

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5511785号
(P5511785)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年4月4日(2014.4.4)

(51) Int.Cl.		F I		
G 1 0 L	19/02	(2013.01)	G 1 0 L	19/02 1 5 0
H 0 3 M	7/30	(2006.01)	H 0 3 M	7/30 Z
G 1 0 L	19/032	(2013.01)	G 1 0 L	19/032

請求項の数 14 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2011-501514 (P2011-501514)	(73) 特許権者	000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(86) (22) 出願日	平成22年2月25日(2010.2.25)	(74) 代理人	100105050 弁理士 鷺田 公一
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/001289	(72) 発明者	山梨 智史 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
(87) 国際公開番号	W02010/098112	(72) 発明者	押切 正浩 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
(87) 国際公開日	平成22年9月2日(2010.9.2)	(72) 発明者	江原 宏幸 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
審査請求日	平成24年9月26日(2012.9.26)		
(31) 優先権主張番号	特願2009-44676 (P2009-44676)		
(32) 優先日	平成21年2月26日(2009.2.26)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2009-89656 (P2009-89656)		
(32) 優先日	平成21年4月2日(2009.4.2)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2010-1654 (P2010-1654)		
(32) 優先日	平成22年1月7日(2010.1.7)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化装置、復号装置およびこれらの方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して第1符号化情報を生成する第1符号化手段と、

前記第1符号化情報を復号して復号信号を生成する復号手段と、

前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号または前記復号信号から前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する振幅調整パラメータを算出することにより第2符号化情報を生成する第2符号化手段と、

を具備する符号化装置であり、

前記第2符号化手段は、

前記入力信号の前記高域部分をP(Pは1より大きい整数)個のサブバンドに分割し、前記P個のサブバンドそれぞれの開始位置と帯域幅とを帯域分割情報として得る分割手段と、

前記復号信号をフィルタリングして、第1推定信号から第P推定信号までのP個の第p(p=1, 2, ..., P)推定信号を生成するフィルタリング手段と、

前記フィルタリング手段に用いられるピッチ係数を変化させながら設定する設定手段と、

前記ピッチ係数のうち、前記第p推定信号と、第pサブバンドとの類似度合いを最も大

きくするものを第 p 最適ピッチ係数として探索する探索手段と、

第 1 最適ピッチ係数から第 P 最適ピッチ係数までの P 個の最適ピッチ係数と、前記帯域分割情報とを多重化して前記第 2 符号化情報を得る多重化手段と、

を具備し、

前記設定手段は、

第 1 サブバンドを推定するために前記フィルタリング手段に用いられるピッチ係数を、所定の範囲で変化させながら設定し、第 2 サブバンド以降の第 m ($m = 2, 3, \dots, P$) サブバンドを推定するために前記フィルタリング手段に用いられるピッチ係数を、第 $m - 1$ 最適ピッチ係数に応じた範囲、または前記所定の範囲で変化させながら設定する、

符号化装置。

10

【請求項 2】

入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して第 1 符号化情報を生成する第 1 符号化手段と、

前記第 1 符号化情報を復号して復号信号を生成する復号手段と、

前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号または前記復号信号から前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する第 2 振幅調整パラメータを算出することにより第 2 符号化情報を生成する第 2 符号化手段と、

を具備する符号化装置であり、

20

前記第 2 符号化手段は、

前記入力信号または前記復号信号のスペクトルから、前記複数のサブバンドのそれぞれのスペクトルに最も類似する帯域および第 1 振幅調整パラメータを探索する類似部分探索手段と、

前記最も類似する帯域および前記第 1 振幅調整パラメータにより推定される高域のスペクトルに対して、振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を前記サブバンド毎に探索する振幅値探索手段と、

前記振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を中心とした所定の閾値の周波数幅を有する領域に存在するスペクトル成分を選択するスペクトル成分選択手段と、

前記選択されたスペクトル成分に対して前記第 2 振幅調整パラメータを算出する振幅調整パラメータ算出手段と、を具備する、

30

符号化装置。

【請求項 3】

前記スペクトル成分選択手段は、

前記複数のサブバンドのうち高域のサブバンドほど、より広い範囲の所定の閾値の周波数幅に存在するスペクトル成分を選択する、

請求項 2 記載の符号化装置。

【請求項 4】

前記第 2 振幅調整パラメータは、対数領域での前記入力信号との相関値である、

請求項 2 に記載の符号化装置。

40

【請求項 5】

前記スペクトル成分選択手段は、

さらに、各スペクトル成分に付されたサンプルインデックスが偶数であるスペクトル成分を選択する、

請求項 2 に記載の符号化装置。

【請求項 6】

請求項 1 または 2 記載の符号化装置を具備する通信端末装置。

【請求項 7】

請求項 1 または 2 記載の符号化装置を具備する基地局装置。

【請求項 8】

50

符号化装置において生成された、入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して得られる第1符号化情報と、前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号または前記第1符号化情報を復号して得られる第1復号信号から、前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する第2振幅調整パラメータを算出することにより生成された第2符号化情報と、を受信する受信手段と、

前記第1符号化情報を復号して第2復号信号を生成する第1復号手段と、

前記第2符号化情報を用いて、前記第2復号信号から前記入力信号の高域部分を推定することにより第3復号信号を生成する第2復号手段と、

を具備する復号装置であり、

前記第2復号手段は、

前記第2復号信号のスペクトルから算出される前記複数のサブバンドのそれぞれのスペクトルに最も類似する帯域、および、前記第2符号化情報に含まれる第1振幅調整パラメータにより推定された高域のスペクトルに対して、振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を前記サブバンド毎に探索する振幅値探索手段と、

前記振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を中心とした所定の閾値の周波数幅を有する領域に存在するスペクトル成分を選択するスペクトル成分選択手段と、

前記選択されたスペクトル成分に対して前記第2振幅調整パラメータを適用する振幅調整パラメータ適用手段と、を具備する、

復号装置。

【請求項9】

前記振幅値探索手段は、前記推定された高域のスペクトルのうち一部のスペクトル成分に対して、振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を前記サブバンド毎に探索する、

請求項8に記載の復号装置。

【請求項10】

前記第2振幅調整パラメータは、対数領域での前記入力信号との相関値である、

請求項8に記載の復号装置。

【請求項11】

請求項8に記載の復号装置を具備する通信端末装置。

【請求項12】

請求項8に記載の復号装置を具備する基地局装置。

【請求項13】

入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して第1符号化情報を生成するステップと、

前記第1符号化情報を復号して復号信号を生成するステップと、

前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号または前記復号信号から、前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する第2振幅調整パラメータを算出することにより第2符号化情報を生成するステップと、

を具備する符号化方法であり、

前記第2符号化情報を生成するステップは、

前記入力信号または前記復号信号のスペクトルから、前記複数のサブバンドのそれぞれのスペクトルに最も類似する帯域および第1振幅調整パラメータを探索する類似部分探索ステップと、

前記最も類似する帯域および前記第1振幅調整パラメータにより推定される高域のスペクトルに対して、振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を前記サブバンド毎に探索する振幅値探索ステップと、

前記振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を中心とした所定の閾値の周波数幅

10

20

30

40

50

を有する領域に存在するスペクトル成分を選択するスペクトル成分選択ステップと、
前記選択されたスペクトル成分に対して前記第 2 振幅調整パラメータを算出する振幅調整
パラメータ算出ステップと、 からのなる、

符号化方法。

【請求項 1 4】

符号化装置において生成された、入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して得られる第 1 符号化情報と、前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号、または、前記第 1 符号化情報を復号して得られる第 1 復号信号から、前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する第 2 振幅調整パラメータを算出することにより生成された第 2 符号化情報と、を受信するステップと

10

、
 前記第 1 符号化情報を復号して第 2 復号信号を生成するステップと、

前記第 2 符号化情報を用いて、前記第 2 復号信号から前記入力信号の高域部分を推定することにより第 3 復号信号を生成するステップと、

を具備する復号方法であり、

前記第 3 復号信号を生成するステップは、

前記第 2 復号信号のスペクトルから算出される前記複数のサブバンドのそれぞれのスペクトルに最も類似する帯域、および、前記第 2 符号化情報に含まれる第 1 振幅調整パラメータにより推定された高域のスペクトルに対して、振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を前記サブバンド毎に探索する振幅値探索ステップと、

20

前記振幅値が最大または最小であるスペクトル成分を中心とした所定の閾値の周波数幅を有する領域に存在するスペクトル成分を選択するスペクトル成分選択ステップと、

前記選択されたスペクトル成分に対して前記第 2 振幅調整パラメータを適用する振幅調整パラメータ適用ステップと、 からのなる、

復号方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、信号を符号化して伝送する通信システムに用いられる符号化装置、復号装置およびこれらの方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

インターネット通信に代表されるパケット通信システム、または、移動通信システム等で音声・楽音信号を伝送する場合、音声・楽音信号の伝送効率を高めるため、圧縮・符号化技術がよく使われる。また、近年では、単に低ビットレートで音声・楽音信号を符号化するという一方で、より広帯域の音声・楽音信号を符号化する技術に対するニーズが高まっている。

【0003】

このようなニーズに対して、符号化後の情報量を大幅に増加させることなく広帯域の音声・楽音信号を符号化する様々な技術が開発されてきている。例えば特許文献 1 で開示されている技術では、符号化装置は、一定時間分の入力音響信号を変換して得られるスペクトルデータのうち、周波数の高域部のスペクトルを生成するためのパラメータを算出し、これを低域部の符号化情報と合わせて出力している。具体的には、符号化装置は、周波数の高域部のスペクトルデータを複数のサブバンドに分割し、各サブバンドにおいて、当該サブバンドのスペクトルと最も近似する低域部のスペクトルを特定するパラメータを算出する。次いで、符号化装置は、最も近似する低域部のスペクトルに対して、二種類のスケールリングファクタを用いて、生成する高域スペクトル中のピーク振幅、またはサブバンドのエネルギー（以下、サブバンドエネルギーという）及び形状が、ターゲットである入力信号の高域部のスペクトルのピーク振幅、サブバンドエネルギー、形状に近くなるように調整す

40

50

る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2007/052088号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1では、符号化装置は、高域スペクトルを合成する際に、入力信号のスペクトルデータ及び合成している高域スペクトルデータの、すべてのサンプル(MDCT係数)に対して対数変換を行う。そして、符号化装置は、それぞれのサブバンドエネルギー及び形状がターゲットである入力信号の高域部のスペクトルのピーク振幅、サブバンドエネルギー、形状に近くなるようなパラメータを算出している。このため、符号化装置における演算量が非常に大きいという問題点がある。また、復号装置は、算出したパラメータをサブバンド内の全てのサンプルに適用しており、個々のサンプルの振幅の大きさは考慮していない。このため、上記算出したパラメータを用いて高域スペクトルを生成する際の復号装置における演算量も非常に大きくなり、かつ、生成される復号音声の品質が不十分であり、場合によっては異音が発生する可能性もある。

10

【0006】

本発明の目的は、広帯域信号の低域部のスペクトルデータに基づいて高域部のスペクトルデータを効率的に符号化し、復号信号の品質を改善することができる符号化装置、復号装置およびこれらの方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の符号化装置は、入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して第1符号化情報を生成する第1符号化手段と、前記第1符号化情報を復号して復号信号を生成する復号手段と、前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号または前記復号信号から前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する振幅調整パラメータを算出することにより第2符号化情報を生成する第2符号化手段と、を具備する構成を採る。

30

【0008】

本発明の復号装置は、符号化装置において生成された、入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して得られる第1符号化情報と、前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号または前記第1符号化情報を復号して得られる第1復号信号から、前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する振幅調整パラメータを算出することにより生成された第2符号化情報と、を受信する受信手段と、前記第1符号化情報を復号して第2復号信号を生成する第1復号手段と、前記第2符号化情報を用いて、前記第2復号信号から前記入力信号の高域部分を推定することにより第3復号信号を生成する第2復号手段と、を具備する構成を採る。

40

【0009】

本発明の符号化方法は、入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して第1符号化情報を生成するステップと、前記第1符号化情報を復号して復号信号を生成するステップと、前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号または前記復号信号から、前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する振幅調整パラメータを算出することにより第2符号化情報を生成するステップと、を有するようにした。

【0010】

50

本発明の復号方法は、符号化装置において生成された、入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して得られる第1符号化情報と、前記入力信号の前記所定周波数より高い高域部分を複数のサブバンドに分割し、前記入力信号、または、前記第1符号化情報を復号して得られる第1復号信号から、前記複数のサブバンドをそれぞれ推定し、前記各サブバンド内のスペクトル成分を部分的に選択し、前記選択したスペクトル成分に対して振幅を調整する振幅調整パラメータを算出することにより生成された第2符号化情報と、を受信するステップと、前記第1符号化情報を復号して第2復号信号を生成するステップと、前記第2符号化情報を用いて、前記第2復号信号から前記入力信号の高域部分を推定することにより第3復号信号を生成するステップと、を有するようにした。

【発明の効果】

10

【0011】

本発明によれば、広帯域信号の高域部のスペクトルデータを効率的に符号化/復号することができ、処理演算量の大幅な削減を実現するとともに、復号信号の品質も改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施の形態1に係る符号化装置および復号装置を有する通信システムの構成を示すブロック図

【図2】本発明の実施の形態1に係る図1に示した符号化装置の内部の主要な構成を示すブロック図

20

【図3】本発明の実施の形態1に係る図2に示した第2レイヤ符号化部の内部の主要な構成を示すブロック図

【図4】本発明の実施の形態1に係る図3に示したゲイン符号化部の主要な構成を示すブロック図

【図5】本発明の実施の形態1に係る図4に示した対数ゲイン符号化部の主要な構成を示すブロック図

【図6】本発明の実施の形態1に係るフィルタリング部におけるフィルタリング処理の詳細について説明するための図

【図7】本発明の実施の形態1に係る探索部においてサブバンド $S B_p$ に対して最適ピッチ係数 T_p を探索する処理の手順を示すフロー図

30

【図8】本発明の実施の形態1に係る図1に示した復号装置の内部の主要な構成を示すブロック図

【図9】本発明の実施の形態1に係る図8に示した第2レイヤ復号部の内部の主要な構成を示すブロック図

【図10】本発明の実施の形態1に係る図9に示したスペクトル調整部の内部の主要な構成を示すブロック図

【図11】本発明の実施の形態1に係る図10に示した対数ゲイン復号部の内部の主要な構成を示すブロック図

【図12】本発明の実施の形態2に係る第2レイヤ符号化部の内部の主要な構成を示すブロック図

40

【図13】本発明の実施の形態2に係る図12に示したゲイン符号化部の主要な構成を示すブロック図

【図14】本発明の実施の形態2に係る図13に示した対数ゲイン符号化部の内部の主要な構成を示すブロック図

【図15】本発明の実施の形態2に係る対数ゲイン復号部の内部の主要な構成を示すブロック図

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の主たる特徴は、符号化装置が、符号化対象となる信号の高域部のスペクトルデータを低域部のスペクトルデータに基づいて生成する際、サブバンド内で振幅が最大であ

50

るサンプルの位置に基づき抽出されたサンプル群に対してサブバンドエネルギー及び形状の調整パラメータを算出することである。そして、復号装置が、前記パラメータを、サブバンド内で振幅が最大であるサンプルの位置に基づき抽出されたサンプル群に対して適用することである。これらの特徴により本発明は、広帯域信号の高域部のスペクトルデータを効率的に符号化/復号することができ、処理演算量の大幅な削減を実現するとともに、復号信号の品質も改善することができる。

【0014】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明に係る符号化装置および復号装置として、音声符号化装置および音声復号装置を例にとって説明する。

10

【0015】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る符号化装置および復号装置を有する通信システムの構成を示すブロック図である。図1において、通信システムは、符号化装置101と復号装置103とを備え、それぞれ伝送路102を介して通信可能な状態となっている。なお、符号化装置101および復号装置103はいずれも、通常、基地局装置あるいは通信端末装置等に搭載されて用いられる。

【0016】

符号化装置101は、入力信号をNサンプルずつ区切り(Nは自然数)、Nサンプルを1フレームとしてフレーム毎に符号化を行う。ここで、符号化の対象となる入力信号を x_n ($n=0, \dots, N-1$)と表すこととする。 n は、Nサンプルずつ区切られた入力信号のうち、信号要素の $n+1$ 番目を示す。符号化装置101は、符号化した入力情報(符号化情報)を、伝送路102を介して復号装置103に送信する。

20

【0017】

復号装置103は、伝送路102を介して符号化装置101から送信された符号化情報を受信し、これを復号し出力信号を得る。

【0018】

図2は、図1に示した符号化装置101の内部の主要な構成を示すブロック図である。入力信号のサンプリング周波数を SR_1 とすると、ダウンサンプリング処理部201は、入力信号のサンプリング周波数を SR_1 から SR_2 までダウンサンプリングし($SR_2 < SR_1$)、ダウンサンプリングした入力信号をダウンサンプリング後入力信号として、第1レイヤ符号化部202に出力する。なお、以下では、一例として、 SR_2 は SR_1 の1/2のサンプリング周波数である場合について説明する。

30

【0019】

第1レイヤ符号化部202は、ダウンサンプリング処理部201から入力されるダウンサンプリング後入力信号に対して、例えばCEL P(Code Excited Linear Prediction)方式の音声符号化方法を用いて符号化を行って第1レイヤ符号化情報を生成する。具体的には、第1レイヤ符号化部202は、入力信号の所定周波数以下の低域部分を符号化して第1レイヤ符号化情報を生成する。そして、第1レイヤ符号化部202は、生成した第1レイヤ符号化情報を第1レイヤ復号部203および符号化情報統合部207に出力する。

40

【0020】

第1レイヤ復号部203は、第1レイヤ符号化部202から入力される第1レイヤ符号化情報に対して、例えばCEL P方式の音声復号方法を用いて復号を行って第1レイヤ復号信号を生成する。そして、第1レイヤ復号部203は、生成した第1レイヤ復号信号をアップサンプリング処理部204に出力する。

【0021】

アップサンプリング処理部204は、第1レイヤ復号部203から入力される第1レイヤ復号信号のサンプリング周波数を SR_2 から SR_1 までアップサンプリングし、アップサンプリングした第1レイヤ復号信号をアップサンプリング後第1レイヤ復号信号として、直交変換処理部205に出力する。

50

【 0 0 2 2 】

直交変換処理部 2 0 5 は、バッファ $buf1_n$ および $buf2_n$ ($n = 0, \dots, N - 1$) を内部に有し、入力信号 x_n およびアップサンプリング処理部 2 0 4 から入力されるアップサンプリング後第 1 レイヤ復号信号 y_n を修正離散コサイン変換 (M D C T : Modified Discrete Cosine Transform) する。

【 0 0 2 3 】

以下、直交変換処理部 2 0 5 における直交変換処理について、その計算手順と内部バッファへのデータ出力に関して説明する。

【 0 0 2 4 】

まず、直交変換処理部 2 0 5 は、下記の式 (1) および式 (2) によりバッファ $buf1_n$ および $buf2_n$ それぞれを、「 0 」を初期値として初期化する。

【 数 1 】

$$buf1_n = 0 \quad (n = 0, \dots, N - 1) \dots (1)$$

【 数 2 】

$$buf2_n = 0 \quad (n = 0, \dots, N - 1) \dots (2)$$

【 0 0 2 5 】

次いで、直交変換処理部 2 0 5 は、入力信号 x_n およびアップサンプリング後第 1 レイヤ復号信号 y_n に対し下記の式 (3) および式 (4) に従って M D C T し、入力信号の M D C T 係数 (以下、入力スペクトルと呼ぶ) $S2(k)$ およびアップサンプリング後第 1 レイヤ復号信号 y_n の M D C T 係数 (以下、第 1 レイヤ復号スペクトルと呼ぶ) $S1(k)$ を求める。

【 数 3 】

$$S2(k) = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{2N-1} x_n' \cos \left[\frac{(2n+1+N)(2k+1)\pi}{4N} \right] \quad (k = 0, \dots, N - 1) \dots (3)$$

【 数 4 】

$$S1(k) = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{2N-1} y_n' \cos \left[\frac{(2n+1+N)(2k+1)\pi}{4N} \right] \quad (k = 0, \dots, N - 1) \dots (4)$$

【 0 0 2 6 】

ここで、 k は 1 フレームにおける各サンプルのインデックスを示す。直交変換処理部 2 0 5 は、入力信号 x_n とバッファ $buf1_n$ とを結合させたベクトルである x_n' を下記の式 (5) により求める。また、直交変換処理部 2 0 5 は、アップサンプリング後第 1 レイヤ復号信号 y_n とバッファ $buf2_n$ とを結合させたベクトルである y_n' を下記の式 (6) により求める。

【 数 5 】

$$x_n' = \begin{cases} buf1_n & (n = 0, \dots, N - 1) \\ x_{n-N} & (n = N, \dots, 2N - 1) \end{cases} \dots (5)$$

【数 6】

$$y_n' = \begin{cases} buf2_n & (n = 0, \dots, N-1) \\ y_{n-N} & (n = N, \dots, 2N-1) \end{cases} \dots (6)$$

【0027】

次いで、直交変換処理部 205 は、式 (7) および式 (8) によりバッファ $buf1_n$ および $buf2_n$ を更新する。

【数 7】

$$buf1_n = x_n \quad (n = 0, \dots, N-1) \dots (7)$$

10

【数 8】

$$buf2_n = y_n \quad (n = 0, \dots, N-1) \dots (8)$$

【0028】

そして、直交変換処理部 205 は、入力スペクトル $S_2(k)$ および第 1 レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ を第 2 レイヤ符号化部 206 に出力する。

【0029】

以上、直交変換処理部 205 における直交変換処理について説明した。

20

【0030】

第 2 レイヤ符号化部 206 は、直交変換処理部 205 から入力される入力スペクトル $S_2(k)$ および第 1 レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ を用いて第 2 レイヤ符号化情報を生成し、生成した第 2 レイヤ符号化情報を符号化情報統合部 207 に出力する。なお、第 2 レイヤ符号化部 206 の詳細については後述する。

【0031】

符号化情報統合部 207 は、第 1 レイヤ符号化部 202 から入力される第 1 レイヤ符号化情報と、第 2 レイヤ符号化部 206 から入力される第 2 レイヤ符号化情報とを統合し、統合された情報源符号に対し、必要であれば伝送誤り符号などを付加した上でこれを符号化情報として伝送路 102 に出力する。

30

【0032】

次に、図 2 に示した第 2 レイヤ符号化部 206 の内部の主要な構成について図 3 を用いて説明する。

【0033】

第 2 レイヤ符号化部 206 は、帯域分割部 260、フィルタ状態設定部 261、フィルタリング部 262、探索部 263、ピッチ係数設定部 264、ゲイン符号化部 265 および多重化部 266 を備え、各部は以下の動作を行う。

【0034】

帯域分割部 260 は、直交変換処理部 205 から入力される入力スペクトル $S_2(k)$ の所定周波数より高い高域部 ($FL < k < FH$) を P 個 (ただし、 P は 1 より大きい整数) のサブバンド SB_p ($p = 0, 1, \dots, P-1$) に分割する。そして、帯域分割部 260 は、分割した各サブバンドのバンド幅 BW_p ($p = 0, 1, \dots, P-1$) および先頭インデックス (つまり、サブバンドの開始位置) BS_p ($p = 0, 1, \dots, P-1$) ($FL < BS_p < FH$) を帯域分割情報としてフィルタリング部 262、探索部 263 および多重化部 266 に出力する。以下、入力スペクトル $S_2(k)$ のうち、サブバンド SB_p に対応する部分をサブバンドスペクトル $S_{2p}(k)$ ($BS_p < k < BS_p + BW_p$) と記す。

40

【0035】

フィルタ状態設定部 261 は、直交変換処理部 205 から入力される第 1 レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ ($0 < k < FL$) を、フィルタリング部 262 で用いるフィルタ状態と

50

して設定する。つまり、フィルタリング部 262 における全周波数帯域 $0 \leq k < FH$ のスペクトル $S(k)$ の $0 \leq k < FL$ の帯域に、第 1 レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ がフィルタの内部状態（フィルタ状態）として格納される。

【0036】

フィルタリング部 262 は、マルチタップのピッチフィルタを備え、フィルタ状態設定部 261 により設定されたフィルタ状態と、ピッチ係数設定部 264 から入力されるピッチ係数と、帯域分割部 260 から入力される帯域分割情報とに基づいて、第 1 レイヤ復号スペクトルをフィルタリングし、各サブバンド S_{B_p} ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) の推定値 $S_{2_p}'(k)$ ($BS_p \leq k < BS_p + BW_p$) ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) (以下、「サブバンド S_{B_p} の推定スペクトル」と称す) を算出する。フィルタリング部 262 は、サブバンド S_{B_p} の推定スペクトル $S_{2_p}'(k)$ を探索部 263 へ出力する。なお、フィルタリング部 262 におけるフィルタリング処理の詳細については後述する。なお、マルチタップのタップ数は 1 以上の任意の値（整数）をとることができるものとする。

10

【0037】

探索部 263 は、帯域分割部 260 から入力される帯域分割情報に基づき、フィルタリング部 262 から入力されるサブバンド S_{B_p} の推定スペクトル $S_{2_p}'(k)$ と、直交変換処理部 205 から入力される入力スペクトル $S_2(k)$ の高域部 ($FL \leq k < FH$) における各サブバンドスペクトル $S_2(k)$ との類似度を算出する。この類似度の算出は、例えば相関演算等により行われる。また、フィルタリング部 262、探索部 263 およびピッチ係数設定部 264 の処理は、サブバンド毎に閉ループの探索処理を構成し、各閉ループにおいて、探索部 263 は、ピッチ係数設定部 264 からフィルタリング部 262 へ入力されるピッチ係数 T を種々に変化させることにより、各ピッチ係数に対応する類似度を算出する。探索部 263 は、サブバンド毎の閉ループにおいて、例えば、サブバンド S_{B_p} に対応する閉ループにおいて類似度が最大となる最適ピッチ係数 T_p' (ただし $T_{min} \sim T_{max}$ の範囲) を求め、 P 個の最適ピッチ係数を多重化部 266 へ出力する。探索部 263 における類似度の算出方法の詳細については後述する。

20

【0038】

探索部 263 は、各最適ピッチ係数 T_p' を用いて、各サブバンド S_{B_p} に類似する、第 1 レイヤ復号スペクトルの一部帯域（すなわち、各サブバンドのそれぞれのスペクトルに最も近似する帯域）を算出する。また、探索部 263 は、各最適ピッチ係数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) に対応する推定スペクトル $S_{2_p}'(k)$ 、及び、式 (9) に従って算出される、最適ピッチ係数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) を算出した際の振幅調整パラメータである理想ゲイン 1_p を、ゲイン符号化部 265 へ出力する。なお、式 (9) において、 M' は、類似度 D を算出する際のサンプル数を示し、各サブバンドのバンド幅以下の任意の値でよい。もちろん、 M' がサブバンド幅 BW_i の値を採っても構わない。なお、探索部 263 における最適ピッチ係数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) の探索処理の詳細については後述する。

30

【数 9】

$$\alpha 1_p = \frac{\sum_{k=0}^{M'} S_2(BS_p + k) \cdot S_{2_p}'(BS_p + k)}{\sum_{k=0}^{M'} S_{2_p}'(BS_p + k) \cdot S_{2_p}'(BS_p + k)} \quad \left(\begin{array}{l} p=0, \dots, P-1 \\ 0 < M' \leq BW_p \end{array} \right) \dots (9)$$

40

【0039】

ピッチ係数設定部 264 は、探索部 263 の制御の下、フィルタリング部 262 及び探索部 263 とともに、ピッチ係数 T を、予め定められた探索範囲 $T_{min} \sim T_{max}$ の中で少しずつ変化させながら、フィルタリング部 262 に順次出力する。なお、ピッチ係数設定部 264 は、例えば、第 1 サブバンドに対応する閉ループの探索処理を行う場合には、ピッチ係数 T を、予め定められた探索範囲 $T_{min} \sim T_{max}$ の中で少しずつ変化させ

50

ながら設定し、第2サブバンド以降の第 m ($m = 2, 3, \dots, P$)サブバンドに対応する閉ループの探索処理を行う場合には、第 $m - 1$ サブバンドに対応する閉ループの探索処理において求められた最適ピッチ係数に基づき、ピッチ係数 T を、少しずつ変化させながら設定してもよい。

【0040】

ゲイン符号化部265は、入力スペクトル $S_2(k)$ 、および、探索部263から入力される各サブバンドの推定スペクトル $S_{2p}'(k)$ ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)、理想ゲイン 1_p に基づいて、非線形領域でのエネルギー比調整を行うパラメータである対数ゲインを、各サブバンドに対して算出する。次いで、ゲイン符号化部265は、理想ゲイン及び対数ゲインを量子化し、量子化した理想ゲイン及び対数ゲインを多重化部266に出力する。

10

【0041】

図4は、ゲイン符号化部265の内部構成を示す図である。ゲイン符号化部265は、理想ゲイン符号化部271および対数ゲイン符号化部272から主に構成される。

【0042】

理想ゲイン符号化部271は、探索部263から入力される各サブバンドの推定スペクトル $S_{2p}'(k)$ ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)を周波数領域で連続させて入力スペクトルの高域部の推定スペクトル $S_2'(k)$ を構成する。次いで、理想ゲイン符号化部271は、式(10)に従って、探索部263から入力される各サブバンドに対する理想ゲイン 1_p を推定スペクトル $S_2'(k)$ に乘じ、推定スペクトル $S_3'(k)$ を算出する。なお、式(10)において、 BL_p は各サブバンドの先頭インデックスを示し、 BH_p は各サブバンドの終端インデックスを示す。そして、理想ゲイン符号化部271は、算出した推定スペクトル $S_3'(k)$ を対数ゲイン符号化部272に出力する。また、理想ゲイン符号化部271は、理想ゲイン 1_p を量子化し、量子化した理想ゲイン 1_{Qp} を理想ゲイン符号化情報として多重化部266に出力する。

20

【数10】

$$S_3'(k) = S_2'(k) \cdot \alpha 1_p \quad (BL_p \leq k \leq BH_p, \text{ for all } p) \cdots (10)$$

【0043】

対数ゲイン符号化部272は、直交変換処理部205から入力される入力スペクトル $S_2(k)$ の高域部 ($FL < k < FH$)と、理想ゲイン符号化部271から入力される推定スペクトル $S_3'(k)$ とのサブバンド毎の非線形領域でのエネルギー比調整を行うパラメータ(つまり、振幅調整パラメータ)である対数ゲインを算出する。そして、対数ゲイン符号化部272は、算出した対数ゲインを対数ゲイン符号化情報として多重化部266に出力する。

30

【0044】

図5に、対数ゲイン符号化部272の内部構成を示す。対数ゲイン符号化部272は、最大振幅値探索部281、サンプル群抽出部282および対数ゲイン算出部283から主に構成される。

40

【0045】

最大振幅値探索部281は、式(11)のようにして、理想ゲイン符号化部271から入力される推定スペクトル $S_3'(k)$ に対して、最大振幅値 $Max\ Value_p$ 、および、振幅が最大であるサンプル(スペクトル成分)のインデックス、最大振幅インデックス $Max\ Index_p$ をサブバンド毎に探索する。

【数 1 1】

$$\begin{cases} \text{MaxValue}_p = \max(|S3'(k)|) \\ \text{MaxIndex}_p = k \text{ where } \text{MaxValue}_p = |S3'(k)| \end{cases} \quad (BL_p \leq k \leq BH_p, \text{ for all } p) \cdots (11)$$

【0046】

そして、最大振幅値探索部 281 は、推定スペクトル $S3'(k)$ 、最大振幅値 MaxValue_p および最大振幅インデックス MaxIndex_p をサンプル群抽出部 282 に出力する。

10

【0047】

サンプル群抽出部 282 は、式 (12) に示すように、算出された各サブバンドに対する最大振幅インデックス MaxIndex_p に応じて、各サンプルに対する抽出フラグ $\text{SelectFlag}(k)$ を決定する。そして、サンプル群抽出部 282 は、推定スペクトル $S3'(k)$ 、最大振幅値 MaxValue_p および抽出フラグ $\text{SelectFlag}(k)$ を対数ゲイン算出部 283 に出力する。なお、式 (12) において、 Near_p は抽出フラグ $\text{SelectFlag}(k)$ を決定する際に基準となる閾値を示す。

【数 1 2】

$$\text{SelectFlag}(k) = \begin{cases} 1 & \left(\begin{array}{l} \text{if } ((\text{MaxIndex}_p - \text{Near}_p \leq k \leq \text{MaxIndex}_p + \text{Near}_p) \\ \text{or} \\ (k = 0, 2, 4, 6, 8, \dots (\text{even}))) \end{array} \right) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (BL_p \leq k \leq BH_p, \text{ for all } p) \cdots (12)$$

20

【0048】

つまり、サンプル群抽出部 282 は、式 (12) に示すように、各サブバンドにおける最大振幅値 MaxValue_p を有するサンプルに近接するサンプル (スペクトル成分) ほど抽出フラグ $\text{SelectFlag}(k)$ の値が 1 になりやすいような基準で抽出フラグ $\text{SelectFlag}(k)$ の値を設定する。すなわち、サンプル群抽出部 282 は、各サブバンドにおける最大振幅値 MaxValue_p を有するサンプルに近接するサンプルほど選択されやすい重みにより、サンプルを部分的に選択する。具体的には、サンプル群抽出部 282 は、式 (12) に示すように、最大振幅値 MaxValue_p からの距離が Near_p 以内の範囲のインデックスであるサンプルを選択する。また、サンプル群抽出部 282 は、式 (12) に示すように、最大振幅値を有するサンプルに近接しなくても、インデックスが偶数であるサンプルに対しては、抽出フラグ $\text{SelectFlag}(k)$ の値を 1 に設定する。これにより、最大振幅値を有するサンプルから離れた帯域に大きな振幅を有するサンプルがあった場合でも、そのサンプルまたはそれに近い振幅のサンプルを抽出することができる。

30

【0049】

対数ゲイン算出部 283 は、サンプル群抽出部 282 から入力される抽出フラグ $\text{SelectFlag}(k)$ の値が 1 であるサンプルに対して、式 (13) に従って、推定スペクトル $S3'(k)$ と入力スペクトル $S2(k)$ の高域部 ($FL < k < FH$) の対数領域でのエネルギー比 (対数ゲイン) M' を算出する。なお、式 (13) において、 M' は、対数ゲインの算出時に用いるサンプル数を示し、各サブバンドのバンド幅以下の任意の値でよい。もちろん、 M' がサブバンド幅 BW_i の値を採っても構わない。

40

【数 1 3】

$$\alpha 2_p = \frac{\sum_{k=0}^{M'} \left(\log_{10} \left(\left| S2(BS_p + k) \right| \right) - MaxValue_p \right) \cdot \left(\log_{10} \left(\left| S3'(BS_p + k) \right| \right) - MaxValue_p \right)}{\sum_{k=0}^{M'} \left(\log_{10} \left(\left| S3'(BS_p + k) \right| \right) - MaxValue_p \right) \cdot \left(\log_{10} \left(\left| S3'(BS_p + k) \right| \right) - MaxValue_p \right)}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{if } SelectFlag(k) = 1 \\ p = 0, \dots, P - 1 \\ 0 < M' \leq BW_p \end{array} \right)$$

10

・・・(13)

【0050】

すなわち、対数ゲイン算出部 283 は、サンプル群抽出部 282 で部分的に選択されたサンプルに対してのみ、対数ゲイン 2_p を算出する。そして、対数ゲイン算出部 283 は、対数ゲイン 2_p を量子化し、量子化した対数ゲイン $2Q_p$ を対数ゲイン符号化情報として多重化部 266 に出力する。

【0051】

以上、ゲイン符号化部 265 の処理について説明した。

【0052】

多重化部 266 は、帯域分割部 260 から入力される帯域分割情報と、探索部 263 から入力される各サブバンド SB_p ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) に対する最適ピッチ係数 T_p' と、ゲイン符号化部 265 から入力される理想ゲイン $1Q_p$ 及び対数ゲイン $2Q_p$ にそれぞれ対応するインデックス（理想ゲイン符号化情報および対数ゲイン符号化情報）と、を第 2 レイヤ符号化情報として多重化し、符号化情報統合部 207 に出力する。なお、 T_p' と、 $1Q_p$ および $2Q_p$ のインデックスとを直接、符号化情報統合部 207 に入力して、符号化情報統合部 207 にて第 1 レイヤ符号化情報と多重化してもよい。

20

【0053】

次いで、図 3 に示したフィルタリング部 262 におけるフィルタリング処理の詳細について、図 6 を用いて説明する。

30

【0054】

フィルタリング部 262 は、フィルタ状態設定部 261 から入力されるフィルタ状態と、ピッチ係数設定部 264 から入力されるピッチ係数 T と、帯域分割部 260 から入力される帯域分割情報とを用いて、サブバンド SB_p ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) に対して、帯域 $BS_p - k < BS_p + BW_p$ ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) における推定スペクトルを生成する。フィルタリング部 262 において用いるフィルタの伝達関数 $F(z)$ は下記の式 (14) で表される。

【0055】

以下、サブバンド SB_p を例にとり、サブバンドスペクトル $S2_p(k)$ の推定スペクトル $S2_p'(k)$ を生成する処理を説明する。

40

【数 1 4】

$$F(z) = \frac{1}{1 - \sum_{i=-M}^M \beta_i z^{-T+i}} \dots (14)$$

【0056】

式 (14) において、 T はピッチ係数設定部 264 から与えられるピッチ係数、 β_i は予め内部に記憶されているフィルタ係数を表している。例えば、タップ数が 3 の場合、フィルタ係数の候補は $(\beta_{-1}, \beta_0, \beta_1) = (0.1, 0.8, 0.1)$ が一例として

50

挙げられる。この他に $(-1, 0, 1) = (0.2, 0.6, 0.2)$ 、 $(0.3, 0.4, 0.3)$ などの値も適当である。また、 $(-1, 0, 1) = (0.0, 1.0, 0.0)$ の値でもよく、この場合には帯域 $0 < k < FL$ の第1レイヤ復号スペクトルの一部帯域をその形状を変化させずにそのまま $BS_p < k < BS_p + BW_p$ の帯域にコピーすることを意味する。以下の説明では、 $(-1, 0, 1) = (0.0, 1.0, 0.0)$ である場合を例にとって説明する。また、式(14)において $M = 1$ とする。Mはタップ数に関する指標である。

【0057】

フィルタリング部262における全周波数帯域のスペクトル $S(k)$ の $0 < k < FL$ の帯域には、第1レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ がフィルタの内部状態(フィルタ状態)として格納される。

10

【0058】

$S(k)$ の $BS_p < k < BS_p + BW_p$ の帯域には、以下の手順のフィルタリング処理によりサブバンド SB_p の推定スペクトル $S_{2p}'(k)$ が格納される。すなわち、図6に示すように、 $S_{2p}'(k)$ には、基本的に、この k より T だけ低い周波数のスペクトル $S(k - T)$ が代入される。ただし、スペクトルの円滑性を増すために、実際には、スペクトル $S(k - T)$ から i だけ離れた近傍のスペクトル $S(k - T + i)$ に所定のフィルタ係数 β_i を乗じたスペクトル $\beta_i \cdot S(k - T + i)$ を、全ての i について加算したスペクトルを $S_{2p}'(k)$ に代入する。この処理は下記の式(15)で表される。

【数15】

20

$$S_{2p}'(k) = \sum_{i=-1}^1 \beta_i \cdot S(k - T + i)^2 \cdots (15)$$

【0059】

上記演算を、周波数の低い $k = BS_p$ から順に、 k を $BS_p < k < BS_p + BW_p$ の範囲で変化させて行うことにより、 $BS_p < k < BS_p + BW_p$ における推定スペクトル $S_{2p}'(k)$ を算出する。

【0060】

以上のフィルタリング処理は、ピッチ係数設定部264からピッチ係数 T が与えられる度に、 $BS_p < k < BS_p + BW_p$ の範囲において、その都度 $S(k)$ をゼロクリアして行われる。すなわち、ピッチ係数 T が変化するたびに $S(k)$ は算出され、探索部263に出力される。

30

【0061】

図7は、図3に示した探索部263においてサブバンド SB_p に対して最適ピッチ係数 T_p' を探索する処理の手順を示すフロー図である。なお、探索部263は、図7に示した手順を繰り返すことにより、各サブバンド SB_p ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) に対応する最適ピッチ係数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) を探索する。

【0062】

まず、探索部263は、類似度の最小値を保存するための変数である最小類似度 D_{min} を「+」に初期化する(ST2010)。次いで、探索部263は、下記の式(16)に従い、あるピッチ係数における入力スペクトル $S_2(k)$ の高域部 ($FL < k < FH$) と、推定スペクトル $S_{2p}'(k)$ との類似度 D を算出する(ST2020)。

40

【数 16】

$$D = \sum_{k=0}^{M'} S2(BS_p + k) \cdot S2(BS_p + k) - \frac{\left(\sum_{k=0}^{M'} S2(BS_p + k) \cdot S2'(BS_p + k) \right)^2}{\sum_{k=0}^{M'} S2'(BS_p + k) \cdot S2'(BS_p + k)} \quad (0 < M' \leq BW_p)$$

・・・(16)

【0063】

10

式(16)において、M'は、類似度Dを算出する際のサンプル数を示し、各サブバンドのバンド幅以下の任意の値でよい。もちろん、M'がサブバンド幅BW_iの値を採っても構わない。なお、式(16)中にはS2_p'(k)が存在しないが、これはBS_pとS2'(k)を用いてS2_p'(k)を表しているためである。

【0064】

次いで、探索部263は算出した類似度Dが最小類似度D_{min}より小さいか否かを判定する(ST2030)。ST2020において算出された類似度が最小類似度D_{min}より小さい場合(ST2030:「YES」)には、探索部263は、類似度Dを最小類似度D_{min}に代入する(ST2040)。一方、ST2020において算出された類似度が最小類似度D_{min}以上である場合(ST2030:「NO」)には、探索部263は、探索範囲にわたる処理が終了した否かを判定する。すなわち、探索部263は、探索範囲内のすべてのピッチ係数それぞれに対し、ST2020において上記の式(16)に従って類似度を算出したか否かを判定する(ST2050)。探索範囲にわたって処理が終了していなかった場合(ST2050:「NO」)には、探索部263は処理を再びST2020に戻す。そして、探索部263は、前回のST2020の手順において式(16)に従って類似度を算出した場合とは異なるピッチ係数に対して、式(16)に従い類似度を算出する。一方、探索範囲にわたる処理が終了した場合(ST2050:「YES」)には、探索部263は、最小類似度D_{min}に対応するピッチ係数Tを最適ピッチ係数T_p'として多重化部266に出力する(ST2060)。

20

【0065】

30

次に、図1に示した復号装置103について説明する。

【0066】

図8は、復号装置103の内部の主要な構成を示すブロック図である。

【0067】

図8において、符号化情報分離部131は、入力された符号化情報(すなわち、符号化装置101から受信した符号化情報)の中から第1レイヤ符号化情報と第2レイヤ符号化情報とを分離し、第1レイヤ符号化情報を第1レイヤ復号部132に出力し、第2レイヤ符号化情報を第2レイヤ復号部135に出力する。

【0068】

第1レイヤ復号部132は、符号化情報分離部131から入力される第1レイヤ符号化情報に対して復号を行い、生成された第1レイヤ復号信号をアップサンプリング処理部133に出力する。ここで、第1レイヤ復号部132の動作は、図2に示した第1レイヤ復号部203と同様であるため、詳細な説明は省略する。

40

【0069】

アップサンプリング処理部133は、第1レイヤ復号部132から入力される第1レイヤ復号信号に対してサンプリング周波数をSR₂からSR₁までアップサンプリングする処理を行い、得られるアップサンプリング後第1レイヤ復号信号を直交変換処理部134に出力する。

【0070】

直交変換処理部134は、アップサンプリング処理部133から入力されるアップサン

50

プリング後第1レイヤ復号信号に対して直交変換処理(MDCT)を施し、得られるアップサンプリング後第1レイヤ復号信号のMDCT係数(以下、第1レイヤ復号スペクトルと呼ぶ) $S_1(k)$ を第2レイヤ復号部135に出力する。ここで、直交変換処理部134の動作は、図2に示した直交変換処理部205のアップサンプリング後第1レイヤ復号信号に対する処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0071】

第2レイヤ復号部135は、直交変換処理部134から入力される第1レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ 、および、符号化情報分離部131から入力される第2レイヤ符号化情報を用いて、高域成分を含む第2レイヤ復号信号を生成し出力信号として出力する。

【0072】

図9は、図8に示した第2レイヤ復号部135の内部の主要な構成を示すブロック図である。

【0073】

分離部351は、符号化情報分離部131から入力される第2レイヤ符号化情報を、各サブバンドのバンド幅 BW_p ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)、先頭インデックス BS_p ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) ($FL - BS_p < FH$)を含む帯域分割情報と、フィルタリングに関する情報である最適ピッチ係数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)と、ゲインに関する情報である理想ゲイン符号化情報($j = 0, 1, \dots, J - 1$)及び対数ゲイン符号化情報($j = 0, 1, \dots, J - 1$)のインデックスと、に分離する。そして、分離部351は、帯域分割情報および最適ピッチ係数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)をフィルタリング部353に出力し、理想ゲイン符号化情報及び対数ゲイン符号化情報のインデックスをゲイン復号部354に出力する。なお、符号化情報分離部131において、帯域分割情報と、最適ピッチ係数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)と、理想ゲイン符号化情報及び対数ゲイン符号化情報のインデックスとを分離済みの場合は、分離部351を配置しなくてもよい。

【0074】

フィルタ状態設定部352は、直交変換処理部134から入力される第1レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ ($0 \leq k < FL$)を、フィルタリング部353で用いるフィルタ状態として設定する。ここで、フィルタリング部353における全周波数帯域 $0 \leq k < FH$ のスペクトルを便宜的に $S(k)$ と呼ぶ場合、 $S(k)$ の $0 \leq k < FL$ の帯域に、第1レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ がフィルタの内部状態(フィルタ状態)として格納される。ここで、フィルタ状態設定部352の構成および動作は、図3に示したフィルタ状態設定部261と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0075】

フィルタリング部353は、マルチタップ(タップ数が1より多い)のピッチフィルタを備える。フィルタリング部353は、分離部351から入力される帯域分割情報と、フィルタ状態設定部352により設定されたフィルタ状態と、分離部351から入力されるピッチ係数 T_p' ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)と、予め内部に格納しているフィルタ係数とに基づき、第1レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ をフィルタリングし、上記の式(15)に示す、各サブバンド SB_p ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)の推定値 $S_2_p'(k)$ ($BS_p \leq k < BS_p + BW_p$) ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)を算出する。フィルタリング部353でも、上記の式(14)に示したフィルタ関数が用いられる。ただし、この場合のフィルタリング処理およびフィルタ関数は、式(14)、式(15)における T を T_p' に置き換えたものとする。すなわち、フィルタリング部353は、第1レイヤ復号スペクトルから、符号化装置101における入力スペクトルの高域部を推定する。

【0076】

ゲイン復号部354は、分離部351から入力される、理想ゲイン符号化情報及び対数ゲイン符号化情報のインデックスを復号し、理想ゲイン G_1_p 及び対数ゲイン G_2_p の量子化値である量子化理想ゲイン $G_1_Q_p$ 及び量子化対数ゲイン $G_2_Q_p$ を求める。

【0077】

10

20

30

40

50

スペクトル調整部 355 は、フィルタリング部 353 から入力される各サブバンド $S B_p$ ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) の推定値 $S 2_p'(k)$ ($B S_p - k < B S_p + B W_p$) ($p = 0, 1, \dots, P - 1$)、及びゲイン復号部 354 から入力されるサブバンド毎の理想ゲイン $1 Q_p$ とから復号スペクトルを算出する。そして、スペクトル調整部 355 は、算出した復号スペクトルを直交変換処理部 356 に出力する。

【0078】

図 10 は、スペクトル調整部 355 の内部構成を示す図である。スペクトル調整部 355 は、理想ゲイン復号部 361 および対数ゲイン復号部 362 から主に構成される。

【0079】

理想ゲイン復号部 361 は、フィルタリング部 353 から入力される各サブバンドの推定値 $S 2_p'(k)$ ($B S_p - k < B S_p + B W_p$) ($p = 0, 1, \dots, P - 1$) を周波数領域で連続させて、入力スペクトルに対する推定スペクトル $S 2'(k)$ を求める。次いで、理想ゲイン復号部 361 は、下記の式 (17) に従い、推定スペクトル $S 2'(k)$ にゲイン復号部 354 から入力されるサブバンド毎の量子化理想ゲイン $1 Q_p$ を乗じ、推定スペクトル $S 3'(k)$ を算出する。そして、理想ゲイン復号部 361 は、推定スペクトル $S 3'(k)$ を対数ゲイン復号部 362 に出力する。

【数 17】

$$S3'(k) = S2'(k) \cdot \alpha 1 Q_p \quad (BL_p \leq k \leq BH_p, \text{ for all } p) \cdots (17)$$

10

20

【0080】

対数ゲイン復号部 362 は、理想ゲイン復号部 361 から入力される推定スペクトル $S 3'(k)$ に対して、ゲイン復号部 354 から入力されるサブバンド毎の量子化対数ゲイン $2 Q_p$ を用いて、対数領域でのエネルギー調整を行い、得られるスペクトルを復号スペクトルとして直交変換処理部 356 に出力する。

【0081】

図 11 は、対数ゲイン復号部 362 の内部構成を示す図である。対数ゲイン復号部 362 は、最大振幅値探索部 371、サンプル群抽出部 372 及び対数ゲイン適用部 373 から主に構成される。

【0082】

最大振幅値探索部 371 は、式 (11) のようにして、理想ゲイン復号部 361 から入力される推定スペクトル $S 3'(k)$ に対して、最大振幅値 $Max Value_p$ 、および、振幅が最大であるサンプル (スペクトル成分) のインデックス、最大振幅インデックス $Max Index_p$ をサブバンド毎に探索する。そして、最大振幅値探索部 371 は、推定スペクトル $S 3'(k)$ 、最大振幅値 $Max Value_p$ および最大振幅インデックス $Max Index_p$ をサンプル群抽出部 372 に出力する。

【0083】

サンプル群抽出部 372 は、式 (12) に示すように、算出された各サブバンドに対する最大振幅インデックス $Max Index_p$ に応じて、各サンプルに対する抽出フラグ $Select Flag(k)$ を決定する。すなわち、サンプル群抽出部 372 は、各サブバンドにおける最大振幅値 $Max Value_p$ を有するサンプルに近接するサンプル (スペクトル成分) ほど選択されやすい重みにより、サンプルを部分的に選択する。そして、サンプル群抽出部 372 は、推定スペクトル $S 3'(k)$ 、サブバンド毎の最大振幅値 $Max Value_p$ および抽出フラグ $Select Flag(k)$ を対数ゲイン適用部 373 に出力する。

30

40

【0084】

なお、最大振幅値探索部 371 及び、サンプル群抽出部 372 における処理は、符号化装置 101 の最大振幅値探索部 281 およびサンプル群抽出部 282 の処理と同様の処理である。

【0085】

50

対数ゲイン適用部 373 は、サンプル群抽出部 372 から入力される推定スペクトル $S3'(k)$ 、および、抽出フラグ $SelectFlag(k)$ から、抽出されたサンプル群の符号 (+、-) を表す $Sign_p(k)$ を、式 (18) のようにして算出する。すなわち、式 (18) に示すように、対数ゲイン適用部 373 は、抽出されたサンプルの符号が '+' の場合 ($S3'(k) \geq 0$ の場合)、 $Sign_p(k) = 1$ とし、それ以外の場合 (抽出されたサンプルの符号が '-' の場合)、 $Sign_p(k) = -1$ とする。

【数 18】

$$Sign_p(k) = \begin{cases} 1 & (if\ S3'(k) \geq 0) \\ -1 & (else) \end{cases} \quad (BL_p \leq k \leq BH_p, \text{ for all } p) \cdots (18)$$

10

【0086】

対数ゲイン適用部 373 は、サンプル群抽出部 372 から入力される推定スペクトル $S3'(k)$ 、最大振幅値 $MaxValue_p$ および抽出フラグ $SelectFlag(k)$ と、ゲイン復号部 354 から入力される量子化対数ゲイン $2Q_p$ 、および式 (18) に従って算出した符号 $Sign_p(k)$ に基づいて、抽出フラグ $SelectFlag(k)$ の値が 1 であるサンプルに対して、式 (19)、式 (20) に従って、復号スペクトル $S5'(k)$ を算出する。

【数 19】

$$S4'(k) = \alpha 2Q_p \cdot (\log_{10}(S3'(k)) - MaxValue_p) + MaxValue_p \quad \left(\begin{array}{l} if\ SelectFlag(k) = 1 \\ BL_p \leq k \leq BH_p, \text{ for all } p \end{array} \right) \cdots (19)$$

20

【数 20】

$$S5'(k) = 10^{S4'(k)} \cdot Sign_p(k) \quad \left(\begin{array}{l} if\ SelectFlag(k) = 1 \\ BL_p \leq k \leq BH_p, \text{ for all } p \end{array} \right) \cdots (20)$$

30

【0087】

すなわち、対数ゲイン適用部 373 は、サンプル群抽出部 372 で部分的に選択されたサンプル (抽出フラグ $SelectFlag(k) = 1$ のサンプル) に対してのみ、対数ゲイン $2Q_p$ を適用する。そして、対数ゲイン適用部 373 は、復号スペクトル $S5'(k)$ を直交変換処理部 356 へ出力する。ここで、復号スペクトル $S5'(k)$ の低域部 ($0 < k < FL$) は第 1 レイヤ復号スペクトル $S1(k)$ からなり、復号スペクトル $S5'(k)$ の高域部 ($FL < k < FH$) は推定スペクトル $S3'(k)$ に対して対数領域でのエネルギー調整を行ったスペクトルからなる。ただし、復号スペクトル $S5'(k)$ の高域部 ($FL < k < FH$) のうち、サンプル群抽出部 372 で選択されないサンプル (抽出フラグ $SelectFlag(k) = 0$ のサンプル) に対しては、その値は推定スペクトル $S3'(k)$ の値とする。

40

【0088】

直交変換処理部 356 は、スペクトル調整部 355 から入力される復号スペクトル $S5'(k)$ を時間領域の信号に直交変換し、得られる第 2 レイヤ復号信号を出力信号として出力する。ここでは、必要に応じて適切な窓掛けおよび重ね合わせ加算等の処理を行い、フレーム間に生じる不連続を回避する。

【0089】

以下、直交変換処理部 356 における具体的な処理について説明する。

【0090】

50

直交変換処理部 356 は、バッファ $buf'(k)$ を内部に有しており、下記の式 (21) に示すようにバッファ $buf'(k)$ を初期化する。

【数 21】

$$buf'(k) = 0 \quad (k = 0, \dots, N-1) \dots (21)$$

【0091】

また、直交変換処理部 356 は、スペクトル調整部 355 から入力される第 2 レイヤ復号スペクトル $S5'(k)$ を用いて下記の式 (22) に従い、第 2 レイヤ復号信号 y_n を求める。

10

【数 22】

$$y_n = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{2N-1} Z4(k) \cos \left[\frac{(2n+1+N)(2k+1)\pi}{4N} \right] \quad (n = 0, \dots, N-1) \dots (22)$$

【0092】

式 (22) において、 $Z4(k)$ は、下記の式 (23) に示すように、復号スペクトル $S5'(k)$ とバッファ $buf'(k)$ とを結合させたベクトルである。

【数 23】

$$Z4(k) = \begin{cases} buf'(k) & (k = 0, \dots, N-1) \\ S5'(k) & (k = N, \dots, 2N-1) \end{cases} \dots (23)$$

20

【0093】

次いで、直交変換処理部 356 は、下記の式 (24) に従いバッファ $buf'(k)$ を更新する。

【数 24】

$$buf'(k) = S5'(k) \quad (k = 0, \dots, N-1) \dots (24)$$

30

【0094】

そして、直交変換処理部 356 は、復号信号 y_n を出力信号として出力する。

【0095】

このように、本実施の形態によれば、低域部のスペクトルを用いて帯域拡張を行い高域部のスペクトルを推定する符号化/復号において、復号した低域スペクトルを用いて高域部のスペクトルを推定した後、推定スペクトルの各サブバンドにおける最大振幅値のサンプルの周辺のサンプルを重視した選択(間引き)を行い、選択したサンプルに対してのみ対数領域でのゲイン調整を行う。この構成により、対数領域でのゲイン調整に必要な処理演算量を大幅に削減することができる。また、サブバンド内の全サンプルではなく、聴感的に重要である最大振幅値周辺のサンプルについてのみゲイン調整の対象とすることにより、振幅値の低いサンプルを増幅してしまうことによる異音の発生などを抑制することができ、復号信号の音質を向上させることができる。

40

【0096】

なお、本実施の形態では、抽出フラグの設定において、サブバンド内の最大振幅値を有するサンプルに近接しないサンプルに対しては、インデックスが偶数である場合のみ、抽出フラグの値を 1 に設定している。しかし、本発明はこれに限らず、例えば、インデックスの 3 に対する剰余が 0 のサンプルの抽出フラグの値を 1 に設定する場合にも同様に適用できる。つまり、本発明は、上述した抽出フラグの設定方法には限定されず、サブバンド内の最大振幅値の位置に応じて、最大振幅値を有するサンプルに近接するサンプルほど抽

50

出フラグの値が1にされやすい重み（尺度）により抽出する方法に対して同様に適用できる。例えば、符号化装置および復号装置が、最大振幅値を有するサンプルに非常に近いサンプルは全て抽出し（すなわち、抽出フラグの値を1に設定し）、少し離れたサンプルに対してはインデックスが偶数である場合のみ抽出し、さらに離れたサンプルに対してはインデックスの3に対する剰余が0である場合のみ抽出する、といった3段階の抽出フラグ設定方法が例として挙げられる。もちろん、3段階以上の設定方法に対しても本発明は適用できる。

【0097】

また、本実施の形態では、抽出フラグの設定において、サブバンド内の最大振幅値を有するサンプルを探索した後、そのサンプルからの距離に応じて抽出フラグを設定する構成を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、符号化装置および復号装置が、例えば最小振幅値を有するサンプルを探索し、最小振幅値を有するサンプルからの距離に応じて各サンプルの抽出フラグを設定し、抽出されたサンプル（抽出フラグの値が1に設定されたサンプル）に対してのみ対数ゲイン等の振幅調整パラメータを算出、適用する場合にも同様に適用できる。このような構成は、例えば、振幅調整パラメータが、推定した高域スペクトルを減衰させる効果を有する場合に有効と言える。振幅の大きいサンプルに対して減衰させることによって、異音が発生する場合も考えられるが、最小振幅値を有するサンプル周辺に対してのみ減衰処理を適用することで音質を向上させられる可能性がある。また、上記構成においては、最小振幅値を探索するのではなく、最大振幅値を探索し、最大振幅値を有するサンプルからの距離が離れたサンプルほど抽出されやすいという重み（尺度）で、サンプルを抽出する構成も考えられ、本発明はこのような構成に対しても同様に適用できる。

【0098】

また、本実施の形態では、抽出フラグの設定において、サブバンド内の最大振幅値を有するサンプルを探索した後、そのサンプルからの距離に応じて抽出フラグを設定する構成を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、符号化装置は、各サブバンドに対して、振幅の大きい方から複数のサンプルを選択し、それぞれのサンプルからの距離に応じて抽出フラグを設定する構成についても同様に適用できる。上記構成にすることで、サブバンド内に振幅の大きさの近い複数のサンプルが存在した場合に、効率的にサンプルを抽出することができる。

【0099】

また、本実施の形態では、各サブバンド内のサンプルが、最大振幅値を有するサンプルに近接するか否かを閾値（式（12）に示す $Near_p$ ）に基づいて判断することにより、サンプルを部分的に選択する場合について説明した。本発明では、例えば、符号化装置および復号装置は、高域のサブバンドほど、より広い範囲のサンプルを、最大振幅値を有するサンプルに近接するサンプルとして選択してもよい。つまり、本発明では、複数のサブバンドのうち高域のサブバンドほど、式（12）に示す $Near_p$ の値をより大きくしてもよい。これにより、帯域分割時に、例えばバークスケールのように高域ほどサブバンド幅が大きくなるように設定された場合に対しても、サブバンド間で偏りなく部分的にサンプルを選択することができ、復号信号の音質劣化を防ぐことができる。なお、式（12）に示す $Near_p$ の値としては、例えば、1フレームのサンプル（MDCT係数）の数が320程度の場合には、5～21程度の値（例えば最低域のサブバンドの $Near_p$ の値を5、最高域のサブバンドの $Near_p$ の値を21）にすると良い結果が得られることを実験により確認している。

【0100】

また、本実施の形態では、符号化装置および復号装置は、サンプル群抽出部において、式（12）に示すように、各サブバンドにおける最大振幅値 Max_Value_p を有するサンプルに近接するサンプルほど選択されやすい重みにより、サンプルを部分的に選択する構成について説明した。ここで、式（12）に示すサンプル群抽出方法により、各サブバンドの境界に最大振幅値を有するサンプルが存在した場合に対しても、サブバンドの境

10

20

30

40

50

界に関係なく、最大振幅値に近接するサンプルが選択されやすくなる。つまり、本実施の形態で説明した構成は、隣接するサブバンド内の最大振幅値を有するサンプルの位置も考慮して、サンプルを選択するため、聴感的に重要なサンプルをより効率的に選択することが可能となる。

【 0 1 0 1 】

また、本実施の形態では、最大振幅値探索部は、対数領域ではなく線形領域で最大振幅値を算出している。全サンプル（MDC T係数）に対して対数変換が行われる場合（例えば、特許文献1等）には、最大振幅値の算出を対数領域で行っても、線形領域で行ってもそれほど演算量の増加はない。しかし、本実施の形態の構成のように、部分的に選択されたサンプルに対して対数変換が行われる場合には、最大振幅値探索部では、上述したように線形領域で最大振幅値を算出することにより、例えば特許文献1等と比較して最大振幅値算出時の演算量を大きく削減することができる。

10

【 0 1 0 2 】

（実施の形態2）

本発明の実施の形態2は、第2レイヤ符号化部内のゲイン符号化部において、実施の形態1で示した構成とは異なる構成を用いて、さらに演算量を削減することが可能な構成を採る場合について説明する。

【 0 1 0 3 】

実施の形態2に係る通信システム（図示せず）は、図1に示した通信システムと基本的に同様であり、符号化装置、復号装置の構成および動作の一部のみにおいて、図1の通信システムの符号化装置101、復号装置103と相違する。以下、本実施の形態に係る通信システムの符号化装置および復号装置について符号「111」および「113」をそれぞれ付し、説明を行う。

20

【 0 1 0 4 】

本実施の形態に係る符号化装置111の内部の主要な構成（図示せず）は、ダウンサンプリング処理部201、第1レイヤ符号化部202、第1レイヤ復号部203、アップサンプリング処理部204、直交変換処理部205、第2レイヤ符号化部226および符号化情報統合部207から主に構成される。ここで、第2レイヤ符号化部226以外の構成要素は、実施の形態1の場合（図2）と同一の処理を行うため、説明を省略する。

【 0 1 0 5 】

第2レイヤ符号化部226は、直交変換処理部205から入力される入力スペクトル $S_2(k)$ および第1レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ を用いて第2レイヤ符号化情報を生成し、生成した第2レイヤ符号化情報を符号化情報統合部207に出力する。

30

【 0 1 0 6 】

次に、第2レイヤ符号化部226の内部の主要な構成について図12を用いて説明する。

【 0 1 0 7 】

第2レイヤ符号化部226は、帯域分割部260、フィルタ状態設定部261、フィルタリング部262、探索部263、ピッチ係数設定部264、ゲイン符号化部235および多重化部266を備える。ただし、ゲイン符号化部235以外の構成要素については、実施の形態1（図3）で説明した構成要素と同一であるため、ここでは説明を省略する。

40

【 0 1 0 8 】

ゲイン符号化部235は、入力スペクトル $S_2(k)$ 、および、探索部263から入力される各サブバンドの推定スペクトル $S_{2p}(k)$ （ $p = 0, 1, \dots, P-1$ ）、理想ゲイン G_{1p} に基づいて、非線形領域でのエネルギー比調整を行うパラメータ（振幅調整パラメータ）である対数ゲインを、各サブバンドに対して算出する。次いで、ゲイン符号化部235は、理想ゲイン及び対数ゲインを量子化し、量子化した理想ゲイン及び対数ゲインを多重化部266に出力する。

【 0 1 0 9 】

図13は、ゲイン符号化部235の内部構成を示す図である。ゲイン符号化部235は

50

、理想ゲイン符号化部 2 4 1 および対数ゲイン符号化部 2 4 2 から主に構成される。なお、理想ゲイン符号化部 2 4 1 は、実施の形態 1 で説明した構成要素と同一であるため、ここでは説明は省略する。

【 0 1 1 0 】

対数ゲイン符号化部 2 4 2 は、直交変換処理部 2 0 5 から入力される入力スペクトル $S_2(k)$ の高域部 ($FL_p < k < FH_p$) と、理想ゲイン符号化部 2 4 1 から入力される推定スペクトル $S_3'(k)$ とのサブバンド毎の非線形領域でのエネルギー比調整を行うパラメータ (振幅調整パラメータ) である対数ゲインを算出する。そして、対数ゲイン符号化部 2 4 2 は、算出した対数ゲインを対数ゲイン符号化情報として多重化部 2 6 6 に出力する。

【 0 1 1 1 】

図 1 4 に、対数ゲイン符号化部 2 4 2 の内部構成を示す。対数ゲイン符号化部 2 4 2 は、最大振幅値探索部 2 5 3、サンプル群抽出部 2 5 1 および対数ゲイン算出部 2 5 2 から主に構成される。

【 0 1 1 2 】

最大振幅値探索部 2 5 3 は、式 (2 5) のようにして、理想ゲイン符号化部 2 4 1 から入力される推定スペクトル $S_3'(k)$ に対して、最大振幅値 $MaxValue_p$ 、および、振幅が最大であるサンプル (スペクトル成分) のインデックス、最大振幅インデックス $MaxIndex_p$ をサブバンド毎に探索する。

【 数 2 5 】

$$\begin{cases} MaxValue_p = \max(|S_3'(k)|) \\ MaxIndex_p = k \text{ where } MaxValue_p = |S_3'(k)| \end{cases} \quad (BL_p \leq k \leq BH_p \text{ (} k = 0, 2, 4, 6, \dots \text{(even))}, \text{ for all } p)$$

・・・(25)

【 0 1 1 3 】

つまり、最大振幅値探索部 2 5 3 は、インデックスが偶数であるサンプルのみに対して最大振幅値の探索を行う。これにより、最大振幅値の探索に対する演算量を効率的に削減することができる。

【 0 1 1 4 】

そして、最大振幅値探索部 2 5 3 は、推定スペクトル $S_3'(k)$ 、最大振幅値 $MaxValue_p$ および最大振幅インデックス $MaxIndex_p$ をサンプル群抽出部 2 5 1 に出力する。

【 0 1 1 5 】

サンプル群抽出部 2 5 1 は、最大振幅値探索部 2 5 3 から入力される推定スペクトル $S_3'(k)$ に対して、以下の式 (2 6) に従って、各サンプル (スペクトル成分) に対する抽出フラグ $SelectFlag(k)$ の値を決定する。

【 数 2 6 】

$$SelectFlag(k) = \begin{cases} 0 & k = 1, 3, 5, 7, 9, \dots \text{(odd)} \\ 1 & k = 0, 2, 4, 6, 8, \dots \text{(even)} \end{cases} \quad (BL_p \leq k \leq BH_p, \text{ for all } p)$$

・・・(26)

【 0 1 1 6 】

つまり、サンプル群抽出部 2 5 1 は、式 (2 6) に示すように、インデックスが奇数であるサンプルに対しては、抽出フラグ $SelectFlag(k)$ の値を 0 に設定し、インデックスが偶数であるサンプルに対しては、抽出フラグ $SelectFlag(k)$ の値を 1 に設定する。すなわち、サンプル群抽出部 2 5 1 は、推定スペクトル $S_3'(k)$ に対して、サンプル (スペクトル成分) を部分的に (ここでは、偶数のインデックスのサン

10

20

30

40

50

ルのみ) 選択する。そして、サンプル群抽出部 251 は抽出フラグ $Select\ Flag(k)$ 、推定スペクトル $S_3'(k)$ 、および、最大振幅値 $Max\ Value_p$ を対数ゲイン算出部 252 に出力する。

【0117】

対数ゲイン算出部 252 は、サンプル群抽出部 251 から入力される抽出フラグ $Select\ Flag(k)$ の値が 1 であるサンプルに対して、式 (13) に従って、推定スペクトル $S_3'(k)$ と入力スペクトル $S_2(k)$ の高域部 ($FL < k < FH$) の対数領域でのエネルギー比 (対数ゲイン) 2_p を算出する。すなわち、対数ゲイン算出部 252 は、サンプル群抽出部 251 で部分的に選択されたサンプルに対してのみ、対数ゲイン 2_p を算出する。

10

【0118】

そして、対数ゲイン算出部 252 は、対数ゲイン 2_p を量子化し、量子化した対数ゲイン 2_{Q_p} を対数ゲイン符号化情報として多重化部 266 に出力する。

【0119】

以上、ゲイン符号化部 235 の処理について説明した。

【0120】

以上が、本実施の形態に係る符号化装置 111 の処理の説明である。

【0121】

一方、本実施の形態に係る復号装置 113 の内部の主要な構成 (図示せず) は、符号化情報分離部 131、第 1 レイヤ復号部 132、アップサンプリング処理部 133、直交変換処理部 134、および、第 2 レイヤ復号部 295 とから主に構成される。ここで、第 2 レイヤ復号部 295 以外の構成要素は、実施の形態 1 の場合 (図 8) と同一の処理を行うため、説明を省略する。

20

【0122】

第 2 レイヤ復号部 295 は、直交変換処理部 134 から入力される第 1 レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ 、および、符号化情報分離部 131 から入力される第 2 レイヤ符号化情報を用いて、高域成分を含む第 2 レイヤ復号信号を生成し出力信号として出力する。

【0123】

第 2 レイヤ復号部 295 は、分離部 351、フィルタ状態設定部 352、フィルタリング部 353、ゲイン復号部 354、スペクトル調整部 396、および直交変換処理部 356 とから主に構成される (図示せず)。ここで、スペクトル調整部 396 以外の構成要素は、実施の形態 1 の場合 (図 9) と同一の処理を行うため、説明を省略する。

30

【0124】

スペクトル調整部 396 は、理想ゲイン復号部 361、および対数ゲイン復号部 392 とから主に構成される (図示せず)。ここで、理想ゲイン復号部 361 については、実施の形態 1 の場合 (図 10) と同一の処理を行うため、説明を省略する。

【0125】

図 15 は、対数ゲイン復号部 392 の内部構成を示す図である。対数ゲイン復号部 392 は、最大振幅値探索部 381、サンプル群抽出部 382 および対数ゲイン適用部 383 から主に構成される。

40

【0126】

最大振幅値探索部 381 は、式 (25) のようにして、理想ゲイン復号部 361 から入力される推定スペクトル $S_3'(k)$ に対して、最大振幅値 $Max\ Value_p$ 、および、振幅が最大であるサンプル (スペクトル成分) のインデックス、最大振幅インデックス $Max\ Index_p$ をサブバンド毎に探索する。つまり、最大振幅値探索部 381 は、インデックスが偶数であるサンプルのみに対して最大振幅値の探索を行う。すなわち、最大振幅値探索部 381 は、推定スペクトル $S_3'(k)$ のうち一部のサンプル (スペクトル成分) のみに対して最大振幅値の探索を行う。これにより、最大振幅値の探索に要する演算量を効率的に削減することができる。そして、最大振幅値探索部 381 は、推定スペクトル $S_3'(k)$ 、最大振幅値 $Max\ Value_p$ および最大振幅インデックス $Max\ Ind$

50

$e x_p$ をサンプル群抽出部 382 に出力する。

【0127】

サンプル群抽出部 382 は、式 (12) に示すように、算出された各サブバンドに対する最大振幅インデックス $Max\ Index_p$ に応じて、各サンプルに対する抽出フラグ $Select\ Flag(k)$ を決定する。すなわち、サンプル群抽出部 382 は、各サブバンドにおける最大振幅値 $Max\ Value_p$ を有するサンプルに近接するサンプル (スペクトル成分) ほど選択されやすい重みにより、サンプルを部分的に選択する。具体的には、サンプル群抽出部 382 は、式 (12) に示すように、最大振幅値 $Max\ Value_p$ からの距離が $Near_p$ 以内の範囲のインデックスであるサンプルを選択する。また、サンプル群抽出部 382 は、式 (12) に示すように、最大振幅値を有するサンプルに近接しなくても、インデックスが偶数であるサンプルに対しては、抽出フラグ $Select\ Flag(k)$ の値を 1 に設定する。これにより、最大振幅値を有するサンプルから離れた帯域に大きな振幅を有するサンプルがあった場合でも、そのサンプルまたはそれに近い振幅のサンプルを抽出することができる。そして、サンプル群抽出部 382 は、推定スペクトル $S_{3'}(k)$ 、サブバンド毎の最大振幅値 $Max\ Value_p$ および抽出フラグ $Select\ Flag(k)$ を対数ゲイン適用部 383 に出力する。

10

【0128】

なお、最大振幅値探索部 381 およびサンプル群抽出部 382 における処理は、それぞれ符号化装置 111 の最大振幅値探索部 253 および符号化装置 101 のサンプル群抽出部 282 の処理と同様の処理である。

20

【0129】

対数ゲイン適用部 383 は、サンプル群抽出部 382 から入力される推定スペクトル $S_{3'}(k)$ 、および、抽出フラグ $Select\ Flag(k)$ から、抽出されたサンプル群の符号 (+、-) を表す $Sign_p(k)$ を、式 (18) のようにして算出する。すなわち、式 (18) に示すように、対数ゲイン適用部 383 は、抽出されたサンプルの符号が '+' の場合 ($S_{3'}(k) > 0$ の場合)、 $Sign_p(k) = 1$ とし、それ以外の場合 (抽出されたサンプルの符号が '-' の場合)、 $Sign_p(k) = -1$ とする。

【0130】

対数ゲイン適用部 383 は、サンプル群抽出部 382 から入力される推定スペクトル $S_{3'}(k)$ 、最大振幅値 $Max\ Value_p$ および抽出フラグ $Select\ Flag(k)$ と、ゲイン復号部 354 から入力される量子化対数ゲイン $2Q_p$ 、および式 (18) に従って算出した符号 $Sign_p(k)$ に基づいて、抽出フラグ $Select\ Flag(k)$ の値が 1 であるサンプルに対して、式 (19)、式 (20) に従って、復号スペクトル $S_{5'}(k)$ を算出する。

30

【0131】

すなわち、対数ゲイン適用部 383 は、サンプル群抽出部 382 で部分的に選択されたサンプル (抽出フラグ $Select\ Flag(k) = 1$ のサンプル) に対してのみ、対数ゲイン 2_p を適用する。そして、対数ゲイン適用部 383 は、復号スペクトル $S_{5'}(k)$ を直交変換処理部 356 へ出力する。ここで、復号スペクトル $S_{5'}(k)$ の低域部 ($0 < k < FL$) は第 1 レイヤ復号スペクトル $S_1(k)$ からなり、復号スペクトル $S_{5'}(k)$ の高域部 ($FL < k < FH$) は推定スペクトル $S_{3'}(k)$ に対して対数領域でのエネルギー調整を行ったスペクトルからなる。ただし、復号スペクトル $S_{5'}(k)$ の高域部 ($FL < k < FH$) のうち、サンプル群抽出部 382 で選択されないサンプル (抽出フラグ $Select\ Flag(k) = 0$ のサンプル) に対しては、その値は推定スペクトル $S_{3'}(k)$ の値とする。

40

【0132】

以上、スペクトル調整部 396 の処理について説明した。

【0133】

以上が、本実施の形態に係る復号装置 113 の処理の説明である。

【0134】

50

このように、本実施の形態によれば、低域部のスペクトルを用いて帯域拡張を行い高域部のスペクトルを推定する符号化/復号において、復号した低域スペクトルを用いて高域部のスペクトルを推定した後、推定スペクトルの各サブバンドにおけるサンプルの選択(間引き)を行い、選択したサンプルに対してのみ対数領域でのゲイン調整を行う。また、実施の形態1とは異なり、符号化装置および復号装置は、最大振幅値からの距離を考慮せずにゲイン調整パラメータ(対数ゲイン)を算出し、また、復号装置は、ゲイン調整パラメータ(対数ゲイン)を適用するときのみ、サブバンド内の最大振幅値からの距離を考慮する。この構成により、実施の形態1よりもさらに処理演算量を削減することができる。

【0135】

なお、本実施の形態に示したように、符号化装置が、偶数のインデックスのサンプルのみからゲイン調整パラメータを算出し、復号装置が、サブバンド内の最大振幅値を有するサンプルからの距離を考慮し、抽出したサンプルにゲイン調整パラメータを適用する場合でも、音質劣化が無いことを実験により確認している。つまり、ゲイン調整パラメータを算出するときの対象となるサンプル集合(サンプル群)と、ゲイン調整パラメータを適用するときの対象となるサンプル集合(サンプル群)とが必ずしも一致していなくても問題無いということが言える。これは、例えば、本実施の形態に示したように、符号化装置および復号装置は、サブバンド全体にわたって均等にサンプルを抽出すれば、全サンプルを抽出しなくても、効率良くゲイン調整パラメータを算出できることを示している。また、復号装置は、得られたゲイン調整パラメータをサブバンド内の最大振幅値を有するサンプルからの距離を考慮して抽出したサンプルのみに適用するだけでも効率的に演算量を削減できることを示している。本実施の形態はこの構成を採ることにより、音質の劣化無しに、実施の形態1に比べてさらに演算量を削減している。

【0136】

また、本実施の形態では、入力信号の低域成分の符号化/復号処理と、高域成分の符号化/復号処理をそれぞれ別に行う構成の場合、つまり、2段階の階層構造で符号化/復号する場合について説明した。しかし、本発明はこれに限らず、3段階以上の階層構造で符号化/復号する場合についても同様に適用できる。なお、3段階以上の階層符号化部を考慮した場合、第2レイヤ符号化部のローカルデコード信号を生成するための第2レイヤ復号部において、ゲイン調整パラメータ(対数ゲイン)を適用するサンプル集合(サンプル群)は、本実施の形態の符号化装置内で算出した最大振幅値を有するサンプルからの距離を考慮しないサンプル集合であってもよく、また本実施の形態の復号装置内で算出した最大振幅値を有するサンプルからの距離を考慮するサンプル集合であってもよい。

【0137】

なお、本実施の形態では、抽出フラグの設定において、サンプルのインデックスが偶数である場合のみ、抽出フラグの値を1に設定している。しかし、本発明はこれに限らず、例えば、インデックスの3に対する剰余が0の場合などに対しても同様に適用できる。

【0138】

以上、本発明の各実施の形態について説明した。

【0139】

なお、上記実施の形態では、ゲイン符号化部265(またはゲイン符号化部235)において入力スペクトル $S_2(k)$ の高域部を分割して得られるサブバンドの数 J が、探索部263において入力スペクトル $S_2(k)$ の高域部を分割して得られるサブバンドの数 P と異なる場合を例にとって説明した。しかし、本発明はこれに限定されず、ゲイン符号化部265(またはゲイン符号化部235)において入力スペクトル $S_2(k)$ の高域部を分割して得られるサブバンドの数を P 個にしてもよい。

【0140】

また、上記実施の形態では、第1レイヤ復号部から得られる第1レイヤ復号スペクトルの低域成分を利用して、入力スペクトルの高域部を推定する構成について説明した。しかし、本発明はこれに限らず、第1レイヤ復号スペクトルの代わりに入力スペクトルの低域成分を利用して、入力スペクトルの高域部を推定する構成についても同様に適用できる。

なお、この構成においては、符号化装置は入力スペクトルの低域成分から入力スペクトルの高域成分を生成するための符号化情報（第2レイヤ符号化情報）を算出し、復号装置はこの符号化情報を第1レイヤ復号スペクトルに適用し、復号スペクトルの高域成分を生成する。

【0141】

また、上記実施の形態では、特許文献1における処理に基づき、対数領域でのエネルギー比を調整するパラメータを算出・適用する構成において演算量の削減、および音質を向上させる処理を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、対数変換以外の非線形変換領域でエネルギー比などを調整する構成に対しても同様に適用できる。また、非線形変換領域だけでなく、線形変換領域に対しても同様に適用できる。

10

【0142】

また、上記実施の形態では、特許文献1における処理に基づき、帯域拡張処理において、対数領域でのエネルギー比を調整するパラメータを算出・適用する構成において演算量の削減、および音質を向上させる処理を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、帯域拡張処理以外の処理に対しても同様に適用できる。

【0143】

また、本発明に係る符号化装置、復号装置およびこれらの方法は、上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、各実施の形態は、適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【0144】

また、上記実施の形態における復号装置は、上記各実施の形態における符号化装置から伝送された符号化情報を用いて処理を行う場合について説明した。しかし、本発明はこれに限定されず、必要なパラメータやデータを含む符号化情報であれば、必ずしも上記各実施の形態における符号化装置からの符号化情報でなくても処理は可能である。

20

【0145】

また、上記実施の形態では、符号化対象を音声信号として説明したが、楽音信号であってもよく、これら双方を含む音響信号であってもよい。

【0146】

また、信号処理プログラムを、メモリ、ディスク、テープ、CD、DVD等の機械読み取り可能な記録媒体に記録、書き込みをし、動作を行う場合についても、本発明は適用することができ、本実施の形態と同様の作用および効果を得ることができる。

30

【0147】

また、上記各実施の形態では、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本発明はソフトウェアで実現することも可能である。

【0148】

また、上記各実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように1チップ化されてもよい。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと称されることもある。

【0149】

また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリプログラマブル/プロセッサを利用してもよい。

40

【0150】

さらには、半導体技術の進歩または派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

【0151】

2009年2月26日出願の特願2009-044676、2009年4月2日出願の

50

特願 2009-089656 および 2010 年 1 月 7 日出願の特願 2010-001654 の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

【産業上の利用可能性】

【0152】

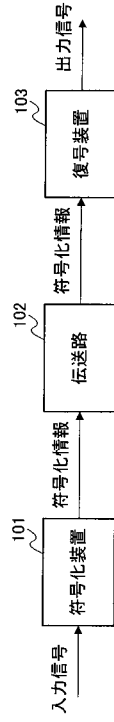
本発明にかかる符号化装置、復号装置およびこれらの方法は、低域部のスペクトルを用いて帯域拡張を行い高域部のスペクトルを推定する際に、復号信号の品質を向上することができ、例えば、パケット通信システム、移動通信システムなどに適用できる。

【符号の説明】

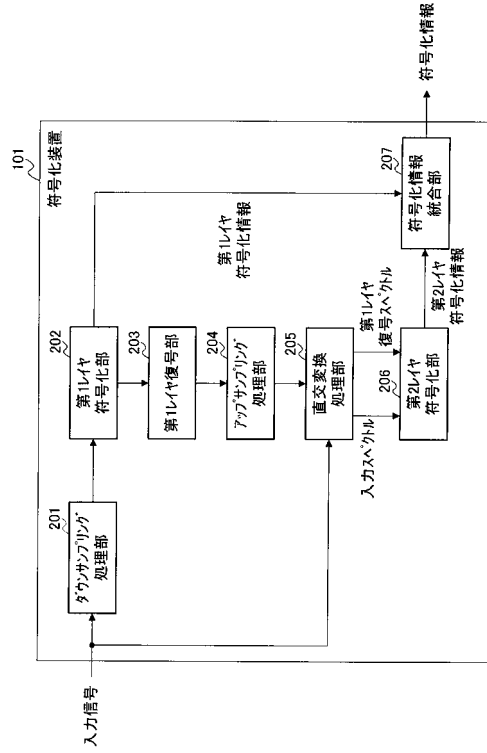
【0153】

101	符号化装置	
102	伝送路	
103	復号装置	
201	ダウンサンプリング処理部	
202	第1レイヤ符号化部	
132, 203	第1レイヤ復号部	
133, 204	アップサンプリング処理部	
134, 205, 356	直交変換処理部	
206, 226	第2レイヤ符号化部	
207	符号化情報統合部	10
260	帯域分割部	
261, 352	フィルタ状態設定部	
262, 353	フィルタリング部	
263	探索部	
264	ピッチ係数設定部	
235, 265	ゲイン符号化部	
266	多重化部	
241, 271	理想ゲイン符号化部	
242, 272	対数ゲイン符号化部	
253, 281, 371, 381	最大振幅値探索部	30
251, 282, 372, 382	サンプル群抽出部	
252, 283	対数ゲイン算出部	
131	符号化情報分離部	
135	第2レイヤ復号部	
351	分離部	
354	ゲイン復号部	
355	スペクトル調整部	
361	理想ゲイン復号部	
362	対数ゲイン復号部	
373, 383	対数ゲイン適用部	40

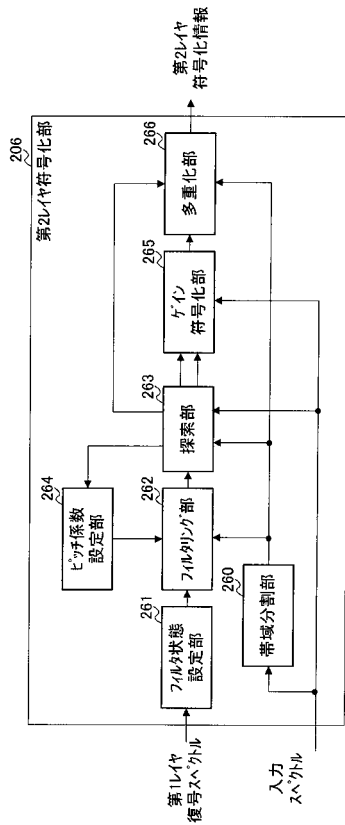
【図1】



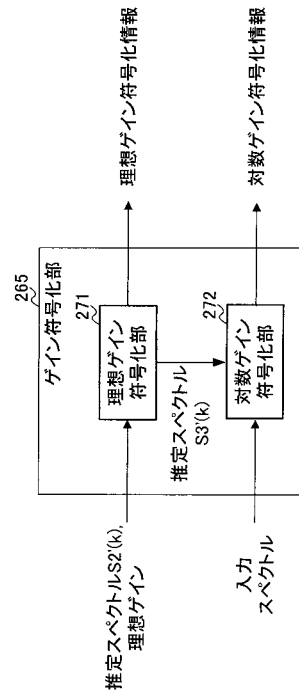
【図2】



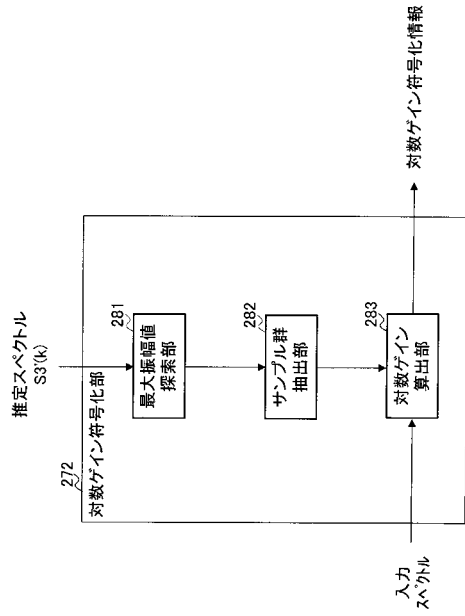
【図3】



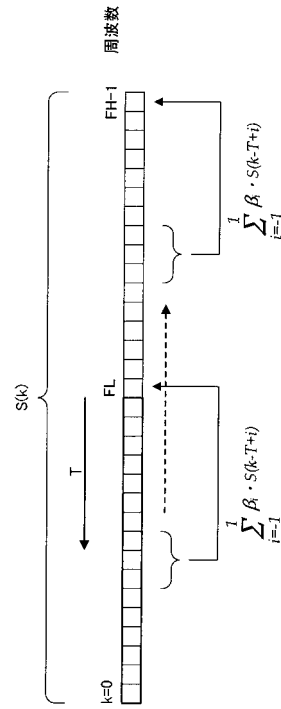
【図4】



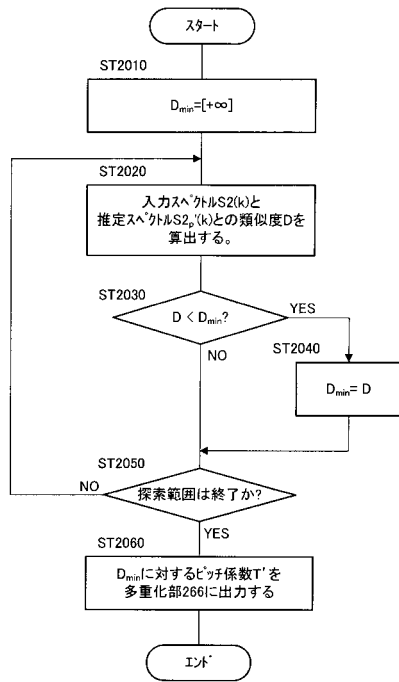
【図5】



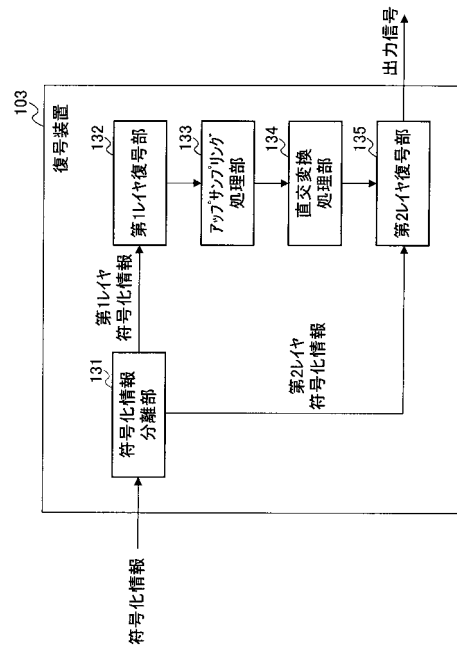
【図6】



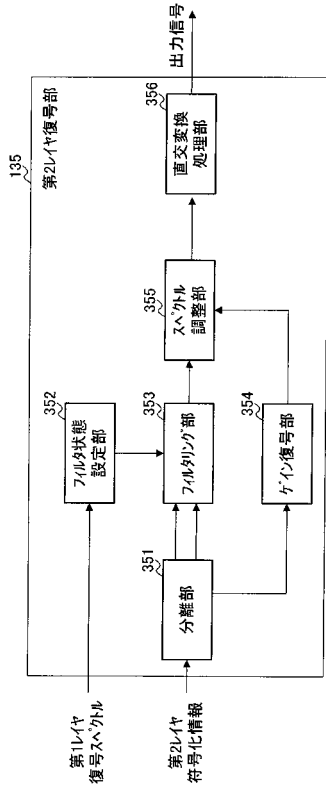
【図7】



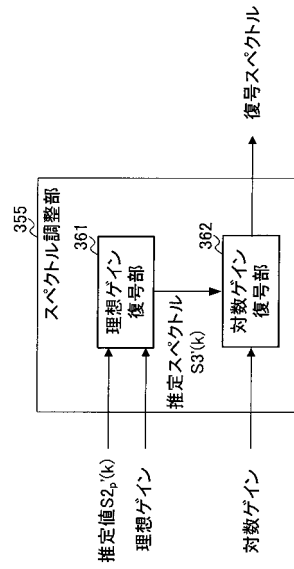
【図8】



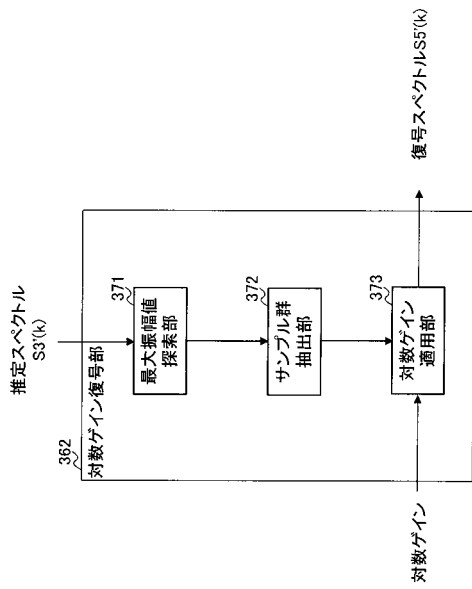
【図9】



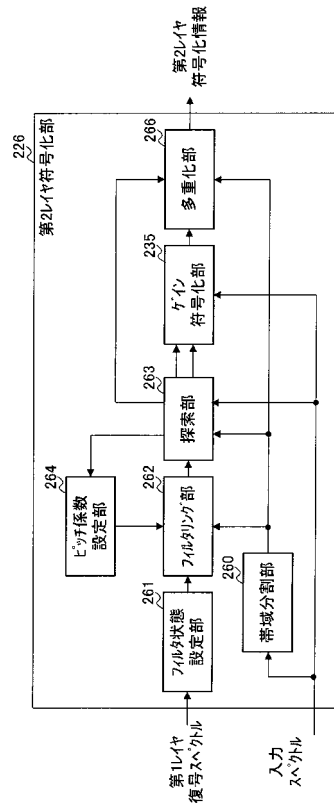
【図10】



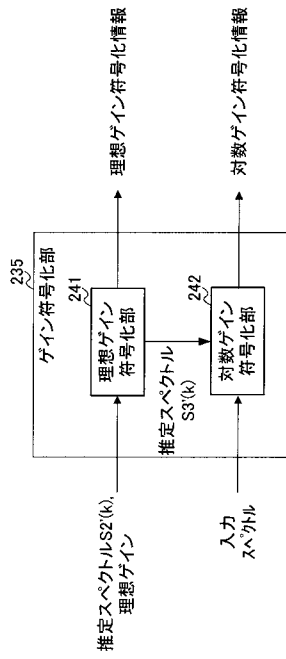
【図11】



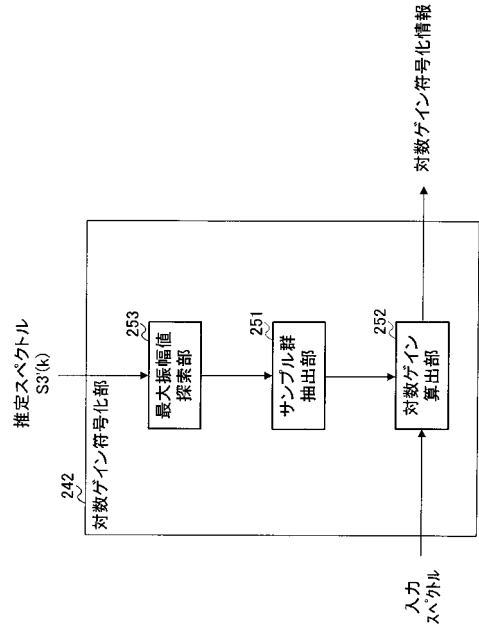
【図12】



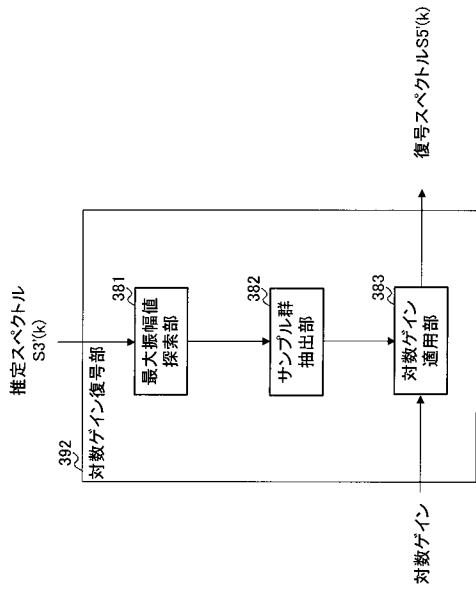
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

審査官 千本 潤介

(56)参考文献 特開2004-004530(JP,A)
特開2006-048043(JP,A)
国際公開第2006/049204(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G10L 19/02
G10L 19/032
H03M 7/30