

(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2007-207357
(P2007-207357A)

(43) 公開日 平成19年8月16日(2007.8.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/005 (2006.01)	G 1 1 B 7/005 B	5 D 0 4 4
G 1 1 B 20/10 (2006.01)	G 1 1 B 20/10 3 2 1 A	5 D 0 9 0
G 1 1 B 7/007 (2006.01)	G 1 1 B 7/007	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-25596 (P2006-25596)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成18年2月2日(2006.2.2)	(74) 代理人	100065385 弁理士 山下 穰平
		(74) 代理人	100122921 弁理士 志村 博
		(74) 代理人	100130029 弁理士 永井 道雄
		(72) 発明者	住岡 潤 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	山本 昌邦 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

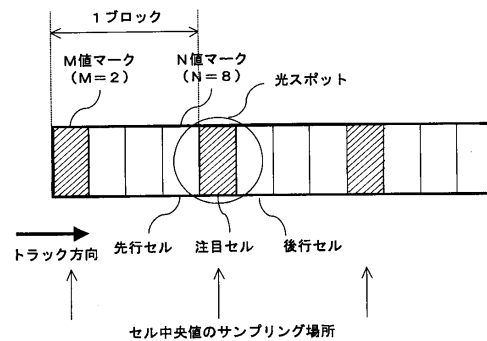
(54) 【発明の名称】 光学的情報再生方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】フォーマット効率をなるべく落とさずにレベル補正やAGCを行い、低周波成分だけでなく再生信号周波数帯域に近いノイズの影響を除いて精度良く多値情報を判定することが可能な光学的情報再生方法及び装置を提供する。

【解決手段】固定パターン領域ではなく、データ領域の一部に多値レベルを落としたセルを設けることでレベル補正或いはAGCを行う。例えば、N値(N=3)で記録されている複数のセル毎に、M値(M<N)で記録されているセルを設け、光スポットの中心が、M値で記録されたセルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のセル中央値と学習情報から得られる参照値との差分に基づいてM値で記録されたセルに続くN値で記録されたセルの再生信号レベルを補正する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光学的情報媒体のトラック上に、仮想的に一定間隔のセルを設け、前記セルにおけるトラック方向の情報ピットの幅、面積、又は情報ピットの位相を変えることによって記録された多値情報を再生する方法において、

N 値 ($N \geq 3$) で記録されている複数のセル毎に、M 値 ($M < N$) で記録されているセルを設け、光スポットの中心が、前記 M 値で記録されたセルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のセル中央値と学習情報から得られる参照値との差分に基づいて、前記 M 値で記録されたセルに続く N 値で記録されたセルの再生信号レベルを補正することを特徴とする光学的情報再生方法。

10

【請求項 2】

前記参照値は、前記 M 値で記録された注目セルの多値レベルを判定した多値判定値と、先行する N 値で記録された先行セルの多値判定値、あるいは、前記注目セルの前後にある M 値又は N 値で記録された先行セル及び後行セルの多値判定値とに基づき学習情報から得られたセル中央値であることを特徴とする請求項 1 に記載の光学的情報再生方法。

【請求項 3】

前記学習情報は、M 値で記録された注目セルと、該セルに先行する N 値で記録された先行セル、或いは前記注目セルの前後にある M 値又は N 値で記録された先行セル及び後行セルとで連続するセルを 1 つのグループとした場合に、該グループにおける各セル中央値が取り得る多値情報を予め学習したものであることを特徴とする請求項 2 に記載の光学的情報再生方法。

20

【請求項 4】

光学的情報媒体のトラック上に、仮想的に一定間隔のセルを設け、前記セルにおけるトラック方向の情報ピットの幅、面積、又は情報ピットの位相を変えることによって記録された多値情報を再生する方法において、

N 値 ($N \geq 3$) で記録されている複数のセル毎に、M 値 ($M < N$) で記録されているセルを設け、光スポットの中心が M 値で記録されたセルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のピークを検出することによって、再生信号を A G C することを特徴とする光学的情報再生方法。

【請求項 5】

光学的情報媒体のトラック上に、仮想的に一定間隔のセルを設け、前記セルにおけるトラック方向の情報ピットの幅、面積、又は情報ピットの位相を変えることによって記録された多値情報を再生する方法において、

N 値マーク ($N \geq 3$) で記録されている複数のセル毎に、連続した M 値 ($M < N$) で記録されているセルを設け、光スポットの中心が、前記 M 値で記録されたセルとそれに続く M 値で記録されたセルとの境界に来た時にサンプリングした再生信号と学習情報から得られる参照値との差分に基づいて、それに続く N 値で記録されたセルの再生信号のレベルを補正することを特徴とする光学的情報再生方法。

30

【請求項 6】

前記参照値は連続する M 値で記録されたセルの多値判定値に基づく学習情報から得られたセル間値であることを特徴とする請求項 5 に記載の光学的情報再生方法。

40

【請求項 7】

前記学習情報は、連続する M 値で記録されたセルを 1 つのグループとした場合に、該グループにおけるセル間値が取り得る多値情報を予め学習したものであることを特徴とする請求項 6 に記載の光学的情報再生方法。

【請求項 8】

光学的情報媒体のトラック上に、仮想的に一定間隔のセルを設け、前記セルにおけるトラック方向の情報ピットの幅、面積、又は情報ピットの位相を変えることによって記録された多値情報を再生する装置において、

N 値 ($N \geq 3$) で記録されている複数のセル毎に、M 値 ($M < N$) で記録されているセ

50

ルを設け、光スポットの中心が、前記M値で記録されたセルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のセル中央値と学習情報から得られる参照値との差分に基づいて、前記M値で記録されたセルに続くN値で記録されたセルの再生信号レベルを補正する手段を有することを特徴とする光学的情報再生装置。

【請求項9】

光学的情報媒体のトラック上に、仮想的に一定間隔のセルを設け、前記セルにおけるトラック方向の情報ピットの幅、面積、又は情報ピットの位相を変えることによって記録された多値情報を再生する装置において、

N値(N≧3)で記録されている複数のセル毎に、M値(M<N)で記録されているセルを設け、光スポットの中心がM値で記録されたセルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のピークを検出することによって、再生信号をAGCする手段を有することを特徴とする光学的情報再生装置。

10

【請求項10】

光学的情報媒体のトラック上に、仮想的に一定間隔のセルを設け、前記セルにおけるトラック方向の情報ピットの幅、面積、又は情報ピットの位相を変えることによって記録された多値情報を再生する装置において、

N値マーク(N≧3)で記録されている複数のセル毎に、連続したM値(M<N)で記録されているセルを設け、光スポットの中心が、前記M値で記録されたセルとそれに続くM値で記録されたセルとの境界に来た時にサンプリングした再生信号と学習情報から得られる参照値との差分に基づいて、それに続くN値で記録されたセルの再生信号のレベルを補正する手段を有することを特徴とする光学的情報再生装置。

20

30

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

この発明は、光ディスク等の情報記録媒体に記録された多値情報を再生する光学的情報再生方法及び装置、特に、再生信号のレベル補正及びAGC(Automatic Gain Control:自動利得制御)を精度良く効率的に行う方法及び装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、光ディスクにおいては渦巻状又は同心円状のトラック上に2値のデジタルデータが記録されている。記録方法には、エンボス加工等による凹凸のピット(ROMディスク)や無機・有機記録膜への穴形成(追記型ディスク)・結晶状態の違い(相変化ディスク

50

)・磁化方向の違い(光磁気ディスク)等がある。

【0003】

これらの記録データを再生する際には、トラック上にレーザビームを照射してその反射光の強度差や磁気カー効果による偏光方向の差等を検出し、再生RF信号を得る。そして、得られた再生RF信号から2値のデータを検出している。

【0004】

近年、これら光ディスクの記録容量の高密度化を図る研究開発が進められており、情報の記録再生に関する光スポットを微小化する技術の1つとして、同じ光スポットの大きさを用いてより効率のよい多値記録再生の技術が提案されている。

【0005】

例えば、本願発明者等は、多値記録再生技術の方式を特開平5-128530号公報において提案している(特許文献1)。即ち、光学的情報記録媒体の情報トラック上に、情報ピットのトラック方向の幅と、その情報ピットの再生用光スポットに対するトラック方向のシフト量の組み合わせによって多値情報を記録する方法を提案している。また、同公報では、その多値記録した情報ピットを再生する際、予め学習しておいた検出信号と光スポットから得られた検出信号との相関より多値情報を再生する方法を提案している。

【0006】

更に、情報ピットのトラック方向のシフト量によって多値情報を記録する記録方法(サイファー方式)も提案されている。

【0007】

ここで、情報ピットのトラック方向の幅を他段階に変えた8値記録の場合の再生方法を説明する。まず、8レベルの情報ピットは、情報記録媒体に記録する時に2値データから8レベルに変換された後に各セルに記録される。

【0008】

8値記録の場合、1つのセルが3ビットの2値データに対応していることになる。例えば、3ビットの情報に対して、図20に示すように(0,0,0)は0レベル、(0,0,1)は1レベル、(0,1,0)は2レベル、(0,1,1)は3レベルに対応させている。また、(1,0,0)は4レベル、(1,0,1)は5レベル、(1,1,0)は6レベル、(1,1,1)は7レベルに対応させている。

【0009】

更に、8レベルの情報ピットの選択は、例えば、図20に示すようにセルのトラック方向の幅を16等分し、レベル0を何も情報ピットを記録しない、レベル1を2/16セル分の幅、レベル2を4/16セル分の幅とする。また、レベル3を6/16セル分の幅、レベル4を8/16セル分の幅、レベル5を10/16セル分の幅、レベル6を12/16セル分の幅、レベル7を14/16セル分の幅とする。

【0010】

このように選択した情報ピットをランダムに記録し、その反射光量を光検出器で受光し、得られた多値情報ピットからの再生信号を、光スポットの中心が、セルのトラック方向の幅の中央に来た時のタイミングでサンプリングする。そうすると、各レベルに対する再生信号の振幅として図21のような分布が得られる。

【0011】

図21では情報ピットが何も書かれていないレベル0が続く時の再生信号の振幅の大きさを『1』、レベル7の情報ピットが連続して記録されている時の再生信号の振幅の大きさを『0』として規格化している。

【0012】

各レベルに対応する再生信号の値が幅を持つのは、注目している情報ピットの前後に書かれている情報ピットからの影響(符号間干渉)を受けるからである。図21に示すように隣のレベルと再生信号の振幅分布が重なっていると、固定した閾値では分離検出できないことが分かる。

【0013】

10

20

30

40

50

I S O M 2 0 0 3 の発表の例には、これを解決するための方法が述べられている（非特許文献 1）。即ち、注目している情報ピットの値と、その前後の情報ピットの値とが予め分かっているピット列からの再生信号を読み取り記憶しておき（学習）、実際の情報ピットからの再生信号と記録しておいた値とを比べて（相関をみる）、分離検出する方式が述べられている。

【 0 0 1 4 】

以上が従来 of 多値記録再生の例であるが、いずれの方法においても光ディスクにおいて各種光ディスク間の反射率の違いや、1つの光ディスク内における内周側と外周側での再生周波数特性の違い等、再生信号は種々の要因でレベル変動や振幅変動が発生する。更には、ドライブの機械的要因、光学的な要因の違いによって起こる影響があり、これらを取り除く必要がある。

10

【 0 0 1 5 】

多値情報を再生する上でのレベル変動や振幅変動を抑える方法として、一般的にはデータ領域とデータ領域の間に一定の周期で固定パターン領域を設けることで A G C (Automatic Gain Control: 自動利得制御) やレベル補正を行っている。

【 0 0 1 6 】

図 2 2 はその一般的なブロックの構成を簡易的に示す。図 2 2 に示すように光ディスクには多値情報の固定パターン領域とデータ領域が交互に記録されている。固定パターン領域は、バイアス、ゲイン、クロックマークから構成されている。

【 0 0 1 7 】

個々のマークの機能を説明すると、まず、バイアスマークはセルに最小マークを記録（或いは何も記録しない）して最小の信号レベルを検知し、これを基準レベルとしてデータ領域の再生信号のレベル補正を行うためのものである。

20

【 0 0 1 8 】

ゲインマークはセルに最大マークを記録して最大信号レベルを検知し、データ領域の再生信号の A G C を行うためのものである。クロックマークはセルにゼロクロス検出できるようなトーン信号を記録して、多値データに同期したクロックとの位相ずれを検知することによって P L L を行うためのものである。

【 0 0 1 9 】

クロックマークによって、その後のデータ領域のサンプリングのタイミングを合わせることができ。また、固定パターン領域には、アドレス情報、波形等化適応情報等も含まれる場合があるが、図 1 5 では省略している。

30

【 特許文献 1 】 特開平 5 - 1 2 8 5 3 0 号公報

【 非特許文献 1 】 I S O M 2 0 0 3 (Write-once Disks for Multi-level Optical Recording: 予稿集 F r - P o - 0 4)

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 2 0 】

更に高密度化を行おうとすると、光スポットに対してセルの大きさが益々小さくなり、レベル補正や A G C を行う上で新たな課題が生じる。つまり、隣接セルからの符号間干渉によって再生信号の S N 比が減少し、低周波成分だけでなく、再生信号周波数帯域に近いノイズによってレベル変動や振幅変動の影響をより受けやすくなる。

40

【 0 0 2 1 】

そのため、大幅に再生誤り率が上がってしまう。例えば、再生信号周波数が 2 2 M H z の多値情報データに対して、5 0 k H z 以下の低周波成分はハイパスフィルタ等によって除去可能であるが、実際には基板溝のウォブル成分や基板ノイズ等によって 1 M H z ~ 5 M H z 帯域でもノイズが生じる。これらは簡単に再生信号成分と分離することができない。

【 0 0 2 2 】

その結果、再生信号レベルはノイズの影響を受けて誤った判定値を生じやすくなる。こ

50

これらの問題は、固定パターン領域を増やしてレベル補正やA G Cの頻度を多くすることで回避することもできるが、その分、データ領域が確保できなくなるため、フォーマット効率が低下するという問題があった。

【0023】

本発明の目的は、フォーマット効率を低下させることなく、低周波成分だけでなく再生信号周波数帯域に近いノイズの影響も受けずに精度良く多値情報を判定することが可能な光学的情報再生方法及び装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0024】

本発明は、上記目的を達成するため、光学的情報媒体のトラック上に、仮想的に一定間隔のセルを設け、前記セルにおけるトラック方向の情報ピットの幅、面積、又は情報ピットの位相を変えることによって記録された多値情報を以下の方法で再生する。

10

【0025】

本発明の第1の方法は、N値(N \geq 3)で記録されている複数のセル毎に、M値(M<N)で記録されているセルを設け、光スポットの中心が、前記M値で記録されたセルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のセル中央値と学習情報から得られる参照値との差分に基づいて、前記M値で記録されたセルに続くN値で記録されたセルの再生信号レベルを補正することを特徴とする。

【0026】

また、第2の方法は、N値(N \geq 3)で記録されている複数のセル毎に、M値(M<N)で記録されているセルを設け、光スポットの中心がM値で記録されたセルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のピークを検出することによって、再生信号をA G Cすることを特徴とする。

20

【0027】

更に、第3の方法は、N値マーク(N \geq 3)で記録されている複数のセル毎に、連続したM値(M<N)で記録されているセルを設け、光スポットの中心が、前記M値で記録されたセルとそれに続くM値で記録されたセルとの境界に来た時にサンプリングした再生信号と学習情報から得られる参照値との差分に基づいて、それに続くN値で記録されたセルの再生信号のレベルを補正することを特徴とする。

【発明の効果】

30

【0028】

本発明によれば、データ領域の一部に多値度を落としたセルを設けることにより、記録媒体のフォーマット効率を低下させることなく、高密度記録された多値情報を精度良く再生できる。特に、低周波成分だけでなく、再生信号周波数帯域に近いノイズの影響も除いて精度良く多値情報を判定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

次に、発明を実施するための最良の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明に係る光学的情報記録再生装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。図中1は螺旋状または同心円状のトラックが形成された情報記録媒体である光ディスク、2は光ディスク1を回転駆動するスピンドルモータ、3は光ディスク1に対して多値情報を記録し、或いは再生するための光ヘッドである。

40

【0030】

光ヘッド3には図示しない半導体レーザや対物レンズ、光検出器等が設けられ、半導体レーザからのレーザ光を対物レンズで絞って微小光スポットとして光ディスク1上に照射する。その反射光は光ヘッド3内の光検出器で検出され、演算増幅回路4は光検出器からの信号に基づいて光スポットが所望のトラック上に沿って走査するように制御するためのフォーカスエラー信号/トラッキングエラー信号を生成する。

【0031】

サーボ回路5は演算増幅回路4からの信号に基づいて光スポットが所望のトラック上に

50

沿って走査するようにフォーカス制御/トラッキング制御を行う。また、サーボ回路5は光ディスク1が線速度一定或いは角速度一定等で回転するようにスピンドルモータ2の回転制御を行う。

【0032】

多値情報を光ディスク1に記録する場合には、2値データ6の入力を、多値化回路7により多値データに変換し、変調回路8により多値データに応じた信号を出力する。そして、レーザ駆動回路9により光ヘッド3内の半導体レーザを駆動し、光ディスク1のトラック上に多値情報に応じたマークを記録することによって行う。

【0033】

多値情報を記録する方法としては、例えば、光ディスク1のトラック上に仮想的にセルを設け、そのセルにおけるトラック方向の情報ピットの幅、面積、或いは情報ピットの位相を変えることによって記録する方法がある。

【0034】

一方、多値情報を再生する場合には、光ヘッド3により再生用の光スポットを光ディスク1上に照射し、光ディスク1からの反射光を光ヘッド3内の光検出器で検出する。演算増幅回路4はその検出信号を処理して再生信号を生成し、AD変換回路10によりその再生信号をデジタル信号に変換する。

【0035】

更に、AGC回路19により再生信号のゲインを調整し、セル中央値/セル間値分離検出回路12によりセル中央値とセル間値に分離する。これらの処理はPLL回路11によって生成されたクロックにより行う。セル中央値/セル間値分離検出回路12で分離されたセル中央値はセル中央値用波形等化回路13により波形等化处理され、セル間値はセル間値用波形等化回路14により波形等化处理される。

【0036】

そして、学習用メモリ17から学習テーブルデータの参照値を読み出し、この両者の値に基づいて多値データ判定回路15により多値レベルを判定する。ここで、本発明に係る補正回路18は、判定された多値情報と学習テーブルデータの参照値を用いて補正值を算出し、これを波形等化されたデータに加算することでレベル補正やAGCを行う。更に、多値-2値変換回路16により2値データに変換し、2値データ20として出力する。

【0037】

以上が本発明による多値情報を記録再生する方法の概略である。ここで、補正回路18の説明を始める前に、上記セル間値とセル中央値のサンプリング位置の違いとそれぞれの特徴を図2、図3を用いて説明する。

【0038】

図2はセル中央値をサンプリングしている際の前後のセルと光スポットの位置関係を示す。一例として、光ディスク1のトラックピッチは $0.32\mu\text{m}$ 、光スポットの大きさは $0.405\mu\text{m}$ (波長 405nm 、対物レンズの開口数: $NA0.85$)、セルの大きさは $0.2\mu\text{m}$ とする。

【0039】

このパラメータにおいて注目セルのセル中央値は、先行セルと後行セルのレベルが0~7に変化することで、同じ値を取らず、符号間干渉の影響で幅を持つことが実験的に分かっている。これは、図2で真中のセル上にある光スポットの裾が左右のセル上にかかっていることから直感的に分かる。このセル中央値に対する符号間干渉の影響は、光スポットの大きさに対してセルが小さくなるほど大きくなっていく。

【0040】

図3はセル間値をサンプリングする際の左右のセルの境界に光スポットが来た時の位置関係を示すものである。光スポットの大きさ $0.405\mu\text{m}$ に対して、2つ分のセルの幅は $0.4\mu\text{m}$ であり、光スポットのほとんどが左右のセル上にある。つまり、左右のセルの境界でサンプリングされたセル間値はその外側からの影響がほとんど無く、左右のセルより外側からの符号間干渉の影響が小さいものとなる。

10

20

30

40

50

【0041】

以上のセル中央値とセル間値は、セル中央値/セル間値分離検出回路12においてPLL回路11で生成された多値データに同期したクロックでそれぞれサンプリングすることで得られる。セル中央値サンプリング用のクロックとセル間値サンプリング用のクロックは、同じ周波数であって、互いに1/2周期(1つのセルを1周期とする)位相が異なるものである。

【0042】

更に、多値データ判定回路15における多値データ判定方法としては、例えば、本願発明者等が、先に、特願2005-047198号で提案している方法を用いることができる。この方法については、詳しく後述する。

10

【0043】

次に、本発明に係る補正回路18のレベル補正及びAGC回路19のAGCの方法について詳細に説明する。図4は1ブロックにM値マークとN値マークのセルを記録する構成とレベル補正に用いるデータのサンプリング場所を示しており、これを第1の方法とする。

【0044】

ここで、 $M = 2$ 、 $N = 8$ とし、1つのM値マークと3つのN値マークのセルを1ブロックとみなす。M値マークは2値で記録されているので、例えば、図5に示すように0レベルは記録せず、1レベルは最大幅になるようにトラック方向に記録する。これは、8値記録で置き換えて考えれば、0レベルと7レベルが記録、再生されることと同じになる。ここで、M値マークを2値で記録することによる利点が2つある。

20

【0045】

まず、M値マークの再生データはほとんどエラーを生じることがない。次に、M値マークのセル中央値の最大・最小レベルは再生信号の最大・最小レベルと同じになり、そのレベル差を一定のブロック数でモニタリングすることで再生信号の振幅変動を計測できる。本発明では、上述のようなエラーを生じることがないという前者を補正回路18におけるレベル補正に利用し、振幅変動を計測できるという後者をAGC回路19に利用する。

【0046】

補正回路18におけるレベル補正方法について説明する。図6は、例えば、図4の構成で記録された多値マークを再生し、その判定値に基づいて補正值を求めるアルゴリズムを示す。まず、ステップ1で1ブロック毎に補正動作を開始する。次に、ステップ2でサンプリングされたM値マークの再生信号、この場合はセル中央値が入力される。

30

【0047】

次に、ステップ3で学習用メモリ17の学習テーブルデータにアクセスする。そして、ステップ4で対象となるM値マークの注目セルと、その前後をN値マークのセルとした3つの連続するセル(先行セル、注目セル、後行セル)の多値判定値に基づいて、図7に示す全128($8 \times 2 \times 8$)パターンの学習情報からセル中央値の参照値を求める。

【0048】

この128パターンの情報がパターン同士の符号間干渉を防ぐためにパターン毎に所定間隔を空けて、光ディスク1上のユーザデータ領域の先頭部分に記録されている。図示しない装置内の各部を制御するコントローラはユーザデータ領域の情報を再生する前に各パターンのセル中央値の再生信号を検出し、そのサンプリング値を学習用メモリ17に参照値として記憶させておく。

40

【0049】

なお、上述したような学習情報ではなく、予めシミュレーションで求めた理想のサンプリング値自身をユーザデータ領域の先頭部分に記録しておくようにしてもよい。その後、ステップ5でM値マークのセルの再生信号とそれに対応する参照値の差分を計算し、この差分を補正值とする。更に、ステップ6で注目セルより後に続く3つのN値マークの再生信号にそれぞれ補正值を加算し、ステップ7にて終了する。

【0050】

50

ここで、3つの連続するセルにおける多値判定値が誤ったものである場合には、算出される補正值は同様に信頼性の低い値となる。しかし、M値マークのセルは2値レベルであるのでその判定値はほぼ正解値をとり、その結果、前後セルの判定値の確度を上げることができる。これは、前後セルの判定値は判定アルゴリズムの過程でM値マークのセルの判定値を利用して決定するからである。従って、3つの連続するセルにおける多値判定値の確度を高められ、補正值の精度を向上することが可能となる。

【0051】

次に、第2の方法について説明する。この場合は、 $M = 2$ 、 $N = 8$ とし、1ブロックに2つのM値マークと3つのN値マークのセルが記録されているものとする。この構成を図8に示す。

10

【0052】

第1の方法と同様に図6のステップ1で1ブロック毎に補正動作を開始する。次に、ステップ2でM値マークの2つのセルの境界でサンプリングされた再生信号、この場合はセル間値が入力される。ステップ3で学習テーブルデータにアクセスし、ステップ4で対象となるM値マークの2つの連続するセル（先行セル、注目セル）の多値判定値に基づいて、図9に示す全4（ 2×2 ）パターンの学習情報からセル間値を参照値として求める。

【0053】

この4パターンの情報も、同様に光ディスク1上のユーザデータ領域の先頭部分に記録されている。図示しないコントローラは同様にユーザデータ領域の情報を再生する前に各パターンのセル間値の再生信号を検出し、そのサンプリング値を学習用メモリ17に参照値として記憶させておく。

20

【0054】

その後、ステップ5でセル間値の再生信号とそれに対応する参照値の差分を計算し、この差分を補正值とする。そして、ステップ6で注目セルより後に続く3つのN値マークの再生信号にそれぞれ補正值を加算し、ステップ7にて終了する。

【0055】

次に、第3の方法について説明する。この場合は、 $M = 2$ 、 $N = 8$ とし、1ブロックに3つのM値マークと3つのN値マークのセルが記録されているものとする。この構成を図10に示す。

【0056】

第1の方法と同様に図6のステップ1で1ブロック毎に補正動作を開始する。次に、ステップ2でサンプリングされた3つのM値マークの中心となるセルの再生信号、この場合はセル中央値が入力される。

30

【0057】

次に、ステップ3で学習テーブルデータにアクセスし、ステップ4で対象となるM値マークの3つの連続するセル（先行セル、注目セル、後行セル）の多値判定値に基づいて、図11に示す全8（ $2 \times 2 \times 2$ ）パターンの学習情報からセル中央値を参照値として求める。

【0058】

この8パターンの情報も、同様に光ディスク1上のユーザデータ領域の先頭部分に記録されている。図示しないコントローラはユーザデータ領域の情報を再生する前に各パターンのセル中央値の再生信号を検出し、そのサンプリング値を学習用メモリ17に参照値として記憶させておく。

40

【0059】

その後、ステップ5で3つのM値マークの中心となるセルの再生信号とそれに対応する参照値の差分を計算し、この差分を補正值とする。そして、ステップ6で注目セルより後に続く3つのN値マークの再生信号にそれぞれ補正值を加算し、ステップ7にて終了する。

【0060】

次に、AGC回路19の方法について説明する。本発明におけるAGCは、再生信号の

50

最大・最小レベルを検知して振幅を調整する基本的な構成を備えており、その最大・最小レベルをどのマークを用いて検出するかという点に特徴がある。

【0061】

即ち、従来が多値記録再生では情報データとは別の領域にある固定マークを記録して検出していたが、本発明では情報データとして多値度を落として記録された2値マークの信号レベルを用いて検出する。もちろん、N値マークの再生信号は多段階レベルであるのでAGCの入力信号としては用いることはできない。

【0062】

図12はAGC回路19の一例を示す概略ブロック図である。入力された再生信号における2値マークに対して一定のブロック間でピーク検出を行い、最大・最小レベルを検知する。その後、最大・最小レベルの差と基準振幅値との差に係数を掛けてゲインを更新する。最大・最小レベルの差が基準振幅値と等しければ更新される値はゼロとなる。ゲインは、その後、1が加算され、入力信号に乗算することでAGCを行う。なお、AGCの入出力特性を決める回路上の素子構成等については特に限定するものではないので省略する。

10

【0063】

ここで、図4の例の場合には、光スポットの中心が、M値で記録されたセルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のセル中央値をピーク検出することによって再生信号をAGCするものである。

【0064】

また、図8の例の場合には、光スポットの中心が、連続した2つのM値で記録された各セルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のセル中央値をピーク検出することによって再生信号をAGCする。

20

【0065】

更に、図10の例の場合には、光スポットの中心が、連続した3つのM値で記録された各セルの中央に来た時にサンプリングした再生信号のセル中央値をピーク検出することによって再生信号をAGCする。

【0066】

このように本発明に係るAGC回路は、M値マークとN値マークの構成を変えた第1、第2、第3の方法のいずれにおいても同様に適用でき、M値マークのセル中央値をサンプリングしてピーク検出するものである。以上が、本発明の多値情報を再生する方法である。

30

【0067】

次に、多値データ判定回路15の判定方法について図13～図19を参照して説明する。これは、上述のように特願2005-047198号で提案している。本実施形態では、0～7の8値の多値データを再生するものとする。図13は多値データ判定回路15における多値データの判定方法を説明する図である。多値データ判定回路15は、主にセル中央値判定部19、セル間値判定部20、最終値判定部21に別れている。

【0068】

最初に、セル中央値判定部19について説明する。セル中央値判定部19は図2で説明したような3つの連続セル（先行セル、注目セル、後行セル）を考慮して判定するものである。多値データ判定回路15はセル中央値の再生信号が入力されると、ステップ1で操作を開始する。

40

【0069】

次いで、ステップ2で、先行セルの値を決定する（これは、1ステップ前に求めた注目セルの値を選択する）。例えば、1ステップ前に判定した注目セルの値が『7』だった場合には、先行セルの値は『7』として選択する（ここで言う「選択」とは最終的な判定ではなく、仮決めを意味する）。或いは、先行セルの値を選択する方法として、セル中央値の再生信号（光スポットが先行セルの中央に位置する時のサンプリング値）を各レベルに応じた複数の閾値でレベルスライスして決定しても良い。

50

【0070】

次に、ステップ3で、後行セルの値をセル中央値の再生信号（光スポットが後行セルの中央に位置する時のサンプリング値）をレベルスライスして選択する（レベルスライスで最も近い値を選択）。例えば、後行セルの値が『7』として選択されたとする。ここまでの、3つの連続セルのうち先行セルと後行セルの値が選択されたことになる。

【0071】

次に、ステップ4で、先行セルと後行セルの値を用いてセル中央値学習テーブル（図14）からセル中央値の再生信号に最も近い注目セルの値を選択する。更に、ステップ5で2番目に近い値を選択する。また、ステップ6で、ステップ4及びステップ5で選択した値をそれぞれ第1候補『a』、第2候補『b』として決定する。

10

【0072】

このセル中央値判定部19におけるステップ4～6について図14、図15を用いて更に詳細に説明する。図14は多値データの判定に用いる学習テーブルを示す。図14（a）はセル中央値学習テーブルであり、先行セル、注目セル、後行セルがとりうるすべての組合せ、全512パターン（ $8 \times 8 \times 8$ ）のテーブルが作られている。512パターンの情報は光ディスク1上のユーザデータ領域の先頭部分に記録されており、ユーザデータ領域の情報を再生する前に各パターンの注目セルのセル中央値の再生信号を検出して、そのサンプリング値を学習用メモリ17に参照値として記憶させる。

【0073】

次に、図15を用いて図13のセル中央値判定部19におけるステップ4～6のセル中央値学習テーブルを用いた注目セルの候補値を決定する方法を説明する。まず、ステップ11で操作を開始する。ステップ12で、サンプリングされたセル中央値の再生信号は順次セル中央値判定部に入力されていく。また、ステップ13で学習用メモリ17にアクセスし、ステップ14でセル中央値が入力される毎に図14（a）のセル中央値学習テーブルで得られた参照値を学習用メモリ17から順次読み出す。

20

【0074】

ここで、読み出すテーブルは先行セルと後行セルの値が『7』として選択されたので（図13の説明を参照）、全512パターンから8パターン、即ち（7, 0, 7）～（7, 7, 7）の組合せに絞られる。次に、ステップ15で、セル中央値と8パターンの参照値との差分の絶対値を計算し、これをM値とする。ステップ16では、8つのM値を比較して、注目セルの値が『a』の場合にそのM値（これをM（a）と表す）が最も小さくなる

30

【0075】

として、『a』をセル中央値判定部19における第1候補値として決定する。更に、注目セルの値が『b』の場合にそのM値（これをM（b）と表す）が2番目に小さくなるとして、『b』をセル中央値判定部19における第2候補値として決定する。その後、ステップ17に進み、操作を終了する。以上がセル中央値判定部19の説明である。

【0076】

続いて、図13に戻ってセル間値判定部20における注目セルの値を決定する方法について図14、図16を用いて詳細に説明する。図13に示すようにセル間値判定部20は、ステップ7で、ステップ2で決定した先行セルの値を用いてセル間値学習テーブル（図14）からセル間値の再生信号に最も近い注目セルの値を選択する。更に、ステップ8で、ステップ7で選択した値を候補値『x』として決定する。

40

【0077】

セル間値判定部20におけるステップ7、8について図14、図15を用いて詳細に説明する。図14（b）はセル間値学習テーブルであり、先行セル、注目セルがとりうるすべての組合せ、全64パターン（ 8×8 ）のテーブルが作られている。64パターンの情報も同様に光ディスク1上のユーザデータ領域の先頭部分に記録されており、ユーザデータ領域の情報を再生する前に各パターンの注目セルのセル間値の再生信号を検出して、そのサンプリング値を学習用メモリ17に参照値として記憶させる。

50

【0078】

次に、図16を用いて、図13のセル間値判定部20におけるステップ7、8のセル間値学習テーブルを用いた注目セルの候補値を決定する方法を説明する。まず、ステップ18で操作を開始する。また、ステップ19で、サンプリングされたセル間値の再生信号は順次セル間値判定部20に入力されていく。また、ステップ20で、学習用メモリ17にアクセスして、ステップ21で、セル間値が入力される毎に図14(b)のセル間値学習テーブルで得られた参照値を学習用メモリ17から順次読み出す。

【0079】

ここで、読み出すテーブルは先行セルの値が『7』として選択されたので(図13の説明を参照)、全64パターンから8パターン、即ち、(7,0)~(7,7)の組合せに絞られる。次に、ステップ22で、セル間値と8パターンの参照値との差分の絶対値を計算し、これをM値とする。ステップ23では、8つのM値を比較して、注目セルの値が『x』の場合にそのM値(これをM(x)と表す)が最も小さくなるとして、『x』をセル間値判定部における候補値として決定する。その後、ステップ24に進み、操作を終了する。以上がセル間値判定部20の説明である。

【0080】

再び、図13に戻ってセル中央値判定部19とセル間値判定部20でそれぞれ得られた候補値を用いて最終的に判定を行う最終値判定部21のアルゴリズムについて、図17、図18、図19を用いて詳細に説明する。

【0081】

図17はその最終値判定部21における処理動作の流れを示す。まず、ステップ25で操作を開始する。ステップ26で、多値レベルの候補である『a』、『b』、『x』と、それぞれに対応したM値であるM(a)、M(b)、M(x)を入力する。また、ステップ27で、先行セルで選択された候補値である『a'』、『x'』をメモリから読み出す。『a'』、『x'』は後述するステップ30で1ステップ前の一連の最終値判定動作の終了前に『a』、『x』をメモリに記憶させたものである。これらのパラメータを用いて、ステップ28で注目セルの多値レベルを最終的に判定し、その後、ステップ29で先行セルの多値レベルを訂正する。更に、ステップ30で『a』、『x』をメモリに記憶させた後、ステップ31に進み、操作を終了する。

【0082】

次に、注目セルの多値レベルを最終的に判定するステップ28のアルゴリズムについて図18を用いて詳細に説明する。ステップ32で操作を開始する。次いで、ステップ33で、 $a = x$ の場合を考える。これは正解率がかなり高いと考えられるので、ステップ35に進み、注目セルの値は『a』と判定して、ステップ42で操作を終了する。次に、ステップ34に進み、 $a \neq x$ 、且つ、 $b = x$ の場合を考える。

【0083】

この場合は、正解を『a』又は『x』とするかの判断が難しいので、他のパラメータを考慮して判断する必要がある。本発明では、先行セルで1ステップ前に選択された候補値である『a'』、『x'』と、学習テーブルの参照値との差分の絶対値であるM(a)、M(b)、M(x)をパラメータとして考える。

【0084】

次に、ステップ36~39における『a'』、『x'』を考慮して判断する方法について述べる。これは、先行セルにおける候補値と注目セルにおける候補値との関係を調べることで、より注目セルの判断の精度を上げることを目的とする。即ち、先行セルにおける判定結果が実際の正しい値とは異なる場合、必然的に注目セルと先行セルの候補値がある規則が持つことを利用する。まず、誤ってx'を先行セルの最終値として判定してしまった場合を考える。

【0085】

例えば、先行セルと注目セルの正しい値が『3』だとして、先行セルの候補値a'が『3』、x'が『2』の時に、誤ってx'の『2』を最終的な判定値として選択した場合、

10

20

30

40

50

注目セルの候補値は a が『3』、 x が『4』となる確率が高い。何故なら、前述したように前のセルのレベルが『 X 』（ $0 \leq X \leq 7$ 、 X は整数）、後ろのセルのレベルが『 Y 』（ $0 \leq Y \leq 7$ 、 Y は整数）、セル間値を『 Z 』（ $0 \leq Z \leq 14$ 、 Z は整数）とすると、 $X + Y = Z$ （または、 $Z - X = Y$ ）の関係が成り立っているからである（この場合、 $Z = 6$ となる）。

【0086】

これを一般的な式で表すと、

$$(a - x) < 0、且つ、(a' - x') > 0 \quad \dots \text{ステップ 36、或いは、}$$

$$(a - x) > 0、且つ、(a' - x') < 0 \quad \dots \text{ステップ 37、}$$

となる。

10

【0087】

ステップ36、37を満たす場合、『 x 』は誤っている可能性が高いので、ステップ35で注目セルは『 a 』として最終的に判定して、ステップ42で操作を終了する。

【0088】

逆に、誤って a' を先行セルの最終値として判定してしまった場合を考える。先行セルと注目セルの正しい値が『3』だとして、先行セルの候補値 a' が『4』、 x' が『3』の時に、誤って a' の『4』を最終的な判定値として選択したとする。その場合、注目セルの候補値は a が『3』、 x が『2』となる確率が高い。

【0089】

これを一般的な式で表すと、

$$(a - x) > 0、且つ、(a' - x') > 0 \quad \dots \text{ステップ 38、或いは、}$$

$$(a - x) < 0、且つ、(a' - x') < 0 \quad \dots \text{ステップ 39、}$$

となる。

20

【0090】

ステップ38、39を満たす場合、『 x 』は誤っている可能性が高いので、ステップ35で注目セルは『 a 』として最終的に判定して、ステップ42で操作を終了する。以上が『 a' 』、『 x' 』を考慮して判断する方法である。

【0091】

更に、ステップ36～39のいずれの条件にも該当しなかった場合には、第2の方法として、 $M(a)$ 、 $M(b)$ 、 $M(x)$ を考慮して判断する。即ち、

$$|M(b) - M(a)| < e、且つ、M(a) > M(x) \quad \dots \text{ステップ 40}$$

の条件を満たす場合、ステップ41で注目セルは『 $x (= b)$ 』として最終的に判定する。ここで、 e はある定数であり、例えば、各多値レベル間でのセル中央値の再生信号レベル差の $1/2 \sim 1/4$ の値に設定するのが望ましい。

30

【0092】

つまり、 $|M(b) - M(a)| < e$ の条件を満たす場合、セル中央値の再生信号から『 a 』か『 b 』であるかを判断するのは極めて難しいことを示しており、究極的に $|M(b) - M(a)| = 0$ の場合を考えると、注目セルが『 a 』か『 b 』であるかの確率はそれぞれ50%となる。従って、 $M(a) > M(x)$ の条件を満たす場合、注目セルは『 $x (= b)$ 』である確率が高いと判断して、ステップ42で操作を終了する。

40

【0093】

最後に、ステップ33、34の条件を満たさない場合（ $a = x$ 、且つ、 $b = x$ の場合）を考える。これは、『 x 』は誤っている可能性が高いので、ステップ35で注目セルの値を『 a 』と判定して、ステップ42で操作を終了する。何故なら、多値記録の場合、再生時のエラーはおおむね ± 1 レベル以内である事がシミュレーション結果から分かっており（『 a 』か『 b 』が正解となる）、『 x 』が正解である確率は極めて低いからである。

【0094】

次に、図17に戻って、ステップ28で注目セルの多値レベルを最終的に判定した後、ステップ29で先行セルの多値レベルを訂正する。

【0095】

50

図19はステップ29の先行セルの多値レベルを訂正するアルゴリズムを示す。まず、ステップ43で操作を開始する。次に、ステップ44～47において図18で説明したように先行セルにおける候補値と注目セルにおける候補値との関係を調べることで、先行セルで最終的に判定された値を訂正する。

【0096】

即ち、注目セルと先行セルの候補値がある規則が持つ場合に、先行セルにおける判定結果が実際の正しい値とは異なっていると判断するものである。例えば、先行セルと注目セルの正しい値が『3』だとして、先行セルの候補値 a' が『3』、 x' が『2』の時に、誤って x' の『2』を最終的な判定値として選択した場合、注目セルの候補値は a が『3』、 x が『4』となる確率が高い。

10

【0097】

これを一般的な式で表すと、

$(a - x) < 0$ 、且つ、 $(a' - x') > 0$... ステップ44、或いは、

$(a - x) > 0$ 、且つ、 $(a' - x') < 0$... ステップ45、

となる。

【0098】

従って、ステップ44、45を満たす場合には、ステップ48に進んで先行セルを『 a' 』に訂正して、ステップ51で操作を終了する。この場合、先行セルを x' の『2』と判定したのは誤っていると考え、 a' の『3』に訂正する。

【0099】

逆に、誤って a' を先行セルの最終値として判定してしまった場合を考える。先行セルと注目セルの正しい値が『3』だとして、先行セルの候補値 a' が『4』、 x' が『3』の時に、誤って a' の『4』を最終的な判定値として選択したとする。その場合、注目セルの候補値は a が『3』、 x が『2』となる確率が高い。

20

【0100】

これを一般的な式で表すと、

$(a - x) > 0$ 、且つ、 $(a' - x') > 0$... ステップ46、或いは、

$(a - x) < 0$ 、且つ、 $(a' - x') < 0$... ステップ47、

となる。

【0101】

ステップ46、47を満たす場合、ステップ49に進んで先行セルを『 x' 』に訂正して、ステップ51で操作を終了する。この場合、先行セルを a' の『4』と判定したのは誤っていると考え、 x' の『3』に訂正する。

30

【0102】

以上が図17の最終値判定部の詳細であり、多値データ判定回路15における多値データの判定方法である。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1】本発明に係る光学的情報記録再生装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】セル中央値をサンプリングしている際の前後のセルと光スポットの位置関係を説明する図である。

40

【図3】セル間値をサンプリングしている際の前後のセルと光スポットの位置関係を説明する図である。

【図4】本発明による第1の方法で1ブロックにM値マークとN値マークのセルが記録される構成とレベル補正に用いるデータのサンプリング場所を示す図である。

【図5】M値マークを2値で記録する場合の情報ピットのレベルの違いによるトラック方向の幅を説明する図である。

【図6】本発明に係る再生信号のレベル補正を行うためのアルゴリズムを示す図である。

【図7】本発明による第1の方法でレベル補正を行うために参照するセル中央値学習テーブルを示す図である。

50

【図 8】本発明による第 2 の方法で $M = 2$ 、 $N = 8$ とし、1 ブロックに 2 つの M 値マークと 3 つの N 値マークのセルが記録されている構成を示す図である。

【図 9】本発明による第 2 の方法でレベル補正を行うために参照するセル間値学習テーブルを示す図である。

【図 10】本発明による第 3 の方法で $M = 2$ 、 $N = 8$ とし、1 ブロックに 3 つの M 値マークと 3 つの N 値マークのセルが記録されている構成を示す図である。

【図 11】本発明による第 3 の方法でレベル補正を行うために参照するセル中央値学習テーブルを示す図である。

【図 12】本発明に係る A G C 回路の一実施形態を示す概略ブロック図である。

【図 13】多値データ判定回路における多値データの判定方法を説明する図である。

10

【図 14】多値データ判定に用いる学習テーブルを示す図であり、(a) はセル中央値学習テーブル、(b) はセル間値学習テーブルを示す図である。

【図 15】図 13 におけるセル中央値判定部のセル中央値学習テーブルを用いた注目セルの候補値を決定する方法を説明する図である。

【図 16】図 13 におけるセル間値判定部のセル間値学習テーブルを用いた注目セルの候補値を決定する方法を説明する図である。

【図 17】図 13 における最終判定部のアルゴリズムを説明する図である。

【図 18】図 17 における注目セルの多値レベルを判定するアルゴリズムを説明する図である。

【図 19】図 17 における先行セルの多値レベルを訂正するアルゴリズムを説明する図である。

20

【図 20】多値情報ピットのレベルの違いによるトラック方向の幅とそれに対応する 3 ビットの組合せを説明する図である。

【図 21】セル中央値の振幅分布を説明する図である。

【図 22】光ディスクにおける A G C やレベル補正を行うための固定パターン領域の一般的なブロックの構成を簡易的に示す図である。

【符号の説明】

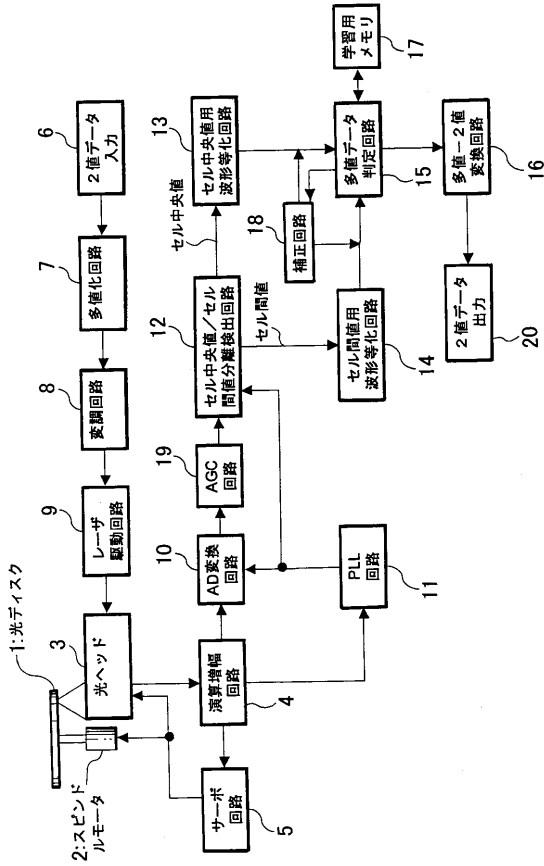
【 0 1 0 4 】

- 1 光ディスク (情報記録媒体)
- 2 スピンドルモータ
- 3 光ヘッド
- 4 演算増幅回路
- 5 サーボ回路
- 6 2 値データ
- 7 多値化回路
- 8 変調回路
- 9 レーザ駆動回路
- 10 A D 変換回路
- 11 P L L 回路
- 12 セル中央値 / セル間値分離検出回路
- 13 セル中央値用波形等化回路
- 14 セル間値用波形等化回路
- 15 多値データ判定回路
- 16 多値 - 2 値変換回路
- 17 学習用メモリ
- 18 補正回路
- 19 A G C 回路
- 20 2 値データ出力

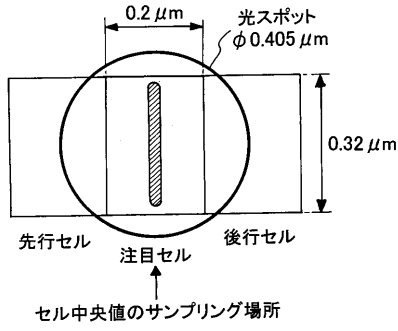
30

40

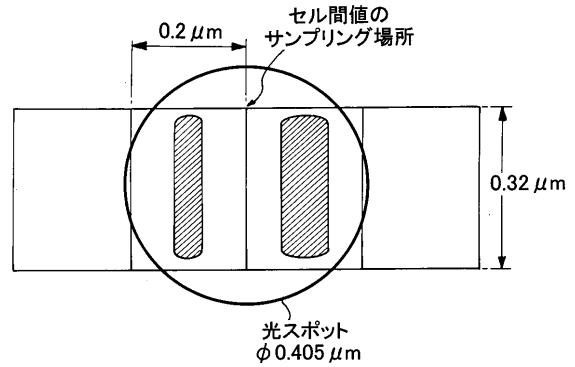
【図1】



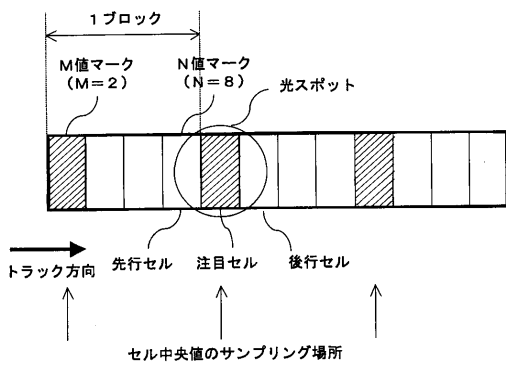
【図2】



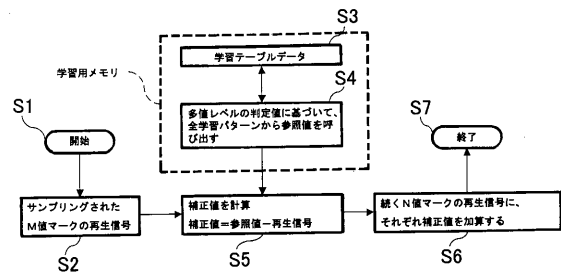
【図3】



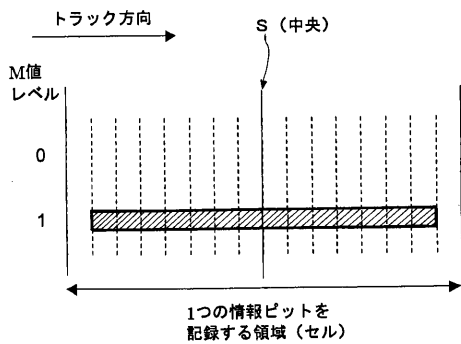
【図4】



【図6】



【図5】



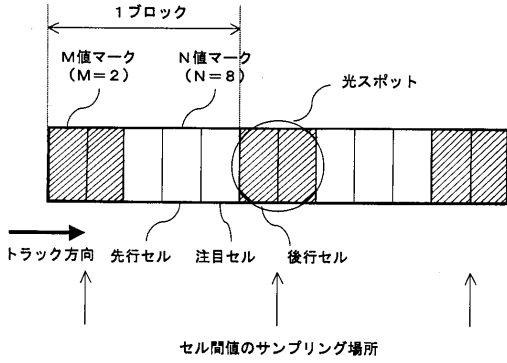
【図7】

セル中央値学習テーブル (1セルのM値マークと2セルのN値マーク、M=2)

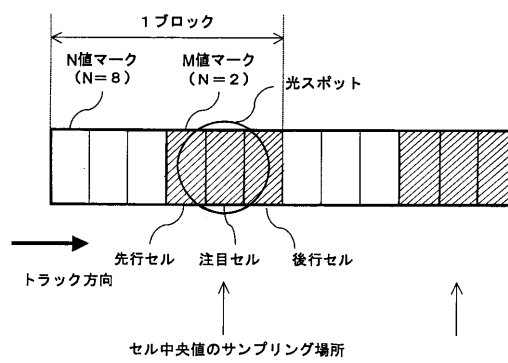
Table	先行セル	注目セル	後行セル
1	0	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0	1	1
⋮		⋮	
127	7	0	7
128	7	1	7

↑ N値マーク (N=8) ↑ M値マーク (M=2) ↑ N値マーク (N=8)

【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 9 】

セル間値学習テーブル (2セルのM値マーク、M=2)

Table	先行セル	注目セル
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

M値マーク (M=2) M値マーク (M=2)

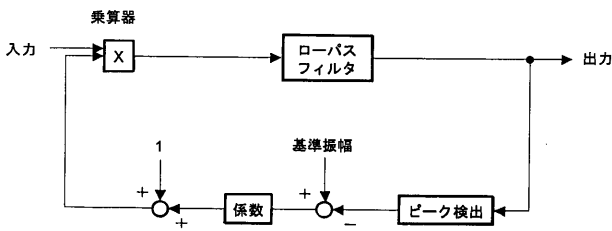
【 図 11 】

セル中央値学習テーブル (3セルのM値マーク、M=2)

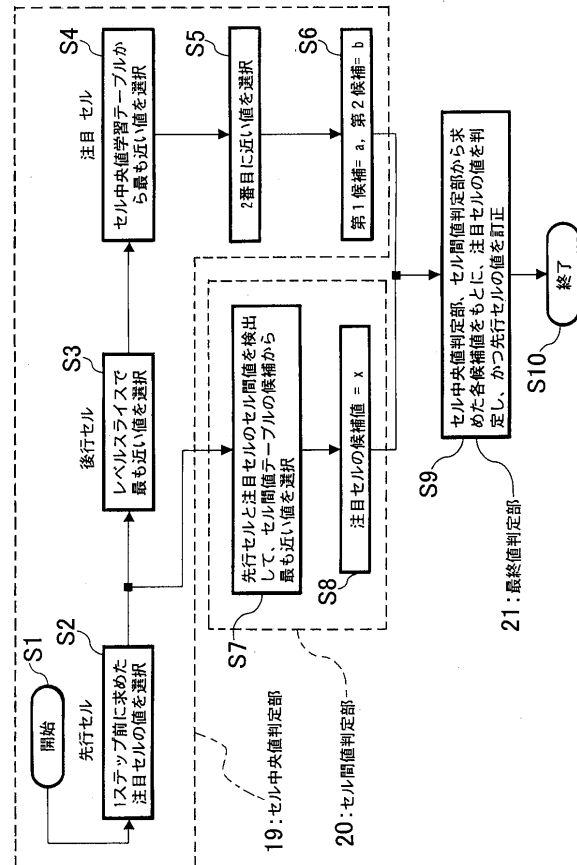
Table	先行セル	注目セル	後行セル
1	0	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0	1	1
5	1	0	0
6	1	1	0
7	1	0	1
8	1	1	1

M値マーク (M=2) M値マーク (M=2) M値マーク (M=2)

【 図 12 】



【 図 13 】



【 図 1 4 】

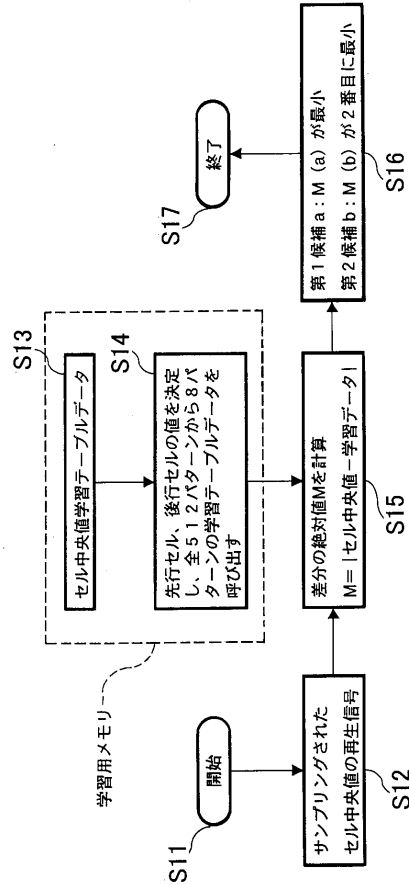
(a) セル中央値学習テーブル

Table	先行セル	注目セル	続行セル
1	0	0	0
2	0	1	0
3	0	2	0
4	0	3	0
⋮			
511	7	6	7
512	7	7	7

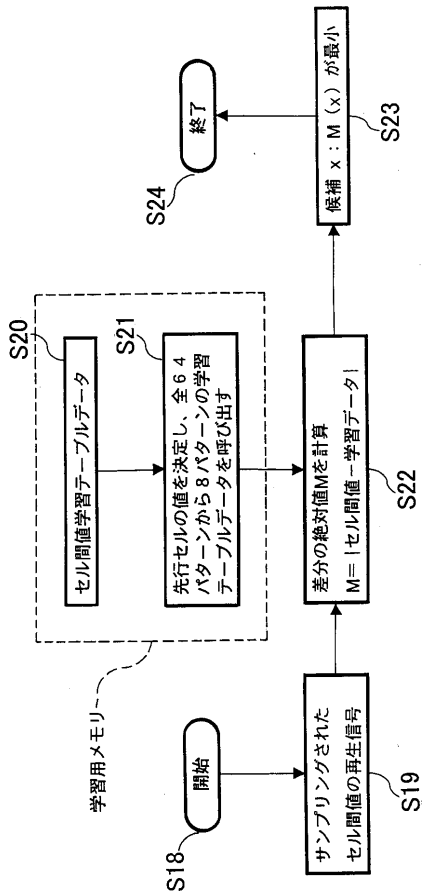
(b) セル間値学習テーブル

Table	先行セル	注目セル
1	0	0
2	0	1
3	0	2
4	0	3
⋮		
63	7	6
64	7	7

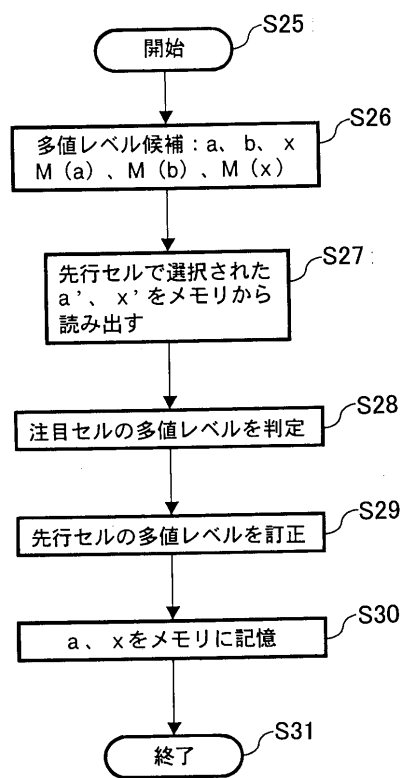
【 図 1 5 】



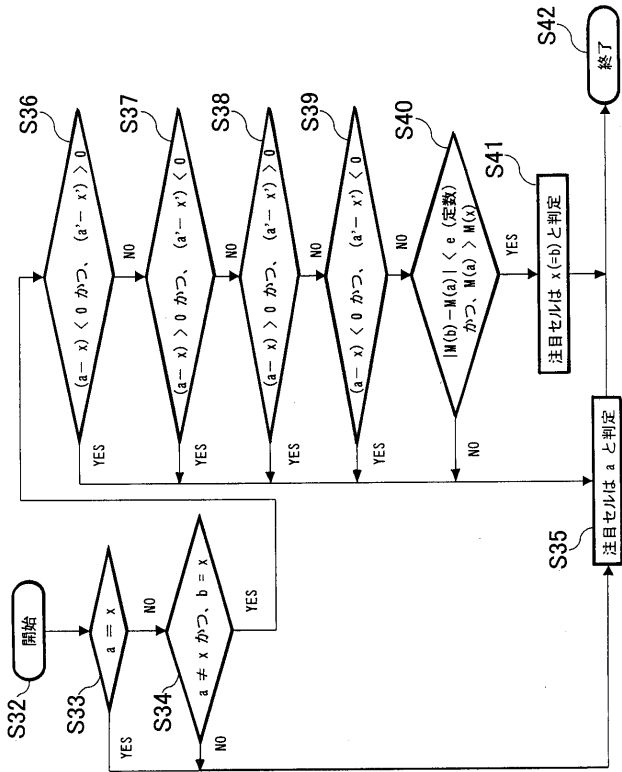
【 図 1 6 】



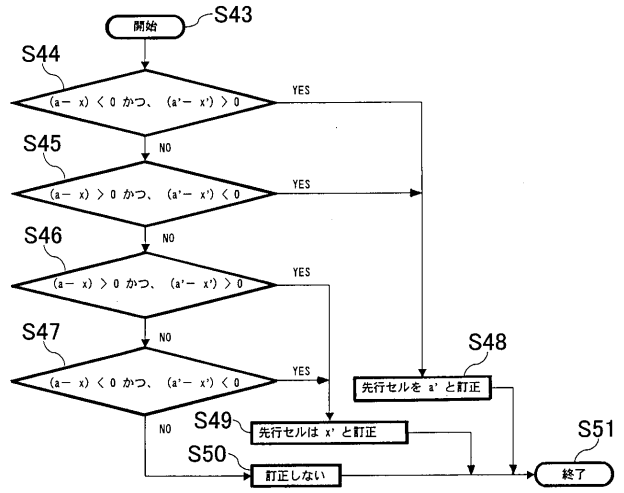
【 図 1 7 】



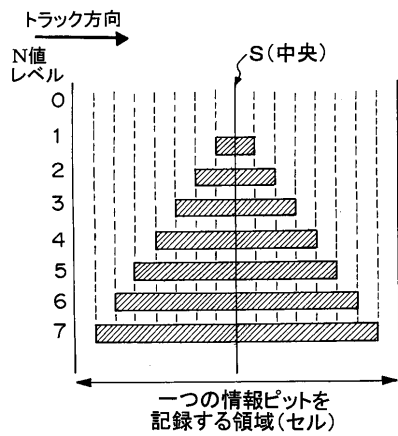
【 図 1 8 】



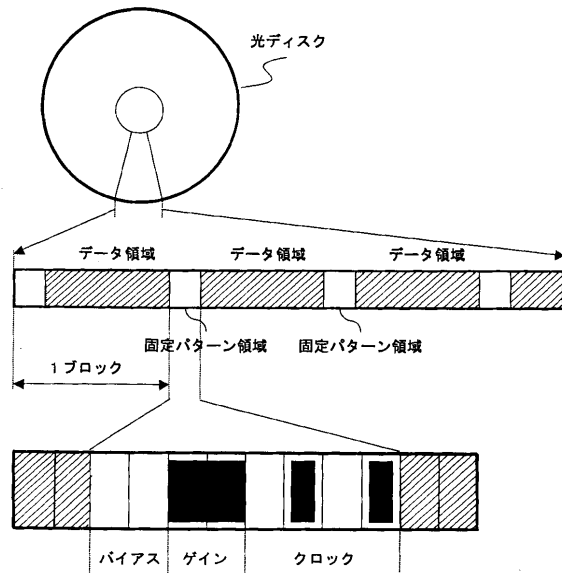
【 図 1 9 】



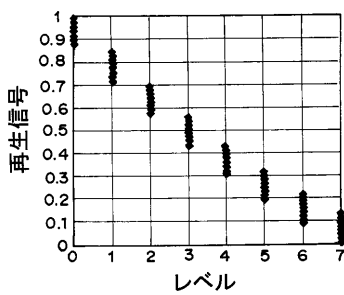
【 図 2 0 】



【 図 2 2 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 岡本 薫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 5D044 BC02 CC04 FG02 FG16 FG18 GK12 JJ03

5D090 AA01 BB04 CC18 DD01 EE15 JJ11