

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 ( B 2 )

(11)特許番号

第 2 5 8 8 0 0 4 号

(45)発行日 平成9年(1997)3月5日

(24)登録日 平成8年(1996)12月5日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H 17/04	6 1 5	9274 - 5 J	H 0 3 H 17/04	6 1 5 E
G 1 0 L 9/00			G 1 0 L 9/00	H
H 0 3 H 17/00	6 0 1	9274 - 5 J	H 0 3 H 17/00	6 0 1 F
		9274 - 5 J		6 0 1 G

請求項の数 1

(全 7 頁)

(21)出願番号	特願昭63-235773	(73)特許権者	999999999 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号
(22)出願日	昭和63年(1988)9月19日	(73)特許権者	999999999 エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社 東京都港区虎ノ門2丁目10番1号
(65)公開番号	特開平2-82710	(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
(43)公開日	平成2年(1990)3月23日	(74)代理人	弁理士 草野 卓
		審査官	松尾 淳一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】後処理フィルタ

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】音声符号化復号化装置の復号化装置内で、再構成された音声信号に対してその短時間パワスペクトラムにおける声帯振動の基本周期に起因する山の成分と声道の共鳴に起因する山（ホルマント）の成分の両方またはどちらか一方を短時間ごとに適応的に強調する後処理フィルタにおいて、山の部分を強調する再帰型フィルタと、その再帰型フィルタの次数より低次の緩かなスペクトル包絡をなまらせる逆フィルタとを組み合わせることを特徴とする後処理フィルタ。

【発明の詳細な説明】

「産業上の利用分野」

この発明は音声波形系列を少ない情報量でより高い品質を保って符号化する方法のなかで、特に復号器側での後処理フィルタに関するものである。

2

「従来技術」

高能率に情報圧縮された音声波形の符号化音声の量子化雑音を抑圧する方法として、種々の後処理フィルタが知られている。ピッチの調波構造を強調し、非周期的雑音を抑圧する方法としてはコームフィルタリング法（楕形フィルタ）が知られている。（長淵裕実：コームフィルタリング雑音抑圧法の基本性能とPCM音声の品質改善への応用、電子通信学会論文誌、J65 - A、No.6、pp.572 - 578、1982）。この方法は周波数領域の処理で、周波数特性が楕の歯の形になるようにしてピッチの調波構造を強調するものである。この方法では条件によっては処理により音声の周期性が強調されすぎて処理後の音声がかたかたになったり、自然性や明瞭性が損なわれる場合があった。

一方ホルマント成分を強調するフィルタとしてはV.Ra

mamoothy, et. al.: "Enhancement of ADPCM Speech Coding with Backward - Adaptive Algorithms for Postfiltering and Noise Feedback", IEEE, JSAC, vol.6, pp.364 - \*

\*382 (1988) でADPCM用後処理フィルタ(ポストフィルタ)が詳細に検討されている。特にこの文献の後半にはフィルタ特性が

$$G(z) = \frac{A^{(p)}(r_2 z)}{A^{(p)}(r_1 z)} \tag{1}$$

A<sup>(p)</sup>: p次の多項式

r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>: 定数

z: 遅延要素

の形式のフィルタで、ホルマントでない部分の量子化雑音の抑圧に効果をもつフィルタが提案されている。しかし r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>の差が小さいと効果が僅かになり、かと言って r<sub>1</sub>と r<sub>2</sub>との差が大きくなると異音が生じたり、自然性が損なわれる問題がある。

この発明の目的は情報圧縮して符号化された音声の主観的な品質を向上させるため、ピッチ周期の調波構造やホルマントの成分を強調し、かつ処理による副作用の殆どないような後処理をする後処理フィルタを提供することにある。

「課題を解決するための手段」

この発明によれば山の部分を強調する再帰型フィルタと、その再帰型フィルタの次数より低次の緩やかなスペクトル包絡をなまらせる逆フィルタとからなる。つまりこ

$$H(z) = \frac{(1 - \eta z^{-1})}{(1 - \delta B(z))} \times \frac{A^{(m)}(r z)}{A^{(p)}(r z)} \tag{2}$$

$$A^{(p)}(r z) = \sum_{i=0}^p \alpha^{(p)}_i (r z)^{-i} \quad (\alpha_0 = 1)$$

B(z) =

$$\alpha_1 z^{-(T-1)} + \alpha_2 z^{-T} + \alpha_3 z^{-(T+1)}$$

ここでT, α<sub>1</sub>, α<sub>2</sub>はそれぞれ復号化された音声のピッチ周期、ピッチ予測係数、線形予測係数であり、α<sub>3</sub>は実験的に適当に定める定数で、α<sub>1</sub>はとB(z)に依存する係数である。

(2)式の第1項の分母は再帰型フィルタであるコムフィルタを構成し、ピッチ周期の調波構造強調で、大域的な傾きを分子の(1 - ηz<sup>-1</sup>)を係数とする1次のフィルタ(逆フィルタ)で補償する。つまり分母に3次のフィルタを採用することで、低域ではスペクトル特性の山と谷の差が大きく、高域では差が小さくなるような自由度を持たせることができる。このため処理後の音声に反響的な歪が生じない。しかし3タップのフィルタはα<sub>1</sub>の値に依存して大域的にスペクトルの傾きをもち、処理後の音声がかもった感じになる。これを防ぐために1次の傾きが0になるように、α<sub>1</sub>とα<sub>2</sub>にあわせてα<sub>3</sub>を決める。

第2項はホルマント強調フィルタになっており、次数の高い(p次)多項式からなる分母の再帰型フィルタでホルマントを強調し、次数の低い(m次)多項式からな

この発明によればピッチやホルマントの部分を再帰型フィルタにより局所的に強調すると同時にこれより低次の逆フィルタにより大域的なスペクトルの傾きが変化しないように適応的に補償する構造を持つことが特徴である。このため従来の後処理フィルタと異なり、処理による歪の付加が殆ど生じない。

「実施例」

この発明のフィルタは第1図に示すように音声符号化復号化装置の復号化器の中に組み込んで用いる。つまり音声X(z)は符号化装置11で符号化され、伝送路12を伝送され、その伝送された符号化情報を復号化部13で復号され、その復号された出力X̂(z)は特性がH(z)の後処理フィルタ14に通され、音声出力Ŷ(z) = H(z)X̂(z)を得る。

この後処理フィルタ14の具体的な特性例をz変換を使ってH(z)で表現する。

る分子の逆フィルタで緩やかなスペクトル包絡をなまらせ、つまり傾きを補正する効果をもたせてある。両多項式とも共通の短時間自己相関係数から求める。

これらの予測係数やピッチ周期は復号化された音声から求める場合と原音を分析して符号化され、伝送されたパラメータをそのまま用いる場合とがある。前者の場合には符号化方式に拘束されることなく、柔軟な構成が可能であり、またパラメータを量子化する必要がない。しかしながら復号化装置内でのパラメータ推定演算が必要で、また量子化雑音の重畳した音声からパラメータを求める必要がある。後者の場合はその逆で、復号器側での演算は不要で、原音から求めたパラメータを使うことができるが、パラメータには量子化歪や伝送路誤りが含まれる。また符号化器が予測係数やピッチ周期を補助情報として伝送する形式のものへの適用に限られる。

もちろん、例えばピッチをパラメータは前者、ホルマントのパラメータは後者の方法を用いる、あるいはその逆でもよい。また復号化した音声からパラメータを求める前者の場合、波形を再標準化してピッチ周期を高精度に求めることも可能である。H(z)のフィルタは稀れ

に処理後の音声の振幅（パワ）が処理前のものと著しく異なることがある。それを避けるためにフレーム単位（処理単位）ごとに処理後の音声の振幅（パワ）を処理前のものと合せる処理、つまり振幅（パワ）の正規化を併用することが望ましい。処理後の音声が滑らかにつながるように台形窓を使って処理後の音声を接続する。台形窓でのフレームを滑らかに接続する手法を併用するとフィルタによる副作用は殆ど感じられない。またこれらのパラメータは一般にフレーム単位で求められるものであるが、パラメータをさらに細かい区間ごと、あるいは音声波形サンプルごとに補間して滑らかに変化させることも可能である。

第2図は(1)原音、(2)後処理フィルタ前の符号化音声、(3)後処理フィルタの特性、及び(4)処理後の符号化音声の対数周波数特性(対数パワスペクトル)の例を示すものである。(2)で見られる調波構造の淫れが後処理フィルタを通した(4)で改善されていることが示されている。

第3図はフィルタのうち特にピッチ周期の調波構造を強調する $H(z)$ の第1項の具体的構成例である。分母の特性を実現する3タップの再帰型フィルタ(コムフィルタ)と分子の特性を実現する1次の逆フィルタにより構成される。

第4図はフィルタのうち特にホルマント強調を行う $H(z)$ の第2項の具立的構成例である。これは分母の特性を実現する $p$ 次の再帰型フィルタと分子の特性を実現する $m$ 次の逆フィルタとを融合した形となる。

第5図は第4図と等価な処理を効率よく構成する方法を示す。左からの入力に対し、一番右の出力は $p$ 次の格子型再帰型フィルタの出力になっている。 $K_i$ は $i$ 次のPARCOR係数(特許754418号)である。すなわち一番右の出力は $H(z)$ の第2項の分母のみの特性を示すものである。ところが $H(z)$ の第2項のようにを分子分母で共通に用い、かつPARCOR係数を用いると、 $p$ 次の合成フィルタの $m$ 次目の途中出力がそのまま $H(z)$ の第2項となる。予測係数のパラメータを直接用いる第4図の例ではの補間操作等により、フィルタが不安定になる場合があるが、第5図の例では $k$ が $\pm 1$ 以内で有れば必ず安定であり、パラメータの個数が $p$ 個で済むので実用上便利である。

第6図は第4図、第5図と等価なフィルタをLSPパラメータ(菅村、板倉:線スペクトル対(LSP)音声分析合成による音声情報圧縮、電子通信学会論文誌J64-A, No.8, pp.599-606, (1981))を利用して実現したフィルタである。分母の多項式に対応するLSPパラメータがであり、分子の多項式に対応するのがである。この構成もパラメータの補間による安定性はパラメータの大小関係で容易に判定できる。このほか様々な形式の線形フィルタで実現可能であることは明らかである。

「発明の効果」

第7図は第1図の符号器復号器として重み付きベクトル量子化に基づく変換符号化(特願昭61-181770号)を用いてこの発明の主観的品質の改善効果を示すものである。(8KHzサンプル、8K bit/s,  $\rho = 0.95$ ,  $\rho = 0.6$ )伝送路に1%のランダム誤りが生じる場合も試験に含めてある。縦軸は11種の入力音声に対する被検者28名の平均オピニオン値である。この結果、伝送路に誤りがある場合も無い場合にもこの発明によりPCM0.5ビット相当の品質改善が実現されていることがわかる。

第8図は明瞭度試験(話者:3名、被検者:通話試験員4名)による日本語100音節の単音明瞭度の平均と標準偏差を示す。この結果より、この発明の処理は明瞭度を劣化させることはない、つまり副作用がないことが分かる。すなわちこの発明の後処理フィルタは明瞭度や自然性を損なうことなく、符号化音声の主観的な品質を向上させる効果があることがわかる。

【図面の簡単な説明】

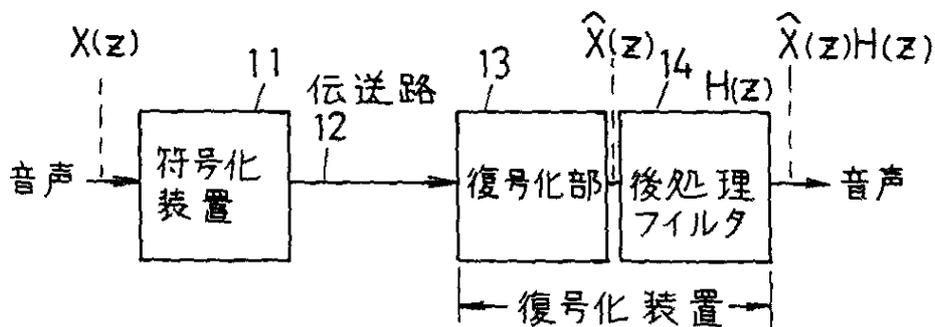
第1図はこの発明の後処理フィルタの音声符号化復号化装置に対する位置づけを表した図、第2図は(1)符号化前の音声、(2)符号化後の音声、(3)フィルタ $H(z)$ 、(4)フィルタ通過後の音声の対数周波数特性図、第3図は $H(z)$ の第1項の構成を表わした図、第4図は $H(z)$ の第2項の構成を表わした図、第5図は $H(z)$ の第2項をPARCOR係数を用いて構成した図、第6図は $H(z)$ の第2項をLSPパラメータを用いて構成した図、第7図はこの発明の効果に対数PCM符号化と比較して平均オピニオン値で評価した図、第8図は明瞭度試験による単音明瞭度の平均値と標準偏差を表わした図である。

【第8図】

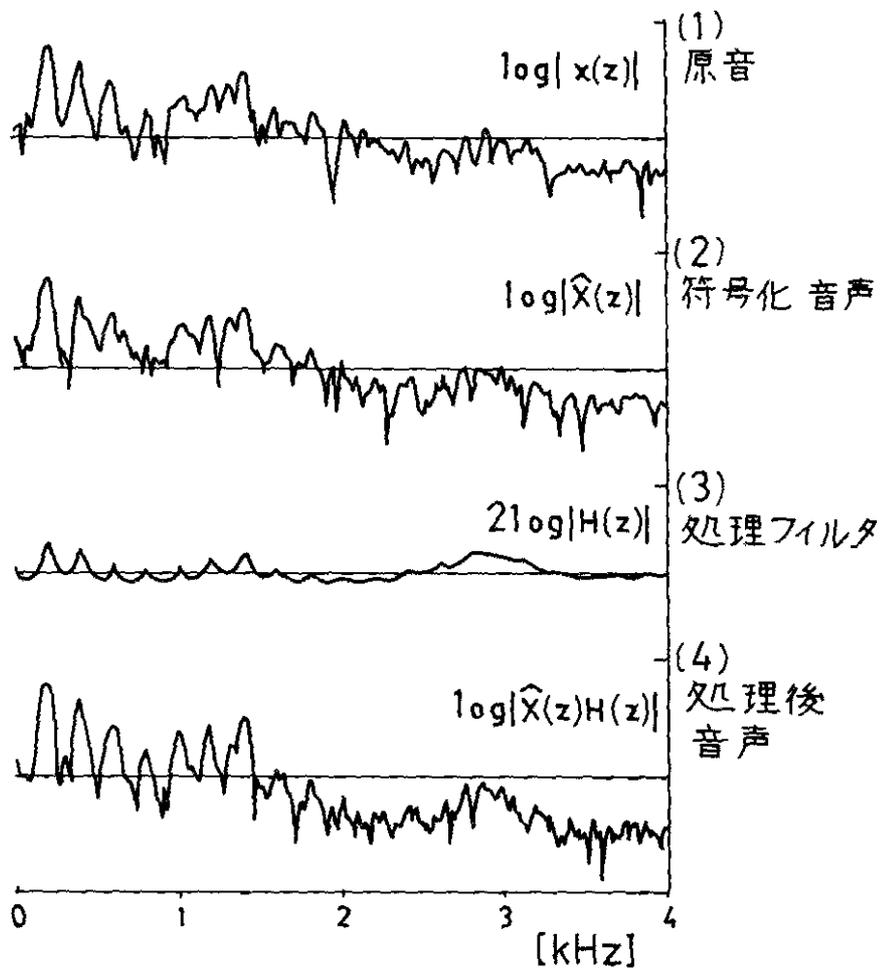
単音明瞭度(括弧内は標準偏差)

後処理 フィルタ	なし	あり
誤り率0%	93.1 (2.7)	94.1 (2.4)
誤り率1%	92.5 (2.7)	92.9 (2.8)
原音	97.8 (1.3)	98.1 (1.2)

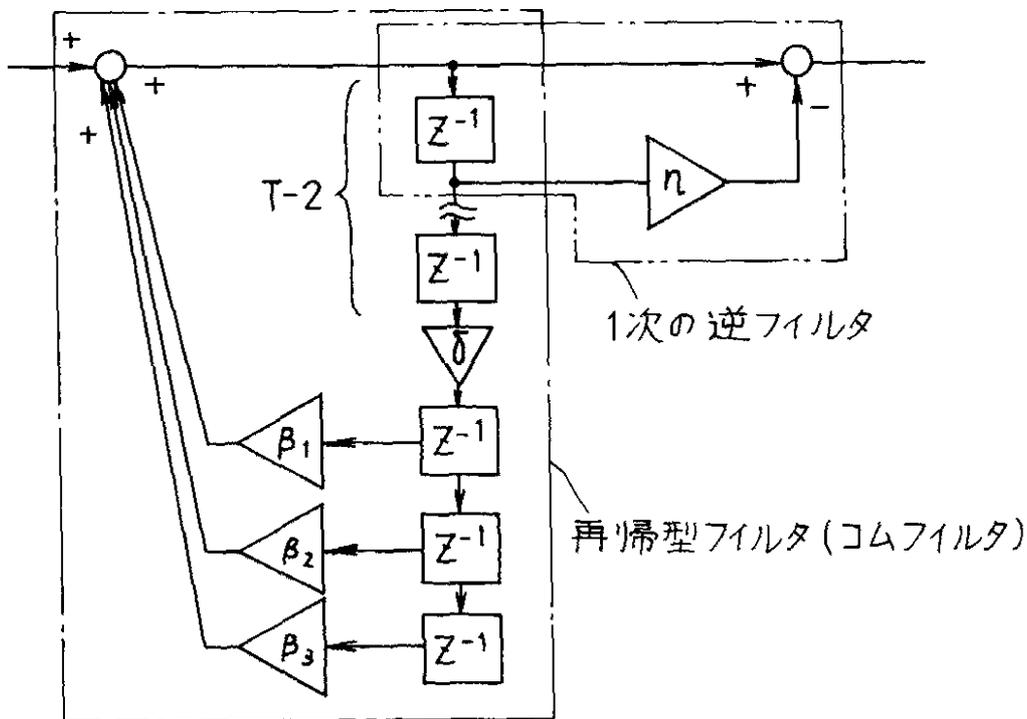
【第1図】



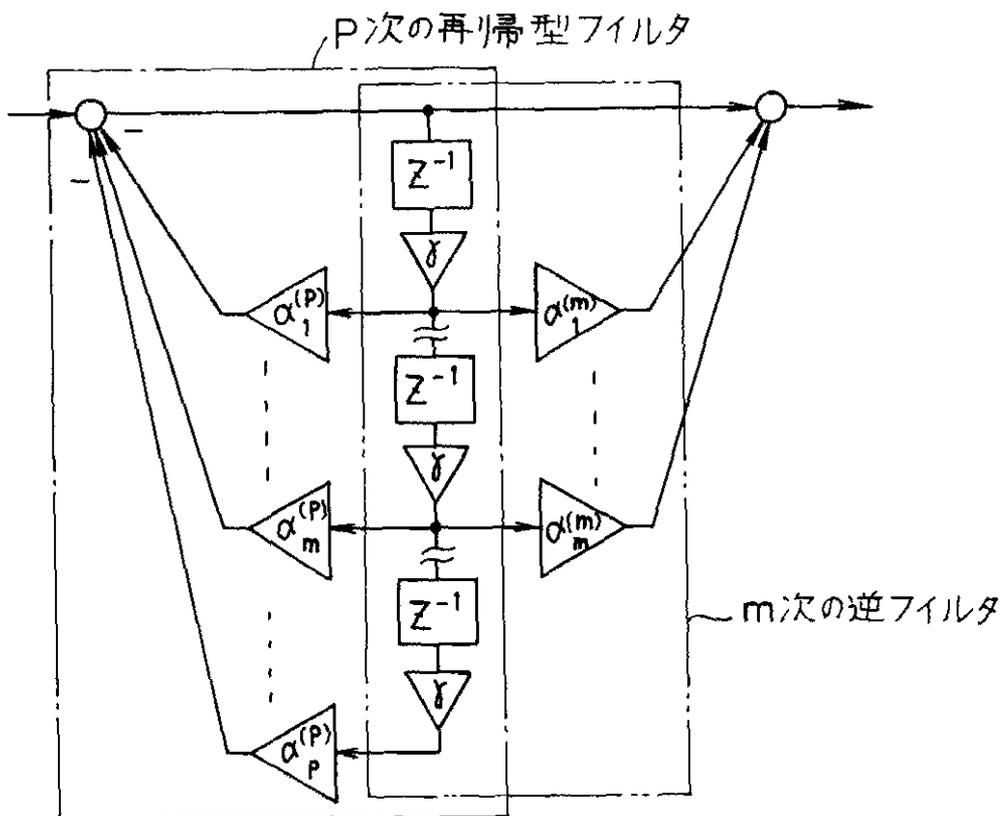
【第2図】



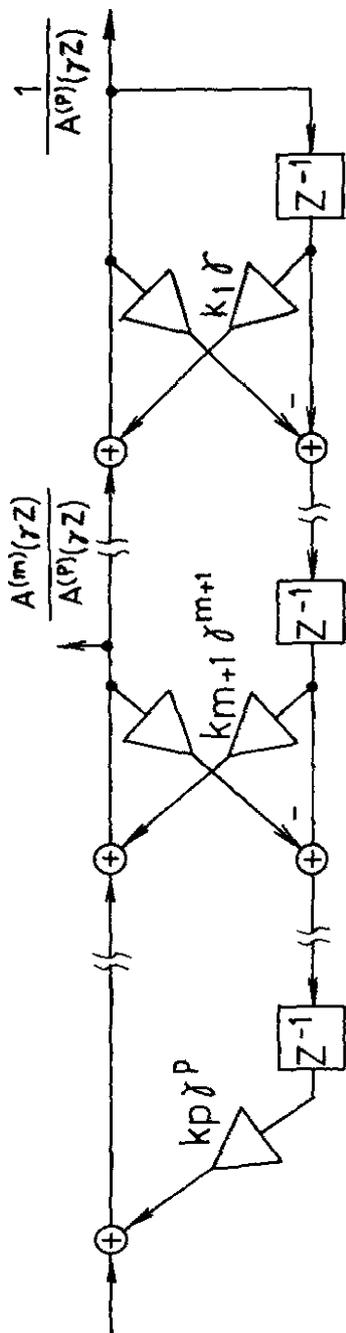
【第3図】



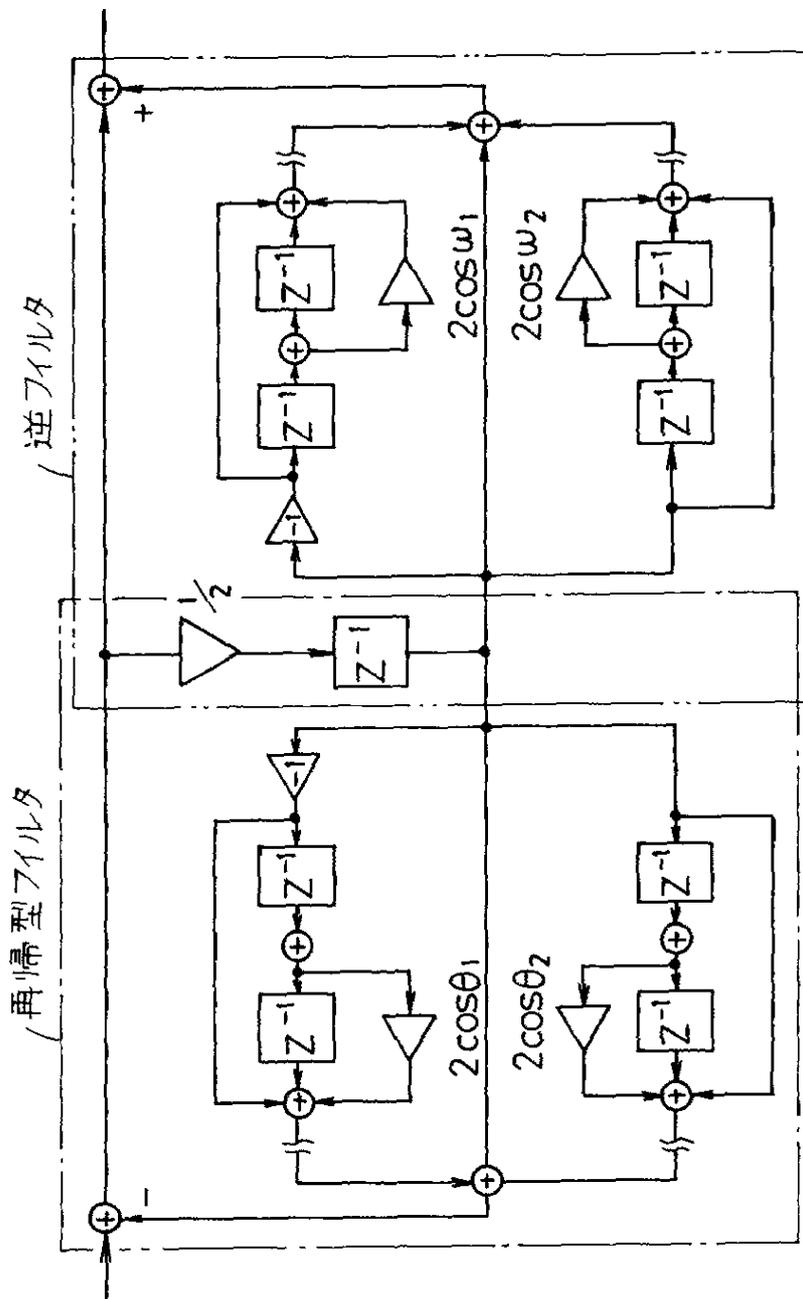
【第4図】



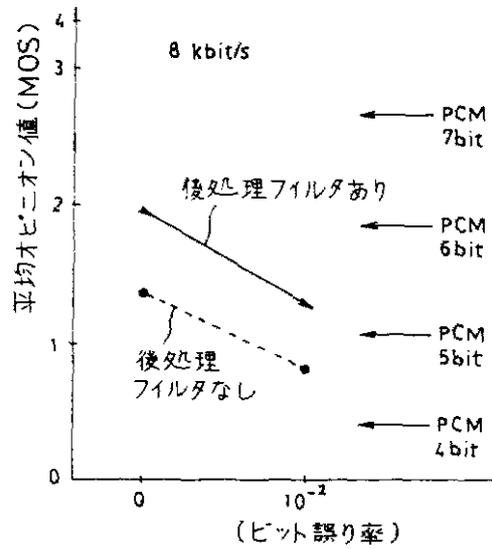
【第5図】



【第6図】



【第7図】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 IEEE Journal on Selected Areas in Communicatiions, Vol. 6, No. 2, February, 1988, P. 364 - 382, V. Ramamoorthy et al, "Enhancement of ADPCM Speech Coding with Backward-Adaptive Algorithms for Postfiltering and Noise Feedback"