

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4301215号  
(P4301215)

(45) 発行日 平成21年7月22日(2009.7.22)

(24) 登録日 平成21年5月1日(2009.5.1)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 7/0045 (2006.01)  
G 11 B 7/125 (2006.01)G 11 B 7/0045  
G 11 B 7/125B  
C

請求項の数 4 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2005-194493 (P2005-194493)  
 (22) 出願日 平成17年7月4日 (2005.7.4)  
 (62) 分割の表示 特願2005-33771 (P2005-33771)  
 の分割  
 原出願日 平成17年2月10日 (2005.2.10)  
 (65) 公開番号 特開2006-221781 (P2006-221781A)  
 (43) 公開日 平成18年8月24日 (2006.8.24)  
 審査請求日 平成19年5月24日 (2007.5.24)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 100100310  
 弁理士 井上 学  
 (72) 発明者 牛山 純子  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内  
 (72) 発明者 奉邑 浩行  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内  
 審査官 古河 雅輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 試し書き方法及び情報記録装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光学的情報記録媒体に情報を記録する記録条件を設定するための試し書き方法において

記録符号列中のマーク長を、検出窓幅の自然数  $n$  倍長のマークに対して、 $n$  を 2 以上の整数定数で除算した剰余にしたがって分類される記録パターンを生成し、

前記記録パターンのうち任意の記録パターン A を選択し、所定の方法により前記記録パターン A の記録パワー  $P_w(A)$  を設定し、前記記録パターン A を前記記録パワー  $P_w(A)$  で、かつ、その他の記録パターンの記録パワーを、 $P_w(A)$  を含めた一定の範囲で変化させ試し書きを行って、その他の記録パターンの記録パワーを設定する試し書き方法であって、

前記記録パターン A の前記記録パワー  $P_w(A)$  における変調度を算出し、前記その他の記録パターンの、前記記録パワー  $P_w(A)$  を適用したときの変調度を算出し、前記  $P_w(A)$  における変調度と、前記その他の記録パターンの変調度とを比較し、

前記比較結果に応じて、記録パワーの変化させる範囲を異ならせて試し書きを行うことを特徴とする試し書き方法。

## 【請求項 2】

前記一定の範囲は、 $a \times P_w(A) \leq P_w \leq b \times P_w(A)$  であり、 $0.8 \leq a \leq 1.0$  であり、 $1.0 \leq b \leq 1.2$  であることを特徴とする請求項 1 記載の試し書き方法。

**【請求項 3】**

前記所定の方法は、前記記録パターンAについて、記録パワーを変えて記録再生し、変調度と記録パワーの関係から変調度が0となる記録パワー $P_0(A)$ を求め、 $P_0(A)$ に定数 $p$ を乗じた値を、記録パターンの記録パワー $P_w(A)$ として設定する方法であることを特徴とする請求項1記載の試し書き方法。

**【請求項 4】**

前記その他の記録パターンの記録パワーを設定し、更に、前記その他の記録パターンのパルス幅も調整することを特徴とする請求項1記載の試し書き方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

10

**【0001】**

本発明は、記録媒体にエネルギーを注入して未記録部とは異なるマークを形成することによって情報を記録するための試し書き方法、及び情報記録装置に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

光ディスクに精度良く情報を記録するために試し書きが行われている。試し書きとは、より良い品質の記録マークを形成するため、そのときの環境温度やドライブに搭載されているレーザの特性等に応じて最適記録パラメータを求める動作を指す。DVD-RW、DVD+RW、BD-REなどの光ディスクは、記録膜にいわゆる共晶系と呼ばれる組成の材料を用いている。現在製品化されている記録装置では、通常、これらの光ディスクに試し書きを行う場合、まず光ディスクに予め書かれた記録条件を読み出し、その後レーザパワーの調整を行う。ここでいう記録条件とは、例えば、高レーザパワーである記録パワー・レベル( $P_w$ )と中間パワーである消去パワー・レベル( $P_e$ )、バイアスパワー・レベル( $P_b$ )で表されるレーザパワー設定値や、マルチパルス波形を構成している始端パルスと後続する複数個の中間パルス及び後端パルスの各パルス幅などである。

20

実際の試し書きでは、これらの記録条件を元に、光ディスクに予め書き込まれた $P_w$ と $P_e$ の比を固定し、レーザパワーをパラメータとして記録最適条件を求める手法を採用している。この方法をOptimum Power Control(OPC)という。BD1倍速あるいはDVD-RW2.4倍速など、比較的低速での記録では、このような $P_w/P_e$ 一定でのレーザパワーのみを変化させた試し書きをすることで良好な記録品質を得ることができた。

30

**【0003】**

これらの光ディスクにおける高速記録再生技術の研究開発が進んでいる。例えば、Optical Data Storage 2003、Proceedings of SPIE Vol.5069(2003)、p130(非特許文献1)には、BD6倍速に相当する記録速度216Mbpsでの記録技術が述べられている。記録速度の高速化に伴い、高速化に適した記録波形、いわゆる2T系ストラタジの研究も進められてきている。2T系ストラタジとは、隣り合った1対の偶数長マークと奇数長マークの記録パルス数と同じにした記録波形をいう。具体的には、図2に示すように、例えば最短マーク長が2Tマークの場合、2Tマークと3Tマークでは1つの矩形パルスを発生し、4Tマークと5Tマークでは始端パルスと後端パルスの2つのパルスを発生する。6Tマークと7Tマークは始端パルス、1個の中間パルス、後端パルスの計3個のパルスを発生する。

40

この2T系ストラタジの例として、特開平9-134525号公報(対応USP5,732,062、特許文献1)には、始端パルスと後続する複数個の中間パルス及び後端パルスからなるマルチパルス記録方式において、記録チャンネルクロック周期に対する偶数長と奇数長のいずれか一方のマーク長を記録する場合に、始端パルスと後端パルスのパルス幅を記録チャンネルクロック周期と略同一とすることが記載されている。

**【0004】**

また、特開平11-175976号公報(対応USP6,256,277、特許文献2)では、マルチパルス中の最短パルス幅を検出窓幅の1/2倍より長くなるように記録波形を組むと

50

いう手法が提案されている。これにより、記録媒体の冷却時間が十分確保できるようになり、あるいはレーザ駆動電流の周波数成分が低減されるので、高転送速度時でもマークを十分な精度で形成することができる事が述べられている。

#### 【0005】

更に、特開2003-30833号公報（特許文献3）では、特開平11-175976号公報と同様に中間パルス列の周期を記録チャンネルクロック周期よりも長くするだけでなく、先行するスペースや後続のスペースに依存して始端パルスと後端パルスのエッジ位置を変化させて記録する手法をとっている。本方法により、高密度・高転送レートで記録する場合に問題となるトラック方向の熱干渉によるエッジシフトを極力抑制することができるため、高精度の記録制御を実現することができることが記載されている。

10

#### 【0006】

また、特開2001-331936号（対応US2001/053115A1、特許文献4）には、偶数符号列と奇数符号列で基準クロックをずらし、また、偶数用と奇数用の記録パルス波形について、始端パルス及び後端パルスのデューティー比を奇数用と偶数用でそれぞれ変えて生成することが記載されている。

なお、高転送レート記録時における2T系ストラテジの記録マーク形状制御効果は、例えば、Optical Data Storage 2000、Proceedings of SPIE Vol.4090(2000)、p135（非特許文献2）に詳述されている。

#### 【0007】

【特許文献1】特開平9-134525号

20

#### 【0008】

【特許文献2】特開平11-175976号

【特許文献3】特開2003-30833号

【特許文献4】特開2001-331936号

【非特許文献1】Optical Data Storage 2003、Proceedings of SPIE Vol.5069(2003)、p130

【非特許文献2】Optical Data Storage 2000、Proceedings of SPIE Vol.4090(2000)、p135

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

30

#### 【0009】

上記従来技術の試し書き方式、いわゆるOPC方式では、Pw/Peを一定としたレーザパワーの最適化を行い、その中で最良の品質の記録条件を求めていた。しかしながら、本発明者らの検討の結果、新たに、BD4倍速、あるいはDVD±RW8倍速以上の記録速度を達成しようとすると、Pw/Pe固定のレーザパワーをパラメータにするOPC方式では、十分良好なマーク品質を得ることが困難となることがわかった。それは以下の理由による。BD1倍速やDVD±RW2.4倍速のような低速記録の場合、上記始端パルスを照射してから次のパルス（中間パルスあるいは後端パルス）を照射するまでの時間が十分あるために、次のパルス照射時には、記録膜は十分に冷却される。しかしながら、高速記録では、始端パルスを照射後次のパルスを照射するまでの時間が短くなるため、記録膜の冷却速度が相対的に不十分となり、始端パルスで形成した前エッジ部分が十分冷えないという問題が生じる。前エッジ部分が十分冷却していない状態で次のパルスを照射すると、前エッジ部分で結晶化が起こり、エッジゆらぎやエッジシフトが発生してしまう。これはマーク品質が低下することに等しく、高速化によって記録性能が劣化するという問題が発生した。

40

#### 【0010】

また、記録高速化に伴い、市販のドライブに搭載されているレーザ特性の個体ばらつきも無視できなくなる。例えばBD4倍速での記録チャンネルクロック周期Tは約3.8nsとなり、1ns以下でレーザ波形を制御する必要が生じる。しかしながら、現在のレーザの立ち上がり、立下り時間は1~2ns程度であるので、1nsの波形制御は物理限界

50

に近く、レーザの立ち上がり、立下りの個体差が記録マーク形状に大きく影響するようになる。さらに、スポット径のドライブ間ばらつき等で発光波形がドライブ間で異なる場合等、低速記録では媒体で装置の個体差を吸収できた問題が、高速記録では表面化してしまうという問題が生じた。

**【課題を解決するための手段】**

**【0011】**

そこで、本発明では、以下の構成とする。

(1) 記録符号列中のマーク長を、検出窓幅の自然数  $n$  倍長のマークに対して、 $n$  を 2 以上の整数定数で除算した剰余にしたがって分類される記録パターンを、それぞれ記録して再生を行い、変調度と記録パワーの関係から変調度が 0 となる記録パワー  $P_0$  を求め、 $P_0$  にある定数  $p$  を乗じた値を、各記録パターンの記録パワーとして設定する。10

これにより、剰余に従って分類される記録パターン毎に記録パワーを調整できるので、複数の記録パターンの記録パワーが全て同一に設定されたときよりも記録性能が向上し、記録マージンを広げることができる。

即ち、2T系ストラテジの場合は、以下のようになる。基準クロック周期の偶数倍に対応する長さの記録マークで構成された偶数長記録パターンと、奇数倍に対応する長さの記録マークで構成された奇数長記録パターンとを、各々記録パワーを変えて記録再生を行い、その再生結果を基に、偶数長の最適記録パワーと奇数長の最適記録パワーを設定する。言い換えると、一つの記録マークの時間的な長さを  $nT$  とし ( $T$  は基準クロック周期、 $n$  は 2 以上の自然数)、 $L$  個のパルスからなる記録用レーザビームを用いて試し書き用の記録波形を形成する場合、記録パターンは、(1)  $nT = 2LT$  なるマーク、すなわち前記基準クロック周期の偶数倍に対応する長さの記録マークで形成された偶数長記録パターンと、(2)  $nT = (2L + 1)T$  なるマーク、すなわち奇数倍に対応する長さの記録マークで形成された奇数長記録パターンとし、(1) 偶数長記録パターンと(2) 奇数長パターンとを各々記録する。そして、これら記録パターンの再生を行い、記録パワーと再生信号から求めた変調度の関係を、偶数長、奇数長記録パターン各々で求め、その結果得られた変調度が 0 となるパワー  $P_0$  (記録開始パワー) に、ある定数  $p$  を乗じた値をもとに各記録パターンにおける記録パワーを設定する。20

**【0012】**

続いて、3T系ストラテジの場合は、以下のようになる。 $nT = 3LT$  系の場合には、(1)  $nT = 3LT$  なるマークで形成された記録パターンと、(2)  $nT = (3L - 2)T$  なるマークで形成された記録パターンと、(3)  $nT = (3L - 1)T$  なるマークで形成された記録パターンとを用い、これらを各々記録し、記録パワーと再生信号から求めた変調度の関係を求め、各々の記録パターンで得られた  $P_0$  をもとに記録パワーを設定する。30

**【0013】**

また、4T系ストラテジの場合は、以下のようになる。 $nT = 4LT$  の場合は、(1)  $nT = 4LT$  のマークで形成された記録パターンと、(2)  $nT = (4L - 2)T$  なるマークで形成された記録パターンと、(3)  $nT = (4L - 1)T$  なるマークで形成された記録パターンと、(4)  $nT = (4L + 1)T$  なるマークで形成された記録パターンとを用い、これらを各々記録し、記録パワーと再生信号から求めた変調度の関係を求め、各々の記録パターンで得られた  $P_0$  をもとに記録パワーを設定する。40

**【0014】**

(2) また、前記各記録パターンにて設定した記録パワーにて確認パターンを用いて試し書きを行い、各記録パターンの記録パワーの再調整を行うとよい。これにより、記録パワーの微調整ができ、最適記録条件を得ることができる。

**【0015】**

(3) 変調度が 0 となる記録パワー  $P_0$  に乗じる定数  $p$  は、1.5 以上 3.0 以下が良い。1.5 より小さい場合は十分な振幅を得ることが難しく、3.0 より大きいとマーク幅が大きくなり隣接したマークを結晶化してしまう、いわゆるクロスイレイズが生じてしま50

まうからである。なお、 $p$ を2.0以上2.8以下とすると、更に好ましい。 $p$ が2.0以上にすることにより、記録パワーオフセットなどの記録条件による試し書き時のパワー変動が原因のジッター増大を低減することができるのでより好ましい。また $p$ を2.8以下とすることにより、オーバーパワーでの照射を防ぐことができるので、多数回書き換えによる性能低下を防ぐことができるので、より好ましい。

#### 【0016】

(4) 記録符号列中のマーク長を、検出窓幅の自然数 $n$ 倍長のマークに対して、 $n$ を2以上の整数定数で除算した剰余にしたがって分類される複数の記録パターンの中で、パターンAを選択し、記録パワーを変えて記録再生し、変調度と記録パワーの関係から変調度が0となる記録パワー $P_0(A)$ を求め、 $P_0(A)$ にある定数 $p$ を乗じた値を、記録パターンの記録パワー $P_w(A)$ として設定し、 $P_w(A)$ での変調度 $\text{mod}(A)$ と略同一の値となるよう、その他の記録パターンの記録パワーを設定する。10

これにより、剰余に従って分類される記録パターン毎に記録パワーが設定されることとなり、記録パターンが異なっても略同一の変調度を得ることができるので、複数の記録パターンの記録パワーが全て同一に設定されたときよりも記録性能が向上し、記録マージンを広げることができる。また、複数の記録パターンそれぞれについて、変調度が0となる記録パワー $P_0(A)$ を求める必要がないため、試し書きの時間を短くすることができる。

例えば、2T系ストラテジの場合の一例を示す。基準クロック周期の奇数倍に対応する長さの記録マークで構成された奇数長記録パターンを用い、記録パワーを変えて記録再生し、変調度と記録パワーの関係から変調度が0となる記録パワー $P_0(\text{odd})$ を求め、 $P_0(\text{odd})$ にある定数 $p$ を乗じた値を、記録パターンの記録パワー $P_w(\text{odd})$ として設定する。 $P_w(\text{odd})$ での変調度 $\text{mod}(\text{odd})$ と略同一の値となるような偶数長記録パターンの記録パワーを求め、偶数長記録パターンの記録パワー $P_w(\text{even})$ とする。ここでも、 $P_w(\text{odd})$ と $P_w(\text{even})$ の記録パワーを用い、確認パターンによる試し書きを行い、各記録パターンの記録パワーの再調整を行うとよい。このとき、 $P_w(\text{odd})$ を固定として、 $P_w(\text{even})$ のみ微調整するだけでも効果がある。このような確認パターンによる試し書きにより、記録パワーの微調整ができ、最適記録条件を得ることができる。20

さらに、奇数長マークでの最適記録パワー $P_w(\text{odd})$ を求めたあと、偶数長マークのみからなる記録パターンでの最適記録パワー $P_w(\text{even})$ を求める手法として、 $P_w(\text{odd})$ にある定数 $q$ を乗じるあるいは定数 $r$ を加算して $P_w(\text{even})$ を求めることもできる。30

#### 【0017】

(5) 2T系ストラテジの場合、偶数長からなる記録パターンあるいは奇数長から成る記録パターンの試し書きを行って記録パワーを求め、その記録パワーに定数 $q$ を乗じるあるいは定数 $r$ を加えて他方の記録パターンの記録パワーを求める特徴とする。

すなわち、奇数長から成る記録パターンを記録するための記録パワー $P_w(\text{odd})$ と偶数長から成る記録パターンを記録するための記録パワー $P_w(\text{even})$ との関係を、 $P_w(\text{odd}) = q \times P_w(\text{even})$ あるいは、 $P_w(\text{odd}) = P_w(\text{even}) + r$ とする。2T系ストラテジでは、隣り合った1対の偶数長マークと奇数長マークを同じ数のパルス列で構成された記録波形を用いて記録する。例えば最短マーク長が2Tマークの場合、2Tマークと3Tマークでは1つの矩形パルスを発生し、4Tマークと5Tマークでは始端パルスと後端パルスの2つのパルスを発生する。このとき、記録波形形状と媒体の熱特性及び結晶化特性などが影響して、偶数長マークと奇数長マークでは記録感度が異なる場合がある。40

奇数長から成る記録パターンを記録するための記録パワー $P_w(\text{odd})$ と偶数長から成る記録パターンを記録するための記録パワー $P_w(\text{even})$ との関係を、ある数式で関連付けておくことにより、片方の記録パターンのみ試し書きを行えばよいため、試し書きに要する時間を短縮することができる。定数 $q$ 、定数 $r$ の値はドライブを出荷する際に決めておくと良い。あるいは、媒体を初めてロードしたときに $q$ と $r$ の値を学習により求め、媒体IDと $q$ 、 $r$ を関連つけておいても良い。

#### 【0018】

10

20

30

40

50

(6) 奇数長最小マークを含む記録パターン中の最小マーク長のアシンメトリと、偶数長最小マークを含む記録パターン中の最小マーク長のアシンメトリを算出し、これらが略同一になるように、奇数長から成る記録パターンを記録するための記録パワー  $P_w$  (odd) と偶数長から成る記録パターンを記録するための記録パワー  $P_w$  (even) を夫々設定する。たとえば、最小マークが 3 T マークの場合、3 T マークを含む記録パターン中の 3 T マークのアシンメトリ  $A_{sym}$  (3 T) と、4 T マークを含む記録パターン中の 4 T マークのアシンメトリ  $A_{sym}$  (4 T) とが略同一になる各々のパワーを記録パワーとする。このとき、奇数長記録パターンでは 3 T マークのアシンメトリ  $A_{sym}$  (3 T)、偶数長マークのアシンメトリ  $A_{sym}$  (4 T) のみ再生すればよい。

## 【0019】

10

このようにアシンメトリを考慮した記録パワー設定することにより、同時に記録された異なるマーク長を比較し求めた数値であるため、万が一試し書き時にデフォーカスなどによるパワーオフセットや電気的なオフセット等が生じた場合でも、これらのオフセットの影響を抑えることができる。一方、信号振幅、変調度などはこれらのオフセットの影響を直接受けるために、記録パワー設定のための試し書き時には注意が必要である。ここではアシンメトリという言葉で統一したが、実際は、 $\Delta$  を用いると良い。 $\Delta$  は以下の式で定義され、DVD - RW 等の規格書に則る。

## 【0020】

$$= (A_1 + A_2) / (A_1 - A_2)$$

は AC カップリングした HF 信号から算出した値で、 $A_1$ 、 $A_2$  はそれぞれ AC カップリングした HF 信号のピークレベル（ハイレベルとローレベル）を示している。すなわち  $(A_1 + A_2)$  はピークレベルの差を表し、 $(A_1 - A_2)$  は HF 信号の peak-to-peak 値を表す。

20

また、 $\Delta$  を用いて記録パワーを設定しても良い。 $\Delta$  は以下の式で定義され、同様、DVD - RW 等の規格書に則る。

## 【0021】

$$= (d_m / d_{Pw}) * (Pw / m)$$

ここで、 $m$  は HF 信号の変調度を示す。

## 【0022】

30

このような方法は、記録膜が 1 層あるタイプの光ディスクだけでなく、記録層が複数層ある種類の光ディスクにも特に有効である。例えば、記録層が 2 層存在する光ディスクの場合、各記録層での記録マージンが、記録層が单層のディスクのそれよりも狭くなってしまうという課題が発生するが、本発明のように、記録パターンに応じて記録パワーを制御することにより、記録マージンを広げることが可能となる。これらは、特に、DVD - RW、DVD + RW、BD - RE など、共晶系記録膜を用いた書換可能タイプの媒体を用いたときの試し書きで有効である。

これらの試し書きを行うことにより、従来よりも試し書きに多少時間がかかる場合が生じるが、DVD ± RW や BD - RE のような、記録に“焼く”という言葉を用いる媒体の場合、試し書きに要する時間は 2 ~ 3 秒であり、“焼く”（記録する）作業に要する時間（例えば 10 分）のほうが圧倒的に長いため、試し書き所要時間が 5 倍に増えたとしても、ユーザを待たせる時間はほとんど変わらず、光ディスクの使い勝手が悪くなることはなく、またユーザのデメリットになることはない。

40

## 【0023】

なお、本願は、特に高速記録に有効であり、特に、共晶系といわれる結晶成長型の記録膜を用いた記録型媒体で、記録速度 20 m / s 以上の条件で記録するときにより効果を発するものである。

また、変調度が 0 とは、マーク形成が全くなされないという物理現象を表している。したがって、記録膜が溶融温度に達しない程度に記録パワーが十分低ければ、変調度は 0 となるが、本特許では、変調度が実質 0 となる最大記録パワーが重要である。ドライブにて変調度 0 を求めるには、記録パワーを変えたときの変調度を各々求め、記録パワーと変調

50

度の関係を所定の算出式に基づいて求めるとよい。即ち、記録パワーと変調度の関係を示すグラフから、変調度が実質 0 ( グラフで X 切片が 0 ) となる記録パワーを外挿して求めるとよい。用いた算出式や測定データ数によって、多少、変調度が 0 となる記録パワー  $P_0$  が変動する場合があるが、この場合でも、 $P_0$  は、最適パワーを求めるのに十分な誤差範囲内にある。

#### 【発明の効果】

#### 【0024】

本発明によれば、試し書きの精度を高めることができるので、より記録品質の良好な高速対応光ディスクを提供することができる。

#### 【実施例 1】

10

#### 【0025】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

まず、本実施例で用いる記録方式について述べる。光ディスクにデータを書き込む場合にマルチパルスによるマークエッジ記録方式を用い、データをマークとスペースの長さ情報としてディスクに書き込む。また、マークの長さが 3 T から 14 T 、スペースの長さが 3 T から 14 T の整数値の組み合わせである変調方式を用いた。

#### 【0026】

図 2 に、本発明で用いた記録波形の一例を示す。本実施例では、2 T 系ストラテジを用いた。3 T マークは単一パルスから形成され、4 T マーク及び 5 T マークは始端パルスと後端パルスの 2 つのパルスから形成される。6 T マーク及び 7 T マークは始端パルスと後端パルス、及び 1 つの中間パルスの計 3 つのパルスから構成され、8 T マークと 9 T マークは始端パルスと後端パルス、及び 2 つの中間パルスの計 4 つの記録パルスからなる。以後、マーク長が長くなるに従って中間パルス数が増える。ここで、記録マークを  $nT$  ( $T$  は基準クロック周期、 $n$  は 2 以上の自然数) とすると、4 T 、 6 T マークなどの偶数長マークは  $nT = 2LT$  で表され、3 T 、 5 T マークなどの奇数長マークは  $nT = (2L + 1)T$  で表すことができる。このとき、 $L$  は自然数で、記録パルス数を表す。

20

ディスクには、8 倍速記録が可能な書換型 D V D ( 赤色光源対応相変化ディスク ) を用い、記録再生測定には波長 660 nm の半導体レーザを搭載したドライブを使用した。線速度は約 27.9 m / s とした。図 2 でのクロック周期  $T$  は約 4.8 ns である。

#### 【0027】

30

本実施例での試し書き方法の動作を説明するフローチャートを図 1 に示し、これにしたがって本発明を説明する。まず、第 1 のステップ ( S101 ) として、ディスクに記録してある推奨記録パワー、パルス幅等の記録条件を読み出し、レーザパワーとして記録パワー (  $P_w$  ) 3.8 mW 、消去パワー (  $P_e$  ) 8 mW 、バイアスパワー (  $P_b$  ) 0.1 mW を得た。第 2 のステップ ( S102 ) として、この付近のレーザパワー条件を設定し、第 3 のステップ ( S103 ~ S108 ) としてディスク上に試し書きを行った。レーザパワー条件は、 $P_b$  の値は固定し、 $P_w$  と  $P_e$  の比 (  $P_w / P_e$  ) を固定値として、推奨記録パワーの 0.4 倍から 1.2 倍までの記録パワー、すなわち 1.5 . 2 mW から 4.5 . 6 mW の間を変化させた。消去パワー  $P_e$  は  $P_w$  とともに 3.2 mW から 9.6 mW まで変化させた。このとき、偶数長マークのみで構成される記録パターンと奇数長マークのみで構成される記録パターンの 2 種類の試し書き用記録パターンを用い、別々に試し書きを行った。第 3 のステップ ( S103 ) にて偶数長マークからなる試し書きパターンを用いて記録・消去パワーを変化させながら試し書きを複数回行い、第 3 のステップにて得られた記録パワーと変調度の関係から、第 4 のステップ ( S104 ) にて、変調度が 0 となる記録パワー  $P_0$  ( even ) として 1.7 . 5 mW を得た。第 5 のステップとして、 $P_0$  ( even ) に定数  $p$  として 2.1 を乗算し、偶数長マーク記録パワー  $P_w$  ( even ) として 3.6 . 8 mW を得た。

40

同様にして、奇数長マークから構成される試し書き用記録パターンを用いて記録を行って、記録パワーと変調度の関係を求め ( S106 ) 、変調度が 0 となる記録パワー  $P_0$  ( odd ) を決定 ( S107 ) 、その後、 $P_0$  ( odd ) に定数  $p$  2.1 を乗算して奇数長

50

マーク記録パワー  $P_w$  (odd) として  $38.9 \text{ mW}$  を得た。

#### 【0028】

第3のステップから第8のステップから得られた奇数長マーク用記録パワーと偶数長マーク用記録パワーを用いて、第9のステップ(S109)として偶数長マークと奇数長マークの混在した試し書き用記録パターンを用いて記録、第10のステップ(S110)として記録性能の確認を行ったところ、実用上十分なジッター  $5.1\%$  を得ることができた。

従来方法との比較として、奇数長マークと偶数長マークが混在した試し書き用記録パターンを用いて変調度が0となるパワー  $P_0$  を求め、 $P_0$  に定数  $p = 2.1$  をかけた結果、記録パワー  $P_w = 37.8 \text{ mW}$  を得た。偶数長マークと奇数長マークいずれの記録パワーも同一の  $37.8 \text{ mW}$  として記録再生したところ、ジッターは  $6.5\%$  であり、偶数長マークと奇数長マークの記録パワーを別々に設定したほうが良好な記録性能を得ることができた。

#### 【0029】

本実施例では、第9のステップの段階で良好なジッターを得ることができたため、第11のステップ(S111)は行う必要はなかったが、S110にて良好なジッターが得られなかつた場合は、 $P_w$  (odd) と  $P_w$  (even) の微調整を行うと良い。

本実施例で用いた偶数長 / 奇数長マーク用試し書きパターンは、マークのみが偶数長 / 奇数長で構成されており、スペース部分は偶数長と奇数長を混在していてもよい。すなわち、スペース長に関しては、例えば偶数長用試し書きパターンに偶数長スペースだけ設けるなどの限定を設ける必要はない。

#### 【0030】

本実施例では、記録開始パワー  $P_0$  に乗する定数  $p$  を  $2.1$  としたが、定数  $p$  を  $1.5$  より小さくした場合、図19に示すように、十分な振幅を得ることができないため再生ジッターは急激に悪化し、 $p = 1.2$  のとき再生ジッターは  $13.0\%$  となってしまった。また、 $p = 3.3$  ではジッター  $12.8\%$  と、定数  $p$  を  $3.0$  より大きくした場合もジッターは大幅に悪化した。これは記録マーク幅が広くなり、クロスイレイズの影響が無視できなくなってしまったためである。従って、定数  $p$  は  $1.5$  以上  $3.0$  以下が良い。さらに、定数  $p$  を  $2.0$  とした場合、試し書き時を数回行った際のジッターは  $5.1 \sim 6.0\%$  と良好な範囲にあったが、定数  $p$  を  $2.0$  より小さくした場合、例えば  $1.8$  にしたところ、試し書き時を数回行った際のジッターは  $5.4 \sim 7.0\%$  と得られたジッターの範囲が広がったと同時に最大ジッターが増大した(図20)。定数  $p$  が  $2$  より小さい場合、ホコリや汚れなど何らかの原因で記録パワーオフセットなどが生じてしまった場合のジッター増大の影響を大きく受けてしまう。従って、定数  $p$  は  $2.0$  以上にすることがより好ましい。また図21には500回多数回記録を行ったときのジッターと定数  $p$  との関係を示した。 $p$  が  $2.8$  より大きくなると、オーバーパワーによる記録膜の破壊が生じ、ジッターは悪化する。 $p$  を  $2.8$  以下とすることにより、オーバーパワーでの照射を防ぐことができるので、多数回書き換えによる性能低下を防ぐことができるので、より好ましい。

#### 【0031】

2T系ストラテジでは、隣り合う1対の偶数長マークと奇数長マークの記録パルス数が等しい。例えば、図2をみるとわかるように、4Tマークと5Tマークは各々2つの記録パルスから構成されており、6Tマークと7Tマークは3つの記録パルスから成り立っている。ここで特徴的なのは、4Tマークの始端パルス照射後のPbレベルパルス幅(W1)と6Tマークのそれ(W1)とはほぼ同じ長さであり、同様に、5Tマークの始端パルス照射後のPbレベルパルス幅(W2)と7Tマークのそれ(W2)とはほぼ同じ長さとなることである。始端パルスが形成する記録マークの前エッジ位置は、始端パルスの次にくる記録パルスの開始位置に影響される。例えば、始端パルスの次にくる記録パルスが始端パルスから遠くなると、記録膜が溶融した後に再結晶化してしまう領域が少なくなるため、前エッジ位置のシュリンクが少なく、溶融領域前端に近い位置に固定される。反対に、始端パルスの次にくる記録パルスが始端パルスから近くなると、記録膜が溶融した後に

10

20

30

40

50

再結晶化してしまう領域が広くなるため、前エッジ位置のシュリンクが激しく、溶融領域よりも後方に前エッジ位置が固定される。

#### 【0032】

4 Tマークと6 Tマーク、5 Tマークと7 Tマークはそれぞれ、始端パルスの次にくる記録パルス（中間パルスあるいは後端パルス）照射による前エッジ位置への影響が各々ほぼ同じであると考えられる。図2のように、8 Tマークは4 Tおよび6 Tマークと類似した前エッジ位置となる。このような、類似の熱的特性をもつマークのみで構成した試し書き用記録パターンを用いることで、複数種類の記録パルス形状から生じるエッジ位置変動分によるジッタ増大が見えにくくなるため、正確かつ効率的に最適記録パルス幅を求めることができる。

10

#### 【0033】

本実施例では、図2に示したように、単一パルスで形成される3 Tマークに関しては、始端パルス位置を含む記録パルス条件を独立に設定した。3 Tマークは単一パルスから成るために、他の複数の記録パルスから構成されるマークとは、前エッジ位置が決まるプロセスが異なるからである。本実施例では、ステップS109の試し書きにて、第10のステップ(S110)でTを求めるときに、3 Tマークの記録パルス条件も求めた。

また、本実施例では、4 Tマークと5 Tマークが同じ記録パルス数となるような、 $nT = 2LT$  と  $nT = (2L + 1)T$  の記録パルスが等しい場合としたが、5 Tと6 Tが同じパルス数となるような、 $nT = 2LT$  と  $nT = (2L - 1)T$  の記録パルスが等しい場合も、本発明の効果は変わらない。

20

さらに、本実施例では、偶数長マークと奇数長マークの記録パワーを算出するときに、変調度が0となるパワー  $P_0(\text{even})$  と  $P_0(\text{odd})$  に定数  $p$  を乗算したが、偶数長マーク記録時と奇数長マーク記録時の変調度とパワーとの関係が大幅に異なるとき、乗算値  $p$  を異なる値にしてもよい。すなわち、媒体の特性に応じて、定数  $p$  を偶数長マーク用と奇数長マーク用に各々異なる値に設定することも可能である。

#### 【0034】

また、本実施例では、変調度が実質0となる記録パワー  $P_0$  に定数  $p$  を乗することにより  $Pw(\text{even})$  を設定したが、変調度が0ではなく、変調度0から飽和変調度に達するまでの所定の値を有する  $Pw'$  を求め、  $Pw'$  に定数  $p'$  を乗することにより  $Pw$  を求める方法でもよい。一例を図28に示す。図28では、所定の変調度を35%とした場合の試し書き方法を示している。設定変調度は記録パワーの変化に対して変調度の変化が急峻でかつかすれ書きになりにくい変調度25%から40%の範囲が好ましい。記録パワーに対して変調度の変化が急峻であるということは、記録パワーを精度良く設定できることを意味している。定数  $p'$  は、用いるディスクやドライブにより設定される定数であるが、1.2  $p'$  2.5になることが多い。本実施例で用いたドライブと媒体では、図28のステップS1804にて求めた  $Pw'(\text{even})$  は23.0 mW、  $Pw'(\text{odd})$  は24.3 mWとなり、  $p' = 1.6$  として  $Pw(\text{even})$  を36.5 mW、  $Pw(\text{odd})$  を38.9 mWと算出した。ステップS1810にて記録性能を確認したところ、ジッターが5.1%であり、実用上問題ない記録性能を得ることができた。このように、  $P_0$  と  $Pw'$  から各々算出した記録パワー値は必ずしも同じになることはない。図1のステップS110あるいは図28のステップS1810で記録性能の確認を行い、記録性能が十分でない場合は、図1のステップS111あるいは図28のステップS1811にて微調整を行うことが望ましい。

30

#### 【実施例2】

#### 【0035】

実施例1では、隣り合った偶数長マークと奇数長マークの記録パルス数が同一である、いわゆる2 T系ストラテジを用いたが、本実施例では3 T系ストラテジを用いた場合を示す。3 T系ストラテジとは、 $nT = 3LT$ 、 $nT = (3L - 2)T$ 、 $nT = (3L - 1)T$ で表されるマークの記録パルス数を同一にした記録系である。このとき、Lは自然数で、記録パルス数を表す。例えば、4 T ~ 6 Tマークは2つの記録パルスで構成され、7 T

40

50

~ 9 T マークは 3 つの記録パルスで構成される。このような 3 T 系ストラテジを図 4 に示す（ただし、実施例 2 では 3 T ~ 1 4 T マークから構成される記録波形を用いている）。

#### 【 0 0 3 6 】

本実施例では、光ディスクは 10 倍速記録が可能な書換型 D V D を用い、記録再生測定には波長 660 nm の半導体レーザを搭載したドライブを用いた。このドライブは記録パワー P w レベルを最大 3 レベル設定することができる特徴をもつ。線速度は 34.9 m / s とした。3 T 系ストラテジも 2 T 系ストラテジと同様、n T = 3 L T マークからなる試し書き用記録パターンと、n T = ( 3 L - 2 ) T マークからなる試し書き用記録パターン、及び n T = ( 3 L - 1 ) T マークからなる試し書き用記録パターンの 3 種類のパターンを具備しており、それぞれのパターンを用いて記録したときの記録パワーと変調度の関係を、図 5 のフローチャートに従って求めた。

#### 【 0 0 3 7 】

まず、ステップ S 2 0 1 として、ディスクに記録してある推奨記録パワー、パルス幅等の記録条件を読み出し、レーザパワーとして記録パワー ( P w ) 56 mW、消去パワー ( P e ) 11 mW、バイアスパワー ( P b ) 0.3 mWを得た。ステップ S 2 0 2 として、この付近のレーザパワー条件を設定し、S 2 0 3 ~ S 2 1 1 としてディスク上に試し書きを行った。レーザパワー条件は、P b の値は固定し、P w と P e の比 ( P w / P e ) を固定値として、推奨記録パワーの 0.4 倍から 1.2 倍までの記録パワー、すなわち 22.4 mW から 67.2 mW の間を変化させた。消去パワー P e は P w とともに 4.4 mW から 13.2 mW まで変化させた。このとき、偶数長マークのみで構成される記録パターンと奇数長マークのみで構成される記録パターンの 2 種類の試し書き用記録パターンを用い、別々に試し書きを行った。ステップ S 2 0 3 にて n T = 3 L T マークからなる試し書きパターンを用いて記録・消去パワーを変化させながら試し書きを複数回行い、ステップ S 2 0 3 にて得られた記録パワーと変調度の関係から、ステップ S 2 0 4 にて、n T = 3 L T マークからなる試し書き用記録パターンを記録した場合、変調度が 0 となる記録パワー P 0 ( 3 L T ) として 20.9 mW を得た。同様に、ステップ S 2 0 7 にて、n T = ( 3 L - 2 ) T マーク記録時の変調度が 0 となる記録パワー P 0 ( ( 3 L - 2 ) T ) として 19.1 mW、ステップ S 2 1 0 にて、n T = ( 3 L - 1 ) T マーク記録時の変調度が 0 となる記録パワー P 0 ( ( 3 L - 1 ) T ) として 20.2 mW を得た。その後、各々の P 0 に定数 p として 2.8 を乗算し、記録パワー P w ( 3 L T ) として 58.5 mW、P w ( ( 3 L - 2 ) T ) として 53.5 mW、P w ( ( 3 L - 1 ) T ) として 56.6 mW を得た（ステップ S 2 0 5、S 2 0 8、S 2 1 1）。

#### 【 0 0 3 8 】

以上得られた 3 種類の記録パワーを用いて、ステップ S 2 1 2 として、3 T から 1 4 T までのマーク長およびスペース長がランダムに配置された試し書きパターンを記録、ステップ S 2 1 3 として記録性能の確認を行ったところ、実用上問題のないジッター 7.5 % が得られた。さらに、ステップ S 2 1 4 にて、P w ( 3 L T ) を 58.5 mW から 59.1 mW に微調整することにより、ジッターを 7.0 % に抑えることができた。

#### 【 0 0 3 9 】

本実施例では定数 p を 2.8 としたが、定数 p を 2.8 より大きくした場合、書換可能回数が低下した。例えば、初回ランダム信号ジッターを比較すると、p = 2.8 では 7.5 %、p = 3.0 では 8.1 % と両者とも実用上問題はなかった。しかしながら、p = 2.8 とした場合、書換回数 1000 回まで再生ジッターは変化せず実用上問題なかったが、p = 3.0 とした場合、800 回でジッター 13 % を超えてしまった。従って、p = 2.8 以下がよりほしい。

#### 【 0 0 4 0 】

また、本実施例では、再生特性の評価要素としてジッターを用いたが、評価要素の種類を変えたとしても、本発明の効果に変わりはない。例えば再生性能評価に P R M L などを用いてもよい。

実際のユーザデータの記録は、これら試し書きの結果、得られた記録パワーを用いて行

10

20

30

40

50

われる。

**【実施例 3】**

**【0041】**

実施例 1においては、試し書き用記録パターンを、 $nT = 2LT$ で表される偶数長マークと、 $nT = (2L + 1)T$ で表される奇数長マークとに分けて、各々試し書きを行い、変調度が 0 となるそれぞれの記録パワー  $P_0$  に定数  $p$  を乗算することにより、奇数長マークと偶数長マークの最適記録パワーを得た。本実施例では、一方の試し書きパターンのみ、記録パワーを大きくふって変調度と記録パワーの関係を求め、求めた記録パワーでの変調度と略同一になるように、もう一方の記録パターンの記録パワーを求めて記録パワーを設定する方法を示す。

10

**【0042】**

本発明では、実施例 1 と同様の記録波形、8 倍速記録が可能な書換型 DVD ディスク、波長 660 nm の半導体レーザを搭載したドライブを用いた。線速度は約 27.9 m / s とした。

**【0043】**

本実施例での試し書き方法の動作を説明するフローチャートを図 6 に示し、これにしたがって本発明を説明する。ステップ S301 からステップ S305 は実施例 1 と同様であり、ここでの詳細な説明は省く。実施例 1 と同様、ステップ S304 にて、変調度が 0 となる記録パワー  $P_0$  (even) として 17.5 mW を得た。ステップ S305 にて、 $P_0$  (even) に定数  $p$  として 2.1 を乗算し、偶数長マーク記録パワー  $P_w$  (even) として 36.8 mW を得た。また、記録パワー 36.8 mW としたときの変調度  $mod$  (even) を算出、 $mod$  (even) = 59 % を得た。

20

**【0044】**

次のステップ S306 にて、 $nT = (2L + 1)T$  で表される奇数長マークからなる試し書きパターンを用い、記録パワーを  $P_w$  (even) である 36.8 mW として記録し、そのときの変調度  $mod$  を算出したところ、57 % であった。奇数長マークからなる試し書きパターンでの変調度  $mod$  が  $mod$  (even) = 59 % よりも小さかったことから、ステップ S308 からステップ S310 に進んだ。36.8 mW より高いパワーで奇数長マークからなる試し書きパターンを記録した。このとき、記録パワー  $P_w$  は  $P_w$  (even) の 1.2 倍まで変化させて記録した。本実施例では、 $P_w = P_w$  (even) +  $P_w$  (even) \* 0.02x、(1 x 10) として  $P_w$  を変化させた。その結果、 $x = 4$  である  $P_w = 39.7$  mW のとき変調度が 59 % となったことから、 $P_w$  (odd) = 39.7 mW を選択した。 $x = 5$  である  $P_w = 40.5$  mW でも変調度は 59 % であったが、本実施例では、所望の変調度となる記録パワーで、最も  $P_w$  (even) に近いパワーを  $P_w$  (odd) として選択した。

30

奇数長マーク用記録パワー  $P_w$  (odd) と偶数長マーク用記録パワー  $P_w$  (even) を用いて、ステップ S311 として偶数長マークと奇数長マークの混在した試し書き用記録パターンを用いて記録、ステップ S312 として記録性能の確認を行ったところ、实用上十分なジッター 5.4 % を得ることができた。

**【0045】**

40

本実施例では、偶数長マークの試し書きで求めた記録パワーでの変調度を求め、その変調度になるように奇数長マークの記録パワーを設定したが、反対に、奇数長マークの試し書きを行って変調度を求め、求めた変調度と略同一になるように偶数長マークの記録パワーを設定しても、本発明の効果は変わらない。また、2T 系ストラテジだけでなく、3T 系、4T 系ストラテジなど、複数種類の試し書き記録パターンを有する場合でも同様の効果がある。具体的には、3T 系ストラテジの場合、 $nT = 3LT$  なるマークで形成された記録パターンを用いて記録開始パワー  $P_0$  (3LT) を求め、 $P_0$  (3LT) に定数  $p$  を乗算して最適記録パワー  $P_w$  (3LT) を得る。 $nT = (3L - 2)T$  なるマークで形成された記録パターンで記録したときの変調度と、 $nT = (3L - 1)T$  なるマークで形成された記録パターンで記録したときの変調度が、 $nT = 3LT$  なるマークで形成された記

50

録パターンを  $P_w(3LT)$  で記録したときの変調度  $mod(3LT)$  と同じになるように、各々の記録パワー  $P_w(3L-2)$  と  $P_w(3L-1)$  を設定する。

#### 【0046】

本実施例では、偶数長マークの記録パターンから試し書きを開始しているが、これは一例であり、奇数長マークからなる記録パターンから試し書きを開始し、 $P_w(odd)$  を求め、その後、 $P_w(even)$  を求めても、本発明の効果は変わらない。

#### 【0047】

また、本実施例では、変調度が実質 0 となる記録パワー  $P_0$  に定数  $p$  を乗することにより  $P_w(even)$  を設定したが、変調度が 0 ではなく、変調度 0 から飽和変調度に達するまでの所定の値を有する  $P_w'$  を求め、 $P_w'$  に定数  $p'$  を乗することにより  $P_w$  を求める方法でもよい。一例を図 22 に示す。図 22 では、所定の変調度を 40% とした場合の試し書き方法を示している。さらに図 23 は、ジッターが所定の値となったときの記録パワーから  $P_w$  を算出する例を示している。ジッターと記録パワーの一般的な関係を図 29 に示す。図 23 の場合、記録パワーを変化させて記録したときのジッター値を求め、ジッターが 13% となったときの記録パワー  $P_w''(even)$  に、定数  $p''$  を乗ることにより記録パワー  $P_w(even)$  を求める。本実施例と同様の装置とディスクを用いた場合、所定のジッターは 13% から 17% とすることが好ましい。また、リミットイコライザを用いた場合は所定ジッター値を 6% から 10% の間に設定するとよい。定数  $p''$  も、用いるディスクやドライブにより設定される定数であるが、 $1.2 \cdot p'' - 2.0$  になることが多い。

10

20

#### 【0048】

このように、選択した任意の記録パターンの記録パワーを決める方法は、変調度が実質 0 になる記録パワー  $P_0$  から算出してもいいし、所定の変調度（例えば図 22 では 40%）から算出してもいいし、ジッターから算出してもよい。もちろん、これらの方法に限定したものではなく、所定の方法により任意の記録パターンの記録パワーを決めることができればよい。

#### 【実施例 4】

#### 【0049】

本実施例では、図 7、図 8 を用いて 2T 系ストラテジでの試し書きの一例を示す。用いたドライブ、光ディスクなどは実施例 1 と同様であり、実施例 1 と共に動作（ステップ）の説明は省略する。

30

#### 【0050】

実施例 3 では、 $mod(even)$  と略同一の変調度をとるような  $P_w(odd)$  を求め、その後偶数長、奇数長マークが混在した試し書きパターンを用いて記録性能を確認した。ここでは、図 7 に示したような方法、すなわち、 $P_w(even)$  を求めた後、奇数長マークからなる試し書きパターンを用いず、奇数長マークと偶数長マークが混在した試し書きパターンを用いて、直接的に記録性能の良好な  $P_w(odd)$  を求める手法を用いた。本実施例では、ステップ S405 で得られた偶数長マーク記録パワー  $P_w(even) = 36.8 \text{ mW}$  を中心に、 $29.4 \text{ mW}$  から  $44.1 \text{ mW}$  まで記録パワーを変化させて、ステップ S406 にて偶数長マークと奇数長マークが混在した記録パターンを記録した。その結果、ステップ S407 として、ジッター最小となる  $P_w(odd)$  として  $39.0 \text{ mW}$  を得た。このときの混在パターン記録によるジッターは 5.2% であり、実用上問題ない良好な性能であった。

40

#### 【0051】

ステップ S406 にて変化させる記録パワー  $P_w$  は、偶数長記録パワー  $P_w(even)$  の  $0.8$  倍以上から  $1.2$  倍以下、すなわち、 $a * P_w(even) \leq P_w \leq b * P_w(even)$  であり、 $0.8 \leq a \leq 1.0$ 、 $1.0 \leq b \leq 1.2$  であることが好ましい。 $a$  が  $0.8$  より小さいと記録パワー不足が明らかであるため、本方法による試し書きでは必要のない試し書きとなり、限られた試し書き領域の無駄使いとなる場合がある。また、 $b$  が  $1.2$  より大きい場合、図 3 からもわかるように変調度は最適記録パワーとあまり変わら

50

ないが、オーバーパワーとなり繰り返し書き換え特性が劣化するなどの現象が生じるため、好ましくない。

#### 【0052】

図8には、図7で実施した試し書き回数をさらに少なくする方法の一例を示した。図8のような試し書きでは、図7のa、bのいずれかが1.0の場合に相当するため、試し書きに必要な領域を少なくすることができ、また試し書きに要する時間を短縮できるという利点がある。

#### 【0053】

図7、8ではジッターが最小となる記録パワーを選択しているが、ジッターが、例えば13%以下など所定値以下となる記録パワー範囲の中央値としてもよく、あるいはジッター指標でなくPRMLとしてもよい。本発明は記録性能指標をジッターに限ったものではない。10

#### 【0054】

さらに、図7、8では、 $P_0(\text{even})$ をもとに $P_w(\text{even})$ を算出したが、 $P_w(\text{even})$ を算出する方法はこれに限ったものではない。図24には、変調度を40%となる記録パワー $P_w'$ を求め、 $P_w'$ に定数 $p'$ を乗することにより $P_w$ を求める一例を示した。このように、複数の記録パターンのうちの任意の記録パターンにおける記録パワーを算出する際の方法は唯一ではなく、そのドライブ、媒体、用途に応じて選択することが好ましい。

#### 【実施例5】

#### 【0055】

本実施例では、偶数長マークに用いる記録パワーと奇数長マークに用いる記録パワーとの間にある一定の関係が成り立っている媒体に適する試し書きの一例を、図9を用いて説明する。用いたドライブ、光ディスクなどは実施例2と同様であり、線速度は34.9m/sとした。また、ここでは、実施例2で用いた3T系ストラテジではなく2T系ストラテジを用いた。ステップS601からステップS603までは、記録波形が2T系ストラテジを用いていることを除いて実施例2と同様であるため、ここでは省略する。ステップS604にて、偶数長マークからなる試し書き用記録パターンを記録した場合、変調度が0となる記録パワー $P_0(\text{even})$ として20.0mWを得た。その後、ステップS605にて、 $P_0(\text{even})$ に定数 $p$ として2.8を乗算し、記録パワー $P_w(\text{even})$ として56.0mWを得た。20

#### 【0056】

次に、ステップS606にて、奇数長マークの記録パワーを設定する。本実施例で用いたディスクと記録条件の組み合わせでは、 $P_w(\text{odd}) = q \times P_w(\text{even})$ の関係式が適しており、定数 $q$ を0.96としたときが最も良好な記録性能が得られた。本実施例では $P_w(\text{odd}) = q \times P_w(\text{even})$ の関係式が適していたが、ディスク構造や用いる記録波形に依存して、 $P_w(\text{odd}) = P_w(\text{even}) + r$ の関係式が好ましい場合もある。どちらの関係式を選択するかは、予め媒体の種類によってドライブ出荷時に設定しておいてもよい。あるいは、媒体を初めてロードしたときに、適する関係式を選択しても良い。30

#### 【0057】

ステップS606にて、関係式 $P_w(\text{odd}) = 0.96 \times P_w(\text{even})$ から $P_w(\text{odd})$ を53.8mWに設定したあと、S607にて奇数長マークと偶数長マークの混在した試し書きパターンにより偶数長マークの記録パワーを $P_w(\text{even})$ とし、奇数長マークの記録パワーを $P_w(\text{odd})$ として記録し、記録性能を評価した(ステップS608)。その結果、ジッター7.8%と実用上問題のない記録性能を得ることができた。

#### 【0058】

このように、奇数長マークから成る記録パターンを記録するための記録パワー $P_w(\text{odd})$ と偶数長マークから成る記録パターンを記録するための記録パワー $P_w(\text{even})$ 40

50

)との関係を、ある数式で関連付けておくことにより、片方の記録パターンのみ試し書きを行えばよいため、試し書きに要する時間を大幅に短縮することができる。定数  $q$ 、定数  $r$  の値はドライブを出荷する際に決めておくと良い。あるいは、媒体を初めてロードしたときに  $q$  と  $r$  の値を学習により求め、媒体 ID と  $q$ 、 $r$  を関連つけておいても良い。数種類の媒体と記録波形の組み合わせで試し書きの動作をしたところ、定数  $q$  は 0.9 から 1.1 の範囲で、定数  $r$  は -3.0 から 3.0 の範囲で良好な記録性能が得られた。

#### 【0059】

本実施例では、 $P_0(\text{even})$  をもとに  $P_w(\text{even})$  を算出したが、 $P_w(\text{even})$  を算出する方法はこれに限ったものではない。ジッター性能を指標としてもよいし、PRML から算出してもよい。図 25 には、 $\Delta$  が略 5 % となる記録パワー  $P_w(\text{even})$  を求める一例を示した。本方法は記録パワーの変化に対して  $\Delta$  の変化が急峻であるような媒体に用いることが好ましい。図 25 にて  $\Delta$  の値を 5 % としたが、媒体やドライブの特性により最適な  $\Delta$  値を設定することが好ましい。 $\Delta$  から  $P_w$  を算出する本方法は、図 9 に示した  $P_0$  から算出する方法と比較して、所望の記録パワーを直接求めることができるので、精度よく記録パワーを求めることができるという利点がある。このように、複数の記録パターンのうちの任意の記録パターンにおける記録パワーを算出する際の方法は唯一ではなく、そのドライブ、媒体、用途に応じて選択することが好ましい。

#### 【0060】

本実施例では 2T 系ストラテジを用いたが、3T 系ストラテジあるいは 4T 系ストラテジでも有効な試し書き方法である。複数の記録パターンを数式で関連付けておき、1つの記録パターンの試し書きを行い、他の記録パターンの記録パワーは定められた数式から求める本方法は、試し書きの所要時間及び試し書き領域が少なくなる、という利点がある。

#### 【実施例 6】

#### 【0061】

実施例 1 から 5 では、指標に変調度を用いて最適記録パワーを求めた。本実施例では、変調度ではなく、 $\Delta$  を用いて最適記録パワーを設定する試し書き方法を述べる。

本実施例では、6倍速記録が可能な青色光源対応ディスクを用いた。線速度は約 31.7 m/s とし、2T ~ 9T マークから構成される記録波形を用いた。本実施例での試し書き方法の動作を説明するフローチャートを図 10 に示す。まず、ステップ S701 として、ディスクに記録してある推奨記録パワー等記録条件を読み出し、記録パワー ( $P_w$ ) 1.8 mW、消去パワー ( $P_e$ ) 3.4 mW、バイアスパワー ( $P_b$ ) 0.1 mW を得た。ステップ S702 としてこの付近のレーザパワー条件を設定し、ステップ S703、ステップ S705 としてディスク上に試し書きを行った。レーザパワー条件は、 $P_b$  の値は 0.1 mW で固定、 $P_e$  と  $P_w$  の比を固定とし、 $P_w$  を 1.5 mW から 2.1 mW の間を 0.2 mW 刻みで変化させた。このとき、ステップ S703 では、偶数長マークの最短マークである 2T マークを含んだ試し書きパターンを用い、ステップ S705 では、奇数長マークの最短マークである 3T マークを含んだ試し書きパターンを用いた。具体的には、ステップ S703 で用いたパターンとは、2T マークと 8T マーク、及び 2T から 9T の長さのスペースから構成された記録パターンであり、ステップ S705 で用いたパターンとは、3T マークと 8T マーク、及び 2T から 8T の長さのスペースから構成された記録パターンである。このように、記録パターンの中に共通マーク長（ここでは 8T マーク）を配することにより、各々の最小マークである 2T と 3T マークの  $\Delta$  を同じ 8T マークをベースに算出できる利点がある。ステップ S703 及び S705 で記録パワーを変えて記録し、2T マークの  $\Delta$  である  $\Delta(2T)$  と 3T マークの  $\Delta$  である  $\Delta(3T)$  を各々算出した。図 11 に、記録パワーと  $\Delta(2T)$ 、 $\Delta(3T)$  の関係を示す。このように、 $\Delta$  と記録パワーとの関係は、一般的にマークの長さに依存して異なる。

#### 【0062】

本実施例では、所望の  $\Delta$  を 0 とし、ステップ S704 及びステップ S706 にて、 $\Delta(2T) = 0$  となる記録パワーとして  $P_w(\text{even}) = 1.8 \pm 2 \text{ mW}$ 、 $\Delta(3T) = 0$  となる記録パワーとして  $P_w(\text{odd}) = 1.8 \pm 4 \text{ mW}$  を設定した。次にステップ S707

10

20

30

40

50

にて、 $nT = 2LT$ マークと $nT = (2L + 1)T$ マークが混在した試し書きパターン（確認パターン）を、 $nT = 2LT$ マークの記録パワー $Pw(even)$ を $18.2\text{mW}$ とし、 $nT = (2L + 1)T$ マークは記録パワー $Pw(odd)$ を $18.4\text{mW}$ で記録した。その結果、ジッターは $4.9\%$ となり実用上問題のない良好な値となった。

本実施例では、奇数長最小マークと偶数長最小マークを別々に試し書きしたが、図12に示したように、 $2T$ 、 $3T$ を含んだ記録パターン、例えばランダムパターンを用いて、記録パワーを変化させて記録し、 $(2T)$ と $(3T)$ を別々に検出し求めることで、

$(2T)$ と $(3T)$ が所望の値となる奇数長マーク用記録パワー $Pw(odd)$ と偶数長マーク用記録パワー $Pw(even)$ を求めてよい。

#### 【0063】

10

本実施例で示した試し書き方法は、最小マークとその次に大きいマークのアシンメトリあるいは、あるいはが略等しくなるように記録パワーをそれぞれ設定することが重要であり、 $2T$ マークが最小か $3T$ マークかといった変調方式（最小マークの大きさ）の違いは重要ではない。従って、 $3T$ マークが最小となる変調方式でも本発明の効果は変わらない。ここで、略等しいとは、厳密に一致した数値である必要はなく、例えばアシンメトリであれば $\pm 1\%$ の範囲で同じであればよいということを表している。記録パワーの設定刻みの範囲で最も近しいアシンメトリあるいはあるいはあるいはを設定すればよい。

#### 【実施例7】

#### 【0064】

20

実施例1から6までは、ドライブがもつレーザドライバが所望の複数レベルの記録パワー $Pw$ を選択することができる場合における試し書き方法の一例を述べた。ここでは、レーザドライバが所望の設定個数だけしか $Pw$ レベルを持っていない場合における試し書きの一例を示す。

本実施例での試し書き方法の動作を説明するフローチャートを図13に示し、これにしたがって説明する。光ディスクは実施例1と同じものを用いており、記録再生測定には波長 $660\text{nm}$ の半導体レーザを搭載したドライブを用いた。このドライブは $Pw$ レベルを1値のみ設定できる。図13のステップS901からステップS908までは図1のステップS101からステップS108までと同一なので、ここでの説明は省略する。S908までのステップにより、ステップS905にて偶数長マーク記録パワー $Pw(even)$ として $36.8\text{mW}$ 、ステップS908にて奇数長マーク記録パワー $Pw(odd)$ として $38.9\text{mW}$ を得た。

30

#### 【0065】

本実施例では、 $Pw(even)$ と $Pw(odd)$ の差を、これらの記録パワーの平均値で除した値をパラメータ $x$ とし、その値の大小により試し書きの方法を選択することとした。ステップS909にて、 $|Pw(even) - Pw(odd)|$ を、 $(Pw(even) + Pw(odd))/2$ で表される2つの記録パワーの平均値で除した。その結果、本実施例でのパラメータ $x$ は $5.5\%$ となり、ステップS910での判定に従って、ステップS914に進んだ。

#### 【0066】

40

ステップS914にて算出式を用い、記録パワー $Pw(opt)$ を求める。ここで用いる算出式は一例として以下の式が挙げられる。

$$\text{Type 1 } Pw(opt) = Pw(even)$$

$$\text{Type 2 } Pw(opt) = Pw(odd)$$

$$\text{Type 3 } Pw(opt) = (Pw(even) + Pw(odd))/2$$

$$\text{Type 4 } Pw(opt) = \text{Max}(Pw(even), Pw(odd))$$

Type 5  $Pw(opt) = \text{Min}(Pw(even), Pw(odd))$

Type 1は偶数長マークを重視する算出式であり、最小マークが $2T$ マークの変調方式をとっている場合に適している。Type 2は奇数長マークを重視する算出式であり、最小マークが $3T$ マークの変調方式を採用している場合に適する。さらに、Type 3は、 $Pw(even)$ と $Pw(odd)$ の平均パワーを最適パワー $Pw(opt)$ としており

50

、記録時のばらつきが小さくなる利点がある。Type 4は最適パワー $P_w(opt)$ を $P_w(even)$ か $P_w(odd)$ のどちらか大きい記録パワーを選択するという算出式である。 $S/N$ が低く変調度を稼ぎたい媒体を用いたときなど、 $S/N$ 重視の場合、Type 4が適している。反対に、Type 5は、最適パワー $P_w(opt)$ を $P_w(even)$ か $P_w(odd)$ のどちらか小さい記録パワーを選択するという算出式である。これは隣接トラックからのクロストークが大きく、マークを幅広く記録することができない媒体に適用すると良い。言い換えれば、クロストークによるジッター劣化が激しい場合はType 5の算出式が適しているといえる。これらの算出式は用いるドライブやディスクに合わせて選択すると良い。また、ここで挙げた算出式は一例であって、 $P_w(even)$ と $P_w(odd)$ から最適パワー $P_w(opt)$ を求める式を用いるのであれば、本発明の範囲内である。

10

## 【0067】

本実施例では、Type 3を用いた。 $P_w(even) = 36.8\text{mW}$ 、 $P_w(odd) = 38.9\text{mW}$ であるので、最適パワー $P_w(opt)$ は、 $P_w(opt) = (36.8 + 38.9)/2 = 37.9\text{mW}$ となる。ステップS914で算出した $P_w(opt)$ を用いて、ステップS915にてランダムパターンを用いて試し書きを行ったところ、ジッターは6.5%であり、実用上問題のない記録性能を得ることができた。

## 【0068】

本実施例ではステップS910での判定基準として、パラメータ $x$ が10%より大きいか否かとしたが、より安全な記録を行うため閾値を例えば5%としてもよい。閾値はそのドライブと用いる媒体に合わせて決定することが好ましい。閾値を5%とした場合、本実施例では、図13のステップS910にて「Yes」と判定され、ステップS911に進む。本実施例で用いたドライブはパルス可変機能を具備していないため、ステップS911にて「No」と判定され、NG、つまりライトエラー（記録不可能）となる。このようにライトエラーになることは一見ユーザにとって不利益となるように見える。しかしながら、不適切な記録パワーを照射して記録しようとした結果、以前記録したデータや管理領域のデータを破壊する可能性もある。このようなデータ破壊を防ぐためにも重要なフローであり、ユーザの財産である記録情報を守ることができる。図13では、ステップS911にてNoと判定された場合、NGとなる場合を一例として示したが、ステップS911にてNoと判定された場合、ステップS914に進み、 $P_w$ を見つけるフローでももちろんよい。この場合は、ステップS916にて十分な記録性能が得られるまで $P_w$ を見つけるのではなく、ステップS917にてリトライ回数 $z$ を設定しておくことが好ましい。リトライ回数はそのドライブや用いる媒体に合わせて決定するとよい。本実施例では $z = 1$ とした。

20

## 【0069】

また、本実施例では、ステップS909にて、パラメータ $x$ を以下の式から求めた。

## 【0070】

$x = |P_w(even) - P_w(odd)| / (P_w(even) + P_w(odd)) / 2$  しかしながら、本発明は上の式に限定されたものではなく、偶数長マークの最適パワーと奇数長マークの最適パワーの差を何らかの形で示すことができる数式であればよい。

本実施例では、パルス幅可変のドライブではなかったため、ステップS911にてNoと判定されたが、パルス幅可変のドライブを用いた場合、ステップS912にてパルス幅を変えることが可能となる。例えば、本実施例のように、 $P_w(even) < P_w(odd)$ の場合、追記型媒体では奇数長マークのパルス幅を広げる方向がよい。追記型媒体では一般的に照射エネルギーに比例してマークが大きくなる。したがって、パルス幅を広げることで、記録パワーを低くすることができ、結果として、 $P_w(even)$ に近いパワーとすることができる。反対に、 $P_w(even)$ のパルス幅を狭くしても同様の効果がある。また、書換可能型媒体では、奇数長マークのパルス幅を狭くする方向がよい。書換可能相変化媒体では、再結晶化といわれる溶融領域の結晶化が起こる。パルス幅が広いとの際結晶化が激しくなり、エネルギーを注入しすぎることで振幅が小さくなることがある

40

50

。このようなときは、パルス幅を狭くすることで振幅を大きくすることができる。パルス幅は  $1 \text{ n s}$  程度の単位で変化させることができてほしい。これは大凡レーザの立ち上がり時間あるいはたち下がり時間に相当する時間となる。あるいは  $T_w / 16$  など  $T_w$  を  $n$  分割した単位でパルス可変としてもよく、どちらの場合も媒体のロットばらつきやレーザドライバーの個体ばらつきを吸収できる。

#### 【0071】

本実施例では、変調度が実質 0 となる記録パワー  $P_0$  から  $P_w$  を設定したが、変調度が 0 ではなく、所定の変調度となる記録パワー  $P_w'$  を求め、 $P_w'$  に定数  $p'$  を乗ることにより  $P_w$  を求める方法でもよい。一例を図 26 に示す。図 26 では、所定の変調度を 30 % とした場合の試し書き方法を示している。

10

#### 【実施例 8】

#### 【0072】

実施例 7 では、 $P_w$  を 1 レベルしかもたないドライブで 2 T 系ストラテジを用いた場合について述べた。本実施例では、 $P_w$  を 2 レベルもつドライブで 3 T 系ストラテジを用いた場合について述べる。 $P_w$  レベルが 2 値に設定できるドライブでは、2 T 系ストラテジでは偶数長マークと奇数長マークのそれぞれに記録パワーを割り振ることができるが、3 T 系ストラテジを用いた場合、3 種類の記録パターンそれぞれに記録パワーレベルを割り振ることができなくなる。このような場合でも、図 13 と同様のフローにて記録パワーを設定することが可能である。たとえば、 $P_w(A)$  と  $P_w(B)$  の 2 値の記録パワーを設定できるドライブで、3 T ストラテジを用いる場合の一例を、図 14 を用いて説明する。

20

#### 【0073】

光ディスクは 10 倍速記録が可能な書換型 DVD を用い、ドライブは実施例 1 と同じものを用いた。ステップ S1101 からステップ S1111 までは、実施例 2 で説明したフローチャートと同様であるのでここでは省略する。実施例 2 で用いたドライブは記録パワー  $P_w$  レベルを 3 値もつことができるため、ステップ S1105、ステップ S1108、ステップ S1111 にて求めた 3 種類の記録パターンの最適パワーをそれぞれ設定し、実際の記録に用いることができた。しかしながら、ここでは 2 値しか  $P_w$  レベル設定できないドライブを用いているため、3 種類の記録パターン全てに最適パワーレベルを割り振ることができない。そこで、ステップ S1112 にて、3 種類の記録パターンでの最適パワーの平均パワー  $P_w(y)$  を求め、ステップ S1113 にて、3 種類の記録パターンの最適記録パワー  $P_w(3LT) = 57.7 \text{ mW}$ 、 $P_w((3L-1)T) = 54.0 \text{ mW}$ 、 $P_w((3L-2)T) = 56.3 \text{ mW}$  の中で、 $P_w(y)$  と最も離れた値となる記録パターン A を判定する。本実施例では、 $P_w(y) = 56.0 \text{ mW}$  であり、各々の記録パターンの記録パワーと  $P_w(y)$  との差は、 $P_w(3LT)$  で  $1.7 \text{ mW}$ 、 $P_w((3L-1)T)$  で  $2.0 \text{ mW}$ 、 $P_w((3L-2)T) = 0.3 \text{ mW}$  となり、最も離れた記録パワーをもつ記録パターン A は  $nT = (3L-1)T$  マークからなる記録パターンであることがわかった（ステップ S1113）。

30

#### 【0074】

次にステップ S1114 にて、記録パターン A の記録パワー  $P_w(A)$  を  $nT = (3L-1)T$  マークからなる記録パターンの記録パワー  $P_w((3L-1)T)$  とし  $54.0 \text{ mW}$  に設定、ステップ S1115 にて、 $nT = 3LT$  マークと  $nT = (3L-2)T$  マークからなる記録パターン B を用いて、パワーを変えて記録した。その結果、ステップ S1116 にてジッター最小となる  $P_w(B)$  として  $56.7 \text{ mW}$  を得た。このときのジッターは  $6.8 \text{ mW}$  であった。ステップ S1117 にて、 $nT = (3L-1)T$  マークは記録パワー  $P_w(A)$  として  $54.0 \text{ mW}$  に、 $nT = 3LT$  マーク及び  $nT = (3L-2)T$  マークは記録パワー  $P_w(B)$  として  $56.7 \text{ mW}$  に設定し、ランダムパターンを用いて記録した。その結果、ジッターは  $7.2 \text{ mW}$  であり実用上問題のない記録性能を得ることができた。ステップ S1118 にて「Yes」と判定され、試し書きを終了した。

40

本実施例で示したステップ S1116（図 14）では、 $P_w(B)$  はジッター最小値となる  $P_w$  としたが、簡便のため、2 種類の記録パターンの最適パワーの平均値としてもよい

50

。さらにPRMLに適用されるレベルジッタなどを用いても同様である。あるいは実施例7で示したようなType1からType5に示したような算出式を用いてもよいし、アシンメトリまたは $\tau$ を用いて、各々の $nT = 3LT$ マークの最小マークと $nT = (3L - 2)T$ マークの最小マークの $\tau$ が略同一になる記録パワーを $Pw(B)$ と設定しても良い(図15)。本実施例では最小マークが3T、最長マークが14Tの変調方式を用いているので、具体的には、 $nT = 3LT$ マークの最小マークは3Tマーク、 $nT = (3L - 2)T$ マークの最小マークは4Tマークとなる。ステップS1116での $Pw(B)$ の選択方法は、用いる媒体とドライブとの相性で決定するとよい。

#### 【0075】

図14では、変調度が0となる記録パワー $P0$ から記録パワー $Pw$ を求めたが、図27には、 $\tau$ が略10%となるパワーを $Pw$ に設定した場合の試し書き方法の一例を示した。図27のステップS1703、S1705、S1707で用いる試し書きパターンは、 $nT = 3LT$ からなるマークで形成された記録パターンと、 $nT = (3L - 2)T$ からなるマークで形成された記録パターンと、 $nT = (3L - 1)T$ からなるマークで形成された記録パターン3種類をそれぞれ用いた。しかしながら、本発明は、この試し書きパターンに限定されたものではない。例えば実施例6で示したような、各記録パターンの最短マークと各記録パターンに共通したマーク長からなる試し書きパターン、具体的には、ステップS1703では最短マークである3Tマークと共通マークである11Tマーク、及び3Tから11Tの長さのスペースから構成された記録パターンを、ステップS1705では最短マークである4Tマークと共通マークである11Tマーク、及び3Tから11Tの長さのスペースから構成された記録パターンを、ステップS1707では最短マークである5Tマークと共通マークである11Tマーク、及び3Tから11Tの長さのスペースから構成された記録パターンを用いてもよい。また、図27では $\tau$ が10%のときの記録パワーを各記録パターンの $Pw$ としたが、 $\tau$ の値は、媒体やドライブにより最適値が異なる場合がある。 $\tau$ の値は媒体の種類やドライブの特性などに応じて設定することが好ましい。

#### 【実施例9】

#### 【0076】

本実施例は、上記実施例で行った試し書きや実際の記録を行う上の装置を説明する。ここでは、装置の一例として、実施例1のような2T系ストラテジの装置の例を示す。装置の全体図を図16、図17及び図18に示す。記録データは、符号化回路で記録符号語に変換され、同期信号発生回路で発生した同期信号と合成回路で合成され、パルス変換回路に入力される。引き続き、パルス変換回路でパルスデータに変換され、記録パルス整形回路でパルス状に整形され、光源を駆動させる。ここまででは、図16、図17及び図18で共通している。

#### 【0077】

2値の記録パワーレベルをもち、偶数長マークと奇数長マークを分類して記録パターンを発生させる、偶奇分類試し書きパターン発生回路を具備した装置を図16に示す。偶奇分類試し書きパターン発生回路は、偶数長マークから成る試し書き用記録パターンと奇数長マークから成る試し書き用記録パターンを各々発生しディスクに記録する。記録された信号は、検出回路にて検出され、再生回路にて記録性能を評価、再生特性記憶手段にて記録条件と記録性能との関係を記憶する。その後、記録パワー調整回路で次の記録パワーを決定、記録パルス整形回路に戻る。なお、図16では、偶奇分類試し書きパターン発生回路について説明したが、検出窓幅の自然数n倍長のマークに対して、nを2以上の整数定数で除算した剰余にしたがって分類された試し書きパターン発生回路であれば良い。このようにして各々の記録パターンでの最適記録パワーが求められ、実際の記録では、奇数長マーク、偶数長マークにおいて、それぞれの記録パワーが設定される。

#### 【0078】

図17は、2T系ストラテジを用いる場合の記録パワーレベルの設定値が1値である装置の構成図(一例)を示している。実施例7、8のような、記録パターンの数よりも記録パワーの設定レベル値が少ない場合の装置構成の一例である。図16と同様、2種類の記

10

20

30

40

50

録パターンを各々発生しディスクに記録、記録された信号を検出、再生回路にて記録性能を評価する。2種類の記録パワーの最適値が設定された後、判定回路にて判定式記録回路に記録された判定式を用いて、2種類の記録パターンの記録パワーについて判定、記録パワーの判定値が所定値以下であった場合、記録パワー算出式記憶回路に記憶している算出式を用いて記録パワー調整回路にて最適記録パワーを調整する。また、記録パワーの判定値が所定値より大きかった場合、ライトエラーと判断、記録不可能であることを表示する機能を有することが特徴である。図17では、2T系ストラテジ(2個の記録パターン)を1値の記録パワー設定レベルを有する装置の一例を示したが、n個の記録パターンをn個未満の記録パワー設定レベルを有する装置も、同様に適用できる。

【0079】

10

図18は、偶数長と奇数長で試し書き用記録パターンを分けずに、ランダム信号を利用したときの装置の構成図(一例)を示している。試し書きにて記録されたランダム信号は、検出回路にて検出され、その後、偶奇分類回路で、偶数長マークと奇数長マークに分類される。図18では、偶数長マーク、奇数長マークそれぞれ専用の再生回路、再生特性記憶手段、記録パワー調整回路を具備していることが特徴である。これらの回路は、1つの回路の中に容易に実現でき、また、2個以上の複数個に増やすことも容易である。また、図18では、偶奇分類回路について説明したが、検出窓幅の自然数n倍長のマークに対して、nを2以上の整数定数で除算した剰余にしたがって分類する分類回路でも、同様に適用できる。再生特性記憶回路では変調度、など諸特性の再生特性の記憶が可能である。

【図面の簡単な説明】

20

【0080】

【図1】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図2】本発明で用いた記録パルス波形の一例。

【図3】本発明の一実施例にかかる記録パワーと変調度の関係を示した図。

【図4】本発明で用いた記録パルス波形の一例。

【図5】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図6】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図7】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図8】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図9】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

30

【図10】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図11】本発明の一実施例にかかる記録パワーとの関係を示した図。

【図12】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図13】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図14】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図15】本発明の一実施例にかかる記録パワーとの関係を示した図。

【図16】本発明に用いた装置の一例。

【図17】本発明に用いた装置の一例。

【図18】本発明に用いた装置の一例。

【図19】本発明の一実施例にかかる記録パワーと定数pの関係を示した図。

40

【図20】本発明の一実施例にかかる記録パワーと定数pの関係を示した図。

【図21】本発明の一実施例にかかる記録パワーと定数pの関係を示した図。

【図22】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図23】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図24】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図25】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図26】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

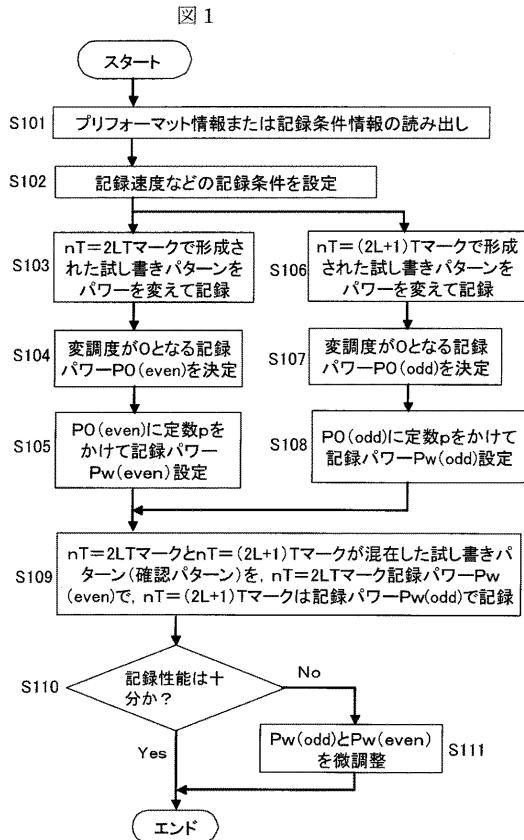
【図27】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

【図28】本発明の一実施例にかかる試し書き方式の処理フロー図。

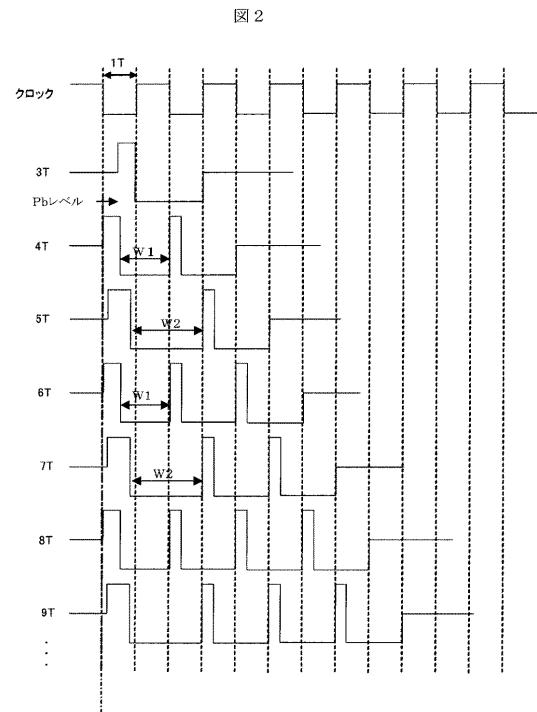
【図29】本発明の一実施例にかかる記録パワーとジッターの関係を示した図。

50

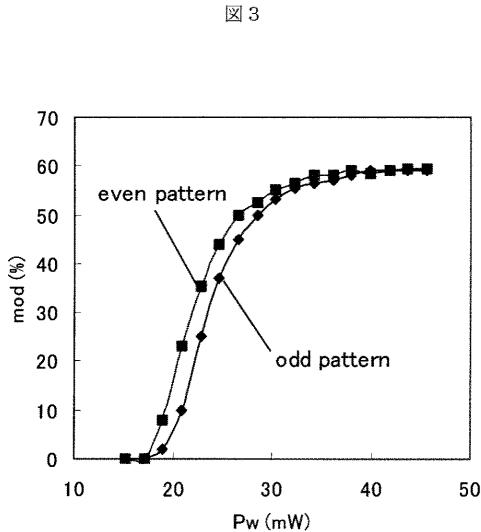
【図1】



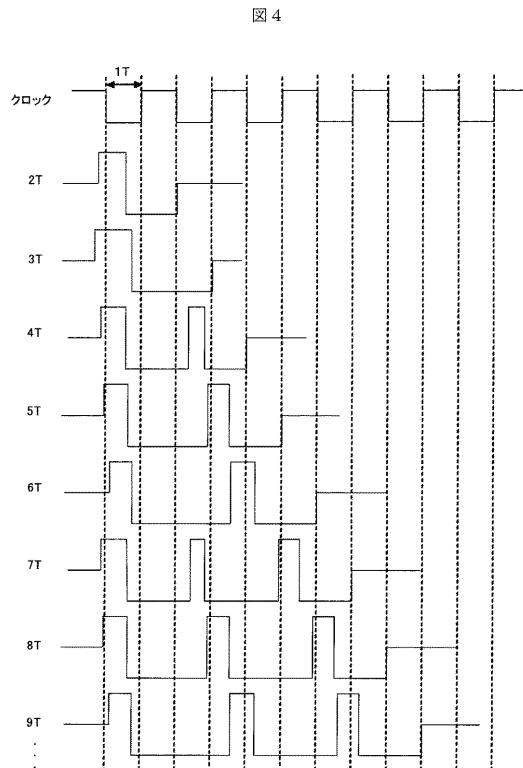
【図2】



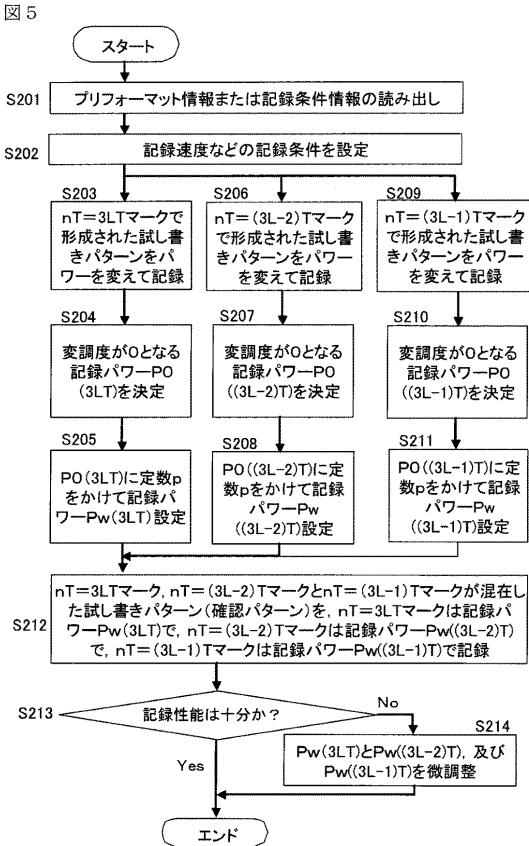
【図3】



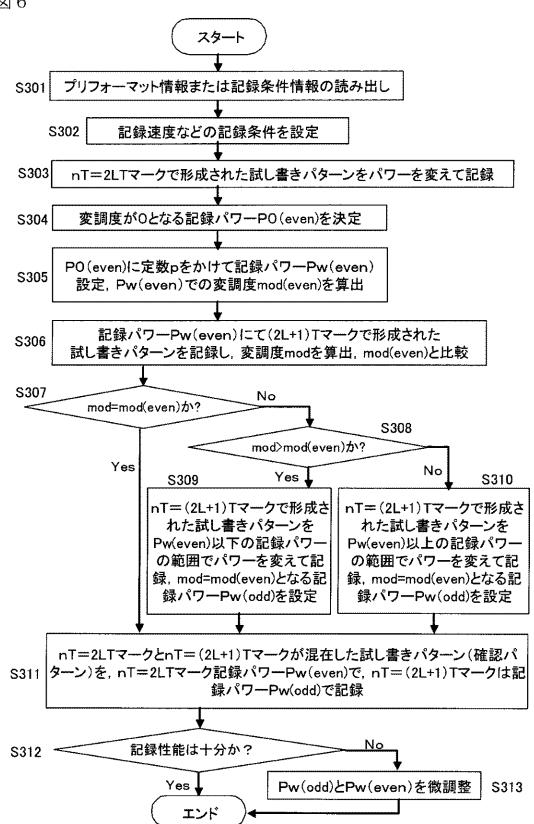
【図4】



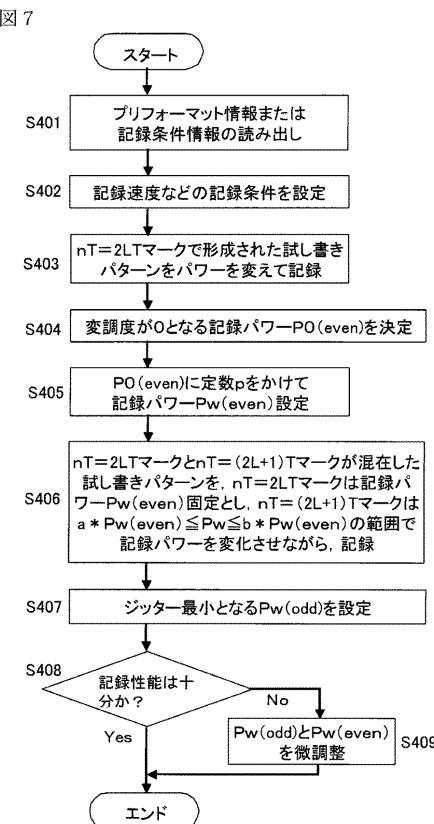
【図5】



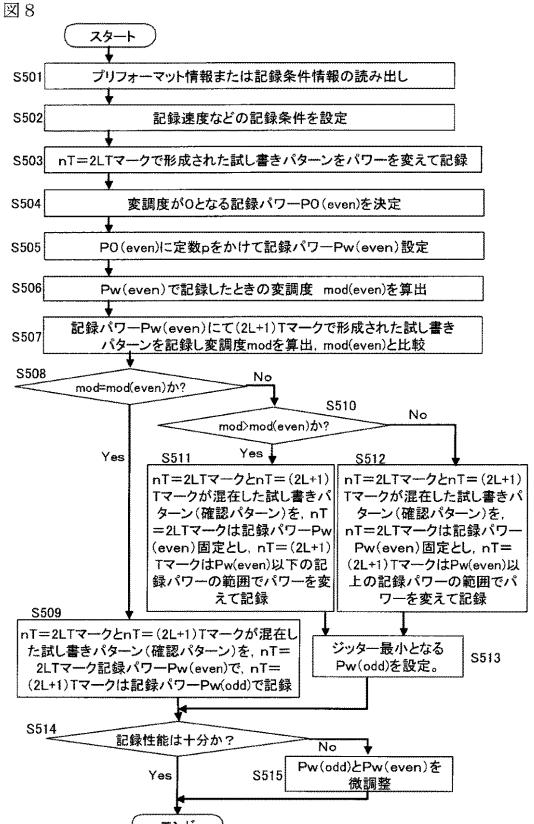
【図6】



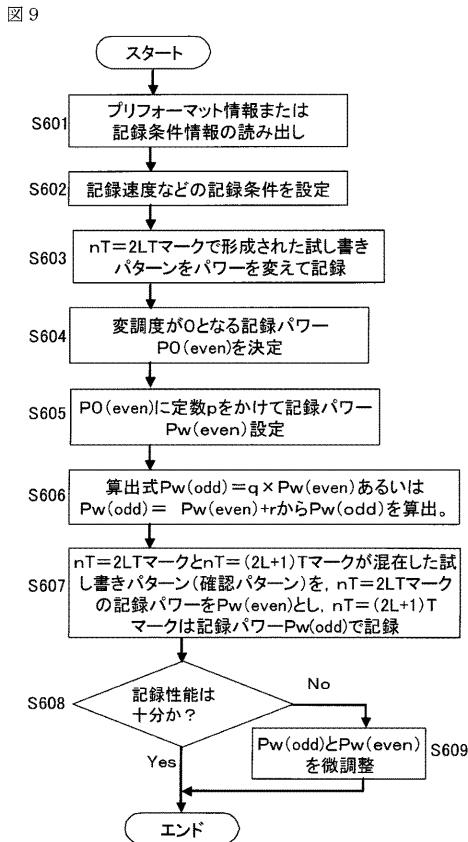
【図7】



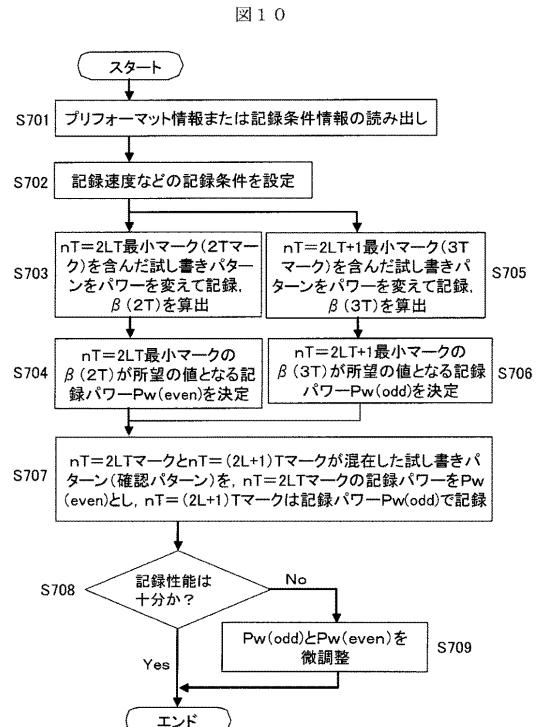
【図8】



【図9】

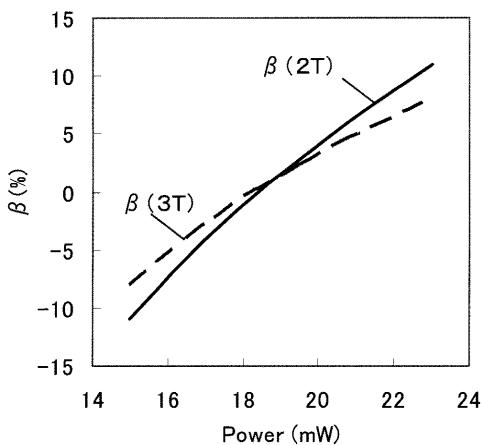


【図10】

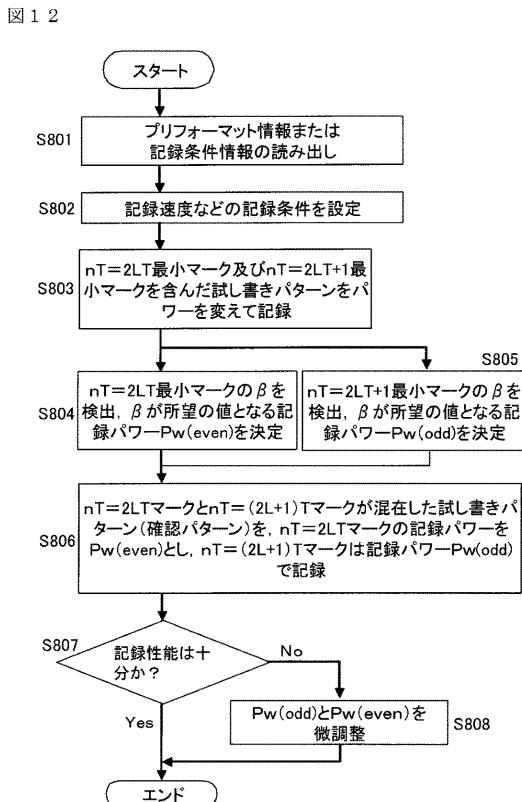


【図11】

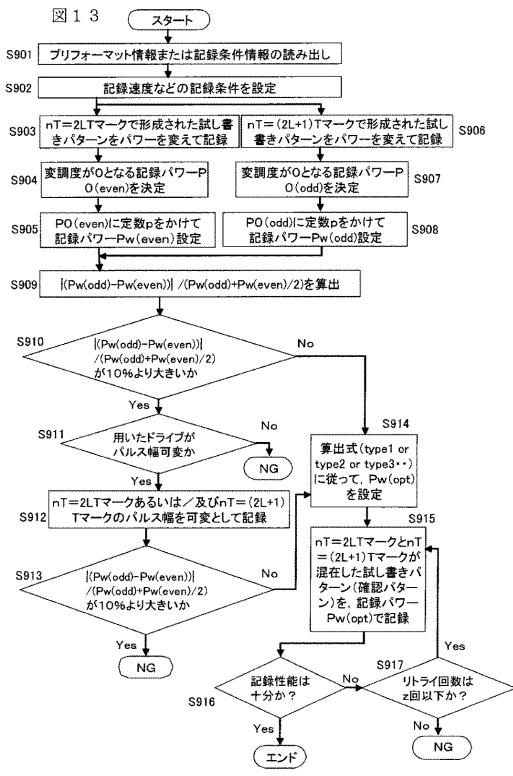
図11



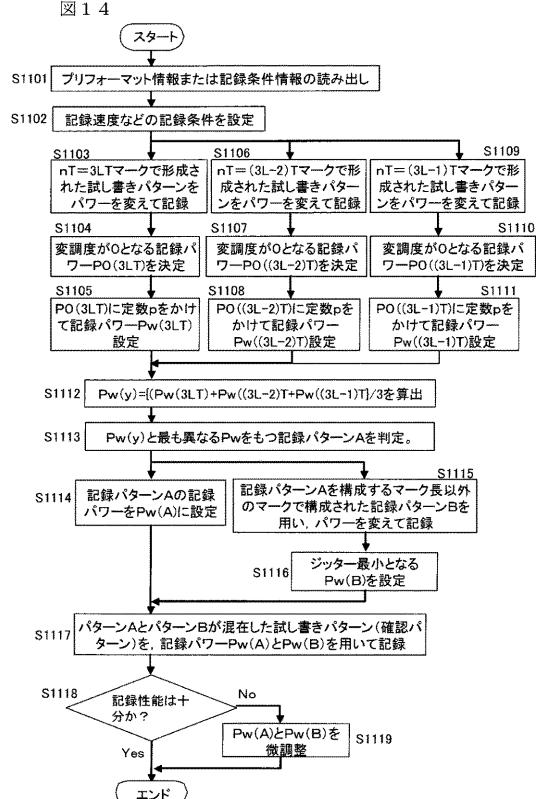
【図12】



【図13】

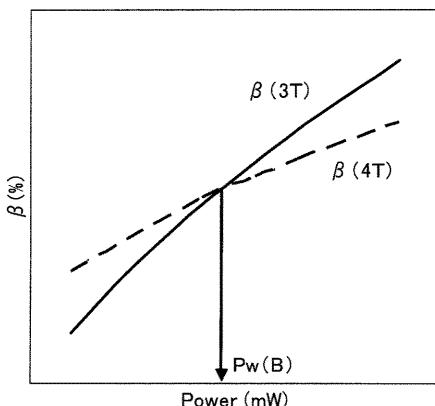


【図14】

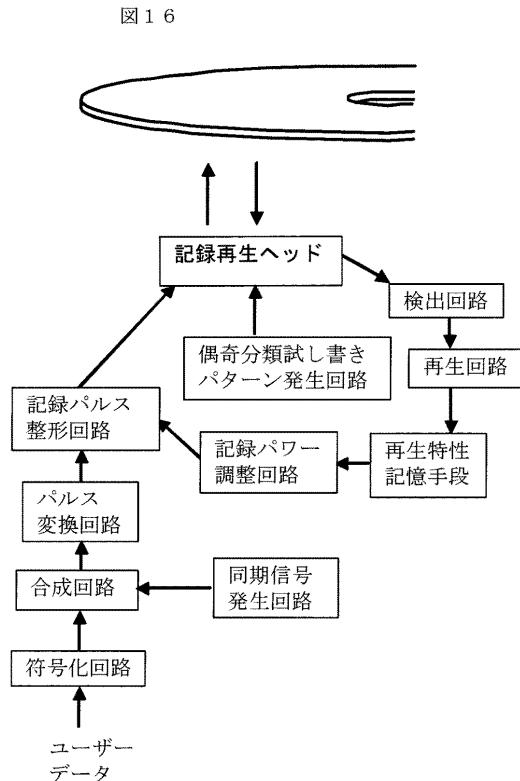


【図15】

図15

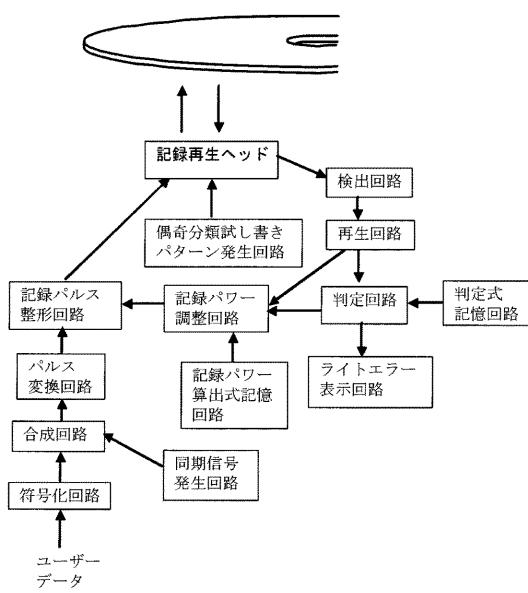


【図16】



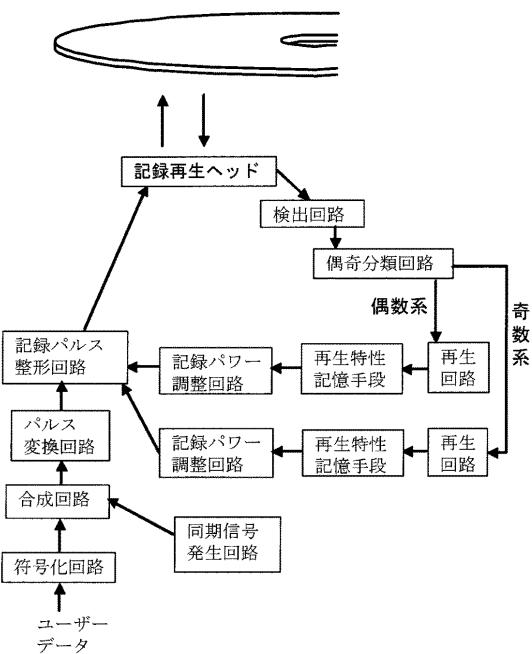
【図17】

図17



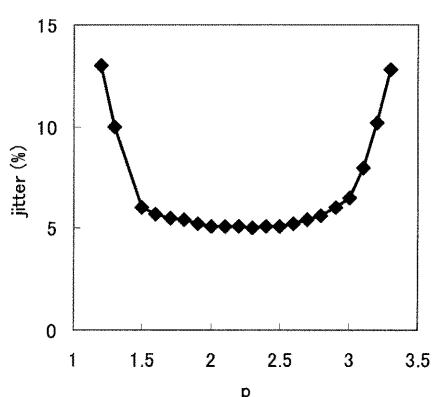
【図18】

図18



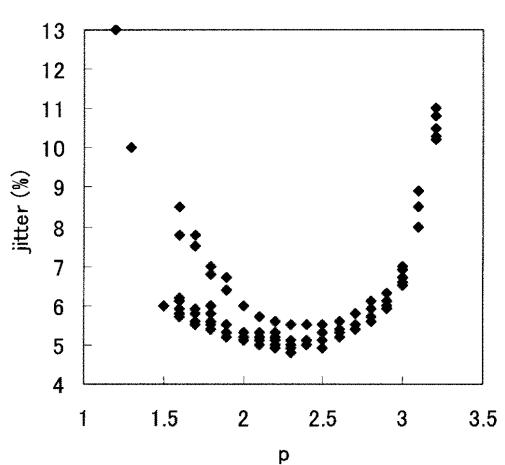
【図19】

図19



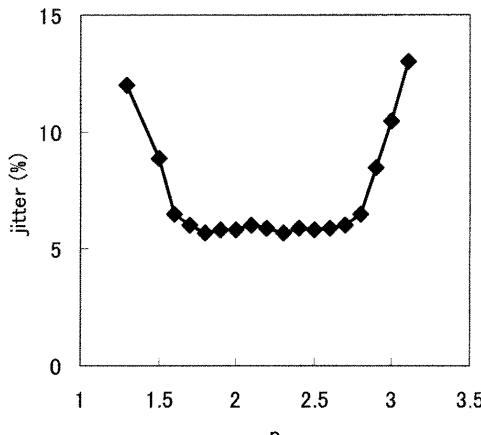
【図20】

図20



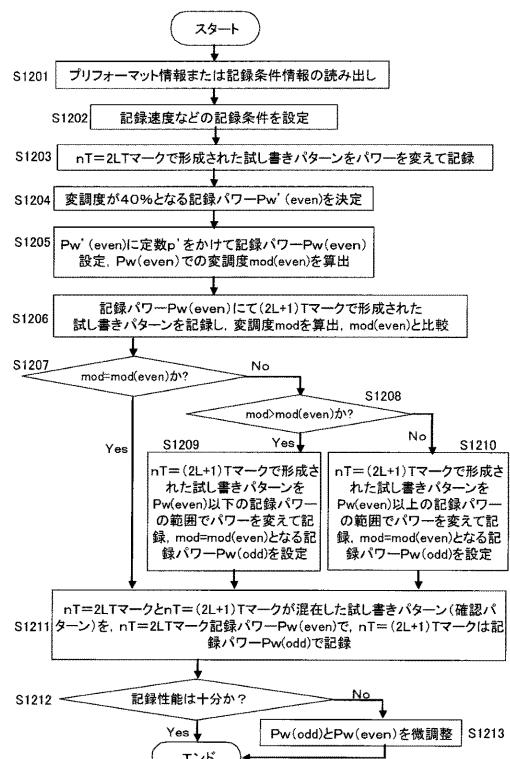
【図21】

図21



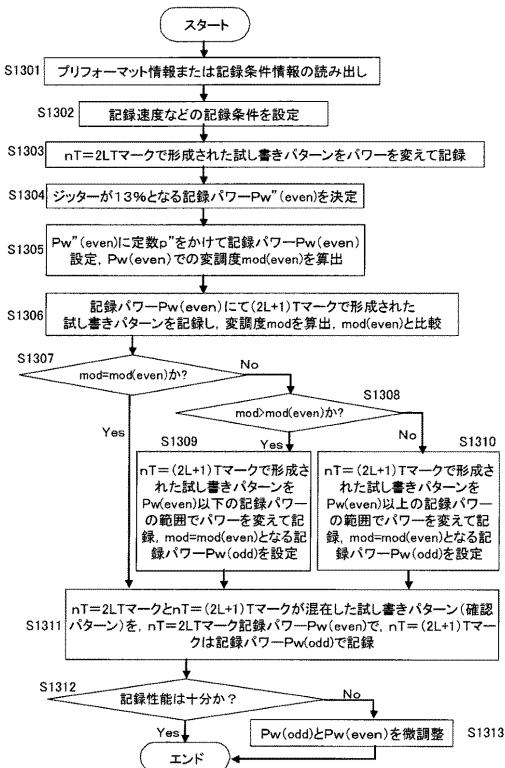
【図22】

図22



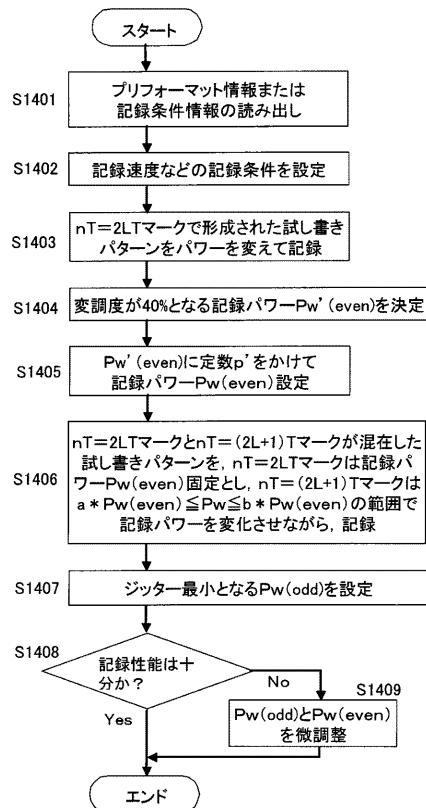
【図23】

図23

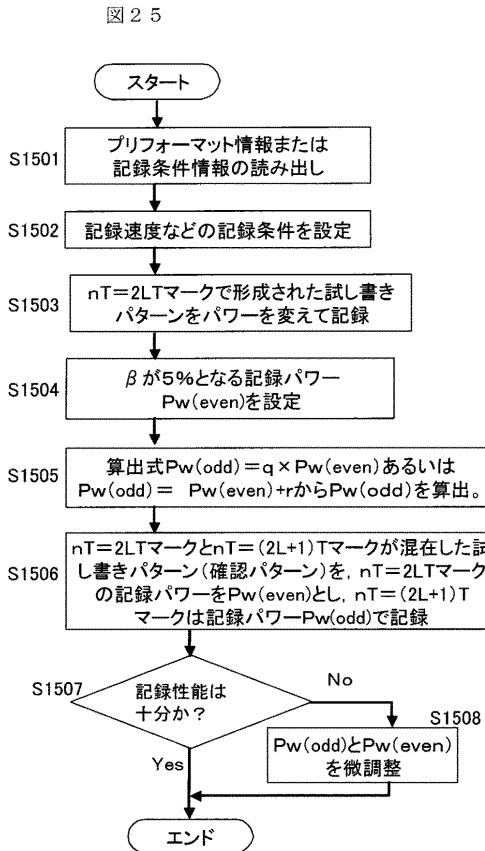


【図24】

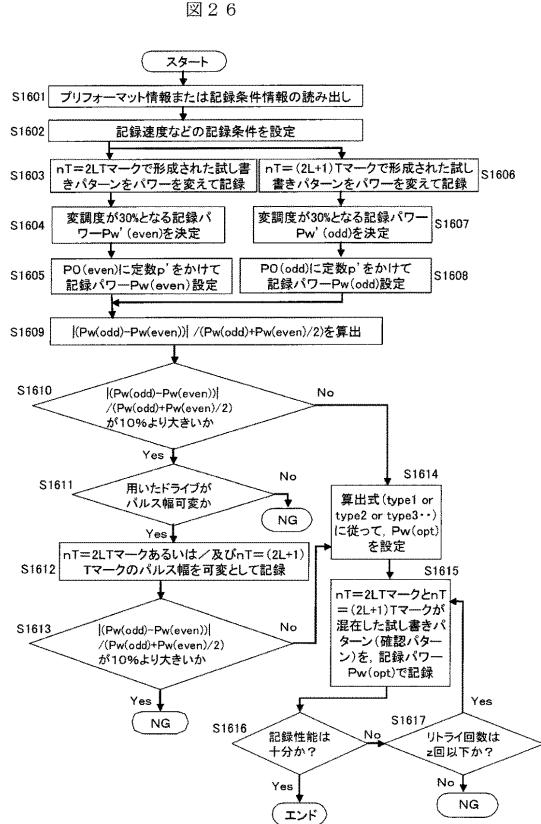
図24



【図25】

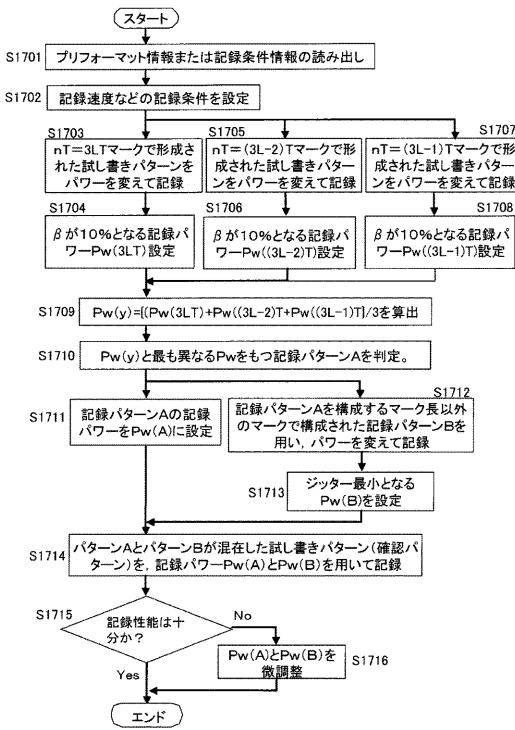


【図26】



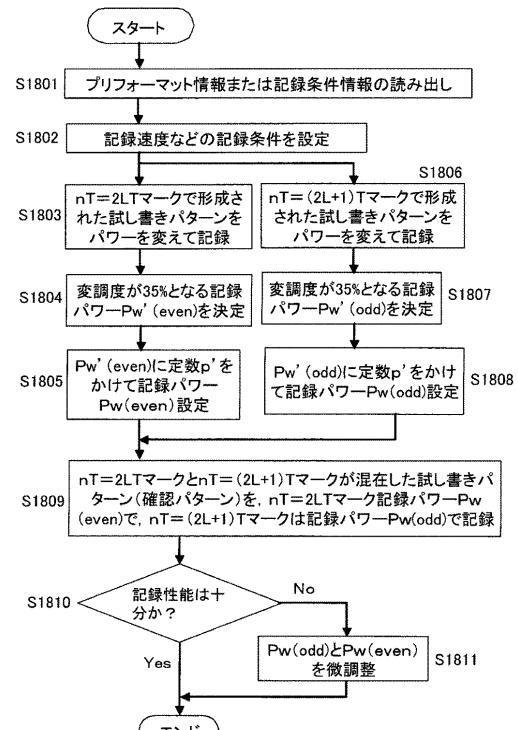
【図27】

図27



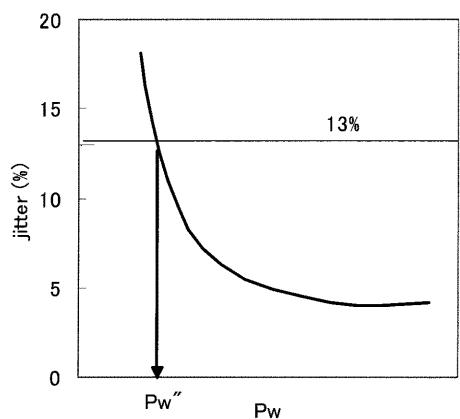
【図28】

図28



【図29】

図29



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-004906(JP,A)  
特開2004-342233(JP,A)  
特開2003-067925(JP,A)  
特開2000-030254(JP,A)  
特開平06-089436(JP,A)  
特開2003-288722(JP,A)  
特開2006-040493(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B      7 / 0 0   -   7 / 0 1 3  
G 11 B      7 / 1 2   -   7 / 2 2