

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 0 9 9 8 5 2 号

(P 3 0 9 9 8 5 2)

(45)発行日 平成12年10月16日(2000.10.16)

(24)登録日 平成12年8月18日(2000.8.18)

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

G 1 0 L 19/08
19/12

G 1 0 L 9/14

G
S

請求項の数 1

(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-1110

(22)出願日 平成5年1月7日(1993.1.7)

(65)公開番号 特開平6-202697

(43)公開日 平成6年7月22日(1994.7.22)

審査請求日 平成7年2月24日(1995.2.24)

(73)特許権者 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 守谷 健弘

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本

電信電話株式会社内

(72)発明者 間野 一則

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本

電信電話株式会社内

(72)発明者 三樹 聡

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本

電信電話株式会社内

(74)代理人 100066153

弁理士 草野 卓

審査官 涌井 智則

最終頁に続く

(54)【発明の名称】励振信号の利得量子化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力音声を一定のサンプリング周期毎に線形予測分析し、予測係数より成る線形予測合成部通過後の合成信号と入力音声との間の歪を最小とする複数の励振信号の形状および利得を決定する線形予測符号化方法に使用される励振信号の利得量子化方法において、

2段階の利得量子化を実施し、

第1段階利得量子化においては、入力音声の特徴に合わせて量子化テーブルを適応的に変更し、入力音声の特徴に合わせて量子化テーブルを適応的に変更し、第1の励振信号系列を線形予測合成部を通過させて合成した後の合成信号 x' 、目標とする信号系列 y としたときの差信号系列 $d = (y - g x')$ を求め、そのエネルギー即ち歪が最小となる利得の値 g を求め、目標とする信号系列 y から利得 g を励振信号系列 x' に乗じた系列を差し引い

2

た差信号系列 $(y - g x')$ を生成し、

第2段階の利得量子化においては第1段階における差信号系列 $(y - g x')$ を新たな目標信号系列とし、複数の新たな目標信号の利得を一括してベクトル量子化することを特徴とする励振信号の利得量子化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、励振信号の利得量子化方法に関し、特に、音声の信号系列を少ない情報量のもとで符号励振型線形予測符号化 (Code Excited Linear Prediction: CELP) による波形歪を小さくすることができる効率のよい励振信号の利得の量子化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】デジタル移動無線通信、音声蓄積サー

ピスその他の情報を伝送し或は蓄積する技術分野においては、電波その他の情報伝送媒体或は記憶媒体の効率的利用を図るために種々の高能率音声符号化方法が採用されている。サンプリング周波数を 8 kHz としてサンプリングされた音声を 8 kbit/s 程度で符号化する方法としては CELP 符号化方法が有力な方法である。この方法は、要約するに、複数の励振信号ベクトルの形状および利得を選択する線形予測合成器を具備し、合成後の信号と入力音声信号との間の聴感上の歪が最小となる様に励振源を制御して、その符号を伝送するものである。

【0003】以下、図 1 を参照して CELP 符号化方法について説明する。音声を高能率に符号化する方法として、原音声をフレームと呼ばれる 5 ~ 50 ms 程度の一定間隔の区間に分割し、その 1 フレームの音声を周波数スペクトルの包絡線形状についての信号と、その包絡線形状に対応する線形フィルタを駆動する励振信号とに分離してそれぞれを符号化する方法が提案されている。この場合、励振信号を符号化する方法として、励振信号を音声の基本周波数（或はピッチ周期）に対応すると考えられる周期成分と、それ以外の成分（換言すれば非周期成分）とに分離して符号化する方法が知られている。この励振信号の符号化方法の一種として符号励振型線形予測符号化方法（CELP）がある。この符号化方法は、図 1 に示される如く入力端子 11 に入力される入力音声 X について線形予測分析部 12 においてその周波数スペクトルの包絡線形状を表すパラメータが計算される。この分析には通常、線形予測分析法が使用される。この線形予測パラメータは線形予測パラメータ符号化部 13 において符号化され、この符号化出力 A は線形予測パラメータ復号化部 14 において復号化され、この復号化された線形予測パラメータ a' は線形予測合成部 15 のフィルタ係数として設定される。線形予測合成部 15 に後で説明される励振信号（ベクトル）E を与えることにより再生合成音声 X' が得られる。

【0004】ここで、励振信号（ベクトル）E について説明する。符号帳 16 は一定の励振ベクトルを多数保持して切り替え使用する様にするか、或は常に直前のフレームの確定された励振ベクトルが保持される様に構成する。この励振ベクトルから或る周期（ピッチ周期）に相当する長さ L のセグメントが切り出され、その切り出されたベクトルセグメントをフレームの長さ T になるまで繰り返し接続して音声の周期成分と対応する符号ベクトルが出力される。符号帳 16 に周期符号（切り出し長と同じ記号 L で表す）として与える切り出し長 L を変えることにより異なる周期成分と対応する符号ベクトルを出力することができる。以下、符号帳から出力される符号ベクトルを適応符号ベクトルと称す。

【0005】符号帳 17 は乱数符号帳であって、これは 1 個或はそれ以上設けられるが、以下の説明は 2 個の乱数符号帳 17₁、17₂ が設けられる場合について説明

である。各乱数符号帳 17₁、17₂ は通常白色ガウス性ランダム雑音を基調とし、1 フレーム分の長さ L の各種の内臓ベクトルが入力音声とは独立にあらかじめ記憶されており、与えられた乱数符号 C (C₁、C₂) によりそれぞれ指定されたベクトルが読みだされ、それぞれ音声の非周期成分と対応する符号ベクトルとして出力される。以下、乱数符号帳 17 から出力される符号ベクトルを乱数符号ベクトルと称す。

【0006】符号帳 16 および符号帳 17 から出力される各符号ベクトルは利得量子化部 20 において利得調整される。即ち各符号ベクトルはそれぞれ利得調整部 21₀、21₁、21₂ において符号帳 23 から出力される利得 g₀、g₁、g₂ により利得調整され、これらの結果は加算部 22 において加算される。符号帳 23 は与えられた利得符号 G に従って利得 g₀、g₁、g₂ を切り替え、或は作成する。加算部 22 の加算出力 E は励振ベクトル候補として線形予測合成部 15 に供給され、合成部 15 から再生音声 X' が出力される。入力端子 11 から入力される入力音声 X に対するこの合成音声 X' の歪 d が歪計算部 18 において計算される。聴感補正部 19 は歪 d を最小化する基準に基づいて、先ず、符号帳 16 における切り出し長さ L を検索し、符号帳 16 の最適符号ベクトルを決定する。次いで符号帳 17 から乱数符号ベクトルを決定し、更に利得量子化部 20 の最適利得 g₀、g₁、g₂ を決定する。以上の手順により歪 d が最小になる様な符号の組み合わせが検索され、その時の励振ベクトル候補として現フレームの励振ベクトル E が確定される。歪 d が最小となったときの符号帳 16 の切り出し長を示す周期符号 L と、符号帳 17₁、17₂ の各符号ベクトルを示す乱数符号 C₁、C₂ と、利得 g₀、g₁、g₂ を示す利得符号 G と、線形予測パラメータ符号 A とが符号化出力として出力され、伝送または蓄積される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】これら励振信号ベクトルの形状および利得の量子化の内の利得の量子化については、励振信号ベクトル毎に対応する利得をスカラ量子化する方法と、複数の励振信号ベクトルに対応する利得を一括して量子化するベクトル量子化方法とがある。ここで、これら量子化方法の特性についてであるが、スカラ量子化方法は必要とされるメモリ量は僅かであるが波形歪を小さくするには難点のあるものである一方、ベクトル量子化方法は波形歪を小さくするには好適であるが大なるメモリ量の符号帳を必要とするものである。

【0008】そして、利得をベクトル量子化する場合、図 2 に示される如く利得を切り替え選択するために使用する複数の符号帳 23 を具備し、入力音声を特徴分析部 30 により分析した結果である入力音声の性質、即ち、入力音声の有声音であるか或いは無声音であるかの情報、 パワー、ピッチ周期その他の特徴を使用して適応的に

これら符号帳 23 を切り替え使用する手法もある。このようにすることにより波形歪を削減することはできるが、符号帳 23 のメモリ量は一般に大きく、これを複数具備することにより全メモリ量は更に増大するという問題があった。

【0009】この発明は、少ない情報量のもとで CELP 符号化による波形歪を小さくすることができる効率のよい励振源の利得の量子化方法を提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】入力音声を一 10 定のサンプリング周期毎に線形予測分析 12 し、予測係数より成る線形予測合成部 15 通過後の合成信号 x' と入力音声 x との間の歪を最小とする複数の励振信号の形状および利得を決定する線形予測符号化方法に使用される励振信号の利得量子化方法において、2 段階の利得量子化を実施し、第 1 段階の利得量子化 20₁ においては入力音声の特徴 30 に合わせて量子化テーブル 31 を適応的に変更し、第 1 の励振信号系列を線形予測合成部を通過させて合成した後の合成信号 x' 、目標とする信号系列 y としたときの差信号系列 $d = (y - g x')$ を求め、そのエネルギー即ち歪が最小となる利得の値 g を求め、目標とする信号系列 y から利得 g を励振信号系列 x' に乗じた系列を差し引いた差信号系列 $(y - g x')$ を生成し、第 2 段階の利得量子化においては第 1 段階における差信号系列 $(y - g x')$ を新たな目標信号系列とし、複数の新たな目標信号の利得を一括してベクトル量子化する励振信号の利得量子化方法を構成した。

【0011】

【実施例】この発明の励振信号の利得量子化方法は、要約すれば、複数の励振信号に対する利得を 2 段階に分けて量子化するものであり、第 1 段階においては利得を入力音声の特徴に合わせて適応的に量子化し、第 2 段階においては第 1 段階における利得量子化の結果を補う様に一括して利得をベクトル量子化するものである。

【0012】図 3 を参照してこの発明の第 1 の実施例を具体的に説明する。先ず、第 1 段階において符号帳 16 を選択して得られる第 1 の励振ベクトルの利得についてのみ利得量子化部 20₁ においてスカラ量子化を実施し、第 2 段階において第 1 段階における利得量子化の結果を補う様に、第 1 の励振ベクトルの利得と符号帳 17 40 を選択して得られる第 2 の励振信号ベクトルの利得とをベクトル量子化部 20₂ において一括してベクトル量子化を実施する。

【0013】符号帳 16 は、通常、常に直前のフレームの確定された励振ベクトルを保持する様に構成した適応符号帳であり、第 1 の励振ベクトルはこの適応符号帳 16 からの出力であり、第 2 の励振信号ベクトルは乱数符号帳である符号帳 17 からの出力である。量子化テーブル 31 は利得 g の切り替えのためのものであり、情報量の極く少ないもので事足りる。特徴分析部 30 により分

析された音声の性質である例えば入力音声が有声音であるか或いは無声音であるかの情報、ピッチ周期に合わせて適応的に切り替え使用される。

【0014】励振信号の利得量子化方法は下記の通りである。第 1。最初に、第 1 の励振ベクトルの形状を決定する。この処理は適応符号帳 16 を使用する。通常の場合にはピッチ周期を求めることとほぼ等価である。第 2。ここで、第 1 段階の利得量子化を第 1 段階の利得量子化部 20₁ において実施する。この処理は第 1 の励振信号のみを線形予測合成部 15 を通過させて合成した後の合成信号 x' と直前のフレームからの応答分を差し引いた目標信号である入力音声 y について、差信号系列 $(y - g x')$ のエネルギー即ち歪を最小とする利得 g を決定する。この場合、当該フレームの入力音声のレベルが例えば 0 であっても直前のフレームの入力音声の影響は当該フレームにも及ぶところから、当該フレームのレベルは直前のフレームからの応答分である僅かのレベルを有するものである。従って、真のフレームの入力音声 y を求めるのに見かけ上の入力音声から直前のフレームからの応答分を差し引いた結果を目標信号とするのである。第 1 の励振信号の利得 g の量子化テーブル 31 は情報量の極く少ないもので事足り、特徴分析部 30 により分析された音声の性質に合わせて適応的に切り替え使用することにより歪を小さくすることができる。切り替えのパラメータとしては有聲無聲の情報、パワー、ピッチ周期が考えられる。この第 1 段階の量子化はスカラ量子化であるので、数多くの量子化テーブルを使用しても量子化テーブルのメモリ量自体極く僅かでもあるところから全メモリ量の増加は問題とするに値しない。

【0015】第 3。第 2 の励振ベクトルの形状 v を決定する。具体的には、乱数の符号帳 17 からひとつづつベクトルを取り出し、線形予測合成部 15 を通過させた後、第 1 段階の量子化において生成された差信号系列 $(y - g x')$ と比較して歪を計算する。この結果の歪の最も小さかったベクトル v を選択する。第 4。第 2 段階の利得のベクトル量子化を第 2 段階の利得のベクトル量子化部 20₂ において実施する。第 2 段階の利得の量子化においては第 1 段階における利得量子化の結果を補う様に第 1 の励振ベクトルの利得と第 2 の励振信号ベクトルの利得とを一括してベクトル量子化を実施する。ここで、「第 1 段階における利得量子化の結果を補う様に」の意味内容を説明すると次の通りである。励振信号の利得量子化においては、一般に、利得全体で 8 ビット程度の少ないビット数により量子化を実施することを要請され、第 1 段階におけるスカラ量子化にはその内の 2 ビット程度しか与えることができないという事情があり、第 1 段階の利得量子化部 20₁ の利得の量子化のステップは 4 段階の極く粗く設定されたものとなる。その上に、入力信号の特徴パラメータに合わせた量子化を実施することにより歪を削減することはできるとはいえ、

第1の励振信号の利得が入力信号の特徴パラメータに100%依存するという訳ではないので、これに合わせた量子化を実施することのみによっては、必然的に利得量子化誤差が発生するに到る。これ故に、第2の励振信号と合わせた第2段階のベクトル量子化を実施してこの利得量子化誤差を補い補正することにより全体の歪を削減するのである。

【0016】第2段階のベクトル量子化は、具体的には次の様に実施される。即ち、第1段階の利得量子化における差信号系列($y - gx'$)を新たな目標信号系列とし、複数の新たな目標信号の利得を一括して利得ベクトル量子化部202においてベクトル量子化する。この場合、図3に明示されている訳ではないが、第1段階のスカラ量子化により得られた差信号系列($y - gx'$)はバッファ素子に記憶され、これが歪計算部18に供給されて第1の励振信号および第2の励振信号を線形予測合成部15を通過させて合成した後の合成信号と比較する。次の式eで表現される合成後の差信号系列を求め、そのエネルギー即ち歪が最小となる様な利得ベクトルを利得ベクトル量子化部202内に具備されている利得符号帳から選択する。

【0017】

$$e = (y - gx') - (g_1x' + g_2v')$$

但し、 g_1 および g_2 ：利得ベクトルの要素

v' ：第2の励振信号の v を線形予測合成部に通した後の信号

以上の通りにして、この発明の利得のベクトル量子化方法は第1段階における量子化により利得の大きな変動を吸収するので、第2段階における量子化の符号帳の符号ベクトルの変動範囲を通常のベクトル量子化の場合の変動範囲と比較して小さくすることができる。

【0018】以上を要約するに、通常のCELPにおいては、一般に、第1の励振信号はピッチ周期性を有しており、第2の励振信号はピッチ周期性を有しない雑音的なものである。この通常のCELPについて説明するに、第1の励振信号に対してその利得には入力音声信号のピッチ周期の周期性の程度、当該フレームの前のフレームと比較した振幅の増大の程度が反映される。ここで、段落番号「0013」に記載される通り、符号帳切り替えのパラメータとしては入力音声有声音であるか或いは無声音であるかの情報、パワー、ピッチ周期が考えられる。なお、これらのパラメータ、情報はCELPの場合は補助パラメータとして復合器にも送信され、復合器においても参照される。

【0019】励振信号の利得量子化装置の合成フィルタ直前の励振信号はパワーが1となる様に正規化されているものとする。この時、入力音声有声音の場合はピッチ周期の周期性の程度は高いので1に近い利得があるのに対して、無声音の場合はピッチ周期の周期性の程度は低いので0.5以下となることが多い。この時、利得は第

1の励振信号と第2の励振信号の混合の割合を示すこととなり、0と1の間の数値となる。また、パワーが大きい時は有声音であることが多く、第1の励振信号の利得は1に近くなる。

【0020】以上の通り、ピッチ周期性を有する信号である第1の励振信号の利得は、既に求められている入力信号の特徴パラメータに依存する場合が多いので、入力信号の特徴に合わせた量子化を実施することにより歪を削減することができる場合が多い。しかし、第1の励振信号の利得が入力信号の特徴パラメータに100%依存するという訳ではないので、これに合わせた量子化を実施することのみによっては利得量子化誤差が発生する場合があります。これ故に、第1段階の利得量子化と合わせた第2段階のベクトル量子化も併用することにより全体の歪を削減するものである。

【0021】ここで、利得量子化方法の従来例とこの発明の利得量子化方法の奏する効果の差について説明する。利得全体で8ビットの量子化を実施することを考える。励振信号の利得量子化装置全体の演算処理量、メモリ量は符号帳の要素数に比例するので、要素数についてこの発明と従来例との間の比較をする。第1の励振信号と第2の励振信号より成る2個の励振信号に対して2次元のベクトル量子化を実施すると、各励振信号について $2^8 = 256$ 個の符号ベクトルを必要とする。従って、必要とされる要素数は $256 \times 2 = 512$ 個となる。

【0022】従来例におけるが如く、入力信号の特徴パラメータに依存して符号ベクトルの組である符号帳をn種類準備してこれを切り替えるものとする、励振信号の利得量子化装置全体の要素数は $512 \times n$ となる。この場合、歪は極めて小さくすることができる。これに対して、この発明の第1の実施例について、利得全体で8ビットの量子化を実施することを考える。スカラ量子化に2ビットを与え、ベクトル量子化に6ビットを与えるものとする。スカラ量子化は $2^2 = 4$ ステップより成り、このステップ幅を入力音声の特徴に合わせて符号帳をn種類準備して切り替えると、 $n \times 4$ の要素数のテーブルを必要とされるだけである。次に、ベクトル量子化についてみると、この量子化には $2^6 \times 2 = 128$ 個の要素数の符号帳が必要とされるが、これは音声入力の特徴には依存しないので、利得量子化装置全体の要素数は $(n \times 4 + 128 = 4n + 128)$ 個となる。

【0023】この発明の実施例は、その要素数は $(4n + 128)$ 個であって、これは全ての信号をベクトル量子化する従来例の要素数である $(512n)$ と比較して格段に小さいが、この従来例と同等の歪削減の効果を奏するに到る。即ち、励振信号の利得量子化装置全体の演算処理量およびメモリ量は上述した通り要素数に比例するのであるが、従来例と比較して格段に小さい要素数で事足りるこの発明は演算処理量およびメモリ量が極く少なくして歪削減の効果の優れたものとなることができ

る。

【0024】図4を参照してこの発明の第2の実施例を説明する。この場合、利得のベクトル量子化部20₂において利得のベクトル量子化を実施するに先だて、時間領域について各励振ベクトル毎にレベルの三角窓40を乗算し、励振ベクトル信号を計4個の信号に分離する。この様に励振ベクトルにレベルの三角窓40を乗算してフレームの前半および後半を強調する前操作を施すことにより、励振ベクトルを直接ベクトル量子化する第1の実施例の場合と比較して歪をより小さくすることができる。

【0025】図5を参照してこの発明の第3の実施例を説明する。第2の実施例と同様に、各励振ベクトルに時間領域の三角窓40を乗算してこれらを計4個の信号の系統に分離している。第1段階における利得の量子化は音声信号の特徴に合わせて量子化レベルを制御する。或は、複数の量子化テーブルを具備してこれらを切り替えて使用する。これに対して、第2段階における利得の量子化は第1段階にける利得の量子化の結果を補う様に利得を一括してベクトル量子化する。この場合、音声の特徴とは無関係に全ての場合に共通に符号帳の中から歪を最小にする利得ベクトルを選択してその符号を伝送する。

【0026】上述された何れの実施例の場合も、入力音声のパワー、線形予測の予測利得、励振ベクトルのパワーを使用して利得の量子化の前に信号の正規化を行なうことができ、スカラ量子化のステップ幅やベクトル量子化の符号ベクトルの変動幅を小さくすることが可能である。そして、通常第1段階にける利得の量子化は比較的少ないビット数の量子化でよい。適応的に平均値のみを

【0027】

【発明の効果】以上の通りであって、この発明は第1段階における適応的量子化により、フレーム毎に変化する音声の特徴に合わせた量子化がなされ、第2段階の量子化において全ての励振信号を考慮したベクトル量子化を実施することにより波形歪を小さくすることができる。

【0028】即ち、この発明の利得のベクトル量子化方法は第1段階における量子化により利得の大きな変動を

ベクトルの変動範囲を通常のベクトル量子化の場合の変動範囲と比較して小さくすることができる。従って、符号誤りがある場合も、第1段階における符号ビットだけを保護すれば符号誤りの影響を軽減することができる。

【0029】そして、図1に示される様な従来の利得のベクトル量子化方法と比較して演算量およびメモリ量を殆ど増加させることなく歪を小さくすることができる。また、図2に示される様な適応的にベクトル量子化の符号帳を切り替える利得のベクトル量子化方法と比較して、歪を殆ど増加させることなく符号帳のメモリ量を大幅に削減することができる。

【0030】更に、利得gの量子化テーブルは情報量の極く少ないもので事足り、特徴分析部により分析された音声の性質に合わせて適応的に切り替え使用することにより歪を小さくすることができる。切り替えのパラメータとしては有声無声の情報、パワー、ピッチ周期が考えられるが、この第1段階の量子化はスカラ量子化であるので、数多くの量子化テーブルを使用しても量子化テーブルのメモリ量自体極く僅かでもあるところから全メモリ量の増加は問題とするに値しない。

【図面の簡単な説明】

【図1】複数の励振信号をもつCELP符号化方法の基本構成を示す図。

【図2】適応的に利得を量子化するCELP符号化方法の従来例を示す図。

【図3】この発明の励振信号の利得量子化方法の第1の実施例を示す図。

【図4】この発明の励振信号の利得量子化方法の第2の実施例を示す図。

【図5】この発明の励振信号の利得量子化方法の第3の実施例を示す図。

【符号の説明】

- 1 2 線形予測分析
- 1 5 線形予測合成部
- 1 6 符号帳
- 1 7 符号帳
- 2 0₁ 利得の量子化部
- 2 0₂ 利得のベクトル量子化部
- 3 0 特徴分析部
- 3 1 量子化テーブル

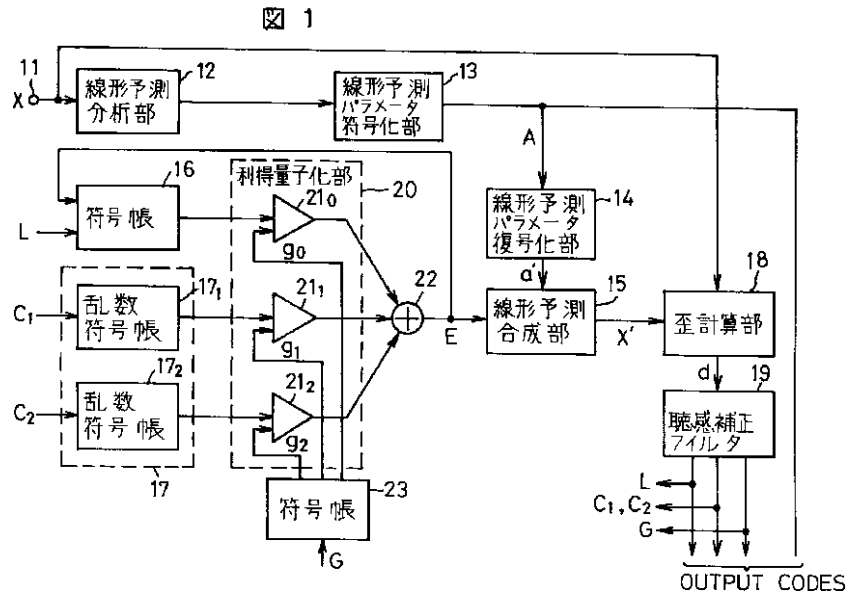
10

20

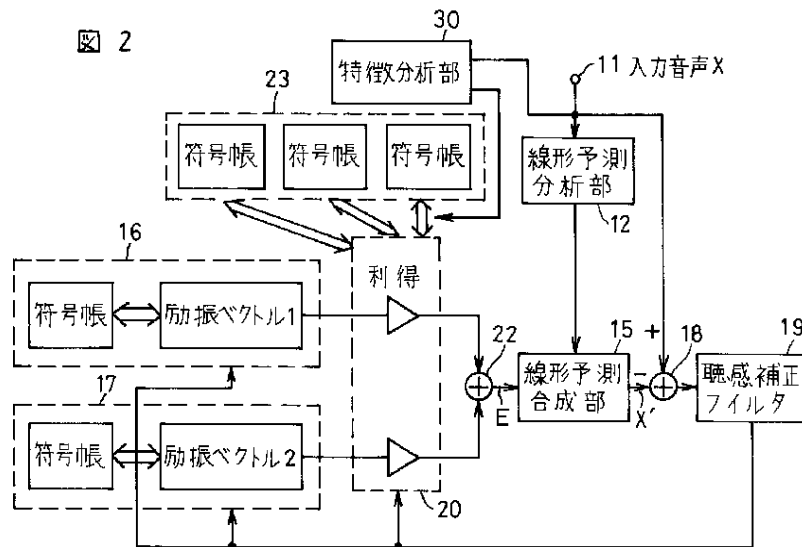
30

40

【図 1】



【図 2】



【図3】

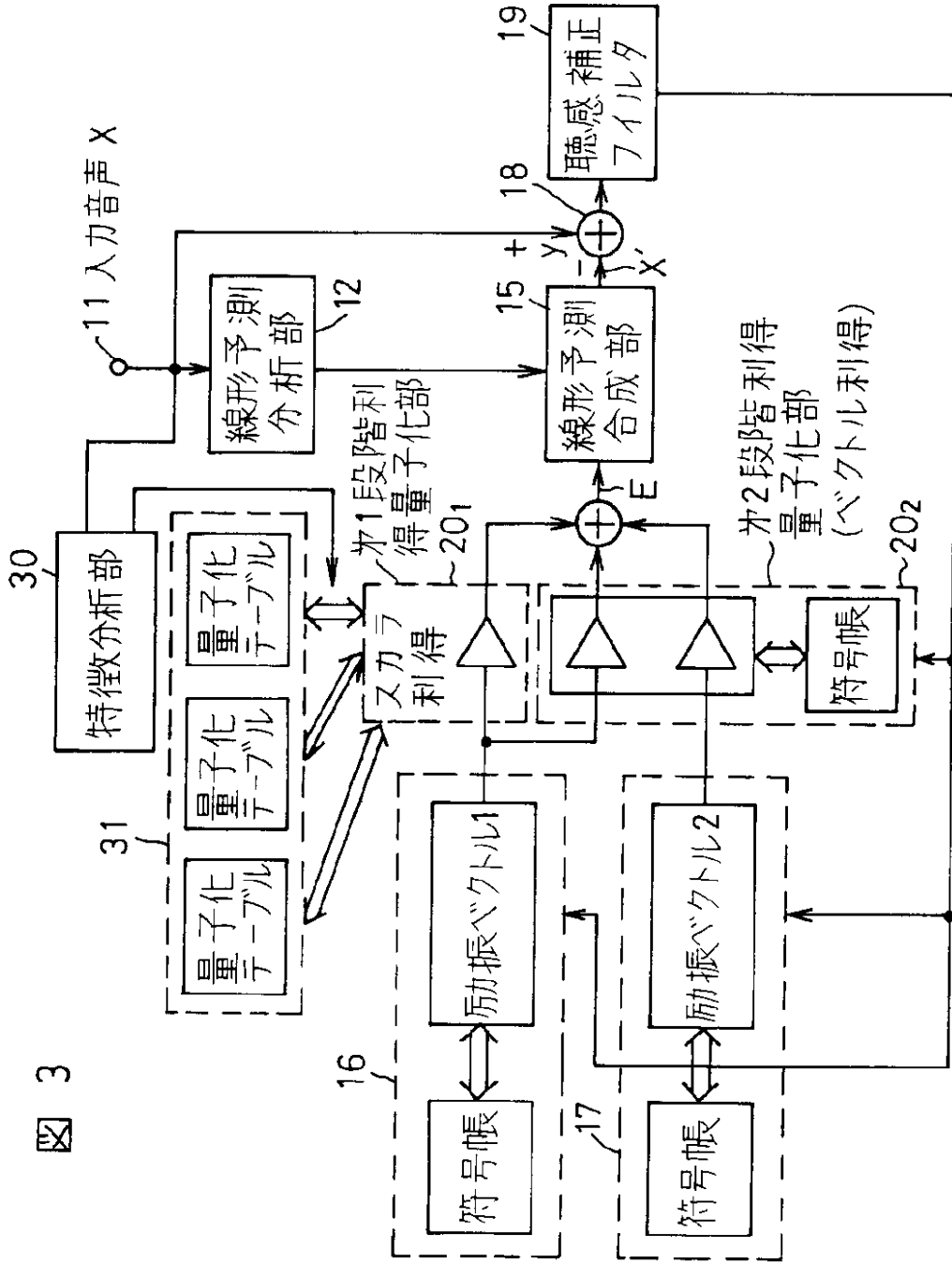
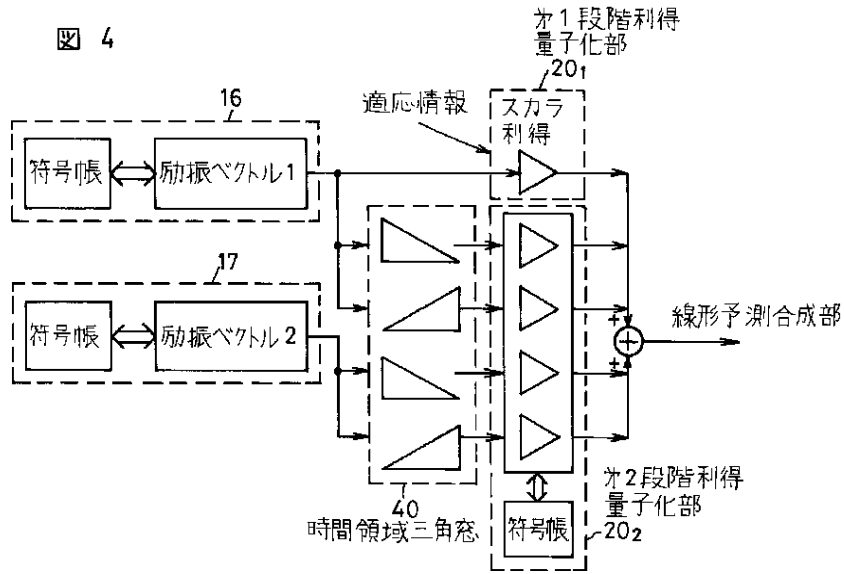
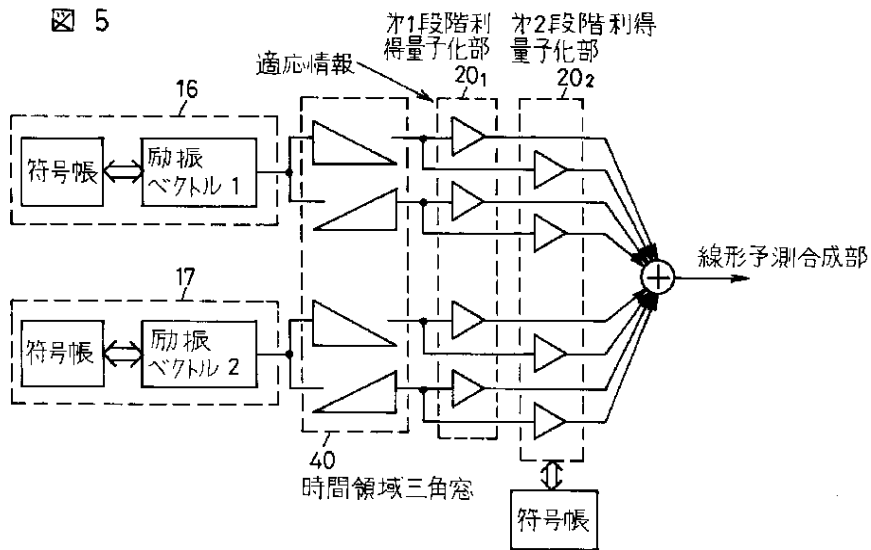


図 3

【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 大室 伸
 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号
 日本電信電話株式会社内

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G10L 11/00 - 21/06

H03M 7/30

H04B 14/04

J I C S Tファイル(J O I S)

(56)参考文献 特開 平 4 - 1800 (J P , A)
 特開 平 2 - 144598 (J P , A)