

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5047971号  
(P5047971)

(45) 発行日 平成24年10月10日(2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月27日(2012.7.27)

(51) Int.Cl. F I  
G 1 0 L 19/00 (2006.01) G 1 0 L 19/00 2 3 0

請求項の数 20 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-530469 (P2008-530469)	(73) 特許権者	501263810
(86) (22) 出願日	平成18年9月4日(2006.9.4)		トムソン ライセンシング
(65) 公表番号	特表2009-508169 (P2009-508169A)		Thomson Licensing
(43) 公表日	平成21年2月26日(2009.2.26)		フランス国, 92130 イッシー レ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2006/065973		ムーリノー, ル ジャンヌ ダルク,
(87) 国際公開番号	W02007/031423		1-5
(87) 国際公開日	平成19年3月22日(2007.3.22)		1-5, rue Jeanne d' A
審査請求日	平成21年8月3日(2009.8.3)		rc, 92130 ISSY LES
(31) 優先権主張番号	05090261.8		MOULINEAUX, France
(32) 優先日	平成17年9月16日(2005.9.16)	(74) 代理人	100070150
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位相修正を用いることによるオーディオ信号の現物参照なし透かし

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

オーディオ信号に埋め込まれたデータに、前記オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換されたブロックの振幅・位相ベクトル  $s$  の位相値の修正を用いることによって透かしを入れる方法であって、

透かしデータの現行ビットの値により、対応する基準データ系列の選択又は生成を制御する工程であって、前記基準データ系列の周波数領域内の位相値ベクトルを  $p$  と表す工程と、

前記対応する基準データ系列によって、前記オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換されたブロックの位相値を、位相値ベクトル  $d$  ( $d = p - \text{位相}$ ) だけ、修正する工程であって、一方で、ベクトル  $d$  の各ピンは、 $-$  より低い場合、 $2$  だけ増やされ、よりも大きい場合、 $2$  だけ減らされ、他方で、ベクトル  $d$  の各ピンは、位相値ベクトル  $m$  内の対応する値に更に制限され、前記ベクトル  $m$  では、前記位相値修正の所定の最大量が心理音響関連の算出によって判定される工程と、

前記オーディオ信号の前記現行のブロックの修正されたバージョンを周波数対時間領域変換する工程と、

前記透かしを入れたオーディオ信号の対応する部分を入力する工程とを含む方法。

【請求項 2】

オーディオ信号に埋め込まれていた透かしデータを、前記オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換されたブロックの振幅・位相ベクトル  $s$  の位相値の修正を用いることに

よって回復する方法であって、

前記透かしデータの現行ビットの値は、対応する基準データ系列の選択又は生成によって制御されており、前記基準データ系列の周波数領域内の位相値ベクトルを  $p$  と表し、前記対応する基準データ系列によって、前記オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換されたブロックの位相値が位相値ベクトル  $d$  ( $d = p$  - 位相) だけ、修正されており、

一方で、ベクトル  $d$  の各ピンは、 $-$  より低い場合、 $2$  だけ増やされ、 $+$  よりも大きい場合、 $2$  だけ減らされ、他方で、ベクトル  $d$  の各ピンは、位相値ベクトル  $m$  内の対応する値に更に制限され、前記ベクトル  $m$  では、前記位相値修正の所定の最大量が心理音響関連の算出によって判定され、

前記オーディオ信号の前記現行のブロックの修正されたバージョンを周波数対時間領域変換して、前記透かしを入れたオーディオ信号の対応する部分を生成し、前記方法は、

透かしを入れたオーディオ信号の現行ブロックを、前記基準データ系列の候補の周波数対時間領域変換バージョンと相関化又は整合させる工程であって、平坦な振幅値は、前記周波数対時間領域変換前に候補位相値ベクトル  $p$  に割り当てられる工程と、

前記相関化又は前記整合の結果から、前記透かしデータのビット値を判定する工程とを含む方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の方法であって、前記時間対周波数変換が FFT であり、前記周波数対時間領域変換が逆 FFT である方法。

【請求項 4】

請求項 2 記載の方法であって、前記時間対周波数変換が FFT であり、前記周波数対時間領域変換が逆 FFT である方法。

【請求項 5】

請求項 1 又は 3 記載の方法であって、入力における前記オーディオ信号が、重なってウィンドウイングされ、出力において相応して重ねられ、加えられる方法。

【請求項 6】

請求項 2 又は 4 記載の方法であって、入力における前記オーディオ信号が、重なってウィンドウイングされ、出力において相応して重ねられ、加えられる方法。

【請求項 7】

請求項 1、及び 3 乃至 6 の何れか一項に記載の方法であって、基準データ系列に対応する前記位相値修正は、スペクトル拡散系列又は  $m$  - 系列の位相に対応する修正である方法。

【請求項 8】

請求項 1、及び 3 乃至 6 の何れか一項に記載の方法であって、前記現行ブロック内で、前記周波数領域において、所定の最大量だけの位相値修正を備えた前記周波数範囲以外の残りの周波数範囲では、前記オーディオ信号の位相は、前記所定の最大量よりも小さな量だけ、心理音響の算出を用いて適応的に修正される方法。

【請求項 9】

請求項 1、及び 3 乃至 7 の何れか一項に記載の方法であって、前記周波数領域において、1 つ又は複数の周波数範囲における前記オーディオ信号の振幅が、前記 1 つ又は複数の周波数範囲において許容可能な位相修正が増大させられるように心理音響の算出を用いて修正される方法。

【請求項 10】

請求項 2、4、及び 6 の何れか一項に記載の方法であって、前記相関化又は前記整合前に、前記透かしを入れたオーディオ信号は、その振幅レベルが平坦になるか又は値「1」を得るように整形される方法。

【請求項 11】

オーディオ信号に埋め込まれたデータに、前記オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換されたブロックの振幅・位相ベクトル  $s$  の位相値の修正を用いることによって透かしを入れる装置であって、

10

20

30

40

50

透かしデータの現行ビットの値により、対応する基準データ系列の選択又は生成を制御するよう適合された手段であって、前記基準データ系列の周波数領域内の位相値ベクトルを  $p$  と表す手段と、

前記対応する基準データ系列によって、前記オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換されたブロックの位相値を、位相値ベクトル  $d$  ( $d = p - \text{位相}$ ) だけ、修正するよう適合された手段であって、一方で、ベクトル  $d$  の各ピンは、 $-$  より低い場合、 $2$  だけ増やされ、 $+$  よりも大きい場合、 $2$  だけ減らされ、他方で、ベクトル  $d$  の各ピンは、位相値ベクトル  $m$  内の対応する値に更に制限され、前記ベクトル  $m$  では、前記位相値修正の所定の最大量が心理音響関連の算出によって判定されるよう適合された手段と、

前記オーディオ信号の前記現行のブロックの修正されたバージョンを周波数対時間領域変換し、前記透かしを入れたオーディオ信号の対応する部分を出力するよう適合された手段とを備える装置。

10

【請求項 1 2】

オーディオ信号に埋め込まれていた透かしデータを、前記オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換されたブロックの振幅・位相ベクトル  $s$  の位相値の修正を用いることによって回復する装置であって、

前記透かしデータの現行ビットの値は、対応する基準データ系列の選択又は生成によって制御されており、前記基準データ系列の周波数領域内の位相値ベクトルを  $p$  と表し、前記対応する基準データ系列によって、前記オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換されたブロックの位相値が位相値ベクトル  $d$  ( $d = p - \text{位相}$ ) だけ、修正されており、

20

一方で、ベクトル  $d$  の各ピンは、 $-$  より低い場合、 $2$  だけ増やされ、 $+$  よりも大きい場合、 $2$  だけ減らされ、他方で、ベクトル  $d$  の各ピンは、位相値ベクトル  $m$  内の対応する値に更に制限され、前記ベクトル  $m$  では、前記位相値修正の所定の最大量が心理音響関連の算出によって判定され、

前記オーディオ信号の前記現行のブロックの修正されたバージョンを周波数対時間領域変換して、前記透かしを入れたオーディオ信号の対応する部分を生成し、前記装置は、

透かしを入れたオーディオ信号の現行ブロックを、前記基準データ系列の候補の周波数対時間領域変換バージョンと相関化又は整合させるよう適合され、平坦な振幅値は、前記周波数対時間領域変換前に候補位相値ベクトル  $p$  に割り当てられ、前記相関化又は前記整合の結果から、前記透かしデータのビット値を判定するよう適合された手段とを備える装置。

30

【請求項 1 3】

請求項 1 1 記載の装置であって、前記時間対周波数変換が FFT であり、前記周波数対時間領域変換が逆 FFT である装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 記載の装置であって、前記時間対周波数変換が FFT であり、前記周波数対時間領域変換が逆 FFT である装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 又は 1 3 に記載の装置であって、入力における前記オーディオ信号が、重なってウィンドウイングされ、出力において相応して重ねられ、加えられる装置。

40

【請求項 1 6】

請求項 1 2 又は 1 4 に記載の装置であって、入力における前記オーディオ信号が、重なってウィンドウイングされ、出力において相応して重ねられ、加えられる装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 1、及び 1 3 乃至 1 6 の何れか一項に記載の装置であって、基準データ系列に対応する前記位相値修正は、スペクトル拡散系列又は  $m$  - 系列の位相に対応する修正である装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 1、及び 1 3 乃至 1 6 の何れか一項に記載の装置であって、前記現行ブロック内で、前記周波数領域において、所定の最大量だけの位相値修正を備えた前記周波数範囲

50

以外の残りの周波数範囲では、前記オーディオ信号の位相は、前記所定の最大量よりも小さな量だけ、心理音響の算出を用いて適応的に修正される装置。

【請求項 19】

請求項 11、及び 13 乃至 17 の何れか一項に記載の装置であって、前記周波数領域において、1 つ又は複数の周波数範囲における前記オーディオ信号の振幅が、前記 1 つ又は複数の周波数範囲において許容可能な位相修正が増大させられるように心理音響の算出を用いて修正される装置。

【請求項 20】

請求項 12、14、及び 16 の何れか一項に記載の装置であって、前記相関化又は前記整合前に、前記透かしを入れたオーディオ信号は、その振幅レベルが平坦になるか又は値「1」を得るように整形される装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、オーディオ信号の位相の修正を用いることにより、オーディオ信号に埋め込まれた透かしデータを送信又は回復する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

オーディオ信号の透かしは、オーディオ・コンテンツ内の変化を人間の聴覚系によって認識することが可能でないようにオーディオ信号を操作することを意図している。大半のオーディオ透かし手法は、オーディオ信号の周波数スペクトル全体をカバーするスペクトル拡散信号を元のオーディオ信号に付加するか、又は、スペクトル拡散信号によって変調された 1 つ又は複数の搬送波を元のオーディオ信号に挿入する。ある程度可聴で、ある程度ロバストな透かしの可能性が多く存在している。現在最もよく目につく手法は、心理音響学的に整形されたスペクトル拡散を用いる（例えば、国際公開 97/33391 号明細書及び米国特許第 6061793 号明細書を参照のこと）。この手法は、可聴性とロバスト性との好適な妥協策を提供するが、そのロバスト性は最適でない。

20

【0003】

別の手法では、符号化データ（すなわち、透かし）は、位相符号化により、元のオーディオ信号の位相に隠される（W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, A. Lu, 「Techniques for Data Hiding」, IBM Systems Journal 35, Nos. 3 & 4, 1996, pp. 313 - 336）。

30

【0004】

更なる手法に位相変調がある（S. S. Kuo, J. D. Johnston, W. Turin, S. R. Quackenbusch, "Covert Audio Watermarking using Perceptually Tuned Signal Independent Multiband Phase Modulation", IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), May 2002, vol. 2, IEEE Press, pp. 1753 - 1756）。

40

【0005】

しかし、一部のタイプのオーディオ信号の場合、復号化器側でスペクトル拡散を取り出し、復号化することが可能でない。スペクトル拡散系列によって変調された搬送波が用いられた場合、ノッチ・フィルタを施すことによって搬送波を容易に除去することが可能である。

【0006】

上記位相符号化手法の欠点は、クロッピングに対してロバストでなく、許容可能なデータ・レートを達成しないという点であり、何れの位相関連手法も元のオーディオ信号を復

50

号化のために必要とし、したがって、検出器は、現物参照なしで機能する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明によって解決しようとする課題は、復号化器側における透かし検出信頼度を向上させ、透かし信号のロバスト性を向上させ、それにより、復号化器における現物参照なし検出器動作をなお可能にする。この課題は、請求項1及び3に記載の方法によって解決される。前述の方法を利用する装置を請求項2及び4に記載している。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、透かし信号データを埋め込むためにオーディオ信号の位相修正を用いる。復号化器側における現物参照検出が実現可能である。すなわち、元のオーディオ信号は、透かし信号の復号化に必要でない。スペクトル領域では、オーディオ信号の位相は、基準位相系列（「-」以上「+」以下の位相値のスペクトル拡散系列あるいはm-系列あるいは疑似ランダム分布）の位相によって操作することが可能である。これは、重なるブロックにオーディオ信号を分割する工程と、フーリエ変換や何れかの他の時間対周波数領域変換によって前述のブロックを変換する工程と、基準位相系列の疑似乱数、及び人間の聴覚系のモデルに基づいて元の位相を変更する工程と、位相変更スペクトルを時間領域に逆（フーリエ）変換する工程と、ブロックに対してオーバーラップ/加算を行う工程とを含み得る。生成される変更オーディオ信号は、元の信号のように聞こえる。

【0009】

周波数範囲全体にわたる、オーディオ信号位相の変化は可聴であり得るので、強い（-/+）より高い周波数及び/又は雑音の多いオーディオ信号部分にある1つ又は複数の小周波数範囲内でのみ行われる。対応する周波数範囲は、心理音響学の原理によって判定される。

【0010】

更なる実施例では、残りの周波数範囲では、位相値も変更することが可能である。位相変更の許容可能な範囲は、心理音響学の原理によって制御される。更に、（より可聴でない）スペクトル・ピンの振幅を心理音響学の原理によって変更して、なお大きな（可聴でない）位相変更を可能にすることができる。

【0011】

透かしを入れたオーディオ信号は、符号化に用いられた対応する逆（フーリエ）変換候補基準位相系列と、受信されたオーディオ信号とを相関化することにより、又は、相関化の代わりに整合フィルタを用いることにより、復号化器側で復号化される。

【0012】

本発明は、ロバスト性と可聴性との間の好適な妥協策を達成し、高データ・レートを達成し、リアルタイム処理を容易にし、埋め込みシステムに適している。

【0013】

基本的には、本発明の方法は、オーディオ信号の位相の修正を用いることにより、オーディオ信号に埋め込まれたデータに透かしを入れることに適している。上記方法は、

対応する基準データ系列の選択又は生成を、透かしデータの現行ビットの値によって制御する工程と、

オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換ブロックにおける位相値を、対応する基準データ系列によって修正する工程であって、現行ブロック内で、所定の最大量だけの位相値修正の許容可能な周波数範囲が、心理音響関連算出によって判定される工程と、

オーディオ信号の現行ブロックの修正バージョンを周波数対時間変換する工程と、

透かしを入れたオーディオ信号の対応する部分を出力する工程とを含む。

【0014】

基本的には、本発明の装置は、オーディオ信号の位相の修正を用いることにより、オーディオ信号に埋め込まれたデータに透かしを入れることに適している。上記装置は、

10

20

30

40

50

対応する基準データ系列の選択又は生成を、透かしデータの現行ビットの値によって制御するよう適合させた手段と、

オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換ブロックにおける位相値を、対応する基準データ系列によって修正するよう適合させた手段であって、現行ブロック内で、所定の最大量だけの位相値修正の許容可能な周波数範囲が、心理音響学関連の算出によって判定される手段と、

オーディオ信号の現行ブロックの修正バージョンを周波数対時間変換するよう適合させ、透かしを入れたオーディオ信号の対応する部分を出力するよう適合させた手段とを含む。

#### 【 0 0 1 5 】

10

基本的には、本発明の透かし復号化方法は、オーディオ信号の位相の修正を用いることにより、オーディオ信号に埋め込まれていた透かしデータの回復に適している。透かしデータの現行ビットの値は、対応する基準データ系列の選択又は生成によって制御されており、対応する基準データ系列によって、オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換ブロックにおける位相値が修正されており、それにより、現行ブロック内で、所定の最大量だけの位相値修正の許容可能な周波数領域が、心理音響学関連の算出によって判定されており、オーディオ信号の現行ブロックの修正バージョンを周波数対時間変換して、透かしを入れたオーディオ信号の対応する部分を形成し、

基準データ系列の候補の周波数対時間領域変換バージョンと、透かしを入れたオーディオ信号の現行ブロックとを相関化又は整合する工程と、

20

相関化又は整合の結果から、透かしデータのビット値を判定する工程とを含む。

#### 【 0 0 1 6 】

基本的には、本発明の透かし復号化装置は、オーディオ信号の位相の修正を用いることにより、オーディオ信号に埋め込まれていた透かしデータの回復に適している。透かしデータの現行ビットの値は、対応する基準データ系列の選択又は生成によって制御されており、対応する基準データ系列によって、オーディオ信号の現行の時間対周波数領域変換ブロックにおける位相値が修正されており、それにより、現行ブロック内で、所定の最大量だけの位相値修正の許容可能な周波数領域が、心理音響学関連の算出によって判定されており、オーディオ信号の現行ブロックの修正バージョンを周波数対時間変換して、透かしを入れたオーディオ信号の対応する部分を形成し、

30

基準データ系列の候補の周波数対時間領域変換バージョンを生成又は記憶するよう適合させた手段と、

基準データ系列の候補の周波数対時間領域変換バージョンと、透かしを入れたオーディオ信号の現行ブロックを相関化又は整合するよう適合させ、

相関化又は整合結果から、透かしデータのビット値を判定するよう適合させた手段とを含む。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【 0 0 1 7 】

本発明の効果的な実施例を更に、それぞれの従属クレームに記載する。

#### 【 0 0 1 8 】

本発明の例示的な実施例を、添付図面を参照して表す。

40

#### 【実施例】

#### 【 0 0 1 9 】

図1では、符号化器側で、元のオーディオ入力信号AUIが(フレーム単位又はブロック単位で)、位相変更モジュールPHCHMに供給され、心理音響算出器PSYAに供給される。PSYAでは、オーディオ入力信号の現行の心理音響特性が判定される。PSYAは、オーディオ信号の位相に透かし情報をPHCHMが割り当てることが可能な周波数範囲及びノ又は時点を制御する。段PHCHMにおける位相変更が周波数領域において行われ、修正オーディオ信号が、出力される前に時間領域にもう一度変換される。段PHCHMにおける位相修正が周波数領域で行われ、修正オーディオ信号は、出力される前に時間領域にもう一度変換される。

50

周波数領域及び時間領域への前述の変換は、FFT及び逆FFTそれぞれを用いることによって行うことが可能である。オーディオ信号の対応する位相部分は、拡散系列段SPRSEQにおいて記憶又は生成されたスペクトル拡散系列（例えば、m系列）の位相によって段PHCHMにおいて操作される。透かし情報（すなわち、パイロード・データPD）は、段SPRSEQを相応に制御するビット値変調段BVMODに供給される。段BVMODでは、PDデータの現行ビット値を用いて、符号化器疑似雑音系列を段SPRSEQで変調する。例えば、現行ビット値が「1」の場合、符号化器疑似雑音系列は変わらない状態に保たれる一方、現行ビット値が「0」に対応する場合、符号化器疑似雑音系列を反転させる。前述の系列は、値の「ランダムな」分布を有し、好ましくは、オーディオ信号フレームに対応する長さを有する。

【0020】

10

位相変更に用いる現行周波数範囲は、現行オーディオ信号AUIに依存し、心理音響モデルによって動的に判定される。位相操作は、前述の領域のカットオフを阻止するために種々の周波数範囲で行うことが可能である。

【0021】

「通常の」スペクトル拡散透かし信号をオーディオ信号の振幅に時間領域又は周波数領域において更に付加することも可能である。

【0022】

位相変更モジュールPHCHMは、対応する透かしオーディオ信号WMAUを出力する。

【0023】

復号化器側では、復号化器拡散系列段DSRSEQにおいて記憶又は生成された候補復号化器拡散系列又は疑似雑音系列（その一方が符号化器において用いられている）の1つ又は複数の周波数対時間領域変換バージョンにその位相が相関化される相関化器CORRを（フレーム単位又はブロック単位で）透かしオーディオ信号WMAUが通過する。相関化器は、対応する透かし出力信号WMOのビット値を供給する。

20

【0024】

効果的には、復号化器側の相関化出力は常に、著しいピーク（透かし情報ビットに対応する）を含む。（整形された）拡散系列がオーディオ信号振幅に付加された場合、これはあてはまらないことが多い。オーディオ信号の品質を劇的に損なうことなくオーディオ信号からこの種の透かしを除去することは可能でない。透かしのロバスト性はしたがって、向上する。

30

【0025】

特定の周波数範囲及び/又は特定の時点のみで位相を修正する代わりに、特定の条件下では、周波数範囲全体が位相修正の対象となり得る。

【0026】

この実施例の実現形態例を以下に示す。別々の2つの位相ベクトル $p_0$ 及び $p_1$ が作成される。- と の間に513の疑似乱数をそれぞれが備える（実際は、最初の値及び最後の値が用いられることはないが、単純にするために、この点については割愛する）。図2では、オーディオ入力信号AUIが、ウィンドウイング段WNDにおける長さ1024のサンプルのブロック又はフレームに切断される。第1のブロックは、フーリエ変換器FTRにおいてFFTを用いてスペクトル領域に変換される。それにより、長さ513のベクトル $s$ （振幅、位相）が生成される。心理音響学の法則に基づけば、現行スペクトル・ブロックのピン毎の位相限度算出器PHLCにおいて、可聴にならずにその位相値を付加し、ベクトル $m$ （位相のみ）をもたらすことができる許容可能な最大位相シフトが計算される。ゼロ周波数にある係数又はピンは位相値を有していないので、ベクトル $m$ の最初の要素及び最後の要素はゼロである。

40

【0027】

「ゼロ」パイロード（すなわち、透かし）データPDビットを送信する場合、ベクトル $p$ （位相のみ）が基準位相部分段RPHSにおいて生成され（ $p=p_0$ ）、 $p=p_1$ の透かしデータ・ビット「1」を送信する場合、ベクトル $p$ が生成される（ $p=p_1$ ）。

【0028】

50

新たなベクトルdが、位相修正段PHCHにおいて、 $d=p$ -位相(s)で算出され、ベクトルdのピンj毎に正規化工程が行われる。

【 0 0 2 9 】

```
if d(j)<- then d(j)=2 +d(j)
elseif d(j)> then d(j)=-2 +d(j)
else d(j)は変わらない状態に留まる
end
```

次に、段PHLCで検査された心理音響限度が、ピンi毎に算出することによって段PHCHで考慮される。

【 0 0 3 0 】

```
If d(j)<-m(j) then d(j)=-m(j)
elseif d(j)> m(j) then d(j)=m(j)
else d(j)は変わらない状態に留まる
end
```

次の工程では、修正されたオーディオ信号yが、  
 $y = \text{IFFT}(|s|e^{i(\text{phase}(s)+d)})$

として逆フーリエ変換段IFTRで算出される。ここで、iは虚数を表す。この修正されたオーディオ信号は、元の信号のように聞こえるが、透かしを入れたデータ・ビットを含む。

【 0 0 3 1 】

ブロッキング・アーチファクトは、ブロックを（例えば、周知の正弦ウィンドウと）重ねることにより、オーバーラップ及びアッド段O A D Dにおいて削減することが可能である。

【 0 0 3 2 】

図3は、信号sのブロックの元の位相、及びそのブロックの、「o」でマーキングされた修正位相の例示的な図を示す。各周波数ピンにおいて最大10度の位相シフトを可能にする、加工度が非常に低い心理音響モデルが用いられている。

【 0 0 3 3 】

図4は、本発明の透かし復号化器におけるデータ・フローを示す。透かしを入れたオーディオ信号WMAUは（フレーム単位又はブロック単位で）、任意の整形段SHPを通して相関化器CORRに進む。整形は、その振幅レベルが平坦になるか、又は値「1」になるように受信オーディオ信号を増幅するか、又は減衰させる。（復号化器側で知られている）ベクトル $p=p_0$ 及び $p=p_1$ によって表す基準位相値には、平坦な振幅値（例えば、「1」）が割り当てられ、結果として生じる複素数組又は複素数系列がその後、基準位相段REFPHにおいてIFFT変換され、基準ベクトル若しくは系列 $w_0$ 及び $w_1$ をもたらすか、又は、このIFFT変換形式で段REFPHに既に記憶される。すなわち、

$$w_0 = \text{IFFT}(e^{iP_0}), w_1 = \text{IFFT}(e^{iP_1})$$

である。

【 0 0 3 4 】

前述の2つのベクトル又は疑似雑音系列 $w_0$ 及び $w_1$ は、時間領域で相関化器CORRにおいて、透かしを入れた整形オーディオ信号と相関化される。

透かしを入れたオーディオ信号と、埋め込まれた透かしデータ・ビットと同じ位相ベクトルを有する一列 $w_0$ 又は $w_1$ との相関化は、相関化結果においてピークPKを示す一方、前述の透かしを入れたオーディオ信号の、他方の系列 $w_1$ 又は $w_0$ それぞれとの相関化は、相関化結果において雑音のみを示す。相関化器は、対応するビット値を割り当て、それによって生じる透かし出力信号WMOを供給する。

【 0 0 3 5 】

図5は、図3の例示的な位相信号の相関化結果を示す。「CPH」は、正確な位相信号の一部を示す一方、「WPH」は、誤った位相信号の一部を示す。

【 0 0 3 6 】

図1及び図4では、相関化器CORRを、適切な整合フィルタで置き換え、同じ結果につな

10

20

30

40

50

がり得る。

【0037】

理論上、単一の位相ベクトルのみを一透かしデータ・ビットの伝送に用い、例えば、「1」の送信に元のベクトルを用い、「0」の送信に、「-」だけ調節した同じベクトルを用いることで十分である。しかし、別々の2つの位相ベクトルを用いた場合、処理が更にならずとロバストであることが実験によって明らかになっている。

【0038】

別々のいくつかのランダムな位相ベクトルをブロック毎に用い、各値が一位相ベクトルにマッピングされた場合、オーディオ信号ブロック毎にいくつかの透かしデータ・ビットを伝送することが可能である。

【0039】

本発明の処理の基本手法を、  
同期化ブロックに始まり、誤り訂正によって保護されたペイロード・ビットが続く別個のフレームにペイロードを分割し、  
オーディオ信号の現行の内容に応じた種々の位相ベクトルによって、同じペイロード値を符号化し、  
現行のオーディオ信号の内容に応じてオーディオ信号フレームをスキップし、このスキップを復号化器に通知する、  
スペクトル拡散透かしによって知られている構成と組み合わせることが可能である。

【0040】

更なる改良は、オーディオ信号の、位相のみならず。振幅も考慮に入れることによって達成することが可能である。例えば、本願記載の実現形態では、心理音響モジュールPSYA又はPHLCが、特定の周波数において、10度の位相シフトが可聴でない旨を判定する。改良された心理音響モジュールは、10度の位相シフトが、特定の現行の振幅だけでは可聴でないが、現行の振幅が15度の場合、可聴でない状態で位相シフトがない可能になる。この場合、元のスペクトルの振幅値は半分になり、その対応する位相値は15度だけ変更される。

【0041】

図6乃至図8は、本発明の3つの実施例を示す。

【0042】

図6は、現行のオーディオ・ブロックにおける元のオーディオ・スペクトル振幅ASAを電力P/周波数fで示す。オーディオ信号スペクトルの特定の周波数範囲では、位相値は、所定の最大オーディオ信号位相変更値ASPHにセットされる。右の境界のスケールは、相対位相変更RPHを示す。

【0043】

図7では、オーディオ信号スペクトルの他の周波数範囲における更なる位相変更ASPHが存在し、位相変更の量は、心理音響学によって求められる。すなわち、周波数領域における変更ブロックで、最大(例えば、-/+ )位相値修正を備えた周波数範囲以外の残りの周波数範囲において、オーディオ信号の位相が、最大量より小さな量だけ、心理音響計算を用いて適応的に修正される。

【0044】

図8は、オーディオ信号の変更された振幅ASCHA(図ではその量を強調している)に応答した、オーディオ信号スペクトルにおける振幅変更ASPHに基づいたオーディオ信号スペクトルにおける更に増加させた位相変更を示す。最も右のスケールは、振幅変更ACHを示す。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の透かし符号化器及び復号化器の単純化されたブロック図である。

【図2】より詳細な透かし符号化器のブロック図である。

【図3】時間領域における元のオーディオ信号、及び透かしを入れたオーディオ信号の図

10

20

30

40

50

である。

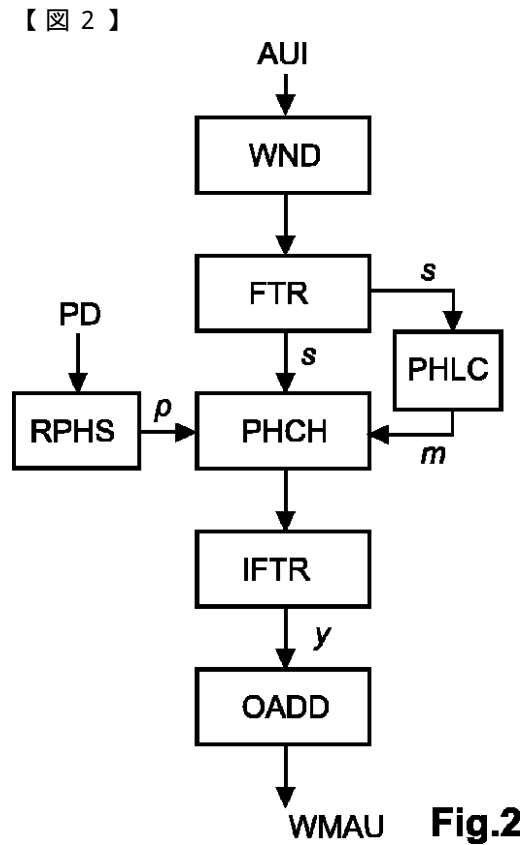
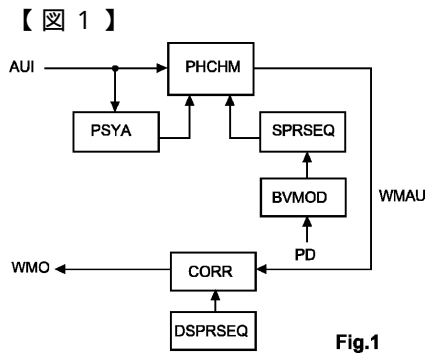
【図4】透かし復号化器のブロック図である。

【図5】相関化結果の図である。

【図6】オーディオ信号スペクトルの特定の領域におけるはい/いいえの位相変更の図である。

【図7】オーディオ信号スペクトルの他の領域における更に心理音響学的に制御された位相変更の図である。

【図8】オーディオ信号スペクトルにおける振幅変更に基づいた、オーディオ信号スペクトルにおける位相変更の増加を示す図である。



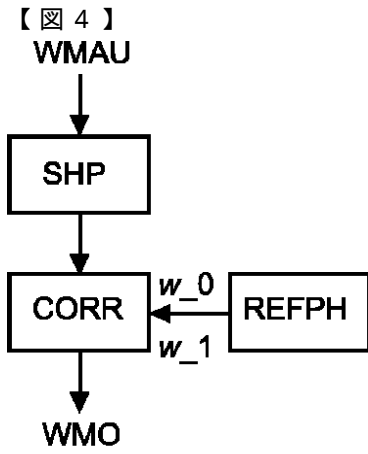
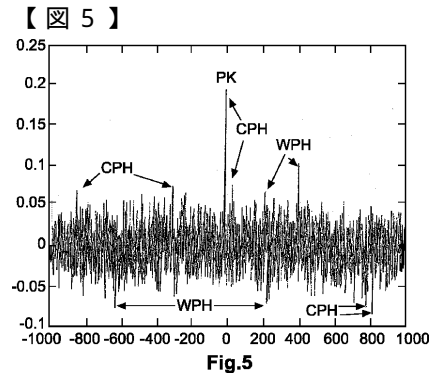
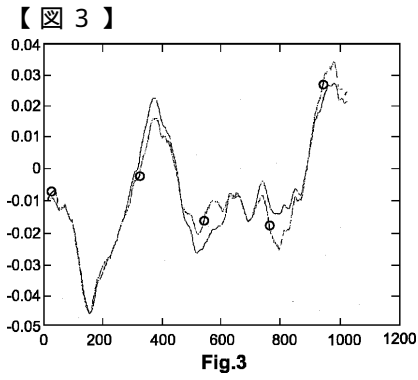
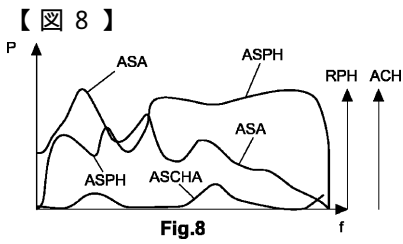
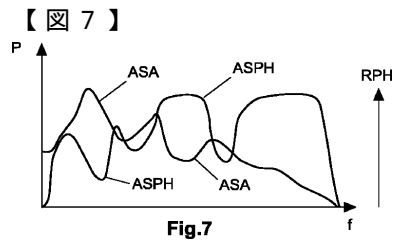
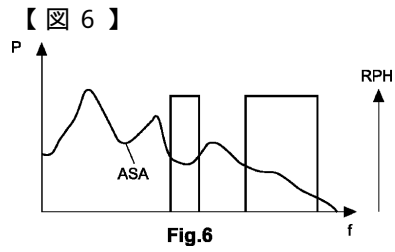


Fig.4



---

フロントページの続き

- (72)発明者 フェーシング, ヴァルター  
ドイツ連邦共和国, 3 0 4 5 5 ハノーヴァー, レマルクヴェーク 2 3
- (72)発明者 バオム, ペーター ゲオルク  
ドイツ連邦共和国, 3 0 5 3 9 ハノーヴァー, アッシェンドルファー・シュトラッセ 2 5

審査官 井上 健一

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0033579 (US, A1)  
特開2001-005471 (JP, A)  
特開2003-108169 (JP, A)  
特開2003-259314 (JP, A)  
国際公開第2003/105068 (WO, A1)  
特開2004-341066 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G10L 19/00