

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光ディスクに対するデータ記録の結果を再生し、再生信号における所定の検出パターンを特定するステップと、

前記所定の検出パターンに対応する前記再生信号における信号状態を検出するステップと、

検出された前記信号状態と前記所定の検出パターンから特定され且つ前記再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態とに基づく第 1 の記録状態評価指標値を算出する第 1 算出ステップと、

を含むデータ記録評価方法。

10

**【請求項 2】**

前記所定の検出パターンが複数であって、

前記所定の検出パターンの各々についての前記第 1 の記録状態評価指標値を用いて第 2 の記録状態評価指標値を算出する第 2 算出ステップ

をさらに含む請求項 1 記載のデータ記録評価方法。

**【請求項 3】**

前記第 2 の記録状態評価指標値に基づき、データ記録の記録条件を変更する第 1 変更ステップ

をさらに含む請求項 2 記載のデータ記録評価方法。

20

**【請求項 4】**

前記第 2 算出ステップが、

前記所定の検出パターンの出現確率と前記第 1 の記録条件評価指標値との積和を算出するステップ

を含む請求項 2 記載のデータ記録評価方法。

**【請求項 5】**

前記第 2 の記録状態評価指標値が所定の閾値を超えるか判断するステップと、

前記第 2 の記録状態評価指標値が前記所定の閾値を超える場合、前記第 2 の記録状態評価指標値に所定のレベル以上影響を与える前記検出パターンを、対応する前記第 1 の記録状態評価指標値に基づき特定するステップと、

をさらに含む請求項 2 記載のデータ記録評価方法。

30

**【請求項 6】**

特定された前記検出パターンについての前記第 1 の記録状態評価指標値に基づき、データ記録において用いられる記録パラメータを変更する第 2 変更ステップ

をさらに含む請求項 5 記載のデータ記録評価方法。

**【請求項 7】**

前記検出パターンが、少なくとも 1 つのマーク及びスペースからなるパターンである

請求項 1 記載のデータ記録評価方法。

**【請求項 8】**

前記所定の検出パターンが、出現頻度が予め定められた値以上の検出パターンである

請求項 1 記載のデータ記録評価方法。

40

**【請求項 9】**

前記第 1 変更ステップが、

記録条件と当該記録条件におけるデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された前記第 2 の記録状態評価指標値との関係を表すデータから、前記第 2 の記録状態評価指標値が最も好ましい値となる場合の前記記録条件を特定するステップ

を含む請求項 3 記載のデータ記録評価方法。

**【請求項 10】**

前記第 1 変更ステップが、

記録条件と当該記録条件におけるデータ記録の結果を再生することによって得られたデ

50

ータに基づき算出された前記第 2 の記録状態評価指標値との関係を表すデータと現在の前記第 2 の記録状態評価指標値とを用いて、現在の記録条件の補正量を算出するステップを含む請求項 3 記載のデータ記録評価方法。

【請求項 1 1】

前記記録条件と当該記録条件におけるデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された前記第 2 の記録状態評価指標値との関係を表すデータが、テスト記録時に得られたデータである

請求項 9 記載のデータ記録評価方法。

【請求項 1 2】

前記第 2 変更ステップが、

記録パラメータと当該記録パラメータを用いたデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された前記第 1 の記録状態評価指標値との関係を表すデータから、前記第 1 の記録状態評価指標値が最も好ましい値となる場合の前記記録パラメータを特定するステップ

を含む請求項 6 記載のデータ記録評価方法。

【請求項 1 3】

前記第 2 変更ステップが、

記録パラメータと当該記録パラメータを用いたデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された前記第 1 の記録状態評価指標値との関係を表すデータと現在の前記第 1 の記録状態評価指標値とを用いて、現在の記録パラメータの補正量を算出するステップ

を含む請求項 6 記載のデータ記録評価方法。

【請求項 1 4】

記録パラメータと当該記録パラメータを用いたデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された前記第 1 の記録状態評価指標値との関係を表すデータが、テスト記録時に得られたデータである

請求項 1 2 記載のデータ記録評価方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 算出ステップが、

検出された前記信号状態と前記所定の検出パターンから特定され且つ前記再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態との差の大きさを算出するステップ

を含む請求項 1 記載のデータ記録評価方法。

【請求項 1 6】

前記第 1 算出ステップが、

前記再生信号の信号状態に基づきターゲットレベルの各値の設定を行うステップと、前記所定の検出パターンから特定される、前記ターゲットレベルの値の遷移から前記基準状態を特定するステップと、

検出された前記信号状態と前記基準状態との差の大きさを算出するステップと、

を含む請求項 1 記載のデータ記録評価方法。

【請求項 1 7】

光ディスクに対するデータ記録の結果を再生し、再生信号における所定の検出パターンを特定する手段と、

前記所定の検出パターンに対応する前記再生信号における信号状態を検出する手段と、

検出された前記信号状態と前記所定の検出パターンから特定され且つ前記再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態とに基づく第 1 の記録状態評価指標値を算出する手段と、

を有する光ディスク記録再生装置。

【請求項 1 8】

前記所定の検出パターンが複数であって、

前記所定の検出パターンの各々についての前記第 1 の記録状態評価指標値を用いて第 2

10

20

30

40

50

の記録状態評価指標値を算出する第2算出手段

をさらに有する請求項17記載の光ディスク記録再生装置。

【請求項19】

前記第2の記録状態評価指標値に基づき、データ記録の記録条件を変更する第1変更手段

をさらに有する請求項18記載の光ディスク記録再生装置。

【請求項20】

前記第2算出手段が、

前記所定の検出パターンの出現確率と前記第1の記録条件評価指標値との積和を算出する

請求項18記載の光ディスク記録再生装置。

【請求項21】

前記第2の記録状態評価指標値が所定の閾値を超えるか判断する手段と、

前記第2の記録状態評価指標値が前記所定の閾値を超える場合、前記第2の記録状態評価指標値に所定のレベル以上影響を与える前記検出パターンを、対応する前記第1の記録状態評価指標値に基づき特定する手段と、

をさらに有する請求項18記載の光ディスク記録再生装置。

【請求項22】

特定された前記検出パターンについての前記第1の記録状態評価指標値に基づき、データ記録において用いられる記録パラメータを変更する第2変更手段

をさらに有する請求項21記載の光ディスク記録再生装置。

【請求項23】

請求項1乃至16のいずれか1つ記載のデータ記録評価方法をプロセッサに実行させるためのプログラム。

【請求項24】

請求項23記載のプログラムを格納したメモリを含むプロセッサ。

【請求項25】

再生信号における所定の検出パターンに対応する、前記再生信号における信号状態と前記所定の検出パターンから特定され且つ前記再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態との乖離に応じた第1の記録状態評価指標値と当該所定の検出パターンの出現確率との積和によって算出される第2の記録状態評価指標値の閾値が記録された光情報記録媒体。

【請求項26】

再生信号における所定の検出パターンに対応する、前記再生信号における信号状態と前記所定の検出パターンから特定され且つ前記再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態との乖離に応じた第1の記録状態評価指標値と当該所定の検出パターンの出現確率との積和によって算出される第2の記録状態評価指標値と当該第2の記録条件評価指標値を算出する元となるデータ記録の記録条件との関係を表すデータが記録された光記録情報媒体。

【請求項27】

再生信号における所定の検出パターンに対応する、前記再生信号における信号状態と前記所定の検出パターンから特定され且つ前記再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態との乖離に応じた記録状態評価指標値と当該記録状態評価指標値を算出する元となるデータ記録の記録パラメータとの関係を表すデータが記録された光記録情報媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ディスクに対するデータ記録の評価のための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

C D - R ( 追記型 C D と もい う ) 、 D V D ± R ( 追記型 D V D ディスク と もい う ) 、 H D D V D - R ( 追記型 H D D V D ディスク と もい う ) または B D - R ( 追記型ブルーレイディスク と もい う ) 等の光情報記録媒体 ( 光ディスク と も呼ぶ ) は、光透過性ディスク状基板の一方の面上に、記録層、反射層、及び必要に応じて保護層を形成した構造を有している。また、記録層や反射層が形成されている基板の一方の面にはグループと呼ばれる螺旋状または同心円状の溝が形成され、隣り合うグループの間はランドと呼ばれる凸部に形成されている。このような光情報記録媒体には、例えば光ディスク記録再生装置により記録用レーザ光を溝に沿ってトラッキングさせながらグループ上の記録層に照射して、ピット ( 以下、マークという ) を形成することにより記録が行われる。このマークの長さ  $nT$  ( 基準のチャンネルクロック間のピットの長さを  $T$  とし、 $n$  (  $n$  は整数 ) 倍の長さを  $nT$  とする ) 、マークとマークの間の部分 ( 以下、スペースという ) の長さ  $nT$  及びこれらの配列に、再生用レーザ光を照射して反射光を再生信号に変換することにより再生が行われる。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 0 3 】

例えば特開 2 0 0 4 - 3 3 5 0 7 9 号公報には、最尤復号法に最適な記録パラメータを設定するための技術が開示されている。具体的には、記録マークのエッジの始末端部分に相当し、尚且つ最尤復号法においてエラーの発生確率が高い部分の、最尤復号結果の信頼性値  $|P_a - P_b| - P_{std}$  の演算を、所定のマーク長と直前のスペース長の組み合わせと、マーク長と直後のスペース長の組み合わせごとに行い、その演算結果からエッジシフト位置を最適化する記録パラメータを求め、求めた記録パラメータを反映した記録を行うものである。

#### 【 0 0 0 4 】

また、特開 2 0 0 3 - 3 0 3 4 1 7 号公報には、高記録密度においてもノイズの影響を受けることなく、精度良く記録ストラテジの最適化を行うための技術が開示されている。具体的には、記録データに高周波パルスを重ねた記録パルス信号を光記録媒体上に記録再生して得られた再生波形と、記録データとパルス応答とを畳込み演算した波形との差が最小になるようにパルス応答を定めることによって記録ストラテジを最適化する。その際、同一の記録パルス波形を光記録媒体の同一トラックに 3 回以上記録し、再生された再生波形のサンプリング値をサンプリング順毎に平均化した値を再生波形のデータとして用いる。平均化したデータを用いるため、再生波形へのランダムノイズの影響を除去することができるといえるものである。

#### 【 0 0 0 5 】

さらに、特開 2 0 0 3 - 1 5 1 2 1 9 号公報には、再生信号の品質評価に関する技術が開示されている。具体的には、所定の再生信号、この再生信号の信号波形パターンに対応した第 1 のパターン、およびこの第 1 のパターン以外であって再生信号の信号波形パターンに対応した任意のパターン ( 第 2 または第 3 のパターン ) が用いられる。まず、再生信号と第 1 のパターンとの間の距離  $E_o$  と、再生信号と任意のパターンとの間の距離  $E_e$  との間の距離差  $D = E_e - E_o$  が求められる。次に、複数の再生信号のサンプルについて距離差  $D$  の分布が求められる。次に、求めた距離差  $D$  の平均  $M$  と求めた距離差  $D$  の分布の標準偏差  $\sigma$  との比に基づいて、再生信号の品質評価パラメータ (  $M / \sigma$  ) が定められる。そして、品質評価パラメータで表される評価指標値 (  $Mgn$  ) から、再生信号の品質が判断される。

#### 【 0 0 0 6 】

また、特開 2 0 0 3 - 1 4 1 8 2 3 号公報には、最尤復号を用いて得られた 2 値化結果の誤り率を適切に予想することができる指標に基づいて信号品質を評価する技術が開示されている。具体的には、時刻  $k$  (  $k$  は任意の整数 ) において複数の状態をもち、時刻  $k - j$  (  $j$  は 2 以上の整数 ) での状態から時刻  $k$  での状態に至るまで  $n$  (  $n$  は 2 以上の整数 ) 通りの状態遷移列をとり得る状態遷移則を有し、 $n$  通りの状態遷移列のうち最も確からしい状態遷移列を推定する最尤復号方式において、 $n$  通りの状態遷移列のうち最も確からしい状態遷移列の時刻  $k - j$  での状態から時刻  $k$  での状態に至るまでの状態遷移の確からし

さを  $PA$  とし、2 番目に確からしい状態遷移列の時刻  $k - j$  での状態から時刻  $k$  での状態に至るまでの状態遷移の確からしさを  $PB$  とし、時刻  $k - j$  から時刻  $k$  までの復号結果の信頼性を  $|PA - PB|$  とすると、所定の時間あるいは所定の回数、 $|PA - PB|$  の値を求め、そのばらつきを求めることで最尤復号の 2 値化結果の誤り率と相関のある信号品質を示す指標が得られるというものである。

#### 【0007】

さらに、特開 2002 - 197660 号公報には、高密度記録された情報にビタビ検出器を用いて再生を行う場合に、チャンネルに即した記録状態を検出できる記録状態検出技術が開示されている。具体的には、ディスク装置から読み出された再生信号は、帯域制限フィルタおよび等化器によって特定のチャンネル特性となるように補正された後、PLL 回路により生成した同期クロックのタイミングで A/D 変換器によりデジタル信号  $x_i$  として読み込む。 $x_i$  はビタビ検出器に入力され、ビタビ検出出力信号を得る。ビタビ検出出力は基準レベル判定器と誤差算出回路に入力される。誤差算出回路はデジタル信号  $x_i$  とビタビ検出出力との差  $E_i$  を算出し、記録状態検出回路に出力する。記録状態検出回路は基準レベル判定器の出力を用いて振幅または振幅レベルとアシンメトリを検出し、検出情報

10

【特許文献 1】特開 2004 - 335079 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 303417 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 151219 号公報

【特許文献 4】特開 2003 - 141823 号公報

【特許文献 5】特開 2002 - 197660 号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

上で述べたようにデータ記録を評価する技術は様々存在しているが、必ずしもデータ記録全体についての評価と個別の記録パターンについてのデータ記録の評価とが適切に関連付けられていなかった。また、適応的な PRML (Partial Response Maximum Likelihood) に対応するような手法は開示されていない。

#### 【0009】

そこで本発明の目的は、適応的な PRML に対応する新規な評価指標を導入してデータ記録を総合的に評価できるようにするための技術を提供することである。

30

#### 【0010】

また、本発明の他の目的は、適応的な PRML に対応する新規な評価指標を導入して個別の記録パターンについての評価を適切に行えるようにするための技術を提供することである。

#### 【0011】

さらに、本発明の他の目的は、適応的な PRML に対応する、データ記録の総合的な評価と個別の記録パターンについてのデータ記録の評価とを適切に関連付けることができるようにするための技術を提供することである。

#### 【0012】

さらに、本発明の他の目的は、適応的な PRML に対応する、データ記録の評価に基づき記録条件又は記録パラメータを適切に調整するための技術を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

本発明に係るデータ記録評価方法は、光ディスクに対するデータ記録の結果を再生し、再生信号における所定の検出パターンを特定するステップと、所定の検出パターンに対応する再生信号における信号状態を検出するステップと、検出された上記信号状態と所定の検出パターンから特定され且つ再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態とに基づく第 1 の記録状態評価指標値 (例えば、実施の形態における  $PR_{error\_ptn}(p)$  又は  $PR_{error\_ttl}$ ) を算出する第 1 算出ステップとを含む。

50

## 【0014】

このような第1の記録状態評価指標値を算出することによって、所定の検出パターンについて基準状態との関係において適切なデータ記録が行われているか判断できるようになる。すなわち、個別の記録パターンについての評価を適切に判断できるようになる。

## 【0015】

また、上で述べた所定の検出パターンが複数である場合、所定の検出パターンの各々についての第1の記録状態評価指標値を用いて第2の記録状態評価指標値を算出する第2算出ステップをさらに含むようにしてもよい。このように第2の記録状態評価指標値を算出することによって、様々な記録パターンについて総合してデータ記録を評価することができるようになる。

10

## 【0016】

さらに、第2の記録状態評価指標値に基づき、データ記録の記録条件（例えば記録波形の振幅方向の条件）を変更する第1変更ステップをさらに含むようにしてもよい。第2の記録状態評価指標値に基づき、データ記録の記録条件を総合的な形で適切に調整できるようになる。

## 【0017】

また、上で述べた第2算出ステップが、所定の検出パターンの出現確率と第1の記録条件評価指標値との積和を算出するステップを含むようにしてもよい。より多く出現する検出パターンについては重み付けを大きくして、データ記録への影響を総合的に第2の記録状態評価指標値に反映するためである。

20

## 【0018】

さらに、本発明において、第2の記録状態評価指標値が所定の閾値を超えるか判断するステップと、第2の記録状態評価指標値が所定の閾値を超える場合、第2の記録状態評価指標値に所定のレベル以上（例えば所定値以上のもの又は上位所定個数）影響を与える検出パターンを、対応する第1の記録状態評価指標値に基づき特定するステップとをさらに含むようにしてもよい。これによって問題となる記録パターンを特定することができる。

## 【0019】

また、本発明において、特定された上記検出パターンについての第1の記録状態評価指標値に基づき、データ記録において用いられる記録パラメータ（例えば記録波形の時間軸方向のパラメータ（例えばd T t o p 2 Tなど））を変更する第2変更ステップをさらに含むようにしてもよい。これによって効果的に記録パラメータの調整を行うことができるようになる。

30

## 【0020】

なお、上で述べた検出パターンが、少なくとも1つのマーク及びスペースからなるパターンである場合もある。

## 【0021】

さらに、上記所定の検出パターンが、出現頻度が予め定められた値以上の検出パターンである場合もある。出現頻度があまりに低い場合には処理負荷を削減するために処理対象からはずすものである。

## 【0022】

40

また、上で述べた第1変更ステップが、記録条件と当該記録条件におけるデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された第2の記録状態評価指標値との関係を表すデータから、第2の記録状態評価指標値が最も好ましい値となる場合の記録条件を特定するステップを含むようにしてもよい。例えばデータ記録開始前においてデータ記録時において最も好ましい記録条件を特定できるようになる。

## 【0023】

さらに、上で述べた第1変更ステップが、記録条件と当該記録条件におけるデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された第2の記録状態評価指標値との関係を表すデータと現在の第2の記録状態評価指標値とを用いて、現在の記録条件の補正量を算出するステップを含むようにしてもよい。このようにデータ記録時に記録

50

条件を調整する際にも第2の記録状態評価指標値を用いることができる。

【0024】

なお、記録条件と当該記録条件におけるデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された第2の記録状態評価指標値との関係を表すデータが、テスト記録時に得られたデータである場合もある。テスト記録時であれば記録条件を変化させて各ケースについての第2の記録状態評価指標値を算出できるためである。

【0025】

さらに、上で述べた第2変更ステップが、記録パラメータと当該記録パラメータを用いたデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された第1の記録状態評価指標値との関係を表すデータから、第1の記録状態評価指標値が最も好ましい値となる場合の記録パラメータを特定するステップを含むようにしてもよい。

10

【0026】

また、上で述べた第2変更ステップが、記録パラメータと当該記録パラメータを用いたデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された第1の記録状態評価指標値との関係を表すデータと現在の第1の記録状態評価指標値とを用いて、現在の記録パラメータの補正量を算出するステップを含むようにしてもよい。

【0027】

さらに、記録パラメータと当該記録パラメータを用いたデータ記録の結果を再生することによって得られたデータに基づき算出された第1の記録状態評価指標値との関係を表すデータが、テスト記録時に得られたデータである場合もある。

20

【0028】

また、上で述べた第1算出ステップが、検出された上記信号状態と所定の検出パターンから特定され且つ再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態との差の大きさを算出するステップを含むようにしても良い。これによって、適応的なPRML信号処理方式を用いるBlueシステム(Blu-ray規格又はHD-DVD規格に準拠したシステム)への対応も十分できるようになる。

【0029】

さらに、上で述べた第1算出ステップが、再生信号の信号状態に基づきターゲットレベルの各値の設定を行うステップと、所定の検出パターンから特定される、ターゲットレベルの値の遷移から上記基準状態を特定するステップと、検出された信号状態と基準状態との差の大きさを算出するステップとを含むようにしてもよい。

30

【0030】

本発明に係る光ディスク記録再生装置は、光ディスクに対するデータ記録の結果を再生し、再生信号における所定の検出パターンを特定する手段と、所定の検出パターンに対応する再生信号における信号状態を検出する手段と、検出された上記信号状態と所定の検出パターンから特定され且つ再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態とに基づく第1の記録状態評価指標値を算出する手段とを有する。

【0031】

なお、上で述べた所定の検出パターンが複数の場合には、所定の検出パターンの各々についての第1の記録状態評価指標値を用いて第2の記録状態評価指標値を算出する第2算出手段をさらに有するようにしてもよい。

40

【0032】

さらに、本発明に係る光ディスク記録再生装置は、第2の記録状態評価指標値に基づき、データ記録の記録条件を変更する第1変更手段をさらに有するようにしてもよい。

【0033】

また、上で述べた第2算出手段が、所定の検出パターンの出現確率と第1の記録条件評価指標値との積和を算出するようにしてもよい。

【0034】

さらに、本発明に係る光ディスク記録再生装置が、第2の記録状態評価指標値が所定の閾値を超えるか判断する手段と、第2の記録状態評価指標値が所定の閾値を超える場合、

50



第 2 の記録状態評価指標値に所定のレベル以上影響を与える検出パターンを、対応する第 1 の記録状態評価指標値に基づき特定する手段とをさらに有するようにしてもよい。

【 0 0 3 5 】

また、本発明に係る光ディスク記録再生装置が、特定された上記検出パターンについての第 1 の記録状態評価指標値に基づき、データ記録において用いられる記録パラメータを変更する第 2 変更手段をさらに有するようにしてもよい。

【 0 0 3 6 】

本発明に係る第 1 の光情報記録媒体には、再生信号における所定の検出パターンに対応する、再生信号における信号状態と所定の検出パターンから特定され且つ再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態との乖離に応じた第 1 の記録状態評価指標値と当該所定の検出パターンの出現確率との積和によって算出される第 2 の記録状態評価指標値の閾値が記録されている。

10

【 0 0 3 7 】

本発明に係る第 2 の光情報記録媒体には、再生信号における所定の検出パターンに対応する、前記再生信号における信号状態と前記所定の検出パターンから特定され且つ再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態との乖離に応じた第 1 の記録状態評価指標値と当該所定の検出パターンの出現確率との積和によって算出される第 2 の記録状態評価指標値と当該第 2 の記録条件評価指標値を算出する元となるデータ記録の記録条件との関係を表すデータが記録されている。

20

【 0 0 3 8 】

本発明に係る第 3 の光情報記録媒体には、再生信号における所定の検出パターンに対応する、再生信号における信号状態と所定の検出パターンから特定され且つ再生信号の信号状態を反映して調整された基準状態との乖離に応じた記録状態評価指標値と当該記録状態評価指標値を算出する元となるデータ記録の記録パラメータとの関係を表すデータが記録されている。

【 0 0 3 9 】

本発明のデータ記録評価方法をプロセッサに実行させるためのプログラムを作成することができ、当該プログラムは、例えばフレキシブル・ディスク、CD-ROMなどの光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ、ハードディスク等の記憶媒体又は記憶装置若しくはプロセッサの不揮発性メモリに格納される。また、ネットワークを介してデジタル信号にて頒布される場合もある。なお、処理途中のデータについては、プロセッサのメモリ等の記憶装置に一時保管される。

30

【発明の効果】

【 0 0 4 0 】

本発明によれば、適応的な P R M L に対応する新規な評価指標を導入してデータ記録を総合的に評価できるようになる。

【 0 0 4 1 】

また、本発明の他の側面によれば、適応的な P R M L に対応する新規な評価指標を導入して個別の記録パターンについての評価を適切に行えるようになる。

【 0 0 4 2 】

さらに、本発明の他の側面によれば、適応的な P R M L に対応する、データ記録の総合的な評価と個別の記録パターンについてのデータ記録の評価とを適切に関連付けることができるようになる。

40

【 0 0 4 3 】

さらに、本発明の他の側面によれば、適応的な P R M L に対応する、データ記録の評価に基づき記録条件又は記録パラメータを適切に調整することができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 4 4 】

[ 発明の原理 ]

( 1 ) パターン別 P R e r r o r

50

例えば、4 Tの長さのマーク（ビットとも記す）の両側に3 Tの長さのスペース（ランドとも記す）が隣接するパターンを読み取った場合における振幅レベルを図1に示す。図1では、縦軸が振幅レベルを表し、横軸がデータサンプルの順番を表している。上で述べたようなパターンの理想的な検出信号（理想信号）は、Blu-ray規格に用いられるPR(1, 2, 2, 1)を用いている場合には、1, 3, 5, 6, 5, 3, 1となる。これに対して実際の検出信号は、図1に示すように、ハード、メディア（ディスクとも呼ぶ）、記録条件に依存して、理想状態との乖離が生じる。そこで、式(1)を用いて、理想信号と検出信号との乖離量を定量化し、記録状態の評価を行う。

【0045】

【数1】

10

$$PError\_ptn(p) = \sqrt{\left\{ \sum_{x=a}^{a+n-1} (D(x) - R(x))^2 \right\} / n} \quad (1)$$

【0046】

ここで、D(x)は検出信号の値、R(x)は理想信号の値、xはデータプロファイル番号、aは演算開始データ番号、nは演算データサンプル数[個]、pは記録パターン種別(番号)を表す。

【0047】

なお、Blu-ray規格のPR(1, 2, 2, 1)ではなく、HD-DVD規格に用いられるPR(1, 2, 2, 2, 1)等であってもよい。また、マーク部での反射光量がスペース部の反射光量よりも大きくなるメディア条件における例を示すが、マーク部での反射光量がスペース部の反射光量よりも小さくなるメディア条件であっても良い。さらに、上で述べたパターンは一例であって、他のパターンについても式(1)で評価できる。

20

【0048】

例えば、a=1且つn=7で、ピーク値を中心とした7点を用いてPError\_ptn(p)を算出するが、a=3且つn=3といったようにピーク値を中心とした3点によってPError\_ptn(p)を算出するようにしても良い。また、pは記録パターンを特定するために割り当てた番号であり、その数は、評価に必要な記録パターン数であり、記録パターンの単位構成をいくつかの符号の並びと定義するかによっても変わってくる。また、図1の例では、スペース\_\_マーク\_\_スペース、又はマーク\_\_スペース\_\_マークによって1つの記録パターンを構成していたが、これ以外の組み合わせでパターンを構成するようにしても良い。

30

【0049】

さらに、式(1)では、記録パターンpを1回検出した際の演算を示しているが、実際には、記録又は検出バラツキの影響を考慮して、複数個(cnt(p))の値の平均値を得ることが望ましい。cnt(p)は、所定長のサンプルデータの中で得た記録パターンpの検出カウント数であり、最終的なPError\_ptn(p)の値の導出にあたっては、検出毎に算出されるPError\_ptn(p)を、PError\_ptn(p, cnt(p))としてメモリに記録し、それを平均化したものを用いることが好ましい。

40

【0050】

(2) 総合評価指標 PError\_ttl

次に、上で述べたPError\_ptn(p)を用いて、再生信号を総合的に評価する方法について説明する。

【0051】

所定のデータ範囲内における、記録パターンpの出現頻度はそれぞれ異なり、記録特性に対する影響度合いもそれぞれ異なる。すなわち、出現頻度の高い記録パターンほど記録特性に影響を及ぼしやすい。よって、再生信号の記録特性を総合的に評価するにあたって

50

、記録パターン  $p$  の特性値  $P R e r r o r \_ p t n ( p )$  と、所定のデータ範囲における記録パターン  $p$  の出現確率（又は出現頻度）を用いて、再生信号の記録特性を総合的に定量化した評価指標  $P R e r r o r \_ t t l$  を算出することが好ましい。具体的には、以下の式で  $P R e r r o r \_ t t l$  を算出するものとする。

【 0 0 5 2 】

【 数 2 】

$$P R e r r o r \_ t t l = \sum_p P R e r r o r \_ p t n ( p ) * \text{出現確率}(p)$$

【 0 0 5 3 】

10

図 2 に、記録パターンとその出現確率の関係の一例を示す。図 2 において縦軸は全記録パターンに対する出現確率を表し、横軸は、3 つの符号 [ T ] の並びを 1 つの記録パターンとした場合における記録パターン種別を表している。y 及び z はそれぞれ 2 つ目の符号 y [ T ]、3 つ目の符号 z [ T ] を示しており、その値は、B l u - r a y 規格に用いられる 1 - 7 P P 変調方式で表される 2 乃至 8 [ T ]（同期符号を含む場合には 9 [ T ]）であり、図 2 において右へ行くほどその値は大きくなるものとする。図 2 から分かるように、短い符号ほど出現確率が高く、長い符号を用いた記録パターンほどその出現確率が低いことがわかる。

【 0 0 5 4 】

20

上で述べたように、出現確率が高いということは、その記録パターンの記録特性（すなわち  $P R e r r o r \_ p t n ( p )$ ）の値の大小が、記録特性全体に与える影響が大きいと言える。逆に考えると、出現確率が極端に低い記録パターンについては、その記録特性（上で述べた  $P R e r r o r \_ p t n ( p )$ ）の値の大小が、記録特性全体にあまり反映されないため、考慮しなくとも良いとも言える。

【 0 0 5 5 】

よって、図 2 に示すように、所定の出現確率を規定値として、当該規定値以上となる記録パターンのみを有効パターンとして、再生信号の記録特性を総合的に定量化しても良い。これにより、結果的に得たい特性値（ $P R e r r o r \_ t t l$ ）の精度を保ったまま、当該特性値の演算負荷を低減させることが可能となる。

【 0 0 5 6 】

30

図 3 に、上記出現確率の規定値を変化させた場合における所定の測定範囲内の全記録パターンの総数に対する、有効パターンの総数の割合（パターン有効率）の変化と、その際の  $P R e r r o r \_ t t l$  の変化を示す。図 3 において、左側の縦軸は  $P R e r r o r \_ t t l$  の値を表し、右側の縦軸はパターン有効率を表し、横軸は有効パターンの規定値（閾値）を表す。

【 0 0 5 7 】

図 3 より、所定の規定値より出現確率の低い記録パターンを特性値  $P R e r r o r \_ t t l$  の算出に用いない場合においても、 $P R e r r o r \_ t t l$  の精度を確保可能な規定値の設定が可能であることを確認できる。すなわち、図 3 の検証結果においては、所定の規定値を 0 . 3 % としても  $P R e r r o r \_ t t l$  はほぼ変化しない。そして、有効パター

40

【 0 0 5 8 】

このように、全記録パターンについて  $P R e r r o r \_ p t n ( p )$  を算出せずに、例えば出現確率が 0 . 3 % 以上である記録パターンについて  $P R e r r o r \_ p t n ( p )$  を算出することによって、精度を確保した上で、総合的な評価指標  $P R e r r o r \_ t t l$  を算出することも可能である。

【 0 0 5 9 】

次に、連続的に記録パワーを変化させた場合における、 $P R e r r o r \_ t t l$  の変化を、現行の評価指標である D C ジッタ（D C J とも記す）及びシンボルエラーレート（S E R とも記す）と比較して図 4 及び図 5 に示す。図 4 において、右の縦軸は D C J [ % ]

50

を表し、左の縦軸は  $PRerror\_ttl$  を表し、横軸はパワーを表す。図 5 において、右の縦軸は  $SER$  を表し、左の縦軸は  $PRerror\_ttl$  を表し、横軸はパワーを表す。

#### 【0060】

図 4 及び図 5 より、本評価値  $PRerror\_ttl$  は現行評価指標 ( $DCJ$  及び  $SER$ ) と相関の高い指標であることが分かる。従って、本評価値  $PRerror\_ttl$  の変化に応じて記録条件を調整することによって、記録特性を改善することができる。具体的には、複数の記録条件について  $PRerror\_ttl$  を計算できる場合には、最も  $PRerror\_ttl$  が小さくなる記録条件を採用し、設定することによって、最も好ましい記録特性を得ることができる。また、以下で詳細に述べるが、複数の記録条件について  $PRerror\_ttl$  を計算することができない場合でも、検出結果に基づき計算される  $PRerror\_ttl$  を用いて、記録条件を調整することもできる。

10

#### 【0061】

##### (3) 総合評価指標 $PRerror\_ttl$ への記録パターン別影響量評価

次に、 $PRerror\_ttl$  を構成する記録パターン別影響量 ( $PRerror\_ptn(p)$ ) の比較から、記録パターン別に記録状態を評価する方法について説明する。

#### 【0062】

図 6 は、特定のストラテジパラメータ ( $dTtop2T$  ( $2T$  マーク記録用パルスの先頭パルスの始端位置のシフト量) (但し、スペース  $2T$  後のみ)) を変化させた場合における、 $PRerror\_ttl$  と  $SER$  の変化を示している。図 6 では、左の縦軸は  $PRerror\_ttl$  を表し、右の縦軸は  $SER$  を表しており、横軸は  $dTtop2T$  を表す。このように、 $dTtop2T$  の変化に対して、 $PRerror\_ttl$  と  $SER$  が同様の変化をしていることが確認できる。

20

#### 【0063】

さらに図 7 乃至図 10 は、図 6 において  $dTtop2T$  の補正量 = 0 のときの  $PRerror\_ttl$  を構成する記録パターン別影響量 ( $PRerror\_ptn(p)$ ) を示している。図 7 は、 $Pit\_f$  パターンとして、メイン符号がマーク  $nT[T]$  で、隣接符号が前方のスペース  $nT[T]$  の場合における各  $PRerror\_ptn(p)$  を示している。また、図 8 は、 $Pit\_r$  パターンとして、メイン符号がマーク  $nT[T]$  で、隣接符号が後方のスペース  $nT[T]$  の場合における各  $PRerror\_ptn(p)$  を示している。図 9 は、 $Land\_f$  パターンとして、メイン符号がスペース  $nT[T]$  で、隣接符号が前方のマーク  $nT[T]$  の場合における各  $PRerror\_ptn(p)$  を示している。図 10 は、 $Land\_r$  パターンとして、メイン符号がスペース  $nT[T]$  で、隣接符号が後方のマーク  $nT[T]$  の場合における各  $PRerror\_ptn(p)$  を示している。

30

#### 【0064】

図 7 乃至図 10 において、マーク  $2T$  やスペース  $2T$  のような短い符号を含むパターンの影響量が大きいのは、 $2T$  符号は開口が開きに近く、理想状態との乖離が出やすい事と、当該符号を含むパターンの出現確率が高い事によるものである。

#### 【0065】

このように、総合指標値  $PRerror\_ttl$  を構成する  $PRerror\_ptn(p)$  によって、各記録パターンを評価することができる。

40

#### 【0066】

なお、図 7 乃至図 10 では、図表現の問題で、メイン符号と片側の隣接符号 (前方又は後方) の組合せパターンにおける影響量を示したが、実際のシステムにおいては、メイン符号と両方の隣接符号 (前方及び後方) の組合せパターンに対して評価してもよい。また必要に応じて、隣接符号よりもさらに前方又はさらに後方の符号までを組合せパターンに含めてもよい。

#### 【0067】

##### (4) ターゲットレベルの適応的な変更

50

B l u - r a y 規格や H D - D V D 規格といった高密度記録型光ディスクシステムにおいては、高密度記録情報の再生に適した P R M L 信号処理方法が用いられている。近年では、この P R M L を用いてデータ復号した際のエラーを低減させるため、適応的に処理条件を可変させる技術が提案されている。

【 0 0 6 8 】

例えば B l u - r a y 規格において用いられる P R ( 1 , 2 , 2 , 1 ) 特性を用いた際の M L ( Maximum Likelihood ) 時ターゲットレベルについて図 1 1 を用いて説明する。図 1 1 に示すように、P R ( 1 , 2 , 2 , 1 ) 特性を用いた際の M L 時ターゲットレベルは、0 乃至 6 の 7 レベルであり、最小レベルが 0、最大レベルが 6、中心レベルが 3、中心レベルに最も近い上側のレベルが 4 であり、下側のレベルが 2 である。また、中心レベルに 2 番目に近い上側のレベルは 5 であり、下側のレベルは 1 である。従来であれば、図 1 1 に示したように、各ターゲットレベルの間隔は、均等であり、固定的である。そして、このターゲットレベルに基づき、波形等化後の再生信号の符号を判断する。

10

【 0 0 6 9 】

また、図 1 2 に、例えば H D - D V D 規格において用いられる P R ( 1 , 2 , 2 , 2 , 1 ) 特性を用いた際の M L 時ターゲットレベルについて説明する。図 1 2 に示すように、P R ( 1 , 2 , 2 , 2 , 1 ) 特性を用いた際の M L 時ターゲットレベルは、0 乃至 8 の 9 レベルであり、最小レベルが 0、最大レベルが 8、中心レベルが 4、中心レベルに最も近い上側のレベルが 5 であり、下側のレベルが 3 である。また、中心レベルに 2 番目に近い上側のレベルは 6 であり、下側のレベルは 2 である。さらに、中心レベルに 3 番目に近い上側のレベルは 7 であり、下側のレベルは 1 である。従来であれば、図 1 2 に示したように、各ターゲットレベルの間隔は、均等であり、固定的である。そして、このターゲットレベルに基づき、波形等化後の再生信号の符号を判断する。

20

【 0 0 7 0 】

本発明の前提として、例えば波形等化後の再生信号に応じて、ターゲットレベルを適応的に変化させることによって、再生時のエラーレートを低減させ、光ディスクから情報を安定的に再生する技術がある。

【 0 0 7 1 】

このようにターゲットレベルを適応的に変化させる方法としては、以下の付録で述べるような方法もあるが、その他の方法（例えば特開 2 0 0 5 - 3 4 6 8 9 7 号公報）も存在しており、本発明として何れを用いても良い。

30

【 0 0 7 2 】

いずれの方法を用いてターゲットレベルを適応的に変化させるとしても、ターゲットレベルを変化させれば、上の ( 1 ) で述べた理想再生信号の信号波形自体も変化する。

【 0 0 7 3 】

例えば上で述べたように、4 T の長さのマーク（ビットとも記す）の両側に 3 T の長さのスペース（ランドとも記す）が隣接するパターンを読み取った場合における、通常理想再生信号の振幅レベルは、B l u - r a y 規格に用いられる P R ( 1 , 2 , 2 , 1 ) を用いている場合には、1 , 3 , 5 , 6 , 5 , 3 , 1 となる。これに対して、図 1 3 に示すようにターゲットレベル 0 乃至 6 が、設定値の欄に示すような値に変更された場合には、理想再生信号は、1 . 3 9 9、2 . 9 5 0、6、2 . 9 5 0、2 . 9 5 0、1 . 3 9 9 といった振幅レベルを通過する信号となる。

40

【 0 0 7 4 】

このように再生信号の状態に応じてターゲットレベルを適応的に変化させる技術を適用した後に、本発明の原理で述べた、 $d T t o p 2 T$  の補正量 = 0 のときの  $P R e r r o r \_ t t l$  を構成する記録パターン別影響量 (  $P R e r r o r \_ p t n ( p )$  ) を算出すると、図 7 乃至図 1 0 に対応して図 1 4 乃至図 1 7 が得られる。図 1 4 乃至図 1 7 を見れば、明らかに  $P R e r r o r \_ p t n ( p )$  の値が小さくなっている。これは、ターゲットレベルが再生信号の状態に応じて適応的に変更されたことによって、理想再生信号が変化し、さらに再生信号と理想再生信号との乖離量が低減され、データ復号の安定性が向上し

50

たことを表している。

#### 【0075】

P R e r r o r \_ t t l の値についても、ターゲットレベルが再生信号の状態に応じて適応的に変更されたことによって改善する。図18に、通常のP R M Lの場合と、適応的なP R M Lの場合とで、記録パワーP wを変化させた場合のP R e r r o r \_ t t lの変化を示す。図18において縦軸はP R e r r o r \_ t t lを表し、横軸は記録パワーP wを表す。このように全体的にP R e r r o r \_ t t lの値が改善している。これは、P R e r r o r \_ t t lを構成する各P R e r r o r \_ p t n ( p )が低減したためである。

#### 【0076】

(5) P R e r r o r \_ p t n ( p ) とストラテジパラメータの関係

10

次に、d T t o p 2 Tを連続的に変化(-2乃至+1)させた場合における、パターン別影響量(P R e r r o r \_ p t n ( p ))の変化について説明する。図19乃至図22には、d T t o p 2 Tの変化の影響が顕著に現れるP i t \_ fパターン(メイン符号がマークn T [ T ])で、隣接符号が前方スペースn T [ T ])の変化を示す。

#### 【0077】

図19乃至図22より、d T t o p 2 Tの変動が、スペース2 Tの後のマーク2 Tという記録パターンに対応するP R e r r o r \_ p t n ( p )に大きく影響を与えることが分かる。特にd T t o p 2 T = -2の場合(図19)には顕著に増加している。

#### 【0078】

次に、図23に、d T t o p 2 Tという記録パラメータの変動に対する、スペース2 Tの後のマーク2 Tという記録パターンのP R e r r o r \_ p t n ( p )の変動を示す。図23において、縦軸はP R e r r o r \_ p t n ( p )を表し、横軸はd T t o p 2 Tを表している。また、菱形の点は、実際の計算値を表し、曲線は実際の計算値を基に2次曲線回帰した結果を示している。このようなデータを用いれば、P R e r r o r \_ p t n ( p )を用いて記録パラメータd T t o p 2 Tを最適化したり、調整したりすることができるようになる。

20

#### 【0079】

なお、上ではd T t o p 2 Tの変化パラメータとした例を述べたが、当然ながら各種記録パラメータに対して適用可能である。また、図19乃至図22においては、前方スペース後のマークの組合せパターンにおける影響量の変化を見たが、当該組合せパターンの選択は、記録パラメータによって決まる。また、特定の記録パターンのP R e r r o r \_ p t n ( p )が大きな値を示しており対処が必要と判断された場合には、調整対象とすべき対応する記録パラメータも特定される。

30

#### 【0080】

##### [実施の形態]

本発明の実施の形態に係る光記録再生システムの機能ブロック図を図24に示す。本実施の形態に係る光記録再生システムは、光ディスク15に対してレーザ光を照射して記録又は再生を行うための光学ユニット(P U)1と、光学ユニット1に含まれるフォトディテクタからの電気信号に対して次のステップのデジタル信号に変換しやすく波形等化処理を行うプレイコライザ(Pre-EQ)3と、アナログ信号をデジタル信号に変化するA D C (Analog Digital Converter)5、デジタル信号を符号間干渉が残る不完全な周波数レスポンスに対して、n Tマークの長さ方向の中央位置の振幅レベルがピーク値となり、中央位置からはなれるに従って隣接のn Tスペースの影響を受ける振幅レベルの値を、例えば0乃至6の7レベルの比率に等化させる等化器7と、等化器7で波形等化された再生R F信号から最も確からしい標準符号系列に復号するビタビデコーダ9と、等化器7及びビタビデコーダ9からの出力を用いて処理を実施する制御部11と、制御部11からの設定出力に応じて書き込みデータ(Writeデータ)のための記録波形を生成して光学ユニット1に出力する記録波形生成部13と、制御部11の処理結果を格納するメモリ17とを有する。なお、光記録再生システムは、図示しないが、表示装置やパーソナルコンピュータに接続され、場合によってはネットワークに接続して1又は複数のコンピュータなどと通信を

40

50

行う場合もある。

【0081】

制御部11は、等化器7の出力である再生RF信号とビタビデコーダ9の出力である最尤復号符号データとを対応付ける符号識別部111と、符号識別部111からの符号データに基づき予め設定された検出パターンの出現を検出すると振幅レベルの検出を指示する検出指示部113と、検出指示部113からの指示に従って符号識別部111からの再生RF信号に対して振幅レベルの検出処理を実施する検出部115と、検出部115からの出力に基づきピークレベルを算出すると共に上で述べた複数のターゲットレベルの算出及びビタビデコーダ9への設定、さらに本発明の原理で述べた演算、ストラテジの調整及び設定などを実施する演算部117とを有する。また、演算部117は、例えば以下で説明する機能を実施するためのプログラムと、プロセッサの組み合わせで実現されることもある。その際、プロセッサ内のメモリにプログラムが格納されることもある。

10

【0082】

次に、図25乃至図31を用いて、光記録再生システムの処理内容について説明する。まず最初に、データ記録に先立って行われる、光ディスク15の最内周に設けられている試し書き領域を用いた記録条件最適化処理について説明する。

【0083】

例えば制御部11の演算部117は、予め定められた記録条件を記録波形生成部13に設定する(図25:ステップS1)。そして、記録波形生成部13は、予め定められた記録パターンを、設定された記録条件に従って、光ディスク15の試し書き領域に対してPU1を介して書き込む(ステップS3)。そして、PError\_ptn(p)算出処理を実施する(ステップS5)。このPError\_ptn(p)算出処理については、図26を用いて説明する。

20

【0084】

まず、PU1、プレイコライザ3及び等化器7によって波形等化後の再生信号を生成し(図26:S501)、ビタビデコーダ9によって書き込み符号をデコードすると共に、符号識別部111によって等化器7の出力とビタビデコーダ9の出力とを対応付ける。検出指示部113は、例えば全検出パターン(検出された符号[T]列。)について、検出部115に対して再生RF信号の振幅レベルを検出するように指示する。検出パターンについては、ターゲットレベルの適応的な変更と、PError\_ptn(p)の算出との両方で用いるので、上で述べた有効パターンのみでターゲットレベルの適応的な変更を行うことができるようであれば、有効パターンのみ検出するようにしてもよい。

30

【0085】

検出部115は、検出指示部113に従って再生RF信号の振幅レベルを検出し、検出結果を演算部117に出力する。そして、演算部117は、検出部115の検出結果から所定の演算を実施してターゲットレベルの適応的な変更を実施し(ステップS503)、ビタビデコーダ9に設定する。このターゲットレベルの適応的な変更のための処理については、例えば付録に記載された方法を採用する。しかしながら、これに限定されるものではなく、他の方法を用いてターゲットレベルの適応的な変更を実施するようにしても良い。そして、演算部117は、各検出パターンpについてPError\_ptn(p)を算出し、メモリなどの記憶装置に格納する(ステップS505)。上でも述べたように、検出パターンpは何度も検出されるので、PError\_ptn(p)については平均値を算出する。また、演算部117は、後に用いる特定の検出パターンp<sub>0</sub>についての振幅レベルを格納しておく。ピークの値のみを格納するようにしても良い。

40

図25の説明に戻って、演算部117は、ステップS5で算出された各検出パターンpについてPError\_ptn(p)と、予めメモリに格納されている各検出パターンpの出現確率とを用いてPError\_ttlを算出し、ステップS1で設定された記録条件に対応してメモリなどの記憶装置に格納する(ステップS7)。このデータは、データ記録中における記録条件の調整においても用いられる。

【0086】

50

そして、演算部 117 は、予め定められた全ての記録条件を設定したか判断し（ステップ S 9）、未設定の記録条件が存在していればステップ S 1 に戻る。一方、予め定められた全ての記録条件について設定が終わった場合には、各記録条件に対する  $P R e r r o r\_t t l$  に基づき、 $P R e r r o r\_t t l$  が最小となる記録条件を最適記録条件として特定する（ステップ S 11）。例えば図 4 に示したように  $P R e r r o r\_t t l$  が最小となる記録パワーなどが特定できるので、当該記録パワーなどを採用する。

【0087】

そして、演算部 117 は、当該最適記録条件を記録波形生成部 13 に設定する（ステップ S 13）。また、最適記録条件における特定の記録パターン  $p_c$  についての振幅レベルをレファレンス信号としてメモリなどの記憶装置に格納しておく（ステップ S 15）。このデータはデータ記録中における記録条件の調整において用いられる。

10

【0088】

このような処理を実施すれば、 $P R e r r o r\_t t l$  に基づき、試し書き領域を用いた記録条件最適化処理を行って、最適な記録条件を設定することができるようになる。

【0089】

次に、試し書き領域における記録条件最適化処理の第 2 の例として、個別の  $P R e r r o r\_p t n(p)$  を用いる場合を示す。

【0090】

例えば制御部 11 の演算部 117 は、予め定められた記録パラメータを記録波形生成部 13 に設定する（図 27：ステップ S 21）。そして、記録波形生成部 13 は、予め定められた記録パターンを、設定された記録パラメータに従って、光ディスク 15 の試し書き領域に対して  $P U 1$  を介して書き込む（ステップ S 23）。そして、 $P R e r r o r\_p t n(p)$  算出処理を実施する（ステップ S 25）。この処理は図 26 で説明した処理と同じである。なお、算出された  $P R e r r o r\_p t n(p)$  は、ステップ S 21 で設定された記録パラメータに対応してメモリ 17 に格納される。このデータはデータ記録中における記録パラメータの調整において用いられる。上でも述べたように、検出パターン  $p$  は何度も検出されるので、 $P R e r r o r\_p t n(p)$  については平均値を算出する。また、演算部 117 は、この検出パターン  $p$  についての振幅レベルを格納しておく。ピークの値のみを格納するようにしても良い。

20

【0091】

そして、演算部 117 は、記録パラメータの予め定められた全ての値を設定したか判断し（ステップ S 27）、未設定の記録条件が存在していればステップ S 21 に戻る。一方、記録パラメータの予め定められた全ての値について設定が終わった場合には、演算部 117 は、記録パラメータの各値に対する各  $P R e r r o r\_p t n(p)$  に基づき、 $P R e r r o r\_p t n(p)$  が最小となる記録パラメータの値を最適値として特定する（ステップ S 29）。上で述べたように、検出パターン  $p$  毎に、調整することが適切な記録パラメータがあるので、ステップ S 29 では、当該調整することが適切な記録パラメータについて、最適値を特定する。例えば図 23 に示したように、スペース 2 T の次にマーク 2 T という検出パターン  $p$  について  $P R e r r o r\_p t n(p)$  が最小となる  $d T t o p 2 T$  の値（-1）が特定できるので、当該  $d T t o p 2 T$  の値を採用する。

30

40

【0092】

そして、演算部 117 は、特定された最適値を記録波形生成部 13 に設定する（ステップ S 31）。また、最適値における上記検出パターン  $p$  についての振幅レベルをレファレンス信号としてメモリなどの記憶装置に格納しておく（ステップ S 33）。このデータはデータ記録中における記録パラメータの調整において用いられる。

【0093】

このような処理を実施すれば、 $P R e r r o r\_p t n(p)$  に基づき、試し書き領域を用いた記録パラメータ最適化処理を行って、少なくとも一部の記録パラメータについて最適化することができるようになる。

【0094】

50



次に、データ記録を開始した後に記録条件を調整する際の処理について第1の例を図28及び図29を用いて説明する。

【0095】

記録波形生成部13は、書き込むべきデータを、設定された記録条件に従って、PU1を介して書き込む(ステップS41)。ここでは、所定量のデータ又は所定時間書き込みを行うものとする。そして、P R e r r o r \_ p t n ( p ) 算出処理を実施する(ステップS45)。ここでは、図26に示したような処理を実施する。各検出パターンpについてのP R e r r o r \_ p t n ( p ) は、メモリ17に格納される。上でも述べたように、検出パターンpは何度も検出されるので、P R e r r o r \_ p t n ( p ) については平均値を算出する。また、演算部117は、後に用いる特定の検出パターンp<sub>0</sub>についての振幅レベルを格納しておく。ピークの値のみを格納するようにしても良い。

10

【0096】

その後、演算部117は、ステップS45で算出された各検出パターンpについてP R e r r o r \_ p t n ( p ) と、予めメモリに格納されている各検出パターンpの出現確率とを用いてP R e r r o r \_ t t l を算出し、メモリ17に格納する(ステップS47)。

【0097】

そして、演算部117は、P R e r r o r \_ t t l が予め定められた閾値を超えたか判断する(ステップS49)。P R e r r o r \_ t t l が予め定められた閾値未満である場合には、記録条件の調整は今回は不要であるからステップS55に移行する。一方、P R e r r o r \_ t t l が予め定められた閾値を超えた場合には、演算部117は、P R e r r o r \_ t t l ベースの記録条件補正量決定処理を実施する(ステップS51)。

20

【0098】

記録条件補正量決定処理については、図29を用いて説明する。まず、演算部117は、特定の検出パターンp<sub>0</sub>についての振幅レベルと、例えばステップS15で特定されたレファレンス信号との差を算出する(ステップS61)。上で述べたようにピーク値の差を算出するようにしても良いし、ピーク以外の部分の差を加算するようにしても良い。なお、ステップS49でP R e r r o r \_ t t l が予め定められた閾値を超えると判断されている場合であるから、振幅レベルとレファレンス信号との差が0になることはないものとする。

30

【0099】

そして、演算部117は、差が正であるか判断する(ステップS63)。差が正であれば、差が正であってステップS47で算出されたP R e r r o r \_ t t l の値に対応する記録条件をP R e r r o r \_ t t l と記録条件の関係(ステップS7の結果)から特定する(ステップS65)。図4に示したような場合、P R e r r o r \_ t t l の値は、記録パワーが3.3mWの場合に最小となり、記録パワーが減少しても増加しても増加する。そのため、ステップS47で算出されたP R e r r o r \_ t t l の値が例えば0.015である場合、対応する記録パワーは約3.1mW又は約3.7mWのいずれかとなる。いずれであるかによって補正の方向及び補正量が異なる。3.1mWであれば0.2mW増加させるようにする。3.7mWであれば、0.4mW減少させるようにする。いずれであるかは、データ記録を行うメディアの特性、記録条件、検出パターンのうち少なくとも1つの条件によって決定される。例えば、記録パワーの増加に応じて振幅レベルが増加するようなメディアであるのか、記録パワーの増加に応じて振幅レベルが減少するようなメディアであるのかを、メディアに予め記録されているタイプ識別コードに基づき判断する。そして、例えば、記録パワーの増加に応じて振幅レベルが増加し且つ上記差が正である場合には、記録パワーが高すぎる、すなわち約3.7mWと同様の状態であると判断できる。従って、記録パワーを0.4mW減少させるようにする。一方、記録パワーの増加に応じて振幅レベルが減少し且つ上記差が正である場合には、記録パワーが低すぎる、すなわち約3.1mWと同様の状態であると判断できる。従って、記録パワーを0.2mW増加させる。なお、タイプ識別コードではなく、テスト記録の際に実際に判別して当該判別

40

50

結果に基づき判断するようにしても良い。このような関係を予め特定しておき、ステップ S 6 5 では、いずれの記録条件に該当するかを特定する。

【0100】

そして、演算部 117 は、特定された記録条件と最適記録条件との差を補正量として算出する（ステップ S 6 9）。そして元の処理に戻る。

【0101】

一方、差が負であれば、差が負であってステップ S 4 7 で算出された  $P_{Error\_ttl}$  の値に対応する記録条件を  $P_{Error\_ttl}$  と記録条件の関係から特定する（ステップ S 6 7）。例えば、メディアのタイプ識別コードから記録パワーの増加に応じて振幅レベルが増加すると判断され且つ上記差が負である場合には、記録パワーが低すぎる、すなわち約 3.1 mW と同様の状態であると判断できる。従って、記録パワーを 0.2 mW 増加させるようにする。一方、メディアのタイプ識別コードから記録パワーの増加に応じて振幅レベルが減少すると判断され且つ上記差が負である場合には、記録パワーが高すぎる、すなわち約 3.7 mW と同様の状態であると判断できる。従って、記録パワーを 0.4 mW 減少させる。このような関係を予め特定しておき、ステップ S 6 7 ではいずれの記録条件に該当するかを特定する。そして、ステップ S 6 9 に移行する。

10

【0102】

図 2 8 の説明に戻って、演算部 117 は、ステップ S 5 1 で決定された記録条件補正量を、記録波形生成部 13 に設定する（ステップ S 5 3）。そしてデータ記録が終了であるか判断し（ステップ S 5 5）、データ記録が終了でない場合にはステップ S 4 1 に戻る。一方、データ記録が終了である場合には処理を終了する。

20

【0103】

以上のような処理を実施することによって、データ記録中であっても記録条件の調整を行うことができるようになる。

【0104】

次に、 $P_{Error\_ptn}(p)$  をベースに記録パラメータを補正する場合の処理について図 3 0 及び図 3 1 を用いて説明する。

【0105】

記録波形生成部 13 は、書き込むべきデータを、設定された記録条件に従って、PU1 を介して書き込む（図 3 0：ステップ S 7 1）。ここでは、所定量のデータ又は所定時間書き込みを行うものとする。そして、 $P_{Error\_ptn}(p)$  算出処理を実施する（ステップ S 7 3）。本処理については図 2 6 の処理を実施する。なお、各検出パターン p について  $P_{Error\_ptn}(p)$  を算出し、メモリ 17 に格納する。上でも述べたように、検出パターン p は何度も検出されるので、 $P_{Error\_ptn}(p)$  については平均値を算出する。また、演算部 117 は、後に用いる特定の検出パターン  $p_0$  についての振幅レベルを格納しておく。ピークの値のみを格納するようにしても良い。

30

【0106】

その後、演算部 117 は、ステップ S 7 3 で算出された各検出パターン p について  $P_{Error\_ptn}(p)$  と、予めメモリに格納されている各検出パターン p の出現確率とを用いて  $P_{Error\_ttl}$  を算出し、メモリなどの記憶装置に格納する（ステップ S 7 5）。

40

【0107】

そして、演算部 117 は、 $P_{Error\_ttl}$  が予め定められた閾値を超えたか判断する（ステップ S 7 7）。 $P_{Error\_ttl}$  が予め定められた閾値未満である場合には、記録条件の調整は今回は不要であるからステップ S 8 7 に移行する。一方、 $P_{Error\_ttl}$  が予め定められた閾値を超えた場合には、演算部 117 は、所定の閾値を超える  $P_{Error\_ptn}(p)$  を特定する（ステップ S 7 9）。所定の閾値を超えたものではなく、上位所定数であってもよい。そして、特定された  $P_{Error\_ptn}(p)$  に係る検出パターン p に対応する記録パラメータを特定する（ステップ S 8 1）。例えば、スペース 2 T の次にマーク 2 T が設けられたパターンの場合には d T t o

50

p 2 Tといったように、パターンのIDに予め対応付けて例えばメモリなどに格納しておき、当該対応関係を用いる。

【0108】

そして、演算部117は、PRerror\_ptn(p)ベースの記録パラメータ補正量決定処理を実施する(ステップS83)。

【0109】

記録パラメータ補正量決定処理については、図31を用いて説明する。まず、演算部117は、特定の検出パターンp<sub>0</sub>についての振幅レベルと、例えばステップS33で特定されたレファレンス信号との差を算出する(ステップS91)。上で述べたようにピーク値の差を算出するようにしても良いし、ピーク以外の部分の差を加算するようにしても良い。なお、ステップS77でPRerror\_ttlが予め定められた閾値を超えると判断されている場合であるから、振幅レベルとレファレンス信号との差が0になることはないものとする。

【0110】

そして、演算部117は、差が正であるか判断する(ステップS93)。差が正であれば、差が正であってステップS79で特定されたPRerror\_ptn(p)の値に対応する記録パラメータの値をPRerror\_ptn(p)と記録パラメータの関係(ステップS25の結果)から特定する(ステップS95)。図23に示したような場合、PRerror\_ptn(p)の値は、dTtop2Tが約0の場合に最小となり、dTtop2Tが減少しても増加しても増加する。そのため、ステップS73で算出されたPRerror\_ptn(p)の値が例えば0.005である場合、対応するdTtop2Tは約-1又は約0.95のいずれかとなる。いずれであるかによって補正の方向及び補正量が異なる。-1であれば1増加させるようにする。0.95であれば、0.95減少させるようにする。いずれであるかは、データ記録を行うメディアの特性、記録条件、検出パターンのうち少なくとも1つの条件によって決定される。メディアの特性については、以下のように判別することが好ましい。例えばステップS25で記録パラメータの各値について検出パターンpについての振幅レベルを格納しておくが、何回かステップS25を実行することによって、記録パラメータが増加すると振幅レベルが増加するのか減少するのかを判別して保持しておき、当該判別結果を用いる。例えば、判別結果からdTtop2Tの増加に応じて振幅レベルが増加すると判断され且つ上記差が正である場合には、dTtop2Tが高すぎる、すなわち0.95と同様の状態であると判断できる。従って、dTtop2Tを0.95減少させるようにする。一方、判別結果からdTtop2Tの増加に応じて振幅レベルが減少すると判断され且つ上記差が正である場合には、dTtop2Tが低すぎる、すなわち約-1と同様の状態であると判断できる。従って、dTtop2Tを1増加させる。このような関係を予め特定しておき、ステップS95では、いずれの記録条件に該当するかを特定する。

【0111】

そして、演算部117は、特定された記録パラメータの値と記録パラメータの最適値との差を補正量として算出する(ステップS99)。そして元の処理に戻る。

【0112】

一方、差が負であれば、差が負であってPRerror\_ptn(p)の値に対応する記録パラメータの値をPRerror\_ptn(p)と記録パラメータの関係から特定する(ステップS97)。例えば、事前の判別結果からdTtop2Tの増加に応じて振幅レベルが増加すると判断され且つ上記差が負である場合には、dTtop2Tが低すぎる、すなわち約-1と同様の状態であると判断できる。従って、dTtop2Tを0.9増加させるようにする。一方、事前の判別結果からdTtop2Tの増加に応じて振幅レベルが減少と判断され且つ上記差が負である場合には、dTtop2Tが高すぎる、すなわち約0.7と同様の状態であると判断できる。従って、dTtop2Tを0.8減少させる。このような関係を予め特定しておき、ステップS97ではいずれの記録条件に該当するかを特定する。そして、ステップS99に移行する。

## 【 0 1 1 3 】

図 3 0 の説明に戻って、演算部 1 1 7 は、ステップ S 8 3 で決定された記録パラメータの補正量を、記録波形生成部 1 3 に設定する（ステップ S 8 5）。そしてデータ記録が終了であるか判断し（ステップ S 8 7）、データ記録が終了でない場合にはステップ S 7 1 に戻る。一方、データ記録が終了である場合には処理を終了する。

## 【 0 1 1 4 】

以上のような処理を実施することによって、データ記録中であっても記録パラメータの調整を行うことができるようになる。

## 【 0 1 1 5 】

なお、図 2 9 又は図 3 1 の処理フローにおけるレファレンス信号の値、図 4 や図 2 3 のような P R e r r o r \_ t t l と記録条件の関係や P R e r r o r \_ p t n ( p ) と記録パラメータの関係については、図 2 5 又は図 2 7 の処理フローにおいて取得するような例を示したが、予めメモリに格納しておくようにしても良い。光記録再生システムがネットワークに接続されている場合には、他のコンピュータからデータを取得するようにしても良い。さらに、図 2 5 又は図 2 7 の処理フローにおいて予めメモリなどに記憶されているデータを修正又は更新するようにしても良い。

10

## 【 0 1 1 6 】

また、図 2 9 又は図 3 1 では、一旦データ記録を中断する場合を示しているが、データ記録と並行して記録条件や記録パラメータを調整するようにしても良い。

## 【 0 1 1 7 】

20

さらに、図 2 5 や図 2 7 では、1 つの記録条件などでデータ記録を行った後に再生を行い、さらに他の記録条件などでデータ記録を行った後に再生を行う例を示したが、一度全ての記録条件においてデータ記録を行ってから、再生を行うようにしても良い。

## 【 0 1 1 8 】

その他処理フローについては必要に応じて変更することができる。

## 【 0 1 1 9 】

以上本発明の実施の形態を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図 2 4 に示した光記録再生システムの機能ブロック図は一例であって、上で述べた機能を実現できれば図 2 4 の機能ブロック構成に限定されるわけではない。

## 【 0 1 2 0 】

30

また、上では d T t o p 2 T を調整する例を示したが、逆に後方のスペースに対する調整が必要な場合は、記録パルスの立ち下がりパラメータである T l p を調整するといったように、検出パターンに応じて予め適切な記録パラメータが特定され、調整される。

## 【 0 1 2 1 】

上で述べた実施の形態では、演算部 1 1 7 に内蔵されるメモリ又は演算部 1 1 7 の外部のメモリにデータ記録中における記録条件などの調整処理に用いられる閾値などの基準データを格納している例を示したが、必ずしもメモリに保持しておく必要はない。例えば、光ディスク 1 5 に保持させておいても良い。光ディスク 1 5 に保持させる場合には、図 3 2 に示すような L e a d - i n 領域の中に保持しておく。L e a d - i n 領域は、システム L e a d - i n 領域と、コネクション領域と、データ L e a d - i n 領域とに大きく分かれており、システム L e a d - i n 領域は、イニシャル・ゾーン、バッファ・ゾーン、コントロールデータ・ゾーン、バッファ・ゾーンを含む。また、コネクション領域は、コネクション・ゾーンを含む。さらに、データ L e a d - i n 領域は、ガードトラック・ゾーン、ディスクテスト・ゾーン、ドライブテスト・ゾーン、ガードトラック・ゾーン、R M D デュプリケーション・ゾーン、レコーディングマネジメント・ゾーン、R - フィジカルフォーマットインフォメーション・ゾーン、リファレンスコード・ゾーンを含む。本実施の形態では、システム L e a d - i n 領域のコントロールデータ・ゾーンに、レコーディングコンディションデータ・ゾーン 1 7 0 を含むようにする。

40

## 【 0 1 2 2 】

このレコーディングコンディションデータ・ゾーン 1 7 0 に、メモリに保持させるとし

50

た基準データを保持させ、必要な時に読み出すようにする。この記録すべき値については、光ディスク 15 の平均的な値を一律に登録するようにしても良いし、その光ディスク 15 について出荷前のテストに応じた値に登録するようにしても良い。

#### 【0123】

このように記録が行われる光ディスク 15 に応じた値を光ディスク 15 が保持することによって、ドライブ側の処理負荷を下げるができる場合もある。なお、必要に応じて光ディスク 15 に保持している値を修正して用いる場合もある。

#### 【0124】

#### [付録]

図 3 3 及び図 3 4 を用いて、ターゲットレベルの動的な設定方法について具体的に述べる。

#### 【0125】

まず、再生に係る光ディスクに対してレーザ光を照射して当該光ディスクからの反射光を受信して、当該反射光を電気信号に変換した後、デジタル信号に変換して再生信号を生成する（図 3 3：ステップ S 101）。また、生成した再生信号に対して波形等化処理を実施する（ステップ S 103）。そして、波形等化後の再生信号について符号識別を実施して、所定符号のピークレベルを検出する（ステップ S 105）。

#### 【0126】

具体的には、Blu-ray 規格の場合には、最短符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値と、最短符号の次に短い符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値と、最短符号の次の次に短い符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値又は最短符号の 2 倍より長い符号長を有する符号の中で出現確率が高い上位 2 つの符号のうち少なくとも一方の符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値と、5 T 以上の符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値とを、ピークレベルとして検出する。

#### 【0127】

また、HD-DVD 規格の場合には、最短符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値と、最短符号の次に短い符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値と、最短符号の次の次に短い符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値と、最短符号の 2 倍より長い符号長を有する符号の中で出現確率が高い上位 2 つの符号のうち少なくとも一方の符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値と、5 T 以上の符号のマーク及びスペースのピーク値の平均値とを、ピークレベルとして検出する。

#### 【0128】

そして、検出ピークレベルの相対的な位置関係に基づきターゲットレベルを決定し、ピタビ復号処理を実施する処理部に設定する（ステップ S 107）。以下、本ステップの内容を具体的に説明する。

#### 【0129】

(1) 中心レベル [PR(1, 2, 2, 1) 特性の場合のターゲットレベル "3"]

[PR(1, 2, 2, 2, 1) 特性の場合のターゲットレベル "4"]

最短符号のマークのピークレベルと最短符号のスペースのピークレベルとの中間レベルを、5 T 以上の符号のマーク及びスペースのピークレベルで規格化した値を、ピタビ復号に用いる複数のターゲットレベルにおける中心レベル（具体的には上で述べたレベル）として設定する。

#### 【0130】

(2) 中心レベルに最も近い上のレベルと下のレベル

[PR(1, 2, 2, 1) 特性の場合のターゲットレベル "2" 及び "4"]

[PR(1, 2, 2, 2, 1) 特性の場合のターゲットレベル "3" 及び "5"]

5 T 以上の符号のマーク及びスペースのピークレベルに対する、最短符号のマークのピークレベルの相対的位置関係と、最短符号のスペースのピークレベルの相対的位置関係とから、ピタビ復号に用いるターゲットレベルにおける中心レベルに最も近い上のレベルの値と下のレベルの値とを算出する。

## 【 0 1 3 1 】

なお、マーク及びスペースの関係は、記録方式 (High to Low / Low to High) によって極性が変わる。High to Lowの場合、最短符号マークのピークレベルを用いて下側のレベルを決定し、最短符号のスペースのピークレベルを用いて上側のレベルを決定する。Low to Highの場合には、この逆になる。以下においても、記録方式によるマーク及びスペースの関係は、同様である。

## 【 0 1 3 2 】

( 3 ) 中心レベルに 2 番目に近い上のレベル及び下のレベル

[ P R ( 1 , 2 , 2 , 1 ) 特性の場合のターゲットレベル " 1 " 及び " 5 " ]

[ P R ( 1 , 2 , 2 , 2 , 1 ) 特性の場合のターゲットレベル " 2 " 及び " 6 " ]

10

5 T 以上の符号のマーク及びスペースのピークレベルに対する、最短符号の次に短い符号のマークのピークレベルの相対的位置関係と、最短符号の次に短い符号のスペースのピークレベルの相対的位置関係とから、ビタビ復号に用いるターゲットレベルにおける中心レベルに 2 番目に近い上のレベル及び下のレベルを決定する。記録方式によって、マークとスペースのうちいずれが中心レベルに 2 番目に近い上のレベルか、下のレベルかについては上で述べた例と同じように決定される。

## 【 0 1 3 3 】

( 4 ) 中心レベルに 3 番目に近い上のレベル及び下のレベル

[ P R ( 1 , 2 , 2 , 1 ) 特性の場合のターゲットレベル " 0 " 及び " 6 " ]

[ P R ( 1 , 2 , 2 , 2 , 1 ) 特性の場合のターゲットレベル " 1 " 及び " 7 " ]

20

5 T 以上の符号のマーク及びスペースのピークレベルに対する、最短符号の次の次に短い符号のマークのピークレベルの相対的位置関係と、最短符号の次の次に短いスペースのピークレベルの相対的位置関係とから、ビタビ復号に用いるターゲットレベルにおける中心レベルに 3 番目に近い上のレベル及び下のレベルを決定する。記録方式によって、マークとスペースのうちいずれが中心レベルに 3 番目に近い上のレベルか、下のレベルかについては、上で述べた例と同じように決定される。

## 【 0 1 3 4 】

( 5 ) 最大レベル及び最小レベル

[ P R ( 1 , 2 , 2 , 1 ) 特性の場合のターゲットレベル " 0 " 及び " 6 " ]

[ P R ( 1 , 2 , 2 , 2 , 1 ) 特性の場合のターゲットレベル " 0 " 及び " 8 " ]

30

最短符号の 2 倍より長い符号長を有する符号の中で、出現確率が高い上位 2 つの符号のうち少なくとも一方の符号のマーク及びスペースの各ピークレベルを、ビタビ復号に用いるターゲットレベルにおける最大レベル及び最小レベルとして決定する。記録方式によって、マークとスペースのうちいずれが最大レベルか、最小レベルかについては、上で述べた例と同じように決定される。

## 【 0 1 3 5 】

なお、ピークレベルをそのままターゲットレベルに用いるのではなく、例えば適切な係数を乗じた値をターゲットレベルの値に用いるようにしても良い。また、P R ( 1 , 2 , 2 , 1 ) の場合、( 4 ) と ( 5 ) のいずれを採用しても良い。

## 【 0 1 3 6 】

40

以上のような処理を実施することによって、従来では均等間隔で並んでいたターゲットレベルが、ピークレベルの実状態に応じた非均等間隔に配列されるようになる。

## 【 0 1 3 7 】

ここで図 3 4 及び図 1 3 を用いて B l u - r a y 規格の場合の具体的なターゲットレベル設定例を示す。図 3 4 の例では、6 T 符号のスペース及びマークの振幅幅で規格化した場合における各符号のレベル値を示している。なお、記録方式は、Low to Highとなっている。すなわち、6 T スペースのピークレベルをターゲットレベル " 0 " と設定し、6 T マークのピークレベルをターゲットレベル " 6 " と設定する。このような前提の下、2 T マークのピークレベルと 2 T スペースのピークレベルとの中間レベルの規格化値を、中心レベルであるターゲットレベル " 3 " と設定する。さらに、2 T スペースのピークレベル

50

の規格化値をターゲットレベル " 2 " と設定し、2 T マークのピークレベルの規格化値をターゲットレベル " 4 " と設定する。さらに、3 T スペースのピークレベルの規格化値をターゲットレベル " 1 " と設定し、3 T マークのピークレベルの規格化値をターゲットレベル " 5 " と設定する。

【 0 1 3 8 】

このように各ターゲットレベルの値を算出すると、図 1 3 に示すようになる。図 1 3 に示すように、ターゲットレベル " 6 " と " 0 " については、固定的であるが、その他のターゲットレベルの値は、非等間隔に配列されることが分かる。

【 0 1 3 9 】

以上のように算出された値を、ピタビ復号を実施する処理部に設定することによって、以後の再生における符号識別ではエラーレートが下がることが期待される。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 0 】

【図 1】振幅レベルの時間遷移を示す図である。

【図 2】記録パターンと出現確率の関係を表す図である。

【図 3】有効パターンと  $PR_{error\_ttl}$  及びパターン有効率の関係を表す図である。

【図 4】記録パワーと  $DCJ$  及び  $PR_{error\_ttl}$  の関係を表す図である。

【図 5】記録パワーと  $SER$  及び  $PR_{error\_ttl}$  の関係を表す図である。

【図 6】記録パラメータ  $dT_{top2T}$  と  $SER$  及び  $PR_{error\_ttl}$  の関係を表す図である。

20

【図 7】記録パターンを変化させた場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を示す図である。

【図 8】記録パターンを変化させた場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を示す図である。

【図 9】記録パターンを変化させた場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を示す図である。

【図 10】記録パターンを変化させた場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を示す図である。

【図 11】 $PR(1, 2, 2, 1)$  の場合のターゲットレベルの説明を行うための図である。

30

【図 12】 $PR(1, 2, 2, 2, 1)$  の場合のターゲットレベルの説明を行うための図である。

【図 13】ターゲットレベルの変更について説明するための図である。

【図 14】ターゲットレベルの変更を行った場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を示す図である。

【図 15】ターゲットレベルの変更を行った場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を示す図である。

【図 16】ターゲットレベルの変更を行った場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を示す図である。

40

【図 17】ターゲットレベルの変更を行った場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を示す図である。

【図 18】通常の  $PRML$  と適応的な  $PRML$  との、 $PR_{error\_ttl}$  についての差を説明するための図である。

【図 19】記録パラメータを変化させた場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を表す図である。

【図 20】記録パラメータを変化させた場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を表す図である。

【図 21】記録パラメータを変化させた場合における  $PR_{error\_ptn}(p)$  の変化を表す図である。

50

【図 2 2】記録パラメータを変化させた場合における  $P R e r r o r\_p t n(p)$  の変化を表す図である。

【図 2 3】 $d T t o p 2 T$  と  $P R e r r o r\_p t n(p)$  の関係を表す図である。

【図 2 4】本発明の実施の形態に係る光記録再生システムの機能ブロック図である。

【図 2 5】データ記録前に記録条件を最適化するための処理フローを示す図である。

【図 2 6】 $P R e r r o r\_p t n(p)$  算出処理の処理フローを示す図である。

【図 2 7】データ記録前に記録パラメータを最適化するための処理フローを示す図である。

【図 2 8】データ記録中に記録条件を補正するための処理フローを示す図である。

【図 2 9】記録条件補正量決定処理の処理フローを示す図である。

10

【図 3 0】データ記録中に記録パラメータを補正するための処理フローを示す図である。

【図 3 1】記録パラメータ補正量決定処理の処理フローを示す図である。

【図 3 2】基準データを光ディスクに格納する際のデータ構造の一例を示す図である。

【図 3 3】ターゲットレベルの適応的設定処理の処理フローを示す図である。

【図 3 4】ターゲットレベルの計算を説明するための図である

【符号の説明】

【0 1 4 1】

1 光学ユニット ( P U )

3 プレイコライザ ( P r e - E Q )

5 A D C

7 等化器

9 ビタビデコーダ

1 1 制御部

1 3 記録波形生成部

1 5 光ディスク

1 7 メモリ

1 1 1 符号識別部

1 1 3 検出指示部

1 1 5 検出部

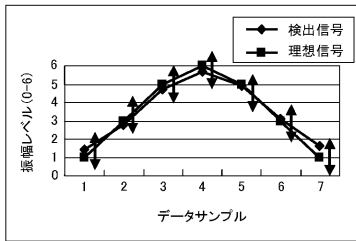
1 1 7 演算部

20

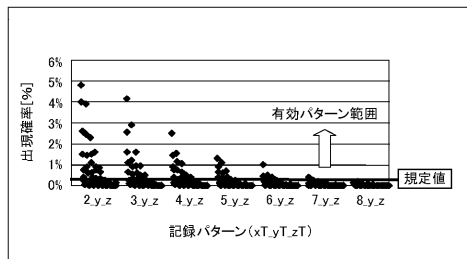
30



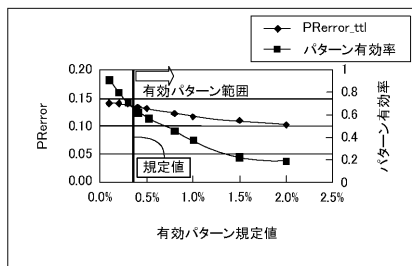
【図 1】



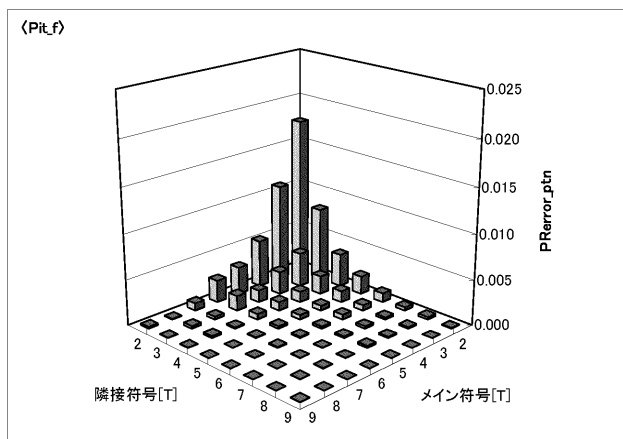
【図 2】



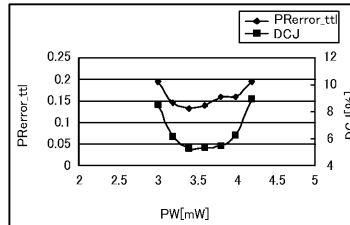
【図 3】



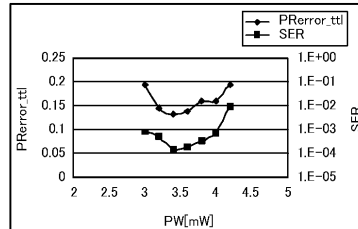
【図 7】



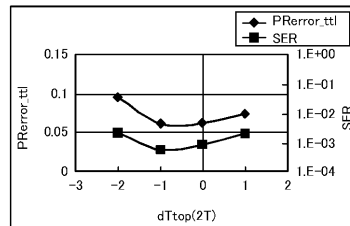
【図 4】



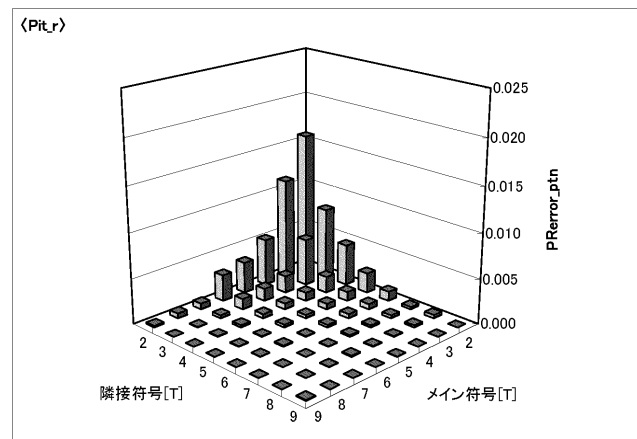
【図 5】



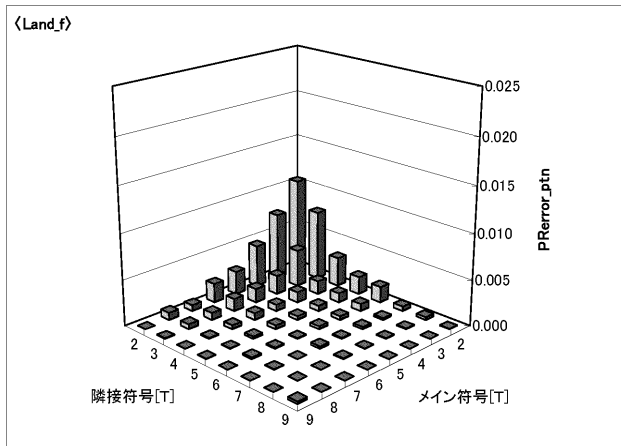
【図 6】



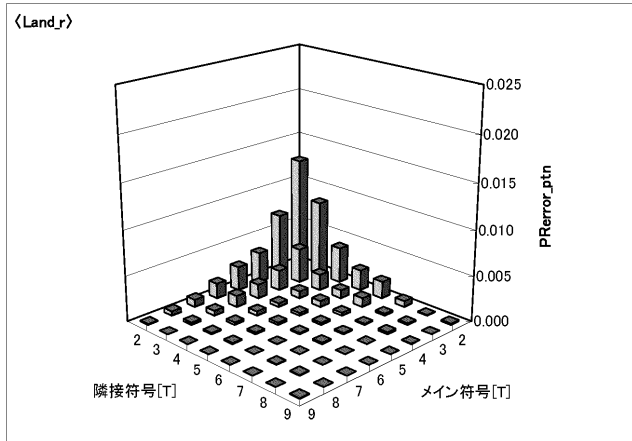
【図 8】



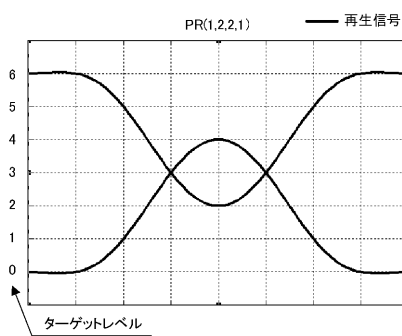
【図 9】



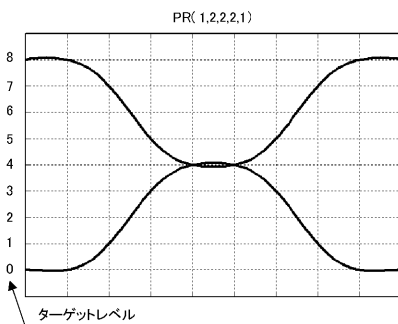
【図 10】



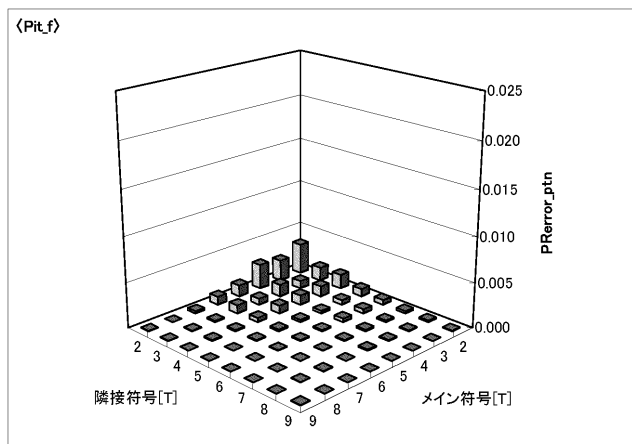
【図 11】



【図 12】



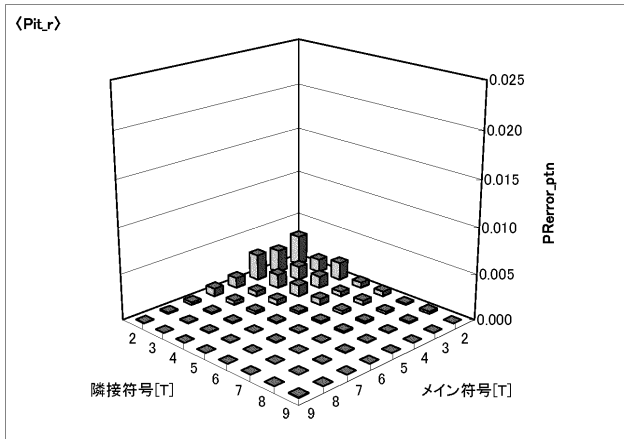
【図 14】



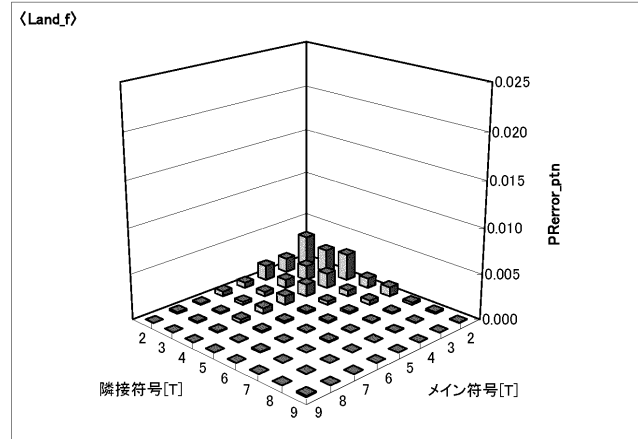
【図 13】

ターゲットレベル	設定値
6	6
5	4.591
4	3.301
3	2.950
2	2.599
1	1.399
0	0

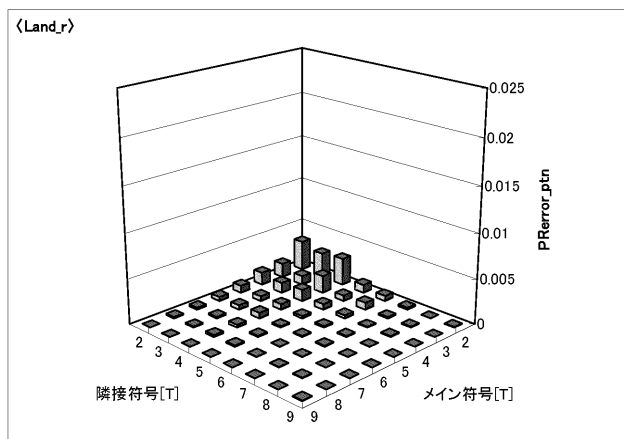
【図 15】



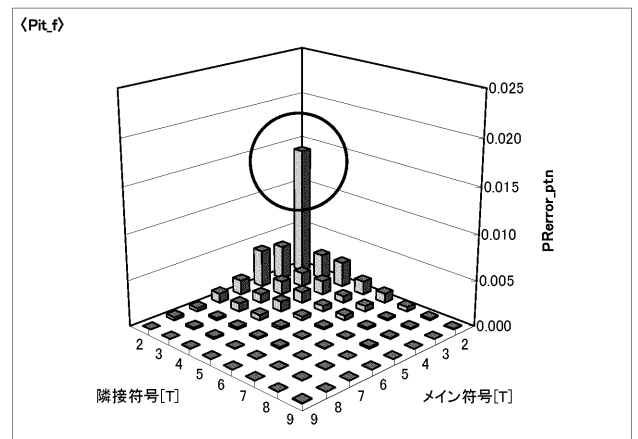
【図 16】



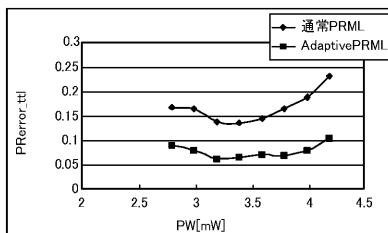
【図 17】



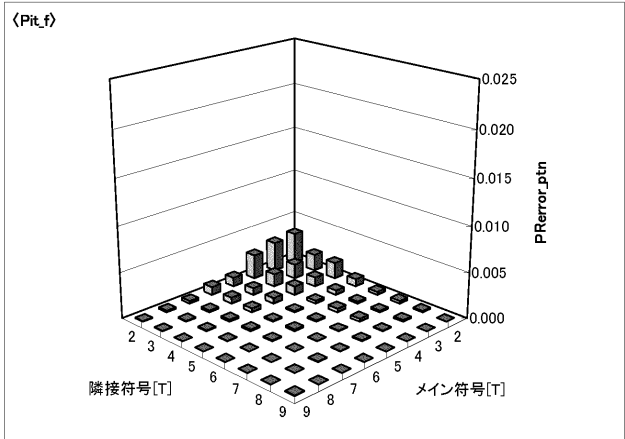
【図 19】



【図 18】



【 図 2 1 】



【 図 2 4 】

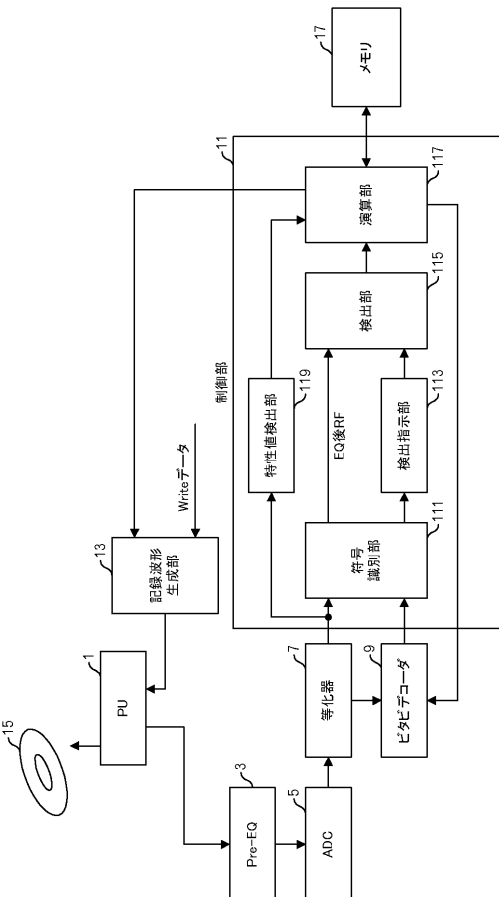
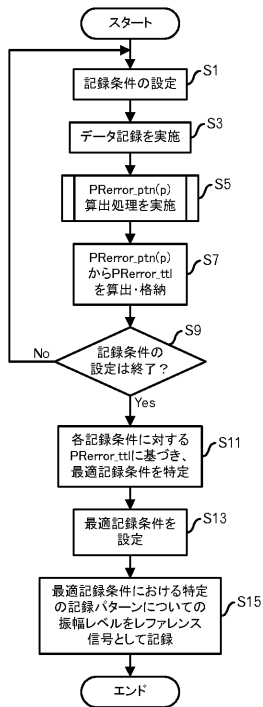


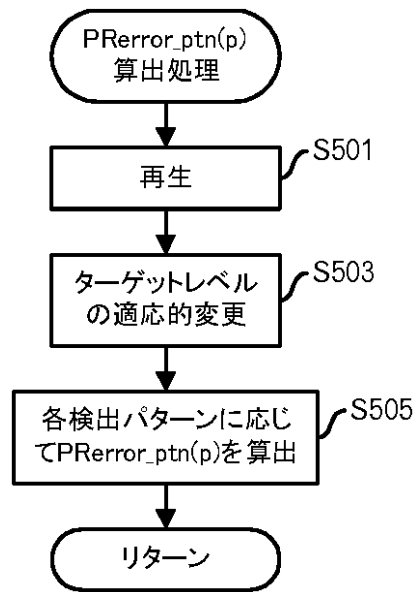
Figure 1 is a scatter plot showing the relationship between  $d_{Top} (2T)$  (x-axis) and  $P_{Error\_ptn}$  (y-axis). The x-axis ranges from -3 to 2, and the y-axis ranges from 0 to 0.02. Five data points are plotted, and a quadratic curve is fitted to them. The equation of the curve is  $y = 0.0032x^2 + 0.0007x + 0.0022$ , and the coefficient of determination is  $R^2 = 0.9517$ .

$d_{Top} (2T)$	$P_{Error\_ptn}$
-2	0.014
-1	0.004
0	0.003
1	0.005

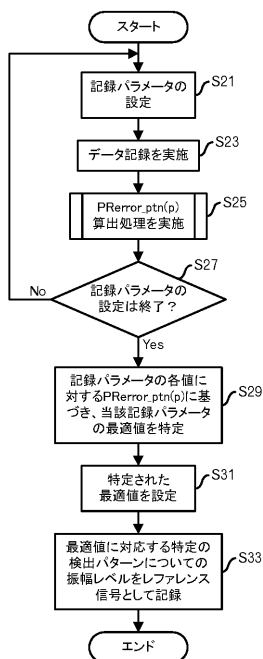
【図 25】



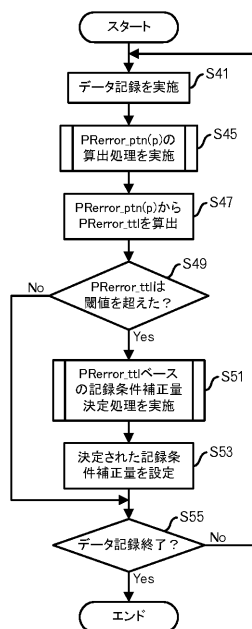
【図 26】



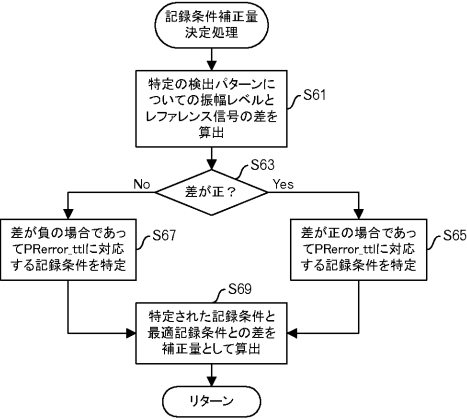
【図 27】



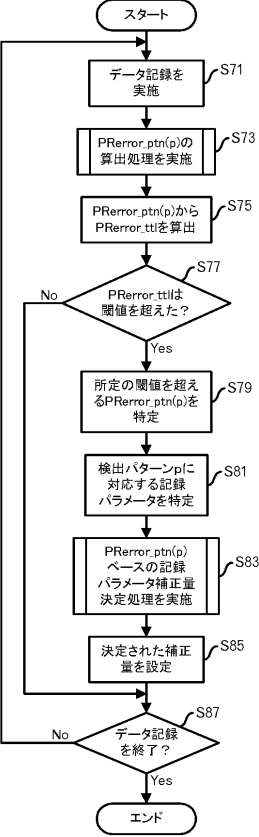
【図 28】



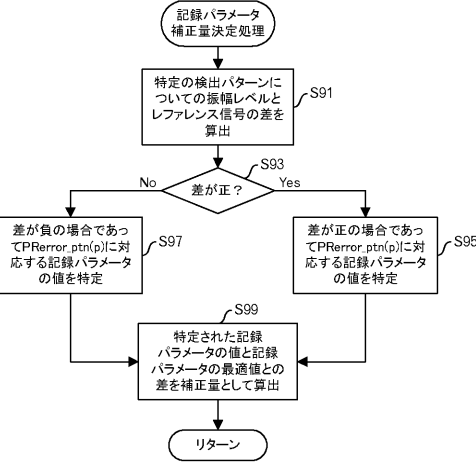
【図 29】



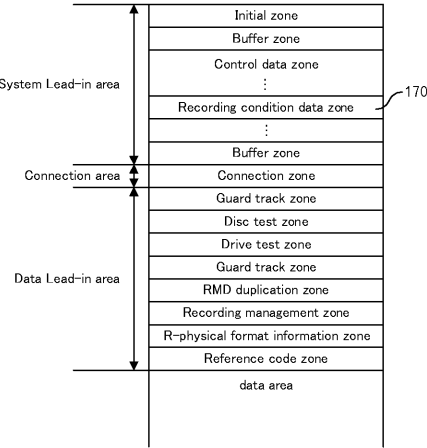
【図 30】



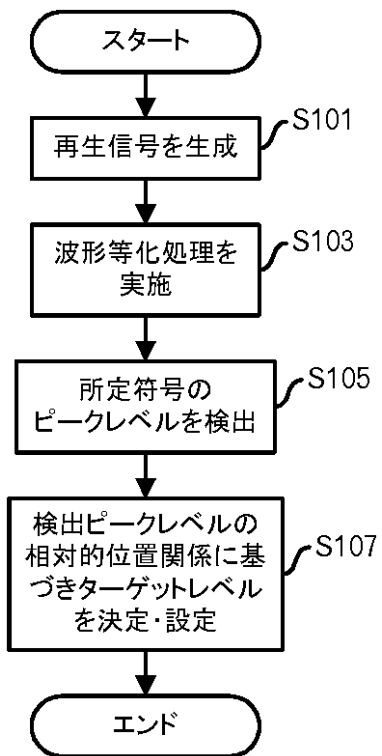
【図 31】



【図 32】



【図 3 3】



【図 3 4】

