

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4705685号  
(P4705685)

(45) 発行日 平成23年6月22日(2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月18日(2011.3.18)

(51) Int. Cl. F I  
 H03M 7/30 (2006.01) H03M 7/30 Z  
 G10L 19/14 (2006.01) G10L 19/14 400E

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2009-141575 (P2009-141575)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成21年6月12日 (2009.6.12)		日本電信電話株式会社
(62) 分割の表示	特願2005-233944 (P2005-233944) の分割		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
原出願日	平成17年8月12日 (2005.8.12)	(74) 代理人	100121706
(65) 公開番号	特開2009-225466 (P2009-225466A)		弁理士 中尾 直樹
(43) 公開日	平成21年10月1日 (2009.10.1)	(74) 代理人	100066153
審査請求日	平成21年6月12日 (2009.6.12)		弁理士 草野 卓
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(72) 発明者	原田 登
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	守谷 健弘
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号の符号化装置、復号化装置、方法、プログラム、および記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

もともと振幅が小さい信号を増幅して得た複数ビットで表現されるデジタル信号サンプルを、複数サンプルにより構成されるフレームごとに、符号化する信号符号化装置であって、

複数の前記デジタル信号サンプルをまとめたフレームを形成するフレームバッファと、もともと振幅が小さい信号を増幅して得たことに起因してフレーム内の全デジタル信号サンプルにおいてビット位置の値が0となる、最下位ビットからnビットの範囲（nは1以上の整数）を求める算出部と、

前記フレーム内の全デジタル信号サンプルの前記算出部で求めた範囲を除く部分を符号化した符号列を得る整数信号符号化部と、

前記算出部で求めた範囲を示す情報と前記整数信号符号化部で得た符号列とを出力する出力部と

を備える信号符号化装置。

【請求項2】

もともと振幅が小さい信号を増幅して得た複数ビットで表現されるデジタル信号サンプルが、複数サンプルにより構成されるフレームごとに、符号化された符号列を、フレームごとに復号化して前記デジタル信号サンプルを得る信号復号化装置であって、

前記符号列からフレームごとのもともと振幅が小さい信号を増幅して得たことに起因してすべてのビットが0となる最下位ビットからnビットの範囲（nは1以上の整数）の情

10

20

報を得る桁情報取得部と、

前記符号列からフレームごとのデジタル信号サンプルを得る整数信号復号化部と、  
前記整数信号復号化部で得たフレームごとのデジタル信号サンプルの最下位ビットより  
下位に、前記桁情報取得部で得た情報に基づいて、値が0のビットを付加する逆シフト処  
理部と

を備える信号復号化装置。

【請求項3】

もともと振幅が小さい信号を増幅して得た複数ビットで表現されるデジタル信号サンプ  
ルを、複数サンプルにより構成されるフレームごとに、符号化する信号符号化方法であっ  
て、

複数の前記デジタル信号サンプルをまとめたフレームを形成するフレーム化ステップと

、  
もともと振幅が小さい信号を増幅して得たことに起因してフレーム内の全デジタル信号  
サンプルにおいてビット位置の値が0となる、最下位ビットからnビットの範囲（nは1  
以上の整数）を求める算出ステップと、

前記フレーム内の全デジタル信号サンプルの前記算出ステップで求めた範囲を除く部分  
を符号化した符号列を得る整数信号符号化ステップと、

前記算出ステップで求めた範囲を示す情報と前記整数信号符号化部で得た符号列とを出  
力する出力ステップと

を有する信号符号化方法。

【請求項4】

もともと振幅が小さい信号を増幅して得た複数ビットで表現されるデジタル信号サンプ  
ルが、複数サンプルにより構成されるフレームごとに、符号化された符号列を、フレーム  
ごとに復号化して前記デジタル信号サンプルを得る信号復号化方法であって、

前記符号列からフレームごとのもともと振幅が小さい信号を増幅して得たことに起因し  
てすべてのビットが0となる最下位ビットからnビットの範囲（nは1以上の整数）の情  
報を得る桁情報取得ステップと、

前記符号列からフレームごとのデジタル信号サンプルを得る整数信号復号化ステップと

、  
前記整数信号復号化ステップで得たフレームごとのデジタル信号サンプルの最下位ピッ  
トより下位に、前記桁情報取得ステップで得た情報に基づいて、値が0のビットを付加す  
る逆シフト処理ステップと

を有する信号復号化方法。

【請求項5】

請求項1または2のいずれかに記載の装置をコンピュータにより実現するプログラム。

【請求項6】

請求項5記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のサンプル値を符号化する信号符号化装置、方法、プログラム、および記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

図1に、従来の整数信号符号化部の機能構成例を示す。また、図2に整数信号符号化部840の処理フロー（S840）を示す。整数信号符号化部840は、区間分割部8401、線形予測分析部8402、線形予測係数符号化部8403、線形予測係数復号化部8404、逆フィルタ8407、サンプルバッファ8408、残差信号符号化部8409、統合部（Multiplexer）8410から構成される。区間分割部8401は、入力された整数信号を複数サンプルまとめてフレーム化し、フレーム単位のデジタルのサンプリング値

10

20

30

40

50

とする( S 8 4 0 1 )。線形予測分析部 8 4 0 2 は、フレーム化して入力された整数信号(以下、「入力整数信号」という。)について線形予測のための分析を行い、線形予測係数を出力する( S 8 4 0 2 )。ここで、線形予測係数の次数を P とする。線形予測係数符号化部 8 4 0 3 は、線形予測分析部 8 4 0 2 の結果にしたがって線形予測係数を符号化し、予測係数符号を出力する( S 8 4 0 3 )。線形予測係数復号化部 8 4 0 4 は、線形予測係数符号化部 8 4 0 3 からの出力を復号化し、P 次の線形予測係数を出力する( S 8 4 0 4 )。本例では、線形予測係数符号化部 8 4 0 3 からの出力を線形予測係数復号化部 8 4 0 4 で復号化して、量子化済線形予測係数を得る構成としている。しかし、線形予測係数復号化部 8 4 0 4 を無くし、線形予測係数符号化部 8 4 0 3 から予測係数符号とそれに対応する量子化済線形予測係数を得る構成としてもよい。逆フィルタ 8 4 0 7 は、予測係数符号で伝達される信号を、線形予測係数復号化部 8 4 0 4 から出力された P 次の量子化済線形予測係数およびサンプルバッファ 8 4 0 8 に保存されている直前のフレームのサンプル値と現フレームのサンプル値を用いて復元する。さらに、入力整数信号から復元した予測係数符号で伝達される信号を減算し、残差信号を出力する( S 8 4 0 7 )。また、現フレームのサンプル値の少なくとも最後の P サンプルは、サンプルバッファ 8 4 0 8 に保持される( S 8 4 0 8 )。残差信号符号化部 8 4 0 9 は、逆フィルタ 8 4 0 7 から出力された残差信号を符号化し、残差符号を出力する( S 8 4 0 9 )。統合部 ( Multiplexer ) 8 4 1 0 は、線形予測係数符号化部 8 4 0 3 が出力した予測係数符号と残差信号符号化部 8 4 0 9 が出力した残差符号とを統合して整数信号符号として出力する( S 8 4 1 0 )。なお、線形予測分析部 8 4 0 2 でも、線形予測分析に直前のフレームの最後の P サンプルを用いてもよい。この場合には、図 1 中に点線で示しているように、サンプリングバッファ 8 4 0 8 から直前のフレームの最後の P サンプルの値を受け取る。

#### 【 0 0 0 3 】

図 3 に従来 of 整数信号復号化部の機能構成例を示す。また、図 4 に整数信号復号化部 9 2 0 の処理フロー ( S 9 2 0 ) を示す。整数信号復号化部 9 2 0 は、分割部 ( Demultiplexer ) 9 2 0 1、線形予測係数復号化部 9 2 0 2、残差信号復号化部 9 2 0 3、サンプルバッファ 9 2 0 6、合成フィルタ 9 2 0 7 から構成される。符号化されたデータは、分割部 ( Demultiplexer ) 9 2 0 1 で受信、蓄積され、予測係数符号と残差符号とに分割される ( S 9 2 0 1 )。線形予測係数復号化部 9 2 0 2 は、予測係数符号を復号化し、線形予測係数を出力する ( S 9 2 0 2 )。残差信号復号化部 9 2 0 3 は、残差符号を復号化し、残差信号を出力する ( S 9 2 0 3 )。合成フィルタ 9 2 0 7 は、線形予測係数復号化部 9 2 0 2 が出力した線形予測係数およびサンプルバッファ 9 2 0 6 に保持された直前フレームのサンプル値と現フレームのサンプル値を用いて、信号を合成する ( S 9 2 0 6 )。さらに、復元された信号と残差信号を加算し、整数信号を得る ( S 9 2 0 7 )。

#### 【 0 0 0 4 】

また、整数信号を可逆符号化する符号化方法については、例えば、非特許文献 1 にあるように、線形予測を行って、線形予測係数と線形予測残差をそれぞれ可逆符号化する方法がある。非特許文献 1 の符号化方法では、入力された整数形式のデータサンプル値列を、複数まとめたフレームごとに、線形予測係数を求め、線形予測係数を符号化し、前記符号化の過程で量子化された線形予測係数を用いて逆フィルタ ( 分析フィルタとも言う。 ) を構成し、線形予測残差信号を求め、線形予測残差信号を符号化する。

#### 【 先行技術文献 】

#### 【 非特許文献 】

#### 【 0 0 0 5 】

【 非特許文献 1 】 Tilman Liebchen and Yuriy A. Reznik, "MPEG4-ALS: an Emerging Standard for Lossless Audio Coding," Proceedings of the Data Compression Conference (DCC'04), pp1068-0314/04, 2004.

#### 【 発明の概要 】

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

#### 【 0 0 0 6 】

図5を用いて従来の方法の問題点を説明する。図5は、24ビットを符号化する整数信号符号装置であって、1フレームが10サンプルで構成される場合のイメージを示している。図中の網掛け部は、0または1のビット（実質的に情報を有するビット）であり、その他の部分は0（実質的に情報がないビット）である。また、図中の点線で囲まれた範囲が符号化の対象である。図5では、全てのビットが符号化の対象であることを示している。

しかし、もともと振幅が小さい入力信号を増幅して得た信号の場合、下位ビットが0となっていることがある。例えば、図5のフレーム1では下位の2ビット分の桁、フレーム2では下位の4ビット分の桁では、全てのビットが0である。従来技術では、このような実質的に情報のない下位ビットも符号化することになる。つまり、下位ビットが0となっ

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明では、整数信号を符号化する際に、フレーム内のビットが全て0の桁が最下位桁から何桁あるか、もしくは、いずれかのビットが1の桁が最下位桁から何桁目にあるかを検出し、その情報を出力する。また、最も下位桁にあるいずれかのビットが1である桁を含むそれより上位の桁を符号化し、符号列を出力する。図6に本発明を適用した場合の符号化のイメージを示す。フレーム1の場合は下位の2桁、フレーム2の場合は下位の4桁の全てのビットが0なので、符号化の対象から外されている。

また、整数信号を復号化する際には、前記符号列から整数信号を復号化し、前記フレーム内のビットが全て0の桁が最下位桁から何桁あるか、もしくは、いずれかのビットが1の桁が最下位桁から何桁目にあるかの情報を用いて、復号化された整数信号の下位にビットが全て0の桁を付加することで、出力する整数信号を求める。

20

【0008】

このようにフレームごとに符号化の対象範囲が異なると、フレーム間予測を行う線形予測符号化などの場合に、フレーム間予測が適正に行われず、圧縮効率が悪くなるという問題が新たに生じる。そこで、本発明では、直前のフレームの検出結果と現フレームの検出結果とが異なる場合に、過去の検出結果を考慮して、頻繁なシフト量の変化を抑制する。もしくは、直前のシフト量も考慮した線形予測符号化を行う。

【発明の効果】

30

【0009】

本発明によれば、整数信号の符号化の際に実質的に情報のない下位のビットの符号化を行わないため、圧縮効率が高くなる。また、頻繁なシフト量の変化がなくなり、フレーム間予測を用いて圧縮符号化する場合の圧縮率を向上することができる。さらに、フレーム間予測を行う線形予測符号化の場合には、情報があるビットの位置が前後のフレーム間でずれた場合にも、そのずれ量を補正することができるので、圧縮効率を高く維持できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】従来 of 整数信号符号化部の機能構成例を示す図。

【図2】従来 of 整数信号符号化部の処理フローを示す図。

40

【図3】従来 of 整数信号復号化部の機能構成例を示す図。

【図4】従来 of 整数信号復号化部の処理フローを示す図。

【図5】従来 of 方法の問題点を説明する図。

【図6】本発明を適用した場合の符号化のイメージを示す図。

【図7】第1実施形態 of 符号化処理部の機能構成を示す図。

【図8】符号化処理部400 of 処理フローを示す図。

【図9】シフト量算出部420 of シフト量決定ステップ(S420) of 詳細を示す図。

【図10】第1実施形態 of 復号化処理部の機能構成を示す図。

【図11】復号化処理部700 of 処理フローを示す図。

【図12】第2実施形態 of 符号化処理部の機能構成例を示す図。

50

- 【図13】シフト量決定部110の処理フロー（ステップS110）を示す図。  
 【図14】シフト量選定部130の処理ステップ（S130）の詳細を示す図。  
 【図15】ステップS130の代わりとなるシフト量選定部130の処理フロー（S130'）を示す図。  
 【図16】ステップS130の代わりとなるシフト量選定部130の処理フロー（S130''）を示す図。  
 【図17】第3実施形態の符号化処理部の機能構成例を示す図。  
 【図18】第3実施形態の変形例の符号化処理部の機能構成例を示す図。  
 【図19】第4実施形態の符号化処理部の機能構成を示す図。  
 【図20】第4実施形態の整数信号符号化部の機能構成例を示す図。  
 【図21】整数信号符号化部240の処理フローを示す図。  
 【図22】第4実施形態の復号化処理部の機能構成例を示す図。  
 【図23】第4実施形態の整数信号復号化部の機能構成例を示す図。  
 【図24】整数信号復号化部620の処理フローを示す図。  
 【発明を実施するための形態】

【0011】

以下では、説明の重複を避けるため同じ機能を有する構成部や同じ処理を行う処理ステップには同一の番号を付与し、説明を省略する。

[第1実施形態]

本発明の符号化処理部の機能構成を図7に示す。図8に、符号化処理部400の処理フローを示す。符号化処理部400は、フレームバッファ810、シフト量算出部420、整数信号シフト処理部430、整数信号符号化部840、統合部(Multiplexer)460から構成される。フレームバッファ810は、整数信号(入力信号)を蓄積し、複数のサンプル値単位(フレーム単位)にシフト量算出部420と整数信号シフト処理部430へ出力する(S810)。シフト量算出部420は、いずれかのビットが1である最下位の桁を含むそれより上位の桁すべてが符号化の対象となるようにシフト量を決定する(S420)。具体的な決定方法は後述する。整数信号シフト処理部430は、シフト量算出部420の決定にしたがって符号化の範囲をシフトする(S430)。整数信号符号化部840は、従来技術として図1、図2で説明した方法により、ステップS430でシフトされた整数信号を符号化する(S840)。統合部(Multiplexer)460は、符号化された整数信号とシフト量とを統合し、出力する(S460)。

【0012】

図9に、シフト量算出部420のシフト量決定ステップ(S420)の詳細を示す。シフト量算出部420は、フレームを構成するサンプルの数( $N_F$ 個)だけ、サンプルを取り込む(S4201)。シフト量  $E$  を0に初期化する(S4202)。入力信号系列を  $E$  だけ右シフトした場合の、最下位桁のビットプレーン(フレーム内のサンプルの同じ桁のビットの集合)中のビットが1となるサンプルの数  $n$  を検出する(S4203)。 $n = 0$  かを確認し、Yesの場合はステップS4205へ進み、Noの場合はステップS420を終了する(S4204)。ステップS4205では、シフト量  $E$  を  $E + 1$  とする(S4205)。 $E$  が符号化ビット数  $Q$  に等しいかを確認し、Yesの場合はステップS4207へ進み、Noの場合はステップS4203へ戻る。ステップS4207では、 $E$  を0に戻し、ステップS420を終了する。このステップでは、フレーム内の全てのビットが0だったため、シフト量  $E$  を0としている。

【0013】

図10に本発明の復号化処理部の機能構成を、図11に復号化処理部700の処理フローを示す。復号化処理部700は、分割部(Demultiplexer)910、整数信号復号化部920、逆シフト処理部950から構成される。分割部(Demultiplexer)910は、符号化データを受信し、符号化された整数信号とシフト量とに分割すると共に、符号化装置側でシフトした桁の情報(シフト量)を取得する(S910)。整数信号復号化部920は、従来技術として図3、図4で説明した方法により、整数信号を復号化する(S920

10

20

30

40

50

)。逆シフト処理部 950 は、復号化された整数信号をシフト量と反対方向にシフトし、出力信号を得る (S950)。

このように、本発明によれば、整数信号の符号化の際に実質的に情報のない下位のビットの符号化を行わないため、圧縮効率が高くなる。

#### 【0014】

##### [第2実施形態]

本実施形態は、直前のフレームとのシフト量の違いが、あらかじめ定めた範囲内の場合には、現シフト量を直前のシフト量と同じとする方法と、第1実施形態との組み合わせである。

#### 【0015】

図12に本実施形態の符号化処理部の機能構成例を示す。符号化処理部100は、フレームバッファ810、シフト量候補算出部120とシフト量選定部130とフレームシフト量保存バッファ140から構成されるシフト量決定部110、整数信号シフト処理部430、整数信号符号化部840、統合部(Multiplexer)460から構成される。図7の符号化処理部400との違いは、シフト量決定部110である。

符号化処理部100の処理フローは、図8の処理フローで、ステップS420をステップS110(図13)に置き換えたものとなる。図13にシフト量決定部110の処理フロー(ステップS110)を示す。ステップS110では、まず、シフト量候補算出部120で、フレーム内のサンプル値の全てのビットが0となる下位桁が最下位桁から何桁目まであるかをシフト量候補  $E$  として求める(S120)。シフト量選定部130は、現フレームが先頭フレームかランダムアクセスフレーム(RAフレーム:過去のフレームからの予測を用いないフレーム)かを判断する(S140)。先頭フレームかランダムアクセスフレームの場合には、シフト量選定部130は、シフト量候補  $E$  を現フレームのシフト量とする(S150)。先頭フレームでもランダムアクセスフレームでもない場合には、シフト量選定部130は、フレームシフト量保持バッファから1つまたは複数の過去のフレームのシフト量  $S_{j-k}$  ( $k$  は1以上の整数)を読み出し、過去のフレームのシフト量とシフト量候補  $E$  を用いて現フレームのシフト量  $S_j$  を決定する(S130)。

#### 【0016】

図14に、シフト量選定部130の処理(ステップS130)の詳細な処理フロー例を示す。シフト量選定部130は、フレームシフト量保持バッファ140から直前のフレームのシフト量  $S_{j-1}$  を、シフト量候補算出部120からシフト量候補  $E$  を読み込む(S1301)。 $S_{j-1} > E$ を確認する(S1302)。Noの場合には  $S_{j-1} + E$ を確認する(S1303)。ここで、 $E$  はあらかじめ定めておく閾値である。ステップS1302とS1303とがともにNoの場合には、直前のフレームのシフト量  $S_{j-1}$  を現フレームのシフト量  $S_j$  とする(S1304)。また、ステップS1302とS1303のどちらかがYesの場合には、シフト量候補  $E$  を現フレームのシフト量  $S_j$  とする(S1305)。

#### 【0017】

はシフト量の揺らぎが一定以上になった場合にのみシフト量を変化させるようにするための閾値で、たとえばあらかじめ3に設定しておく。 $E = 3$ の場合には、当該フレームの最大振幅を分析して得られたシフト量候補  $E$  が、前のフレームのシフト量  $S_{j-1}$  より小さくなるか、もしくは  $S_{j-1} + 3$  よりも大きい値となった場合にのみシフト量を変化させることに相当する。

このようにフレームのシフト量  $S_j$  を決定することで、頻繁なシフト量の変化がなくなり、フレーム間予測を用いて圧縮符号化する場合の圧縮率を向上することができる。

#### 【0018】

##### [変形例1]

第2実施形態では、シフト量決定部110のシフト量選定部130は、図14に示したように、閾値をあらかじめ決めておき、直前のフレームのシフト量と現フレームのシフト量候補との差が閾値以内であれば現フレームのシフト量を直前のフレームと同じにした。

10

20

30

40

50

本変形例では、シフト量決定部 110 のシフト量選定部 130 は、直前のフレームのシフト量から現フレームのシフト量候補までの各シフト量での符号化後のデータ量を計算して、最もデータ量が少ないシフト量を現フレームのシフト量とする。

【0019】

図 15 にステップ S130 の代替りとなるシフト量選定部 130 の処理フロー（ステップ S130'）を示す。シフト量選定部 130 は、フレームシフト量保持バッファ 140 から直前のフレームのシフト量  $S_{j-1}$  を、シフト量候補算出部 120 からシフト量候補  $E$  を読み込む（S1301）。 $S_{j-1} > E$  を確認する（S1302）。ステップ S1302 が No の場合には、 $D_{min}$  を無限大、 $i$  を直前のフレームのシフト量  $S_{j-1}$  とする（S1311）。ただし、無限大とは、符号量として取りうる最大の値以上とすればよい。シフト量を  $i$  とした場合の整数信号の符号量と誤差信号の符号量とを求め、統合した場合の符号化データの符号量  $D_i$  を求める（S1312）。 $D_{min}$  が  $D_i$  よりも大きいことを確認する（S1313）。 $D_{min}$  が  $D_i$  よりも大きい場合は、 $D_i$  を  $D_{min}$ 、 $i$  を  $i_{min}$  とする（S1314）。 $D_{min}$  が  $D_i$  以下の場合にはステップ S1315 に進む。 $i < E$  であることを確認する（S1315）。ステップ S1315 が Yes の場合意は、 $i$  に  $i+1$  を代入する（S1316）。ステップ S1315 が No の場合は、シフト量  $S_j$  を  $i_{min}$  とする（S1317）。ステップ S1302 が Yes の場合には、シフト量  $S_j$  をシフト量候補  $E$  とする（S1305）。

このように処理すると、処理の時間はかかるが、確実に符号量の少ないシフト量を選定することができる。

【0020】

[変形例 2]

本変形例では、シフト量決定部 110 のシフト量選定部 130 は、過去の  $N$  個（ $N$  は 2 以上の整数）のフレームのシフト量を記録しておく。シフト量候補が、過去の  $N$  個のフレームのシフト量の中で、 $n$  番目（ $n$  は、1 以上  $N$  未満の整数）に小さいシフト量以下、かつ直前のフレームのシフト量以上の場合には、直前のフレームのシフト量を現フレームのシフト量とする。シフト量候補が、過去の  $N$  個のフレームのシフト量の中で、 $n$  番目（ $n$  は、1 以上  $N$  未満の整数）に小さいシフト量より大きい場合、または直前のフレームのシフト量より小さい場合には、シフト量候補を現フレームのシフト量とする。

【0021】

図 16 にステップ S130 の代替りとなるシフト量選定部 130 の処理フロー（ステップ S130''）を示す。シフト量選定部 130 は、フレームシフト量保持バッファ 140 から過去のフレームのシフト量  $S_{j-k}$ （ $k=1 \sim N$ ）を、シフト量候補算出部 120 からシフト量候補  $E$  を読み込む（S1321）。ただし、 $N$  は 2 以上の整数である。閾値を  $N$  個の過去のシフト量の中で、 $n$  番目に小さいシフト量とする（S1322）。 $S_{j-1} > E$  を確認する（S1302）。No の場合には  $< E$  を確認する（S1323）。ステップ S1302 と S1323 とがともに No の場合には、直前のフレームのシフト量  $S_{j-1}$  を現フレームのシフト量  $S_j$  とする（S1304）。また、ステップ S1302 と S1323 のどちらかが Yes の場合には、シフト量候補  $E$  を現フレームのシフト量  $S_j$  とする（S1305）。

【0022】

本実施形態では、閾値をあらかじめ決めておくのではなく、過去のシフト量から求めている。したがって、入力信号の特徴を考慮して閾値を変更することができる。

【0023】

[第 3 実施形態]

第 1 実施形態と第 2 実施形態では、符号化対象の範囲をシフトすることで変更していた。これは、整数信号符号化処理では、通常、各サンプルの最上位の 1 より上位にある 0 を無視して符号化することが多いため、上位に 0 の桁が付加されても整数信号符号化処理の圧縮効率は悪くならないことを想定した処理である。

【0024】

10

20

30

40

50

その他の方法として、フレーム内のサンプルの最下位桁を含むN桁（Nは正の整数）の全てのビットが0の場合、最下位桁を含むN桁を削除する方法がある。この方法によれば、例えば、整数信号符号化処理において、最上位の1より上位にある0を含めて符号化を行う場合でも、整数信号符号化部の圧縮効率を良くすることができる。

図17は、シフト量を求める代わりに削除量を求める削除量算出部320と、シフト処理の代わりに削除処理を行う整数信号削除処理部330を備える符号化処理部300の機能構成例を示す図である。

#### 【0025】

本実施形態では、削除量を求めているが、その求め方は第1実施形態や第2実施形態のシフト量を求める方法と同一でよい。単純にシフトする代わりに、全てのビットが0の桁を削除するだけである。

また、復号化処理部側では、シフト量の代わりに削除量を受取ることになるので、逆シフト処理を行う代わりに、全てのビットが0の桁を付加する処理に変わるだけである。

#### 【0026】

##### [変形例]

図18に、第3実施形態の変形例を示す。削除処理を整数信号削除処理部330で行うのではなく、整数信号符号化部340で行うよう変形したものである。

#### 【0027】

##### [第4実施形態]

第1実施形態の整数信号符号化部840は、図1に示した従来技術であった。本実施形態では、直前のフレームのシフト量を考慮した整数信号符号化部を用いる。図19に、本実施形態の符号化処理部の機能構成を示す。図7に示した符号化処理部400との違いは、整数信号符号化部240である。

#### 【0028】

図20に、本実施形態の整数信号符号化部の機能構成例を示す。整数信号符号化部240は、区間分割部8401、線形予測分析部8402、線形予測係数符号化部8403、線形予測係数復号化部8404、フレーム間補正処理部2405、シフト量バッファ2406、逆フィルタ8407、サンプルバッファ2408、残差信号符号化部8409、統合部(Multiplexer)8410から構成される。図1の整数信号符号化部840との違いは、フレーム間のシフト量の違いを補正するために、フレーム間補正処理部2405、シフト量バッファ2406が追加されたことと、サンプル値をシフトできるサンプルバッファ2408としたことである。なお、線形予測分析部8402でも、線形予測分析に直前のフレームの最後のPサンプルを用いてもよい。この場合には、図8中に点線で示しているように、サンプリングバッファ2408から後述するシフト量を現フレームのシフト量にあわせた直前のフレームの最後のPサンプルの値を受け取る。

#### 【0029】

図21に、整数信号符号化部240の処理フローを示す。あらかじめ、シフト量バッファ2406とサンプルバッファ2408を初期化（直前のフレーム情報がない状態）しておく。区間分割部8401は、入力された整数信号のフレーム単位のデジタルのサンプリング値の列をさらに細かく分割し、サブフレーム化する（S8401）。ただし、サブフレーム化しない場合には、区間分割部8401は不要である。以下でも、サブフレーム化も含めてフレーム化と表現する。線形予測分析部8402は、フレーム化された入力整数信号について線形予測のための分析を行い、P個の線形予測係数（ $a_1 \sim a_p$ ）を出力する（S8402）。ここで、線形予測係数の次数をPとする。線形予測係数符号化部8403は、線形予測分析部8402の結果にしたがって線形予測係数を符号化し、予測係数符号を出力する（S8403）。線形予測係数復号化部8404は、線形予測係数符号化部8403からの出力を復号化し、P次の量子化済線形予測係数（ $a_1^{\wedge} \sim a_p^{\wedge}$ ）を出力する（S8404）。本例では、線形予測係数符号化部8403からの出力を線形予測係数復号化部8404で復号化して、量子化済線形予測係数を得る構成としている。しかし、線形予測係数復号化部8404を無くし、線形予測係数符号化部8403から予測係

10

20

30

40

50

数符号とそれに対応する量子化済線形予測係数を得る構成としてもよい。フレーム間補正処理部2405は、現在のフレームのシフト量 $S_j$ をシフト量算出部820から受け取る(S24051)。フレーム間補正処理部2405は、シフト量バッファ2406に現フレームのシフト量 $S_j$ を記録し、シフト量バッファ2406から直前のフレームのシフト量 $S_{j-1}$ を読み出す(S2406)。フレーム間補正処理部2405は、シフト量の違い $S_j - S_{j-1}$ を計算し、サンプルバッファ2408が保持する直前のフレームの最後のP個のサンプルを、 $S_j - S_{j-1}$ だけ右または左にシフトする(補正する)(S24052)。右シフトか左シフトかは、シフト量算出方法で右シフトを正の方向と定義するのか左シフトを正の方向と定義するのかが決まる。この補正により、直前のフレームのシフト量が現フレームのシフト量と異なる場合でも、現フレームの最初のサンプルの線形予測に用いる直前のフレームの最後のP個のサンプルの値( $y_{-1} \sim y_{-p}$ )は、現フレームと同じシフト量のサンプル値( $y'_{-1} \sim y'_{-p}$ )となる。なお、現フレームが、先頭フレームかランダムアクセスフレーム(RAフレーム:過去のフレームからの予測を用いないフレーム)の場合には直前のフレームのシフト量もサンプル値も存在しない。対応方法としては、初期化で直前のフレームの最後のP個のサンプルの値( $y_{-1} \sim y_{-p}$ )として0を代入しておく方法や、先頭フレームかランダムアクセスフレームの場合にはシフト量の変更処理を行わない方法などがある。ただし、これらに限る必要はない。

## 【0030】

逆フィルタ8407は、現フレームのサンプル値の少なくとも最後のPサンプルを、サンプルバッファ2408に保持する。また、直前のフレームの最後のP個のサンプル値をサンプルバッファ2408から読み出す(S2408)。逆フィルタ8407は、予測係数符号で伝達される信号を、線形予測係数復号化部8404から出力されたP次の量子化済線形予測係数( $\hat{a}_1 \wedge \sim \hat{a}_p \wedge$ )およびサンプルバッファ2408から読み出した直前のフレームの最後のP個のサンプル値と現フレームのサンプル値を用いて計算する。具体的には、信号の現フレームのi番目のサンプルの予測値は、現在のフレームの量子化済線形予測係数( $\hat{a}_1 \wedge \sim \hat{a}_p \wedge$ )、直前のフレームのサンプル値( $y'_{-1} \sim y'_{-p}$ )と現フレームのサンプル値( $y_1 \sim y_{i-1}$ )を用いて、次のように計算される。

## 【0031】

## 【数1】

$$\begin{cases} - \left( \sum_{k=1}^{P-i+1} \hat{a}_{k+i-1} \cdot y'_{-k} + \sum_{k=i}^{i-1} \hat{a}_k \cdot y_{i-k} \right) & (1 \leq i \leq P) \\ - \sum_{k=i}^P \hat{a}_k \cdot y_{i-k} & (P < i) \end{cases}$$

逆フィルタ8407は、さらに、入力整数信号 $y_i$ から復元した予測係数符号で伝達される信号を減算し、残差信号 $r_i$ を出力する(S8407)。したがって、残差信号 $r_i$ は、次式のようなになる。

## 【0032】

## 【数2】

$$r_i = \begin{cases} y_i + \left( \sum_{k=1}^{P-i+1} \hat{a}_{k+i-1} \cdot y'_{-k} + \sum_{k=i}^{i-1} \hat{a}_k \cdot y_{i-k} \right) & (1 \leq i \leq P) \\ y_i + \sum_{k=i}^P \hat{a}_k \cdot y_{i-k} & (P < i) \end{cases}$$

残差信号符号化部8409は、逆フィルタ8407から出力された残差信号 $r_i$ を符号化し、残差符号を出力する(S8409)。統合部(Multiplexer)8410は、線形予測

10

20

30

40

50

係数符号化部 8403 が出力した予測係数符号と残差信号符号化部 8409 が出力した残差符号とを統合して整数信号符号として出力する (S8410)。

図 22 に、本実施形態の復号化処理部の機能構成例を示す。図 10 に示した復号化処理部 700 との違いは、整数信号復号化部 620 である。

#### 【0033】

図 23 に本実施形態の整数信号復号化部の機能構成例を示す。また、図 24 に整数信号復号化部 620 の処理フローを示す。整数信号復号化部 620 は、分割部 (Demultiplexer) 9201、線形予測係数復号化部 9202、残差信号復号化部 9203、フレーム間補正処理部 6204、シフト量バッファ 6205、サンプルバッファ 6206、合成フィルタ 9207 から構成される。図 3 の従来の整数信号復号化部 920 との違いは、フレーム間補正処理部 6204 とシフト量バッファ 6205 が追加された点と、サンプルバッファ 6206 がサンプル値のシフト量を変更できる点である。

#### 【0034】

整数信号復号化部 620 では、あらかじめ、シフト量バッファ 6205 とサンプルバッファ 6206 を初期化 (直前のフレーム情報がない状態) にしておく。分割部 (Demultiplexer) 9201 が、符号化されたデータを受信、蓄積し、予測係数符号と残差符号とに分割する (S9201)。線形予測係数復号化部 9202 は、予測係数符号を復号化し、P 個の線形予測係数 ( $a_1 \sim a_p$ ) を出力する (S9202)。残差信号復号化部 9203 は、残差符号を復号化し、残差信号  $r_i$  を出力する (S9203)。一方、フレーム間補正処理部 6204 は、現フレームのシフト量  $S_j$  を分割部 (Demultiplexer) 9201 または他の通信手段から受信する (S62041)。フレーム間補正処理部 6204 は、現フレームのシフト量をシフト量バッファ 6205 に保存するとともに、シフト量バッファ 6205 から直前のフレームのシフト量  $S_{j-1}$  を読み出す (S6205)。フレーム間補正処理部 6204 は、シフト量の違い  $S_j - S_{j-1}$  を計算し、サンプルバッファ 6202 に保持されている直前のフレームの最後の P 個のサンプル値 ( $y_{-1} \sim y_{-p}$ ) を、 $S_j - S_{j-1}$  だけ右または左にシフトする (補正する) (S62042)。右シフトか左シフトかは、前述のとおりシフト量算出方法で右シフトを正の方向と定義するのか左シフトを正の方向と定義するのかで決まる。この補正により、直前のフレームのシフト量が現フレームのシフト量と異なる場合でも、現フレームの最初のサンプルの線形予測に用いる前フレームの最後の P 個のサンプルの値 ( $y_{-1} \sim y_{-p}$ ) は、現フレームと同じシフト量のサンプル値 ( $y'_{-1} \sim y'_{-p}$ ) となる。なお、現フレームが、先頭フレームかランダムアクセスフレームの場合には直前のフレームのシフト量もサンプル値も存在しない。対応方法としては、初期化で直前のフレームの最後の P 個のサンプルの値 ( $y_{-1} \sim y_{-p}$ ) として 0 を代入しておく方法や、先頭フレームかランダムアクセスフレームの場合にはシフト量の変更処理を行わない方法などがある。ただし、これらに限る必要はない。

#### 【0035】

合成フィルタ 9207 は、現フレームのサンプル値の少なくとも最後の P サンプルを、サンプルバッファ 6206 に保持する。また、直前のフレームの最後の P 個のサンプル値をサンプルバッファ 6206 から読み出す (S6206)。合成フィルタ 9207 は、線形予測係数復号化部 9202 が出力した量子化済線形予測係数 ( $a_1^{\wedge} \sim a_p^{\wedge}$ )、サンプルバッファ 9206 に保持され、フレーム間補正処理部 6204 によって補正された直前フレームのサンプル値 ( $y'_{-1} \sim y'_{-p}$ ) と現フレームのサンプル値 ( $y_1 \sim y_{i-1}$ )、残差信号  $r_i$  を用いて、次式のように整数信号  $y_i$  を合成する (S9207)。

#### 【0036】

【数3】

$$y_i = \begin{cases} - \left( \sum_{k=1}^{P-i+1} \hat{a}_{k+i-1} \cdot y'_{-k} + \sum_{k=i}^{i-1} \hat{a}_k \cdot y_{i-k} \right) + r_i & (1 \leq i \leq P) \\ - \left( \sum_{k=i}^P \hat{a}_k \cdot y_{i-k} \right) + r_i & (P < i) \end{cases}$$

このように、直前のフレームのシフト量と符号化対象のフレームのシフト量とを考慮して線形予測符号化のフレーム間予測を行うので、効率的に符号化でき、符号量を少なくすることができる。

10

なお、上記の実施形態はコンピュータに、上記方法の各ステップを実行させるプログラムを読み込ませ、実施することもできる。また、コンピュータに読み込ませる方法としては、プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録しておき、記録媒体からコンピュータに読み込ませる方法、サーバ等に記録されたプログラムを電気通信回線等を通じてコンピュータに読み込ませる方法などがある。

【図1】

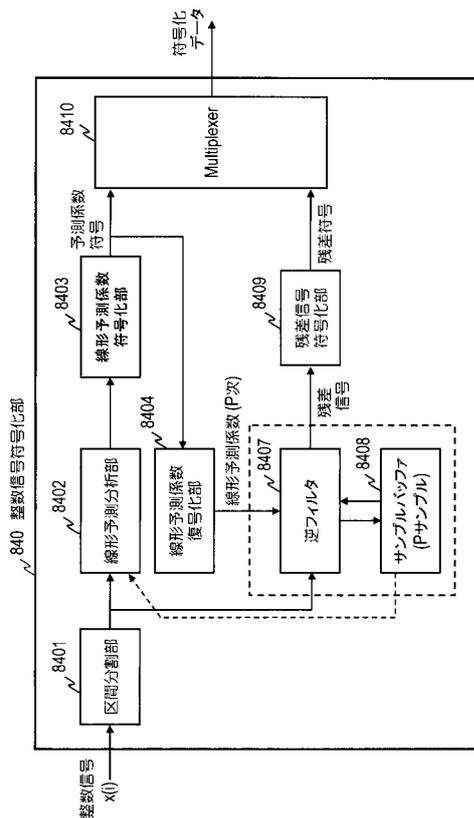


図1

【図2】

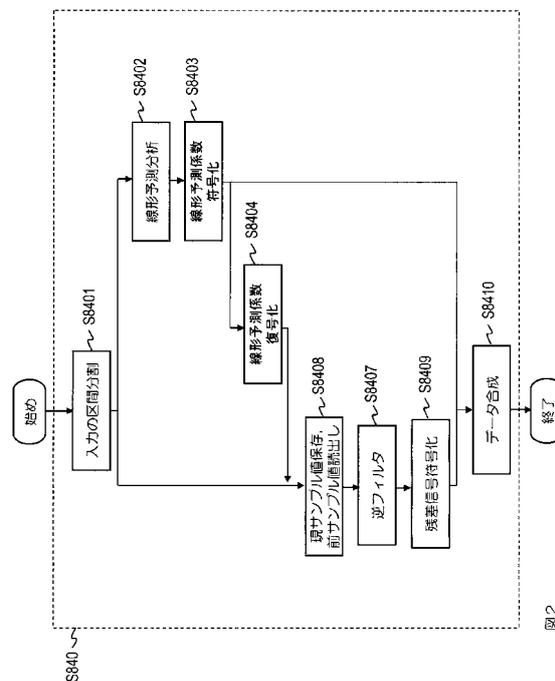


図2

【 図 3 】

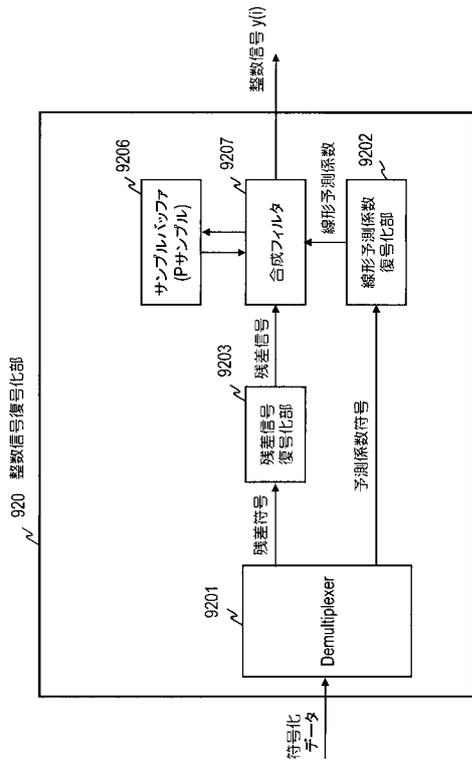


図3

【 図 4 】

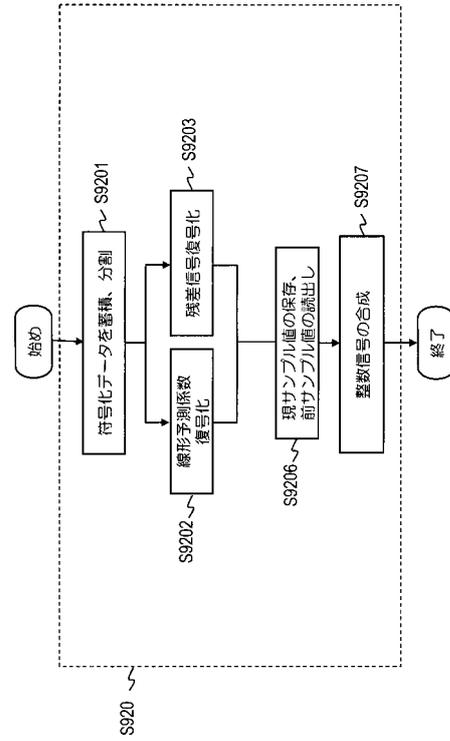


図4

【 図 5 】

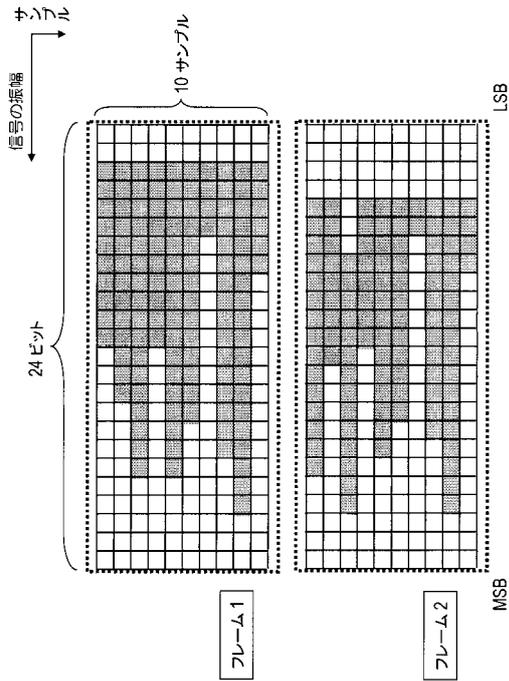


図5

【 図 6 】

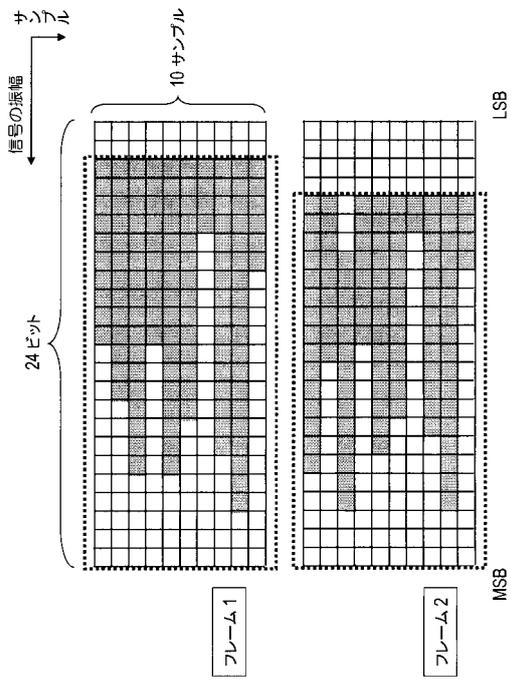


図6

【 図 7 】

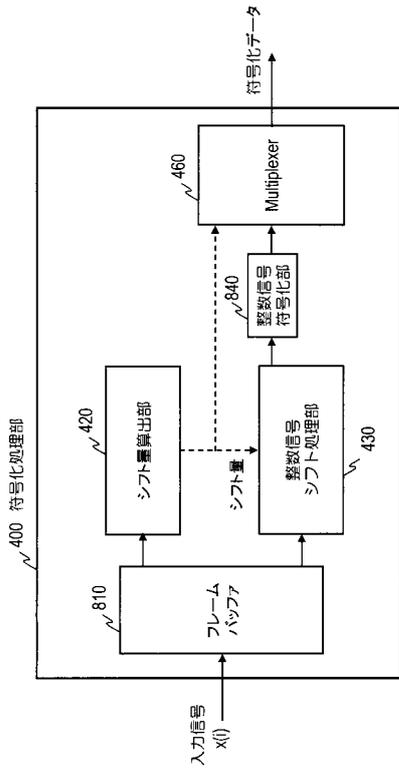


図7

【 図 8 】

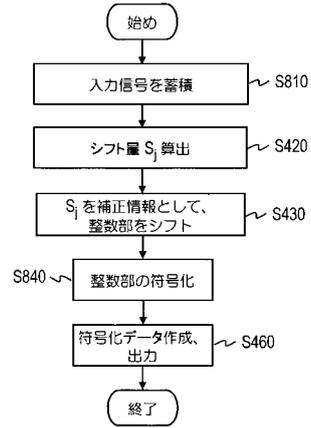


図8

【 図 9 】

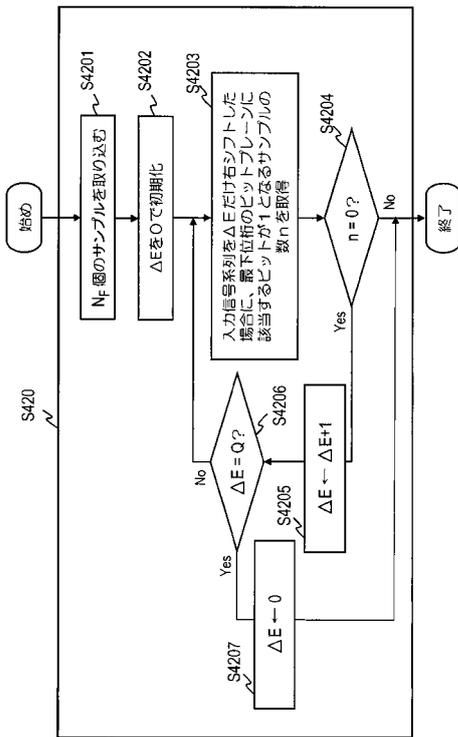


図9

【 図 10 】

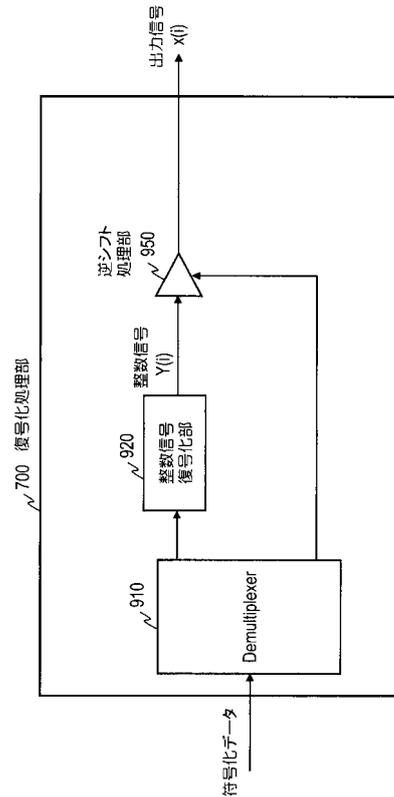


図10

【 図 1 1 】

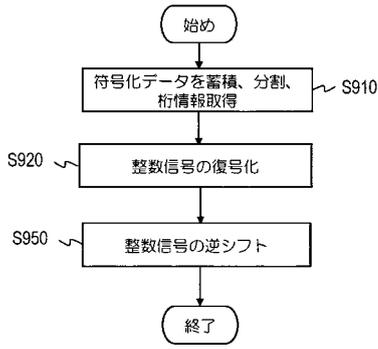


図 1 1

【 図 1 2 】

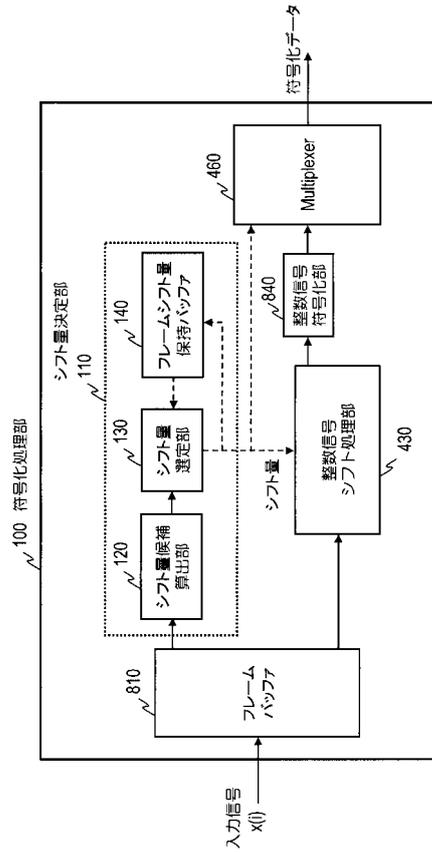


図 1 2

【 図 1 3 】

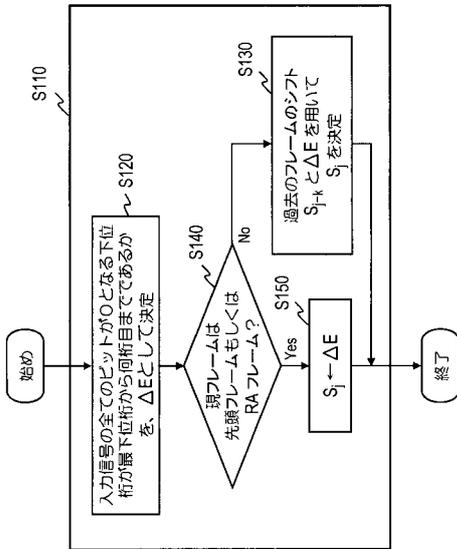


図 1 3

【 図 1 4 】

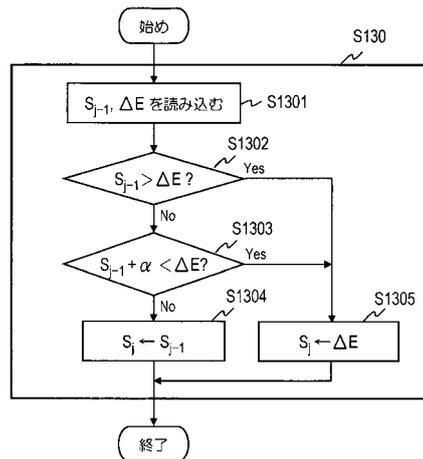


図 1 4

【 図 15 】

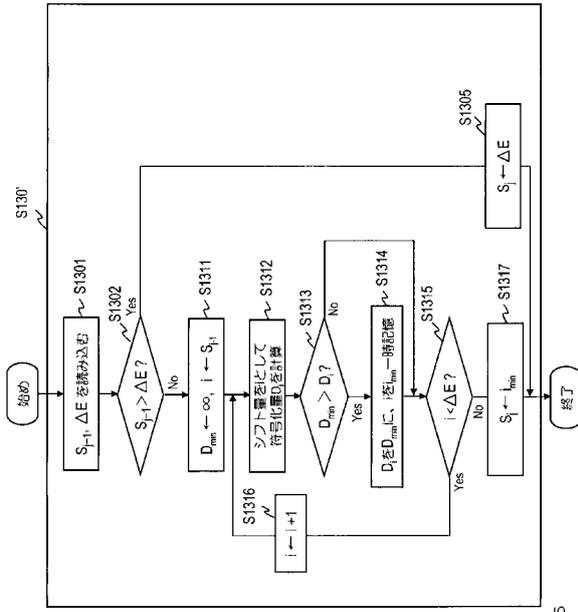


図15

【 図 16 】

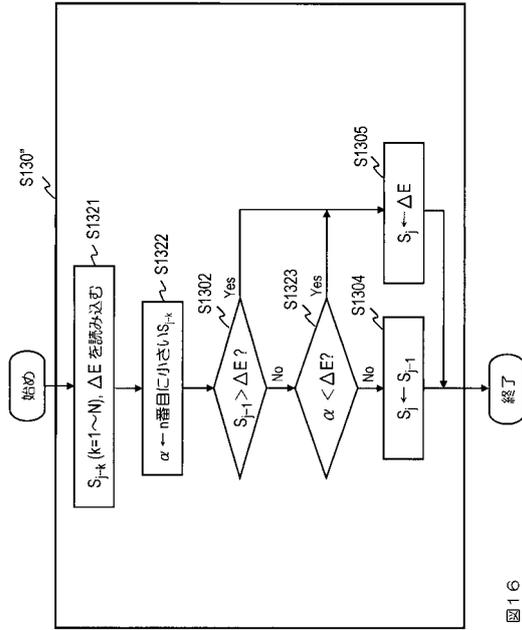


図16

【 図 17 】

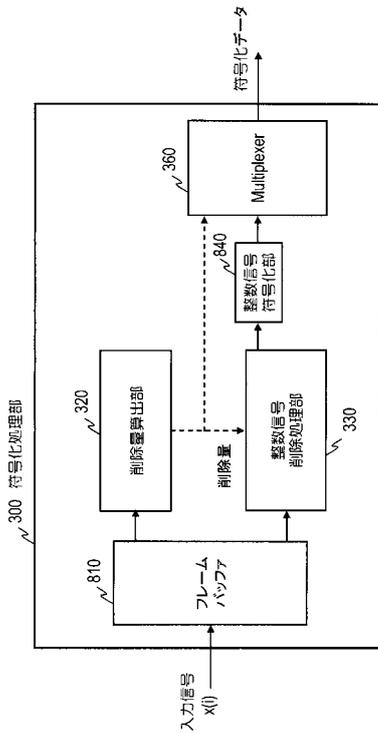


図17

【 図 18 】

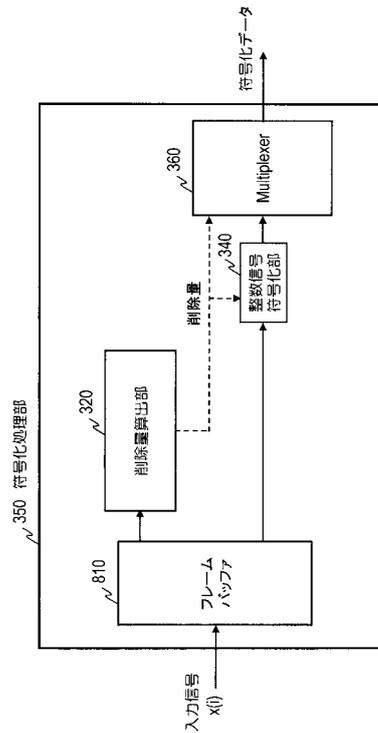


図18

【図19】

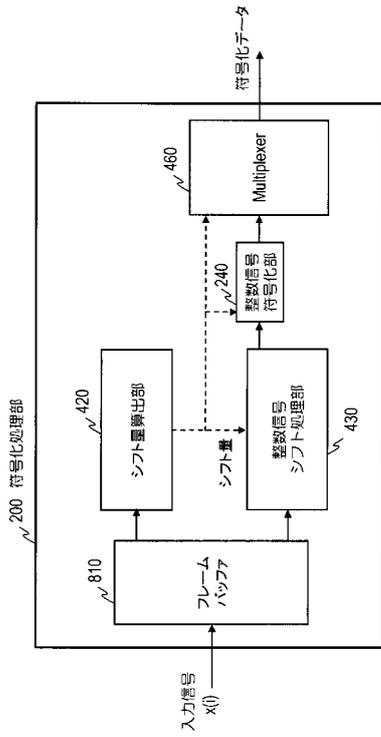


図19

【図20】

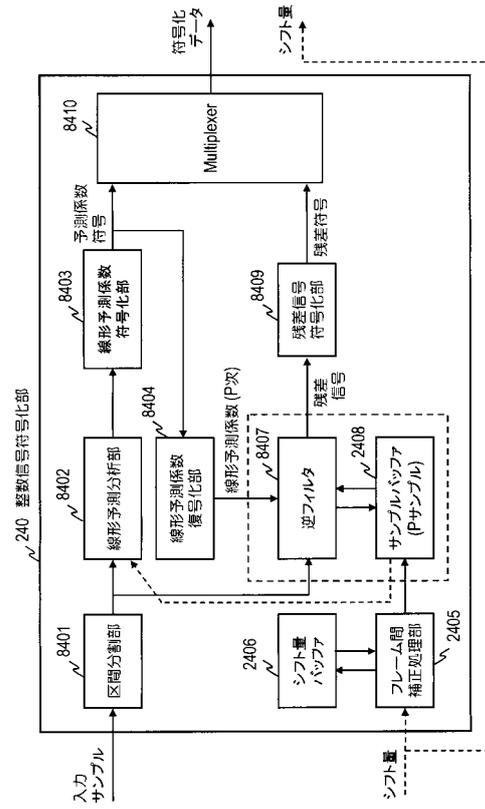


図20

【図21】

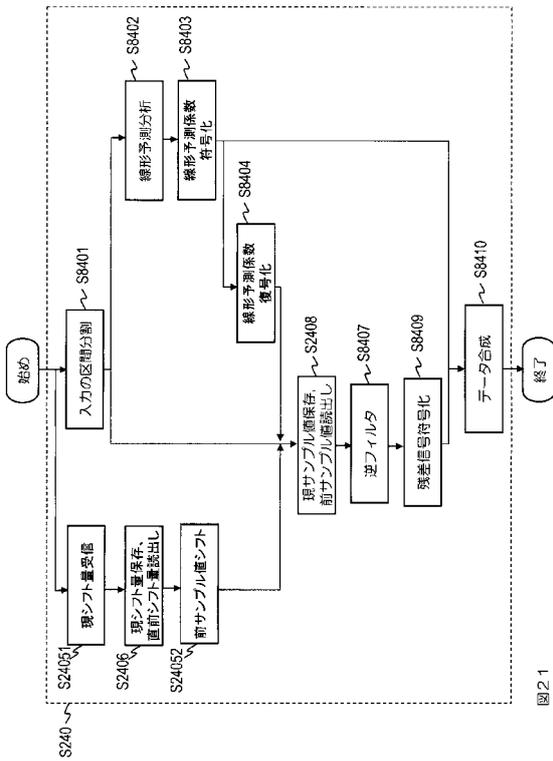


図21

【図22】

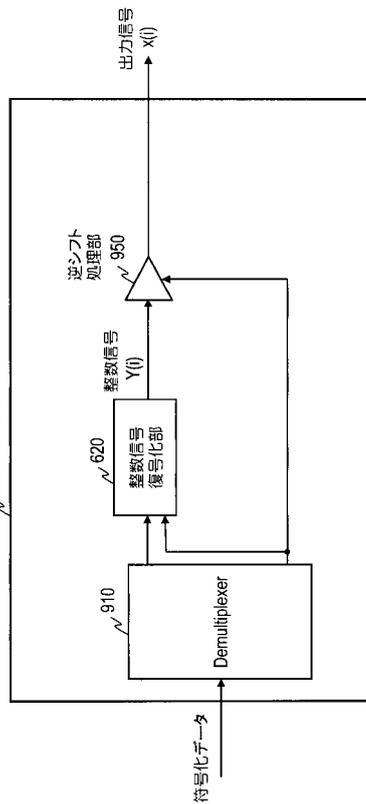


図22



---

フロントページの続き

審査官 北村 智彦

- (56)参考文献 特開2003-332914(JP,A)  
国際公開第2004/114527(WO,A1)  
国際公開第2004/098066(WO,A1)  
特開2004-289837(JP,A)  
特開2002-230677(JP,A)  
特開平9-247668(JP,A)  
特開2000-91916(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H03M3/00-11/00  
G10L 19/14