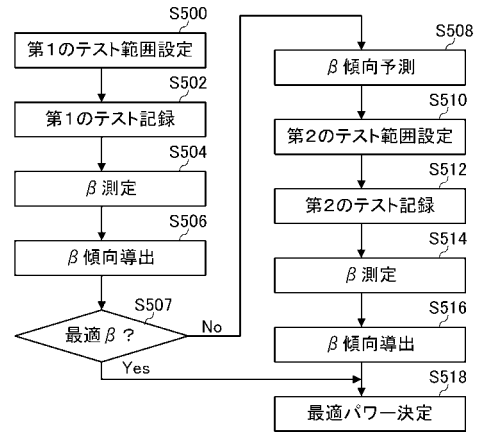
【 図 4 8 】



【 図 4 9 】



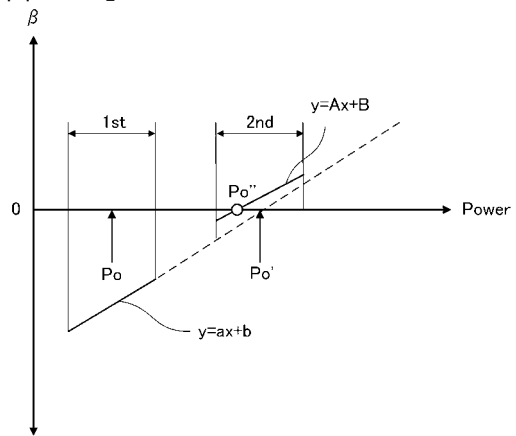
【 図 5 0 】



【 図 5 1 】

ID	P_o	1st	$y=ax+b$	P_o'	2nd	$y=Ax+B$	P_o''
1	P_1	$P_1 \pm r$	$y=a_1x+b_1$	P_1'	$P_1' \pm r$	$y=A_1x+B_1$	P_1''
2	P_2	$P_2 \pm r$	$y=a_2x+b_2$	P_2'	$P_2' \pm r$	$y=A_2x+B_2$	P_2''
3	P_3	$P_3 \pm r$	$y=a_3x+b_3$	P_3'	$P_3' \pm r$	$y=A_3x+B_3$	P_3''
4	P_4	$P_4 \pm r$	$y=a_4x+b_4$	P_4'	$P_4' \pm r$	$y=A_4x+B_4$	P_4''
5	P_5	$P_5 \pm r$	$y=a_5x+b_5$	P_5'	$P_5' \pm r$	$y=A_5x+B_5$	P_5''
6	P_6	$P_6 \pm r$	$y=a_6x+b_6$	P_6'	$P_6' \pm r$	$y=A_6x+B_6$	P_6''
7	P_7	$P_7 \pm r$	$y=a_7x+b_7$	P_7'	$P_7' \pm r$	$y=A_7x+B_7$	P_7''

【 図 5 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB03 CC01 CC18 DD03 EE01 HH01 JJ12 KK04 KK05
5D789 AA23 BA01 BB02 DA01 EC09 HA19 HA45 HA60