

(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2005-64608  
(P2005-64608A)

(43) 公開日 平成17年3月10日(2005.3.10)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H03M 13/29	H03M 13/29	5B001
G06F 11/10	G06F 11/10 330P	5J065
G11B 20/18	G06F 11/10 330S	
H03M 13/45	G11B 20/18 512E	
	G11B 20/18 544Z	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-207679 (P2003-207679)  
(22) 出願日 平成15年8月18日 (2003.8.18)

(74) 代理人 100068504  
弁理士 小川 勝男  
(71) 出願人 592032636  
学校法人トヨタ学園  
愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地  
1  
(74) 代理人 100068504  
弁理士 小川 勝男  
(74) 代理人 100095876  
弁理士 木崎 邦彦

最終頁に続く

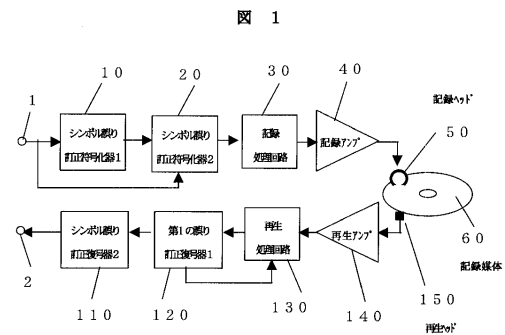
(54) 【発明の名称】 信号処理方法及び信号処理回路

(57) 【要約】

【課題】 余分な冗長ビットを必要としない構成が簡素でしかも復号誤り率の低い信号処理方法及び回路を提供する。

【解決手段】 記録データは、シンボル誤り訂正符号化器10によりブロック・インターリーブが行われた後、第1の誤り訂正符号化が行われる。次に、シンボル誤り訂正符号化器20ではブロック全体に対する符号化(例えばRS符号化)が行われる。再生処理回路130では、各ビットの信頼度情報を出力する。次にこの信頼度情報を使用して、第1の誤り訂正復号器120で記録再生の際に発生したランダム誤りの訂正を行う。この際に繰り返し復号によって、ランダム誤りに対する性能向上を図ることが出来るので、訂正後のデータは再生処理回路130に戻される。この繰り返し処理が終了後に、データを2値化して硬判定によるシンボル単位の誤り訂正を行った後にシンボル誤り訂正復号器110に出力する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

情報を符号化して記録し、再生信号から元の情報を復号する信号処理方法において、記録情報の符号化時に、シンボル単位で誤りを検出・訂正する符号を計算して付加し、再生信号から記録された情報を復号する際に、復号された情報と同時に該情報の信頼度情報を生成し、復号された情報をシンボル単位の誤り訂正符合の冗長度に対する検査行列の一部を利用して軟判定し、前記信頼度情報の生成と軟判定を接続反復し、この後、シンボル単位で誤りを硬判定することを特徴とする信号処理方法。

## 【請求項 2】

前記シンボル単位で誤りを検出・訂正する符号を計算して付加するステップは、短周期でシンボル単位の誤り訂正符号の冗長度を付加するステップと、長周期で冗長度を付加するステップを含み、前記軟判定を行うステップは前記短周期の冗長度に対する検査行列の一部を用いることを特徴とする請求項 1 記載の信号処理方法。 10

## 【請求項 3】

前記信頼度情報は前記軟判定を行う際に利用し、前記軟判定の結果は前記信頼度情報を生成するステップにフィードバックし、これらを繰り返して復号を行うことを特徴とする請求項 2 記載の信号処理方法。

## 【請求項 4】

情報を符号化して記録し、再生信号から元の情報を復号する信号処理回路において、記録情報の符号化時に、シンボル単位で誤りを検出・訂正する符号を計算・付加する誤り訂正符号化手段と、再生信号から記録された情報を復号する際に、復号された情報と同時に該情報の信頼度情報を生成する再生手段と、シンボル単位の誤り訂正符合の冗長度に対する検査行列の一部を利用して軟判定を行う軟判定復号手段と、これらの復号過程を接続反復してデータを復元後、シンボル単位で誤りを硬判定で検出・訂正する手段とを有することを特徴とする信号処理回路。 20

## 【請求項 5】

前記軟判定復号手段は、誤りのシンδροームの次数を判定し、所定の次数以上で誤り訂正を実行停止することを特徴とする請求項 4 記載の信号処理回路。

## 【請求項 6】

前記誤り訂正符号化手段は、短周期でシンボル単位の誤り訂正符号の冗長度を付加する手段と、長周期で冗長度を付加する手段とを有し、前記軟判定復号手段は前記短周期の冗長度に対する検査行列の一部を用いて軟判定することを特徴とする請求項 4 記載の信号処理回路。 30

## 【請求項 7】

前記軟判定復号手段は、短周期の誤り訂正復号した結果が訂正不能の場合、消失訂正を行い、訂正不能フラグ（消失フラグ）を長周期の誤り訂正復号手段に出力することを特徴とする請求項 6 記載の信号処理回路。

## 【請求項 8】

前記軟判定復号手段と再生手段との間に、復号された情報の信頼度情報をフィードバックする手段を有し、これらを繰り返して動作させて復号を行うことを特徴とする請求項 4 記載の信号処理回路。 40

## 【請求項 9】

前記軟判定復号手段からの信頼度情報を前記再生手段に少なくとも 1 回フィードバックすることを特徴とする請求項 8 記載の信号処理回路。

## 【請求項 10】

前記短周期でシンボル単位の誤り訂正符号の冗長度を付加する手段が対象とするデータを、パーシャル・レスポンス処理で発生する連続誤りを分散するインタリーバを有することを特徴とする請求項 6 記載の信号処理回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、記録媒体にデータを符号化して記録し、再生と復号を行う記録再生装置において、記録するデータの符号化方法と、再生信号から誤りの少ない復号データを得るための信号処理方法とその回路に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

記録再生装置、例えば磁気ディスク装置（以下HDD）等への高記録密度化の要望はますます高まっており、これを支える記録再生系の信号処理技術も高記録密度化に対応してきた。

## 【0003】

図2は従来のHDDにおけるデータ記録再生処理回路の一例を表わしたものである。図2において、記録側では、入力端子1に入力された記録データは、シンボル誤り訂正符号化器10により誤り訂正符号化される。誤り訂正符号にはリード・ソロモン符号（以下RS符号と記す）が使用されることが多い。さらに、パリティ符号化器21によりパリティビットが付加される（省略される場合もある）。この信号は記録処理回路30で同期信号等が付加され、記録アンプ40、記録ヘッド50を介して記録媒体60に情報が記録される。

10

## 【0004】

再生側では記録媒体60から再生ヘッド150で読み出した信号を再生アンプ140で増幅し、再生処理回路130で同期信号検出などが行われ、パリティ復号器121に入力される。パリティ復号器121では信頼度情報とパリティを利用して、ランダム誤りを訂正した後、シンボル誤り訂正復号器110で記録再生の際に発生した欠陥によるバースト誤り等の符号誤りの訂正を行い、出力端子2に出力する。

20

## 【0005】

磁気記録チャンネルは、周波数応答が微分器およびローパス・フィルタが直列に接続されたもので近似できる。磁気記録チャンネルは、 $D$ を1時刻の遅延演算子とすると、その符号間干渉が、 $(1-D)(1+D)^n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ )のインパルス応答を持つパルシャル・レスポンス・チャンネルとしてモデル化される。

## 【0006】

このようなチャンネルに対して、再生処理回路130にはビタビ復号器が使用されている。ビタビ復号器は、符号間干渉を有する帯域制限のあるチャンネルにおける伝送系列の最尤推定を行うのに用いられる。すなわち、可能な符号系列の中から、例えば、受信信号系列の自乗誤差の総和など、受信信号の系列に関する距離メトリック（距離関数）を最小化する符号系列を選択する。

30

## 【0007】

非特許文献1には、ランダム誤りを訂正するため、パリティ符号を細かな周期で付加し、再生時にこのパリティ情報と再生信号の信頼度情報とを利用して訂正する方法が提案されている。

## 【0008】

パリティ訂正方式では、データ記録量の増加や、データ転送レートの高速化に伴うランダム誤りの増加を全て訂正することは出来ず、十分な性能を確保することが出来ないという問題があった。

40

## 【0009】

符号性能の理論的限界としては、いわゆるシャノンの通信路符号化定理により与えられるシャノン限界が知られている。このシャノン限界に近い性能を示す符号化方法として、例えば、特許文献1に記載されている、ターボ符号・復号と呼ばれる並列接続畳み込み符号（Parallel Concatenated Convolutional Codes）による符号化・復号方法が知られているが、ここでは簡単に説明する。

## 【0010】

この並列接続畳み込み符号による符号化は、2つの畳み込み符号化器とインターリーバと

50

を並列に接続して構成される装置により行われる。そして、並列接続畳み込み符号の復号は、軟出力 (soft-output) を出力する 2 つの復号回路により構成される装置により行われ、2 つの復号回路の間で情報をやり取りし、最終的な復号結果が得られる。

【0011】

また、並列接続ではなく、縦列接続畳み込み符号による符号化方法も知られている。この縦列接続畳み込み符号と RS 符号を組合せてエラー訂正を行う方法が特許文献 2 で提示されている。この発明では、外符号として RS 符号化を行ったデータに対して、内符号として縦列接続畳み込み符号化変調方式が採用される。復号では、2 段の縦列接続符号の復号が行われる。その後 RS 復号が行われる。この際、復号データ中に含まれる誤りの多少を判定する判定部では、決められた基準 (誤りの多少) に応じて消失訂正を行うかどうかを判定して、消失フラグを RS 復号部へ出力し、この消失フラグの有無によって通常のエラー訂正を行うか、消失訂正を行うかを決定するものであった。

10

【0012】

【非特許文献 1】

Conway, "A new target response with parity coding for high density magnetic recording channels. (1998) IEEE Trans Magn, 34 (4) pp 2382-2386.

20

【特許文献 1】

米国特許第 5446747 号明細書 (コラム 7-10、Fig. 1-4)

【特許文献 2】

特開 2001-285080 号公報 (第 9-11 頁、図 6-9)

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、並列接続畳み込み符号復号方式および縦列接続復号方式では、畳み込み符号化変調方式を実現するための冗長信号 (冗長ビット) が必要になり、これに起因するコードレート損失が必然的に発生する。この結果、トータル性能を十分向上することが出来ないという問題があった。

【0014】

本発明の目的は、余分な冗長ビットを必要としない簡素な信号処理方法及び信号処理回路を提供することにある。

30

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための手段として、本発明では、記録するデータにシンボル単位で誤りを検出・訂正するシンボル誤り訂正符号化手段と、この再生信号から上記符号を復号する際にビット単位で誤りを検出訂正する手段を付加し、ビット単位で誤りを検出訂正する手段では、シンボル誤り訂正手段の検査行列の一部を利用する軟判定復号で得たデータに対する信頼度の情報に基づき、誤りをビット単位で訂正するとともに、誤りが含まれている系列のビット単位の信頼度情報を生成し、これをパーシャル・レスポンス・チャンネルに戻し、新たに反復的にチャンネル復号を続行し、この結果得られた再生信号をシンボル誤り訂正復号する。

40

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施例による記録再生装置について、図面を参照して説明する。図 1 は磁気記録再生装置の概略構成を示す。記録側では、入力端子 1 に入力された記録データは、図 3 に示すように、シンボル誤り訂正符号化器 (1) 10 により小ブロック単位のブロック・インターリーブが行われた後、第 1 の誤り訂正符号化が行われる。誤り訂正符号には、例えば RS 符号を使用する。次に図 1 に示すように、シンボル誤り訂正符号化器 (2) 20 ではブロック全体に対する符号化 (例えば RS 符号化) が行われる。この 2 つのデ

50

ータが切り替えられて記録処理回路30に送られる。記録処理回路30では同期信号等が付加され、記録アンプ40を介して記録ヘッド50に入力され、記録媒体60に情報が記録される。

**【0017】**

再生側では記録媒体60から再生ヘッド150で読み出した信号を再生アンプ140で増幅し、再生処理回路130に出力する。図4に再生処理回路130の構造を更に詳しく示す。再生処理回路130ではまず等価器により所定のパーシャル・レスポンス信号をもとに、BCJRアルゴリズムやソフト・アウトプット・ビタビ・アルゴリズム(soft output Viterbi algorithm)を用いて、各ビットの信頼度情報(likelihood information)を出力する。

10

**【0018】**

次にこの信頼度情報を使用して、第1の誤り訂正復号器120で記録再生の際に発生したランダム誤りの訂正を行う。この際に繰り返し復号によって、ランダム誤りに対する性能向上を図ることが出来るので、訂正後のデータは再生処理回路130に戻される。この繰り返し処理を終了するのは予め決められた回数、または信頼度情報の値が設定された値などとすれば良い。

**【0019】**

この繰り返し処理が終了後に、データを2値化して硬判定によるシンボル単位の誤り訂正を行った後にシンボル誤り訂正復号器(2)110に出力する。なお訂正不能の場合にはブロック単位で訂正不能フラグ(消失フラグ)を同時に出力する。次にこのシンボル誤り訂正復号器(2)110では通常のRS符号による硬判定の誤り訂正を行う。この際、第1の誤り訂正復号器130からの消失フラグがあったブロックに関しては、消失訂正を行い、最終的な再生データを出力端子2に出力する。

20

**【0020】**

なお、第1の誤り訂正復号器120では単純に硬判定により誤り訂正を行い、次にこの信号に残留する誤りをシンボル誤り訂正回路(2)110で訂正する方法も構成可能である。いずれを選択するかは磁気ディスク装置の誤りの状況に依存する。比較的誤りが少ない場合は、シンボル誤り訂正過程を実行し、訂正できない場合のみビット誤り訂正を行えば良い。一方、誤りが多い場合には、先にビット誤り訂正を行うのが合理的である。

**【0021】**

以下、ビット誤り訂正過程を詳細に説明する。図5は本発明を用いた誤り訂正符号のデータとパリティの関係を示したものである。入力データに対して、シンボル誤り訂正符号(例えばRS符号)の検査データ(パリティ)を計算してデータに付加する。図5において、RSパリティ2に示すように、検査データを付加する位置は、一般にデータの最後部で一括して付加される。一方、RSパリティ1に示すように、比較的短いデータ系列毎に付加することも、第1の誤り訂正復号器(1)120における回路規模などを低減すると同時にビット誤りの訂正能力向上に有効である。

30

**【0022】**

本実施例は基本的にどちらの場合にも成立するが、実用的に容易な点で、図5に示すごとく、短周期のRSパリティ1とRSパリティ2の両方を使用する場合について説明する。具体例として、現行の磁気ディスク装置で使用されている4096ビットセクタフォーマットに適合する場合を示す。例えば、4096ビットの長さのデータにRSパリティを付加するには、GF(2<sup>10</sup>)の上で演算可能なRS符号が利用できる。すなわち、1シンボルが10ビットの構成になる。ここで、入力データ数をK(シンボル)、付加するRS符号のパリティ数をM(シンボル)とすると、最大訂正可能なシンボル数は、M/2シンボルとなる。

40

**【0023】**

以下では一例として、最大訂正可能なシンボル数(M/2)が25シンボルで、1シンボルが10ビットの例(最大訂正可能なビット数:250ビット)で説明をするが、この数字に限定されるものではない。25シンボルの訂正を可能にするには、RSパリティの総

50

数は50シンボル必要である。ここで、RSパリティ1に34シンボル、RSパリティ2に16シンボルを割り当てるものとする。したがって、約24シンボル毎のデータに、RSパリティ1を2シンボルを割り当てるのが可能になる。ここで2シンボルの冗長ビットを有するRSコードの検査行列Hは次式で与えられる。

【0024】

【数1】

$$h = \begin{bmatrix} e & e & e & e & \dots & \dots & e & e & e & e \\ e & \alpha & \alpha^2 & \alpha^3 & \dots & \dots & \alpha^{22} & \alpha^{23} & \alpha^{24} & \alpha^{25} \end{bmatrix} \quad (1)$$

10

【0025】

ここで、 $\alpha$ 、 $e$ はGF(2<sup>10</sup>)の原始元と単位元である。単位元はいわゆる10行10列の単位行列で表示できる。2シンボルのパリティをそれぞれP、Qとし、24シンボルのデータをD<sub>1</sub> D<sub>2</sub> ... D<sub>24</sub>とすると

$$h \cdot [P Q D_1 \dots D_{24}] = 0 \quad (2)$$

の関係がある。

【0026】

ここで検査行列の上段は単位行列のみで構成されているから、これは元のデータ系列24シンボルと2シンボルのRSパリティ1で構成される信号系列に対して、10行の単純パリティを構成していることになる。すなわち、元のデータ系列24シンボルと2シンボルのRSパリティ1で構成される信号系列のデータを10ビットごとに選んだ、10の系列に対し、それぞれ単純パリティの制約が付加されているとみなすことができる。

20

【0027】

図1の第1の誤り訂正復号器120ではRS符号の持つこの性質を用いてビット誤りの訂正ならびに各ビットに対する信頼度情報を生成する。単純パリティはブロック誤り訂正符号の最も単純なクラスに属する。さて、このような単純パリティに対する信頼度の生成は、Belief Propagation Algorithm(以下BPAと略す)を使用することにより可能となることは周知である。

30

【0028】

さて、図6に24シンボルすなわち240ビットのデータ配列の一例を示す。ここでは240ビットのデータを16行、15列のマトリクスの内容に、また16および17列にRS符号の冗長ビットを配置している。したがって、各パリティ制約は行方向に付加されることになる。周知のように偶パリティ制約は、制約の範囲内のデータに対し、奇数個の誤りは検出可能であるが、偶数個の誤りは検出できない。

【0029】

この特性は、たとえ検出にBPAを用いても変わらない。すなわち、偶数個の誤りが含まれる場合には、所要の誤り訂正は言うに及ばず信頼性のデータも抽出することはできない。磁気ディスクに多用されているEPR4チャンネルは(1-D)(1+D)<sup>n</sup>(n=3)のインパルス応答を持つパーシャル・レスポンス・チャンネルである。このEPR4チャンネルでは白色雑音に対しては3ビットの連続誤りが主に発生する。

40

【0030】

図6の斜線部分に示すごとく、3ビットの連続誤りが2個互いに重なるように発生すると、この誤りを上記単純パリティで検出も訂正もできない。したがって、2個の3ビット連続誤りが少なくとも1ビットは重ならないように、データをランダム化することが検出性能改善に極めて有効である。このように配置したデータからBPAによって得られる情報をパーシャル・レスポンス・チャンネルに戻すことを考える。

【0031】

パーシャル・レスポンス・チャンネルで発生する連続誤りは、その中の1ビットでも正しく復

50

号できるなら、BCJRアルゴリズムを実行するCHAPP（チャネル出力事後確率演算器）のパス選択ミスによる連続誤りを訂正できる可能性が高くなる。この様な条件を満たすマトリクスの行数を $m$ 、列数を $n$ とすると、

$${}_m C_3 - mn \geq 0 \quad (3)$$

が $m$ 、 $n$ の必要条件である。

#### 【0032】

したがって、本実施例では、 $m$ 、 $n$ において上記条件を完全に満足するパリティ構造を考える。実際に図7にこの条件を満足するパリティ行列の1例を示す。図から分かるように、このパリティ構造はデータをインタリーブする構造になっている。すなわち、RS符号化する前にあらかじめ、データを図7に示すインタリーブを行い、符号化する。この結果得られた $P$ 、 $Q$ のパリティに対しても同様のインタリーブを行い、少なくとも2個の3ビット連続誤りの場合には、完全に検出可能とする。

10

#### 【0033】

1個の3ビット連続誤りが2列にわたる場合にも、すくなくとも1ビットの検出は可能である。さて、RS符号の1シンボル長さは10ビットとなっているから、上記インタリーブ・マトリクスにおいて、10行分のデータに対し、 $P$ 、 $Q$ の冗長シンボルが付加される。したがって、残りの11行から16行のデータは次の冗長シンボルに割り当てられることになる。もちろん、 $GF(2^{16})$ のRS符号により、16行17列をすべて一つのRS符号の系列に対応させることも可能である。なお、式(3)に示す制約はEPR4で発生頻度の高い誤りを考慮しているが、他のパーシャル・レスポンスにおいても同様の考えを適用できることは明らかである。ここまで述べたインタリーブ処理は、記録前にシンボル誤り訂正符号化器10であらかじめ行う。

20

#### 【0034】

図8にビット誤り訂正後に、シンボル誤り訂正を実行する例を示す。ビット誤り訂正回路115には再生処理回路130で得られる各ビットの信頼度情報が入力される。この信頼度情報は前述したように所定のパーシャル・レスポンス信号をもとに、BCJRアルゴリズムやソフト・アウトプット・ビタビ・アルゴリズムを用いることで生成できる。ビット誤り訂正回路115では、BPAにより、RS符号の検査行列の内、単純パリティに対応する検査行列部分を用いて、各ビットの信頼度情報を更新する。

#### 【0035】

この各ビットの信頼度情報を2値化することで、元のデータ系列が復元できる。しかしながら、この中には誤りが含まれていることがある。そこで、ビット誤り訂正回路115にて、再生処理回路130で得られる各ビットの信頼度情報に対する外部情報をBPAにより生成する。外部情報とは、各パリティ制約を満たすことで、他のビットから誘導されるあるビットの信頼度情報である。これを新たに再生処理回路130で得られる各ビットの信頼度情報に加算することで、ビットの信頼度を格段に向上させることが可能になる。

30

#### 【0036】

以下、この過程を反復することで、さらにビットの信頼度を向上させることができる。この過程でデータ系列に含まれる誤りが1シンボル以下になれば、RS1のパリティを用いることで、この誤りを訂正することができる。もちろん、反復後に1シンボル以下の誤りになっているか否かは一般に判定する手段がない。いまRS符号の演算を行う体が $GF(2^{10})$ であり、この体の上では、最大1023シンボルの長さの符号が実現できる。

40

#### 【0037】

一方、実際の符号長さは24シンボルとしている。したがって、シンδροームは(1)式の検査行列を見れば明らかなように、下段で $\alpha^{25}$ までのものが生じる。しかしながら、複数のビットに誤りが発生すれば、 $\alpha$ から $\alpha^{1023}$ までのシンδροームが発生する可能性が高い。したがって、RSコードで訂正する際にシンδροームの値を検査し、 $\alpha^{25}$ 以上の値が発生する場合には、訂正を禁止することでいわゆる正しい符号を誤って訂正する(誤訂正)ことによる誤りの増加が低減できる。

#### 【0038】

50

この第1の誤り訂正復号器120のデータをシンボル誤り訂正回路(2)110で訂正した後で端子2から出力する。

【0039】

以上の説明は面内記録方式に関して説明したが、垂直記録方式の場合にも、ほぼ同様の構成で本発明を適用できる事は言うまでもない。

【0040】

面内磁気記録チャンネルでの再生波形は、 $(1-D)(1+D)^n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ )のインパルス応答を持つパーシャル・レスポンス・チャンネルとしてモデル化される。

【0041】

これに対して垂直磁気記録チャンネルでの再生波形は、 $(1+D)^n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ )のインパルス応答を持つパーシャル・レスポンス・チャンネルとしてモデル化される。これをそのまま処理する方法があるが再生処理回路の波形等化の部分が変わるだけである。また、微分回路を通して面内と同様の処理を行うことも可能であり、その場合は実施例に示した方法で処理する事が可能である。

【0042】

なお、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることは言うまでもない。

【0043】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、高密度記録化やデータ転送レートの高速化に伴うランダム誤りの増加に対して、RS符号の冗長度を活用して、データ系列の信頼度情報の生成を行い、これを再び再生回路の事後確率復号器に加え、データ系列の信頼度情報を更新する。これを反復的に行うことでデータに含有される誤りを低減する。このようにRS符号以外の余分な冗長信号を付加することなく、十分性能を確保することが出来る高密度記録に適した復号方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による磁気記録再生装置の構成図である。

【図2】従来技術による磁気記録再生装置の構成図である。

【図3】本発明の一実施例による符号化回路の構成図である。

【図4】本発明の一実施例による復号化回路の構成図である。

【図5】本発明の一実施例によるReed-Solomon符号のセクタ中の配置を示す図である。

【図6】従来のブロック・インタリーブの一例を示す図である。

【図7】本発明の一実施例によるブロック・インタリーブを示す図である。

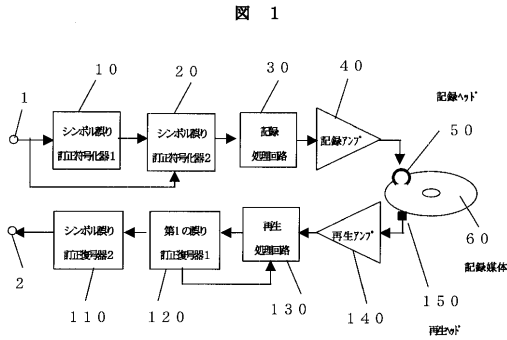
【図8】本発明の一実施例による反復復号の構成を説明する図である。

【符号の説明】

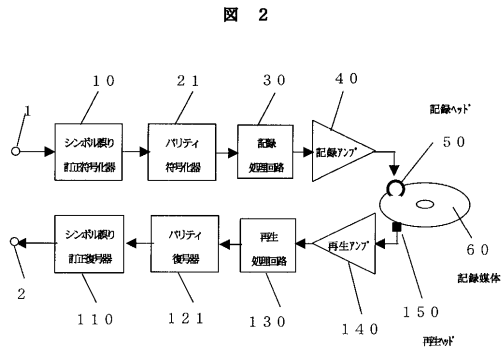
10...シンボル誤り訂正符号化器(1)、20...シンボル誤り訂正符号化器(2)、30...記録処理回路、40...記録アンプ、50...記録ヘッド、60...記録媒体、150...再生ヘッド、140...再生アンプ、130...再生処理回路、120...第1の誤り訂正復号器(1)、110...シンボル誤り訂正復号器(2)。



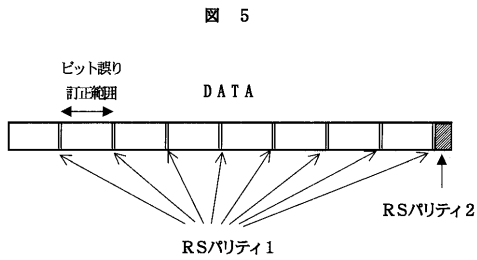
【図 1】



【図 2】



【図 5】

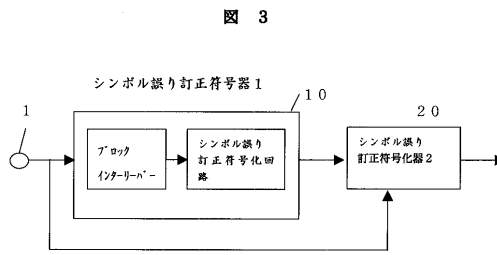


【図 6】

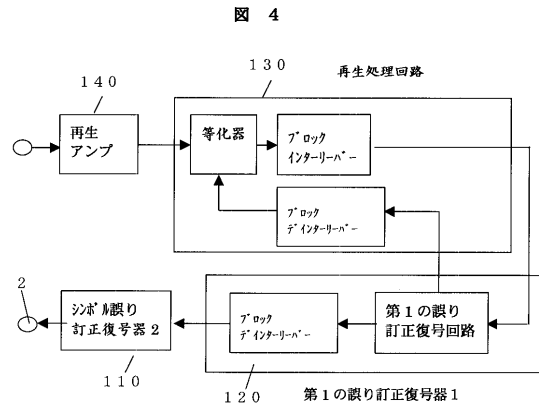
図 6

1	17	33				225	q1	p1
2	18	34				226	q2	p2
3	19	35				227	q3	p3
4	20	36				228	q4	p4
5	21	37				229	q5	p5
6	22	38				230	q6	p6
7	23	39				231	q7	p7
8	24	40				232	q8	p8
9	25	41				233	q9	p9
10	26	42				234	q10	p10
11	27	43				235	q11	p11
12	28	44				236	q12	p12
13	29	45				237	q13	p13
14	30	46				238	q14	p14
15	31	47				239	q15	p15
16	32	48				240	q16	p16

【図 3】



【図 4】

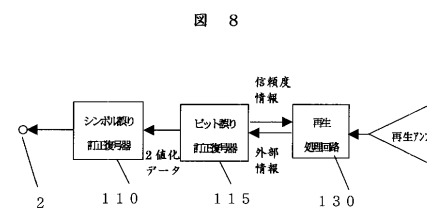


【図 7】

図 7

18	34	37	54	79	87	113	133	145	169	182	203	210	125	236
4	35	51	62	84	94	116	130	146	161	177	197	220	1	225
16	21	52	68	76	99	107	129	143	158	240	195	211	138	231
12	28	38	69	85	90	117	121	148	156	186	190	212	208	226
7	27	44	53	86	102	105	134	149	166	180	199	206	96	229
3	24	41	57	83	103	119	131	144	162	183	200	213	193	237
14	32	40	66	72	98	120	136	150	159	173	192	216	176	179
9	29	46	58	81	89	112	137	153	167	181	201	209	75	227
5	26	42	60	71	95	106	126	154	170	184	202	217	39	239
2	19	43	55	74	101	109	122	151	171	187	196	218	67	228
13	31	49	61	82	91	114	135	147	164	188	204	214	104	232
10	30	45	64	73	97	108	128	140	163	175	205	219	155	235
6	22	47	56	78	88	110	124	139	157	185	191	221	224	234
15	20	36	63	70	93	118	123	152	168	174	189	222	23	238
11	33	50	65	77	100	111	132	142	165	178	198	207	17	233
8	25	48	59	80	92	115	127	141	160	172	194	215	230	223

【図 8】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 20/18 5 7 0 F

G 1 1 B 20/18 5 7 0 H

G 1 1 B 20/18 5 7 2 B

G 1 1 B 20/18 5 7 2 F

H 0 3 M 13/45

(72)発明者 三田 誠一

愛知県名古屋市天白区久方二丁目1 2 番地1 学校法人 トヨタ学園内

Fターム(参考) 5B001 AA01 AA11 AA13 AB05 AD04

5J065 AC03 AD02 AD11 AE06 AF02 AG06 AH01 AH17 AH19 AH21