

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3835100号

(P3835100)

(45) 発行日 平成18年10月18日(2006.10.18)

(24) 登録日 平成18年8月4日(2006.8.4)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 20/10 (2006.01)  
H O 3 M 7/14 (2006.01)G 1 1 B 20/10 3 4 1 Z  
H O 3 M 7/14 B

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2000-10216 (P2000-10216)	(73) 特許権者	000004329
(22) 出願日	平成12年1月14日 (2000.1.14)		日本ビクター株式会社
(65) 公開番号	特開2001-195833 (P2001-195833A)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(43) 公開日	平成13年7月19日 (2001.7.19)	(74) 代理人	100093067
審査請求日	平成14年9月27日 (2002.9.27)		弁理士 二瓶 正敬
		(72) 発明者	速水 淳
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
		(72) 発明者	岩田 和己
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
		審査官	山崎 達也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号変調装置、復調装置及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

連続する2進数の入力データ列をpビット毎に区切り、pビットの入力データ語をqビット( $p < q$ : p、qは共に正の整数)の符号語に変換し、前後の符号語を直接結合するとともに、前記結合された符号語列をNRZI変換した場合の最短符号反転間隔が $d + 1$ チャンネルビット、最長符号反転間隔が $k + 1$ チャンネルビット( $d$ 、 $k$ は共に正の整数)に制限される信号変調装置において、

前記 $d + 1$ チャンネルビットの最短符号反転間隔が発生する符号語の直前又は直後の符号語の反転間隔が前記 $k + 1$ チャンネルビットより短くなるように入力データ語を符号語に符号化する符号化手段を、

備えたことを特徴とする信号変調装置。

【請求項2】

前記符号化手段は、入力データ語をアドレスとして符号語と次の入力データ語を符号化する符号化テーブルを選択する情報が記憶された複数の符号化テーブルを有し、前記符号語と符号化テーブル選択情報が、前記 $d + 1$ チャンネルビットの最短符号反転間隔が発生する符号語の直前又は直後の符号語の反転間隔が前記 $k + 1$ チャンネルビットより短くなる符号化規則で構成されていることを特徴とする請求項1記載の信号変調装置。

【請求項3】

連続する2進数の入力データ列をpビット毎に区切り、pビットの入力データ語をqビット( $p < q$ : p、qは共に正の整数)の符号語に変換し、前後の符号語を直接結合すると

ともに、前記結合された符号語列をNRZI変換した場合の最短符号反転間隔が $d + 1$ チャンネルビット、最長符号反転間隔が $k + 1$ チャンネルビット( $d$ 、 $k$ は共に正の整数)に制限される信号変調装置において、

入力データ語をアドレスとして符号語と次の入力データ語を符号化する符号化テーブルを選択する情報が記憶され、前記符号語と符号化テーブル選択情報が、前記 $d + 1$ チャンネルビットの最短符号反転間隔が発生する符号語の直前又は直後の符号語の反転間隔が前記 $k + 1$ チャンネルビットより短くなる符号化規則で構成された複数の第1の符号化テーブルと

、  
入力データ語をアドレスとして符号語と次の入力データ語を符号化する符号化テーブルを選択する情報が記憶され、前記符号語をNRZI変換した場合の極性が前記第1の符号化

10

テーブルにおける同一入力データ語に対する符号語と逆極性であって、かつ次の符号化テーブルを選択する情報が同一である複数の第2の符号化テーブルと、  
前記第2の符号化テーブルを選択しても前記符号化規則を満たす場合には前記第1、第2の符号化テーブルからそれぞれ第1、第2の符号語候補を読み出し、前記第2の符号化

テーブルを選択すると前記符号化規則を満たさない場合には前記第1の符号化テーブルから同じ値の第1、第2の符号語候補を読み出すテーブル読み出し手段と、

前記テーブル読み出し手段により読み出された第1、第2の符号語候補毎にDSVの総和の絶対値を演算するDSV演算手段と、

前記DSV演算手段により演算されたDSVの総和の絶対値が小さい方の第1又は第2の符号語候補を符号語として選択する手段とを、

20

備えたことを特徴とする信号変調装置。

#### 【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか1つに記載の変調装置により変調された符号語を元の入力データ語に復調する復調装置であって、

復調対象の符号語をアドレスとして、後続の符号語がどの前記複数の符号化テーブルの、どのテーブルにより符号化されたかを示す判定情報と、2以上の入力データ語候補を出力する復号テーブルと、

前記復号テーブルから読み出された判定情報に基づいて前記2以上の入力データ語候補の1つを入力データ語として選択する選択手段とを、

有する復調装置。

30

#### 【請求項5】

請求項1ないし3のいずれか1つに記載の信号変調装置により変調された信号が記録された記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタル信号を光ディスク、磁気ディスクなどの記録媒体に記録するための信号変調装置、復調装置及び記録媒体に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

40

光ビームを使ってデジタル信号をディスク媒体に記録するための信号変調方式としては、CD(コンパクト・ディスク)に用いられているEFM(Eight to Fourteen Modulation: 8 - 14変調)方式や、DVD(デジタル・バーサタイル・ディスク)に用いられているEFM+(イーエフエムプラス: 8 - 16変調)方式が知られている。これらはいずれも、光伝送系や記録媒体による記録再生特性の制限により、いわゆるRLL(ラン・レンジス・リミテッド)(2, 10)の特性により、最短符号反転間隔を3T(Tはチャンネルビット周期)に、最長符号反転間隔を11Tに制限して変調する方式である。

##### 【0003】

図21は従来例であるEFM方式、EFM+方式におけるRLL(2, 10)の符号化器の状態遷移を示し、円内に示されている数字「0」~「10」は符号化器の内部状態を示

50

している。また、矢印はこの符号化器において遷移可能な場合を示し、矢印に付した数字「0」、「1」は、状態「0」～「10」から遷移によって生成される各1ビットデータを示す。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、デジタル信号を光ディスクなどの記録媒体に高密度で記録して、これを再生しようとする、隣接するビット/ランド(マーク/スペース)間で再生帯域不足によって符号間干渉が生じることが知られている。この符号間干渉の大きさは特に、隣接するビット/ランド(マーク/スペース)間の長さに応じて異なり、例えばEFM方式やEFM+方式においては、11Tや10Tのように長い反転間隔長を有する再生信号の後に、最短符号反転間隔である3T信号が現れたときに影響が大きくなる。

10

#### 【0005】

図22はRL(2,10)特性を有する信号変調方式において最短符号反転間隔である3T信号の直前に、3Tから11Tまでの反転間隔を有する記録信号(隣接信号)が存在する場合の影響を測定した図である。このように直前の記録信号の反転間隔が大きくなると、3T信号の長さが本来の長さからずれることがわかる。また、図22は直前の記録信号の反転間隔が3T信号に及ぼす影響を示しているが、直後の記録信号の反転間隔が3T信号に及ぼす影響も同様である。このように本来の長さからずれて再生された波形は、再生誤りを引き起こすことは言うまでもなく、記録密度を高くすると、この影響が顕著に現れ、このため記録密度の向上の妨げとなる。

20

#### 【0006】

本発明は上記の問題点に鑑み、最短符号反転間隔に対して直後又は直前の符号反転間隔が与える影響を低減することができ、ひいては記録密度を向上させることができる信号変調装置及び復調装置、さらに、前記変調方式にて記録がなされた媒体を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成するために、前後の符号語を直接結合した符号語列をNRZI変換した場合の最短符号反転間隔が $d + 1$ チャンネルビット、最長符号反転間隔が $k + 1$ チャンネルビット( $d$ 、 $k$ は共に正の整数)に制限される場合、 $d + 1$ チャンネルビットの最短符号反転間隔が発生する符号語の直前又は直後の符号語の反転間隔が $k + 1$ チャンネルビットより短くなるように符号化するようにしたものである。

30

#### 【0008】

すなわち本発明によれば、連続する2進数の入力データ列を $p$ ビット毎に区切り、 $p$ ビットの入力データ語を $q$ ビット( $p < q$ :  $p$ 、 $q$ は共に正の整数)の符号語に変換し、前後の符号語を直接結合するとともに、前記結合された符号語列をNRZI変換した場合の最短符号反転間隔が $d + 1$ チャンネルビット、最長符号反転間隔が $k + 1$ チャンネルビット( $d$ 、 $k$ は共に正の整数)に制限される信号変調装置において、前記 $d + 1$ チャンネルビットの最短符号反転間隔が発生する符号語の直前又は直後の符号語の反転間隔が前記 $k + 1$ チャンネルビットより短くなるように入力データ語を符号語に符号化する符号化手段を、備えたことを特徴とする信号変調装置が提供される。

40

#### 【0009】

また本発明によれば、連続する2進数の入力データ列を $p$ ビット毎に区切り、 $p$ ビットの入力データ語を $q$ ビット( $p < q$ :  $p$ 、 $q$ は共に正の整数)の符号語に変換し、前後の符号語を直接結合するとともに、前記結合された符号語列をNRZI変換した場合の最短符号反転間隔が $d + 1$ チャンネルビット、最長符号反転間隔が $k + 1$ チャンネルビット( $d$ 、 $k$ は共に正の整数)に制限される信号変調装置において、入力データ語をアドレスとして符号語と次の入力データ語を符号化する符号化テーブルを選択する情報が記憶され、前記符号語と符号化テーブル選択情報が、前記 $d + 1$ チャンネル

50

ビットの最短符号反転間隔が発生する符号語の直前又は直後の符号語の反転間隔が前記  $k + 1$  チャネルビットより短くなる符号化規則で構成された複数の第 1 の符号化テーブルと、

入力データ語をアドレスとして符号語と次の入力データ語を符号化する符号化テーブルを選択する情報が記憶され、前記符号語を NRZI 変換した場合の極性が前記第 1 の符号化テーブルにおける同一入力データ語に対する符号語と逆極性であって、かつ次の符号化テーブルを選択する情報が同一である複数の第 2 の符号化テーブルと、

前記第 2 の符号化テーブルを選択しても前記符号化規則を満たす場合には前記第 1、第 2 の符号化テーブルからそれぞれ第 1、第 2 の符号語候補を読み出し、前記第 2 の符号化テーブルを選択すると前記符号化規則を満たさない場合には前記第 1 の符号化テーブルから

10

同じ値の第 1、第 2 の符号語候補を読み出すテーブル読み出し手段と、  
前記テーブル読み出し手段により読み出された第 1、第 2 の符号語候補毎に DSV の総和の絶対値を演算する DSV 演算手段と、

前記 DSV 演算手段により演算された DSV の総和の絶対値が小さい方の第 1 又は第 2 の符号語候補を符号語として選択する手段とを、

備えたことを特徴とする信号変調装置が提供される。

#### 【0010】

また本発明によれば、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の変調装置により変調された符号語を元の入力データ語に復調する復調装置であって、

復調対象の符号語をアドレスとして、後続の符号語がどの前記複数の符号化テーブルの、  
どのテーブルにより符号化されたかを示す判定情報と、2 以上の入力データ語候補を出力する復号テーブルと、

20

前記復号テーブルから読み出された判定情報に基づいて前記 2 以上の入力データ語候補の 1 つを入力データ語として選択する選択手段とを、

有する復調装置が提供される。

#### 【0011】

また本発明によれば、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の信号変調装置により変調された信号が記録された記録媒体が提供される。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

30

##### < 第 1 の実施形態 >

以下、図面を参照して本発明の第 1 の実施形態を説明する。図 1 は本発明に係る符号器の状態遷移を示す説明図、図 2、図 3 は本発明に係る符号化テーブルの作成過程において用いられる行列を示す説明図、図 4 は本発明に係る符号化テーブルの作成過程を示す説明図、図 5 ~ 図 9 は本発明に係る符号化テーブルを示す説明図、図 10 は本発明に係る変調装置の一実施形態を示すブロック図である。

#### 【0013】

第 1 の実施形態は、伝送媒体が DSV 制御を必要としない場合を示している。図 1 は本発明の符号化テーブルを構成するための状態遷移を示し、円内に示されている数字「0」~「10」は符号化器の内部状態を示している。また、矢印はこの符号化器において遷移可能な場合を示し、矢印に付した数字「0」、「1」は、状態「0」~「10」から遷移によって生成される各 1 ビットデータを示す。ここでは一例として、 $p = 8$  ビットのデータ語を  $q = 16$  ビットの符号語に変換して前後の符号語をマージンビットを用いることなく直列結合し、また、 $RLL(2, 10)$  の規則に従って最短反転間隔 =  $3T$ 、最長反転間隔 =  $11T$  として、 $3T$  の直前の最大反転間隔を  $8T$  とする場合について説明する。

40

#### 【0014】

図 1 において、符号語の  $3T$  が発生する場合は、状態の遷移が

「1」 「2」 「3」 「1」

(ただし、最初に示す状態「1」の前の符号語ビットは「1」とする)

のように遷移した場合のみである。このとき、符号語は、

50

・・・1001・・・

となり、これをNRZI変換すると3Tが生成される。

【0015】

ここで、符号語が、

・・・1001・・・

となる直前に最長反転間隔が起きる場合は、図1を参照すると

「1」「2」「3」「4」「5」「6」「7」「1」「2」「3」  
「1」

のように遷移する場合のみである。したがって、この場合の符号語は、状態「0」に遷移するとき必ず符号語=1が入るので、

・・・10000001001・・・

となり、3Tの直前の符号語の最長反転間隔が8Tとなる。

【0016】

図1に示す状態遷移図による隣接行列(推移可能な状態を表す行列)Aは、図2に示すように11次の行列で与えられる。この隣接行列Aでは、列「0」～「10」を図1に示す状態遷移図における遷移の開始状態「0」～「10」に割り当て、行「0」～「10」を遷移の終了状態「0」～「10」に割り当てている。

【0017】

q=16ビットである符号語は、図2に示す隣接行列Aを16乗することにより得ることができ、図3に示す行列 $A^{16}$ で与えられる。図3に示す行列 $A^{16}$ において各要素を構成する数字の意味について説明すると、例えば第1行、第1列(=006)は、図1において遷移の開始状態を「0」、遷移の終了状態を「0」にしたときに生成し得る16ビット符号語の数を表しており、この場合には6種類の16ビット符号語が構成可能である。

【0018】

また、この行列 $A^{16}$ に基づいて構成される符号語を用いて、ある要素(行、列)で表される状態に終了した符号語に対して、その行から生成される符号語を順次結合することにより、q=16であってd=2(3T)、k=10(11T)を満たし、最短反転間隔が3Tの直前の符号反転間隔が最長=8Tに制限される符号語を構成することができる。図4は図2に示す行列Aを用いて生成される、q=16ビットであり、符号器の状態が「0」ないし「10」から開始し、符号器の状態が「0」で終了する符号語を全て示す(10進で示す)。図4に示すように符号語の数と図3に示す要素の数が一致することがわかる。

【0019】

一方、図2に示す行列Aを16乗した図3において、各行の要素の和が2のp乗、すなわちこの例では256以上あれば、各状態からある状態に遷移する符号をそのまま用いることにより符号化テーブルを構成することができる。しかしながら、この例では1行目から11行目の各行に対して要素の和、すなわち図1において状態「0」ないし「10」から生成される符号語の数が、

【0020】

【表1】

行：要素の和	対応する状態
1：165	「0」
2：238	「1」
3：343	「2」
4：494	「3」
5：474	「4」
6：444	「5」
7：400	「6」
8：338	「7」
9：250	「8」
10：195	「9」

10

20

30

40

50

1 1 : 1 1 5 「 1 0 」

【 0 0 2 1 】

であるので、状態「 0 」、「 1 」、「 8 」、「 9 」、「 1 0 」に対して符号語の数が足りず、このままでは符号化テーブルを構成することができない。

【 0 0 2 2 】

そこで、図 1 における全ての状態について、生成される符号語を求めた後、例えば、以下の公知例「ファイナйт・ステート・モジュレーション・コード・フォー・データ・ストレージ」、"Finite-State Modulation Codes for Data Storage", B. H. Marcus他、IEEE Journal on selected areas in Communication, vol.10. No.1, January 1992に記載されているように状態を選別し、その後、状態を分割、併合することにより符号化テーブルを作成することができる。

10

【 0 0 2 3 】

この例では、図 1 における状態「 0 」、「 1 」、「 2 」、「 7 」、「 9 」の 5 つの状態についてそれぞれ 1、1、2、2、1 通りの状態に分割し、また、分割された状態「 2 」を「 2 1 」、「 2 2 」で表し、分割された状態「 7 」を「 7 1 」、「 7 2 」で表すと、各状態の符号語の数は、

【 0 0 2 4 】

【表 2】

分割後の状態：符号語の数

「 0 」 : 2 6 5

「 1 」 : 3 8 0

「 2 1 」 : 2 7 1

「 2 2 」 : 2 7 8

「 7 1 」 : 2 6 8

「 7 2 」 : 2 7 4

「 9 」 : 3 1 1

20

【 0 0 2 5 】

となり、したがって、2 5 6 通りの符号語を生成することができる。なお、分割後の各状態に対する符号語の数は、符号語の割り付け方により決まり、この例以外の割り付け方も可能である。

30

【 0 0 2 6 】

その後、状態「 7 2 」、「 9 」について状態の併合を行って作成した 6 種類の符号化テーブルを図 5 ~ 図 9 に示す。なお、この例では、状態「 7 2 」、「 9 」についてのみ状態の併合を行ったが、さらに多くの併合を行い、符号化テーブルの数を減らすことが可能であるが、ここでは、符号化テーブルの一例として 6 種類のみを示す。なお、図 5 ~ 図 9 において、入力データを  $D(k) = 0 \sim 255$ 、符号化テーブルの種類を  $S(n) = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ 、出力符号語を  $C(k)$ 、出力符号語  $C(k)$  に対して次に選択する符号化テーブルの種類を  $S(n+1)$  として示す。

【 0 0 2 7 】

図 1 0 は本発明に係る変調装置 1 0 の一実施形態を示すブロック図であり、変調装置 1 0 は図 5 ~ 図 9 に示す構成の符号化テーブル 1 1 と 1 ワード遅延部 1 2 を有する。図 1 0 において、入力データ列  $D_{in}$  は記録ブロック構成回路 1 により同期語や誤り訂正語などが付加されて、所定の長さ毎の記録ブロックに変換され、その後、8 ビット毎の入力データ語  $D(k)$  に変換される。符号化テーブル 1 1 は、この入力データ語  $D(k)$  を 1 ワード遅延部 1 2 からの 1 ワード前の符号化時の符号化テーブル選択情報  $S(n)$  に基づいて 1 6 ビットの符号語  $C(k)$  に変換して、これを記録信号メモリ 2 に出力するとともに、次に選択する符号化テーブル選択情報  $S(n+1)$  を 1 ワード遅延部 1 2 に出力する。

40

【 0 0 2 8 】

1 ワード遅延部 1 2 は符号化テーブル選択情報  $S(n+1)$  を遅延して次の入力データ語  $D(k)$  を符号化する際に符号化テーブル選択情報  $S(n)$  として符号化テーブル 1 1 に

50

出力する。ここで、最初の入力データ語  $D(k)$  に対する符号化テーブル選択情報  $S(n)$  は、記録ブロック構成回路 1 において同期パターンを選択することにより決定することができる。符号化テーブル 1 1 により変換された符号語  $C(k)$  は、いったん記録信号メモリ 2 に蓄積された後に記録信号  $S_1$  として出力されるが、蓄積する必要がなければ記録信号メモリ 2 は不要である。記録媒体へは、記録信号  $S_1$  が図示せぬ NRZI 変調器で、変調が記録される。

【0029】

図 5 ~ 図 9 に示す符号化テーブル 1 1 を用いた符号化処理について詳しく説明する。ここで、下記の数値は、特に説明がない限り 10 進で示す。例えば初期状態を「0」として、

【0030】

【表 3】

$D(k) = 0$

$D(k+1) = 1$

$D(k+2) = 2$

$D(k+3) = 3$

【0031】

という入力データ語  $D$  に対する符号化テーブル  $S(n)$ 、符号語  $C$ 、次の符号化テーブル  $S(n+1)$  を以下に示す。

【0032】

【表 4】

$S(n)$	$D$	$C$	$S(n+1)$
0	0	64	4
4	1	8224	5
5	2	32800	4
4	3	8322	2

【0033】

【表 5】

上記のように変調されたバイナリ系列は、

00000000001000000

→00100000000100000

→10000000000100000

→00100000010000010

となる。

【0034】

ここで、上記実施形態では、3Tの前の反転間隔を制限する例について説明したが、図 10 に示した記録信号メモリ 2 により、記録ブロック単位などの所定ビット数毎にビット送出方向を逆方向にすれば、3Tの後の反転間隔を制限することができることは明白である。また、図 1 に示した状態遷移図において、状態の遷移方向、すなわち図 1 に示す矢印方向を逆にして、前述した方法を用いて符号化テーブル 1 1 を構成すれば、同様に、3Tの後の反転間隔を制限できることは明白である。

【0035】

符号化テーブル 1 1 の生成例について更に詳細に説明する。前述したように図 1 に示した状態「2」、「7」を 2 分割して作成すると、異なる入力データ語  $D(k)$  に対して同一の符号語  $C(k)$  が割り当てられている場合がある。例えば図 5 に示す符号化テーブル  $S(n) = 0$  を参照すると、入力データ語  $D(k) = 0, 1$  に対して同一の符号語  $C(k)$

10

20

30

40

50

= 64 が割り当てられている。

【0036】

このように、同一の符号語  $C(k)$  が異なる入力データ語  $D(k)$  に割り当てられている場合には、本発明の符号化テーブルは復号装置が復号可能なように、後続の符号語  $C(k+1)$  がどの符号化テーブルにより符号化されたかを検出することができるように構成されている。すなわち、例えば入力データ語  $D(k) = 0$  に対して次に選択する符号化テーブル情報  $S(n+1)$  は「4」であり、入力データ語  $D(k) = 1$  に対して次に選択する符号化テーブル情報  $S(n+1)$  は「5」である。したがって、符号化テーブル  $S(n) = 4$  と符号化テーブル  $S(n) = 5$  により生成される符号語が全て異なっていれば、同一の符号語が異なるデータ語に割り当てられていても、元のデータ語に復号することができる。

10

【0037】

この第1の実施形態の符号化テーブル11では、一例として次に選択する符号化テーブル情報  $S(n+1) = 2, 3$  において、また、 $S(n+1) = 4, 5$  において、同一の符号語  $C(k)$  が異なる入力データ語  $D(k)$  に割り当てられている。このため、符号化テーブル  $S(n) = 2, 3$  により生成される符号語  $C(k)$  は同じものが存在せず、また、符号化テーブル  $S(n) = 4, 5$  により生成される符号語  $C(k)$  にも同じものが存在しない。さらに、符号化テーブル  $S(n) = 2, 3$  間、及び  $S(n) = 4, 5$  間における同じ符号語  $C(k)$  は、同じ入力データ語  $D(k)$  により生成されるように配置されている。

【0038】

< 第2の実施形態 >

上記の第1の実施形態によれば、伝送媒体がDSV制御を必要としない場合に適用することができる。次に伝送媒体がDSV制御を必要とする場合に対応することができる第2の実施形態について説明する。まず、符号語  $C(k)$  をNRZI変調した場合の極性について説明する。図5～図9に示す符号化テーブル  $S(n) = 0, 1$  において、入力データ語  $D(k) = 0 \sim 117$  に対応する符号語  $C(k)$  は、3Tの前の最大反転間隔が8Tとなる符号化規則を満たす場合に、符号化テーブル  $S(n) = 3$  における入力データ語  $D(k) = 0 \sim 117$  に対応する符号語  $C(k)$  と入れ替え可能になるように配置されている。さらに、これらの入れ替え可能な符号語  $C(k)$  間においては、次に選択する符号化テーブル情報  $S(n+1)$  が同一になるように符号語  $C(k)$  が配置されている。また、入れ替え可能な符号語  $C(k)$  間においては、符号語  $C(k)$  の「1」の数の偶奇が異なるように配置がなされ、このため、符号語  $C(k)$  をNRZI変調した場合の記録データS1の極性がお互いに逆極性となる。

20

30

【0039】

また、符号化テーブル  $S(n) = 5$  において、入力データ語  $D(k) = 0 \sim 33$  に対して、入れ替え可能な符号語  $C(k)$  が図5～図9に示す符号化テーブルにおける符号語以外にもあり、これらの符号語についても同様に、3Tの前の最大反転間隔が8Tとなる符号化規則を満たす場合に符号語の入れ替えが可能であってDSV極性が逆となる。図11～図13は第2の符号化テーブルとして、 $S(n) = 0, 1, 5$  において入れ替え可能な部分(入力データ語  $D(k) = 0 \sim 117$ )を示している。なお、図11～図13において

40

【0040】

次に図14～図16を参照して第2の実施形態の変調装置を詳しく説明する。なお、この例ではDSV(デジタル・サム・バリエーション)の判定を行うための符号語メモリは2つであるが、更に多くの符号語メモリを用いることができる。また、この例では符号語メモリの選択をある時点までのDSVの値に基づいて行っているが、さらに先のDSVの値を演算予測して符号語メモリを選択することもできる。

【0041】

図14に示す符号化テーブル11aは、第1の実施形態の図5～図9に示した符号化テ

50



ブル11(第1の符号化テーブル)と図11~図13に示す第2の符号化テーブルを有する。符号語選択肢有無検出回路21は入力データ語D(k)と符号化テーブル11aからの符号化テーブル情報S(n)に基づいて、前記のようにNRZI極性が逆であって、図11~図13に示すように入れ替え可能な符号語C(k)が存在するか否かを検出するとともに、入れ替えした場合には符号化規則を維持するか否かを検出して選択肢検出結果を符号化テーブルアドレス演算部22と絶対値比較回路25に出力する。符号化テーブルアドレス演算部22はこの選択肢検出結果と符号化テーブル11aからの符号化テーブル情報S(n)に基づいて、入力データ語D(k)と符号化テーブル情報S(n)に対応する符号化テーブルアドレスを計算する。

【0042】

符号化テーブル11aはこのアドレスに基づいて第1、第2のテーブルから2つの符号語候補C(k)0、C(k)1を出力する。ここで、符号語の選択肢がない場合には2つの符号語候補C(k)0、C(k)1として第1のテーブルから1つの同じ符号語を出力する。符号語候補C(k)0はDSV演算メモリ23-0と符号語メモリ24-0に印加され、符号語候補C(k)1はDSV演算メモリ23-1と符号語メモリ24-1に印加される。そして、符号語候補C(k)0、C(k)1の各CDS(コードワード・デジタル・サム)値が計算され、符号語メモリ24-0、24-1にそれぞれ蓄えられた符号語列に対するDSVの加算値がDSV演算メモリ23-0、23-1に保持される。

【0043】

一方、絶対値比較回路25は符号語選択肢有無検出回路21からの選択肢検出結果に基づいて、入力データ語D(k)に対する符号語があった場合には、その時点までに(すなわち時点k-1までに)DSV演算メモリ23-0、23-1に保持された各DSVの加算値の絶対値を比較し、比較結果をメモリ制御/符号出力部26に送る。メモリ制御/符号出力部26は、この比較結果に基づいて、DSVの加算値の絶対値が小さい方の符号語メモリ24に蓄えられた符号語列を出力符号語列として選択するメモリ制御信号を出力するとともに、選択しなかった方の符号語列のDSV加算値と符号語メモリ24の符号語列を、それぞれ選択した方の符号語列のDSV加算値と符号語メモリ24の符号語列として入れ替える。

【0044】

図15、図16に示すフローチャートを参照して詳しく説明する。まず、図15において初期テーブルを選択し(ステップS1)、次いで8ビットデータが入力されると(ステップS2)、図11~図13に示す第2のテーブルに入れ替え可能な符号語C(k)が存在するか否かを検出し(ステップS3)、有る場合にはステップS4以下に進み、他方、無い場合にはステップS7に進む。

【0045】

図16はステップS3における符号語選択肢有無検出処理を詳しく示している。入力データ語D(k)と符号化テーブル情報S(n)が入力されると(ステップS10)、図11~図13に示す第2のテーブルに入れ替え可能な符号語C(k)が存在するか否かを検出し(ステップS11)、有る場合にはステップS12に進み、他方、無い場合には「入れ替え符号語無し」と判断し(ステップS14)、図15に示すステップS7に進む。ステップS12では図11~図13に示す第2のテーブルから符号語C(k)を選択しても符号化規則を維持できるか否かを検出し、維持できる場合には「入れ替え符号語有り」と判断し(ステップS13)、次いで図15に示すステップS4に進む。他方、維持できない場合にはステップS14に進む。

【0046】

ステップS4以下では、DSV演算メモリ23-0、23-1を参照して|DSV|の小さい方の符号語メモリ24を選択してその符号語列を出力し(ステップS4)、次いで選択しなかった方の符号語メモリ24とDSV演算メモリ23の内容を選択した方の符号語メモリ24とDSV演算メモリ23の内容として入れ替える(ステップS5)。

【0047】

10

20

30

40

50

次いで図5～図9に示す第1のテーブルと図11～図13に示す第2のテーブルから2つの符号語候補 $C(k)0$ 、 $C(k)1$ を選択し(ステップS6)、次いでステップS7に進む。ステップS7では符号語候補 $C(k)0$ 、 $C(k)1$ をそれぞれ符号語メモリ24-0、24-1に付加し、次いで符号語候補 $C(k)0$ 、 $C(k)1$ それぞれについてCDSを演算してこれをDSV演算メモリ23-0、23-1に加算し(ステップS8)、次いでステップS2に戻る。

#### 【0048】

次に図17～図20を参照して復号装置について説明する。図17において、不図示の記録媒体から再生されたシリアルビット系列の符号語系列と、図示せぬPLL回路などにより生成されて符号化ビットに同期するビットクロックが同期語検出部31とシリアル/パラレル変換器32に印加される。同期語検出部31では、記録符号系列に記録単位毎に挿入された同期語とビットクロックに基づいて符号語 $C(k)$ 単位のクロックであるワードクロックを生成し、これをシリアル/パラレル変換器32と、復号テーブル参照アドレス生成部33と復号テーブル/符号化テーブル演算器/選択器34に印加する。シリアル/パラレル変換器32はビットクロックとワードクロックに基づいて、シリアルビット系列の符号語系列をワード単位のビットパラレル構成の符号語 $C(k)$ を生成し、これを復号テーブル参照アドレス生成部33に出力する。

10

#### 【0049】

復号テーブル参照アドレス生成部33では、符号語 $C(k)$ とワードクロックに基づいて復号テーブル41(図19)の参照アドレスを生成し、この第2の実施形態では、符号語 $C(k)$ をそのまま復号テーブル41の参照アドレスとして用いる。なお、代わりに復号テーブル41の構成を変えてその容量を少なくし、復号テーブル参照アドレス生成部33により復号テーブル41の参照アドレスを演算するようにしてもよい。

20

#### 【0050】

図18は復号テーブル/符号化テーブル演算器/選択器34を詳しく示し、図19は図18の復号テーブル41の構成を詳しく示している。復号テーブル41には16ビットの参照アドレス $C(k)$ に対して、2ビットの判定情報Case(ケース)と、各々が共に8ビットの2つのデータ語候補 $D(k)0$ 、 $D(k)1$ があらかじめ記憶され、参照アドレス $C(k)$ が入力するとデータ語候補 $D(k)0$ 、 $D(k)1$ が1ワード遅延部42を介して選択器43に印加されるとともに、判定情報Caseが1ワード遅延部44を介して符号化テーブル演算器45に印加される。そして、符号化テーブル演算器45は判定情報Caseに基づいて、選択器43がデータ語候補 $D(k)0$ 、 $D(k)1$ のいずれか1つを選択するための信号を生成する。

30

#### 【0051】

符号化テーブル演算器45の処理を図20においてC言語(一部異なる記述あり)で示す。図20における

$C(k)$  [  $C(k)$  of (  $S(n) = 2$  ) ]

は、図5～図9、図11～図13に示す符号化テーブルにおいて符号語 $C(k)$ が符号化テーブル $S(n) = 2$ により符号化されたことを示している。図19を参照すると、例えば符号語 $C(k)$ が34、128のように入力した場合、前の符号語 $C(k) = 34$ の場合の判定情報Caseは「2」であるので、次の符号語 $C(k) = 128$ が符号化テーブル $S(n) = 2$ により符号化されていることがわかり、前の符号語 $C(k) = 34$ に対して、データ語候補 $D(k)0 = 251$ 、 $D(k)1 = 252$ の内、データ語 $D(k) = 252$ が選択され、これにより復号される。

40

#### 【0052】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、前後の符号語を直接結合した符号語列をNRZI変換した場合の最短符号反転間隔が $d + 1$ チャンネルビット、最長符号反転間隔が $k + 1$ チャンネルビット( $d$ 、 $k$ は共に正の整数)に制限される場合、 $d + 1$ チャンネルビットの最短符号反転間隔が発生する符号語の直前又は直後の符号語の反転間隔が $k + 1$ チャンネルビット

50

より短くなるように符号化するようにしたので、最短符号反転間隔に対して直後又は直前の符号反転間隔が与える影響を低減することができ、ひいては記録密度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る符号器の状態遷移を示す説明図である。

【図 2】本発明に係る符号化テーブルの作成過程において用いられる行列を示す説明図である。

【図 3】本発明に係る符号化テーブルの作成過程において用いられる行列を示す説明図である。

【図 4】本発明に係る符号化テーブルの作成過程を示す説明図である。

10

【図 5】本発明に係る符号化テーブル（その 1）を示す説明図である。

【図 6】本発明に係る符号化テーブル（その 2）を示す説明図である。

【図 7】本発明に係る符号化テーブル（その 3）を示す説明図である。

【図 8】本発明に係る符号化テーブル（その 4）を示す説明図である。

【図 9】本発明に係る符号化テーブル（その 5）を示す説明図である。

【図 10】本発明に係る変調装置の第 1 の実施形態を示すブロック図である。

【図 11】第 2 の実施形態の第 2 の符号化テーブル（その 1）を示す説明図である。

【図 12】第 2 の実施形態の第 2 の符号化テーブル（その 2）を示す説明図である。

【図 13】第 2 の実施形態の第 2 の符号化テーブル（その 3）を示す説明図である。

【図 14】第 2 の実施形態の変調装置を示すブロック図である。

20

【図 15】第 2 の実施形態の変調処理を説明するためのフローチャートである。

【図 16】図 15 の判別ステップの処理を詳しく説明するためのフローチャートである。

【図 17】本発明に係る復調装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図 18】図 17 の復号テーブル / 符号化テーブル演算器 / 選択器を詳しく示すブロック図である。

【図 19】図 18 の復号テーブルを示す説明図である。

【図 20】図 19 の符号化テーブル演算器の処理を示す説明図である。

【図 21】RL L ( 2 , 1 0 ) の符号化器の状態遷移を示す説明図である。

【図 22】従来例における符号間干渉を示す説明図である。

【符号の説明】

30

1 1 符号化テーブル（符号化手段、第 1 の符号化テーブル）

1 1 a 符号化テーブル（第 1、第 2 の符号化テーブル）

1 2 , 4 2 1ワード遅延部

2 1 符号語選択肢有無検出回路（符号化テーブルアドレス演算部 2 2 と共にテーブル読み出し手段を構成する。）

2 2 符号化テーブルアドレス演算部

2 3 - 0 , 2 3 - 1 D S V 演算メモリ（D S V 演算手段）

2 4 - 0 , 2 4 - 1 符号語メモリ

2 5 絶対値比較回路

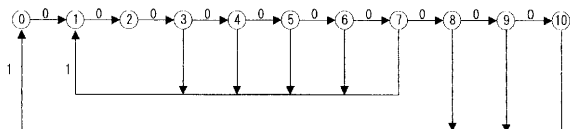
2 6 メモリ制御 / 符号出力部（絶対値比較回路 2 5 と共に選択手段を構成する。）

40

4 1 復号テーブル

4 3 選択器（選択手段）

【図1】



【図2】

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

【図3】

$$A^{16} = \begin{pmatrix} 006 & 049 & 035 & 025 & 016 & 011 & 009 & 006 & 003 & 003 & 002 \\ 008 & 073 & 049 & 035 & 025 & 016 & 011 & 009 & 006 & 003 & 003 \\ 012 & 104 & 073 & 049 & 035 & 025 & 016 & 011 & 009 & 006 & 003 \\ 018 & 148 & 104 & 073 & 049 & 035 & 025 & 016 & 011 & 009 & 006 \\ 018 & 143 & 099 & 069 & 048 & 033 & 024 & 016 & 010 & 008 & 006 \\ 016 & 135 & 094 & 064 & 044 & 032 & 022 & 015 & 010 & 007 & 005 \\ 014 & 120 & 086 & 059 & 039 & 028 & 021 & 013 & 009 & 007 & 004 \\ 012 & 101 & 071 & 051 & 034 & 023 & 017 & 012 & 007 & 006 & 004 \\ 009 & 076 & 052 & 036 & 026 & 018 & 012 & 008 & 006 & 004 & 003 \\ 007 & 060 & 041 & 027 & 020 & 015 & 009 & 006 & 005 & 003 & 002 \\ 004 & 035 & 025 & 016 & 011 & 009 & 006 & 003 & 003 & 002 & 001 \end{pmatrix}$$

【図4】

行	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
符号語 (10進)	2305	2305	513	513	513	4353	4353	4353	35073	35073	35073	
	4353	4353	18689	18689	18689	18689	18689	18689	35073	8449	16641	33025
	257	8449	2305	35073	35073	35073	35073	8449	16641	33025	33281	
	4609	4609	4353	2305	37121	37121	8449	37121	33025	16897	33793	
	513	8705	8449	37121	4353	8449	37121	16641	8705	33281		
	1025	513	16641	4353	8449	16641	16641	33025	16897	17409		
		9217	4609	8449	16641	33025	33025	8705	33281	33793		
		1025	8705	16641	33025	1025	8705	37377	17409			
			16897	33025	1025	37377	37377	16897	33793			
			9217	1025	37377	8705	16897	33281				
			17409	37377	4609	16897	33281	17409				
			1025	4609	8705	33281	2049	33793				
				8705	16897	2049	17409					
				16897	33281	9217	33793					
				33281	2049	17409						
				9217	9217	33793						
			17409	17409								
			33793	33793								

【図5】

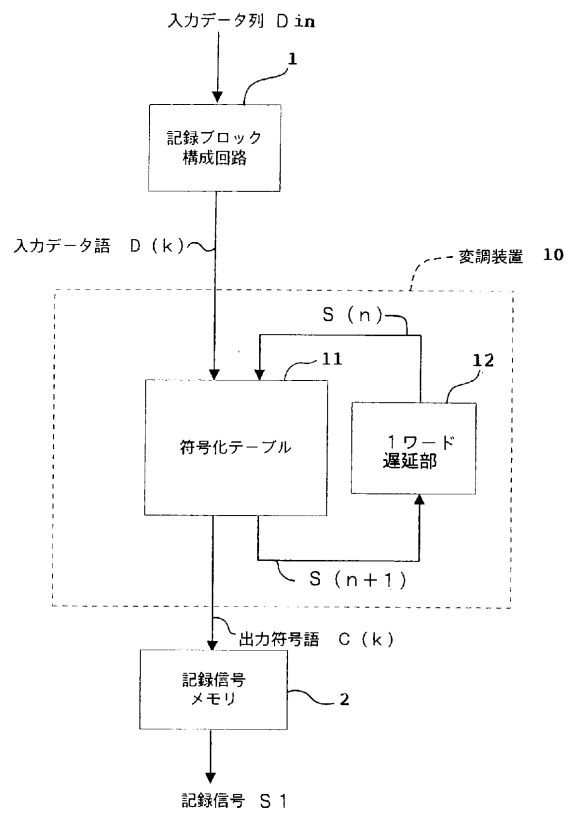
【図6】

【図 7】

【図 8】

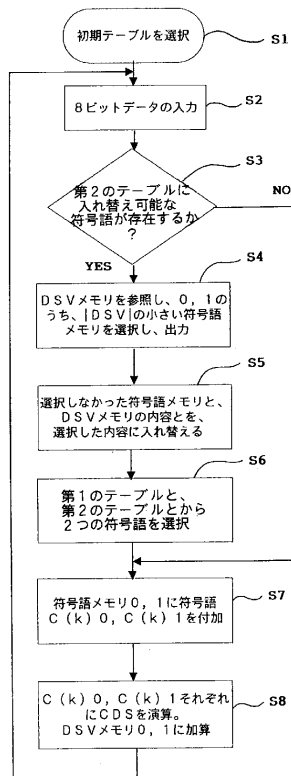
【図 9】

【図 10】

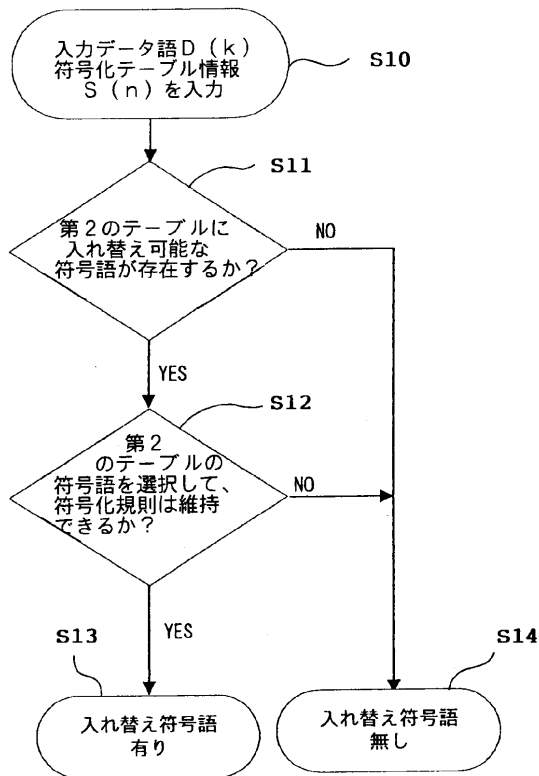




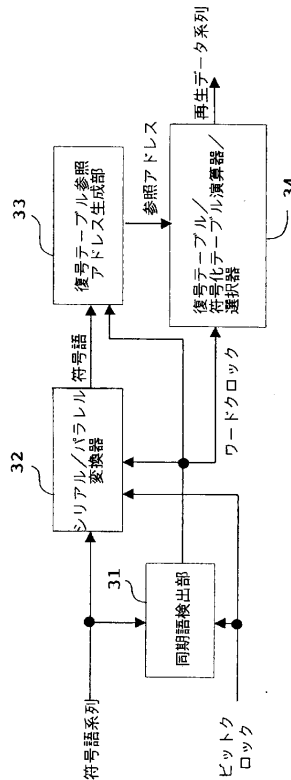
【 図 15 】



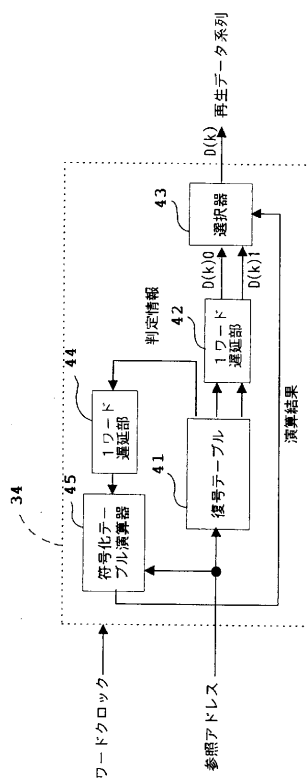
【 図 16 】



【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 1 9 】

16ビット 参照アドレス C(k)	2ビット 判定情報 Case	8ビット D(k)0	8ビット D(k)1
34	2	251	252
64	3	0	1
66	1	2	2
66	2	3	4
68	3	5	6
128	3	7	8
129	1	9	9
130	2	10	11
130	3	12	13
132	3	14	15
136	1	16	16
256	3	17	17
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
513	0	30	30

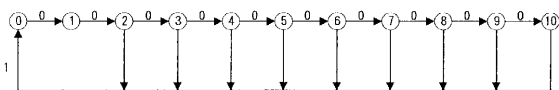
【 図 2 0 】

```

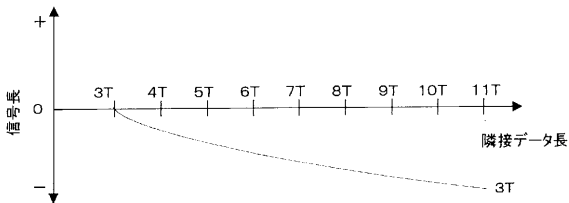
if (Case == 0 | Case == 1){
    D(k) = D(k)0;
}
else if (Case == 2){
    if (C(k) ∈ [C(k) of (S(n)=2)])
        D(k) = D(k)0;
    else
        D(k) = D(k)1;
}
else if (Case == 3){
    if (C(k) ∈ [C(k) of (S(n)=4)])
        D(k) = D(k)0;
    else
        D(k) = D(k)1;
}

```

【 図 2 1 】



【 図 2 2 】





フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭64-057827(JP,A)  
特開平09-162744(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G11B 20/10、341

G11B 20/14,341

H03M 7/14