

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 3 1 7 4 7 0 号

(P 3 3 1 7 4 7 0)

(45)発行日 平成14年8月26日(2002.8.26)

(24)登録日 平成14年6月14日(2002.6.14)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I		
G 1 0 L	19/00	H 0 3 M	7/30	A
	19/04	G 1 0 L	9/14	N
	19/08			G
H 0 3 M	7/30			J
			9/18	A
請求項の数 9			(全 1 2 頁)	

(21)出願番号	特願平7-69619	(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7年3月28日(1995.3.28)	(72)発明者	池田 和永 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
(65)公開番号	特開平8-263098	(72)発明者	岩上 直樹 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
(43)公開日	平成8年10月11日(1996.10.11)	(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
審査請求日	平成12年1月28日(2000.1.28)	(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】音響信号符号化方法、音響信号復号化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力音響信号を一定時間間隔でフレームに分割し、そのフレームごとに符号化する音響信号符号化方法において、

各フレームごとに、入力音響信号を分析して第 1 符号化法と第 2 符号化法のいずれが適するかを決定する符号化法決定過程と、

その符号化法決定過程で上記第 1 符号化法が適すると決定されると、上記入力音響信号を時間領域でベクトル量子化して信号符号化符号および上記第 1 符号化法の選択を示す符号化法符号を出力する第 1 符号化過程と、

上記符号化法決定過程で上記第 2 符号化法が適すると決定されると、上記入力音響信号を周波数領域でベクトル量子化して信号符号化符号および上記第 2 符号化法の選択を示す符号化法符号を出力する第 2 符号化過程とを有

2

し、

上記第 2 符号化過程での符号化において、次のフレームで上記第 1 符号化法による符号化に必要とするデータを保持し、上記第 2 符号化過程から上記第 1 符号化過程に切り替わると、そのフレームでの上記第 1 符号化過程を、上記保持したデータを用いて実行することを特徴とする音響信号符号化方法。

【請求項 2】 上記第 1 符号化過程から上記第 2 符号化過程に切り替わった後のフレームにおいて、第 1 符号化過程を音響信号を入力しないで動作させてそのフレームの零入力時の復号化信号を得て、その復号化信号を上記入力音響信号から差し引いて上記第 2 符号化過程での符号を実行することを特徴とする請求項 1 記載の音響信号符号化方法。

【請求項 3】 入力音響信号を一定時間間隔でフレーム

10

に分割し、そのフレームごとに符号化する音響信号符号化方法において、

各フレームごとに、入力音響信号を時間領域でベクトル量子化する第 1 符号化法により符号化する第 1 符号化過程と、

各フレームごとに、入力音響信号を周波数領域でベクトル量子化する第 2 符号化法により符号化する第 2 符号化過程と、

上記第 1 符号化過程による符号化符号と、上記第 2 符号化過程による符号化符号とのうち、符号化歪が小さい方を選択して、その信号符号化符号と、その符号化法を示す符号化法符号とを出力する過程と、

を有することを特徴とする音響信号符号化方法。

【請求項 4】 上記第 2 符号化過程での符号化において、次のフレームで上記第 1 符号化法による符号化に必要とするデータを保持し、

前フレームが第 2 符号化過程で符号化された符号を選択した場合にはそのフレームでの上記第 1 符号化過程を、上記保持したデータを用いて実行することを特徴とする請求項 3 記載の音響信号符号化方法。

【請求項 5】 前フレームが、第 1 符号化過程で符号化された符号を選択した場合は、そのフレームでの上記第 2 符号化過程を実行する際に、同時に上記第 1 符号化過程と同等の符号化過程を音響信号を入力しないで動作させてそのフレームの零入力時の復号化信号を得て、その復号化信号を上記入力音響信号から差し引いて上記第 2 符号化過程での符号化を実行することを特徴とする請求項 3 または 4 記載の音響信号符号化方法。

【請求項 6】 上記第 1 符号化法は、入力音響信号を線形予測分析し、その分析残差を残差信号として得、この残差信号を時間領域でベクトル量子化し、この量子化符号と、上記線形予測分析により得られた係数を量子化したものを信号符号化符号とするものであり、上記第 2 符号化法は入力音響信号を周波数領域に変換し、その周波数領域の係数をそのスペクトル概形で正規化して残差係数を求め、または入力音響信号の線形予測残差信号を求め、これを周波数領域に変換して残差係数を求め、上記残差係数をベクトル量子化し、この量子化符号と、入力音響信号の線形予測係数を量子化した符号とを信号符号化符号とするものであり、

上記第 1 符号化法では、そのフレームを時間長が L の方形窓で区切られたものであり、上記第 2 符号化法では、そのフレームを前半が前フレームと長さ L だけ重複し、後半が次フレームと長さ L だけ重複した長さ 2 L の正弦窓で区切られたものであり、

直前のフレームが上記第 1 符号化過程である上記第 2 符号化過程においては、そのフレームを前半が長さ L / 2 の方形、後半が次フレームと重複した長さ L の半余弦形である長さ 3 L / 2 の変形窓で区切ったものとし、

直後のフレームが上記第 1 符号化過程である上記第 2 符

号化過程においては、そのフレームを、前半が前フレームと重複した長さ L の半正弦形であり、後半が長さ L / 2 の方形である長さ 3 L / 2 の変形窓で区切ったものとすることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の音響信号符号化方法。

【請求項 7】 信号符号化符号と符号化法符号とがフレームごとに入力される音響信号復号化方法において、フレームごとに上記符号化法符号が第 1 符号化法であるか第 2 符号化法であるかを判定する判定過程と、

10 上記判定過程が第 1 符号化法と判定すると、上記信号符号化符号を時間領域でベクトル逆量子化して復号音響信号を得る第 1 復号化過程と、

上記判定過程が第 2 符号化法と判定すると、上記信号符号化符号を周波数領域でベクトル逆量子化した後、時間領域に変換して復号音響信号を得る第 2 復号化過程とを有し、

上記第 2 復号化過程から上記第 1 復号化過程に切り替わると、その第 2 復号化過程で得られている上記第 1 符号化法の復号に必要とするデータを上記第 1 復号化過程の復号化に用いることを特徴とする音響信号復号化方法。

20 【請求項 8】 上記第 1 復号化過程から上記第 2 復号化過程に切り替わった時のフレームにおいて、上記第 2 復号化過程で得られる復号音響信号に、符号化符号を入力しないまま上記第 1 符号化法に対する復号化を行って得られる復号音響信号を加算して復号音響信号とすることを特徴とする請求項 7 記載の音響信号復号化方法。

30 【請求項 9】 上記第 1 符号化法の復号では、そのフレームを時間長が L の方形窓で区切られたものであり、上記第 2 符号化法の復号では、そのフレームを前半が前フレームと長さ L だけ重複し、後半が次フレームと長さ L だけ重複した長さ 2 L の正弦窓で区切られたものであり、

40 直前のフレームが上記第 1 復号化過程である上記第 2 復号化過程においては、そのフレームを前半が長さ L / 2 の方形、後半が次フレームと重複した長さ L の半余弦形である長さ 3 L / 2 の変形窓で区切ったものとし、

直後のフレームが上記第 1 復号化過程である上記第 2 復号化過程においては、そのフレームを前半が前フレームと重複した長さ L の半正弦形であり、後半が長さ L / 2 の方形である長さ 3 L / 2 の変形窓で区切ったものとすることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の音響信号復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】この発明は楽音や音声などの音響信号を、時間領域でのベクトル量子化、または周波数領域でのベクトル量子化を用いてできるだけ少ない情報量に圧縮して蓄積 / 伝送を行うために利用され、またその符号化情報を復号化する符号化方法および復号化方法に

関する。

【0002】

【従来の技術】楽音や音声などの音響信号を蓄積/配送するサービスでは、記憶媒体や伝送路の効率化のために、音響信号をデジタル化して高能率に圧縮する音声/楽音符号化方法が利用されている。音声を低ビットレートで効率よく符号化する方法としては、数多くの方法が提案されているが、特に高性能な方法としては符号駆動線形予測符号化法(CELP)と呼ばれる方法が知られている。この符号化方法についての詳細は、例えば

「文献：M.R.Schroeder and B.S.Atal, "Code-Excited Linear Prediction (CELP): High-Quality Speech at Very Low Bit Rates", Proc. IEEE ICASSP '85, 25.1.1, p.937-940, 1985」に記載されている。

【0003】一方、楽音を低ビットレートで効率よく符号化する方法として特に高性能な方法としては変換符号化方法、そのなかでもTwinVQ(Transform-domain Weighted Interleave Vector Quantization)と呼ばれる方法などが提案されている。このTwinVQ符号化方法についての詳細は、例えば「文献：岩上、守谷、三樹, "周波数領域重み付けインターリーブベクトル量子化(TwinVQ)によるオーディオ符号化", 日本音響学会平成6年度秋季研究発表会講演論文集, pp.339-340, 1994」に記載されている。

【0004】CELP符号化復号化方法は入力信号を時間領域でベクトル量子化するものであって、従来の動作を図8を参照して説明する。入力端子11からの入力音響信号はCELP符号化部12において、LPC分析フィルタ(逆フィルタ)13とLPC分析部14へ供給され、後方で線形予測分析され、その分析係数で逆フィルタ13のフィルタ係数が設定され、入力音響信号のスペクトル包絡の変化が抑圧され、つまり逆フィルタ13から線形予測残差、いわゆる残差信号が取り出される。この残差信号は符号帳選択部15に入力され、適応符号帳16から前符号化フレームの復号化残差信号が各種ピッチ周期で取り出されたベクトルと比較され、最も近いものが選択され、その選択ベクトルが差回路17で逆フィルタ13よりの残差信号より差し引かれ、その残差信号がベクトル量子化部18で固定符号帳19を参照してベクトル量子化される。その逆量子化出力と符号帳選択部15で選択したベクトルとが加算回路21で加算されて残差信号が復号(合成)され、これが適応符号帳16へ供給される。LPC分析部14の分析結果のLPC係数の量子化符号 C_c と、符号帳選択部15での選択した適応ベクトルを示す符号 C_b と、ベクトル量子化部18で選択した固定ベクトルを示す符号 C_a とが合成部22で組み合わせられ、符号化符号として出力される。

【0005】CELP復号化部25では、入力された符号化符号は分離部26でベクトル量子化符号 C_c と、適応ベクトル符号 C_b と、LPC係数量子化符号 C_a とに

分離され、そのベクトル量子化符号 C_c により符号化部12の固定符号帳19と同一の固定符号帳27が逆量子化部28で取り出され、また適応ベクトル符号 C_b により適応ベクトル合成部29で適応符号帳31から適応ベクトルが合成され、この適応ベクトルと逆量子化部28の逆量子化ベクトルとが加算回路32で加算されて残差信号が復号されて適応符号帳31に入力される。一方、LPC係数量子化符号 C_a はLPC係数逆量子化部33で逆量子化されて、LPC合成フィルタ34にフィルタ係数として設定される。この合成フィルタ34に加算回路32より残差信号が通されて、原音響信号が合成されて出力端子35へ出力される。

【0006】一方、TwinVQ符号化方法は入力信号を周波数領域でベクトル量子化するものであって、その動作を図9を参照して説明する。まず符号化部41の動作を説明する。入力音響信号は、LPC分析/係数量子化部42とMDCT部(変形離散的余弦変換部)43に入力される。LPC分析/係数量子化部42では、LPC分析とその分析結果の係数の量子化が行われ、量子化された周波数領域のスペクトル概形とLPC係数の量子化符号 C_c が出力される。MDCT部43では、入力音響信号がMDCT(変形離散的余弦変換)され、周波数領域の信号に変換されて出力される。MDCTされた信号、つまり周波数領域の係数は量子化された周波数領域のスペクトル概形で割算回路44において割算されて正規化され、周波数領域残差係数が得られる。この周波数領域残差係数はフレーム間予測部45よりのフレーム間予測スペクトルで割算回路46において割算されて正規化され、周波数領域微細構造となる。周波数領域量子化部47には、周波数領域微細構造が入力されて量子化が行われ、その逆量子化微細構造と微細構造の量子化符号 C_e が出力される。一方、逆量子化微細構造はフレーム間予測部45よりのフレーム間予測スペクトルが掛算器48で乗算されて残差係数が復号され、これがフレーム間予測部45に入力され、フレーム間予測スペクトルとフレーム間予測係数の量子化符号 C_f が出力される。LPC係数量子化符号 C_c と、微細構造量子化符号 C_e と、フレーム間予測係数量子化符号 C_f とが合成部49で組み合わせられて符号化符号として出力される。

【0007】次に復号化部31の動作を説明する。入力符号化符号は分離部52でLPC係数量子化係数 C_c と、微細構造量子化符号 C_e と、フレーム間予測係数量子化符号 C_f とに分離され、周波数領域残差逆量子化部53には、残差の量子化符号 C_e が入力され、その逆量子化が行われ、逆量子化微細構造が出力される。フレーム間予測部54には、フレーム間予測係数の量子化符号 C_f と以前のフレームの周波数領域残差係数とが入力され、フレーム間予測スペクトルが生成される。逆量子化部53よりの逆量子化微細構造は掛算器55において、フレーム間予測スペクトルが乗算されて逆正規化さ

れ、周波数領域残差係数が得られる。スペクトル概形逆量子化部 56 には、LPC 係数の量子化符号 C_c が入力され、スペクトル概形の逆量子化が行われ、この逆量子化スペクトル概形が周波数領域残差係数に対し乗算器 57 において乗算されて逆正規化され、周波数領域復号係数となる。逆 MDCT 部 58 では、この周波数領域復号係数が逆 MDCT され、復号音響信号が出力端子 35 に出力される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の高能率符号化方法である CELP では、音声は効率よく符号化することが可能であるが、音声の特徴を重視した符号化方法であるため、楽音を効率よく符号化することができず、楽音の符号化品質が良好でないという問題点があった。

【0009】また、従来の高能率符号化方法である TwinVQ では、楽音は効率よく符号化することが可能であるが、楽音の特徴を重視した符号化方法であるため、音声を効率よく符号化することができず、音声の符号化品質が良好でないという問題点があった。この発明の目的は、音声も楽音も共に効率よく符号化する音響信号符号化方法およびその復号化方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明の符号化法によれば、各フレームごとに、入力音響信号を分析して第 1 符号化法と第 2 符号化法のいずれが適するかを決定する符号化法決定過程で行い、その符号化法決定過程で上記第 1 符号化法が適すると決定されると、上記入力音響信号を時間領域でベクトル量子化して信号符号化符号および上記第 1 符号化法の選択を示す符号化法符号を第 1 符号化過程で出力し、上記符号化法決定過程で上記第 2 符号化法が適すると決定されると、上記入力音響信号を周波数領域でベクトル量子化して信号符号化符号および上記第 2 符号化法の選択を示す符号化法符号を第 2 符号化過程で出力する。

【0011】そして、第 2 符号化過程での符号化において、次のフレームで上記第 1 符号化法による符号化に必要とするデータを保持し、上記第 2 符号化過程から上記第 1 符号化過程に切り替わると、そのフレームでの上記第 1 符号化過程を、上記保持したデータを用いて実行する。請求項 2 の発明の符号化法によれば、請求項 1 の発明において上記第 1 符号化過程から上記第 2 符号化過程に切り替わった後のフレームにおいて第 1 符号化過程を音響信号を入力しないで動作させてそのフレームの零入力時の復号化信号を得、その復号化信号を上記入力音響信号から差し引いて上記第 2 符号化過程での符号化を実行する。

【0012】請求項 3 の発明の符号化方法によれば、各フレームごとに、入力音響信号を時間領域でベクトル量子化する第 1 符号化法で第 1 符号化過程により符号化し、各フレームごとに、入力音響信号を周波数領域でベ

クトル量子化する第 2 符号化法で第 2 符号化過程により符号化し、上記第 1 符号化過程による信号符号化符号と、上記第 2 符号化過程による信号符号化符号とのうち、符号化歪が小さい方を選択して、その信号符号化符号と、その符号化法を示す符号化法符号とを出力する。

【0013】請求項 4 の発明によれば、請求項 3 の発明において、第 2 符号化過程での符号化において、次のフレームで第 1 符号化法による符号化に必要とするデータを保持し、前フレームが第 2 符号化過程で符号化された符号を選択した場合は、そのフレームでの第 1 符号化過程を、上記保持したデータを用いて実行する。請求項 5 の発明によれば、請求項 3 または 4 の発明で前フレームが第 1 符号化過程で符号化された符号を選択した場合は、そのフレームでの第 2 符号化過程を実行する際に、同時に第 1 符号化過程と同等の符号化過程を音響信号を入力しないで動作させて、そのフレームの零入力時の復号化信号を得、その復号化信号を入力音響信号から差し引いて第 2 符号化過程での符号化を実行する。

【0014】請求項 6 の発明の符号化方法によれば、請求項 1 乃至 5 のいずれかの発明で上記第 1 符号化法は、入力音響信号を線形予測分析し、その分析残差を残差信号として得、この残差信号を時間領域でベクトル量子化し、この量子化符号と、上記線形予測分析により得られた係数を量子化したものを信号符号化符号とするものであり、上記第 2 符号化法は入力音響信号を周波数領域に変換し、その周波数領域の係数をそのスペクトル概形で正規化して残差係数を得、または入力音響信号の線形予測残差信号を求め、これを周波数領域に変換して残差係数を得、上記残差係数をベクトル量子化し、この量子化符号と入力音響信号の線形予測係数を量子化した符号とを信号符号化符号とする。

【0015】そして、上記第 1 符号化法では、そのフレームを時間長が L の方形窓で区切られたものであり、上記第 2 符号化法では、そのフレームを前半が前フレームと長さ L だけ重複し、後半が次フレームと長さ L だけ重複した長さ $2L$ の正弦窓で区切られたものであり、直前のフレームが上記第 1 符号化過程である上記第 2 符号化過程においては、そのフレームを前半が長さ $L/2$ の方形、後半が次フレームと重複した長さ L の半余弦形である長さ $3L/2$ の変形窓で区切ったものとし、直後のフレームが上記第 1 符号化過程である上記第 2 符号化過程においては、そのフレームを前半が前フレームと重複した長さ L の半正弦形であり、後半が長さ $L/2$ の方形である長さ $3L/2$ の変形窓で区切ったものとする。

【0016】請求項 7 の発明の復号化方法によれば、フレームごとに上記符号化法符号が第 1 符号化法であるか第 2 符号化法であるかを判定過程で判定し、上記判定過程が第 1 符号化法と判定すると、第 1 復号化過程で上記信号符号化符号を時間領域でベクトル逆量子化して復号音響信号を得、上記判定過程が第 2 符号化法と判定する

と、第2復号化過程で上記信号符号化符号を周波数領域でベクトル逆量子化した後、時間領域に変換して復号音響信号を得る。

【0017】そして、上記第2復号化過程から上記第1復号化過程に切り替わると、その第2復号化過程で得られている上記第1符号化法の復号に必要とするデータを上記第1復号化過程の復号化に用いる。

【0018】請求項8の発明の復号化方法によれば、請求項7の発明において上記第1復号化過程から上記第2復号化過程に切り替わった後のフレームにおいて第2復号化過程で得られている復号音響信号に、符号化符号を入力しないまま第1復号化法に対する復号化を行って得られる復号音響信号を加算して復号音響信号とする。

【0019】請求項9の発明の復号化方法によると、請求項7または8の発明で上記第1符号化法の復号では、そのフレームを時間長がLの方形窓で区切られたものであり、上記第2符号化法の復号では、そのフレームを前半が前フレームと長さLだけ重複し、後半が次フレームと長さLだけ重複した長さ2Lの正弦窓で区切られたものであり、直前のフレームが上記第1復号化過程である上記第2復号化過程においては、そのフレームを前半が長さL/2の方形、後半が次フレームと重複した長さLの半余弦形である長さ3L/2の変形窓で区切ったものとし、直後のフレームが上記第1復号化過程である上記第2復号化過程においては、そのフレームを前半が前フレームと重複した長さLの半正弦形であり、後半が長さL/2の方形である長さ3L/2の変形窓で区切ったものとする。

【0020】

【実施例】図1に請求項1の発明の前提となる符号化方法の実施例、また図2に請求項7の前提となる復号化方法の実施例をそれぞれ適用した符号化器61と復号化器62を示す。この実施例においては、第1符号化法としてCELPを、第2符号化法としてTwinVQをそれぞれ用いた場合であり、図8および図9と対応する部分に同一符号を付けてある。すなわち、符号化器61には第1符号化部としてCELP符号化部12と、第2符号化部としてTwinVQ符号化部41とが設けられ、復号化器62には第1復号化部としてCELP復号化部25と、第2復号化部としてTwinVQ復号化部51とが設けられる。CELP符号化部12およびTwinVQ符号化部41は共にLPC分析/係数量子化部を必要とする。よって、両者に共通にLPC分析/係数量子化部63が設けられ、これよりLPC分析により得られた線形予測係数がLPC分析フィルタ13へ供給されると共に、スペクトル概形が演算され、これが正規化用割算器44へ供給される。CELP符号化部12による符号化でも、TwinVQ符号化部41による符号化でもLPC分析/係数量子化部63からLPC係数量子化符号 C_a が出力される。

【0021】従って復号化器62においては、LPC係数量子化符号 C_a をLPC係数/スペクトル概形逆量子化部64で逆量子化して、線形予測係数をLPC合成フィルタ34へ供給すると共に、スペクトル概形を演算して逆正規用の乗算器57へ供給する。もちろんLPC分析部、LPC係数逆量子化部をそれぞれ共通に設けることなく、図8、図9にそれぞれ示したようにCELP符号化部12、TwinVQ符号化部41、CELP復号化部25、TwinVQ復号化部51にそれぞれ設けてもよい。

【0022】入力端子11からの入力音響信号はモード切替え部65を通じてCELP符号化部12またはTwinVQ符号化部41のいずれかへ供給される。入力音響信号の符号化に適した符号化部を選択するため、入力音響信号は特徴抽出部66へも入力される。特徴抽出部66は入力音響信号の短時間フレームごとにこの特徴を抽出して、その符号化に適した符号化部を選択すべく、モード切替え部65を制御する。特徴抽出部66では、例えば入力音響信号の各短時間フレームを4つのサブフレームに分割し、その分割された各サブフレームの平均パワー、あるいは平均的スペクトル包絡を求め、その平均パワーの変化率あるいは平均的スペクトル包絡の変化率を求め、その変化率が所定値以上であれば第1符号化部12による符号化を選択し、所定値以下であれば第2符号化部41による符号化を選択すべく、モード切替え部65を制御する。

【0023】第1符号化部12が選択されると、入力音響信号は図8で説明したように、CELP符号化法により符号化され、第2符号化部41が選択されると図9で説明したようにTwinVQ符号化法により符号化される。これらの符号化符号 C_a 、 C_b 、 C_c または C_a 、 C_e 、 C_f の信号符号化符号と、また第1符号化部12を選択したか第2符号化部41を選択したかを示す符号化符号 C_g とが合成部22により組み合わせられて符号化器61から符号化出力として送出される。

【0024】復号化器62では入力された符号化符号は分離部26で信号符号化符号の C_a 、 C_b 、 C_c または C_a 、 C_e 、 C_f 、符号化符号 C_g のそれぞれが分離される。その符号 C_g は切替え制御部68に入力され、切替え制御部68はモード切替え部69を制御して、符号 C_g がCELP符号化法を示す場合はCELP復号化部25の復号音響信号を出力端子35へ供給し、符号 C_g がTwinVQ符号化法を示す場合はTwinVQ復号化部51の復号音響信号を出力端子35へ供給するようにする。

【0025】なお、分離部26から分離された符号 C_a 、 C_b 、 C_c がそれぞれLPC係数/スペクトル概形逆量子化部64、適応符号帳合成部29、時間領域逆量子化部28に供給されてCELP復号化がなされることは図7の説明と同様であり、符号 C_a 、 C_e 、 C_f がそれぞれLPC係数/スペクトル概形逆量子化部64、

周波数領域逆量子化部 5 3 , フレーム間予測部 5 4 に供給されて図 9 の説明と同様に TwinVQ 復号がなされることは同様である。

【0026】図 3 に請求項 1 の発明の符号化方法の実施例、請求項 7 の発明の復号化方法の実施例を適用した各符号化器 6 1 および復号化器 6 2 の例を示し、図 1 と対応する部分に同一符号を付けてある。すなわち、符号化器 6 1 においては特徴抽出部 6 6 において、TwinVQ 復号化器 4 1 を選択している場合は、スイッチ 7 1 をオンにしてその符号化符号を TwinVQ 復号化部 7 2 へも供給し、TwinVQ 復号化部 7 2 は復号化器 6 2 中の TwinVQ 復号化部 5 1 と同様の構成であり、その復号音響信号は残差信号生成部 7 3 へ供給され、残差信号生成部 7 3 では LPC 分析部 6 3 と、LPC 分析フィルタ 1 3 と同様のものが用いられ、復号音響信号の残差信号が生成され、CELP 符号化部 1 2 中の適応符号帳 1 6 に供給される。ここで LPC 分析部よりの LPC 係数は、LPC 分析 / 係数量子化部 6 3 から得てもよい。このようにして入力音響信号の符号化が TwinVQ 符号化部 4 1 から CELP 符号化部 1 2 に切り替わった際に、適応符号帳 1 6 に所望の適応ベクトルが得られ、CELP 符号化法に切り替えたときに前フレームから予測が行え、良好な符号化が行われる。CELP 符号化部 1 2 へ切り替わったときは、スイッチ 7 1 はオフにされる。なお、このように TwinVQ 復号化部 7 2 , 残差信号生成部 7 3 を設ける代わりに点線で示すように、TwinVQ 符号化部 4 1 中の乗算器 4 8 の出力側に得られている逆量子化微細構造を分岐して、逆 MDCT 部 7 4 へ供給して、時間領域の残差信号に変換して CELP 符号化部 1 2 中の適応符号帳 1 6 へ供給してもよい。要は TwinVQ 符号化から CELP 符号化に移ったときに、CELP 符号化に必要な前フレームにおけるデータを CELP 符号化部 1 2 へ供給できるようにする。

【0027】復号化器 6 2 において、TwinVQ 復号化部 5 1 より復号音響信号を得ている間は、スイッチ 7 6 をオンとしておき、TwinVQ 復号化部 5 1 中の乗算器 5 5 の出力側に得られている逆量子化残差信号を逆 MDCT 部 7 7 へ供給するようにされている。この逆 MDCT 部 7 7 より得られた残差信号は、CELP 復号化部 2 5 内の適応符号帳 2 7 へ供給される。符号化法符号 C₀ の変化により復号化が TwinVQ 復号化部 5 1 から CELP 復号化部 2 5 へ切り替えられると、スイッチ 7 6 はオフとされ、前フレームにおける TwinVQ 復号化部 5 1 で得られた残差係数が逆 MDCT されて残差信号として適応符号帳 2 9 に入力されているため、CELP 復号化部 2 5 では直ちに正常に復号化することができ、連続した復号音響信号が得られる。

【0028】図 4 に、請求項 2 の発明の符号化法の実施例および請求項 8 の発明の復号化方法の実施例をそれぞれ適用した符号化器 6 1 および復号化器 6 2 を、図 1 乃

至図 3 と対応する部分に同一符号を付けて示す。符号化器 6 1 において、CELP 符号化部 1 2 に CELP 復号化部 8 1 が設けられ、CELP 符号化部 1 2 で符号化が行われている間は、スイッチ 8 2 をオンにしてその符号化符号が CELP 復号化部 8 1 へ供給される。CELP 符号化部 1 2 による符号化から TwinVQ 符号化部 4 1 による符号化に切替えられると特徴抽出部 6 6 の出力によりスイッチ 8 2 がオフとされて CELP 符号化部 1 2 の符号化符号の CELP 復号化部 8 1 にその供給が停止され、入力がゼロになったときの CELP 復号化部 8 1 の復号化信号が差回路 8 3 へ供給され、入力端子 1 1 からの音響信号から差し引かれ、その差分信号が TwinVQ 符号化部 4 1 に入力される。つまり、通常の復号化状態からの入力がゼロになったときの CELP 復号化部 8 1 の復号化信号、いわゆる零入力応答出力が入力音響信号から差し引かれて TwinVQ 符号化部 4 1 に入力され、TwinVQ 符号化部 4 1 の立上りが徐々に行われ、符号化部切り替え時のクリック状雑音が抑圧される。符号化器 6 1 に点線で示すように、CELP 符号化部 1 2 内の加算回路 2 1 の出力側の復号残差信号を取り出し、スイッチ 8 2 を介して LPC 合成フィルタ 8 4 へ供給し、LPC 合成フィルタ 8 4 のフィルタ係数を LPC 分析 / 係数量子化部 6 3 よりの線形予測係数により設定し、LPC 合成フィルタ 8 4 から CELP 符号化部 1 2 の符号化符号を復号し、この復号化信号を差回路 8 3 へ供給してもよい。

【0029】復号化器 6 2 においては、CELP 復号化部 2 5 による復号化から TwinVQ 復号化部 5 5 による復号化に切替えられると、スイッチ 8 5 をオンにして、CELP 復号化部 2 5 の零入力応答出力 (連続的復号化中から入力符号がゼロになったときの復号化信号) を加算回路 8 6 に供給して、TwinVQ 復号化部 5 5 より復号化信号に加算して、復号音響信号として出力端子 3 5 へ出力する。このようにして復号音響信号の連続性がよくなる。CELP 復号化部 2 5 , 8 1 の零入力応答は通常 1 フレームで十分減衰するが、更にこれよりも後まで残るような場合があり、そのことを考慮して、スイッチ 6 5 を TwinVQ 符号化部 4 1 に切り替えると、またスイッチ 6 9 を加算回路 8 6 に切り替えると、その直後のフレームよりスイッチ 8 2 , 8 5 をそれぞれオンにしたままとし、スイッチ 6 5 , 6 9 が再び切り替わると、スイッチ 8 2 , 8 5 をオフとしてもよい。

【0030】図 5 に、図 3 に示した実施例と、図 4 に示した実施例とを組み合わせた実施例を対応する部分に同一符号を付けて、その説明は省略する。次に、請求項 6 の発明の符号化方法、請求項 9 の発明の復号化方法、つまり符号化方法の切り替え時、復号化方法の切り替え時における MDCT , 逆 MDCT の各時間窓の実施例を図 6 を参照して説明する。符号化方法、復号化方法においても同一時間窓とするから、符号化方法について述べ

る。C E L P 符号化方法の基本フレームは図 6 A に示すように、時間長が L の方形窓である。また、TwinVQ 符号化の基本フレームは、図 6 B に示すように、時間長が $2L$ の正弦形であり、その前半の長さ L の部分は前フレームと重複し、後半の長さ L の部分は次フレームと重複している。図 6 C に、第 1 フレームが C E L P 符号化、第 2 フレームから第 5 フレームまでが TwinVQ 符号化、第 6 フレーム以後が C E L P 符号化の場合である。第 1, 第 6, 7 フレームは、図 6 A の C E L P 符号化の基本フレーム構成と同じ長さ L の方形とする。

【0031】また、前後フレームが TwinVQ である TwinVQ 符号化のフレーム、すなわち、第 3, 4 フレームは、図 6 B の TwinVQ 符号化の基本フレーム構成と同じ、前半の長さ L の部分は前フレームと重複し、後半の長さ L の部分は次フレームと重複している長さ $2L$ の正弦形であるが、C E L P 符号化から TwinVQ 符号化に変わった第 2 フレームでは、前半が長さ $L/2$ の方形であり、後半が次フレームと重複した長さ L の半余弦形である全長が $3L/2$ の変形窓で区切られたフレームとする。

【0032】一方、TwinVQ 符号化から C E L P 符号化に変わる直前の第 5 フレームは、前半が前フレームと重複した長さ L の半正弦形であり、後半が長さ $L/2$ の方形である全長が $3L/2$ の変形窓で区切られたフレームとする。この実施例のフレーム構成を用いれば、フレーム長および窓形状が異なる符号化法/復号化法の間で適応的に切り替えながら符号化/復号化を行っても、フレーム構成の点では問題が発生しない。

【0033】上述では入力音響信号の性質(状態)に応じて C E L P 符号化法と TwinVQ 符号化法とのいずれかを選択して符号化したが、入力音響信号をフレームごとに C E L P 符号化と、TwinVQ 符号化とを行い、その符号化歪の小さい方の符号化符号と、その符号化法を示す符号とを出力するようにしてもよい。これが請求項 3 の発明の実施例であり、これを適用した符号化器、復号化器を図 7 に示す。すなわち、原理的には図 7 A に示すように、入力音響信号はフレームごとに C E L P 符号化部 12, TwinVQ 符号化部 41 でそれぞれ符号化され、これら各符号化符号は C E L P 復号化部 91, TwinVQ 復号化部 92 でそれぞれ復号化され、これら両復号化信号は差回路 93, 94 で入力音響信号との差がとられ、その各差信号のパワーがそれぞれパワー計算部 95, 96 で計算され、そのパワーの小さい方が歪小判定部 97 で判定され、その判定結果に応じて歪みが小、つまり差信号のパワーが小さい方の符号化符号が出力部 98 で信号符号化符号として、かつその符号化法を示す符号化法符号とが出力される。

【0034】この場合、C E L P 復号化部 91, TwinVQ 復号化部 92 ではそれぞれ必ずしも符号化符号から復号することなく、つまり、図 8 中の復号化部 25 に示

す構成、図 9 中の復号化部 51 に示す構成とすることなく、それぞれの符号化部 12, 41 の内部のデータを利用して簡単に構成することもできる。例えば、図 7 B に要部のみを示すように、C E L P 符号化部 12 中の加算回路 21 の出力である復号残差信号を取り出し、L P C 合成フィルタ 101 へ供給し、L P C 合成フィルタ 101 のフィルタ係数を L P C 分析/係数量子化部 63 より線形予測係数により設定して、合成フィルタ 101 から復号音響信号を得、これを差回路 93 へ供給してもよい。また TwinVQ 符号化部 41 中の乗算器 48 より逆量子化残差係数を取り出して乗算器 102 で L P C 分析/係数量子化部 63 よりスペクトル概形を乗算して逆正規化し、その逆正規化された周波数領域係数を逆 M D C T 部 103 で逆 M D C T して時間領域信号に変換して復号音響信号を得て差回路 94 へ供給してもよい。

【0035】この歪が小さい方を選択する場合においても、復号化器の内部状態を符号化器の内部状態と一致させて良好な復号化信号を得る点から、図 3 について説明したと同様に、TwinVQ 符号化部 41 の符号化において、次フレームで C E L P 符号化部 12 による符号化に切り替わった際に必要とするデータを保持し、前フレームが TwinVQ 符号化部 41 による符号化符号を選択した場合は、そのフレームでの C E L P 符号化部 12 での符号化は、前記保持したデータを用いて実行する(請求項 7)。同様に図 4 について説明した場合のように、前フレームが第 1 符号化過程で符号化された符号を選択した場合は、そのフレームで TwinVQ 符号化部 41 で符号化する際に、同時に C E L P 符号化部 12 と同等の符号化部(内部状態は符号化部 12 と同一)を音響信号を入力しないで動作させて、そのフレームの零入力時の復号信号を得、この復号信号を入力音響信号から差し引いて TwinVQ 符号化部 41 で符号化する(請求項 8)。

【0036】上述において、C E L P 符号化法としては、残差信号とした後、時間領域に変換する場合に限らず、適応符号帳の選択ベクトルと、雑音符号帳の選択ベクトルとを加算して励振信号として、L P C 合成フィルタへ供給し、その合成音響信号と入力音響信号との差が最小になるように適応符号帳、雑音符号帳の各選択を行う符号化方法や、いわゆる V S E L P 符号化方法などの各種時間領域でのベクトル量子化符号化法を用いることもできる。

【0037】また、第 2 符号化法としては、TwinVQ 符号化法に限らず、微細概形とすることなく、残差係数を直接ベクトル量子化してもよい。更に、入力音響信号を L P C 分析フィルタを通して残差信号を得、この残差信号を M D C T して残差係数を得てもよい。更に、周波数領域への変換は M D C T に限らず、フーリエ変換など他の変換方法によってもよい。つまり、いわゆる変換符号化法により符号化すればよい。

【0038】

【発明の効果】以上述べたように請求項 1 および 5 の発明の符号化方法によれば、入力音響信号の特徴、性質などに適した符号化方法を選択しながら符号化するため、入力音響信号の特徴のいかにかわらず、効率よく符号化され、対応する発明の復号化方法によれば高品質な復号音響信号を得ることができる。

【0039】請求項 1, 2, 4 および 5 の発明の符号化方法、請求項 7 および 8 の発明の復号化方法によれば、第 1 符号化法と第 2 符号化法との切り替え時に復号波形の連続性が確保され、フレーム境界での聴覚品質劣化が抑圧される。請求項 6 の発明の符号化方法、請求項 9 の復号化方法によれば第 1 符号化法と第 2 符号化法とでフレーム長や窓波形が異なる場合でも連続的に歪が少ない復号信号を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】請求項 1 の発明の前提となる符号化方法の実施例を適用した符号化器の例を示すブロック図。

【図 2】請求項 7 の発明の前提となる復号化方法の実施例を適用した復号化器の例を示すブロック図。

【図 3】請求項 1 の発明および請求項 7 の発明の各実施例を適用した符号化器および復号化器の各例を示すブロック図。

【図 4】請求項 2 の発明および請求項 8 の発明の各実施例を適用した符号化器および復号化器の各例を示すブロック図。

【図 5】請求項 2 の発明および請求項 8 の発明の各他の実施例を示すブロック図。

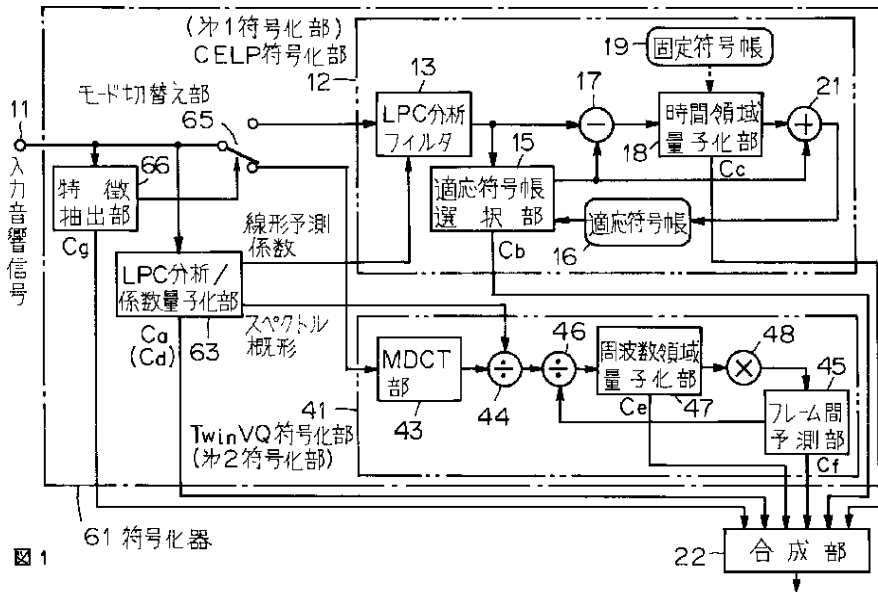
【図 6】請求項 6 の発明の復号化方法および請求項 9 の発明の復号化方法に用いられるフレーム構成の例を示すタイムチャート。

【図 7】A は請求項 3 の発明の符号化方法を適用した符号化器の例を示すブロック図、B はその要部の変形例を示すブロック図である。

【図 8】従来の CELP 符号化器およびその復号化器を示すブロック図。

【図 9】従来の TwinVQ 符号化器およびその復号化器を示すブロック図。

【図 1】



【図2】

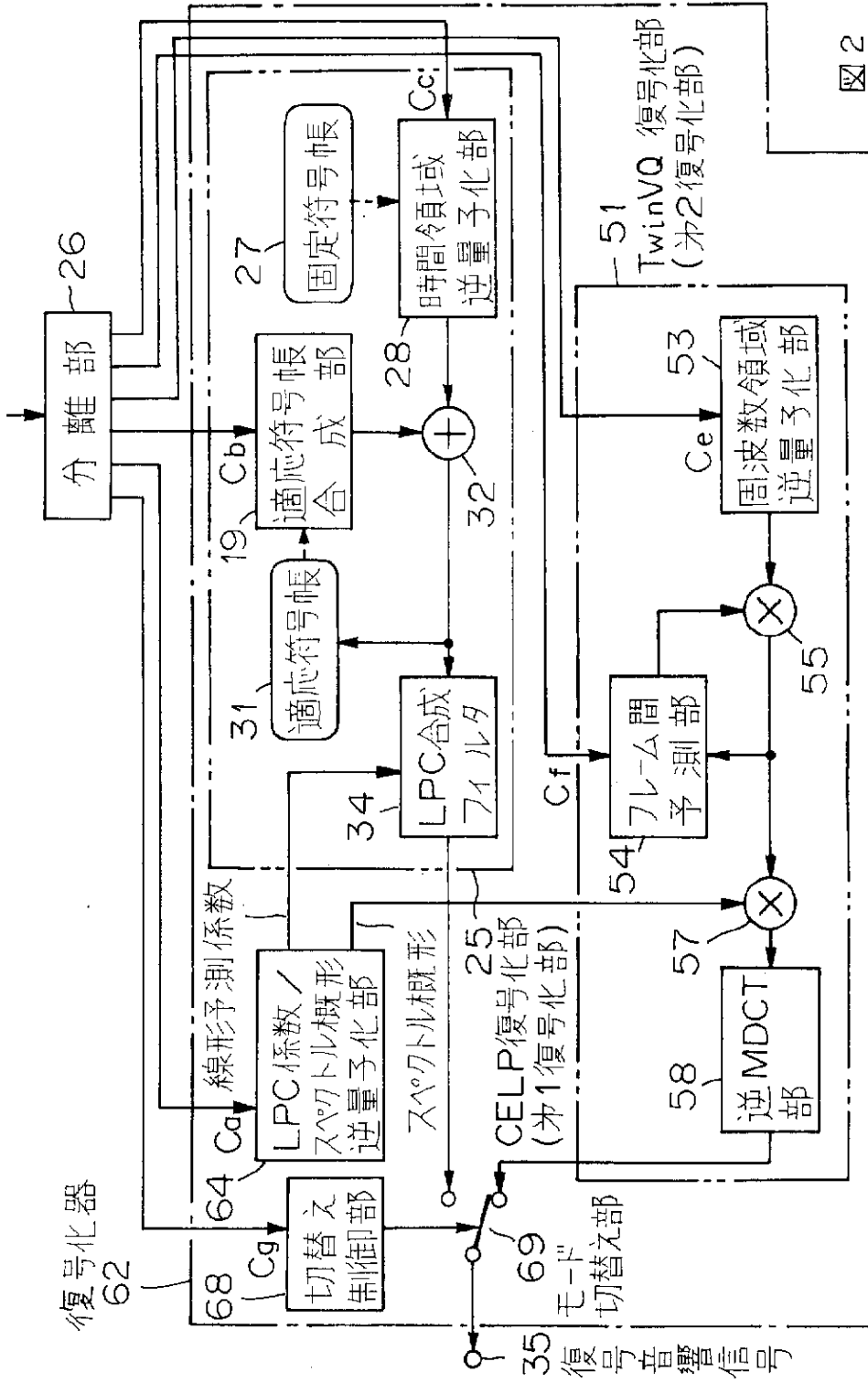
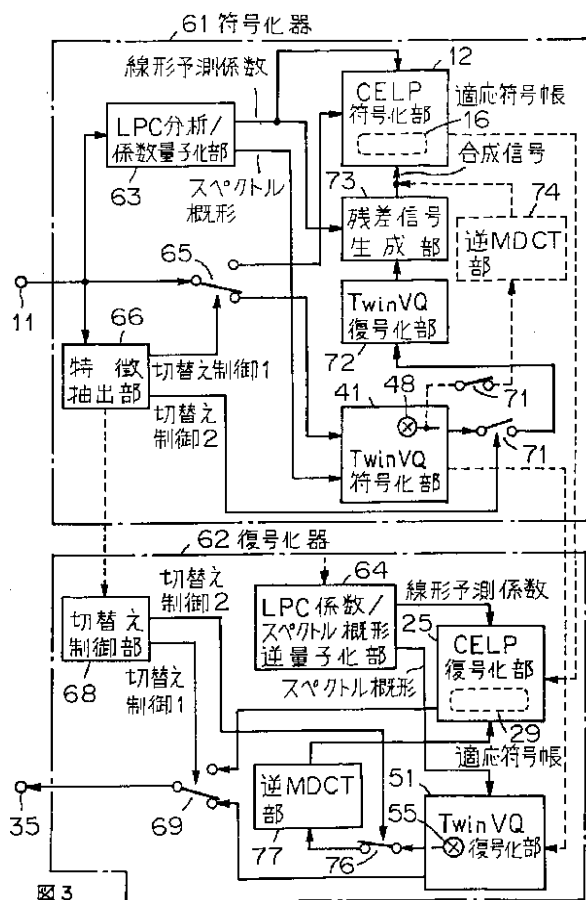
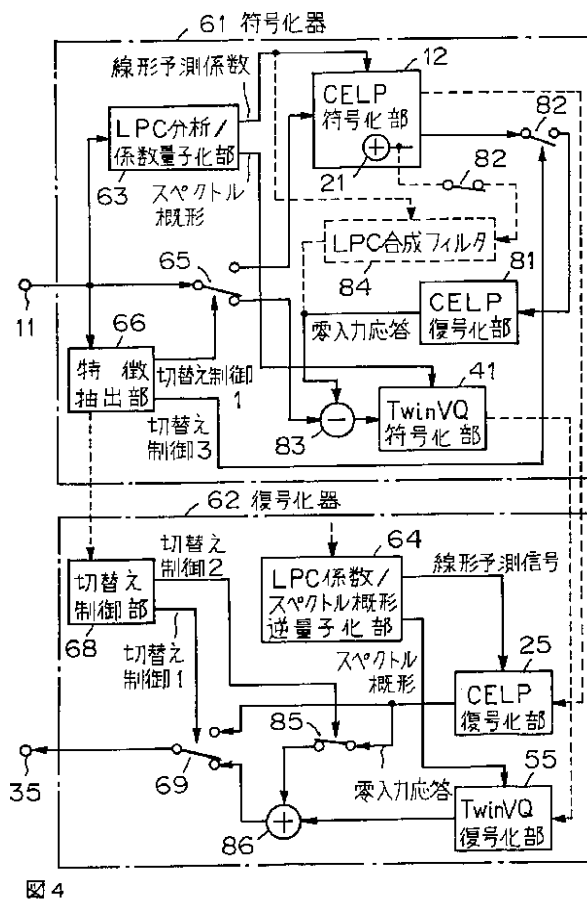


図2

【図 3】



【図 4】



【図 6】

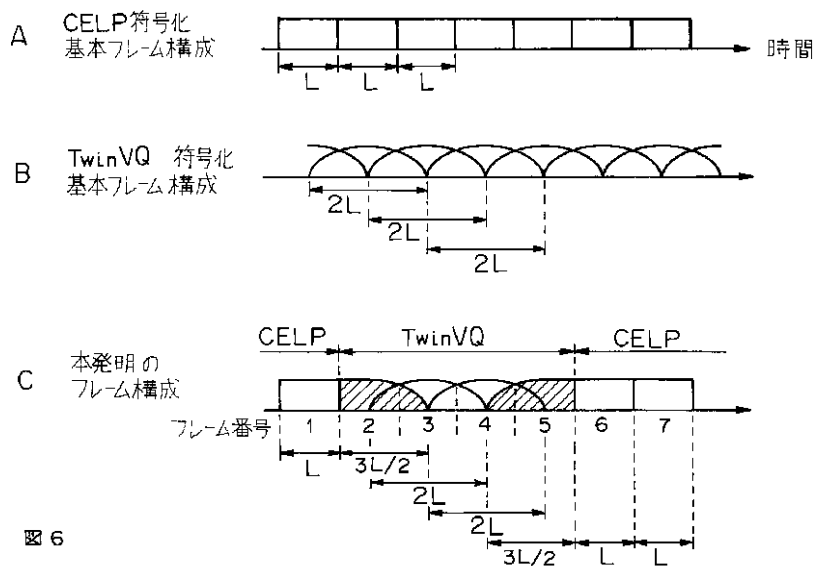
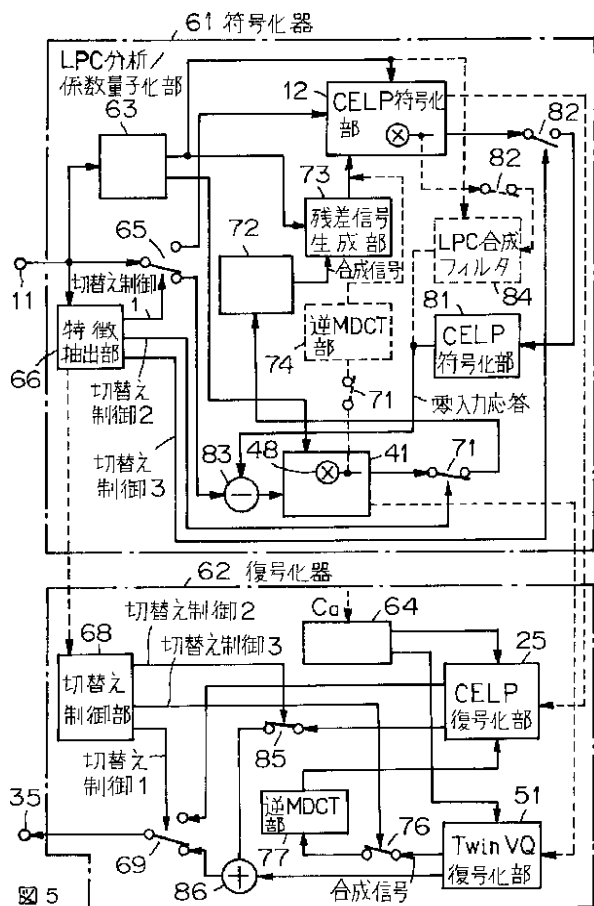
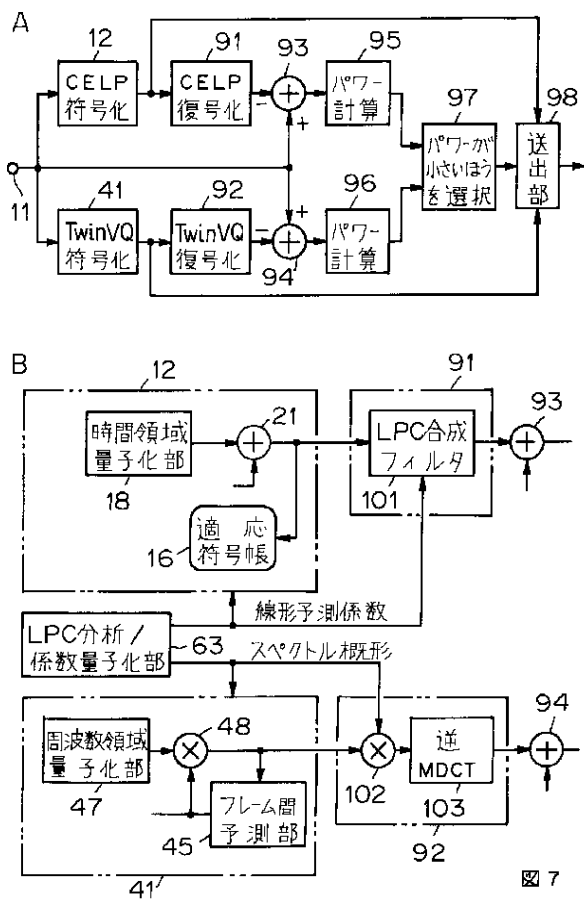


図 6

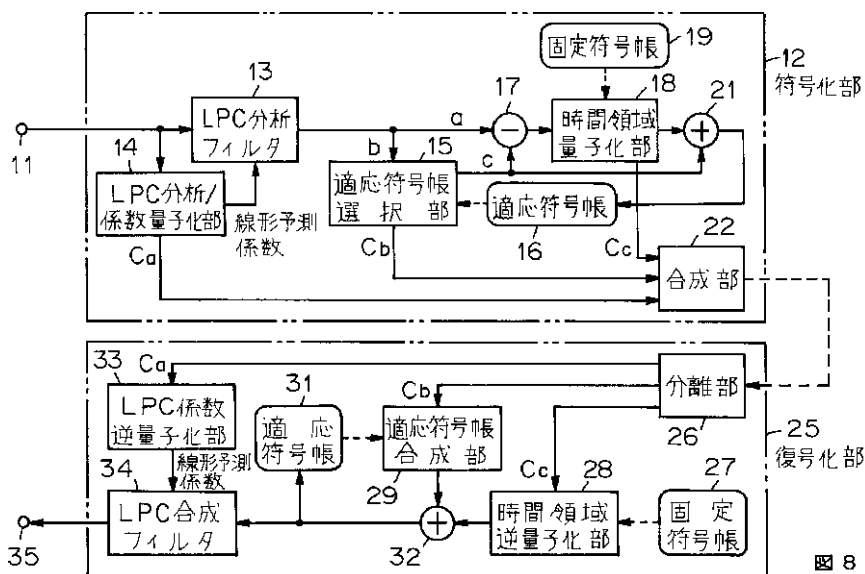
【図 5】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

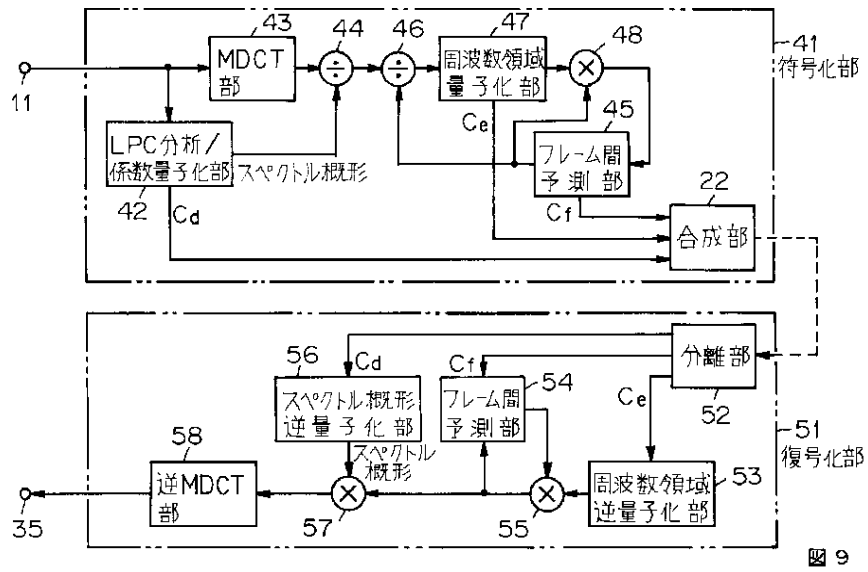


図 9

フロントページの続き

(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

(56)参考文献 特表 平 6 - 503896 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
 G10L 19/00