

(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 4 8 6 6 8 号

(P 3 2 4 8 6 6 8)

(45)発行日 平成14年1月21日(2002.1.21)

(24)登録日 平成13年11月9日(2001.11.9)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I
G 1 0 L	19/06	H 0 3 H 17/00 6 0 1 G
	19/00	17/02 6 3 5 D
	19/04	6 8 1 D
H 0 3 H	17/00 6 0 1	H 0 3 M 7/30 B
	17/02 6 3 5	G 1 0 L 9/14 H

請求項の数 8 (全 1 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-96040

(22)出願日 平成8年3月25日(1996.3.25)

(65)公開番号 特開平9-258795

(43)公開日 平成9年10月3日(1997.10.3)

審査請求日 平成12年1月19日(2000.1.19)

(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 佐々木 茂明
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 片岡 章俊
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 守谷 健弘
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74)代理人 100087446
弁理士 川久保 新一

審査官 渡邊 聡

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デジタルフィルタおよび音響符号化/復号化装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号系列に対して、p 次の線形予測分析を行い、p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数に基づいて、全極形または移動平均形デジタルフィルタのフィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段と；入力信号を L P C 逆フィルタに通して、上記 p 次の線形予測の予測残差として得られた信号系列について、n 次の線形予測を行う手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、全極形または移動平均形デジタルフィルタのフィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段と；上記 p 次の線形予測によってフィルタ係数が決定された第 1 の全極形または移動平均形デジタルフィルタと；上記 n 次の線形予測によってフィルタ係数が決定された第 2 の全極形または移動平均形デジタルフィルタと；上記第 1 のフィルタと

2

上記第 2 のフィルタとを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とするデジタルフィルタ。

【請求項 2】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、上記音響の入力信号に対して、p 次の線形予測分析を行い、p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段と；上記入力を L P C 逆フィルタに通して得られた p 次の線形予測の残差信号に対して、n 次の線形予測分析を行い、n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 2 のフィルタと

10

タ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化装置における聴覚重み付けフィルタ。

【請求項 3】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段と；上記音響の入力信号における過去のフレームについての合成信号に対して、 m 次の線形予測分析を行い、 m 次の予測残差信号を求める m 次の線形予測分析手段と；上記 m 次の予測残差信号に基づいて、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化装置における聴覚重み付けフィルタ。

【請求項 4】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段と；上記音響の入力信号における過去のフレームにおいて、量子化予測係数に基づいてフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段と；上記信号保存手段に保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化装置における聴覚重み付けフィルタ。

【請求項 5】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記合成信号の合成を行う音響符号化／復号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数を量子化し、 p 次の量子化予測係数を作る量子化予測係数作成手段と；上記 p 次の量子化予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 の

フィルタ係数決定手段と；過去のフレームにおける合成信号に対して、 m 次の線形予測分析を行い、 m 次の予測残差信号を求める m 次の線形予測分析手段と；上記 m 次の予測残差信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化／復号化装置。

10 【請求項 6】 音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記合成信号の合成を行う音響符号化／復号化装置において、

上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段と；上記 p 次の予測係数を量子化し、 p 次の量子化予測係数を作る量子化予測係数作成手段と；上記 p 次の量子化予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 の

20 フィルタ係数決定手段と；上記音響の入力信号における過去のフレームにおいて、 p 次の量子化予測係数に基づいてフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段と；上記信号保存手段に保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段と；上記複数のデジタルフィルタを縦続接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響符号化／復号化装置。

30 【請求項 7】 音響信号の符号化符号から得られる復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する音響復号化装置において、

過去のフレームを含む上記復号化合成信号に対して、 m 次の線形予測分析を行い、 m 次の予測残差信号を求める m 次の線形予測分析手段と；LPC 逆フィルタを通して得られた m 次の予測残差信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次線形予測手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段と；上記符号化符号から得られた n 次の線形予測係数によってフィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段と；包絡聴覚重み付けフィルタと；微細構造聴覚重み付けフィルタと；上記包絡聴覚重み付けフィルタと微細構造聴覚重み付けフィルタとを縦続に接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響復号化装置におけるポストフィルタ。

40 【請求項 8】 音響信号の符号化符号から合成された復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する音響復号化装置において、

過去のフレームにおいて、上記入力符号から得られた p 次の線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フ

フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段と；上記保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測手段と；上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段と；現在のフレームにおける上記符号化符号から得られた n 次の線形予測係数によってフィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段と；包絡聴覚重み付けフィルタと；微細構造聴覚重み付けフィルタと；上記包絡聴覚重み付けフィルタと上記微細構造聴覚重み付けフィルタとを縦続に接続する接続手段と；を有することを特徴とする音響復号化装置におけるポストフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、線形予測係数をフィルタ係数として使用するデジタルフィルタに係り、特に、音声や楽音等の音響信号の符号化において、聴覚特性を考慮した重み付けを行う聴覚重み付けフィルタ、音響信号の符号化符号の復号化合成における合成フィルタ、復号化合成信号の量子化雑音を聴覚特性に基づいて抑圧するポストフィルタ等の音響信号処理用の全極形または移動平均形デジタルフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】線形予測によって求められた線形係数を符号化することによって、音響信号を低ビットレートに符号化する方法の典型として、CELP (Code Excited Linear Prediction: 符号励振線形予測)方式が、従来、知られている。

【0003】図9は、上記CELP方式による従来の音響符号化装置を示すブロック図であり、図9(1)は、従来の音響符号化装置AC4を示すブロック図である。

【0004】この音響符号化装置AC4において、入力端子11に入力された入力音声信号は、5~20ms程度のフレーム毎に、線形予測分析手段12で線形予測分析され、 p 次の線形予測係数 α_i ($i=1, 2, \dots, p$)が求められる。なお、「線形予測分析」は、音声信号のサンプル値が、それ以前の時刻のいくつかのサンプル値の線形結合で近似されるという考え方に基づくものである。

【0005】そして、線形予測分析手段12が出力した線形予測係数 α_i は、量子化手段13で量子化され、この量子化線形予測係数 α_i は、フィルタ係数として、線形予測合成フィルタ14に設定される。合成フィルタ14の伝達関数 $h(z)$ は、次の式(1)で表わされる。

【0006】

【数1】

$$h(z) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i z^{-i}} \quad \dots (1)$$

合成フィルタ14へ入力されるべき励振信号(加算手段18が出力した信号)が適応符号帳15に記憶され、制御手段16が出力する符号に応じたピッチ周期で、適応符号帳15から励振信号(ベクトル)が切り出され、これが繰り返されてフレーム長とされ、利得付与手段17によって利得が付与され、加算手段18を通じて、励振信号として、合成フィルタ14へ供給される。

【0007】合成フィルタ14が出力する合成信号が、減算手段19によって、入力信号から引かれ、この引かれた差分信号は、聴覚重み付けフィルタ21によって、聴覚特性のマスキング特性(?)と対応した重み付けがなされ、この重み付けされた差信号のエネルギーが最小になるように、適応符号帳15の入力符号(つまりピッチ周期)が、制御手段16によって探索される。

【0008】その後、制御手段16の制御によって、雑音符号帳22から励振ベクトルが順次取り出され、利得付与手段23で利得が付与された後、この利得が付与された励振ベクトルと、先に選択した適応符号帳15からの励振ベクトルとが、加算手段18によって加算され、励振信号として合成フィルタ14へ供給され、上記と同様に、聴覚重み付けフィルタ21が出力する差信号のエネルギーが最小になるような励振ベクトル(利得付与手段17が出力する励振ベクトルと、利得付与手段23が出力する励振ベクトルとの組合せ)が選択される。

【0009】最後に、上記のように選択された適応符号帳15と雑音符号帳22とが出力する各励振ベクトルに対して、それぞれ利得付与手段17、23が所定の利得を付与し、このときにおける聴覚重み付けフィルタ21の出力信号のエネルギーが最小になるような各利得が探索される。

【0010】量子化していない線形予測係数 α_i と、2つの1以下の定数 γ_1 、 γ_2 とを用いて、次の式(2)によって伝達関数 $w(z)$ が求められ、この伝達関数 $w(z)$ が聴覚重み付けフィルタ21に使用される。

【0011】

【数2】

$$w(z) = \frac{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{0i} \gamma_1^i z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{0i} \gamma_2^i z^{-i}} \quad \dots (2)$$

量子化線形予測係数を示す符号と、適応符号帳15、雑音符号帳22でそれぞれ選択された励振ベクトルを示す各符号と、利得付与手段17、23に与えられた各最適利得を示す符号とが、音響符号化装置AC4の出力とされる。

【0012】図9(2)は、従来の音響符号化装置AC5を示すブロック図である。

【0013】音響符号化装置AC5は、音響符号化装置AC4において、線形予測フィルタ14と聴覚重み付け

フィルタ 2 1 とを合成した聴覚重み付き合成フィルタ 2 4 を、線形予測フィルタ 1 4 の代わりに設けたものである。この場合、入力端子 1 1 からの入力信号を、聴覚重み付けフィルタ 2 1 を通して、減算手段 1 9 へ供給する。

【0 0 1 4】図 1 0 は、従来の C E L P 方式による従来の音響復号化装置 A D 1 を示すブロック図である。

【0 0 1 5】音響復号化装置 A D 1 において、入力端子 3 1 から入力された入力符号中の線形予測係数符号が逆量子化手段 3 2 によって逆量子化され、この逆量子化線形予測係数は、フィルタ係数として、線形予測フィルタ 3 3 に設定される。入力符号中のピッチ符号によって、適応符号帳 3 4 から励振ベクトルが切り出され、また、雑音符号によって、雑音符号帳 3 5 から励振ベクトルが選択され、これら符号帳 3 4、3 5 からの各励振ベクトルは、利得付与手段 3 6、3 7 によって、入力符号中の利得符号に応じて、それぞれ利得が付与された後、加算手段 3 8 によって加算され、励振信号として合成フィルタ 3 3 に与えられる。聴覚特性を考慮して量子化雑音が小さくなるように、合成フィルタ 3 3 からの合成信号がポストフィルタ 3 9 で処理され、出力される。

【0 0 1 6】

【発明が解決しようとする課題】従来の C E L P 等の時間領域における音響信号符号化装置において、従来の聴覚重み付けフィルタ、合成フィルタ、ポストフィルタは、音声のフォルマントをモデル化できる 1 0 ~ 2 0 次程度の線形予測によって、フィルタ係数を決定するので、周波数領域において定常的で多数かつ不等間隔のピークを有する音響信号の微細なスペクトル構造を表現することができない。

【0 0 1 7】したがって、微細なスペクトル構造を有する合成信号を得るには、合成フィルタに入力される励振信号が、その微細スペクトル構造の情報を有する必要がある、この微細スペクトル構造の情報を有する励振信号を符号化するには、多大な情報ビットが必要であり、また、C E L P 等の符号帳探索型の符号化方式では、励振信号を符号化するために符号帳探索に多大な演算量を必要とし、実時間で処理が不可能であるという問題がある。

【0 0 1 8】また、微細スペクトル構造を表現する手段として、線形予測の次数を単純に増加する手法が考えられるが、この手法によれば、求められた予測係数を量子化する方法と比較すると、予測係数を求める過程に必要な計算精度では、予測次数を上げることができないという問題がある。

【0 0 1 9】また、上記従来例において、聴覚重み付け、雑音抑圧は、1 0 ~ 2 0 次程度の線形予測係数、単一のピッチ周波数等のパラメータのみで制御されるので、微細なスペクトル構造を考慮した細かな制御は不可能であるという問題がある。

【0 0 2 0】本発明は、音声を含む音響信号の微細スペクトル構造、この微細スペクトル構造に基づいた聴覚重み付け、雑音抑圧を、デジタルフィルタとして提供するものである。

【0 0 2 1】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明は、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、この p 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、p 次の線形予測によって求められた予測残差信号に対して、n 次の線形予測を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められた全極型または移動平均型デジタルフィルタを縦続に接続したデジタルフィルタである。

【0 0 2 2】請求項 2 の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する符号化装置において、聴覚特性に応じた重み付けを、差信号に対して施す全極型または移動平均型デジタルフィルタとして、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、p 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、p 次の線形予測によって求められた予測残差信号に対し、n 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められた全極型または移動平均型デジタルフィルタを縦続に接続した音響符号化装置である。

【0 0 2 3】請求項 3 の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する符号化装置において、聴覚特性に応じた重み付けを差信号に対して施す全極型または移動平均型デジタルフィルタとして、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、p 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおける合成信号に対して m 次の線形予測分析を行い、m 次の線形予測分析によって求められた予測残差信号に対して n 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続した音響符号化装置である。なお、上記 m は、p と等しいものでもよく、多少異なるものでもよい。

【0 0 2 4】請求項 4 の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する符号化装置において、聴覚特性に応じた重み付けを、差信号に対して施す全極型または移動平均型デジタルフィルタとして、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、p 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおいて量子化線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタへの入力信号を保存し、この保存された信号に対して n 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続した音響符号化装置である。

【0 0 2 5】請求項 5 の発明は、音響入力信号と合成信

号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する音響符号化 / 復号化装置において、合成信号の合成を行うデジタルフィルタとして、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、この p 次の予測係数を量子化して量子化予測係数を作り、p 次の予測係数と量子化予測係数とからそれぞれフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおける合成信号に対して m 次の線形予測分析を行い、m 次の線形予測によって求められた予測残差信号に対して n 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続した音響符号化 / 復号化装置である。なお、m は、p と等しいものでもよく、多少異なるものでもよい。

【0026】請求項 5 の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する音響符号化 / 復号化装置において、合成信号の合成を行うデジタルフィルタとして、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、p 次の予測係数を量子化して量子化予測係数を作り、p 次の量子化予測係数からフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおける合成信号に対して m 次の線形予測分析を行い、m 次の線形予測によって求められた予測残差信号に対して n 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続する音響符号化 / 復号化装置である。なお、m は、p と等しいものでもよく、多少異なっているものでもよい。

【0027】請求項 6 の発明は、音響入力信号と合成信号との差信号が最小になるように符号化符号を決定する符号化 / 復号化装置において、合成信号の合成を行うデジタルフィルタとして、入力信号に対して p 次の線形予測分析を行い、p 次の予測係数を量子化して量子化予測係数を作り、p 次の量子化予測係数からフィルタ係数を決定し、過去のフレームにおいて p 次の量子化線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存し、保存された信号に対して n 次の線形予測を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続する音響符号化 / 復号化装置である。

【0028】請求項 7 の発明は、音響の符号化符号による復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する処理を行うデジタルフィルタとして、過去のフレームを含む復号化合成信号に対して m 次の線形予測分析を行い、m 次の線形予測分析によって求められた予測残差信号に対して n 次の線形予測を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、それぞれ求められたデジタルフィルタを縦続に接続した音響復号化装置である。なお、m は、p と等しいものでもよく、多少異なるものでもよい。

【0029】請求項 8 の発明は、音響の符号化符号による復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧

する処理を行うデジタルフィルタとして、過去のフレームにおいて p 次の線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存し、保存された信号に対して n 次の線形予測分析を行い、n 次の線形予測係数からフィルタ係数を決定し、現在のフレームにおける符号化符号から得られた p 次の線形予測係数によってフィルタ係数が決定されたデジタルフィルタとそれぞれ求められたデジタルフィルタとを縦続に接続した音響復号化装置である。

【0030】

【発明の実施の形態および実施例】図 1 (1) は、本発明の一実施例である音響符号化装置 A C 1 を示すブロック図である。

【0031】この音響符号化装置 A C 1 は、請求項 5 に対応する実施例であり、図 9 に示した従来の音響符号化装置 A C 4 において、合成フィルタ 1 4 の代わりに合成フィルタ 4 4 を設け、m 次線形予測分析手段 4 1、L P C 逆フィルタ 4 2、n 次線形予測分析手段 4 3、第 2 のフィルタ係数決定手段 4 3 a とを設け、第 1 のフィルタ係数決定手段 1 3 a を設けたものである。

【0032】音響符号化装置 A C 1 において、まず、現フレームにおける入力信号を線形予測分析して p 次の線形予測係数 α_i ($i = 1, 2, \dots, p$) を求める。この線形予測係数 α_i は、従来の音響符号化装置 A C 4 中の線形予測分析手段 1 2 で得られた係数を用いることができる。さらに、この予測係数を量子化し、量子化予測係数 $\hat{\alpha}_i$ ($i = 1, 2, \dots, p$) を求める。通常、p は 10 から 20 程度とする。

【0033】次に、過去のフレームにわたる合成信号を線形予測分析手段 4 1 で線形予測分析し、m 次の線形予測係数 $\hat{\alpha}'_k$ ($k = 1, 2, \dots, m$) を求める。なお、上記のように、m は、p と等しくてもよく、多少異なってもよい。また、線形予測分析を行う場合、分析対象の信号系列にかかる窓としては、非対称窓またはハミング窓等の対称窓のいずれを用いてもよい。

【0034】次に、過去の合成音声に対して、この線形予測係数 $\hat{\alpha}'_k$ をフィルタ係数として、伝達特性が次の式 (3) で表わされるデジタルフィルタ 4 2 で L P C 逆フィルタリングを行い、予測残差信号を求める。

【0035】

【数 3】

$$A(z) = 1 + \sum_{i=1}^m \alpha'_i z^{-i} \quad \dots (3)$$

次に、求められた過去の合成信号 (たとえば 1 ピッチ前の合成信号) の予測残差信号を、線形予測分析手段 4 3 で線形予測分析して、n 次の線形予測係数 $\hat{\alpha}_j$ ($j = 1, 2, \dots, n$) を求める。n 次の線形予測によって、m 次の線形予測では予測しきれない高次の相関を表わすために、n は、m よりも大であることが望ましい。

10
20
30
40
50

たとえば、符号化対象が音楽である場合、100次以上の予測が最適である場合がある。

【0036】次に、得られた係数 α_i 、 β_i を用いて、伝達特性がそれぞれ次の式(4)、式(5)で表わされるデジタルフィルタを縦続接続し、伝達特性が式(6)で表わされるデジタルフィルタを構成し、合成フィルタ44として用いる。

【0037】図1(2)は、本発明の他の実施例である音響符号化装置AC2を示すブロック図である。

【0038】符号化対象の信号の性質によっては、音響符号化装置AC2のように、複数の励振符号帳の内の一部の励振符号帳からの励振信号のみを、合成フィルタ44でフィルタリングし、それ以外の励振符号帳からの励振信号は、従来の合成フィルタによってフィルタリングするようにしてもよい。

【0039】

【数4】

$$F(z) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i z^{-i}} \quad \dots (4)$$

【0040】

【数5】

$$G(z) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \beta_i z^{-i}} \quad \dots (5)$$

【0041】

【数6】

$$H(z) = \frac{1}{F(z)G(z)} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i z^{-i}} \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \beta_i z^{-i}} \quad \dots (6)$$

図2(1)は、符号化対象入力信号の対数パワースペクトルの一例を示す図であり、図2(2)は、音響符号化装置AC1による合成フィルタにおいて、包絡を表わすフィルタの対数パワースペクトル特性の一例を示す図であり、図2(3)は、音響符号化装置AC1による合成フィルタにおいて、微細構造を表わすフィルタの対数パワースペクトル特性の一例を示す図であり、図2(4)は、音響符号化装置AC1による合成フィルタの対数パワースペクトル特性の一例を示す図である。

【0042】上記実施例では、符号化対象信号のパワースペクトル特性の包絡を表わすフィルタと微細構造を表わすフィルタとをそれぞれ求め、両フィルタを縦続接続して構成されている。

【0043】図2(1)に表わされる符号化対象信号のパワースペクトル特性を表現する場合、包絡形状は、従

来のように量子化された低次のフィルタ係数 α_i で図2(2)のように表現し、微細構造は、過去の合成音声、高次の分析によって得られた高次のフィルタ係数 β_i で図2(3)のように表現し、それらのフィルタの縦続接続によって、図2(4)のようなパワースペクトル特性を表現できる。上記実施例は、従来例と比較して、復号化装置側に送信するための余分の情報ビットを必要とせず、しかも、より複雑な符号化対象信号のパワースペクトル特性を表現できる。

【0044】また、一回の線形予測分析では、微細構造を表現できる程の高次の分析を行う予測係数を安定して求めることは困難であるが、上記実施例では、高次の分析を行う対象の信号が、低次の相関が除かれた予測残差信号であるので、高次の分析であっても、予測係数を安定して求めることが容易である。なお、安定な予測係数が求められなかった場合は、前のフレームで得られた値、または初期化された値を、安定な予測係数として用いることができる。

【0045】初期化された値を安定な予測係数として用いる場合でも、量子化された低次の予測係数が求められていれば、その低次の予測による利得は少なくとも保証される。

【0046】また、上記実施例において、合成フィルタに励振信号を入力し、合成信号を得るためには、従来のフィルタリングの操作に加えて、フィルタ係数 β_i によるフィルタリングを必要とするが、従来の音響符号化装置AC5でよく用いられるように、合成フィルタのインパルス応答と零入力応答とをそれぞれ一旦、求めておけば、インパルス応答をフィルタ係数とする移動平均型デジタルフィルタと符号帳とからの励振信号を畳み込んで得られた信号と、零入力応答を入力信号から引いた差信号との誤差が最小になるように、励振信号を選ぶことによって、符号帳中の全ての励振信号について、フィルタ係数 β_i によるフィルタリングの操作を避けることができ、この場合、符号帳探索のみに必要となる演算量は従来と変わらない。

【0047】図3は、本発明の他の実施例を示すブロック図であり、従来の音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21を改良した聴覚重み付けフィルタ211を示すブロック図である。

【0048】聴覚重み付けフィルタ211は、請求項1、2に対応する発明であり、入力信号系列に対して、p次の線形予測分析を行い、p次の予測係数を求めるp次線形予測分析手段12と、p次の予測係数に基づいて、全極形または移動平均形デジタルフィルタのフィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段12aと、入力信号をLPC逆フィルタ(61)に通して、p次の線形予測の予測残差として得られた信号系列について、n次の線形予測を行う手段62と、n次の予測係数に基づいて、全極形または移動平均形デジタルフィル

タのフィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段62aと、p次の線形予測によってフィルタ係数が決定された第1の全極形または移動平均形デジタルフィルタ63-1と、n次の線形予測によってフィルタ係数が決定された第2の全極形または移動平均形デジタルフィルタ63-2と、第1のフィルタと上記第2のフィルタとを縦続接続する接続手段とを有する聴覚重み付けフィルタである。このように分析を2回に分けることによって、フィルタ設計が自由になる。なお、このフィルタ211を、音響符号化装置にも、音響復号化装置にも使用でき、また、映像等の音響以外の符号化/復号化装置にも使用することができる。

【0049】フィルタ211を音響符号化装置に使用した場合には、音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、音響の入力信号に対して、p次の線形予測分析を行い、p次の予測係数を求めるp次の線形予測分析手段12と、p次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段12aと、上記入力にLPC逆フィルタ61に通して得られたp次の線形予測の残差信号に対して、n次の線形予測分析を行い、n次の予測係数を求めるn次の線形予測分析手段43と、上記n次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段62aと、上記複数のデジタルフィルタ63-1、63-2を縦続接続する接続手段とからなる。この場合、精密な聴覚重み付けを行うことができる。

【0050】図4は、本発明の別の実施例である聴覚重み付けフィルタ212を示すブロック図である。聴覚重み付けフィルタ212は、従来の音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21を改良したフィルタであり、請求項3に対応する実施例である。

【0051】聴覚重み付けフィルタ212は、音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、上記音響の入力信号に対して、p次の線形予測分析を行い、p次の予測係数を求めるp次の線形予測分析手段12と、上記p次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第1のフィルタ係数決定手段12aと、上記音響の入力信号における過去のフレー*

*ムについての合成信号に対して、m次の線形予測分析を行い、m次の予測残差信号を求めるm次の線形予測分析手段51と、上記m次の予測残差信号に基づいて、n次の線形予測分析を行い、n次の予測係数を求めるn次の線形予測分析手段53と、上記n次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第2のフィルタ係数決定手段53aと、上記複数のデジタルフィルタ54-1と54-2とを縦続接続する接続手段とを有するものである。

10 【0052】まず、現フレームにおける入力信号を線形予測分析し、p次の線形予測係数 α_i ($i = 1, 2, \dots, p$) を求める。この線形予測係数 α_i は、音響符号化装置AC4中の線形予測分析手段12で得られたものをを用いることができる。通常、pは、10~20程度とする。

【0053】次に、現フレームと過去のフレームとにわたる入力信号を、線形予測手段51で線形予測分析し、m次の線形予測係数 γ_k ($k = 1, 2, \dots, m$) を求める。なお、上記のように、mは、pと等しくてもよく、多少異なってもよい。また、線形予測分析を行う場合、分析対象の信号系列にける窓は、非対称窓またはハミング窓等の対称窓のいずれを用いてもよい。

【0054】次に、現フレームと過去のフレームとにわたる入力信号に対し、この線形予測係数 γ_k をフィルタ係数として、伝達特性が上記の式(1)の γ_k を $\text{inv}(\gamma_k)$ で置き換えたデジタルフィルタ52によって、LPC逆フィルタリングを行い、予測残差信号を求める。

【0055】次に、求められた過去の合成信号の予測残差信号を、線形予測手段53によって線形予測分析し、n次の線形予測係数 β_j ($j = 1, 2, \dots, n$) を求める。n次の線形予測によって、m次の線形予測では予測しきれない高次の相関を表わすので、nは、mよりも大であることが望ましい。たとえば、符号化対象が音楽である場合、100次以上の予測が最適な場合がある点は、上記実施例と同様である。

【0056】次に、得られた係数 α_i 、 $\text{inv}(\beta_j)$ と、1以下の定数 γ_1 、 γ_2 、 γ_3 、 γ_4 を用いて、伝達特性が次の式(7)で表わされるデジタルフィルタ54を構成し、音響符号化装置AC4における聴覚重み付けフィルタ21として用いる。

【0057】

【数7】

$$W(z) = \frac{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{0i} \gamma_1^i z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{0i} \gamma_2^i z^{-i}} \frac{1 + \sum_{i=1}^n \beta_{0i} \gamma_3^i z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^n \beta_{0i} \gamma_4^i z^{-i}} \dots (7)$$

上記実施例においては、従来のフィルタ係数 α_i と1以下 50 の定数、 γ_1 、 γ_2 とで表わされる入力信号のパワー

スペクトル包絡に基づいた聴覚重み付けフィルタに、高次のフィルタ係数 α_i と 1 以下の定数 1 、 4 とで表わされる入力信号のパワースペクトルの微細構造に基づいた聴覚重み付けフィルタを付け加えることによって、複数のピッチが混在するような入力信号に対しても、聴覚特性に応じたより細かな制御を行うことができる。

【0058】また、上記実施例においては、合成信号または入力信号に対して、低次の線形予測分析を行い、その予測残差信号に対して高次の線形予測分析を行い、これによって得られた予測係数を用いるデジタルフィルタによって、従来よりも複雑なパワースペクトル特性を表わすことができる。したがって、多数の励振ベクトルをフィルタに通す CELP 方式のような符号化において、合成フィルタとして用いることによって、様々な音響信号のパワースペクトル特性を、合成フィルタ励振符号帳内に励振ベクトルのバリエーションとして持つ必要がない点で有効である。また、従来よりも聴覚特性に応じた重み付け、雑音抑圧を細かく制御できる点において有効である。

【0059】この聴覚重み付けフィルタ 2 1 2 によって、精密な聴覚重み付けを行うことができる。

【0060】図 5 は、本発明の他の実施例である聴覚重み付けフィルタ 2 1 3 を示すブロック図である。聴覚重み付けフィルタ 2 1 3 は、従来の音響符号化装置 AC 4 における聴覚重み付けフィルタ 2 1 を改良したフィルタであり、請求項 4 に対応する実施例である。

【0061】聴覚重み付けフィルタ 2 1 3 は、音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記差信号に対して聴覚特性に応じた重み付けを施す音響符号化装置において、上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段 1 2 と、上記 p 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段 2 a と、上記音響の入力信号における過去のフレームにおいて、量子化予測係数に基づいてフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段 1 5 と、上記信号保存手段に保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段 6 2 と、上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段 6 2 a と、上記複数のデジタルフィルタ 6 3 - 1 と 6 3 - 2 とを縦続接続する接続手段とを有する聴覚重み付けフィルタである。

【0062】聴覚重み付けフィルタ 2 1 3 によって、精密な聴覚重み付けを行うことができる。

【0063】図 6 は、本発明のさらに別の実施例である音響符号化装置 AC 3 を示すブロック図である。

【0064】音響符号化装置 AC 3 は、請求項 6 に対応

する実施例であり、音響の入力信号のスペクトル包絡のモデル化を線形予測分析で行い、上記音響の入力信号と符号化符号の合成信号との差信号が最小化するように上記符号化符号を決定し、上記合成信号の合成を行う音響符号化 / 復号化装置において、上記音響の入力信号に対して、 p 次の線形予測分析を行い、 p 次の予測係数を求める p 次の線形予測分析手段 1 2 と、上記 p 次の予測係数を量子化し、 p 次の量子化予測係数を作る量子化予測係数作成手段 1 3 と、上記 p 次の量子化予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段 1 3 a と、上記音響の入力信号における過去のフレームにおいて、 p 次の量子化予測係数に基づいてフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段 1 5 と、上記信号保存手段に保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測分析手段 4 3 と、上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段 4 3 a と、上記複数のデジタルフィルタ 4 4 - 1 と 4 4 - 2 とを縦続接続する接続手段とを有する音響符号化装置である。また、音響符号化装置 AC 3 は、音響復号化装置にも適用することができる。

【0065】音響符号化装置 AC 3 によれば、スペクトルを精密に合成することができるという利点がある。

【0066】図 7 は、本発明のさらに別の実施例であるポストフィルタ 3 9 1 を示すブロック図である。ポストフィルタ 3 9 1 は、従来の音響復号化装置 AD 1 におけるポストフィルタ 3 9 を改良したものであり、請求項 7 に対応する実施例である。

【0067】ポストフィルタ 3 9 1 は、音響信号の符号化符号から得られる（合成される）復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する音響復号化装置において、過去のフレームを含む上記復号化合成信号に対して、 m 次の線形予測分析を行い、 m 次の予測残差信号を求める m 次の線形予測分析手段 7 1 と、上記 LPC 逆フィルタ 7 2 を通して得られた m 次の予測残差信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次線形予測手段 7 3 と、上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段 7 3 a と、上記符号化符号から得られた n 次の線形予測係数によってフィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段 3 2 a と、包絡聴覚重み付けフィルタ 7 4 - 1 と、微細構造聴覚重み付けフィルタ 7 4 - 2 とを縦続に接続する接続手段とを有する音響復号化装置におけるポストフィルタである。

【0068】ポストフィルタ 3 9 1 によれば、聴覚特性に適したポストフィルタを作ることができる。

【0069】図 8 は、本発明の別の実施例であるポストフィルタ 3 9 2 を示すブロック図である。ポストフィルタ 3 9 2 は、従来の音響復号化装置 AD 1 におけるポ

トフィルタ 3 9 を改良したものであり、請求項 8 に対応する実施例である。

【0070】ポストフィルタ 3 9 2 は、音響信号の符号化符号から合成された復号化合成信号に対して、量子化雑音を聴覚的に抑圧する音響復号化装置において、過去のフレームにおいて、上記入力符号から得られた p 次の線形予測係数からフィルタ係数が決定された合成フィルタに入力された信号を保存する信号保存手段 8 2 と、上記保存された信号に対して、 n 次の線形予測分析を行い、 n 次の予測係数を求める n 次の線形予測手段 8 3 と、上記 n 次の予測係数に基づいて、フィルタ係数を決定する第 1 のフィルタ係数決定手段 8 3 a と、現在のフレームにおける上記符号化符号から得られた n 次の線形予測係数によってフィルタ係数を決定する第 2 のフィルタ係数決定手段 3 2 a と、包絡聴覚重み付けフィルタ 8 4 - 1 と、微細構造聴覚重み付けフィルタ 8 4 - 2 と、フィルタ 8 4 - 1 と 8 4 - 2 とを縦続に接続する接続手段とを有するポストフィルタである。

【0071】ポストフィルタ 3 9 2 によれば、聴覚特性に適したポストフィルタを作ることができる。

【0072】

【発明の効果】本発明によれば、合成信号または入力信号に対して、低次の線形予測分析を行い、その予測残差信号に対して高次の線形予測分析を行い、これによって得られた予測係数を用いるデジタルフィルタによって、従来よりも複雑なパワースペクトル特性を表わすことができるという効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 (1) は、本発明の一実施例である音響符号化装置 A C 1 を示すブロック図であり、図 1 (2) は、本発明の他の実施例である音響符号化装置 A C 2 を示すブロック図である。

【図 2】上記実施例における対数パワースペクトル特性を示す図である。

【図 3】本発明の他の実施例を示すブロック図であり、従来の音響符号化装置 A C 4 における聴覚重み付けフィルタ 2 1 を改良した聴覚重み付けフィルタ 2 1 1 を示すブロック図である。

【図 4】本発明の別の実施例である聴覚重み付けフィルタ 2 1 2 を示すブロック図であり、聴覚重み付けフィルタ 2 1 2 は、従来の音響符号化装置 A C 4 における聴覚重み付けフィルタ 2 1 を改良したフィルタであり、請求項 3 に対応する実施例である。

【図 5】本発明の他の実施例である聴覚重み付けフィルタ 2 1 3 を示すブロック図であり、聴覚重み付けフィルタ 2 1 3 は、従来の音響符号化装置 A C 4 における聴覚重み付けフィルタ 2 1 を改良したフィルタであり、請求項 4 に対応する実施例である。

【図 6】本発明のさらに別の実施例である音響符号化装置 A C 3 を示すブロック図である。

【図 7】本発明のさらに別の実施例であるポストフィルタ 3 9 1 を示すブロック図である。ポストフィルタ 3 9 1 は、従来の音響復号化装置 A D 1 におけるポストフィルタ 3 9 を改良したものであり、請求項 7 に対応する実施例である。

【図 8】本発明の別の実施例であるポストフィルタ 3 9 2 を示すブロック図である。ポストフィルタ 3 9 2 は、従来の音響復号化装置 A D 1 におけるポストフィルタ 3 9 を改良したものであり、請求項 8 に対応する実施例である。

【図 9】C E L P 方式による従来の音響符号化装置を示すブロック図であり、図 9 (1) は、従来の音響符号化装置 A C 4 を示すブロック図であり、図 9 (2) は、従来の音響符号化装置 A C 5 を示すブロック図である。

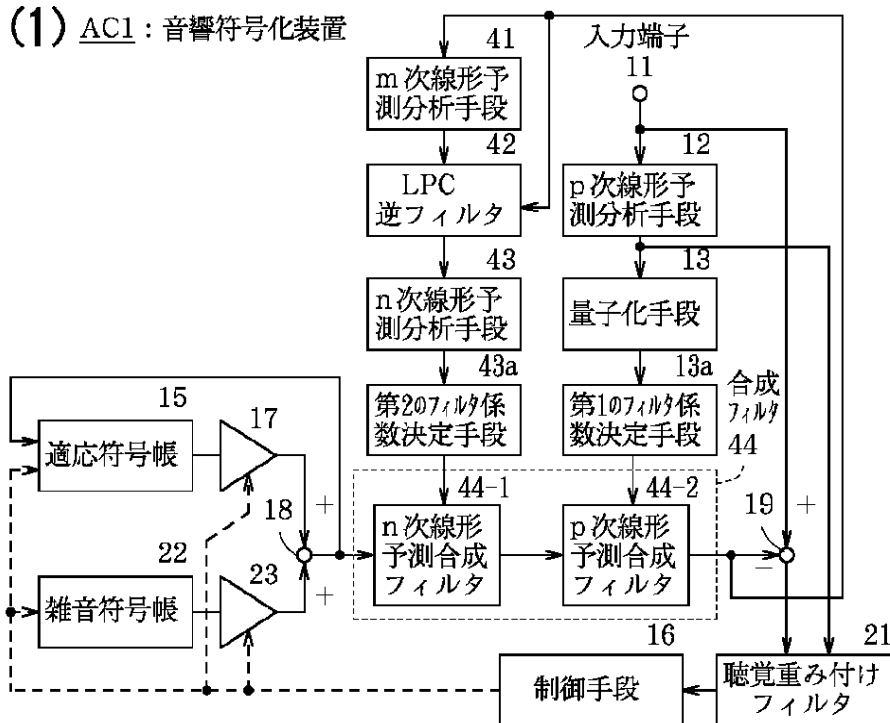
【図 10】C E L P 方式による従来の音響復号化装置 A D 1 を示すブロック図である。

【符号の説明】

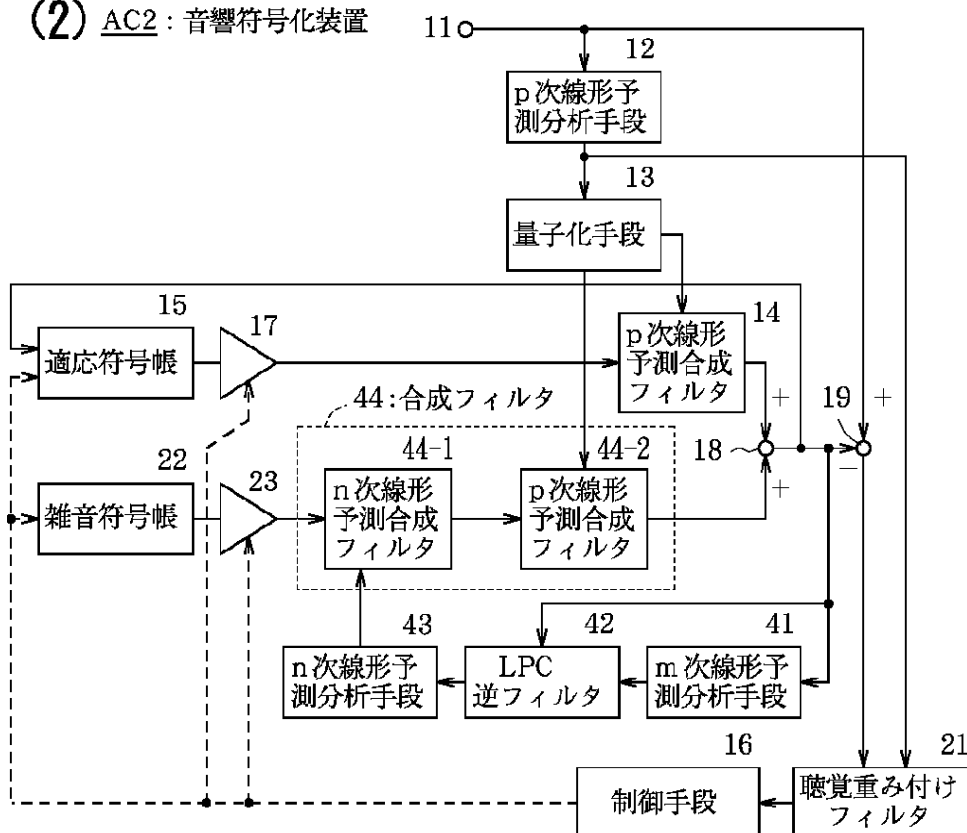
A C 1、A C 2、A C 3...音響符号化装置、
 1 2... p 次線形予測分析手段、
 1 3...量子化手段、
 1 4...線形予測合成フィルタ、
 1 5...適応符号帳、
 1 6...制御手段、
 1 7、2 3...利得付与手段、
 1 8...加算手段、
 1 9...減算手段、
 2 1...聴覚重み付けフィルタ、
 2 2...雑音符号帳、
 4 1、5 1... m 次線形予測分析手段、
 4 2、5 2...L P C 逆フィルタ、
 4 3、5 3... n 次線形予測分析手段、
 4 4...線形予測合成フィルタ (n 次線形予測合成フィルタと p 次線形予測合成フィルタ)、
 A D 1...音響復号化装置、
 5 4...デジタルフィルタ (包絡聴覚重み付けフィルタと微細構造聴覚重み付けフィルタ)。

【図 1】

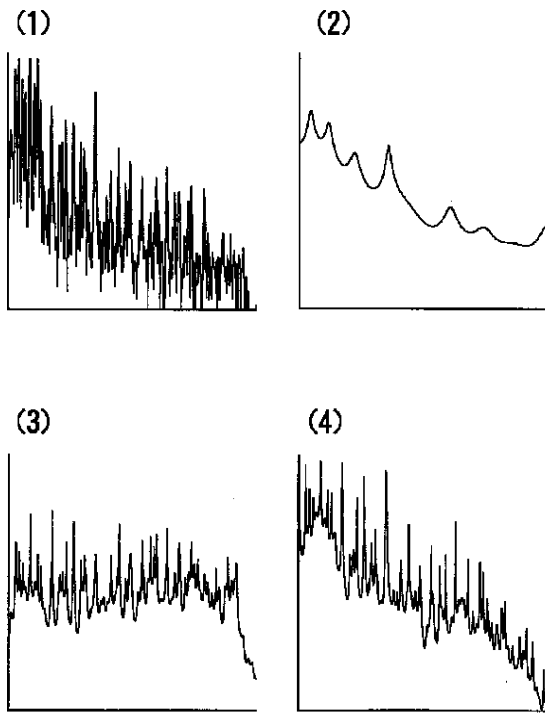
(1) AC1: 音響符号化装置



(2) AC2: 音響符号化装置

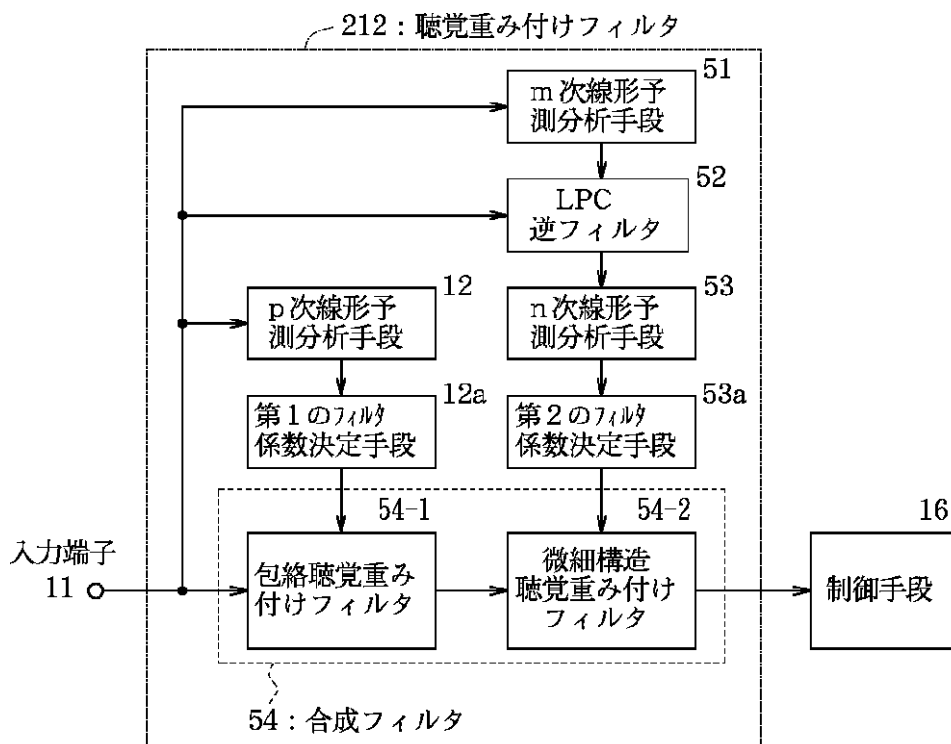


【図 2】

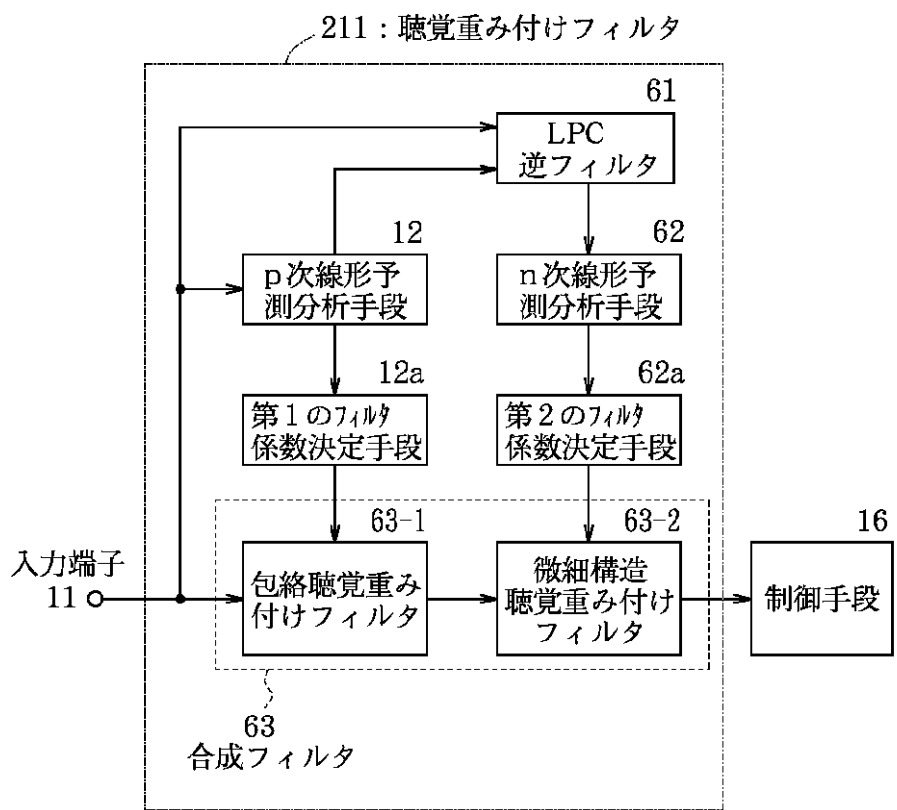


K3770

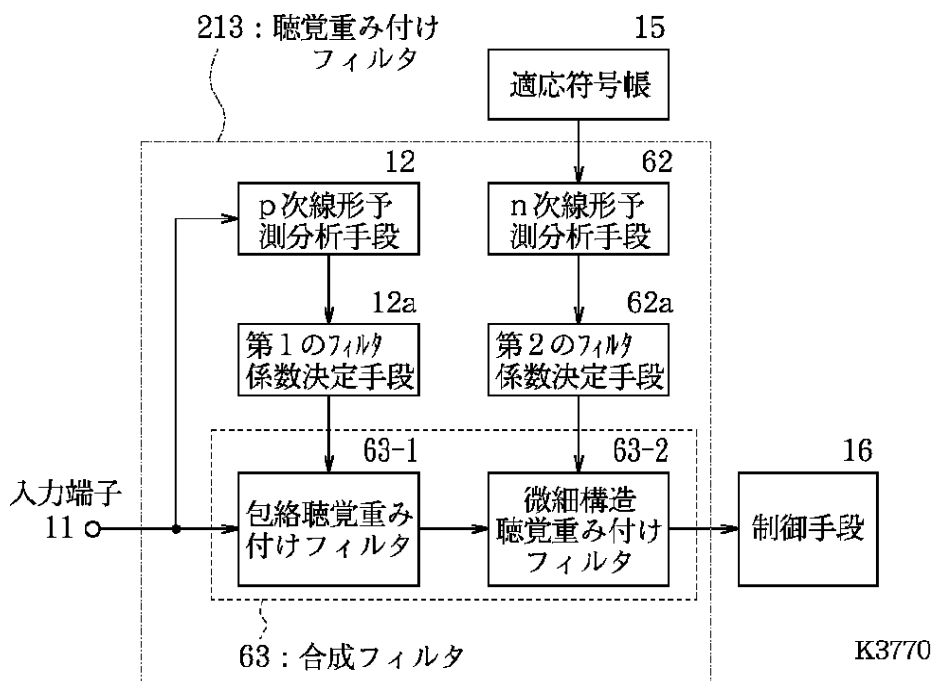
【図 4】



【図 3】

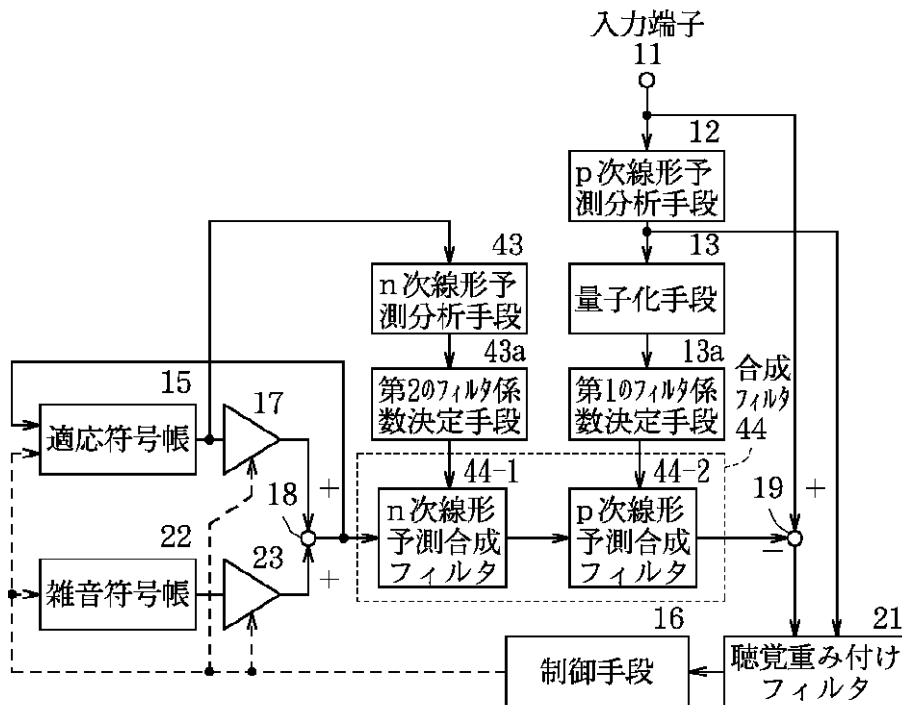


【図 5】



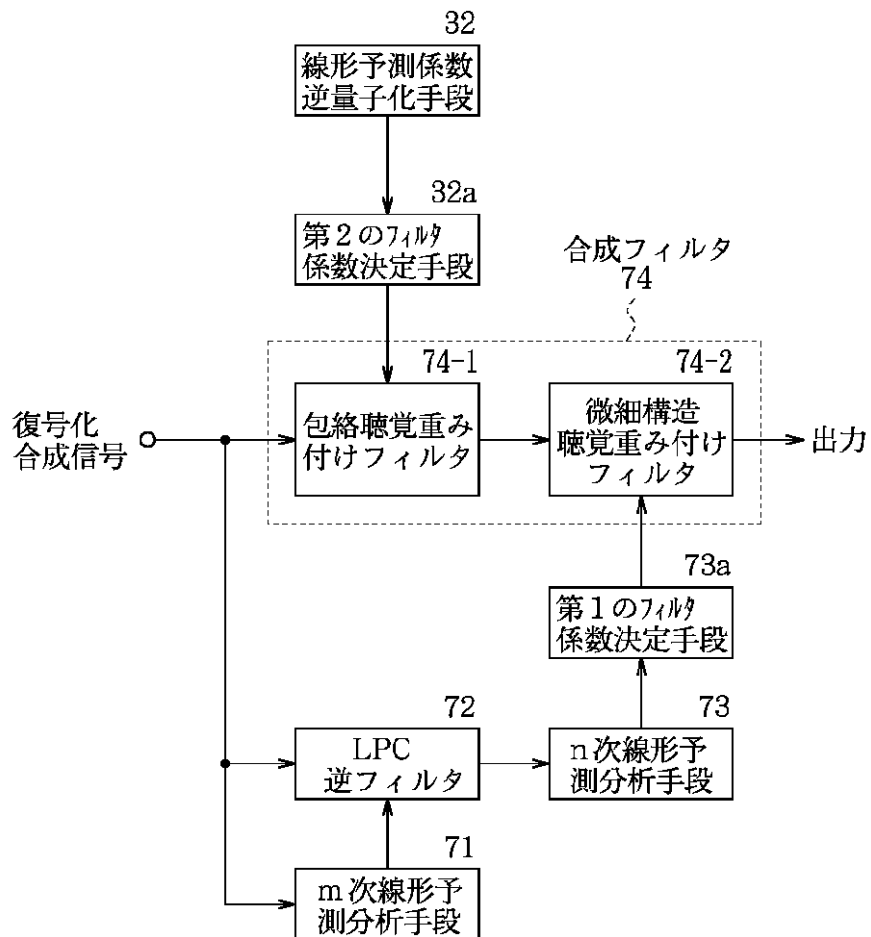
【図 6】

AC3 : 音響符号化装置



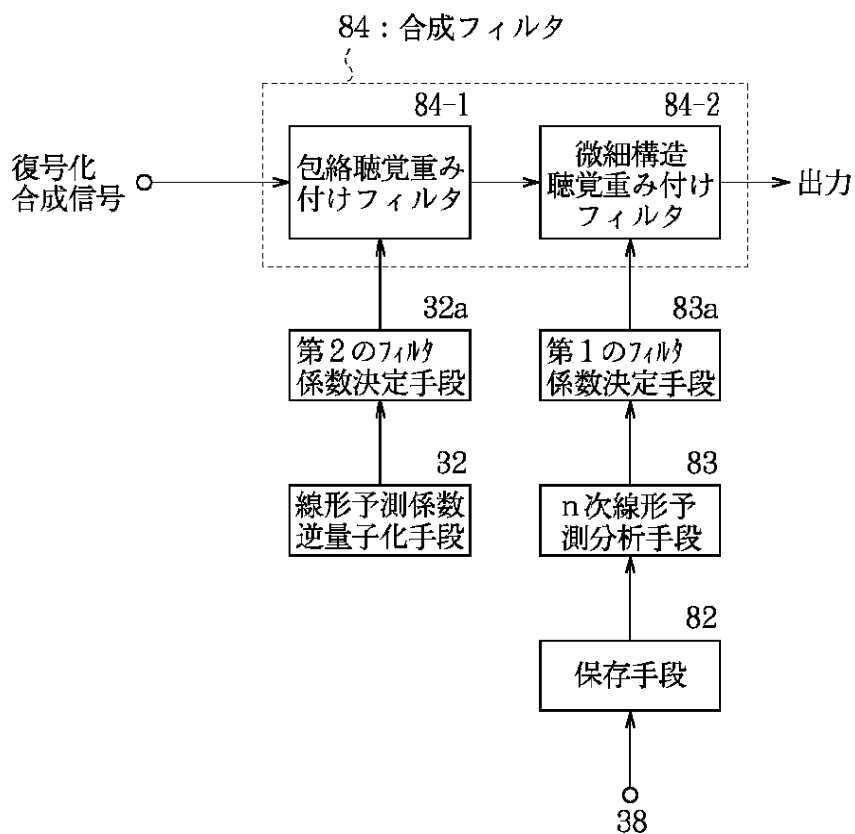
【図 7】

391 : ポストフィルタ



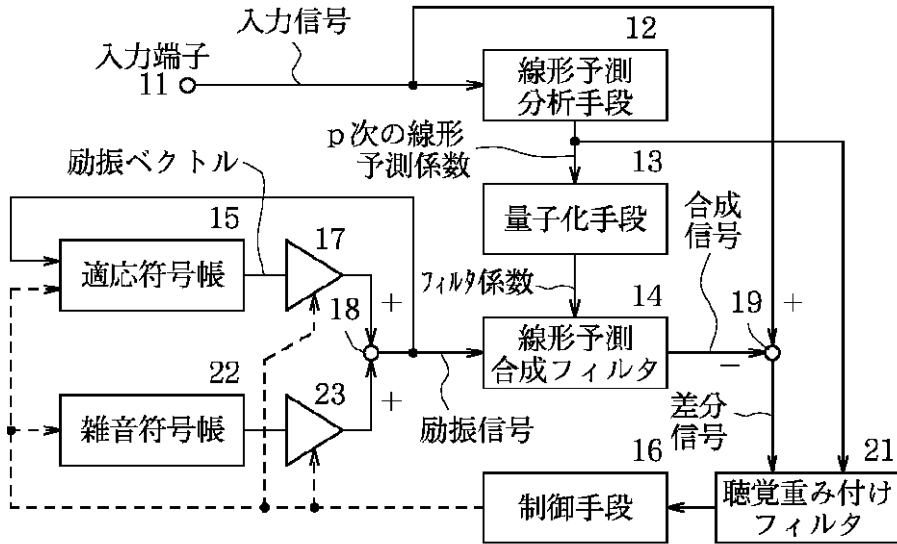
【図 8】

392 : ポストフィルタ

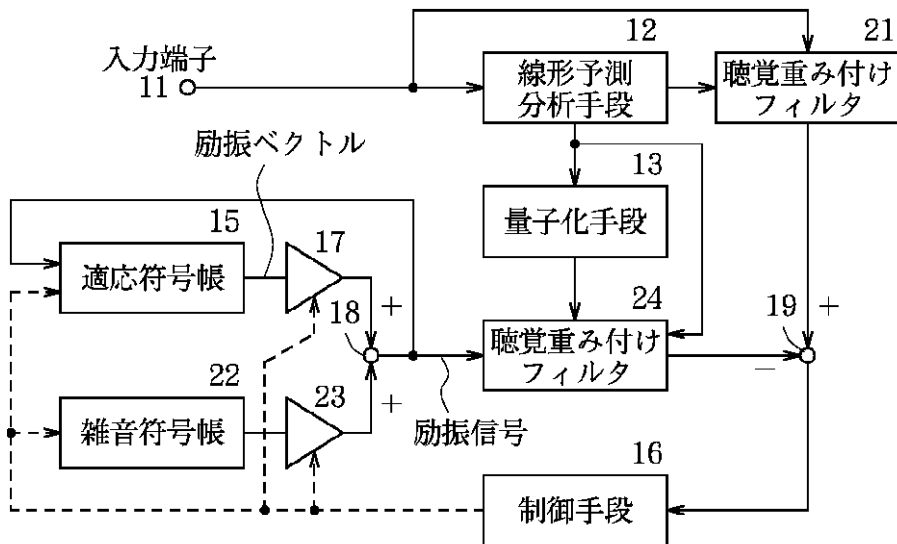


【図 9】

(1) AC4 : 従来の音響符号化装置

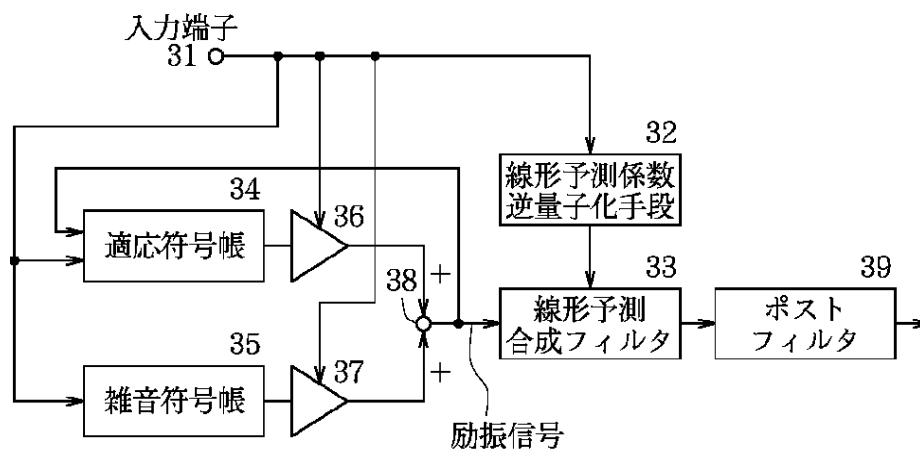


(2) AC5 : 従来の音響符号化装置



【図 1 0】

AD1 : 従来の音響復号化装置



K3770

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H 0 3 H 17/02

H 0 3 M 7/30

識別記号

6 8 1

F I

G 1 0 L 9/14

9/18

J

E

(72)発明者 林 伸二
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日
本電信電話株式会社内

(56)参考文献 特開 平 5 - 257498 (J P , A)
特開 平 6 - 250697 (J P , A)
特開 昭62 - 111299 (J P , A)
特開 平 9 - 297597 (J P , A)
特開 平 4 - 77799 (J P , A)
特開 平 2 - 157800 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

G10L 19/06

G10L 19/04