

(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 5 3 8 6 8 号

(P 3 3 5 3 8 6 8)

(45)発行日 平成14年12月3日(2002.12.3)

(24)登録日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(51)Int. Cl.⁷ 識別記号
G 1 0 L 19/02
19/00

F I
G 1 0 L 7/04 G
9/18 A
M

請求項の数 3

(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-261236
(22)出願日 平成7年10月9日(1995.10.9)
(65)公開番号 特開平9-106299
(43)公開日 平成9年4月22日(1997.4.22)
審査請求日 平成10年11月17日(1998.11.17)

(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 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
(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
(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
(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】音響信号変換符号化方法および復号化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 楽音や音声の音響信号を符号化する方法であって、
入力音響信号をフレーム単位に、周波数領域に変換する第 1 の段階と、
上記第 1 の段階で得られた周波数領域係数をフレーム単位に、重要度の高い部分係数のみ符号化する第 2 の段階とを備え、
上記第 2 段階は、抽出された部分係数値の大きい順に並び替える第 3 の段階と、その並び替えた順序情報を符号化する第 4 の段階と、上記抽出された部分係数の値を符号化する第 5 の段階とからなり、
上記第 5 の段階は、係数値の大きな係数から順に符号化してゆき、2 番目以降を符号化する際、直前に符号化した係数を復号化し、この復号値で正規化してから符号化

2

を行うことを特徴とした音響信号変換符号化方法。

【請求項 2】 上記第 2 の段階における重要度の高い部分サンプルは、聴覚的に重要な部分係数であることを特徴とした請求項 1 記載の音響信号変換符号化方法。

【請求項 3】 楽音や音声の音響信号を復号化する方法であって、

フレーム単位に、周波数領域の部分係数を復号化して、周波数領域係数を得る第 1 の段階と、

上記周波数領域係数をフレーム単位に時間領域の信号に変換する第 2 の段階とを備え、

上記第 1 の段階は、入力されたサンプル値インデックスより複数の周波数領域係数を復号化する第 3 の段階と、入力されたサンプル順序インデックスより並び替え前の係数番号を復号化する第 4 の段階と、上記復号化された複数の周波数領域係数を、その大きい順に上記復号化さ

10

れた係数番号の位置に並べ替えて上記周波数領域係数を
得る第5の段階とからなり、

上記第4の段階は、係数値の大きいものから順に復号化
してゆき、2番目以降の復号化では、直前の復号化結果
で現在の復号化結果を逆正規化して、係数値を得るこ
とを特徴とした音響信号復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はオーディオ信号、
特に音楽信号や音声信号などの音響信号を、周波数領域
係数に変換し、その周波数領域係数をできるだけ少ない
情報量でデジタル符号化する符号化方法、およびその
符号化音響信号を復号化する復号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、オーディオ信号を高効率に符号化
する方法として、原音をフレームと呼ばれる5～50ms
程度の一定間隔の区間に分割し、その1フレームの信
号に時間-周波数変換（フーリエ変換）を行って得た周
波数領域係数（周波数軸上のそれぞれの点におけるサン
プル値）を、その周波数特性の包絡形状（スペクトラム
概形）と、周波数領域係数をスペクトラム概形で平坦化
して得られる残差係数との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。このような符号
化法として、適応スペクトラム聴感制御エントロピー符
号化法（ASPEC：Adaptive Spectral Perceptual Entropy
Coding）や、重み付きベクトル量子化による変換符号
化法（TCWVQ：Transform Coding with Weighted Vector
Quantization）、エムペグオーディオ・レイヤ3方式
（MPEG-Audio Layer III）などがある。それぞれの技
術については、K.Brandenburg, J.Herre, J.D.Johnston
etal: "ASPEC: Adaptive spectral entropy coding
of high quality music signals", Proc. AES '91 およ
びT.Moriya, H.Suda: "An 8 Kbit/s transform coder for
noisy channels," Proc. ICASSP '89, pp196-199および
ISO/IEC 標準IS-11172-3に述べられている。

【0003】これらの符号化法では、高効率な符号化を
実現するためには、残差係数はできるだけ周波数特性が
平坦であることが望ましい。このため、上述のASPEC や
MPEG-Audio Layer IIIでは、周波数領域係数をいくつか
の小帯域に分割し、小帯域内の信号を、帯域の強さを表
すスケーリングファクタと呼ばれる値で割ることによ
って正規化する事によって周波数特性の平坦化をはかる。
すなわち、図3に示すように入力端子11から入力され
たデジタル化された音響入力信号は時間-周波数変換
部（変形離散コサイン変換：MDCT）2により周波数
領域係数に変換され、この周波数領域係数は帯域分割部
3により複数の小帯域に分割され、これら小帯域信号は
それぞれ代表値計算・量子化部4₁～4_nでその平均値
または最大値などの帯域の強さを表す代表値（スケー
リングファクタ）が計算され、かつそのスケーリングファ

クタは量子化されて、全体として周波数領域係数の概形
が得られる。前記分割された各小帯域信号は正規化部5
₁～5_nでそれぞれ対応する帯域の前記量子化されたス
ケーリングファクタで正規化され帯域残差係数とされ、
これら正規化によって得られた帯域残差係数は量子化部
6で帯域合成されスペクトラム残差を得る。その結果、
時間-周波数変換部2により得られた前記周波数領域係
数はその周波数特性の概形が取り除かれ、平坦化された
残差係数となりその残差係数は量子化される。この残差
係数の量子化を示すインデックスI_Rと、前記各代表値
を量子化したインデックスI_Pとがそれぞれ復号器へ送出さ
れる。

【0004】この方法よりも高効率な周波数領域係数の
平坦化方法として、線形予測分析を用いる方法がある。
周知のように、線形予測係数は入力信号の周波数特性を
平坦化するように動作する線形予測フィルタ（逆フィル
タと呼ばれている）のインパルス応答を表している。こ
の方法では、図4に示すように端子11に与えられたデ
ジタル音響信号を線形予測分析・予測係数量子化部7
で線形予測し、得られた線形予測係数を線形予測分析フ
ィルタ、いわゆる逆フィルタ8にフィルタ係数として設
定し、この線形予測分析フィルタ8を端子11からの入
力信号で駆動することによって周波数特性の平坦化され
た残差信号を得る。この残差信号を時間-周波数変換部
（離散コサイン変換：DCT）2で周波数領域の信号、
すなわち残差係数に変換し、残差量子化部6で量子化
し、その量子化を表すインデックスI_Rと線形予測係数
を量子化したインデックスI_Pとを復号器へ送出する。
この方法は、TCWVQで用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】周波数領域に変換され
た全サンプルのうち、聴覚的に重要性の高いサンプルは
一部であり、重要性の低いサンプルは再生しなくても音
質の劣化は小さい。そこで、聴覚的に重要性の高いサン
プルのみ符号化情報を与え、残りのサンプルは再生し
ないようにすれば高い量子化能率が得られる。しかし、
上述の従来の符号化方法では、サンプルごとの再生/非
再生の選択は行われていなかった。

【0006】この発明の目的は、変換符号化の方法で信
号を少ない情報量で符号化するとき、周波数領域係数の
全サンプルのうち必要なものだけを選択して能率良く符
号化する方法およびその復号化方法を提供することにあ
る。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明の符号化方法
は、時間-周波数変換して得られた周波数領域係数の全
サンプルのうち、重要度の高い部分、係数（サンプル）
を符号化する。この重要度の高い部分係数とは聴覚的に
重要な係数（サンプル）であり、聴覚的に重要なもの
としては係数値（振幅）の大きい順に所定数、更に係数値

の大きさと、係数の分布状態とを考慮する。

【0008】部分係数の符号化は、抽出された部分係数を値の大きい順に並べ替え、その並べ替えた順序情報（周波数係数番号（位置））を符号化し、かつ抽出された部分係数の値を符号化することである。この係数値の符号化は値の大きい順に符号化してゆき、2番目以降とその直前の符号化係数を復号し、その復号値で正規化したあと符号化する。

【0009】この発明の復号化方法では、フレーム単位毎に周波数領域の部分係数を復号化して周波数領域係数を得、この周波数領域係数をフレーム単位で時間領域信号に変換する。周波数領域係数（サンプル）を得るには、入力されたサンプル値インデックスより複数の周波数係数（サンプル）を復号化し、また入力されたサンプル順序インデックスより並べ替え、その係数（サンプル）の番号（位置）を復号化し、この復号化係数番号に、復号化された複数の周波数領域係数を、その大きい順に位置させて並べ替えて周波数領域係数を得る。サンプル値インデックスの復号化は係数値の大きいものから順に復号化してゆき、2番目以降の復号化は、直前の復号化結果で現在の復号化結果を逆正規化して係数値（サンプル）を得る。

【0010】この発明では、不要係数（サンプル）は間引いてしまい、情報量を与えないので、情報量の割り当てを容易にでき、不快なノイズを発生しにくい。また、符号化する係数（サンプル）を大きい順に並べることにより、適応的ビット割り当ての効果も得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】この発明の符号化方法および復号化方法の実施例を適用した符号器および復号器の構成例を図1に示す。時間系列である入力信号は変換手段2で時間-周波数変換が施されて周波数領域係数が生成される。この変換方法としては、離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transformation, DCT) や変形離散コサイン変換 (Modified Discrete Cosine Transformation, MDCT) を用いることができる。この周波数領域係数はサンプル抽出手段12で、フレームごとに、重要度の高いサンプルから順に許されたサンプル数だけ抽出される。この抽出の方法は、係数値（振幅）の大きいものから順でもよいし、スペクトル概形を求め、これを0.5程度の係数でべき乗して多少強弱を強調し、この強弱を強調したスペクトル概形で周波数領域係数を平坦化し、その係数値（振幅）の大きいものから順に抽出してもよい。これは聴覚的に重要なものは必ずしも係数値の大きい順でないことがあり、このような平坦化により、小さい係数値が相対的に大きくされ、平坦化しないで抽出した場合には抽出されないものが抽出されることがある。なお、スペクトル概形で周波数領域係数を平坦化すると、平坦になり過ぎるので、0.5程度でべき乗したものをを用いる。更に係数値（振幅）の大きい順に抽出する場合に限らず、例え

ば係数値の分布を考慮して抽出してもよい。すなわち通常に低域にエネルギーが集中し、係数値の大きい順のみでは低域成分のみしか抽出されない傾向にある。しかし、周波数領域係数の分布が低域と高域とに離れて分布している場合は、高域の係数値が可なり小さくても、耳に聞こえることがある。従って、そのような場合は低域側抽出数を制限して、高域側から残りの分を抽出する。要は聴覚的に重要な部分のサンプルを抽出する。抽出する数は、例えば1000サンプル中60~200程度とする。この数は割り当てられた符号化ビット数により異なる。このようにして抽出サンプルはサンプル並べ替え手段13により係数値（振幅）の大きい順に並べ替えられる。

【0012】この並べ替えられたサンプルの順序情報はサンプル順序符号手段14により符号化される。この符号化の方法は、各サンプル番号を2進数に変換したものを並べ替えられた順に送出してもよく、あるいはサンプル番号列をハフマン符号化して送出しても良い。ハフマン符号化する場合、ハフマン符号テーブルを複数用意し、符号化ビット数が最小になるテーブルを選択するようにしても良い。

【0013】一方、並べ替えられたサンプル列の係数値は符号化手段15で符号化される。この符号化方法の一例を図2Aに示す。この方法では、係数値（振幅）の大きいサンプルから順に符号化してゆく。まず、第1サンプルを量子化手段16₁で量子化して第1インデックスI_{R1}を出力し、次にその第1インデックスI_{R1}を復号化手段17₁で復号化し、この復号化値で第2サンプルを正規化手段18₁で正規化し、その正規化された値を量子化手段16₂で量子化し、第2インデックスI_{R2}を出力する。次にその第2インデックスI_{R2}を復号化手段17₂で復号化し、その復号化出力を逆正規化手段19₁で符号化手段17₁の復号化出力により逆正規化して第2サンプルと対応した復号化出力を得、これにより第3サンプルを正規化手段18₂で正規化し、その正規化出力を量子化手段16₃で量子化して第3インデックスI_{R3}を出力する。第3インデックスI_{R3}を復号化手段17₃で復号化し、その復号化出力を逆正規化手段19₂で逆正規化手段19₁の出力により逆正規化し、その逆正規化出力で第4サンプルを正規化した後量子化する。以下同様の処理を全サンプルを量子化するまで繰り返す。また、複数のサンプル値をまとめてベクトル量子化してもよい。ベクトル量子化は、1フレーム分のサンプル値を一括して行っても良い、1フレーム分のサンプル値列をサブベクトルに分割して行っても良い。

【0014】サンプル順序符号化手段14よりのサンプル順序インデックスI_sとサンプル値符号化手段15よりのサンプル値インデックスI_Rとが符号器20より符号化結果として出力される。復号器21においては入力されたサンプル値インデックスI_Rをサンプル値復号化

手段 2 2 で復号化されてサンプル値が生成される。図 2 A に示した符号化と対応する復号化方法の一例を図 2 B に示す。この方法では、大きいサンプルから順に復号化してゆく。まず、第 1 インデックス I_{R1} を復号化手段 2 3₁ で復号化して第 1 サンプルを得る。次に、第 2 インデックス I_{R2} を復号化手段 2 3₂ で復号化し、その復号化出力を復号化された第 1 サンプルで逆正規化手段 2 4₁ により逆正規化を行い、第 2 サンプルを得る。この要領で順次復号化してゆく。符号化側でベクトル量子化を行った場合には、インデックス I_R はベクトル量子化の復号を行い、サンプル値列を再構成する。サブベクトルに分割してからベクトル量子化をした場合には、復号ベクトルの各係数値(サンプル値)を分割時のルールに従って順序を並べ直す。なお、図 2 A に示した量子化法は第 1 サンプルではより多くのビットを割り当てて量子化を行い、以下第 2, 第 3... サンプルにいくに従い、割り当てるビット数を少なくする。

【0015】図 1 の説明に戻って、復号器 2 1 に入力されたサンプル順序インデックス I_s はサンプル順序復号化手段 2 5 で復号化され、サンプル番号が生成される。この復号化の方法は、符号化法と対して 2 進数化されたサンプル番号を復元し、あるいはハフマン符号化されたインデックスを復号化し、複数用意されたハフマン符号テーブルの中から指定された符号テーブルに従ってインデックスを復号化する。テーブル指定の情報は符号器 2 0 から送られる。

【0016】サンプル値復号化手段 2 2 で復号された各サンプル値は、サンプル順序復号化手段 2 5 で得られたサンプル番号(順序)に従って周波数領域係数再構築手

段 2 6 で並べ直され、符号器 2 0 のサンプル並べ替え手段 1 3 での並べ替え前の周波数領域係数が再構築される。この再生された周波数領域係数は時間 - 周波数逆変換手段 2 7 により、時間領域の信号に逆変換され、復号化信号として出力される。この逆変換方法としては、符号器 2 0 の周波数領域の変換法と対応して逆離散コサイン変換 (Inverse Discrete Cosine Transformation, IDCT) や逆変形離散コサイン変換 (Inverse Modified Discrete Cosine Transformation, IMDCT) が用いられる。

【0017】

【発明の効果】以上述べたように、この発明の符号化方法によれば情報量の割り当てが能率的に実現可能であり、これと対応したこの発明の復号化方法によれば不快なノイズを発生しにくい復号器を構成できる。また、この発明の符号化方法では要求される品質に応じて抽出サンプルを追加することによって階層符号化を容易に構成できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の符号化方法、復号化方法の各実施例をそれぞれ適用した符号器、復号器の各構成を示すブロック図。

【図 2】A は図 1 中のサンプル値符号化手段 1 5 の一例を示すブロック図、B は図 1 中のサンプル値復号化手段 2 2 の一例を示すブロック図である。

【図 3】信号の周波数特性をスケールングファクタによって平坦化する従来の変換符号器を示すブロック図。

【図 4】信号の周波数特性を線形予測分析フィルタで平坦化する従来の変換符号器を示すブロック図。

【図 3】

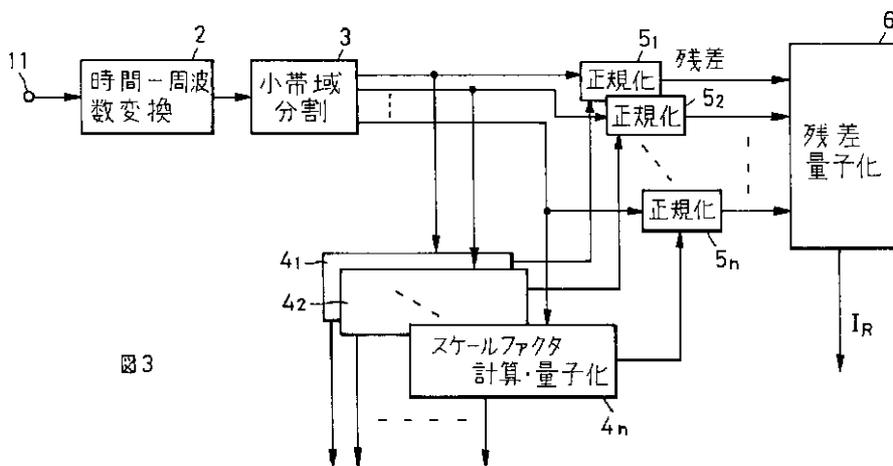


図 3

(5)

【図1】

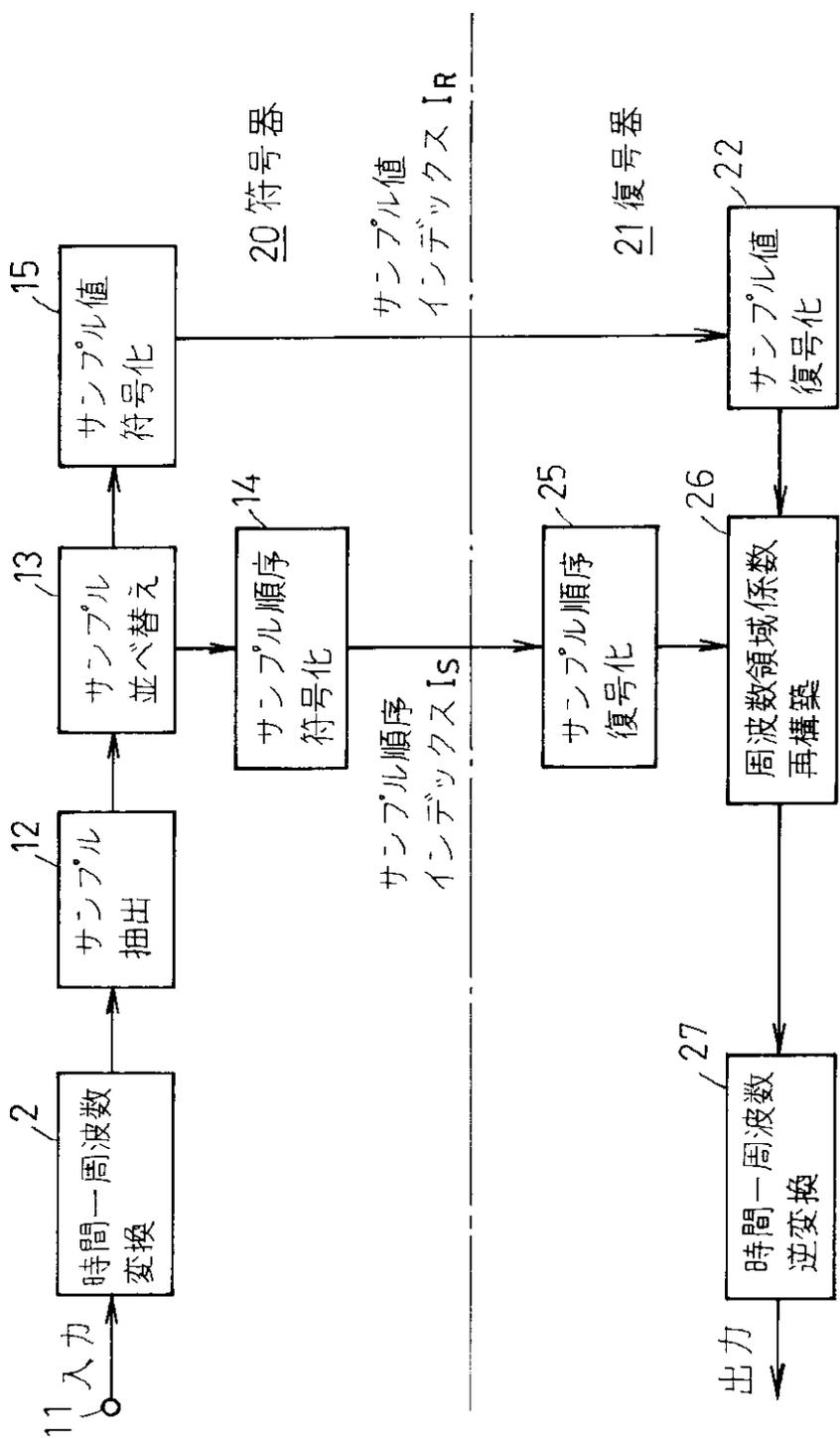


図1

【図 2】

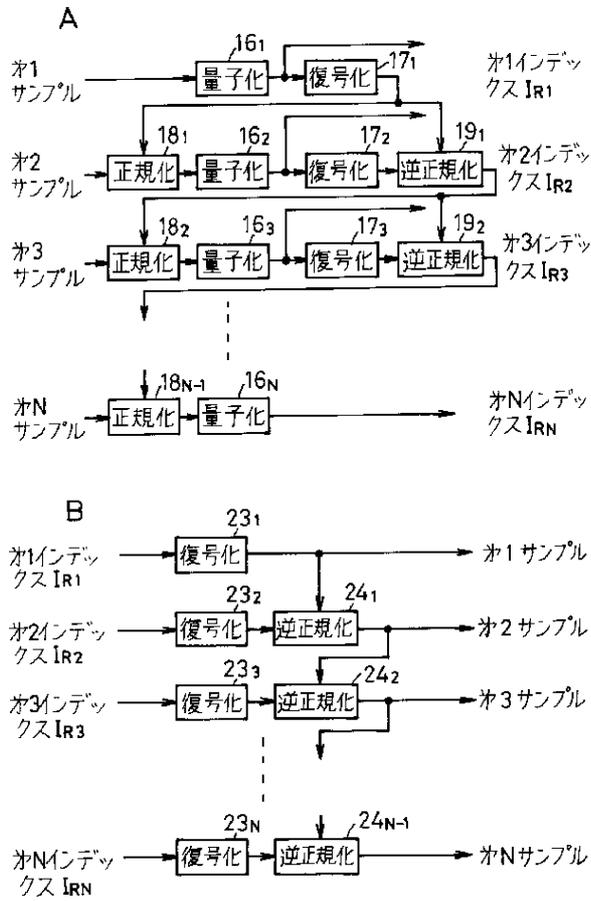


図 2

【図 4】

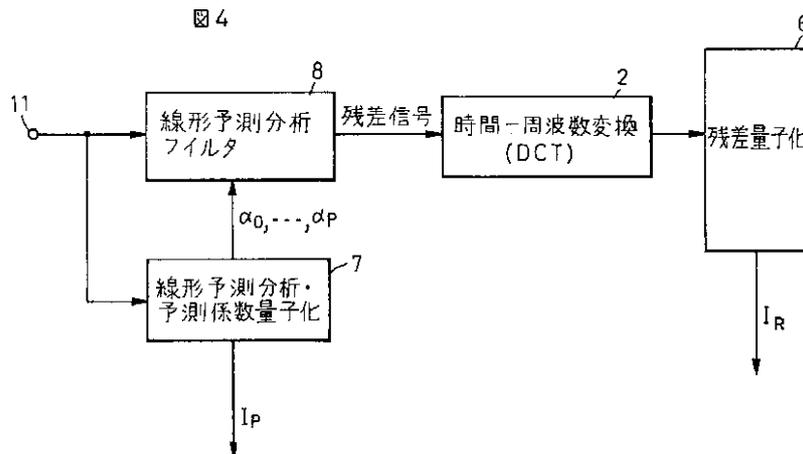


図 4

フロントページの続き

(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

(56)参考文献 特開 平 4 - 63400 (J P , A)
特開 昭 64 - 53642 (J P , A)
特開 昭 63 - 37400 (J P , A)
特開 昭 63 - 142399 (J P , A)
特開 平 6 - 259099 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

G10L 19/00 - 19/02

G10H 1/00

H03M 7/30