

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-511025

(P2017-511025A)

(43) 公表日 平成29年4月13日(2017.4.13)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO4R 1/10 (2006.01)		HO4R 1/10	104Z	5D005
HO4R 3/04 (2006.01)		HO4R 3/04		5D220
		HO4R 1/10	101A	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2016-548671 (P2016-548671)
 (86) (22) 出願日 平成27年9月9日(2015.9.9)
 (11) 特許番号 特許第6096993号 (P6096993)
 (45) 特許公報発行日 平成29年3月15日(2017.3.15)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年8月10日(2016.8.10)
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2015/089250
 (87) 国際公開番号 W02016/107207
 (87) 国際公開日 平成28年7月7日(2016.7.7)
 (31) 優先権主張番号 201410854872.4
 (32) 優先日 平成26年12月31日(2014.12.31)
 (33) 優先権主張国 中国 (CN)

(71) 出願人 512280079
 ゴーアテック インコーポレイテッド
 GOERTEK INC
 中華人民共和国、シャントン 26103
 1、ウェイハン、ハイテック インダス
 トリー ディベロップメント ディストリ
 クト、ドンファン ロード ナンバー26
 8
 (74) 代理人 100129425
 弁理士 小川 護晃
 (74) 代理人 100099623
 弁理士 奥山 尚一
 (74) 代理人 100087505
 弁理士 西山 春之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イヤホンのサウンドエフェクト補償方法、装置及びイヤホン

(57) 【要約】

【課題】本発明は、イヤホンのサウンドエフェクト補償方法、装置及びイヤホンを開示する。

【解決手段】本発明の方法は、モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得するステップと、現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算するステップと、誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うステップと、を含む。本発明の技術方案は、適応デジタル信号処理方式を用いており、異なるイヤホン装着方式でのサウンドエフェクトを動的に補償することが可能であり、イヤホン利用者にイヤホン標準装着状態での聴音効果を獲得させることができる。

【選択図】 図1

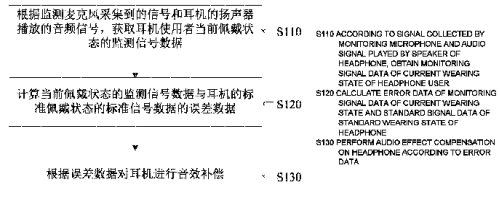


図1 / FIG.1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

イヤホンのサウンドエフェクト補償方法であって、イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクを配置し、前記方法は、

モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得するステップと

、現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算するステップと、

誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うステップと、
を含むことを特徴とするイヤホンのサウンドエフェクト補償方法。

10

【請求項 2】

前記モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得することは

、現在の装着状態で、モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生された音声信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した現在フィルタ関数を計算し、現在フィルタ関数によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを得る処理を含み、

前記イヤホンの標準装着状態での標準信号データを取得することは、

20

標準装着状態で、モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生された M 系列信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した標準フィルタ関数を計算し、標準フィルタ関数によって、前記標準信号データを得る処理を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得することは

、現在の装着状態で、所定時間内に適応フィルタリング方式を用いて各時刻の現在フィルタ関数を計算する処理と、

30

データウィンドウを設定し、前記データウィンドウに応じて、前記各時刻の現在フィルタ関数に対してサンプリングを行う処理と、

連続する所定数のサンプリングされた現在フィルタ関数の平均分散が定常閾値を超えていない場合、計算された各時刻の現在フィルタ関数が安定状態に到達したと確定する処理と、

安定状態に到達した何れかの現在フィルタ関数、又は、各時刻の現在フィルタ関数の平均値を前記モニタ信号データとする処理と、

を更に含むことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算することは、

40

現在フィルタ関数の現在フィルタ周波数領域関数、及び、標準フィルタ関数の標準フィルタ周波数領域関数を計算する処理と、

サウンドエフェクトによって、周波数を所定数の周波数帯域に分割する処理と、

各周波数帯域で、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値を計算するか、又は、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値を計算する処理と

、前記振幅差の平均値、又は、周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値をイヤホンのサウンドエフェクト補償に用いられる誤差データとする処理と、

50

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うことは、第二の閾値が第一の閾値より小さくなるように第一の閾値及び第二の閾値を予め設定することと、

サウンドエフェクトによって分割された各周波数帯域に対して、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値を超えていると確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償及びダイナミックレンジ制御 D R C サウンドエフェクト補償の両方を用いる処理と

10

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値より小さいが第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償のみを用いる処理と、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が増強状態にあり、且つ、増強値が第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償のみを用いる処理と、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値の変化が第二の閾値より小さいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、サウンドエフェクト補償を行わないようにする処理と、

20

をそれぞれ行うことと、

を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

イヤホンの異なる装着状態での装着信号データ及びサウンドエフェクト補償データを取得して記憶するステップと、

現在の装着状態でのモニタ信号データと、異なる装着状態での装着信号データとをマッチングして、対応するサウンドエフェクト補償データを取得するステップと、

取得したサウンドエフェクト補償データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うステップと、を更に含むことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 7】

イヤホンと人の耳との結合空洞内に配置されたモニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得するためのモニタデータ取得手段と、

現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算するための誤差データ計算手段と、

前記誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うためのサウンドエフェクト補償手段と、

40

を含むことを特徴とするイヤホンのサウンドエフェクト補償装置。

【請求項 8】

前記モニタデータ取得手段は、

モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生された音声信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した現在フィルタ関数を計算するためのフィルタ関数計算モジュールと、

現在の装着状態で、所定時間内に適応フィルタリング方式を用いて各時刻の現在フィルタ関数を計算するための適応フィルタリングモジュールと、

データウィンドウを設定し、前記データウィンドウに応じて、前記各時刻の現在フィルタ関数に対してサンプリングを行うためのサンプリングモジュールと、

50

連続する所定数のサンプリングされた現在フィルタ関数の平均分散が定常閾値を超えていないと、計算された各時刻の現在フィルタ関数が安定状態に到達したと確定するための安定状態確定モジュールと、

安定状態に到達した何れかの現在フィルタ関数、又は、各時刻の現在フィルタ関数の平均値を前記モニタ信号データとするためのモニタデータ確定モジュールと、

を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記誤差データ計算手段は、

現在フィルタ関数の現在フィルタ周波数領域関数、及び、標準フィルタ関数の標準フィルタ周波数領域関数を計算するための周波数領域関数計算モジュールと、

サウンドエフェクトによって、周波数を所定数の周波数帯域に分割するための周波数帯域分割モジュールと、

各周波数帯域で、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値を計算するか、又は、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値を計算して、前記振幅差の平均値、又は、周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値をイヤホンのサウンドエフェクト補償に用いられる誤差データとするための誤差データ計算モジュールと、

を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 10】

前記サウンドエフェクト補償手段は、

第二の閾値が第一の閾値より小さくなるように第一の閾値及び第二の閾値を予め設定しておき、サウンドエフェクトによって分割された各周波数帯域に対して、それぞれサウンドエフェクト補償を行うための閾値及び周波数バンド設定モジュールと、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値を超えていると確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザ E Q サウンドエフェクト補償及びダイナミックレンジ制御 D R C サウンドエフェクト補償の両方を用いるための第一の補償モジュールと、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値より小さいが第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザ E Q サウンドエフェクト補償のみを用いるための第二の補償モジュールと、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が増強状態にあり、且つ、増強値が第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザ E Q サウンドエフェクト補償のみを用いるための第三の補償モジュールと、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値の変化が第二の閾値より小さいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、サウンドエフェクト補償を行わないようにするためのサウンドエフェクト保持モジュールと、

を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

イヤホンの異なる装着状態での装着信号データ及びサウンドエフェクト補償データを取得して記憶するための装着データ取得手段を更に含み、

前記誤差データ計算手段は、現在の装着状態でのモニタ信号データと、異なる装着状態での装着信号データとをマッチングして、対応するサウンドエフェクト補償データを取得するために更に用いられ、

前記サウンドエフェクト補償手段は、取得したサウンドエフェクト補償データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うために更に用いられることを特徴とする請求項 7 ~ 10 のいずれか一項に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

請求項 7 ~ 1 1 のいずれか一項に記載のイヤホンのサウンドエフェクト補償装置を含み、該イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクが配置されていることを特徴とするイヤホン。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、イヤホン技術分野に関し、特に、イヤホンのサウンドエフェクト補償方法、装置及びイヤホンに関する。

【背景技術】

10

【0002】

イヤホンは、人々の日常生活及び仕事において幅広く利用されている。イヤホンは、従来のハイファイ音響機器を用いた聴音方式に比べると、その体積が小さく、持ち運びに便利で、この聴音方式には特定の場所が必要とされない。その上マイクロスピーカ技術の進歩に伴って、多くの優れたイヤホンも、広くてフラットな周波数応答曲線を実現しており、ハイファイな音楽鑑賞が保証されているため、イヤホンは、ますます多くの消費者に好まれている。しかし、多くのメーカーは、イヤホン自体の品質に非常に注目しているが、利用者のイヤホン装着状態によっても、イヤホンのもたらすべき聴音効果に影響を与えてしまうことをおそれている。

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】**【0003】**

人の耳の形状が同じではなく、イヤホンの装着きつさ及び装着方式が異なる等の要因で、イヤホンの利用者は、イヤホンの公称の聴音効果を楽しむことができないことが多い。実験によって証明されているように、正しくない装着方式は、聴音の際、低周波数、中高周波数及び残響等のいずれにも悪影響を与えてしまう。現在のイヤホンの中には、イヤホンの装着結合状況に対してサウンドエフェクト補償を行う製品がなく、そして、サウンドエフェクト検出を行う方法としては、音響的検出方法を用いるのも一般的であり、このような音響的検出方法は、計算が複雑であり、外部干渉から受ける影響が大きくて、誤った判断が生じやすい。

30

【課題を解決するための手段】**【0004】**

これに鑑みて、本発明は、外部環境の干渉を排除し、異なるイヤホン装着方式でのサウンドエフェクトを動的に補償し、イヤホン利用者にイヤホン標準装着状態での聴音効果を楽しむことができるイヤホンのサウンドエフェクト補償方法、装置及びイヤホンを提供することを主な目的とする。

【0005】

上記目的を達成するために、本発明の技術方案は、下記のように実現される。

【0006】

一つの局面によれば、本発明の実施例は、イヤホンのサウンドエフェクト補償方法を提供しており、イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクを配置し、

40

前記方法は、

モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得するステップと、

現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算するステップと、

誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うステップと、を含む。

【0007】

50

もう一つの局面によれば、本発明の実施例は、イヤホンのサウンドエフェクト補償装置を更に提供した。

該装置は、

イヤホンと人の耳との結合空洞内に配置されたモニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得するためのモニタデータ取得手段と、

現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算するための誤差データ計算手段と、

前記誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うためのサウンドエフェクト補償手段と、

を含む。

【0008】

さらなる一つの局面によれば、本発明の実施例は、上記実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償装置を含み、該イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクが配置されているイヤホンを提供した。

【発明の効果】

【0009】

従来技術と比較すると、本発明の有益な効果は、次の通りである。

本発明の実施例の技術方案では、結合空洞におけるマイク及びイヤホンスピーカの信号をモニタすることにより、利用者の現在のイヤホン装着状態をリアルタイムに取得することができ、装着状態間の誤差データによって、異なるイヤホン装着状態に対して動的サウンドエフェクト補償を行うことができ、これにより、新型となるイヤホンのサウンドエフェクト補償方案を実現し、最適な聴音効果をイヤホン利用者を感じさせる。そして、本発明の実施例では、適応デジタル信号処理方法を用いているため、実現方式が簡単で、抗干渉能力が強い。

【0010】

図面は、本発明に対する更なる理解を提供すると同時に、明細書の一部を構成するものであり、本発明の実施例とともに本発明を解釈するために用いられるが、本発明に対する制限にならない。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償方法のフローチャートである。

【図2】本発明の実施例によるサウンドエフェクト補償性能を有するイヤホンの模式図である。

【図3】本発明の実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償方法の動作原理図である。

【図4】本発明の実施例による周波数応答曲線マッチングの模式図である。

【図5】本発明の実施例による他のイヤホンのサウンドエフェクト補償方法のフローチャートである。

【図6】本発明の実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償装置の構造模式図である。

【図7】本発明の実施例による他のイヤホンのサウンドエフェクト補償装置の構造模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の主な技術的構想は、イヤホンの結合インテリジェント検出とサウンドエフェクト補償とを組み合わせ、利用者の異なるイヤホン装着状態に対して、外部環境の干渉をインテリジェントに排除し、イヤホン装着の結合状況をリアルタイムに検出して追跡するとともに、結合状況によって、動的サウンドエフェクト補償方法を用いることにより、最

10

20

30

40

50

適な聴音効果をイヤホン利用者を感じさせることにある。

【0013】

本発明の目的、技術方案及び利点がより明白になるように、以下、図面を参照して、本発明の実施形態について更に詳しく説明する。

【0014】

本発明は、適応デジタル信号処理方法を用いており、実現方式が簡単で、外部から干渉を受けにくい。イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクを配置し、結合空洞が変化すると、モニタマイクにより採集された信号も変化し、マイクにより採集された信号をリアルタイムに監視することで、イヤホンの装着結合状況を得ることができる。

【0015】

イヤホンが信号を再生する時、この信号は、イヤホンのスピーカによって再生され、結合空洞内で音響伝播を介して最終的に内蔵されたモニタマイクにより採集される。発明者は、デジタル信号処理の視点から、再生された信号と一つのフィルタとを畳み込むと、採集された信号が得られることを見出した。一方、結合空洞が変化すると、即ち、イヤホンの装着結合方式が変化すると、このフィルタもそれに依りて変化する。従って、このフィルタの関数が求められれば、イヤホンの装着状態を逆推定することができる。そして、再生される信号と結合空洞内から採集された信号とは強い相関を有するため、デジタル信号の適応方式によってフィルタを求めることができる。

【0016】

一つの局面によれば、本発明の実施例は、イヤホンのサウンドエフェクト補償方法を提供した。図1は、本発明の実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償方法のフローチャートを示している。図1に示すように、該方法は、下記のステップS110～S130を含む。

【0017】

ステップS110は、モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得する。

【0018】

具体的には、現在の装着状態で、モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生された音声信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した現在フィルタ関数を計算し、現在フィルタ関数によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを得る。

【0019】

より具体的には、現在の装着状態で、所定時間内に適応フィルタリング方式を用いて各時刻の現在フィルタ関数を計算し、データウィンドウを設定し、データウィンドウによって各時刻の現在フィルタ関数に対してサンプリングを行い、連続する所定数のサンプリングされた現在フィルタ関数の平均分散が定常閾値を超えていない場合、計算された各時刻の現在フィルタ関数が安定状態に到達したと確定し、その後、安定状態に到達した何れかの現在フィルタ関数、又は、各時刻の現在フィルタ関数の平均値をモニタ信号データとする。

【0020】

ステップS120は、現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算する。

【0021】

装着状態の誤差データを得るためには、イヤホンの標準装着状態での標準信号データを予め取得しておく必要がある。

ここで、イヤホンの標準装着状態での標準信号データを取得することは、

標準装着状態で、モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生されたM系列信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した標準フィルタ関数を計算し、標準フィルタ関数によって、標準信号データを得るという処理を含む。

10

20

30

40

50

【0022】

該ステップS120は、具体的には、現在フィルタ関数の現在フィルタ周波数領域関数、及び、標準フィルタ関数の標準フィルタ周波数領域関数を計算する処理と、サウンドエフェクトによって、周波数を所定数の周波数帯域に分割する処理と、各周波数帯域で、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との振幅差の平均値を計算するか、又は、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値を計算する処理と、前記振幅差の平均値、又は、周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値をイヤホンのサウンドエフェクト補償に用いられる誤差データとする処理と、を含む。

【0023】

ステップS130は、誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行う。

【0024】

該ステップS130は、具体的には、第二の閾値が第一の閾値より小さくなるように第一の閾値及び第二の閾値を予め設定することと、

サウンドエフェクトによって分割された各周波数帯域に対して、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値を超えていると確認された場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザーEQ (Equalizer) サウンドエフェクト補償及びダイナミックレンジ制御DRC (Dynamic Range Control) サウンドエフェクト補償の両方を用いる処理と、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値より小さいが第二の閾値より大きいと確認された場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザーEQサウンドエフェクト補償のみを用いる処理と、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が増強状態にあり、且つ、増強値が第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザーEQサウンドエフェクト補償のみを用いる処理と、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値の変化が第二の閾値より小さいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、サウンドエフェクト補償を行わないようにする処理と、

をそれぞれ行うことと、

を含む。

【0025】

本発明の実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償方法は、適応デジタル信号処理方式を用いており、モニタマイクによってイヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを得て、該モニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの間の誤差データを計算するとともに、該誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行い、これにより、外部環境の干渉を排除し、イヤホン利用者の現在の装着状態に対してリアルタイムなモニタ及び動的補償を行い、最適な聴音効果をイヤホン利用者を感じさせることができる。

【0026】

図2は、本発明の実施例によるサウンドエフェクト補償性能を有するイヤホンの模式図である。スピーカ21から発される音が信号処理回路板22によって制御されると同時に、結合空洞23内のモニタマイク24により採集されたデータも信号処理回路板22にフィードバックされて演算され、信号処理回路板22は、信号に対して適応フィルタリング処理を行う。適応フィルタリングが外部ノイズに敏感であるため、適応フィルタの収束安定性によって、外部干渉があるか否か、及び、フィルタリング結果の信頼度の高低を判断することができる。スピーカからモニタマイクまでの等価フィルタ関数を計算するととも

10

20

30

40

50

に、フィルタ関数を周波数領域に変換して、フィルタリングの周波数領域応答を求めた後、標準装着時のフィルタリング関数の周波数応答と比較して誤差データを得てから、誤差の所在している周波数領域に応じてサウンドエフェクト補償を行い、最終的には、モニタマイクにより採集される信号を標準装着時により採集される信号に近づけ、イヤホン利用者に標準装着時の聴音効果又はそれに近い聴音効果を感じさせる。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、本発明の実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償方法の動作原理図を示している。図 3 に示すように、イヤホンのサウンドエフェクト補償プロセスは、順次に以下の S 3 1 0 ~ S 3 3 0 の三つの段階を含む。

【 0 0 2 8 】

S 3 1 0 は、信号採集段階であり、スピーカ音信号 $x(t)$ を採集することと、モニタマイクの信号 $d(t)$ を採集することとを含み、 t がサンプリング時刻を表し、アナログ信号をサンプリングしてデジタル信号 $x(i)$ と $d(i)$ とをそれぞれ得て適応フィルタに入力する。

【 0 0 2 9 】

S 3 2 0 は、適応フィルタリング段階であり、入力されたデジタル信号 $x(i)$ 及び $d(i)$ に対して適応フィルタリングを行い、適応フィルタ関数を出力するとともに、適応フィルタ関数が安定状態に到達した時、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを求め、該モニタ信号データが現在フィルタ関数になる。フィルタ関数が変化期間にあり、安定状態に到達していない時、イヤホンのサウンドエフェクト補償に対する更新を停止し、その前のサウンドエフェクト補償を維持する。

【 0 0 3 0 】

S 3 3 0 は、サウンドエフェクト補償段階であり、即ち、現在フィルタ関数（適応フィルタ関数が安定状態に到達した時の現在の装着状態でのモニタ信号データ）と標準フィルタ関数（イヤホンの標準装着状態での標準信号データ）との誤差データによって、スピーカの出力信号に対してサウンドエフェクト補償を行い、イヤホン利用者に標準装着時の聴音効果又はそれに近い聴音効果を感じさせる。

【 0 0 3 1 】

以下、図 3 に示したイヤホンのサウンドエフェクト補償方法の動作原理を具体的に説明する。

【 0 0 3 2 】

イヤホンスピーカ内で再生される音信号が $x(t)$ 、外部ノイズが $n(t)$ 、結合空洞内のモニタマイクにより採集される信号が $d(t)$ であり、スピーカからモニタマイクまでの伝播経路をフィルタ $h(t)$ として記述すれば、次式が得られる。

$$d(t) = x(t) * h(t) + n(t)$$

【 0 0 3 3 】

10

20

30

$h(t)$ は、イヤホンと人の耳との結合を反映できるパラメータである。適応フィルタ理論に基づいて、 $\hat{h}(t)$ を用いて実際の $h(t)$ に近似させ、誤差の信号平均二乗値が統計的に最小になるように近似原則を設定する。アナログ信号をサンプリングしてデジタル信号を得て、 $\xi(i)$ で表す。ここで、 t に対するサンプリングを i で表すと、

$$\xi(i) = E[(d(i) - x(i) * \hat{h}(i))^2] = \min$$

これにより、適応フィルタ関数が求められる。上式からも分かるように、外部ノイズ $n(i) \equiv 0$ であると、 $\hat{h}(i)$ が $h(i)$ に限りなく近似し、外部ノイズが変化して $n(i) \neq 0$ であると、 $\hat{h}(i)$ も変化し、 $\hat{h}(i)$ の変化によって外部ノイズの干渉を識別することで、外部ノイズによる判断への影響を回避することができる。

$\hat{h}(i)$ が求められてから、それをイヤホンの標準装着状態でのフィルタ関数 $\hat{h}_{std}(i)$ と比較することで、必要な誤差データが得られる。

【 0 0 3 4 】

説明しておきたいのは、一つ一つの製品が同じではなく、結合空洞におけるマイクの取り付け位置も同じではないため、標準装着状態でのフィルタ関数は同じではない。新しい製品に対しては、その標準装着状態でのフィルタ関数を求める必要がある。フィルタ関数を求める精度を保証するために、聴音ラボで標準的な方法でイヤホンを装着し、標準装着状態で、結合空洞の音響経路に対応した正規化のフィルタ関数を検出することは、必要としてもよい。具体的な検出方法は、下記の通りになる。

【 0 0 3 5 】

10

20

スピーカに、パワーが1であるホワイトノイズ系列 $u(i)$ が入力され、モニタマイクが採集を行い、採集された出力信号が $y(i)$ であると仮定し、入力と出力との相互相関を計算すると、

$$r_{uy}(m) = E\{u(i)y(i+m)\} = r_u(m) * h(m)$$

になる。

ここで、 $r_u(m)$ は、入力の自己相関関数であり、入力は、パワーが1となるホワイトノイズであるので、 $r_u(m) = \delta(m)$ は衝撃関数となる。即ち、

$$r_{uy}(m) = h(m)$$

上式から分かるように、入力と出力との相互相関関数が求められれば、システムのフィルタの関数が求められる。更に、計算の有効性及び精度を保証するために、ホワイトノイズに代えてM系列を入力とすることで、標準装着状態でのフィルタ関数を求めることができ、それを $\hat{h}_{std}(m)$ と記す。無論、この方法によって、様々な異なる装着状態でのフィルタ関数を求めることも可能である。

$\hat{h}_{std}(m)$ が求められてから、前述した平均二乗誤差統計的最小原則によって、 $\hat{h}(i)$ に対して導関数を求めると、下記の勾配関数が得られる。

$$\nabla = 2R\hat{h} - 2p$$

ここで、 ∇ が勾配、 R がスピーカ信号 $x(i)$ の自己相関行列、 P がマイク入力 $d(i)$ とスピーカ入力 $x(i)$ との相互相関行列である。そして、勾配の統計的平均値によって、下記のようなフィルタ関数の漸化関係が得られる。

$$\hat{h}(m+1) = \hat{h}(m) + 2\mu e(m)x(m)$$

【0036】

誤差範囲が設定された後、現在の装着状態でのフィルタ関数 $\hat{h}(m)$ が最終的に安定した値に到達するが、外部にノイズが現れる場合、又は、イヤホン的人工的に移動させた場合には、 $\hat{h}(m)$ の変化を引き起こすようになり、 $\hat{h}(m)$ が変化する間に、イヤホンのサウンドエフェクトに対する補償を停止する必要がある。つまり、このとき、その前のサウンドエフェクト補償を維持する必要があり、 $\hat{h}(m)$ が再び安定状態になってからはじめて、現在フィルタ及び標準フィルタの誤差を改めて計算し、サウンドエフェクト補償を改めて行う。

【0037】

このような処理方式では、サウンドエフェクト調整が頻繁に行われることによる過重なデータ処理負担が回避され、また、調整が頻繁すぎると良い聴覚体験をもたらすことができないため、このように、人の耳の知覚可能な範囲内でサウンドエフェクトに対して合理的な調整を行い、人の耳の聴覚特性に合うことを保証する。

【0038】

10

20

30

40

時間領域適応フィルタを用いたため、1個のサンプリングポイント毎にフィルタ関数が更新されるが、フィルタ関数の出力更新をそれほど速くする必要がないと考えられる。したがって、本発明の実施例は、一つのデータウィンドウを設定し、一般的に、このウィンドウNを128又は256個のポイントにして、即ち、データの更新は、N個のポイントをサンプリングする度に一回更新する。つまり、N個のポイント毎に、一つの $\hat{h}(m)$ のベクトルを取得することができる。

【0039】

$\hat{h}(m)$ ベクトルがL次（計算精度によって決められるものであり、一般的にL=64又は128）であると仮定する。ここで、安定性を判断する基準としては、現在処理時刻に最も近いM（Mは一般的に10～100を取る）個のサンプリングポイントにおける $\hat{h}(m)$ 値の平均分散値が用いられ、最も近いM個の $\hat{h}(m)$ の平均分散が一定の定常閾値を超えていない場合、現在の $\hat{h}(m)$ が安定値であるとし、そうでない場合、 $\hat{h}(m)$ が安定ではないとする。最後に、安定状態の $\hat{h}(m)$ に対して正規化処理を行う。

【0040】

このように、モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、適応フィルタリングを行って安定状態の正規化されたフィルタ関数 $\hat{h}(m)$ を取得する。安定状態に到達した時の異なる時刻における現在フィルタ関数の差異が小さいため、安定状態に到達した何れかの現在フィルタ関数を、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データにしてもよく、又は、誤差を更に低減し、精度を保証するために、各時刻における現在フィルタ関数に対して平均値を求め、求められた平均値をイヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データにしてもよい。

【0041】

標準装着状態でのフィルタ関数 $\hat{h}_{std}(m)$ 及び現在の装着状態でのフィルタ関数 $\hat{h}(m)$ が求められてから、次に行うべきことは、 $\hat{h}(m)$ と $\hat{h}_{std}(m)$ との間の差異がどれぐらいあるのか、どこに差異があるのかを比較することであり、このような差異を人の耳の聴音効果に正確に対応付けるために、 $\hat{h}(m)$ と $\hat{h}_{std}(m)$ とを周波数領域に変換してから比較する方式を用いる。具体的な方式は、下記の通りになる。

$\hat{h}(m)$ と $\hat{h}_{std}(m)$ とをFFT（高速フーリエ変換）によって周波数領域に変換して、現在フィルタ周波数領域関数 $\hat{H}(jw)$ と標準フィルタ周波数領域関数 $\hat{H}_{std}(jw)$ とをそれぞれ得て、システムサウンドエフェクトによって、 $\hat{H}(jw)$ 及び $\hat{H}_{std}(jw)$ の周波数応答曲線を対応する周波数帯域に分割して（例えば十個の周波数帯域に分割して）、各周波数帯域における $\hat{H}(jw)$ と $\hat{H}_{std}(jw)$ との周波数応答曲線の差異を計算することで、誤差データの各周波数ポイント及び振幅値の誤差の大きさを求める。

【0042】

10

20

30

40

図4は、本発明の実施例による周波数応答曲線マッチングの模式図を示した。該周波数応答曲線は信号の周波数-振幅の曲線である。図4には、標準フィルタ周波数応答曲線と現在フィルタ周波数応答曲線とが含まれており、事前にシステムサウンドエフェクトによって周波数応答曲線全体を複数の周波数帯域に分割しておき、各周波数帯域（例えば周波

数帯域X）で、現在フィルタ $\hat{H}(j\omega)$ と標準フィルタ $\hat{H}_{std}(j\omega)$ との周波数応答曲線の振幅差の平均値を計算し、具体的な計算方式としては、該周波数帯域内で、周波数ポイントごとに該二つの周波数応答曲線の振幅の差分（二つの周波数応答曲線の振幅値の間で減算を行い、差分が正、負又は0の値であってもよい）を計算して、該周波数帯域におけるすべての周波数ポイントの振幅の差分を平均して振幅差の平均値を得るようにしてもよい。又は、

10

$\hat{H}(j\omega)$ と $\hat{H}_{std}(j\omega)$ との周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値（ベクトル）を計算し、具体的な計算方式としては、現在フィルタ周波数応答曲線によって該周波数帯域内で囲まれてなる面積と、標準フィルタ周波数応答曲線によって該周波数帯域内で囲まれてなる面積とをそれぞれ計算して、二つの面積との間で減算を行って、二つの周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値（該面積値が正、負又は0の値であってもよい）を得るようにしてもよい。計算して得られた振幅差の平均値、又は、周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値を、イヤホンのサウンドエフェクト補償に用いられる誤差データとする。

【0043】

各周波数帯域の誤差データが得られると、イコライズ（均衡）補償及びダイナミックレンジ制御補償を設計し、誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うことが可能となる。具体的には、誤差データに対して、サウンドエフェクトアルゴリズムを用いて補償を行うことであり、本発明の実施例は、イコライザー補償（EQ）とダイナミックレンジ制御による補償（DRC, Dynamic Range Control）との二つの方式を用いてサウンドエフェクトの補償を行う。これらの二つの方式は、いずれも周波数帯域に分けて行われたものである。

20

【0044】

例えば、サウンドエフェクト補償が必要な周波数帯域は十個あり、閾値Bが閾値Aより小さくなるように閾値Aと閾値Bを予め設定しておく、周波数帯域毎に、それぞれ下記の処理を行う。

30

1、本周波数帯域における現在フィルタの値が標準フィルタの値に比べて減衰状態にあり、即ち、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値が漸減状態にあり又は両者の周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値が漸減状態にあり、且つ、両周波数応答曲線の振幅差の平均値の漸減値又は両周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値の漸減値が閾値Aを超える場合、スピーカにより再生される音声信号に対してEQ及びDRCの両方を用いて補償を行う。

2、本周波数帯域における現在フィルタの値が標準フィルタの値に比べて減衰状態にあり、即ち、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値が漸減状態にあり又は両者の周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値が漸減状態にあり、且つ、両周波数応答曲線の振幅差の平均値の漸減値又は両周波数

40

応答曲線によって囲まれてなる面積値の漸減値が閾値Aより小さいが閾値Bより大きい場合、スピーカにより再生される音声信号に対してEQのみを用いて補償を行う。

3、本周波数帯域における現在フィルタの値が標準フィルタの値に比べて増強状態にあり、即ち、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値が漸増状態にあり又は両者の周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値が漸増状態にあり、且つ、両周波数応答曲線の振幅差の平均値の漸増値又は両周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値の漸増値が閾値Bより大きい場合、スピーカにより再生される音声信号に対してEQのみを用いて補償を行う。説明しておきたいのは、イヤホンの実際の装着使用中には増強状態になる場合がとても稀にあり、発生したとしても、その増強値が非常に大きくなることはない。

50

4、本周波数帯域における現在フィルタの値が標準フィルタの値に比べてその変化値が閾値Bより小さく、即ち、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値の変化値又は両者の周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値の変化値が閾値Bより小さい場合、何の処理も行わず、即ち、スピーカにより再生される音声信号に対してサウンドエフェクト補償を行わない。

【0045】

以上をまとめて、本発明の実施例は、外部環境の干渉を排除し、イヤホン装着状況をリアルタイムに検出するとともに、装着状況に応じて、異なるサウンドエフェクトを設計して動的補償を行うことで、最適な聴音効果をイヤホン利用者を感じさせることができる新しい適応サウンドエフェクト補償方法を提供している。

10

【0046】

図5は、本発明の実施例による他のイヤホンのサウンドエフェクト補償方法のフローチャートを示している。図5は、図2に示したイヤホンのサウンドエフェクト補償方法の代替方案である。図5に示すように、該方法は、下記のステップS510～S530を含む。

ステップS510は、イヤホンの異なる装着状態での装着信号データ及びサウンドエフェクト補償データを取得して記憶する。

【0047】

具体的には、標準装着状態でのフィルタ関数 $\hat{H}_{std}(m)$ を求めるのと同じ方式によって、聴音ラボ内でスピーカにM系列を入力して、様々な異なる装着状態でのフィルタ関数 $\hat{h}_1(m)$, $\hat{h}_2(m)$, $\hat{h}_3(m)$... $\hat{h}_T(m)$ を求める。

20

【0048】

様々な異なる装着状態でのフィルタ関数に対しては、サウンドエンジニアによる予めの聴音効果フィードバック情報によって、対応するサウンドエフェクト補償データを取得して、フィルタ関数とサウンドエフェクト補償データとの対応関係を予め記憶してもよい。

【0049】

ステップS520は、現在の装着状態でのモニタ信号データと、異なる装着状態での装着信号データとをマッチングして、対応するサウンドエフェクト補償データを取得する。

30

【0050】

具体的なマッチング方式としては、現在フィルタ関数を、予め取得した様々な異なる装着状態でのフィルタ関数 $\hat{h}_1(m)$, $\hat{h}_2(m)$, $\hat{h}_3(m)$... $\hat{h}_T(m)$ と比較して、一番近似したフィルタ関数に対応するサウンドエフェクト補償データを取得するようにしてもよい。

【0051】

ステップS530は、取得したサウンドエフェクト補償データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行う。

40

【0052】

図5におけるイヤホンのサウンドエフェクト補償方法によって、サウンドエフェクト補償効果が迅速にイヤホン標準装着時の聴音効果に到達し又は近接するようにすることができる。

【0053】

もう一つの局面によれば、本発明の実施例は、更に、イヤホンのサウンドエフェクト補償装置を提供した。図6は、本発明の実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償装置の構造模式図を示した。図6に示すように、該装置は、モニタデータ取得手段61、誤差データ計算手段62及びサウンドエフェクト補償手段63を含む。

【0054】

50

モニタデータ取得手段 6 1 は、イヤホンと人の耳との結合空洞内に配置されたモニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得するために用いられる。

【0055】

誤差データ計算手段 6 2 は、現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算するために用いられる。

【0056】

サウンドエフェクト補償手段 6 3 は、誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うために用いられる。

【0057】

図 6 に示す実施例に基づいて、モニタデータ取得手段 6 1 は、更に、フィルタ関数計算モジュール 6 1 1、適応フィルタリングモジュール 6 1 2、サンプリングモジュール 6 1 3、安定状態確定モジュール 6 1 4 及びモニタデータ確定モジュール 6 1 5 を含み。誤差データ計算手段 6 2 は、更に、周波数領域関数計算モジュール 6 2 1、周波数帯域分割モジュール 6 2 2 及び誤差データ計算モジュール 6 2 3 を含み。サウンドエフェクト補償手段 6 3 は、更に、閾値及び周波数バンド設定モジュール 6 3 1、第一の補償モジュール 6 3 2、第二の補償モジュール 6 3 3、第三の補償モジュール 6 3 4 及びサウンドエフェクト保持モジュール 6 3 5 を含む。

【0058】

具体的に、図 7 に示すようになり、図 7 は、本発明の実施例による他のイヤホンのサウンドエフェクト補償装置の構造模式図である。

【0059】

上記モニタデータ取得手段 6 1 において、

フィルタ関数計算モジュール 6 1 1 は、モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生された音声信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した現在フィルタ関数を計算するために用いられ、

適応フィルタリングモジュール 6 1 2 は、現在の装着状態で、所定時間内に適応フィルタリング方式を用いて各時刻の現在フィルタ関数を計算するために用いられ、

サンプリングモジュール 6 1 3 は、データウィンドウを設定し、前記データウィンドウに応じて、前記各時刻の現在フィルタ関数に対してサンプリングを行うために用いられ、

安定状態確定モジュール 6 1 4 は、連続する所定数のサンプリングされた現在フィルタ関数の平均分散が定常閾値を超えていない場合、計算された各時刻の現在フィルタ関数が安定状態に到達したと確定するために用いられ、

モニタデータ確定モジュール 6 1 5 は、安定状態に到達した何れかの現在フィルタ関数、又は、各時刻の現在フィルタ関数の平均値を前記モニタ信号データとするために用いられる。

【0060】

上記誤差データ計算手段 6 2 において、

周波数領域関数計算モジュール 6 2 1 は、現在フィルタ関数の現在フィルタ周波数領域関数、及び、標準フィルタ関数の標準フィルタ周波数領域関数を計算するために用いられ、

周波数帯域分割モジュール 6 2 2 は、サウンドエフェクトによって、周波数を所定数の周波数帯域に分割するために用いられ、

誤差データ計算モジュール 6 2 3 は、各周波数帯域で、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値を計算するか、又は、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値を計算し、振幅差の平均値、又は、周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値を、イヤホンのサウンドエフェクト補償に用いられる誤差データとするために用いられる。

【0061】

10

20

30

40

50

上記サウンドエフェクト補償手段 6 3 において、

閾値及び周波数バンド設定モジュール 6 3 1 は、第二の閾値が第一の閾値より小さくなるように第一の閾値及び第二の閾値を予め設定しておき、サウンドエフェクトによって分割された各周波数帯域に対して、それぞれサウンドエフェクト補償を行うために用いられ

、
第一の補償モジュール 6 3 2 は、誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値を超えていると確認されると、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償及びダイナミックレンジ制御 D R C サウンドエフェクト補償の両方を用いるために用いられ、

10

第二の補償モジュール 6 3 3 は、誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値より小さいが第二の閾値より大きいと確認されると、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償のみを用いるために用いられ

、
第三の補償モジュール 6 3 4 は、誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が増強状態にあり、且つ、増強値が第二の閾値より大きいと確認されると、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償のみを用いるために用いられ、

サウンドエフェクト保持モジュール 6 3 5 は、誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値の変化が第二の閾値より小さいと確認されると、スピーカにより再生される音声信号に対して、サウンドエフェクト補償を行わないようにするために用いられる。

20

【 0 0 6 2 】

本発明の実施例によるイヤホンのサウンドエフェクト補償装置は、適応デジタル信号処理方式を用いており、モニタデータ取得手段がマイクをモニタすることによりイヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得し、誤差データ計算手段が該モニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの間の誤差データを計算し、サウンドエフェクト補償手段が該誤差によってデータイヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うようにして、これにより、外部環境の干渉を排除し、イヤホン利用者の現在の装着状態に対してリアルタイムなモニタ及び動的補償を行い、最適な聴音効果をイヤホン利用者に感じさせることができる。

30

【 0 0 6 3 】

一つの好ましい実施例として、本発明によるイヤホンのサウンドエフェクト補償装置は、イヤホンの異なる装着状態での装着信号データ及びサウンドエフェクト補償データを取得して記憶するための装着データ取得手段を更に含み、

このとき、誤差データ計算手段 6 2 は、現在の装着状態でのモニタ信号データと、異なる装着状態での装着信号データとをマッチングして、対応するサウンドエフェクト補償データを取得するために更に用いられ、それに応じて、サウンドエフェクト補償手段 6 3 は、取得したサウンドエフェクト補償データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うために更に用いられる。

40

【 0 0 6 4 】

本好ましい実施例の技術方案は、サウンドエフェクト補償効果を迅速にイヤホン標準装着時の聴音効果に到達させ又は近似させるようにすることができる。本発明の装置実施例における各手段の具体的な動作方式については、本発明の方法実施例を参照することができる。ここでは説明を繰り返さない。

【 0 0 6 5 】

さらなる一つの局面によれば、本発明の実施例は、イヤホンを更に提供した。該イヤホンには、上記技術方案によるイヤホンのサウンドエフェクト補償装置が含まれ、該イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクが配置されている。ここでは説明を繰り返さな

50

い。

【 0 0 6 6 】

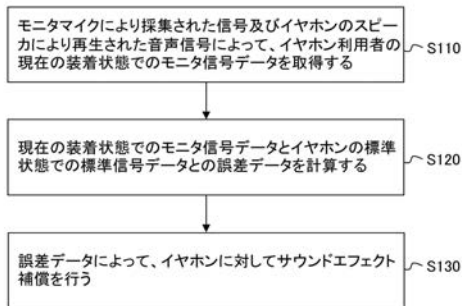
以上をまとめて、本発明の実施例に開示されたイヤホンのサウンドエフェクト補償方法、装置及びイヤホンは、適応デジタル信号処理方式を用いており、イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクを配置して、モニタマイクによってイヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得し、該モニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの間の誤差データを計算するとともに、該誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行い、これにより、外部環境の干渉を排除し、イヤホン利用者の現在の装着状態に対してリアルタイムなモニタ及び動的補償を行い、イヤホン利用者に最適な聴音効果又はそれに近似した聴音効果を感じさせることができる。

10

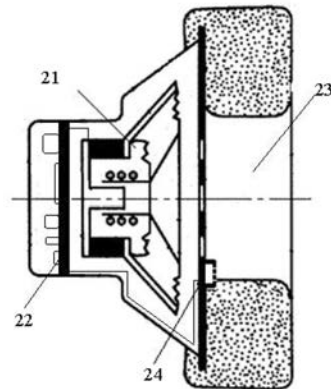
【 0 0 6 7 】

上記したのは、あくまでも本発明の好ましい実施例であり、本発明の保護範囲を限定するものではない。本発明の精神及び原則内になされたいかなる補正、均等的置換、改善等は、いずれも本発明の保護範囲内に含まれるものとする。

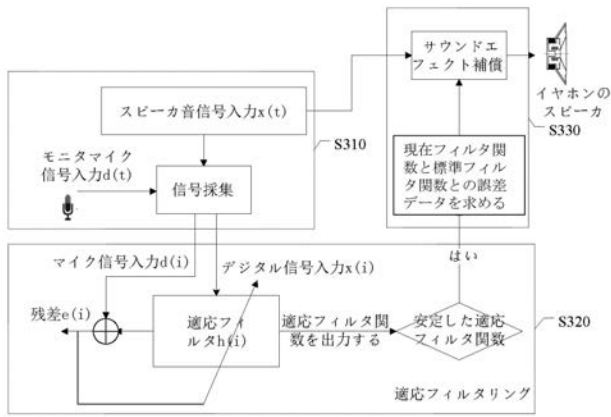
【 図 1 】



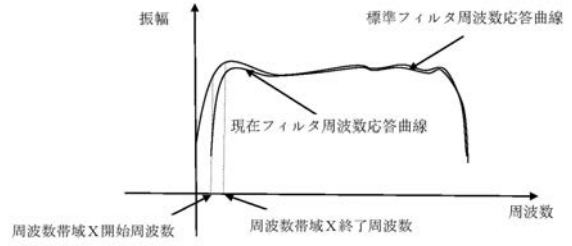
【 図 2 】



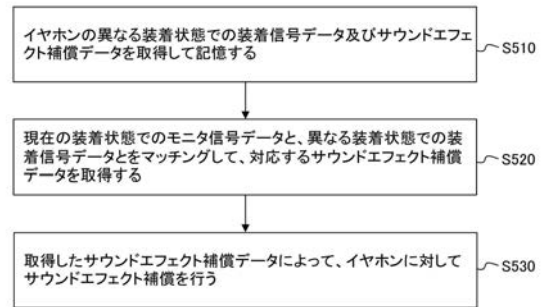
【 図 3 】



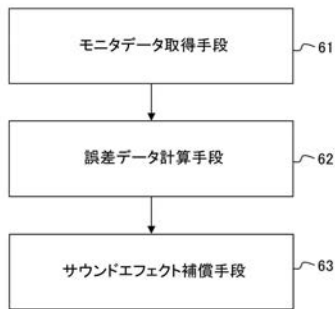
【 図 4 】



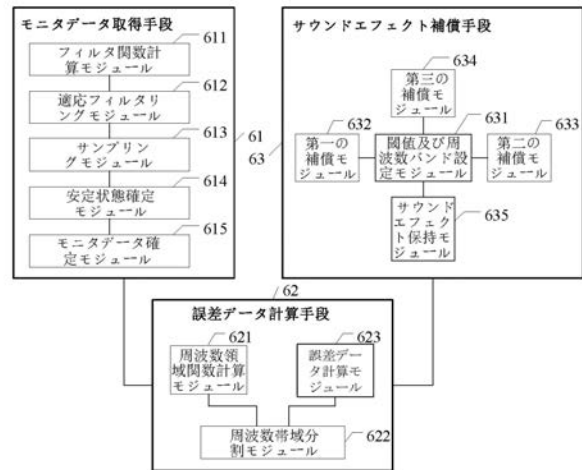
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【手続補正書】

【提出日】平成28年8月23日(2016.8.23)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

イヤホンのサウンドエフェクト補償方法であって、イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクを配置し、前記方法は、

モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得するステップと、

現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算するステップと、

誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うステップと、
を含み、

前記現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算することは、

現在フィルタ関数の現在フィルタ周波数領域関数、及び、標準フィルタ関数の標準フィルタ周波数領域関数を計算する処理と、

サウンドエフェクトによって、周波数を所定数の周波数帯域に分割する処理と、

各周波数帯域で、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値を計算するか、又は、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値を計算する処理と

前記振幅差の平均値、又は、周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値をイヤホンのサウンドエフェクト補償に用いられる誤差データとする処理と、

を含むことを特徴とするイヤホンのサウンドエフェクト補償方法。

【請求項2】

前記モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得することは、

現在の装着状態で、モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生された音声信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した現在フィルタ関数を計算し、現在フィルタ関数によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを得る処理を含み、

前記イヤホンの標準装着状態での標準信号データを取得することは、

標準装着状態で、モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生されたM系列信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した標準フィルタ関数を計算し、標準フィルタ関数によって、前記標準信号データを得る処理を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記モニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得することは、

現在の装着状態で、所定時間内に適応フィルタリング方式を用いて各時刻の現在フィルタ関数を計算する処理と、

データウィンドウを設定し、前記データウィンドウに応じて、前記各時刻の現在フィル

タ関数に対してサンプリングを行う処理と、

連続する所定数のサンプリングされた現在フィルタ関数の平均分散が定常閾値を超えていない場合、計算された各時刻の現在フィルタ関数が安定状態に到達したと確定する処理と、

安定状態に到達した何れかの現在フィルタ関数、又は、各時刻の現在フィルタ関数の平均値を前記モニタ信号データとする処理と、

を更に含むことを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うことは、

第二の閾値が第一の閾値より小さくなるように第一の閾値及び第二の閾値を予め設定することと、

サウンドエフェクトによって分割された各周波数帯域に対して、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値を超えていると確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザEQサウンドエフェクト補償及びダイナミックレンジ制御DRCサウンドエフェクト補償の両方を用いる処理と、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値より小さいが第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザEQサウンドエフェクト補償のみを用いる処理と、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が増強状態にあり、且つ、増強値が第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザEQサウンドエフェクト補償のみを用いる処理と、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値の変化が第二の閾値より小さいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、サウンドエフェクト補償を行わないようにする処理と、

をそれぞれ行うことと、

を含むことを特徴とする請求項3に記載の方法。

【請求項5】

イヤホンの異なる装着状態での装着信号データ及びサウンドエフェクト補償データを取得して記憶するステップと、

現在の装着状態でのモニタ信号データと、異なる装着状態での装着信号データとをマッチングして、対応するサウンドエフェクト補償データを取得するステップと、

取得したサウンドエフェクト補償データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うステップと、を更に含むことを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

イヤホンと人の耳との結合空洞内に配置されたモニタマイクにより採集された信号及びイヤホンのスピーカにより再生された音声信号によって、イヤホン利用者の現在の装着状態でのモニタ信号データを取得するためのモニタデータ取得手段と、

現在の装着状態でのモニタ信号データとイヤホンの標準装着状態での標準信号データとの誤差データを計算するための誤差データ計算手段と、

前記誤差データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うためのサウンドエフェクト補償手段と、

を含み、

前記誤差データ計算手段は、

現在フィルタ関数の現在フィルタ周波数領域関数、及び、標準フィルタ関数の標準フィルタ周波数領域関数を計算するための周波数領域関数計算モジュールと、

サウンドエフェクトによって、周波数を所定数の周波数帯域に分割するための周波数帯域分割モジュールと、

各周波数帯域で、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線の振幅差の平均値を計算するか、又は、現在フィルタ周波数領域関数と標準フィルタ周波数領域関数との周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値を計算して、前記振幅差の平均値、又は、周波数応答曲線によって囲まれてなる面積値をイヤホンのサウンドエフェクト補償に用いられる誤差データとするための誤差データ計算モジュールと、

を含むことを特徴とするイヤホンのサウンドエフェクト補償装置。

【請求項 7】

前記モニタデータ取得手段は、

モニタマイクにより採集された信号とイヤホンのスピーカにより再生された音声信号との相互相関関数によって、結合空洞の音響経路に対応した現在フィルタ関数を計算するためのフィルタ関数計算モジュールと、

現在の装着状態で、所定時間内に適応フィルタリング方式を用いて各時刻の現在フィルタ関数を計算するための適応フィルタリングモジュールと、

データウィンドウを設定し、前記データウィンドウに応じて、前記各時刻の現在フィルタ関数に対してサンプリングを行うためのサンプリングモジュールと、

連続する所定数のサンプリングされた現在フィルタ関数の平均分散が定常閾値を超えていないと、計算された各時刻の現在フィルタ関数が安定状態に到達したと確定するための安定状態確定モジュールと、

安定状態に到達した何れかの現在フィルタ関数、又は、各時刻の現在フィルタ関数の平均値を前記モニタ信号データとするためのモニタデータ確定モジュールと、

を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記サウンドエフェクト補償手段は、

第二の閾値が第一の閾値より小さくなるように第一の閾値及び第二の閾値を予め設定しておき、サウンドエフェクトによって分割された各周波数帯域に対して、それぞれサウンドエフェクト補償を行うための閾値及び周波数バンド設定モジュールと、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値を超えていると確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償及びダイナミックレンジ制御 D R C サウンドエフェクト補償の両方を用いるための第一の補償モジュールと、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が減衰状態にあり、且つ、減衰値が第一の閾値より小さいが第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償のみを用いるための第二の補償モジュールと、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値が増強状態にあり、且つ、増強値が第二の閾値より大きいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、イコライザー E Q サウンドエフェクト補償のみを用いるための第三の補償モジュールと、

誤差データによって、現在フィルタ周波数領域関数が標準フィルタ周波数領域関数に比べてその振幅値の変化が第二の閾値より小さいと確認される場合、スピーカにより再生される音声信号に対して、サウンドエフェクト補償を行わないようにするためのサウンドエフェクト保持モジュールと、

を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

【請求項 9】

イヤホンの異なる装着状態での装着信号データ及びサウンドエフェクト補償データを取得して記憶するための装着データ取得手段を更に含み、

前記誤差データ計算手段は、現在の装着状態でのモニタ信号データと、異なる装着状態

での装着信号データとをマッチングして、対応するサウンドエフェクト補償データを取得するために更に用いられ、

前記サウンドエフェクト補償手段は、取得したサウンドエフェクト補償データによって、イヤホンに対してサウンドエフェクト補償を行うために更に用いられることを特徴とする請求項 6 ~ 8 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 10】

請求項 6 ~ 9 のいずれか一項に記載のイヤホンのサウンドエフェクト補償装置を含み、該イヤホンと人の耳との結合空洞内にモニタマイクが配置されていることを特徴とするイヤホン。

【 国际调查报告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CN2015/089250
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04R 3/04 (2006.01) i; H04R 1/10 (2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H04R; G10K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI: MIC, measure, collect, amplitude, compare, present, standard, normal, wearing manner, adaptive filtering, earphone, headphone, speaker, compensate+, equalize+, microphone, mike, filter, convolution, monitor, sample, error		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104661153 A (GOERTEK INC.), 27 May 2015 (27.05.2015), claims 1-12	1-12
X	CN 102113346 A (TRUEPOSITION, INC.), 29 June 2011 (29.06.2011), description, paragraphs [0055]-[0080], and figures 1-3	1, 2, 6, 7, 12
A	CN 102340717 A (AUDIO-TECHNICA CORPORATION), 01 February 2012 (01.02.2012), the whole document	1-12
A	EP 2584558 A1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH), 24 April 2013 (24.04.2013), the whole document	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 04 November 2015 (04.11.2015)		Date of mailing of the international search report 02 December 2015 (02.12.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451		Authorized officer WANG, Jian Telephone No.: (86-10) 61648279

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/089250

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104661153 A	27 May 2015	None	
CN 102113346 A	29 June 2011	US 2011142247 A1	16 June 2011
		JP 2011530218 A	15 December 2011
		WO 2010014663 A2	04 February 2010
		EP 2311271 A2	20 April 2011
CN 102340717 A	01 February 2012	JP 2012023637 A	02 February 2012
		US 2012014532 A1	19 January 2012
BP 2584558 A1	24 April 2013	US 2013101129 A1	25 April 2013
		US 2015201277 A1	16 July 2015
		JP 2013088823 A	13 May 2013
		JP 2015007794 A	15 January 2015

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2015/089250
A. 主题的分类 H04R 3/04(2006.01)i; H04R 1/10(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H04R; G10K 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI; 耳机, 扬声器, 补偿, 均衡, 麦克风, 话筒, MIC, 滤波器, 卷积, 监测, 测量, 采集, 采样, 误差, 幅度, 比较, 当前, 标准, 正常, 佩戴方式, 自适应滤波, earphone, headphone, speaker, compensate+, equalize+, microphone, mike, filter, convolution, monitor, sample, error		
C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104661163 A (歌尔声学股份有限公司) 2015年 5月 27日 (2015 - 06 - 27) 权利要求1-12	1-12
X	CN 102113346 A (杜比实验室特许公司) 2011年 6月 29日 (2011 - 06 - 29) 说明书第[0055]-[0080]段, 图1-3	1, 2, 6, 7, 12
A	CN 102340717 A (欧力天工股份有限公司) 2012年 2月 1日 (2012 - 02 - 01) 全文	1-12
A	EP 2584558 A1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH) 2013年 4月 24日 (2013 - 04 - 24) 全文	1-12
<input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型:		
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件	
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性	
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性	
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件	“&” 同族专利的文件	
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件		
国际检索实际完成的日期 2015年 11月 4日	国际检索报告邮寄日期 2015年 12月 2日	
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451	受权官员 王健 电话号码 (86-10)61648279	

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/089250

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104661153	A	2015年 5月 27日	无			
CN	102113346	A	2011年 6月 29日	US	2011142247	A1	2011年 6月 16日
				JP	2011530218	A	2011年 12月 15日
				WO	2010014663	A2	2010年 2月 4日
				EP	2311271	A2	2011年 4月 20日
CN	102340717	A	2012年 2月 1日	JP	2012023637	A	2012年 2月 2日
				US	2012014532	A1	2012年 1月 19日
EP	2584558	A1	2013年 4月 24日	US	2013101129	A1	2013年 4月 25日
				US	2015201277	A1	2015年 7月 16日
				JP	2013088823	A	2013年 5月 13日
				JP	2015007794	A	2015年 1月 15日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74) 代理人 100168642
弁理士 関谷 充司

(74) 代理人 100096769
弁理士 有原 幸一

(74) 代理人 100107319
弁理士 松島 鉄男

(74) 代理人 100114591
弁理士 河村 英文

(72) 発明者 リュー, ソン
中華人民共和国、シャントン 261031、ウェイハン、ハイ-テック インダストリー ディストリクト、ドンファン ロード #268

(72) 発明者 ワン, リンチャン
中華人民共和国、シャントン 261031、ウェイハン、ハイ-テック インダストリー ディストリクト、ドンファン ロード #268

(72) 発明者 リー, ポー
中華人民共和国、シャントン 261031、ウェイハン、ハイ-テック インダストリー ディストリクト、ドンファン ロード #268

F ターム(参考) 5D005 BB11
5D220 AB01