

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4195598号
(P4195598)

(45) 発行日 平成20年12月10日(2008.12.10)

(24) 登録日 平成20年10月3日(2008.10.3)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 19/00 (2006.01)
 G 1 O L 19/00 2 1 3
 G 1 O L 19/00 2 2 O F
 G 1 O L 19/00 2 2 O G

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2002-317353 (P2002-317353)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成14年10月31日(2002.10.31)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2004-151433 (P2004-151433A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成16年5月27日(2004.5.27)	(74) 代理人	100121706
審査請求日	平成17年1月18日(2005.1.18)		弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(74) 代理人	100100642
			弁理士 稲垣 稔
		(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】 符号化方法、復号化方法、符号化装置、復号化装置、符号化プログラム、復号化プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2チャンネルの入力信号が1サンプル毎に交互に並べられている1次元信号系列と、該2チャンネルの入力信号がフレーム毎に交互に並べられている1次元信号系列とについて系列毎に予測係数を求める過程と、

各系列毎にこの予測係数または量子化後の予測係数で予測誤差信号を生成する過程と、各系列の予測誤差信号を評価し、最も望ましい予測誤差を呈する系列を選択する過程と

、フレーム毎に、前記最も望ましい予測誤差を呈する系列の予測誤差信号から、フレーム内の全予測誤差信号サンプルの符号絶対値表現の各ビットをビット位置毎に連結したビット列を生成し、前記生成したビット列を可逆圧縮符号化する過程と、

前記可逆圧縮符号化する過程が出力した主情報と、前記系列を選択する過程で選択した予測誤差信号に対応する予測係数と、選択した系列の並び替え情報を出力する過程と、を含むことを特徴とする符号化方法。

【請求項2】

入力された主情報からフレーム内の全予測誤差信号サンプルの符号絶対値表現の各ビットをビット位置毎に連結したビット列を得る過程と、

前記得られたビット列から前記フレーム内の全予測誤差信号サンプルを得る過程と、

前記予測誤差信号サンプルと入力された予測係数とを用いて線形予測合成を行い1次元信号系列を得る過程と、

10

20

入力された並び替え情報に従い、前記1次元信号系列から1サンプル毎に交互にサンプルを取り出すか、または、フレーム毎に交互にサンプル列を取り出すか、の何れかにより2つのチャンネルの復号信号を得る過程と、
を含むことを特徴とする復号化方法。

【請求項3】

2チャンネルの入力信号のサンプル毎の和信号と差信号を演算する過程と、
1サンプル毎に前記和信号と前記差信号を交互に並べた1次元信号系列と、前記和信号と前記差信号をフレーム毎に交互に並べた1次元信号系列とを作成する過程と、
各系列毎に予測係数を求める過程と、
各系列毎にこの予測係数または量子化後の予測係数で予測誤差信号を生成する過程と、
各系列の予測誤差信号を評価し、最も望ましい予測誤差を呈する系列を選択する過程と

10

フレーム毎に、前記最も望ましい予測誤差を呈する系列の予測誤差信号から、フレーム内の全予測誤差信号サンプルの符号絶対値表現の各ビットをビット位置毎に連結したビット列を生成し、前記生成したビット列を可逆圧縮符号化する過程と、
前記可逆圧縮符号化する過程が出力した主情報と、前記系列を選択する過程で選択した予測誤差信号に対応する予測係数と、選択した系列の並び替え情報を出力する過程と、
を含むことを特徴とする符号化方法。

【請求項4】

前記2チャンネルの復号信号の和信号と前記2チャンネルの復号信号の差信号とを生成して
出力信号とする過程、をさらに含むことを特徴とする請求項2記載の復号化方法。

20

【請求項5】

2チャンネルの入力信号が1サンプル毎に交互に並べられている1次元信号系列と、該2チャンネルの入力信号がフレーム毎に交互に並べられている1次元信号系列とについて系列毎に予測係数を求め、前記予測係数または量子化後の予測係数で予測誤差信号を生成する誤差信号生成部と、
各系列の予測誤差信号を評価し、最も望ましい予測誤差を呈する系列を選択し、前記選択した予測誤差信号に対応する予測係数または量子化後の予測係数と、前記系列を選択する過程で選択した系列の並び替え情報を出力する評価・選択部と、

フレーム毎に、前記最も望ましい予測誤差を呈する系列の予測誤差信号から、フレーム内の全予測誤差信号サンプルの符号絶対値表現の各ビットをビット位置毎に連結したビット列を生成する並び替え部と、
前記生成したビット列を可逆圧縮符号化する可逆符号化部と、
を具備することを特徴とする符号化装置。

30

【請求項6】

入力された主情報からフレーム内の全予測誤差信号サンプルの符号絶対値表現の各ビットをビット位置毎に連結したビット列を得る復号化部と、
前記得られたビット列から前記フレーム内の全予測誤差信号サンプルを得る並び替え部と、

前記予測誤差信号サンプルと入力された予測係数とを用いて線形予測合成を行う線形予測合成部と、
前記並び替え部の出力信号と前記線形予測合成部の出力信号を加算して1次元信号系列を得る加算部と、

40

入力された並び替え情報に従い、前記1次元信号系列から1サンプル毎に交互にサンプルを取り出すか、または、フレーム毎に交互にサンプル列を取り出すか、の何れかにより2つのチャンネルの復号信号を得る順列再生手段と、
を具備することを特徴とする復号化装置。

【請求項7】

2チャンネルの入力信号のサンプル毎の和信号と差信号を演算する演算部と、
1サンプル毎に前記和信号と前記差信号を交互に並べた1次元信号系列と、前記和信号

50

と前記差信号をフレーム毎に交互に並べた 1 次元信号系列とをそれぞれ作成する並び替え部と、

各系列毎に予測係数を求め、前記予測係数または量子化後の予測係数で予測誤差信号を生成する誤差信号生成部と、

各系列の予測誤差信号を評価し、最も望ましい予測誤差を呈する系列を選択し、前記選択した予測誤差信号に対応する予測係数または量子化後の予測係数と、前記系列を選択する過程で選択した系列の並び替え情報を出力する評価・選択部と、

フレーム毎に、前記最も望ましい予測誤差を呈する系列の予測誤差信号から、フレーム内の全予測誤差信号サンプルの符号絶対値表現の各ビットをビット位置毎に連結したビット列を生成する並び替え部と、

前記生成したビット列を可逆圧縮符号化する可逆符号化部と、
を具備することを特徴とする符号化装置。

【請求項 8】

前記 2 チャンネルの復号信号の和信号と前記 2 チャンネルの復号信号の差信号とを生成して出力信号とする演算部を、さらに具備することを特徴とする請求項 6 記載の復号化装置。

【請求項 9】

コンピュータが読み取り可能な符号によって記述され、コンピュータに請求項 1 と 3 に記載の符号化方法のどちらかを実行させる符号化プログラム。

【請求項 10】

コンピュータが読み取り可能な符号によって記述され、コンピュータに請求項 2 と 4 に記載の復号化方法のどちらかを実行させる復号化プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は音声、画像などの信号を圧縮し、符号化及び復号化する符号化方法、復号化方法、符号化装置、復号化装置、符号化プログラム、復号化プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

音声、画像などの信号を圧縮符号化する方法として、線形予測によって予測することで信号のサンプル値間の相関を除き、予測できなかった予測誤差のみを符号化することで情報量を削減することが知られている（例えば特許文献 1）。

図 1 1 にその代表的な構成の一例を示す。入力端子 1 0 0 には或るサンプルレートでデジタル化されたデジタル信号系列が入力される。フレーム分割部 1 1 0 は入力端子 1 0 0 からのデジタル入力信号系列を、例えば 1 0 2 4 個のデジタル信号からなるフレーム単位に順次分割する。

【0003】

フレーム分割されたデジタル信号は予測誤差信号生成部 1 2 0 に入力され、この予測誤差信号生成部 1 2 0 で予測誤差信号を生成する。予測誤差信号生成部 1 2 0 は従来より公知の技術により種々の構成が考えられるが、ここでは線形予測部 1 2 0 A と、整数化部 1 2 0 B と、減算器 1 2 0 C とによって構成した場合を示す。減算器 1 2 0 C で予測値と元の信号との差を演算し、予測誤差信号を生成する。整数化部 1 2 0 B は線形予測部 1 2 0 A で生成される予測係数の小数点以下の数値を切り落とし、減算器 1 2 0 C に予測係数の整数部分を印加するために設けられ、この整数化により歪みの発生が抑えられる。

【0004】

減算器 1 2 0 C で算出された予測誤差信号の振幅値は入力端子 1 0 0 に入力された原信号の振幅と比較して充分小さい値に修正される。この結果可逆圧縮符号化部 1 5 0 で符号化（歪みを許さない符号化）される圧縮符号はビット数の小さい圧縮符号に変換された圧縮率が高められる。

復号器では復号化部 2 1 0 で圧縮符号を復号し、線形予測合成部 2 2 0 で線形予測部 1 2 0 A で生成した予測係数を使って線形予測合成し、その合成出力を整数化部 2 3 0 で整数

10

20

30

40

50

化して加算器 240 で復号化部 210 からの復号信号に加算し、その加算結果をフレーム合成部 250 でフレーム合成し音声波形を再生する。

【0005】

図 12 は圧縮率を更に高めることができる符号器と復号器の例を示す。図 12 に示す符号器及び復号器は特許文献 2 で提案された符号器及び復号器である。フレーム分割部 110 でフレーム分割されたデジタル信号を誤差信号生成部 120 に入力し、その出力に予測誤差信号を生成し、この予測誤差信号を可逆圧縮化部 150 で符号化するが、ここでは特に可逆圧縮符号化部 150 による可逆圧縮符号化の効率を上げるために、並び替え部 160 を設ける。この並び替え部 160 は誤差信号を 2 の補数表現によるサンプル列から、符号絶対値表現（極性と絶対値の 2 進数）によるサンプル列へ変換し、その各サンプルのビット位置、つまり MSB, 第 2 MSB, ..., LSB 毎に、サンプルを跨いだ、フレーム内のビットからなるビット列として並び替えられて、可逆圧縮符号化部 150 で可逆圧縮符号化して圧縮された主情報 I(e) を出力する。差信号の各サンプルが VD(k) は例えば図 13 A に示すように、LSB ~ 極性ビットまでのビット列で構成される。並び替えられたビット列の 1 つ DH(i) は図 13 B に示すように、図 13 A の各サンプルの同一ビットで構成され、ここでは 1024 個ビットである。誤差信号は振幅が小さいので、上位のビットは全て“0”となることが多く、その結果、並び替えたビット列は“0”が連続することによって、誤差信号の可逆圧縮符号化効率を上げることができる。このことから以下では並び替え部 160 の処理をビットスライスと称すことにする。

【0006】

可逆圧縮符号化としては、例えば、同一符号（1 又は 0）が連続する系列がある場合や頻繁に出現する系列がある場合を利用した、ハフマン符号化や算術符号化などのエントロピー符号化などを用いることができる。

復号化器では、可逆復号化部 210 で圧縮された主情報 I(e) が復号化され、その復号信号に対し、並び替え部 270 で並び替え部 160 と逆の処理が行われ、誤差信号がフレーム単位で順次再生される。また、予測合成部 220 で線形予測部 120 A で生成した予測係数を使って線形予測合成し、その合成出力を整数化部 230 で整数化し加算器 240 に入力する。加算器 240 で復号信号と加算し、その加算出力をフレーム合成部 250 でフレームごとの各加算信号が順次連結されて、音声或いは画像の波形が再生される。

また、ステレオ信号の左右信号を 1 次元として予測する方法として「多チャンネル音声信号符号化方法及びその復号化方法及びそれを使った符号化装置及び復号化装置がある（特許文献 3）。

【0007】

【特許文献 1】

特許第 3087814 号明細書

【特許文献 2】

特開 2001-44847 公報

【特許文献 3】

特許第 3099876 号明細書

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記の圧縮符号化方法では誤差信号の圧縮性能は各方式に応じて一義的に決定され、必ずしも最適化は十分でなく、フレーム毎に最適化は行なわれていない。この発明の目的は予測処理に付加処理を加えることで、常時最適な圧縮効率で動作させることができる符号化方法、復号化方法、符号化装置、復号化装置、符号化プログラム、復号化プログラムを提案しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明では少なくとも一種のフレーム内のサンプルを並び替えた系列と、並び替えを行わない系列とを合せて複数の系列を作成する過程と、各系列毎に予測係数を求める過程

10

20

30

40

50

と、この予測係数または量子化後の予測係数で予測誤差信号を生成する過程と、その予測誤差信号を評価し、最も望ましい予測誤差を呈する系列を選択する過程と、最も望ましい予測誤差を呈する系列の予測誤差信号を圧縮符号化する過程と、この圧縮符号化された圧縮予測誤差信号と、その圧縮誤差信号に対応する予測係数と、選択した系列の並び替え情報とを出力する過程と、を含む符号化方法を提案する。

【 0 0 1 0 】

この発明では更に圧縮符号化された予測誤差信号と、予測係数と、フレーム内のサンプルに対する並び替え方法を指定する並び替え情報を復号する過程と、並び替え情報で前記並び替えられた予測誤差信号のサンプルを元の系列に並び替えなおした系列を求める過程と、予測係数を使った合成処理で、波形を再生する過程と、を含む復号化方法を提案する。

10

【 0 0 1 1 】

この発明では更に信号を再構成する際に、予測値を整数化することで、歪のない信号を再生する復号化方法を提案する。

この発明では更に予測誤差信号を評価する方法として、平均パワー又はサンプルの最大絶対値、あるいはその両方を組み合わせる符号化方法を提案する。

この発明では更に予測誤差信号を評価する方法として、予測誤差信号を圧縮したときの圧縮率を使う符号化方法を提案する。

この発明では更に予測誤差信号を並べ替える方法に複数チャンネルにまたがる場合を含む符号化方法及び復号化方法を提案する。

20

【 0 0 1 2 】

この発明では更に予測誤差信号を並べ替える方法として、ステレオの左右の信号の複数チャンネルにまたがる変換と並べ替えを含む符号化及び復号化方法を提案する。

この発明では更に少なくとも一種のフレーム内のサンプルを並び替えた系列と、並び替えを行わない系列とを合せて複数の系列を作成する手段と、各系列毎に予測係数を求める手段と、予測係数または量子化後の予測係数で予測誤差信号を生成する誤差信号生成手段と、予測誤差信号を評価し、最も望ましい予測誤差を呈する系列を選択する評価・選択手段と、最も望ましい予測誤差を呈する系列の予測誤差信号を圧縮符号化する圧縮符号化手段と、圧縮符号化された予測誤差信号と、この圧縮誤差信号に対応する予測係数と、選択した系列の並び替え情報を出力する手段と、によって構成した符号化装置を提案する。

30

【 0 0 1 3 】

この発明では更に圧縮された圧縮予測誤差信号と、予測係数と、フレーム内のサンプルに対する並び替え方法を指定する並び替え情報とを復号する復号手段と、並び替え情報で予測誤差信号のサンプルを元の系列の順列に並び替える並び替え手段と、予測係数を使った合成処理で波形を再生する手段と、によって構成した復号化装置を提案する。

この発明では更にコンピュータが読み取り可能な符号によって記述され、コンピュータに上記した符号化方法の少なくとも一つを実行させる符号化プログラムを提案する。

この発明では更にコンピュータが読み取り可能な符号によって記述され、コンピュータに上記した復号方法の少なくとも一つを実行させる復号化プログラムを提案する。

40

【 0 0 1 4 】

作用

この発明による符号化方法及び復号化方法によれば予測誤差信号の状況を常時評価し、常に予測誤差信号のエネルギー或は振幅が最小となる並び替えの系列を選択する。この結果、圧縮率は常に最適状態に制御され、常に高圧縮率の状態を維持することができる。従って、この発明によれば伝送又は記録する情報量を低減できる利点が得られる。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

第1実施例

図1にこの発明の第1実施例を示す。図1に示す符号器ではフレーム分割部110が入力

50

端子100からのデジタル入力信号系列を、例えば1024個のデジタル信号からなるフレーム単位に順次分割する。

フレーム分割されたデジタル信号をこの発明では $N + 1$ 個の信号系列 $J_0, J_1 \sim J_N$ に分岐し、分岐した各信号系列 $J_0, J_1 \sim J_N$ 毎に予測誤差信号生成部120 $A_0, 120A_1 \sim 120A_N$ を設け、これら各予測誤差信号生成部120 $A_0 \sim 120A_N$ で各信号系列毎に予測誤差信号を生成する。

ここで信号系列 J_0 では入力された信号系列の順列を並び替えしない信号の順列に従って予測誤差信号を生成する。

【0016】

他の信号系列 $J_1 \sim J_N$ には並び替え部130 $A_1 \sim 130A_N$ を設ける。これら各並び替え部130 $A_1 \sim 160A_N$ でデジタル信号の並び替えを行なう。並び替えを行なう信号系列の数 N として N は2以上の整数とされ一例として $N = 2 \sim 5$ 程度を想定する。

並び替えの例としては1チャンネルの音声信号 $X(1), X(2), X(3), X(4), X(5), \dots, X(k) \dots$ を入力してフレーム毎に、

順列1として

$X(1), X(3), X(5), X(2), X(4), X(6), \dots$

順列2として

$X(1), X(2), X(3), X(6), X(5), X(4), \dots$

など N 通りの順列に並び替える。

予測誤差信号生成部120 $A_0 \sim 120A_N$ としては図1に示す例では線形予測部120Aと、整数化部120Bと、減算器120Cとによって構成した場合を示す。減算器120Cでは入力された元のデジタル信号と線形予測値との差を演算し、予測誤差信号を生成する。

【0017】

各予測誤差信号生成部120 $A_0, 120A_1 \sim 120A_N$ で生成された予測誤差信号は評価・選択部170に入力される。評価・選択部170では各誤差信号生成部120 $A_0 \sim 120A_N$ から入力される各誤差信号の振幅値又はエネルギー等と比較し、常時最も振幅値が小さいか又はエネルギーが小さい誤差信号の系列を選択し、その系列の誤差信号を図12及び図13を用いて説明したビットスライスを実行する並び替え部160を通じて可逆符号化部150へ入力し、可逆符号化する。

これと共に、各予測誤差信号生成部120 $A_0 \sim 120A_N$ からは予測誤差信号の他に、線形予測部120Aから出力される予測係数を評価・選択部170に入力する。評価・選択部170は最も望ましいと評価した予測誤差信号の信号系列の線形予測部120Aが出力する予測係数 $I_{(n)}$ を選択して出力する。更に、評価・選択部170は最も望ましいとして選択した系列の並び替え方法を表わすインデックス $I_{(d)}$ を出力する。

【0018】

復号器では復号化部210で符号化された主情報 $I_{(e)}$ を復号し、その復号信号を並び替え部270で並び替え部160で施したビットスライスと逆の処理を施し、更に2の補数に変換して加算部240に入力する。加算部240では線形予測合成部220で予測合成された予測係数が整数化されて加算され、並び替えられたデジタル信号列が再生される。このデジタル信号列は順列再生手段280で入力時の元の順列に並び替えられる。つまり、評価・選択部170が出力したインデックスを並び替え情報復号手段290で復号し、その復号信号を使って順列再生手段280で並び替えられたデジタル信号列を元のデジタル信号列に並び替える。

ここで評価・選択部170が出力する予測誤差信号に対応した予測係数に関して補足説明する。評価・選択部170では選択した信号系列についての線形予測係数LPCを符号と対応付けて複数のLPC係数群が格納された符号帳を用いて量子化し、対応する量子化符号を出力するか、もしくはLPCをLSP係数に変換し、符号と対応付けて複数のLSP係数群が格納された符号帳を用いて量子化し、対応する線形予測量子化符号を出力する。

【0019】

10

20

30

40

50

線形予測合成部 220 では線形予測量子化符号を入力して符号と対応付けて複数の L P C 係数群が格納された符号帳を用いて、もしくは符号と対応付けて複数の L S P 係数群が格納された符号帳を用いて量子化 L S P 係数を求めた上で量子化 L P C 係数を得て、線形予測誤差信号に対し量子化 L P C 係数で線形予測して並び替え信号を復号する。

以上の如く、図 1 に示した実施例によれば各フレーム毎に最も望ましい信号系列が選択され、圧縮率の最適化が施され、常に最良の圧縮率で可逆圧縮符号化を実現することができる。

図 1 に示した実施例では最適化の評価基準として予測誤差信号の振幅値又は予測誤差信号のエネルギーが最小となる並び替え順序を選択するものとして説明したが、他の評価基準として最大振幅が小さい方が望ましい場合がある。波形を再現しない分析合成符号化では、この逆に少数の例外サンプルの予測誤差を無視してもそれ以外のサンプルの予測誤差を小さくすることが重要となる場合もある。この評価方法を採用する実施例を第 2 実施例で説明する。

【 0 0 2 0 】

第 2 実施例

図 2 にこの発明の第 2 実施例を示す。図 1 と対応する部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

図 2 に示す実施例では並び替えをしない入力原音信号 S_0 を評価・選択部 170 へ入力し、入力原音信号 S_0 のエネルギー P と、自乗平均振幅 S とを測定すると共に並び替えられた各予測誤差信号のエネルギー E と、並び替えられた各予測誤差信号の振幅の最大値 t と

$$M = 10 \log_{10} (P / E) + (s / t) \quad \dots (1)$$

を演算し、 M が最大になる予測誤差信号を選択する。

この評価方法を採用した場合には予測誤差のエネルギー E だけでなく、予測誤差の最大振幅が小さいことが考慮され、適正な最適化を実現することができる。

【 0 0 2 1 】

第 3 実施例

図 3 はこの発明の第 3 実施例を示す。この実施例では予測誤差信号を評価する方法として、予測誤差信号を圧縮したときの圧縮率を利用する実施例を示す。

つまり、この実施例では各誤差信号生成部 $120A_0 \sim 120A_N$ の出力側にそれぞれ並び替え部 160 を設け、この並び替え部 160 でビットスライス処理を施し、これら各並び替え部 160 の出力側に可逆符号化部 150 を設ける。各可逆符号化部 150 から出力される圧縮符号化された予測誤差信号を評価・選択部 170 へ入力し、評価・選択部 170 で圧縮率が最も大きい信号系列（圧縮符号のビット長が最も短い信号系列）を選択する。

評価・選択部 170 では選択した信号系列の圧縮符号化された主情報 $I_{(e)}$ と、その信号系列で得られた予測係数 $I_{(n)}$ と、並び替えの変換情報を表わすインデックス $I_{(d)}$ を出力し、復号器（図 3 では省略して示す）に提供する。

図 3 に示した実施例によれば予測誤差信号の最終状態つまり、圧縮符号化された状態で評価するから、圧縮率を最適化するための評価に誤まりが発生する率を低減することができる。この結果、評価の信頼性を高めることができる。

【 0 0 2 2 】

第 4 実施例

図 4 にこの発明の第 4 実施例を示す。この実施例ではステレオ信号のように多チャンネル信号の圧縮率を最適化する場合の実施例を示す。この実施例では入力端子 $100L, 100R$ に左チャンネル信号 L と右チャンネル信号 R とを入力し、これら左、右信号 L と R をフレーム分割部 110 で 1 フレームずつに分割する。分割された左右信号 L と R を並び替え部 $130A_1$ と $130A_2$ へ入力する。並び替え部 $130A_1$ では各フレーム内で 1 サンプル毎に交互に左右信号をインターリーブし、1 次元信号に並び替える。

並び替え部 $130A_2$ ではあるフレームでは左信号 L を選択し、他のフレームでは右信号

10

20

30

40

50

Rを選択し、フレーム毎に交互にこれを繰り返す。

これらの1次元信号とフレーム毎に独立した左右信号予測を誤差信号生成部120A₁と120A₂とに入力し、各系で各サンプル間の線形予測値と、元信号との予測誤差信号を生成する。

予測誤差信号は評価・選択部170に入力され、最も望ましい信号系列を選択する。

【0023】

この場合各フレーム毎に独立して左信号Lと右信号Rの予測誤差を求めた側の信号系列の評価方法としては、フレームを跨いで左右チャンネルの予測誤差の和を求めその和の値がインターリーブした側の予測誤差値より小さいか、大きいかに従って、何れを選ぶかを評価方法とすることができる。

10

選択された予測誤差信号は並び替え部160でビットスライス処理され、そのビットスライス処理された予測誤差信号が可逆符号化部150で圧縮符号化される。

評価・選択部170は選択した信号系列で生成された予測係数 $I_{(n)}$ と、その信号系列の並び替え情報としてインデックス $I_{(d)}$ を復号器に出力する。

復号器では加算部240で元のデジタル信号に復号され、順列再生手段280でインデックスに従って左信号Lと右信号Rに振り分けられ、フレーム合成部230で左信号Lと右信号Rの波形に再生される。このようにして、ステレオ信号の場合も圧縮率を最適化して圧縮符号化することができる。ステレオ信号としては2チャンネルに限らず多チャンネルの信号を圧縮符号化する場合にも適用することができる。

【0024】

20

第5実施例

図5はこの発明の第5実施例を示す。この実施例ではフレーム分割部110と並び替え部130A₁及び130A₂の間に和と差の演算部180を設け、この和と差の演算部180で和信号 $M = L + R$ と差信号 $S = L - R$ を演算して求める。並び替え部130A₁と130A₂にはこれらの和信号Mと差信号Sがフレーム分割されて入力される。

並び替え部130A₁では例えば1サンプル毎にインターリーブして交互に和信号Mと差信号Sが配列された1次元信号を生成する。並び替え部130A₂では1フレーム毎に和信号Mと差信号Sを選択して出力し、誤差信号生成部120A₁と120A₂に入力し、それぞれの予測誤差信号を生成する。予測誤差信号は評価・選択部170に入力され圧縮率が望ましい状態にある信号系列を選択する。この場合の評価方法でも1フレーム毎に和信号Mと差信号を単独に選択した側の信号系列に関しては例えばフレームを跨いで2フレーム分の和の平均値を求め、その和の平均値が他方のインターリーブした側の予測誤差値と比較して、誤差値の小さい方の信号系列を選択するように評価することができる。

30

【0025】

復号器側では順列再生手段280の出力側に演算部300を設け、この演算部300で $M + S = L$ と $M - S = R$ を演算し、左右信号LとRに分離し、フレーム合成部250で左右信号の波形を再生する。

ステレオ信号に関しては上述した図4で説明した方法に、図5で説明した方法を統合し、合わせて4種類の信号系列から望ましい信号系列を選択するように構成してもよい。また、予測次数や予測係数の量子化ビットを適応的に制御することも可能である。

40

以上の説明で、特に予測誤差信号生成部120A₀～120A_Nの構成例として図1に示した例のみを例示しているが、予測誤差信号生成部としては種々の構成を利用することができる。以下に具体的な構成の例を例示する。

【0026】

図6は歪みを許す非可逆量子化部120Dと、逆量子化部120Eと、整数化部120Bと、減算部120Cとによって予測誤差信号生成部120を構成した場合を示す。非可逆量子化部120Dと逆量子化部120Eは逆量子化部に元のデジタル信号をある程度再現できる方式であれば、入力信号に適した如何なる方式でもよい。例えばITU-Tの音声符号化などを利用でき、音楽であればMP3またはTwin VQなどが利用でき、映像であればMP3などが利用できる。

50

【 0 0 2 7 】

逆量子化部 1 2 0 E で逆量子化された復号信号は局部再生信号として減算部 1 2 0 C に供給され、元の入力信号との誤差が求められる。尚この場合も、整数化部 1 2 0 B で整数化して減算部 1 2 0 C に供給される。減算部 1 2 0 C からはビット長の短かい誤差信号を出力し、圧縮符号化の圧縮効率を高める。

図 7 は図 6 に示した非可逆量子化部 1 2 0 D と逆量子化部 1 2 0 E を特許文献 1 で提案された符号器と復号器を利用して構成した例を示す。フレーム分割部 1 4 が、N サンプル毎に、過去の 2 N サンプルを抽出する。この 2 N サンプルからなる系列は、重ね合わせ直交変換 (L O T : Lapped Orthogonal Transform) 処理用フレームである。時間窓掛部 1 5 が、この L O T 処理用フレームに時間窓を掛ける。時間窓掛部 1 5 の出力は、一方では、重ね合わせ直交変換の一種である N 次の N D C T (Modified Discrete Cosine Transform : 変形離散コサイン変換) 部 1 6 によって、周波数領域係数に変形離散コサイン変換される。時間窓掛部 1 5 の出力は、他方では、線形予測分析部 1 7 によって線形予測分析される。その結果、P 次の予測係数 $0, \dots, P$ が求められる。量子化部 1 8 が、この予測係数 $0, \dots, P$ を、例えば L S P パラメータあるいは k パラメータに変換してから量子化することによって、スペクトラム概形を示すインデックス I P を得る。ここで、「スペクトラム概形 (spectrum envelope) 」は、M D C T 係数の振幅の包絡を意味する。

10

【 0 0 2 8 】

スペクトラム概形計算部 2 1 が、予測係数 $0, \dots, P$ のスペクトラム概形を求める。正規化部 2 2 が、M D C T 部 1 6 からのスペクトラム振幅を、上記スペクトラム概形で各対応サンプルごとに除算する (即ち、正規化する) ことによって、現フレーム F の残差係数 $R (F)$ を得る。ここで、「残差係数 (residual coefficient) 」は、スペクトル概形で平坦化された M D C T 係数を意味する。重み計算部 2 4 が、スペクトラム概形計算部 2 1 からのスペクトラム概形と残差概形計算部 2 3 からの残差係数概形 $E R (F)$ とを各対応サンプルごとに掛け合わせることによって、重み付け係数 $W 1, \dots, W N$ (ベクトル W で表す) を得る。ここで、「残差係数概形 (envelope of residual coefficient) 」は、残差係数を周波数軸においてさらに細かく分析した概形を意味する。そして、重み計算部 2 4 は、該重み付け係数 W を量子化部 2 5 へ供給する。

20

【 0 0 2 9 】

残差概形正規化部 2 6 が、正規化部 2 2 からの現フレーム F の残差係数 $R (F)$ を残差係数概形計算部 2 3 からの残差係数概形で除算する (即ち、正規化する) ことによって、微細構造係数を得る。ここで、「微細構造係数 (fine structure coefficient) 」は、平坦化された M D C T 係数を残差係数概形によって更に平坦化した M D C T 係数を意味する。パワー正規化部 2 7 が、現フレームの微細構造係数を、その振幅の平均値またはパワーの平均値の平方根である正規化ゲイン $g (F)$ で割算 (即ち、正規化) し、その結果を正規化微細構造係数 $X (F) = (x 1, \dots, x N)$ として量子化部 2 5 へ供給する。パワー正規化部 2 7 は、上記正規化ゲイン $g (F)$ を逆正規化部 3 1 に与える。また、パワー正規化部 2 7 は、上記正規化ゲイン $g (F)$ を量子化し、その結果をインデックス I G として出力する。

30

【 0 0 3 0 】

量子化部 2 5 が、正規化微細構造係数 $X (F)$ に対し重み付け係数 W によって重み付けを行った後、ベクトル量子化することによって、量子化小系列 $C (m)$ を得る。ここで、量子化小系列 $C (m)$ は、M 個のベクトル $C (m 1), C (m 2), \dots, C (m M)$ を構成する要素系列である。逆正規化部 3 1 が、量子化小系列 $C (m)$ を、パワー正規化部 2 7 からの正規化ゲイン $g (F)$ によって逆正規化し、更に、残差概形計算部 2 3 からの残差係数概形を乗算することによって、量子化残差係数 $R_q (F)$ を再生する。残差概形計算部 2 3 が、量子化残差係数 $R_q (F)$ の概形を求める。

40

【 0 0 3 1 】

線形予測係数の量子化値を示すインデックス I P と、微細構造係数のパワー正規化利得の量子化値を示すインデックス I G と、微細構造係数の量子化値を示すインデックス I m と

50

が、非可逆圧縮符号 $I(n)$ として、非可逆量子化部 120 から出力される。
 逆量子化部 120E においては、インデックス I_m に対応した正規化微細構造係数とインデックス I_G に対応した正規化ゲインとが、それぞれ、パワー逆正規化部 53 に入力される。パワー逆正規化部 53 は、正規化微細構造係数を正規化ゲインによって逆正規化することによって、微細構造係数を得る。残差概形逆正規化部 54 が、残差概形計算部 55 からの残差概形 E_R を微細構造係数に乗算する（即ち、逆正規化する）ことによって、残差係数 $R_q(F)$ を再生する。残差概形計算部 55 が、この再生された残差係数 $R_q(F)$ の概形を、非可逆量子化部 120D の残差概形計算部 23 と同じ方法で計算する。

【0032】

一方、逆正規化部 57 が、スペクトラム概形計算部 21 からのスペクトラム概形を残差概形逆正規化部 54 からの残差係数 $R_q(F)$ に乗算する（即ち、逆正規化する）ことによって、周波数領域係数を再生する。逆MDCT部 58 が、上記周波数領域係数を、フレーム毎に N 次の逆変形離散コサイン変換することによって、 $2N$ サンプルの時間領域信号（以下「逆LOT処理用フレーム」と称する）に変換する。窓掛部 59 が、この時間領域信号に、フレームごとに時間窓を掛ける。フレーム重ね合わせ部 61 が、窓掛部 59 の出力（ $2N$ サンプルの逆LOT処理用現フレーム）の前半 N サンプルと1つ前のフレームの後半 N サンプルとを互に加算し、その結果得られた N サンプルを、現フレームの逆量子化信号として、減算部 120C に出力する。

【0033】

図8は図7に示した非可逆量子化部 120D と逆量子化部 120E の変形例を示す。図7と対応する部分には同一符号を付して示す。図7との違いは逆正規化部 31 が設けられていない点である。つまり、図8に示す残差概形計算部 23 は、線形合成すべき残差概形 E_R が、与えられた残差係数 $R_q(F)$ のスペクトラム概形とできるだけ一致するようにスペクトラム概形を量子化し、そのときの線形合成出力 E_R を残差概形 $E_R(F)$ として使うと共に、そのときの量子化インデックス I_Q を逆量子化部 120E に供給する。逆量子化部 120E は与えられたスペクトラム概形量子化インデックス I_Q から残差概形計算部 55 で逆量子化処理によりスペクトラム概形 $E(F)$ を再生し、残差概形逆正規化部 54 に与える。その他の各部の処理は図7と同様である。

【0034】

図9は図7に示した非可逆量子化部 120D と逆量子化部 120E の更に他の例を示す。MDCT部 16 からの周波数領域係数をスケーリングファクタ計算量子化部 19 に分岐入力して、その周波数領域係数をいくつかの小帯域に分割し、その各小帯域ごとのサンプルの絶対値の平均値、または最大値をスケーリングファクタとして求め、このスケーリングファクタを量子化し、そのインデックス I_S を逆量子化部 120E へ送出する。また前記求めたスケーリングファクタでMDCT部 16 からの周波数領域係数を正規化部 22 において、各対応小帯域ごとに割算して残差係数 $R(F)$ を得て残差概形正規化部 26 へ供給する。更に、前記求めたスケーリングファクタと、残差概形計算部 23 からの残差係数の概形の対応する小帯域のサンプルとを重み計算部 24 で乗算して重み付け係数 $W(w_1, \dots, w_N)$ を得て量子化部 25 へ供給する。

逆量子化部 120E では入力されたインデックス I_S からスケーリングファクタ再生部 71 でスケーリングファクタを再生し、そのスケーリングファクタを逆正規化部 57 で残差概形逆正規化部 54 からの再生残差係数に乗算して周波数領域係数を再生して逆MDCT部 58 へ供給する。

【0035】

上述では入力音響信号を周波数領域係数に変換した後、残差係数を得たが、入力音響信号から時間領域でスペクトラム概形を取り除いた残差信号を求め、その残差信号を周波数領域の残差係数に変換してもよい。

即ち、図10に図7と対応する部分に同一符号を付けて示すように、入力端子 11 からの音響入力信号は線形予測分析部 17 で線形予測分析され、得られた線形予測係数 o_p は量子化部 18 で量子化され、その量子化された線形予測係数が逆フィルタ 28 にフィ

10

20

30

40

50

ルタ係数として設定され、この逆フィルタ 2 8 に端子 1 1 からの入力音響信号が通されて、平坦化された周波数特性を有する時間領域の残差信号を得る。この残差信号はコサイン変換部 2 9 で離散コサイン変換されて周波数領域の残差係数 $R(F)$ に変換されて残差概形正規化部 2 6 へ供給される。一方、量子化部 1 8 からの量子化線形予測係数がスペクトラム概形計算部 2 1 へ供給され、入力信号の周波数特性の概形が求められ、重み計算部 2 4 に与えられる。非可逆量子化部 1 2 0 D におけるその他の部分の処理は図 7 と同様である。

【0036】

逆量子化部 1 2 0 E では残差概形逆正規化部 5 4 からの再生残差係数 $R_q(F)$ は逆コサイン変換部 7 2 で逆離散コサイン変換されて時間領域の残差信号とされて合成フィルタ 7 3 へ供給される。一方、入力されたインデックス I_p は再生部 7 4 で線形予測係数 $a_0 \sim a_p$ に再生され、その線形予測係数が合成フィルタ 7 3 のフィルタ係数として設定される。合成フィルタ 7 3 は逆コサイン変換部 7 2 からの残差信号が与えられ、音響信号を合成して出力端子 9 1 へ出力する。図 1 0 に示した例では時間周波数変換は M D C T よりも D C T の方が適する。

10

【0037】

上述したこの発明による符号化方法及び復号化方法はコンピュータが読み取り可能な符号によって記述された符号化プログラム及び復号化プログラムをコンピュータに実行させて実現される。

この発明による符号化プログラム及び復号化プログラムは磁気記録媒体又は C D - R O M のような記録媒体に記録され、この記録媒体又は通信回線を通じてコンピュータにインストールされ、コンピュータに備えられた C P U に解読されて実行される。

20

【0038】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によればわずかな補助情報を追加するだけで予測効率の高い順列（並び替えられた信号系列）を選択し、高圧縮率で符号化、復号化することができる。

また、高圧縮の符号化では品質の改善が可能で、歪を許さない符号化では圧縮率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【図 1】この発明の第 1 実施例を説明するためのブロック図。

【図 2】この発明の第 2 実施例を説明するためのブロック図。

【図 3】この発明の第 3 実施例を説明するためのブロック図。

【図 4】この発明の第 4 実施例を説明するためのブロック図。

【図 5】図 4 に示した第 4 実施例の変形例を説明するためのブロック図。

【図 6】この発明に用いた予測誤差信号生成部の一例を説明するためのブロック図。

【図 7】図 6 に示した予測誤差信号生成部の具体的な構成の一例を説明するためのブロック図。

【図 8】図 7 に示した予測誤差信号生成部の他の例を説明するためのブロック図。

【図 9】図 7 に示した予測誤差信号生成部の更に他の例を説明するためのブロック図。

40

【図 1 0】図 7 に示した予測誤差信号生成部の更に他の例を説明するためのブロック図。

【図 1 1】従来技術を説明するためのブロック図。

【図 1 2】従来技術の他の例を説明するためのブロック図。

【図 1 3】図 1 2 に示した従来技術の動作を説明するための図。

【符号の説明】

1 0 0 入力端子

1 1 0 フレーム分割部

$J_0 \sim J_N$ 信号系列

1 2 0 , 1 2 0 A₀ ~ 1 2 0 A_N 予測誤差信号生成部

1 2 0 A 線形予測部

50

- 1 2 0 B 整数化部
- 1 2 0 C 減算部
- 1 2 0 D 非可逆量子化部
- 1 2 0 E 逆量子化部
- 1 3 0 A₁ ~ 1 3 0 A_N 並び替え部
- 1 5 0 可逆圧縮符号化部
- 1 6 0 並び替え部
- 2 1 0 復号化部
- 2 2 0 線形予測合成部
- 2 3 0 整数化部
- 2 4 0 加算器
- 2 5 0 フレーム合成部
- 2 6 0 出力端子
- 2 7 0 並び替え部
- 2 8 0 順列再生手段
- 2 9 0 並び替え情報復号手段

【図 1】

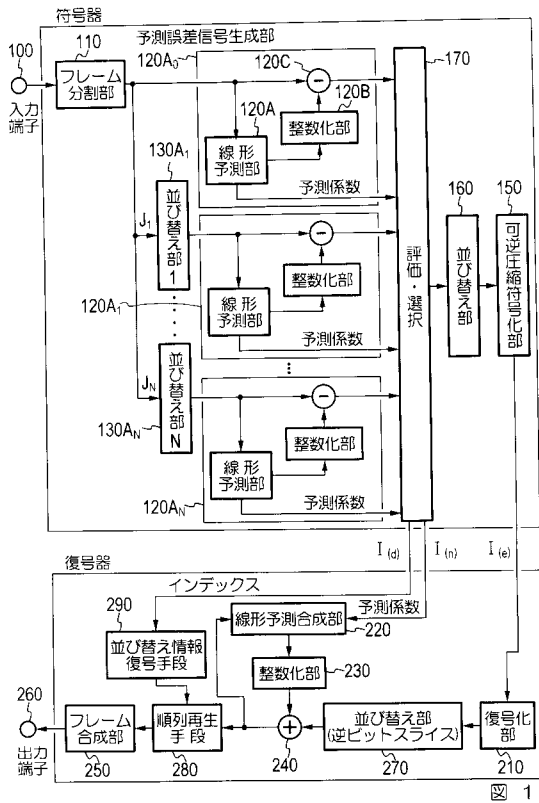


図 1

【図 2】

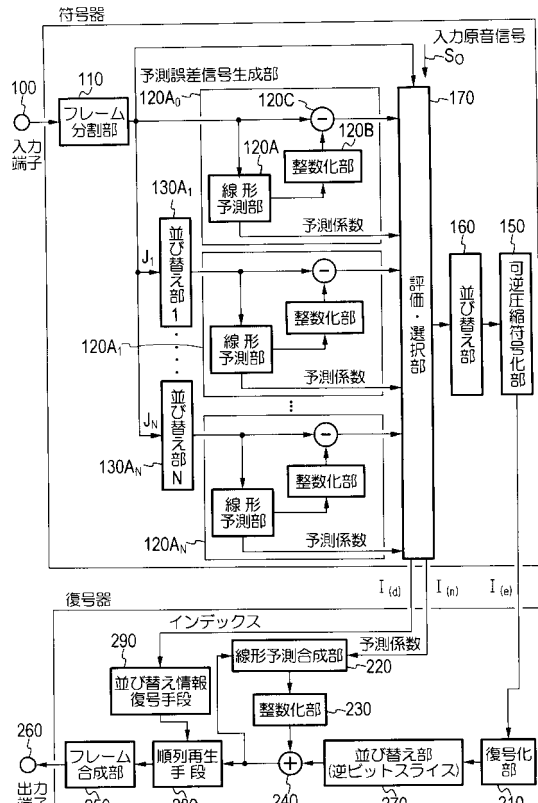


図 2

【図3】

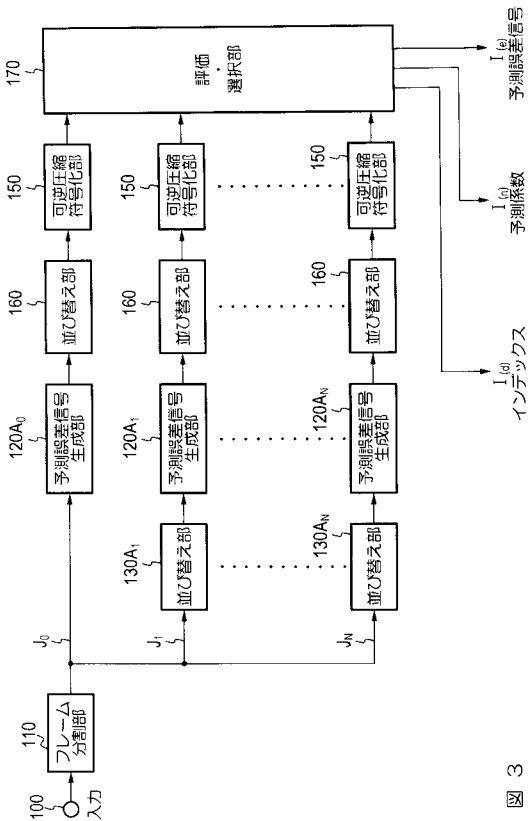


図 3

【図4】

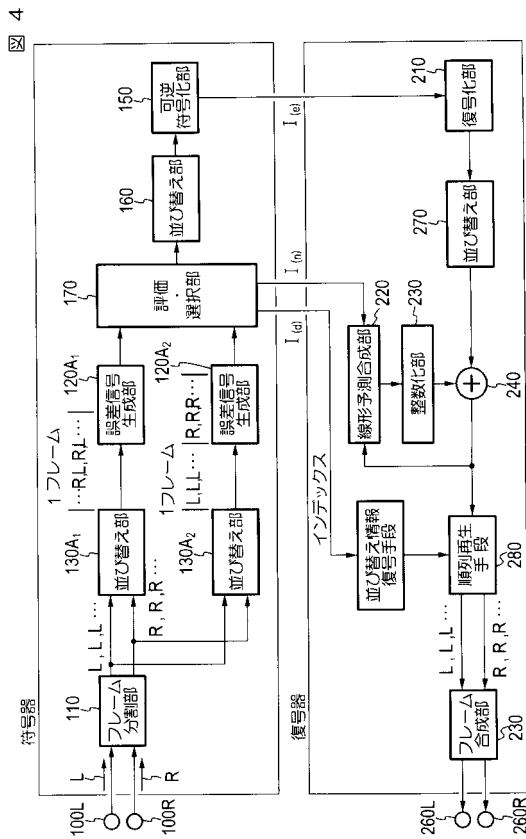


図 4

【図5】

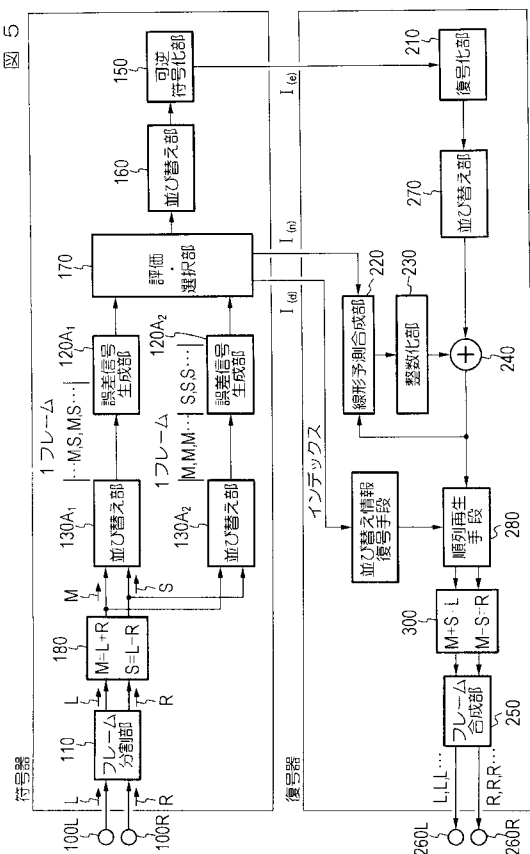


図 5

【図6】

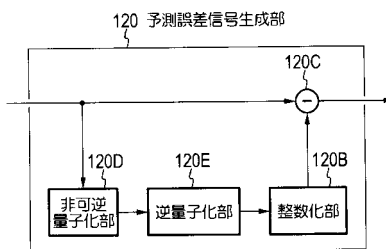


図 6

【 図 7 】

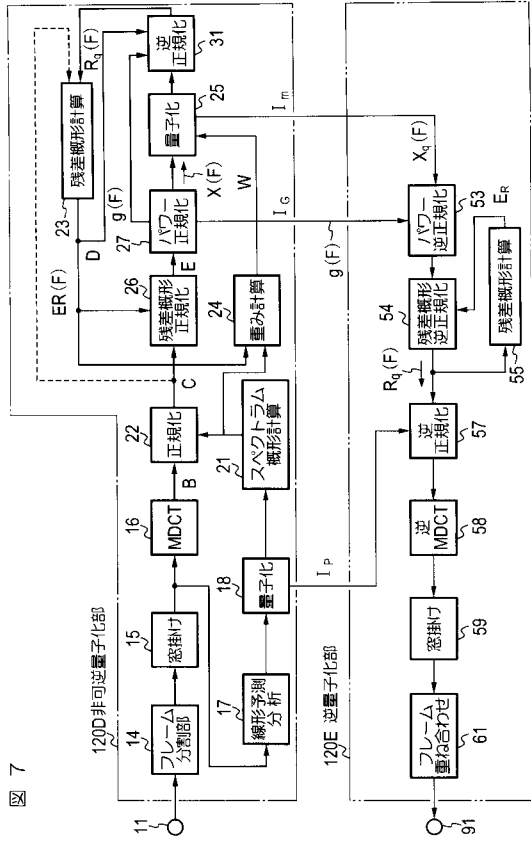


図 7

【 図 8 】

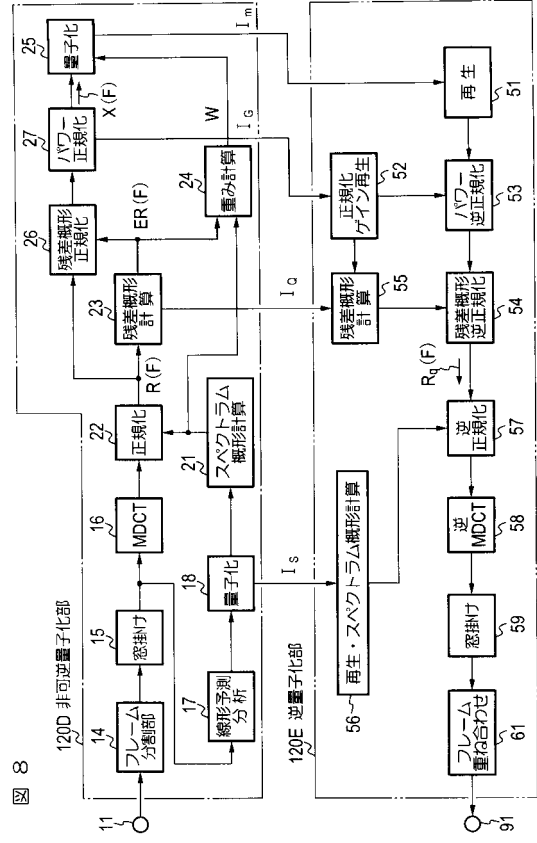


図 8

【 図 9 】

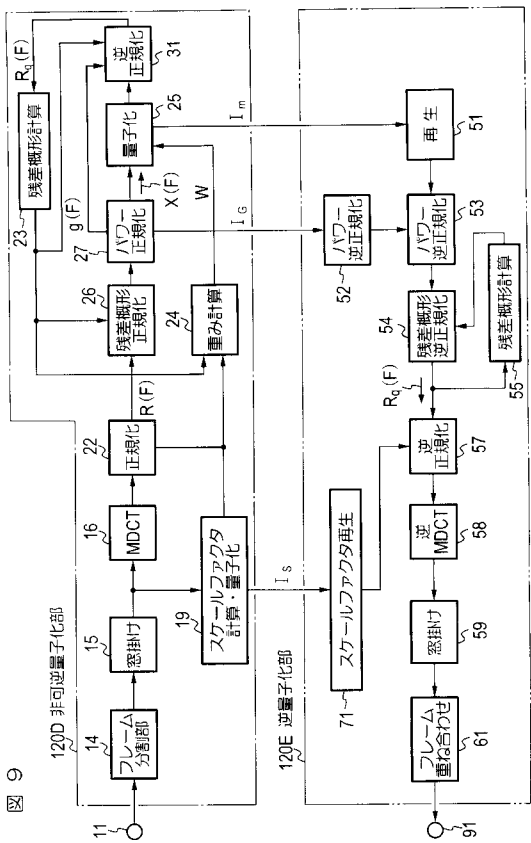


図 9

【 図 10 】

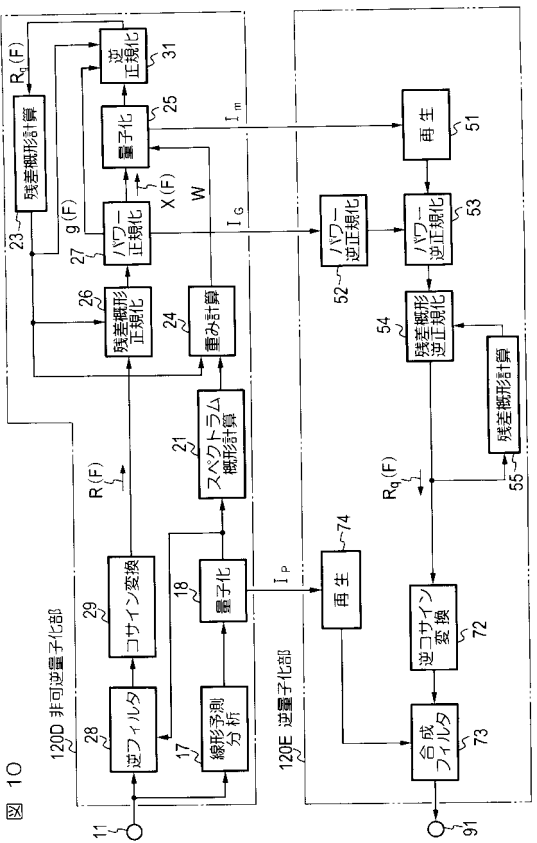
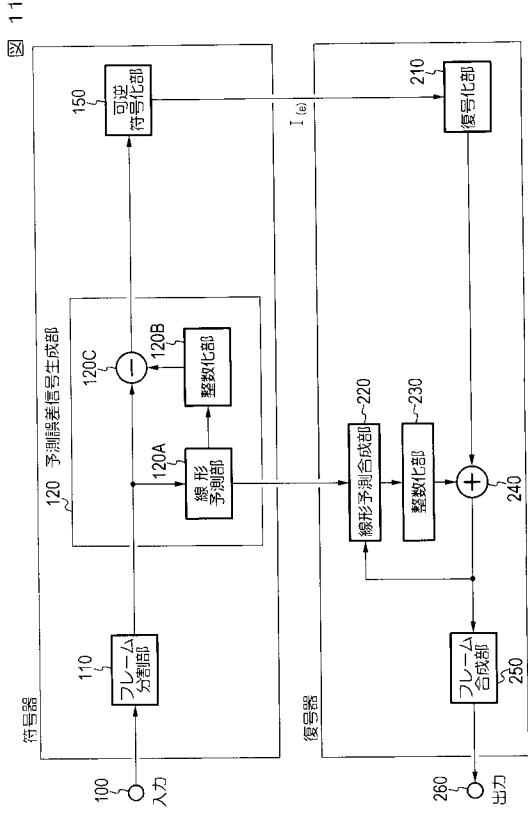
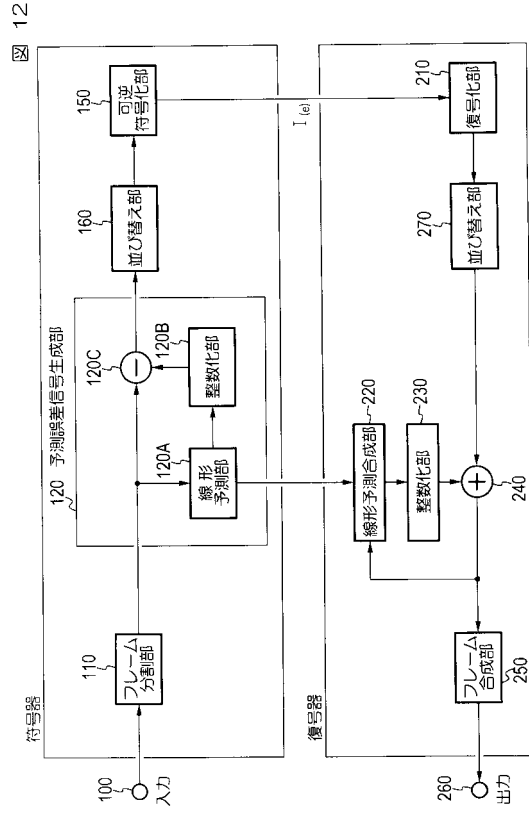


図 10

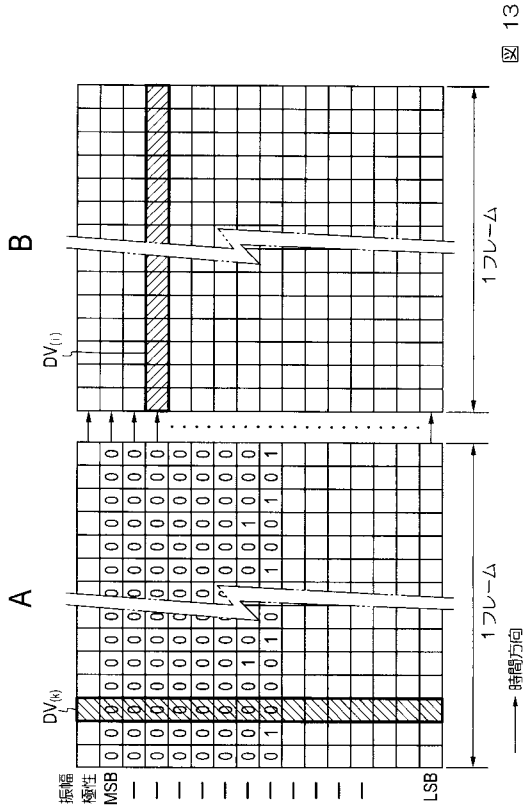
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 神 明夫

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 池田 和永

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

審査官 山下 剛史

(56)参考文献 特開平08-171400(JP,A)

特開平08-095599(JP,A)

特開平11-088184(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00-19/14

H03M 7/30

H04N 7/32