

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第4113600号  
(P4113600)

(45) 発行日 平成20年7月9日 (2008.7.9)

(24) 登録日 平成20年4月18日 (2008.4.18)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/46 (2006.01)

HO 3 M 13/25 (2006.01)

HO 3 M 13/41 (2006.01)

HO 4 N 5/46

HO 3 M 13/25

HO 3 M 13/41

請求項の数 19 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願平9-90971	(73) 特許権者	391000771
(22) 出願日	平成9年4月9日 (1997.4.9)		トムソン マルチメディア ソシエテ ア ノニム
(65) 公開番号	特開平10-42289		THOMSON multimedia S. A.
(43) 公開日	平成10年2月13日 (1998.2.13)		フランス国 ブローニュ＝ビランクル ケ ア. ル ガロ 46
審査請求日	平成16年4月9日 (2004.4.9)		46, Quai A. Le Gallo, F-92100 Boulogne-Bi llancourt, France
(31) 優先権主張番号	629, 681	(74) 代理人	100077481
(32) 優先日	平成8年4月9日 (1996.4.9)		弁理士 谷 義一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100088915
			弁理士 阿部 和夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオ・データを処理するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

インタリーブされたトレリス符号化データ・パケットのグループを有するビデオ・データを処理するためのシステムにおいて、前記符号化データはデータ・タイプの遷移を示すように規定されており、該データ・タイプの遷移は一方のデータのタイプから他方のタイプへの遷移を表すものであって、該システムは、

前記インタリーブされた符号化データに応答して、同期信号を生成する同期コントロール・ユニットと、

トレリス・デコーダであって、該デコーダは前記同期信号に応答し、かつ予め定めた数のステートと共にステート遷移トレリスを使用して前記インタリーブされた符号化データをトレリス復号し、復号されたデータ・パケットを出力するトレリス・デコーダとを具備したことを特徴とするシステム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記ステート遷移トレリスは、前記同期信号に応答して、予め定めたステートにリセットすることを特徴とするシステム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記トレリス・デコーダは、前記同期信号に応答してリセットされ、予め定めたインタリーブされたデータ・パケットを復号することを特徴とするシステム。

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、  
前記同期コントロール・ユニットは、データ・タイプの遷移にตอบสนองして、前記同期信号を生成することを特徴とするシステム。

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、  
前記予め定めた状態の数は 8 であることを特徴とするシステム。

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、  
前記同期コントロール・ユニットはデータ・タイプの遷移にตอบสนองしてリセット信号を生成し、  
前記状態遷移トレリスは、前記リセット信号にตอบสนองして予め定めた状態にリセットすることを特徴とするシステム。 10

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載のシステムにおいて、  
前記同期コントロール・ユニットは前記インタリーブされた符号化データから同期インターバルを取り除き、前記トレリス・デコーダによって復号するために、並び替えられたインタリーブされた符号化データを出力することを特徴とするシステム。

## 【請求項 8】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、  
前記システムは、前記データ・タイプ間を区別する構成信号を出力し、  
前記トレリス・デコーダは、前記構成信号にตอบสนองして、前記インタリーブされた符号化データを適応的にトレリス復号することを特徴とするシステム。 20

## 【請求項 9】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、  
前記トレリス・デコーダは、前記インタリーブされた符号化データにตอบสนองして、ブランチ・メトリック値を出力するブランチ・メトリック・コンピュータを備えたことを特徴とするシステム。

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載のシステムにおいて、  
前記インタリーブされた符号化データのタイプのひとつに関連した、前記ブランチ・メトリック・コンピュータ値は実質的に複製された値を有することを特徴とするシステム。 30

## 【請求項 11】

請求項 9 に記載のシステムにおいて、  
前記インタリーブされた符号化データのタイプに関連した、前記ブランチ・メトリック・コンピュータ値は、異なったデータのタイプについて、実質的に複製されたブランチ・メトリック値の異なった数を有することを特徴とするシステム。

## 【請求項 12】

請求項 9 に記載のシステムにおいて、  
前記トレリス・デコーダは、前記ブランチ・メトリック値にตอบสนองして、ビタビ復号された出力を供給するビタビ・デコーダを備えたことを特徴とするシステム。 40

## 【請求項 13】

請求項 9 に記載のシステムにおいて、  
前記トレリス・デコーダは、前記ブランチ・メトリック値を比較して、決定表示出力を供給する比較ネットワークを備えたことを特徴とするシステム。

## 【請求項 14】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、さらに加えて、  
前記復号されたデータ・パケットをデインタリーブするためのシンボル・パケット・デインタリーバを備えたことを特徴とするシステム。

## 【請求項 15】

請求項 14 に記載のシステムにおいて、さらに加えて、  
前記 N 個の復号されたデータ・パケットのグループを、グループ単位でデインタリーブするためのデインタリーバを備えたことを特徴とするシステム。

【請求項 16】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、

前記状態遷移トリリスは、前記同期信号の期間中、予め定めた状態にリセットされることを特徴とするシステム。

【請求項 17】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、さらに加えて、

前記インタリーブされた符号化データから同期インターバルを取り除き、並び替えられた  
インタリーブされた符号化データを出力する制御ネットワークを備え、

前記トレリス・デコーダは前記並び替えられたインタリーブされた符号化データを復号することを特徴とするシステム。

【請求項 18】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、

前記状態の予め定めた数は 4 の整数倍であることを特徴とするシステム。

【請求項 19】

インタリーブされたトレリス符号化データ・パケットのグループを有するビデオ・データを処理するための方法において、前記符号化データはデータ・タイプの遷移を示すように規定されており、該データ・タイプの遷移は一方のデータのタイプから他方のタイプへの遷移を表すものであって、該方法は、

前記インタリーブされた符号化データに応答して、同期信号を生成するステップと、  
トレリス・デコーダを用いて、前記同期信号に応答し、かつ予め定めた数の状態と共に状態遷移トレリスを使用して、前記インタリーブされた符号化データをトレリス復号するステップと

を備えたことを特徴とする方法。

【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・パケット・データのトレリス・デコーダに関するものである。

【0002】

すなわち、本発明は、ディジタル信号処理の分野に関し、より具体的には、例えば、マルチプル・モード・トレリス符号化された高精細テレビジョン (HDTV) 型信号を復号するのに適したトレリス・デコーダ (trellis decoder) に関する。

【0003】

なお、本明細書の記述は本件出願の優先権の基礎たる米国特許出願第 08 / 629, 681 号 (1996 年 04 月 09 日出願) の明細書の記載に基づくものであって、当該米国特許出願の番号を参照することによって当該米国特許出願の明細書の記載内容が本明細書の一部を構成するものとする。

【0004】

【従来の技術】

放送および通信の応用分野において、トレリス符号化 (trellis encoding) は信号ノイズ耐性 (signal noise immunity) を向上するために採用されている。トレリス符号化は、他の手法と併用することにより、特定のノイズ・ソース (雑音発生源) から保護するために用いられている。これらの手法の 1 つとして、データ・インタリーブング (data interleaving) があるが、これは伝送中に発生する可能性のある干渉バーストから保護するために使用されている。この手法では、データは送信前にあらかじめ規定したシーケンスに配列され (インタリーブされ)、そしてオリジナル・シーケンスは受信時に復元される (デインタリーブされる)。このオペレーションによりデータは、あらかじめ決めたシーケンスで時間的に広げられまたは分散化されるので、伝送中にデータ損失が起こっても、連続する

10

20

30

40

50

データが損失しないようになっている。その代わりに、損失データは離散化されているので、そのデータを隠したり、訂正することが容易になっている。干渉からの耐性(interference immunity)を得るために用いているもう1つの手法は干渉拒絶フィルタリング(interference rejection filtering)であり、これはデータに依存するクロストークや共通チャネル干渉(co-channel interference)から信号を保護するために使用されている。

#### 【0005】

米国における高精細テレビジョン(high definition television)に関するトレリス符号化規格は、米国アドバンスド・テレビジョン・システム委員会 (United States Advanced Television Systems Committee - ATSC) によって準備されたHDTV伝送に関するデジタル・テレビジョン標準(Digital Television Standard for HDTV Transmission) (1995年4月12日)のセクション4.2.4-4.2.6 (附属書D)、10.2.3.9、10.2.3.10、およびその他のセクションに記載されている(以下、HDTV標準と呼ぶ)。このHDTV標準はトレリス符号化システムについて述べてあり、このシステムは、送信側が12個の並列トレリス・エンコーダ(符号化器)をもち、受信側が12個の並列トレリス・デコーダをもつことにより、12個のインタリーブしたデータストリームを処理するインタリーブ機能を採用している。HDTV標準のトレリス符号化システムは、また、受信側デコーダに干渉拒絶フィルタも採用しており、NTSC周波数に関連したクロストークおよび共通チャネル干渉を減衰させている。HDTV標準に規定されている拒絶フィルタはオプションであるが、復号化される特定のデータに応じて動的に適用することが可能である。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

インタリーブされたコードまたは動的に選択可能なフィルタ機能をトレリス・デコーディングすると、付加的なトレリス・デコーダ設計上の制約および動作モードが生じる。これらの付加的な設計上の制約および動作モードは、例えば、HDTV受信機の応用分野について、トレリス・デコーディング機能を設計し、実現することを著しく複雑にしている。特に、この複雑化は、例えば、NTSCフィルタ処理された入力データと非フィルタ処理された入力データとの間でスイッチングするときや、HDTVプログラム・チャンネル間でスイッチングするとき生じるように、多数のモード間でシームレス・スイッチング(seamless switching)を行うことがトレリス・デコーダに要求されているときに、生じる。さらに、コンシューマ用のHDTV受信機にはコスト面とハードウェア面の制約があるために、トレリス・デコーダの設計をコスト効率性の面で有効にすることが要求されている。このように設計をコスト効率化するためには、インタリーブされたデータストリームおよび多数の動作モードに適合する能力をもつ、効率的なトレリス・デコーダ・アーキテクチャを採用する必要がある。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の原理によれば、トレリス・デコーダ・システムは、異なる動作モード間でシームレスにスイッチングする適応型トレリス・デコーダ(adaptive trellis decoder)を具現化している。開示されているシステムは、インタリーブされたデータ・パケットを復号するために、ステート遷移トレリスを予め定めたステートの数と共に用いた単一トレリス・デコーダを備えている。このトレリス・デコーダは、また、異なったデータのタイプ間におけるデータ割り込み(data interruption) および遷移(transition)に適応する。

#### 【0008】

インタリーブされたトレリス符号化データ・パケットのグループを有するビデオ・データを処理するためのシステムにおいて、同期コントロール・ユニットは、インタリーブされた符号化データから同期信号を生成する。同期信号に応答する複数のデコーダは、インタリーブされた符号化データをトレリス復号するために用いられる。各々のデコーダは、ステート遷移トレリスを予め定めたステートの数と共に使用する。以下に詳述する実施の形態の一例では、単一のトレリス・デコーダによって、インタリーブされたトレリス・コ

ード化データ・パケットのグループを復号する。

【 0 0 0 9 】

本発明の特徴によれば、同期コントロール・ユニットは、検出された同期インターバルに  
10 応答して、同期信号を生成する。トレリス・デコーダのステート遷移トレリスは、同期  
信号に  
応答して、予め定めたステートにリセットされる。

【 0 0 1 0 】

本発明の他の特徴によれば、同期コントロール・ユニットは、検出された同期インター  
バルに  
10 応答して、インタリーブされた符号化データから介在する(intervening)同期イン  
ター  
バルを実質的に取り除く。トレリス・デコーダは、結果として得られた並び替え済みの  
イン  
タリーブされた符号化データ出力を、復号する。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

(実施の形態の概要)

適応型トレリス・デコーダ(40)・システムは、ステート遷移トレリスを予め定めたス  
テートの数と共に用いて、インタリーブされたデータ・パケットのグループを復号する。  
このトレリス・デコーダ・システムは、また、異なったデータのタイプ間におけるデータ  
20 割り込みおよび遷移に適應する。このシステムは、インタリーブされた符号化データから  
得られた同期信号に  
応答して、単一のトレリス・デコーダにより、インタリーブされたトレ  
リス符号化データ・パケットのグループを、復号する。このデコーダ(40)は、ステ  
ート遷移トレリスを  
20 予め定めたステートの数と共に使用する。ステート遷移トレリスは、  
符号化されたデータにおいて検出された同期インターバルに  
20 応答して、予め定めたステートにリセットされる。このデコーダは、また、検出された同期インターバルに  
20 応答して、  
インタリーブされた符号化データから介在同期インターバルを取り除くことによって生成  
された並び替え済みデータを、復号する。

【 0 0 1 2 】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態の一例を詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

図1は、例えば、HDTV標準に準拠して符号化されたデータのような、複数のインタ  
リーブ化(interleaved)データストリームを復号(decoding)するための、本発明によるビ  
デオ受信機のトレリス・デコーダ・システムを示す図である。このシステムは、複数のフ  
ォーマット(例えば、通常の8レベル・フォーマットおよび部分応答(partial response)1  
5レベル・フォーマット)に前処理されたデータストリームだけでなく、複数のモード( 30  
フィルタ処理モードまたは非フィルタ処理モード)の1つにおいて前処理されたデータス  
トリ  
ームも、適応的に復号化する。このシステムは、また、フィルタ処理(filtered)デー  
タ・モードと非フィルタ処理(non-filtered)データ・モードとの間でシームレス・ビタビ  
・デコーダ(Viterbi decoder)・スイッチングを行う。さらに、図1のデコーダ24は、  
HDTV標準に規定されているような複数の並列トレリス・デコーダではなく、単一の適  
応型トレリス・デコーダ機能を使用している。

【 0 0 1 4 】

開示されているシステムはHDTV受信システムを例に挙げて説明しているが、これは単  
なる例示にすぎない。開示されているシステムは、他のタイプのコミュニケーション・シ  
ステムで使用することも可能である。このシステムは、他のタイプの前処理モードおよび  
機能、他のタイプのフィルタ機能、および、種々のデータ・インタリーブ手法が係り  
をもつ他のタイプの動作モードでも、また、信号ノイズ耐性(immunity)を向上させる他の  
方法でも使用することが可能である。

【 0 0 1 5 】

まず、図1を参照して概要を説明すると、デモジュレータ(図示せず)からのトレリス符  
号化(encoded)入力データDATA1は同期コントロール・ユニット10に入力される。  
DATA1は、公知のようにデータ・シンボルのバイナリ・データ・シーケンスの形態に  
50 になっており、そこでは各シンボルは割り当てられたデジタル値で表されている。シンボ

ルの集合は、公知のように、信号コンステレーション(signal constellation)と呼ばれるポイント集合として複合平面(complex plane)に表される。ユニット10はDATA1内のフィールドおよびセグメント同期信号を検出する。データ・フィールドは複数のセグメントを含んでおり、その各々は複数のデータ・パケットを収容している。これらの同期信号は、セクション10.2.3.9~10.2.3.13 およびセクション4.2.6 ~4.2.7 においてHDTV標準により定義されている(附属書D)。ユニット10はこれらの検出同期信号を使用してDATA1を並べ替え(re-align)、並べ替えられた出力データをブランチ・メトリック・コンピュータ(branch metric computer - BMC)30とディレイ・ユニット70に供給している。同期コントロール・ユニット10はレジスタ・リセットおよびレジスタ・イネーブル信号R/Eも生成し、これは、パワーオン時、同期乱れ(out of sync)状態が現われたとき、または例えば、グローバル・システム・リセットといった、別の入力に回答して、図1のデコーダ24をリセットし、同期をとるために使用される。ユニット10は、後に説明するように、同期モニタ80からの同期乱れ信号に回答してR/E信号も生成する。さらに、入力信号CONFは、図1のシステム・エレメントがフィルタ処理または非フィルタ処理データを復号化するように構成するために使用される。CONF信号は、DATA1がNTSC共通チャネル干渉拒絶フィルタによってプリ・フィルタ処理されていたかどうかを示している。CONF信号は、図1のエレメントと通信して全システム機能を制御するコントロール・プロセッサ(図面を簡略化するため図示せず)から得ることも、例えば、フィルタの存在を示すソースからのディスクリート信号として得ることも可能である。拒絶フィルタ(rejection filter)の使用については、図12を参照して以下で詳しく説明する。

#### 【0016】

ブランチ・メトリック・コンピュータ30は、各受信データ・シンボルごとに値の集合(メトリックス)を計算する。メトリックス(metrics)は、受信したシンボルがシンボル・コンステレーションを含む集合内で他のポイントにどれだけ近接しているかを表している。計算されたメトリックスは、公知のビタビ復号化アルゴリズムを採用しているコード・シーケンス検出システム40に出力される。このコード・シーケンス検出システムは、加算 - 比較 - 選択(Add-Compare-Select - ACS)ユニット43およびトレースバック(traceback)・コントロール・ユニット47を用いて実現されているビタビ復号化システムを例にして説明する。ACSユニット43は、ユニット30からのメトリックスを使用して一連の反復的加算 - 比較 - 選択オペレーション(演算)を実行して、決定ビット(decision bits)のシーケンスをトレースバック・コントロール・ユニット47およびユニット30に供給する。ACSユニット43から出力される決定ビットは、ユニット30からのメトリックスに行なった加算 - 比較 - 選択オペレーションの結果を示している。トレースバック・ユニット47はユニット43からの決定ビットを使用して、受信したデータ・シンボルに最も近似していて、エンコーダによって符号化されているはずの対応する最適ビット・シーケンスを決定する。さらに、ユニット43からの入力決定ビットはフィルタ処理(filtered)モードで使用されて、ユニット30のアーキテクチャ内のブランチ・メトリック計算信号パスを選択する。同期モニタ80は、ユニット10からの並べ替えられたデータ出力が正しく同期されているかどうかを、ACSユニット43内の加算 - 比較 - 選択計算ユニットの1つからのメトリック値を評価することによって決定する。モニタ80は、ユニット10と他の受信機エレメントによって使用される同期乱れ信号を、このメトリック値の評価に基づいて生成する。

#### 【0017】

トレースバック・ユニット47は、トレリス復号化決定ビットのシーケンスをトレリス・デマッパ(trellis demapper)60とリ・エンコーダ(re-encoder)50に出力する。ユニット50はユニット47からのビット・シーケンスを再符号化し、再符号化ビット・シーケンスをデマッパ60に出力する。さらに、ユニット10からの並べ替えられたデータは、ユニット70によって遅延されて、トレリス・デマッパ60に送られる。トレリス・デマッパ60はユニット47, 50および70からの入力データを使用して、送信データ・シ

10

20

30

40

50

ンボルを識別すると共に対応するオリジナル符号化データを回復する。デマップ 60 からの得られた回復オリジナル・データはアセンブラ 90 によってデータ・バイトに組み立てられ、必要に応じて他の受信機エレメントに出力される。

【0018】

次に、図 1 に示したトレリス・デコーダ 24 のオペレーションについて詳しく説明する。なお、この点に関して、ビタビ復号化、ブランチ・メトリック計算およびトレリス符号化は公知であり、その概要は、例えば、参考文献「ディジタル・コミュニケーション(Digital Communication)」、Lee および Messerschmidt (Kluwer Academic Press, Boston, MA, USA, 1988) に記載されている。

【0019】

トレリス・デコーダ 24 への DATA 1 入力信号は、図 2 に示す符号化機能を用いて、HDTV 標準 ( 附属書 D のセクション 4.2.5 および他のセクション ) に従って符号化される。図 2 に示すように、2 つの入力データ・ビット  $X_1$  と  $X_2$  は 3 ビット  $Z_2$  ,  $Z_1$  および  $Z_0$  として符号化される。各 3 ビット・ワードは R の 8 シンボルの 1 つに対応している。この目的のために、 $X_2$  はフィルタ・コンポーネントである加算器 100 とレジスタ 105 を備えたプリ・コーダ (pre-coder) 102 によって処理され、公知のように符号化ビット  $Z_2$  が得られる。 $X_1$  は、加算器 115 とレジスタ 110 , 120 を備えたトレリス・エンコーダ 103 によって、公知のように 2 ビット  $Z_1$  と  $Z_0$  として符号化される。図 2 のエンコーダ機能からの出力データ・ワードは、図 2 のマップ 125 に示すように、10 進値のデータ・ワードまたはシンボル R のシーケンスにマッピングされる。図 2 に示した

【0020】

図 2 のエンコーダからのデータ出力 R は、8 ポイントまたはレベルを有するシンボル・コンステレーションを 4 コセット (coset) で表わしている。これらのコセット値は、コセット  $A = (A^-, A^+) = (-7, +1)$ 、コセット  $B = (B^-, B^+) = (-5, +3)$ 、コセット  $C = (C^-, C^+) = (-3, +5)$ 、およびコセット  $D = (D^-, D^+) = (-1, +7)$  である。このマッピングは任意的である。HDTV 標準のセクション 5.1 にケーブル・オペレーションに関して言及されている 16 レベル・マッピングなどの、他のマッピングを使用することも可能である。この形式で符号化されたデータは、変調されて搬送波に乗せられ、HDTV 受信機へ伝送される。

【0021】

図 12 に示すような HDTV 受信機の状況では、残留側帯波 (Vestigial Side Band - VSB) 変調された符号化データは入力プロセッサ・デモジュレータ・ユニット 750 に入力されているが、これについては後述する。復調されたデータは NTSC 共通チャネル干渉拒絶フィルタ (co-channel interference rejection filter) 22 とマルチプレクサ (mux) 28 を備えたプリ・プロセッサ 27 によって前処理されてから、トレリス復号化 (デコード化) される。図 12 のプリ・プロセッサ 27 では、ユニット 750 からの復調されたデータ、または、NTSC 拒絶フィルタ 22 によってフィルタ処理されたユニット 750 からの復調データのどちらかが、CONF 信号に応答して mux 28 によって選択される。mux 28 からの選択されたデータはトレリス・デコーダ 24 によって復号化される。トレリス復号化の前にユニット 22 によって事前にフィルタ処理されなかったデータは、公知のように、通信過程で発生したノイズや干渉によってさらに変更 (modify) された 8 符号化レベルを含むデータ・フォーマットになっている。しかし、トレリス復号化の前にユニット 22 によって事前にフィルタ処理されたデータは、これも、公知のように、通信過程で発生したノイズや干渉によって変更された 15 符号化レベルを含むデータ・フォーマットになっている。

【0022】

拒絶フィルタ 22 が使用されるフィルタ処理モード (filtered mode) では、8 ステート・トレリス・デコーダが必要であり、フィルタ 22 が使用されない非フィルタ処理モード (non-filtered mode) では、4 ステート・トレリス・デコーダが必要であるが、これは公知

10

20

30

40

50

である。トレリス・デコーダ・システム 24 (図 1) は、単一の 8 ステート・トレリス・アーキテクチャを都合よく具現化したものであって、モード間でシームレスなスイッチングを行う。デコーダ 24 によれば、オプションなフィルタ・モードの場合も、例えばプログラム変更や他のタイプの遷移によって起こるデータ中断の場合も、シームレスにスイッチングを行うことができる。デコーダ 24 から出力された、トレリス復号化およびイントラセグメント (intra-segment: セグメント内) シンボル・デインタリーブ化 (deinterleaved) データはユニット 760 に送られる。デコーダ 24 からのシンボル・デインタリーブ化データは、次に、出力プロセス 760 によって別の処理を受けてから、他の HDTV 受信機エレメントへ渡され、処理されたあと表示される。なお、これについては後述する。

10

#### 【0023】

トレリス・デコーダ 24 のシームレス・スイッチング能力は、デコーダ・アーキテクチャと個々のデコーダ・エレメントの設計の両方に由来するものである。デコーダ 24 のアーキテクチャの主要特徴は、デコーダがフィルタ処理あるいは非フィルタ処理されたどちらのデータ入力モードの場合も、単一の 8 ステート ACS ユニット (ユニット 43) を組み込んでいることである。これにより、ピタビ・デコーダ 40 が、CONF 構成 (configuration) 信号のステートに関係なく、フィルタ処理または非フィルタ処理されたデータを透過的に復号化することを可能にしている。本願の発明者は、8 ステート ACS ユニットを使用すると、非フィルタ処理モードの場合に要求される 4 ステート ACS アーキテクチャに似た働きをすることを認識した。これは、BMC ユニット 30 が並列等価計算を行って、複製したブランチ・メトリック値を非フィルタ処理モードで ACS ユニット 43 に渡すからである。開示された ACS 構造は、入力複製値が与えられたとき所望の 4 ステート ACS アーキテクチャをエミュレートするだけでなく、ACS ユニット 43 がフィルタ処理モードでも、非フィルタ処理モードでも同じように動作することを可能にしている。デコーダ 24 のもう 1 つの特徴は、デコーダが入力構成信号 CONF に応答する適応型アーキテクチャを採用していることである。CONF 信号は、デコーダ 24 の入力データが NTSC 拒絶フィルタによってフィルタ処理されているかどうかを示している。これらの特徴により、デコーダ 24 は NTSC フィルタのオプションな使い方に関連するフィルタ処理モードと非フィルタ処理モードとの間で、シームレスに動作することを可能にしている。

20

30

#### 【0024】

コントロール・ユニット 10 は、入力 DATA 1の中から HDTV 標準に準拠 (compatible) しているフィールドおよびセグメント同期信号を検出する。このフィールドおよびセグメント同期信号は、トレリス符号化またはプリ符号化されていない。従って、これらの同期信号は、HDTV 標準のセクション 10.2.3.9 および 10.3.2-10.3.3.3 に記載されている公知の手法を使用して検出することができる。これらの同期信号は DATA 1に含まれるデータをバッファリングして並べ替えるために、さらには、同期情報が除かれた並び替えられたデータ・セグメントを BMC ユニット 30 とディレイ・ユニット 70 に出力するために、ユニット 10 内で使用される。このデータは、データをバッファ・レジスタまたは同等のメモリに順番にストアしたあとで、非データ同期パケットが取り除かれた形でレジスタからデータを取り出すことによって並べ替えられる。非データ・パケットはストア前に取り除くことも、ストア後に取り除くことも可能である。ユニット 10 から出力された符号化並び替えデータは、連続するセグメントの形態になっている。各セグメントは、12 個のインタリーブされたデータストリームの連続順次パケット (SP1 ~ SP12) を収容している。各パケットは、HDTV 標準に定義されているように 1 個の符号化データ・シンボルを収容している。連続セグメントと連続パケットのどちらも、間に介在する (intervening) 同期インターバルを含んでいない。上記とは別のデータ並び替え手法を用いることも可能である。例えば、同期インターバルを検出して、除去する代わりに、デコーダ 24 は同期インターバルを検出し、その同期インターバルが持続している間に、リセット信号とレジスタ・イネーブル信号を使用してデコーダ 24 の機能の働きを禁止したり、

40

50



その機能を既知のステートにホールドしたりすることが可能である。

【 0 0 2 5 】

コントロール・ユニット 1 0 は Reset (リセット) / Enable (イネーブル) 信号 R / E も生成し、この信号はデコーダ 2 4 をリセットし、同期をとるために使用される。R / E 信号は、パワーオン時と、同期乱れデータ状態を示す同期モニタ 8 0 からの信号にตอบสนองして生成される。R / E 信号は、例えば、グローバル・システム・リセットまたはプログラム変更表示信号などの、外部入力信号にตอบสนองして生成することもできる。デコーダ 2 4 のアーキテクチャによれば、トレリス復号化オペレーションを R / E 信号にตอบสนองして再同期化することができる。この再同期化能力により、デコーダ 2 4 の単一トレリス復号化機能は、オプションなフィルタ・モードの場合も、データ中断が起こった場合も、シームレスなスイッチング、つまり、視聴者に見苦しくないスイッチングを行うことができる。

10

【 0 0 2 6 】

コントロール・ユニット 1 0 はフィルタ処理データ・モードも CONF 信号を使用して検出し、このモードは、NTSC 拒絶フィルタが原因で起こったデータ乱れ(data corruption) を補正する別の機能を内蔵している。このデータ乱れは、セグメント同期信号の後に 1 2 シンボル・インターバルを生じさせる 4 つのシンボル・パケット中に発生する。フィルタ処理データ・モードにおいて、共通チャンネル拒絶フィルタは先行(previous)データ・セグメントの符号化データ・シンボルを、現データ・セグメントのコロケート(collocated)された(つまり、同一相対(relative)シンボル・パケット)符号化データ・シンボルから減算する。このオペレーションでは、部分応答(partial response)入力データが得られることになる(HDTV 標準のセクション 10.2.3.8 および 10.2.3.9)。しかし、同期インターバル(持続時間が 4 シンボル)が 1 2 シンボル・インターバルだけ 4 シンボル・パケットに先行するときは、減算が乱れる(corrupted)ことになる。これは、同期値およびコロケートされていないシンボル値が、これらの 4 シンボル・パケットから減算されるからである。従って、ユニット 1 0 は、フィルタ処理データ・モードでは、セグメント同期インターバルの後に 1 2 シンボルを生じされる 4 シンボル・パケットを識別する。さらに、ユニット 1 0 は拒絶フィルタで減算されたストア同期値(stored sync values)を加算して元に戻し、ストアされた正しいシンボル・パケット・データ(セグメント同期に先行する 4 つのコロケートされたシンボル・パケット)を減算する。このようにして、ユニット 1 0 は訂正された部分応答並び替えデータ出力を、フィルタ処理データ・モードにて、ユ

20

30

【 0 0 2 7 】

ブランチ・メトリック・コンピュータ 3 0 は、ユニット 1 0 から受信した各符号化インタリーブ化並び替えシンボル(interleaved re-aligned symbol)ごとに、値(メトリックス)を計算する。計算されたメトリックスは加算 - 比較 - 選択(Add-Compare-Select - ACS)ユニット 4 3 とトレースバック・コントロール・ユニット 4 7 を内蔵するユニット 4 0 によってビット復号化される。図 6 は、図 1 に示したブランチ・メトリック・コンピュータ(MBC)ユニット 3 0 のアーキテクチャを示す図である。図 7 は、図 6 に示した個々の B M C ユニットのアーキテクチャを示す図であり、B M U 1 ~ B M U 8 ユニットの(ユニット 6 0 0 ~ 6 3 5)の各々を表している。図 6 のユニット B M U 1 ~ B M U 8 の S 入力端に入力される入力データは、ユニット 1 0 からのインタリーブ化シンボル・データと ACS ユニットの 4 3 からの入力を含んでいる(図 1 参照)。このシンボル・データと ACS 入力(ACS I)は、それぞれユニット 7 0 0 と 7 3 0 への入力として図 7 に別々に示されている。

40

【 0 0 2 8 】

図 7 の B M C ユニットの、ユニット 1 0 からの符号化されたインタリーブ化シンボル・シーケンスを順次に処理していく。CONF 信号によって選択された非フィルタ処理データ・モードにおいて、ユニット 1 0 からのデータに含まれる 1 番目のインタリーブ化シンボルの入力データは加算器 7 0 0 から未変更のままパスされる。このモードでは、マルチブ

50

レクサ (mux) 705 はゼロ値を加算器 700 に出力する。第 1 および第 2 距離コンピュータ 710, 715 は、それぞれ第 1 および第 2 コセットからの符号化入力シンボルのユークリッド幾何距離を計算し、2 つの対応するメトリック値の出力として、ブランチ・メトリック・データ 1 とブランチ・メトリック・データ 2 を出力する。次に示す表 1 は、各 BMU ユニット距離コンピュータによって実行されるコセット計算を定義している。例えば、BMU 1 では、それぞれコセット A と B にどれだけ近接しているかが計算される。また、第 1 と第 2 距離コンピュータ 710, 715 は各々が出力ビット C と D をレジスタ 740, 735 を通して出力する。ビット C と D は、入力シンボルが第 1 と第 2 コセットのうちの 2 値のどちらに最も近接しているかを示している。レジスタ 740 と 735 の各々は、直列に接続された個別 1 ビット・レジスタを備え、このレジスタを通してビット C と D がそれぞれ循環的にシフト (桁送り) される。このようにして、ユニット 10 (図 1) からの 12 インタリーブ化シンボルの各々について、出力ビット C と D がレジスタ 740 と 735 から順次に出 force されていく。距離コンピュータはルックアップ・テーブルを使用して実現されているのが典型的であるが、例えば、減算、絶対値および比較演算で距離を計算するといったように、他の方法で実現することも可能である。

【0029】

【表 1】

BMU ユニット	コセットの定義		
	第 1 距離 コンピュータ	第 2 距離 コンピュータ	コセット W
BMU 1	A	C	A
BMU 2	B	D	C
BMU 3	B	D	A
BMU 4	A	C	C
BMU 5	C	A	B
BMU 6	D	B	D
BMU 7	D	B	B
BMU 8	C	A	D

【0030】

フィルタ処理データ・オペレーティング・モードにおいて、ユニット 10 からのデータに含まれる第 1 インタリーブ化シンボルの入力シンボル・データは、mux 725, 705 介してユニット 720 から入力されたコセット値 W + またはコセット値 W - と加算器 700 によって加算される。加算されたデータは前述したように距離コンピュータ 710, 715 によって処理される。コセット値 W + と W - は、先に定義した 4 つのコセット A ~ D の 1 つに属している。個々の BMU ユニットで使用される特定の W + と W - コセット値は、表 1 に定義されているように、その特定の BMU ユニット用の 4 つの定義されたコセットから選択される。W + コセットと W - コセットは、ユニット 10 からの修正された (mod

ified)入力シンボル・データを、距離コンピュータ710と715によって処理できるシンボル・データに復元するように選択される。このオペレーションがフィルタ処理モードで要求されるのは、インタリーブと共通チャネル拒絶フィルタリングを組み合わせると、前述したように部分応答入力データが得られ、非フィルタ処理モード(HDTV標準のセクション10.2.3.8および10.2.3.9)で生じていた通常(normal)シンボル・データが得られないためである。mux730を介してA, B, ACSCIの各信号を入力することにより、W+またはW-のどちらが、修正された入力データと加算器700で加算されるかを、ACSCユニット43からのACSCI入力決定ビットのステートとビット入力信号AおよびBのステートとに基づいて決定する。ユニット43からのACSCI入力決定ビットは、入力Aまたは入力Bが加算器700によって加算されたW+値とW-値のどちらを選択しているかを決定する。例えば、ACSCI=1ならば、入力Bがmux730によって選択され、B=1ならば、W+がmux725によって選択され、mux730を介して加算器700で加算される。AとBの入力相互接続は図6に示されており、例えば、ユニットBMU4の場合のAとBは、それぞれBMU5とBMU8から得られる(図6)。図7のBMCユニットのフィルタ処理モードでの、その他のオペレーションは、非フィルタ処理モードに関して説明されているオペレーションと同じである。

#### 【0031】

図1のBMCユニット30は、ユニット10からの並べ替えられたデータ・セグメントの残余(remaining)インタリーブ化シンボルを同じように順次に処理していく。並べ替えられたデータ・セグメントの処理を完了すると、BMCユニット30は上述してきたプロセスを、ユニット10からの次の並び替えられたデータ・セグメントの第1インタリーブ化データ・シンボル・パケットから始まって、繰り返していく。

#### 【0032】

個々の同一構造のBMUユニット(BMU1~BMU8)の相互接続は、図6のBMCアーキテクチャ全体図に示されている。ユニット10からのインタリーブ化シンボル・データはユニットBMU1~BMU8のS入力端に入力され、図7に例示したユニットに関して上述したように、これらの相互接続されたユニットの各々によって処理される。ユニットBMU1~BMU8の端子V0とV1に出力された、処理結果のブランチ・メトリック・データ1とブランチ・メトリック・データ2はACSCユニット43(図1)に渡される。図1のACSCユニット43は、ユニット30のBMUユニットの各々からのブランチ・メトリック・データ1出力とブランチ・メトリック・データ2出力を使用して一連の反復的加算・比較・選択オペレーション(演算)を実行する。

#### 【0033】

図9は、図1に示したユニット43のACSCアーキテクチャ全体に含まれる個別ACSCユニット相互間の接続を示す図である。図9に示すように、単一の8ステートACSCアーキテクチャが、フィルタ処理データ入力モードと非フィルタ処理データ入力モードの両方で使用される。図9のACSCアーキテクチャは、図5のフィルタ処理モードの8ステート遷移図(diagram)を実行する。各ACSCユニット(ユニット900~935)はトレリス・ステート(000...111)と関連づけられている。図4の4ステート遷移図は、非フィルタ処理モードの場合の等価トレリス・ステート遷移を示している。図5のステート遷移図に示されているステートを整理(re-order)すると、図9に示す相互接続はもっと分かりやすくなる。

#### 【0034】

図8は、図9に示したACSCユニット(ユニット900~935)の各々を代表する個別ACSCユニットのアーキテクチャを示す図である。図9のACSCアーキテクチャは、ユニット30(図1)からの個別インタリーブ化データ・シンボルのブランチ・メトリック・データを順次に処理していく。図8の加算器805と810は、他のACSCユニットから得られた入力パス・メトリック・データ1および入力パス・メトリック・データ2を、BMUユニット30(図1)からのインタリーブ化データ・シンボルのブランチ・メトリック・データ1出力およびブランチ・メトリック・データ2出力と加算する。ユニット80

10

20

30

40

50

5 と 8 1 0 から結果として得られた 2 つのデータと和は、ユニット 8 1 5 によって比較される。2 つの和のどちらが小さいかを示している単一決定ビット出力は、ユニット 8 1 5 によってレジスタ 8 0 0 と m u x 8 2 0 に出力される。m u x 8 2 0 は、ユニット 8 0 5 と 8 1 0 の出力から、小さい方の和を選択する。この選択された和は、レジスタ 8 2 5 の出力端から出力バス・メトリック・データとして現れる。

#### 【 0 0 3 5 】

レジスタ 8 0 0 は 1 2 個の直列接続された個別 1 ビット・レジスタから構成され、これらのレジスタを通してユニット 8 1 5 からの決定ビット出力は循環的にシフトされる。A C S I 出力としてユニット 3 0 ( 図 1 ) に渡される決定ビット出力は、レジスタ 8 0 0 による 1 2 サイクルの遅延に続いている。トレースバック・コントロール・ユニット 4 7 ( 図 1 ) に渡される決定ビット出力は、レジスタ 8 0 0 による単一サイクル遅延に続いている。このようにして、1 2 インタリーブ化シンボルの各々に関連する各単一決定ビット出力は、レジスタ 8 0 0 から順次に出されていく。同様に、レジスタ 8 2 5 は直列接続された個別レジスタから構成され、これらのレジスタを通してユニット 8 2 0 からの出力バス・メトリック・データは循環的にシフトされる。このようにして、1 2 インタリーブ化シンボルの各々に関連する出力バス・メトリック・データはレジスタ 8 2 5 から順次に出される。ユニット 8 2 5 内の直列接続されたレジスタのビット幅は、A C S ユニットの処理像度要求に従って選択される。

#### 【 0 0 3 6 】

レジスタ 8 2 5 からの出力バス・メトリック・データは図 9 の相互接続図に従って 2 つの他の A C S ユニットに渡される。例えば、図 9 の A C S ユニット 9 0 0 からの出力バス・メトリック・データは、A C S ユニット 9 1 0 と 9 1 5 の入力バス・メトリック・データ 1 , V 2 の入力に供給される。同様に、図 8 の加算器 8 0 5 と 8 1 0 に渡される入力バス・メトリック・データ 1 と入力バス・メトリック・データ 2 は、図 9 の相互接続図に従って、2 つの他の A C S ユニットに与えられる。例えば、A C S ユニット 9 0 0 の入力バス・メトリック・データ 1 , V 2 の入力は A C S ユニット 9 0 5 によって与えられ、A C S ユニット 9 0 0 の入力バス・メトリック・データ 2 , V 3 の入力は A C S ユニット 9 2 5 によって与えられる。ユニット 3 0 ( 図 1 ) からのメトリックに関して一連の加算 - 比較 - 選択演算の結果を示す決定ビットのシーケンスは、単一サイクルの遅延に続いて図 8 のレジスタ 8 0 0 からトレースバック・コントロール・ユニット 4 7 に渡され、また、1 2 サイクルの遅延に続いてユニット 3 0 ( 図 1 ) に渡される。ユニット 4 3 の 8 個の A C S ユニットの各々からは、一連の決定ビットがユニット 4 7 と 3 0 に与えられる。8 個の決定ビットは、ユニット 1 0 から与えられたインタリーブ化シンボル・パケットの各々ごとに、ユニット 4 3 からユニット 4 7 および 3 0 へ循環的に並列形式で出力されていく。B M C ユニット 3 0 および A C S ユニット 4 3 ( 図 1 ) は、次の表 2 に示すように相互接続されている。ユニット 3 0 と 4 3 は、それぞれ、図 6 と図 9 に示されている。

#### 【 0 0 3 7 】

#### 【 表 2 】

10

20

30

出 力	入力への接続
BMU1-V0	V0-ACSユニット905
BMU1-V1	V0-ACSユニット900
BMU2-V0	V0-ACSユニット915
BMU2-V1	V0-ACSユニット910
BMU3-V0	V1-ACSユニット915
BMU3-V1	V1-ACSユニット910
BMU4-V0	V1-ACSユニット905
BMU4-V1	V1-ACSユニット900
BMU5-V0	V0-ACSユニット925
BMU5-V1	V0-ACSユニット920
BMU6-V0	V0-ACSユニット935
BMU6-V1	V0-ACSユニット930
BMU7-V0	V1-ACSユニット935
BMU7-V1	V1-ACSユニット930
BMU8-V0	V1-ACSユニット925
BMU8-V1	V1-ACSユニット920
ACSIユニット900	BMU2-ACSI
ACSIユニット905	BMU1-ACSI
ACSIユニット910	BMU6-ACSI
ACSIユニット915	BMU5-ACSI
ACSIユニット920	BMU3-ACSI
ACSIユニット925	BMU4-ACSI
ACSIユニット930	BMU7-ACSI
ACSIユニット935	BMU8-ACSI

## 【0038】

非フィルタ処理モードにおいて、受信された非フィルタ処理シンボルが与えられているとき、離散(distinct)ブランチ・メトリック値は最大4個ある。また、このモードでは、BMCユニット30は16回の並列計算を行って、16個のブランチ・メトリック値をACSユニット43に渡し、そして、1つの計算が4回繰り返される。従って、ユニット43に渡される16個の値は4個の離散ブランチ・メトリック値の複製(replication)を含んでいる。ユニット43に入力されるブランチ・メトリック値を反復することにより、ACSユニット43(図9)のアーキテクチャが図4の所望の4ステートACSTレリスをエミ

10

20

30

40

50

ュレートすることを可能にしている。なお、実際には、ブランチ・メトリック値がBMCユニット30によって反復されるのは、システムにノイズがあるため、完全ではなく、実質的なものである。

#### 【0039】

フィルタ処理モードでは、BMCユニット30(図1)は各入力シンボルごとに最大15個の離散ブランチ・メトリック値を生成し、図5の8ステートACSTレリスに従って動作する。フィルタ処理入力モードと非フィルタ処理入力モードのどちらにも、図9に示すように、単一の8ステートACSアーキテクチャを使用しているので、トレリス・デコーダ24をモード間でシームレスにかつ透過的(transparent)に遷移することが容易である。

10

#### 【0040】

また、ACSユニット(図9のユニット900~935)の1つのレジスタ825(図8)から出力される出力パス・メトリック・データの最上位ビット(Most Significant Bit - MSB)は、同期モニタ80(図1)に供給される。同期モニタ80は、プログラムされたタイム・インターバル中にレジスタ825から出力されるMSBの中で、反転(inversion)の個数をカウントし、そのカウント値とプログラムされたしきい値とを比較する。プログラムされた値はコントロール・プロセッサ(図示せず)から得ることも、あるいはユニット80にストアしておくことも可能である。もし、そのカウント値がしきい値を越えていれば、同期乱れ(out-of-sync)表示信号が生成され、同期コントロール・ユニット10(図1)に供給される。ユニット80から同期乱れ(out-of-sync)信号を受信すると、ユニット10はリセット信号をユニット80へ送り、別の同期乱れ状態を検出できるように同期モニタをリセットする。モニタ80は、異なるパラメータに応答するように構成することも可能である。

20

#### 【0041】

ACSユニット43のアーキテクチャは、インタリーブ化データ・シンボルとACSユニット・トレリス・ステートとによって編成された決定ビット・データをトレースバック・ユニット47(図1)へ送る。トレースバック・ユニット47は、ユニット10から与えられた符号化インタリーブ化シンボルの各々について、ユニット43の対応する8つのACSユニットから8個の決定ビット(B1~B8、1つの8ビット・ワード)を並列に循環的に受信する。1つの8ビット・ワードはインタリーブ化シンボルごとに循環的に受信される。受信された決定ワードは、ユニット43の対応する8つのACSユニットからの8個の決定ビット・シーケンスを表している。ユニット47は、個別インタリーブ化データ・シンボルに関連するユニット43からの各決定ワードを順次に処理していく。決定ワードはユニット47によって使用され、送信側で先に符号化されたインタリーブ化シンボル・シーケンスを表している、最も近似しているZ1ビット・シーケンスが得られる。各決定ビットは、2つの取り得るステート遷移パスのどちらがACSユニット・ステートに通じているかを示している。

30

#### 【0042】

図10は、トレースバック・コントロール・ユニット47(図1)のアーキテクチャを示している。以下、トレースバック・ユニット47のオペレーションを、ACSユニット43から出力される符号化インタリーブ化シンボルのシーケンスに関連する決定ワードについて説明する。図10のトレースバック・アーキテクチャは、図15に示すトレリス復号化プロセスを実行する。図15のステップ443において、ステップ440でスタートしたあと、ACSユニット43(図1)からの決定ワードは8個の決定ビット・シーケンスの形でACSユニット43(図1)から循環的に入力される。入力決定ワードはフォワードトレース・ユニット160(図10)に供給され、ステップ445で、バッファ・メモリ140(図10)にストアされて、遅延される。ステップ450で、図10のトレースバック選択ユニット145は、ユニット140にストアされた決定ビット・シーケンスから8個のトレリス復号化ビット・シーケンスを取り出す。これらのトレリス復号化ビット・シーケンスは、符号化インタリーブ化データ・シンボルに対応する、最も近似した符号

40

50

化 Z 1 ビット・シーケンスの候補となるものである。

【 0 0 4 3 】

図 1 5 のステップ 4 5 0 において、ユニット 1 4 5 ( 図 1 0 ) は、トレースバック・プロセスで状態遷移トレリス・パスを決定することにより、候補となる復号化 Z 1 ビット・シーケンスを取り出す。このプロセスで、初期先行トレリス・状態は、8 個の決定ビット入力シーケンスの 1 つの現在状態について識別される。この初期状態は、ACS ユニット 4 3 ( 図 1 ) からの入力シーケンス内の決定ビットを、先行遷移パスのインジケータとして使用することによって識別される。この初期先行状態から、他の先行状態は、ACS ユニット 4 3 からの決定ビットを使用してトレリス・状態遷移図を逆方向にトラバースすることによって識別され、これは先行状態のシーケンスが識別されるまで続けられる。この先行状態・シーケンスから、対応するトレリス復号化ビット・シーケンスが決定される。これらのステップは、バッファ 1 4 0 ( 図 1 0 ) にストアされた残りの決定ビット・シーケンスの各々ごとに繰り返される。このトレースバック・プロセスの背景にある理論は公知であり、G. Feygin 他著「ビタビ・デコーダにおけるサバイバ・シーケンス・メモリ管理のアーキテクチャ上のトレードオフ (Architectural Tradeoffs for Survivor Sequence Memory Management in Viterbi Decoders)」(発行 IEEE Transactions on Communications, vol. 41, No. 3, March 1993) に、他の異なるトレースバック手法と一緒に説明されている。

【 0 0 4 4 】

上述したトレースバック・プロセスは、トレースバックの深さである、あらかじめ決めた深さ T まで実行されて、あらかじめ決めた個数の先行状態を識別する。この公知の理論によれば、トレースバックのインターバル T は、実際には、マージされた (merged) または収束された (converged) ステートを識別するのに十分なトレースバックのインターバルとして採用されている (Lee および Mseerschmidt、セクション 7.4.3)。マージされた状態 (merged state) とは、任意の初期先行トレリス・状態からのトレースバックに続いて到達する可能性のある状態のことである。マージされた状態は、真の符号化 Z 1 データとなる最大の可能性をもつデータ・シーケンスを識別する。従って、マージされた状態は、候補シーケンスから出力されるトレリス復号化データ・シーケンスを示している。トレースバック・プロセスは、この実施の形態では、エポック (Epoch) と呼ばれ、T / 2 に等しいトレースバック・インターバルについて、2 ステージで実行される。このエポックを選択するか、サブトレースバック・インターバルを選択するかは任意であり、システム設計者の選択事項である。

【 0 0 4 5 】

候補となる復号化トレリス・シーケンスを識別するために、トレースバックは、連続する並び替えデータ・セグメントのコロケートされたインタリーブ化シンボル・パケットについて行われる。1 2 個のインタリーブ化シンボル・パケットの 1 つ、例えば、パケット 7 ( S P 7 ) のトレースバックは、対応する先行の ( この例では、S P 7 )、インタリーブ化シンボル・パケットに含まれるシンボル・データの先行状態を識別するために行われる。

【 0 0 4 6 】

単一トレリス・パス上のトレースバックは公知であるが、開示されているシステムでは、インタリーブ化データと複数の候補決定ビット・シーケンスのトレースバックを含むように、トレースバック・プロセスが拡張されているという利点がある。この拡張されたトレースバック・プロセスは、図 1 0 のユニット 1 4 5 によって実現されている図 1 3 の方法を使用して、エポック単位でエポックに対して行われる。図 1 3 のステップ 6 4 5 では、ステップ 6 4 0 でスタートしたあとに続いて、トレースバック選択ユニット 1 4 5 内の内部記憶レジスタは、コントロール・ユニット 1 6 5 ( 図 1 0 ) からの制御信号にตอบสนองしてエポック・データ境界で初期化される。インタリーブ化シンボル・パケット、例えば、S P 1 の決定ワードは、ステップ 6 5 0 でバッファ 1 4 0 ( 図 1 0 ) から循環的に入力される。先行状態は、ステップ 6 5 0 で入力された決定ワードの決定ビット、例えば、B

1を使用して、前述したトレースバック・プロセスを適用することによってステップ655で現ステートから識別される。このプロセスの主要特徴は、先行ステートが連続データ・セグメントのコロケートされたインタリーブ化パケットのシンボル・データについて識別(identify)されることである。例えば、データ・セグメントの7番目のインタリーブ化シンボル・パケット(SP7)の場合は、対応する7番目のインタリーブ化シンボル・パケット決定ビットが使用されて、先行ステートが特定される。ステップ655において、インタリーブ化シンボルの識別された先行ステートに対応するトレリス復号化ビットはユニット145(図10)によってメモリ150にストアされる。

#### 【0047】

ステップ660では、ステップ655について、インタリーブ化シンボルの8トレリス復号化ビットがメモリ150(図10)にストアされるまで、入力決定ワードの残りの決定ビット(この例では、B2~B8)の各々について繰り返される。ステップ665において、ステップ650~660については、並び替えられたデータ・セグメントの残りの12個のインタリーブ化シンボル(この例では、SP2~SP12)の各々について繰り返される。同様に、ステップ650~665については、エポック・インターバルを構成する並び替えデータ・セグメントの数だけステップ670で繰り返される。ステップ675において、入力インタリーブ化シンボルについて結果として生じた8個の候補トレリス復号化ビット・シーケンスは、ユニット145から図10のメモリ150へ送られる。1つのエポック・インターバルに対するトレースバック・プロセスの上記繰返しは図13のステップ680で終了し、図15に示した包括プロセスのステップ450が完了する。

#### 【0048】

図15のステップ460および465において、フォワード・トレース・ユニット160(図10)は、符号化されて受信側へ送信されたシーケンスに最も近似して対応している8候補シーケンスに含まれるトレリス復号化ビット・シーケンスを識別する。ステップ470において、その結果として識別されたトレリス復号化シーケンスは、遅延されたあとで、トレース・ユニット160からの選択信号に回答してメモリ150からmux155経由でトレリス・デマッパ60とリ・エンコーダ50(図1)へ送られる。

#### 【0049】

図15のステップ460および465において、トレース・ユニット160はマージされたステートと、送信されたインタリーブ化シンボル・パケット・シーケンスに最も近似して対応しているトレリス復号化ビット・シーケンスを識別する。トレース・ユニット160は、図14に示すフォワード・トレース・プロセスを使用して、エポックのトレリス復号化ビット・シーケンスをエポック単位で識別する。フォワード・トレース手法はデータ復号化遅延(レイテンシ)を減少するコスト効率的な方法である。

#### 【0050】

図15のステップ460において、図14のフォワードトレース・プロセスは入力データのエポック・インターバルの期間に行われ、8データ・シーケンスの各々について2つのポインタ、pointer1とpointer2を更新する。これらのポインタは、トレリス復号化ビット・シーケンスを識別するために使用される。

#### 【0051】

図14のステップ843において、ステップ840でスタートしたあとに続いて、pointer2の8個のインジケータは対応するpointer1のインジケータ値で更新される。これらのポインタはユニット160内にストアされる。ステップ845において、ユニット160内の内部記憶レジスタは、コントロール・ユニット165(図10)からの制御信号に回答してエポック・データ境界で初期化される。コントロール・ユニット165はユニット10(図10)からのR/E入力信号に回答して制御信号を出力し、エポック境界でトレースを開始するように両方のトレース・ユニット145と160を同期させる。インタリーブ化シンボル・パケット、例えば、SP1の非遅延決定ワードは、ステップ850でACSユニット43(図1)から循環的に入力される。

#### 【0052】



ステップ 8 5 5 において、3 ステージ・プロシージャは、入力決定ワードの 8 データ・シーケンスに関連づけられた 8 個の別々の pointer1 インジケータの 1 つを更新するために使用される。入力された非遅延ワードの決定ビット、例えば、B 1 は、前述したトレースバック・プロセスを適用することによって、現状態から先行状態を識別するために使用される。先行状態は、ユニット 1 4 5 のトレースバック・プロセスで説明したように先行データ・セグメントのコロケートされたインタリーブ化シンボル・パケット（この例では、S P 1）のシンボル・パケット・データについて識別される。識別された先行状態は、入力決定ワードの 8 データ・シーケンスに関連づけられた 8 個の別々の pointer1 インジケータの 1 つを選択するために使用される。インタリーブ化シンボル（この例では、S P 1）の選択された pointer1 で示された状態は、決定ビット・シーケンス（この例では、B 1 のシーケンス）に関連する pointer1 インジケータにストアされ、以前の pointer1 の内容はオーバーライトされる。

10

#### 【 0 0 5 3 】

ステップ 8 6 0 では、ステップ 8 5 5 を繰り返す。すなわち、8 データ・シーケンスの個々の pointer1 インジケータがインタリーブ化シンボル（S P 1）についてユニット 1 6 0 にストアされるまで、入力決定ワード（この例では、B 2 ~ B 8）の残りの決定ビットの各々について繰り返される。ステップ 8 6 5 において、ステップ 8 5 0 ~ 8 6 0 は 1 2 個のシンボル並び替えデータ・セグメントの残りのインタリーブ化シンボル（この例では、シンボル S P 2 ~ S P 1 2）について繰り返される。同様に、ステップ 8 7 0 は、ステップ 8 5 0 ~ 8 6 5 を繰り返す。すなわち、エポック・インターバル（T / 2）を構成する個数の並び替えデータ・セグメントが処理されるまで繰り返される。フォワード・トレース・プロセスの上記繰返しは図 1 4 のステップ 8 8 0 で終了し、図 1 5 に示した包括プロセスのステップ 4 6 0 が完了する。

20

#### 【 0 0 5 4 】

図 1 5 のステップ 4 6 5 において、更新されたポインタ、pointer1 と pointer2 はマージされた状態を識別するために使用される。トレースバック・インターバル T に続いて、定常状態で動作しているとき、特定のデータ・シーケンスの pointer1 と pointer2 は、どちらも、1 エポック前に現れた先行状態を示している。pointer1 は現エポック・ポインタであり、pointer2 は直前のエポック・ポインタである。pointer1 と pointer2 は一緒になって、1 トレースバック・インターバルだけ戻って収束またはマージされた先行状態を指している。8 データ・セグメントすべての pointer1 と pointer2 は、エラーがなければ、同一のマージされた状態を示しているので、従って、メモリ 1 5 0 からリリースするために同じデータ・シーケンスを識別する。8 データ・シーケンスの pointer1 インジケータの 1 つが選択され、8 個の pointer2 インジケータの 1 つを識別するために使用される。この識別された pointer2 インジケータは、マージされた状態を識別するために使用される。従って、8 個の pointer1 インジケータの 1 つと 8 個の pointer2 インジケータの 1 つとが一緒に使用されて識別が行われる。但し、これらのポインタを平均化するか、多数またはその他を基準にして選択すると、マージされた状態選択の信頼度を向上させることも可能である。

30

#### 【 0 0 5 5 】

ステップ 4 6 5 で決定されたマージされた状態は、ステップ 4 7 0 で使用され、8 個の候補トレリス復号化ビット・シーケンスのどれが  $\mu x 1 5 5$ （図 1 0）を経由してメモリ 1 5 0 からリリースされるかを示す。選択された符号化データ・シーケンスは、送信された符号化インタリーブ化シンボル・シーケンスに最も近似して対応しているデータである。

40

#### 【 0 0 5 6 】

結果として決定されたトレリス復号化シーケンスは、遅延されたあとで、トレース・ユニット 1 6 0 からの選択信号に応答して、メモリ 1 5 0 によって、トレリス・デマッパ 6 0 とリ・エンコーダ 5 0（図 1）に向けて  $\mu x 1 5 5$ （図 1 0）を経由してリリースされる。 $\mu x 1 5 5$  からトレリス・デマッパ 6 0 とリ・エンコーダ 5 0（図 1）に出力され

50

た解放(released)トレリス復号化シーケンスは、図2のエンコーダによって符号化されたインタリーブ化シンボルのX1ビットのオリジナル・シーケンスを再現する。なお、X1ビット・シーケンスは、図2に示すようにZ1ビット・シーケンスに等しくなっていることは勿論である。図15のプロセスのステップは、利用可能な入力決定データが存在する限り間繰り返される。存在しなければ、プロセスはステップ480で終了する。

#### 【0057】

ユニット50(図1)は、ユニット47(および図10のmux155)からのインタリーブ化Z1ビット・シーケンスを順次に再符号化して、再符号化Z0ビット・シーケンスをデマッパ60へ与える。Z1からZ0を得るために使用される再符号化機能は、図2に示すように送信前にエンコーダで行われる等価機能を複製する。さらに、ユニット10からの並び替えられたインタリーブ化シンボル・データは、ユニット70によって遅延され、ユニット47の出力と同期がとられて、トレリス・デマッパ60へ送られる。

#### 【0058】

図11はトレリス・デマッパ60(図1)のアーキテクチャを示す図である。トレリス・デマッパ60はユニット47, 50および70(図1)からの同期化インタリーブ化データ・シーケンスを順次に処理していく。CONF信号によって選択された非フィルタ処理データ・モードにおいて、ユニット70からの第1インタリーブ化シンボルの入力遅延シンボル・データは図11に示したデマッパ・ユニットの加算器950によって未変更のまま通過される。このモードでは、mux955はゼロ値を出力する。

#### 【0059】

第1インタリーブ化シンボルについてのユニット50と70からの入力再符号化データZ1とZ0は、図2のシンボル・マップ・テーブル125に示すように、前述した4つのコセットの1つをユニークに定義している。例えば、Z1=1、Z0=0はコセット・ポイントC(-3, +5)を定義している。図11のルックアップ・テーブル機能960は、加算器950から出力された入力シンボルを、入力Z1とZ0で定義されたコセット内の2コンステレーション・ポイントの各々と比較する。受信された遅延シンボル・ポイントに最も近いコンステレーション・ポイントが決定され、このコンステレーション・ポイントのZ2値が第1インタリーブ化シンボルの復号化Z2値としてポスト・コーダ(post-coder)977に与えられる。ポスト・コーダ977は加算器980とレジスタ975を使用して、図2のプリ・コーダ102とは逆の働きをし、Z2値を復号化して第1インタリーブ化シンボルのX2ビットを得る。デマッパ60は、ユニット47と50からの同期化関連シンボル・データを使用して、ユニット70から受信された各インタリーブ化シンボル・パケットごとにこのプロセスを繰り返す。このようにして、デコーダ24に入力されたインタリーブ化シンボルに対応する、ユニット70からのインタリーブ化シンボルのX2ビット・シーケンスが加算器980から順次に出力されていく。

#### 【0060】

フィルタ処理データ・モードでは、ユニット70(図1)からの第1インタリーブ化シンボルの、変更・遅延されたシンボル・パケット・データは図11の加算器950によって、mux955および970経由でユニット985から供給された8コンステレーション・ポイント(シンボル)値の1つと加算される。加算されたデータは、前述したようにルックアップ・テーブル960によって処理される。ユニット985から選択されたコンステレーション・ポイント値が選択されて、加算器950に入力されたシンボル・データを、ユニット960によって処理できるシンボル・データに復元する。このオペレーションがフィルタ処理モードで要求されるのは、前述したように、インタリーブングと拒絶フィルタリングを併用すると、部分応答入力データが得られるからである(HDTV標準のセクション10.2.3.9)。mux955を介してmux970は、レジスタ965によって遅延されたZ0とZ1データのステートおよびレジスタ965によって遅延された機能960から出力されたZ2のステートに基づいて、コンステレーション・ポイント(A...D+)を選択する。その他の場合は、デマッパ60のフィルタ処理モード・オペレーションは非フィルタ処理モードに関して説明したものと同一である。

## 【0061】

デマッパ60(図1)は、その結果として回復したX2データを同期化X1データと一緒にアセンブラ90へ送る。デコーダ24に入力された各インタリーブ化データ・シンボルに対応するX1ビットとX2ビットは、ユニット60からアセンブラ90へ順次に渡されていく。X1とX2ビットの各ペアは、シンボル・パケットのトレリス復号化データである。アセンブラ90は、連続データ・セグメントのコロケートされたインタリーブ化パケットについて4つのX1、X2ビット・ペアを、1つの8ビット・バイトにアセンブルする。ユニット90は、12個のインタリーブ化シンボル・パケットの各々ごとに、このようにしてデータ・バイトをアセンブルしていく。ユニット90はこれらのバイトを、12個のインタリーブ化シンボル・パケット・ストリームの各々ごとに、バイト単位で(on a byte by byte basis)出力していく。このようにして、ユニット90はイントラセグメント・シンボルのデインタリーブされた出力データを出力し、他の受信機エレメントで使用するようにする。

10

## 【0062】

図12に一部だけが示されているHDTV受信システムの例では、符号化データはプロセッサおよびデモジュレータ750によって処理され、そして復調される。ユニット750は入力チャネル・チューナ、RF増幅器、IF(中間周波数)増幅器およびミキサ・ステージを具備し、変調された信号を以後の処理に適したより低い周波数バンドにダウン・コンバートする。入力プロセッサ750は、また、自動利得制御回路、アナログ・デジタル・コンバータ、タイミングおよび搬送波回復回路も備えている。受信された信号は、ユニット750内の搬送波回復回路によってベースバンドに復調される。この搬送波回復回路は、イコライザ(等化器)、ローテータ、スライサおよび位相誤差検出回路のほかに、公知の如く、イコライザとローテータの動作を制御する位相コントローラを用いることも可能である。

20

## 【0063】

復調されたデータまたはNTSC拒絶フィルタ22によって処理された復調されたデータのどちらかが、CONF信号に応答してmux28によって選択され、本発明に従ってデコーダ24により復号化される。トレリス復号化され、そしてイントラセグメント・シンボル・デインタリーブされたデータはデコーダ24から出力されて、ユニット760へ送られる。デコーダ24からのシンボル・デインタリーブ化データは、出力プロセッサ760によってコンボリューションにインターセグメント・デインタリーブされ、リード・ソロモン復号化されてから、以後の処理と表示のために他のHDTV受信機エレメントに送られる。トレリス・コーディングに関連したイントラセグメント・デインタリーブング・プロセスは独特のもので、インターセグメント・デインタリーブング・プロセス(HDTV標準のセクション10.2.3.9および10.2.3.10)とは異なるものである。ユニット750と760に関して説明した機能は、例えば、冒頭に引用したLee およびMesserschmidt の文献に記載されている。

30

## 【0064】

図1から図15までに関連して説明してきたアーキテクチャは、これだけに限定されるものではない。本発明の原理によれば、他のアーキテクチャを採用しても、同じ目標を達成することが可能である。例えば、単一のトレリス・デコーダを使用してN個の入力データ・パケットを復号化することも、あるいは、特定システムの要件に応じて2つ以上のトレリス・デコーダ(たとえば、N個より少ない)を使用することも可能である。さらに、トレリス遷移状態数が異なるごとに、異なるアーキテクチャを採用することも可能である。本発明の原理は上述した8状態・アーキテクチャに限定されるものではない。さらに、さまざまなアーキテクチャのエレメントの機能は、全体的にも、部分的にも、マイクロプロセッサのプログラムされた命令で実現することが可能である。

40

## 【図面の簡単な説明】

【図1】複数のインタリーブされたデータストリームを復号し、複数の動作モード間でシームレスにスイッチングを行うための、本発明を適用したトレリス・デコーダ・システム

50

を示す図である。

【図 2】H D T V 標準に述べられているトレリス・エンコーダ、プリコーダおよびシンボル・マップを示す図である。

【図 3】図 2 に示したエンコーダ・システム用に作成されたエンコーダ・ステート・テーブルを示す図である。

【図 4】N T S C 共通チャネル拒絶フィルタによって事前にフィルタ処理されなかったトレリス・デコーディング・データ用に作成された 4 ステート・トレリス図である。

【図 5】N T S C 拒絶フィルタによって事前にフィルタ処理されたトレリス・デコーディング・データ用に作成された 8 ステート・トレリス図である。

【図 6】図 1 に示したトレリス・デコーダで使用するのに適した、本発明を適用した、ブランチ・メトリック・コンピュータ・アーキテクチャを示すブロック図である。

10

【図 7】図 6 に示したブランチ・メトリック・コンピュータ・アーキテクチャで使用するのに適した、本発明を適用した、ブランチ・メトリック計算ユニット・アーキテクチャを示す図である。

【図 8】図 9 の A C S 機能アーキテクチャで使用するのに適した、本発明を適用した、個別的な加算 - 比較 - 選択 ( A C S ) ユニット・アーキテクチャを示す図である。

【図 9】図 1 に示したトレリス・デコーダで使用するのに適した、本発明を適用した、A C S 機能アーキテクチャを示す図である。

【図 1 0】図 1 に示したトレリス・デコーダで使用するのに適した、本発明を適用した、トレースバック・コントロール・ユニット・アーキテクチャを示す図である。

20

【図 1 1】図 1 に示したトレリス・デコーダで使用するのに適した、本発明を適用した、トレリス・デマップ・アーキテクチャを示す図である。

【図 1 2】H D T V 受信機システムの場合において、フィルタ処理データまたは非フィルタ処理データの複数インタリーブ化データストリームを適応的に復号化する、シームレスにスイッチング可能な、本発明を適用した、トレリス・デコーダを示す図である。

【図 1 3】本発明に従って、インタリーブされたデータのトレリス復号で使用するトレリス・トレースバック機能を実行するためのプロセスを示すフローチャートである。

【図 1 4】本発明に従って、インタリーブされたデータのトレリス復号で使用するフォワード・トレース・プロセスを示すフローチャートである。

【図 1 5】図 1 3 のプロセスと図 1 4 のプロセスを一体化して、本発明に従って、図 1 0 のトレースバック・コントロール機能を実現するトレリス・デコーディング・プロセスを示すフローチャートである。

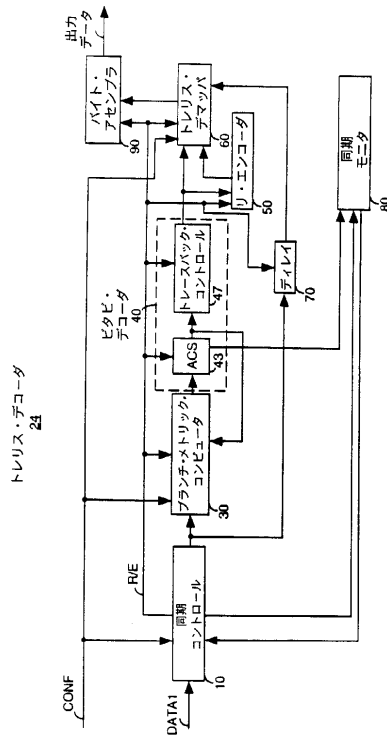
30

#### 【符号の説明】

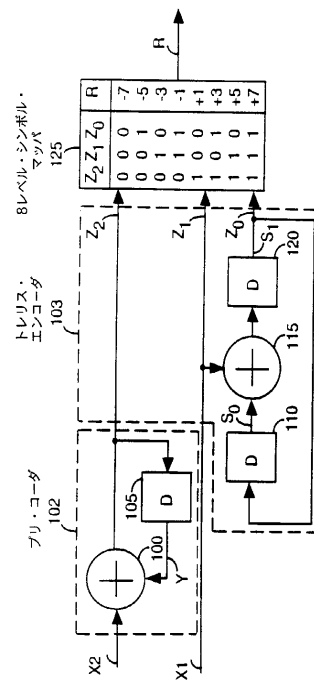
- 1 0 同期コントロール・ユニット
- 2 4 適応型トレリス・デコーダ
- 3 0 ブランチ・メトリック・コンピュータ
- 4 0 ビタビ・デコーダ
- 4 3 加算 - 比較 - 選択 ( A C S ) ユニット
- 4 7 トレースバック・コントロール・ユニット
- 5 0 リ・エンコーダ
- 6 0 トレリス・デマップ
- 7 0 遅延 ( ディレイ ) ユニット
- 8 0 同期モニタ
- 9 0 バイト・アセンブラ

40

【 図 1 】



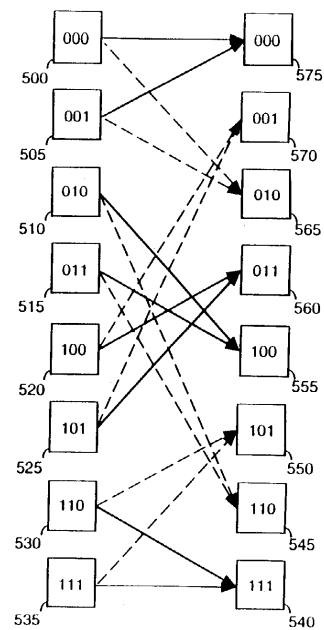
【 図 2 】



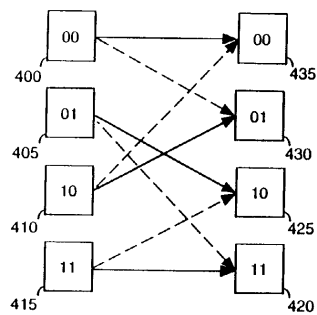
【 図 3 】

入力& フィードバック	現 ステート	次 ステート	エンコーダ 出力
$x_1 y \ x_2$	$s_0 \ s_1$	$s_0 \ s_1$	$z_2 \ z_1 \ z_0$
0 0 0	0 0	0 0	0 0 0
0 0 1	0 1	1 0	1 0 1
0 1 0	1 0	0 1	1 0 0
0 1 1	1 1	1 1	0 0 1
1 0 0	0 0	0 1	0 1 0
1 0 1	0 1	1 1	1 1 1
1 1 0	1 0	0 0	1 1 0
1 1 1	1 1	1 0	0 1 1

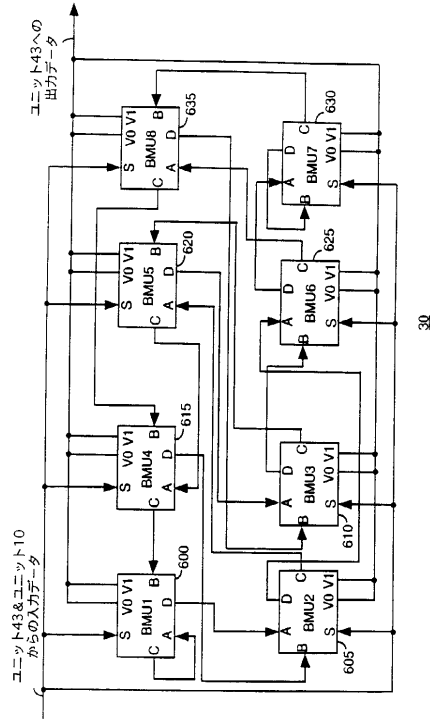
【 図 5 】



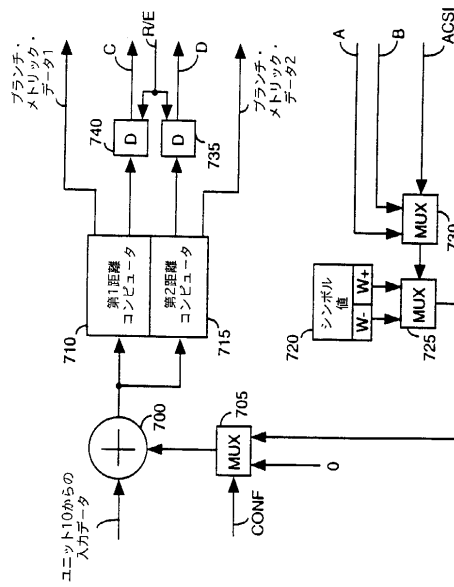
【 図 4 】



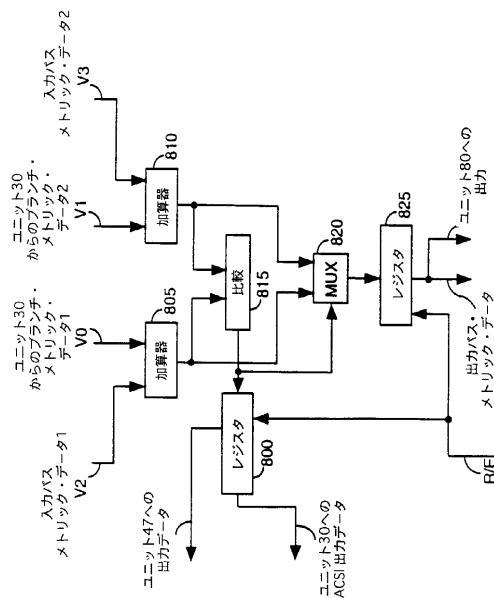
【図 6】



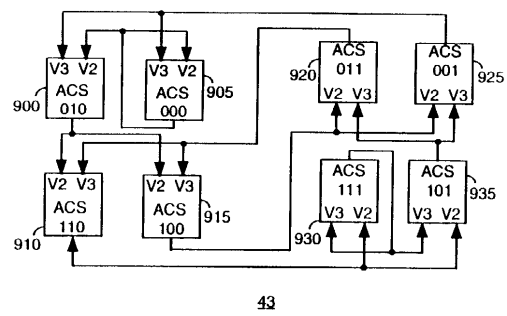
【図 7】



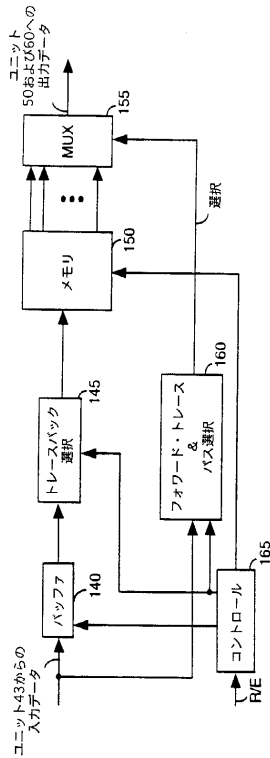
【図 8】



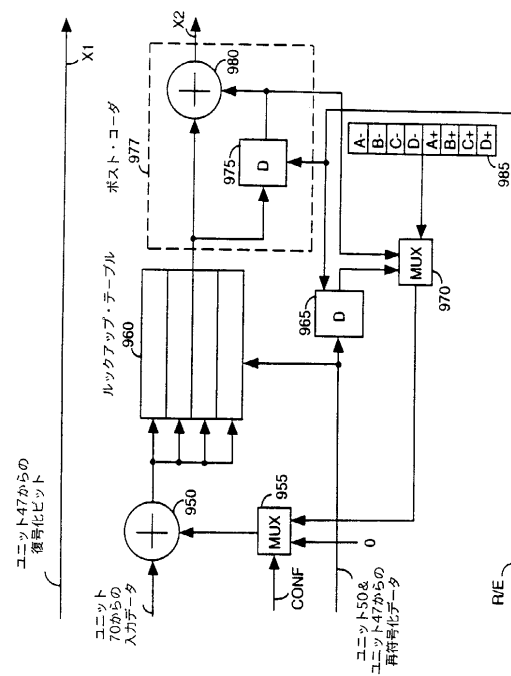
【図 9】



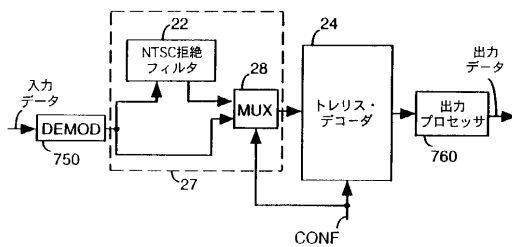
【図10】



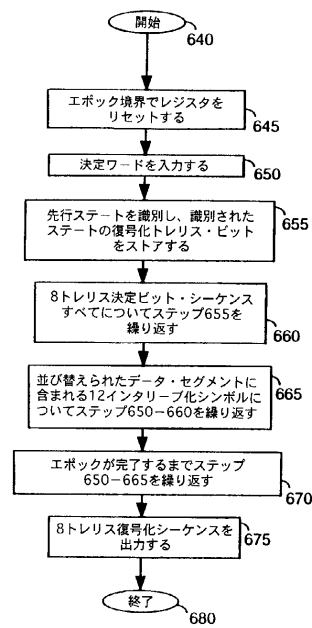
【図11】



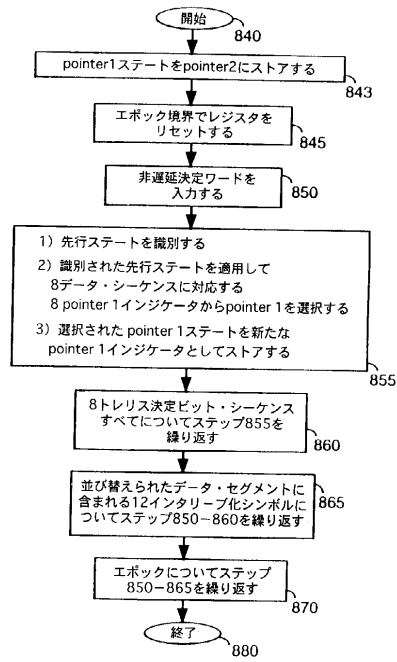
【図12】



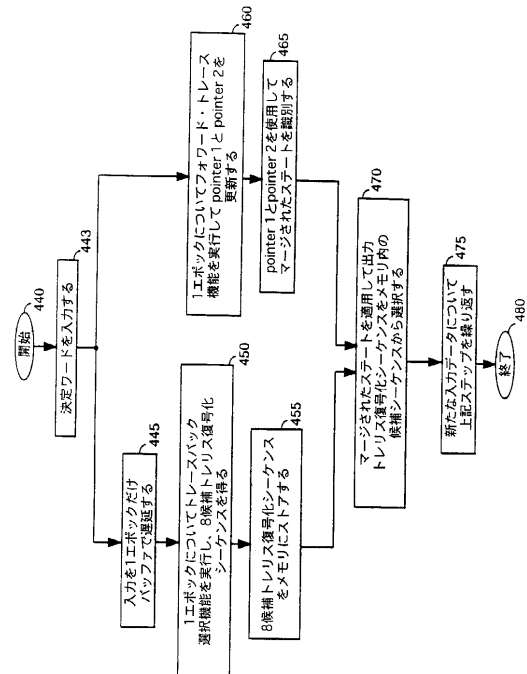
【図13】



【図 14】



【図 15】





## フロントページの続き

(72)発明者 ケレン ヒュー

アメリカ合衆国 08536 ニュージャージー州 プレインズボロ ディア クリーク ドライブ 907

(72)発明者 ウィリアム ウェイ - リアン リン

アメリカ合衆国 08520 ニュージャージー州 イースト ウインザー グレン オーク ドライブ 5

(72)発明者 マウリス デイヴィッド コールドウェル

アメリカ合衆国 08536 ニュージャージー州 プレインズボロ レイバンス クレスト ドライブ 3910

審査官 岩井 健二

(56)参考文献 特開平8 - 88656 (JP, A)

特開平5 - 327787 (JP, A)

国際公開第96 / 02108 (WO, A1)

国際公開第96 / 02100 (WO, A1)

国際公開第95 / 22864 (WO, A1)

米国特許第5497401 (US, A)

欧州特許出願公開第677965 (EP, A1)

ATSC DIGITAL TELEVISION STANDARD Doc. A/53, ADVANCED TELEVISION SYSTEM COMMITTEE, 1995年9月16日, pp.46-60

Alberto Morello, FLASH-TV: A FLEXIBLE BIT-RATE TRANSMISSION SYSTEM FOR DIGITAL HDTV OUSIDE BROADCASTING BY SATELLITE, GLOBECOM '93, IEEE, 1993年11月, vol.3, pp.1622-1627

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/44 - 5/46

H04N 7/24 - 7/68

H03M 13/25

H03M 13/41