

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許出願公告番号

特公平 7 - 1 1 8 6 5 8

(24)(44)公告日 平成7年(1995)12月18日

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 M	7/30	Z 8842 - 5 J		
G 1 0 L	9/14	J		
	9/18	C		

発明の数 1

(全 8 頁)

(21)出願番号	特願昭61-67732	(71)出願人	999999999 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号
(22)出願日	昭和61年(1986)3月26日	(72)発明者	守谷 健弘 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電 信電話株式会社基礎研究所内
(65)公開番号	特開昭62-224122	(72)発明者	菅田 雅彰 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電 信電話株式会社基礎研究所内
(43)公開日	昭和62年(1987)10月2日	(74)代理人	弁理士 鈴木 誠
		審査官	松尾 淳一
		(56)参考文献	特開昭57 - 185499 (J P , A) 特開昭60 - 217744 (J P , A) 特開昭60 - 159800 (J P , A) 特公昭59 - 36280 (J P , B 2)

(54)【発明の名称】信号符号化方法

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】信号系列を一定サンプル数ごとに 1 フレームとしてまとめ、一定の情報量で符号化する方法において、

フレーム内での振幅変動の包絡線を推定し、振幅変動の程度が設定値以下の場合はフレーム全体で符号化し、

$$b_i = \frac{\tilde{B}}{M} + \frac{L}{2M} \log_2 \left(\frac{g_i}{\left(\prod_{i=1}^M g_i \right)^{1/M}} \right)$$

b_i: 第 i 副フレームの情報量
B: フレーム全体の情報量

2

振幅変動の程度が設定値以上大きい場合には、フレームを複数の副フレームに分割し、振幅変動包絡線のパターンを量子化し、量子化された振幅変動パターンで信号波形の振幅を正規化し、各副フレームへ割り当てる情報を

$$\tilde{B} = B - q - 1 = \sum_{i=1}^M b_i$$

q: パワー包絡パターンの量子化ビット
M: フレームの分割数

L: フレーム内全サンプル数

g_i : 第 i 副フレームの平均パワー

により算出して、副フレームごとに符号化することを特徴とする信号符号化方法。

【請求項 2】振幅包絡線を推定する場合、2乗振幅系列をコサイン変換して相関関数を求め、その相関関数に基づく線形予測分析でパワー包絡線を求め、その平方根を振幅包絡線とし、同時に、パワー包絡線の量子化を予測パラメータの量子化を介して行うことを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載の信号符号化方法。

【請求項 3】信号系列を一定サンプル数毎に 1 フレームとして線形予測分析し、その予測残差を一定の情報量で符号化する場合は、フレーム内での残差信号の振幅変動の包絡線を推定し、振幅変動の程度が設定値以下の場合にはフレーム全体で残差を符号化し、変動の程度が設定値以上の場合には、フレームを複数の副フレームに分割し、残差信号の振幅変動包絡のパターンを量子化し、量子化された変動パターンで残差信号波形の振幅を正規化し、各副フレームへ割り当てる情報を算出して、各副フレームごとに割り当てられた情報量で残差信号を符号化することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載の信号符号化方法。

【請求項 4】残差振幅包絡線を推定する場合、2乗残差振幅系列をコサイン変換して相関関数を求め、その相関関数に基づく線形予測分析で残差パワー包絡線を求め、その平方根を振幅包絡線とし、同時に、残差パワー包絡線の量子化を予測パラメータの量子化を介して行うことを特徴とする特許請求の範囲第 3 項記載の信号符号化方法。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は信号符号化方法に係り、特に音声や画像信号等の高能率デジタル符号化方法に関する。

〔従来の技術〕

従来、信号系列を一定サンプル数ごとに 1 フレームとしてまとめ、フレーム単位で高性能率符号化する方法として適応変換符号化法が知られている。これは、信号系列をフレーム内で定常とみなして直交変換し、直交変換領域（周波数領域）でのエネルギーの偏在に適応させて情報を配分して量子化する方法で、特にベクトル量子化手法も組み入れたものとして、適応変換ベクトル符号化方法がある（特許第 1,258,025 号）。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は、特に周波数領域でエネルギー偏在の程度が大きく、定常的フレームにおいてきわめて歪の小さい符号化が実現されることが知られている。しかしなが

ら、音声や画像等の信号系列を一定サンプル数ごとに区切っていくと、信号の振幅がフレーム内で大きく変動し、定常と仮定するには無理な場合が生じる。このようなフレームの信号に対しては、従来技術では量子化歪を十分小さくすることができず、この結果、音声においては明瞭性の低下、画像においてはコントラストの低下につながっていた。

本発明の目的は、信号の振幅が大きく変動するような過渡的なフレームに対しても、量子化歪が小さくなるような信号符号化方法を提供することになる。

〔問題点を解決するための手段及び作用〕

本発明はフレーム内の振動変動パターンを抽出し、その変動の程度が大きい場合、フレーム内を複数の副フレームに分割し、振幅変動パターンにもとづいて、正規化と所定の数式による情報配分を行い、副フレームごとに符号化することを最も主要な特徴とする。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例について図面により説明する。なお、以下の説明では、信号はアナログ・デジタル変換後のデジタル信号とし、該デジタル信号をマイクロコンピュータに入力して、プログラムにより所望の処理を実行するものとする。

第 1 図は本発明の一実施例で、音声信号をフレームあたり B ビット（フレーム内のパワー情報を除く）で符号化、復号化する処理手順を示している。

はじめに、符号化処理について説明する。まず、信号入力を一定サンプル数ごとに（例えば 256 サンプル）1 フレームとし、パワー（信号の電力、エネルギー等の意味）を正規化する（ステップ 101）。次にフレーム内で信号を 2 乗して、振幅変動のパワー系列を求め、その変動の包絡線を推定する（ステップ 102）。そして、振幅変動の程度を閾値と比較し（ステップ 103）、その変動の程度が大きい場合にのみフレームを複数の副フレームに分割して符号化する（ステップ 105～108）。変動の程度が小さい時にはフレーム全体の符号化（例えば適応変換符号化）を $B - 1$ ビットで行う（ステップ 104）。なお、ステップ 103 の代りに、分割して符号化する場合と全体で符号化する場合の双方を試して、より符号化歪が小さくなるほうを選択することもできる。いずれにしても、最終的に全体か、分割かを選択し、それを指定する補助情報 1 ビット（例えば“0”は全体、“1”は分割）を符号化信号に付加して復号側に伝送する必要がある。また、分割の方法を多種用意し、それを補助情報で選択することも可能である。

変動の程度を具体的に定量化するためには、例えば、(1) 式の G を使う。

$$G = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^M g_i / M}{\left(\prod_{i=1}^M g_i \right)^{1/M}} \right\} \quad (1)$$

ここで、フレームをM等分するとして、 g_i はi番目の副フレームの平均パワーである。実はGは理想的な情報割当で期待できるSN比向上の理論値のdB表示である。従って、Gが閾値（例えば0.5dB）を超えるか否かで分解するか否かを判断できる。

次に、分割して符号化する場合について詳しく説明する。まず、フレーム内パワー変動包絡線を量子化する（ステップ105）。 q は量子化パラメータで復号側に伝

$$D = \left(\frac{\sqrt{x}}{\sqrt{y}} - 1 \right)^2 \quad (2)$$

これは量子化後の代表値の平方根で振幅を割算する形で、後に正規化が行われるためである。

次にフレーム内振幅の正規化を行う（ステップ106）。各副フレームごとに副フレーム内の信号を平均パワー包絡値の平方根で割算する。この時、平均パワー包絡値を隣接副フレームで補間して割算してもよいし、また、後述する2乗振幅系列をコサイン変換して相関関数を求め、その相関関数に基づく線形予測分析でパワー包絡

$$E = \sum_{i=1}^M g_i \cdot f(b_i) \quad (3)$$

ここで、 b_i は第i副フレームへの情報量で、 f は情報量を変数とする歪の関数である。 b_i の総和は、フレーム全

$$\tilde{B} = B - q - 1 = \sum_{i=1}^M b_i \quad (4)$$

理想的な f を (5) 式のように仮定すると、 b_i は (6) 式となり、(3) 式の量子化歪を最小にできる。

$$f(b_i) = c \cdot 2^{-\left(\frac{2Mb_i}{L}\right)} \quad (5)$$

$$b_i = \frac{\tilde{B}}{M} + \frac{L}{2M} \log_2 \left(\frac{g_i}{\left(\prod_{i=1}^M g_i\right)^{1/M}} \right) \quad (6)$$

ここで、 c は定数、 L はフレーム内全サンプル数である。 $f(b_i)$ を実験的に求めて、各副フレームごとの誤差 $g_i \cdot f(b_i)$ が等しくなるように b_i を調整する方法でも割当が可能である。(6)式の b_i が負となるような場

合にも、 $b_i = 0$ の範囲で各副フレームの誤差ができるだけ等しくなるように b_i を再調整する必要がある。このように決められた各副フレームに対する情報量で、正規化された信号を符号化する（ステップ108）。この

* 達する。分割する副フレームの平均パワー値をそれぞれ量子化してもよいし、それをフレーム全体でベクトルとして量子化してもよいし、線形予測分析による全極型包絡として線形予測パラメータとして量子化してもよい。

副フレーム内の平均パワーを量子化する際には、量子化後の代表値を y 、入力を x とすると、例えば下記 D が最小となるように y を選ぶとよい。

求める場合はこの求めたパワー包絡値は1点ごとになめらかに与えられるのでその平方根で1点ごとに割算をしてもよい。

次にパワー包絡値を利用して各副フレームごとに情報割当を行う（ステップ107）。ここで、フレームをM等分して副フレームとする仮定すると、フレーム全体の量子化歪は(3)式で評価できる。

体の情報量 B から、パワー包絡パターンの量子化ビット q と分割を選択する1ビットを除いた \tilde{B} である。

式となり、(3)式の量子化歪を最小にできる。

合にも、 $b_i = 0$ の範囲で各副フレームの誤差ができるだけ等しくなるように b_i を再調整する必要がある。このように決められた各副フレームに対する情報量で、正規化された信号を符号化する（ステップ108）。この

符号化としては適応変換符号化、適応予測符号化等、既知の波形符号化が可能である。この際必要となるスペクトルパラメータは各副フレームごとに線形予測分析で求めてもよいし、フレーム全体で原信号から求めてよいし、フレーム全体で振幅包絡正規化後の信号から求めてもよい。

次に復号化処理について説明する。補助情報が“全体”を示している場合はフレーム全体を復号化する(ステップ109)。補助情報が“分割”を示している場合は、まずパワー包絡線を復号し(ステップ110)、副フレームへの情報割当を行う(ステップ111)。次に、これに従って副フレームの復号化を行い(ステップ112)、パワー包絡線の平方根を乗じて振幅を再生し(ステップ113)、音声出力を得る。

第2図は本発明の他の実施例の処理手順を示したものである。

符号側では、まずフレーム全体について線形予測分析を行い、予測残差系列を求め、残差パワーを正規化する(ステップ201)。線形予測パラメータ r は、フレーム全体の残差の符号化、復号化および副フレーム内の残差の符号化、復号化にも、周波数領域での情報割当のために用いられる。次に、フレーム内での残差信号($B - r$)の振幅変動の包絡線を推定し(ステップ202)、振幅変動の程度を閾値と比較する(ステップ203)。そして、その変動の程度が小さい時にはフレーム全体で残*

*差を符号化する(ステップ204)。一方、変動の程度が大きい場合には、フレームを複数の副フレームに分割して残差信号系列について符号化する(ステップ205~208)。即ち、残差信号の振幅変動包絡のパターンを量子化し(ステップ205)、この量子化された変動パターンで残差信号波形の振幅を正規化し(ステップ206)、各副フレームへ割りあててる情報を先の(6)式の如く算出し(ステップ207)、各副フレームごとに割りあてられた情報量で残差信号を符号化する(ステップ208)。

10 復号化側では、補助情報が“全体”を示している場合はフレーム全体の残差復号化を行う(ステップ209)。補助情報が“分割”を示している場合は、まず残差パワー包絡線を復号し(ステップ210)、副フレームへの情報割当を行う(ステップ211)。次に、これに従って副フレームの残差復号化を行い(ステップ212)、残差振幅補正する(ステップ213)。そして、この振幅まで復元された残差系列を駆動音源として伝送された線形予測パラメータ r による合成フィルタで音声出力を得る(ステップ214)。

20 第3図はパワー系列または残差パワー系列の包絡線を線形予測分析で求める手順を示したものである。

ここで、 t を変数とする信号系列を $u(t)$ とし、その2乗値を $v(t)$ とする。まず、 $v(t)$ を(7)式の形式でコサイン変換し、 $V(k)$ を得る(ステップ301)。 L はフレーム内のサンプル数である。

$$V(k) = \sum_{t=0}^{L-1} v(t) \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{kt}{L}\right) \quad (7)$$

次に $k = 1$ から p までの $V(k)$ を $V(0)$ で正規化し、相関関数 $\rho(k)$ を得る(ステップ302)。

30 3)。すなわち、

$$\rho(k) = V(k) / V(0) \quad (k = 1 \dots p) \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & \rho_{(1)} & & \rho_{(p-1)} \\ \rho_{(1)} & 1 & & \\ & & & \rho_{(1)} \\ \rho_{(p-1)} & & & \rho_{(1)} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \alpha_p \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \rho_{(1)} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \rho_{(p)} \end{bmatrix} \quad (9)$$

のコール・ウォーカー方程式に解き、予測係数 $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ を求める。

時間軸パワー包絡 $h(t)$ は、 r は正規化残差パワーとして、

$$h(t) = \left[\frac{V(0)r}{L} \right] \frac{1}{\left| 1 + \sum_{i=1}^p d_i e^{2\pi j i t/L} \right|^2} \quad (t=0 \dots L-1) \quad (10)$$

と求まる(ステップ304)。ここで $V(0)$ はフレーム内総パワーまたはフレーム内残差総パワーであるから、実施例の場合、あらかじめ正

50 規化されて別の情報で伝送されているものとしている。たゞし、時間軸パワー包絡の形状 $h(t)$ と一体として量子化することも可能である。

また、正規化残差 r は r_1, \dots, r_p を求める段階で一意に決定される。従って、 $h(t)$ の形状の再生には $r_1, \dots,$

r_p またはこれと等価なパラメータセットが必要である。また量子化特性や安定判別の点からRARCOR係数 (k_1, \dots, k_p) やLSPパラメータ等、周波数領域でのパワースペクトル包絡の量子化に用いられるパラメータで量子化することやベクトル量子化の導入が有効となる。

第4図は本発明を音声の符号化(9.6Kbps)に適用し、フレーム全体の符号化と比較した例である。

同図(a)は音声波形(8KHzサンプル, 256点1フレーム)、同図(b)は線形予測残差(3倍に拡大、予測次数10次、予測パラメータは24ビットベクトル量子化)と線形予測による時間軸パワー包絡(8次分析、破線は5ビットベクトル量子化後)、同図(c)はフレーム全体の適応変換ベクトル符号化法による最終的符号化誤差(3倍拡大)、同図(d)はフレームを4つの副フレームに分割して正規化と情報割当を行ったときの符号化誤差(3倍拡大)である。この例では符号化誤差を約2dB

低減させており、平均的にも同程度の改善効果がある。

〔発明の効果〕

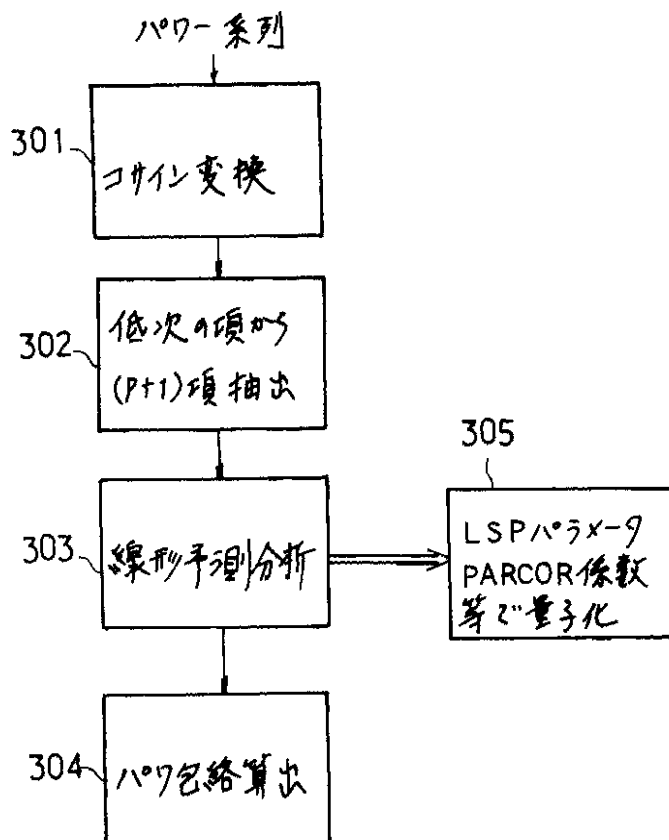
以上説明したように、本発明によれば、分析フレーム内での時間的パワーの偏りに合わせて歪が小さくなるよう情報配分と正規化を行うため、フレーム内の量子化歪を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

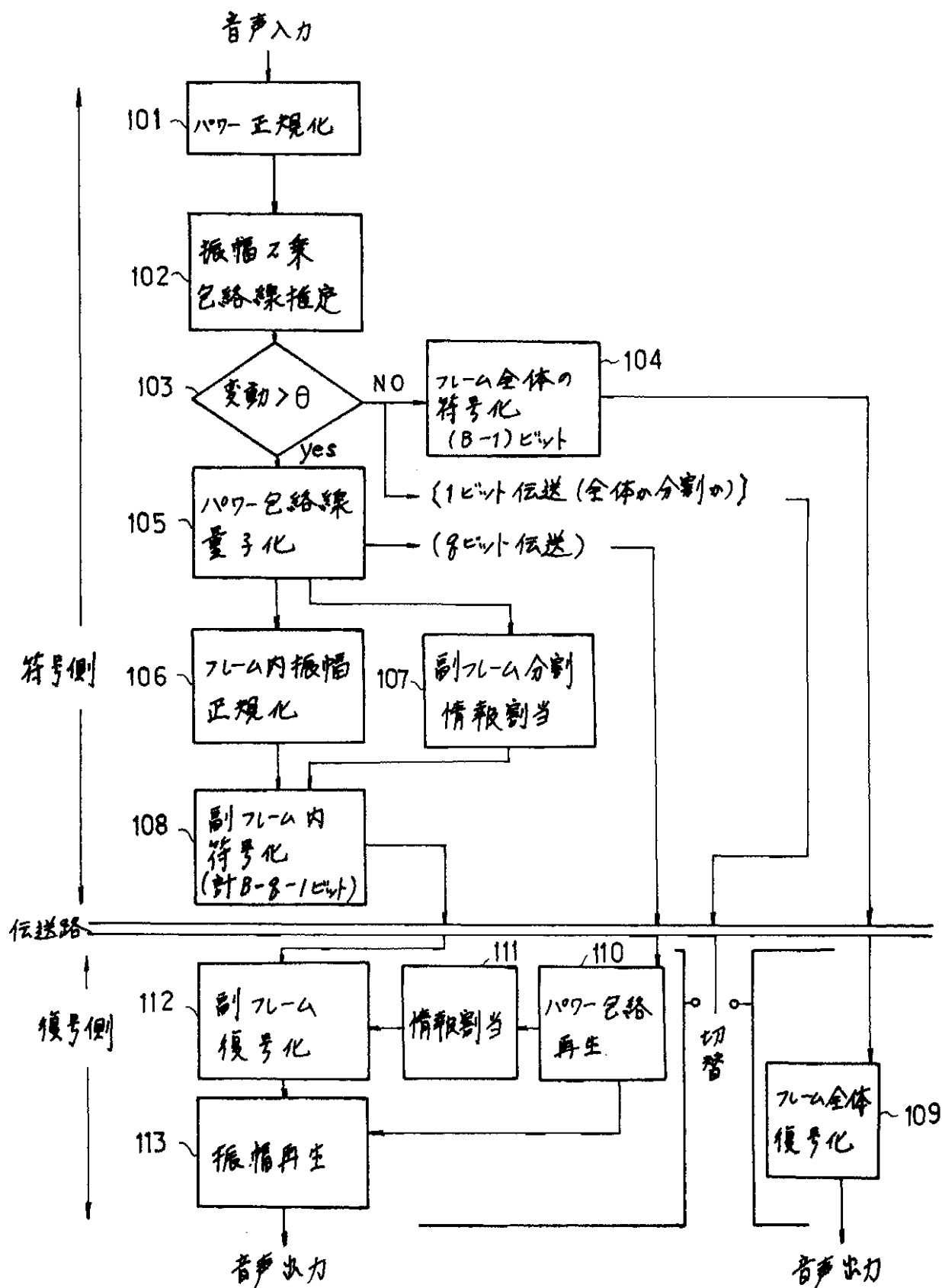
第1図は本発明の一実施例の符号化、復号化手順を示す図、第2図は本発明の他の実施例の符号化、復号化手順を示す図、第3図は原信号波形または残差信号波形のフレーム内の時間的パワー包絡を得るための手順を示す図、第4図は副フレームに分割した符号化の例とフレーム全体の符号化との符号化誤差を比較した図である。

101.....パワー正規化、102.....包絡線推定、103.....振幅変動の比較、104.....フレーム全体の符号化、105.....パワー包絡線量子化、106.....フレーム内振幅正規化、107.....副フレーム分割情報割当、108.....副フレーム内符号化。

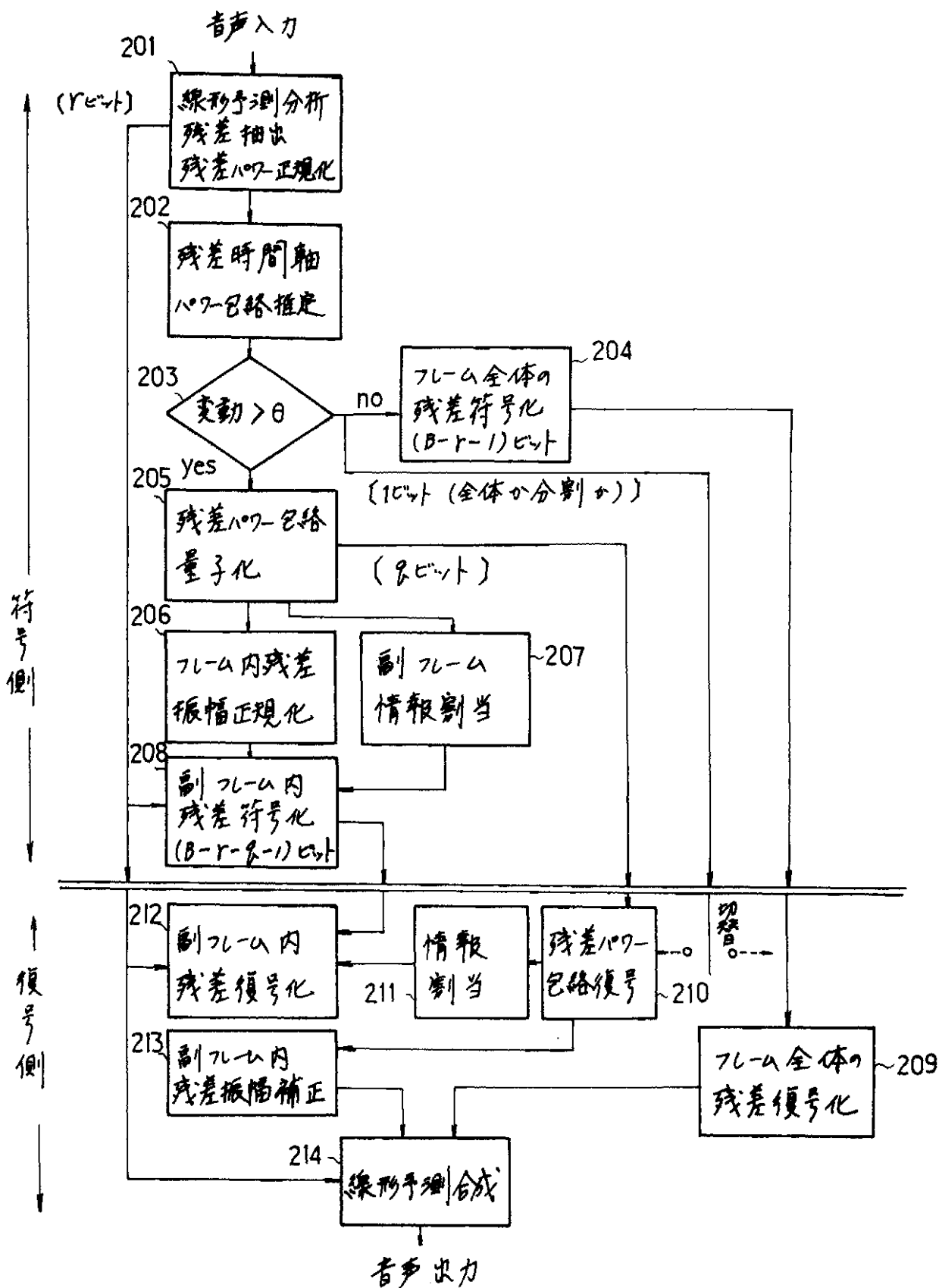
【第3図】



【第1図】



【第2図】



【第4図】

