

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5122681号
(P5122681)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl.	F 1
H04S 5/00 (2006.01)	H04S 5/00
G10L 19/008 (2013.01)	G10L 19/00 213
G10L 19/00 (2013.01)	G10L 19/00 400Z
H03M 7/30 (2006.01)	H03M 7/30 Z

請求項の数 17 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2011-510076 (P2011-510076)
(86) (22) 出願日	平成21年5月14日 (2009.5.14)
(65) 公表番号	特表2011-522472 (P2011-522472A)
(43) 公表日	平成23年7月28日 (2011.7.28)
(86) 国際出願番号	PCT/IB2009/052009
(87) 国際公開番号	W02009/141775
(87) 国際公開日	平成21年11月26日 (2009.11.26)
審査請求日	平成24年5月11日 (2012.5.11)
(31) 優先権主張番号	08156801.6
(32) 優先日	平成20年5月23日 (2008.5.23)
(33) 優先権主張国	欧洲特許庁 (EP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	590000248 コーニングクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ オランダ国 5621 ベーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェッハ 1
(74) 代理人	100087789 弁理士 津軽 進
(74) 代理人	100122769 弁理士 笛田 秀仙
(72) 発明者	シェイエルス エリク ジー ピー オランダ国 5656 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング 44

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】パラメトリックステレオアップミクス装置、パラメトリックステレオデコーダ、パラメトリックステレオダウンミクス装置、及びパラメトリックステレオエンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空間パラメータに基づいてモノラルダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成するための、パラメトリックステレオアップミクス装置において、前記パラメトリックステレオアップミクス装置は、前記空間パラメータから導出される予測係数を用いてスケーリングされた前記モノラルダウンミクス信号に基づいて前記左信号と前記右信号との差を有する差分信号を予測するための手段と、前記モノラルダウンミクス信号と前記差分信号との合計及び差分に基づいて前記左信号及び前記右信号を導出するための算術手段と、を有することを特徴とする、パラメトリックステレオアップミクス装置。

【請求項 2】

前記予測係数は、前記差分信号に対する前記ダウンミクス信号の波形マッチングに基づく、請求項 1 に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置。

【請求項 3】

前記予測係数は、前記空間パラメータの関数として、

【数 1】

$$\alpha = \frac{iid - 1 - j \cdot 2 \cdot \sin(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}$$

により与えられ、ここで $i id$ 、 $i pd$ 及び $i cc$ は空間パラメータであり、 $i id$ はチャネル間強度差であり、 $i pd$ はチャネル間位相差であり、 $i cc$ はチャネル間コヒーレンスである。

10

20

ンスである、請求項 2 に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置。

【請求項 4】

前記差分信号を予測するための手段は、スケーリングされた非相関モノラルダウンミクス信号を加算することにより前記差分信号を拡張するように構成された、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置。

【請求項 5】

前記非相関モノラルダウンミクスは、前記モノラルダウンミクス信号のフィルタリングにより得られる、請求項 4 に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置。

【請求項 6】

前記非相関モノラルダウンミクスに適用されるスケーリング因子は、予測エネルギー損失を補償するように設定される、請求項 4 に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置。10

【請求項 7】

前記非相関モノラルダウンミクスに適用されるスケーリング因子は、前記空間パラメータの関数として、

【数 2】

$$\beta = \frac{iid + 1 - 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{\sqrt{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}} - |\alpha|^2$$

により与えられ、ここで $i_i d$ 、 $i_p d$ 及び $i_c c$ は空間パラメータであり、 $i_i d$ はチャネル間強度差であり、 $i_p d$ はチャネル間位相差であり、 $i_c c$ はチャネル間コヒーレンスであり、 α は前記予測係数である、請求項 6 に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置。20

【請求項 8】

前記パラメトリックステレオアップミクスは、付加的な入力として前記差分信号についての予測残留信号を持ち、前記算術手段は、前記モノラルダウンミクス信号、前記差分信号及び前記差分信号についての前記予測残留信号に基づいて、前記左信号及び前記右信号を導出するように構成された、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置。

【請求項 9】

入力ビットストリームをモノラルビットストリームとパラメータビットストリームとに分割するための多重分離手段と、前記モノラルビットストリームをモノラルダウンミクス信号にデコードするためのモノラルデコード手段と、前記パラメータビットストリームを空間パラメータにデコードするためのパラメータデコード手段と、前記空間パラメータに基づいて前記モノラルダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成するためのパラメトリックステレオアップミクス手段と、を有するパラメトリックステレオデコーダであって、前記パラメトリックステレオデコーダは更に、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置を有する、パラメトリックステレオデコーダ。30

【請求項 10】

入力ビットストリームをモノラルビットストリームとパラメータビットストリームとに分割するための多重分離手段と、前記モノラルビットストリームをモノラルダウンミクス信号にデコードするためのモノラルデコード手段と、前記パラメータビットストリームを空間パラメータにデコードするためのパラメータデコード手段と、前記空間パラメータに基づいて前記モノラルダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成するためのパラメトリックステレオアップミクス手段と、を有するパラメトリックステレオデコーダにおいて、前記多重分離手段は更に、前記入力ビットストリームから予測残留ビットストリームを抽出するように構成され、前記モノラルデコード手段は更に、前記予測残留ビットストリームから差分信号についての予測残留信号をデコードするように構成され、前記パラメトリックステレオアップミクス手段は、請求項 8 に記載のパラメトリックステレオアップミクス装置であることを特徴とする、パラメトリックステレオデコーダ。40

【請求項 1 1】

空間パラメータに基づいてモノラルダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成するための方法において、

前記空間パラメータから導出される予測係数を用いてスケーリングされた前記モノラルダウンミクス信号に基づいて前記左信号と前記右信号との差を有する差分信号を予測するステップと、

前記モノラルダウンミクス信号と前記差分信号との合計及び差分に基づいて前記左信号及び前記右信号を導出するステップと、
を有することを特徴とする方法。

【請求項 1 2】

10

前記左信号及び前記右信号を導出するステップは、前記差分信号についての予測残留信号にも基づく、請求項 1 1 に記載の空間パラメータに基づいてモノラルダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成するための方法。

【請求項 1 3】

請求項 9 又は 10 に記載のパラメトリックステレオデコーダを有する、オーディオ再生装置。

【請求項 1 4】

空間パラメータに基づいて左信号及び右信号からモノラルダウンミクス信号を生成するためのパラメトリックステレオダウンミクス装置において、前記パラメトリックステレオダウンミクス装置は、付加的な出力として差分信号についての予測残留信号を持ち、前記パラメトリックステレオダウンミクス装置は、前記左信号と前記右信号との間の差を有する差分信号及びモノラルダウンミクス信号を導出するための更なる算術手段と、前記空間パラメータから導出された所定の予測係数を用いてスケーリングされた前記モノラルダウンミクス信号と前記差分信号との間の差として前記差分信号についての予測残留信号を導出するための更なる予測手段と、を有することを特徴とする、パラメトリックステレオダウンミクス装置。

20

【請求項 1 5】

左信号及び右信号から空間パラメータを導出するための推定手段と、空間パラメータに基づいて前記左信号及び前記右信号からモノラルダウンミクス信号を生成するためのパラメトリックステレオダウンミクス手段と、前記モノラルダウンミクス信号をモノラルビットストリームにエンコードするためのモノラルエンコード手段と、空間パラメータをパラメータビットストリームにエンコードするためのパラメータエンコード手段と、前記モノラルビットストリームと前記パラメータビットストリームとを出力ビットストリームへと併合するための多重化手段と、を有するパラメトリックステレオエンコーダにおいて、前記パラメトリックステレオダウンミクス手段は、請求項 1 4 に記載のパラメトリックステレオダウンミクス装置であり、前記モノラルエンコード手段は更に、差分信号についての予測残留信号を予測残留ビットストリームへとエンコードするように構成され、前記多重化手段は更に、前記予測ビットストリームを出力ストリームへ併合するように構成されたことを特徴とする、パラメトリックステレオエンコーダ。

30

【請求項 1 6】

40

空間パラメータに基づいて左信号及び右信号から差分信号についての予測残留信号を生成するための方法において、

前記左信号と前記右信号との間の差分信号を導出するステップと、

前記空間パラメータから導出された予測係数を用いてスケーリングされたモノラルダウンミクス信号と前記差分信号との間の差として前記差分信号についての予測残留信号を導出するステップと、

を有することを特徴とする方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 1、1 2 又は 1 6 に記載の方法を実行するためのコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、空間パラメータに基づいてモノラルのダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成するための、パラメトリックステレオアップミクス装置に関する。本発明は更に、パラメトリックステレオアップミクス装置を有するパラメトリックステレオデコーダ、空間パラメータに基づいてモノラルのダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成するための方法、オーディオ再生装置、パラメトリックステレオダウンミクス装置、パラメトリックステレオエンコーダ、差分信号のための予測残留信号を生成するための方法、及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

10

【0002】

パラメトリックステレオ(PS)は、ここ数年のオーディオエンコードにおける大きな進展のひとつである。パラメトリックステレオの基礎は、J. Breebaart、S. van de Par、A. Kohlrausch及びE. Schuijersによる「Parametric Coding of Stereo Audio」(EURASIP J. Appl. Signal Process.、vol. 9、1305-1322頁、2004年)に説明されている。従来方法、即ちオーディオ信号のいわゆる離散符号化に比べ、図1に示されるようなPSエンコーダは、ステレオ信号対(1, r)101、102を、単一のモノラルのダウンミクス信号104と、空間像を記述する少量のパラメトリック103とに変換する。これらパラメータは、チャネル間強度差(iids)、チャネル間位相(又は時間)差(ipds / itds)及びチャネル間コヒーレンス/相関(iccs)を有する。PSエンコーダ100において、ステレオ入力信号(1, r)の空間像が解析され、iid、ipd及びiccパラメータが得られる。好適には、これらパラメータは、時間及び周波数に依存する。各時間/周波数タイルについて、iid、ipd及びiccパラメータが決定される。これらパラメータは量子化及びエンコードされ(140)、PSビットストリームに帰着する。更に、これらパラメータは一般に、ステレオ入力信号のダウンミクスがどのように生成されるかを制御するためにも利用される。結果のモノラルの合計信号104は次いで、旧来のモノラルオーディオエンコーダ120を用いてエンコードされる。最後に、結果のモノラルのビットストリームとPSビットストリームとが併合され、全体のステレオビットステレオ107を構築する。

20

【0003】

30

PSデコーダ200において、ステレオビットストリームは、モノラルのビットストリーム202とPSビットストリーム203とに分割される。モノラルのオーディオ信号がデコードされ、モノラルのダウンミクス信号204の再構築に帰着する。該モノラルのダウンミクス信号は、デコードされた空間像パラメータ205と共に、PSアップミクス230に供給される。該PSアップミクスは次いで、出力ステレオ信号対(1, r)206、207を生成する。iccのキューを合成するため、PSアップミクスは、いわゆる非相関信号(sd)を利用する。即ち、凡そ同じスペクトル及び時間エンベロープを持つが、モノラル入力信号に対して略ゼロの相関を持つモノラルオーディオ信号から、信号が生成される。次いで、空間像パラメータに基づいて、各時間/周波数タイルについてのPSアップミクス内で、以下のように 2×2 行列が決定され適用される。

40

【数1】

$$\begin{bmatrix} l \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ s_d \end{bmatrix}$$

ここで H_{ij} は(i, j)アップミクス行列Hのエントリを表す。H行列のエントリは、PSパラメータであるiid、icc及び任意にipd/opdの関数である。最先端のPSシステムにおいては、ipd/opdパラメータが利用される場合、アップミクス行列Hは以下のように分解されることができる。

【数2】

$$\begin{bmatrix} l \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e^{j\phi_1} & 0 \\ 0 & e^{j\phi_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ s_d \end{bmatrix}$$

ここで左辺の 2×2 行列は位相回転を表し、 i p d 及び o p d パラメータの関数であり、右辺の 2×2 行列は、 i i d 及び i i c パラメータを復元する部分を表す。

【0004】

国際特許出願公開 WO2003090206A1において、デコーダにおいて i p d を左及び右チャネルに等しく分散させることが提案されている。更に、測定された i p d を半分にして整合を得ることにより、左及び右信号と共に互いに向かって回転させることにより、ダウンミクス信号を生成することが提案されている。実際には、略位相が整合していない信号の場合、このことは、エンコーダにおいて生成されたダウンミクスとデコーダにおいて生成されたアップミクスの両方について、時間とともに i p d が約 180 度の周囲で僅かに変化することに帰着し、このことはラッピングが 179、178、-179、177、-179、... のような角度のシーケンスから成り得ることによる。これらのジャンプの結果、ダウンミクスにおける後続する時間 / 周波数タイルは位相の不連続、又は換言すれば位相の不安定を呈する。本質的なオーバラップ - 加算合成構成のため、このことは可聴のアーティファクトに帰着する。

【0005】

一例として、或る時間 / 周波数タイルにおいて、ダウンミクスが

$$s = 1 e^{j(-\pi/2 - \Delta)} + r e^{j(-\pi/2 + \Delta)}$$

のように生成され、ここで Δ は何らかの任意の小さな角度であり、測定された i p d が 180 度に近かったことを意味し、次の時間 - 周波数タイルについては、ダウンミクスが

$$s = 1 e^{j(-\pi/2 + \Delta)} + r e^{j(\pi/2 - \Delta)}$$

のように生成され、測定された i p d が -180 度に近かったことを意味する、ダウンミクスを考える。一般的なオーバラップ - 加算合成を用いると、連続する時間 / 周波数タイルの中間点の間で位相相殺が生じることとなる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

以上に議論されたパラメトリックステレオ符号化の主な欠点は、出力ステレオ対を生成する際に利用される P S デコーダにおける両耳間位相差 (i p d) のキューブの合成の不安定さである。該不安定さは、ダウンミクスを生成するために P S エンコーダにおいて、及び出力信号を生成するために P S デコーダにおいて、実行される位相修正に起因する。該不安定さの結果、出力ステレオ対の、より低いオーディオ品質が知覚されることとなる。

【0007】

該位相不安定の問題に対処するため、実際には、 i p d 合成がしばしば破棄される。しかしながら、このことは、再構築されたステレオ信号の低減された（空間）オーディオ品質に帰着する。

【0008】

i p d パラメータが利用される場合の該不安定問題に対処する他の代替策は、位相基準を持つデコーダを提供するために、いわゆる全体位相差 (o p d s) をビットストリームに組み込むことである。このようにして、共通の位相回転を可能とすることにより、時間 / 周波数タイルに亘る連続性が増大させられ得る。しかしながら、このことはビットレートの増大と引き換えに実現され、従って全体のシステム性能の低下に帰着する。

【0009】

本発明の目的は、付加的なビットレートの増大を伴うことなく生成される左及び右信号の改善されたオーディオ品質を持ち、且つ両耳間位相差 (i p d s) 合成により引き起こされる不安定さの問題のない、モノラルのダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成

10

20

30

40

50

するための改善されたパラメトリックステレオアップミクス装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本目的は、予測係数を用いてスケーリングされたモノラルダウンミクス信号に基づいて左信号と右信号との差を有する差分信号を予測するための手段を有する、パラメトリックステレオ(PS)アップミクス装置により達成される。該予測係数は、前記空間パラメータから導出される。該PSアップミクス装置は更に、前記モノラルダウンミクス信号と前記差分信号との合計及び差分に基づいて前記左信号及び前記右信号を導出するための算術手段を有する。

【0011】

提案されるPSアップミクス装置は、既知のPSデコーダとは異なる、左信号及び右信号の導出の方法を提供する。既知のPSデコーダにおけるように統計的な意味で正しい空間像を復元するために空間パラメータを適用する代わりに、提案されるPSアップミクス装置は、モノラルダウンミクス信号及び空間パラメータから差分信号を構築する。既知のPSも提案されるPSも、正しい出力比(iids)、相互相関(iccs)及び位相関係(ipds)を復元することも目的としている。しかしながら、既知のPSデコーダは、最も正確な波形の合致を得ようとするものではない。その代わりに、測定されたエンコーダパラメータが、復元されたデコーダパラメータに統計的に合致することを保証するものである。提案されるPSアップミクスにおいては、モノラルダウンミクス信号及び推定された差分信号に適用される、合計及び差分のような単純な算術演算により、左信号及び右信号が得られる。斯かる構築は、再構築される左及び右信号の品質及び安定性に対して優れた結果をもたらす。なぜなら、信号の元の位相の振舞を復元する近接波形合致を提供するからである。

【0012】

一実施例においては、前記予測係数は、前記差分信号に対する前記ダウンミクス信号の波形マッチングに基づく。波形マッチング自体が、ipd及びopd合成のために既知のPSデコーダにおいて利用される統計的手法ほど、不安定さの問題に直面しない。なぜなら、本質的に位相保存を提供するからである。従って、(複素値の)スケーリングされたモノラルダウンミクス信号として導出された差分信号を利用し、波形マッチングに基づいて予測計数を導出することにより、既知のPSデコーダの不安定さの要因が除去される。該波形マッチングは、例えば差分信号に対するモノラルダウンミクス信号の最小二乗マッチングを有し、差分信号を

$$d = \cdot s$$

と算出し、ここでsはダウンミクス信号であり、は予測係数である。最小二乗予測法は

【数3】

$$\alpha = \frac{\langle s, d \rangle^*}{\langle s, s \rangle}$$

により与えられることは良く知られており、ここで $\langle s, d \rangle^*$ はダウンミクスと差分信号との相互相関の複素共役を表し、 $\langle s, s \rangle$ はダウンミクス信号の出力を表す。

【0013】

更なる実施例においては、前記予測係数は、前記空間パラメータの関数として、

【数4】

$$\alpha = \frac{iid - 1 - j \cdot 2 \cdot \sin(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}$$

により与えられ、ここでiids、ipds及びiccsは空間パラメータであり、iidsはチ

10

20

30

40

50

ヤナル間強度差であり、 i_{pd} はチャネル間位相差であり、 i_{cc} はチャネル間コヒーレンスである。知覚的に有意義な意味で複素値の予測係数 α を量子化することは、一般に困難である。なぜなら、必要される正確さが、再構築されるべき左及び右信号の特性に依存するからである。それ故、本実施例の利点は、複素数の予測係数 α と比べて、空間パラメータについての必要とされる量子化の正確さが、心理音響学から良く知られている点である。従って、心理音響学の知識の最適な利用が、予測係数を効率的に、即ちとり得る最小のステップで量子化して、ビットレートを低減するために利用され得る。更に、本実施例は、後方互換性のあるPSコンテンツを用いたアップミクスを可能とする。

【0014】

更なる実施例においては、前記差分信号を予測するための手段は、スケーリングされた非相関モノラルダウンミクス信号を加算することにより前記差分信号を拡張するように構成される。一般に、モノラルダウンミクス信号から元のエンコーダ差分信号を完全に予測することは不可能であるため、残留信号をもたらす。該残留信号は、ダウンミクス信号とは相関を持たない。なぜなら、そうでないならば、予測係数により考慮に入れられているはずであるからである。多くの場合、残留信号は、録音の反響音場を有する。残留信号は、モノラルダウンミクス信号から導出される、非相関モノラルダウンミクス信号を用いて効果的に合成ができる。

【0015】

更なる実施例においては、前記非相関モノラルダウンミクスは、前記モノラルダウンミクス信号のフィルタリングにより得られる。該フィルタリングの目的は、モノラルダウンミクス信号と類似するスペクトル及び時間エンベロープを持つが、ゼロに略近い相関を持つ信号を効果的に生成し、該信号がエンコーダにおいて導出された残留成分の合成変形に対応するようになることである。このことは例えば、全通過フィルタリング、遅延、格子反響フィルタリング、フィルタリング遅延網、又はこれらの組み合わせにより達成され得る。加えて、非相関信号の各時間／周波数タイルについての出力がモノラルダウンミクス信号の出力に略対応することを確実にするため、非相関信号に出力正規化が適用されても良い。このようにして、デコーダ出力信号が、適正な量の非相関信号出力を含むことが確実にされる。

【0016】

更なる実施例においては、前記非相関モノラルダウンミクスに適用されるスケーリング因子は、予測エネルギー損失を補償するように設定される。非相関モノラルダウンミクスに適用されるスケーリング因子は、デコーダ側における左信号と右信号の全体の信号出力が、エンコーダ側におけるそれぞれ左信号と右信号の信号出力に合致することを確実にする。従って、スケーリング因子 β は、予測エネルギー損失補償因子としても解釈され得る。

【0017】

更なる実施例においては、前記非相関モノラルダウンミクスに適用されるスケーリング因子は、前記空間パラメータの関数として、

【数5】

$$\beta = \sqrt{\frac{iid + 1 - 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}} - |\alpha|^2$$

により与えられ、ここで i_{id} 、 i_{pd} 及び i_{cc} は空間パラメータであり、 i_{id} はチャネル間強度差であり、 i_{pd} はチャネル間位相差であり、 i_{cc} はチャネル間コヒーレンスであり、 α は前記予測係数である。予測係数の場合と同様に、非相関スケーリング因子 β を空間パラメータの関数として表現することは、これら空間パラメータの必要とされる量子化の正確さについての知識の利用を可能とする。従って、心理音響の最適な使用が、ビットレートを低減するために利用され得る。

【0018】

10

20

30

40

50

更なる実施例においては、前記パラメトリックステレオアップミクスは、付加的な入力として前記差分信号についての予測残留信号を持ち、前記算術手段は、前記モノラルダウンミクス信号、前記差分信号及び前記差分信号についての前記予測残留信号に基づいて、前記左信号及び前記右信号を導出するように構成される。信号の長い名称を避けるため、予測残留信号なる語句は、本明細書の残りの部分を通じて、差分信号についての予測残留信号のために用いられる。予測残留信号は、元のエンコーダにおける該信号に相当する信号による、合成非相関信号の代替として動作する。このことは、デコーダにおいて元のステレオ信号を復元することを可能とする。しかしながら、このことは、付加的なビットトレートと引き換えに為される。なぜなら、予測信号は、エンコードされデコーダに送信される必要があるからである。それ故、典型的には、予測残留信号の帯域幅は制限される。予測残留信号は、所与の時間／周波数タイルについての非相関モノラルダウンミクス信号を完全に置き換えるに良いし、又は相補的な態様で動作しても良い。後者は、予測残留信号が僅かにしか符号化されない場合、例えば最上位周波数ビンの幾つかのみがエンコードされるような場合に、有益となり得る。この場合、エンコーダの状況に比べて、依然としてエネルギーが失われることとなる。このエネルギーの欠如は、非相関信号により埋め合わせられる。このとき、新たな非相関スケーリング因子 ' β' ' が、

【数6】

$$\beta' = \sqrt{\beta^2 - \frac{\langle d_{res,cod}, d_{res,cod} \rangle}{\langle s, s \rangle}}$$

10

20

と算出され、ここで $\langle d_{res,cod}, d_{res,cod} \rangle$ は符号化された予測残留信号の信号出力であり、 $\langle s, s \rangle$ はモノラルダウンミクス信号の出力である。これらの信号出力はデコーダ側で測定でき、従って信号パラメータとして送信される必要がない。

【0019】

本発明は更に、前記パラメトリックステレオアップミクス装置を有するパラメトリックステレオデコーダ、及び前記パラメトリックステレオデコーダを有するオーディオ再生装置を提供する。

【0020】

本発明はまた、パラメトリックステレオダウンミクス装置、及び前記パラメトリックステレオダウンミクス装置を有するパラメトリックステレオエンコーダを提供する。

【0021】

本発明は更に、方法請求項、及びプログラム可能な装置が本発明による方法を実行することを可能とするコンピュータプログラムを提供する。

【0022】

本発明のこれらの及び他の態様は、図面に示される実施例を参照しながら説明され明らかとなるであろう。

【0023】

図面を通して、同一の参照番号は類似する又は対応する特徴を示す。図面に示される特徴の幾つかは、典型的にはソフトウェアで実装され、それ自体がソフトウェアモジュール又はオブジェクトのようなソフトウェアエンティティを表す。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】パラメトリックステレオエンコーダ（先行技術）のアーキテクチャを模式的に示す。

【図2】パラメトリックステレオデコーダ（先行技術）のアーキテクチャを模式的に示す。

【図3】空間パラメータに基づいてモノラルのダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成する、本発明によるパラメトリックステレオアップミクス装置を示す。

30

40

50

【図4】スケーリングされた非相関モノラルダウンミクス信号を加算することにより差分信号を拡張するように構成された予測手段を有するパラメトリックステレオアップミクス装置を示す。

【図5】付加的な入力として差分信号についての予測残留信号を持つパラメトリックステレオアップミクス装置を示す。

【図6】本発明によるパラメトリックステレオアップミクス装置を有するパラメトリックステレオデコーダを示す。

【図7】本発明による、空間パラメータに基づいてモノラルのダウンミクス信号から左信号及び右信号を生成するための方法についてのフロー図を示す。

【図8】空間パラメータに基づいて左信号及び右信号からモノラルのダウンミクス信号を生成する、本発明によるパラメトリックステレオダウンミクス装置を示す。 10

【図9】本発明によるパラメトリックステレオダウンミクス装置を有するパラメトリックステレオエンコーダを示す。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図3は、本発明によるパラメトリックステレオアップミクス装置300を示す。該パラメトリックステレオアップミクス装置300は、空間パラメータ205に基づいてモノラルのダウンミクス信号204から左信号206及び右信号207を生成する。

【0026】

該パラメトリックステレオアップミクス装置300は、予測係数321によりスケーリングされたモノラルダウンミクス信号204に基づいて、左信号206と右信号207との間の差を有する差分信号311を予測するための手段310であって、予測係数321は、ユニット320内において空間パラメータ205から導出されるものである手段310と、モノラルダウンミクス信号204と該差分信号311との合計及び差分に基づいて、左信号206及び右信号207を導出するための算出手段330とを有している。 20

【0027】

左信号206及び右信号207は好適には以下のように再構築される。

$$l = s + d$$

$$r = s - d$$

ここでsはモノラルダウンミクス信号であり、dは差分信号である。このことは、エンコーダ合計信号が 30

【数7】

$$s = \frac{l+r}{2}$$

として算出されるという仮定に基づくものである。

【0028】

実際には、左信号206及び右信号207を構築する際に利得正規化がしばしば適用される：

【数8】

$$l = \frac{1}{2c} \cdot (s + d)$$

$$r = \frac{1}{2c} \cdot (s - d)$$

ここでcは利得正規化定数であり、空間パラメータの関数である。利得正規化は、モノラルダウンミクス信号204の出力が、左信号206及び右信号207の出力の合計に等しくなることを確実にする。この場合、エンコーダ合計信号が、

$$s = c \cdot (l + r)$$

10

20

30

40

50

として算出された。

【0029】

空間パラメータは、予めエンコーダにおいて決定され、パラメトリックステレオアップミクス300を有するデコーダに送信される。該空間パラメータは、以下のように、各時間／周波数タイル毎に、フレーム毎に決定される。

【数9】

$$iid = \frac{\langle l, l \rangle}{\langle r, r \rangle}$$

$$icc = \frac{|\langle l, r \rangle|}{\sqrt{\langle l, l \rangle \cdot \langle r, r \rangle}}$$

$$ipd = \angle \langle l, r \rangle$$

10

ここで iid はチャネル間強度差であり、 icc はチャネル間コヒーレンスであり、 ipd はチャネル間位相差であり $\langle l, l \rangle$ 及び $\langle r, r \rangle$ はそれぞれ左及び右信号出力であり、 $\langle l, r \rangle$ は左信号と右信号との間の正規化されていない複素値共分散係数を表す。

【0030】

DFT (FFT) のような典型的な複素値周波数ドメインについては、これら出力は、

【数10】

$$\langle l, l \rangle = \sum_{k \in k_{tile}} l[k] \cdot l^*[k]$$

20

$$\langle r, r \rangle = \sum_{k \in k_{tile}} r[k] \cdot r^*[k]$$

$$\langle l, r \rangle = \sum_{k \in k_{tile}} l[k] \cdot r^*[k]$$

30

のように測定される。ここで k_{tile} はパラメータ帯域に対応するDFTビンを表す。ここで、例えばP. Ekstrandによる「Bandwidth extension of audio signals by spectral band replication」(Proc. 1st IEEE Benelux Workshop on Model based Processing and Coding of Audio (MPCA-2002)、Leuven、ベルギー、2002年11月、73 - 79頁)に記載されたような、複素指數変調QMFBANKのような、他の複素ドメイン表現が利用されても良いことに留意されたい。

【0031】

1.5乃至2kHzまでの低周波数については、以上の式が成り立つ。しかしながら、より高い周波数については、 ipd パラメータは知覚に重要ではなく、それ故これらパラメータはゼロ値に設定され、以下に帰着する。

【数11】

$$iid = \frac{\langle l, l \rangle}{\langle r, r \rangle}$$

$$icc = \frac{\Re\{\langle l, r \rangle\}}{\sqrt{\langle l, l \rangle \cdot \langle r, r \rangle}}$$

$$ipd = 0$$

40

50

【0032】

代替としては、高い周波数においては位相差よりも広帯域エンベロープが知覚に重要であるため、 icc は

【数12】

$$icc = \frac{|\langle l, r \rangle|}{\sqrt{\langle l, l \rangle \cdot \langle r, r \rangle}}$$

と算出される。

【0033】

利得正規化定数 c は、

【数13】

$$c = \sqrt{\frac{iid + 1}{iid + 1 + 2 \cdot icc \cdot \cos(ipd) \cdot \sqrt{iid}}}$$

と表現される。

【0034】

左信号と右信号との位相が合っていないために c は無限大に近づき得るため、利得正規化定数 c の値は典型的には以下のように制限される。

【数14】

$$c = \min \left(\sqrt{\frac{iid + 1}{iid + 1 + 2 \cdot icc \cdot \cos(ipd) \cdot \sqrt{iid}}}, c_{\max} \right)$$

ここで c_{\max} は最大增幅因子であり、例えば $c_{\max} = 2$ である。

【0035】

一実施例においては、前記予測係数は、波形マッチングを用いたモノラルダウンミクス信号 204 からの差分信号 311 の推定に基づく。該波形マッチングは、例えば差分信号 311 に対するモノラルダウンミクス信号 204 の最小二乗マッチングを有し、

$d = \cdot s$

と与えられる差分信号に帰着し、ここで s はモノラルダウンミクス信号 204 であり、
は予測係数 321 である。

【0036】

最小二乗マッチングの他にも、 L_2 ノルム以外のノルムを用いた波形マッチングが利用され得る。代替としては、 p ノルム誤差 $\|d - \cdot s\|^p$ が、例えば知覚的に重み付けされても良い。しかしながら、送信された空間像パラメータから予測係数を導出するための比較的単純な計算に帰着するため、最小二乗マッチングが有利である。

【0037】

予測係数についての最小二乗予測法は、

【数15】

$$\alpha = \frac{\langle s, d \rangle^*}{\langle s, s \rangle}$$

により与えられることが良く知られている。ここで $\langle s, d \rangle^*$ はモノラルダウンミクス信号 204 と差分信号 311 との相互相関の複素共役を表し、 $\langle s, s \rangle$ はモノラルダウンミクス信号の出力を表す。

【0038】

更なる実施例においては、予測係数 321 は、以下のように、空間パラメータの関数と

10

20

30

40

50

して与えられる。

【数16】

$$\alpha = \frac{iid - 1 - j \cdot 2 \cdot \sin(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}$$

【0039】

該予測係数は、以上の式に従って、ユニット320において算出される。

【0040】

図4は、スケーリングされた非相関モノラルダウンミクス信号を加算することにより差分信号を拡張するように構成された予測手段310を有する、パラメトリックステレオアップミクス装置300を示す。モノラルダウンミクス信号204は、非相関化のためのユニット340に供給される。その結果、ユニット340の出力部において、非相関モノラルダウンミクス信号341が供給される。予測手段310において、差分信号の第1の部分が、予測係数321を用いてモノラルダウンミクス信号204をスケーリングすることにより算出される。更に、非相関モノラルダウンミクス信号341もまた、スケーリング因子322を用いて、予測手段310においてスケーリングされる。その結果の差分信号の第2の部分は、差分信号の第1の部分に加算され、拡張された差分信号311に帰着する。モノラルダウンミクス信号204及び拡張された差分信号311は算術手段330に供給され、該算術手段330が左信号206及び右信号207を算出する。

【0041】

一般に、予測係数を用いてスケーリングを行うだけでは、モノラルダウンミクス信号から差分信号を正確に予測することはできない。このことは、残留信号 $d_{res} = d - s$ をもたらす。該残留信号は、ダウンミクス信号とは相関を持たない。なぜなら、そうでないならば、予測係数により考慮に入れられているはずであるからである。多くの場合、残留信号は、録音の反響音場を有する。残留信号は、モノラルダウンミクス信号から導出される、非相関モノラルダウンミクス信号を用いて効果的に合成される。該非相関信号は、予測手段310において算出された差分信号の第2の部分である。

【0042】

更なる実施例においては、該非相関モノラルダウンミクス341は、モノラルダウンミクス信号204のフィルタリングにより得られる。該フィルタリングは、ユニット340において実行される。該フィルタリングは、モノラルダウンミクス信号204と類似するスペクトル及び時間エンベロープを持つが、ゼロに略近い相関を持つ信号を生成し、該信号がエンコーダにおいて導出された残留成分の合成変形に対応するようになる。この効果は例えば、全通過フィルタリング、遅延、格子反響フィルタリング、フィルタリング遅延網、又はこれらの組み合わせにより達成される。

【0043】

更なる実施例においては、非相関モノラルダウンミクス341に適用されるスケーリング因子322が、予測エネルギー損失を補償するように設定される。非相関モノラルダウンミクス341に適用されるスケーリング因子322は、パラメトリックステレオアップミクス装置300の出力部における左信号206及び右信号207の全体信号出力が、エンコーダ側におけるそれぞれ左及び右信号出力の信号出力と合致することを確実にする。従って、スケーリング因子（以下として示される）は、予測エネルギー損失補償因子として解釈される。このとき、差分信号 d は、

$$d = \cdot s + \cdot s_d$$

として表され、 s_d は非相関モノラルダウンミクス信号である。

【0044】

該スケーリング因子322は、差分信号 d 及びモノラルダウンミクス信号 s に対応する信号出力によって、

【数17】

$$\beta = \sqrt{\frac{\langle d, d \rangle}{\langle s, s \rangle} - |\alpha|^2}$$

と表現され得ることが分かる。

【0045】

更なる実施例においては、非相関モノラルダウンミクス341に適用されるスケーリング因子322が、以下のように、空間パラメータ205の関数として与えられる。

【数18】

10

$$\beta = \sqrt{\frac{iid + 1 - 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}}{iid + 1 + 2 \cdot \cos(ipd) \cdot icc \cdot \sqrt{iid}} - |\alpha|^2}$$

【0046】

該スケーリング因子322は、ユニット320において導出される。

【0047】

エンコーダにおいてダウンミクス正規化が適用されていない場合、即ちダウンミクス信号が $s = 1 / 2 (1 + r)$ として算出された場合、左信号206及び右信号207は、

【数19】

20

$$\begin{bmatrix} l \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+\alpha & \beta \\ 1-\alpha & -\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ s_d \end{bmatrix}$$

と表現される。

【0048】

ダウンミクスが適用されている場合、即ちダウンミクス信号が $s = c (1 + r)$ として算出された場合、左信号206及び右信号207は、

【数20】

30

$$\begin{bmatrix} l \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/2c & 0 \\ 0 & 1/2c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1+\alpha & \beta \\ 1-\alpha & -\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s \\ s_d \end{bmatrix}$$

と表現される。

【0049】

図5は、付加的な入力として差分信号についての予測残余信号331を持つパラメトリックステレオアップミクス装置500を示す。算術手段330は、モノラルダウンミクス信号204、差分信号311及び該予測残余信号331に基づいて、左信号206及び右信号207を導出するように構成される。手段310は、予測係数321を用いてスケーリングされたモノラルダウンミクス信号204に基づいて、差分信号311を予測する。該予測係数321は、空間パラメータ205に基づいて、ユニット320において導出される。

40

【0050】

左信号206及び右信号207は、それぞれ

$$l = s + d + d_{res}$$

$$r = s - d - d_{res}$$

と与えられ、ここで d_{res} は予測残留信号である。

【0051】

代替として、出力正規化がダウンミクスに適用されているが、残留信号には適用されていない場合には、左信号及び右信号は、

50

【数21】

$$l = \frac{1}{2c} \cdot (s + d) + d_{res}$$

$$r = \frac{1}{2c} \cdot (s - d) - d_{res}$$

と導出される。

【0052】

予測残留信号331は、元のエンコーダにおける該信号に相当する信号による、合成非相関信号341の代替として動作する。該信号は、パラメトリックステレオアップミクス装置300により元のステレオ信号を復元することを可能とする。予測残留信号331は、所与の時間／周波数タイルについての非相関モノラルダウンミクス信号341を完全に置き換えるても良いし、又は相補的な態様で動作しても良い。後者は、予測残留信号が僅かにしか符号化されない場合、例えば最上位周波数ビンの幾つかのみがエンコードされるような場合に、有益である。この場合、エンコーダ予測残留信号と比べて、依然としてエネルギーが失われることとなる。このエネルギーの欠如は、非相関信号341により埋め合わせられる。このとき、新たな非相関スケーリング因子'が、

【数22】

$$\beta' = \sqrt{\beta^2 - \frac{\langle d_{res,cod}, d_{res,cod} \rangle}{\langle s, s \rangle}}$$

と算出され、ここで $\langle d_{res,cod}, d_{res,cod} \rangle$ は符号化された予測残留信号の信号出力であり、 $\langle s, s \rangle$ はモノラルダウンミクス信号204の出力である。

【0053】

パラメトリックステレオアップミクス装置300は、パラメトリックステレオデコーダの最先端の構成において、いずれの追加的な適合なく利用することができる。この場合、パラメトリックステレオアップミクス装置300は、図2に示されたようなアップミクスユニット230を置き換える。予測残留信号331がパラメトリックステレオアップミクス400により利用される場合には、図6に示される幾つかの適合が必要となる。

【0054】

図6は、本発明によるパラメトリックステレオアップミクス装置400を有するパラメトリックステレオデコーダを示す。パラメトリックステレオデコーダは、入力ビットストリームを、モノラルビットストリーム202と予測残留ビットストリーム332とパラメータビットストリーム203とに分割するための多重分離手段210を有する。モノラルデコード手段220は、該モノラルビットストリーム202をモノラルダウンミクス信号204にデコードする。該モノラルデコード手段は更に、予測残留ビットストリーム332を予測残留信号331にデコードするように構成される。パラメータデコード手段240は、パラメータビットストリーム203を空間パラメータ205にデコードする。パラメトリックステレオアップミクス装置400は、空間パラメータ205に基づいて、モノラルダウンミクス信号204及び予測残留信号331から、左信号206及び右信号207を生成する。モノラルダウンミクス信号204及び予測残留信号のデコードはデコード手段220により実行されるが、該デコードはデコードされるべき信号のそれぞれのための別個のデコードソフトウェア及び／又はハードウェアにより実行されることも可能である。

【0055】

図7は、本発明による、空間パラメータに基づいてモノラルダウンミクス信号204から左信号206及び右信号207を生成するための方法のフロー図を示す。第1のステップ710において、左信号206と右信号207との間の差を有する差分信号311が、

10

20

30

40

50

予測係数 321 を用いてスケーリングされたモノラルダウンミクス信号 204 に基づいて予測され、ここで該予測係数は空間パラメータ 205 から導出される。第 2 のステップ 720において、モノラルダウンミクス信号 204 と該差分信号 311との合計及び差分に基づいて左信号 206 及び右信号 207 が導出される。

【0056】

第 2 のステップ 720において予測残留信号が利用可能である場合には、モノラルダウンミクス信号 204 及び分信号 311 に加えて該測残留信号が、左信号 206 及び右信号 207 を導出するために利用される。

【0057】

パラメトリックステレオデコーダにおいてパラメトリックステレオアップミクス 300 10 が利用される場合には、パラメトリックステレオエンコーダに対する変更は必要とされない。先行技術において知られたパラメトリックステレオエンコーダが用いられることができる。

【0058】

しかしながら、パラメトリックステレオアップミクス 400 が利用される場合には、パラメトリックステレオエンコーダは、ビットストリームに予測残留信号を供給するように適合される必要がある。

【0059】

図 8 は、空間パラメータに基づいて左信号及び右信号からモノラルダウンミクス信号を生成する、本発明によるパラメトリックステレオダウンミクス装置 800 を示す。該パラメトリックステレオダウンミクス装置 800 は、モノラルダウンミクス信号 104 に加え、予測残留信号である更なる信号 801 を出力する。該パラメトリックステレオダウンミクス装置 800 は、左信号 101 と右信号 102 との間の差を有する差分信号 811、及びモノラルダウンミクス信号 104 を導出するための、更なる算術手段 810 を有する。該パラメトリックステレオダウンミクス装置 800 は更に、空間パラメータ 103 から導出された所定の予測係数 831 を用いてスケーリングされたモノラルダウンミクス信号 104 と差分信号 811 との間の差として予測残留信号（差分信号についての）を導出するための更なる予測手段 820 を有する。該所定の予測係数は、ユニット 830 において決定される。該所定の予測係数は、モノラルダウンミクス信号 104 に直交する予測残留信号 801 を提供するように選択される。加えて、ダウンミクス信号の出力正規化が利用されても良い（図 8 には図示されていない）。 20 30

【0060】

パラメトリックステレオアップミクス装置とパラメトリックステレオダウンミクス装置とにおいて、モノラルダウンミクス及び予測残留に対応する信号の番号は異なる参照番号を持っているが、モノラルダウンミクス信号 204 及び 104 は互いに対応し、予測残留信号 331 及び 801 も互いに対応することは明らかであろう。

【0061】

図 9 は、本発明によるパラメトリックステレオダウンミクス装置 800 を有するパラメトリックステレオエンコーダを示す。該パラメトリックステレオエンコーダは、

左信号 101 及び右信号 102 から空間パラメータ 103 を導出するための推定手段 130 と、 40

空間パラメータ 103 に基づいて左信号 101 及び右信号 102 からモノラルダウンミクス信号 104 を生成するための、本発明によるパラメトリックステレオダウンミクス手段 110 と、

モノラルダウンミクス信号 104 をモノラルビットストリーム 105 にエンコードするためのモノラルエンコード手段 120 であって、予測残留信号 801 を予測残留ビットストリーム 802 にエンコードするように更に構成されたモノラルエンコード手段 120 と、

空間パラメータ 103 をパラメータビットストリーム 106 にエンコードするためのパラメータエンコード手段 140 と、 50

モノラルビットストリーム 105 とパラメータビットストリーム 106 と予測残留ビットストリーム 802 を出力ビットストリーム 107 へと併合するための多重化手段 150 と、
を有する。

【0062】

モノラルダウンミクス信号 104 及び予測残留信号 801 のエンコードはエンコード手段 120 により実行されるが、該エンコードは、エンコードされるべき信号のそれぞれのための別個のエンコードソフトウェア及び／又はハードウェアにより実行されることも可能である。

【0063】

更に、複数の手段、要素又は方法ステップは、別個に列記されていても、例えば单一のユニット又はプロセッサにより実装されても良い。加えて、個々の特徴が異なる請求項に含められ得るが、これら特徴は有利に組み合わせられても良く、異なる請求項に含められていることは、これら特徴の組み合わせが利用可能ではない及び／又は有利ではないことを意味するものではない。また、或るカテゴリの請求項に特徴を含むことは、該カテゴリに対する限定を意味するものではなく、該特徴が他の請求項のカテゴリに適宜等しく適用可能であることを示す。更に、請求項における特徴の順序は、これら特徴が動作する順序を示すものではなく、またとりわけ、方法の請求項における個々のステップの順序は、これらステップが該順序で実行される必要があることを示すものではない。これらステップは、いずれの適切な順序で実行されても良い。加えて、単数形の参照は複数を除外するものではない。従って、「1つの (a, an)」、「第 1 の (first)」及び「第 2 の (second)」等への参照は、複数を除外するものではない。請求項における参照記号は単に例を明確にするためのものであり、いずれの態様においても請求項の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

10

20

【図 1】

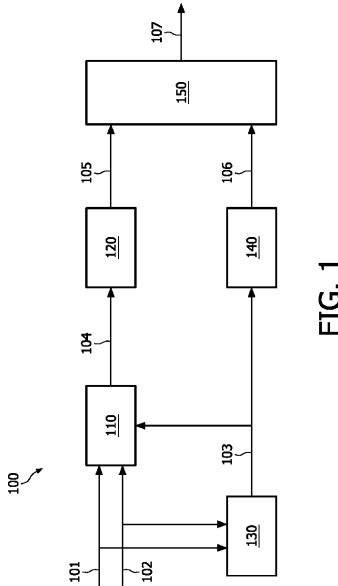


FIG. 1

【図 2】

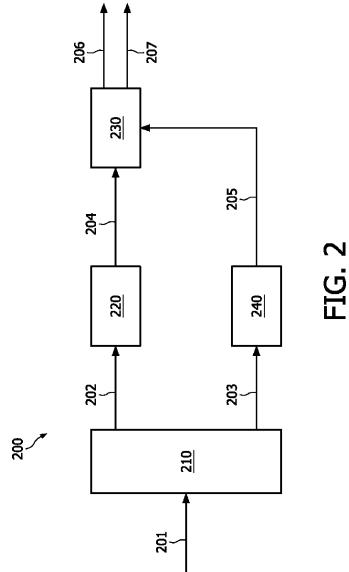


FIG. 2

【図3】

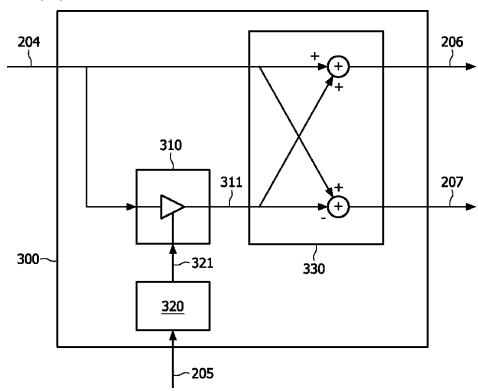


FIG. 3

【図4】

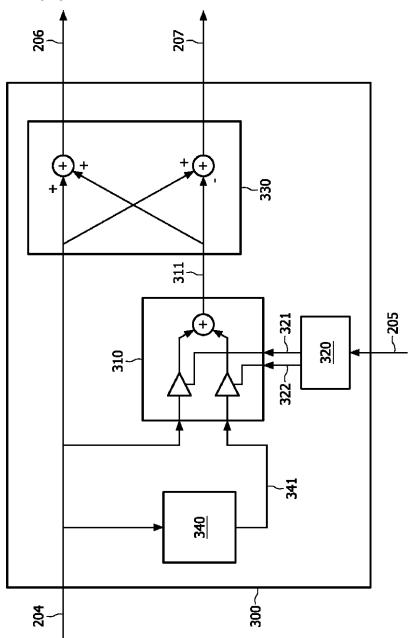


FIG. 4

【図5】

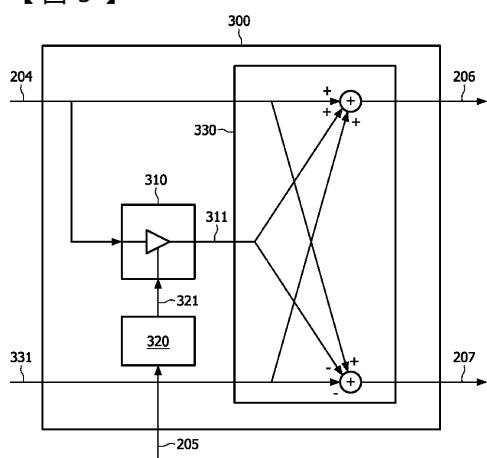


FIG. 5

【図6】

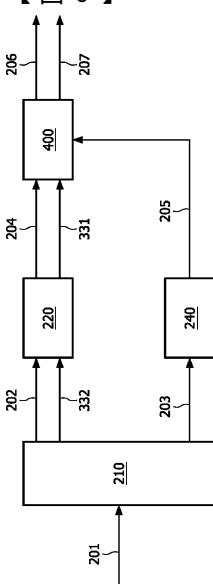


FIG. 6

【図 7】

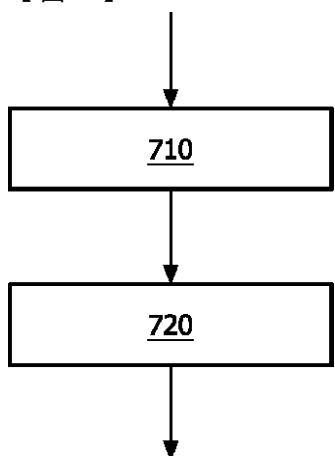


FIG. 7

【図 8】

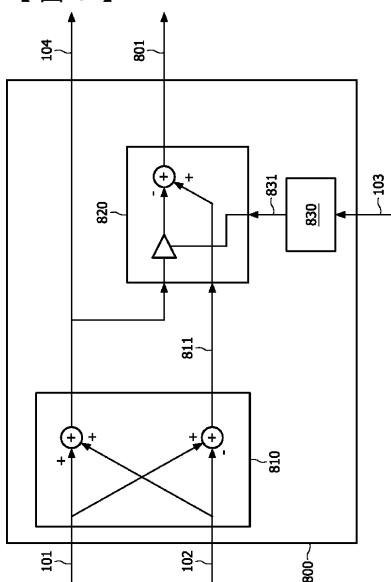


FIG. 8

【図 9】

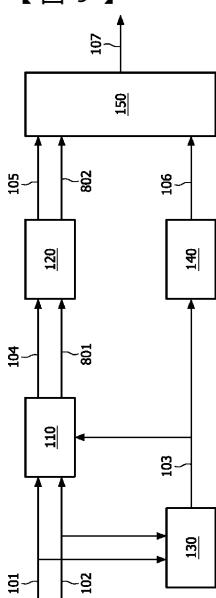


FIG. 9

フロントページの続き

審査官 菊池 充

(56)参考文献 特開平04-506141(JP,A)

特開2008-026914(JP,A)

特開平07-199993(JP,A)

J. Breebaart 外3名, Parametric Coding of Stereo Audio, EURASIP Journal on Applied Signal Processing 2005, 2004年, vol.9, p.1305-1322

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04S 1/00- 7/00

G10L 19/00-21/06

H03M 3/00-11/00