

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5227459号
(P5227459)

(45) 発行日 平成25年7月3日(2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月22日(2013.3.22)

(51) Int.Cl. F I
G 1 0 L 21/0388 (2013.01) G 1 0 L 21/04 1 3 0 A
G 1 0 L 19/02 (2013.01) G 1 0 L 19/02 1 7 0 Z

請求項の数 15 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2011-529585 (P2011-529585)	(73) 特許権者	500341779 フラウンホーファー・ゲゼルシャフト・ツ ール・フェルデルング・デル・アンゲヴァ ンテン・フォルシュング・アインゲトラ ー ゲネル・フェライン ドイツ連邦共和国, 80686 ミュンヘ ン, ハンザシュトラッセ 27ツェー
(86) (22) 出願日	平成22年4月1日(2010.4.1)	(74) 代理人	100085497 弁理士 筒井 秀隆
(65) 公表番号	特表2012-504781 (P2012-504781A)	(72) 発明者	ナーゲル フレデリック ドイツ連邦共和国 90425 ニュルン ベルグ ヴィルヘルムシャーヴェナー ス トラッセ 72
(43) 公表日	平成24年2月23日(2012.2.23)		
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/054434		
(87) 国際公開番号	W02010/115845		
(87) 国際公開日	平成22年10月14日(2010.10.14)		
審査請求日	平成23年4月5日(2011.4.5)		
(31) 優先権主張番号	61/168,068		
(32) 優先日	平成21年4月9日(2009.4.9)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	09181008.5		
(32) 優先日	平成21年12月30日(2009.12.30)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合成オーディオ信号を生成する装置及び方法並びにオーディオ信号を符号化する装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パッチング制御信号(119; 1155)を使用して合成オーディオ信号(145)を生成する装置(100; 200; 700; 800; 1100)であって、

オーディオ信号(105; 1101)のある時間部分(107-1; 107-2; 1125)をスペクトル表現(115; 1135-1)へと変換する第1の変換器(110; 1130)と、

複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-1)を実行するスペクトルドメイン・パッチ生成器(120; 1141)であって、各パッチングアルゴリズムは、前記オーディオ信号(105; 1101)のコア周波数帯域(210)の対応するスペクトル成分から導出された高周波数帯域(220)のスペクトル成分を含む修正済スペクトル表現(125; 1149)を生成するものであり、前記パッチング制御信号(119; 1155)に従って、第1の時間部分(107-1)のための第1スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-2)を前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-1)から選択し、かつ第2の異なる時間部分(107-2)のための第2スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-3)を前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-1)から選択することで、前記修正済スペクトル表現(125; 1149)を取得する、スペクトルドメイン・パッチ生成器(120; 1141)と、

スペクトル帯域複製パラメータ(127)に従って、前記修正済スペクトル表現(125

; 1149)又はその修正済スペクトル表現(125; 1149)から導出された信号を処理し、帯域幅拡張信号(135)を取得する、高周波再構築処理器(130)と、前記コア周波数帯域(210)にスペクトル成分を持つ前記オーディオ信号(105; 1101)又はそのオーディオ信号(105; 1101)から導出された信号と、前記帯域幅拡張信号(135)とを結合し、前記合成オーディオ信号(145)を取得する結合器(140)と、
を備えることを特徴とする装置。

【請求項2】

請求項1に記載の装置(100; 200; 700; 800; 1100)であって、前記スペクトルドメイン・パッチ生成器(120; 1141)は、スペクトルドメインで
10 作動し時間ドメインでは作動しないことを特徴とする装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の装置(200)であって、前記スペクトルドメイン・パッチ生成器(120)は、スペクトルドメインのパッチングアルゴリズムのグループ(203)の中から少なくとも2つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを実行し、
前記パッチングアルゴリズムのグループ(203)は、単相ボコーダに基づくハーモニックな転位と非ハーモニックなコピー操作のスペクトル帯域複製機能とを持つ第1パッチングアルゴリズム(205-1)と、多相ボコーダに基づくハーモニックな転位を持つ第2
20 パッチングアルゴリズム(205-2)と、非ハーモニックなコピー操作のスペクトル帯域複製機能を持つ第3パッチングアルゴリズム(205-3)と、非線形歪み操作を持つ第4パッチングアルゴリズム(205-4)とを含み、
前記帯域幅拡張信号(135)の高周波数帯域(220)がコア周波数帯域(210)のクロスオーバー周波数(215; f_x)の少なくとも4倍の最大周波数(225; f_{max})を持つように、帯域幅拡張を実行することを特徴とする装置。

【請求項4】

請求項3に記載の装置であって、前記スペクトルドメイン・パッチ生成器(120)は前記少なくとも2つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された1つのパッチングアルゴリズムを実行し、その選択されたパッチングアルゴリズムは第1パッチングアルゴリズム(205
30 -1)を含み、
この第1パッチングアルゴリズム(205-1)は、コア周波数帯域(210)から抽出されたソース周波数帯域(310)から第1の目標周波数帯域(310')への変換を制御するための係数2の帯域幅拡張ファクタ()を持つ単相ボコーダ(305)に基づいたハーモニックな転位を含み、前記第1の目標周波数帯域(310')が前記クロスオーバー周波数(f_x)からこのクロスオーバー周波数(f_x)の2倍までの領域の周波数を持つように、前記ソース周波数帯域(310)内のスペクトル成分の位相を前記帯域幅拡張ファクタ()により乗算し、
前記第1パッチングアルゴリズム(205-1)は非ハーモニックなコピー操作のスペクトル帯域複製機能(315)をさらに備え、このスペクトル帯域複製機能(315)は、
40 第1コピー操作を用いて、第2の目標周波数帯域(320')が前記クロスオーバー周波数(f_x)の2倍からこのクロスオーバー周波数(f_x)の3倍までの領域の周波数を持つように、前記第1の目標周波数帯域(310')のスペクトル成分を前記第2の目標周波数帯域(320')へと変換し、さらに、第2コピー操作を用いて、第3の目標周波数帯域(330')が前記高周波数帯域(220)に含まれる前記クロスオーバー周波数(f_x)の3倍からこのクロスオーバー周波数(f_x)の4倍までの領域の周波数を持つように、前記第2の目標周波数帯域(320')のスペクトル成分を前記第3の目標周波数帯域(330')へと変換し、
前記高周波数帯域(220)は、前記第1の目標周波数帯域(310')と前記第2の目標周波数帯域(320')と前記第3の目標周波数帯域(330')とを含むことを特徴
50

とする装置。

【請求項5】

請求項3に記載の装置であって、

前記スペクトルドメイン・パッチ生成器(120)は前記少なくとも2つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された1つのパッチングアルゴリズムを実行し、その選択されたパッチングアルゴリズムは前記第2パッチングアルゴリズム(205-2)を含み、

この第2パッチングアルゴリズム(205-2)は、前記コア周波数帯域(210)から抽出された第1ソース周波数帯域(410)から第1の目標周波数帯域(410')への変換を制御するための係数2の第1帯域幅拡張ファクタ(α_1)を持つ多相ボコーダ(405)に基づいた、ハーモニックな転位を含み、前記第1の目標周波数帯域(410')が前記クロスオーバー周波数(f_x)からこのクロスオーバー周波数(f_x)の2倍までの領域の周波数を持つように、前記第1ソース周波数帯域(410)内のスペクトル成分の位相を前記第1帯域幅拡張ファクタ(α_1)により乗算し、

前記第2パッチングアルゴリズム(205-2)は、前記コア周波数帯域(210)から抽出された第2ソース周波数帯域(420-1, 420-2)から第2の目標周波数帯域(420', 420'')への変換を制御するための係数3の第2帯域幅拡張ファクタ(α_2)をさらに備え、前記第2の目標周波数帯域(420', 420'')が前記クロスオーバー周波数(f_x)の2倍からこのクロスオーバー周波数(f_x)の3倍までの領域、又は前記クロスオーバー周波数(f_x)からこのクロスオーバー周波数(f_x)の3倍までの領域の周波数を持つように、前記第2ソース周波数帯域(420-1, 420-2)内のスペクトル成分の位相を前記第2帯域幅拡張ファクタ(α_2)により乗算し、

前記第2パッチングアルゴリズム(205-2)は、前記コア周波数帯域(210)から抽出された第3ソース周波数帯域(430-1, 430-2)から第3の目標周波数帯域(430', 430'')への変換を制御するための係数4の第3帯域幅拡張ファクタ(α_3)をさらに備え、前記第3の目標周波数帯域(430', 430'')が前記クロスオーバー周波数(f_x)の3倍からこのクロスオーバー周波数(f_x)の4倍までの領域、又は前記クロスオーバー周波数(f_x)から前記高周波数帯域(220)に含まれるこのクロスオーバー周波数(f_x)の4倍までの領域の周波数を持つように、前記第3ソース周波数帯域(430-1, 430-2)内のスペクトル成分の位相を前記第3帯域幅拡張ファクタ(α_3)により乗算し、

前記高周波数帯域(220)は、前記第1の目標周波数帯域(410')と第2の目標周波数帯域(420', 420'')と第3の目標周波数帯域(430', 430'')とを含むことを特徴とする装置。

【請求項6】

請求項3に記載の装置であって、

前記スペクトルドメイン・パッチ生成器(120)は、前記少なくとも2つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された1つのパッチングアルゴリズムを実行し、その選択されたパッチングアルゴリズムは第3パッチングアルゴリズム(205-3)を含み、

この第3パッチングアルゴリズム(205-3)は、非ハーモニックなコピー操作のスペクトル帯域複製機能(505)を備え、このスペクトル帯域複製機能(505)は、第1コピー操作を用いて、第1の目標周波数帯域(510')が前記クロスオーバー周波数(f_x)からこのクロスオーバー周波数(f_x)の2倍までの領域の周波数を持つように、前記コア周波数帯域(210)であるソース周波数帯域(510)のスペクトル成分を第1目標周波数帯域(510')へと変換し、第2コピー操作を用いて、第2の目標周波数帯域(520')が前記クロスオーバー周波数(f_x)の2倍からこのクロスオーバー周波数(f_x)の3倍までの領域の周波数を持つように、前記第1の目標周波数帯域(510')内のスペクトル成分を前記第2の目標周波数帯域(520')へと変換し、さらに、第3コピー操作を用いて、第3の目標周波数帯域(530')が前記高周波数帯域(220)

10

20

30

40

50

0) に含まれる前記クロスオーバー周波数 (f_x) の3倍からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の4倍までの領域の周波数を持つように、前記第2の目標周波数帯域 (520') 内のスペクトル成分を前記第3の目標周波数帯域 (530') へと変換し、前記高周波数帯域 (220) は、前記第1の目標周波数帯域 (510') と第2の目標周波数帯域 (520') と第3の目標周波数帯域 (530') とを含むことを特徴とする装置。

【請求項7】

請求項3に記載の装置であって、

前記スペクトルドメイン・パッチ生成器 (120) は、前記少なくとも2つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された1つのパッチングアルゴリズムを実行し、その選択されたパッチングアルゴリズムは第4パッチングアルゴリズム (205-4) を含み、

この第4パッチングアルゴリズム (205-4) は、前記クロスオーバー周波数 (f_x) からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の4倍までの領域の周波数を持つ前記高周波数帯域 (220) 内のスペクトル成分を生成するための非線形的な歪み操作を含むことを特徴とする装置。

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれか1項に記載の装置 (700) であって、

前記修正済スペクトル表現 (125) から導出されたある時間ドメイン信号をスペクトルドメインへと変換するための、時間/周波数変換器を含まないことを特徴とする装置。

【請求項9】

請求項1乃至8のいずれか1項に記載の装置 (800) であって、

前記修正済スペクトル表現 (125) を時間ドメインへと変換するための第2の変換器 (810) をさらに備え、前記第1の変換器 (110) により適用された分析に適合する合成を前記第2の変換器 (810) が適用し、前記第1の変換器 (110) は第1の変換長 (111) を有する変換を実行し、前記第2の変換器 (810) は第2の変換長を有する変換を実行し、前記高周波数帯域 (220) 内の前記最大周波数 (f_{max}) と前記コア周波数帯域 (210) 内の前記クロスオーバー周波数 (f_x) との比率と、前記第1変換長 (111) とが考慮されるという点において、前記第2の変換長は帯域幅拡張特性に依存していることを特徴とする装置。

【請求項10】

コア周波数帯域 (210) と高周波数帯域 (220) とを含むオーディオ信号 (105) を符号化する装置 (900; 1000) において、

前記オーディオ信号 (105) を前記コア周波数帯域 (210) 内で符号化するコア符号器 (910) と、

前記オーディオ信号 (105) からパッチング制御信号 (119) を抽出するパラメータ抽出器 (920) であって、このパッチング制御信号 (119) は、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム (117-1) から選択された1つのパッチングアルゴリズムを指示するものであり、その選択されたパッチングアルゴリズムは、帯域幅拡張復号器において合成オーディオ信号を生成するためにスペクトルドメインで実行される、パラメータ抽出器 (920) と、

前記高周波数帯域 (220) からスペクトル帯域複製パラメータ (127) を計算するためのパラメータ計算器 (930) と、

を含むことを特徴とする符号化装置。

【請求項11】

請求項10に記載の符号化する装置 (1000) であって、

前記パラメータ抽出器 (920) は、前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム (117-1) から前記選択されたパッチングアルゴリズムを決定し、前記選択されたパッチングアルゴリズムは、前記オーディオ信号 (105) 又はそのオーディオ信号 (105) から導出されたある信号と、スペクトルドメインで前記複数のパッチン

10

20

30

40

50

グアルゴリズム(117-1)を実行し且つ前記オーディオ信号(105)のある時間部分の修正済スペクトル表現(125)を処理することで取得された複数の帯域幅拡張済信号(1005)と、の間の比較に基づくものであることを特徴とする符号化装置。

【請求項12】

パッチング制御信号(119;1155)を使用して合成オーディオ信号(145)を生成する方法(100;200;700;800;1100)であって、

オーディオ信号(105;1101)のある時間部分(107-1;107-2;1125)をスペクトル表現(115:1135-1)へと変換するステップ(110;1130)と、

複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-1)を実行するステップ(120;1141)であって、各パッチングアルゴリズムは、前記オーディオ信号(105;1101)のコア周波数帯域(210)の対応するスペクトル成分から導出された高周波数帯域(220)のスペクトル成分を含む修正済スペクトル表現(125;1149)を生成するものであり、パッチング制御信号(119;1155)に従って、第1の時間部分(107-1)のための第1スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-2)を前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-1)から選択し、かつ第2の異なる時間部分(107-2)のための第2スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-3)を前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-1)から選択することで、前記修正済スペクトル表現(125;1149)を取得するステップ(120;1141)と、

スペクトル帯域複製パラメータ(127)に従って、前記修正済スペクトル表現(125;1149)又はその修正済スペクトル表現(125;1149)から導出された信号を処理し、帯域幅拡張信号(135)を取得する処理ステップ(130)と、

前記コア周波数帯域(210)にスペクトル成分を持つ前記オーディオ信号(105;1101)又はそのオーディオ信号(105;1101)から導出された信号と、前記帯域幅拡張信号(135)とを結合し、前記合成オーディオ信号(145)を取得する結合ステップと、

を備えることを特徴とする方法。

【請求項13】

コア周波数帯域(210)と高周波数帯域(220)とを含むオーディオ信号(105)を符号化する方法(900;1000)において、

前記オーディオ信号(105)を前記コア周波数帯域(210)内で符号化するステップ(910)と、

前記オーディオ信号(105)からパッチング制御信号(119)を抽出するステップ(920)であって、このパッチング制御信号(119)は、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-1)から選択された1つのパッチングアルゴリズムを指示するものであり、その選択されたパッチングアルゴリズムは、帯域幅拡張復号器において合成オーディオ信号を生成するためにスペクトルドメインで実行される、抽出ステップ(920)と、

前記高周波数帯域(220)からスペクトル帯域複製パラメータ(127)を計算するステップ(930)と、

を含むことを特徴とする符号化方法。

【請求項14】

符号化されたオーディオ信号(935)を記録したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、前記符号化されたオーディオ信号(935)は、

コア周波数帯域(210)内で符号化された符号化済オーディオ信号(915)と、

複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム(117-1)から選択された1つのパッチングアルゴリズムを指示するパッチング制御信号(119)であり、その選択されたパッチングアルゴリズムは、帯域幅拡張復号器において合成オーディオ信号(145)を生成するためにスペクトルドメインで実行される、パッチング制御信号(11

10

20

30

40

50

9)と、
オーディオ信号(105)の高周波数帯域(220)から計算されたスペクトル帯域複製
パラメータ(127)と、
を含むことを特徴とする、記憶媒体。

【請求項15】

コンピュータに請求項13又は14に係る方法を実行させるためのコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、オーディオ信号処理に関し、特に、合成オーディオ信号を生成する装置及び方法と、オーディオ信号を符号化する装置及び方法と、符号化されたオーディオ信号とに関する。

【背景技術】

【0002】

オーディオ信号の記憶や伝送は、多くの場合、厳しいビットレートの制限を受ける。そのような制限は通常、信号の中間的な符号化によって克服される。過去においては、非常に低いビットレートしか使用できない場合、符号器は伝送されるオーディオ帯域を思い切って減少させることを余儀なくされた。現代のオーディオコーデックにおいては、特許文献1～3及び非特許文献1～12に示されるように、帯域幅拡張方法(BWE)を使用して広帯域信号を符号化することができる。

【0003】

上述の文献におけるアルゴリズムは高周波帯域(HF)コンテンツのパラメトリック表示に依存している。この表示は、復号化された信号の低周波部分(LF)から、HFスペクトル領域への転位(「パッチング」とパラメータ主導の後処理の適用という手段を用いて生成される。

【0004】

このような技術分野においては、スペクトル帯域複製(SBR)などの帯域幅拡張方法が、HFR(高周波再構築)に基づくコーデックにおいて、高周波信号の効率的な生成方法として使用されている。

【0005】

非特許文献1に開示されたスペクトル帯域複製(SBR)は、HF情報を生成するために、直行ミラーフィルタバンク(QMF)を使用している。所謂「パッチング」を使用して低いQMF帯域信号が高いQMF帯域へとコピーされ、その結果、LF部分の情報がHF部分において複製される。生成されたHF部分は、その後、スペクトル包絡及び調性を調整するパラメータの助けを借りて、元のHF部分に対して適合される。

【0006】

HE-AACで標準化されたように、SBRにおいては、単純なコピーによるパッチングも含む全ての操作が、常にQMFドメインの中で実行される。しかし、他の異なるパッチング方法は、FFTドメインや時間ドメインなどのような異なるドメインで実行可能である。従って、QMFドメインの代わりにFFTドメイン又は時間ドメインで作動し、かつQMF分析ステップへと供給するための追加的な変換を必要とするパッチングアルゴリズムを、SBRが選択できるようにすることも可能であろう。

【0007】

単純なSBRでは、特別なハードウェア又はソフトウェアの必要事項や信号特性を考慮しない、単一のアルゴリズムだけが使用可能である。そのため、SBRがパッチングアルゴリズムを適合させることはできない。そこで、2つの異なるパッチングアルゴリズムの間で単純に選択できるようにすることも可能であろう。しかし、それら2つのパッチング方法が異なるドメインで作動するため、過渡領域でブロッキングアーチファクトが発生しやすくなり、両方のパッチング方法の間における繊細な切替は実質的に不可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

特許文献 4 は、スペクトル包絡調整と組み合わせた、スペクトル帯域複製における転位方法を開示している。

【 0 0 0 9 】

特許文献 5 は、信号がパルス列状又は非パルス列状のいずれかに分類できることを教示し、この分類に基づいて、適応型の切替転位器を提案している。この切替転位器は 2 つのパッチングアルゴリズムを並行して実行し、ミキシングユニットは（パルス列状か非パルス列状かの）分類に依存して両方のパッチ済信号を結合させる。転位器間の実際の切替又はミキシングは、包絡及び制御データに応じて包絡調整フィルタバンクの中で実行される。さらに、パルス列状の信号については、基本信号がフィルタバンクドメインへと変換され、周波数置換処理が実行され、その周波数置換の結果に対する包絡調整が実行される。これらの処理は、パッチングと追加的処理が結合した工程である。非パルス列状の信号については、周波数ドメイン転位器（FD 転位器）が設けられ、この周波数ドメイン転位器の結果は次にフィルタバンクドメインへと変換され、ここで包絡調整が実行される。つまりこの文献は、一つの選択肢としてパッチングと追加的処理との結合手法を備え、他の選択肢として包絡調整が実行されるフィルタバンク以外に配置された周波数ドメイン転位器を備える方法を開示しているが、その手法の柔軟性及び構成の可能性に関して問題がある。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 5 , 4 5 5 , 8 8 8 号公報

【 特許文献 2 】 米国特許出願第 0 8 / 9 5 1 , 0 2 9 号

【 特許文献 3 】 米国特許第 6 , 8 9 5 , 3 7 5 号公報

【 特許文献 4 】 WO 9 8 / 5 7 4 3 6

【 特許文献 5 】 WO 0 2 / 0 5 2 5 4 5

【 非特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 非特許文献 1 】 M Dietz, L. Liljeryd, K. Kjorling and O. Kunz, " Spectral Band Replication, a novel approach in audio coding " in 112th AES Convention, Munich, May 2002

30

【 非特許文献 2 】 S. Meltzer, R. Bohm and F. Henn, " SBR enhanced audio codecs for digital broadcasting such as " Digital Radio Mondiale " (DRM), " in 112th AES Convention, Munich, May 2002

【 非特許文献 3 】 T. Ziegler, A. Ehret, P. Ekstrand and M. Lutzky, " Enhancing mp3 with SBR: Features and Capabilities of the new mp3PRO Algorithm, " in 112th AES Convention, Munich, May 2002

【 非特許文献 4 】 International Standard ISO/IEC 14496-3:2001

【 非特許文献 5 】 FPDAM 1, " Bandwidth Extension, " ISO/IEC, 2002

【 非特許文献 6 】 E. Larsen, R. M. Aarts, and M. Danessis. " Efficient high-frequency bandwidth extension of music and speech " in AES 112th Convention, Munich, Germany, May 2002

40

【 非特許文献 7 】 R.M. Aarts, E. Larsen, and O. Ouweltjes. " A unified approach to low-and high frequency bandwidth extension " in AES 115th Convention, New York, USA, October 2003

【 非特許文献 8 】 K. Kayhko. " A Robust Wideband Enhancement for Narrowband Speech Signal " Research Report, Helsinki University of Technology, Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, 2001

【 非特許文献 9 】 E. Larsen and R.M. Aarts. " Audio Bandwidth Extension Application to psychoacoustics, Signal Processing and Loudspeaker Design. John Wiley & Sons, Ltd, 2004

50

【非特許文献10】E. Larsen, R.M. Aarts, and M. Danessis. "Efficient high-frequency bandwidth extension of music and speech" in AES 112th Convention, Munich, Germany, May 2002

【非特許文献11】J. Makhoul. "Spectral Analysis of Speech by Linear Prediction". IEEE Transactions of Audio and Electroacoustics, AU-21(3), June 1973

【非特許文献12】Frederik Nagel, Sascha Disch, "A harmonic bandwidth extension method for audio codecs," ICASSP International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, IEEE CNF, Taipei, Taiwan, April 2009

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0012】

本発明の目的は、改良されたオーディオ品質を提供しかつ効率的な構成を可能にする、合成オーディオ信号生成の概念を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記目的は、請求項1に係る合成オーディオ信号を生成する装置、請求項10に係るオーディオ信号を符号化する装置、請求項12に係る生成方法、請求項13に係る符号化方法、請求項14に係る符号化されたオーディオ信号又は請求項15に係るコンピュータプログラムによって達成できる。

【0014】

20

本発明は、上述のような改良された品質及び/又は効率的な構成は、以下のような場合に達成されるという基本的知見に基づいている。即ち、オーディオ信号のある時間部分をスペクトル表現へと変換した後、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを実行し、各パッチングアルゴリズムは前記オーディオ信号のコア周波数帯域(core frequency band)の対応するスペクトル成分から導出された高周波帯域(upper frequency band)のスペクトル成分を含む修正済スペクトル表現を生成する。そして、パッチング制御信号に従って、第1の時間部分のための第1のスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択し、かつ第2の異なる時間部分のための第2のスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択することで、前記修正済スペクトル表現を取得する。この方法によれば、異なるドメインの2つのパッチングアルゴリズム間での切替に起因した品質及び/又は柔軟性の低下を防止することができ、従って、知覚的な品質を維持しながら処理の複雑性を低減することもできる。

30

【0015】

本発明の一実施形態に従えば、パッチング制御信号を使用して合成オーディオ信号を生成する装置は、第1の変換器とスペクトルドメイン・パッチ生成器と高周波再構築処理器と結合器とを備える。第1の変換器は、オーディオ信号のある時間部分をスペクトル表現へと変換する。スペクトルドメイン・パッチ生成器は、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを実行し、各パッチングアルゴリズムは、オーディオ信号のコア周波数帯域の対応するスペクトル成分から導出された高周波数帯域のスペクトル成分を含む、修正済スペクトル表現を生成する。スペクトルドメイン・パッチ生成器はさらに、パッチング制御信号に従って、第1の時間部分のための第1のスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択し、かつ第2の異なる時間部分のための第2のスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを前記複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択することで、前記修正済スペクトル表現を取得する。高周波再構築処理器は、スペクトル帯域複製パラメータに従って、前記修正済スペクトル表現又はその修正済スペクトル表現から導出された信号を処理し、帯域幅拡張信号を取得する。結合器は、コア周波数帯域にスペクトル成分を持つオーディオ信号又はそのオーディオ信号から導出された信号と、前記帯域幅拡張信号とを結合し、合成オーディオ信号を取得する。

40

50

【0016】

本発明の他の実施形態に従えば、オーディオ信号を符号化する装置は、コア符号器とパラメータ抽出器とパラメータ計算器とを備える。オーディオ信号はコア周波数帯域と高周波数帯域とを含む。コア符号器は、コア周波数帯域内のオーディオ信号を符号化する。パラメータ抽出器はオーディオ信号からパッチング制御信号を抽出し、そのパッチング制御信号は複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムの中から選択された1つのパッチングアルゴリズムを示し、その選択されたパッチングアルゴリズムは、帯域幅拡張復号器において合成オーディオ信号を生成するためにスペクトルドメインで実行される。パラメータ計算器は、高周波数帯域からスペクトル帯域複製パラメータを計算する。

【0017】

本発明のさらに他の実施形態に従えば、符号化されたオーディオ信号のデータストリームは、コア周波数帯域内で符号化された符号化済オーディオ信号と、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムの中から選択された1つのパッチングアルゴリズムを示すパッチング制御信号であって、その選択されたパッチングアルゴリズムは帯域幅拡張復号器において合成オーディオ信号を生成するためにスペクトルドメインで実行される、パッチング制御信号と、オーディオ信号の高周波数帯域から計算されたスペクトル帯域複製パラメータと、を備える。

【0018】

つまり、本発明の実施形態は、スペクトルドメインのパッチングアルゴリズムのグループの中の少なくとも2つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムの間で切り替える概念に関連する。前記スペクトルドメインのパッチングアルゴリズムのグループは、単相ボコーダ(single phase vocoder)に基づくハーモニックな転位と非ハーモニックなコピー操作のSBR機能とを持つ第1パッチングアルゴリズムと、多相ボコーダ(multiple phase vocoder)に基づくハーモニックな転位を持つ第2パッチングアルゴリズムと、非ハーモニックなコピー操作のSBR機能を持つ第3パッチングアルゴリズムと、非線形歪み操作(non-linear distortion)を持つ第4パッチングアルゴリズムと、を含んでも良い。さらに、帯域幅拡張は、帯域幅拡張信号の高周波数帯域がコア周波数帯域のクロスオーバー周波数の少なくとも4倍の最大周波数を持つように実行されても良い。

【0019】

結果として、スペクトルドメインにおいて少なくとも2つの異なるパッチングアルゴリズムの間で切替を行うことで、帯域幅拡張のシナリオの中で同等の知覚的品質を持ちながら複雑さを低減できる。

【0020】

本発明の別の実施形態は、修正済スペクトル表現から導出された時間ドメイン信号をスペクトルドメインへと変換するための時間/周波数変換器を含まない装置に関連する。従って、本発明の実施形態では、高周波再構築処理器が、修正済スペクトル表現に対して直接的に処理することもでき、この場合、異なるドメインで処理可能なパッチングと追加的処理との組合せの手法のように、時間ドメインからスペクトルドメインへの(例えばQMF分析のような)追加的変換を必要としない。

【0021】

本発明のさらに別の実施形態は、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された1つのパッチングアルゴリズムを決定する、パラメータ抽出器に関する。ここで、前記選択されたパッチングアルゴリズムとは、オーディオ信号又はそのオーディオ信号から導出されたある信号と、スペクトルドメインで複数のパッチングアルゴリズムを実行し且つオーディオ信号のある時間部分の修正済スペクトル表現を処理することで取得された複数の帯域幅拡張信号と、の間の比較に基づくものである。従って、本発明のこの実施形態は、帯域幅拡張復号器において合成オーディオ信号を生成するための最適なパッチングアルゴリズムを選択する方法を提供する。

【0022】

制御パラメータは、どのパッチングが最適かを決定するために使用されても良い。その目

10

20

30

40

50

的で、「合成による分析(analysis by synthesis)」ステージを使用しても良い。即ち、全てのパッチを適用し、ある目標に従った最適なパッチを選択しても良い。本発明の好適なモードにおいては、その目標とは、知覚的品質における原状回復の最高レベルを得ることである。他のモードにおいては、目標関数を最適化する必要がある。例えば、その目標とは、オリジナルH Fのスペクトル平坦度にできるだけ近い状態に維持することでも良い。

【0023】

一つの方法では、パッチングの選択は、オリジナル信号、合成信号又はその両方を考慮することにより、符号器だけで実行できる。この決定(パッチング制御信号)はその後に復号器へと送られる。他の方法では、パッチングの選択は、合成信号のコア帯域だけを考慮しながら符号器と復号器との両側において同期的に実行されても良い。この後者の方法では追加的なサイド情報を生成する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【0024】

以下に、添付の図面を参照しながら本発明の実施例を説明する。

【図1a】パッチング制御信号を使用して合成オーディオ信号を生成する装置の実施例を示すブロック図である。

【図1b】図1aのスペクトルドメイン・パッチ生成器の構成を示すブロック図である。

【図2a】合成オーディオ信号を生成する他の実施例の装置を示すブロック図である。

【図2b】帯域幅拡張スキームの概略図である。

【図3】第1パッチングアルゴリズムの例示的な概略図である。

【図4】第2パッチングアルゴリズムの例示的な概略図である。

【図5】第3パッチングアルゴリズムの例示的な概略図である。

【図6】第4パッチングアルゴリズムの例示的な概略図である。

【図7】図1aの実施例においてスペクトルドメイン・パッチ生成器の後に時間/周波数変換器が配置されていない場合を示すブロック図である。

【図8】図1aの実施例において第2の変換器(周波数/時間変換器)を伴う場合を示すブロック図である。

【図9】オーディオ信号を符号化する装置の一実施例を示すブロック図である。

【図10】オーディオ信号を符号化する装置の他の実施例を示すブロック図である。

【図11】周波数ドメインにおけるパッチング・スキームの実施例の全体図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図1aは、本発明の実施例に従い、パッチング制御信号119を使用して合成オーディオ信号145を生成する装置100を示すブロック図である。装置100は、第1変換器110とスペクトルドメイン・パッチ生成器120と高周波数再構築処理器130と結合器140とを備える。第1変換器110はオーディオ信号105のある時間部分をスペクトル表現115へと変換する。スペクトルドメイン・パッチ生成器120は、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム117-1を実行し、この各パッチングアルゴリズムはオーディオ信号105のコア周波数帯域の対応するスペクトル成分から導出された高周波帯域のスペクトル成分を含む修正済スペクトル表現125を生成する。図1bに示すように、スペクトルドメイン・パッチ生成器120は、パッチング制御信号119に従って、第1の時間部分107-1のための第1スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム117-2を複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム117-1から選択し、かつ第2の異なる時間部分107-2のための第2スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム117-3を複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム117-1から選択することで、修正済スペクトル表現125を取得する。

【0026】

高周波再構築処理器130は、スペクトル帯域複製パラメータ127に従って、修正済スペクトル表現125又はその修正済スペクトル表現125から導出された信号を処理し、

帯域幅拡張信号 135 を取得する。その修正済スペクトル表現 125 から導出された信号とは、例えば QMF ドメインの信号であって、修正済スペクトル表現 125 に基づく修正済時間ドメイン信号に対して QMF 分析を適用した後に得られる信号であっても良い。結合器 140 は、コア周波数帯域にスペクトル成分を持つオーディオ信号 105 又はそのオーディオ信号 105 から導出された信号と帯域幅拡張信号 135 とを結合し、合成オーディオ信号 145 を取得する。ここで、そのオーディオ信号 105 から導出された信号とは、例えば復号化された低周波数信号であって、符号化済のオーディオ信号をコア周波数帯域内で復号化した後に得られる信号であっても良い。

【0027】

図 1 a から分かるように、装置 100 のスペクトルドメイン・パッチ生成器 120 は、時間ドメインではなくスペクトルドメインで作動する。

10

【0028】

図 2 a は、合成オーディオ信号 145 を生成する他の実施例である装置 200 を示すブロック図である。ここでは、図 2 a における装置 200 の構成要素であって図 1 a における装置 100 の構成要素と同じものは、説明及び図示を省略する。図 2 a における実施例では、装置 200 のスペクトルドメイン・パッチ生成器 120 は、スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムのグループ 203 の中から少なくとも 2 つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを実行する。スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムのグループ 203 は、単相ボコーダに基づくハーモニックな転位と非ハーモニックなコピー操作の SBR 機能とを持つ第 1 のパッチングアルゴリズム 205 - 1 と、多相ボコーダに基づくハーモニックな転位を持つ第 2 のパッチングアルゴリズム 205 - 2 と、非ハーモニックなコピー操作の SBR 機能を持つ第 3 のパッチングアルゴリズム 205 - 3 と、非線形歪み操作を持つ第 4 のパッチングアルゴリズム 205 - 4 と、を含んでいる。

20

【0029】

図 2 b に示すように、装置 200 は、帯域幅拡張信号 135 の高周波数帯域 220 がコア周波数帯域 210 のクロスオーバー周波数 215 の少なくとも 4 倍の最大周波数 225 を持つように、帯域幅拡張を実行しても良い。SBR においては、コア周波数帯域 210 の最高周波数として定義されるクロスオーバー周波数 215 の典型的な値は、例えば 4 kHz, 5 kHz 又は 6 kHz 以下の領域にある。その結果、高周波数帯域 220 の最大周波数 225 は、例えば約 16 kHz, 20 kHz 又は 24 kHz ということになる。

30

【0030】

図 3 は、第 1 パッチングアルゴリズム 205 - 1 の例示的な概略図である。詳しくは、スペクトルドメイン・パッチ生成器 120 は、少なくとも 2 つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された 1 つのパッチングアルゴリズムを実行し、その選択されたパッチングアルゴリズムは第 1 パッチングアルゴリズム 205 - 1 を含む。この第 1 パッチングアルゴリズム 205 - 1 は、コア周波数帯域 210 から抽出されたソース周波数帯域 310 から第 1 の目標周波数帯域 310' への変換を制御するための係数 2 の帯域幅拡張ファクタ () を持つ単相ボコーダ 305 に基づいた、ハーモニックな転位を含む。ここで、ソース周波数帯域 310 内のスペクトル成分の位相は、第 1 の目標周波数帯域 310' がクロスオーバー周波数 (f_x) からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 2 倍までの領域の周波数を持つように、帯域幅拡張ファクタ () により乗算される。第 1 パッチングアルゴリズム 205 - 1 は非ハーモニックなコピー操作の SBR 機能 315 をさらに備え、この SBR 機能 315 は、第 1 コピー操作を用いて、第 2 の目標周波数帯域 320' がクロスオーバー周波数 (f_x) の 2 倍からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 3 倍までの領域の周波数を持つように、第 1 の目標周波数帯域 310' のスペクトル成分を第 2 の目標周波数帯域 320' へと変換し、さらに、第 2 コピー操作を用いて、第 3 の目標周波数帯域 330' が高周波数帯域 220 に含まれるクロスオーバー周波数 (f_x) の 3 倍からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 4 倍までの領域の周波数を持つように、第 2 の目標周波数帯域 320' のスペクトル成分を第 3 の目標周波数帯域 330' へと変換する。この場合、高周波数帯域 220 は、第 1 の目標周波数帯域 310' と、第 2 の

40

50

目標周波数帯域 3 2 0' と、第 3 の目標周波数帯域 3 3 0' とを含む。特に、図 3 に示すように、帯域幅拡張信号 1 3 5 はコア周波数帯域 2 1 0 から生成された高周波数帯域 2 2 0 を含み、この高周波数帯域 2 2 0 はクロスオーバー周波数 (f_x) の 4 倍の最大周波数を持つ。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、第 2 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 2 の例示的な概略図である。詳しくは、スペクトルドメイン・パッチ生成器 1 2 0 は、少なくとも 2 つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された 1 つのパッチングアルゴリズムを実行し、その選択されたパッチングアルゴリズムは第 2 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 2 を含む。この第 2 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 2 は、コア周波数帯域 2 1 0 から抽出された第 1 ソース周波数帯域 4 1 0 から第 1 の目標周波数帯域 4 1 0' への変換を制御するための係数 2 の第 1 帯域幅拡張ファクタ (α_1) を持つ多相ボコーダ 4 0 5 に基づいた、ハーモニックな転位を含む。ここで、第 1 ソース周波数帯域 4 1 0 内のスペクトル成分の位相は、第 1 の目標周波数帯域 4 1 0' がクロスオーバー周波数 (f_x) からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 2 倍までの領域の周波数を持つように、第 1 帯域幅拡張ファクタ (α_1) により乗算される。第 2 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 2 は、コア周波数帯域 2 1 0 から抽出された第 2 ソース周波数帯域 4 2 0 - 1, 4 2 0 - 2 から第 2 の目標周波数帯域 4 2 0', 4 2 0'' への変換を制御するための係数 3 の第 2 帯域幅拡張ファクタ (α_2) をさらに備える。ここで、第 2 ソース周波数帯域 4 2 0 - 1, 4 2 0 - 2 内のスペクトル成分の位相は、第 2 の目標周波数帯域 4 2 0', 4 2 0'' が、クロスオーバー周波数 (f_x) の 2 倍からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 3 倍までの領域、又はクロスオーバー周波数 (f_x) からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 3 倍までの領域の周波数をそれぞれ持つように、第 2 帯域幅拡張ファクタ (α_2) により乗算される。最後に、第 2 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 2 は、コア周波数帯域 2 1 0 から抽出された第 3 ソース周波数帯域 4 3 0 - 1, 4 3 0 - 2 から第 3 の目標周波数帯域 4 3 0', 4 3 0'' への変換を制御するための係数 4 の第 3 帯域幅拡張ファクタ (α_3) をさらに備える。ここで、第 3 ソース周波数帯域 4 3 0 - 1, 4 3 0 - 2 内のスペクトル成分の位相は、第 3 の目標周波数帯域 4 3 0', 4 3 0'' が、クロスオーバー周波数 (f_x) の 3 倍からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 4 倍までの領域、又はクロスオーバー周波数 (f_x) から高周波数帯域 2 2 0 に含まれるこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 4 倍までの領域の周波数をそれぞれ持つように、第 3 帯域幅拡張ファクタ (α_3) により乗算される。図 3 に示す第 1 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 1 の中と同様に、帯域幅拡張信号 1 3 5 の高周波数帯域 2 2 0 は、第 1 の目標周波数帯域 4 1 0' と、第 2 の目標周波数帯域 4 2 0', 4 2 0'' と、クロスオーバー周波数 (f_x) の 4 倍の最大周波数を持つ第 3 の目標周波数帯域 4 3 0', 4 3 0'' とを含む。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、第 3 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 3 の例示的な概略図である。図 5 の実施例においては、スペクトルドメイン・パッチ生成器 1 2 0 は、少なくとも 2 つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された 1 つのパッチングアルゴリズムを実行し、その選択されたパッチングアルゴリズムは第 3 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 3 を含む。この第 3 パッチングアルゴリズム 2 0 5 - 3 は、非ハーモニックなコピー操作の SBR 機能 5 0 5 を備え、この SBR 機能 5 0 5 は、第 1 コピー操作を用いて、第 1 の目標周波数帯域 5 1 0' がクロスオーバー周波数 (f_x) からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 2 倍までの領域の周波数を持つように、コア周波数帯域 2 1 0 であるソース周波数帯域 5 1 0 のスペクトル成分を第 1 の目標周波数帯域 5 1 0' へと変換する。さらに、第 1 の目標周波数帯域 5 1 0' 内のスペクトル成分は、第 2 コピー操作を用いて、第 2 の目標周波数帯域 5 2 0' がクロスオーバー周波数 (f_x) の 2 倍からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の 3 倍までの領域の周波数を持つように、第 2 の目標周波数帯域 5 2 0' へと変換される。最後に、第 2 の目標周波数帯域 5 2 0' 内のスペクトル成分は、第 3 コピー操作を用いて、第 3 の目標周波数帯域 5 3 0' が高周波数帯域 2 2 0 に含まれる

10

20

30

40

50

クロスオーバー周波数 (f_x) の3倍からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の4倍までの領域の周波数を持つように、第3の目標周波数帯域530'へと変換される。この場合も、帯域幅拡張信号135の高周波数帯域220は、第1の目標周波数帯域510'と、第2の目標周波数帯域520'と、クロスオーバー周波数 (f_x) の4倍の最大周波数を持つ第3の目標周波数帯域530'を含む。

【0033】

図6は、第4パッチングアルゴリズム205-4の例示的な概略図である。図6の実施例においては、スペクトルドメイン・パッチ生成器120は、少なくとも2つの異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムから選択された1つのパッチングアルゴリズムを実行し、その選択されたパッチングアルゴリズムは第4パッチングアルゴリズム205-4を含む。この第4パッチングアルゴリズム205-4は、クロスオーバー周波数 (f_x) からこのクロスオーバー周波数 (f_x) の4倍までの周波数領域を持つ高周波数帯域220内のスペクトル成分を生成する、非線形的な歪み操作を含む。

10

【0034】

一般的に、上述した図3～図6における実施例では、スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム205-1; 205-2; 205-3; 205-4はスペクトルドメイン・パッチ生成器120を用いて実行される。この生成器120は、コア周波数帯域210から導出されたイニシャル帯域310, 310', 320'; 410, 420-1, 420-2, 430-1, 430-2; 510, 510', 520'か又はコア周波数帯域210内には含まれないある高周波数帯域を、高周波数帯域220内の目標スペクトル成分へと変換するが、この場合、その目標スペクトル成分が各スペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムについて異なるように変換する。

20

【0035】

特にスペクトルドメイン・パッチ生成器120は、コア周波数帯域210或いは高周波数帯域220からイニシャル帯域を抽出するための帯域通過フィルタを備えても良く、その帯域通過フィルタの帯域通過特性は、イニシャル帯域が図3～図6に示すように対応する目標周波数帯域310', 320', 330'; 410', 420', 420'', 430', 430''; 510', 520', 530'へと変換されるように、選択されても良い。

【0036】

上述の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム205-1; 205-2; 205-3; 205-4は、図2bの帯域拡張スキームで必要とされたような方法で実行されても良い。

30

【0037】

具体的には、例えば図3又は図4において示すような単相又は多相ボコーダをそれぞれ使用することで、周波数構造はハーモニック的に正確に高周波数領域へと拡張される。なぜなら、基本帯域(例えばコア周波数帯域210)は、一定の乗算(例えば $\alpha_1 = 2$, $\alpha_2 = 3$, $\alpha_3 = 4$)によってスペクトル的に伸張されるからであり、基本帯域内のスペクトル成分は新たに生成されたスペクトル成分と結合されるからである。

【0038】

位相ボコーダに基づくパッチングアルゴリズムは、基本帯域が帯域幅において既に厳しい制限を受けている場合、例えば非常に低いビットレートを使用するため高周波数成分の再構築が比較的低い周波数から開始するような場合には、有利である。この場合、典型的なクロスオーバー周波数は約5kHz未満であり、4kHz未満であってもよい。この領域では、人間の耳は不正確に配置されたハーモニックから起こる不協和音に対して非常に敏感である。その結果、「不自然」なトーンという印象を与える可能性もある。加えて、(約30Hz～300Hzのスペクトル不協和音を持つ)スペクトル的に近接したトーン同士はきめの粗いトーンとして知覚される。基本帯域の周波数構成のハーモニックな継続性により、これらの不正確で不快な聴覚的印象を回避できる。

40

【0039】

50

さらに、例えば図5に示すような非ハーモニックなコピー操作のSBR機能を使用することで、スペクトル領域は、高周波数領域又は複製されるべき領域へとサブバンド単位でコピーされる。全てのパッチング方法にとって言えることであるが、コピー操作も、高周波数信号のスペクトル特性が多くの特で基本帯域信号の特性に類似するという認識の上に成り立っている。2つの特性間のずれは非常に小さいとされる。加えて、人間の耳は典型的には(典型的には約5kHzから始まる)高周波数においてはあまり敏感ではなく、特に精密でないスペクトルマッピングに関して顕著ではない。実際、この点がスペクトル帯域複製全般において鍵となる考え方である。コピー操作は特に、容易且つ高速で実行できるという長所を持つ。コピー操作のパッチングアルゴリズムはまた、パッチの境界部分について高い柔軟性を持つ。なぜなら、スペクトルのコピーはいかなるサブバンド境界でも実行できる可能性があるからである。

10

【0040】

最後に、非線形の歪み操作を用いたパッチングアルゴリズム(図6を参照)は、クリッピング(clipping)、制限法(limiting)、二乗法(squaring)などを用いたハーモニクス生成を含んでも良い。例えば、(上述の位相ボコーダ・パッチングアルゴリズムを適用した後などのように)もし伸張された信号のスペクトル的な占有率が非常に低い場合には、その伸張されたスペクトルは、望ましくない周波数の穴を回避するために、歪み操作された信号によって任意の追加的補足を受けることもできる。

【0041】

パッチングアルゴリズムのグループ203(図2a参照)からの上述したパッチングアルゴリズムの他に、スペクトルミラーリングのような、スペクトルドメインにおける他のパッチングアルゴリズムを実行しても良い。

20

【0042】

図7の実施例においては、装置700は、時間/周波数変換器を含まないように示されている。つまり、この実施例では、高周波数再構築処理器130は、修正済スペクトル表現125をその入力として受け取る。

【0043】

上述の構成は、次の点で有利である。即ち、この場合では、高周波数再構築処理器130により実行される修正済スペクトル表現125の追加的な処理が、例えばFFT又はQMFドメインなど、スペクトルドメイン・パッチ生成器120により実行されるパッチングアルゴリズムと同じドメインにおいて、容易に実行できるからである。従って、時間ドメインから(例えばQMF分析など)スペクトルドメインへの変換のような異なるドメイン間での追加的な変換は必要でなくなり、より簡素な構成が可能となる。

30

【0044】

図8の実施例においては、装置800は、修正済スペクトル表現125を時間ドメインへと変換するための第2の変換器810をさらに備える。ここでも、図8の装置800における構成要素であって図1aの装置100における構成要素に対応するものは、説明を省略する。図8に示すように、第1の変換器110により適用された分析に適合する合成が、第2の変換器810に適用されても良い。ここで、第1の変換器110は第1の変換長111を有する変換を実行し、他方、第2の変換器810は第2の変換長を有する変換を実行する。特に、高周波数帯域220内の最大周波数(f_{max})とコア周波数帯域210内のクロスオーバー周波数(f_x)との比率と、第1変換長111とが考慮されるという点において、第2の変換長は帯域幅拡張特性に依存していても良い。

40

【0045】

本発明の一実施例においては、第1の変換器110は、例えば高速フーリエ変換(FFT)、短時間フーリエ変換(STFT)、離散フーリエ変換(DFT)、QMF分析などを実行しても良く、他方、第2の変換器810は、例えば逆高速フーリエ変換(IFFT)、逆短時間フーリエ変換(ISTFT)、逆離散フーリエ変換(IDFT)、QMF合成などを実行しても良い。

【0046】

50

具体的には、第2の変換長は、 f_{\max} / f_x の比率に第1の変換長111を乗算した値に等しくなるように選択されても良い。このように、第2の変換長又は第2の変換器810により適用された周波数分解能は、図2bに示す帯域幅拡張スキームの帯域幅拡張特性に対して容易に適合させることができる。なぜなら、帯域幅拡張特性は本質的に、ナイキスト原理に従うさらに効果的なサンプリングレートに応じた上述の比率(f_{\max} / f_x)によって支配されるからである。

【0047】

図9は、オーディオ信号105を符号化するための装置900の一実施例のブロック図である。オーディオ信号105は、コア周波数帯域210と高周波数帯域220とを有する。特に、符号化装置900は、コア符号器910とパラメータ抽出器920とパラメータ計算器930とを備える。コア符号器910はコア周波数帯域210内でオーディオ信号105を符号化し、コア周波数帯域210内で符号化された符号化済オーディオ信号915を取得する。さらに、パラメータ抽出器920はオーディオ信号105からパッチング制御信号119を抽出し、そのパッチング制御信号119は、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム117-1の中から選択された1つのパッチングアルゴリズムを指示するものである。具体的には、選択されたパッチングアルゴリズムは、帯域幅拡張復号器において合成オーディオ信号を生成するためにスペクトルドメインで実行されても良い。最後に、パラメータ計算器930は、高周波数帯域220からSBRパラメータ127を計算する。高周波数帯域220から計算されたSBRパラメータ127と、選択されたパッチングアルゴリズムを指示するパッチング制御信号119と、コア周波数帯域210内で符号化された符号化済オーディオ信号915とは、ビットストリームの中に記憶され又は伝送されるべき符号化済のオーディオ信号935を構成しても良い。

【0048】

図9に示す実施例においては、パラメータ抽出器920はオーディオ信号105又はそのオーディオ信号105から導出された信号を分析し、その分析信号の信号特性に基づいてパッチング制御信号119を決定する。例えば、パッチング制御信号119は、分析信号の「スピーチ」としての特性を持つ第1時間部分107-1については第1パッチングアルゴリズムを指示し、分析信号の「静的な音楽」としての特性を持つ第2時間部分107-2については第2パッチングアルゴリズムを指示する。

【0049】

従って、スピーチ信号の場合には、LPC(線形予測符号化)ドメインにおける処理のようなスピーチソースモデル又は情報生成モデルに基づく処理が使用されても良く、他方、静的な音楽の場合には、静的ソースモデル又は情報シンクモデルが使用されても良い。前者の場合には、音声を生成する人間のスピーチ/音声生成システムが表現され、後者の場合には、音声を受け取る人間の音響システムが表現される。

【0050】

加えて、信号に依存する処理スキームは、過渡イベントを含む時間部分のためのハーモニックな転位と、過渡イベントを含まない時間部分のための非ハーモニックなコピー操作との間の切り替えにより構成されても良い。

【0051】

開ループに対応する上述の処理は、オーディオ信号105又はこのオーディオ信号105から導出された信号の信号特性に関する直接的な分析に基づいている。代替的に、パラメータ抽出器920は、「合成による分析」の構成に対応する閉ループにおいて操作可能であっても良い。

【0052】

図10に示す実施例では、「合成による分析」構成においてオーディオ信号105を符号化する装置1000を示す。具体的には、符号化装置1000のパラメータ抽出器920は、複数の異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズム117-1から選択された1つのパッチングアルゴリズムを決定する。ここで、選択されたパッチングアルゴリズムとは、オーディオ信号105又はそのオーディオ信号105から導出されたある信号と

10

20

30

40

50

、スペクトルドメインで複数のパッチングアルゴリズム 117-1 を実行し且つオーディオ信号 105 のある時間部分の修正済スペクトル表現 125 を処理することで得られた複数の帯域幅拡張済信号 1005 と、の間の比較に基づくものである。この比較は、例えばパッチングアルゴリズム選択ユニット 1010 により実行され、複数の帯域幅拡張信号 1005 からのスペクトル平坦度 (SFM) のパラメータ (SFM₁₀₀₅) 及びオーディオ信号 105 からのスペクトル平坦度パラメータ (SFM_{ref}) を計算し、その計算された SFM パラメータである SFM₁₀₀₅ 及び SFM_{ref} を比較し、かつその比較された SFM パラメータにおける偏差が最小となる特定の (最適な) パッチングアルゴリズムを複数のパッチングアルゴリズム 117-1 から選択する、ことを含む。最後に、選択された最適なパッチングアルゴリズムは、パラメータ抽出器 920 の出力にあるパッチング制御信号 119 により指示されても良い。

10

【0053】

図 11 は、周波数ドメインにおけるパッチングスキームのための一実施例の全体図である。特に、図 2 b に示す帯域幅拡張スキームなどにおいて帯域幅拡張信号を生成する装置 1100 を説明するものである。図 11 の実施例では、オーディオ信号 105 は、1024 サンプルのフレーム長 (frame:1024) を持つ PCM (パルス符号変調) データ 1101 により表現されている。この PCM データ 1101 は、例えば、符号化済のオーディオ信号 935 から導出された基本帯域を含む、復号化済の低周波信号であってもよく、その符号化済のオーディオ信号 935 は符号器 900 のような符号化装置から伝送されたものである。次に、PCM データ 1101 を例えば係数 2 でダウンサンプリングしてダウンサンプリング済の信号 1115 を取得する、ダウンサンプラ 1110 を使用しても良い。ダウンサンプリング済の信号 1115 は、「ウインドウ」と記載したブロックにより示す分析ウインドウ化器 1120 に供給されても良く、この分析ウインドウ化器 1120 は、オーディオサンプルの複数のブロックであって互いにオーバーラップするようにウインドウ化された連続的なブロックを生成しても良い。ここで、その複数の連続的なブロックのうちの各ブロックは、例えば 512 個のオーディオサンプルを含んでも良い。加えて、オーディオサンプルの 2 つの連続するブロック間の第 1 の時間的距離は、例えば「Inc = 64」で示すように、64 サンプルに対応するように調整されても良い。さらに、オーディオサンプルの 2 つの連続するブロック間のオーバーラップは、分析ウインドウ化器 1120 により適用される複数の異なる分析ウインドウ関数から 1 つの適切な (最適な) 分析ウインドウ関数を選択することで制御されても良い。オーディオ信号 105 のある時間部分 1125 は、オーディオサンプルの複数の連続的なブロックのうちの 1 つの連続的なブロックに対応し、次に第 1 変換器 110 へと供給されても良く、この変換器は、例えば N = 512 の第 1 変換長 111 を持つ FFT 処理器 1130 として構成されても良い。FFT 処理器 1130 は、時間部分 1125 を、例えば極形式 1135-1 の構成を持つスペクトル表現 115 へと変換しても良い。特に、このスペクトル表現 1135-1 は、振幅情報 1135-2 と位相情報 1135-3 とを含み、これらの情報は、次に図 2 a のスペクトルドメインパッチ生成器 120 に対応するスペクトルドメインパッチ生成器 1141 により処理される。図 11 のスペクトルドメイン・パッチ生成器 1141 は、第 1 パッチングアルゴリズム 205-1 に対応しかつ「位相ボコーダ + コピー操作」と示す第 1 パッチングアルゴリズム 1141-1 と、第 2 パッチングアルゴリズム 205-2 に対応しかつ「位相ボコーダ」と示す第 2 パッチングアルゴリズム 1143-1 と、第 3 パッチングアルゴリズム 205-3 に対応しかつ「SBR のような機能」と示す第 3 パッチングアルゴリズム 1145-1 と、図 2 a に示されたパッチングアルゴリズムのグループ 203 の中の第 4 パッチングアルゴリズム 205-4 に対応しかつ「例えば非線形歪み操作などの他の機能」と示す第 4 パッチングアルゴリズム 1147-1 と、を含んでも良い。

20

30

40

【0054】

図 2 a の説明の中で上述したように、第 1 パッチングアルゴリズム 1141-1 は、単相ボコーダ 1141-2 と非ハーモニックなコピー操作の機能 1141-3 及び 1141-4 とを含む。さらに、第 2 のパッチングアルゴリズム 1143-1 は多相ボコーダ操作に

50

基づいており、第1位相ボコーダ1143-2と第2位相ボコーダ1143-3と第3位相ボコーダ1143-4とを含む。さらに、第3パッチングアルゴリズム1145-1は非ハーモニックなコピー操作のSBR機能を持ち、第1コピー操作1145-2と第2コピー操作1145-3と第3コピー操作1145-4を実行する。最後に、第4パッチングアルゴリズム1147-1は、非線形歪み操作の機能を持つ。

【0055】

特に、図11の実施例においては、パッチングアルゴリズムのブロック1141-1, 1143-1, 1145-1及び1147-1のサブ成分は、図2aにおけるパッチングアルゴリズムのブロック205-1, 205-2, 205-3及び205-4の各成分に対応していても良い。また、シンボル（クロスオーバー帯域）は、クロスオーバー周波数（ f_x ）に対応していても良い。

10

【0056】

さらに、パッチ選択器1150は、スペクトルドメイン・パッチ生成器1141を制御するためのパッチング制御信号119に対応したパッチング制御信号1155を供給しても良く、それによって、パッチングアルゴリズムのグループ1141-1, 1143-1, 1145-1, 1147-1から少なくとも2つの異なるスペクトルドメイン・パッチアルゴリズムが実行され、修正済スペクトル表現125に対応する修正スペクトル表現1149が得られる。

【0057】

任意ではあるが、修正スペクトル表現1149を後続の補間器1160により処理し、補間された修正済スペクトル表現1165を得ても良い。その補間された修正済スペクトル表現1165は、次に第2変換器810へと供給されても良く、この第2変換器は $N = 2048$ の第2変換長を持つIFFT処理器1170として構成されても良い。ここで、図8の説明と同様に、 $N = 2048$ の第2変換長は $N = 512$ の第1変換長の正に4倍に調整されている。上述したように、異なるスペクトルドメイン・パッチングアルゴリズムを用いて実行される帯域幅拡張スキームの帯域幅拡張特性が考慮されても良い。

20

【0058】

IFFT処理器1170は、補間された修正済スペクトル表現1165を、図8の修正済時間ドメイン信号815に対応する修正済時間ドメイン信号1175へと変換しても良い。修正済時間ドメイン信号1175は、次に合成ウインドウ化器1180へと供給され、ここで、この修正済時間ドメイン信号1175に対してある合成ウインドウ関数が適用され、修正されたウインドウ化済時間ドメイン信号1185が取得される。ここで、合成ウインドウ関数は、分析ウインドウ関数を適用したことで生じた影響が合成ウインドウ関数を適用することで補償されるように、分析ウインドウ関数に対して適合される。

30

【0059】

帯域幅拡張により、修正されたウインドウ化済時間ドメイン信号1185を、オリジナルサンプリングレート（例えば8kHz）よりも高い有効サンプリングレート（例えば32kHz）でサンプリングしなければならないので、修正されたウインドウ化済時間ドメイン信号1185は、最後に、「オーバーラップと加算」と記述したブロック1190においてオーバーラップ・加算されてもよい。つまり、このブロック1190により適用され「 $Inc = 256$ 」と記述したように例えば256サンプルを持つ第2時間距離と、分析ウインドウ化器1120により適用され例えば64サンプルを持つ第1時間距離との間の比率（例えば比率=4）が、前記高い有効サンプリングレートとオリジナルサンプリングレートとの間の比率に等しくなっても良い。このように、出力信号1195は、オリジナル（ダウンサンプリングされた）信号1115と同じオーバーラップ特性を持つように取得されてもよい。装置1100により供給される出力信号1195には、図1aに示す周波数再構築処理器130から始まる更なる処理を施し、帯域幅が拡張された複製信号を最終的に取得しても良い。

40

【0060】

図11に示す実施例では、異なるパッチングアルゴリズムの全てが同じドメイン、例えば

50

周波数ドメインにおいて実行されることに注意すべきである。このドメインは、SBRの場合のようにQMFドメインであっても良く、又はフーリエ変換された場合のように他のいずれのドメインであっても良い。実際のパッチデータ生成は異なるドメインで実行されても良く、しかしその場合には、全体のパッチングは常に同じドメインで実行される。

【0061】

さらに、選択の対象となるパッチングに対して様々なソースモデルを関連させることができる。例えば、非特許文献12に示されたスピーチ帯域幅拡張において使用されるスピーチソースモデルをスピーチ信号のために選択し、他方、静的な音楽のためには静的なソースモデルを適合させても良い。同様に、上述したように、過渡についてはパッチングのために独自のモデルを用いても良い。

10

【0062】

さらに、時間-周波数変換のためのオーバーラップする分析及び合成ウィンドウを用いることで、異なるパッチング・スキームの間のスムーズな転位が保証される。代替的に、より低いオーバーラップを可能にするために、分析及び合成のための特別なウィンドウを使用することもできる。

【0063】

要約すれば、図11の実施例においては、パッチング方法は、隣接する周波数部分の単純なコピー操作と、位相ボコーダに基づくハーモニックな転位のスキームと、隣接する周波数部分のコピー操作を含む位相ボコーダに基づくハーモニックな転位のスキームと、の間から選択することができる。

20

【0064】

本発明はこれまでブロック図を用いて説明し、各ブロックが現実又は論理的なハードウェア要素を示してきたが、本発明はまたコンピュータに実装された方法によって実行されても良い。この場合には、各ブロックはそれぞれ対応する方法ステップを示し、それらのステップは対応する論理的又は実体的ハードウェアのブロックにより実行される機能を示す。

【0065】

上述した実施の形態は、本発明の原理を単に例示的に示したにすぎない。本明細書に記載した構成及び詳細について、修正及び変更が可能であることは当業者にとって明らかである。従って、本発明は、以下に添付する特許請求の範囲の技術的範囲によってのみ限定されるものであり、本明細書に実施形態の説明及び解説の目的で提示した具体的詳細によって限定されるものではない。

30

【0066】

本発明の方法の所定の実施条件に依るが、本発明の方法は、ハードウェア又はソフトウェアにおいて実行可能である。この方法は、その中に格納される電子的に読み出し可能な制御信号を有し、本発明の方法が実行されるようにプログラム可能なコンピュータシステムと協働する、デジタル記憶媒体、特にディスク、DVD、又はCDなどを使用して実行することができる。本発明は一般的に、機械読み出し可能なキャリアに記憶されたプログラムコードを有する、コンピュータプログラム製品として構成することができ、このプログラムコードは、当該コンピュータプログラム製品がコンピュータ上で作動するときに、本発明の方法を実行するよう作動するものである。換言すれば、本発明の方法は、当該コンピュータプログラムがコンピュータ上で作動するときに、本発明の方法の少なくとも1つを実行するためのプログラムコードを有する、コンピュータプログラムである。本発明の符号化されたオーディオ信号は、デジタル記憶媒体など、いかなる機械読み出し可能な記憶媒体にも記憶されることができる。

40

【0067】

本発明の各実施例は、帯域幅拡張において、音声とハードウェアと信号特性とをパッチング処理のために考慮可能にする。最適なパッチングの決定は、開ループ又は閉ループの中で実行できる。従って、復元品質は制御及び強化可能である。

【0068】

50

本発明の概念は、異なるパッチングアルゴリズム間でのスムーズな転位が容易に達成できるという利点があり、信号に基づく帯域幅拡張の高速で正確な適用を可能にする。

【0069】

本発明の特徴を最も顕著に示すアプリケーションは、携帯機器の中に構成され、従って電池からの電力供給で作動する、オーディオ復号器である。

【図1a】

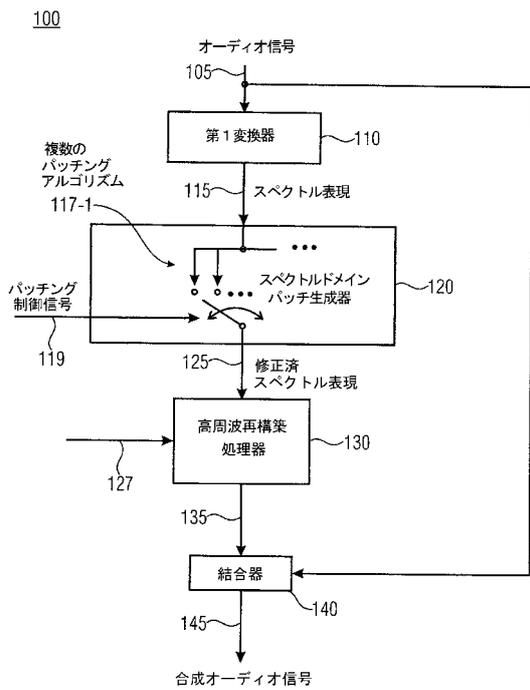


FIGURE 1A
(オーディオ信号合成器)

【図1b】

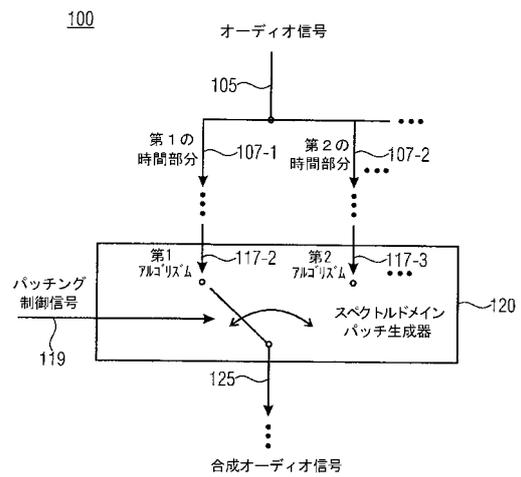
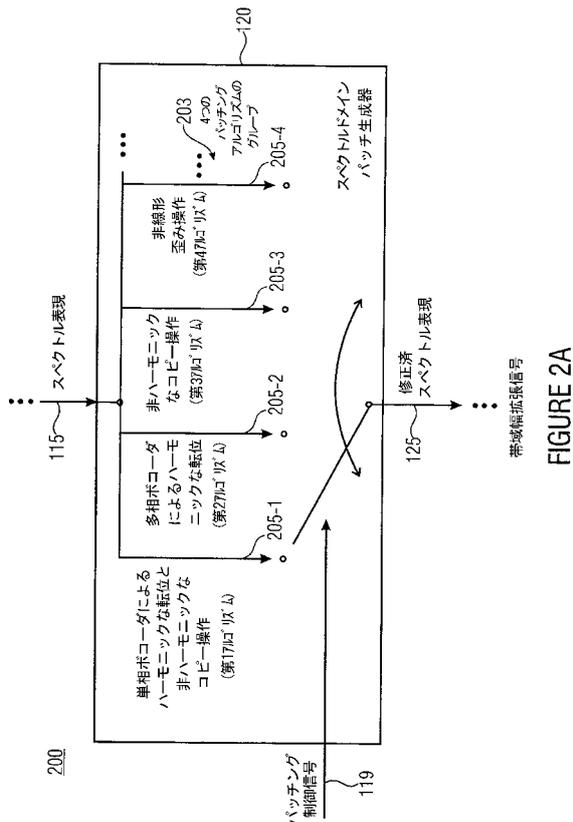
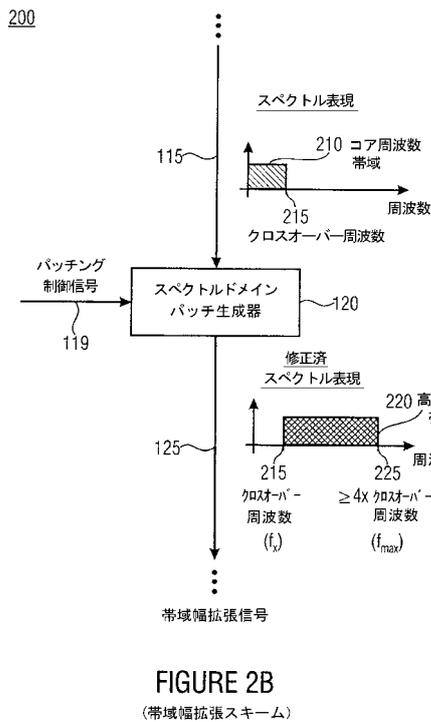


FIGURE 1B
(スペクトルドメインパッチ生成器)

【図2a】



【図2b】



【図3】

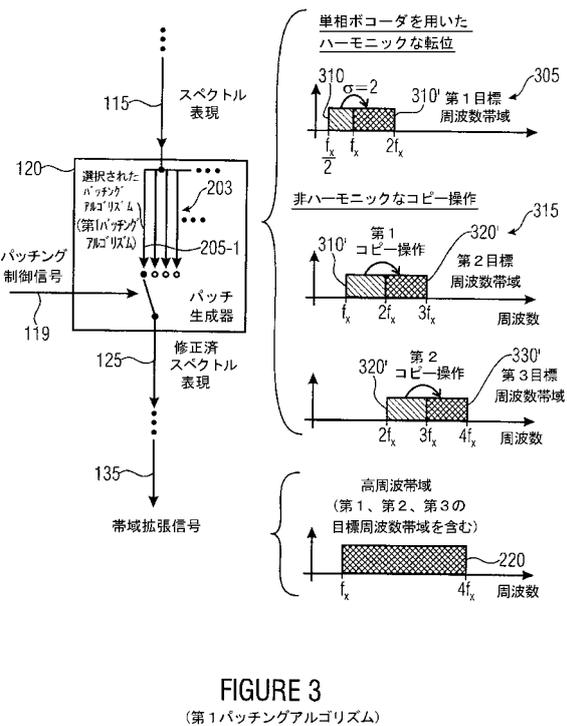


FIGURE 3 (第1バッチングアルゴリズム)

【図4】

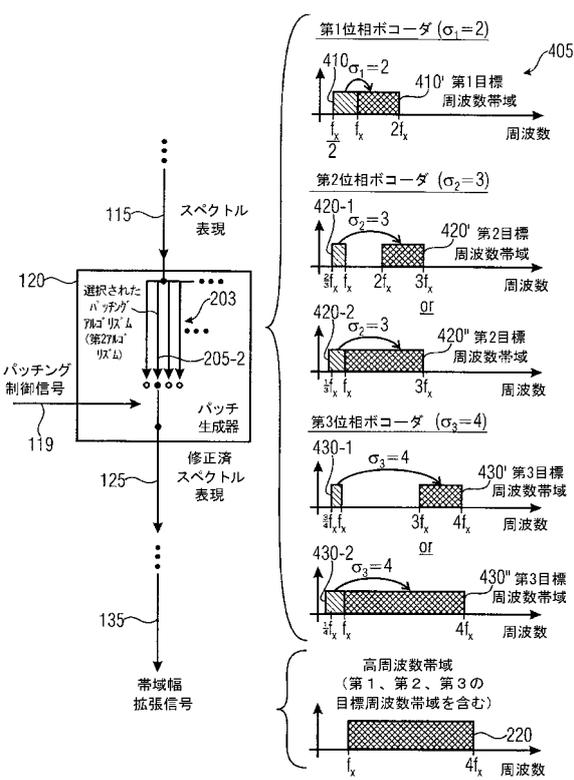


FIGURE 4 (第2バッチングアルゴリズム)

【図5】

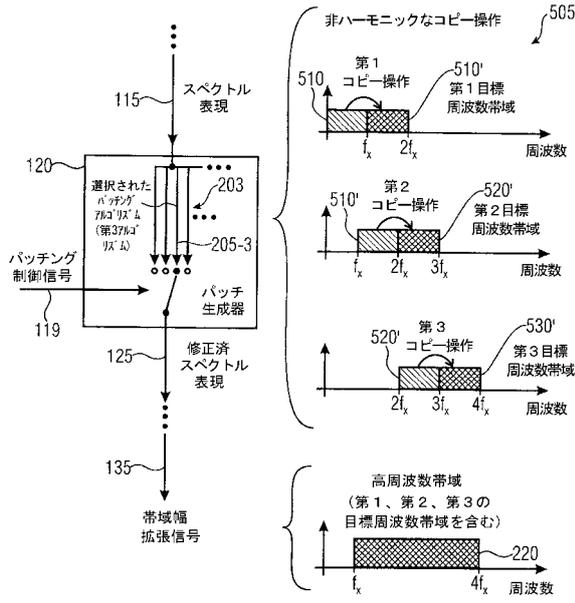


FIGURE 5
(第3バッチングアルゴリズム)

【図6】

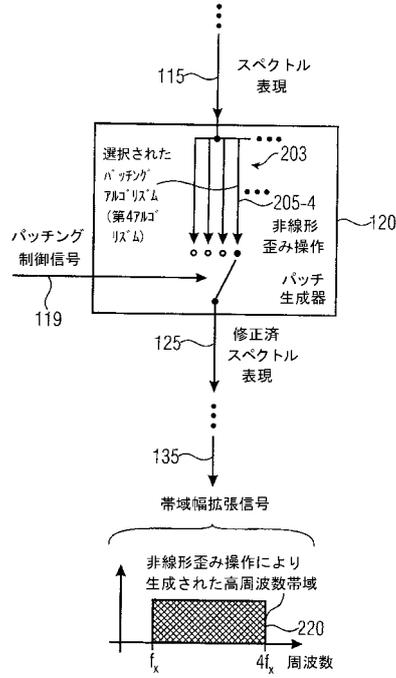


FIGURE 6
(第4バッチングアルゴリズム)

【図7】

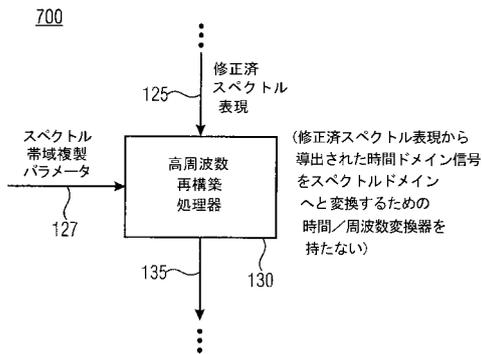


FIGURE 7

【図8】

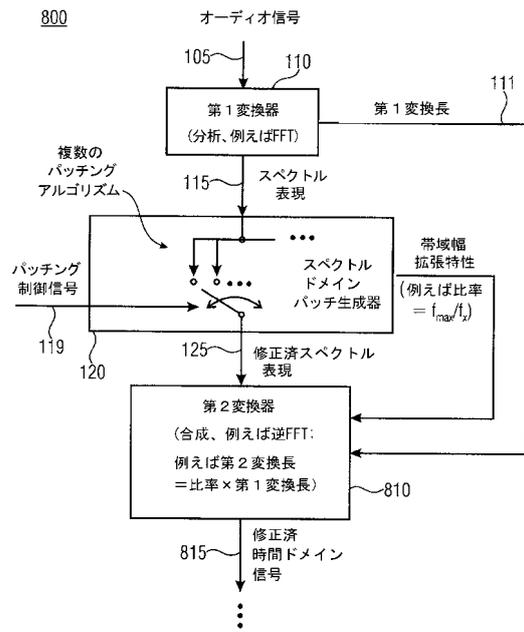


FIGURE 8
(オーディオ信号合成器)

【図9】

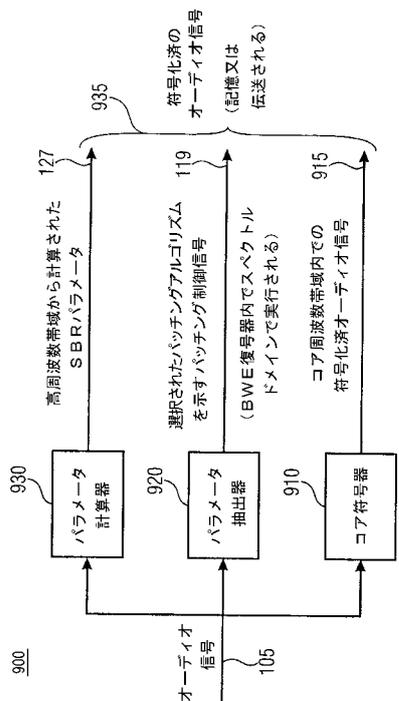


FIGURE 9
(符号器)

【図10】

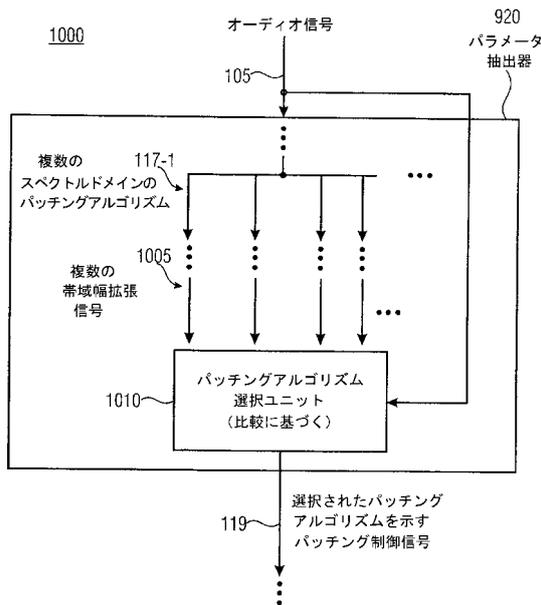
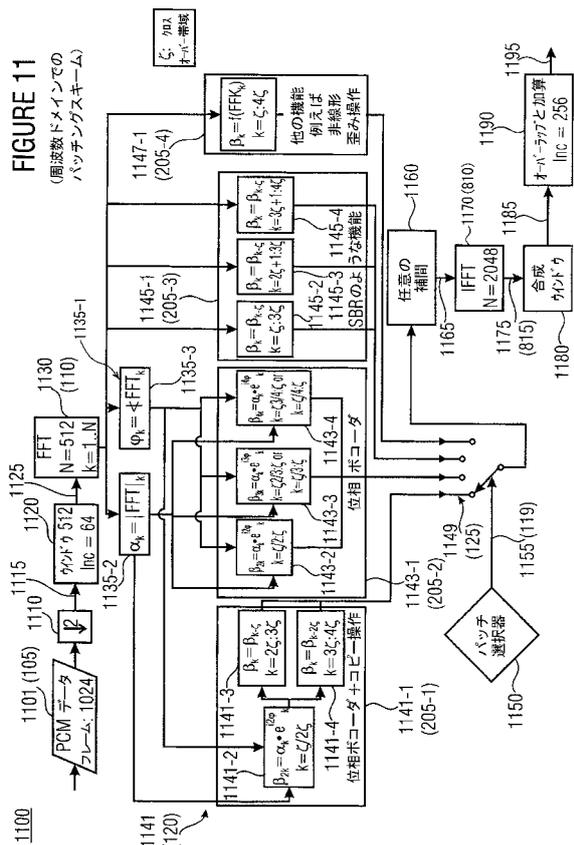


FIGURE 10
(符号器)

【図11】

FIGURE 11
(周波数ドメインでのパッチングスキーム)



フロントページの続き

- (72)発明者 マルトラス マルクス
ドイツ連邦共和国 9 0 4 6 9 ニュルンベルグ エツラウプヴェーク 7
- (72)発明者 ルコンテ ジェレミ -
ドイツ連邦共和国 9 0 4 8 9 ニュルンベルグ ザルツバッヒャーストラーセ 3 9
- (72)発明者 バイエル ステファン
ドイツ連邦共和国 9 0 4 2 5 ニュルンベルグ ドルトムンダー ストラーセ 1 7
- (72)発明者 フッフアス ギローム
ドイツ連邦共和国 9 1 0 5 8 エルランゲン フュエルテール ストラーセ 1 7
- (72)発明者 ヒルペルト ヨハネス
ドイツ連邦共和国 9 0 4 1 1 ニュルンベルグ ヘルンホイテストラーセ 4 6
- (72)発明者 ロビラード ジュリアン
ドイツ連邦共和国 9 0 4 0 8 ニュルンベルグ インネーラー クラインロイター ヴェーク
2 5 アー

審査官 山下 剛史

- (56)参考文献 特開2003 - 216190 (JP, A)
特表2005 - 521907 (JP, A)
特表2004 - 517358 (JP, A)
特開2002 - 82685 (JP, A)
特表2005 - 530206 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00 - 19/26, 21/038 - 21/0388