

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 2 7 5 2 4 7 号

(P 3 2 7 5 2 4 7)

(45)発行日 平成14年4月15日(2002.4.15)

(24)登録日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I		
G 1 0 L	19/12	G 1 0 L	9/14	S
	19/00			J
	19/04		9/18	E

請求項の数 6

(全 1 0 頁)

(21)出願番号	特願平3-117646	(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
(22)出願日	平成3年5月22日(1991.5.22)	(72)発明者	三樹 聡 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
(65)公開番号	特開平4-344699	(72)発明者	守谷 健弘 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
(43)公開日	平成4年12月1日(1992.12.1)	(72)発明者	間野 一則 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
審査請求日	平成9年11月10日(1997.11.10)	(74)代理人	100066153 弁理士 草野 卓
		審査官	山下 剛史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音声符号化・復号化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フレーム単位に、適応符号帳からの出力符号ベクトルと雑音符号帳からの出力符号ベクトルを重みつき加算した駆動ベクトルで合成フィルタを駆動して 音声を再生することを利用する音声符号化方法において、
 フレームごとにピッチ周期を求め、
上記ピッチ周期に基づいて過去の駆動音源ベクトルを切り出して上記適応符号帳からの出力符号ベクトルとし、
上記雑音符号帳の符号ベクトルを上記ピッチ周期ごとに 10 繰り返し周期化し、
 上記合成フィルタより出力される再生音声の入力音声に対する歪みが最小となる上記雑音符号帳の出力符号ベクトルを検索し、
上記ピッチ周期を示す符号と上記検索された雑音符号帳

2

の符号ベクトルを示す符号とを出力することを特徴とする音声符号化方法。
 【請求項 2】 フレーム単位に、雑音符号帳から複数の符号ベクトルを取り出し、上記取り出された各符号ベクトルに + 1 又は - 1 の組み合わせを乗算して加算した出力符号ベクトルと、 適応符号帳からの出力符号ベクトルとを重みつき加算した駆動ベクトルで合成フィルタを駆動して音声を再生することを利用する音声符号化方法において、
 10 フレーム毎にピッチ周期を求め、
上記ピッチ周期に基づいて過去の駆動音源ベクトルを切り出して上記適応符号帳からの出力符号ベクトルとし、
上記雑音符号帳から取り出した符号ベクトルの少なくとも一部を上記ピッチ周期ごとに周期化し、
上記合成フィルタより出力される再生音声の入力音声に

対する歪みが最小となる上記 + 1 と - 1 の組み合わせを求め、上記組み合わせを示す符号と、上記ピッチ周期を示す符号とを出力することを特徴とする音声符号化方法。

【請求項 3】 上記雑音符号帳からの上記周期化された符号ベクトルと、周期化されない符号ベクトルとを線形結合して上記雑音符号帳からの出力符号ベクトルとすることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の音声符号化方法。

【請求項 4】 上記雑音符号帳からの上記周期化された符号ベクトルと周期化されない符号ベクトルとを重み比を一定として重みつき加算して雑音符号帳の出力符号ベクトルとし、その雑音符号帳の符号ベクトルについて上記歪みが最小となる雑音符号帳の符号ベクトルを検索し、上記歪みが最小となる符号ベクトルを構成する符号ベクトルについて上記重み比を変化させて歪みが最小となる重み比を決定することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の音声符号化方法。

【請求項 5】 フレーム単位に適応符号帳からの出力符号ベクトルと雑音符号帳からの出力符号ベクトルを重みつき加算した駆動ベクトルで合成フィルタを駆動して音声再生する音声復号化方法において、
入力されたピッチ周期に基づいて過去の駆動音源ベクトルを切り出して上記適応符号帳からの出力符号ベクトルとし、
上記雑音符号帳からの符号ベクトルを上記ピッチ周期ごと

に繰り返して周期化して上記雑音符号帳からの出力符号ベクトルとすることを特徴とする音声復号化方法。

【請求項 6】 上記雑音符号帳の上記周期化された符号ベクトルと、周期化されない符号ベクトルとを線形結合して上記雑音符号帳からの出力符号ベクトルとすることを特徴とする請求項 5 記載の音声復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は雑音符号帳を用い、符号駆動線形予測符号化、ベクトル和駆動線形予測符号化に適用され、音声の信号系列を少ない情報量でデジタル符号化する高能率音声符号化方法、その復号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、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形状と、その包絡形状に対応する線形フィルタを駆動するための駆動音源信号という 2 つの情報に分離し、それぞれを符号化することが提案されている。その場合、駆動音源信号を符号化する方法として、駆動音源信号を音声の基本周波数（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（言い換えれば非周期成分）とに分離して符号化する方法が知ら

れている。この駆動音源情報の符号化法として符号駆動線形予測符号化 (Code-Excited Linear Prediction Coding: CELP) およびベクトル和駆動線形予測符号化 (Vector Sum Excited Linear Prediction Coding: VSELP) 法がある。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、および I.A.Gerson and M.A.Jasiuk : "Vector Sum Excited Linear Prediction (VSELP) Speech Coding at 8 kbps", Proc. ICASSP '90, S9.3, pp.461-464, 1990、に述べられている。

【0003】これらの符号化方法は、図 9 に示すように、入力端子 11 に入力された原音声について音声分析部 12 において、その周波数スペクトルの包絡形状を表すパラメータが計算される。この分析には通常、線形予測法が用いられる。そ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 で符号化され、その符号化出力は分岐され、線形予測パラメータ復号化部 14 で復号化され、その復号化された線形予測パラメータが線形予測合成フィルタ 15 のフィルタ係数として設定される。

【0004】適応符号帳 16 において直前の過去の駆動音源ベクトルをある周期（ピッチ周期）に相当する長さで切り出し、その切り出したベクトルをフレームの長さになるまで繰り返し、音声の周期成分と対応する時系列符号ベクトルの候補が出力される。また雑音符号帳 17, 18 から音声の非周期成分と対応する時系列符号ベクトルの候補が出力される。雑音符号帳 17, 18 は図 10 に示すように通常白色ガウス性雑音を基調とし、1 フレーム分の長さの各種の符号ベクトルが入力音声とは独立にあらかじめ記憶されている。

【0005】適応符号帳 16、雑音符号帳 17, 18 からの各時系列ベクトルの候補は重みつき加算部 19 において、それぞれ乗算部 21₁, 21₂, 21₃ で重み g_1, g_2, g_3 が乗算され、これら乗算出力は加算部 22 で加算される。この加算出力は駆動音源ベクトルとして線形予測合成フィルタ 15 へ供給され、合成フィルタ 15 から合成（再生）音声が出力される。この合成音声の入力端子 11 からの原音声に対する歪みが距離計算部 23 で計算され、その計算結果に応じて符号帳検索部 24 により、適応符号帳 16 における切り出し長さをかえた候補が選択され、かつ雑音符号帳 17, 18 から他の符号ベクトルが選択され、さらに重みつき加算部 19 の重み g_1, g_2, g_3 が変更され、距離計算部 23 で計算された歪みが最小になるようにされる。歪み最小となったときの適応符号帳 16 の切り出し長を示す周期符号と、雑音符号帳 17, 18 の各符号ベクトルを示す雑音符号と、重み g_1, g_2, g_3 を示す重み符号と、線形予測パラメータ符号とが符号化出力として出力され、伝送または蓄積される。

【0006】復号化は図 11 に示すように入力された線

形予測パラメータ符号が線形予測パラメータ復号化部 26 で復号化され、その予測パラメータが線形予測合成フィルタ 27 にフィルタ係数として設定される。それまでに得られた直前の過去の駆動音源ベクトルと、入力された周期符号とを用いて適応符号帳 28 からその周期で過去の駆動音源ベクトルを切り出し、これをフレーム分繰り返した時系列符号ベクトルが出力され、また入力された雑音符号が示す符号ベクトルが雑音符号帳 29, 31 からそれぞれ時系列ベクトルとして読み出される。これら時系列ベクトルは重みつき加算部 32 で入力された重み符号に応じて、それぞれ重み付けがなされた後、加算され、その加算出力が駆動音源ベクトルとして合成フィルタ 27 へ供給され、合成フィルタ 27 から再生音声が得られる。

【0007】雑音符号帳 29, 31 は符号化に用いられた雑音符号帳 17, 18 と同一のものとされる。雑音符号帳は 1 個のみ、あるいはさらに多くのものが用いられることもある。符号駆動線形予測符号化においては、雑音符号帳には、候補となるべきすべての符号ベクトルが直接記憶されてある。つまり、候補となるべき符号ベクトルの数が N ならば、雑音符号帳に記憶されている符号ベクトルの数も N である。

【0008】ベクトルと駆動線形予測符号化では、雑音符号帳は図 12 に示すように、記憶されているすべての符号ベクトル（基本ベクトルと呼ぶ）が同時に読み出され、乗算部 33₁ ~ 33_M でそれぞれ雑音符号帳用復号器 34 により +1 または -1 が乗算され、その乗算出力が加算されて出力符号ベクトルとして出力される。従って、各基本ベクトルに乗算する +1, -1 の組み合わせにより、出力符号ベクトルの数は 2^M となり、歪みが最小となるようにこの 2^M の出力符号ベクトルの 1 つが選択される。

【0009】重みつき加算部 19 での重みは、周期検索時（適応符号帳 16 の検索時）および符号ベクトル検索時（雑音符号帳 17, 18 の検索時）に論理的に最適に定まるものをスカラー量子化する方法と、重み用符号帳を持ち、これの検索を行って歪みが最小となるものを定める方法とがある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところが、これらの従来の方法では、駆動音源信号の周期性が前フレームの成分のみに限定されるため、周期性の表現力が弱く、再生音声がざらざらして滑らかに欠けるといふ欠点を有していた。この発明の目的は従来、前フレームに関する成分のみで表現されていた駆動音源の周期性の表現力を強化し、再生された音声をより滑らかに正確に表現する方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明によれば、音声の周期性の表現力を強化するため、従来周期性をもた

かった雑音符号帳から出力される符号ベクトルの一部または全部、あるいは出力される符号ベクトルの成分の一部、もしくは複数の雑音符号帳の一部に適応符号帳の出力時系列符号ベクトルの周期性と同一の周期性をもたせる。

【0012】

【実施例】まずこの発明を CELP（符号駆動線形予測符号化）の符号化部に適用した場合を示す。全体構成は図 9 と同じであり、従来と同様にまず、適応符号帳を用いて、前フレームの駆動音源ベクトルから、対象フレームの（ピッチ周期に対応すると考えられる）基本周期検索およびそれに基づいた駆動音源周期成分を作成する。続いて、雑音符号帳の検索を行うが、この発明では雑音符号帳の符号ベクトルを周期化する。つまり図 1 に示すように、雑音符号帳 17 から 1 つの符号ベクトルを、基本周期検索で得られた基本周期 L の長さ分 36 を切り出す。この切り出しは符号ベクトルの最初から後ろに向けて長さ L 分切り出す方法と、最後から前に向けて長さ L 分切り出す方法とがあるが、図には最初から切り出す方法を示している。a に示すように、その切り出し部分 36 をフレーム長に達するまで何度も繰り返し配列して、周期性符号ベクトルを作成して出力符号ベクトルとする。それを雑音符号帳 17 中のすべての符号ベクトルについて行い、その中で、合成フィルタに通した再生音声と原音声間の距離が最小になるものを、最適符号ベクトルとする。その後の各駆動音源成分の重みの決定は従来の技術と同様に行う。

【0013】複数の雑音符号帳を使う場合、その雑音符号帳のうち一部の雑音符号帳を図 1 に示した方法によって周期性を持たせ、符号ベクトルを出力させ、残りの雑音符号帳は非周期性のままを用いてもよい。この構成をとった例を図 2 に示す。この場合は雑音符号帳 17 は周期性を付けて符号ベクトルを出力し、雑音符号帳 18 は非周期性のまま出力している。これによって、駆動音源における周期成分と非周期成分との自由度比を、周期化する雑音符号帳と周期化しない雑音符号帳との個数を適当に振り分けることによって任意に設定でき、その比を最適に近づけることが可能になる。

【0014】さらに、CELP の符号化部において 1 個の雑音符号帳内の一部の符号ベクトルのみを、上記方法によって周期化させ、残りを非周期性のままにしてもよい。例えば図 3 に示すように、雑音符号帳 17 中の符号ベクトル $1 \sim N_s$ はそれぞれ周期性をもたせて出力し、その他の符号ベクトル $N_s + 1 \sim N$ については非周期性のまま出力する。この構成によれば、あるフレーム用の駆動音源信号として、周期化処理された符号ベクトルと、周期化処理されていない符号ベクトルとのどちらが適するかを、従来方法とまったく同じ符号帳検索法によって、符号ベクトル検索と同時に自動的に決定することができる。つまり、周期成分と非周期成分との自由度比

を各フレームごとに変化させてそれを最適に近づけることが可能になる。

【0015】また、図1および図2に示した周期性の付与はVSELP（ベクトル和駆動線形予測符号化）における雑音符号帳についても同様に適応可能である。次に、VSELPによる符号化手法にこの発明を適用した例を示す。図4に示すように、M個の基本ベクトルのうちあらかじめ決めたものについては、前記方法で周期化して出力し、その他は非周期性のまま出力し、これら周期化された符号ベクトルと、非周期性の符号ベクトルとについてそれぞれ+1または-1が乗算された後、加算されて出力符号ベクトルとされる。乗算部33₁ ~ 33_Mに対する符号の変更は従来と同様に行って出力符号ベクトルの最適化を行う。このようにしてある雑音符号帳における基本ベクトルの一部に周期性をもたせ、残りをそのまま非周期性にすることによって、周期性の基本ベクトルと非周期性の基本ベクトルの本数比、つまり駆動音源ベクトルの周期成分と非周期成分との自由度比を任意に設定でき、比を最適に近づけることが可能になる。この比はあらかじめ設定する。

【0016】またこの方法によれば、最適符号ベクトル検索の後、符号ベクトルの周期化成分（周期化を行った基本ベクトルのみをVSELP方式により重みつき加算する）と非周期化成分（同じく周期化を行っていない基本ベクトルのみをVSELP方式により重みつき加算する）とを分離することが可能である。そこで例えば図5に示すように最適符号ベクトル検索後の各駆動音源成分の重み符号化において、出力される1つの符号ベクトル内の周期成分と非周期成分とを別々の重みをつけることができる。基本ベクトル1 ~ M_sについては周期性を与え、これらに±1を乗算したものを加算部37で加算し、残りの基本ベクトルM_s + 1 ~ Mについては非周期性のまま±を乗算したものを加算部38で加算し、これら加算部37, 38の出力をそれぞれ乗算部21₂, 21₂で重みg₂, g₂を乗算して加算部22へ供給するようにする。この場合、まず最適符号ベクトルの決定を行い、その後、上記手法で符号ベクトル内の周期成分と非周期成分とに分けて、それぞれに最適な重みの検索を行う。このようにしてフレームごとに駆動音源ベクトルの周期成分と非周期成分との成分比を変えて、そのフレームに最適な値にすることが可能である。

【0017】図6に示すように、例えば各4つの符号ベクトルからなる副雑音符号帳39₁, 39₂からそれぞれ1つ選択した各符号ベクトルをそれぞれ基本ベクトルとし、その一部、この例では副雑音符号帳39₁の出力を周期化し、その他は非周期性のままとし、これらにそれぞれ±1を乗算して、両基本ベクトルを加算して出力符号ベクトルとしてもよい。

【0018】この図6の構成において図7に示すように、各副雑音符号帳39₁, 39₂において一部の符号

ベクトルのみを周期化してもよい。図7では4個の符号ベクトル中の各2個の符号ベクトルを周期化している。上述では、符号化についてこの発明を説明したが、復号化においても、符号化における雑音符号帳と同一とする。

【0019】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、駆動音源信号中の雑音符号ベクトルが周期化されるため、再生音声は滑らかなものとなる。その場合、駆動音源信号の周期成分および非周期成分の比を任意に設定でき、比を最適に近づけることができる。また、1個の雑音符号帳の一部の符号ベクトルを周期化することによって、この自由度比をフレームごとに変化させることができる。さらに、周期・非周期それぞれの成分に対し、フレームごとに異なった重みをつけることができ、重み符号帳の検索によってそのフレームに最適な重み比にすることが可能になる。

【0020】4 kbit/s程度の音声符号化の場合の音質改善効果の一例を、図8に示す。図8Aは周期化処理を行ったM_s個の基本ベクトルのVSELP形式雑音符号帳と、周期化処理を行わない(12 - M_s)個の基本ベクトルのVSELP形式雑音符号帳とをそれぞれ1個ずつ使った場合の、SNRおよびセグメンタルSNRである。また、図8Bは図4で、基本ベクトルの数Mを12とした1個の雑音符号帳を用い、その基本ベクトルの内M_s個を周期化処理した場合のSNRおよびセグメンタルSNRである。これらによれば、この発明は4 kbit/s程度の符号化で周期化処理を行わない従来方式(M_s = 0)と比較して量子化雑音を1 dB程度小さくすることができ、この発明によって合成音声品質を改善することができることがわかる。聴感から判断すると、M_s = 9か10程度が特によい。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例で、CELP系雑音符号帳における符号ベクトル周期化部を示す図。

【図2】この発明の第2の実施例で、複数の雑音符号帳を用いたとき、一部の符号帳内のすべての符号ベクトルに周期化処理をした場合の符号帳および符号帳検索部を示す図。

【図3】この発明の第3の実施例で、1つの雑音符号帳内の一部の符号ベクトルに周期化処理をした場合の符号帳を示す図。

【図4】この発明の第4の実施例で、VSELP系雑音符号帳における符号ベクトル周期化部を示す図。

【図5】この発明の第5の実施例で、VSELP系雑音符号帳の周期成分と非周期成分に別々に重みをつける場合の、雑音符号帳、雑音符号帳検索部および駆動音源重み検索部を示す図。

【図6】この発明の第6の実施例で、主雑音符号帳の各符号ベクトルを複数のCELP形式副雑音符号帳出力の

線形結合として構成したときに、複数の副雑音符号帳のうち一部の符号帳内のすべての符号ベクトルを周期化した場合の例を示す図。

【図 7】この発明の第 7 の実施例で、主雑音符号帳の各符号ベクトルを複数の CELP 形式副雑音符号帳出力の線形結合として構成したときに、それぞれの副雑音符号帳の一部の符号ベクトルを周期化した場合の例を示す図。

【図 8】この発明の効果を示す SNR およびセグメンタル SNR の図。

【図 9】線形予測符号化装置の一般的構成を示すブロック図。

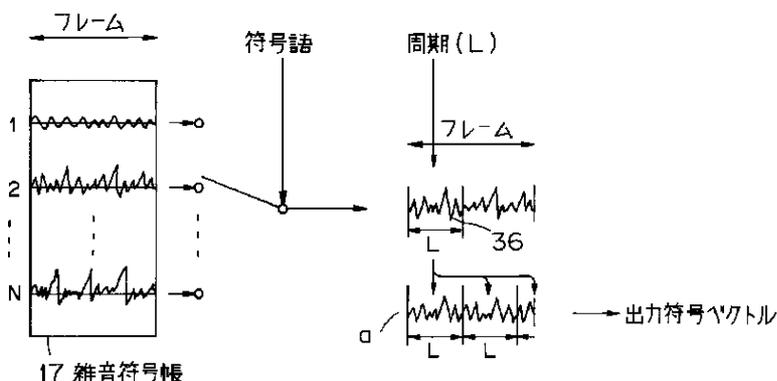
【図 10】CELP における雑音符号帳を示す図。

【図 11】線形予測符号化の復号化装置の一般的構成を示すブロック図。

【図 12】VSELP における雑音符号帳を示す図。

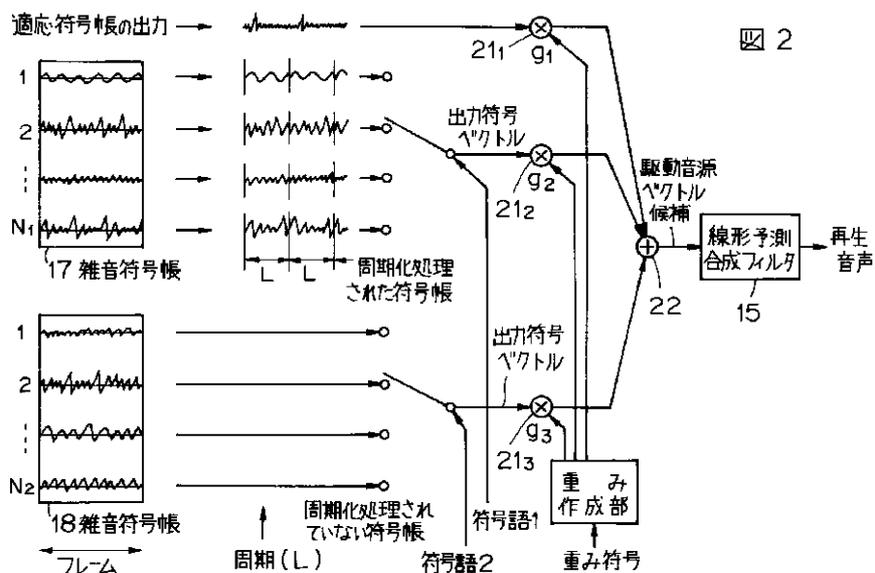
【図 1】

図 1

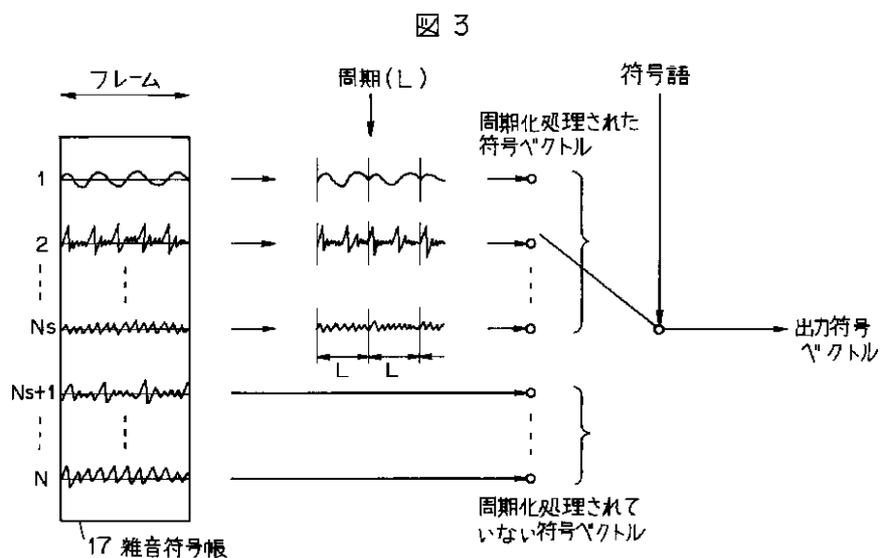


【図 2】

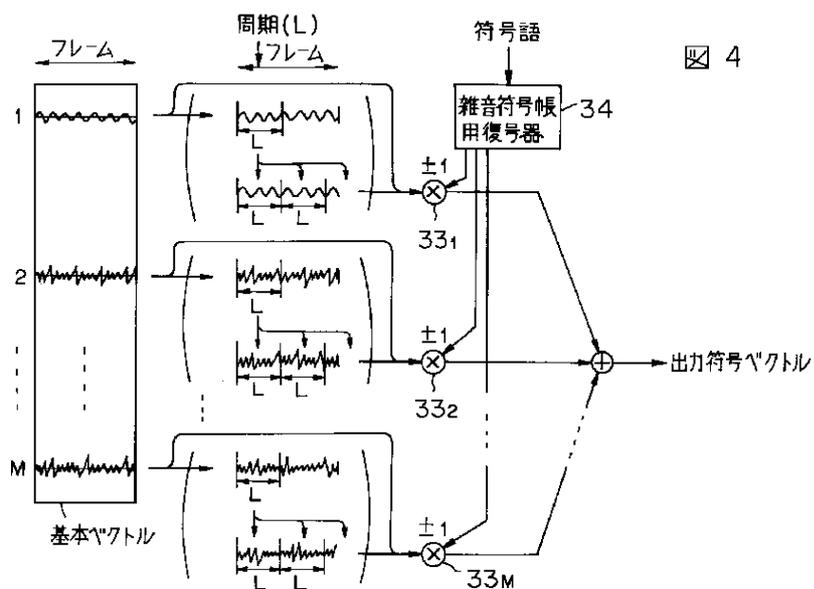
図 2



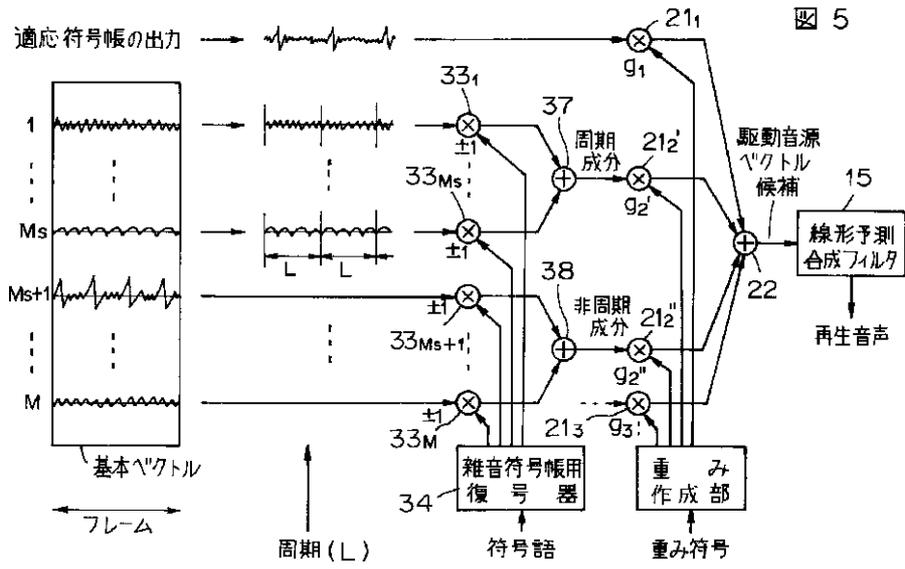
【図 3】



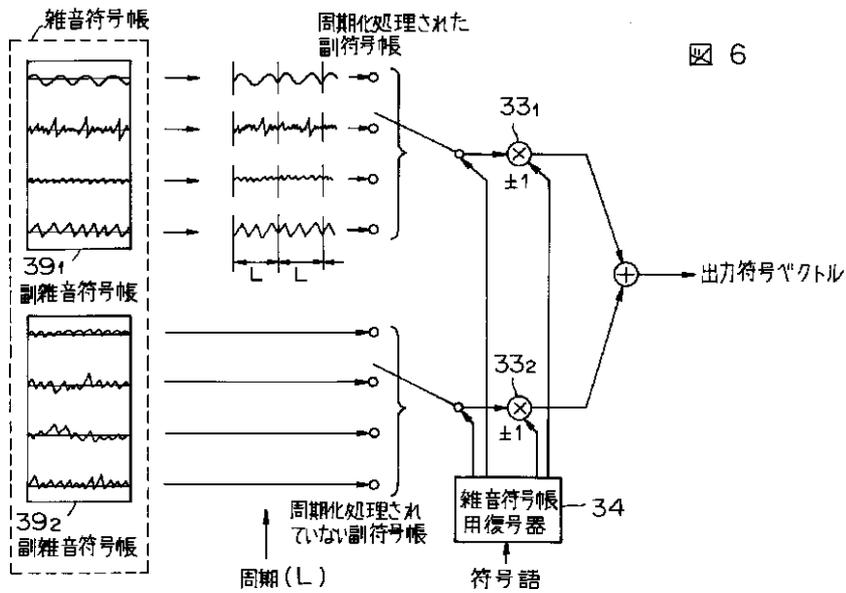
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

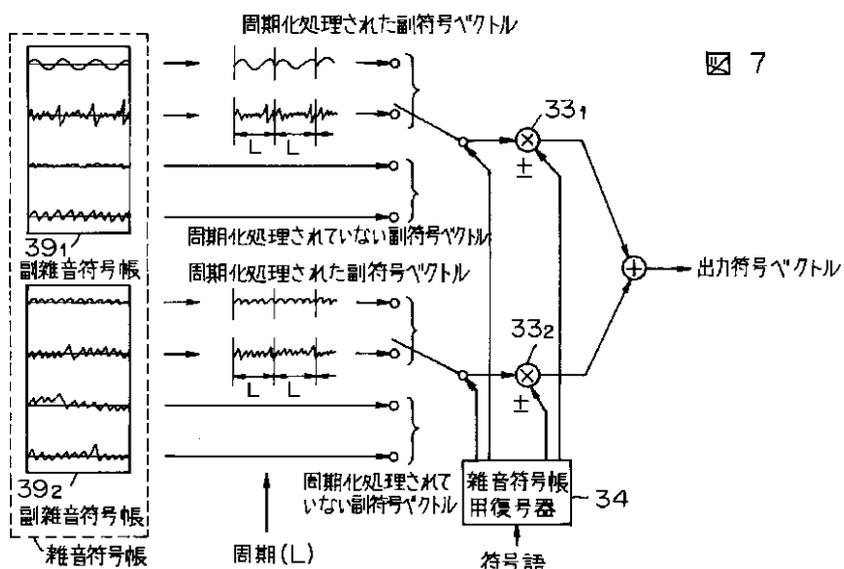


図 7

【図 8】

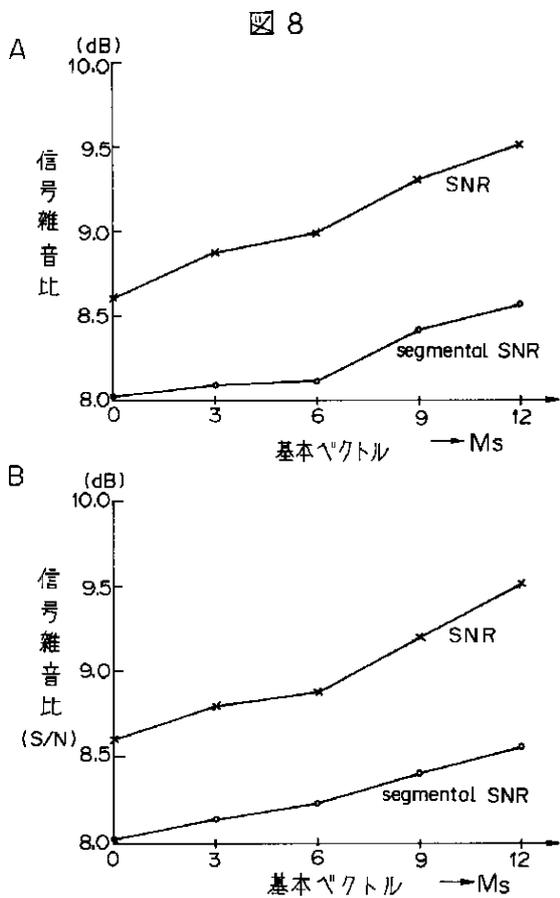


図 8

【図 12】

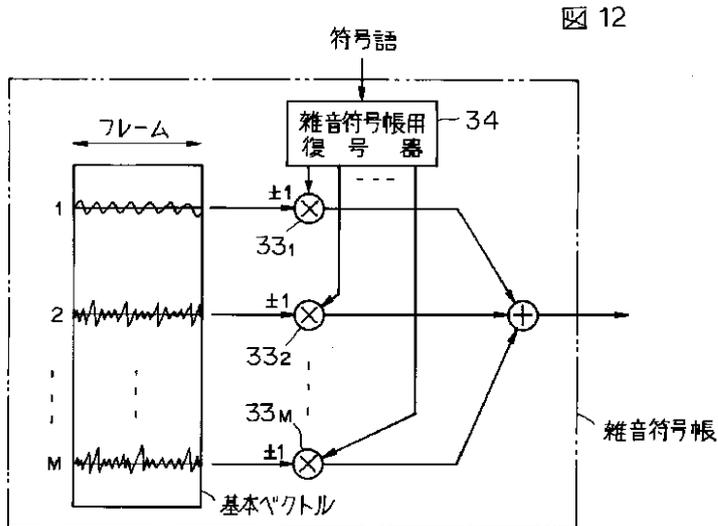
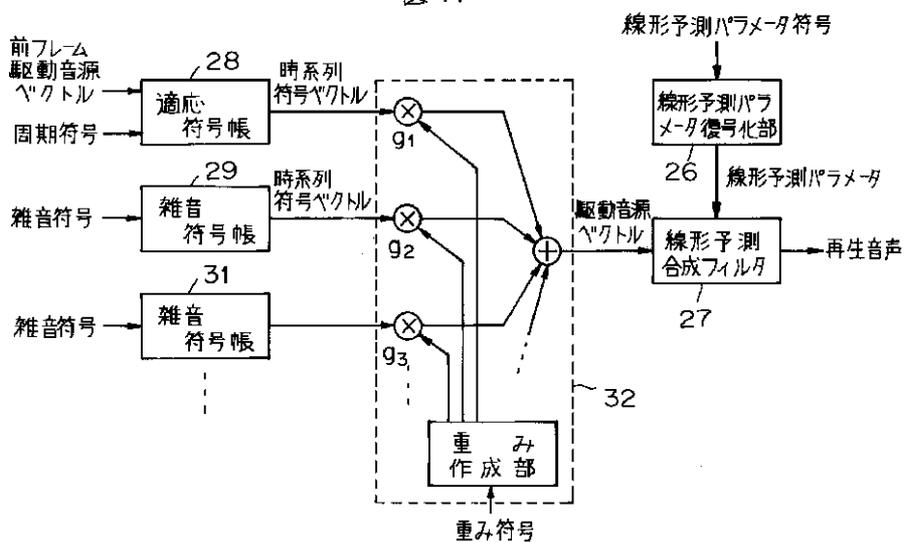


図 12

【図 11】

図 11



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 平 2 - 84699 (J P , A)
- 特開 昭 63 - 37724 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl.⁷, D B 名)

- G10L 19/00 - 19/14
- H03M 7/30
- H04B 14/04