

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6912967号  
(P6912967)

(45) 発行日 令和3年8月4日 (2021.8.4)

(24) 登録日 令和3年7月13日 (2021.7.13)

(51) Int.Cl.

H04R 3/04 (2006.01)  
G10K 15/00 (2006.01)

F 1

H04R 3/04  
G10K 15/00

L

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-153935 (P2017-153935)  
 (22) 出願日 平成29年8月9日 (2017.8.9)  
 (65) 公開番号 特開2019-33411 (P2019-33411A)  
 (43) 公開日 平成31年2月28日 (2019.2.28)  
 審査請求日 令和2年5月29日 (2020.5.29)

(73) 特許権者 000001487  
 フォルシアクラリオン・エレクトロニクス  
 株式会社  
 埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2  
 (74) 代理人 100078880  
 弁理士 松岡 修平  
 (72) 発明者 計良 武美  
 埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2  
 クラリオン株式会社内  
 審査官 西村 純

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音場補正データ算出装置及び音場補正装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スピーカから出力される音の周波数特性を補正することにより、前記スピーカから出力される音によって生じる音場を補正する、音場補正データを算出する音場補正データ算出装置において、

所定の音を前記スピーカから出力させる出力部と、

前記スピーカが前記所定の音の反射波を受けたことによって前記スピーカ内で逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する検出部と、

前記検出部によって検出された検出信号の周波数特性を計算する計算部と、

前記計算部によって計算された検出信号の周波数特性に基づいて前記音場補正データを算出する算出部と、 10

所定の初期補正データを予め格納する格納部と、

を備え、

前記出力部は、

前記初期補正データによって補正された前記所定の音を前記スピーカから出力させる

音場補正データ算出装置。

## 【請求項 2】

前記出力部は、

前記所定の音を前記スピーカから一定時間出力させ、

前記検出部は、

前記スピーカからの前記所定の音の出力の停止後に、前記スピーカが前記所定の音の反射波を受けたことによって前記逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する、

請求項 1 に記載の音場補正データ算出装置。

【請求項 3】

前記出力部は、

前記所定の音を前記スピーカから断続的に出力させ、

前記検出部は、

前記スピーカから前記所定の音が出力されていない各期間に、前記スピーカが前記所定の音の反射波を受けたことによって前記逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出し、

前記計算部は、

前記検出部によって検出された前記各期間の検出信号の周波数特性を計算し、

計算された前記各期間の検出信号の周波数特性を平均化し、

前記算出部は、

前記平均化された前記検出信号の周波数特性に基づいて前記音場補正データを算出する、

請求項 1 に記載の音場補正データ算出装置。

【請求項 4】

前記発生した逆起電力によって生じる信号を増幅する増幅部を更に備え、

前記検出部は、

前記増幅部によって増幅された前記信号を検出し、

前記計算部は、

前記検出部によって検出された検出信号の周波数特性を計算し、

前記算出部は、

前記計算部によって計算された検出信号の周波数特性と、リファレンスの周波数特性に基づいて、前記音場補正データを算出する、

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の音場補正データ算出装置。

【請求項 5】

前記スピーカは、

車両内の座席のヘッドレストに設置された、

請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載の音場補正データ算出装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の音場補正データ算出装置と、

前記音場補正データ算出装置によって算出された前記音場補正データに基づいて、前記スピーカから出力される音の周波数特性を補正することにより、前記スピーカから出力される音によって生じる音場を補正する補正部と、

を備える、

音場補正装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音場補正データ算出装置及び音場補正装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、スピーカから出力される音は、ユーザの耳に届くまでの間に、例えば、部屋の壁や椅子等での反射時に特定の周波数帯域が他の周波数帯域よりも減衰したり、部屋の壁や椅子等で反射した反射波同士が干渉して強めあったり弱めあったりすることにより、周波数特性が変化する。スピーカから出力される音の周波数特性が変化することにより、ス

10

20

30

40

50

ピーカから出力される音によって生じる音場が変化し、ユーザの耳に届く音の周波数特性も変化する。例えば、中低域が他の周波数帯域よりも減衰する音がユーザの耳に届くような音場になってしまふと、ユーザは、例えば中低域（ボーカル等）が聴き難くなってしまう。

#### 【0003】

そこで、スピーカから出力される音の周波数特性を補正することにより、本来の音に近いものに音場を補正することが可能な音場補正システムが知られている。この種の音場補正システムでは、記録媒体に記録された音（例えばフラットな周波数特性を持つ音）が、ユーザの耳においてもフラットな周波数特性を持つ音として聴こえる音場となるように、周波数特性が補正された音がスピーカから出力される。すなわち、周波数特性が忠実に再現された音（この例では、フラットな周波数特性を持つ音）がユーザの耳に届くように、音場補正が行われる。例えば特許文献1に、この種の音場補正システムの具体的構成が記載されている。

#### 【0004】

特許文献1には、車両内に設置された音場補正システムが記載されている。この音場補正システムは、音場補正装置と、音場補正装置に接続されたスピーカを備えている。この音場補正システムに備えられた音場補正装置は、スピーカから出力される音の周波数特性を補正する音場補正データを算出する機能を有している（言い換えると、この音場補正装置は、音場補正データを算出する音場補正データ算出装置を内蔵している。）。この音場補正装置は、当該機能によって算出された音場補正データに基づき、スピーカから出力される音の周波数特性を補正することにより、スピーカから出力される音によって生じる音場を補正する。

#### 【0005】

具体的には、特許文献1に記載の音場補正装置は、車両内に設置された複数のスピーカから出力される音を、車室内にセッティングされたマイクロфонによって収音する。この音場補正装置は、マイクロфонによる収音によって得られた音の信号の周波数特性を計算し、計算結果に基づいて音場補正データ（例えば周波数帯域毎のゲイン値）をスピーカ毎に算出する。この音場補正装置は、算出された音場補正データに基づいて各スピーカから出力される音の周波数特性を補正することにより、車室内における音場を補正する。

#### 【先行技術文献】

30

#### 【特許文献】

#### 【0006】

#### 【特許文献1】特開2007-189317号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

このように、特許文献1に記載の音場補正システムでは、スピーカから出力される音を、音場補正装置に接続されたマイクロфонを用いて収音し、マイクロфонによる収音によって得られた音の信号の周波数特性を計算することによって、はじめて、音場補正データを算出することが可能となっている。すなわち、特許文献1に記載の構成では、機器として独立したマイクロфонを用いてスピーカから出力される音を収音しなければ、音場補正データを算出することができない。

#### 【0008】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、機器として独立したマイクロфонを用いた収音を行わない構成でありながらも、音場補正データを算出することが可能な音場補正データ算出装置、及びこのような音場補正データ算出装置を有する音場補正装置を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

本発明の一実施形態に係る音場補正データ算出装置は、スピーカから出力される音の周

10

20

30

40

50

波数特性を補正することにより、スピーカから出力される音によって生じる音場を補正する、音場補正データを算出する装置であり、所定の音をスピーカから出力させる出力部と、スピーカが所定の音の反射波を受けたことによってスピーカ内で逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する検出部と、検出部によって検出された検出信号の周波数特性を計算する計算部と、計算部によって計算された検出信号の周波数特性に基づいて音場補正データを算出する算出部とを備える。

【0010】

また、本発明の一実施形態において、出力部は、所定の音をスピーカから一定時間出力させる構成としてもよい。この場合、検出部は、スピーカからの所定の音の出力の停止後に、スピーカが所定の音の反射波を受けたことによって逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する。

10

【0011】

また、本発明の一実施形態において、出力部は、所定の音をスピーカから断続的に出力させる構成としてもよい。この場合、検出部は、スピーカから所定の音が出力されていない各期間に、スピーカが所定の音の反射波を受けたことによって逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する。また、計算部は、検出部によって検出された各期間の検出信号の周波数特性を計算し、計算された各期間の検出信号の周波数特性を平均化する。また、算出部は、平均化された検出信号の周波数特性に基づいて音場補正データを算出する。

【0012】

20

また、本発明の一実施形態に係る音場補正データ算出装置は、所定の初期補正データを予め格納する格納部を更に備える構成としてもよい。この場合、出力部は、初期補正データによって補正された所定の音をスピーカから出力させる。

【0013】

また、本発明の一実施形態に係る音場補正データ算出装置は、上記の発生した逆起電力によって生じる信号を增幅する增幅部を更に備える構成としてもよい。この場合、検出部は、増幅部によって増幅された信号を検出する。計算部は、検出部によって検出された検出信号の周波数特性を計算する。算出部は、計算部によって計算された検出信号の周波数特性と、リファレンスの周波数特性に基づいて、音場補正データを算出する。

【0014】

30

また、本発明の一実施形態において、スピーカは、例えば、車両内の座席のヘッドレストに設置される。

【0015】

また、本発明の一実施形態に係る音場補正装置は、上記の何れかに記載の音場補正データ算出装置と、音場補正データ算出装置によって算出された音場補正データに基づいて、スピーカから出力される音の周波数特性を補正することにより、スピーカから出力される音によって生じる音場を補正する補正部とを備える。

【発明の効果】

【0016】

40

本発明の一実施形態によれば、機器として独立したマイクロフォンを用いた収音を行わない構成でありながらも、音場補正データを算出することが可能な音場補正データ算出装置及びこのような音場補正データ算出装置を有する音場補正装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る音場補正システムが設置された車両を模式的に示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る音場補正システムの構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る音場補正システムに備えられた音場補正装置によって実行される音場補正データ算出処理をフローチャートで示す図である。

【図4】図3の音場補正データ算出処理によって算出される音場補正データによる音場補

50

正の効果を説明するための図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る音場補正システムが設置された車両を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態に係る音場補正システムについて説明する。

【0019】

図1は、本発明の一実施形態に係る音場補正システム1が設置されたユーザの車両Aを模式的に示す図である。図1では、車両内に設置された音場補正システム1が見えるように、車両Aのボディの一部を透明にして示している。

【0020】

図1に示されるように、音場補正システム1は、音場補正装置2及び音場補正装置2に接続されたスピーカSP<sub>F R</sub>、SP<sub>F L</sub>、SP<sub>R R</sub>、SP<sub>R L</sub>を有している。音場補正装置2は、例えばダッシュボードに設置されており、各スピーカSP<sub>F R</sub>、SP<sub>F L</sub>、SP<sub>R R</sub>、SP<sub>R L</sub>から出力される音の周波数特性を補正する音場補正データを算出する機能を有している（言い換えると、音場補正装置2は、音場補正データを算出する音場補正データ算出装置を内蔵している。）。スピーカSP<sub>F R</sub>、SP<sub>F L</sub>、SP<sub>R R</sub>、SP<sub>R L</sub>は、それぞれ、運転席側のドア部D<sub>F R</sub>、助手席側のドア部D<sub>F L</sub>、後部座席右側のドア部D<sub>R R</sub>、後部座席左側のドア部D<sub>R L</sub>に設置されている。

【0021】

音場補正装置2は、記録媒体RMに格納されたオーディオ信号をスピーカSP<sub>F R</sub>、SP<sub>F L</sub>、SP<sub>R R</sub>、SP<sub>R L</sub>に出力する。これにより、記録媒体RMに収録された楽曲等が再生される。記録媒体RMは、例えば、CD（Compact Disc）、SACD（Super Audio CD）等のディスクメディアや、HDD（Hard Disk Drive）、USB（Universal Serial Bus）等のストレージメディアである。

【0022】

図2は、本発明の一実施形態に係る音場補正システム1の構成を示すブロック図である。図2に示されるように、音場補正装置2は、マイクロコンピュータ12、DSP（Digital Signal Processor）14、出力回路16、操作部18、テスト信号発生回路20、増幅回路22<sub>F R</sub>、22<sub>F L</sub>、22<sub>R R</sub>、22<sub>R L</sub>を備えている。なお、図2では、本実施形態の説明に必要な主たる構成要素を図示しており、音場補正装置として一般的な構成要素である筐体など、一部の構成要素については、その図示を適宜省略している。

【0023】

また、本実施形態では、便宜上、音場補正装置2の構成要素間で信号遅延がないものとして説明を行う。また、下付き文字（<sub>F R</sub>、<sub>F L</sub>、<sub>R R</sub>、<sub>R L</sub>）が付された構成要素に関し、区別して説明する場合には例えば「スピーカSP<sub>F R</sub>、SP<sub>F L</sub>、SP<sub>R R</sub>、SP<sub>R L</sub>」のように下付き文字を付し、区別して説明しない場合には例えば「スピーカSP」のように下付き文字を付さないこととする。

【0024】

マイクロコンピュータ12は、CPU（Central Processing Unit）122、CPU122によって実行される制御プログラムを格納するROM（Read Only Memory）124、制御プログラムの実行に必要な各種データを一時的に格納するRAM（Random Access Memory）126及びフラッシュメモリ128を有している。ROM124には、後述する音場補正データ算出処理を実行するための、周波数特性計算プログラム124A及び音場補正データ算出プログラム124Bが格納されている。

【0025】

DSP14には、光ピックアップ等の読み取り装置によって記録媒体RMから読み取られたオーディオ信号が入力される。DSP14は、記録媒体RMから読み取られたオーディオ信号に対し、イコライジングをはじめとする各種信号処理を施して、出力回路16に出力

10

20

30

40

50

する。

【0026】

イコライジングは、DSP14が有するイコライザ部142によって行われる。イコライザ部142は、例えばIIR (Infinite Impulse Response) フィルタ回路を備えている。イコライザ部142は、記録媒体RMから読み取られたオーディオ信号にフィルタ係数をかけることによって、オーディオ信号の周波数帯域毎のレベル補正（すなわちイコライジング）を行う。フィルタ係数は、例えば、フラッシュメモリ128に予め格納されたものであったり、後述する音場補正データ算出処理の実行によって算出されたもの（後述のフィルタ係数FC）であったりする。

【0027】

出力回路16は、DSP14より入力されるオーディオ信号をDA変換及び増幅し、各スピーカSPに出力する。

【0028】

各スピーカSPには、磁気回路M（例えば磁石とヨークを組み合わせたもの）、ボイスコイルC及びコーン型振動板Vが備えられている。なお、図2では、便宜上、スピーカSP<sub>F R</sub>に備えられる磁気回路、ボイスコイル、コーン型振動板Vに対してのみ、それぞれ、符号M、C、Vを付す。

【0029】

ボイスコイルCは、磁気回路Mによる磁界内に置かれている。そのため、スピーカSPに入力されたオーディオ信号がボイスコイルCに流れると、ボイスコイルCは、フレミングの左手の法則によって振動する。ボイスコイルCが振動することにより、ボイスコイルCが取り付けられたコーン型振動板Vも振動する。コーン型振動板Vが振動することにより、オーディオ信号に応じた音波が各スピーカSPから出力される。これにより、ユーザは、記録媒体RMに収録された楽曲等を聞くことができる。

【0030】

次に、音場補正データを算出する音場補正データ算出処理について説明する。本処理において算出される音場補正データに基づいて各スピーカSPから出力される音の周波数特性を補正することにより、各スピーカSPから出力される音によって生じる、車室内における音場が補正される。

【0031】

図2に示されるように、音場補正装置2にはマイクロフォンが接続されていない。ここで、スピーカ内のボイスコイルが振動すると、ボイスコイルに加わる磁束が変化し、磁束の変化分に応じた逆起電力がボイルコイルに流れ、スピーカと接続された回路に流れ込むことが知られている。本実施形態では、機器として独立したマイクロフォンを用いない代わりに、スピーカ内で発生する上記の逆起電力を利用することによって、音場補正データが算出される。

【0032】

図3に、音場補正装置2によって実行される音場補正データ算出処理をフローチャートで示す。例えばユーザが操作部18に対し、音場補正データの算出を指示する所定の操作を行うと、図3に示される音場補正データ算出処理の実行が開始される。

【0033】

図3に示されるように、音場補正データ算出処理の実行が開始されると、マイクロコンピュータ12は、過去の音場補正データ算出処理の実行によって音場補正データ（後述のフィルタ係数FC）がフラッシュメモリ128に格納されているか否かを判定する（ステップS11）。

【0034】

マイクロコンピュータ12は、音場補正データがフラッシュメモリ128に格納されている場合（ステップS11：YES）、リセット処理（音場補正データの消去）を行う（ステップS12）。

【0035】

10

20

30

40

50

マイクロコンピュータ12は、所定のテスト信号の発生をテスト信号発生回路20に命令する。テスト信号発生回路20は、マイクロコンピュータ12から命令を受けて所定のテスト信号を発生させ、発生されたテスト信号をDSP14に出力する。テスト信号発生回路20にて発生されるテスト信号は、例えばピンクノイズやホワイトノイズである。

【0036】

DSP14のイコライザ部142は、出力回路16を介してスピーカSP<sub>FR</sub>、SP<sub>FL</sub>、SP<sub>RR</sub>、SP<sub>RL</sub>に出力されるテスト信号を、それぞれ、初期フィルタ係数I<sub>FR</sub>、I<sub>FL</sub>、I<sub>RR</sub>、I<sub>RL</sub>で補正する(ステップS13)。以下、便宜上、初期フィルタ係数Iによるテスト信号の補正を「初期補正」と記す。初期補正の詳細については後述する。

10

【0037】

DSP14は、イコライザ部142で初期補正されたテスト信号を断続的に(本実施形態では所定の周期で)出力回路16に出力する。これにより、テスト音は、出力回路16を介して各スピーカSPから所定の周期で出力される(ステップS14)。

【0038】

車室内は無響室でないため、各スピーカSPから出力されたテスト音は車室内で反射する。そのため、各スピーカSPには、自身が出力したテスト音の反射波並びに他のスピーカ(自身以外の3つのスピーカ)SPから出力されたテスト音の直接波及び反射波が到達する。到達したこれらの音波(便宜上「到達波」と記す。)によってコーン型振動板Vが振動すると、コーン型振動板Vに取り付けられたボイスコイルCがコーン型振動板Vと共に振動する。ボイスコイルCが振動してボイスコイルCに加わる磁束が変化することにより、磁束の変化分に応じた逆起電力が発生する。

20

【0039】

なお、座席やスピーカSPのレイアウト、車室内の形状等によっては、他のスピーカSPからの直接音が(例えば座席に阻まれて)到達しないこともあります。この場合、各スピーカSPには、自身及び他の3つのスピーカSPから出力された各テスト音の反射波のみが到達する。

【0040】

スピーカSP内で逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じた信号(逆起電力によってレベルが変化した電圧信号)がスピーカSPから出力回路16側に出力される。ここで、スピーカSPからテスト音が出力される出力期間中は、主に、出力回路16からボイスコイルCに入力されたテスト信号に由来する逆起電力が発生する。一方、スピーカSPからテスト音が出力されない非出力期間中(厳密には、ボイスコイルCに入力されたテスト信号によるボイスコイルCの振動が無くなった後の非出力期間中)は、実質、到達波に由来する逆起電力だけが発生する。

30

【0041】

そのため、テスト音の出力期間中は、主に、出力回路16からボイスコイルCに入力されたテスト信号に由来する、逆起電力によって生じる信号が、スピーカSPから出力回路16側に出力される。また、テスト音の非出力期間中は、実質、到達波に由来する、逆起電力によって生じる信号だけが、スピーカSPから出力回路16側に出力される。

40

【0042】

以下、便宜上、テスト音の出力期間中にスピーカSP<sub>FR</sub>、SP<sub>FL</sub>、SP<sub>RR</sub>、SP<sub>RL</sub>から出力回路16側に出力される、逆起電力によって生じる信号を、それぞれ、「入力信号由来の逆起電力信号S<sub>FR</sub>、S<sub>FL</sub>、S<sub>RR</sub>、S<sub>RL</sub>」と記す。また、テスト音の非出力期間中にスピーカSP<sub>FR</sub>、SP<sub>FL</sub>、SP<sub>RR</sub>、SP<sub>RL</sub>から出力回路16側に出力される、逆起電力によって生じる信号を、それぞれ、「到達波由来の逆起電力信号S'<sub>FR</sub>、S'<sub>FL</sub>、S'<sub>RR</sub>、S'<sub>RL</sub>」と記す。

【0043】

各增幅回路22は、AGC(Automatic Gain Control)回路を備えている。增幅回路2<sub>FR</sub>、2<sub>FL</sub>、2<sub>RR</sub>、2<sub>RL</sub>の入力端は、それぞれ、スピーカSP<sub>FR</sub>、SP<sub>FL</sub>、SP<sub>RR</sub>、SP<sub>RL</sub>の出力端である。

50

$P_{FL}$ 、 $SP_{RR}$ 、 $SP_{RL}$ と出力回路16との間の分岐点 $P_{FR}$ 、 $P_{FL}$ 、 $P_{RR}$ 、 $P_{RL}$ と接続されている。そのため、各スピーカSP内で発生した逆起電力によって生じた信号は、分岐点Pを介して各增幅回路22に入力される。

#### 【0044】

ここで、スピーカSPに到達する到達波は、スピーカSPの設置位置で聴こえる音（音波）そのものである。そこで、本実施形態では、到達波に応じてスピーカSP内で発生する逆起電力信号 $S'$ を利用して、音場補正データの算出が行われる。

#### 【0045】

但し、到達波由来の逆起電力信号 $S'$ は、出力回路16からボイスコイルCに入力される信号でなく、あくまで、外部から受ける音波によってボイスコイルCが振動することに伴って発生する微弱な信号である。微弱なレベルのままでは、到達波由来の逆起電力信号 $S'$ を利用して音場補正データを算出することは難しい。また、スピーカSPに到達する到達波の強さは、座席やスピーカSPのレイアウト、車室内の形状等の影響を受けて、車両毎にばらつく。その結果、到達波由来の逆起電力信号 $S'$ も車両毎にばらつく。また、各スピーカSPには、それぞれ異なる経路を経て到達波が到達する。そのため、到達波の強さは、スピーカSP毎でもばらつく。そのため、到達波由来の逆起電力信号 $S'$ は、AGC回路を備える増幅回路22により、当該増幅回路への入力レベルに拘わらず音場補正データ算出処理の実行に必要な一定のレベルまで増幅される（ステップS15）。すなわち、逆起電力信号 $S'_{FR}$ 、 $S'_{FL}$ 、 $S'_{RR}$ 、 $S'_{RL}$ は、音場補正データ算出処理の実行に必要な一定のレベルに揃えられる。

10

20

#### 【0046】

各増幅回路22にて増幅された、到達波由来の逆起電力信号 $S'$ は、マイクロコンピュータ12に入力される。より詳細には、マイクロコンピュータ12には、テスト音の非出力期間中、到達波由来の逆起電力信号 $S'$ が入力される一方、テスト音の出力期間中は、入力信号由来の逆起電力信号 $S$ が入力される。

#### 【0047】

マイクロコンピュータ12は、ROM124に格納された周波数特性計算プログラム124Aを実行することにより、到達波由来の逆起電力信号 $S'$ の周波数特性を計算する（ステップS16）。

#### 【0048】

30

具体的には、マイクロコンピュータ12は、所定の周期で（テスト音の各非出力期間中に）入力される到達波由来の逆起電力信号 $S'$ のみ、その入力タイミングに基づいて検出してバッファし、バッファされた逆起電力信号 $S'$ （検出信号）に対してのみ、周波数特性の計算を行う。周波数特性の計算は、例えばFFT（Fast Fourier Transform）を用いて行われる。

#### 【0049】

本実施形態では、テスト音をスピーカSPから所定の周期で出力することにより、入力信号由来の逆起電力信号 $S$ と到達波由来の逆起電力信号 $S'$ とがマイクロコンピュータ12に時間軸上で分離されて入力されるようになっている。すなわち、逆起電力信号 $S$ と逆起電力信号 $S'$ とを分離させてマイクロコンピュータ12に入力させるにあたり、複雑な分離回路が不要となっている。

40

#### 【0050】

マイクロコンピュータ12は、次いで、上記の計算によって得た、各非出力期間の逆起電力信号 $S'_{FR}$ の周波数特性を平均化する。マイクロコンピュータ12は、残りの逆起電力信号 $S'_{FL}$ 、 $S'_{RR}$ 、 $S'_{RL}$ の周波数特性に関しても同様に平均化する。

#### 【0051】

フラッシュメモリ128には、所定のリファレンス特性を示すリファレンスデータが格納されている。このリファレンス特性は、理想的な（歪やノイズの無い）テスト音の周波数特性を示すものである。

#### 【0052】

50

マイクロコンピュータ12は、ROM124に格納された音場補正データ算出プログラム124Bを実行することにより、音場補正データを算出する（ステップS17）。

【0053】

具体的には、マイクロコンピュータ12は、ステップS16にて平均化された逆起電力信号 $S'_{F_R}$ の周波数特性とリファレンス特性とを比較し、両者の周波数特性の差に相当するフィルタ係数 $F_C_{F_R}$ を、音場補正データとして算出する。マイクロコンピュータ12は、残りの逆起電力信号 $S'_{F_L}$ 、 $S'_{R_R}$ 、 $S'_{R_L}$ の周波数特性に関しても同様にリファレンス特性との比較を行い、フィルタ係数 $F_C_{F_L}$ 、 $F_C_{R_R}$ 、 $F_C_{R_L}$ を算出する。マイクロコンピュータ12は、算出された各フィルタ係数 $F_C$ をフラッシュメモリ128に保存する。

10

【0054】

ここで、一般に、受音点（本実施形態ではスピーカSPの設置位置）で収音されたテスト音（以下「測定音」と記す。）の周波数特性とリファレンス特性との差が大きいほど、タップ数の多いフィルタ回路を用いなければ、精度の高い（すなわち、測定音の周波数特性をリファレンス特性と同程度にまで補正する）フィルタ係数を算出することは難しい。

【0055】

そこで、本実施形態では、ユーザの車両A内で測定される測定音（すなわちスピーカSPに到達する到達波）の周波数特性が、フラッシュメモリ128に格納されたリファレンス特性にある程度近いものとなるように、ステップS11においてテスト信号が初期フィルタ係数I（初期補正データ）によって初期補正されている。

20

【0056】

初期フィルタ係数Iは、例えば音場補正装置2の出荷前にメーカー側で作成されたものである。例示的には、複数タイプの車両（例えばスピーカを4つ搭載したセダン、スピーカを8つ搭載したセダン、スピーカを4つ搭載したミニバン等）のそれぞれで、車両内にセッティングされたマイクロフォンを用いた音場測定が行われ、音場測定の結果に基づいて初期フィルタ係数Iが算出される。一例として、各スピーカの設置位置近傍にマイクがセッティングされて音場測定が行われ、各セッティング位置（各スピーカの設置位置）に応じた初期フィルタ係数Iが算出される。以下、初期フィルタ係数Iを算出するためにメーカー側で用いられる車両を便宜上「サンプル車両」と記す。すなわち、メーカー側では、複数タイプのサンプル車両に関し、特許文献1に例示されるマイクロフォンを用いた周知の方法で初期フィルタ係数Iが算出される。

30

【0057】

フラッシュメモリ128には、例えば音場補正装置2の出荷前に、複数タイプのサンプル車両のうち、ユーザの車両Aと同タイプのサンプル車両を用いて算出された初期フィルタ係数Iが格納される。例えば本実施形態において車両Aがセダンである場合、運転席側のドア部、助手席側のドア部、後部座席右側のドア部、後部座席左側のドア部の各ドア部に計4つのスピーカが設置されたセダンのサンプル車両が、車両Aと同タイプとなる。

【0058】

ユーザの車両Aと同タイプのサンプル車両は、座席やスピーカのレイアウト、車室内の形状等が車両Aと比較的近い。そのため、車両A内において、テスト音は、スピーカSPから出力されると、サンプル車両内と同じような経路で反射を繰り返し、減衰したり位相干渉を起こしたりしながら、スピーカSPに到達する。そのため、スピーカSPから出力されるテスト音を、サンプル車両を用いて作成した初期フィルタ係数Iによって予め補正しておくことにより、各スピーカSPに到達する到達波の周波数特性をリファレンス特性にある程度近付けることができる。到達波の周波数特性とリファレンス特性との差を抑えられるため、フィルタ係数 $F_C$ を算出するのに必要なタップ数が抑えられる。

40

【0059】

図4(a)に、図3のステップS16にて計算される、到達波由来の逆起電力信号 $S'$ の周波数特性（すなわち、フィルタ係数 $F_C$ による補正が無い場合に測定される測定音の周波数特性）を例示する。また、図4(b)に、図3のステップS17にて算出されたフ

50

イルタ係数  $F_C$  によって実現されるフィルタ特性を例示する。また、図 4 (c) に、テスト音をフィルタ係数  $F_C$  (及び初期フィルタ係数  $I$ ) で補正した場合に測定される測定音の周波数特性を例示する。図 4 (a) ~ 図 4 (c) の各図中、縦軸はゲイン (単位: dB) を示し、横軸は周波数 (単位: Hz) を示す。図 4 の例では、テスト音としてピンクノイズが用いられる。

#### 【0060】

フィルタ係数  $F_C$  による補正が無い場合、図 4 (a) に示されるように、測定音の周波数特性は、例えば異なる経路を経てスピーカ SP に到達した到達波同士の干渉によるディップの発生等により、理想的なピンクノイズに対して歪む。これに対し、フィルタ係数  $F_C$  による補正がある場合、図 4 (c) に示されるように、測定音の周波数特性は、図 4 (a) の周波数特性とほぼ逆の特性 (図 4 (b) 参照) によって補正された結果、理想的なピンクノイズに近いものとなっている。このように、本実施形態に係る音場補正データ算出処理の実行によって得られた音場補正データを用いることにより、車室内における音場が補正されることが判る。

#### 【0061】

なお、本実施形態では、各スピーカ SP の設置位置がテスト音の受音点となるため、車室内において各スピーカ SP の設置位置付近で特に高い音場補正効果 (各スピーカ SP からテスト音を出力した場合には、図 4 (c) に示される周波数特性を持つ音) が得られる。また、各スピーカ SP が各座席近傍のドア部に設置されていることから、各座席においても音場補正効果が得られる。

#### 【0062】

また、本実施形態では、上述したように、スピーカ  $SP_{FR}$ 、 $SP_{FL}$ 、 $SP_{RR}$ 、 $SP_{RL}$  は、それぞれ、運転席側のドア部  $D_{FR}$ 、助手席側のドア部  $D_{FL}$ 、後部座席右側のドア部  $D_{RR}$ 、後部座席左側のドア部  $D_{RL}$  に設置されている。このように設置された各スピーカ SP の夫々で発生する逆起電力を利用することにより、各ドア部付近のエリア (各スピーカ SP の設置エリア) での音場補正データの算出を独立して行うことができ、各スピーカの設置エリアの音場を適切に補正することができる。別の観点によれば、各スピーカ SP は、車両 A 内の前側、後側、右側、左側の各位置に設置されている。このように、各スピーカ SP を車両 A 内の前後左右の各位置に設置することで、車両 A 内の前側、後側、右側、左側の各エリアの席付近にスピーカ SP が位置することになる。そのため、各席付近で高い音場補正効果が得られる。また、各スピーカ SP を車両 A 内の前後左右の各位置に設置することで、ユーザが車室内の何れの席に座る場合にも、スピーカ SP によって再生される音が全方位からユーザの耳に届くようになる。そのため、ユーザは、広がりのある音を知覚することができる。

#### 【0063】

以上が本発明の例示的な実施形態の説明である。本発明の実施形態は、上記に説明したものに限定されず、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば明細書中に例示的に明示される実施例等又は自明な実施例等を適宜組み合わせた内容も本願の実施形態に含まれる。

#### 【0064】

上記の実施形態では、テスト音をスピーカ SP から所定の周期で出力させ、テスト音が出力されていない各期間に生じる、到達波由来の逆起電力信号  $S'$  の周波数特性を平均化することにより、逆起電力信号  $S'$  の周波数特性の計算精度を向上させている。別の実施形態では、テスト音をスピーカ SP から一定時間だけ出力させ (すなわち、一回だけ出力させ)、テスト音の出力が停止された後の逆起電力信号  $S'$  の周波数特性を計算 (すなわち、逆起電力信号  $S'$  の周波数特性を一度計算) するだけでもよい。この場合、マイクロコンピュータ 12 による周波数特性の計算の負荷が抑えられる。

#### 【0065】

スピーカ SP の設置数や設置位置は、上記の実施形態に例示されるものに限らない。本発明の別の一実施形態では、スピーカ SP は、例えば座席のヘッドレストに設置されたも

10

20

30

40

50

のであってもよい。図5に、本発明の別の一実施形態に係る音場補正システムが設置された車両を模式的に示す。

【0066】

図5に示されるように、本発明の別の一実施形態では、スピーカ $SP_{FR}$ 、 $SP_{FL}$ 、 $SP_{RR}$ 、 $SP_{RL}$ は、それぞれ、運転席のヘッドレスト $HR_{FR}$ 、助手席のヘッドレスト $HR_{FL}$ 、後部座席右のヘッドレスト $HR_{RR}$ 、後部座席左のヘッドレスト $HR_{RL}$ に設置されている。この場合、受音点（スピーカ $SP$ の設置位置）が席に座るユーザの耳元に近い。そのため、ユーザの耳元付近で特に高い音場補正効果（各スピーカ $SP$ からテスト音を出力した場合には、図4（c）に示される周波数特性を持つ音）が得られる。

【0067】

また、上記の実施形態では、音場補正装置2が、音場補正データを算出する機能を有している（言い換えると、音場補正データ算出装置を内蔵している。）が、別の実施形態では、音場補正データ算出装置は、当該機能を実現するソフトウェアがインストールされたノートPCなど、音場補正装置2とは別の装置であってもよい。この場合、別の装置は、有線又は無線によって、音場補正装置2、スピーカ $SP$ のそれぞれと接続される。別の装置は、スピーカ $SP$ より入力される到達波由来の逆起電力信号 $S'$ に基づいてフィルタ係数 $FC$ を算出し、音場補正装置2に送信する。音場補正装置2は、別の装置より受信したフィルタ係数 $FC$ を用いてイコライジングを行い、車室内における音場を補正する。

【0068】

以上のように、本発明の一実施形態に係る音場補正データ算出装置は、スピーカから出力される音の周波数特性を補正することにより、スピーカから出力される音によって生じる音場を補正する、音場補正データを算出する装置であり、所定の音をスピーカから出力させる出力部と、スピーカが所定の音の反射波を受けたことによってスピーカ内で逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する検出部と、検出部によって検出された検出信号の周波数特性を計算する計算部と、計算部によって計算された検出信号の周波数特性に基づいて音場補正データを算出する算出部とを備える。

【0069】

このように構成された音場補正データ算出装置では、スピーカが所定の音の反射波を受けたことによってスピーカ内で逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号が検出され、検出された信号を利用した音場補正データの算出が行われる。そのため、音場補正データを算出するにあたり、スピーカから出力される音を、機器として独立したマイクロフォンを用いて収音する必要がない。すなわち、本発明の一実施形態に係る音場補正データ算出装置では、スピーカ内で発生する上記の逆起電力を利用することにより、機器として独立したマイクロフォンを用いた収音を行わなくても、音場補正データの算出を行うことが可能となっている。

【0070】

また、本発明の一実施形態において、出力部は、所定の音をスピーカから断続的に出力させる構成としてもよい。この場合、検出部は、スピーカから所定の音が出力されていない各期間に、スピーカが所定の音の反射波を受けたことによって逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する。また、計算部は、検出部によって検出された各期間の検出信号の周波数特性を計算し、計算された各期間の検出信号の周波数特性を平均化する。また、算出部は、平均化された検出信号の周波数特性に基づいて音場補正データを算出する。

【0071】

このように、所定の音をスピーカから一定時間又は断続的に出力させることにより、例えば所定の音の信号をスピーカに流したことによって発生する逆起電力の影響を受けない信号（すなわち、スピーカが上記反射波を受けたことによって発生する逆起電力のみによって生じる信号）を検出することが可能となる。

【0072】

また、本発明の一実施形態において、スピーカは、例えば、車両内の座席のヘッドレス

10

20

30

40

50

トに設置される。この場合、ヘッドレストに設置されたスピーカで受けた反射波によって発生する逆起電力によって生じた信号に基づいて（言い換えると、ヘッドレストに設置されたスピーカの位置で聴こえる音に基づいて）音場補正データが算出されるため、例えば席に座るユーザの耳元付近で高い音場補正効果が得られる。

【0073】

また、本発明の一実施形態に係る音場補正データ算出装置は、複数のスピーカから出力される音の周波数特性を補正することにより、複数のスピーカから出力される音によって生じる音場を補正する、音場補正データを算出する装置であり、所定の音を複数のスピーカから出力させる出力部と、各スピーカにおいて、少なくとも、複数のスピーカの各々から出力された所定の音の反射波を受けたことによってスピーカ内で逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する検出部と、検出部によって検出されたスピーカ毎の検出信号の周波数特性を計算する計算部と、スピーカ毎に計算された検出信号の周波数特性に基づいて音場補正データをスピーカ毎に算出する算出部とを備える。

10

【0074】

このように構成された音場補正データ算出装置では、各スピーカが所定の音の反射波を受けたことによって各スピーカ内で逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号が検出され、検出された信号を利用した音場補正データの算出がスピーカ毎に行われる。そのため、音場補正データを算出するにあたり、各スピーカから出力される音を、機器として独立したマイクロフォンを用いて収音する必要がない。すなわち、本発明の一実施形態に係る音場補正データ算出装置では、各スピーカ内で発生する上記の逆起電力を利用することにより、機器として独立したマイクロフォンを用いた収音を行わなくても、音場補正データの算出をスピーカ毎に行うことが可能となっている。

20

【0075】

また、本発明の一実施形態に係る音場補正システムは、車両に設置されており、4つ以上のスピーカと、所定の音を4つ以上のスピーカから出力させる出力部と、各スピーカにおいて、少なくとも、4つ以上のスピーカの各々から出力された所定の音の反射波を受けたことによってスピーカ内で逆起電力が発生すると、発生した逆起電力によって生じる信号を検出する検出部と、検出部によって検出されたスピーカ毎の検出信号の周波数特性を計算する計算部と、スピーカ毎に計算された検出信号の周波数特性に基づいて音場補正データをスピーカ毎に算出する算出部と、算出部によって算出された各スピーカの音場補正データに基づいて、4つ以上のスピーカの各々から出力される音の周波数特性を補正することにより、4つ以上のスピーカから出力される音によって生じる音場を補正する補正部とを備える。

30

【0076】

このように構成された音場補正システムでは、4つ以上のスピーカの夫々で発生する逆起電力を利用することにより、各スピーカの設置エリアでの音場補正データの算出を独立して行うことができ、各スピーカの設置エリアの音場を適切に補正することができる。

【0077】

また、本発明の一実施形態に係る音場補正システムにおいて、4つ以上のスピーカは、例えば、車両内の前側、後側、右側、左側の各位置に少なくとも1つずつ設置される。

40

【0078】

このように、各スピーカを前後左右の各位置に設置することで、車室内の前側、後側、右側、左側の各エリアの席付近にスピーカを位置させることができる。各席付近に設置されたスピーカで受けた反射波によって発生する逆起電力によって生じた信号に基づいて（言い換えると、各席付近に設置されたスピーカの位置で聴こえる音に基づいて）音場補正データが算出されるため、各席に座るユーザの近傍位置で高い音場補正効果が得られる。

【符号の説明】

【0079】

1 音場補正システム

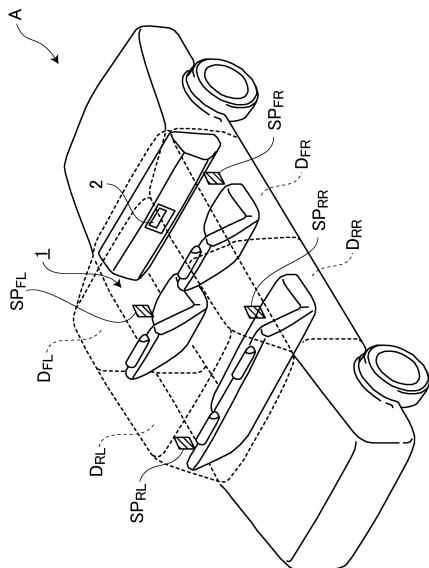
2 音場補正装置

50

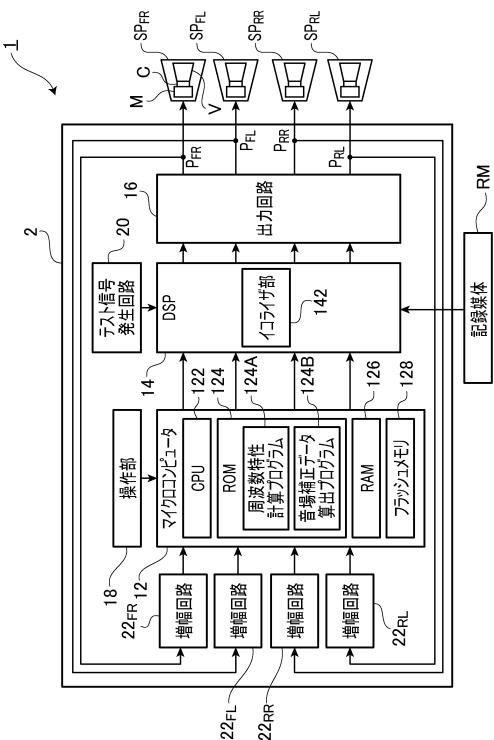
1 2 マイクロコンピュータ  
 1 4 DSP  
 1 6 出力回路  
 1 8 操作部  
 2 0 テスト信号発生回路  
 2 2 <sub>F</sub> R、2 2 <sub>F</sub> L、2 2 <sub>R</sub> R、2 2 <sub>R</sub> L 増幅回路  
 1 2 2 CPU  
 1 2 4 ROM  
 1 2 4 A 周波数特性計算プログラム  
 1 2 4 B 音場補正データ算出プログラム  
 1 2 6 RAM  
 1 2 8 フラッシュメモリ  
 1 4 2 イコライザ部  
 SP <sub>F</sub> R、SP <sub>F</sub> L、SP <sub>R</sub> R、SP <sub>R</sub> L スピーカ  
 M 磁気回路  
 C ボイスコイル  
 V コーン型振動板

10

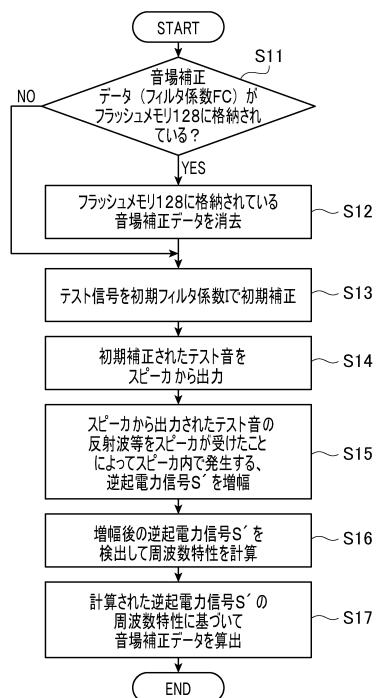
【図1】



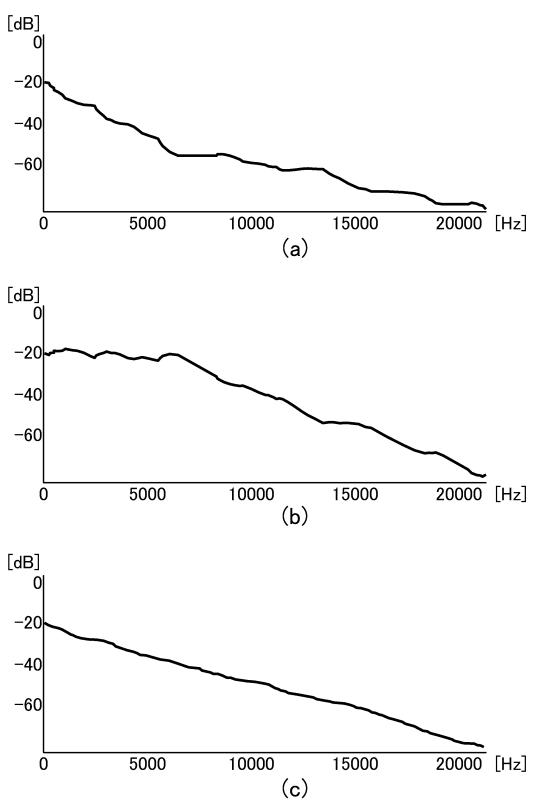
【図2】



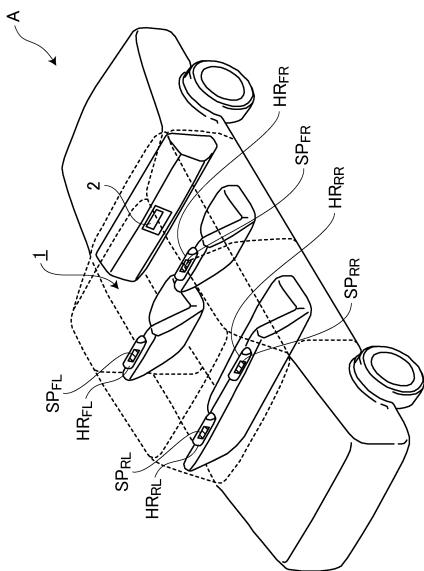
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-243804(JP,A)  
特開平08-179786(JP,A)  
特開2005-027273(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 3/04 - 3/10  
G10K 15/00 - 15/12