

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 ( B 2 )

(11)特許番号

特許第 3 1 9 9 1 4 2 号

( P 3 1 9 9 1 4 2 )

(45)発行日 平成13年8月13日(2001.8.13)

(24)登録日 平成13年6月15日(2001.6.15)

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G 1 0 L 19/12  
19/00

G 1 0 L 9/14 S  
9/18 E

請求項の数 4

(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-236390  
(22)出願日 平成5年9月22日(1993.9.22)  
(65)公開番号 特開平7-92999  
(43)公開日 平成7年4月7日(1995.4.7)  
審査請求日 平成10年11月13日(1998.11.13)

(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 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 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  
(74)代理人 100066153  
弁理士 草野 卓

審査官 渡邊 聡

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音声の励振信号符号化方法および装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 適応符号帳から得られる過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した適応符号ベクトルと雑音符号帳から得られる雑音符号ベクトルとにより合成フィルタを駆動して音声信号を合成し、入力音声信号との間の歪みを最小とする様に符号を決定する音声の励振信号符号化方法において、適応符号ベクトルにピッチ周期性のある場合、雑音符号帳の格納ベクトルをその所定の基準点の位相を適応符号ベクトルから得られるピッチピーク位置に合わせる様にずらして切り出し、この切り出したベクトルをピッチ繰り返し周期毎に周期化させてこれを雑音符号ベクトルとすることを特徴とする音声の励振信号符号化方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載される音声の励振信号符号化法において、適応符号ベクトルにピッチ周期性のな

2

い場合、雑音符号ベクトルは雑音符号帳の格納ベクトルそのものとするを特徴とする音声の励振信号符号化方法。

【請求項 3】 適応符号帳から得られる過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した適応符号ベクトルと雑音符号帳から得られる雑音符号ベクトルとにより合成フィルタを駆動して音声信号を合成し、入力音声信号との間の歪みを最小とする様に符号を決定する音声の励振信号符号化装置において、適応符号帳から得られる適応符号ベクトルの始点からピーク位置までの位相を検出する位相探索部を具備し、雑音符号帳から得られる格納ベクトルの位相を位相探索部により検出される位相に基づいて位相適応化する位相適応部を具備し、位相適応部から得られる位相適応化された雑音符号ベクトルをピッチ周期化する周期化部を具備し、周期化部および位相探索

10

部をピッチ周期信号により切り替え動作せしめることを特徴とする音声の励振信号符号化装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載される音声の励振信号符号化装置において、適応符号ベクトルにピッチ周期性のない場合、雑音符号ベクトルは雑音符号帳の格納ベクトルそのものとする特徴とする音声の励振信号符号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、音声の励振信号符号化方法および装置に関し、特に、符号励振線形予測符号化を採用して音声の信号系列を少ない情報量でデジタル符号化する音声の励振信号符号化方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】デジタル移動通信、音声蓄積サービスの如き技術分野においては、電波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。例えば符号励振線形予測符号化 (Code Excited Linear Prediction, CELP)、ベクトル和励振線形予測符号化 (Vector Sum Excited Linear Prediction, VSELP) といった音声符号化方法が知られている。それぞれの技術については、M.R.Schroeder and B.S.Atal: "Code-Excited Linear Prediction(CELP):High-quality Speech at Very Low Bit Rates", Proc.ICASSP-85,25.1.1,pp.937-940,1985年)および、I.A.Gerson and M.A.Jasiuk: "Vector Sum Excited Linear Prediction(VSELP) Speech Coding at 8kbps", Proc.ICASSP-90,S9.3,pp.461-464,1990年)に述べられている。これらの方法は、5ms から 50ms 程度を 1 フレームとし、過去の励振信号からなるピッチ適応符号帳中の一つの適応符号ベクトルと、予め蓄積しておいた固定的な雑音またはパルス列からなる雑音符号帳の雑音符号ベクトルの重み付き和を励振信号とする。この励振信号を線形予測合成フィルタに通した合成波形と入力音声との間の聴覚重みつき波形歪みを最小とする様に、線形予測パラメータ、適応符号、雑音符号、利得符号を決定する。

【0003】雑音符号帳は、適応符号ベクトルで表現しきれなかった励振信号の残差波形を更に符号化するものである。この雑音符号帳の構成には、当初、8kbit/s 程度の符号化においては、ガウス雑音その他のランダムな時系列ベクトルを生成し、これを使用していた。しかし、4kbit/s 以下の低ビットレート化においては、ベクトル当りのビット割当を減らしたり、ベクトルの次元数を増加したりする必要があり、この場合、雑音符号帳で表現する残差信号は、必ずしもランダムなものではなく、ピッチ周期性を有し、そしてパルスを多く含んだ信号となるので、雑音符号帳の表現の多様化が重要になってきた。

【0004】雑音励振源の多様化技術として、ピッチ同

期雑音励振源符号化方法 (Pitch Synchronous Innovation-CELP:PSI-CELP) がある。この技術については、間野、守谷、三樹、大室: "自動車電話用ハーフレートコーデックの検討"、電子情報通信学会、技術報告 SP92-133 (1993年2月) に述べられている。これは、適応符号帳から得られるピッチ周期を用いて、雑音符号帳も適応符号帳と同様に、固定雑音ベクトルを先頭から周期化した雑音符号化ベクトルを用いる手法である。

【0005】PSI-CELP符号化装置の従来例を図5を参照して具体的に説明する。図5は、PSI-CELP符号化装置の基本的なブロック図である。まず、音声入力部1から音声を入力する。線形予測分析部2において音声の線形予測分析を行い、ここにおいて量子化された予測係数Aが合成フィルタ部3における係数となる。

【0006】第1の符号帳4は適応符号帳4aおよび固定符号帳4bから成り、これら符号帳のうちのベクトルの合成波形歪みの小さい方が選択される。適応符号帳4aには直前の過去の合成フィルタへの入力として使用された励振音源がバッファとして蓄えられている。そして、図6(1)に示される如くに、このバッファ中のベクトルから、合成波形歪み最小となる様に、ピッチ周期Lにより繰り返して適応符号ベクトルとする。固定符号帳4bは、ピッチ周期性のない場合に、適応符号帳4aの代わりに予め設定した固定雑音符号帳であり、図6(2)の様に、周期化せずにそのまま使用される。適応符号帳4aが選択された場合は、ピッチ周期に相当するLが第1の符号帳の符号になり、固定符号帳4bが選択された場合は、固定符号帳のベクトル番号Fが第1の符号帳の符号となる。主として、入力音声にピッチ周期性がある有声部の場合は適応符号帳4aが選択され、周期性のない無音、無声区間、遷移区間の場合は固定符号帳4bが選択される。

【0007】図5の5は第2の符号帳であり、固定符号帳4bと同様の雑音符号帳により構成されている。適応符号帳4aが選択された場合は、第2の符号帳5の雑音符号帳の格納ベクトルはピッチ周期化部6において周期化される。これは、図6(3)に示される様に、各格納ベクトルの先頭から、適応符号ベクトルと同様にピッチ周期Lで周期化される。固定符号帳4bが選択された場合は、第2の符号帳5の格納ベクトルがそのまま使用される。

【0008】利得部7および利得部8の利得符号G0および利得符号G1は、適応符号帳4aまたは固定符号帳4bの第1の符号帳のベクトルと第2の符号帳5の符号帳ベクトルとに対して、波形歪み最小となる様に最適化される。9は入力波形と合成波形の聴覚重み付きの歪みを求める歪み計算部であり、符号帳検索部10により最適な符号検索を制御し、送出符号を決定する。

## 【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】上述の通りの P S I - C E L P 符号化装置においては、適応符号ベクトルにピッチ周期性がある場合、ピッチピーク位置近傍に大きなパワーの残差が偏って分布する。しかし、この従来技術における雑音符号帳自体は固定されたものであり、適応符号ベクトルのピッチ周期にあわせて雑音符号ベクトルをピッチ周期化する手法を適用しても、雑音符号ベクトルと適応符号ベクトルの位相に関して考慮されていないので、ピッチピーク位置近傍にあるパワー成分の偏りに関する情報を使用することができず、雑音符号帳に含まれる符号ベクトルには、選択される可能性が非常に小さい、ピークの分布が全く異なったものが多く含まれているので、符号化効率を充分上げることができない。

【 0 0 1 0 】この発明は、新たな伝送情報を増やすことなしに、各フレームにあった雑音符号ベクトルを多く含む様な適応化機能を雑音符号帳にもたせて励振音源を多様化した高品質音声を再生する音声の励振信号符号化方法および装置を提供するものである。

## 【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】適応符号帳から得られる過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した適応符号ベクトルと雑音符号帳から得られる雑音符号ベクトルとにより合成フィルタを駆動して音声信号を合成し、入力音声信号との間の歪みを最小とする様に符号を決定する音声の励振信号符号化方法において、適応符号ベクトルにピッチ周期性のある場合、雑音符号帳の格納ベクトルをその所定の基準点の位相を適応符号ベクトルから得られるピッチピーク位置に合わせる様にずらして切り出し、この切り出したベクトルをピッチ繰り返し周期毎に周期化させてこれを雑音符号ベクトルとする音声の励振信号符号化方法を構成した。

【 0 0 1 2 】そして、上述の音声の励振信号符号化法において、適応符号ベクトルにピッチ周期性のない場合、雑音符号ベクトルは雑音符号帳の格納ベクトルそのものとする音声の励振信号符号化方法を構成した。また、適応符号帳 4 から得られる過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した適応符号ベクトルと雑音符号帳 5 から得られる雑音符号ベクトルとにより合成フィルタ 3 を駆動して音声信号を合成し、入力音声信号 1 との間の歪みを最小とする様に符号を決定する音声の励振信号符号化装置において、適応符号帳 4 から得られる適応符号ベクトルの始点からピーク位置までの位相を検出する位相探索部 1 1 を具備し、雑音符号帳 5 から得られる格納ベクトルの位相を位相探索部 1 1 により検出される位相に基づいて位相適応化する位相適応部 1 2 を具備し、位相適応部 1 2 から得られる位相適応化された雑音符号ベクトルをピッチ周期化する周期化部 6 を具備し、周期化部 6 および位相探索部 1 1 をピッチ周期信号 L により切り替え動作せしめる音声の励振信号符号化装置を構成

した。

【 0 0 1 3 】更に、上述の音声の励振信号符号化装置において、適応符号ベクトルにピッチ周期性のない場合、雑音符号ベクトルは雑音符号帳 5 の格納ベクトルそのものとする音声の励振信号符号化装置をも構成した。

## 【 0 0 1 4 】

【実施例】この発明の実施例を図 1 を参照して説明する。図 1 に示されるこの発明の実施例は、図 5 に示される従来例と比較して、第 2 の符号帳 5 を構成する符号帳が雑音符号帳が 5 a および雑音符号帳 5 b の 2 種類であるところ、位相探索部 1 1 および位相適応部 1 2 が新たに付加されたところが相違している。

【 0 0 1 5 】先ず、音声入力部 1 から音声を入力する。線形予測分析部 2 において音声の線形予測分析を行い、ここにおいて量子化された予測係数 A が合成フィルタ 3 の係数となる。第 1 の符号帳 4 は適応符号帳 4 a および固定符号帳 4 b より成り、これら符号帳のベクトルのうちの合成波形歪みの小さい何れか一方が選択される。適応符号帳 4 a には直前の過去の合成フィルタへの入力として使用された励振音源がバッファとして蓄えてある。そして、このバッファ中のベクトルから、合成波形歪み最小となる様に、ピッチ周期 L で周期化した適応符号ベクトルを求める。固定符号帳 4 b はピッチ周期性のない場合に選択される固定雑音符号帳であり、周期化せずにそのまま使用される。適応符号帳 4 a が選択された場合はピッチ周期に相当する L が第 1 の符号帳の符号になり、固定符号帳 4 b が選択された場合は固定符号帳のベクトル番号 F が第 1 の符号帳の符号となる。

【 0 0 1 6 】5 は第 2 の符号帳であり、雑音符号帳が 5 a および雑音符号帳 5 b の 2 種類より成り、これらは固定符号帳 4 b と同様の雑音符号帳である。適応符号帳 4 a が選択された場合は、雑音符号帳 5 a が使用される。位相探索部 1 1 で得られる位相を使用して、雑音符号帳 5 a の格納ベクトルから、位相適応部 1 2 において位相分だけずらせたベクトルを抽出する。この抽出されたベクトルに対して、ピッチ周期化部 6 において適応符号帳 4 a と同様にピッチ周期化を行う。なお、周期化部 6 および位相探索部 1 1 はピッチ周期信号 L により切り替え動作せしめられるものである。第 1 の符号帳の固定符号帳 4 b が選択された場合は、第 2 の雑音符号帳 5 は雑音符号帳 5 b が使用される。この場合は、雑音符号帳の格納ベクトルが位相適応化されたり、周期化されたりすることはなく、そのまま雑音符号ベクトルとして使用される。

【 0 0 1 7 】その後、適応符号帳 4 a または固定符号帳 4 b からの第 1 の符号帳ベクトル、および雑音符号帳 5 a または雑音符号帳 5 b からの第 2 の符号帳ベクトルに対して、利得部 7 の利得 G 0 および利得部 8 の利得 G 1 が波形歪み最小となる様に符号化される。9 は入力波形と合成波形の聴覚重み付きの歪みを計算する歪み計算部

であり、符号帳探索部 1 0 により最適な符号探索を制御し、送出符号を決定する。

【0018】図 2 は、図 1 の位相探索部 1 1 における適応符号ベクトルと抽出すべき位相の関係を示した図である。図 2 ( 1 ) は、適応符号帳 4 a から得られる適応符号ベクトルである。1 フレーム内においてはピッチ周期がほぼ L であると仮定し、図 2 ( 2 ) の様に、周期 L のピッチピークを後で説明される如くして捉える。そして、フレームの始点から最初のピッチピーク位置までのずれを位相として位相探索部の出力とし、これが位相適応部 1 2 において使用される。

【0019】適応符号ベクトルが与えられた場合の位相の抽出方法は、これまでに種々のものが考えられている。図 3 にその例を示す。図 3 ( 0 ) は、図 1 の適応符号帳 4 a から得られた適応符号ベクトルである。第 1 の方法は図 3 ( 1 ) の様に始点から位相候補だけオフセットをとり、そこから周期 L のインパルス列を作り、このインパルス列を合成フィルタに通した波形と、適応符号ベクトルを合成フィルタに通した波形の間の歪み最小となる場合の位相を使用する手法である。第 2 の方法は、図 3 ( 2 ) a に示される様に、適応符号ベクトルのパワー包絡をとり、長さ L ごとに区切った区間のだけずらした場所のパワーの総和が最大になる場合の位相を使用するものである。この実施例においては、この何れを使用してもよく、符号器、復号器の何れでも計算可能なバックワード構成である。

【0020】図 4 は、図 1 の雑音符号帳 5 a、位相適応部 1 2、周期化部 6 の処理の流れを示したものである。図 4 ( 1 ) は雑音符号帳 5 a の格納ベクトルの例を示している。この格納ベクトルの長さは、最終的に得られる符号ベクトル長 N より長い  $N + M$  とする。そして、この格納ベクトルは、図の基準点 0 に適応符号ベクトルのピッチピーク位置がくると仮定し、切り出す長さ N のベクトルの始点が  $[-M, 0]$  の範囲で可変となる様に雑音符号帳 5 a は設計されているものとする。図 1 の位相適応部 1 2 においては、図 4 ( 1 ) の格納ベクトルから、図 1 の位相探索部 1 1 で得られたベクトルの始点からピーク位置までの位相ずれだけずれた点から、ベクトルを切り出す。これが図 4 ( 2 ) の位相適応化ベクトルである。そして、図 1 のピッチ周期化部 6 において、図 4 ( 2 ) の位相適応化ベクトルを、先頭からピッチ周期 L で周期化する。以上の処理により、図 4 ( 3 ) の様な位相適応化とピッチ周期化を行ったベクトルを発生することができる。

【0021】以上において雑音符号帳 5 a は、適応符号ベクトルのピッチピーク位置は基準点 0 にくるものと仮定したが、雑音符号ベクトル 5 a の基準点の位置が必ずしも振幅の高い波形とは限らず、適応符号ベクトル 4 a の L が必ずしもピッチ周期とは限らないので、雑音符号ベクトル 5 a は学習によって設計することが重要であ

る。ここにおいては、位相適応を考慮した一般化 Lloyd アルゴリズムに基づく量子化符号帳学習を行う。

【0022】この実施例で示した励振構造によって、適応符号帳 4 a が選択された場合に、そのピッチピーク位置の位相に適応した雑音符号ベクトルを構成することができ、符号化効率を高めることができる。

【0023】

【発明の効果】この発明を要約するに、雑音符号帳に格納されているベクトルに予め与えておいた基準点に、適応符号ベクトルからバックワード的に得られるピッチピーク位置のずれ、即ち、位相を合わせるために、ベクトルの始点をずらせて、基準点がピッチピークに対応する様に位相シフトした後、ピッチ繰り返し周期と同じ周期でベクトルを周期化させた雑音符号ベクトルを使用することをこの発明の特徴としている。この様にすることにより、得られる雑音符号ベクトルが適応符号ベクトルのピッチピーク位置に適応することとなる。

【0024】適応符号ベクトルからピッチピーク位置を検出し、雑音符号帳ベクトルの基準点をこのピッチピーク位置に合わせることににより、常にピッチピーク周辺に雑音符号ベクトルの大きなパワーの偏りのある時系列を適応化させることができる。これを、更に周期化させることにより、フレーム内における雑音ベクトルとしてピッチの各繰り返しピーク付近にパワーの偏りを持ち、且つ、ピッチ周期性のある雑音符号ベクトルを適応的に作り出すことができる。また、上述の操作は、適応符号帳が決まれば行えるバックワード構成を採用しているので、新たな情報を伝送することなしに、符号器と復号器で同じ処理が可能である。

【0025】以上の通りであって、この発明は、雑音符号ベクトルをバックワードで適応符号ベクトルから得られるピッチピークの位相に適応させた後、更に、ピッチ周期化を行う雑音符号ベクトルを構成することにより、従来不可能であった適応符号ベクトルのピッチピーク位置に対応した雑音符号ベクトルを生成することができる。従って、新たな伝送情報を増やさずに、各フレームに対応した雑音符号ベクトルを多く含ませる機能を雑音符号帳に取り入れて励振音源を多様化し、符号化効率を高め、低ビットレートでも高品質な音声符号化をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の音声符号化装置のブロック図。

【図 2】ピッチピーク位置と位相の関係を説明する図。

【図 3】位相抽出を説明する図。

【図 4】この発明の音声符号化装置の励振信号生成部を説明する図。

【図 5】音声符号化装置の従来例のブロック図。

【図 6】音声符号化装置の従来例の励振信号生成部を説明する図。

【符号の説明】

- 1 音声入力部
- 2 線形予測分析部
- 3 合成フィルタ
- 4 第 1 の符号帳
- 4 a 適応符号帳
- 4 b 固定符号帳
- 5 第 2 の符号帳
- 5 a 雑音符号帳
- 5 b 雑音符号帳
- 6 周期化部
- 9 歪み計算部
- 10 符号帳探索部
- 11 位相探索部
- 12 位相適応部

【図 1】

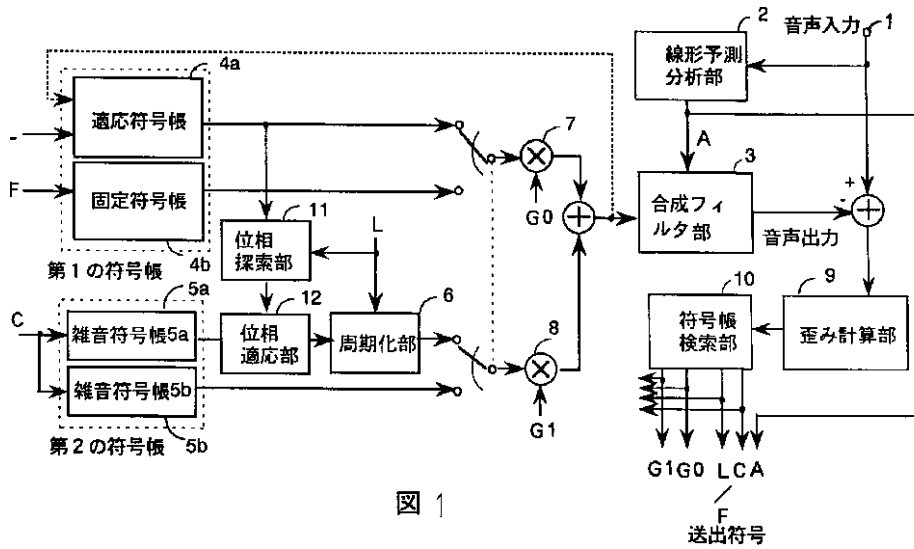


図 1

【図 2】

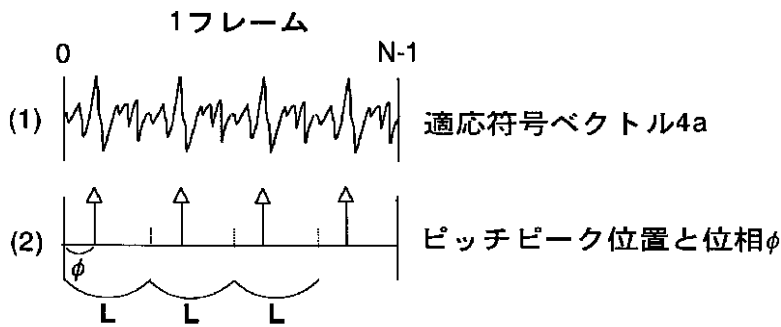


図 2

【図 3】

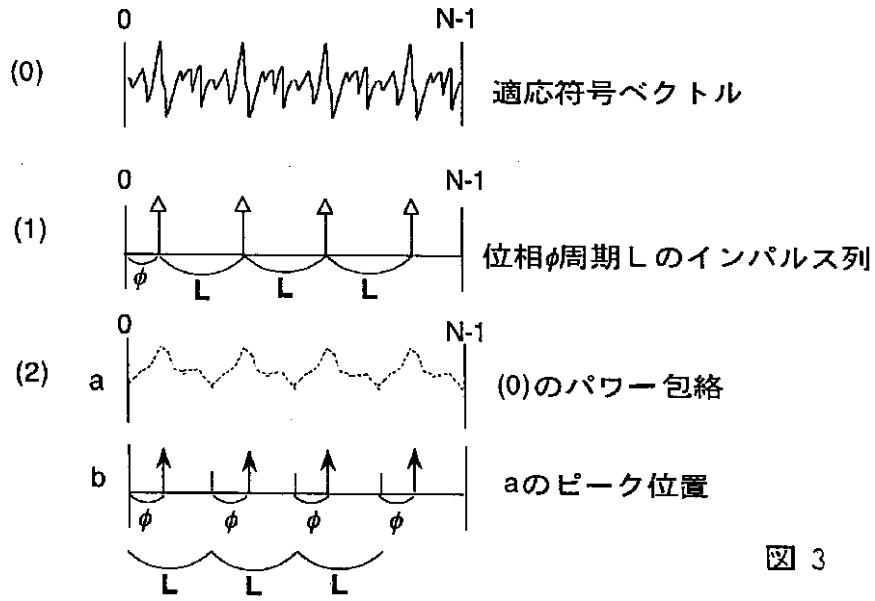


図 3

【図 4】

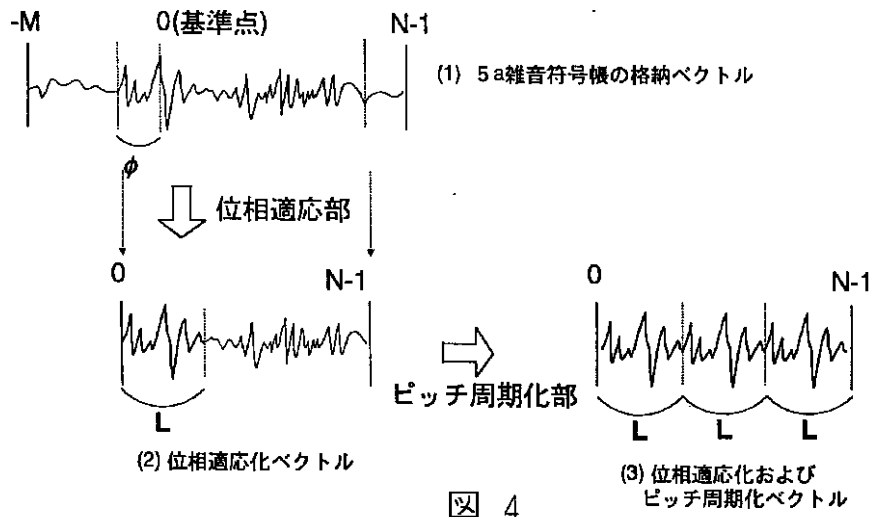


図 4

【図 5】

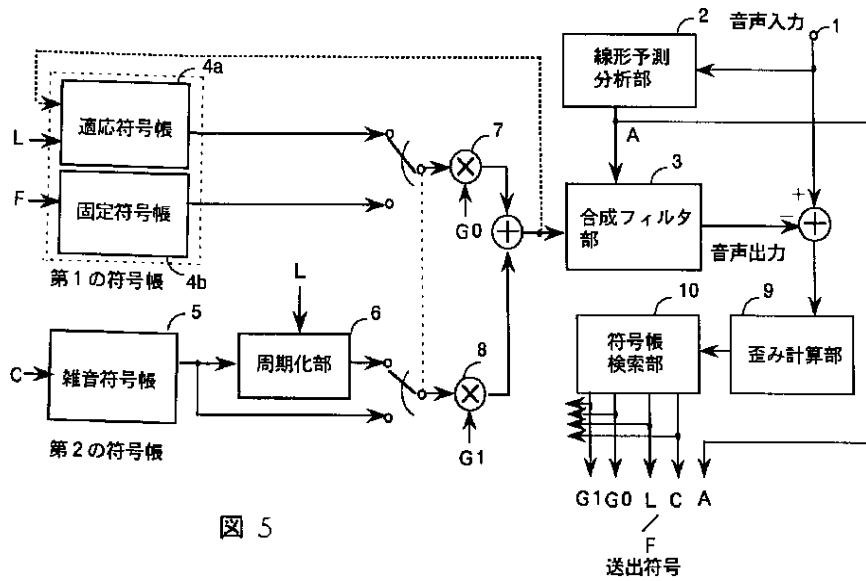


図 5

【図 6】

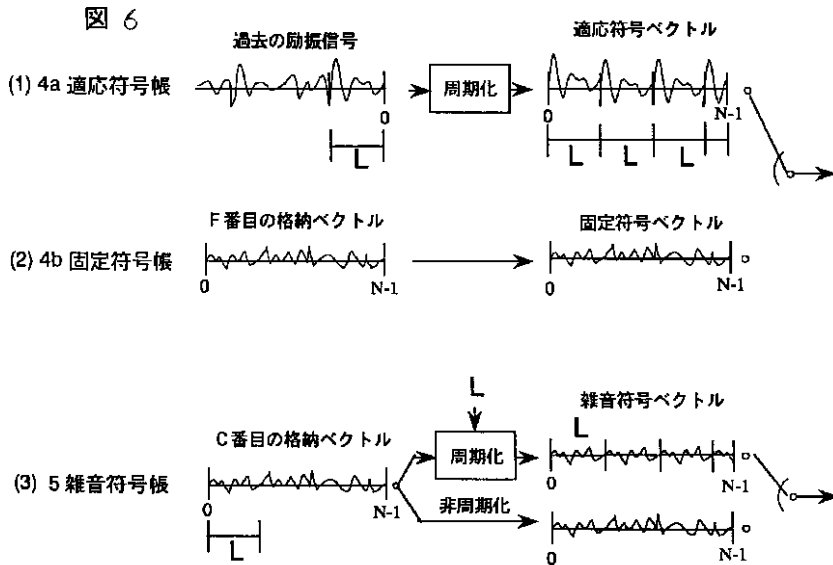


図 6

## フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平 3 - 101800 ( J P , A )  
特開 平 2 - 232700 ( J P , A )  
特開 平 5 - 19796 ( J P , A )  
特開 平 4 - 344699 ( J P , A )  
特開 平 2 - 84699 ( J P , A )  
電子情報通信学会論文誌 A V o  
l . J 77 - A N o . 3 314 - 324頁  
1994年 3月 「ピッチ同期雑音励振源をも  
つ C E L P 符号化 ( P S I - C E L  
P )」

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
G10L 19/12