

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4461144号
(P4461144)

(45) 発行日 平成22年5月12日(2010.5.12)

(24) 登録日 平成22年2月19日(2010.2.19)

(51) Int.Cl. F I
G 1 0 L 19/00 (2006.01) G 1 0 L 19/00 2 1 3
G 1 0 L 19/02 (2006.01) G 1 0 L 19/00 2 2 0 D
 G 1 0 L 19/02 1 5 0

請求項の数 19 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2006-531829 (P2006-531829)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成17年8月17日 (2005.8.17)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/015015		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(87) 国際公開番号	W02006/019117	(73) 特許権者	504137912
(87) 国際公開日	平成18年2月23日 (2006.2.23)		国立大学法人 東京大学
審査請求日	平成18年11月2日 (2006.11.2)		東京都文京区本郷七丁目3番1号
(31) 優先権主張番号	特願2004-239665 (P2004-239665)	(74) 代理人	100121706
(32) 優先日	平成16年8月19日 (2004.8.19)		弁理士 中尾 直樹
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(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】 多チャンネル信号符号化方法、その復号化方法、これらの装置、プログラム及びその記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各チャンネルの入力信号（以下、「チャンネル信号」という。）に対して、時間区間（以下、「フレーム」という。）ごとに、チャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行うか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化処理」という。）を行うか、を決定する決定過程と、

前記各チャンネルの対象信号を前記決定した符号化処理で符号化して符号列を得る符号化過程と、

各チャンネルの単独符号化処理を行うか差分符号化処理を行うかの情報と差分符号化処理の場合の重み情報と前記符号列を出力ビット列とするビット列生成過程と、

により構成される多チャンネル信号符号化方法であって、

前記決定過程で決定した符号化処理に基づき、各チャンネルのチャンネル信号から各チャンネルの符号化の対象信号を生成し、生成した対象信号を当該チャンネルのチャンネル信号として、前記決定過程を少なくとも1回繰り返す繰り返し過程と、

少なくとも1つのチャンネルのチャンネル信号に単独符号化処理を行うことを決定し、他のチャンネルのチャンネル信号に差分符号化処理を行うことを決定する前記決定過程と、

最後の繰り返し過程で得られた各チャンネルの対象信号を、最後に繰り返した決定過程で決定した符号化処理で符号化して符号列を得る前記符号化過程と

を備える多チャンネル信号符号化方法。

【請求項2】

各チャンネルの入力信号（以下、「チャンネル信号」という。）に対して、時間区間（以下、「フレーム」という。）ごとに、チャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行うか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化処理」という。）を行うか、を決定する決定過程と、
前記各チャンネルの対象信号を前記決定した符号化処理で符号化して符号列を得る符号化過程と、

各チャンネルの単独符号化処理を行うか差分符号化処理を行うかの情報と差分符号化処理の場合の重み情報と前記符号列を出力ビット列とするビット列生成過程と、

により構成される多チャンネル信号符号化方法であって、
前記決定過程が、

1つのチャンネルについて単独符号化処理を行うことを決定し、別の1つのチャンネルについて前記単独符号化処理を行うと決定したチャンネルのチャンネル信号との差分符号化処理を行うことを決定する第1の決定過程と、

行う符号化処理が未決定のチャンネルそれぞれに対して、単独符号化処理を行うか、行う符号化処理が既に決定している全チャンネルのうちのいずれか1つのチャンネルのチャンネル信号との差分符号化処理を行うか、を決定する処理を、全チャンネルに対して行う符号化処理が決定するまで繰り返す第2の決定過程と、

により構成される

ことを特徴とする多チャンネル信号符号化方法。

【請求項3】

請求項2記載の多チャンネル信号符号化方法であって、

前記決定過程で決定した符号化処理に基づき、各チャンネルのチャンネル信号から各チャンネルの符号化の対象信号を生成し、生成した対象信号を当該チャンネルのチャンネル信号として、前記決定過程を少なくとも1回繰り返す繰り返し過程と、

最後の繰り返し過程で得られた各チャンネルの対象信号を、最後に繰り返した決定過程で決定した符号化処理で符号化して符号列を得る前記符号化過程と

を備える多チャンネル信号符号化方法。

【請求項4】

請求項2または3記載の多チャンネル信号符号化方法であって、

前記第1の決定過程が

全てのチャンネル i ($i = 1, \dots, N$ 。 N はチャンネル数であり、2以上の整数。) のチャンネル信号 X_i に、全ての他のチャンネル j ($j = 1, \dots, N$ 。ただし、 $j \neq i$) のチャンネル信号 X_j との重み付き差分信号 (i, j) を生成し、

各チャンネル信号 X_j のエネルギー X_j^2 、各重み付き差分信号のエネルギー $(i, j)^2$ 、チャンネル j を親とした重み付き差分信号を用いたチャンネル信号 X_i のエネルギー $L(i, j) = (i, j)^2 + X_j^2$ を求め、

全ての前記エネルギー $L(i, j)$ のうちの最小値を与えるチャンネル j に単独符号化処理を行うと決定し、

チャンネル i に、チャンネル j との差分符号化を行うと決定し、

チャンネル i とチャンネル j を親候補とするステップAを有し、

前記第2の決定過程が

$(i, j)^2$ を小さい順に探索し、探索した $(i, j)^2$ と次に小さい $L(i, j)$ と比較し、

前記比較で、 $L(i, j)$ より $(i, j)^2$ が大きくなり、かつ $(i, j)^2$ の j が親候補の場合に、 $(i, j)^2$ のチャンネル i に、 $(i, j)^2$ のチャンネル j との差分符号化を行うと決定し、

チャンネル i を親候補に加え、

前記比較で、 $L(i, j)$ より $(i, j)^2$ が大きい場合に、ステップCに移行

10

20

30

40

50

するステップBと、

前記の次に小さい $L(i, j)$ のチャンネル j が親候補でない場合は、チャンネル j を単独符号化処理を行うと決定してチャンネル j を親候補に加え、

前記の次に小さい $L(i, j)$ のチャンネル i をチャンネル j との差分符号化を行うと決定してチャンネル i を親候補に加える

ステップCと、

ステップBとステップCとを、全チャンネルに対して行う符号化処理が決定するまで繰り返すステップDとを有する

ことを特徴とする多チャンネル信号符号化方法。

【請求項5】

入力された多チャンネル符号中に含まれる各チャンネルの符号列を復号化して各チャンネルの復号波形信号を生成する波形復号過程

を備える多チャンネル信号復号化方法であって、

フレームごとに、入力された多チャンネル符号中に含まれる各チャンネルが、チャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行ったものであるか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化処理」という。）を行ったものであるか、を示す情報と、差分符号化処理である場合の重みの情報を復号化する補助復号過程と、

単独符号化処理のチャンネルの場合には、当該チャンネルの復号波形信号をそのまま復号チャンネル信号とする第1の再生過程と、

差分符号化処理のチャンネルの場合であって、親の復号チャンネル信号が求められている場合には、当該チャンネルの復号波形信号と、重みを与えた親の復号チャンネル信号とを加算して復号チャンネル信号とする第2の再生過程と

を有し、第2の再生過程を全てのチャンネルの復号チャンネル信号を求めるまで繰り返す段階復号化過程と

を有する多チャンネル信号復号化方法。

【請求項6】

入力された多チャンネル符号中に含まれる各チャンネルの符号列を復号化して各チャンネルの復号波形信号を生成する波形復号過程

を備える多チャンネル信号復号化方法であって、

入力された他チャンネル符号中には、各チャンネルがチャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行ったものであるか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化」という。）を行ったものであるか、を示す情報と、差分符号化である場合の重みの情報が複数段分含まれている場合に、

入力された他チャンネル符号中に含まれる、各段の各チャンネルが単独符号化処理を行ったのか差分符号化処理を行ったのかを示す情報と、差分符号化処理である場合の重みの情報を復号化し、当該情報が含まれている段数を求める補助復号過程と、

単独符号化処理のチャンネルの場合には、当該チャンネルの復号波形信号をそのまま復号チャンネル信号とし、差分符号化処理のチャンネルの場合には、復号波形信号と重みを与えた親の復号チャンネル信号とを加算して復号チャンネル信号とする段階復号化過程と

前記段階復号化過程で得られた各チャンネルの復号チャンネル信号を各チャンネルの復号波形信号として、補助復号過程で求めた段数分だけ前記段階復号化過程を繰り返す繰り返し過程と

を有する多チャンネル信号復号化方法。

【請求項7】

入力された多チャンネル符号中に含まれる各チャンネルの符号列を復号化して各チャンネルの復号波形信号を生成する波形復号過程

を備える多チャンネル信号復号化方法であって、

10

20

30

40

50

入力された他チャンネル符号中には、各チャンネルがチャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行ったものであるか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化」という。）を行ったものであるか、を示す情報と、差分符号化である場合の重みの情報が複数段分含まれている場合に、

入力された他チャンネル符号中に含まれる、各段の各チャンネルが単独符号化処理を行ったのか差分符号化処理を行ったのかを示す情報と、差分符号化処理である場合の重みの情報を復号化し、当該情報が含まれている段数を求める補助復号過程と、

単独符号化処理のチャンネルの場合には、当該チャンネルの復号波形信号をそのまま復号チャンネル信号とする第1の再生過程と、

差分符号化処理のチャンネルの場合であって、親の復号チャンネル信号が求められている場合には、当該チャンネルの復号波形信号と、重みを与えた親の復号チャンネル信号とを加算して復号チャンネル信号とする第2の再生過程と

を有し、第2の再生過程を全てのチャンネルの復号チャンネル信号を求めるまで繰り返す段階復号化過程と

前記段階復号化過程で得られた各チャンネルの復号チャンネル信号を各チャンネルの復号波形信号として、補助復号過程で求めた段数分だけ前記段階復号化過程を繰り返す繰り返し過程

を有する多チャンネル信号復号化方法。

【請求項8】

入力された多チャンネル符号中に含まれる各チャンネルの符号列を復号化して各チャンネルの復号波形信号を生成する波形復号過程

を備える多チャンネル信号復号化方法であって、

入力された他チャンネル符号中には、各チャンネルがチャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行ったものであるか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化」という。）を行ったものであるか、を示す情報と、差分符号化である場合の重みの情報が複数段分含まれている場合に、

入力された他チャンネル符号中に含まれる、各段の各チャンネルが単独符号化処理を行ったのか差分符号化処理を行ったのかを示す情報と、差分符号化処理である場合の重みの情報を復号化し、当該情報が含まれている段数を求める補助復号過程と、

全ての単独符号化処理のチャンネルに対して、復号波形信号をそのまま復号チャンネル信号とし、

復号チャンネル信号が求められていないチャンネルであって、親の復号チャンネル信号が求められているチャンネルの場合には、当該チャンネルの復号波形信号と、重みを与えた親の復号チャンネル信号とを加算して、当該チャンネルの復号チャンネル信号とする処理を、全てのチャンネルの復号チャンネル信号を求めるまで繰り返す段階復号化過程と

前記段階復号化過程で得られた各チャンネルの復号チャンネル信号を各チャンネルの復号波形信号として、補助復号過程で求めた段数分だけ前記段階復号化過程を繰り返す繰り返し過程と

を有する多チャンネル信号復号化方法。

【請求項9】

各チャンネルの入力信号（以下、「チャンネル信号」という。）に対して、時間区間（以下、「フレーム」という。）ごとに、チャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行うか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化処理」という。）を行うか、を決定する符号化決定部と、

前記各チャンネルの対象信号を前記決定した符号化処理で符号化して符号列を得る波形符号化部と、

各チャンネルの単独符号化処理を行うか差分符号化処理を行うかの情報と差分符号化処理

10

20

30

40

50

の場合の重み情報と前記符号列を出力ビット列とする合成部と

を備える多チャンネル信号符号化装置であって、

前記符号化決定部で決定した符号化処理に基づき、各チャンネルのチャンネル信号から各チャンネルの符号化の対象信号を生成し、生成した対象信号を当該チャンネルのチャンネル信号として、前記符号化決定部を少なくとも1回繰り返す処理を制御する繰返制御部と、

少なくとも1つのチャンネルのチャンネル信号に単独符号化処理を行うことを決定し、他のチャンネルのチャンネル信号に差分符号化処理を行うことを決定する前記符号化決定部と

最後の繰返し過程で得られた各チャンネルの対象信号を、最後に繰返した決定過程で決定した符号化処理で符号化して符号列を得る前記波形符号化部と

を備える多チャンネル信号符号化装置。

10

【請求項10】

各チャンネルの入力信号（以下、「チャンネル信号」という。）に対して、時間区間（以下、「フレーム」という。）ごとに、チャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行うか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化処理」という。）を行うか、を決定する符号化決定部と、

前記各チャンネルの対象信号を前記決定した符号化処理で符号化して符号列を得る波形符号化部と、

各チャンネルの単独符号化処理を行うか差分符号化処理を行うかの情報と差分符号化処理の場合の重み情報と前記符号列を出力ビット列とする合成部と

20

を備える多チャンネル信号符号化装置であって、

前記符号化決定部が、

1つのチャンネルについて単独符号化処理を行うことを決定し、別の1つのチャンネルについて前記単独符号化処理を行うと決定したチャンネルのチャンネル信号との差分符号化処理を行うことを決定し、

行う符号化処理が未決定のチャンネルそれぞれに対して、単独符号化処理を行うか、行う符号化処理が既に決定している全チャンネルのうちのいずれか1つのチャンネルのチャンネル信号との差分符号化処理を行うか、を決定する処理を、全チャンネルに対して行う符号化処理が決定するまで繰り返す逐次処理手段を有している

ことを特徴とする多チャンネル信号符号化装置。

30

【請求項11】

請求項10記載の多チャンネル信号符号化装置であって、

前記符号化決定部で決定した符号化処理に基づき、各チャンネルのチャンネル信号から各チャンネルの符号化の対象信号を生成し、生成した対象信号を当該チャンネルのチャンネル信号として、前記符号化決定部を少なくとも1回繰り返す処理を制御する繰返制御部

最後の繰返し過程で得られた各チャンネルの対象信号を、最後に繰返した決定過程で決定した符号化処理で符号化して符号列を得る前記波形符号化部と

を備える多チャンネル信号符号化装置。

【請求項12】

請求項10または11記載の多チャンネル信号符号化装置であって、

40

前記符号化決定部が

全てのチャンネル i ($i = 1, \dots, N$ 。 N はチャンネル数であり、2以上の整数。) のチャンネル信号 X_i に、全ての他のチャンネル j ($j = 1, \dots, N$ 。ただし、 $j \neq i$) のチャンネル信号 X_j との重み付き差分信号 (i, j) を生成する差分信号生成手段と、

各チャンネル信号 X_j のエネルギー X_j^2 、各重み付き差分信号のエネルギー (i, j) $L(i, j) = (i, j)^2 + X_j^2$ を求めるエネルギー計算手段と、

前記 $L(i, j)$ と (i, j) 2 の小さい順番に、前記逐次処理手段の処理を、全チャンネルに行う符号化処理が決定するまで繰り返すこと

を特徴とする多チャンネル信号符号化装置。

50

【請求項 13】

入力された多チャネル符号中に含まれる各チャネルの符号列を復号化して各チャネルの復号波形信号を生成する波形復号化部

を備える多チャネル信号復号化装置であって、

フレームごとに、入力された多チャネル符号中に含まれる各チャネルが、チャネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行ったものであるか、チャネル信号と他のチャネル（以下、「親」という。）のチャネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化処理」という。）を行ったものであるか、を示す情報と、差分符号化処理である場合の重みの情報を復号化する補助復号化部と、

単独符号化処理のチャネルの場合には、当該チャネルの復号波形信号をそのまま復号チャネル信号とし、差分符号化処理のチャネルの場合であって、親の復号チャネル信号が求められている場合には、当該チャネルの復号波形信号と、重みを与えた親の復号チャネル信号とを加算して復号チャネル信号とする処理を、全てのチャネルの復号チャネル信号を求めるまで繰り返す繰返再生部と

を備える多チャネル信号復号化装置。

【請求項 14】

入力された多チャネル符号中に含まれる各チャネルの符号列を復号化して各チャネルの復号波形信号を生成する波形復号化部

を備える多チャネル信号復号化装置であって、

入力された他チャネル符号中の、各チャネルがチャネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行ったものであるか、チャネル信号と他のチャネル（以下、「親」という。）のチャネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化」という。）を行ったものであるか、を示す情報と、差分符号化である場合の重みの情報を復号化し、当該情報が含まれている段数を求める補助復号化部と、

単独符号化処理のチャネルの場合には、当該チャネルの復号波形信号をそのまま復号チャネル信号とし、差分符号化処理のチャネルの場合には、復号波形信号と重みを与えた親の復号チャネル信号とを加算して復号チャネル信号とする繰返再生部と

前記繰返再生部で得られた各チャネルの復号チャネル信号を、各チャネルの復号波形信号として、再度、前記繰返再生部に入力する選択部と、

補助復号化部で求めた段数分だけ前記繰返再生部の処理を繰り返す制御を行う繰返制御部と

を備える多チャネル信号復号化装置。

【請求項 15】

入力された多チャネル符号中に含まれる各チャネルの符号列を復号化して各チャネルの復号波形信号を生成する波形復号化部

を備える多チャネル信号復号化装置であって、

入力された他チャネル符号中の、各チャネルがチャネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行ったものであるか、チャネル信号と他のチャネル（以下、「親」という。）のチャネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化」という。）を行ったものであるか、を示す情報と、差分符号化である場合の重みの情報を復号化し、当該情報が含まれている段数を求める補助復号化部と、

単独符号化処理のチャネルの場合には、当該チャネルの復号波形信号をそのまま復号チャネル信号とし、差分符号化処理のチャネルの場合であって、親の復号チャネル信号が求められている場合には、当該チャネルの復号波形信号と、重みを与えた親の復号チャネル信号とを加算して復号チャネル信号とする処理を、全てのチャネルの復号チャネル信号を求めるまで繰り返す繰返再生部と

前記繰返再生部で得られた各チャネルの復号チャネル信号を、各チャネルの復号波形信

10

20

30

40

50

号として、再度、前記繰返再生部に入力する選択部と、

補助復号化部で求めた段数分だけ前記繰返再生部の処理を繰り返す制御を行う繰返制御部と

を備える多チャンネル信号復号化装置。

【請求項 16】

入力された多チャンネル符号中に含まれる各チャンネルの符号列を復号化して各チャンネルの復号波形信号を生成する波形復号化部

を備える多チャンネル信号復号化装置であって、

入力された他チャンネル符号中の、各チャンネルがチャンネル信号そのものを対象信号とした符号化処理（以下、「単独符号化処理」という。）を行ったものであるか、チャンネル信号と他のチャンネル（以下、「親」という。）のチャンネル信号との重み付け差分を対象信号とした符号化処理（以下、「差分符号化」という。）を行ったものであるか、を示す情報と、差分符号化である場合の重みの情報を復号化し、当該情報が含まれている段数を求める補助復号化部と、

全ての単独符号化処理のチャンネルに対して、復号波形信号をそのまま復号チャンネル信号とし、

復号チャンネル信号が求められていないチャンネルであって、親の復号チャンネル信号が求められているチャンネルの場合には、当該チャンネルの復号波形信号と、重みを与えた親の復号チャンネル信号とを加算して、当該チャンネルの復号チャンネル信号とする処理を、全てのチャンネルの復号チャンネル信号を求めるまで繰り返す繰返再生部と

前記繰返再生部で得られた各チャンネルの復号チャンネル信号を、各チャンネルの復号波形信号として、再度、前記繰返再生部に入力する選択部と、

前記補助復号化部で求めた段数分だけ前記繰返再生部の処理を繰り返す制御を行う繰返制御部と

を備える多チャンネル信号復号化装置。

【請求項 17】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の多チャンネル信号符号化方法の各過程をコンピュータに実行させるための符号化プログラム。

【請求項 18】

請求項 5 から 8 のいずれかに記載の多チャンネル信号復号化方法の各過程をコンピュータに実行させるための復号化プログラム。

【請求項 19】

請求項 17 又は 18 に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】

この発明は音響信号や全体信号、環境信号などの多チャンネル信号を記録したり、伝送したりするために用いられる符号化方法、その復号化方法、これらの装置、プログラム及びその記録媒体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の多チャンネル音響信号符号化では、ステレオ信号に関する相関を用いて情報量を圧縮する符号化が多く検討されている。例えば、音響信号でない他の信号の 5 チャンネルの符号化でも、ステレオ信号と同様に 2 チャンネルごとの対にして、それぞれステレオ信号の符号化に還元する方法が知られている。原音に対して、チャンネル間での差分や固定的な重み付き差分によってチャンネル間の信号の類似性を利用した圧縮符号化もよく使われるが、圧縮効率が小さい場合が多い。この技術は例えば非特許文献 1 や非特許文献 2 に開示されている。

【0003】

10

20

30

40

50

従来の1チャンネルの予測符号化・復号化方法を、図1を参照して説明する。符号化側では図1Aに示すように、入力端子11からの時系列デジタル信号はフレーム分割部12で、例えば1024などの所定サンプル数ごとの短時間区間(フレームという)に分割される。デジタル信号は、フレームごとに線形予測分析部13で線形予測分析されて、予測係数が計算される。この予測係数は、通常は線形予測分析部13内の量子化部13aで量子化される。

線形予測部14は、この量子化された予測係数とそのフレームのデジタル信号とを入力として、デジタル信号に対して時間方向に線形予測して、サンプルごとの予測値を求める。この線形予測は自己回帰型前方予測である。この予測値が入力デジタル信号の対応サンプルから減算部15で減算されて、予測誤差信号が生成される。線形予測部14及び減算部15は予測誤差生成部16を構成している。

【0004】

予測誤差生成部16からの予測誤差信号は、圧縮符号化部17で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が行われて誤差符号として出力される。線形予測分析部13からの量子化された予測係数は、係数符号化部18でエントロピー符号化又はベクトル量子化によって符号化され、係数符号として出力される。この予測係数は、スカラー量子化されたまま出力されることもある。

復号化側では図1Bに示すように、入力された圧縮符号は、伸張復号化部21で、圧縮符号化部17の符号化方法と対応した復号化方法により復号化されて予測誤差信号が生成される。また入力された係数符号は、係数復号化部22で、係数符号化部18の符号化方法と対応した復号化方法により復号化されて予測係数が生成される。復号化された予測誤差信号と予測係数とが予測合成部23に入力され、これらから原デジタル信号が予測合成されてデジタル信号が再生される。フレーム合成部24は、各フレームのデジタル信号を順次連結し、出力端子25から出力する。予測合成部23では再生されたデジタル信号と、復号化された予測係数が回帰型線形予測部26に入力されて予測値が生成され、その予測値と、復号化された予測誤差信号とが加算部27で加算されて、デジタル信号が再生される。

【0005】

従来の多チャンネル符号化を2チャンネルずつ組にしてステレオ信号の符号化に還元する方法での、1組のステレオ信号の符号化方法を、図2を参照して説明する。フレーム分割され、同一フレーム内の第1チャンネルデジタル信号 $x_L(k)$ 及び第2チャンネルデジタル信号 $x_R(k)$ は、それぞれ入力端子11_L及び11_Rより予測符号化部31_L及び31_Rに入力される。また差回路32は、これら両信号の差 $d(k) = x_L(k) - x_R(k)$ を計算する。この差信号 $d(k)$ は予測符号化部31_Dに入力される。

予測符号化部31_L、31_R及び31_Dは、それぞれ例えば図1Aに示した1チャンネルの予測符号化装置と同様の構成である。予測符号化部31_L、31_R及び31_Dからの符号化符号 CS_L 、 CS_R 及び CS_D は、符号長比較部33に入力される。符号長比較部33は、これら3つの符号化符号中の2つの組み合わせの中で、合計符号量が最小になる2つの符号化符号を選択し、第1及び第2デジタル信号 $x_L(k)$ 、 $x_R(k)$ に対する符号化符号として出力する。このようにしてデジタル信号のチャンネル間相関を利用して、全体として符号化符号量を小さくする。

【0006】

2つのチャンネル信号間の相関を利用し、かつこれらチャンネル信号間の重み付き差分信号を生成して符号化することにより、圧縮効率を更に向上させる技術が提案されている。この例を図3に示す。予測誤差生成部34_L及び34_Rは、デジタル信号 $x_L(k)$ 及び $x_R(k)$ から、線形予測誤差信号 $e_L(k)$ 及び $e_R(k)$ を生成する。これら線形予測誤差信号 $e_L(k)$ 及び $e_R(k)$ は、それぞれエントロピー符号化部35_L及び35_Rに入力されると共に重み付き差分生成部36に入力される。図1Aと同様に、線形予測係数もそれぞれ別途符号化されるが、図3では線形予測誤差部分のみが表示されている。線形予測誤差信号ベクトル $E_L = (e_L(0), e_L(1), \dots, e_L(K-1))$ に対し、線形予測誤差信号ベクトル $E_R = (e$

10

20

30

40

50

$e_R(0), e_R(1), \dots, e_R(K-1)$ を参照信号とする場合、重み付き差分計算部 36 の重み計算部 36 a は、重み付き差分信号 (ベクトル) $D = (d(0), d(1), \dots, d(K-1))$ のエネルギー

$$E_{Nd} = E_L - E_R^2$$

が最小になるように重み係数 w を求める。K はフレーム内の各信号のサンプル数である。この w を求める計算は次のように行うことができる。

【0007】

$$= E_R^T E_L / E_R^T E_R$$

$E_R^T E_L$ は内積であって次式により求める。

$$E_R^T E_L = \sum_{k=0}^{K-1} e_R(k) e_L(k)$$

$$E_R^T E_R = \sum_{k=0}^{K-1} e_R(k)^2$$

重み計算部 36 a で計算され、係数量子化部 36 d で量子化され、重み係数符号 q が符号長比較部 37 へ出力される。また、量子化された重み係数は、係数逆量子化部 36 e で逆量子化され、重み係数 w が乗算部 36 b で線形予測誤差信号 $e_R(k)$ に対して乗算される。この乗算結果が引差部 36 c で線形予測誤差信号 $e_L(k)$ から引算されて重み付き差分信号 $d(k)$ が生成される。この重み付き差分信号 $d(k)$ は、エントロピー符号化部 35_D に入力される。エントロピー符号化部 35_L 及び 35_D からの各符号化符号 C_{S_L} 及び C_{S_D} は、符号長比較部 37 に入力され、符号量が小さい方の符号化符号が出力される。また、符号長比較部 37 からの出力とエントロピー符号化部 35_R からの出力とが、デジタル信号 $x_L(k)$ 及び $x_R(k)$ に対する符号化出力となる。また、符号長比較部 37 は、重み係数 w も符号化して付加する。このようにすることにより図 2 に示した符号化より効率よく圧縮することができる。

【非特許文献 1】“An Introduction to Super Audio CD and DVD-Audio”, IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE JULY 2003, pp.71-82.

【非特許文献 2】M.Hans and R.W.Schafer, “Lossless Compression of Digital Audio”, IEEE Signal Processing Magazine, vol.18, no.4, pp.21-32, 2001.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

例えば、フレーム分割された第 1 ~ 第 6 のチャンネル信号ベクトル $X_1 \sim X_6$ を、第 1 及び第 2 チャンネル信号ベクトル (X_1, X_2)、第 3 及び第 4 チャンネル信号ベクトル (X_3, X_4)、第 5 及び第 6 チャンネル信号ベクトル (X_5, X_6) の 3 組の 2 チャンネルずつのステレオ信号として符号化する。各ベクトルの次数 K が 2 の場合、各信号ベクトル $X_1 \sim X_6$ が、ベクトルの 0 次要素 $x(0)$ 、1 次要素 $x(1)$ を直交座標軸とした 2 次元座標表上に、図 4 A に示すように表わされたとする。

ベクトル X_1 と X_2 の差分信号ベクトルの 0 次要素 $d_{1,2}(0)$ は $x_1(0) - x_2(0)$ 、1 次要素 $d_{1,2}(1)$ は $x_1(1) - x_2(1)$ となる。この場合差分信号ベクトルは大きな振幅となるから、 X_1 と X_2 をそのまま符号化した方がよいことになる。同様にベクトル X_3 と X_4 の組も、そのまま符号化した方がよい。ベクトル X_5 及び X_6 の組は、その差分信号ベクトル $d_{5,6}$ が小さな振幅となる。よってこの場合はベクトル X_5 と差分信号ベクトル $d_{5,6}$ との組を符号化すればよい。このように差分信号を生成して符号化しても、必ずしも圧縮率を高くすることはできない。

【0009】

一方、第 1 ~ 第 6 チャンネル信号を 2 組ずつのステレオの符号化に還元し、そのステレオの符号化を図 3 に示した符号化法によることを考える。この場合は、各組の 2 つのベクトルの一方から重み係数 w (図としての制約上、ここでは $w > 0$ として扱う。) を乗算した他方を差し引いたエネルギーが最小になるように重み係数 w を決定しているため、その重み付き差分はその一方のベクトルから他方 (参照信号) のベクトルに対して垂線を下した垂線が差分ベクトルとなりこの垂線は前記一方のベクトルより小さくなることが可成りある。よってこの垂線と参照信号を符号化すればよい。

10

20

30

40

50

【0010】

第1～第6チャンネルの予測誤差信号ベクトルを、ベクトル次数Kが2次のベクトル $E_1 \sim E_6$ とし、図4Aに示したベクトル $X_1 \sim X_6$ とそれぞれ同一とする。図4Bに、ベクトルの0次要素 $e(0)$ 、1次要素 $e(1)$ を直交座標軸とした2次元座標表上のベクトル $E_1 \sim E_6$ を示す。また、重み係数を0以上とする。ベクトル E_1 のベクトル E_2 を参照信号とした重み付き差分信号(ベクトル) $d_{1,2}$ は、図4Bに示すようにベクトル E_1 からベクトル E_2 に下した垂線となる。この重み付き差分ベクトル $d_{1,2}$ は、ベクトル E_1 より小さくなる。同様にベクトル E_5 と E_6 の重み付き差分ベクトル $d_{5,6}$ はベクトル E_5 より小さくなる。しかしこの場合も、ベクトル E_3 と E_4 の組はベクトルの方が逆であり、重み付き差分は返って大きくなる。よってこのベクトル E_3 と E_4 の組は重み付き差分ベクトルではなく、ベクトル E_3 と E_4 とをそのまま符号化すればよい。このように図2に示した方法により単なる差分信号を生成する場合より、重み付き差分信号を生成することにより、圧縮効率をより高くすることができる。しかし、ベクトル E_3 と E_4 の組のように重み付き差分信号により圧縮率を上げることができない組が存在する課題がある。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

この発明の符号化方法では、段階符号化過程で、多チャンネル(2以上のチャンネル)信号のチャンネルごとに、どのチャンネル信号を参照信号(以下、「親」または「マスター」ともいう。)として重み付き差分符号化するかを決定する。ただし、少なくとも1つのチャンネル信号は、参照信号の重み係数をゼロ(従って、自チャンネルが親と考える。)とする。この段階符号化過程で決定された重み付き差分信号に対し、前記段階符号化過程を少なくとも1回繰り返し、その最終結果と対応する重み付き差分信号をそれぞれ圧縮符号化し、かつ各段階符号化過程の各チャンネルの重み係数を符号化して出力する。

20

【0012】

この発明の復号化方法によれば、入力多チャンネル符号化符号をチャンネルごとに分離し、各チャンネル符号の補助符号に基づいて定まる参照信号(以下、「親」または「マスター」ともいう。)と重み係数を用いて、重み付き加算を行って、復号波形信号を生成する。ただし、少なくとも1つのチャンネル符号は、その補助符号に基づいて自チャンネルを親と考え、当該チャンネルの復号波形信号を、前記加算により得られた復号波形信号として出力する。また、この発明の復号化方法では、前記の過程を少なくとも1回含む。

30

【発明の効果】

【0013】

この発明の符号化方法によれば、多チャンネル信号から重み付き差分信号が生成され、更にこれら生成された重み付き差分信号から再び重み付き差分信号が生成されることが少なくとも1回繰り返される。したがって、最終的に得られる重み付き差分信号の振幅が小さくなり、圧縮率が向上する。特に重み付き差分信号としては重み係数がゼロの場合、つまり当該チャンネル信号自体を重み付き差分信号とする場合も含むため、再び重み付き差分信号を生成する際に、例えば図4B中に示すように、信号ベクトル E_4 が、差分信号 $d_{5,6}$ を参照信号として重み付き差分信号 $d_{4,5,6}$ となり、圧縮率が向上する。

40

【0014】

この発明の復号化方法によれば、加算復号された波形信号を、再び親として重み付き加算することにより、この発明による符号化方法で符号化された多チャンネル信号符号化符号を復号することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1Aは従来の1チャンネルの予測符号化装置の機能構成を示す図。図1Bは従来の1チャンネルの予測符号化の復号化装置の機能構成を示す図。

【図2】従来のステレオ信号符号化装置の機能構成を示す図。

【図3】従来のステレオ信号符号化装置より考えられる符号化装置の機能構成を示す図。

50

【図 4】図 4 A は差分符号化をベクトルにより説明するための図。図 4 B は重み付き差分符号化をベクトルにより説明するための図。

【図 5】この発明による符号化装置の機能構成例を示す図。

【図 6】この発明による符号化方法の処理手順の例を示す図。

【図 7 A】図 6 中のステップ S 2 の具体的処理手順の例を示す図。

【図 7 B】図 7 A と同じ処理手順を異なるフローで示す図。

【図 7 C】図 7 B で示した処理手順と図 7 A で示した処理手順とが対応することを示す図。

【図 8】図 7 A 中のステップ S 2 9 の具体的処理手順の例を示す図。

【図 9】図 9 A は、6 チャンネル分の 1 回の符号化決定処理により得られる補助符号の各種例を示す図。図 9 B は単独符号化を表現する第 2 の例を示す図。図 9 C は単独符号化を表現する第 3 の例を示す図。

10

【図 10】図 10 A は多チャンネル符号化符号の例を示す図。図 10 B は i チャンネルの補助符号の例を示す図。図 10 C は p 回目符号の例を示す図。図 10 D は多チャンネル符号化符号の別の例を示す図。

【図 11】符号化決定処理が 3 段階の場合の各段階に得られる補助符号の例を示す図。

【図 12】図 5 中の差分生成部 1 1 1 の一部の他の具体的機能構成例を示す図。

【図 13】図 1 3 A は、図 6 中のステップ S 2 での符号化探索を、全チャンネルを対象とする方法の説明図。図 1 3 B は、図 6 中のステップ S 2 での符号化探索を、全チャンネルを 2 分割して行う方法の説明図。図 1 3 C は、図 6 中のステップ S 2 での符号化探索を、全チャンネルを 4 分割して行う方法の説明図。

20

【図 14】この発明による復号化装置の機能構成例を示す図。

【図 15】この発明による復号化方法の処理手順の例を示す図。

【図 16】図 1 5 中のステップ S 3 4 の具体的処理手順の例を示す図。

【図 17】図 1 5 中のステップ S 3 6 の具体的処理手順の例を示す図。

【図 18】この発明による復号化方法の基本的な処理手順の例を示す図。

【図 19】多チャンネル予測誤差信号とその各予測係数信号にこの発明を適用した符号化装置の機能構成例を示す図。

【図 20】図 2 0 A は多チャンネル信号を 2 つずつ組としてステレオ符号化用信号とし、この発明を適用した符号化装置の機能構成例を示す図。図 2 0 B は、図 2 0 A により符号化された符号の復号化装置の機能構成例を示す図。

30

【図 21】図 2 1 A は多チャンネル信号を 2 つずつ組としてステレオ符号化する場合と、予測誤差信号を図 5 に示した繰返符号化を適用した場合との圧縮量が小さいと推定した方の符号化を行う符号化装置の機能構成例を示す図。図 2 1 B は、図 2 1 A により符号化された符号の復号化装置の機能構成例を示す図。

【図 22】この発明の効果を確認するために行った実験の条件を示す図。

【図 23】図 2 2 に示した実験の結果を示す図。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下この発明の実施形態を、図面を参照して説明する。なお、各図において対応する部分には同一参照番号を付けて重複説明を省略する。

40

[実施例 1]

実施例 1 では、本発明の符号化の方法を示す。図 5 にこの発明の符号化装置の機能構成例を、図 6 にその処理手順の例をそれぞれ示す。

入力端子 $1 1_1 \sim 1 1_I$ からの第 1 ~ 第 I チャンネルの各入力信号（以下、「チャンネル信号」ということもある。）は、それぞれフレーム分割部 $1 2_1 \sim 1 2_I$ で例えば 2 5 6 サンプル、1 0 2 4 サンプル、8 1 9 2 サンプルなどの短時間区間（フレーム）ごとに分割される（ステップ S 1）。 I は 2 以上の整数である。チャンネル信号は一般にデジタル信号とされている。各フレームの第 1 ~ 第 I チャンネル信号は、段階符号化部 1 0 0 で各チャンネル信号を単独符号化とするか、どのチャンネルを参照信号（以下、「親」、または「マス

50

ター」ということもある。)とする重み付き差分符号化するかを決定する(ステップS2)。その際少なくとも1つは単独符号化と決定する。ここで単独符号化とは、あるチャネル信号を、そのチャネル信号単独で符号化することである。また、この単独符号化は、自チャネル信号を親とする符号化と考えるもよいし、重み係数をゼロとする重み付き差分符号化と考えるもよい。したがって、単独符号化を含めて重み付き差分符号化という場合もある。その場合、「少なくとも1つは単独符号化と決定する」とは、少なくとも1つは重み係数を0に決定するということになる。

【0017】

各チャネル信号を単独符号化するか、重み付き差分符号化するのかの決定、つまり差分符号化の重み係数を0にするか、0以外の値にし、かつ他のチャネル信号を親とするかの決定は、全チャネルの重み付き差分信号のエネルギーが最小になるように、つまり符号化した時の符号量の全体が最小になるように、重み付き差分信号のエネルギーに基づいて逐次決定する。

この逐次決定は、例えば図5に示す機能構成を有する段階符号化部100で、図7Aに示す処理手順により行う。差分生成部111に第1～第Iチャネル信号 $X_1 \sim X_I$ が入力される。差分生成部111は、これらチャネル信号中の2つの信号を組とする全ての組み合わせについて、重み付き差分信号 (i, j) を生成する(ステップS21)。信号 (i, j) は、信号 X_i の信号 X_j を親とする重み付き差分信号を表わす。この発明では、差分信号としては重み付き差分信号のみを用いるため、以下の説明では重み付き差分信号 (i, j) を単に差分信号 (i, j) ということもある。差分生成部111では、重み決定部111aが重み付き差分信号 (i, j) の重み係数 $W(i, j)$ を求める。この重み係数は、例えば図3中の重み計算部36aで行ったと同様な計算により求められる。各差分信号 (i, j) 及びその重み係数 $W(i, j)$ は、差分メモリ112に一旦格納される。

【0018】

単独エネルギー計算部113は、第1～第Iチャネル信号 $X_1 \sim X_I$ の各エネルギー X_i^2 をそれぞれ計算する。差分エネルギー計算部114は、全ての重み付き差分信号 (i, j) のエネルギー $(i, j)^2$ を計算する。更にこの例では、加算部115が、各差分エネルギー $(i, j)^2$ とその親チャネル信号のエネルギー X_j^2 とを加算し、加算エネルギー $L(i, j)$ を求める(ステップS22)。つまり、 $(i, j)^2 + X_j^2 = L(i, j)$ である。加算エネルギー $L(i, j)$ が単独小順配列部116で小さい順に配列され、差分エネルギー $(i, j)^2$ が差分小順配列部117で小さい順に配列される。これら配列にはそれぞれの (i, j) も付加して保持する。加算エネルギー $L(i, j)$ の配列の順番を n ($n = 0, 1, \dots$)とし、差分エネルギー $(i, j)^2$ の配列の順番を m ($m = 0, 1, \dots$)とする。また、逐次処理部118内のレジスタ118a内の順番パラメータ n, m をそれぞれ0とする(ステップS23)。取込部118bは、加算エネルギー $L(i, j)$ の n 番目に小さいものに対応するチャネル番号 i (以下、親チャネルと区別し易いように「子チャネル番号 i 」という。)と親チャネル番号 j を単独小順配列部116から取り込み、その親チャネル j のチャネル信号 X_j に対する符号化が既に決定されているか否かを各種判定部118cで判定する(ステップS24)。ステップS24の判定で、チャネル j の符号化が決定されていないならば、チャネル j のチャネル信号 X_j を単独符号化(重み係数ゼロの差分符号化)と決定し(ステップS25)、更にその子チャネル i のチャネル信号 X_i を、チャネル信号 X_j を親とする差分符号化と決定する(ステップS26)。

【0019】

ステップS24の判定が、「既に決定されている」であれば、ステップS26に移り、その子チャネル i に対するチャネル信号 X_i をそのチャネル j の信号 X_j を親とする差分符号化と決定する。ステップS26の次に n を $n+1$ とし(ステップS27)、全チャネル信号 $X_1 \sim X_I$ に対する符号化が決定されたかを、各種判定部118cにより判定する(ステップS28)。全チャネルの符号化が決定されていないならば、既に符号化が決定さ

10

20

30

40

50

れたチャンネル信号を親候補として差分符号化と決定するチャンネル信号を求める（ステップ S 2 9）。

【 0 0 2 0 】

ステップ S 2 9 の処理は、例えば図 8 に示すように行う。まず m 番目の差分エネルギー $(i, j)^2$ と対応する親チャンネル番号 j を取込部 1 1 8 b により差分小順配列部 1 1 7 から取り込み、その親チャンネル j のチャンネル信号の符号化方法が決定されているかを各種判定部 1 1 8 c で判定する（ステップ S 2 9 a）。ステップ S 2 9 a の判定が Yes ならば、そのチャンネル i のチャンネル信号を、そのチャンネル j のチャンネル信号を親とする差分符号化と決定する（ステップ S 2 9 b）。更に m を 0 に初期化する（ステップ S 2 9 c）。全チャンネル信号 $X_i \sim X_j$ に対する符号化が決定されたかを、各種判定部 1 1 8 c により判定する。決定されていなければステップ S 2 9 a に戻り、決定されていればステップ S 2 9 の処理を終了する（ステップ S 2 9 d）。

10

【 0 0 2 1 】

ステップ S 2 9 a の判定が No ならば、m を $m + 1$ とする（ステップ S 2 9 e）。次に n 番目に小さい加算エネルギー $L(i, j)$ 及び m 番目に小さい差分エネルギー $(i, j)^2$ を取り込み部 1 1 8 b によりそれぞれ単独小順配列部 1 1 6 及び差分小順配列部 1 1 7 よりそれぞれ取り込み、 $L(i, j)$ が $(i, j)^2$ より大きいかを比較部 1 1 8 d で比較する（ステップ S 2 9 f）。この結果 $L(i, j) > (i, j)^2$ でなければステップ S 2 9 a に戻り、 $L(i, j) > (i, j)^2$ であればステップ S 2 9 を終了として、図 7 A 中のステップ S 3 0 に移る。この処理中のステップ S 2 9 c で m を 0 に初期化しているため、このステップ S 2 9 の処理により差分符号化と決定されたチャンネル信号を、親チャンネル信号とする差分符号化の可能性が逐次調べられることになる。つまり従来の重み付き差分符号化では、重み付き差分信号を親（参照信号）とする符号は行われていないが、この発明ではそのようなことも行われる。したがって、従来よりも圧縮率を向上させることができる。また、第 1 ~ 第 I チャンネル信号を第 1 チャンネルから順に 2 つずつを組として符号化する方法と、図 4 A と図 4 B に示した場合で比較すると、従来ならば、チャンネル信号 X_2 は単独符号化またはチャンネル信号 X_1 を親とする差分符号化となるが、この発明では、チャンネル信号 E_2 はチャンネル信号 E_3 を親とする差分信号 $d_{2,3}$ となるため、圧縮率が向上する。

20

【 0 0 2 2 】

図 7 A の説明に戻り、ステップ S 3 0 では、各種判定部 1 1 8 c が、全チャンネル信号 $X_1 \sim X_I$ に対する符号化が全て決定されたかを判定し、決定されていないものがあればステップ S 2 4 に戻り、全て決定された場合はステップ S 2 の処理を終了とする。図 5 中の逐次処理部 1 1 8 では、パラメータ n, m の更新や初期設定、取込部 1 1 8 b による各小順配列部 1 1 6 及び 1 1 7 からの各 (i, j) や $L(i, j)$, $(i, j)^2$ の取り込み、各種判定部 1 1 8 c により各種判定、比較部 1 1 8 d による比較などを、逐次制御部 1 1 8 e の指示にしたがって順次行う。

30

【 0 0 2 3 】

なお、図 7 A のステップ S 2 の処理手順は、図 7 B のように表現することもできる。図 7 B のステップ S 2 0 1 は、図 7 A のステップ S 2 1 からステップ S 2 3 および 1 回目のステップ S 2 4 からステップ S 2 6 に相当する。ステップ S 2 0 2 は、1 回目のステップ S 2 7 から始まる繰り返し処理（ステップ S 2 4 ~ ステップ S 3 0）に相当する。図 7 C は、ステップ S 2 0 2 の詳細を示しており、ステップ S 2 0 2 が、図 7 A の 1 回目のステップ S 2 7 から始まる繰り返し処理（ステップ S 2 4 ~ ステップ S 3 0）であることが分かる。

40

【 0 0 2 4 】

以上のように各チャンネル信号に対し、符号化が決定され、この決定を示す各種情報が図 5 中の補助符号生成部 1 1 9 で生成される。この補助符号の例を図 9 A に示す。第 1 ~ 第 6 チャンネル信号 $X_1 \sim X_6$ に対するものであり、各チャンネル番号 i ($i = 1, \dots, 6$) に対し補助符号 CA_i として終了フラグ F_{EN} 、親が前フレームと同一かを示すフラグ F_R 、

50

親チャンネル番号 j 、重み係数 $W(i, j)$ 、終了フラグ F_{EN} が順に配列されている。終了フラグ F_{EN} が 1 は、そのチャンネルに対する補助符号 CA_i の終了を表わす。親が前フレームと同一かを示すフラグ F_R が 1 は親チャンネル番号 j が、前フレームにおける当該チャンネル i の補助符号 CA_i 中の親チャンネル番号 j と同一であることを表わす。後で述べる補助符号メモリ 121 内の前フレーム部 121d 中の該当する親チャンネル番号 j と、現フレームの当該親チャンネル番号 j とが比較部 119a で比較され、同一であれば $F_R = 1$ とされ、次の親チャンネル番号 j は省略され、重み係数がすぐ続くことになる。親チャンネル j は差分符号化の親チャンネル信号のチャンネル番号を表わし、重み係数 $W(i, j)$ は差分符号化の重み係数を表わす。なお、親が前フレームと同一かを示すフラグ F_R はなくてもよい。

【0025】

図9A、図9B、および図9Cに補助符号の例を示す。図9Aの例では、第1チャンネルの補助符号 CA_1 は、左側の $F_{EN} = 0$ であり、右側の情報があることを示している。したがって、差分信号 (i, j) に対する重み係数 $W(i, j)$ が差分メモリ 112 から取り込まれる。図9Aの右側に補助符号が続き、 $F_R = 0$ で親チャンネル番号 j が前フレームの第1チャンネルに対する親チャンネル番号と異なることが示されている。 $j = 2$ から親が第2チャンネル信号、 $W(1, 2)$ から重み係数が13であることが分かる。次の $F_{EN} = 1$ で補助符号 CA_1 は終了する。第3チャンネルの補助符号 CA_3 は最初に終了フラグ $F_{EN} = 1$ であり、親チャンネル番号 j 、重み係数 $W(i, j)$ がない。これは単独符号化であることを表わしている。先に述べたように単独符号化も重み付き差分符号化といえ、その場合は例えば第3チャンネルの補助符号 CA_3 は図9Bに示すようになる。つまり終了フラグ $F_{EN} = 0$ 、前フレームと同一フラグ $F_R = 0$ 、親チャンネル番号 $j = 3$ 、重み係数 $W(3, 3) = 0$ 、終了フラグ $F_{EN} = 1$ になる。また図9Cに示すように親チャンネル $j = 3$ の次に終了フラグ $F_{EN} = 1$ を配してもよい。

【0026】

図5及び図6の説明に戻る。このようにして生成された補助符号 CA は補助符号メモリ 121 に格納される。補助符号メモリ 121 中の前フレーム部 121d には、前フレームの補助符号中の少なくとも親チャンネル番号 j がチャンネル番号ごとに格納される。

この発明の符号化では、以上のように各チャンネル信号に対する（以下では単にチャンネルに対するということもある）符号化が決定され、かつ補助符号 CA が生成される。その後、単独符号化と決定されたチャンネルの信号は段階符号化部 100 の入力信号が、そのまま段階符号化部 100 のそのチャンネルの入力信号とされ、差分符号化と決定されたチャンネルについてはその差分信号 (i, j) がそのチャンネルの入力信号とされて段階符号化部 100 に入力される。更に段階符号化部 100 で、各チャンネルの入力信号に対する符号化の決定、補助符号の生成が同様に行われることが少なくとも1回繰り返される。

【0027】

つまりステップ S2（図6）の次に、繰返制御部 41 が、各チャンネルに対する符号化決定処理が終了したかを調べる（ステップ S3）。符号化決定処理の終了方法としては、予め決めた回数だけ符号化決定処理が繰り返されたら終了とする方法、符号化決定処理を繰り返しても、全体の差分信号のエネルギーの減少あるいは減少率が所定値以下になると終了とする方法などがある。ステップ S3 で符号化決定処理が終了していないと判定されると、単独符号化と決定された入力チャンネル信号はそのまま再び入力チャンネル信号とされ、差分符号化と決定されたチャンネル信号はその差分信号 (i, j) がその第 i チャンネルの入力チャンネル信号とみなされ、かつ前述した補助符号 CA の生成が行われてステップ S2 に戻る（ステップ S4）。

【0028】

例えば図5中に示すように、補助符号メモリ 121 内の各チャンネルの補助符号 CA_i の次の終了フラグ F_{EN} が 0 であれば、差分メモリ 112 中の対応差分信号 (i, j) を選択部 42 で選択して段階符号化部 100 に入力し、前記終了フラグ F_{EN} が 1 であれば対応入力チャンネル信号 X_i を選択部 42 で選択して段階符号化部 100 に入力することを繰返制御部 41 が行う。

10

20

30

40

50

この符号化決定処理を行うごとに、生成した全差分信号 (i, j) が、1回目(第1段階)は差分メモリ112内のメモリ部112aに、2回目(第2段階)はメモリ部112bに、3回目(第3段階)はメモリ部112cにというように順次格納される。また同様に符号化決定処理ごとに生成された補助符号CAが、1回目は補助符号メモリ121内のメモリ部121aに、2回目はメモリ部121bに、3回目はメモリ部121cにというように順次格納される。

【0029】

ステップS3での符号化決定処理が終了すると、波形選択部49₁~49_Iは、最終の符号化決定が単独符号化であれば最終符号化決定の処理のときの入力チャネル信号を、最終の符号化決定が差分符号化であれば最終符号化決定処理で生成した差分信号を選択して
10
チャネル対応の波形符号化部43_i ($i = 1, 2, \dots, I$)でエントロピー符号化などの可逆圧縮符号化によって符号化する(ステップS5)。合成部44は、フレームごとに、波形符号化部43₁~43_Iからの波形符号CS1~CSIと補助符号化部45からの補助符号CA1~CAIとを合成して、多チャネル符号化符号を出力する(ステップS6)。

【0030】

多チャネル符号化符号の例を図10Aに示す。第1~第Iチャネルの補助符号CA1~CAIが順次配列され、その後、第1~第Iチャネルの波形符号CS1~CSIが順次配列される。第iチャネルの補助符号CAiは図10Bに示すように1回目処理(第1段階符号化決定)で生成された補助符号が1回目符号CAi₁として、2回目の処理(第2段階符号化決定)で生成された補助符号が2回目符号CAi₂として、3回目の処理(第3段階符号化決定)で生成された補助符号が3回目符号CAi₃として順次配列される。各p回目符号CAi_p ($p = 1, 2, 3$)は、それぞれ図10Cに示すように終了フラグF_{EN}、前フレームと同一フラグF_R、親チャネル番号jを表わす符号C_j、重み係数W(i, j)を表わす符号C_wが順次配列される。この処理におけるステップS2は、前記で述べた図7Aまたは図7Bの方法とするのが最適であるが、少なくとも1つを単独符号化と決め、その他のチャネルは差分符号化とする方法であれば、どのような方法を用いてもよい。

【0031】

図11に補助符号CAiの具体的内容を含めた詳細例を示す。ここで重み係数W(i, j) (C_w)に格納されている数値は、重み係数を示す符号C_wである。第1~第6チャネルの補助符号CA1~CA6を並列に順次配列して示してある。図10Aに示した例ではこれらCA1~CA6は直列に配列されることになる。1回目符号CAi₁は第5チャネルのみが終了フラグF_{EN}が1であり、第5チャネルは単独符号化であり、第1~第4チャネルは親チャネル番号j、重み係数W(i, j)が有限値であり、差分符号化であり、第6チャネルは親チャネルが6であり、従って差分符号化ではなく、単独符号化と決定されたが、補助符号が終了してないものである。ここで、重み係数符号として「0」を格納してあるが、単独符号化の場合は重み係数符号が不要なので、重み係数符号を含めない構成としてもよい。2回目符号CAi₂では、第1、第2、および第4チャネルは差分符号
30
化である。つまり1回目の符号化決定処理により得られた第1、第2及び第4チャネルの各重み付き差分信号(1, 3)、(2, 5)、及び(4, 1)を、再び差分符号化すると決定されたことを示している。例えば第1チャネル(1, 3)の親は第3チャネルであり、これは差分信号(3, 5)である。第3チャネルの終了フラグF_{EN}は1なので、1回目の符号化決定処理により得られた第3チャネルの差分信号(3, 5)を単独符号化すると決定されたことを示している。第6チャネルは、入力端子11₆よりの原第6チャネル信号X₆が2回目符号化決定処理により第4チャネルを親とし、重み係数が1の差分符号化と決定されている。つまり2回目符号化決定処理では、段階符号化部100には差分信号(i, j)のみならず、単独符号化と決定されたその入力チャネル信号もそのまま入力され、この2回目符号化決定処理で、先に単独符号化と決定されたチャネル
40
信号が、差分信号(i, j)を親とする差分符号化と決定されることがある。例えば図
50

4 B に示した例では、第 4 チャンネル信号 E_4 は符号化決定処理の 1 回目では差分符号化できず、つまり圧縮することができなかつた。すなわち、発明が解決しようとする課題で説明した従来の方法では、第 4 チャンネルは圧縮できなかつた。しかし、本発明の再帰的処理により、符号化決定処理の 2 回目で、差分信号 $d_{5,6}$ を親とする差分符号化と決定でき、圧縮率をさらに改善できる。

【 0 0 3 2 】

なお 2 回目符号化決定では、1 回目符号化決定で得られた差分信号が対応チャンネルの入力チャンネル信号とみなされて、段階符号化部 1 0 0 に入力される。従って第 3 チャンネルは 2 回目符号化決定で単独符号化と決定されているから 3 回目符号化決定では差分信号 (3 , 5) が入力チャンネル信号として段階符号化部 1 0 0 に入力される。この場合は、図 5 の繰返制御部 4 1 は差分メモリ 1 1 2 のメモリ部 1 1 2 b 内から (3 , 5) を取り出して選択部 4 2 を通じて段階符号化部 1 0 0 に入力する。

3 回目符号 CAi_3 では、第 1 チャンネルは差分符号化である。第 1 チャンネル (1 , 3) を差分符号化した際の親は、2 回目符号化決定処理で得られた第 2 チャンネルの差分信号 (2 , 5) である。第 2 及び第 6 チャンネルは終了フラグ F_{EN} が 1 である。第 4 チャンネル (4 , 2) を差分符号化した際の親は、第 1 チャンネルの差分信号 (1 , 3) である。この例は、符号化決定処理が 3 回で終了となった場合であり、最終的に終了フラグ F_{EN} が 1 となっていない第 1 及び第 4 チャンネルに対し、それぞれ終了フラグ $F_{EN} = 1$ が付加されている。

【 0 0 3 3 】

図 5 中の補助符号化部 4 5 が、補助符号メモリ 1 2 1 内の記憶内容を取り出して、図 1 1 に示した補助符号 $CA1 \sim CA6$ 、つまり各チャンネルの補助符号 CAi の番号符号配列 CAi_1, CAi_2, CAi_3 の配列を生成する。この際、親チャンネル番号 j は番号符号 C_j に符号化され、重み係数 $W(i, j)$ は重み符号 C_w に符号化される。第 6 チャンネルは、1 回目の符号化決定処理で終了フラグ F_{EN} は 1 となるが、図 1 1 中に示すように終了フラグ $F_{EN} = 1$ 中の最後のものを残し、その前の符号化決定段階で付けられた $F_{EN} = 1$ は $F_{EN} = 0$ に変換することを補助符号化部 4 5 で行う。なお、補助符号メモリ 1 2 1 に符号化決定段階ごとの補助符号を格納する際に、番号符号 C_j 、重み符号 C_w として格納しておいてもよい。またチャンネル番号 i, j は、一段に 2 進数表示することができるが、その 2 進数をそのまま番号符号 C_j としてもよい。

【 0 0 3 4 】

合成部 4 4 から出力する多チャンネル符号化符号は、図 1 0 D に示すように、第 i チャンネルの補助符号 CAi と波形符号 CSi とを組にして ($CA1, CS1$), \sim , (CAI, CSI) の順に配列してもよい。また、符号化決定処理の繰返しは 1 回だけでもよく、3 回以上でもよい。更に前フレームと同一フラグ F_R (前フレームの親と同じ親であることを示すフラグ) は省略してもよい。重み付き差分信号の重み係数 $W(i, j)$ を求めるには、前述した計算によることなく、次のようにしてもよい。図 5 中の差分生成部 1 1 1 内の重み決定部 1 1 1 a として図 1 2 に示すものを設ける。重み番号 q ($q = 0, 1, \dots$) ごとの重み係数 W_q が格納されている重みメモリ 4 5 が設けられる。この例では重み係数が $-1.6 \sim 1.6$ までの範囲で、5 ビットで量子化した各 (q) を 1 2 8 倍した整数値を重み係数 $W_q = (q) \times 128$ とした場合である。重み番号 q は 5 ビットで表わされ、0 番 ~ 3 1 番のいずれかとなる。

【 0 0 3 5 】

各チャンネル信号、例えば第 i チャンネル信号 X_i の差分信号 (i, j) を求める場合、差分計算部 4 6 で、第 i チャンネル以外のチャンネル信号 (親チャンネル信号) X_j と各重み係数 W_q との積を第 i チャンネル信号 X_i から引算する。最小選択部 4 7 は、差分計算部 4 6 で計算された 3 2 個の引算結果中の最小の値を選択し、その選択された値が差分信号 (i, j) として、その最小値が得られた重み係数 W_q が重み係数 $W(i, j)$ として出力される。

符号化決定処理は前述したように、多チャンネル符号化符号の符号量がなるべく小さくな

10

20

30

40

50

るように、全ての組み合わせを調べた。前記例では、段階符号化部 100 での各段階の符号化決定処理ごとに、全ての組み合わせから、出力中の補助符号を除く信号のエネルギーの総和が小さくなるように、単独符号化チャンネル及び差分符号化のチャンネルの組み合わせを逐次決定した。しかし、このように全ての組み合わせを調べると、チャンネル数 I が多くなると、処理量が著しく大になり、処理時間が著しく長くなる。

【0036】

つまり前記の逐次処理は、図 13A に示すように横軸及び縦軸にそれぞれチャンネル番号 $1 \sim I$ を配列し、この 2 次元領域の各座標点が示すチャンネルの組み合わせについて逐次調べる（探索する）ことになる。

前記 2 次元領域を複数に分割し、その分割により生じた複数の分割領域の一部のみで符号化決定処理の逐次探索を行うようにしてもよい。例えば図 13B に示すように、前記 2 次元領域中のハッチングを付けた領域、つまり横軸上の $1 \sim I/2$ と縦軸上の $I/2 + 1 \sim I$ で決る分割領域と横軸上の $I/2 + 1 \sim I$ と縦軸上の $1 \sim I/2$ で決る分割領域のみを探索する。あるいは図 13C に示すように前記 2 次元領域を縦及び横でそれぞれ 4 分の 1 に等分割し、16 個の分割領域中の、前記 2 次元領域における対角線上の 4 つの分割領域のみを探索するようにしてもよい。

【0037】

このようにすれば圧縮化するための性能はわずかに低下するが、処理量がチャンネル数の増加により爆発的に増加するのを防止することができる。分割による性能の低下をなるべく小さくするために例えば次のようにすればよい。あらかじめ全チャンネル信号のその類似性（信号間距離）に基づきクラスタリングなどによって分類し、近いチャンネル信号同士がなるべく同じ分割領域に入るようにチャンネルを並べ替えるとよい。

【実施例 2】

実施例 2 では、本発明の復号化の方法を示す。図 14 に復号化装置の機能構成例を、図 15 に処理手順の例を示す。入力端子 21 から例えば図 10A に示した多チャンネル符号化符号がチャンネル分離部 51 に入力される。チャンネル分離部 51 は、各チャンネルの波形符号 $CS_1 \sim CS_I$ と補助符号 $CA_1 \sim CA_I$ を分離して、波形符号 $CS_1 \sim CS_I$ を波形復号化部 $52_1 \sim 52_I$ へ出力し、補助符号 $CA_1 \sim CA_I$ を補助復号化部 $54_1 \sim 54_I$ へ出力する（ステップ S32）。波形復号化部 $52_1 \sim 52_I$ は、図 5 中の波形符号化部 $43_1 \sim 43_I$ の可逆圧縮符号化方法と対応する可逆伸張復号化方法により、波形符号 $CS_1 \sim CS_I$ をそれぞれ復号化して波形信号 $WAS_1 \sim WAS_I$ を生成し、波形記憶部 $53_1 \sim 53_I$ に一時記憶する（ステップ S33）。また補助復号化部 $54_1 \sim 54_I$ は、補助符号 $CA_1 \sim CA_I$ をそれぞれ復号して結果を補助符号記憶部 $55_1 \sim 55_I$ に一時記憶する（ステップ S34）。なおステップ S33 と S34 の順はいずれを先に行ってもよいし、並行して行ってもよい。

【0038】

この実施例では、符号化側の各符号化決定段階で生成された波形信号及び補助符号中の波形信号を、その補助符号に基づき復号する。復号は、最終回の符号化決定段階から順次前にもどりながら行う。また最終回の符号化決定段階が符号化決定処理の P 回目である場合、段階ごとの繰返し復号の処理を行う繰返制御部 56 内のレジスタ 56a に格納される段階パラメータ p を、 P とする（ステップ S35）。繰返制御部 56 からの指示に従って、選択部 212 と 213 は、波形信号 $WAS_1 \sim WAS_I$ を各波形記憶部 $53_1 \sim 53_I$ から読み出し、繰返再生部 200 に入力する。繰返再生部 200 内の重み付き加算部 $211_1 \sim 211_I$ は、段階 p の補助符号 $CA_{1p} \sim CA_{Ip}$ に基づいた重み加算により、入力波形信号 $WAS_1 \sim WAS_I$ から差分前の信号を再生する（ステップ S36）。

【0039】

各チャンネルの p 段階の符号に対する再生処理が終了すると、判定部 56b は、 p が 1 かを確認する（ステップ S37）。つまり最初の符号化決定段階（処理）で得られた符号に対する再生が終了したかを判定する。ステップ S37 で、 $p = 1$ でなければ p を -1 し（ステップ S38）、この再生段階（処理）で処理されなかった波形信号はそのまま対応す

10

20

30

40

50

るチャンネルの入力波形信号となる。また、重み付き加算された信号は、対応するチャンネルの入力波形信号として繰返再生部 200 にそれぞれ入力されて、ステップ S36 に戻る（ステップ S39）。ステップ S37 で、 $p = 1$ ならば、フレーム合成部 24₁ ~ 24_I は、重み付き加算部 211₁ ~ 211_I からの各加算波形信号をそれぞれフレームごとに順次連結して再生信号 $X_1 \sim X_I$ を出力端子 25₁ ~ 25_I に出力する。

【0040】

補助復号化部 54_i での復号処理手順の例を、図 16 を参照して説明する。補助符号 CA_i は、図 10B に示したように符号化決定処理段階の開始順 CA_{i_1} , CA_{i_2} , CA_{i_3} に配列され、第 p 回目符号は終了フラグ F_{EN} 、前フレームと同一フラグ F_R 、親チャンネル番号 j 、重み係数符号 C_W （または重み係数 $W(i, j)$ ）の順に配列されていると

10

【0041】

補助符号 CA_i の復号は $p = 1$ から開始され、まずステップ S41 で終了フラグ $F_{EN} = 1$ かが調べられる。例えば図 11 に示した中の第 5 チャンネル補助符号 CA_{5_1} の場合は $F_{EN} = 1$ であるから、この第 5 チャンネルについての復号処理は終了となる。しかし終了フラグ $F_{EN} = 0$ の場合にはステップ S42 へ進む。ステップ S42 では、親前フレームと同一フラグ $F_R = 1$ かが調べられる。 $F_R = 1$ であれば、その第 i チャンネル補助符号の CA_i の第 p 回目符号の親チャンネル番号 j が補助符号記憶部 55_i 内の前フレーム部 55_ia が

20

【0042】

ステップ S42 で $F_R = 0$ ならば、 F_R の次の符号から親チャンネル番号 j を取得する（ステップ S44）。親チャンネル番号を復号（取得）すると、その親チャンネルが自分自身であるかを調べる（ステップ S45）。親チャンネルが自分でなければ次の符号 C_W を取得復号して重み係数 $W(i, j)$ を求める（ステップ S46）。例えば図 11 中の第 1 チャンネル補助符号の第 1 回目符号 CA_{1_1} では親チャンネルが 3、重み係数符号 $C_W = 10$ が重み係数 $W(1, 3) = 76 / 128 = 0.59375$ に復号される。ステップ S45 で自分が親チャンネルであれば、次の符号を読むことなく、重み係数 $W(i, j) = 0$ とする（

30

【0043】

図 14 の説明に戻る。繰返再生部 200 は、繰返制御部 56 の指示に従って、例えば図 17 に示す処理が行われる。図 17 に、図 15 のステップ S36 の詳細な処理手順を示す。まずチャンネル番号 i を 1 に初期化し復号済フラグ F_{DE} を 0 に初期化する（ステップ S51）。次に自分が親か、つまり第 i チャンネルが親か否かを判定する（ステップ S52）。親であれば当該第 i チャンネルの入力波形信号を出力し、復号済フラグ F_{DE} を 1 とし（ステップ S53）、 i を $i + 1$ とする（ステップ S54）。ステップ S52 で親でなければステップ S54 に移る。ステップ S54 の次に i がチャンネル数 I より大か否かを判定し、 I

40

以下であればステップ S52 に戻る（ステップ S55）。このようにして繰返波形再生の各段階の単独符号化符号に対する復号波形信号が、そのまま重み付き加算部 211_i に出力される。つまり図 11 の補助符号の場合で、 $p = 4$ の場合には、補助符号 CA_1 の

(1, 2)、 CA_2 の (2, 5)、 CA_3 の (3, 5)、 CA_4 の (4, 1)、 CA_5 の復号波形信号 X_5 、 CA_6 の (6, 4) が出力される。なお、 $p = 3$ の場合には、 CA_1 と CA_4 は差分符号化なので、補助符号 CA_2 の (2, 5)、 CA_3 の (3, 5)、 CA_5 の復号波形信号 X_5 、 CA_6 の (6, 4) が出力される。

【0044】

ステップ S55 で i が I より大であると判定されると m を 1 に初期化する（ステップ S

50

56)。次に第 m チャンネルの復号済フラグ F_{DE} が0であり、かつ親が既に復号されたか否かを判定する(ステップS57)。ステップS57がYesの場合には、重み付き加算部211 $_m$ ($m = 1, 2, \dots, I$)は、当該入力第 m チャンネル波形信号に親の波形信号を重み付き加算して加算波形信号を出力し、かつ復号済フラグ F_{DE} を1にする(ステップS58)。ステップS57がNoの場合には、ステップS58を省略する。次に、 m を $m + 1$ とする(ステップS59)。全チャンネルの復号済フラグ F_{DE} が全て1か否かを判定し(ステップS60)、1つでも $F_{DE} = 1$ でないものがあれば $m > I$ かを判定する(ステップS61)。ステップS61がYesならばステップS56に戻り、NoならばステップS57に戻る。ステップS60で全チャンネルの復号済フラグ F_{DE} が全て1であると判定されると、重み付き加算部211 $_1 \sim 211_I$ の出力波形信号をそのまま第1～第 I 入力波形信号として繰返再生部200に再入力する(ステップS62)。図11の補助符号の場合で、 $p = 4$ の場合には、すべてのチャンネルが単独符号なので、差分復号の処理で復号されるチャンネルはない。 $p = 3$ の場合には、差分復号の処理によって、補助符号CA1の(1, 2) + (19) × (2, 5)、CA4の(4, 1) + (27) × (1, 3)が得られる。前記の単独復号の処理で、 $p = 3$ の場合のCA2、CA3、CA5、CA6の復号結果が得られているので、6チャンネル全ての $p = 3$ の段階の復号が終了したことになる。

【0045】

以上のステップS56～S61の処理は差分復号波形信号に対する再生処理である。例えば図11中の第1チャンネルに対する第3回目符号CA1 $_3$ にもとづき第1チャンネル符号化符号に対する第1段目の再生処理が行われる。第3回目符号CA1 $_3$ の親チャンネル j は2であり、ステップS56より前の処理においては親の波形信号が復号されていないが、ステップS56以後のこの段階における最初の再生処理により再生が行われる。同様に第4チャンネルの第3回目符号CA4 $_3$ の親チャンネル j が1であり、前記最初の再生処理では第1チャンネル入力波形信号に対する処理(復号)が行われていないため第4チャンネル入力波形信号に対する処理を行うことができない。しかしステップS61で $m = I$ と判定されるとステップS56に戻り、これに基づくこの段階における2回目の再生処理において第4チャンネル入力波形信号に対する再生処理が行われる。第1チャンネル信号 X_1 は、第4回目符号CA1 $_4$ に基づく(1, 2)の、第3回目符号CA1 $_3$ に基づく差分信号(2, 5)を親とする重みつき加算と、第2回目符号CA1 $_2$ に基づく差分信号(3, 5)を親とする重みつき加算と、第1回目符号CA1 $_1$ に基づくチャンネル信号 X_3 を親とする重みつき加算とにより再生されることになる。つまり、 $X_1 = (1, 2) + (19) \times (2, 5) + (15) \times (3, 5) + (10) \times X_3$ である。

【0046】

先に述べたように、単独符号化は自分を親とし、重み係数を0とする重み付き差分符号化と考えることもできる。この考え方にしたがって再生処理を行うには、図17のステップS51で i を1に初期化する代わりに括弧書きに示すように m を1に初期化し、一点鎖線で示すようにステップS51からステップS56に移るようにすればよい。

なお、この再生処理で補助符号中の前フレームと同一フラグ F_R を用いる場合は、例えば図17中に破線で示す処理を追加する。具体的には、ステップS57がYesの場合に、前フレームと同一フラグ F_R が1か否かを判定し(ステップS62)、同一であればステップS63で前フレームの対応チャンネルの補助符号中の親チャンネルを用い、同一でなければステップS64で現補助符号中の親チャンネルを用いてステップS58に移る。

【0047】

図17に示した処理を行うために、図14の重み付き加算部211 $_1 \sim 211_I$ の出力波形信号を選択部212及び213に各々入力する。これら選択部212及び213には波形記憶部53 $_1 \sim 53_I$ からの復号波形信号 $WAS_1 \sim WAS_I$ も入力される。選択部212及び213は、繰返制御部56からの指示にしたがって、各チャンネルへの入力として復号波形信号又は重み付き加算部の出力波形信号のいずれかを選択する。選択部212は、選択した波形信号を重み付き加算部211 $_1 \sim 211_I$ 内の足し算部211 b に各々

10

20

30

40

50

入力する。つまり、子チャンネル波形信号として入力する。また、選択部 2 1 3 は、選択した波形信号を重み付き加算部 2 1 1₁ ~ 2 1 1_I 内の乗算部 2 1 1 a に各々入力する。つまり、親チャンネル波形信号として入力する。補助符号記憶部 5 5₁ ~ 5 5_I からの復号された重み係数は、対応する乗算部 2 1 1 a に各々入力される。これら乗算部 2 1 1 a の乗算結果を対応する足し算部 2 1 1 b に入力し、これら足し算部 2 1 1 b の足し算結果を重み付き加算部 2 1 1₁ ~ 2 1 1_I の各出力波形信号とする。なお、補助符号化部 5 4₁ ~ 5 4_I では重み符号 C_w を復号せず、各重み付き加算部内の重み復号部 2 1 1 c で復号するようにしてもよい。繰返制御部 5 6 内には前記処理を行なうために用いるパラメータ p, i, m を格納するレジスタ 5 6 a, 5 6 b、図 1 5 及び図 1 7 中の各判定ステップの判定を行なう各種判定部 5 6 c が設けられる。さらに、図に示していないが各チャンネル対応の F_{DE} の格納部などが設けられている。

10

【 0 0 4 8 】

各チャンネルの波形符号を予め復号化しておくことなく、その復号波形信号が必要になった時に復号化してもよい。その場合は図 1 7 中のステップ S 5 3 において、括弧書きで示すように当該チャンネル（自分が親のチャンネル）の波形符号 $C S i$ を復号化し、その復号された波形信号 $A S i$ を出力する。ただし、最終符号化段階を、終了フラグ $F_{EN} = 1$ のみである符号化段階とする。例えば図 1 1 に示した例では第 3 回目符号 $C A i_3$ の次の符号化段階、つまり第 4 回目符号 $C A i_4$ から繰返再生処理を実行する。従って、図 1 1 の第 4 回目符号 $C A 1_4$ と $C A 4_4$ が終了フラグ $F_{EN} = 1$ であり、これらはそれぞれ親チャンネル $j = 1$ と $j = 4$ とする、つまり自分を親とするものであり、これらの波形符号 $C S 1$ と $C S 4$ が 1 回目の再生処理で復号化され、次に 2 回目の再生処理は第 3 回目符号 $C A i_3$ について行なわれることになる。

20

【 0 0 4 9 】

上述では段階符号化符号ごとに再生復号処理を行なったが、他チャンネル符号化符号中の補助符号に基づいて第 1 チャンネルから順次再生復号できるものを処理し、できないものを抜かし、最後の I チャンネルに対する処理の後、再び第 1 チャンネルから処理ができるものを順次処理することを繰り返す方法もある。この場合その各処理により得られた復号波形信号、復号差分信号、加算信号（差分信号）、 $W A S i, (i, j), (i, j), \dots$ を記憶部に格納し、これらの中から該当する親を取り出して重み付き加算処理をする。

30

【 0 0 5 0 】

以上述べたことから理解されるように、この発明の復号方法の特徴は、ある差分波形信号と、他の波形信号との重み付き加算を行って波形信号を再生する。そして、更にこの重み付き加算された波形信号と別の差分波形信号との重み付き加算して別の波形信号を再生する。このように重み付き加算を繰り返すことにある。従って、この発明の復号化方法の修理手順は図 1 8 に示す手順を含むものであればよい。つまり多チャンネル符号化符号をチャンネル符号ごとに分離し（ステップ S 7 1）、少なくとも 1 つの単独符号化符号を復号してチャンネル波形信号を生成する（ステップ S 7 2）。そのチャンネル波形信号を親として他の波形信号と重み付き加算を行い、差分波形信号又はチャンネル波形信号を生成する（ステップ S 7 3）。その重み付き加算により生成された波形信号を親として、更に他の波形信号と重み付き加算し、他のチャンネル波形信号又は差分波形信号を生成する（ステップ S 7 4）。

40

[実施例 3]

この発明は、信号系列そのものだけでなく、チャンネルごとに線形予測を行った場合の予測誤差信号系列や予測パラメータ系列に対しても適用することができる。また、これらの両者にそれぞれこの発明を適用する場合は、各補助符号を単独に用いてもよいし、1 部（例えば親チャンネル番号）が同一の場合には、これを共用してもよい。

【 0 0 5 1 】

この例を図 1 9 に示す。各フレーム分割部 1 2₁ ~ 1 2_I からのチャンネル信号は、予測分析部 1 3₁ ~ 1 3_I 及び予測誤差生成部 1 6₁ ~ 1 6_I に入力される。図 1 A に示し説明した

50

ように予測誤差生成部 16₁ ~ 16₁ からそれぞれ予測誤差信号が生成される。これらは誤差段階符号化部 61 に入力される。また、予測分析部 13₁ ~ 13₁ で生成された予測係数信号が係数段階符号化部 62 に入力される。誤差段階符号化部 61 及び係数段階符号化部 62 は、図 5 中に示し説明した段階符号化部 100 と同じ機能構成である。誤差段階符号化部 61 からの差分信号及び単独符号化と決定された予測誤差信号が誤差波形符号化部 63 に入力される。誤差波形符号化部 63 は、各チャンネルの予測誤差信号又はその差分信号をそれぞれ符号化する。同様に単独符号化と決定された予測係数信号又は係数段階符号化部 62 からの差分信号が係数波形符号化部 64 に入力される。係数波形符号化部 64 は、各チャンネルの予測係数信号又はその差分信号をそれぞれ符号化する。比較部 65 は、誤差段階符号化部 61 内の補助符号生成部 61a からの補助符号と係数段階符号化部 62 内の補助符号生成部 62a からの補助符号とを比較し、同じチャンネルの親チャンネル番号が同一かを確認する。同一の場合は、一方（例えば係数段階符号化部 62 からの補助符号）の対応するチャンネルの親チャンネル番号の代わりに、単に予測誤差信号に対する補助符号の対応するそれと同一であることを示すフラグを修正部 66 でたてる。誤差波形符号化部 63 からの波形符号及び対応する補助符号が合成部 67 で合成されて予測誤差信号の多チャンネル符号化符号が生成される。また係数波形符号化部 64 からの波形符号と修正部 66 からの補助符号とが合成部 68 で合成されて予測係数の多チャンネル符号化符号が生成される。なお、誤差波形符号化部 63、係数波形符号化部 64 にはそれぞれ、図に示していないが、図 5 中の波形選択部 49₁ ~ 49₁ が含まれている。予測パラメータ（予測係数）が PARCOR 係数の場合、符号化決定処理で生成する差分信号は、低次のものに限定するか、重み係数を定数ではなくパラメータ係数の高い次数ほど小さくすることが好ましい。

10

20

[実施例 4]

従来から、多チャンネル信号を 2 信号ずつの組に分けて、各組をステレオ信号の左信号 L と右信号 R としてステレオ符号化することが提案されている。この考えを一部適用した場合のこの発明の実施例を説明する。図 20A に示すように入力端子 11₁ ~ 11₁ からの多チャンネル信号を、2 つずつステレオ符号化用信号生成部 71 に入力する。各ステレオ符号化用信号生成部 71 は、入力された 2 つの信号の一方をステレオの左信号 L とし、他方を右信号 R とし、これらの差分信号 L - R を生成する。さらに、これら 3 信号中の符号量が最も少なくなる 2 つの信号を選択する。例えばこれら 3 信号の各エネルギーが小さいほうの 2 つを選択する。予測誤差生成部 16₁ ~ 16₁ は、各ステレオ符号化用信号生成部 71 からの各 2 つの信号から予測誤差信号をそれぞれ生成し、図 5 中の多チャンネル信号 X₁ ~ X₁ として多チャンネル符号化部 72 に入力する。なお、多チャンネル符号化部 72 の内部には、図 5 の段階符号化部 100 が備えられている。このように処理することで、入力された多チャンネル信号を直接多チャンネル符号化部で符号化するよりも圧縮率を向上させることができる。

30

【0052】

図 20B に復号側の機能構成を示す。なお、多チャンネル復号化部 73 の内部には図 14 の繰返再生部 200 が備えられている。多チャンネル符号化符号は、多チャンネル復号化部 73 に入力される。多チャンネル復号化部 73 内の繰返再生部 200 からの各再生チャンネル信号は、予測合成部 23₁ ~ 23₁ に入力され、予測合成される。これら予測合成出力信号は、符号化時と同様に第 1 チャンネルから順次 2 つずつを組としてステレオ分離部 74 にそれぞれ入力される。各ステレオ分離部 74 は、2 つの入力信号に基づき左信号 L 及び右信号 R を出力する。なお前記 3 信号 L, R, L - R のいずれの 2 つがステレオ分離部 74 に入力されたかがわかる符号もステレオ分離部 74 に入力されている。つまり図 2 を参照して説明した従来のステレオ符号化装置と同じように、前記 3 つの信号のどの 2 つに対応する符号が出力されたかを表わす符号も出力され、これと対応した復号化がなされる。

40

【0053】

場合によっては、次のようにした方が処理量は多くなるが圧縮率をあげることができる。例えば、図 21A に示すように、入力選択部 81 は、入力端子 11₁ ~ 11₁ からの各チャンネル信号を、図 20A で説明したステレオ符号化用信号生成部 71 に第 1 チャンネルから

50

順に2つずつ組として入力する。予測誤差生成部16₁~16_Iは、ステレオ符号化用信号生成部71の2つの信号から予測誤差信号をそれぞれ生成する。圧縮符号化部17₁~17_Iは、各予測誤差信号を例えばエントロピー符号化による可逆圧縮符号化し、合成部83に出力して多チャンネル符号化符号を出力する。入力選択部81は、入力チャンネル信号を予測誤差生成部82₁~82_Iにも入力する。予測誤差生成部82₁~82_Iは、予測誤差信号をチャンネル信号X₁~X_Iとして多チャンネル符号化部72に入力する。多チャンネル符号化部72は、多チャンネル符号化符号を出力する。出力選択部84は、入力選択部81での選択に応じて、合成部83又は多チャンネル符号化部72からの多チャンネル符号化符号を選択して出力する。

【0054】

この多チャンネル符号化符号に対する復号化は例えば図21Bに示すように行う。入力された多チャンネル符号化符号をチャンネル分離部51により第1~第Iチャンネル符号に分離する。入力切替部85は、符号化側での出力選択部84の選択を表す符号に基づいて、分離された第1~第Iチャンネル符号を伸張復号化部21₁~21_I又は多チャンネル復号化部73に入力する。伸張復号化部21₁~21_Iに入力した場合は、伸張復号化部21₁~21_Iが、第1~第Iチャンネル符号をそれぞれ復号化する。更に予測合成部23₁~23_Iは、予測合成し、2つずつを組としてステレオ分離部74に入力する。ステレオ分離部74は、分離された第1~第Iチャンネル再生信号を出力切替部87に入力する。入力切替部85が第1~第Iチャンネル符号を多チャンネル復号化部73側に入力した場合は、多チャンネル復号化部73が復号化する。予測合成部86₁~86_Iは、第1~第Iチャンネル再生信号を、予測合成して出力切替部87へ供給する。出力切替部87は、入力切替部85の切替と対応して第1~第Iチャンネル再生信号の一方を出力する。

【実験例】

以下にこの発明の効果を示す実験とその結果を説明する。

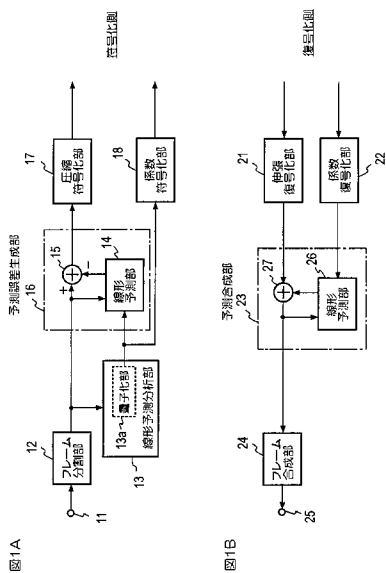
【0055】

図22に示すように音響信号(オーディオ)2チャンネル、マイクロホンアレー信号(オーディオ)8チャンネル、脳磁計信号(生データ)256チャンネル、脳磁計信号(加算平均後)256チャンネル、脳磁計信号(ノイズ除去後)192チャンネルに対して、図6に示した符号化方法を適用した実験例である。各チャンネル信号についての語長(1サンプルのビット数)、各チャンネルあたりのサンプル数及び各サンプリング周波数は、それぞれ図22に示した通りである。チャンネルごとに単独に符号化した場合の符号化量V_uを基準とし、この発明を適用した多チャンネル符号化符号の符号量と、図2に示した符号化方法による符号化量の相対的改善率を図23に示す。ここで、符号化により圧縮された符号量をV_pとすると、改善率は(V_u-V_p)/V_u×100(%)と定義した。図23の白棒グラフは図2に示した方法によるものであり、斜線棒グラフはこの発明の方法によるものである。これより、この発明が図2に示した方法よりも著しく優れたものであることが理解できる。

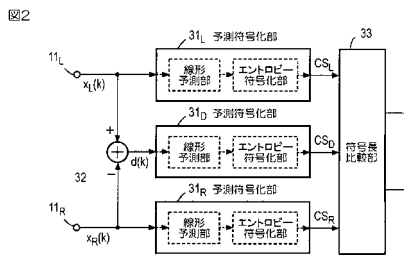
【0056】

この発明の符号化装置及び復号化装置は、コンピュータにより機能させることもできる。例えばコンピュータをこの発明の符号化装置として機能させるためには、そのコンピュータに、例えば図6に示した方法の各ステップをコンピュータに実行させるプログラムを記録したCD-ROM、磁気ディスク、半導体記憶媒体等の記録媒体からインストールし、あるいは通信回線を介してダウンロードし、そのプログラムをコンピュータに実行させればよい。

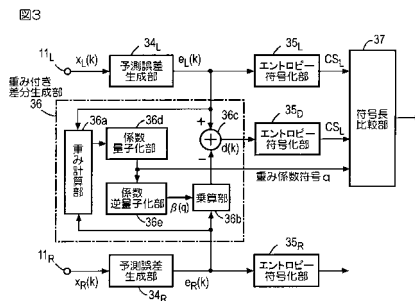
【図1】



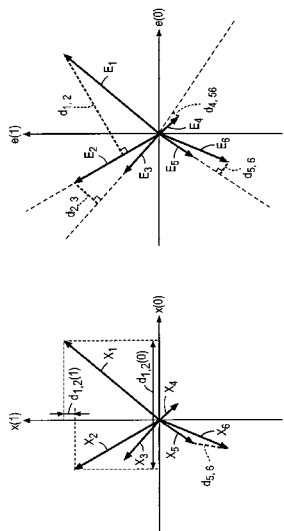
【図2】



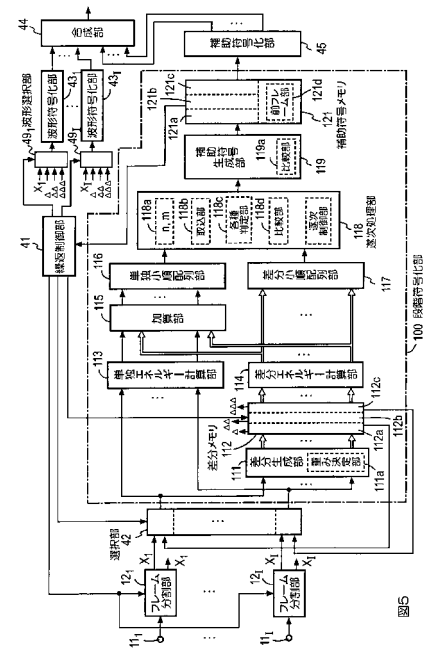
【図3】



【図4】

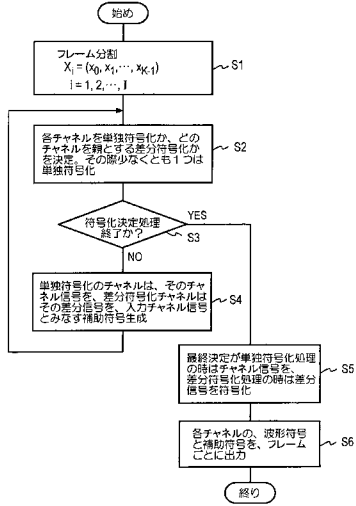


【図5】



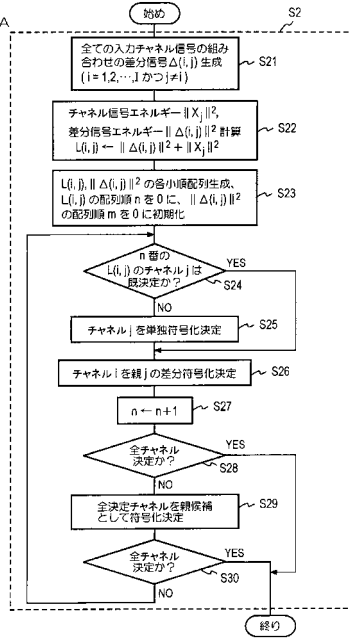
【図6】

図6



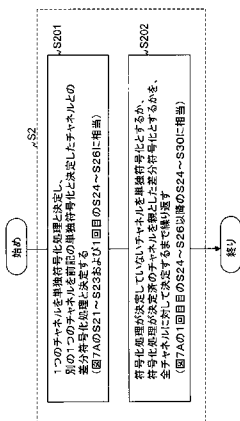
【図7A】

図7A



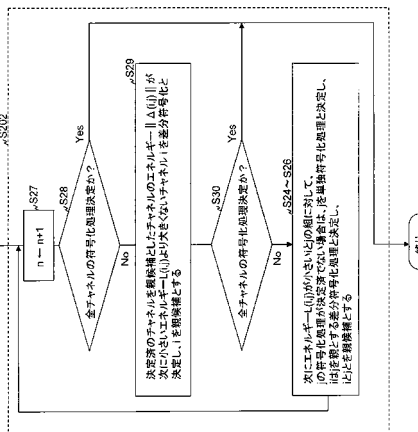
【図7B】

図7B



【図7C】

図7C



【 図 1 2 】

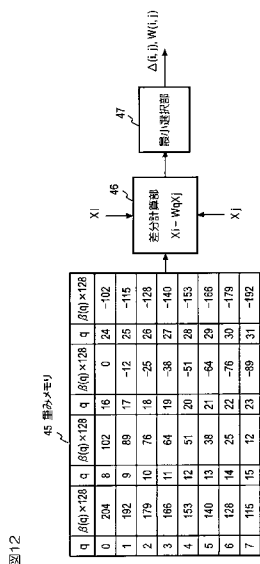


図12

【 図 1 3 】

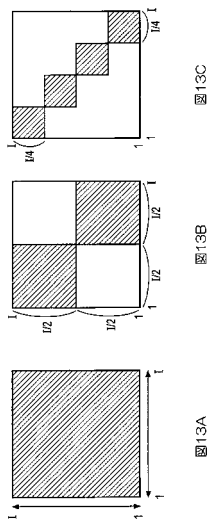


図13C

図13B

図13A

【 図 1 4 】

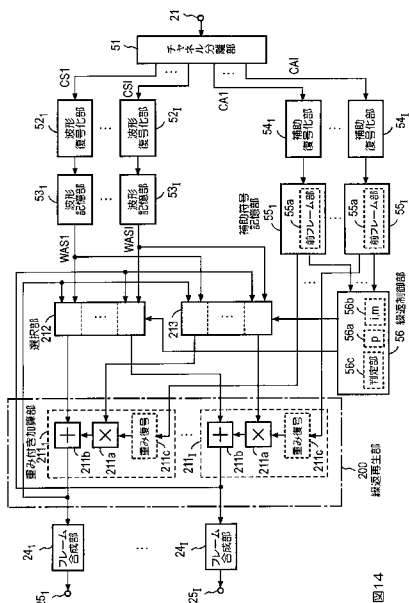
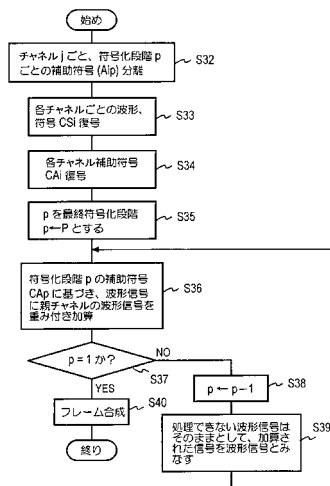


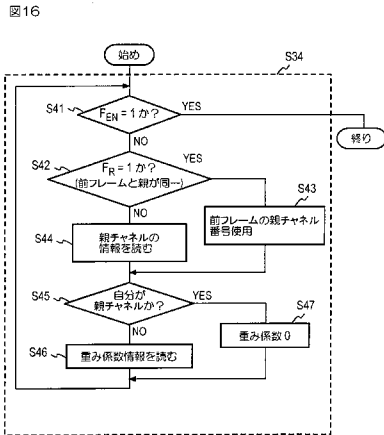
図14

【 図 1 5 】

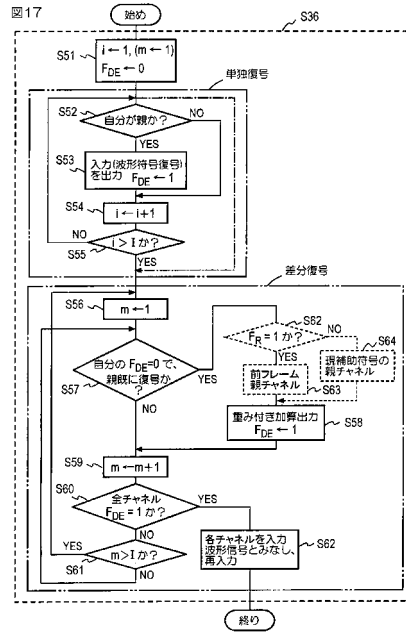
図15



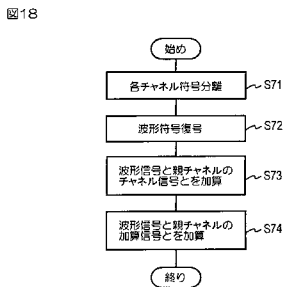
【図16】



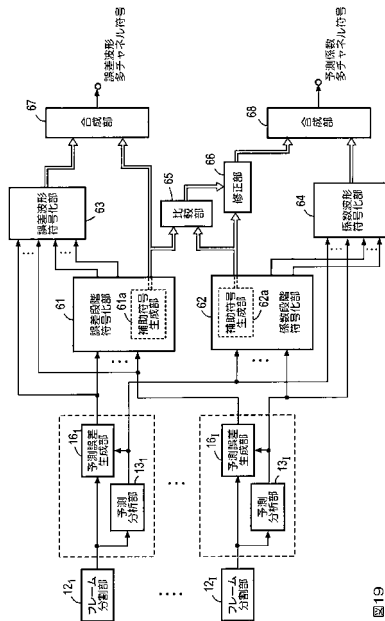
【図17】



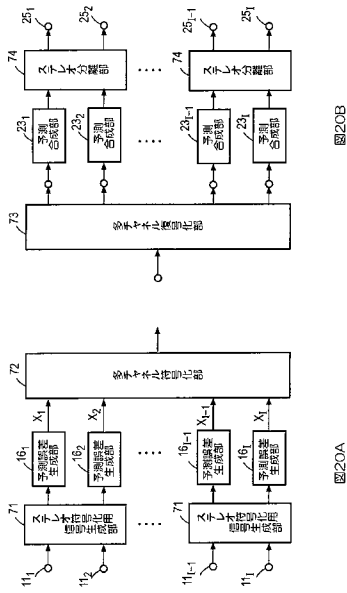
【図18】



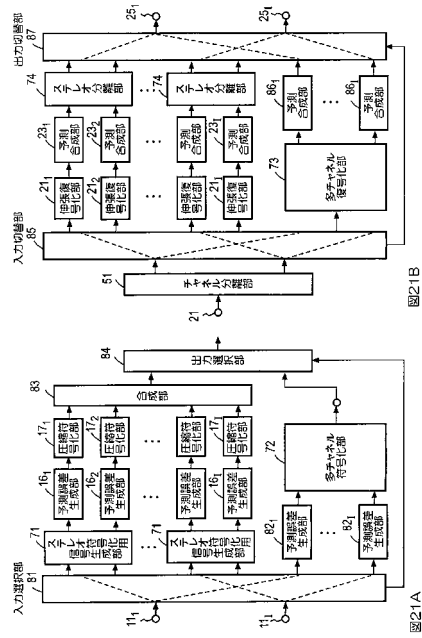
【図19】



【図20】



【図21】



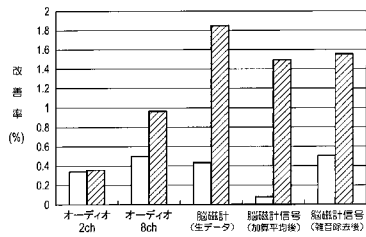
【図22】

図22

	チャンネル数	語長	1チャンネルあたりのサンプル数	サンプリング周波数
音響信号	2	24 bit	21,600,000	48kHz
マイクロホンアレイ信号	8	16 bit	2,646,000	44.1kHz
圧縮計測信号 (生データ)	256	16 bit	40,000	2kHz
圧縮計測信号 (加算平均後)	256	16 bit	600	2kHz
圧縮計測信号 (ノイズ除去後)	192	16 bit	120,000	500Hz

【図23】

図23



フロントページの続き

- (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 鎌本 優
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 西本 卓也
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 嵯峨山 茂樹
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

審査官 山下 剛史

- (56)参考文献 特開平8 - 123488 (JP, A)
特開平10 - 56385 (JP, A)
特開2001 - 296894 (JP, A)
特開2003 - 195896 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G10L 19/00-19/14
H03M 7/02