

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3709818号

(P3709818)

(45) 発行日 平成17年10月26日(2005.10.26)

(24) 登録日 平成17年8月19日(2005.8.19)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H 0 3 M 7/14

H 0 3 M 7/14 B

G 1 1 B 20/10

G 1 1 B 20/10 3 4 1 Z

請求項の数 19 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2001-274645 (P2001-274645)	(73) 特許権者	000004329
(22) 出願日	平成13年9月11日(2001.9.11)		日本ビクター株式会社
(65) 公開番号	特開2002-204167 (P2002-204167A)		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14年7月19日(2002.7.19)	(74) 代理人	100085235
審査請求日	平成15年9月29日(2003.9.29)		弁理士 松浦 兼行
(31) 優先権主張番号	特願2000-331736 (P2000-331736)	(72) 発明者	沖 剛
(32) 優先日	平成12年10月31日(2000.10.31)		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
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	遠水 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
		審査官	北村 智彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化テーブル及びそれを用いた変調装置、伝送装置並びに記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

pビットの入力データ語をqビット(ただし、 $q > p$)の符号語に変調するために用いる符号化テーブルにおいて、

入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している6つの符号化テーブルよりなり、前記状態情報は前記6つの符号化テーブルに対応して状態"0"~状態"5"のいずれか一の値であり、

符号語のLSB(リスト・シグニフィカント・ビット)側のゼロラン長が0の場合、次の入力データ語を符号化するための前記状態情報は、状態"0"及び状態"1"、符号語のLSB側のゼロラン長が1の場合に次の入力データ語を符号化するための前記状態情報は、状態"1"、状態"2"及び状態"3"、符号語のLSB側のゼロラン長が2~6のいずれかの場合に次の入力データ語を符号化するための前記状態情報は、状態"1"、状態"3"、状態"4"及び状態"5"、符号語のLSB側のゼロラン長が7又は8の場合に次の入力データ語を符号化するための前記状態情報は、状態"3"、状態"4"及び状態"5"、符号語のLSB側のゼロラン長が9又は10の場合に次の入力データ語を符号化するための前記状態情報は、状態"4"及び状態"5"となるように状態を遷移させるように符号語を配置し、

これら6つの符号化テーブルのうちの特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブ

10

20

ルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数がDSV制御可能となるように、一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、前記所定の入力データ語を変調する際に、DSV制御を行いつつ前記所定のランレングス制限規則を満たす符号語を得るために用いられることを特徴とする符号化テーブル。

【請求項2】

pビットの入力データ語をqビット(ただし、 $q > p$)の符号語に変調するために、それぞれ入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納した複数の符号化テーブルからなり、前記複数の符号化テーブルのうち特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数がDSV制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、前記所定の入力データ語を変調する際に、DSV制御を行いつつ前記所定のランレングス制限規則を満たす符号語に変調するための符号化テーブルであって、

予め入力データ語毎の出現頻度を求めておき、前記複数の符号化テーブルのうち一又は二以上の符号化テーブルの前記出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び状態情報を、符号語系列のDSVの値が小となるよう同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替え、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含むことを特徴とする符号化テーブル。

【請求項3】

前記符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルが、前記特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルの一方であるときには、他方の符号化テーブルに対しても同じ入力データ語に対応する符号語及び状態情報の入れ替えを行うことを特徴とする請求項2記載の符号化テーブル。

【請求項4】

前記pビットは8ビット、前記qビットは15ビットであり、前記ランレングス制限規則は、符号語をNRZI変換した信号の最小ランレングスが3T(ただし、Tは前記符号語のチャンネルビット周期)、最大ランレングスが $11T \sim 14T$ であることを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか一項記載の符号化テーブル。

【請求項5】

pビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いてqビット(ただし、 $q > p$)の符号語を得る変調を行うに際し、前記複数の符号化テーブルは、それぞれの入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している6つの符号化テーブルよりなり、これら6つの符号化テーブルは、第1(状態"0")及び第2(状態"1")の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭2ビットが"00"の符号語、第3(状態"2")及び第4(状態"3")の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭1ビットが"0"の符号語、第6(状態"5")の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭1ビットが"1"の符号語で構成され、これら6つの符号化テーブルのうち特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数がDSV制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、DSV制御を行いつつ前記所定のランレングス制限規則を満たす変調された符号語を出力する変調装置であって、

前記入力データ語と先行出力符号語によって決定された状態情報とに基づいて、今回の出力符号語が一意に決まるか選択肢があるかを検出する検出部と、

前記6つの符号化テーブルを有すると共に、前記検出部からの検出結果が選択肢有りの

10

20

30

40

50

ときは、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記6つの符号化テーブルの複数種類のアドレスを算出して、それぞれの算出したアドレスの符号化テーブルから前記入力データ語に対応する複数の符号語を出力し、前記検出部からの検出結果が選択肢無しときは、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記6つの符号化テーブルの一つのアドレスを算出して、その算出したアドレスの符号化テーブルから前記入力データ語に対応する符号語を出力するアドレス演算部と、

前記アドレス演算部から出力される複数のパスに蓄積された蓄積符号語のうち、最もDSV値が小さくなるパスを選択するように制御し、出力する制御/出力手段と

を有することを特徴とする変調装置。

10

【請求項6】

pビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いてqビット(ただし、 $q > p$)の符号語を得る変調を行うに際し、前記複数の符号化テーブルは、それぞれの入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納しており、前記複数の符号化テーブルのうち特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数がDSV制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、DSV制御を行いつつ前記所定のランレングス制限規則を満たす変調された符号語を出力する変調装置であって、

20

前記入力データ語と先行出力符号語によって決定された状態情報とに基づいて、今回の出力符号語が一意に決まるか選択肢があるかを検出する検出部と、

前記複数の符号化テーブルを有すると共に、その複数の符号化テーブルのうち一又は二以上の符号化テーブルは、出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び前記状態情報が、DSVの値がより小となるよう同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替えられており、前記検出部からの検出結果が選択肢有りのときは、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記複数の符号化テーブルの複数種類のアドレスを算出して、それぞれの算出したアドレスの符号化テーブルから前記入力データ語に対応する複数の符号語を出力し、前記検出部からの検出結果が選択肢無しときは、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記複数の符号化テーブルの一つのアドレスを算出して、その算出したアドレスの符号化テーブルから前記入力データ語に対応する符号語を出力するアドレス演算部と、

30

前記アドレス演算部から出力される複数のパスに蓄積された蓄積符号語のうち、最もDSV値が小さくなるパスを選択するように制御し、出力する制御/出力手段と

を有することを特徴とする変調装置。

【請求項7】

前記符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルは、前記特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルの一方であるときには、他方の符号化テーブルに対しても同じ入力データ語に対応する符号語及び状態情報の入れ替えが行われていることを特徴とする請求項6記載の変調装置。

40

【請求項8】

前記制御/出力手段は、前記アドレス演算部から複数のパスを介して出力される複数の符号語のそれぞれに対して、前回変調された出力符号語として出力した時点以降の符号語を蓄積すると共に、過去に選択されたすべての符号語と前記蓄積された符号語から得られるDSV値を記憶する記憶手段と、前記記憶手段から出力される複数の前記DSV値の絶対値を比較する比較部と、前記比較部による比較の結果、前記記憶手段から最も絶対値の小さなDSV値に対応するパスの蓄積符号語を、前記変調された出力符号語として選択出力すると共に、前記記憶手段の前記最も絶対値の小さなDSV値に対応するパス以外のパ

50

スの前記演算記憶手段の蓄積符号語と前記 D S V 値を、前記最も絶対値の小さな D S V 値に対応するパスの前記記憶手段の蓄積符号語と前記 D S V 値にそれぞれ書き換える符号出力手段とからなることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のうちいずれか一項記載の変調装置。

【請求項 9】

前記制御 / 出力手段から出力された前記変調された符号語を、N R Z I 変換する変換回路と、前記変換回路から出力された符号語を記録媒体に記録する記録手段とを更に有することを特徴とする請求項 5 乃至 8 のうちいずれか一項記載の変調装置。

【請求項 10】

前記 p ビットは 8 ビット、前記 q ビットは 15 ビットであり、前記ランレングス制限規則は、符号語を N R Z I 変換した信号の最小ランレングスが 3 T (ただし、T は前記符号語のチャンネルビット周期)、最大ランレングスが 11 T ~ 14 T であることを特徴とする請求項 5 乃至 9 のうちいずれか一項記載の変調装置。

【請求項 11】

p ビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いて q ビット (ただし、 $q > p$) の符号語を得る変調を行うに際し、前記複数の符号化テーブルは、それぞれの入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している 6 つの符号化テーブルからなり、これら 6 つの符号化テーブルは、第 1 (状態 " 0 ") 及び第 2 (状態 " 1 ") の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭 2 ビットが " 0 0 " の符号語、第 3 (状態 " 2 ") 及び第 4 (状態 " 3 ") の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭 1 ビットが " 0 " の符号語、第 6 (状態 " 5 ") の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭 1 ビットが " 1 " の符号語で構成され、これら 6 つの符号化テーブルのうちの特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数が D S V 制御可能となるように、一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、D S V 制御を行いつつ前記所定のランレングス制限規則を満たす変調された符号語を生成し、この生成された符号語を無線又は有線で順次伝送する伝送装置であって、

前記入力データ語と先行出力符号語によって決定された状態情報とに基づいて、今回の出力符号語が一意に決まるか選択肢があるかを検出する検出部と、

前記 6 つの符号化テーブルを有すると共に、前記検出部からの検出結果が選択肢有りのときは、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記 6 つの符号化テーブルの複数種類のアドレスを算出して、それぞれの算出したアドレスの符号化テーブルから前記入力データ語に対応する複数の符号語を出力し、前記検出部からの検出結果が選択肢無しときは、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記 6 つの符号化テーブルの一つのアドレスを算出して、その算出したアドレスの符号化テーブルから前記入力データ語に対応する符号語を出力するアドレス演算部と、

前記アドレス演算部から出力される複数のパスに蓄積された蓄積符号語のうち、最も D S V 値が小さくなるパスを選択するように制御し、出力する制御 / 出力手段とを有することを特徴とする伝送装置。

【請求項 12】

p ビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いて q ビット (ただし、 $q > p$) の符号語を得る変調を行うに際し、前記複数の符号化テーブルは、それぞれの入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納しており、前記複数の符号化テーブルのうちの特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数が D S V 制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、D S V 制御

10

20

30

40

50

を行いつつ前記所定のランレングス制限規則を満たす変調された符号語を生成し、生成された符号語を無線又は有線で順次伝送する伝送装置であって、

前記入力データ語と先行出力符号語によって決定された状態情報とに基づいて、今回の出力符号語が一意に決まるか選択肢があるかを検出する検出部と、

前記複数の符号化テーブルを有すると共に、その複数の符号化テーブルのうち一又は二以上の符号化テーブルは、出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び前記状態情報が、DSVの値がより小となるよう同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替えられており、前記複数の符号化テーブルを有すると共に、前記検出部からの検出結果が選択肢有りのときは、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記複数の符号化テーブルの複数種類のアドレスを算出して、それぞれの算出したアドレスの符号化テーブルから前記入力データ語に対応する複数の符号語を出力し、前記検出部からの検出結果が選択肢無しの場合は、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記複数の符号化テーブルの一つのアドレスを算出して、その算出したアドレスの符号化テーブルから前記入力データ語に対応する符号語を出力するアドレス演算部と、

前記アドレス演算部から出力される複数のパスに蓄積された蓄積符号語のうち、最もDSV値が小さくなるパスを選択するように制御し、出力する制御/出力手段と

を有することを特徴とする伝送装置。

【請求項13】

前記符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルは、前記特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルの一方であるときには、他方の符号化テーブルに対しても同じ入力データ語に対応する符号語及び状態情報の入れ替えが行われていることを特徴とする請求項12記載の伝送装置。

【請求項14】

前記制御/出力手段は、前記アドレス演算部から複数のパスを介して出力される複数の符号語のそれぞれに対して、前回変調された出力符号語として出力した時点以降の符号語を蓄積すると共に、過去に選択されたすべての符号語と前記蓄積された符号語から得られるDSV値を記憶する記憶手段と、前記記憶手段から出力される複数の前記DSV値の絶対値を比較する比較部と、前記比較部による比較の結果、前記記憶手段から最も絶対値の小さなDSV値に対応するパスの蓄積符号語を、前記変調された出力符号語として選択出力すると共に、前記記憶手段の前記最も絶対値の小さなDSV値に対応するパス以外のパスの前記演算記憶手段の蓄積符号語と前記DSV値を、前記最も絶対値の小さなDSV値に対応するパスの前記記憶手段の蓄積符号語と前記DSV値にそれぞれ書き換える符号出力手段とからなることを特徴とする請求項11乃至13のうちいずれか一項記載の伝送装置。

【請求項15】

前記制御/出力手段から出力された前記変調された符号語を、NRZI変換する変換回路と、前記変換回路から出力された符号語を伝送媒体へ伝送する伝送部とを更に有することを特徴とする請求項11乃至14のうちいずれか一項記載の伝送装置。

【請求項16】

前記pビットは8ビット、前記qビットは15ビットであり、前記ランレングス制限規則は、符号語をNRZI変換した信号の最小ランレングスが3T(ただし、Tは前記符号語のチャンネルビット周期)、最大ランレングスが11T~14Tであることを特徴とする請求項11乃至15のうちいずれか一項記載の伝送装置。

【請求項17】

それぞれ入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している6つの符号化テーブルは、第1(状態"0")及び第2(状態"1")の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭2

10

20

30

40

50

ビットが " 0 0 " の符号語、第 3 (状態 " 2 ") 及び第 4 (状態 " 3 ") の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭 1 ビットが " 0 " の符号語、第 6 (状態 " 5 ") の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭 1 ビットが " 1 " の符号語で構成され、そのうち、特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「 1 」の数が D S V 制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、これら 6 つの符号化テーブルを用いて、D S V 制御を行いながら、p ビットの入力データ語を変調して得た q ビット (ただし、 $q > p$) の符号語が N R Z I 変換されて記録されていることを特徴とする記録媒体。

【請求項 1 8】

10

それぞれ入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している複数の符号化テーブルのうち、特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「 1 」の数が D S V 制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、これら複数の符号化テーブルを用いて、D S V 制御を行いながら、p ビットの入力データ語を変調して得た q ビット (ただし、 $q > p$) の符号語が N R Z I 変換されて記録されている記録媒体であって、

前記複数の符号化テーブルのうち一又は二以上の符号化テーブルの出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び状態情報を、D S V の値がより小となるよう同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替え、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルを含む前記複数の符号化テーブルを使用して、前記 p ビットの入力データ語を変調して得た前記 q ビットの符号語が N R Z I 変換されて記録されていることを特徴とする記録媒体。

20

【請求項 1 9】

前記 p ビットは 8 ビット、前記 q ビットは 1 5 ビットであり、前記ランレングス制限規則は、符号語を N R Z I 変換した信号の最小ランレングスが 3 T (ただし、T は前記符号語のチャンネルビット周期)、最大ランレングスが 1 1 T ~ 1 4 T であることを特徴とする請求項 1 7 又は 1 8 記載の記録媒体。

30

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は符号化テーブル及びそれを用いた変調装置、伝送装置並びに記録媒体に係り、特に p ビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いて q ビット (ただし、 $q > p$) の符号語に変換し、高密度化に伴って符号化レートを高めた上で、この符号語同士を直接結合した符号語列を生成する符号化テーブル及びそれを用いた変調装置、伝送装置並びに記録媒体に関する。

【0 0 0 2】

40

【従来の技術】

一般に、光ディスクに記録されるビット長は、記録再生の光伝送特性や、ビット生成に関わる物理的な制約から最小ランレングス (最小ビットまたはランド長) の制限、クロック再生のし易さから最大ランレングス (最大ビットまたはランド長) の制限、更にはサーボ帯域などの保護のために、被記録デジタル信号の低域成分の抑圧特性を持つよう記録するデジタル信号を変調する必要がある。この制限を満たす従来の変調方式のうち、最小ランレングスを 3 T (ただし、T はチャンネルビットの周期 : 以下同じ)、最大ランレングスを 1 1 T としたものに、C D (コンパクト・ディスク) に用いられている E F M (8 - 1 4 変調) 方式や、D V D (デジタル・バーサタイル・ディスク) に用いられている E F M + 方式が知られている。

50

【0003】

まず、CD（コンパクト・ディスク）に用いられているEFM変調では、入力した8ビット（1バイト）のデジタルデータを、最小ランレングスが3T、最大ランレングスが11Tになるランレングス制限を満たすような14ビットのランレングスリミテッドコード（RLLCコード）に変換し、かつ、変換した符号語の間にDSV（Digital Sum Value）制御用及びランレングス制限規則保持用として3ビットの接続ビットを付加したものをEFM変調信号として生成している。

【0004】

この際、最小ランレングスが3Tでは、符号語中の論理値「1」と「1」との間の「0」の数dが最小で2個含まれており、一方、最大ランレングスが11Tでは、符号語中の論理値「1」と「1」との間の「0」の数kが最大で10個含まれている。そして、変調された信号の直流成分や低周波成分を減少させるためにDSV制御用及びランレングス制限規則保持用として設けた3ビットの接続ビットを14ビットの符号語の間に接続し、EFM変調信号は最小ランレングスが3T、最大ランレングスが11Tになるランレングス制限規則RLC(d, k) = RLC(2, 10)を満たすようにしている。

10

【0005】

次に、DVD（デジタル・バーサタイル・ディスク）に用いられているEFM+方式では、入力した8ビットのデジタルデータを16ビットの符号語に変換し、この符号語同士を接続ビットを用いることなく直接結合して、最小ランレングスが3T、最大ランレングスが11Tのランレングス制限規則RLC(2, 10)を満足するように8-16変調する方式である。

20

【0006】

更に、より高密度記録を行うためにより高いコード化レートを持ち、最小ランレングス3T、最大ランレングス11Tのランレングス制限規則を満たす変調方式が、本出願人より特開2000-286709公報で提案されている。この本出願人の提案になる変調方法は、入力デジタル信号を符号語に符号化するために、入力デジタル信号（入力データ語）に対して、例えば7つの符号化テーブルを用いるもので、この7つの符号化テーブルを、入力デジタル信号に対応する符号語と、次の入力デジタル信号を符号化するための符号化テーブルを選択するための状態情報を有すると共に、所定の入力デジタル信号に対する特定の符号化テーブルにおける符号語と他の特定の符号化テーブルにおける符号語をそれぞれNRZI変調した信号が逆極性（「1」の数の偶奇性が異なる）となるようにしたものである。これにより、例えば、8ビットのデータをDSV（Digital Sum Value）制御を行いながら15ビットの符号語に変換できる。

30

【0007】

上記の7つの符号化テーブルの要部は、例えば図19に示される。同図に示すように、状態“0”から状態“6”までの7つの状態に対応した7つの符号化テーブルは、入力語に対応して、符号語（すなわち、変換後の出力符号語）と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則（例えば、最小ランレングス3T、最大ランレングス11T）を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している。また、所定の入力語に対しては、その所定の入力語に対応して格納されているそれぞれの符号語をNRZI変換した信号が逆極性となるように符号語が予め設定した所定の入力語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数がDSV制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられている。

40

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかるに、上記の16ビット符号語のEFM+方式は、マージンビットを含めると17ビット符号語であるEFM方式に比べてコード化レートが約6%向上するが、より高密度記録を行うためには更にコード化レートの向上が望まれる。

【0009】

50

そこで、本出願人は、前述した特開 2000 - 286709 公報にて、符号間のマージンビットを用いないで符号語の配置などで被記録信号の低域成分を抑圧しながら、上記の EFM+ 方式よりも高いコード化レートを実現する変調方式を提案している。しかるに、変調装置を構成する際に、符号化テーブルの数はハードウェアの規模に影響するため、この公報記載の従来の変調装置では、7つの符号化テーブルを使用するため、ハードウェアの規模が大きいという問題がある。

【0010】

本発明は以上の点に鑑みなされたもので、従来よりも少ない符号化テーブルを用いた小規模なハードウェアにより、所定のランレングス制限規則を満たした p ビットの入力データ語から q ビット（ただし、 $q > p$ ）の符号語を得る変調を行う符号化テーブル及びそれを
10

【0011】

また、本発明の他の目的は、符号間のマージンビットを用いない 8 - 15 変調方式において、入力データ語の出現頻度の情報を基に符号化テーブルを最適化することにより、より性能の高い DSV 制御を行い、もって変調された信号の低域成分をより一層抑圧し得る符号化テーブル及びそれを
10

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、第 1 発明の符号化テーブルは、p ビットの入力データ語を q
20

ビット（ただし、 $q > p$ ）の符号語に変調するために用いる符号化テーブルにおいて、入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している 6 つの符号化テーブルよりなり、状態情報は 6 つの符号化テーブルに対応して状態 "0" ~ 状態 "5" のいずれか一の値であり、
30

符号語の LSB（リスト・シグニフィカント・ビット）側のゼロラン長が 0 の場合、次の入力データ語を符号化するための状態情報は、状態 "0" 及び状態 "1"、符号語の LSB 側のゼロラン長が 1 の場合に次の入力データ語を符号化するための状態情報は、状態 "1"、状態 "2" 及び状態 "3"、符号語の LSB 側のゼロラン長が 2 ~ 6 のいずれか一の場合に次の入力データ語を符号化するための状態情報は、状態 "1"、状態 "3"
30

、状態 "4" 及び状態 "5"、符号語の LSB 側のゼロラン長が 7 又は 8 の場合に次の入力データ語を符号化するための状態情報は、状態 "3"、状態 "4" 及び状態 "5"、符号語の LSB 側のゼロラン長が 9 又は 10 の場合に次の入力データ語を符号化するための状態情報は、状態 "4" 及び状態 "5" となるように状態を遷移させるように符号語を配置し、これら 6 つの符号化テーブルのうち特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数が DSV 制御可能となるように、一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、所定の入力データ語を変調する際に、DSV 制御を行いつつ所定のランレングス制限規則を満たす符号語を得るために用いられることを特徴とする。
40

【0013】

この発明では、従来必要であって符号化テーブル数よりも少ない数の符号化テーブルを用いて、p ビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いて q ビットの符号語を得る変調ができる。

【0014】

また、上記の目的を達成するため、第 2 発明の符号化テーブルは、p ビットの入力データ語を q ビット（ただし、 $q > p$ ）の符号語に変調するために、それぞれ入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納した複数の符号化テーブルからなり、複数の符号化テーブルのう
50

ちの特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数がDSV制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、所定の入力データ語を変調する際に、DSV制御を行いつつ所定のランレングス制限規則を満たす符号語に変調するための符号化テーブルであって、

予め入力データ語毎の出現頻度を求めておき、複数の符号化テーブルのうち一又は二以上の符号化テーブルの出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び状態情報を、符号語系列のDSVの値が小となるよう同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替え、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含むことを特徴とする。

10

【0015】

この発明では、符号化テーブル中の入力データ毎に予め求めておいた出現頻度が最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び状態情報を、RDSがその符号語よりも小さな、同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替え、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む複数の符号化テーブルからpビット（例えば8ビット）の入力データ語を変調したqビット（例えば15ビット）の符号語を、DSV制御を行いながら出力することにより、最も出現頻度の高い入力データ語に関しては従来よりも短いビット・ランドの繰り返しで表される符号語に変調することができる。

20

【0016】

また、上記の目的を達成するため、第3発明の変調装置は、pビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いてqビット（ただし、 $q > p$ ）の符号語を得る変調を行う際に、複数の符号化テーブルは、それぞれの入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している6つの符号化テーブルよりなり、これら6つの符号化テーブルは、第1（状態"0"）及び第2（状態"1"）の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭2ビットが"00"の符号語、第3（状態"2"）及び第4（状態"3"）の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭1ビットが"0"の符号語、第6（状態"5"）の符号化テーブルの符号語

30

は少なくとも先頭1ビットが"1"の符号語で構成され、これら6つの符号化テーブルのうち特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数がDSV制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、DSV制御を行いつつ所定のランレングス制限規則を満たす変調された符号語を出力する変調装置であって、

入力データ語と先行出力符号語によって決定された状態情報とに基づいて、今回の出力符号語が一意に決まるか選択肢があるかを検出する検出部と、6つの符号化テーブルを有すると共に、検出部からの検出結果が選択肢有りのときは、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む6つの符号化テーブルの複数種類のアドレスを算出して、それぞれの算出したアドレスの符号化テーブルから入力データ語に対応する複数の符号語を出力し、検出部からの検出結果が選択肢無しの場合は、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む6つの符号化テーブルの一つのアドレスを算出して、その算出したアドレスの符号化テーブルから入力データ語に対応する符号語を出力するアドレス演算部と、アドレス演算部から出力される複数のパスに蓄積された蓄積符号語のうち、最もDSV値が小さくなるパスを選択するように制御し、出力する制御/出力手段とを有する構成としたものである。

40

【0017】

この発明では、従来必要であって符号化テーブル数よりも少ない数の符号化テーブルを用いて、pビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いてqビットの符号語を得る

50

変調ができる。

【0018】

また、上記の目的を達成するため、第4発明の変調装置は、入力データ語と先行出力符号語によって決定された状態情報とに基づいて、今回の出力符号語が一意に決まるか選択肢があるかを検出する検出部と、複数の符号化テーブルを有すると共に、その複数の符号化テーブルのうち一又は二以上の符号化テーブルは、出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び状態情報が、DSVの値がより小となるよう同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替えられており、検出部からの検出結果が選択肢有りのときは、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む複数の符号化テーブルの複数種類のアドレスを算出して、それぞれの算出したアドレスの符号化テーブルから入力データ語に対応する複数の符号語を出力し、検出部からの検出結果が選択肢無しの場合は、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む複数の符号化テーブルの一つのアドレスを算出して、その算出したアドレスの符号化テーブルから入力データ語に対応する符号語を出力するアドレス演算部と、アドレス演算部から出力される複数のパスに蓄積された蓄積符号語のうち、最もDSV値が小さくなるパスを選択するように制御し、出力する制御/出力手段とを有する構成としたものである。

10

【0019】

この発明では、第2発明の符号化テーブルと同様に、符号化テーブル中の入力データ毎に予め求めておいた出現頻度が最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び状態情報を、RDSがその符号語よりも小さな、同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替え、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む複数の符号化テーブルからpビット(例えば8ビット)の入力データ語を変調したqビット(例えば15ビット)の符号語を、DSV制御を行いながら出力することにより、最も出現頻度の高い入力データ語に関しては従来よりも短いビット・ランドの繰り返しで表される符号語に変調することができる。

20

【0020】

ここで、符号語及び状態情報を入れ替えた前記一又は二以上の符号化テーブルは、特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルの一方であるときには、他方の符号化テーブルに対しても同じ入力データ語に対応する符号語及び状態情報の入れ替えが行われていることを特徴とする。

30

【0021】

また、上記の目的を達成するため、第5発明の伝送装置は、入力データ語と先行出力符号語によって決定された状態情報とに基づいて、今回の出力符号語が一意に決まるか選択肢があるかを検出する検出部と、第1(状態"0")及び第2(状態"1")の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭2ビットが"00"の符号語、第3(状態"2")及び第4(状態"3")の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭1ビットが"0"の符号語、第6(状態"5")の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭1ビットが"1"の符号語で構成された6つの符号化テーブルを有すると共に、検出部からの検出結果が選択肢有りのときは、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む6つの符号化テーブルの複数種類のアドレスを算出して、それぞれの算出したアドレスの符号化テーブルから入力データ語に対応する複数の符号語を出力し、検出部からの検出結果が選択肢無しの場合は、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む6つの符号化テーブルの一つのアドレスを算出して、その算出したアドレスの符号化テーブルから入力データ語に対応する符号語を出力するアドレス演算部と、アドレス演算部から出力される複数のパスに蓄積された蓄積符号語のうち、最もDSV値が小さくなるパスを選択するように制御し、出力する制御/出力手段とを有する。

40

【0022】

この発明では、従来必要であって符号化テーブル数よりも少ない数の符号化テーブルを用

50

いて、 p ビットの入力データ語を複数の符号化テーブルを用いて q ビットの符号語を得る変調をしてその符号語を伝送できる。

【0023】

また、第6発明の伝送装置は、符号化テーブル中の入力データ毎に予め求めておいた出現頻度が最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び状態情報を、RDSがその符号語よりも小さな、同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替え、符号語及び状態情報を入れ替えた一又は二以上の符号化テーブルを含む複数の符号化テーブルから p ビット（例えば8ビット）の入力データ語を変調した q ビット（例えば15ビット）の符号語を、DSV制御を行いながら出力することにより、最も出現頻度の高い入力データ語に関しては従来よりも短いビット・ランドの繰り返しで表される符号語に変調して、その符号語を有線又は無線で伝送することができる。

10

【0024】

また、上記の目的を達成するため、第7発明の記録媒体は、それぞれ入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している6つの符号化テーブルは、第1（状態"0"）及び第2（状態"1"）の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭2ビットが"00"の符号語、第3（状態"2"）及び第4（状態"3"）の符号化テーブルの符号語は少なくとも先頭1ビットが"0"の符号語、第6（状態"5"）の符号化テーブルの符号語は少なくとも

20

【0025】

更に、上記の目的を達成するため、第8発明の記録媒体は、それぞれ入力データ語に対応して、符号語と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している複数の符号化テーブルのうち、特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数がDSV制御可能となるように一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、これら6つの符号化テーブルを用いて、DSV制御を行いながら、 p ビットの入力データ語を変調して得た q ビット（ただし、 $q > p$ ）の符号語がNRZI変換されて記録されていることを特徴とする。

30

40

【0026】

この発明では、出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に関しては、従来よりも短いビット・ランドの繰り返しで表される符号語として記録されている記録媒体を提供できる。

【0027】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の各実施の形態について図面と共に説明する。図1は本発明になる変調装

50

置の第 1 の実施の形態が適用されたディスク記録装置のブロック図を示す。図 1 において、ディスク記録装置 10 は、フォーマット部 11、8 - 15 変調部 12、NRZI 変換回路 13 及び記録媒体駆動回路 14 から構成されており、入力された映像や音声などの情報に関するデジタル信号を記録媒体 20 に記録する装置である。

【0028】

まず、映像や音声などの情報に関するデジタル信号は、一緒に記録される制御信号等と共にフォーマット部 11 に入力され、ここで誤り訂正符号や同期信号などが付加された後、記録媒体 20 の記録フォーマットに合わせた制御フォーマットに変換され、ソースコードとして 8 - 15 変調部 12 に出力される。

【0029】

8 - 15 変調部 12 は、後述するように、入力されるソースコード（入力データ語）を符号化するために複数の符号化テーブルから構成される符号化テーブル部 123 を有し、ソースコード（入力データ語）の 8 ビット毎に符号化テーブル部 123 を構成する複数の符号化テーブルに対応させて、この 8 ビットのソースコードを 15 ビットに変換して順次出力する。

【0030】

8 - 15 変調部 12 から出力された信号（符号語）は、NRZI 変換回路 13 に入力され、ここで NRZI 変換された後、記録媒体駆動回路 14 に供給され、これにより光ディスク等の記録媒体 20 に記録される。この際、上記により得られた記録信号は、記録媒体 20 への高密度化に伴って符号化レートを高めた信号である。

【0031】

図 2 は図 1 中の 8 - 15 変調部 12 の一実施の形態のブロック図を示す。図 2 において、8 - 15 変調部 12 は、符号語選択肢有無検出部 121、符号化テーブル部 123 を備えた符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部 122 と、第 1 及び第 2 のパスメモリ 125 及び 127 と、第 1 及び第 2 の DSV 演算メモリ 124 及び 126 と、絶対値比較部 128 と、メモリ制御 / 符号出力部 129 とから構成されている。なお、図 2 では符号を一時記憶するためのパスメモリが 2 つの場合を示しているが、本発明はより多くのパスメモリを有する場合にも適用することができる。

【0032】

ここで、図 2 の動作の説明に先立ち、符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部 122 が演算するとき用いる符号化テーブル部 123 について、まず説明する。この符号化テーブル部 123 は、6 つの符号化テーブルで構成されており、入力データ語に対応して、符号語（すなわち、変換後の出力符号語）と、この符号語に直接結合しても所定のランレングス制限規則（例えば、最小ランレングス 3 T、最大ランレングス 11 T）を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とを格納している。

【0033】

また、6 つの符号化テーブルから構成される符号化テーブル部 123 のうちの特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の「1」の数が DSV 制御可能となるように、一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられている。

【0034】

図 3 乃至図 9 は上記の符号化テーブル部 123 を構成する、状態 "0" ~ "5" の 6 つの符号化テーブルの一例を示す。これら 6 つの符号化テーブルは、8 ビットの入力語を 15 ビットの符号語に変換するための状態 "0" ~ "5" の 6 つの状態にそれぞれ対応して設けられており、入力語と変換後の出力符号語と符号語の間を直接結合しても、所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報とが対応付けて格納されたテーブルである。

【0035】

ここで、図 3 乃至図 9 の符号化テーブルにおいて、入力語は 10 進数で示され、変換後の

10

20

30

40

50

出力符号語は2進数(15ビット)で示され、また、符号語の間を直接結合しても、所定のランレングス制限規則を満たすような次の符号語を得るために次の入力データ語を変調するのに使用する符号化テーブルを示す状態情報(符号化テーブル番号)は、各出力符号語の右側に付された数字で示される。

【0036】

例えば、図3に示す状態"0"の符号化テーブルを参照すると、入力語「0」では状態情報は"4"であり、入力語「1」では状態情報が"5"であり、入力語が「2」では状態情報が"0"であることが分かる。従って、状態"0"の符号化テーブルを使用して入力語「0」の変調(符号化)を行ったときには、次の入力語に対しては状態"4"の符号化テーブルを用いて変調を行うことになる。

10

【0037】

上記した6つの各符号化テーブルは、入力データ語S C tが入力される毎に、最小ランレングスが3T、最大ランレングスが11Tとなるランレングス制限規則R L L(2, 10)を満たすように15ビット(コードワード)の符号語に変換されるように設定している。この際、従来の技術で説明したように、最小ランレングスが3Tでは、15ビットとの符号語中の論理値「1」と「1」との間に「0」の数が最小で2個含まれ、最大ランレングスが11Tでは、15ビットの符号語中の論理値「1」と「1」との間に「0」の数が最大で10個含まれて、ランレングス制限規則 $R L L(d, k) = R L L(2, 10)$ を満たしており、かつ、符号語同士を直接結合した符号語列でもランレングス制限規則 $R L L(2, 10)$ を満たすように設定されている。

20

【0038】

また、上記した6つの符号化テーブルは、図10に示すように、前に出力した15ビットの符号語中のL S B側(下位ビット側)のゼロラン長によって、次に遷移する符号化テーブルのとり得る状態がケース0~ケース4の5通りのケースに分別できるようになっている。

【0039】

また、上記した6つの符号化テーブルのうち特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルは、予め設定した所定の入力データ語S C tに対応して格納されているそれぞれの符号語が、D S V制御をするために15ビット中の「1」の数が一方の符号化テーブルの符号語中に偶数個(又は奇数個)あるならば他方の符号化テーブルの符号語中には奇数個(又は偶数個)あるという偶奇性を備えており、それぞれの符号語をN R Z I変換した各信号をD S V制御したときに両者のD S V値の極性が+・逆極性となるように符号語が割り当てられている。

30

【0040】

そして、後述するように、予め設定した所定の入力データ語S C tに対応した特定の符号化テーブルの符号語と、前記と同一の所定の入力データ語S C tに対応した他方の特定の符号化テーブルの符号語との間でD S V値の絶対値が小さくなる方(D S V値が0に近づく方向と等価)を取り得るように符号語を入れ替える態様として、後述する第1乃至第3態様が設定されている。これにより、後述するように第1乃至第3態様に対して適合する場合には、所定の入力データ語S C tに対して「選択肢有り」と判断され、これ以外の場合には入力データ語S C tに対して「選択肢無し」と判断されるようになっている。

40

【0041】

すなわち、第1態様では、特定の符号化テーブルを状態"0"の符号化テーブルとし、他の特定の符号化テーブルを状態"3"の符号化テーブルとした時に、入力データ語「0」~「38」に対応する状態"0"及び状態"3"の各符号化テーブルの各出力符号語をN R Z I変換した各信号は、D S V値の極性が逆(符号語に含まれる「1」の数の偶奇性が異なる)となるようになされているものの、後述する図12の8-15変調時のD S V制御フローチャートに示すように、復号時のことを考慮して、状態情報"0"を検出した時に入力データ語「0」~「38」に対応した状態"0"の符号化テーブルの各出力符号語は、入力データ語「0」~「38」に対応した状態"3"の符号化テーブルの各出力符号

50

語と入れ替え可能に設定され、かつ、符号語の入れ替えを行ってもランレングス制限規則が維持でき、更に、復号可能になっている。

【0042】

これを、図11(a)、(b)を用いてより具体的に説明すると、図11(a)に示したように、例えば、入力データ語「16」に対して状態“2”の符号化テーブルを用いて符号語{000000001001001}に変換した時に、次の符号化テーブルは図3から分かるように、状態情報により状態“0”の符号化テーブルが指定される。これにより、状態情報“0”を検出して、次に入力される例えば入力データ語「6」を状態“0”の符号化テーブルを用いて符号語{000000000100100}に変換すると、この変換後の符号語{000000000100100}中の「1」の数は2個であり偶数個ある。

10

【0043】

一方、図11(b)に示したように、入力データ語「16」に対して状態“2”の符号化テーブルを用いて符号語{000000001001001}に変換した時に、次の符号化テーブルは図3から分かるように、状態情報により状態“0”の符号化テーブルが指定されているものの、前述したように状態“3”の符号化テーブルと入れ替え可能に設定されているために、次に入力される入力データ語「6」を図3に示した状態“3”の符号化テーブルを用いて符号語{001001000100000}に変換すると、この符号語{001001000100000}中の「1」の数は3個であり奇数個ある。従って、入力データ語「6」に対して状態“0”の符号化テーブルと状態“3”の符号化テーブルとは「1」の数に対して偶奇性を備えている。

20

【0044】

この後、図11(a)、(b)の符号語列に対してNRZI変換を行う。ここで、NRZI変換は、周知のごとく、ビット「1」において極性を反転し、ビット「0」において極性を反転せずに変調を行うものであるから、図11(a)、(b)に示した如く各信号が得られる。

【0045】

更にこの後、図11(a)、(b)の符号語列に対してNRZI変換を行った各信号に対して良好なDSV制御を行うためにDSV値を比較して、DSV値の絶対値の小さい方を選択している。このDSV値は、周知のごとく、ビット「1」の値を+1、ビット「0」の値を-1として、NRZI変換を行った各信号の開始時点からの累積値を求めたものであり、図11(a)の場合にはDSV値が+2となり、図11(b)の場合にはDSV値が-10となり、両者の間でDSV値の極性が逆極性となっている。そして、符号化テーブルを入れ替えてもランレングス制限規則を維持できるようになっており、更に、復号可能になっている。なお、図11(a)、(b)の例では、図11(a)の場合の方がDSV値の絶対値が小さいのでこちらを選択すれば良く、通常は過去からの状態に応じてDSV値は変化するものである。

30

【0046】

次に、第2態様では、特定の符号化テーブルを状態“2”の符号化テーブルとし、他の特定の符号化テーブルを状態“4”の符号化テーブルとした時に、状態“2”と状態“4”の各符号化テーブルの入力データ語「0」～「11」及び「26」～「47」についても、上記と同様に「1」の数に対して偶奇性を備えており、ここでも図12の8-15変調時のDSV制御フローチャートで示すように、復号時のことを考慮して、状態情報“2”を検出したときに入力データ語「0」～「11」及び「26」～「47」に対応する状態“2”の符号化テーブルの各出力符号語は、入力データ語「0」～「11」及び「26」～「47」に対応する状態“4”の符号化テーブルの各出力符号語と入れ替え可能に設定され、かつ、符号語の入れ替えを行ってもランレングス制限規則が維持でき、更に、復号可能になっている。

40

【0047】

次に、第3態様では、状態“3”の符号化テーブルであって、前の出力符号語のLSB側

50

のゼロラン長が2～6であり、かつ、入力データ語 S C t が「156」以下である時には、次の出力符号語が状態“0”の符号化テーブルにおける出力符号語と入れ替えてもランレングス制限規則を崩さない範囲にあるときにも適用可能になっている。

【0048】

以上説明した符号化テーブル部123は、上記したように符号化時の各約束に従って、ビット数 $p = 8$ ビットの入力データ語 S C t をビット数 $q = 15$ ビットの符号語に変換する時に、最小ランレングスが3T、最大ランレングスが11Tとなるランレングス制限規則 $RLL(d, k) = RLL(2, 10)$ を満たすように8-15変調を行っている。

【0049】

次に、図2の動作について説明する。まず、符号化テーブルアドレス演算部/同期信号生成部122で生成される同期信号に対して初期テーブルアドレス(符号化テーブル部123の状態情報の初期値)を選択しておく。次に、8ビットの入力データ語 S C t が入力されると、符号語選択肢有無検出部121は今回の入力データ語 S C t と、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122から供給される先行出力符号語(ここでは選択された初期値)によって決定された状態情報とに基づいて、今回の入力データ語 S C t に対応する出力符号語が、先に説明した第1～第3態様のいずれかであってDSV制御のための選択肢があるものか、又は、第1～第3態様以外であって選択肢がなく符号語が一意に決まるものかを検出し、検出結果を符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122と絶対値比較部128に出力する。そして、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122は、符号語選択肢有無検出部121から「選択肢有り」または「選択肢無し」の検出結果に応じて符号化テーブル部123のアドレスを算出している。

【0050】

すなわち、符号語選択肢有無検出部121は、先に説明した第1態様の場合であり、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122から供給される状態情報が状態“0”であって、入力データ語 S C t が「0」～「38」の場合は、「選択肢有り」の検出結果を出力する。このとき、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122は、符号化テーブル部123中の状態“0”の符号化テーブルの入力データ語 S C t に対応する出力符号語 O C 1 t を読み出すと共に、状態“3”の符号化テーブルの入力データ語 S C t に対応する出力符号語 O C 2 t を読み出す。

【0051】

また、符号語選択肢有無検出部121は、先に説明した第2態様の場合であり、符号化テーブルアドレス演算部122から供給される状態情報が状態“2”であって、入力データ語 S C t が「0」～「11」又は「26」～「47」の場合も、「選択肢有り」の検出結果を出力する。このとき、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122は、符号化テーブル部123中の状態“2”の符号化テーブルの入力データ語 S C t に対応する出力符号語 O C 1 t を読み出すと共に、状態“4”の符号化テーブルの入力データ語 S C t に対応する出力符号語 O C 2 t を読み出す。

【0052】

更に、符号語選択肢有無検出部121は、先に説明した第3態様の場合であり、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122から供給される状態情報が状態“3”であって、前の出力符号語のLSB側のゼロラン長が2～6であり、次の出力符号語が状態“0”の符号化テーブルにおける出力符号語と入れ替えても符号化規則を崩さない範囲にあるときにも、「選択肢有り」の検出結果を出力する。このとき、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122は、符号化テーブル部123中の状態“3”の符号化テーブルの入力データ語 S C t に対応する出力符号語 O C 1 t を読み出すと共に、状態“0”の符号化テーブルの入力データ語 S C t に対応する出力符号語 O C 2 t を読み出す。

【0053】

このように、符号語選択肢有無検出部121の検出結果が「選択肢有り」の場合には、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122により算出されるアドレスは2つとなるので、この場合には、符号化テーブル部123は時分割処理などにより2種類の符号語

10

20

30

40

50

を出力する。そして、符号化テーブル部 1 2 3 から出力される 2 種類の符号語は、一方がパス「1」の出力符号語 O C 1 t としてパスメモリ 1 2 5 に入力され、他方がパス「2」の出力符号語 O C 2 t としてパスメモリ 1 2 7 に入力される。

【 0 0 5 4 】

符号語選択肢有無検出部 1 2 1 は、先に説明した第 1 乃至第 3 態様以外の条件では「選択肢無し」（一意に決まる）の検出結果を符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部 1 2 2 に供給する。符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部 1 2 2 は、符号語選択肢有無検出部 1 2 1 からの検出結果に基づいて、符号化テーブル部 1 2 3 のアドレスを算出する。

【 0 0 5 5 】

すなわち、符号語選択肢有無検出部 1 2 1 の検出結果が「選択肢無し（一意に決まる）」の場合には、符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部 1 2 2 により算出されるアドレスは 1 つであるので、このアドレスに対応する出力符号語が符号化テーブル部 1 2 3 から読み出されて、パスメモリ 1 2 5、1 2 7 に同じ出力符号語が入力される。

【 0 0 5 6 】

ここで、パスメモリ 1 2 5 には、過去にパスメモリより出力符号語を出力した時点以降にパスメモリ 1 2 5 へ入力された符号語列 L O C 1 t - 1 が蓄積されており、パスメモリ 1 2 7 には、過去にパスメモリより出力符号語を出力した時点以降にパスメモリ 1 2 7 へ入力された符号語列 L O C 2 t - 1 が蓄積されている。

【 0 0 5 7 】

また、D S V 演算メモリ 1 2 4 には、過去に出力されたすべての出力符号語とパスメモリ 1 2 5 に蓄積された符号語列から得られる D S V 値 (D S V 1 t - 1) が記憶されており、D S V 演算メモリ 1 2 6 には、過去に出力されたすべての出力符号語とパスメモリ 1 2 7 に蓄積された符号語列から得られる D S V 値 (D S V 2 t - 1) が記憶されている。

【 0 0 5 8 】

一方、絶対値比較部 1 2 8 は、D S V 演算メモリ 1 2 4 からの今までの D S V の総和の絶対値 $| D S V 1 t - 1 |$ と、D S V 演算メモリ 1 2 6 からの今までの D S V の総和の絶対値 $| D S V 2 t - 1 |$ と大小比較しており、その比較結果をメモリ制御 / 符号出力部 1 2 9 へ出力する。

【 0 0 5 9 】

メモリ制御 / 符号出力部 1 2 9 は、絶対値比較部 1 2 8 から入力される比較結果が、 $| D S V 1 t - 1 | < | D S V 2 t - 1 |$ であるときには、パスメモリ 1 2 5 に記憶されている過去の出力符号語列 L O C 1 t - 1 を選択された出力符号語として出力すると共に、パスメモリ 1 2 7 にも出力して書き換え、D S V 演算メモリ 1 2 6 の記憶内容を D S V の絶対値が小さい方の D S V 演算メモリ 1 2 4 に記憶されている D S V 1 t - 1 に書き換える。

【 0 0 6 0 】

これに対し、メモリ制御 / 符号出力部 1 2 9 は、絶対値比較部 1 2 8 から入力される比較結果が $| D S V 1 t - 1 | \geq | D S V 2 t - 1 |$ であるときには、パスメモリ 1 2 7 に記憶されている過去の出力符号語列 L O C 2 t - 1 を選択された出力符号語として出力すると共に、パスメモリ 1 2 5 にも出力して書き換え、D S V 演算メモリ 1 2 4 の記憶内容を D S V の絶対値が小さい方の D S V 演算メモリ 1 2 6 に記憶されている D S V 2 t - 1 に書き換える。

【 0 0 6 1 】

その後、パス「1」の出力符号語 O C 1 t をパスメモリ 1 2 5 に記憶すると共に、出力符号語 O C 1 t を含めた D S V を D S V 演算メモリ 1 2 4 で演算して記憶する。また、パス「2」の出力符号語 O C 2 t をパスメモリ 1 2 7 に記憶すると共に、出力符号語 O C 2 t を含めた D S V を D S V 演算メモリ 1 2 6 で演算して記憶する。なお、符号語選択肢有無検出部 1 2 1 の検出結果が「選択肢無し」の場合には、パス「1」およびパス「2」の出力符号語は同じとなる。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

以上の動作を入力データ語が無くなるまで繰り返し、最後にパスメモリ 1 2 5 又は 1 2 7 に蓄積されているすべての出力符号語をメモリ制御 / 符号出力部 1 2 9 を通して出力することにより、NRZI 変換後に 3 T から 1 1 T のランレングス制限規則を満足する D S V 制御された出力符号語を出力することができる。

【 0 0 6 3 】

次に、図 1 2 に示す D S V 制御のフローチャートを参照しながら、8 - 1 5 変調部 1 2 の動作について更に詳しく具体的に説明する。まず、同期信号などの入力データ語 S C t に対して初期テーブル (符号化テーブル部 1 2 3 の選択肢の初期値) を選択する (ステップ S 1) 。

【 0 0 6 4 】

次いで、8 ビットの入力データ語 S C t が入力されると (ステップ S 2) 、符号語選択肢有無検出部 1 2 1 は今回の入力データ語 S C t と符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部 1 2 2 から供給される先行出力符号語 (最初の場合は選択された初期値) によって決定された状態とに基づいて、今回の出力符号語が一意に決まるか、または選択肢があるかを検出し (ステップ S 3 、ステップ S 1 2 、ステップ S 1 4) 、検出結果を符号化テーブルアドレス演算部 1 2 2 と絶対値比較部 1 2 8 に出力する。

【 0 0 6 5 】

図 3 乃至図 9 に示す符号化テーブルにおいて状態 “ 0 ” と状態 “ 3 ” に着目して、前述した第 1 態様により、状態 “ 3 ” の出力符号語のうち、入力データ語 「 0 」 ~ 「 3 8 」 に対応する出力符号語は、状態 “ 0 ” の出力符号語と交換しても符号化規則を維持することができ、また、復号可能である。また、状態 “ 2 ” と状態 “ 4 ” に着目すると、前述した第 2 態様により、状態 “ 4 ” の出力符号語のうち、入力データ語 「 0 」 ~ 「 1 1 」 及び 「 2 6 」 ~ 「 4 7 」 に対応する出力符号語は、状態 “ 2 ” の出力符号語と交換しても符号化規則を維持することができ、また、復号可能である。

【 0 0 6 6 】

更に、前述した第 3 態様により、状態 “ 3 ” の符号化テーブルであって、前の出力符号語の L S B 側のゼロラン長が 2 ~ 6 であり、次の出力符号語が状態 “ 0 ” の符号化テーブルにおける出力符号語と入れ替えても符号化規則を崩さない範囲にある状態として、ゼロラン (前の出力符号語の L S B 側のゼロラン長) が 2 以上で、入力データ語が 「 1 5 6 」 以下の時に、状態 “ 0 ” の出力符号語と交換しても符号化規則を維持することができ、また、復号可能である。

【 0 0 6 7 】

ここで、第 1 態様 ~ 第 3 態様において交換可能な符号語は、予め設定した所定の入力データ語に対応して格納されているそれぞれの符号語中の 「 1 」 の数が D S V 制御可能となるように、一方が偶数個あるならば他方は奇数個となるように偶奇性を有して割り当てられており、第 1 態様 ~ 第 3 態様の状況が発生した場合には、複数の出力符号語が採りうることになり、パス 「 1 」 、パス 「 2 」 として D S V の値を利用して最適な出力符号語を選択することにより D S V 制御を行うことが可能となる。

【 0 0 6 8 】

そこで、符号選択肢有無検出部 1 2 1 において、まず、第 1 態様による選択肢があるか否かを検出する。すなわち、符号語選択肢有無検出部 1 2 1 は、符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部 1 2 2 から供給される状態が状態 “ 0 ” であって、入力データ語 S C t が 「 3 8 」 以下であるか判定し (ステップ S 3) 、条件を満足するときは 「 選択肢有り 」 の検出結果を出力する。これにより、符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部 1 2 2 は、符号化テーブル部 1 2 3 から状態 “ 0 ” の符号化テーブルの入力データ語 S C t に対応する出力符号語 O C 1 t を読み出すと共に、状態 “ 3 ” の符号化テーブルの入力データ語 S C t に対応する出力符号語 O C 2 t を読み出す (ステップ S 4) 。

【 0 0 6 9 】

そして、D S V 演算メモリ 1 2 4 、 1 2 6 に記憶されているそれぞれの D S V (D S V の総和) の絶対値 $| D S V |$ を絶対値比較部 1 2 8 にて比較する (ステップ S 5) 。この比

10

20

30

40

50

較により、DSV演算メモリ124からのDSV1t-1の絶対値 $|DSV1t-1|$ が、DSV演算メモリ126からのDSV2t-1の絶対値 $|DSV2t-1|$ 以下である場合には、パスメモリ125に蓄積されている過去の出力符号語をパスメモリ127に出力して書き換えると共に、DSV演算メモリ124に記憶されているDSV1t-1でDSV演算メモリ126を書き換える(DSV演算メモリ126の内容をDSV1t-1にする)(ステップS6)。

【0070】

また、ステップS5の比較により、DSV演算メモリ126からのDSV2t-1の絶対値 $|DSV2t-1|$ の方が、DSV演算メモリ124からのDSV1t-1の絶対値 $|DSV1t-1|$ よりも小さい場合には、パスメモリ127に蓄積されている過去の出力符号語をパスメモリ125に出力して書き換えると共に、DSV演算メモリ126に記憶されているDSV2t-1でDSV演算メモリ124を書き換える(DSV演算メモリ124の内容をDSV2t-1にする)(ステップS7)。

10

【0071】

ステップS6又はステップS7の処理の後、パス「1」の出力符号語OC1tをパスメモリ125に追加記憶させると共に、パス「2」の出力符号語OC2tをパスメモリ127に追加記憶させる(ステップS8)。そして、パス「1」の出力符号語OC1tを含めたDSVをDSV演算メモリ124で演算して記憶すると共に、パス「2」の出力符号語OC2tを含めたDSVをDSV演算メモリ126で演算して記憶する(ステップS9)。

【0072】

続いて、入力データ語が終了かどうか判定し(ステップS10)、次の入力データ語がある場合にはステップS2に戻って、再び上記の動作を行い、次の入力データ語がなくなった場合には、パスメモリ125(又はパスメモリ127)に記憶されている出力符号語のデータ列をメモリ制御/符号出力部129から出力する(ステップS11)。

20

【0073】

一方、前記ステップS3において、符号選択肢有無検出部121が、符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122から供給される状態が状態“0”かつ、入力データ語SCtが「38」以下でない場合と判定された場合には、さらに、第2態様による選択肢があるか否か、すなわち、状態“2”であって、入力データ語SCtが「11」以下又は「26」～「47」の範囲にあるか否かを判定する(ステップS12)。

30

【0074】

第2態様による選択肢があると判定された場合には、符号選択肢有無検出部121から「選択肢有り」の検出結果が出力され、これにより符号化テーブルアドレス演算部122は、符号化テーブル部123から状態“2”の符号化テーブルの入力データ語SCtに対応する出力符号語OC1tを読み出すと共に、状態“4”の符号化テーブルの入力データ語SCtに対応する出力符号語OC2tを読み出す(ステップS13)。以後は、上記のステップS5～S11の処理を行う。

【0075】

また、前記ステップS12において第2態様による選択肢が無いと判定された場合には、符号選択肢有無検出部121は、続いて第3態様による選択肢が有るか否か、すなわち、先行するゼロラン(前の出力符号語のLSB側のゼロラン長)が2以上で、入力データ語SCtが「156」以下で、かつ、ある符号語に対して次に遷移する状態が状態“3”の符号化テーブルから選択される出力符号語である場合に、符号化規則を崩さない範囲で状態“0”の符号化テーブルにおける出力符号語と入れ替えることができるかどうか判定する(ステップS14)。

40

【0076】

ステップS14において上記の第3態様の条件を満足すると判定された場合には、符号語選択肢有無検出部121から「選択肢有り」の検出結果が出力され、これにより符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部122は、符号化テーブル部123から状態“3”の符号化テーブルの入力データ語SCtに対応する出力符号語OC1tを読み出すと共に

50

、状態“0”の符号化テーブルの入力データ語S C tに対応する出力符号語O C 2 tを読み出す(ステップS 1 5)。その後、前述したステップS 5 ~ S 1 1の処理を行う。

【0077】

また、ステップS 1 4において上記の第3態様の条件を満足しないと判定された場合には、符号語選択肢有無検出部1 2 1から「選択肢無し」の検出結果が出力され、これにより符号化テーブルアドレス演算部/同期語生成部1 2 2は、符号化テーブル部1 2 3から入力データ語S C tに対応する出力符号語O C 1 tのみを読み出して、2つのパスメモリ1 2 5及び1 2 7の両方にそれぞれ出力して保持させる(ステップS 1 6)。この場合、パス「1」、「2」の出力符号語O C 1 t、O C 2 tの値は同じとなる。その後、前述したステップS 9 ~ S 1 1の処理が行われる。

10

【0078】

なお、符号語選択肢有無検出部1 2 1から「選択肢無し」の検出結果が出力された場合は、D S Vの絶対値の比較やパスの選択などは行わず、「選択肢有り」となるまでパスメモリ1 2 5及び1 2 7への蓄積及びD S V演算メモリ1 2 4、1 2 6でのD S V算出更新のみを行っている。

【0079】

このようにして符号化された15ビットの出力符号語がN R Z I変換されると、このN R Z I変換信号は最小ランレングスが3 T、最大ランレングスが11 Tの規則を満たし、光ディスクなどの媒体に高密度で記録される信号となる。

【0080】

上記の実施の形態では、D S V制御の方法として、特定の符号化テーブルを用いて変調した符号語から得られるD S Vの絶対値と、他の特定の符号化テーブルを用いて変調した符号語から得られるD S Vの絶対値を大小比較して小さい方の符号語を選択する方法を示したが、本発明は異なるD S V制御方法においても有効である。

20

【0081】

例えば、本実施の形態における符号化テーブルを用いても、テーブル内の符号語交換を行わずに、D S V制御ビットを特定周期ごとに挿入してD S V制御を行う場合にも、本発明に係わる変調方法は有効である。また、D S Vの絶対値を用いるのではなく所定の区間でのD S Vの最大振幅を用いるなど異なるパラメータによってD S V制御を行う方法においても本発明は有効である。

30

【0082】

次に、本発明の第2の実施の形態について図面と共に説明する。図13は本発明になる変調装置の第2の実施の形態が適用されたディスク記録装置のブロック図を示す。同図中、図1と同じ構成部分は同一符号を付し、その説明を省略する。図13において、ディスク記録装置30は、フォーマット部11、8-15変調部12、N R Z I変換回路13及び記録媒体駆動回路14から構成されており、入力された映像や音声などの情報に関するデジタル信号を記録媒体20に記録する装置である。

【0083】

本実施の形態は、更に映像や音声および制御信号などの入力データ語(以下、入力語ともいう)毎の出現頻度であるデジタル信号ヒストグラム情報が予め求められている。D V Dの例ではコピープロテクションのマネージメント情報などの情報などを含めて入力データ語の出現頻度を勘案すると、入力データ語として“0”が最も出現頻度が高くなる。

40

【0084】

デジタル信号とヒストグラム情報をもとに、出現頻度の最も高い入力データ語に対応する符号語として、低域成分が抑圧されるようにR D S (Running Digital Sum)が小さく、ビット・ランドの反転回数の多い符号語が割り当てられるように符号語の入れ替えを行い新しい符号化テーブル部1 2 3の符号化テーブルを作成する。

【0085】

本実施の形態では、入力語の出現頻度を基に符号化テーブル部1 2 3内で符号語を入れ替えておき、新しい符号化テーブルを作成して上述した方法での符号化(変調)を行うもの

50

であり、この方法について詳しく説明する。ここでは、前述の図3乃至図9に示した6つの符号化テーブルで実現する例を用いて説明を行う。

【0086】

まず、入力語の出現頻度を求めておく。DVDにおける例では制御コードなどの設定から入力語「0」が最も出現頻度が高くなる。本実施の形態においても、入力語「0」の出現頻度が最も高いとして、入力語「0」に対する符号語入れ替え動作を説明する。

【0087】

図14は本発明における符号語入れ替えの第1の実施の形態を示す。図14(a)は状態"3"の符号化テーブルにおいて、Iで示すように、入力語「0」に対して符号語「0010010000000000」と次に遷移する状態"4"が割り当てられている。ここで、入力語「0」の出現頻度が高いことから、割り当てられている符号語よりもRDSが小さく、より短いピット・ランドの繰り返しで表されている符号語として、IIで示すように、入力語「10」に割り当てられている符号語「001001001000100」と入れ替えを行う。

10

【0088】

この入れ替えは、上記の入力語「0」及び「10」に割り当てられている符号語は、状態"3"のテーブルに固有であり、他の状態のテーブルには存在しないので可能である。また、次へ遷移する状態情報も入れ替え前の状態情報と同じ"4"とすることで他のテーブルへの影響も無く入れ替えが行える。

【0089】

ここで、上記のRDSは1ワードの中の1と0の数の差を示し、複数ワードにおける1と0との差を示すDSVとは異なる。DSVは、周知のように、絶対値が小さいほど信号の直流成分及び低周波数成分が少ないことを示しており、RDSも同様に、値が小さいほど1つの符号語の直流成分及び低周波数成分が少ないことを示す。

20

【0090】

図14(b)は、同図(a)と同様に状態"3"の符号化テーブルにおいて、Iで示すように、入力語「0」に対して符号語「0010010000000000」と次に遷移する状態"4"が割り当てられている。ここで、入力語「0」の出現頻度が高いことから、入力語「0」に割り当てられた符号語が偶数(2つ)の「1」を含んでいるのに対して、奇数(3つ)の「1」を含んだ符号語として、Xで示すように、入力語「14」に割り当てられている符号語「0010010010000000」と入れ替えを行う。

30

【0091】

この入れ替えは、図14(a)と同様に、上記の入力語「0」及び「14」に割り当てられている符号語は、状態"3"のテーブルに固有であり、他の状態のテーブルには存在しないので可能である。また、次へ遷移する状態情報も入れ替え前の状態情報と同じ"4"とすることで他のテーブルへの影響も無く入れ替えが行える。

【0092】

ここで、図14(b)は入れ替えの対象となる符号語が偶数の「1」を含んでいる場合に、奇数の「1」を含む符号語との入れ替えを行う例を示している。偶数の「1」を含む符号語では、符号語の先頭ビットと最終ビットに着目してDSVを考えると、DSVの向かう方向は先頭ビットと最終ビットでは同じ方向でDSVが発散する方向になる。これに対して、奇数の「1」を含む符号語では、先頭ビットと最終ビットのDSVの向かう方向は逆極性となり、DSVは収束する方向となる。従って、偶数の「1」を含む符号語を奇数の「1」を含む符号語に入れ替えることによってDSV制御の性能が向上することとなる。

40

【0093】

次に、本発明における符号語入れ替えの第2の実施の形態について説明する。図15は本発明の変調方法における符号語入れ替えの第2の実施の形態を示す。この実施の形態は、状態"3"の符号化テーブルにおいて、Iで示すように、入力語「0」に対して符号語「0010010000000000」と次に遷移する状態"4"が割り当てられている。

50

ここで、入力語「0」の出現頻度が高いことから、割り当てられている符号語よりもRDSが小さく、より短いピット・ランドの繰り返しで表されている符号語として、IIIで示すように、入力語「8」に割り当てられている符号語「001001001000100」と入れ替えを行う。

【0094】

ここで、上記の入力語「0」及び「8」に割り当てられている符号語は状態"3"のテーブルに固有であり、他の状態のテーブルには存在しないが、状態"3"のテーブルにおいて入力語「0」に割り当てられた状態は"4"であるのに対し、入力語「8」に割り当てられた状態は"1"であり異なる。

【0095】

一方、前述したように、状態"3"の符号化テーブルにおける入力語「0」～「38」に対応する各出力符号語と、状態"0"の符号化テーブルにおける入力語「0」～「38」に対応する各出力符号語と交換しても、NRZI変換後のランレングスが3T～11Tに限定される符号化規則を維持できるが、状態"3"のテーブルにおける入力語「0」及び「8」の各出力符号語及び状態情報の両方だけを入れ替えると、状態"0"のテーブルにおける入力語「0」及び「8」の状態情報と異なることになり、復号できなくなる。

【0096】

そこで、この実施の形態では、更に図15にIVで示す状態"0"の符号化テーブルにおける入力語「0」に対応する符号語及び状態情報と、Vで示す入力語「8」に対応する符号語及び状態情報も状態"0"の符号化テーブルにおいて同時に入れ替える。

【0097】

次に、本発明の変調方法における符号語入れ替えの第3の実施の形態について説明する。図16は本発明における符号語入れ替えの第3の実施の形態を示す。この実施の形態は、状態"2"の符号化テーブルにおいて、入力語「0」に対応してVIで示すように、符号語「00000000100000」と次に遷移する状態"4"が割り当てられている。ここで、入力語「0」の出現頻度が高いことから、割り当てられている符号語よりもRDSが小さく、より短いピット・ランドの繰り返しで表されている符号語として、入力語「37」に割り当てられている符号語「000001000100100」と入れ替えを行う。

【0098】

この場合は、入力語「37」と入力語「0」にそれぞれ割り当てられている、次へ遷移する状態情報はいずれも"4"と同じであるが、図16の実施の形態においては、同じ入力語「0」に対して異なる状態"0"の符号化テーブルでも状態"2"の符号化テーブルと同じ符号語「000000000100000」が割り当てられている。入力語「37」も同様である。つまり、前述したように、状態"0"の符号化テーブルの入力語「0」～「38」と、状態"2"の符号化テーブルの入力語「0」～「11」及び「26」～「47」は交換しても、符号化規則を維持できるようになっている。

【0099】

このため、状態"2"の符号化テーブルにおいて入力語「0」に対応する符号語及び次へ遷移する状態情報と、入力語「37」に対応する符号語及び次へ遷移する状態情報だけを入れ替えると、状態"2"の符号化テーブルと状態"0"の符号化テーブルの入力語「0」に対応する符号語及び次へ遷移する状態情報と、入力語「37」に対応する符号語及び次へ遷移する状態情報とが互いに異なることになり、上記の符号化規則を維持できず、復号ができなくなってしまう。つまり、符号語が「000000000100000」だった場合、次の符号語の状態が"4"と判明しても、復号しようとする符号語自体の状態が"0"か"2"か判明しないと入力語が「0」か「37」が決定できず、復号できなくなる。

【0100】

そこで、この場合は、状態"2"の符号化テーブルの入れ替えと同時に、状態"0"の符号化テーブルの図12にVIIで示した入力語「0」に割り当てられた符号語及び次へ遷移

10

20

30

40

50

する状態情報と、IXで示した入力語「37」に割り当てられた符号語及び次へ遷移する状態情報とを入れ替える。

【0101】

このように、上記の図14乃至図16の各実施の形態では、入力語の出現頻度を考慮して出現頻度の高い入力語「0」に対してRDSが小さく、より短いビット・ランドの繰り返しで表される符号語を割り付けるようにしたため、被記録信号の低域周波数成分をより一層抑制した変調を行うことができる。

【0102】

図17は本発明になる変調装置の第3の実施の形態が適用された情報伝送装置のブロック図を示す。同図中、図1と同じ構成部分は同一符号を付し、その説明を省略する。図17において、情報伝送装置40は、フォーマット部11、8-15変調部12、NRZI変換回路13及び伝送部41から構成されており、入力された映像や音声などの情報に関するデジタル信号を伝送媒体21に伝送する装置であり、基本的には図1に示したディスク記録装置10と同様の動作により、8-15変調された符号語列を生成する。ただし、この実施の形態では、記録媒体20に記録するのではなく、伝送部41で符号語列を所要の送信信号に変換した後、空中媒体やケーブルなどの伝送媒体21へ伝送する。これにより、少ないデータ量で誤りなく伝送することができる。

10

【0103】

また、図18は本発明になる変調装置の第4の実施の形態が適用された情報伝送装置のブロック図を示す。同図中、図1と同じ構成部分は同一符号を付し、その説明を省略する。図18において、情報伝送装置50は、フォーマット部11、8-15変調部12、NRZI変換回路13及び伝送部41から構成されており、入力された映像や音声などの情報に関するデジタル信号を伝送媒体21に伝送する装置であるが、図17とは異なり、本実施の形態は、更に映像や音声および制御信号などの入力データ語毎の出現頻度であるデジタル信号ヒストグラム情報が予め求められており、デジタル信号とヒストグラム情報をもとに、出現頻度の最も高い入力データ語に対応する符号語として、低域成分が抑圧されるようにRDS(Running Digital Sum)が小さく、ビット・ランドの反転回数の多い符号語が割り当てられるように、図14～図16等で説明した方法で符号語の入れ替えを行って新しい符号化テーブル部123の符号化テーブルを作成し、この符号化テーブルを用いて図2等で説明した方法での符号化(変調)を行う。得られた符号語列は、伝送部41を通して伝送媒体21へ伝送される。

20

30

【0104】

なお、本発明は以上の実施の形態に限定されるものではなく、例えば、上記の各実施の形態では、入力データ毎に予め求めておいた出現頻度が最も高い入力データ語に対応して割り当てられた符号語及び状態情報を、RDSがその符号語よりも小さな、同じ符号化テーブルの他の入力データ語に対応して割り当てられた他の符号語及び状態情報と入れ替えるようにしているが、出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数(複数可)だけ入れ替えるようにすればよく、出現頻度が最も高いもの一つに限定されるものではない。

【0105】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、符号化テーブル数をより少ない6つの符号化テーブルで構成することができ、従来より小規模な回路構成により、所定のランレングス制限規則を満たしたpビットの入力データ語からqビット(ただし、 $q > p$)の符号語を得る変調ができ、その変調された符号語の伝送ができる。

40

【0106】

また、本発明によれば、最も出現頻度の高い入力データ語に関しては従来よりもより短いビット・ランドの繰り返しで表される符号語に変調し、又は伝送するようにしたため、全体としてより一層低域周波数成分が抑圧された、高密度化に適した高いコード化レートの変調や変調された符号語の伝送ができる。

50

【 0 1 0 7 】

また、本発明の記録媒体によれば、出現頻度の最も高い方から低い方へ順に予め設定した数の入力データ語に関しては従来よりもより短いピット・ランドの繰り返しで表される符号語として記録されているため、全体としてより一層低域周波数成分が抑圧された、高いコード化レートで変調された符号語が再生されるようにできる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明になる変調装置の第 1 の実施の形態が適用されたディスク記録装置のブロック図である。

【 図 2 】 図 1 中の 8 - 1 5 変調部を構成する本発明になる変調装置の一実施の形態のブロック図である。

【 図 3 】 本発明に係る 6 つの符号化テーブルの一例を示す図 (その 1) である。

【 図 4 】 本発明に係る 6 つの符号化テーブルの一例を示す図 (その 2) である。

【 図 5 】 本発明に係る 6 つの符号化テーブルの一例を示す図 (その 3) である。

【 図 6 】 本発明に係る 6 つの符号化テーブルの一例を示す図 (その 4) である。

【 図 7 】 本発明に係る 6 つの符号化テーブルの一例を示す図 (その 5) である。

【 図 8 】 本発明に係る 6 つの符号化テーブルの一例を示す図 (その 6) である。

【 図 9 】 本発明に係る 6 つの符号化テーブルの一例を示す図 (その 7) である。

【 図 1 0 】 図 3 ~ 図 9 に示した複数の符号化テーブルに対して、次のとりうる状態の符号化テーブルを 5 通りのケースに分別して示した図である。

【 図 1 1 】 入力データ語に対して複数の符号化テーブルのうち特定の符号化テーブルと他の特定の符号化テーブルとの間で入れ替えする場合を説明するための図である。

【 図 1 2 】 本発明の一実施の形態における D S V 制御動作説明用フローチャートである。

【 図 1 3 】 本発明になる変調装置の第 2 の実施の形態が適用されたディスク記録装置のブロック図である。

【 図 1 4 】 本発明における符号化テーブル中の符号語入れ替えの第 1 の実施の形態の説明図である。

【 図 1 5 】 本発明における符号化テーブル中の符号語入れ替えの第 2 の実施の形態の説明図である。

【 図 1 6 】 本発明における符号化テーブル中の符号語入れ替えの第 3 の実施の形態の説明図である。

【 図 1 7 】 本発明になる変調装置の第 3 の実施の形態が適用された情報伝送装置のブロック図である。

【 図 1 8 】 本発明になる変調装置の第 4 の実施の形態が適用された情報伝送装置のブロック図である。

【 図 1 9 】 従来の変調方法及び変調装置で用いられる 7 つの符号化テーブルの要部の一例を示す図である。

【 符号の説明 】

1 0 ディスク記録装置

1 1 フォーマット部

1 2 8 - 1 5 変調部

1 3 N R Z I 変換回路

1 4 記録媒体駆動回路

2 0 記録媒体

3 0 ディスク記録装置

4 0、5 0 情報伝送装置

4 1 伝送部

1 2 1 符号語選択肢有無検出部

1 2 2 符号化テーブルアドレス演算部 / 同期語生成部

1 2 3 符号化テーブル部

10

20

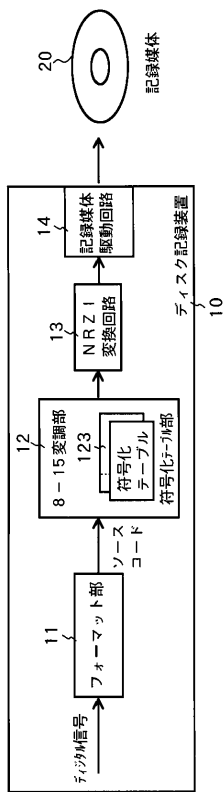
30

40

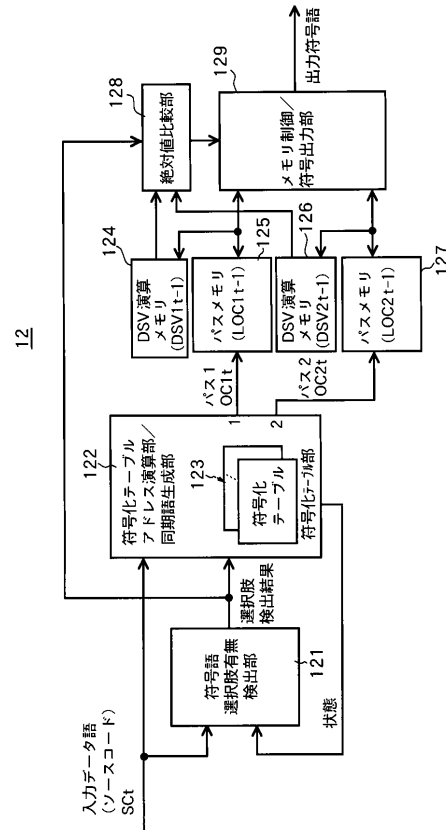
50

- 1 2 4、1 2 6 D S V 演算メモリ
- 1 2 5、1 2 7 パスメモリ
- 1 2 8 絶対値比較部
- 1 2 9 メモリ制御 / 符号出力部

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 7 】

Table with columns for input data (入力語) and output data (出力語) for various cases (239-255). Each cell contains a 16-bit binary string.

【 図 8 】

Table with columns for input data (入力語) and output data (出力語) for various cases (256-288). Each cell contains a 16-bit binary string.

【 図 9 】

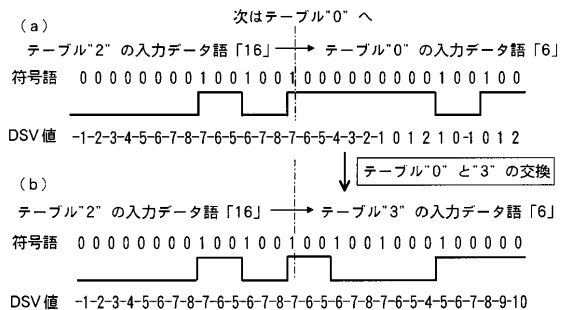
Table with columns for input data (入力語) and output data (出力語) for various cases (239-255). Each cell contains a 16-bit binary string.

* 1 前のデータ語のゼロラン長が6以下の時
* 2 前のデータ語のゼロラン長が7または8の時

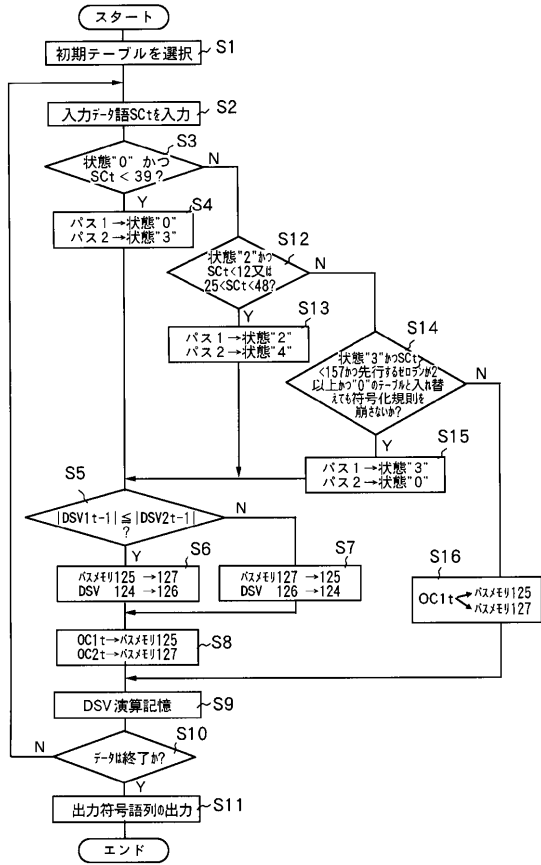
【 図 10 】

Table with columns for cases (ケース), LSB side zero run length (LSB側のゼロラン長), and next state (次にとり得る状態).

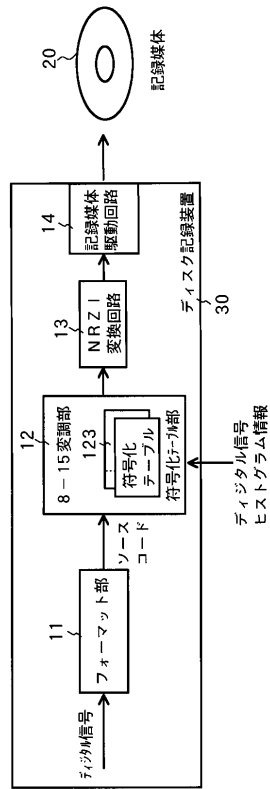
【 図 11 】



【図12】



【図13】



【図14】

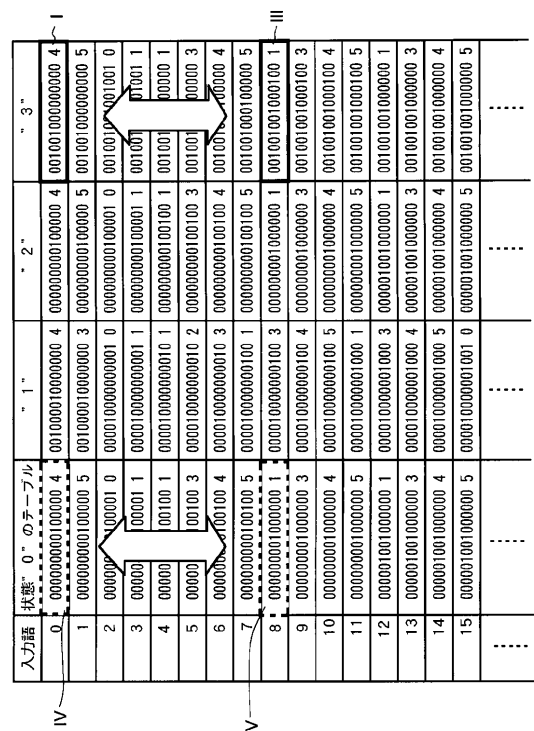
入力語	状態"0"の行#	"1"	"2"	"3"				
0	00000000100000	4	00100001000000	4	00000000100000	4	00100100000000	4
1	00000000010000	5	00100001000000	3	00000000010000	5	00100100000000	5
2	00000000010001	0	00010000000001	0	00000000000001	0	00100100000001	0
3	00000000010001	1	00010000000001	1	00000000010001	1	00100100000001	1
4	00000000010010	1	00010000000010	1	00000000010010	1	00100100000001	1
5	00000000010010	3	00010000000010	2	00000000010010	3	00100100000003	3
6	00000000010010	4	00010000000010	3	00000000010010	4	00100100000004	4
7	00000000010010	5	00010000000010	1	00000000010010	5	00100100000005	5
8	00000000010000	1	00010000000000	3	00000000010000	1	00100100000001	1
9	00000000010000	3	00010000000000	4	00000000010000	3	00100100000003	3
10	00000000010000	4	00010000000000	5	00000000010000	4	00100100000004	4
11	00000000010000	5	00010000000000	1	00000000010000	5	00100100000005	5
12	00000100100000	1	00010000000100	3	00000100100000	1	00100100100000	1
13	00000100100000	3	00010000000100	4	00000100100000	3	00100100100000	3
14	00000100100000	4	00010000000100	5	00000100100000	4	00100100100000	4
15	00000100100000	5	00010000000101	0	00000100100000	5	00100100100000	5

(a)

入力語	状態"0"の行#	"1"	"2"	"3"				
0	00000000100000	4	00100001000000	4	00000000100000	4	00100100000000	4
1	00000000010000	5	00100001000000	3	00000000010000	5	00100100000000	5
2	00000000010001	0	00010000000001	0	00000000000001	0	00100100000001	0
3	00000000010001	1	00010000000001	1	00000000010001	1	00100100000001	1
4	00000000010010	1	00010000000010	1	00000000010010	1	00100100000001	1
5	00000000010010	3	00010000000010	2	00000000010010	3	00100100000003	3
6	00000000010010	4	00010000000010	3	00000000010010	4	00100100000004	4
7	00000000010010	5	00010000000010	1	00000000010010	5	00100100000005	5
8	00000000010000	1	00010000000000	3	00000000010000	1	00100100000001	1
9	00000000010000	3	00010000000000	4	00000000010000	3	00100100000003	3
10	00000000010000	4	00010000000000	5	00000000010000	4	00100100000004	4
11	00000000010000	5	00010000000000	1	00000000010000	5	00100100000005	5
12	00000100100000	1	00010000000100	3	00000100100000	1	00100100100000	1
13	00000100100000	3	00010000000100	4	00000100100000	3	00100100100000	3
14	00000100100000	4	00010000000100	5	00000100100000	4	00100100100000	4
15	00000100100000	5	00010000000101	0	00000100100000	5	00100100100000	5

(b)

【図15】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09 - 162744 (JP, A)
特開平08 - 204569 (JP, A)
特開2000 - 286709 (JP, A)
特開2000 - 295109 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H03M 7/14
G11B 20/10 341