

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6301368号
(P6301368)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 O L 21/0388 (2013.01)

G 1 O L 21/0388

請求項の数 16 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2015-555673 (P2015-555673)
(86) (22) 出願日 平成26年1月28日 (2014.1.28)
(65) 公表番号 特表2016-510428 (P2016-510428A)
(43) 公表日 平成28年4月7日 (2016.4.7)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2014/051599
(87) 国際公開番号 W02014/118159
(87) 国際公開日 平成26年8月7日 (2014.8.7)
審査請求日 平成27年9月25日 (2015.9.25)
(31) 優先権主張番号 61/758,090
(32) 優先日 平成25年1月29日 (2013.1.29)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 591037214
フラウンホッフアーゲーゼルシャフト ツ
ァ フェルダールング デア アンゲヴァ
ンテン フォアシュンク エー. ファオ
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
(74) 代理人 100079577
弁理士 岡田 全啓
(74) 代理人 100167966
弁理士 扇谷 一
(72) 発明者 ディスヒ サッシャ
ドイツ連邦共和国 90766 フュルト
ヴィルヘルムシュトラッセ 70

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 増強信号の整形を用いて周波数増強信号を生成する装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周波数増強信号 (1 3 0) を生成する装置であって、
コア信号 (5 0 2) における周波数に関するエネルギー分布を記述する値を計算する、
計算器 (5 0 0) と、

前記コア信号 (5 0 2) に含まれない増強周波数レンジを備える前記周波数増強信号 (1 3 0) を前記コア信号 (5 0 2) から生成する、信号生成器 (2 0 0) と、
を備え、

前記信号生成器 (2 0 0) は、前記周波数増強信号 (1 3 0) のまたは前記コア信号 (5 0 2) のスペクトル包絡が前記コア信号 (5 0 2) における周波数に関するエネルギー分布を記述する値 (5 0 1) に従属するように、前記周波数増強信号 (1 3 0) または前記コア信号 (5 0 2) を整形するように構成され、

前記信号生成器 (2 0 0) は、第 1 のエネルギー分布を記述する第 1 の値に対して、前記増強周波数レンジにおける第 1 の周波数から前記増強周波数レンジにおける第 2 の周波数への第 1 のスペクトル包絡の減少が得られ、且つ、第 2 のエネルギー分布を記述する第 2 の値に対して、前記増強周波数レンジにおける前記第 1 の周波数から前記増強周波数レンジにおける前記第 2 の周波数への第 2 のスペクトル包絡の減少が得られるように、前記周波数増強信号 (1 3 0) または前記コア信号 (5 0 2) を整形するように構成され、

前記第 2 の周波数は、前記第 1 の周波数より大きく、

前記第 2 のスペクトル包絡の減少は、前記第 1 のスペクトル包絡の減少より大きく、

10

20

前記第 1 の値は、前記第 2 の値と比較して、前記コア信号が前記コア信号のより高い周波数においてエネルギー集中を持つことを示す、装置。

【請求項 2】

前記周波数増強信号 (1 3 0) と前記コア信号 (5 0 2) を結合して、周波数が増強された信号 (1 4 0) を得るための結合器 (3 0 0) を更に備えた、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記計算器 (5 0 0) は、前記エネルギー分布を記述する値として、現在のフレームのスペクトル重心に対する尺度を計算するように構成され、

前記信号生成器 (2 0 0) は、高い周波数におけるスペクトル重心が低い周波数におけるスペクトル重心より浅い勾配のスペクトル包絡に結果としてなるように、前記スペクトル重心に対する尺度に従って整形するように構成された、請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記計算器 (5 0 0) は、前記コア信号 (5 0 2) の周波数部分のみを用いて前記エネルギー分布を記述する値を計算するように構成され、前記コア信号 (5 0 2) の周波数部分は第 1 の周波数 (4 1 0) において開始し、前記第 1 の周波数 (4 1 0) より高い第 2 の周波数において終了し、前記第 1 の周波数は前記コア信号 (5 0 2) の最も低い周波数より高い、または、前記第 2 の周波数は前記コア信号 (5 0 2) の最も高い周波数である、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の装置。

【請求項 5】

前記エネルギー分布を記述する値は、以下の式を用いて計算され、

$$sp = \frac{\sum_{i=start}^{xover} i * E(i)}{(xover - start + 1) * \sum_{i=start}^{xover} E(i)}$$

ここで、s p は前記エネルギー分布を記述する値であり、x o v e r はクロスオーバー周波数 (4 2 0) であり、E (i) はサブバンド i のエネルギーであり、s t a r t は前記コア信号 (5 0 2) の最も低い周波数より高い周波数 (4 1 0) を参照するサブバンドインデックスであり、i は整数のサブバンドインデックスである、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の装置。

【請求項 6】

前記信号生成器は、整形係数を入力信号に適用するように構成され、前記整形係数は以下の式に基づいて計算され、

$$a t t = p (s p)$$

ここで、a t t は、整形係数を支配する値であり、p は多項式であり、s p は前記計算器 (5 0 0) によって計算される前記エネルギー分布を記述する値である、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の装置。

【請求項 7】

前記信号生成器 (2 0 0) は、以下の式を用いて整形を実行するように構成され、

$$\widehat{Qr}(t, xover + f) = Qr(t, xover + f) * att^f; f = 1..nBands, \text{ or}$$

$$\widehat{Qi}(t, xover + f) = Qi(t, xover + f) * att^f; f = 1..nBands,$$

ここで、 \widehat{Qr} は整形されたサブバンドサンプルの実部であり、t は時間インデックスであ

り、x o v e r はクロスオーバー周波数 (4 2 0) であり、f は周波数インデックスであり、a t t はエネルギー分布を記述する値から導き出される定数であり、Q r は整形前のサブバンドサンプルの実部であり、Q i は整形前のサブバンドサンプルの虚部である請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の装置。

【請求項 8】

前記コア信号 (5 0 2) は、複数のコア信号サブバンドを備え、

前記計算器 (5 0 0) は、前記コア信号サブバンドの個々のエネルギーを計算し、前記個々のエネルギー (6 0 4) を用いて前記エネルギー分布を記述する値を計算するように構成された、

請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の装置。

【請求項 9】

前記コア信号 (5 0 2) は、複数のコア信号バンドを備え、

前記信号生成器 (2 0 0) は、1 つ以上のコア信号バンドをコピーアップまたはミラーリング (2 0 2) して、前記増強周波数レンジを形成する複数の増強信号バンドを取得するように構成された、

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の装置。

【請求項 10】

前記計算器 (5 0 0) は、以下の式に基づいて前記値を計算するように構成され、

$$sp = \frac{\sum_{i=start}^{xover} ai * E(i)}{bi * \sum_{i=start}^{xover} E(i)}$$

ここで、 a_i は前記コア信号 (5 0 2) のバンド i に対する定数パラメータであり、 $E(i)$ は前記バンド i におけるエネルギーであり、 b_i は前記コア信号 (5 0 2) のバンド i に対する定数パラメータであって b_i の値は a_i の値より低く、前記定数パラメータは高いインデックス i を持つバンドに対するパラメータが低いインデックス i を持つバンドに対するパラメータより大きい、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

前記信号生成器 (2 0 0) は、前記周波数増強信号 (1 3 0) または前記コア信号 (5 0 2) の整形 (2 0 4) に引き続いてまたはそれと同時に、時間的平滑化演算 (2 0 6) を実行するように構成され、前記時間的平滑化演算は、平滑化強度についての決定を探索するステップと、前記決定に基づいて、前記周波数増強信号 (1 3 0) または前記コア信号 (5 0 2) に前記時間的平滑化演算 (2 0 6) を適用するステップを含む、

請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の装置。

【請求項 12】

前記信号生成器 (2 0 0) は、前記周波数増強信号 (1 3 0) または前記コア信号 (5 0 2) の前記整形 (2 0 4) に引き続いて、バンドワイズのエネルギー制限 (2 0 8) を適用する、

または時間的平滑化演算 (2 0 6) に引き続いてバンドワイズのエネルギー制限 (2 0 8) を適用する、

または前記周波数増強信号 (1 3 0) または前記コア信号 (5 0 2) の前記整形 (2 0 4) と同時に、バンドワイズのエネルギー制限 (2 0 8) を適用する、

または時間的平滑化演算 (2 0 6) と同時に、バンドワイズのエネルギー制限 (2 0 8) を適用するように構成された、

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の装置。

【請求項 13】

周波数増強信号 (1 3 0) を生成する方法であって、

コア信号 (5 0 2) における周波数に関するエネルギー分布を記述する値を計算するステップ (5 0 0) と、

前記コア信号 (5 0 2) に含まれない増強周波数レンジを備える前記周波数増強信号 (1 3 0) を前記コア信号 (5 0 2) から生成するステップ (2 0 0) と、
を備え、

前記周波数増強信号 (1 3 0) を生成する前記ステップ (2 0 0) は、前記周波数増強信号 (1 3 0) のまたは前記コア信号 (5 0 2) のスペクトル包絡が前記コア信号 (5 0

10

20

30

40

50

2)における周波数に関するエネルギー分布を記述する値(501)に従属するように、前記周波数増強信号(130)または前記コア信号(502)を整形するステップを備え、

前記周波数増強信号(130)を生成するステップ(200)は、第1のエネルギー分布を記述する第1の値に対して、前記増強周波数レンジにおける第1の周波数から前記増強周波数レンジにおける第2の周波数への第1のスペクトル包絡の減少が得られ、且つ、第2のエネルギー分布を記述する第2の値に対して、前記増強周波数レンジにおける前記第1の周波数から前記増強周波数レンジにおける前記第2の周波数への第2のスペクトル包絡の減少が得られるように、前記周波数増強信号(130)または前記コア信号(502)を整形するステップを備え、

10

前記第2の周波数は、前記第1の周波数より大きく、
前記第2のスペクトル包絡の減少は、前記第1のスペクトル包絡の減少より大きく、
前記第1の値は、前記第2の値と比較して、前記コア信号(502)が前記コア信号(502)のより高い周波数においてエネルギー集中を持つことを示す、
方法。

【請求項14】

オーディオ信号を処理するシステムであって、
符号化されたコア信号(502)を生成する、エンコーダ(1500)と、
請求項1～12のいずれかに記載の周波数増強信号(130)を生成する装置と、
を備えた、システム。

20

【請求項15】

オーディオ信号を処理する方法であって、
符号化されたコア信号(502)を生成するステップ(1500)と、
請求項13に記載の方法に従って周波数増強信号(130)を生成するステップと、
を備えた、方法。

【請求項16】

コンピュータプログラムがコンピュータまたは処理装置上で動作するとき、請求項13または15に記載の方法を実行する、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、オーディオ符号化に基づき、特にバンド幅拡張、スペクトルバンド複製または知的ギャップ充填のような周波数増強プロシージャに基づく。

【0002】

本発明は、特に非ガイド式の、すなわちデコーダ側がサイド情報なしにまたは最小限のサイド情報のみで動作する、周波数増強プロシージャに関する。

【背景技術】

【0003】

知覚的なオーディオコーデックは、特に(相対的に)低ビットレートで動作するとき、しばしば音声信号の全知覚可能周波数レンジのローパス部分のみを量子化し、符号化する。このアプローチは、符号化された低周波信号に対する許容可能な品質を保証するが、多くのリスナーはハイパス部分の欠落を品質劣化として知覚する。この問題を克服するために、欠落する高周波部分を、バンド幅拡張スキームによって合成することができる。

40

【0004】

技術水準のコーデックは、低周波信号を符号化するために、AACのような波形保存コーデック、またはスピーチコーデックのようなパラメトリックコーデックをしばしば用いる。これらのコーデックは、特定のストップ周波数まで動作する。この周波数は、クロスオーバー周波数と呼ばれる。クロスオーバー周波数の下の周波数部分は、ローバンドと呼ばれる。バンド幅拡張スキームによって合成されるクロスオーバー周波数より上の信号は、ハイバンドと呼ばれる。

50

【 0 0 0 5 】

バンド幅拡張は、通常は伝送された信号（ローバンド）と追加のサイド情報によって欠落バンド幅（ハイバンド）を合成する。低ビットレートのオーディオ符号化の分野で適用される場合、追加の情報ができる限り起こりうる追加のビットレートを消費しないようにすべきである。従って、追加の情報に対して、通常はパラメトリック表現が選択される。このパラメトリック表現は、エンコーダから比較的低いビットレートで伝送される（ガイド式のバンド幅拡張）か、デコーダにおいて特定の信号特性に基づいて推定される（非ガイド式のバンド幅拡張）。後者のケースにおいて、パラメータは全くビットレートを消費しない。

【 0 0 0 6 】

ハイバンドの合成は、通常は次の2つのパートからなる。

1．高周波コンテンツの生成

これは、低周波コンテンツ（の一部）をハイバンドにコピーまたは反転させる、またはホワイトノイズまたは整形されたノイズまたは他の人工信号部分をハイバンドに挿入することによってなすことができる。

2．パラメトリック情報に従って生成された高周波コンテンツの調整

これは、パラメトリック表現による形状、調性／ノイジネスおよびエネルギーの操作を含む。

【 0 0 0 7 】

合成プロセスのゴールは、通常は知覚的にオリジナル信号に近い信号を達成することである。このゴールにマッチすることができない場合、合成された部分はリスナーに対して最も妨害しないものとするべきである。

【 0 0 0 8 】

ガイド式のBWEスキーム以外の、非ガイド式のバンド幅拡張は、ハイバンドの合成に対して追加の情報に依存することができない。その代わりに、通常はローバンドとハイバンドの間の相関を実施する経験則を用いる。多くの音楽ピースや声に出したスピーチセグメントは高低の周波数バンド間で高い相関を呈するが、これは、通常は無声音のまたは摩擦音のスピーチセグメントに対するケースでない。摩擦音のサウンドは、特定の周波数より上に高いエネルギーを持つが、低周波数レンジにおいて極めて少ないエネルギーを持つ。この周波数がクロスオーバー周波数の近くにある場合、ローバンドは関連する信号部分をほとんど含まないので、クロスオーバー周波数より上に人工信号を生成することは問題がある可能性がある。この課題に対処するために、この種のサウンドの良好な検出が有用である。

【 0 0 0 9 】

HE-AACは、ローバンドに対して波形保存コーデック（AAC）およびハイバンドに対してパラメトリックコーデック（SBR）からなる周知のコーデックである。デコーダ側において、ハイバンド信号は、QMFフィルタバンクを用いて復号化されたAAC信号を周波数ドメインに変換することによって生成される。引き続いて、ローバンド信号のサブバンドはハイバンドへコピーされる（高周波コンテンツの生成）。このハイバンド信号は、次に、伝送されたパラメトリックサイド情報に基づいて、スペクトル包絡、調性および暗騒音において調整される（生成された高周波コンテンツの調整）。この方法は、ガイド式のBWEアプローチを用いるので、ハイバンドとローバンドの間の弱い相関は一般に問題とならず、適当なパラメータセットを伝送することによって克服することができる。しかしながら、これは付加的なビットレートを必要とし、それは一定のアプリケーションシナリオに対して受け入れられないかもしれない。

【 0 0 1 0 】

ITU標準G.722.2は、時間ドメインにおいてのみ動作する、すなわち周波数ドメインにおいていかなる演算も実行しない、スピーチコーデックである。この種のデコーダは

10

20

30

40

50

、12.8 kHzのサンプリングレートで時間ドメイン信号を出力し、引き続いて16 kHzまでアップサンプリングされる。高周波コンテンツ(6.4 - 7.0 kHz)の生成は、バンドパスノイズの挿入に基づいている。多くの演算モードにおいて、ノイズのスペクトル整形はいかなるサイド情報も用いることなくなされ、ノイズエネルギーに関して最も高いビットレート情報を有する演算モードにおいてのみ、ビットストリームにおいて伝送される。簡潔のため、そして全てのアプリケーションシナリオが追加のパラメータセットの伝送をもたらすわけではないので、以下において、いかなるサイド情報も用いることのないハイバンド信号の生成のみが記載される。

【0011】

ハイバンド信号の生成に対して、ノイズ信号は、コアの励起信号と同じエネルギーを持つようにスケールされる。信号の無声音部分により多くのエネルギーを与えるために、スペクトル傾斜 e が計算される。

$$e = \frac{\sum_{n=1}^{63} s(n) s(n-1)}{\sum_{n=0}^{63} s^2(n)}$$

【0012】

ここで、 s は、400 Hzのカットオフ周波数を有するハイパスフィルタリングされた復号化コア信号である。 n は、サンプルインデックスである。高周波においてより少ないエネルギーが存在する有声音セグメントのケースにおいて e は1に近づくが、無声音セグメントに対して e はゼロに近づく。ハイバンド信号においてより多くのエネルギーを持つために、無声音のスピーチに対して、ノイズのエネルギーに $(1 - e)$ が掛けられる。最後に、スケールされたノイズ信号は、ラインスペクトル周波数(LSF)ドメインにおける外挿によってコア線形予測符号化(LPC)フィルタから導き出されるフィルタによってフィルタリングされる。

【0013】

完全に時間ドメインで動作するG.722.2の非ガイド式のバンド幅拡張には、以下の欠点を有する。

1. 生成されたHFコンテンツはノイズに基づいている。これは、HF信号が音のハーモニック低周波信号(例えば音楽)と結合される場合に、聞き取れるアーチファクトを創生する。この種のアーチファクトを回避するため、G.722.2は、生成されたHF信号のエネルギーを強く制限し、それはまたバンド幅拡張の潜在的利益を制限する。従って、残念なことに、サウンドのブライトネスの最大の可能な改善またはスピーチ信号の明瞭度における最大の獲得できる増加も制限される。

2. この非ガイド式のバンド幅拡張は時間ドメインにおいて動作するので、フィルタ演算は付加的なアルゴリズム的遅延を生ずる。この付加的な遅延は、双方向通信シナリオにおけるユーザ経験の品質を下げるか、または所定の通信技術標準の必要条件の項目によって許容されないかもしれない。

3. また、信号処理は時間ドメインにおいて実行されるので、フィルタ演算は不安定の傾向がある。さらに、時間ドメインフィルタは高い計算量を有する。

4. ハイバンド信号のエネルギーのオーバーオール合計のみがコア信号のエネルギーに適応される(そして、更にスペクトル傾斜によって重み付けされる)ので、コア信号の上側周波数レンジ(ちょうどクロスオーバー周波数の下の信号)とハイバンド信号の間のクロスオーバー周波数におけるエネルギーの有意なローカルミスマッチがあるかもしれない。例えば、これは、特に超低周波数レンジにおけるエネルギー集中を呈するが、上側周波数レンジにおいてほとんどエネルギーを含まない音の信号に対するケースになる。

10

20

30

40

50

５．さらにまた、時間ドメイン表現においてスペクトル勾配を推定することは演算的に複雑である。周波数ドメインにおいて、スペクトル勾配の外挿は非常に効率的になすことができる。例えば摩擦音の大部分のエネルギーは高い周波数レンジに集中しているので、これらは、保守的なエネルギーとG.722.2におけるようなスペクトル勾配の推定戦略が適用される場合、鈍く聞こえるかもしれない（１．を参照）。

【００１４】

要約すると、従来技術の非ガイド式のまたはブラインドのバンド幅拡張スキームは、デコーダ側について有意の計算量を必要とし、それにもかかわらず特に摩擦音のような問題があるスピーチサウンドに対して制限されたオーディオ品質に結果としてなるかもしれない。さらにまた、ガイド式のバンド幅拡張スキームは、より良好なオーディオ品質を提供し、時にはデコーダ側についてより少ない計算量でよいが、ハイバンドについての付加的なパラメトリック情報が符号化されたコアオーディオ信号に関して有意の量の付加的なビットレートを必要とする可能性があるという事実により、実質的なビットレートの低減を提供することができない。

【００１５】

それ故に、本発明の目的は、非ガイド式の周波数増強技術の局面におけるオーディオ処理に対する改良されたコンセプトを提供することである。

【発明の概要】

【００１６】

この目的は、請求項１の周波数増強信号を生成する装置、請求項１３の周波数増強信号を生成する方法、請求項１４のエンコーダと周波数増強信号を生成する装置を備えるシステム、請求項１５の関連する方法、または請求項１６のコンピュータプログラムによって達成される。

【００１７】

本発明は、オーディオコーデックに対するバンド幅拡張スキームのような周波数増強スキームを提供する。このスキームは、追加のサイド情報の必要なしに、またはガイド式のバンド幅拡張スキームにおけるような欠落バンドの完全なパラメトリック記述と比較して有意に低減された最小量のみによる、オーディオコーデックの周波数帯域幅を拡張することを意図する。

【００１８】

周波数増強信号を生成する装置は、コア信号における周波数に関するエネルギー分布を記述する値を計算する計算器を含む。コア信号に含まれない増強周波数レンジを備える周波数増強信号を生成する信号生成器は、コア信号を用いて動作し、次に周波数増進信号のスペクトル包絡がエネルギー分布を記述する値に従属するように周波数増強信号またはコア信号の整形を実行する。

【００１９】

従って、周波数増強信号の包絡または周波数増強信号は、エネルギー分布を記述するこの値に基づいて整形される。この値は容易に計算することができ、この値は次に完全な包絡形状または周波数増強信号の完全な形状を定義する。従って、デコーダは低い複雑性で動作することができ、同時に良好なオーディオ品質が得られる。特に、コア信号におけるエネルギー分布は、周波数増強信号のスペクトル整形に対して用いられるとき、コア信号におけるスペクトル重心のようなエネルギー分布についての値を計算する処理やこのスペクトル重心に基づく周波数増強信号の調整が直接的で低い計算資源で実行することができる処理であっても、良好なオーディオ品質に結果としてなる。

【００２０】

さらにまた、このプロシージャは、ハイバンド信号の絶対エネルギーと勾配（ロールオフ）が、それぞれコア信号の絶対エネルギーと勾配（ロールオフ）から導き出されることを可能とする。スペクトル包絡の整形は、単に周波数表現にゲインカーブを掛けることに

10

20

30

40

50

相当し、このゲインカーブはコア信号における周波数に関するエネルギー分布を記述する値から導き出されるので、演算的に効率的な方法でなされるように、これらの演算は周波数ドメインにおいて実行することが好ましい。

【 0 0 2 1 】

さらにまた、時間ドメインにおいて所定のスペクトル形状を正確に推定し外挿することは、演算的に複雑である。従って、この種の演算は、好ましくは周波数ドメインにおいて実行される。例えば、摩擦音は、通常は低周波で低い量のエネルギーを持ち、高周波で高い量のエネルギーを持つ。エネルギーにおける上昇は、実際の摩擦音に依存し、クロスオーバー周波数以下ではほとんど起きないかもしれない。時間ドメインにおいては、この状況を検知し、それから有効な外挿を得ることは困難であり、演算的に複雑である。非摩擦音に対しては、人工的に生成されたスペクトルのエネルギーは、周波数の上昇によって常に低下することが保証される。

10

【 0 0 2 2 】

更なる態様において、時間的平滑化プロシージャが適用される。コア信号から周波数増強信号を生成する信号生成器が提供される。周波数増強信号またはコア信号の時間部分は、複数のサブバンドに対してサブバンド信号を備える。増強周波数レンジの複数のサブバンド信号に対して同じ平滑化情報を計算する制御装置が提供され、この平滑化情報は、次に増強周波数レンジの複数のサブバンド信号を、特に同じ平滑化情報を用いて平滑化する信号生成器によって用いられ、または、代替として、平滑化が高周波生成の前に実行されるとき、次にコア信号の複数のサブバンド信号が全て同じ平滑化情報を用いて平滑化される。この時間的平滑化は、小さく速いエネルギー変動の継続を回避し、ローバンドからハイバンドに継承され、従ってより気持ちの良い知覚的印象に導く。ローバンドエネルギーの変動は、不安定性に導くコアコードの根底をなす量子化誤差によって通常は引き起こされる。平滑化は、信号の（長期の）定常性に依存するので、信号適応である。さらにまた、全ての個々のサブバンドに対して全く同一の平滑化情報を使用することは、サブバンド間のコヒーレンシーが時間的平滑化によって変化しないことを確保する。その代わりに、全てのサブバンドが同じように平滑化され、平滑化情報は全てのサブバンドからまたは増強周波数レンジにおけるサブバンドのみから導き出される。従って、各サブバンド信号の個々の平滑化と比較して、有意に良好なオーディオ品質が得られる。

20

【 0 0 2 3 】

更なる態様は、好ましくは周波数増強信号を生成する全てのプロシージャの終わりに、エネルギー制限を実行することに関する。コア信号から周波数増強信号を生成する信号生成器が提供され、ここで周波数増強信号はコア信号に含まれない増強周波数レンジを備え、周波数増強信号の時間部分は1つまたは複数のサブバンドに対してサブバンド信号を備える。周波数増強信号を用いて周波数が増強された信号を生成する合成フィルタバンクが提供され、ここで信号生成器は、合成フィルタバンクによって得られる周波数が増強された信号が、結果として高いバンドのエネルギーが低いバンドにおけるエネルギーに多くても等しい、または多くても所定の閾値だけ大きいことを確保するため、エネルギー制限を実行するように構成される。これは、単一の拡張バンドに対して適用することができる。次に、比較またはエネルギー制限が最も高いコアバンドのエネルギーを用いてなされる。これは、複数の拡張バンドに対しても適用することができる。次に、最も低い拡張バンドが最も高いコアバンドを用いてエネルギー制限され、最も高い拡張バンドが最も高い拡張バンドから2番目に対してエネルギー制限される。

30

40

【 0 0 2 4 】

このプロシージャは、特に非ガイド式のバンド幅拡張スキームに対して有用であるが、非ガイド式のバンド幅拡張スキームは、特に負のスペクトル傾斜を持つセグメントにおいて、不自然に突き出ているスペクトルコンポーネントによって引き起こされるアーチファクトの傾向があるので、ガイド式のバンド幅拡張スキームにおいても役立つ可能性がある。これらのコンポーネントは、高周波ノイズバーストをもたらすかもしれない。この種の状況を回避するため、エネルギー制限は、好ましくは処理の終わりににおいて適用され、周

50

波数上のエネルギーの増加を制限する。実施態様において、QMF（直交ミラーフィルタリング）サブバンド k のエネルギーは、QMF サブバンド $k - 1$ におけるエネルギーを超過してはならない。このエネルギー制限は、時間スロットベースについて実行されるようにしてもよく、複雑性についてセーブするためにフレームにつき一度だけ実行されるようにしてもよい。従って、高周波バンドが低周波バンドより多くのエネルギーを持つこと、または高周波バンドのエネルギーが低周波バンドにおけるエネルギーよりも所定の閾値、例えば 3 dB の閾値以上高いことは非常に不自然であるので、バンド幅拡張スキームにおけるいかなる不自然な状況も回避されることが確保される。通常は、全てのスピーチ / 音楽信号は、ローパス特性を持つ、すなわち周波数上でだいたい単調に減少するエネルギーコンテンツを持つ。これは、単一の拡張バンドに対して適用することができる。次に、比較またはエネルギー制限が最も高いコアバンドのエネルギーを用いてなされる。これは、複数の拡張バンドに対しても適用することができる。次に、最も低い拡張バンドは最も高いコアバンドを用いてエネルギー制限され、最も高い拡張バンドは最も高い拡張バンドから 2 番目に対してエネルギー制限される。

【0025】

周波数増強信号の整形、周波数増強サブバンド信号の時間的平滑化、およびエネルギー制限の技術は、お互いから分離して個々に実行することができるが、これらのプロシージャは、好ましくは非ガイド式の周波数増強スキーム内で一斉に実行することもできる。

【0026】

さらにまた、特定の実施形態に関する従属クレームを参照されたい。

【図面の簡単な説明】

【0027】

本発明の好ましい実施形態は、以下の添付図面について引き続いて記載される。

【図1】周波数増強信号の整形、サブバンド信号の平滑化、およびエネルギー制限の技術を備える実施形態を示す。

【図2a】図1の信号生成器の異なる実施態様を示す。

【図2b】図1の信号生成器の異なる実施態様を示す。

【図2c】図1の信号生成器の異なる実施態様を示す。

【図3】フレームが長い時間部分を持ち、スロットが短い時間部分を持ち、各フレームが複数のスロットを備える個々の時間部分を示す。

【図4】バンド幅拡張アプリケーションの実施態様におけるコア信号と周波数増強信号のスペクトルポジションを表すスペクトルチャートを示す。

【図5】コア信号のエネルギー分布を記述する値に基づくスペクトル整形を用いて周波数増強信号を生成する装置を示す。

【図6】整形技術の実施態様を示す。

【図7】特定のスペクトル重心によって決定される異なるロールオフを示す。

【図8】コア信号または周波数増強信号のサブバンド信号を平滑化する同じ平滑化情報を備える、周波数増強信号を生成する装置を示す。

【図9】図8の制御装置および信号生成器によって適用される好ましいプロシージャを示す。

【図10】図8の制御装置および信号生成器によって適用される更なるプロシージャを示す。

【図11】増強された信号の高いバンドが隣接する低いバンドと多くとも同じエネルギーを持つか、または多くともエネルギーにおいて所定の閾値だけ高いように、周波数増強信号におけるエネルギー制限プロシージャを実行する、周波数増強信号を生成する装置を示す。

【図12a】制限前の周波数増強信号のスペクトルを示す。

【図12b】制限後の図12aのスペクトルを示す。

【図13】実施態様における信号生成器によって実行されるプロセスを示す。

【図14】フィルタバンクドメイン内の整形、平滑化およびエネルギー制限の技術の共存

10

20

30

40

50

するアプリケーションを示す。

【図 15】エンコーダおよび非ガイド式の周波数増強デコーダを備えるシステムを示す。

【発明を実施するための形態】

【0028】

図 1 は、整形、時間的平滑化およびエネルギー制限の技術が一斉に実行される好ましい実施態様における周波数増強信号 140 を生成する装置を示す。しかしながら、これらの技術は、整形技術に対して図 5 ~ 7、平滑化技術に対して図 8 ~ 10、エネルギー制限技術に対して図 11 ~ 13 の局面において述べられるように、個々に適用することもできる。

【0029】

好ましくは、図 1 の周波数増強信号 140 を生成する装置は、解析フィルタバンクまたはコアデコーダ 100、またはコアデコーダが QMF サブバンド信号を出力するとき、QMF ドメインにおけるようなフィルタバンクドメインにおいてコア信号を提供する他のいかなるデバイスを備える。あるいは、解析フィルタバンク 100 は、コア信号が時間ドメイン信号であるか、またはスペクトルドメインまたはサブバンドドメインの他のいかなるドメインにおいて提供されるときでも、QMF フィルタバンクまたは他の解析フィルタバンクとすることができる。

【0030】

120 において利用可能なコア信号 110 の個々のサブバンド信号は、次に信号生成器 200 に入力され、信号生成器 200 の出力は、周波数増強信号 130 である。この周波数増強信号 130 は、コア信号 110 に含まれない増強周波数レンジを備え、信号生成器は、例えばノイズの整形等（のみ）によってではなく、コア信号 110 または好ましくはコア信号のサブバンド 120 を用いて、この周波数増強信号を生成する。合成フィルタバンクは、次にコア信号サブバンド 120 と周波数増強信号 130 を結合し、合成フィルタバンク 300 は、周波数が増強された信号 140 を出力する。

【0031】

基本的に、信号生成器 200 は、「HF 生成」（ここで HF は高周波を表す）として表される信号生成ブロック 202 を備える。しかしながら、図 1 における周波数増強は、高周波が生成される技術に限定されない。その代わりに、低周波または中間周波を生成することもでき、コア信号が高いバンドと低いバンドを持つとき、および中間バンドの欠落があるとき、例えば知的ギャップ充填（IGF）として知られるような、コア信号におけるスペクトルホールの再生とさえすることもできる。シグナル生成 202 は、HE-AAC により知られるようなコピーアッププロシージャ、または高い周波数レンジまたは周波数増強レンジを生成するためコア信号がコピーアップされるよりむしろミラーリングされるミラーリングプロシージャを備える。

【0032】

さらにまた、信号生成器は、整形機能 204 を備え、コア信号 120 における周波数に関するエネルギー分布を表す値を計算する演算によって制御される。この整形は、ブロック 202 によって生成された信号の整形をすることができ、または代替として、図 2a ~ 2c の局面において述べられるように、機能 202 と 204 の順序が逆にされるとき、低周波の整形をすることができる。

【0033】

更なる機能は、平滑化制御装置 800 によって制御される時間的平滑化機能 206 である。エネルギー制限 208 は、好ましくはプロシージャの最後に実行されるが、エネルギー制限は、合成フィルタバンク 300 による結合信号出力が、高い周波数バンドは隣接する低い周波数バンドより多くのエネルギーを持ってはならない、または高い周波数バンドは隣接する低い周波数バンドと比較してより多くのエネルギー、ここでインクリメントは多くとも 3 dB のような所定の閾値に限られる、を持ってはならないような、エネルギー制限判定基準を満たすことが確保される限り、処理機能 202 ~ 208 のチェーンのいかなる他の位置に置くこともできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

図 2 a は、H F 生成 2 0 2 を実行する前に、整形 2 0 4 が時間的平滑化 2 0 6 およびエネルギー制限 2 0 8 と共に実行される異なる順序を示す。従って、コア信号は整形され / 平滑化され / 制限され、次に既に完了した整形され / 平滑化され / 制限された信号が増強周波数レンジにコピーアップまたはミラーリングされる。さらにまた、図 2 a を図 1 における対応するブロックの順序と比較したときに見られるように、ブロック 2 0 4、2 0 6、2 0 8 の順序はいかなる形であれ実行できることを理解することが重要である。

【 0 0 3 5 】

図 2 b は、時間的平滑化と整形が低周波またはコア信号について実行され、H F 生成 2 0 2 がエネルギー制限 2 0 8 の前に実行される状況を示す。さらに、図 2 c は、増強周波数レンジに対する信号を取得するために、信号の整形が低周波信号に対して実行され、コピーアップまたはミラーリングのような引き続く H F 生成が実行され、この信号が次に平滑化 2 0 6 され、エネルギー制限 2 0 8 される状況を示す。

【 0 0 3 6 】

さらにまた、例えば図 1 4 に示されるように、サブバンド信号に対して特定の係数を適用することによって、整形、時間的平滑化およびエネルギー制限の機能を全て実行することができることが強調される。整形は、個々のバンド i 、 $i + 1$ 、 $i + 2$ に対して、乗数器 1 4 0 2 a、1 4 0 1 a および 1 4 0 0 a によって実施される。

【 0 0 3 7 】

さらにまた、時間的平滑化は、乗数器 1 4 0 2 b、1 4 0 1 b および 1 4 0 0 b によって実行される。加えて、エネルギー制限は、個々のバンド $i + 2$ 、 $i + 1$ および i に対して、制限係数 1 4 0 2 c、1 4 0 1 c および 1 4 0 0 c によって実行される。これらの機能の全てが、本実施形態において乗算係数によって実施されるという事実により、全てのこれらの機能が、各個々のバンドに対して、単一の乗算係数 1 4 0 2、1 4 0 1、1 4 0 0 によって個々のサブバンド信号に適用することができ、この単一の「マスター」乗算係数は、バンド $i + 2$ に対して個々の係数 1 4 0 2 a、1 4 0 2 b および 1 4 0 2 c の積であり、その状況は他のバンド $i + 1$ および i に対して類似することに留意すべきである。従って、サブバンドに対する実数の / 虚数のサブバンドサンプル値は、次に単一の「マスター」乗算係数によって乗算され、出力は、ブロック 1 4 0 2、1 4 0 1 または 1 4 0 0 の出力において、乗算された実数の / 虚数のサブバンドサンプル値として得られ、次に図 1 の合成フィルタバンク 3 0 0 に導入される。従って、ブロック 1 4 0 0、1 4 0 1、1 4 0 2 の出力は、コア信号 1 2 0 に含まれない増強周波数レンジを通常はカバーする 周波数増強信号 1 3 0 に対応する。

【 0 0 3 8 】

図 3 は、信号生成のプロセスにおいて用いられる異なる時間分解能を表すチャートを示す。基本的に、信号はフレームワイズに処理される。これは、解析フィルタバンク 1 0 0 が、好ましくはサブバンド信号の時間的に引き続くフレーム 3 2 0 を生成するように実施されることを意味し、ここでサブバンド信号の各フレーム 3 2 0 は、1 つまたは複数のスロットまたはフィルタバンクスロット 3 4 0 を備える。図 3 はフレーム当たり 4 つのスロットを示しているが、フレーム当たり 2 つ、3 つまたは 4 つを超えるスロットとすることもできる。図 1 4 に示したように、コア信号のエネルギー分布に基づく 周波数増強信号 またはコア信号の整形は、フレーム当たり 1 回実行される。一方、時間的平滑化は、高い時間分解能で、すなわち好ましくはスロット 3 4 0 当たり 1 回実行され、エネルギー制限は、低い計算量が必要とされるときは再びフレーム当たり 1 回、または高い計算量が特定の実施に対して問題がないときはスロット当たり 1 回実行することができる。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、コア信号の周波数レンジにおいて 5 つのサブバンド 1、2、3、4、5 を持つスペクトルの表現を示す。さらにまた、図 4 における実施例は、増強信号レンジにおいて 4 つのサブバンド信号またはサブバンド 6、7、8、9 を持ち、コア信号レンジと増強信号レンジはクロスオーバー周波数 4 2 0 によって分離されている。さらにまた、後に述べ

10

20

30

40

50

られるように、整形 2 0 4 の目的に対して、周波数に関するエネルギー分布を記述する値を計算するために用いられるスタート周波数バンド 4 1 0 が示されている。このプロシージャは、より良好な増強信号の調整を得るために、最も低いまたは複数の最も低いサブバンドが周波数に関するエネルギー分布を記述する値の演算に対して用いられないことを確保する。

【 0 0 4 0 】

引き続いて、コア信号を用いたコア信号に含まれない増強周波数レンジの生成 2 0 2 の実施が示される。

【 0 0 4 1 】

クロスオーバー周波数上に人工信号を生成するために、通常は Q M F 値がクロスオーバー周波数の下の周波数レンジからハイバンドにコピーアップ（「パッチ」）される。このコピー演算は、Q M F サンプルを、低い周波数レンジからクロスオーバー周波数の上の領域まで丁度シフトすることによって、またはこれらのサンプルを付加的にミラーリングすることによって、なすことができる。ミラーリングの利点は、クロスオーバー周波数の丁度下の信号と人工的な生成信号が、クロスオーバー周波数において非常に類似したエネルギーとハーモニック構造を持つということである。ミラーリングまたはコピーアップは、コア信号の単一のサブバンドまたはコア信号の複数のサブバンドに適用することができる。

10

【 0 0 4 2 】

前記 Q M F フィルタバンクのケースにおいて、ミラーリングされたパッチは、遷移領域におけるサブバンド折り返し歪を最小化するために、好ましくはベースバンドの負の複素共役から成る。

20

$$Q_r(t, x_{\text{over}} + f - 1) = -Q_r(t, x_{\text{over}} - f); f = 1..nBands$$

$$Q_i(t, x_{\text{over}} + f - 1) = Q_i(t, x_{\text{over}} - f); f = 1..nBands$$

【 0 0 4 3 】

ここで、 $Q_r(t, f)$ は、時間インデックス t およびサブバンドインデックス f における Q M F の実数値であり、 $Q_i(t, f)$ は虚数値である。 x_{over} は、クロスオーバー周波数を参照する Q M F サブバンドである。 $nBands$ は、外挿される整数のバンドである。実部における負符号は、負の共役複素演算を意味する。

30

【 0 0 4 4 】

好ましくは、H F 生成 2 0 2 または一般的に増強周波数レンジの生成は、ブロック 1 0 0 によって提供されるサブバンド表現に依存する。好ましくは、周波数が増強された信号 1 4 0 を生成する発明の装置は、例えばナローバンド、ワイドバンドおよびスーパーワイドバンド出力をサポートするために、復号化信号 1 1 0 をリサンプルしてサンプリング頻度を変化させることができるマルチバンド幅デコーダとすべきである。それ故に、Q M F フィルタバンク 1 0 0 は、入力として復号化時間ドメイン信号をとる。周波数ドメインにおいてゼロをパディングすることによって、Q M F フィルタバンクは、復号化信号をリサンプルするために用いることができ、同じ Q M F フィルタバンクは、好ましくはハイバンド信号を創生するためにも用いることができる。

40

【 0 0 4 5 】

好ましくは、周波数が増強された信号 1 4 0 を生成する装置は、周波数ドメインにおける全ての演算を実行するために働く。従って、デコーダ側において内部周波数ドメイン表現を既に持つ実存するシステムは、図 1 において示されたように、例えば既に Q M F フィルタバンクドメインの出力信号を提供する「コアデコーダ」として表されたブロック 1 0 0 によって拡張される。

【 0 0 4 6 】

この表現は、好ましくは周波数ドメインにおいてなされるサンプリングレート変換およ

50

び他の信号操作のような付加的なタスク（例えば整形された快適なノイズの挿入、ハイパス/ローパスフィルタリング）に対して、簡単に再利用される。従って、いかなる付加的な時間-周波数変換も計算される必要がない。

【 0 0 4 7 】

H Fコンテンツに対してノイズを用いる代わりに、この実施形態においてのみ、ローバンド信号に基づいてハイバンド信号が生成される。これは、周波数ドメインにおけるコピーアップまたはフォールディングアップ（ミラーリング）演算によって、なすことができる。従って、ローバンド信号と同じハーモニック構造と時間的微細構造によるハイバンド信号が保証される。これは、演算的に高価な時間ドメイン信号のフォールディングと付加的な遅延を回避する。

10

【 0 0 4 8 】

引き続いて、図 1 の整形技術 2 0 4 の機能が、図 5、6 および 7 の局面において述べられ、ここでは、整形は図 1、2 a ~ 2 c の局面において実行することができるか、または他のガイド式または非ガイド式の周波数増強技術により知られる他の機能と共に分離して個々に実行することができる。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、コア信号 1 2 0 における周波数に関するエネルギー分布を記述する値を計算する計算器 5 0 0 を備える周波数増強された信号 1 4 0 を生成する装置を示す。さらにまた、ライン 5 0 2 で示されるように、信号生成器 2 0 0 は、コア信号から、コア信号に含まれない増強周波数レンジを備える周波数増強信号 1 3 0 を生成するように構成される。さらにまた、信号生成器 2 0 0 は、周波数増強信号 1 3 0 のスペクトル包絡がエネルギー分布を記述する値に従属するように、図 1 におけるブロック 2 0 2 による出力または図 2 a の局面におけるコア信号 1 2 0 のような周波数増強信号 1 3 0 を整形するように構成される。

20

【 0 0 5 0 】

好ましくは、装置は、周波数増強された信号 1 4 0 を取得するために、ブロック 2 0 0 によって出力される周波数増強信号 1 3 0 とコア信号 1 2 0 を結合する結合器 3 0 0 を付加的に備える。時間的平滑化 2 0 6 またはエネルギー制限 2 0 8 のような付加的な演算は、整形された信号を更に処理するために好ましいが、特定の実施態様においては必ずしも必要ではない。

30

【 0 0 5 1 】

信号生成器 2 0 0 は、増強周波数レンジにおける第 1 の周波数から増強周波数レンジにおける第 2 の高い周波数への第 1 のスペクトル包絡の減少が、エネルギー分布を記述する第 1 の値に対して得られるように、増強信号を整形するように構成される。さらにまた、増強レンジにおける第 1 の周波数から増強レンジにおける第 2 の周波数へのスペクトル包絡の減少は、第 2 のエネルギー分布を記述する第 2 の値に対して得られる。第 2 の周波数が第 1 の周波数より大きく、第 2 のスペクトル包絡の減少が第 1 のスペクトル包絡の減少より大きい場合に、第 1 の値は、コア信号がコア信号の低い周波数レンジにおけるエネルギー集中を記述する第 2 の値と比較して、コア信号の高い周波数レンジにおいてエネルギー集中を持つことを示す。

40

【 0 0 5 2 】

好ましくは、計算器 5 0 0 は、エネルギー分布についての情報値として、現在のフレームのスペクトル重心に対する尺度を計算するように構成される。次に、信号生成器 2 0 0 は、高い周波数におけるスペクトル重心が、低い周波数におけるスペクトル重心と比較して、より浅い勾配のスペクトル包絡に結果としてなるように、スペクトル重心に対するこの尺度に従って整形する。

【 0 0 5 3 】

エネルギー分布計算器 5 0 0 によって計算されるエネルギー分布についての情報は、第 1 の周波数において開始し、第 1 の周波数より高い第 2 の周波数において終了するコア信号の周波数部分について計算される。第 1 の周波数は、例えば図 4 において 4 1 0 で示さ

50

れるような、コア信号における最も低い周波数より低い。好ましくは、第2の周波数は、クロスオーバー周波数420でもよく、ケースによってはクロスオーバー周波数420より低い周波数とすることもできる。しかしながら、スペクトル分布に対する尺度を計算するために用いられる第2の周波数を可能な限りクロスオーバー周波数420に拡張することが好ましく、結果として最良のオーディオ品質になる。

【0054】

実施形態において、図6のプロシージャは、エネルギー分布計算器500と信号生成器200によって適用される。ステップ602において、 $E(i)$ で示されるコア信号の各バンドに対するエネルギー値が計算される。次に、増強周波数レンジの全てのバンドの調整に対して用いられる sp のような単一のエネルギー分布値が、ブロック604において計算される。次に、ステップ606において、この単一の値に対して用いる増強周波数レンジの全てのバンドに対して重み係数が計算され、ここで重み係数は好ましくは att^f である。

10

【0055】

次に、信号生成器208によって実行されるステップ608において、重み係数はサブバンドサンプルの実部と虚部に適用される。

【0056】

摩擦音は、QMFドメインにおける現在のフレームのスペクトル重心を計算することによって検出される。スペクトル重心は、0.0~1.0の範囲を持つ尺度である。高いスペクトル重心(1に近い値)は、サウンドのスペクトル包絡が上昇する勾配を持つことを意味する。スピーチ信号に対して、これは、現在のフレームがおそらく摩擦音を含むことを意味する。スペクトル重心の値が1に近づくほど、スペクトル包絡の勾配が急である、または、より多くのエネルギーが高い周波数レンジに集中している。

20

【0057】

スペクトル重心は、次式により計算される。

$$sp = \frac{\sum_{i=start}^{xover} i * E(i)}{(xover - start + 1) * \sum_{i=start}^{xover} E(i)}$$

30

ここで、 $E(i)$ はQMFサブバンド i のエネルギーであり、 $start$ は、1kHzを参照するQMFサブバンドインデックスである。コピーされたQMFサブバンドは、次式のように係数 att^f によって重み付けられる。

$$\tilde{Qr}(t, xover + f) = Qr(t, xover + f) * att^f; f = 1..nBands$$

40

ここで、 $att = 0.5 * sp + 0.5$ であり、一般に、 att は次式を用いて計算することができる。

$$att = p(sp)$$

ここで、 p は多項式である。好ましくは、多項式は次式のように次数1を持つ。

$$att = a * sp + b$$

ここで、 a 、 b 、または一般に多項式の係数は、全て0と1の間である。

50

【 0 0 5 8 】

上記の式から離れて、相当するパフォーマンスを持つ他の式を適用することができる。
この種の他の式は以下の通りである。

$$sp = \frac{\sum_{i=start}^{power} ai * E(i)}{bi * \sum_{i=start}^{power} E(i)}$$

10

【 0 0 5 9 】

特に、値 a_i は、高い i に対して値は高くあるべきであり、重要なことに、値 b_i は、少なくともインデックス $i > 1$ に対して値 a_i より低い。従って、上記の式と比較して異なる式によって、類似した結果が得られる。一般に、 a_i 、 b_i は、 i によって単調に増加するまたは減少する値である。

【 0 0 6 0 】

さらにまた、図 7 を参照されたい。図 7 は、異なるエネルギー分布値 s_p に対する個々の重み係数 att^f を示す。 s_p が 1 に等しいとき、コア信号全体のエネルギーは、コア信号の最も高いバンドに集中される。そのとき、 att は 1 に等しく、重み係数 att^f は 7 0 0 に示すように周波数を通じて一定である。一方、コア信号における全部のエネルギーがコア信号の最も低いバンドに集中されるとき、 s_p は 0 に等しく、 att は 0.5 に等しく、周波数上の調整係数の対応するコースは 7 0 6 に示される。

20

【 0 0 6 1 】

7 0 2 および 7 0 4 に示される周波数上の整形係数のコースは、対応して増加するスペクトル分布値に対するものである。従って、項目 7 0 4 に対するエネルギー分布値は、0 より大きい、パラメータ矢印 7 0 8 で示されるように、項目 7 0 2 に対するエネルギー分布値より小さい。

【 0 0 6 2 】

図 8 は、時間的平滑化技術を用いて周波数が増強された信号 1 4 0 を生成する装置を示す。装置は、コア信号 1 2 0、1 1 0 から周波数増強信号 1 3 0 を生成する信号生成器 2 0 0 を備え、ここで、周波数増強信号 1 3 0 はコア信号に含まれない増強周波数レンジを備える。フレーム 3 2 0 のような現在の時間部分および好ましくは周波数増強信号 1 3 0 またはコア信号 1 2 0 のスロット 3 4 0 は、複数のサブバンドに対するサブバンド信号を備える。

30

【 0 0 6 3 】

制御装置 8 0 0 は、増強周波数レンジまたはコア信号 1 2 0 を含む周波数増強信号 1 3 0 の複数のサブバンド信号に対して同じ平滑化情報 8 0 2 を計算するものである。さらにまた、信号生成器 2 0 0 は、同じ平滑化情報 8 0 2 を用いて増強周波数レンジの複数のサブバンド信号を平滑化するように、または同じ平滑化情報 8 0 2 を用いてコア信号 1 2 0 の複数のサブバンド信号を平滑化するように構成される。信号生成器 2 0 0 の出力は、図 8 において、次に結合器 3 0 0 に入力される平滑化された周波数増強信号 1 3 0 である。図 2 a ~ 2 c の局面で述べられたように、平滑化 2 0 6 は、図 1 の処理チェーンにおけるいかなる場所でも実行することができる、または他のいかなる周波数増強スキームの局面においても個々に実行することができる。

40

【 0 0 6 4 】

制御装置 8 0 0 は、コア信号 1 2 0 および周波数増強信号 1 3 0 の複数のサブバンド信号の結合エネルギーを用いて、または時間部分の周波数増強信号 1 3 0 のみを用いて、平滑化情報を計算するように好ましくは構成される。さらにまた、コア信号 1 2 0 および周波数増強信号 1 3 0 の複数のサブバンド信号の平均エネルギー、または現在の時間部分に

50

先行する1つ以上前の時間部分のみのコア信号1 2 0の平均エネルギーが用いられる。平滑化情報は、全てのバンドにおける増強周波数レンジの複数のサブバンド信号に対する単一の補正係数であり、それ故に、信号生成器200は、増強周波数レンジの複数のサブバンド信号に補正係数を適用するように構成される。

【0065】

図1の局面で述べられたように、装置は、フィルタバンク100、または複数の時間的に引き続くフィルタバンクスロットに対してコア信号1 2 0の複数のサブバンド信号を提供する供給器をさらに備える。さらにまた、信号生成器は、コア信号1 2 0の複数のサブバンド信号を用いて、複数の時間的に引き続くフィルタバンクスロットに対して増強周波数レンジの複数のサブバンド信号を導き出すように構成され、制御装置800は、各フィルタバンクスロットに対して個々の平滑化情報802を計算するように構成され、平滑化は、次に新しい個々の平滑化情報によって各フィルタバンクスロットに対して実行される。

10

【0066】

制御装置800は、現在の時間部分のコア信号1 2 0または周波数増強信号(1 2 0)に基づいて、および1つ以上先行する時間部分に基づいて、平滑化強度制御値を計算するように構成され、制御装置800は、次に、平滑化制御値を用いて、平滑化強度が、現在の時間部分のコア信号1 2 0または周波数増強信号1 3 0のエネルギーと1つ以上先行する時間部分のコア信号1 2 0または周波数増強信号1 3 0の平均エネルギーとの差分に応じて変化するように、平滑化情報を計算するように構成される。

20

【0067】

制御装置800および信号生成器200によって実行されるプロシーダを示す図9を参照されたい。制御装置800によって実行されるステップ900は、例えば現在の時間部分におけるエネルギーと1つ以上前の時間部分における平均エネルギーとの差分に基づいて探索することができる平滑化強度についての決定の探索を備えるが、平滑化強度について決定する他のいかなるプロシーダも同様に用いることができる。1つの変形例は、その代わりにまたは加えて、将来の時間スロットに用いられる。更なる変形例は、フレーム当たり単一の変換のみを持ち、時間的に引き続くフレームにわたって平滑化する。しかしながら、これらの変形例は両方とも遅延を導入する可能性がある。これは、ストリーミングアプリケーションのような遅延が問題でないアプリケーションにおいては全く問題がない可能性がある。例えば携帯電話を用いる双方向通信に対するような遅延が問題のあるアプリケーションに対しては、過去のフレームの使用は遅延を導入しないので、過去のまたは先行するフレームは将来のフレームにわたって好ましい。

30

【0068】

次に、ステップ902において、平滑化情報がステップ900の平滑化強度の決定に基づいて計算される。このステップ902も制御装置800によって実行される。次に、信号生成器200は、いくつかのバンドへの平滑化情報の適用を備える904を実行し、ここでコア信号または増強周波数レンジのいずれかにおいて、全く同じ平滑化情報800がこれらのいくつかのバンドに対して適用される。

【0069】

40

図10は、図9のステップのシーケンスの実施態様の好ましいプロシーダを示す。ステップ1000において、現在のスロットのエネルギーが計算される。次に、ステップ1020において、1つ以上の前のスロットの平均エネルギーが計算される。次に、ステップ1040において、現在のスロットに対する平滑化係数がブロック1000と1020によって得られた値の差分に基づいて決定される。次に、ステップ1060は現在のスロットに対する補正係数の計算を備え、ステップ1000~1060は、全て制御装置800によって実行される。次に、信号生成器200によって実行されるステップ1080において実際の平滑化演算が実行される、すなわち、対応する補正係数が1つのスロット内の全てのサブバンド信号に対して適用される。

【0070】

50

実施形態において、時間的平滑化が以下の２つのステップにおいて実行される。

【 0 0 7 1 】

平滑化強度についての決定：平滑化強度についての決定に対して、時間上の信号の定常性が評価される。この評価を実行する可能な方法は、現在の短期ウインドウまたは Q M F 時間スロットのエネルギーを前の短期ウインドウまたは Q M F 時間スロットの平均エネルギー値と比較することである。煩雑性についてセーブするため、これは、ハイバンド部分のみに対して評価されてもよい。比較されたエネルギー値が近いほど、平滑化の強度は低くあるべきである。これは、平滑化係数 a 、ここで $0 < a < 1$ 、において反映される。 a が大きいほど、平滑化の強度は高い。

【 0 0 7 2 】

ハイバンドへの平滑化の適用：平滑化は、Q M F 時間スロットベースのハイバンド部分に対して適用される。それ故に、現在の時間スロットのハイバンドエネルギー E_{curr_t} は、次のように 1 つまたは多数の前の Q M F 時間スロットの平均ハイバンドエネルギー E_{avg_t} に適応される。

$$\widehat{E_{curr_t}} = a E_{curr_t} + (1 - a) E_{avg_t}$$

E_{curr} は、次のように 1 つの時間スロットにおけるハイバンド Q M F エネルギーの合計として計算される。

$$E_{curr_t} = \sum_{f=xover}^{xover+nBands} Q_{r_{t,f}}^2 + Q_{i_{t,f}}^2$$

E_{avg} は、次のようにエネルギーの時間上の移動平均である。

$$E_{avg} = \frac{1}{stop - start} \sum_{t=start}^{stop} E_{curr_t}$$

ここで、 $start$ および $stop$ は移動平均の計算に対して用いられるインターバルの境界である。

【 0 0 7 3 】

合成に対して用いられる実数および虚数の Q M F 値は、次のように補正係数 $curr_F_a$ で乗算され、

$$\widehat{Qr_{t,f}} = \text{currFac} Qr_{t,f}$$

$$\widehat{Qi_{t,f}} = \text{currFac} Qi_{t,f}$$

10

これは、次のように E_{curr} および E_{avg} から導き出される。

$$\text{currFac} = \sqrt{\frac{a E_{curr_t} + (1 - a) E_{avg_t}}{E_{curr_t}}}$$

【 0 0 7 4 】

20

係数 a は、固定としてもよく、または E_{curr} と E_{avg} のエネルギーの差分に従属するようにしてもよい。

【 0 0 7 5 】

既に図 1 4 で述べられたように、時間的平滑化に対する時間分解能は、整形の時間分解能またはエネルギー制限技術の時間分解能より高くなるようにセットされる。これは、サブバンド信号の時間的に滑らかなコースが得られる一方、同時に、演算的により強い整形がフレーム当り 1 回のみ実行されることを確保する。しかしながら、これは、これまでに見られたように、主観的なリスニング品質を実質的に低下させるので、1 つのサブバンドから他のサブバンドへの、すなわち周波数方向におけるいかなる平滑化も実行されない。

【 0 0 7 6 】

30

増強レンジにおいて、全てのサブバンドに対する補正係数のような同じ平滑化情報を用いることが好ましい。しかしながら、同じ平滑化情報が全てのサブバンドに対してではなく、少なくとも 2 つのサブバンドを持つバンドのグループに対して適用される実施態様とすることもできる。

【 0 0 7 7 】

図 1 1 は、図 1 に示されたエネルギー制限技術 2 0 8 に向けられる更なる態様を示す。具体的には、図 1 1 は、周波数増強信号 1 3 0 を生成する信号生成器 2 0 0 を備える周波数が増強された信号 1 4 0 を生成する装置を示し、周波数増強信号 1 3 0 はコア信号 1 2 0 に含まれない増強周波数レンジを備える。さらにまた、周波数増強信号 1 3 0 の時間部分は複数のサブバンドに対するサブバンド信号を備える。加えて、装置は、周波数増強信号 1 3 0 を用いて周波数が増強された信号 1 4 0 を生成する合成フィルタバンク 3 0 0 を備える。

40

【 0 0 7 8 】

エネルギー制限プロシーダを実施するために、信号生成器 2 0 0 は、合成フィルタバンク 3 0 0 によって得られる周波数増強信号 1 4 0 が、高いバンドのエネルギーが低いバンドにおけるエネルギーに多くとも等しい、または低いバンドにおけるエネルギーより多くとも所定の閾値だけ大きいことを確保するため、エネルギー制限を実行するように構成される。

【 0 0 7 9 】

信号生成器は、高い Q M F サブバンド k が Q M F サブバンド $k - 1$ におけるエネルギー

50

を上回ってはならないことを確保するように、好ましくは実施される。それにもかかわらず、信号生成器 200 は、好ましくは 3 dB の閾値とすることができる特定の増分の増加を許容するように実施することもでき、閾値は好ましくは 2 dB とすることができ、より好ましくは 1 dB またはさらに小さいものとすることができる。所定の閾値は、各バンドに対して一定とすることができ、または前に計算されたスペクトル重心に従属させることもできる。好ましい従属は、重心が低い周波数に近づくとき、閾値が低くなる、すなわち小さくなることであり、その一方で重心が高い周波数に近づくほどまたは s_p が 1 に近づくほど、閾値は小さくなることができる。

【0080】

更なる実施態様において、信号生成器 200 は、第 1 のサブバンドにおける第 1 のサブバンド信号を検査し、周波数において第 1 のサブバンドに隣接し、第 1 のサブバンドの中心周波数より高い中心周波数を持つ第 2 のサブバンドにおけるサブバンド信号を検査するように構成され、信号生成器は、第 2 のサブバンド信号のエネルギーが第 1 のサブバンド信号のエネルギーと等しいとき、または第 2 のサブバンド信号のエネルギーが第 1 のサブバンド信号のエネルギーより所定の閾値未満で大きいとき、第 2 のサブバンド信号を制限しない。

【0081】

さらにまた、信号生成器は、例えば図 1 または図 2 a ~ 2 c において示されたように、シーケンスにおいて複数の処理演算を形成するように構成される。次に、信号生成器は、好ましくはシーケンスの最後においてエネルギー制限を実行し、合成フィルタバンク 300 に入力される周波数増強信号 130 を取得する。従って、合成フィルタバンク 300 は、入力として、エネルギー制限の最終プロセスによってシーケンスの最後に生成される周波数増強信号 130 を受信するように構成される。

【0082】

さらにまた、信号生成器は、エネルギー制限の前にスペクトル整形 204 または時間的平滑化 206 を実行するように構成される。

【0083】

好ましい実施形態において、信号生成器 200 は、コア信号の複数のサブバンドをミラーリングすることによって周波数増強信号の複数のサブバンド信号を生成するように構成される。

【0084】

ミラーリングに対しては、好ましくは、上述されたように実部または虚部のいずれかを無効にするプロシージャが実行される。

【0085】

更なる実施形態において、信号生成器は、補正係数 $lim_{f,a,c}$ を計算するように構成され、この制限係数 $lim_{f,a,c}$ は次に以下のようにコアまたは増強周波数レンジのサブバンド信号に適用される。

【0086】

E_f を、次式のように時間スパン $s_{stop} - s_{start}$ を通じて平均化された 1 つのバンドのエネルギーとする。

$$E_f = \sum_{t=s_{start}}^{s_{stop}} Q_{r,f}^2 + Q_{i,f}^2$$

【0087】

このエネルギーが前のバンドの平均エネルギーを数レベルだけ超える場合、このバンドのエネルギーは次の補正 / 制限係数 $lim_{f,a,c}$ によって乗算され、

$$\text{if } E_f > fac * E_{f-1}$$

$$\lim Fac = \sqrt{\frac{fac * E_{f-1}}{E_f}}$$

10

実部と虚部の Q M F 値は、次式によって補正される。

$$\widehat{Qr}_{e,f} = \lim Fac \, Qr_{e,f}$$

$$\widehat{Qi}_{e,f} = \lim Fac \, Qi_{e,f}$$

【 0 0 8 8 】

20

係数または所定の閾値 f a c は、各バンドに対して一定とすることができ、または前に計算されたスペクトル重心に従属させることができる。

【 0 0 8 9 】

$\widehat{Qr}_{e,f}$ は、f によって示されるサブバンドにおけるサブバンド信号のエネルギー制限され

た実部である。 $\widehat{Qi}_{e,f}$ は、サブバンド f におけるエネルギー制限の後のサブバンド信号の対

応する虚部である。 $Qr_{e,f}$ および $Qi_{e,f}$ は、いかなる整形または時間的平滑化も実行されな

30

いときのサブバンド信号のようなエネルギー制限前の直接のサブバンド信号、または整形されたまたは時間的に平滑化されたサブバンド信号の対応する実部および虚部である。

【 0 0 9 0 】

他の実施態様において、制限係数 l i m F a c は以下の式を用いて計算される。

$$\lim Fac = \sqrt{\frac{E_{lim}}{E_f(i)}}$$

40

【 0 0 9 1 】

この式において、 E_{lim} は、通常は低いバンドのエネルギーまたは特定の閾値 f a c によって増加する低いバンドのエネルギーである制限エネルギーである。 $E_f(i)$ は、現在のバンド f または i のエネルギーである。

【 0 0 9 2 】

増強周波数レンジに 7 つのバンドがある特定の例を示す図 1 2 a と 1 2 b を参照されたい。バンド 1 2 0 2 は、エネルギーに関してバンド 1 2 0 1 より大きい。従って、図 1 2 b から明らかになるように、バンド 1 2 0 2 は、このバンドに対して図 1 2 b において 1 2 5 0 で示されるようにエネルギー制限される。さらにまた、バンド 1 2 0 5、1 2 0 4 および 1 2 0 6 は、全てバンド 1 2 0 3 より大きい。従って、全ての 3 つのバンドは、図

50

1 2 bにおいて1 2 5 0で示されるようにエネルギー制限される。残された非制限バンドは、バンド1 2 0 1（これは再構成レンジにおける第1のバンドである）およびバンド1 2 0 3および1 2 0 7である。

【0 0 9 3】

上述したように、図1 2 a / 1 2 bは、制限が、高いバンドが低いバンドより多くのエネルギーを持ってはならない状況を示す。しかしながら、特定の増加が許容された場合に、状況はやや異なるように見えるだろう。

【0 0 9 4】

エネルギー制限は、単一の拡張バンドに対して適用することができる。次に、比較またはエネルギー制限が、最も高いコアバンドのエネルギーを用いてなされる。これは、複数の拡張バンドに対して適用することもできる。次に、最も低い拡張バンドは最も高いコアバンドを用いてエネルギー制限され、最も高い拡張バンドは最も高い拡張バンドの次に關してエネルギー制限される。

【0 0 9 5】

図1 5は、伝送システムまたは、一般に、エンコーダ1 5 0 0およびデコーダ1 5 1 0を備えるシステムを示す。エンコーダは、好ましくは、バンド幅リダクションを実行する、または一般にオリジナルのオーディオ信号1 5 0 1において、必ずしも完全な上側周波数レンジまたは上側バンドでなければならない必要がないが、コアの周波数バンド間においていかなる周波数バンドとすることもできる、いくつかの周波数レンジを削除する符号化されたコア信号を生成するエンコーダである。次に、符号化されたコア信号は、エンコーダ1 5 0 0からデコーダ1 5 1 0にいかなるサイド情報もなしに伝送され、デコーダ1 5 1 0は、次に周波数が増強された信号1 4 0を得るために非ガイド式の周波数増強を実行する。従って、デコーダは、図1 ~ 1 4のいずれかで述べたように実施することができる。

【0 0 9 6】

本発明は、ブロックが現実のまたは論理的なハードウェアコンポーネントを表すブロック図の局面において述べられたが、本発明は、コンピュータで実施される方法によって実施することもできる。後者のケースにおいて、ブロックは対応する方法ステップを表し、ここでこれらのステップは対応する論理的または物理的ハードウェアブロックによって実行される機能を表す。

【0 0 9 7】

いくつかの態様が装置の局面において記述されてきたが、これらの態様は対応する方法の記述をも表していることは明らかであり、ここでブロックまたはデバイスは、方法ステップまたは方法ステップの特徴に対応する。同様に、方法ステップの局面において記述された態様は、対応する装置の対応するブロックまたはアイテムまたは特徴の記載をも表す。いくつかの、または全ての方法ステップは、例えばマイクロプロセッサ、プログラム可能なコンピュータまたは電子回路のようなハードウェア装置によって（または用いて）実行することができる。いくつかの実施形態において、いくつかの1つ以上の最も重要な方法ステップは、この種の装置によって実行することができる。

【0 0 9 8】

本発明の送信されたまたは符号化された信号は、デジタル記憶媒体に記憶することができ、または例えばインターネットのような無線伝送路または有線伝送路のような伝送路上を送信することができる。

【0 0 9 9】

特定の実施要求に依存して、本発明の実施形態は、ハードウェアにおいてまたはソフトウェアにおいて実施することができる。実施は、その上に記憶される電子的に読取可能な制御信号を持ち、それぞれ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（または協働することができる）デジタル記憶媒体、例えばフロッピー（登録商標）ディスク、DVD、ブルーレイ、CD、ROM、PROMおよびEPROM、EEPROMまたはフラッシュメモリを用いて実行することができる。それ故に、デジタ

ル記憶媒体はコンピュータ読取可能とすることができる。

【0100】

本発明によるいくつかの実施形態は、本願明細書に記載された方法の1つが実行されるように、電子的に読取可能な制御信号を持ち、プログラム可能なコンピュータシステムと協働することができるデータキャリアを備える。

【0101】

一般に、本発明の実施形態は、コンピュータプログラム製品がコンピュータ上で動作するときに発明の方法の1つを実行するように動作する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実施することができる。プログラムコードは、例えば機械読取可能なキャリア上に記憶することができる。

10

【0102】

他の実施形態は、機械読取可能なキャリア上に記憶され、本願明細書に記載された方法の1つを実行するコンピュータプログラムを備える。

【0103】

換言すれば、本発明の方法の実施形態は、それ故に、コンピュータプログラムがコンピュータ上で動作するとき、本願明細書に記載された方法の1つを実行するプログラムコードを持つコンピュータプログラムである。

【0104】

発明の方法の更なる実施形態は、それ故に、その上に記録され、本願明細書に記載された方法の1つを実行するコンピュータプログラムを備えるデータキャリア（またはデジタル記憶媒体またはコンピュータ読取可能媒体のような固定の記憶媒体）である。データキャリア、デジタル記憶媒体または記録媒体は、通常は有形および/または固定である。

20

【0105】

本発明の方法の更なる実施形態は、それ故に、本願明細書に記載された方法の1つを実行するコンピュータプログラムを表すデータストリームまたは信号のシーケンスである。データストリームまたは信号のシーケンスは、例えばデータ通信接続を介して、例えばインターネットを介して伝送されるように構成することができる。

【0106】

更なる実施形態は、本願明細書に記載された方法の1つを実行するように構成されたまたは適応された処理手段、例えばコンピュータまたはプログラマブルロジックデバイスを備える。

30

【0107】

更なる実施形態は、本願明細書に記載された方法の1つを実行するコンピュータプログラムがその上にインストールされたコンピュータを備える。

【0108】

本発明による更なる実施形態は、本願明細書に記載された方法の1つを実行するコンピュータプログラムをレシーバに（例えば電子的にまたは光学的に）伝送するように構成された装置またはシステムを備える。レシーバは、例えばコンピュータ、モバイルデバイス、記憶デバイス等とすることができる。装置またはシステムは、例えばコンピュータプログラムをレシーバへ転送するファイルサーバを備えることができる。

40

【0109】

いくつかの実施形態において、本願明細書に記載された方法の機能のいくつかまたは全てを実行するために、プログラマブルロジックデバイス（例えばフィールドプログラマブルゲートアレイ）を用いることができる。いくつかの実施形態において、フィールドプログラマブルゲートアレイは、本願明細書に記載された方法の1つを実行するために、マイクロプロセッサと協働することができる。一般に、方法は、好ましくはいかなるハードウェア装置によっても実行される。

【0110】

上述した実施形態は、単に本発明の原理に対して示したものである。本願明細書に記載された構成および詳細の修正および変更は他の当業者にとって明らかであると理解される

50

【図 3】

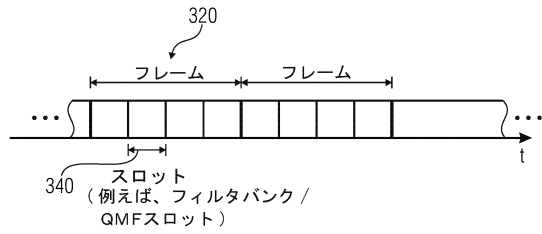


FIG 3

【図 4】

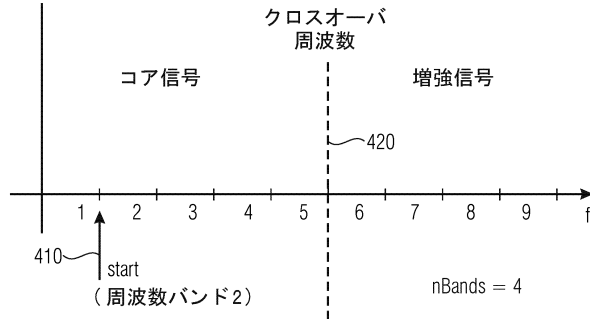


FIG 4

【図 5】

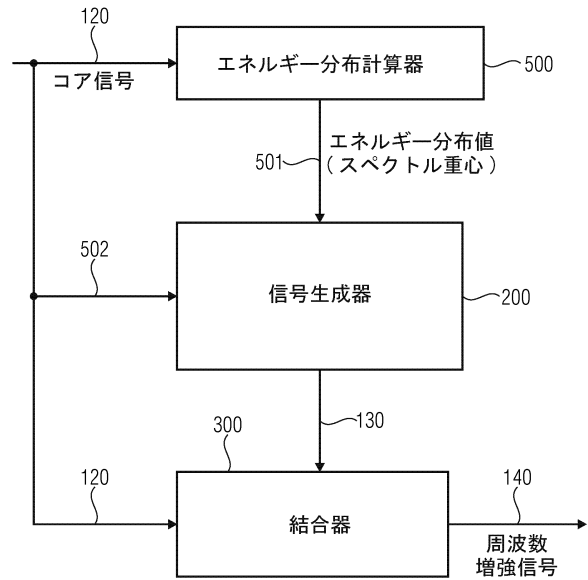


FIG 5

【図 6】

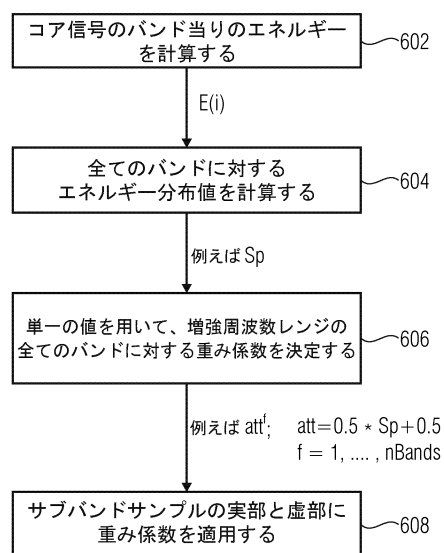


FIG 6

【図 7】

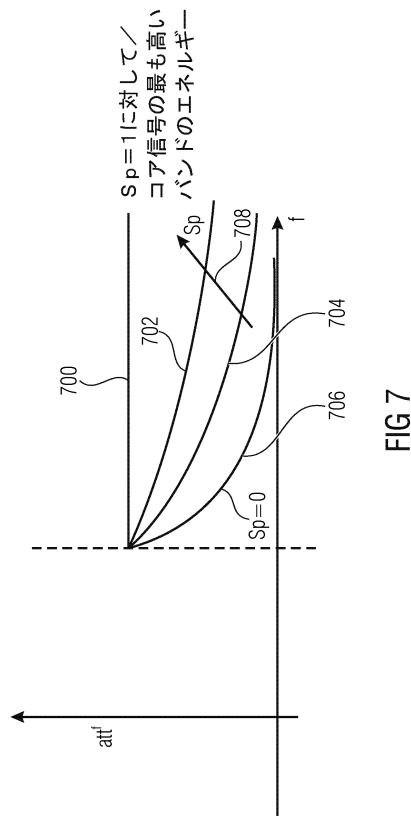
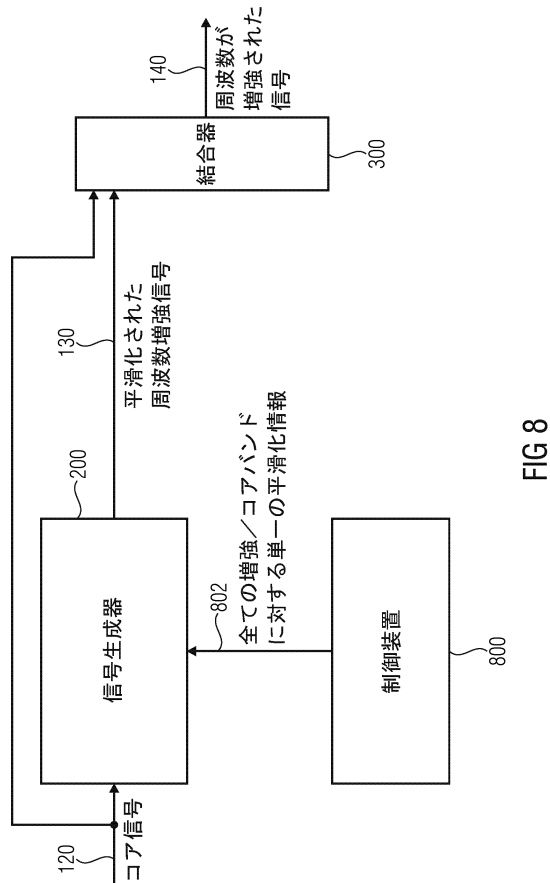


FIG 7

【図 8】



【図 9】

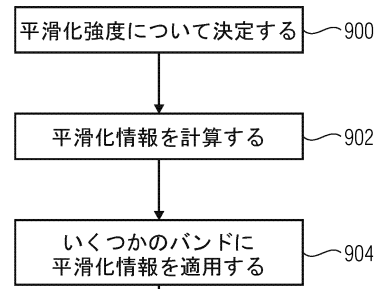


FIG 9

【図 10】

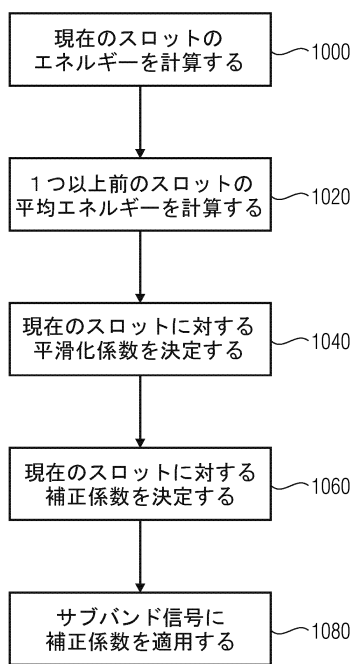


FIG 10

【図 11】

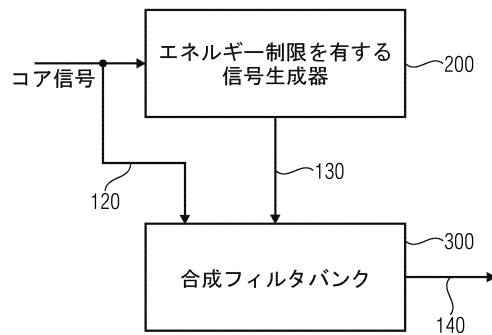


FIG 11

【図 12 a】

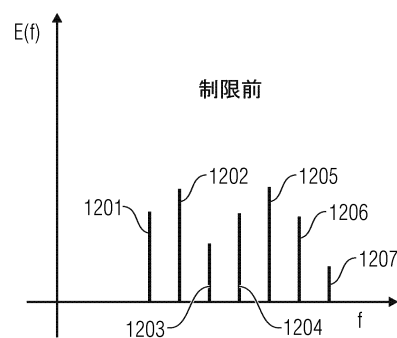
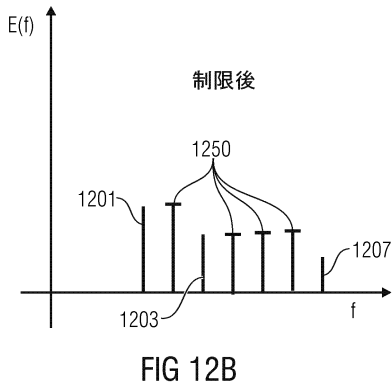
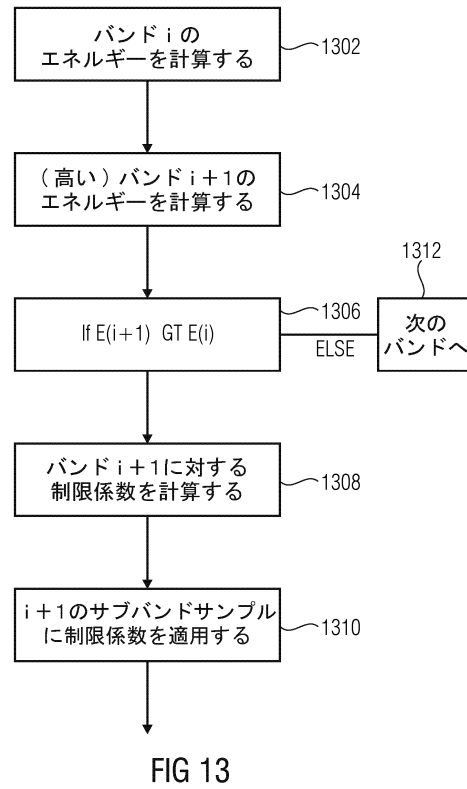


FIG 12A

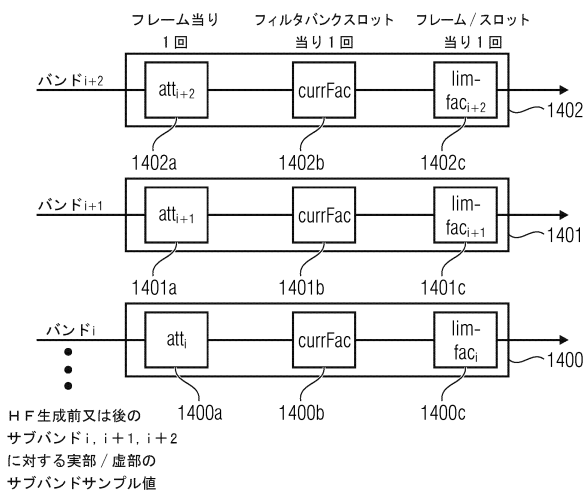
【図 12 b】



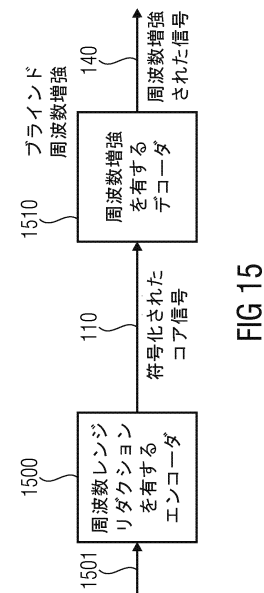
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

- (72)発明者 ガイガー ラルフ
ドイツ連邦共和国 9 1 0 5 2 エアランゲン ヤーコブ - ヘルツ - ヴェーク 3 6
- (72)発明者 ヘルムリッヒ クリスティアン
ドイツ連邦共和国 9 1 0 5 4 エアランゲン ハウプトシュトラーセ 6 8
- (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 エッツラウブヴェーク 7
- (72)発明者 シュミット コンスタンティン
ドイツ連邦共和国 9 0 4 8 9 ニュルンベルグ ヘーアヴァーゲンシュトラーセ 2 1

審査官 五貫 昭一

- (56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 1 9 7 8 6 2 (J P , A)
特表 2 0 1 1 - 5 2 7 4 4 8 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 3 7 5 8 2 (J P , A)
特表 2 0 1 3 - 5 3 1 2 8 1 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 1 0 L 2 1 / 0 3 8 8