

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6499206号  
(P6499206)

(45) 発行日 平成31年4月10日(2019.4.10)

(24) 登録日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl.	F I
G 1 O L 19/038 (2013.01)	G 1 O L 19/038
G 1 O L 19/16 (2013.01)	G 1 O L 19/16 I O O A
G 1 O L 25/03 (2013.01)	G 1 O L 25/03

請求項の数 18 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2016-572109 (P2016-572109)	(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一丁目5番1号
(86) (22) 出願日	平成28年1月27日(2016.1.27)	(73) 特許権者	504137912 国立大学法人 東京大学 東京都文京区本郷七丁目3番1号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/052362	(74) 代理人	100121706 弁理士 中尾 直樹
(87) 国際公開番号	W02016/121824	(74) 代理人	100128705 弁理士 中村 幸雄
(87) 国際公開日	平成28年8月4日(2016.8.4)	(74) 代理人	100147773 弁理士 義村 宗洋
審査請求日	平成29年7月4日(2017.7.4)	(72) 発明者	守谷 健弘 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2015-17690 (P2015-17690)		
(32) 優先日	平成27年1月30日(2015.1.30)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パラメータ決定装置、方法、プログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パラメータ $\theta$ 及びパラメータ $\omega$ を正の数として、所定の方法で定められるパラメータ $\theta$ を用いて、時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の絶対値の $\theta$ 乗をパワースペクトルと見做してスペクトル包絡の推定を行うスペクトル包絡推定部と、

上記スペクトル包絡で上記周波数領域サンプル列を除算した系列である白色化スペクトル系列を得る白色化スペクトル系列生成部と、

パラメータ $\omega$ を形状パラメータとする一般化ガウス分布が上記白色化スペクトル系列のヒストグラムを近似するパラメータ $\omega$ を求めるパラメータ取得部と、

を含むパラメータ決定装置。

【請求項2】

請求項1のパラメータ決定装置であって、

上記パラメータ取得部で求まるパラメータ $\omega$ を上記所定の方法で定められるパラメータ $\theta$ とする、上記スペクトル包絡推定部、上記白色化スペクトル系列生成部及び上記パラメータ取得部の処理を更に1回以上行う、

パラメータ決定装置。

【請求項3】

請求項1又は2のパラメータ決定装置であって、

$q_1$ 、 $q_2$ を予め定めた異なる正の整数として、上記パラメータ取得部は、上記白色化スペクトル系列の $q_1$ 次モーメントである $m_{q_1}$ の値と上記白色化スペクトル系列の $q_2$ 次モーメン

トである $m_{q_2}$ の値とに基づき上記パラメータ を求める、  
パラメータ決定装置。

【請求項 4】

請求項 3 のパラメータ決定装置であって、  
N を所定の正の数とし、 $k=0, 1, \dots, N-1$  とし、上記白色化スペクトル系列の各値を $X_w(k)$  とし、 をガンマ関数とし、 $F^{-1}$  を関数 $F$ の逆関数として、上記パラメータ取得部が求めるは、以下の式により定義される、

【数 15】

$$\eta = F'^{-1} \left( \frac{m_{q_1}}{(m_{q_2})^{q_1/q_2}} \right) \quad 10$$

$$F'(\eta) = \frac{\Gamma((q_1 + 1)/\eta)}{(\Gamma(1/\eta))^{1-q_1/q_2} (\Gamma((q_2 + 1)/\eta))^{q_1/q_2}}$$

$$m_{q_1} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_w(k)|^{q_1}, \quad m_{q_2} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_w(k)|^{q_2}$$

パラメータ決定装置。

20

【請求項 5】

請求項 4 のパラメータ決定装置であって、  
上記パラメータ取得部は、上記白色化スペクトル系列に基づいて $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ を計算し、予め用意しておいた異なる複数の、 と対応する $F( )$ のペアを参照して、計算された $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ に最も近い $F( )$ に対応する を取得する、  
パラメータ決定装置。

【請求項 6】

請求項 4 のパラメータ決定装置であって、  
上記逆関数 $F^{-1}$ の近似曲線関数を $\sim F^{-1}$ として、  
上記パラメータ取得部は、上記白色化スペクトル系列に基づいて $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ を計算し、上記近似曲線関数 $\sim F^{-1}$ に計算された $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ を入力したときの出力値を計算することにより を求める、  
パラメータ決定装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 から 6 の何れかのパラメータ決定装置において、  
上記パラメータ決定装置は、各フレームごとにパラメータ を求めるものであり、  
現在パラメータ を求めようとしているフレームの上記所定の方法で定められるパラメータ  $\theta_0$  は、現在パラメータ を求めようとしているフレームよりも前のフレームで求めた である、  
パラメータ決定装置。

40

【請求項 8】

請求項 1 から 7 の何れかのパラメータ決定装置であって、  
上記時系列信号は音信号であり、  
上記パラメータ は、上記音信号の特徴を表すパラメータである、  
パラメータ決定装置。

【請求項 9】

パラメータ  $\theta_0$  及びパラメータ を正の数として、所定の方法で定められるパラメータ  $\theta_0$  を用いて、時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の絶対値の  $\theta_0$  乗をパワースペクトルと見做してスペクトル包絡の推定を行うスペクトル包絡推定ステップと、  
上記スペクトル包絡で上記周波数領域サンプル列を除算した系列である白色化スペクトル

50

ル系列を得る白色化スペクトル系列生成ステップと、

パラメータ を形状パラメータとする一般化ガウス分布が上記白色化スペクトル系列のヒストグラムを近似するパラメータ を求めるパラメータ取得ステップと、  
を含むパラメータ決定方法。

【請求項 10】

請求項 9 のパラメータ決定方法であって、

上記パラメータ取得ステップで求まるパラメータ を上記所定の方法で定められるパラメータ  $\eta$  とする、上記スペクトル包絡推定ステップ、上記白色化スペクトル系列生成ステップ及び上記パラメータ取得ステップの処理を更に 1 回以上行う、

パラメータ決定方法。

10

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 のパラメータ決定方法であって、

$q_1$ 、 $q_2$ を予め定めた異なる正の整数として、上記パラメータ取得ステップは、上記白色化スペクトル系列の $q_1$ 次モーメントである $m_{q_1}$ の値と上記白色化スペクトル系列の $q_2$ 次モーメントである $m_{q_2}$ の値とに基づき上記パラメータ を求める、

パラメータ決定方法。

【請求項 12】

請求項 11 のパラメータ決定方法であって、

$N$ を所定の正の数とし、 $k=0, 1, \dots, N-1$ とし、上記白色化スペクトル系列の各値を $X_w(k)$ とし、 をガンマ関数とし、 $F^{-1}$ を関数 $F$ の逆関数として、上記パラメータ取得ステップが求める は、以下の式により定義される、

20

【数 16】

$$\eta = F^{-1} \left( \frac{m_{q_1}}{(m_{q_2})^{q_1/q_2}} \right)$$

$$F'(\eta) = \frac{\Gamma((q_1+1)/\eta)}{(\Gamma(1/\eta))^{1-q_1/q_2} (\Gamma((q_2+1)/\eta))^{q_1/q_2}}$$

$$m_{q_1} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_w(k)|^{q_1}, \quad m_{q_2} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_w(k)|^{q_2}$$

30

パラメータ決定方法。

【請求項 13】

請求項 12 のパラメータ決定方法であって、

上記パラメータ取得ステップは、上記白色化スペクトル系列に基づいて $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ を計算し、予め用意しておいた異なる複数の、 と対応する  $F( )$  のペアを参照して、計算された $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ に最も近い  $F( )$  に対応する を取得する、

パラメータ決定方法。

【請求項 14】

40

請求項 12 のパラメータ決定方法であって、

上記逆関数 $F^{-1}$ の近似曲線関数を $\sim F^{-1}$ として、

上記パラメータ取得ステップは、上記白色化スペクトル系列に基づいて $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ を計算し、上記近似曲線関数 $\sim F^{-1}$ に計算された $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ を入力したときの出力値を計算することにより を求める、

パラメータ決定方法。

【請求項 15】

請求項 9 から 14 の何れかのパラメータ決定方法において、

上記パラメータ決定方法は、各フレームごとにパラメータ を求めるものであり、

現在パラメータ を求めようとしているフレームの上記所定の方法で定められるパラメ

50

ータ<sub>0</sub>は、現在パラメータ<sub>0</sub>を求めようとしているフレームよりも前のフレームで求めたものである、

パラメータ決定方法。

【請求項16】

請求項9から15の何れかのパラメータ決定方法であって、

上記時系列信号は音信号であり、

上記パラメータ<sub>0</sub>は、上記音信号の特徴を表すパラメータである、

パラメータ決定方法。

【請求項17】

請求項1から8の何れかのパラメータ決定装置の各部としてコンピュータを機能させるためのプログラム。 10

【請求項18】

請求項1から8の何れかのパラメータ決定装置の各部としてコンピュータを機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、音信号などの時系列信号の符号化技術において、音信号等の時系列信号の特徴を表すパラメータを決定する技術に関する。

【背景技術】 20

【0002】

音信号等の時系列信号の特徴を表すパラメータとして、LSP等のパラメータが知られている（例えば、非特許文献1参照）。

【0003】

LSPは、複数次なので直接的に音の分類や区間推定に使うのは扱いが難しい場合がある。例えば、LSPは複数次であるため、LSPを用いた閾値に基づく処理は容易とは言えない。

【0004】

ところで、公知とはなっていないが、発明者によりパラメータ<sub>0</sub>が提案されている。このパラメータ<sub>0</sub>は、例えば3GPP EVS (Enhanced Voice Services) 規格で使われているような線形予測包絡を利用する周波数領域の係数の量子化値を算術符号化する符号化方式において、算術符号の符号化対象の属する確率分布を定める形状パラメータである。パラメータ<sub>0</sub>は、符号化対象の分布と関連性を有しており、パラメータ<sub>0</sub>を適宜定めると効率の良い符号化及び復号を行うことが可能である。 30

【0005】

また、パラメータ<sub>0</sub>は、時系列信号の特徴を表す指標と成り得る。このため、パラメータ<sub>0</sub>は、上記符号化処理以外の技術、例えば音の分類や音区間の推定等の音響関連技術に用いることができる。

【0006】

さらに、パラメータ<sub>0</sub>は1次の値であるため、パラメータ<sub>0</sub>を用いた閾値に基づく処理はLSPを用いた閾値に基づく処理と比較すると容易である。このため、パラメータ<sub>0</sub>は、音の分類や区間推定に容易に用いることができる。 40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】守谷健弘，「高圧縮音声符号化の必須技術：線スペクトル対（LSP）」，NTT技術ジャーナル，2014年9月，P. 58 - 60

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】 50

パラメータ を決定する技術はこれまで提案されていなかった。

【0009】

本発明は、パラメータ を決定するパラメータ決定装置、方法、プログラム及び記録媒体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様によるパラメータ決定装置によれば、パラメータ<sub>0</sub>及びパラメータ<sub>1</sub>を正の数として、所定の方法で定められるパラメータ<sub>0</sub>を用いて、時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の絶対値の<sub>0</sub>乗をパワースペクトルと見做してスペクトル包絡の推定を行うスペクトル包絡推定部と、スペクトル包絡で上記周波数領域サンプル列を除外した系列である白色化スペクトル系列を得る白色化スペクトル系列生成部と、パラメータ<sub>1</sub>を形状パラメータとする一般化ガウス分布が上記白色化スペクトル系列のヒストグラムを近似するパラメータ<sub>1</sub>を求めるパラメータ取得部と、を備えている。

10

【発明の効果】

【0011】

パラメータ を決定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】パラメータ決定装置の例を説明するためのブロック図。

【図2】パラメータ決定方法の例を説明するためのフローチャート。

20

【図3】一般化ガウス分布を説明するための図。

【図4】符号化装置の例を説明するためのブロック図。

【図5】符号化方法の例を説明するためのフローチャート。

【図6】符号化部の処理の例を説明するためのフローチャート。

【図7】符号化部の例を説明するためのブロック図。

【図8】符号化部の例を説明するためのブロック図。

【図9】本発明の復号装置の例を説明するためのブロック図。

【図10】復号方法の例を説明するためのフローチャート。

【図11】復号部の処理の例を説明するためのフローチャート。

【図12】音分類装置の例を説明するためのブロック図。

30

【図13】音分類方法の例を説明するためのフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0013】

[パラメータ決定装置及び方法]

パラメータ決定装置の構成例を図1に示す。パラメータ決定装置は、図1に示すように、周波数領域変換部41と、スペクトル包絡推定部42と、白色化スペクトル系列生成部43と、パラメータ取得部44とを例えば備えている。スペクトル包絡推定部42は、線形予測分析部421及び非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部422を例えば備えている。例えばこのパラメータ決定装置により実現されるパラメータ決定方法の各処理の例を図2に示す。

40

【0014】

以下、図1の各部について説明する。

【0015】

<周波数領域変換部41>

周波数領域変換部41には、時系列信号である時間領域の音信号が入力される。音信号の例は、音声デジタル信号又は音響デジタル信号である。

【0016】

周波数領域変換部41は、所定の時間長のフレーム単位で、入力された時間領域の音信号を周波数領域のN点のMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ に変換する。Nは正の整数である。

50

## 【 0 0 1 7 】

得られたMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ は、スペクトル包絡推定部 4 2 及び白色化スペクトル系列生成部 4 3 に出力される。

## 【 0 0 1 8 】

特に断りがない限り、以降の処理はフレーム単位で行われるものとする。

## 【 0 0 1 9 】

このようにして、周波数領域変換部 4 1 は、音信号に対応する、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列を求める（ステップ C 4 1）。

## 【 0 0 2 0 】

< スペクトル包絡推定部 4 2 >

スペクトル包絡推定部 4 2 には、周波数領域変換部 4 1 が得たMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ が入力される。

10

## 【 0 0 2 1 】

スペクトル包絡推定部 4 2 は、所定の方法で定められるパラメータ  $\alpha_0$  に基づいて、時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の絶対値の  $\alpha_0$  乗をパワースペクトルとして用いたスペクトル包絡の推定を行う（ステップ C 4 2）。

## 【 0 0 2 2 】

推定されたスペクトル包絡は、白色化スペクトル系列生成部 4 3 に出力される。

## 【 0 0 2 3 】

スペクトル包絡推定部 4 2 は、例えば以下に説明する線形予測分析部 4 2 1 及び非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 4 2 2 の処理により、非平滑化振幅スペクトル包絡系列を生成することによりスペクトル包絡の推定を行う。

20

## 【 0 0 2 4 】

パラメータ  $\alpha_0$  は所定の方法で定められるとする。例えば、 $\alpha_0$  を 0 より大きい所定の数とする。例えば、 $\alpha_0 = 1$  とする。また、現在パラメータ  $\alpha_0$  を求めようとしているフレームよりも前のフレームで求めた  $\alpha_0$  を用いてもよい。現在パラメータ  $\alpha_0$  を求めようとしているフレーム（以下、現フレームとする。）よりも前のフレームとは、例えば現フレームのよりも前のフレームであって現フレームの近傍のフレームである。現フレームの近傍のフレームは、例えば現フレームの直前のフレームである。

## 【 0 0 2 5 】

< 線形予測分析部 4 2 1 >

線形予測分析部 4 2 1 には、周波数領域変換部 4 1 が得たMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ が入力される。

30

## 【 0 0 2 6 】

線形予測分析部 4 2 1 は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を用いて、以下の式 (C1) により定義される $\tilde{R}(0), \tilde{R}(1), \dots, \tilde{R}(N-1)$ を線形予測分析して線形予測係数  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  を生成し、生成された線形予測係数  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  を符号化して線形予測係数符号と線形予測係数符号に対応する量子化された線形予測係数である量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ とを生成する。

## 【 0 0 2 7 】

## 【 数 1 】

$$\tilde{R}(k) = \sum_{n=0}^{N-1} |X(n)|^{\alpha_0} \exp\left(-j \frac{2\pi kn}{N}\right), \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(C1)$$

40

## 【 0 0 2 8 】

生成された量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ は、非平滑化スペクトル包絡系列生成部 4 2 2 に出力される。

## 【 0 0 2 9 】

具体的には、線形予測分析部 4 2 1 は、まずMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値

50

の  $\alpha_0$  乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換に相当する演算、すなわち式(C1)の演算を行うことにより、MDCT係数列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  の絶対値の  $\alpha_0$  乗に対応する時間領域の信号列である擬似相関関数信号列  $\sim R(0), \sim R(1), \dots, \sim R(N-1)$  を求める。そして、線形予測分析部 4 2 1 は、求めた擬似相関関数信号列  $\sim R(0), \sim R(1), \dots, \sim R(N-1)$  を用いて線形予測分析を行って、線形予測係数  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  を生成する。そして、線形予測分析部 4 2 1 は、生成された線形予測係数  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  を符号化することにより、線形予測係数符号と、線形予測係数符号に対応する量子化線形予測係数  $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$  とを得る。

【 0 0 3 0 】

線形予測係数  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  は、MDCT係数列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  の絶対値の  $\alpha_0$  乗をパワースペクトルと見做したときの時間領域の信号に対応する線形予測係数である。 10

【 0 0 3 1 】

線形予測分析部 4 2 1 による線形予測係数符号の生成は、例えば従来の符号化技術によって行われる。従来の符号化技術とは、例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をLSPパラメータに変換してLSPパラメータに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をPARCOR係数に変換してPARCOR係数に対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術などである。

【 0 0 3 2 】

このようにして、線形予測分析部 4 2 1 は、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列の絶対値の  $\alpha_0$  乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる擬似相関関数信号列を用いて線形予測分析を行い線形予測係数に変換可能な係数を生成する（ステップ C 4 2 1）。 20

【 0 0 3 3 】

なお、パラメータ決定装置により生成されるパラメータが符号化以外に用いられる場合には、線形予測分析部 4 2 1 は線形予測係数符号の生成はしなくてもよい。

【 0 0 3 4 】

< 非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 4 2 2 >

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 4 2 2 には、線形予測分析部 4 2 1 が生成した量子化線形予測係数  $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$  が入力される。 30

【 0 0 3 5 】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 4 2 2 は、量子化線形予測係数  $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$  に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  を生成する。

【 0 0 3 6 】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  は、白色化スペクトル系列生成部 4 3 に出力される。

【 0 0 3 7 】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 4 2 2 は、量子化線形予測係数  $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$  を用いて、非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  として、式(C2)により定義される非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  を生成する。 40

【 0 0 3 8 】

【 数 2 】

$$\hat{H}(k) = \left( \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \right)^{1/\eta_0} \dots (C2)$$

【 0 0 3 9 】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 4 2 2 は、疑似相関関数信号列に対応する振幅スペクトル包絡の系列を  $1/\sigma_0$  乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を線形予測分析部 4 2 1 により生成された線形予測係数に変換可能な係数に基づいて得ることによりスペクトル包絡の推定を行う（ステップ C 4 2 2）。

【 0 0 4 0 】

< 白色化スペクトル系列生成部 4 3 >

白色化スペクトル系列生成部 4 3 には、周波数領域変換部 4 1 が得た MDCT 係数列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  及び非平滑化振幅スペクトル包絡生成部 4 2 2 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  が入力される。

【 0 0 4 1 】

白色化スペクトル系列生成部 4 3 は、MDCT 係数列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  の各係数を、対応する非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  の各値で除算することにより、白色化スペクトル系列  $X_W(0), X_W(1), \dots, X_W(N-1)$  を生成する。

【 0 0 4 2 】

生成された白色化スペクトル系列  $X_W(0), X_W(1), \dots, X_W(N-1)$  は、パラメータ取得部 4 4 に出力される。

【 0 0 4 3 】

白色化スペクトル系列生成部 4 3 は、例えば、 $k=0, 1, \dots, N-1$  として、MDCT 係数列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  の各係数  $X(k)$  を非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  の各値  $\hat{H}(k)$  で除算することにより、白色化スペクトル系列  $X_W(0), X_W(1), \dots, X_W(N-1)$  の各値  $X_W(k)$  を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$  として、 $X_W(k)=X(k)/\hat{H}(k)$  である。

【 0 0 4 4 】

このようにして、白色化スペクトル系列生成部 4 3 は、例えば非平滑化振幅スペクトル包絡系列であるスペクトル包絡で例えば MDCT 係数列である周波数領域サンプル列を除算した系列である白色化スペクトル系列を得る（ステップ C 4 3）。

【 0 0 4 5 】

< パラメータ取得部 4 4 >

パラメータ取得部 4 4 には、白色化スペクトル系列生成部 4 3 が生成した白色化スペクトル系列  $X_W(0), X_W(1), \dots, X_W(N-1)$  が入力される。

【 0 0 4 6 】

パラメータ取得部 4 4 は、パラメータ  $\phi$  を形状パラメータとする一般化ガウス分布が白色化スペクトル系列  $X_W(0), X_W(1), \dots, X_W(N-1)$  のヒストグラムを近似するパラメータ  $\eta$  を求める（ステップ C 4 4）。言い換えれば、パラメータ取得部 4 4 は、パラメータ  $\phi$  を形状パラメータとする一般化ガウス分布が白色化スペクトル系列  $X_W(0), X_W(1), \dots, X_W(N-1)$  のヒストグラムの分布に近くなるようなパラメータ  $\eta$  を決定する。

【 0 0 4 7 】

パラメータ  $\phi$  を形状パラメータとする一般化ガウス分布は、例えば以下のように定義される。 $\Gamma(x)$  は、ガンマ関数である。

【 0 0 4 8 】

【 数 3 】

$$f_{GG}(X|\phi, \eta) = \frac{A(\eta)}{\phi} \exp\left(-\left|B(\eta) \frac{X}{\phi}\right|^\eta\right),$$

$$A(\eta) = \frac{\eta B(\eta)}{2\Gamma(1/\eta)}, \quad B(\eta) = \sqrt{\frac{\Gamma(3/\eta)}{\Gamma(1/\eta)}}, \quad \Gamma(x) = \int_0^\infty e^{-t} t^{x-1} dt$$

【 0 0 4 9 】

一般化ガウス分布は、形状パラメータである  $\eta$  を変えることにより、図3のように  $\eta = 1$  の時はラプラス分布、 $\eta = 2$  の時はガウス分布、といったように様々な分布を表現することができるものである。 $\sigma^2$  は分散に対応するパラメータである。

【0050】

ここで、パラメータ取得部44が求める  $\eta$  は、例えば以下の式(C3)により定義される。 $F^{-1}$ は、関数Fの逆関数である。この式は、いわゆるモーメント法により導出されるものである。

【0051】

【数4】

$$\eta = F^{-1}\left(\frac{m_1}{\sqrt{m_2}}\right) \dots (C3)$$

10

$$F(\eta) = \frac{\Gamma(2/\eta)}{\sqrt{\Gamma(1/\eta)\Gamma(3/\eta)}}$$

$$m_1 = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_w(k)|, \quad m_2 = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_w(k)|^2$$

【0052】

逆関数 $F^{-1}$ が定式化されている場合には、パラメータ取得部44は、定式化された逆関数 $F^{-1}$ に $m_1/((m_2)^{1/2})$ の値を入力したときの出力値を計算することによりパラメータ  $\eta$  を求めることができる。

20

【0053】

逆関数 $F^{-1}$ が定式化されていない場合には、パラメータ取得部44は、式(C3)で定義される  $F(\eta)$  の値を計算するために、例えば以下に説明する第一方法又は第二方法によりパラメータ  $\eta$  を求めてもよい。

【0054】

パラメータ  $\eta$  を求めるための第一方法について説明する。第一の方法では、パラメータ取得部44は、白色化スペクトル系列に基づいて $m_1/((m_2)^{1/2})$ を計算し、予め用意しておいた異なる複数の、 $F(\eta)$  と対応する  $F^{-1}(F(\eta))$  のペアを参照して、計算された $m_1/((m_2)^{1/2})$ に最も近い $F^{-1}(F(\eta))$ に対応する  $\eta$  を取得する。

30

【0055】

予め用意しておいた異なる複数の、 $F(\eta)$  と対応する  $F^{-1}(F(\eta))$  のペアは、パラメータ取得部44の記憶部441に予め記憶しておく。パラメータ取得部44は、記憶部441を参照して、計算された $m_1/((m_2)^{1/2})$ に最も近い $F^{-1}(F(\eta))$ を見つけ、見つかった $F^{-1}(F(\eta))$ に対応する  $\eta$  を記憶部441から読み込み出力する。

【0056】

計算された $m_1/((m_2)^{1/2})$ に最も近い $F^{-1}(F(\eta))$ とは、計算された $m_1/((m_2)^{1/2})$ との差の絶対値が最も小さくなる $F^{-1}(F(\eta))$ のことである。

【0057】

パラメータ  $\eta$  を求めるための第二方法について説明する。第二の方法では、逆関数 $F^{-1}$ の近似曲線関数を例えば以下の式(C3')で表される $\sim F^{-1}$ として、パラメータ取得部44は、白色化スペクトル系列に基づいて $m_1/((m_2)^{1/2})$ を計算し、近似曲線関数 $\sim F^{-1}$ に計算された $m_1/((m_2)^{1/2})$ を入力したときの出力値を計算することにより  $\eta$  を求める。この近似曲線関数 $\sim F^{-1}$ は使用する定義域において出力が正値となる単調増加関数であればよい。

40

【0058】

【数5】

$$\eta = \tilde{F}^{-1} \left( \frac{m_1}{\sqrt{m_2}} \right)$$

$$\tilde{F}^{-1}(x) = \frac{0.2718}{0.7697 - x} - 0.1247 \quad \dots (C3')$$

【0059】

なお、パラメータ取得部44が求める  $\eta$  は、式(C3)ではなく、式(C3')のように予め定めた正の整数 $q_1$ 及び $q_2$ を用いて(ただし $q_1 < q_2$ )式(C3)を一般化した式により定義されてもよい。

10

【0060】

【数6】

$$\eta = F'^{-1} \left( \frac{m_{q_1}}{(m_{q_2})^{q_1/q_2}} \right) \quad \dots (C3'')$$

$$F'(\eta) = \frac{\Gamma((q_1+1)/\eta)}{(\Gamma(1/\eta))^{1-q_1/q_2} (\Gamma((q_2+1)/\eta))^{q_1/q_2}}$$

$$m_{q_1} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_w(k)|^{q_1}, \quad m_{q_2} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_w(k)|^{q_2}$$

20

【0061】

なお、 $\eta$  が式(C3'')により定義される場合も、 $\eta$  が式(C3)により定義されている場合と同様の方法により、 $\eta$  を求めることができる。すなわち、パラメータ取得部44が、白色化スペクトル系列に基づいてその $q_1$ 次モーメントである $m_{q_1}$ とその $q_2$ 次モーメントである $m_{q_2}$ とに基づく値 $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ を計算した後、例えば上記の第一及び第二の方法と同様、予め用意しておいた異なる複数の $\eta$  と対応する $F'(\eta)$  のペアを参照して、計算された $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ に最も近い $F'(\eta)$  に対応する $\eta$  を取得するか、逆関数 $F'^{-1}$ の近似曲線関数を $\sim F'^{-1}$ として、近似曲線関数 $\sim F'^{-1}$ に計算された $m_{q_1}/((m_{q_2})^{q_1/q_2})$ を入力したときの出力値を計算して $\eta$  を求めることができる。

30

【0062】

このように  $\eta$  は次数が異なる2つの異なるモーメント $m_{q_1}, m_{q_2}$ に基づく値であるとも言える。例えば、次数が異なる2つの異なるモーメント $m_{q_1}, m_{q_2}$ のうち、次数が低い方のモーメントの値又はこれに基づく値(以下、前者とする。)と次数が高い方のモーメントの値又はこれに基づく値(以下、後者とする)との比の値、この比の値に基づく値、又は、前者を後者で割って得られる値に基づき、 $\eta$  を求めてもよい。モーメントに基づく値とは、例えば、そのモーメントを $m$ とし $Q$ を所定の実数として $m^Q$ のことである。また、これらの値を近似曲線関数 $\sim F'^{-1}$ に入力して $\eta$  を求めてもよい。この近似曲線関数 $\sim F'^{-1}$ は上記同様、使用する定義域において出力が正值となる単調増加関数であればよい。

40

【0063】

[パラメータ決定装置及び方法を用いた符号化装置、復号装置及びこれらの方法]

パラメータ決定装置及び方法により求めたパラメータ  $\eta$  は、時系列信号の特徴を表す指標と成り得る。このため、パラメータ決定装置及び方法は、例えば符号化処理、復号処理、音の分類や音区間の推定等の音声音響関連技術に用いることができる。

【0064】

以下、パラメータ決定装置及び方法を用いた符号化装置、復号装置及びこれらの方法の例について説明する。

【0065】

(符号化)

50

符号化装置の構成例を図4に示す。符号化装置は、図4に示すように、周波数領域変換部21と、線形予測分析部22と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23と、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24と、包絡正規化部25と、符号化部26と、パラメータ決定装置27とを例えば備えている。この符号化装置により実現される符号化方法の各処理の例を図5に示す。

【0066】

以下、図4の各部について説明する。

【0067】

<パラメータ決定装置27>

パラメータ決定装置27は、上記説明した図1に例示するパラメータ決定装置である。パラメータ決定装置27には、時系列信号である時間領域の音信号が入力される。音信号の例は、音声デジタル信号又は音響デジタル信号である。

10

【0068】

パラメータ決定装置27は、入力された時系列信号に基づいて、上記説明した処理により、パラメータを決定する(ステップA7)。決定されたは、線形予測分析部22、非平滑化振幅スペクトル包絡系列推定部23及び平滑化振幅スペクトル包絡系列推定部24に出力される。

【0069】

また、パラメータ決定装置27は、決定されたを符号化することによりパラメータ符号を生成する。生成されたパラメータ符号は、復号装置に送信される。

20

【0070】

<周波数領域変換部21>

周波数領域変換部21には、時間領域の時系列信号である音信号が入力される。音信号の例は、音声デジタル信号又は音響デジタル信号である。

【0071】

周波数領域変換部21は、所定の時間長のフレーム単位で、入力された時間領域の音信号を周波数領域のN点のMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ に変換する(ステップA1)。Nは正の整数である。

【0072】

得られたMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ は、線形予測分析部22と包絡正規化部25

30

に出力される。

【0073】

特に断りがない限り、以降の処理はフレーム単位で行われるものとする。

【0074】

このようにして、周波数領域変換部21は、音信号に対応する、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列を求める。

【0075】

<線形予測分析部22>

線形予測分析部22には、周波数領域変換部21が得たMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ が入力される。

40

【0076】

線形予測分析部22は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を用いて、以下の式(A7)により定義される $\tilde{r}(0), \tilde{r}(1), \dots, \tilde{r}(N-1)$ を線形予測分析して線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を生成し、生成された線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を符号化して線形予測係数符号と線形予測係数符号に対応する量子化された線形予測係数である量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ とを生成する(ステップA2)。

【0077】

【数7】

$$\tilde{R}(k) = \sum_{n=0}^{N-1} |X(n)|^p \exp\left(-j \frac{2\pi kn}{N}\right), \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(A7)$$

【0078】

生成された量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ は、非平滑化スペクトル包絡系列生成部23と平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24に出力される。なお、線形予測分析処理の過程で予測残差のエネルギー $\sigma^2$ が算出される。この場合、算出された予測残差のエネルギー $\sigma^2$ は、分散パラメータ決定部268に出力される。

【0079】

また、生成された線形予測係数符号は、復号装置に送信される。

10

【0080】

具体的には、線形予測分析部22は、まずMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値の乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換に相当する演算、すなわち式(A7)の演算を行うことにより、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値の乗に対応する時間領域の信号列である擬似相関関数信号列 $\sim R(0), \sim R(1), \dots, \sim R(N-1)$ を求める。そして、線形予測分析部22は、求めた擬似相関関数信号列 $\sim R(0), \sim R(1), \dots, \sim R(N-1)$ を用いて線形予測分析を行って、線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を生成する。そして、線形予測分析部22は、生成された線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を符号化することにより、線形予測係数符号と線形予測係数符号に対応する量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ とを得る。

20

【0081】

線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値の乗をパワースペクトルと見做したときの時間領域の信号に対応する線形予測係数である。

【0082】

線形予測分析部22による線形予測係数符号の生成は、例えば従来の符号化技術によって行われる。従来の符号化技術とは、例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をLSPパラメータに変換してLSPパラメータに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をPARCOR係数に変換してPARCOR係数に対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術などである。例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術は、複数の量子化線形予測係数の候補が予め定められ、各候補が線形予測係数符号と予め対応付けられて記憶されており、候補の何れかが生成された線形予測係数に対する量子化線形予測係数として決定され、量子化線形予測係数と線形予測係数符号とが得られる技術である。

30

【0083】

このようにして、線形予測分析部22は、例えばMDCT係数列である周波数領域系列の絶対値の乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる疑似相関関数信号列を用いて線形予測分析を行い線形予測係数に変換可能な係数を生成する。

【0084】

<非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23>

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23には、線形予測分析部22が生成した量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入力される。

40

【0085】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する(ステップA3)。

【0086】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、符号化部26に出力される。

【0087】

50

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を用いて、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ として、式(A2)により定義される非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する。

【0088】

【数8】

$$\hat{H}(k) = \left( \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \right)^{1/\eta} \dots (A2)$$

10

【0089】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 は、線形予測分析部 2 2 により生成された線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を $1/\eta$ 乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得ることによりスペクトル包絡の推定を行う。ここで、 $c$ を任意の数として、複数の値から構成される系列を $c$ 乗した系列とは、複数の値のそれぞれを $c$ 乗した値から構成される系列のことである。例えば、振幅スペクトル包絡の系列を $1/\eta$ 乗した系列とは、振幅スペクトル包絡の各係数を $1/\eta$ 乗した値から構成される系列のことである。

【0090】

20

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 による $1/\eta$ 乗の処理は、線形予測分析部 2 2 で行われた周波数領域サンプル列の絶対値の $\eta$ 乗をパワースペクトルと見做した処理に起因するものである。すなわち、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 による $1/\eta$ 乗の処理は、線形予測分析部 2 2 で行われた周波数領域サンプル列の絶対値の $\eta$ 乗をパワースペクトルと見做した処理により $\eta$ 乗された値を元の値に戻すために行われる。

【0091】

<平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 >

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 には、線形予測分析部 2 2 が生成した量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入力される。

【0092】

30

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凸凹を鈍らせた系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_r(0), \hat{H}_r(1), \dots, \hat{H}_r(N-1)$ を生成する(ステップA4)。

【0093】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_r(0), \hat{H}_r(1), \dots, \hat{H}_r(N-1)$ は、包絡正規化部 2 5 及び符号化部 2 6 に出力される。

【0094】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ と補正係数 $\gamma^n$ を用いて、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_r(0), \hat{H}_r(1), \dots, \hat{H}_r(N-1)$ として、式(A3)により定義される平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_r(0), \hat{H}_r(1), \dots, \hat{H}_r(N-1)$ を生成する。

40

【0095】

【数9】

$$\hat{H}_r(k) = \left( \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \gamma^n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \right)^{1/\eta} \dots (A3)$$

【0096】

50

ここで、補正係数 は予め定められた 1 未満の定数であり非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の振幅の凹凸を鈍らせる係数、言い換えれば非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を平滑化する係数である。

【 0 0 9 7 】

< 包絡正規化部 2 5 >

包絡正規化部 2 5 には、周波数領域変換部 2 1 が得たMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包絡生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ が入力される。

【 0 0 9 8 】

包絡正規化部 2 5 は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の各係数を、対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値で正規化することにより、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ を生成する（ステップ A 5 ）。

10

【 0 0 9 9 】

生成された正規化MDCT係数列は、符号化部 2 6 に出力される。

【 0 1 0 0 】

包絡正規化部 2 5 は、例えば、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の各係数 $X(k)$ を平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値で除算することにより、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数 $X_N(k)$ を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、 $X_N(k)=X(k)/\hat{H}(k)$ である。

20

【 0 1 0 1 】

< 符号化部 2 6 >

符号化部 2 6 には、包絡正規化部 2 5 が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ 、非平滑化振幅スペクトル包絡生成部 2 3 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、平滑化振幅スペクトル包絡生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び線形予測分析部 2 2 が算出した平均残差のエネルギー $\sigma^2$ が入力される。

【 0 1 0 2 】

符号化部 2 6 は、図 6 に示すステップ A 6 1 からステップ A 6 5 の処理を例えば行うことにより符号化を行う（ステップ A 6 ）。

30

【 0 1 0 3 】

符号化部 2 6 は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ に対応するグローバルゲイン $g$ を求め（ステップ A 6 1 ）、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数をグローバルゲイン $g$ で割り算した結果を量子化した整数値による系列である量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を求め（ステップ A 6 2 ）、量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応する分散パラメータ $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots, \sigma^2(N-1)$ をグローバルゲイン $g$ と非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平均残差のエネルギー $\sigma^2$ とから式(A1)により求め（ステップ A 6 3 ）、分散パラメータ $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots, \sigma^2(N-1)$ を用いて量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を算術符号化して整数信号符号を得（ステップ A 6 4 ）、グローバルゲイン $g$ に対応する利得符号を得る（ステップ A 6 5 ）。

40

【 0 1 0 4 】

【数 1 0 】

$$\phi(k) = \eta^{1/\eta} B(\eta) \hat{H}_N(k) \frac{\sigma^{2/\eta}}{g} \dots (A1)$$

【 0 1 0 5 】

ここで、上記の式(A1)における正規化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_N(0), \hat{H}_N(1), \dots, \hat{H}_N$ は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値を、対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値で除算したもの、すなわち、以下の式(A8)により求まるものである。

50

【 0 1 0 6 】

【 数 1 1 】

$$\hat{H}_N(k) = \frac{\hat{H}(k)}{\hat{H}_\gamma(k)}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(A8)$$

【 0 1 0 7 】

生成された整数信号符号と利得符号は正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

【 0 1 0 8 】

符号化部 2 6 は、ステップ A 6 1 からステップ A 6 5 により、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数B以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲインgを決定し、決定されたグローバルゲインgに対応する利得符号と、この決定されたグローバルゲインgに対応する整数信号符号とを生成する機能を実現している。 10

【 0 1 0 9 】

符号化部 2 6 が行うステップ A 6 1 からステップ A 6 5 のうち、の特徴的な処理が含まれるのはステップ A 6 3 であり、グローバルゲインgと量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ のそれぞれを符号化することにより正規化MDCT係数列に対応する符号を得る符号化処理自体には、非特許文献 1 に記載された技術を含む様々な公知技術が存在する。以下では符号化部 2 6 が行う符号化処理の具体例を 2 つ説明する。 20

【 0 1 1 0 】

[ 符号化部 2 6 が行う符号化処理の具体例 1 ]

符号化部 2 6 が行う符号化処理の具体例 1 として、ループ処理を含まない例について説明する。

【 0 1 1 1 】

具体例 1 の符号化部 2 6 の構成例を図 7 に示す。具体例 1 の符号化部 2 6 は、図 7 に示すように、利得取得部 2 6 1 と、量子化部 2 6 2 と、分散パラメータ決定部 2 6 8 と、算術符号化部 2 6 9 と、利得符号化部 2 6 5 とを例えば備えている。以下、図 7 の各部について説明する。

【 0 1 1 2 】

< 利得取得部 2 6 1 >

利得取得部 2 6 1 には、包絡正規化部 2 5 が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ が入力される。

【 0 1 1 3 】

利得取得部 2 6 1 は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ から、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数B以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲインgを決定して出力する(ステップ S 2 6 1)。利得取得部 2 6 1 は、例えば、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ のエネルギーの合計の平方根と配分ビット数Bと負の相関のある定数との乗算値をグローバルゲインgとして得て出力する。または、利得取得部 2 6 1 は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ のエネルギーの合計と、配分ビット数Bと、グローバルゲインgと、の関係を予めテーブル化しておき、そのテーブルを参照することによりグローバルゲインgを得て出力してもよい。 40

【 0 1 1 4 】

このようにして、利得取得部 2 6 1 は、例えば正規化MDCT係数列である正規化周波数領域サンプル列の全サンプルを除算するための利得を得る。

【 0 1 1 5 】

得られたグローバルゲインgは、量子化部 2 6 2 及び分散パラメータ決定部 2 6 8 に出力される。

【 0 1 1 6 】

< 量子化部 2 6 2 >

50

量子化部 2 6 2 には、包絡正規化部 2 5 が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ 及び利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン $g$ が入力される。

【 0 1 1 7 】

量子化部 2 6 2 は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数をグローバルゲイン $g$ で割り算した結果の整数部分による系列である量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を得て出力する（ステップ S 2 6 2）。

【 0 1 1 8 】

このようにして、量子化部 2 6 2 は、例えば正規化MDCT係数列である正規化周波数領域サンプル列の各サンプルを、利得で除算するとともに量子化して量子化正規化済係数系列を求める。

10

【 0 1 1 9 】

得られた量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ は、算術符号化部 2 6 9 に出力される。

【 0 1 2 0 】

< 分散パラメータ決定部 2 6 8 >

分散パラメータ決定部 2 6 8 には、利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン $g$ 、非平滑化振幅スペクトル包絡生成部 2 3 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、平滑化振幅スペクトル包絡生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び線形予測分析部 2 2 が得た予測残差のエネルギー $\epsilon^2$ が入力される。

20

【 0 1 2 1 】

分散パラメータ決定部 2 6 8 は、グローバルゲイン $g$ と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と、予測残差のエネルギー $\epsilon^2$ とから、上記の式(A1)、式(A8)により分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ の各分散パラメータを得て出力する（ステップ S 2 6 8）。

【 0 1 2 2 】

得られた分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ は、算術符号化部 2 6 9 に出力される。

【 0 1 2 3 】

< 算術符号化部 2 6 9 >

算術符号化部 2 6 9 には、量子化部 2 6 2 が得た量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ 及び分散パラメータ決定部 2 6 8 が得た分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ が入力される。

30

【 0 1 2 4 】

算術符号化部 2 6 9 は、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応する分散パラメータとして分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ の各分散パラメータを用いて、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を算術符号化して整数信号符号を得て出力する（ステップ S 2 6 9）。

【 0 1 2 5 】

算術符号化部 2 6 9 は、算術符号化の際に、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数が一般化ガウス分布 $f_{GG}(X|k)$ に従うときに最適になるような算術符号を構成し、この構成に基づく算術符号により符号化を行う。この結果、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数へのビット割り当ての期待値が分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ で決定されることになる。

40

【 0 1 2 6 】

得られた整数信号符号は、復号装置に出力される。

【 0 1 2 7 】

量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の中の複数の係数に跨って算術符号化が行われてもよい。この場合、分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ の各分散パラ

50

メータは、式(A1),式(A8)からわかるように、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ に基づいているため、算術符号化部269は、推定されたスペクトル包絡(非平滑化振幅スペクトル包絡)を基に実質的にビット割り当てが変わる符号化を行っていると言える。

【0128】

<利得符号化部265>

利得符号化部265には、利得取得部261が得たグローバルゲイン $g$ が入力される。

【0129】

利得符号化部265は、グローバルゲイン $g$ を符号化して利得符号を得て出力する(ステップS265)。

10

【0130】

生成された整数信号符号と利得符号は正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

【0131】

本具体例1のステップS261, S262, S268, S269, S265がそれぞれ上記のステップA61, A62, A63, A64, A65に対応する。

【0132】

[符号化部26が行う符号化処理の具体例2]

符号化部26が行う符号化処理の具体例2として、ループ処理を含む例について説明する。

20

【0133】

具体例2の符号化部26の構成例を図8に示す。具体例2の符号化部26は、図8に示すように、利得取得部261と、量子化部262と、分散パラメータ決定部268と、算術符号化部269と、利得符号化部265と、判定部266と、利得更新部267とを例えれば備えている。以下、図8の各部について説明する。

【0134】

<利得取得部261>

利得取得部261には、包絡正規化部25が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ が入力される。

【0135】

利得取得部261は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ から、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数 $B$ 以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲイン $g$ を決定して出力する(ステップS261)。利得取得部261は、例えば、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ のエネルギーの合計の平方根と配分ビット数 $B$ と負の相関のある定数との乗算値をグローバルゲイン $g$ として得て出力する。

30

【0136】

得られたグローバルゲイン $g$ は、量子化部262及び分散パラメータ決定部268に出力される。

【0137】

利得取得部261が得たグローバルゲイン $g$ は、量子化部262及び分散パラメータ決定部268で用いられるグローバルゲインの初期値となる。

40

【0138】

<量子化部262>

量子化部262には、包絡正規化部25が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ 及び利得取得部261又は利得更新部267が得たグローバルゲイン $g$ が入力される。

【0139】

量子化部262は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数をグローバルゲイン $g$ で割り算した結果の整数部分による系列である量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1)$

50

, ...,  $X_Q(N-1)$ を得て出力する(ステップS262)。

【0140】

ここで、量子化部262が初回に実行される際に用いられるグローバルゲイン $g$ は、利得取得部261が得たグローバルゲイン $g$ 、すなわちグローバルゲインの初期値である。また、量子化部262が2回目以降に実行される際に用いられるグローバルゲイン $g$ は、利得更新部267が得たグローバルゲイン $g$ 、すなわちグローバルゲインの更新値である。

【0141】

得られた量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ は、算術符号化部269に出力される。

10

【0142】

<分散パラメータ決定部268>

分散パラメータ決定部268には、利得取得部261又は利得更新部267が得たグローバルゲイン $g$ 、非平滑化振幅スペクトル包絡生成部23が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、平滑化振幅スペクトル包絡生成部24が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び線形予測分析部22が得た予測残差のエネルギー $\sigma^2$ が入力される。

【0143】

分散パラメータ決定部268は、グローバルゲイン $g$ と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と、予測残差のエネルギー $\sigma^2$ とから、上記の式(A1)、式(A8)により分散パラメータ系列 $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots, \sigma^2(N-1)$ の各分散パラメータを得て出力する(ステップS268)。

20

【0144】

ここで、分散パラメータ決定部268が初回に実行される際に用いられるグローバルゲイン $g$ は、利得取得部261が得たグローバルゲイン $g$ 、すなわちグローバルゲインの初期値である。また、分散パラメータ決定部268が2回目以降に実行される際に用いられるグローバルゲイン $g$ は、利得更新部267が得たグローバルゲイン $g$ 、すなわちグローバルゲインの更新値である。

【0145】

得られた分散パラメータ系列 $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots, \sigma^2(N-1)$ は、算術符号化部269に出力される。

30

【0146】

<算術符号化部269>

算術符号化部269には、量子化部262が得た量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ 及び分散パラメータ決定部268が得た分散パラメータ系列 $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots, \sigma^2(N-1)$ が入力される。

【0147】

算術符号化部269は、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応する分散パラメータとして分散パラメータ系列 $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots, \sigma^2(N-1)$ の各分散パラメータを用いて、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を算術符号化して、整数信号符号と整数信号符号のビット数である消費ビット数 $C$ とを得て出力する(ステップS269)。

40

【0148】

算術符号化部269は、算術符号化の際に、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数が一般化ガウス分布 $f_{GG}(X|k)$ に従うときに最適になるようなビット割り当てを算術符号により行い、行われたビット割り当てに基づく算術符号により符号化を行う。

【0149】

得られた整数信号符号及び消費ビット数 $C$ は、判定部266に出力される。

50

## 【 0 1 5 0 】

量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の中の複数の係数に跨って算術符号化が行われてもよい。この場合、分散パラメータ系列 $(0), (1), \dots, (N-1)$ の各分散パラメータは、式(A1), 式(A8)からわかるように、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\wedge H(0), \wedge H(1), \dots, \wedge H(N-1)$ に基づいているため、算術符号化部 2 6 9 は、推定されたスペクトル包絡(非平滑化振幅スペクトル包絡)を基に実質的にビット割り当てが変わる符号化を行っていると言える。

## 【 0 1 5 1 】

< 判定部 2 6 6 >

判定部 2 6 6 には、算術符号化部 2 6 9 が得た整数信号符号が入力される。

10

## 【 0 1 5 2 】

判定部 2 6 6 は、利得の更新回数が予め定めた回数の場合には、整数信号符号を出力するとともに、利得符号化部 2 6 5 に対し利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン  $g$  を符号化する指示信号を出力し、利得の更新回数が予め定めた回数未満である場合には、利得更新部 2 6 7 に対し、算術符号化部 2 6 4 が計測した消費ビット数  $C$  を出力する(ステップ S 2 6 6)。

## 【 0 1 5 3 】

< 利得更新部 2 6 7 >

利得更新部 2 6 7 には、算術符号化部 2 6 4 が計測した消費ビット数  $C$  が入力される。

20

## 【 0 1 5 4 】

利得更新部 2 6 7 は、消費ビット数  $C$  が配分ビット数  $B$  より多い場合にはグローバルゲイン  $g$  の値を大きな値に更新して出力し、消費ビット数  $C$  が配分ビット数  $B$  より少ない場合にはグローバルゲイン  $g$  の値を小さな値に更新し、更新後のグローバルゲイン  $g$  の値を出力する(ステップ S 2 6 7)。

## 【 0 1 5 5 】

利得更新部 2 6 7 が得た更新後のグローバルゲイン  $g$  は、量子化部 2 6 2 及び利得符号化部 2 6 5 に出力される。

## 【 0 1 5 6 】

< 利得符号化部 2 6 5 >

利得符号化部 2 6 5 には、判定部 2 6 6 からの出力指示及び利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン  $g$  が入力される。

30

## 【 0 1 5 7 】

利得符号化部 2 6 5 は、指示信号に従って、グローバルゲイン  $g$  を符号化して利得符号を得て出力する(ステップ 2 6 5)。

## 【 0 1 5 8 】

判定部 2 6 6 が出力した整数信号符号と、利得符号化部 2 6 5 が出力した利得符号は、正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

## 【 0 1 5 9 】

すなわち、本具体例 2 においては、最後に行われたステップ S 2 6 7 が上記のステップ A 6 1 に対応し、ステップ S 2 6 2, S 2 6 3, S 2 6 4, S 2 6 5 がそれぞれ上記のステップ A 6 2, A 6 3, A 6 4, A 6 5 に対応する。

40

## 【 0 1 6 0 】

なお、符号化部 2 6 が行う符号化処理の具体例 2 については、国際公開公報 WO2014/054556 などに更に詳細に説明されている。

## 【 0 1 6 1 】

[ 符号化部 2 6 の変形例 ]

符号化部 2 6 は、例えば以下の処理を行うことにより、推定されたスペクトル包絡(非平滑化振幅スペクトル包絡)を基にビット割り当てを変える符号化を行ってもよい。

## 【 0 1 6 2 】

符号化部 2 6 は、まず、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ に対応するグローバ

50

ルゲイン $g$ を求め、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数をグローバルゲイン $g$ で割り算した結果を量子化した整数値による系列である量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を求める。

【0163】

この量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応する量子化ビットは、 $X_Q(k)$ の分布がある範囲内で一様であると仮定して、その範囲を包絡の推定値から決めることができる。複数のサンプルごとの包絡の推定値を符号化することもできるが、符号化部26は、例えば以下の式(A9)のように線形予測に基づく正規化振幅スペクトル包絡系列の値 $\hat{H}_N(k)$ を使用して $X_Q(k)$ の範囲を決めることができる。

【0164】

【数12】

$$\phi(k) = \frac{\hat{H}(k)}{\hat{H}_r(k)} = \hat{H}_N(k), \quad (k=0, \dots, N-1) \quad \dots(A9)$$

【0165】

ある $k$ における $X_Q(k)$ を量子化するとき、 $X_Q(k)$ の二乗誤差を最小とするために

【0166】

【数13】

$$B = \sum_{j=0}^{j=N-1} \phi(j)$$

【0167】

の制約のもとに、割り当てるビット数 $b(k)$

【0168】

【数14】

$$b(k) = \frac{B}{N} + \frac{1}{2} \log_2(\phi(k)^2) - \frac{1}{2} \sum_{j=0}^{j=N-1} \log_2(\phi(j)^2), \quad (k=0, \dots, N-1) \quad \dots(A10)$$

【0169】

を設定することができる。Bは予め定められた正の整数である。この際に $b(k)$ が整数となるように四捨五入するとか、0より小さくなる場合には $b(k)=0$ とするなどして、 $b(k)$ の再調整の処理を符号化部26は行ってもよい。

【0170】

また、符号化部26は、サンプルごとの割り当てでなく、複数のサンプルをまとめて配分ビット数を決めて、量子化にもサンプルごとのスカラ量子化でなく、複数のサンプルをまとめたベクトルごとの量子化をすることも可能である。

【0171】

サンプル $k$ の $X_Q(k)$ の量子化ビット数 $b(k)$ が上記で与えられ、サンプルごとに符号化するとすると、 $X_Q(k)$ は $-2^{b(k)-1}$ から $2^{b(k)-1}$ までの $2^{b(k)}$ 種類の整数を取り得る。符号化部26は、 $b(k)$ ビットで各サンプルを符号化して整数信号符号を得る。

【0172】

生成された整数信号符号は、復号装置に出力される。例えば、生成された $X_Q(k)$ に対応する $b(k)$ ビットの整数信号符号は、 $k=0$ から順次復号装置に出力される。

【0173】

もし、 $X_Q(k)$ が上記の $-2^{b(k)-1}$ から $2^{b(k)-1}$ までの範囲をこえる場合には最大値、または最小値に置き換える。

【0174】

$g$ が小さすぎるとこの置き換えで量子化歪が発生し、 $g$ が大きすぎると量子化誤差は大きくなり、 $X_Q(k)$ のとりうる範囲が $b(k)$ に比べて小さすぎて、情報の有効利用ができないことになる。このため、 $g$ の最適化を行ってもよい。

【0175】

符号化部26は、グローバルゲイン $g$ を符号化して利得符号を得て出力する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 7 6 】

この符号化部 2 6 の変形例のように、符号化部 2 6 は算術符号化以外の符号化を行ってもよい。

## 【 0 1 7 7 】

(復号)

符号化装置に対応する復号装置の構成例を図 9 に示す。復号装置は、図 9 に示すように、線形予測係数復号部 3 1 と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 と、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 と、復号部 3 4 と、包絡逆正規化部 3 5 と、時間領域変換部 3 6 と、パラメータ復号部 3 7 とを例えば備えている。この復号装置により実現される復号方法の各処理の例を図 1 0 に示す。

10

## 【 0 1 7 8 】

復号装置には、符号化装置が出力した、パラメータ符号、正規化 MDCT 係数列に対応する符号及び線形予測係数符号が少なくとも入力される。

## 【 0 1 7 9 】

以下、図 9 の各部について説明する。

## 【 0 1 8 0 】

< パラメータ復号部 3 7 >

パラメータ復号部 3 7 には、符号化装置が出力したパラメータ符号が入力される。

## 【 0 1 8 1 】

パラメータ復号部 3 7 は、パラメータ符号を復号することにより復号パラメータ  $\hat{\theta}$  を求める。求めた復号パラメータ  $\hat{\theta}$  は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 及び復号部 3 4 に出力される。

20

## 【 0 1 8 2 】

< 線形予測係数復号部 3 1 >

線形予測係数復号部 3 1 には、符号化装置が出力した線形予測係数符号が入力される。

## 【 0 1 8 3 】

線形予測係数復号部 3 1 は、フレームごとに、入力された線形予測係数符号を例えば従来の復号技術によって復号して復号線形予測係数  $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$  を得る (ステップ B 1)。

## 【 0 1 8 4 】

得られた復号線形予測係数  $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$  は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 及び非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 に出力される。

30

## 【 0 1 8 5 】

ここで、従来の復号技術とは、例えば、線形予測係数符号が量子化された線形予測係数に対応する符号である場合に線形予測係数符号を復号して量子化された線形予測係数と同じ復号線形予測係数を得る技術、線形予測係数符号が量子化された LSP パラメータに対応する符号である場合に線形予測係数符号を復号して量子化された LSP パラメータと同じ復号 LSP パラメータを得る技術などである。また、線形予測係数と LSP パラメータは互いに変換可能なものであり、入力された線形予測係数符号と後段での処理において必要な情報に応じて、復号線形予測係数と復号 LSP パラメータの間での変換処理を行えばよいのは周知である。以上から、上記の線形予測係数符号の復号処理と必要に応じて行なう上記の変換処理とを包含したものが「従来の復号技術による復号」ということになる。

40

## 【 0 1 8 6 】

このようにして、線形予測係数復号部 3 1 は、入力された線形予測係数符号を復号することにより、時系列信号に対応する周波数領域系列の絶対値の乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる疑似相関関数信号列に対応する線形予測係数に変換可能な係数を生成する。

## 【 0 1 8 7 】

< 非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 >

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 には、パラメータ復号部 3 7 が求めた復号

50

パラメータ及び線形予測係数復号部31が得た復号線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が  
入力される。

【0188】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部32は、復号線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$   
に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を上記の式(A2)により生成する(ステップB2)。

【0189】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、復号部34に  
出力される。

【0190】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部32は、線形予測係数復号部  
31により生成された線形予測係数に変換可能な係数に対応するに対応する振幅スペクトル  
包絡の系列を1/乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得る。

【0191】

<平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部33>

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部33には、パラメータ復号部37が求めた復号パ  
ラメータ及び線形予測係数復号部31が得た復号線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入  
力される。

【0192】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部33は、復号線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に  
対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凹凸を鈍らせた系列である平滑化振幅スペク  
トル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を上記の式A(3)により生成する(ステップB  
3)。

【0193】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、復号部3  
4及び包絡逆正規化部35に出力される。

【0194】

<復号部34>

復号部34には、パラメータ復号部37が求めた復号パラメータ、符号化装置が出力  
した正規化MDCT係数列に対応する符号、非平滑化振幅スペクトル包絡生成部32が生成し  
た非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包  
絡生成部33が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ が  
入力される。

【0195】

復号部34は、分散パラメータ決定部342を備えている。

【0196】

復号部34は、図11に示すステップB41からステップB44の処理を例えば行うこ  
とにより復号を行う(ステップB4)。すなわち、復号部34は、フレームごとに、入力  
された正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる利得符号を復号してグローバルゲイン  
gを得る(ステップB41)。復号部34の分散パラメータ決定部342は、グローバル  
ゲインgと非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペク  
トル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ とから上記の式(A1)により分散パラメータ系  
列 $(0), (1), \dots, (N-1)$ の各分散パラメータを求める(ステップB42)。復号部34  
は、正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる整数信号符号を分散パラメータ系列  
 $(0), (1), \dots, (N-1)$ の各分散パラメータに対応する算術復号の構成に従い、算術復号して  
復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ を得(ステップB43)、復号正規化  
済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ の各係数にグローバルゲインgを乗算して復号正  
規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を生成する(ステップB44)。このよう  
に、復号部34は、非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて実質的に変わるビット割り当て  
に従って、入力された整数信号符号の復号を行ってもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 9 7 】

なお、[ 符号化部 2 6 の変形例 ] に記載された処理により符号化が行われた場合には、復号部 3 4 は例えば以下の処理を行う。復号部 3 4 は、フレームごとに、入力された正規化 MDCT 係数列に対応する符号に含まれる利得符号を復号してグローバルゲイン  $g$  を得る。復号部 3 4 の分散パラメータ決定部 3 4 2 は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  と平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  とから上記の式 (A9) により分散パラメータ系列  $(0), (1), \dots, (N-1)$  の各分散パラメータを求める。復号部 3 4 は、分散パラメータ系列  $(0), (1), \dots, (N-1)$  の各分散パラメータ  $(k)$  に基づいて式 (A10) により  $b(k)$  を求めることができ、 $X_Q(k)$  の値をそのビット数  $b(k)$  で順次復号して、復号正規化済係数列  $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$  を得て、復号正規化済係数列  $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$  の各係数にグローバルゲイン  $g$  を乗算して復号正規化 MDCT 係数列  $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$  を生成する。このように、復号部 3 4 は、非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて変わるビット割り当てに従って、入力された整数信号符号の復号を行ってもよい。

10

## 【 0 1 9 8 】

生成された復号正規化 MDCT 係数列  $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$  は、包絡逆正規化部 3 5 に出力される。

## 【 0 1 9 9 】

< 包絡逆正規化部 3 5 >

包絡逆正規化部 3 5 には、平滑化振幅スペクトル包絡生成部 3 3 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  及び復号部 3 4 が生成した復号正規化 MDCT 係数列  $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$  が入力される。

20

## 【 0 2 0 0 】

包絡逆正規化部 3 5 は、平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  を用いて、復号正規化 MDCT 係数列  $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$  を逆正規化することにより、復号 MDCT 係数列  $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$  を生成する (ステップ B 5)。

## 【 0 2 0 1 】

生成された復号 MDCT 係数列  $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$  は、時間領域変換部 3 6 に出力される。

## 【 0 2 0 2 】

例えば、包絡逆正規化部 3 5 は、 $k=0, 1, \dots, N-1$  として、復号正規化 MDCT 係数列  $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$  の各係数  $\hat{X}_N(k)$  に、平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  の各包絡値  $\hat{H}(k)$  を乗じることにより復号 MDCT 係数列  $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$  を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$  として、 $\hat{X}(k) = \hat{X}_N(k) \times \hat{H}(k)$  である。

30

## 【 0 2 0 3 】

< 時間領域変換部 3 6 >

時間領域変換部 3 6 には、包絡逆正規化部 3 5 が生成した復号 MDCT 係数列  $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$  が入力される。

## 【 0 2 0 4 】

時間領域変換部 3 6 は、フレームごとに、包絡逆正規化部 3 5 が得た復号 MDCT 係数列  $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$  を時間領域に変換してフレーム単位の音信号 (復号音信号) を得る (ステップ B 6)。

40

## 【 0 2 0 5 】

このようにして、復号装置は、周波数領域での復号により時系列信号を得る。

## 【 0 2 0 6 】

[ パラメータ決定装置及び方法を用いた音分類装置及び方法 ]

以下、パラメータ決定装置及び方法を用いた音分類装置及び方法の例について説明する。

## 【 0 2 0 7 】

音分類装置は、図 1 3 に示すように、パラメータ決定装置 5 1 及び判定部 5 2 を例えば

50

備えている。この音分類装置が以下や図 13 に例示する処理を行うことにより音分類方法が実現される。

【0208】

パラメータ決定装置 51 は、上記説明したパラメータ決定装置であり、上記説明した処理によりパラメータ を決定する（ステップ E1）。決定された は判定部 52 に出力される。

【0209】

判定部 52 は、パラメータ決定装置及び方法により決定されたパラメータ が、所定の閾値よりも小さい場合には、そのパラメータ に対応する時系列信号の区間は音楽であると分類し、そうでない場合には音声と分類する（ステップ E2）。

10

【0210】

この音分類装置及び方法は、パラメータ が小さいほど対応する時系列信号の定常性が大きいという性質に起因するものである。

【0211】

[変形例等]

パラメータ決定装置又は方法は、ループ処理によりパラメータ を求めてもよい。すなわち、パラメータ決定装置又は方法は、パラメータ取得部 44 で求まるパラメータ を所定の方法で定められるパラメータ  $\theta_0$  とする、スペクトル包絡推定部 42、白色化スペクトル系列生成部 43 及びパラメータ取得部 44 の処理を更に 1 回以上行ってもよい。

【0212】

20

この場合、例えば、図 1 で破線で示すように、パラメータ取得部 44 で求めたパラメータ は、スペクトル包絡推定部 42 に出力される。スペクトル包絡推定部 42 は、パラメータ取得部 44 で求めた  $\theta_0$  に基づいて、上記説明した処理と同様の処理を行いスペクトル包絡の推定を行う。白色化スペクトル系列生成部 43 は、新たに推定されたスペクトル包絡に基づいて、上記説明した処理と同様の処理を行い白色化スペクトル系列を生成する。パラメータ取得部 44 は、新たに生成された白色化スペクトル系列に基づいて、上記説明した処理と同様の処理を行いパラメータ を求める。

【0213】

例えば、スペクトル包絡推定部 42、白色化スペクトル系列生成部 43 及びパラメータ取得部 44 の処理は、所定の回数である 回だけ更に行われてもよい。 は所定の正の整数であり、例えば  $n = 1$  又は  $n = 2$  である。

30

【0214】

また、スペクトル包絡推定部 42 は、今回求めたパラメータ と前回求めたパラメータ との差の絶対値が所定の閾値以下となるまで、スペクトル包絡推定部 42、白色化スペクトル系列生成部 43 及びパラメータ取得部 44 の処理を繰り返してもよい。

【0215】

線形予測分析部 22 及び非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 23 を一つのスペクトル包絡推定部 2A として捉えると、このスペクトル包絡推定部 2A は、時系列信号に対応する例えば MDCT 係数列である周波数領域系列の絶対値の 乗をパワースペクトルと見做したスペクトル包絡（非平滑化振幅スペクトル包絡系列）の推定を行っていると言える。ここで、「パワースペクトルと見做した」とは、パワースペクトルを通常用いるところに、乗のスペクトルを用いることを意味する。

40

【0216】

この場合、スペクトル包絡推定部 2A の線形予測分析部 22 は、例えば MDCT 係数列である周波数領域系列の絶対値の 乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる疑似相関関数信号列を用いて線形予測分析を行い線形予測係数に変換可能な係数を得ていると言える。また、スペクトル包絡推定部 2A の非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 23 は、線形予測分析部 22 により得られた線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を  $1/\theta$  乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得ることによりスペクトル包絡の推定を行っていると言える。

50

## 【0217】

また、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24、包絡正規化部25及び符号化部26を1つの符号化部2Bとして捉えると、この符号化部2Bは、スペクトル包絡推定部2Aにより推定されたスペクトル包絡（非平滑化振幅スペクトル包絡系列）を基にビット割り当てを変える又は実質的にビット割り当てが変わる符号化を例えばMDCT係数列である周波数領域系列の各係数に対して行っていると言える。

## 【0218】

復号部34及び包絡逆正規化部35を1つの復号部3Aとして捉えると、この復号部3Aは、非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて変わるビット割り当て又は実質的に変わるビット割り当てに従って、入力された整数信号符号の復号を行うことにより時系列信号に

10

## 【0219】

上記説明した処理は、記載の順にしたがって時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的あるいは個別に実行されてもよい。

## 【0220】

また、各方法又は各装置における各種の処理をコンピュータによって実現してもよい。その場合、各方法又は各装置の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、各方法又は各装置における各種の処理がコンピュータ上で実現される。

## 【0221】

20

この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等のようなものでもよい。

## 【0222】

また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させてもよい。

## 【0223】

30

このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶部に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記憶部に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実施形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP（Application Service Provider）型のサービス

40

## 【0224】

また、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、各装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

【 図 1 】

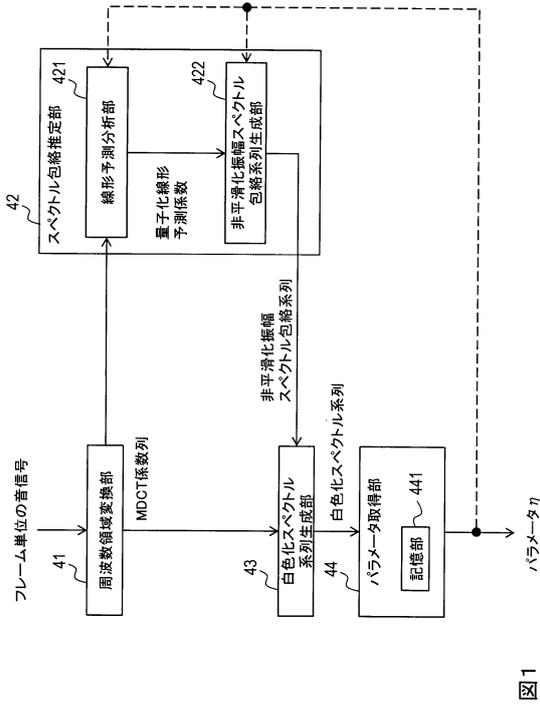


図 1

【 図 2 】

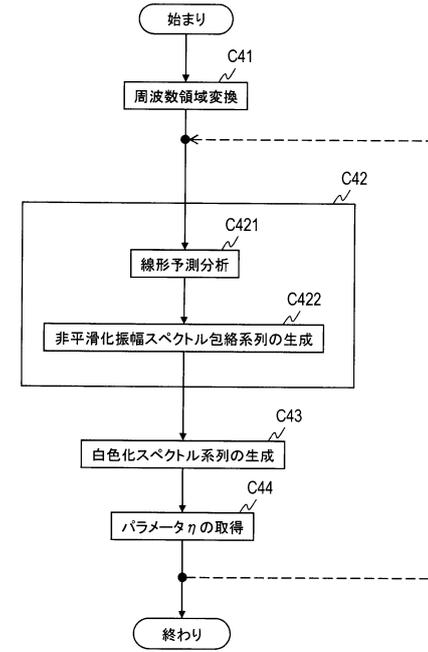


図 2

【 図 3 】

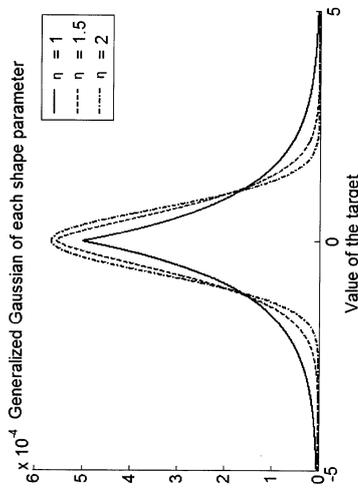


図 3

【 図 4 】

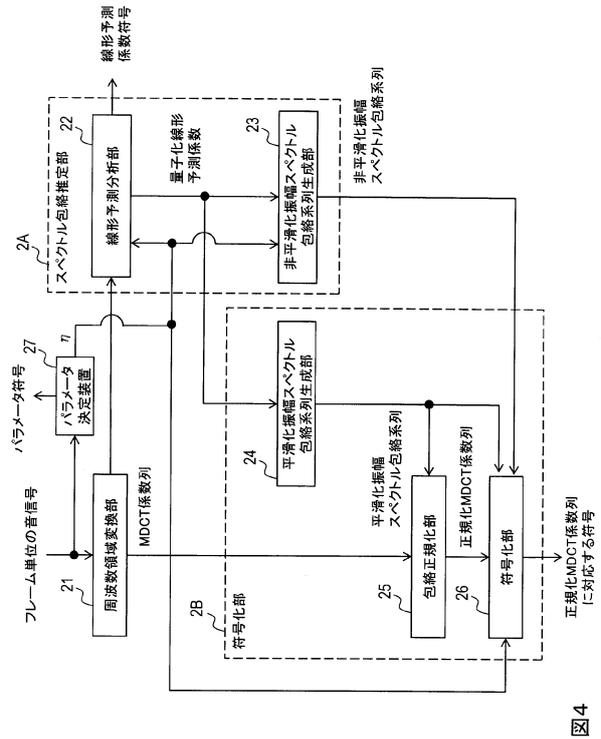


図 4

【 図 5 】

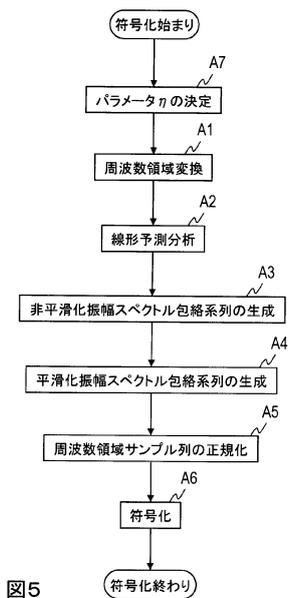


図5

【 図 6 】

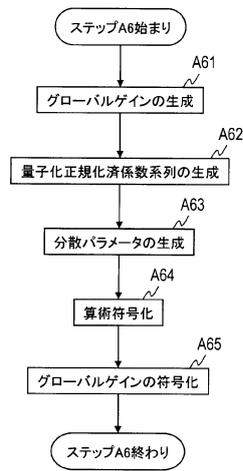


図6

【 図 7 】

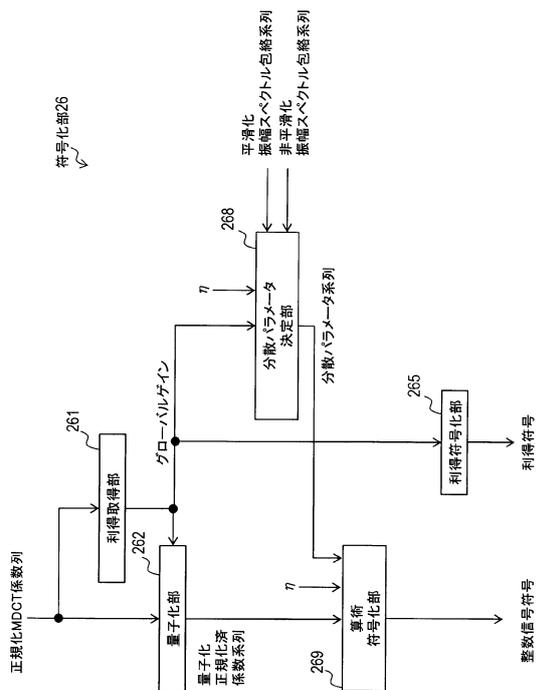


図7

【 図 8 】

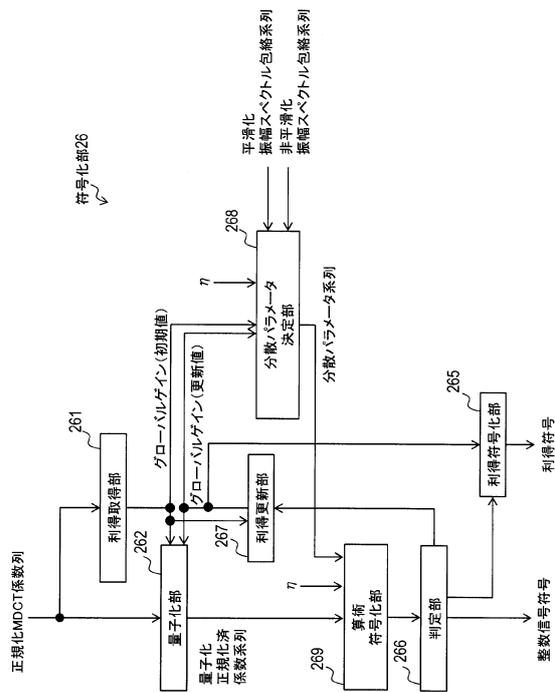


図8

【図9】

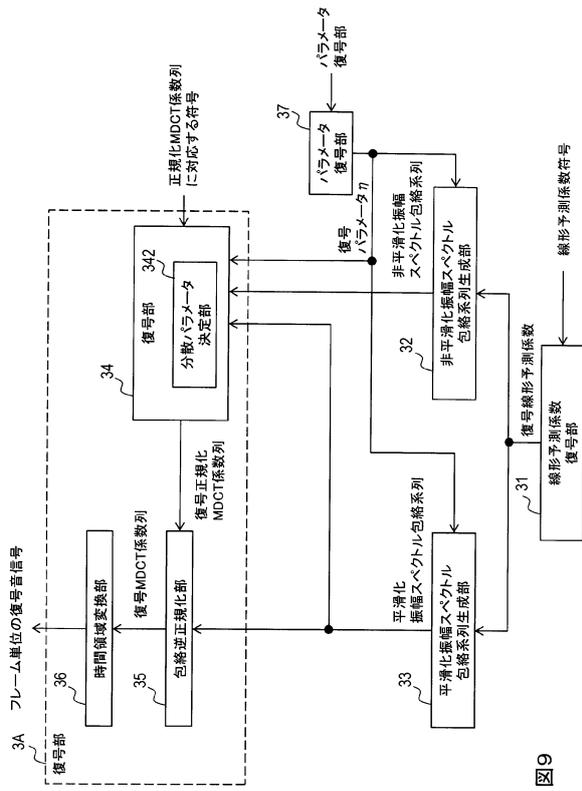


図9

【図10】

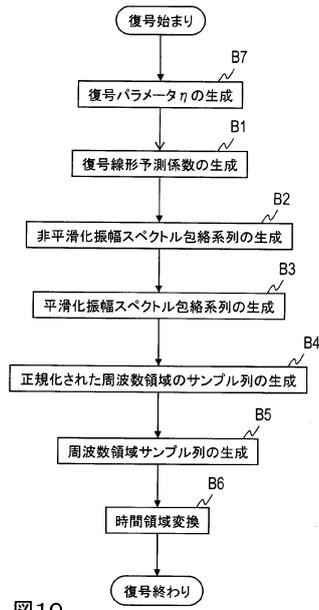


図10

【図11】

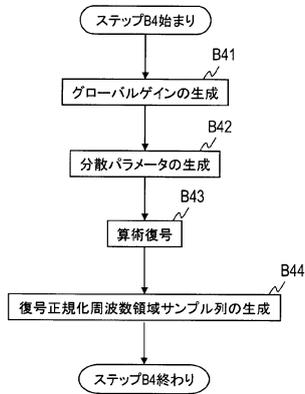


図11

【図12】

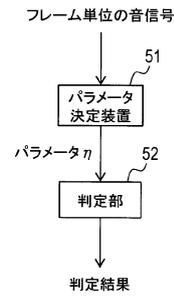


図12

【図13】



図13

---

フロントページの続き

- (72)発明者 鎌本 優  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 原田 登  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 亀岡 弘和  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 杉浦 亮介  
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

審査官 大野 弘

- (56)参考文献 特開平08-288852(JP,A)  
特開2006-304270(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| G10L | 19/038 |
| G10L | 19/16  |
| G10L | 25/03  |