

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7144131号  
(P7144131)

(45)発行日 令和4年9月29日(2022.9.29)

(24)登録日 令和4年9月20日(2022.9.20)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 4 S	7/00 (2006.01)	H 0 4 S	7/00	3 2 0	
H 0 4 R	5/027(2006.01)	H 0 4 R	5/027	A	
H 0 4 R	1/00 (2006.01)	H 0 4 R	1/00	3 1 8 Z	

請求項の数 13 (全22頁)

(21)出願番号	特願2017-144290(P2017-144290)	(73)特許権者	504147933
(22)出願日	平成29年7月26日(2017.7.26)		ハーマン ベッカー オートモーティブ
(65)公開番号	特開2018-23104(P2018-23104A)		システムズ ゲーエムベーハー
(43)公開日	平成30年2月8日(2018.2.8)		ドイツ国 デー - 7 6 3 0 7 カールスバ
審査請求日	令和2年6月16日(2020.6.16)		ッド, ベッカー - ゲーリング - シュト
(31)優先権主張番号	16182781.1		ラーセ 1 6
(32)優先日	平成28年8月4日(2016.8.4)	(74)代理人	100078282
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		弁理士 山本 秀策
前置審査		(74)代理人	100113413
			弁理士 森下 夏樹
		(72)発明者	ゲナーロ ヴェルフル
			ドイツ国 9 4 3 3 0 ザルヒング, キ
			ルヒブライテ 1
		審査官	富澤 直樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ウェアラブルスピーカ装置を操作するシステム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザの体の上部であって、前記ユーザの耳と頭部から離れて装着されたウェアラブルスピーカ装置(110)を操作する方法であって、

センサデータを決定することと、

前記センサデータに基づいて、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する前記ユーザの頭部の現在位置に関する少なくとも1つのパラメータを決定することと、

前記少なくとも1つのパラメータに基づいて、前記ユーザの頭部の前記現在位置に少なくとも1つのフィルタユニット(210)のフィルタ伝達関数を適合させることと、

を含み、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)の少なくとも1つのスピーカに出力される音声出力信号(OUT)は、前記フィルタ伝達関数に依存し、

前記少なくとも1つのフィルタユニット(210)の前記フィルタ伝達関数を適合させることは、最初の位置ではない前記ユーザの頭部の任意の位置に対して近似または正確な逆伝達関数を採用することによって、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する前記ユーザの頭部の様々な位置に関して、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)の前記少なくとも1つのスピーカと、前記ユーザの少なくとも片方の耳との間の伝達関数の変動を少なくとも部分的に補償することを含み、前記近似または正確な逆伝達関数は、前記最初の位置と、前記最初の位置ではない前記ユーザの頭部の位置との間の、前記ユーザの少なくとも片方の耳の位置で測定された前記ウェアラブルスピーカ装置(110)の前記少なくとも1つのスピーカの振幅及び/または位相応答の相違から決定される、方法。

10

20

## 【請求項 2】

前記ウェアラブルスピーカ装置（110）に対する前記ユーザの頭部の前記現在位置に関する前記少なくとも1つのパラメータは、

前記ウェアラブルスピーカ装置（110）、

前記ユーザの頭部に取り付けられた第2の装置、

前記ユーザ及び前記ウェアラブルスピーカ装置（110）から遠隔にある第3の装置、

の1つまたは複数に配置された少なくとも1つのセンサから取得されたデータに基づいて決定される、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記センサデータは、

前記ウェアラブルスピーカ装置（110）に対する前記ユーザ（100）の前記頭部の位置、

前記第3の装置に対する前記ユーザ（100）の前記頭部の位置、及び、

前記第3の装置に対する前記スピーカ装置の位置、

の少なくとも1つに依存する、請求項2に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記少なくとも1つのフィルタユニット（210）の前記フィルタ伝達関数を適合させることは、前記少なくとも1つのフィルタユニット（210）の制御パラメータを適合させることを含み、前記フィルタ伝達関数は、少なくとも1つの制御パラメータの値に依存する、

請求項1から3のいずれかに記載の方法。

## 【請求項 5】

前記少なくとも1つのフィルタユニット（210）のある一定の伝達関数をもたらす前記制御パラメータは、前記ウェアラブルスピーカ装置（110）に対する前記ユーザの頭部の前記現在位置に関する前記少なくとも1つのパラメータの複数の値もしくは値範囲、または値もしくは値範囲の組み合わせに関して、前記ウェアラブルスピーカ装置（110）の主な使用に先だって、または、前記主な使用に関わりなく、予め定められ、

前記少なくとも1つの予め定められた制御パラメータは、前記ウェアラブルスピーカ装置（110）に対する前記ユーザの頭部の前記現在位置に関する前記少なくとも1つのパラメータの現在の値または値の組み合わせに従って、前記ウェアラブルスピーカ装置（110）の意図した使用中に、前記少なくとも1つのフィルタユニットに適用される、

請求項4に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記制御パラメータを予め定めることは、伝達関数の測定を行うことを含み、伝達関数の測定を行うことは、

前記ウェアラブルスピーカ装置（110）の1つまたは複数のスピーカによって放射される音響信号を録音するマイクロフォンを使用することと、

前記ウェアラブルスピーカ装置（110）の前記1つまたは複数のスピーカから前記マイクロフォンへの前記伝達関数を決定することと、

を含み、前記マイクロフォンは、

テストを行う人の耳もしくは頭部に、

エンドユーザの耳もしくは頭部に、

ダミーヘッドの耳もしくはダミーヘッド上に、または、

頭部及び胴シミュレータの耳もしくは頭部及び胴シミュレータに、

配置される、請求項5に記載の方法。

## 【請求項 7】

ユーザの体の上部であって、前記ユーザの耳と頭部から離れて装着されたウェアラブルスピーカ装置（110）を操作するシステムであって、

音声入力信号（IN）を処理し、音声出力信号（OUT）を前記ウェアラブルスピーカ装置（110）の少なくとも1つのスピーカ（120）に出力するように構成された第1

10

20

30

40

50

のフィルタユニット(210)と、  
制御ユニット(230)と  
を含み、

前記制御ユニット(230)は、  
センサデータを受信することと、

前記センサデータに基づいて、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する前記ユーザの頭部の現在位置に関する少なくとも1つのパラメータを決定することと、

前記少なくとも1つのパラメータに基づいて、前記ユーザの頭部の前記現在位置に前記第1のフィルタユニット(210)のフィルタ伝達関数を適合させることと

を実行するように構成され、

前記音声出力信号(OUT)は、前記フィルタ伝達関数に依存し、

前記制御ユニットが前記第1のフィルタユニット(210)の前記フィルタ伝達関数を適合させるように構成されていることは、最初の位置ではない前記ユーザの頭部の任意の位置に対して近似または正確な逆伝達関数を採用することによって、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する前記ユーザの頭部の様々な位置に関して、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)の前記少なくとも1つのスピーカと、前記ユーザの少なくとも片方の耳との間の伝達関数の変動を少なくとも部分的に補償することを含み、前記近似または正確な逆伝達関数は、前記最初の位置と、前記最初の位置ではない前記ユーザの頭部の位置との間の、前記ユーザの少なくとも片方の耳の位置で測定された前記ウェアラブルスピーカ装置(110)の前記少なくとも1つのスピーカの振幅及び/または位相応答の相違から決定される、システム。

#### 【請求項8】

前記センサデータを決定するように構成された少なくとも1つのセンサをさらに含み、前記少なくとも1つのセンサは、

前記ウェアラブルスピーカ装置(110)に一体化される、

前記ユーザの頭部に取り付けられる、及び、

前記ユーザからある一定の距離をおいて配置された遠隔センサユニットに一体化される、の少なくとも1つである、請求項7に記載のシステム。

#### 【請求項9】

前記少なくとも1つのセンサは、

方位センサ、

ジェスチャセンサ、

近接センサ、及び、

画像センサ

の少なくとも1つを含む、請求項8に記載のシステム。

#### 【請求項10】

前記制御ユニット(230)は、前記第1のフィルタユニット(210)の前記フィルタ伝達関数をルックアップテーブルに基づいて適合させるように構成され、

前記フィルタ伝達関数は、前記第1のフィルタユニット(210)の少なくとも1つの制御パラメータの値に依存し、

前記ルックアップテーブルは、前記少なくとも1つのパラメータの複数の値、値範囲、及び/または、値もしくは値範囲の組み合わせを含み、

前記少なくとも1つのパラメータの値、値範囲、及び/または、値もしくは値範囲の組み合わせは、それぞれ、少なくとも1つの制御パラメータの少なくとも1つの値及び/または値の組み合わせにリンクされる、

請求項7から9のいずれかに記載のシステム。

#### 【請求項11】

前記第1のフィルタユニットに直列に結合された少なくとも1つの第2のフィルタユニット(2101、2102、210x)をさらに含み、前記制御ユニット(230)は、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する前記ユーザの頭部の前記現在位置に関

10

20

30

40

50

する前記少なくとも1つのパラメータに基づいて、前記第1のフィルタユニットおよび前記少なくとも1つの第2のフィルタユニット(2101、2102、210x)の各々の前記フィルタ伝達関数を適合させるように構成される、請求項7から10のいずれかに記載のシステム。

【請求項12】

前記第1のフィルタユニットに並列に結合された少なくとも1つの第2のフィルタユニット(2111、2112、2113、・・・、211x)と、

複数の乗算ユニット(31、32、33、・・・、3x)であって、各乗算ユニットは、フィルタユニット(2111、2112、2113、・・・、211x)に直列に結合され、前記制御ユニット(230)は、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する前記ユーザの頭部の前記現在位置に関する前記少なくとも1つのパラメータに応じて、重み付けゲイン値を決定するように構成され、前記重み付けゲイン値は、前記第1のフィルタユニットおよび前記少なくとも1つの第2のフィルタユニット(2111、2112、2113、・・・、211x)の各々の音声出力信号で乗算されて、混合音声信号をもたらす、複数の乗算ユニットと、

前記複数のミキサ(31、32、33、・・・、3x)の前記混合音声信号を合計して音声出力信号(OUT)を生成するように構成された加算器(40)と、

をさらに含む、請求項7から10のいずれかに記載のシステム。

【請求項13】

ゲインユニット(220)をさらに含み、前記制御ユニット(230)は、前記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する前記ユーザの頭部の前記現在位置に関する前記少なくとも1つのパラメータに基づいて、前記現在位置に前記ゲインユニット(220)のゲインを適合させるように構成され、前記音声出力信号(OUT)の前記ゲインは、前記ゲインユニット(220)の前記ゲインに依存する、請求項7から12のいずれかに記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ウェアラブルスピーカ装置、より詳細には、ユーザの耳からある一定の距離にスピーカを配置しているウェアラブルスピーカ装置、を操作するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ヘッドフォンは身体に心地よくないので、特に長い時間のヘッドフォンの装着を好まない人が多い。例えば、ヘッドフォンは、外耳道または耳介に絶え間ない圧力をかけ、また、頸椎を支える筋肉の疲労の原因となる場合がある。よって、首周り、または、肩に装着できるウェアラブルスピーカ装置が知られている。このような装置は、ユーザにとって高い音量レベルを可能にする一方、近くにいる他の人が体験する音圧レベルは、はるかに低い。さらに、ユーザの耳にスピーカが近接していることによって、部屋の反射が比較的少ない。しかしながら、幾つかの長所によって利益を受ける一方、このようなウェアラブル装置は、短所も幾つかある。主な短所の1つは、例えば、装置のスピーカとユーザの耳との間の音響伝達関数が、頭部の動きによって変わることである。この結果、音響信号の音色が変化し、空間表現が変化する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

ユーザの耳と頭部から離れたユーザの体の上部に装着されたウェアラブルスピーカ装置を操作する方法を記載する。方法は、センサデータを決定することと、センサデータに基づいて、ユーザの頭部の現在位置に関する少なくとも1つのパラメータを決定することと、少なくとも1つのパラメータに基づいて、少なくとも1つのフィルタユニットのフィル

10

20

30

40

50

タ伝達関数を現在位置に適合させることとを含み、ここで、ウェアラブルスピーカ装置の少なくとも1つのスピーカに出力される音声出力信号は、フィルタ伝達関数に依存する。

【0004】

ユーザの耳から離れたユーザの体の上部に装着されたウェアラブルスピーカ装置を操作するシステムを記載する。システムは、音声入力信号を処理し、音声出力信号をウェアラブルスピーカ装置の少なくとも1つのスピーカに出力するように構成された第1のフィルタユニットと、センサデータを受信し、センサデータに基づいて、ウェアラブルスピーカ装置に対するユーザの頭部の現在位置に関する少なくとも1つのパラメータを決定し、少なくとも1つのパラメータに基づいて、フィルタユニットのフィルタ伝達関数をユーザの頭部の現在位置に適合させるように構成された制御ユニットとを含み、ここで、音声出力信号(OUT)は、フィルタ伝達関数に依存する。

10

【0005】

他のシステム、方法、特徴、及び、長所は、以下の詳細な記載と図面を検討すると、当業者には明らかであろう、あるいは明らかとなる。このような追加のシステム、方法、特徴、及び、長所は全て、本記載内に含まれ、発明の範囲内にあり、以下の請求項によって保護されるものとする。

例えば、本願は以下の項目を提供する。

(項目1)

ユーザの体の上部であって、上記ユーザの耳と頭部から離れて装着されたウェアラブルスピーカ装置(110)を操作する方法であって、

20

センサデータを決定することと、

上記センサデータに基づいて、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の現在位置に関する少なくとも1つのパラメータを決定することと、

上記少なくとも1つのパラメータに基づいて、上記ユーザの頭部の上記現在位置に少なくとも1つのフィルタユニット(210)のフィルタ伝達関数を適合させることと、

を含み、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)の少なくとも1つのスピーカに出力される音声出力信号(OUT)は、上記フィルタ伝達関数に依存する、

上記方法。

(項目2)

上記少なくとも1つのフィルタユニット(210)の上記フィルタ伝達関数を適合させることは、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の様々な位置に関して、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)の上記少なくとも1つのスピーカと、上記ユーザの少なくとも片方の耳との間の伝達関数の変動を少なくとも部分的に補償することを含む、上記項目に記載の方法。

30

(項目3)

上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の上記現在位置に関する上記少なくとも1つのパラメータは、

上記ウェアラブルスピーカ装置(110)、

上記ユーザの頭部に取り付けられた第2の装置、

上記ユーザ及び上記ウェアラブルスピーカ装置(110)から遠隔にある第3の装置、の1つまたは複数に配置された少なくとも1つのセンサから取得されたデータに基づいて決定される、上記項目のいずれか一項に記載の方法。

40

(項目4)

上記センサデータは、

上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザ(100)の上記頭部の位置、

上記第3の装置に対する上記ユーザ(100)の上記頭部の位置、及び、

上記第3の装置に対する上記スピーカ装置の位置、

の少なくとも1つに依存する、上記項目のいずれか一項に記載の方法。

(項目5)

50

上記少なくとも1つのフィルタユニット(210)の上記フィルタ伝達関数を適合させることは、上記少なくとも1つのフィルタユニット(210)の制御パラメータを適合させることを含み、上記フィルタ伝達関数は、少なくとも1つの制御パラメータの値に依存する、

上記項目のいずれか一項に記載の方法。

(項目6)

上記少なくとも1つのフィルタユニット(210)のある一定の伝達関数をもたらす上記制御パラメータは、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の上記現在位置に関する上記少なくとも1つのパラメータの複数の値もしくは値範囲、または値もしくは値範囲の組み合わせに関して、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)

10

の主な使用に先だって、または、上記主な使用に関わりなく、予め定められ、上記少なくとも1つの予め定められた制御パラメータは、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の上記現在位置に関する上記少なくとも1つのパラメータの現在の値または値の組み合わせに従って、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)の意図した使用中に、上記少なくとも1つのフィルタユニットに適用される、

上記項目のいずれか一項に記載の方法。

(項目7)

上記制御パラメータを予め定めることは、伝達関数の測定を行うことを含み、伝達関数の測定を行うことは、

上記ウェアラブルスピーカ装置(110)の1つまたは複数のスピーカによって放射される音響信号を録音するマイクロフォンを使用することと、

20

上記ウェアラブルスピーカ装置(110)の上記1つまたは複数のスピーカから上記マイクロフォンへの上記伝達関数を決定することと、

を含み、上記マイクロフォンは、

テストを行う人の耳もしくは頭部に、

エンドユーザの耳もしくは頭部に、

ダミーヘッドの耳もしくはダミーヘッド上に、または、

頭部及び胴シミュレータの耳もしくは頭部及び胴シミュレータに、

配置される、上記項目のいずれか一項に記載の方法。

(項目8)

30

ユーザの体の上部であって、上記ユーザの耳と頭部から離れて装着されたウェアラブルスピーカ装置(110)を操作するシステムであって、

音声入力信号(IN)を処理し、音声出力信号(OUT)を上記ウェアラブルスピーカ装置(110)の少なくとも1つのスピーカ(120)に出力するように構成された第1のフィルタユニット(210)と、

制御ユニット(230)であって、

センサデータを受信し、

上記センサデータに基づいて、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の現在位置に関する少なくとも1つのパラメータを決定し、且つ、

上記少なくとも1つのパラメータに基づいて、上記ユーザの頭部の上記現在位置に上記フィルタユニット(210)のフィルタ伝達関数を適合させる、

40

ように構成された上記制御ユニット(230)と、

を含み、上記音声出力信号(OUT)は、上記フィルタ伝達関数に依存する、

上記システム。

(項目9)

上記センサデータを決定するように構成された少なくとも1つのセンサをさらに含み、上記少なくとも1つのセンサは、

上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に一体化される、

上記ユーザの頭部に取り付けられる、及び、

上記ユーザからある一定の距離をおいて配置された遠隔センサユニットに一体化される、

50

の少なくとも1つである、上記項目に記載のシステム。

(項目10)

上記少なくとも1つのセンサは、  
方位センサ、  
ジェスチャセンサ、  
近接センサ、及び、  
画像センサ

の少なくとも1つを含む、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目11)

上記制御ユニット(230)は、上記フィルタユニット(210)の上記フィルタ伝達関数をルックアップテーブルに基づいて適合させるように構成され、

10

上記フィルタ伝達関数は、上記フィルタユニット(210)の少なくとも1つの制御パラメータの値に依存し、

上記ルックアップテーブルは、上記少なくとも1つのパラメータの複数の値、値範囲、及び/または、値もしくは値範囲の組み合わせを含み、

上記少なくとも1つのパラメータの値、値範囲、及び/または、値もしくは値範囲の組み合わせは、それぞれ、少なくとも1つの制御パラメータの少なくとも1つの値及び/または値の組み合わせにリンクされる、

上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目12)

20

上記第1のフィルタユニットに直列に結合された少なくとも1つの第2のフィルタユニット(2101、2102、210x)をさらに含み、上記制御ユニット(230)は、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の上記現在位置に関する上記少なくとも1つのパラメータに基づいて、各フィルタユニット(210)の上記フィルタ伝達関数を適合させるように構成される、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目13)

上記第1のフィルタユニットに並列に結合された少なくとも1つの第2のフィルタユニット(2111、2112、2113、・・・、211x)と、

30

複数の乗算ユニット(31、32、33、・・・、3x)であって、各乗算ユニットは、フィルタユニット(2111、2112、2113、・・・、211x)に直列に結合され、上記制御ユニット(230)は、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の上記現在位置に関する上記少なくとも1つのパラメータに応じて、重み付けゲイン値を決定するように構成され、上記重み付けゲイン値は、各フィルタユニット(2111、2112、2113、・・・、211x)の音声出力信号で乗算されて、混合音声信号をもたらす、上記複数の乗算ユニットと、

上記複数のミキサ(31、32、33、・・・、3x)の上記混合音声信号を合計して音声出力信号(OUT)を生成するように構成された加算器(40)と、

をさらに含む、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(項目14)

40

ゲインユニット(220)をさらに含み、上記制御ユニット(230)は、上記ウェアラブルスピーカ装置(110)に対する上記ユーザの頭部の上記現在位置に関する上記少なくとも1つのパラメータに基づいて、上記現在位置に上記ゲインユニット(220)のゲインを適合させるように構成され、上記音声出力信号(OUT)の上記ゲインは、上記ゲインユニット(220)の上記ゲインに依存する、上記項目のいずれか一項に記載のシステム。

(摘要)

ユーザの耳と頭部から離れたユーザの体の上部に装着されたウェアラブルスピーカ装置を操作する方法は、センサデータを決定すること、センサデータに基づいて、ウェアラブルスピーカ装置に対するユーザの頭部の現在位置に関する少なくとも1つのパラメータを決

50

定することと、少なくとも1つのパラメータに基づいて、少なくとも1つのフィルタユニットのフィルタ伝達関数をユーザの頭部の現在位置に適合させることを含み、ウェアラブルスピーカ装置の少なくとも1つのスピーカに出力される音声出力信号は、フィルタ伝達関数に依存する。

【0006】

以下の記載と図面を参照すると、方法は、よりよく理解されよう。図面内の構成要素は、必ずしも、縮尺通りではなく、発明の原理を示すことに重点を置いている。さらに、図面において、類似の参照番号は、異なる図面を通して対応する部分を示す。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】例示のウェアラブルスピーカ装置と、そのウェアラブルスピーカ装置を装着しているユーザを示す概略図である。

【図2】他の例示のウェアラブルスピーカ装置の概略図である。

【図3A】ウェアラブルスピーカ装置を装着しているユーザの異なる頭部姿勢を示す概略図である。

【図3B】ウェアラブルスピーカ装置を装着しているユーザの異なる頭部姿勢を示す概略図である。

【図3C】ウェアラブルスピーカ装置を装着しているユーザの異なる頭部姿勢を示す概略図である。

【図3D】ウェアラブルスピーカ装置を装着しているユーザの異なる頭部姿勢を示す概略図である。

【図4】ユーザの頭部が右に回転する時のユーザの異なる頭部姿勢に対するウェアラブルスピーカ装置の第1のスピーカからユーザの左耳への振幅応答を示す図である。

【図5】ユーザの頭部が左に回転する時のユーザの異なる頭部姿勢に対するウェアラブルスピーカ装置の第1のスピーカからユーザの左耳への振幅応答を示す図である。

【図6】ユーザの頭部が右に回転する時のユーザの異なる頭部姿勢に対する、ユーザの最初の頭部姿勢における振幅応答を基準とした、ウェアラブルスピーカ装置の第1のスピーカからユーザの左耳への振幅応答を示す図である。

【図7】ユーザの頭部が左に回転する時のユーザの異なる頭部姿勢に対する、ユーザの最初の頭部姿勢における振幅応答を基準とした、ウェアラブルスピーカ装置の第1のスピーカからユーザの左耳への振幅応答を示す図である。

【図8】ウェアラブルスピーカ装置を操作する方法のフローチャートである。

【図9】ウェアラブルスピーカ装置を操作するシステムのブロック図である。

【図10】ウェアラブルスピーカ装置を操作するさらなるシステムのブロック図である。

【図11】ウェアラブルスピーカ装置を操作するさらなるシステムのブロック図である。

【図12】ユーザの頭部が右に回転する時のユーザの異なる頭部姿勢に対する補償フィルタの振幅関数を示す図である。

【図13】ユーザの頭部が左に回転する時のユーザの異なる頭部姿勢に対する補償フィルタの振幅関数を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1を参照すると、ウェアラブルスピーカ装置110は、ユーザ100の首周りに装着されてよい。よって、ウェアラブルスピーカ装置110は、U字型であってよい。しかしながら、任意の他の形も可能である。例えば、ウェアラブルスピーカ装置は、任意の所望の形になるように可撓性であってよい。ウェアラブルスピーカ装置110は、ユーザ100の首及び肩に載せられてよい。しかしながら、これは、ほんの一例である。ウェアラブルスピーカ装置110は、ユーザ100の肩にのみ載るよう構成されてもよく、または、肩には触れず、ユーザ100の首を挟むように固定されてもよい。ウェアラブルスピーカ装置110の任意の他の位置または実施が可能である。ウェアラブルスピーカ装置110をユーザ100の耳のすぐ近くに配置できるように、ウェアラブルスピーカ装置110

10

20

30

40

50

は、首、胸、背中、肩、上腕、または、ユーザの体の上部の任意の他の部分の任意の場所に、または、その近くに配置されてよい。ユーザ 100 の耳のすぐ近くにウェアラブルスピーカ装置 110 を取り付けるために任意の実施が可能である。例えば、ウェアラブルスピーカ装置 110 は、ユーザ 100 の衣服に取り付けてよく、または、適切な取り付け具によってユーザの体にひもを用いて留めてよい。図 1 を参照すると、ウェアラブルスピーカ装置 110 は、1 つの物理的ユニットとして実施される。図 2 に示すように、例えば、ウェアラブルスピーカ装置 110 は、2 つのサブユニット 110 a、110 b を含んでよく、一方のユニットは、少なくとも 1 つの左耳用スピーカ 120 L を含み、他方のユニットは、少なくとも 1 つの右耳用スピーカ 120 R を含む。各ユニット 110 a、110 b はそれぞれ、ユーザ 100 の片方の肩に載せられてよい。他の実施形態においては、ウェアラブルスピーカ装置 110 は、3 つ以上のサブユニットを含んでもよい。

10

#### 【0009】

ウェアラブルスピーカ装置 110 は、少なくとも 1 つのスピーカ 120 を含んでよい。例えば、ウェアラブルスピーカ装置 110 は、ユーザの各耳に対して 1 つずつ、2 つのスピーカを含んでよい。図 1 に示すように、ウェアラブルスピーカ装置 110 は、3 つ以上のスピーカ 120 を含んでもよい。例えば、ウェアラブルスピーカ装置 110 は、ユーザのリスニング体験を向上させるために、ユーザ 100 の右耳用の 2 つのスピーカ 120 A R、120 B R と、ユーザ 100 の左耳用の 2 つのスピーカ 120 A L、120 B L を含んでよい。

#### 【0010】

ウェアラブルスピーカ装置は、ユーザ 100 の首、肩、または、体の上部ではあるが、ユーザ 100 の耳からは離れて取り付けられるので、ユーザ 100 の耳は、異なる頭部姿勢に関して、スピーカ 120 に対して常に同じ位置にない場合がある。これは、図 3 に示されている。図 3 A は、ユーザ 100 頭部の第 1 姿勢を示す。この第 1 姿勢において、ユーザ 100 の耳は、スピーカ 120 R、120 L と基本的に一直線上にある。これは、第 1 の軸 x を中心とした頭部の回転角が 0 度であるユーザの頭部の第 1 姿勢を示す。この姿勢においては、左のスピーカ 120 L と左耳との距離は、右のスピーカ 120 R と右耳との距離と基本的に同じである。しかしながら、ユーザ 100 が直立している時、地表に対して基本的に垂直な第 1 の軸 x を中心にユーザ 100 が頭部を回転させると、耳とスピーカ 120 R、120 L との距離は、変わり得る。この第 1 の軸 x と、この第 1 の軸 x を中心としたユーザの頭部の回転を図 1 に例示的に示す。しかしながら、これは、ほんの一例である。ユーザ 100 は、(例えば、頷く時) 第 2 の軸 y を中心に、もしくは、(例えば、右耳を右肩に近づける時) 第 3 の軸 z を中心に頭部を回転させてもよく、または、これら 3 つの軸を中心とした任意の回転の組み合わせを行ってもよい。頭部の動きは、一般に、上記軸の 2 つ以上の軸を中心とした回転を起こし得る。図 3 に示すように、第 2 の軸 y は、第 3 の軸 z に垂直であってよく、第 2 の軸 y と第 3 の軸 z は両方とも、第 1 の軸 x に垂直であってよい。

20

30

#### 【0011】

第 1 の軸 x を中心としたユーザの頭部の回転を、図 3 B、3 C、3 D に示す。図 3 B において、頭部は、図 3 A に示す頭部の最初の姿勢に対して 15 度の角度 だけ回転している。図 3 C においては、30 度の角度 だけ頭部を回転した図が示され、図 3 D においては、45 度の角度 だけ頭部を回転した図が示されている。図から明らかなように、角度が大きくなればなるほど、耳と各スピーカ 120 R、120 L との距離は大きくなる。これは、スピーカ 120 R、120 L が出力した音が伝わらなければならない距離が増加することを意味している。さらに、頭部を回転させると、放射軸からの振幅応答依存性を典型的に示すスピーカの主放射軸に対する耳の位置が変化する。さらに、頭部を回転させると、耳は、スピーカ 120 R、120 L からユーザの耳への音の直接の経路を妨げ得るユーザの体の部分(すなわち、頭部、首、顎、または、肩)によって様々な程度に遮られる場合がある。

40

#### 【0012】

50

よって、ユーザ100の耳の位置で測定されるスピーカ装置のスピーカの振幅と位相応答は、頭部姿勢に応じて変わる。図4から分かるように、振幅応答は、ユーザの頭部の異なる回転角度によって異なる。図4は、ユーザ100の頭部が右に回転する時の様々な周波数に関するウェアラブルスピーカ装置110の左のスピーカ120Lからユーザ100の左耳への振幅応答を示す。右への回転を図3に例示的に示す。図4において、第1のグラフは、0度の回転角度の振幅応答を示す。これは、ユーザ100が頭部を全く回転させていないことを示す。他のグラフは、数個の周波数に関する10度、20度、30度、40度、50度の回転角度に対する振幅応答を示す。これらのグラフから、頭部を回転させると、特に、高い周波数で、音質(tonality)が変化し、さらに、頭部が30度より大きく回転すると、広帯域の音圧レベルが減少することが分かる。大部分の周波数に関して、角度が増加するにつれて、振幅応答のずれも増加することも分かる。周波数依存のずれは、下は2kHzにまで及び、音質に大きな影響を与える。図4に示すように、広帯域の音圧の3dB以上の減少は、平均的なユーザによって通常、認識される。

#### 【0013】

同じ結果が、図5から分かる。図5は、ユーザ100の頭部が左に回転する時のウェアラブルスピーカ装置110の左のスピーカ120Lからユーザ100の左耳への振幅応答を示す。図6は、ユーザ100の頭部が右に回転する時のウェアラブルスピーカ装置110の左のスピーカ120Lからユーザ100の左耳への振幅応答を示す。図6において、角度 $\theta > 0$ 度に関する測定値は、 $\theta = 0$ 度の時の測定値を基準とする。図7は、ユーザ100の頭部が左に回転する時のウェアラブルスピーカ装置110の左のスピーカ120Lからユーザ100の左耳への振幅応答を示す。図7において、角度 $\theta > 0$ 度に関する測定値は、 $\theta = 0$ 度の時の測定値を基準とする。

#### 【0014】

図4～図7によって示すように、振幅応答の変動は、あまり大きくない頭部の回転に関してさえ、通常のステレオ再生の音質を大きく損なう。さらに、例えば、ヘッドフォンを介して再生されるバイノーラル録音から分かるように、サラウンドまたは3Dの音声再生でさえ、振幅と位相の変動によって空間キューが変わるので、スピーカ装置と耳の間の伝達関数の変動によって大きく損なわれる。

#### 【0015】

図4～図7において、振幅応答は、左耳と左のスピーカのみに関して示されているが、ユーザ100の頭部が左または右に回転する時、右耳と右のスピーカに関して同じ結果が取得され得る。さらに、図4～図7は、第1の軸xを中心とした頭部の回転に関する振幅応答のみを示す。しかしながら、第2の軸yを中心とした回転、第3の軸zを中心とした回転、または、これらの軸を中心とした回転の任意の組み合わせに関しても、同様の結果が得られる。図4～図7は、頭部の動きの影響を一般的に示すことのみを目的としている。

#### 【0016】

ヘッドフォンは、ユーザ100の耳と共に動き、スピーカと耳の間の距離と、互いの向きが基本的に一定なので、ヘッドフォンを用いると、スピーカから耳への伝達関数は、ユーザの頭部姿勢に関係なく、通常、一定である。ユーザ100の頭部の動きに従わないウェアラブルスピーカ装置110について、同様の状況を達成すること、つまり、ユーザ100が、頭部を動かした時に、音質と音量の大きな相違を感じないことが望ましいと思われる。頭部の動きに加えて、ウェアラブル装置110自体も必ずしも同じ位置にあるとは限らない。例えば、ユーザ100の動きによって、ウェアラブルスピーカ装置110は、元の場所から移動し得る。音質及び音量の知覚できる相違を少なくとも低減するために、伝達関数の変動を、頭の動きに少なくとも部分的に応じて、動的に補償してよい。

#### 【0017】

図8は、特に、スピーカ装置の伝達関数を動的に適合させることによって、ウェアラブルスピーカ装置110を操作する方法を、フローチャートで示している。最初に、少なくとも1つのセンサのセンサデータを決定してよい(ステップ801)。センサデータは、ユーザの頭部の姿勢、向き、及び/または、位置に依存し、オプションで、スピーカ装置

10

20

30

40

50

の向き及び位置にも依存する。センサデータは、例えば、ウェアラブルスピーカ装置 110、または、ウェアラブルスピーカ装置 110 のスピーカ 120 L、120 R に対するユーザの頭部の位置に依存してよい。センサデータは、ユーザとウェアラブルスピーカ装置 110 から離れた基準点に対するユーザの頭部とウェアラブルスピーカ装置 110 の位置にも依存してよい。次のステップにおいて、少なくとも 1 つのパラメータが、ウェアラブルスピーカ装置 110、または、ウェアラブルスピーカ装置 110 のスピーカ 120 L、120 R に対するユーザの頭部の向き及び/または位置に関連するセンサデータから決定される(ステップ 802)。少なくとも 1 つのパラメータは、例えば、第 1 の軸 x、第 2 の軸 y、第 3 の軸 z、または、任意の他の軸を中心とした回転角を含んでよい。しかしながら、これらは、ほんの一例である。少なくとも 1 つのパラメータは、ユーザの頭部の位置に関連する任意の他のパラメータを含んでよい。どの種類のセンサを使用するかに応じて、少なくとも 1 つのパラメータは、例えば、ランタイム、電圧、または、1 つもしくは複数のピクセルを、代わりに、または、追加で含んでよい。任意の他の適切なパラメータも可能である。少なくとも 1 つのパラメータは、代わりに、または、追加で、幾何学的意味も物理的意味も持たない抽象的な数を含んでよい。1 つまたは複数のパラメータに基づいて、スピーカ装置の伝達関数を適合させてよい(ステップ 803)。方法をより詳細に記載する。

#### 【0018】

ユーザの頭部の位置に依存するセンサデータを決定するために、例えば、1 つまたは複数のセンサを使用してよい。1 つまたは複数のセンサは、方位センサ、ジェスチャセンサ、近接センサ、画像センサ、または、音響センサを含んでよい。しかしながら、これらは、ほんの一例である。ユーザの頭部の位置に依存するセンサデータの決定に適した任意の他のセンサタイプを使用してよい。方位センサは、(地磁気の)磁力計、加速度計、ジャイロスコープ、または、重力センサ等を含んでよい。ジェスチャセンサまたは近接センサは、赤外線センサ、近傍電界センサ(electric near field sensor)、レーダベースセンサ、熱センサ、または、超音波センサ等を含んでよい。画像センサは、例えば、ビデオセンサ、飛行時間型センサ、または、構造化光スキャナ等のセンサを含んでよい。音響センサは、例えば、マイクロフォンを含んでよい。しかしながら、これらは、ほんの一例である。

#### 【0019】

例えば、少なくとも 1 つのセンサは、ウェアラブルスピーカ装置 110 に一体化、または、取り付けられてよい。センサデータは、ウェアラブルスピーカ装置 110 に対するユーザの頭部の姿勢またはユーザの頭部の位置に依存してよい。例えば、少なくとも 1 つのジェスチャセンサまたは近接センサが、ウェアラブルスピーカ装置 110 に配置されてよく、ユーザの頭部の一部(例えば、ユーザの耳、顎、及び/または、首の一部)と各センサの間の距離に依存するセンサデータを提供するように構成されてよい。一実施形態においては、距離センサは、ウェアラブルスピーカ装置 110 の 2 つの遠位端に配置、例えば、正中面に対してほぼ対称的な位置で顎の近くに配置されて、各センサとセンサの近くの領域の物体(例えば、ユーザの顎、及び/または、ユーザの首の一部)の間の距離を検出する。ユーザが頭部を一方に向けると、例えば、顎及び/または首の一部は、センサの少なくとも 1 つに近づき、センサの少なくとも他の 1 つからは離れ得る。よって、各センサによって検出されるセンサデータは、この動きによって、ほぼ相反するように影響される。さらに、ユーザが頭部を下に向けるまたは上に向ける場合、ユーザの頭部の一部(例えば、ユーザの顎、及び/または、首の一部)とウェアラブルスピーカ装置 110 の各遠位端のセンサの間の距離は、ほぼ等しく増減し、よって、各遠位端のセンサデータにほぼ等しいように影響を与える。

#### 【0020】

しかしながら、少なくとも 1 つのセンサは、ウェアラブルスピーカ装置 110、ユーザ、または、ユーザに取り付けられた第 2 の装置のそれぞれに搭載することも可能である。一般的に、センサの位置は、使用するセンサの種類に応じて決まり得る。例えば、少なく

10

20

30

40

50

とも1つのセンサは、ウェアラブルスピーカ装置110のスピーカ120L、120Rの近く、または、スピーカ120L、120Rの少なくとも1つへの幾何学的関係が固定のウェアラブルスピーカ装置の任意の他の位置に搭載されてよい。少なくとも1つのセンサは、ウェアラブルスピーカ装置110に取り付けられた少なくとも1つのセンサの代わりに、または、それに加えて、ユーザの体に取り付けられてよい。ユーザの体に取り付けられた少なくとも1つのセンサは、任意の適切な方法でユーザの頭部に取り付けられてよい。例えば、センサは、ユーザ100が装着している眼鏡（例えば、3Dテレビまたは仮想現実ヘッドセットに使用されるシャッターメガネ）に取り付けられてよい、または、一体化されてよい。センサは、イヤリング、アリスバンド、ヘアゴム、髪留め、または、ユーザ100が装着可能で、ユーザの頭部に取り付けられる任意の他の装置に一体化、または、取り付けられてもよい。センサを用いて、ユーザの頭部の位置とウェアラブルスピーカ装置110に依存するセンサデータを決定してよい。例えば、方位センサは、ウェアラブルスピーカ装置110に取り付けられ、ユーザの頭部にあってよい。このような方位センサは、例えば、第3の位置（例えば、北極、地球の重力の中心、または、任意の他の基準点）に対して各センサの位置に依存するセンサデータを提供してよい。ウェアラブルスピーカ装置110からのこのようなセンサデータとユーザの頭部との相関は、ウェアラブルスピーカ装置110に対する、または、ウェアラブルスピーカ装置110のスピーカ120L、120Rに対するユーザの頭部の位置に依存してよい。

#### 【0021】

別の例においては、ウェアラブルスピーカ装置110にセンサを取り付けず、少なくとも1つのマイクロフォンをユーザの頭部に取り付けてよい。少なくとも1つのマイクロフォンは、ウェアラブルスピーカ装置110の少なくとも1つのスピーカによって生成される音響の音圧と、他の音源によって生成される音響の音圧とを検出するように構成される。ウェアラブルスピーカ装置の少なくとも1つのスピーカによって放射される音の少なくとも1つのマイクロフォンへの到達時間及び/または音圧レベルは、一般的に、ユーザの頭部とウェアラブルスピーカ装置110との相対的位置に依存する。例えば、ウェアラブルスピーカ装置110は、スピーカの1つまたは複数を通して、あるトリガ信号を放射してよい。例えば、トリガ信号は、（例えば、20kHzを超える）人間には聞き取れない周波数のみを含むパルス信号であってよい。ウェアラブルスピーカ装置110の1つまたは複数のスピーカによって放射され、少なくとも1つのマイクロフォンによって検出されるこのようなトリガ信号の受信時間及び/または音圧レベルは、ウェアラブルスピーカ装置110に対するユーザの頭部の姿勢またはユーザの頭部の位置に依存し得る。センサデータのある一定の決定された値、または、センサデータの値のセットに関連するユーザの頭部の実際の姿勢を決定することは、必ずしも必要ではない。代わりに、必要な伝達関数、または、ある一定のセンサデータに関連する伝達関数の適合を知ることによって十分である。

#### 【0022】

上述のセンサの代わりに、または、それに追加して、少なくとも1つのセンサをユーザ100及びウェアラブルスピーカ装置110から離して配置することも可能である。例えば、遠隔センサユニットは、ユーザ100からある一定の距離に配置されてよい。遠隔センサユニットは、例えば、テレビまたはオーディオユニット、特に、音声データをウェアラブルスピーカ装置110に送るオーディオユニットに一体化されてよい。このような遠隔センサユニットは、例えば、画像センサを含んでよい。しかしながら、代わりに、または、追加で、遠隔センサユニットは、例えば、方位センサ、ジェスチャセンサ、または、近接センサを含んでよい。このような遠隔センサユニットを使う時、ユーザの頭部またはウェアラブルスピーカ装置110に配置する追加のセンサは必ずしも必要ではない。ウェアラブルスピーカ装置110に対して、または、遠隔センサユニットに対して、ユーザの頭部姿勢またはユーザの頭部の位置に依存するセンサデータを決定してよい。さらに、遠隔センサユニットに対するウェアラブルスピーカ装置110の位置及び/または向きに依存するセンサデータを決定してよい。一例においては、遠隔センサユニットは、カメラを含む。カメラは、ユーザの頭部と上半身の写真を撮り、ユーザの頭部姿勢に依存するセン

10

20

30

40

50

サデータを提供するように構成されてよい。例えば、適切なソフトウェアまたは顔認識アルゴリズムを使用して、ユーザの頭部の姿勢、位置に関連する少なくとも1つのパラメータを、次に、決定してよい。しかしながら、これは、ほんの一例である。ユーザ100から離して配置されたセンサユニットを用いて、ユーザの頭部の姿勢、位置に関連する少なくとも1つのパラメータを決定する多くの他の方法がある。

#### 【0023】

ユーザ100から離して配置されたセンサユニットが、ユーザの頭部及び/またはウェアラブルスピーカ装置110に配置された少なくとも1つのセンサの位置に依存するセンサデータを提供することも可能である。センサデータから、ユーザの頭部の位置に関連する少なくとも1つのパラメータを決定してよい。少なくとも1つのセンサは、すでに上記に記載したように、いずれかの方法でユーザの頭部に配置されてよい。追加のセンサが、ウェアラブルスピーカ装置110に一体化、または、取り付けられてよい。ユーザの頭部の及び/またはウェアラブルスピーカ装置110の位置に関連する少なくとも1つのパラメータを決定し得る元となるセンサデータを決定できるようにするセンサの任意の組み合わせが可能である。

#### 【0024】

複数の例を上述した少なくとも1つのセンサによって獲得されたセンサデータから、ユーザの頭部の位置に関連する少なくとも1つのパラメータを決定してよい。少なくとも1つのパラメータは、ウェアラブルスピーカ装置110に対するユーザの頭部の位置を適切な精度で規定し得る。ある一定のパラメータ値またはパラメータ値の範囲が、ユーザの頭部のある一定の位置またはユーザの頭部のある一定の位置範囲に少なくともほぼ対応するように、少なくとも1つのパラメータが、ある一定の位置に少なくとも関連してよい。パラメータは、例えば、ユーザの頭部の最初の位置に対する回転角であってよい。最初の位置は、ユーザ100が真っ直ぐ前を見ている位置であってよい。この位置でユーザ100の耳は、ウェアラブルスピーカ装置110の左スピーカ120L、右スピーカ120Rと基本的に一直線であってよい。よって、最初の位置は、0度の回転角に対応する。回転は、上記のように、任意の軸を中心に行われてよい。複数の軸を中心回転する時、ユーザの頭部の位置は、複数の回転角によって記述されてよい。しかしながら、一実施形態によると、ユーザの頭部の動きの追跡は、1つの軸を中心とした動きに制限されてもよく、そうすると、他の軸を中心とした動きは無視される。少なくとも1つの回転角の代わりに、または、それに加えて、任意の他のパラメータを使用してユーザの頭部の位置を記述してよい。例えば、左のスピーカ120Lと左耳との距離、及び、右のスピーカ120Rと右耳との距離が、ユーザの頭部の位置を示してよい。少なくとも1つのパラメータは、ある一定のパラメータ値の範囲が、ユーザの頭部のある一定の位置に関連するが、幾何学的意味を持たないように、抽象的なパラメータであってもよい。パラメータは、例えば、物理的意味（例えば、電圧または時間）を有してもよく、または、論理的意味（例えば、ルックアップテーブルのインデックス）を有してもよい。さらに、ユーザの頭部の任意の位置、または、より一般的に言うと、ユーザの頭部の位置に依存するパラメータ値、パラメータ値の組み合わせ、パラメータ値範囲、または、パラメータ値範囲の組み合わせはいずれも、最初の位置、最初のパラメータ値、最初のパラメータ値の組み合わせ、最初のパラメータ値範囲、または、最初のパラメータ値範囲の組み合わせとして規定されてよい。例えば、ユーザが、右、左、上、または、下を見ることは、最初または基準の位置及び/または向きとして規定されてよい。より一般的に言うと、パラメータ値の任意のセットが、パラメータ値の最初または基準のセットとして規定されてよい。

#### 【0025】

図9は、ウェアラブルスピーカ装置110を操作するシステムを示す。システムは、ウェアラブルスピーカ装置110または外部装置に含まれてよい。システムは、フィルタユニット210、ゲインユニット220、及び、制御ユニット230を含んでよい。フィルタユニット210は、適応フィルタを含んでよく、音声入力信号INLを処理し、音声出力信号OUTLを出力するように構成されてよい。音声入力信号INLを処理するために

10

20

30

40

50

、フィルタユニット210の伝達関数、より詳細には、適応フィルタの伝達関数を適合させてよい。ユーザの頭部が最初の位置にある時、第1のフィルタ伝達関数を使用して、音声入力信号INLを処理し、意図するリスニング体験をユーザ100に提供してよい。あるいは、意図したリスニング体験にスピーカの伝達関数を適合させるために定数の伝達関数を有するフィルタを用いて通常行われる静的等化が、図9のシステムとは別個のフィルタによって行われてよいので、この最初の位置において、伝達関数は、 $1 (H(s) = 1)$ に等しくてよい。ユーザ100が頭を動かす時、一定したリスニング体験を可能にするように異なるフィルタ伝達関数または補償伝達関数が必要とされ得る。よって、伝達関数の補償を行ってよく、これは、ユーザの頭部の位置に応じて、フィルタ伝達関数を適合してよいことを意味する。よって、制御ユニット230は、ユーザの頭部の現在位置に関連する少なくとも1つのパラメータを表す入力信号を受信してよい。少なくとも1つのパラメータに基づいて、制御ユニット230は、フィルタユニット210のフィルタ伝達関数を制御してよい。

10

**【0026】**

ゲインユニット220は、音声出力信号OUTLのレベルを適合するように構成される。オプションで、ゲインユニット220のゲインまたは減衰もユーザの頭部の現在位置に応じて適合されてよい。しかしながら、これは、ユーザの頭部のあらゆる位置に対して必要なわけではなく、または、適応フィルタの伝達関数に含まれてよく、従って、オプションである。よって、フィルタユニット210の伝達関数、オプションで、ゲインユニット220のゲインは、ユーザの頭部の動きが原因の変動を少なくとも部分的に補償してよい。このような変動を補償するために、例えば、正確または近似の逆伝達関数を適用してよい。最初の位置ではないユーザの頭部の任意の位置に対するこの逆伝達関数は、例えば、最初の位置または最初のパラメータ値のセットと、最初の位置でないユーザの頭部の位置またはこの位置を定義するパラメータ値のセットとの間の、ユーザの少なくとも片方の耳の位置で測定されたウェアラブルスピーカ装置の少なくとも1つのスピーカの振幅及び/または位相応答の相違から決定されてよい。次に、制御ユニット230は、フィルタユニット210のフィルタ伝達関数を、(オプションで)ゲインユニット220のゲインまたは減衰を適合させて、適切な音声出力信号OUTLを生成して、ユーザの頭部の位置に関係なく、一定したリスニング体験を可能にする。

20

**【0027】**

ユーザの頭部のある一定の位置に関連するある一定のパラメータに関するフィルタ伝達関数とゲインを選択する可能性の1つは、ルックアップテーブルを使用することである。ルックアップテーブルは、複数の回転角もしくは回転角の組み合わせ、または、ユーザの頭部の位置に関する少なくとも1つのパラメータの任意の他の値もしくは値の組み合わせに関して、前もって定められたフィルタ制御パラメータ、及び/または、ゲイン値を含んでよい。ルックアップテーブルは、角度、角度の組み合わせ、パラメータ値、または、パラメータ値の組み合わせの可能な全てを含まなくてもよい。よって、ルックアップテーブルに列挙された角度間またはパラメータ間に該当する中間にある角度、パラメータ、角度の組み合わせ、または、パラメータの組み合わせに関する伝達関数が、任意の適切な方法によって補間されてよい。例えば、フィルタ制御パラメータ(例えば、アナログフィルタまたはIIRフィルタの周波数、ゲイン、質)、または、(例えば、IIRフィルタまたはFIRフィルタ)の係数を補間してよい。幾つかの補間方法が、一般的に知られており、よって、これ以上詳細には記載しない。ルックアップテーブルに列挙されたフィルタ制御パラメータは、フィルタユニット210の制御を可能にするフィルタユニット210の係数であってよい。フィルタユニット210は、例えば、IIRまたはFIRタイプのデジタルフィルタを含んでよい。しかしながら、他のフィルタタイプも可能である。

30

40

**【0028】**

フィルタユニット210は、例えば、アナログフィルタを含んでよい。アナログフィルタは、制御電圧によって制御されてよい。制御電圧は、フィルタの伝達関数を決定してよい。これは、制御電圧の変更によって伝達関数を適合させてよいことを意味する。フィル

50

タユニット 210 がアナログフィルタを含む時、ルックアップテーブルは、数個の回転角、回転角の組み合わせ、ユーザの頭部の位置に関連する少なくとも 1 つのパラメータの値、または、値の組み合わせにリンクされた制御電圧を含んでよい。次に、ユーザの頭部の位置に関連する決定されたパラメータそれぞれに対して、ある一定の制御電圧を適用してよい。よって、制御ユニット 230 は、所望の制御電圧を提供するデジタルアナログ変換器を含んでよい。フィルタユニット 210 は、周波数領域で実施されてよい。周波数領域で実施される場合、フィルタ制御パラメータは、個々の周波数スペクトル成分の乗算係数を含んでよい。

#### 【0029】

しかしながら、一般的に、フィルタ伝達関数は、任意の適切な方法で制御されてよい。厳密な実施態様は、フィルタユニット 210 内で使用されるフィルタタイプに依存してよい。IIR フィルタまたは FIR フィルタを使用する場合、個々の周波数スペクトル成分に使用し得るフィルタ係数と乗算係数は、所望の伝達関数を設定するために、ユーザの頭部の位置に関連する少なくとも 1 つのパラメータに応じて、異なる値に設定されてよい。

#### 【0030】

図 9 に示すシステムにおいて、左のスピーカ 120L の音声出力信号 OUTL を提供する。しかしながら、これは、ほんの一例である。システムは、右のスピーカ 120R の音声出力信号 OUTR を提供するために使用されてもよい。これらのシステムの多くは、複数のスピーカに出力信号を提供するために使用されてよい。

#### 【0031】

図 9 に示すシステムは、フィルタユニット 210 を 1 つだけ含む。図 10 に示すように、他のシステムは、直列に結合された複数のフィルタユニットを含んでよい。図 10 のシステムは、第 1 のフィルタユニット 2101、第 2 のフィルタユニット 2102、及び、第 3 のフィルタユニット 210x を含む。全てのフィルタユニット 2101、2102、210x は、制御ユニット 230 によって制御される。例えば、フィルタユニット 2101、2102、210x がアナログフィルタまたは IIR フィルタを含む時、複数のフィルタユニット 2101、2102、210x を使用してよい。このような場合、直列に結合された複数のフィルタユニット 2101、2102、210x によって、伝達関数はより正確になり得る。しかしながら、任意の他の場合に、複数のフィルタユニット 2101、2102、210x を使用してもよい。

#### 【0032】

図 11 は、ウェアラブルスピーカ装置 110 を操作する他のシステムを示す。このシステムにおいては、数個のフィルタユニット 2111、2112、2113、・・・、211x は並列に結合される。図 11 のシステムは、6 つのフィルタユニット 2111、2112、2113、・・・、211x を含む。しかしながら、これは、ほんの一例である。任意の数のフィルタユニット 2111、2112、2113、・・・、211x が並列に結合されてよい。第 1 のフィルタユニット 2111 は、第 1 の軸 x を中心に左に回転角 45 度に対する補償フィルタを含んでよい。第 2 のフィルタユニット 2112 は、左に回転角 30 度に対する補償フィルタを含んでよく、第 3 のフィルタユニット 2113 は、左に回転角 15 度に対する補償フィルタを含んでよい。第 4、第 5、第 6 のフィルタユニット 2114、2115、2116 は、それぞれ、右に回転角 15 度、30 度、45 度に対する補償フィルタを含んでよい。しかしながら、これは、ほんの一例である。フィルタユニット 2111、2112、2113、・・・、211x は、任意の他の回転角、より一般的に言うと、ユーザの頭部の位置に関連する少なくとも 1 つのパラメータの任意の値または値の組み合わせに対する補償フィルタを含んでよい。1 つの乗算ユニット 31、32、33、34、35、3x は、それぞれ、各フィルタユニット 2111、2112、2113、・・・、211x に直列に結合される。例えば、第 1 の軸 x を中心とした回転角によって、より一般的に言うと、ユーザの頭部の位置に関連する少なくとも 1 つのパラメータの任意の値または値の組み合わせによって、表されるユーザの頭部の位置に基づいて、制御ユニットは、フィルタユニットの出力値に適用されて（乗算される）重み付けゲイン値

10

20

30

40

50

を決定してよい。重み付けゲイン値を各フィルタ出力値に適用後、全ての重み付けされたフィルタ出力値を加算器 40 に適用して、フィルタユニット出力値全ての合計として音声出力信号 O U T L を生成してよい。これによって、中間にある角度に対しても満足のいく結果を受信するように補償フィルタ間の補間が可能になる。

#### 【 0 0 3 3 】

少なくとも 1 つのフィルタユニット 2 1 0 の伝達関数は、ユーザの頭部の可能な全ての位置もしくはそのサブセット、ならびに / または、最初の位置及び / もしくは回転角に対する少なくとも 1 つの軸を中心とした可能な回転角の全てもしくはそのサブセットに対して行われた振幅及び / または位相の応答測定値から決定されてよい ( 図 4 ~ 図 7 参照 ) 。振幅及び / または位相の応答測定は、ウェアラブルスピーカ装置の任意のスピーカ、及び / または、ユーザのいずれかの耳への音響経路、オプションで、ユーザの外耳 ( 耳介 ) の伝達関数を含んでよい。例えば、ある程度、人体構造を模したダミーヘッドを用いて測定が行われてもよい。このようなダミーヘッドは、例えば、精密もしくは簡単な耳介を含んでよく、または、耳介を全く含まなくもよい。振幅及び / または位相測定において外耳の伝達関数を無視することによって、結果として生じるフィルタ伝達関数が原因の望まない音色または音定位の移動を低減し得る。図 1 2 は、回転角 0 度の伝達関数を基準に、第 1 の軸 x を中心に 1 0 度、2 0 度、3 0 度、4 0 度、5 0 度左への回転角に対するウェアラブルスピーカ装置 1 1 0 の左のスピーカ 1 2 0 L の可能な補償関数を示す。図 1 3 は、回転角 0 度の伝達関数を基準に、第 1 の軸 x を中心に 1 0 度、2 0 度、3 0 度、4 0 度、5 0 度右への回転角に対するウェアラブルスピーカ装置 1 1 0 の左のスピーカ 1 2 0 L の可能な補償関数を示す。

#### 【 0 0 3 4 】

任意の振幅変動の補償の代わりに、または、それに加えて、頭部の動きが原因の位相または群遅延の変動も、例えば、少なくとも部分的に補償されてよい。これを達成するために、少なくとも 1 つのフィルタユニット 2 1 0 は、例えば、周波数または時間領域で実施されてよい、可変伝達関数または可変遅延線を有する適切な長さの F I R フィルタを含んでよい。群遅延補償は、左耳と右耳に対する信号の位相関係において空間キューが破壊されるのを回避するので、ウェアラブルスピーカ装置 1 1 0 の空間表現を安定したままにする助けになり得る。

#### 【 0 0 3 5 】

一般的に、人体構造は、個人ごとに大きく異なる。よって、リスニング体験は、ウェアラブル装置 1 1 0 の異なるユーザにとって異なり得る。従って、システムは、個々のユーザに合わせて較正されるように構成してよい。較正ステップ、較正プロセス、または、較正ルーチンは、ウェアラブルスピーカ装置 1 1 0 の主要な使用 ( すなわち、リスニング目的の音響コンテンツの再生 ) に先だって、主要な使用とは別に行われてよい。詳細には、較正ステップ、プロセス、または、ルーチン中、フィルタユニットの伝達関数が、様々な頭部の位置に関する、センサデータまたはセンサデータから決定されたユーザの頭部の位置に関連する少なくとも 1 つのパラメータに対して決定されてよく、それに合わせて調整されてよい。そうすることによって、フィルタユニットの伝達関数と、センサデータもしくはセンサデータから決定されたユーザの頭部の位置に関する少なくとも 1 つのパラメータとの両方を、個々のユーザに合わせて同時に較正し得る。ユーザは、様々な方向を向いてよい。幾つかの頭部の位置に関して、センサ出力と、ウェアラブルスピーカ装置のスピーカから ( スピーカを含み得る ) ユーザの耳への伝達関数とを決定してよい。ユーザは、規定のステップで頭部を回転させてよい。例えば、各側 ( 左及び右 ) に頭部を 1 5 度、3 0 度、4 5 度回転させて測定を行ってよい。しかしながら、ユーザは、自分の頭部を回転させた角度が正確に分からないと思われるので、これは、実現が難しいと思われる。ユーザがゆっくりと両側を向くことも可能である。ユーザがゆっくりと頭部を回転させながら、連続的に何度か測定を行う。このような測定中、センサデータと、関連する伝達関数とを取得してよい。その後、ルックアップテーブルに含むサンプリング点としてセンサデータのある一定の値を選択してよい。値は、サンプリング点間の伝達関数の変化が一定、ま

たは、少なくとも似通っているように、選択されてよい。このように、サンプリング点に関連するユーザの頭部の動きの全範囲も実際の姿勢も知る必要なく、ユーザの頭部の動きの全範囲に対して、伝達関数の変化のほぼ一定した分解能 ( r e s o l u t i o n ) を取得し得る。

#### 【 0 0 3 6 】

ユーザの頭部の動きは、必ずしも一定した速度で行われる必要は無い。ユーザが可変速度で頭部を動かす、または、頭部が、ある一定の時間、ある一定の位置にとどまることも可能である。ユーザの位置が変わらない場合、伝達関数は変わらず、伝達関数は、同じ動きの範囲にわたって、ゆっくりした頭部の動きに対しては、ある一定の変化率で変化し、速い頭部の動きに対しては、より高い変化率で変化するというように、動きの速度は、取得された伝達関数の変化に関連しているので、動きの速度の変動は、ルックアップテーブルに使用するサンプリング点を選択する上記方法にとっては、無関係である。実際の頭部の動きに関するサンプリング点間のステップサイズは、必ずしも一定である必要はない。代わりに、サンプリング点を選択する上記方法の結果として、サンプリング点間の頭部の動きのステップサイズは、全動きの範囲にわたって可変であってよい。実際のセンサデータは、上記サンプリング点に対して任意の関係を有してよい。例を挙げると、5つのサンプリング点を選んでよい。サンプリング点に、1、2、3、4、5と番号を付けてよく、その場合、サンプリング点は、例えば、 $1 = 1 \text{ V}$ 、 $2 = 1.3 \text{ V}$ 、 $3 = 2 \text{ V}$ 、 $4 = 5 \text{ V}$ 、 $5 = 8 \text{ V}$ のように例示のセンサデータとしてのセンサ出力電圧に関連付けられてよい。サンプリング点の番号付け ( 1、2、3、4、5 ) は、ユーザの頭部の位置に関連する少なくとも1つのパラメータとして見られてよい。所与の例において、サンプリング点の番号の値とセンサデータの間には非線形の関係がある。中間にあるセンサデータ値に対する中間にあるサンプリング点番号が、補間によって計算されてよく、その結果、サンプリング点の番号は小数値になる。例えば、整数のサンプリング点番号をルックアップテーブルに指標として選択してよい。フィルタユニットのある一定の伝達関数を結果として生じるフィルタユニットのある一定の伝達関数または制御パラメータは、あらゆる指標に関連付けられてよい。整数のルックアップテーブル指標のフィルタ制御パラメータ間を補間することによって、任意の中間にあるサンプリング点に対して対応するフィルタ制御パラメータのセットを決定してよい。

#### 【 0 0 3 7 】

例えば、スピーカを含むスピーカ装置からユーザの耳への伝達関数を決定するために、インイヤー型マイクロフォンを使用して、ウェアラブル装置の1つまたは複数のスピーカから放射される音響信号を録音してよい。インイヤー型マイクロフォンは、例えば、ウェアラブルスピーカ装置に接続されて、ウェアラブルスピーカ装置がマイクロフォン信号を受信、録音してよい。インイヤー型マイクロフォンは、ユーザの耳介によって生成される消去及び共鳴拡大効果 ( 以下、耳介共鳴と呼ぶ ) を意図的に捕捉または抑制するよう構成されてよい。例えば、インイヤー型マイクロフォンは、耳介共鳴を含むために、外耳道の入口のみを覆うまたは塞ぐ小さいサイズであってよい。別の例においては、インイヤー型マイクロフォン、または、より詳細には、インイヤー型マイクロフォンの周りの支持構造は、対応する耳介共鳴を少なくとも部分的に抑制するために、耳介の一部 ( 例えば、耳甲介 ) を塞ぐように設計されてよい。これは、異なる頭部の位置に関して、ユーザの耳介によって生成されたモノラル方向のキューを測定された伝達関数から除外してよい。耳介共鳴は、上記測定を通して得られた振幅応答を適切に平滑化することによって抑制してもよい。上記方法を用いて、( 頭部の位置に関連する ) 特定のセンサ出力値にリンク付けできる個々の伝達関数を決定してよい。これらの伝達関数は、特定の頭部の位置に関してフィルタ伝達関数を決定する基礎として用いられてよい。

#### 【 0 0 3 8 】

上記較正プロセスは、較正プロセス中、インイヤー型マイクロフォンを装着し得るウェアラブルスピーカ装置の対象エンドユーザによって行われてよい。しかしながら、エンドユーザ自身が測定を行わずに、ウェアラブルスピーカ装置を販売する前に測定を行うこと

10

20

30

40

50

も可能である。テストを行う人が、インイヤー型マイクロフォンを装着し、測定を行ってよい。その場合、市場の幾つかのまたは全てのウェアラブルスピーカ装置に対して、設定を同じにしてよい。テストを行う人またはユーザの代わりに、ダミーヘッドを用いて、測定を行ってよい。その場合、インイヤー型マイクロフォンをダミーヘッドに取り付けてよい。しかしながら、ウェアラブルスピーカ装置とインイヤー型マイクロフォンを装着している頭部と胴のシミュレータを用いることも可能である。ダミーヘッド、または、頭部と胴のシミュレータは、人間の外耳をモデルにした構造を有していなくてもよい。このような場合、典型的な耳の位置の近くのどこかに、マイクロフォンを配置してよい。

【 0 0 3 9 】

発明の様々な実施形態を記載したが、発明の範囲内でより多くの実施形態及び実施態様が可能であることは当業者には明らかであろう。従って、添付の請求項及びその同等物を考慮することを除いて、発明は制限されない。

10

20

30

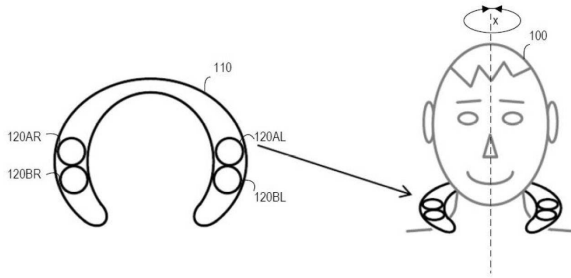
40

50

【図面】

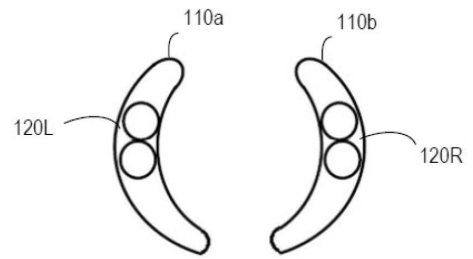
【図 1】

【図 1】



【図 2】

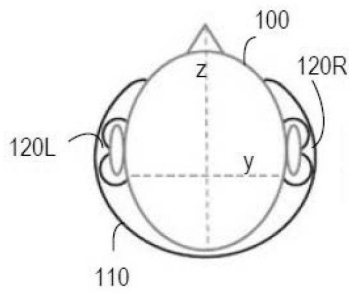
【図 2】



10

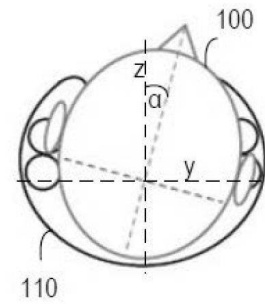
【図 3 A】

【図 3 A】



【図 3 B】

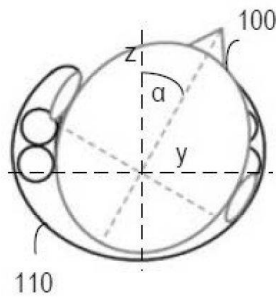
【図 3 B】



20

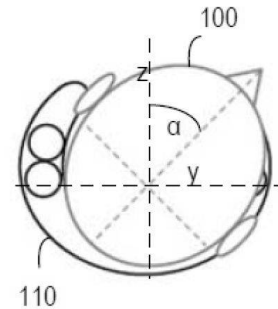
【図 3 C】

【図 3 C】



【図 3 D】

【図 3 D】



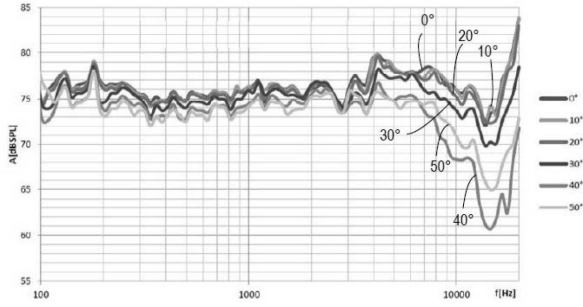
30

40

50

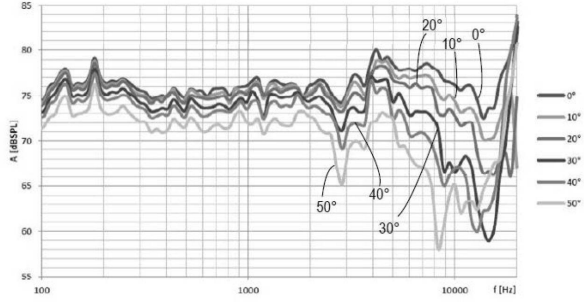
【 図 4 】

【 図 4 】



【 図 5 】

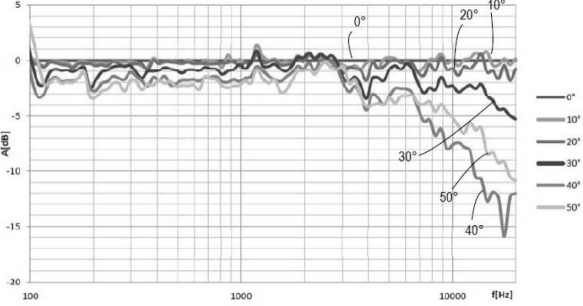
【 図 5 】



10

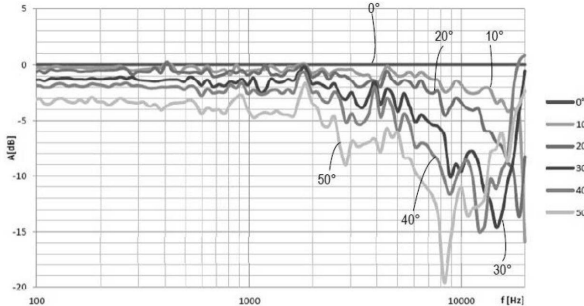
【 図 6 】

【 図 6 】



【 図 7 】

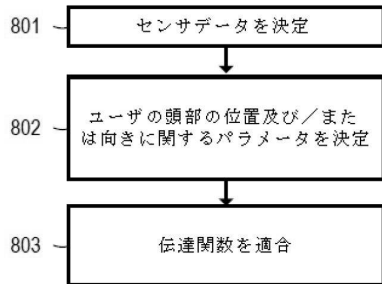
【 図 7 】



20

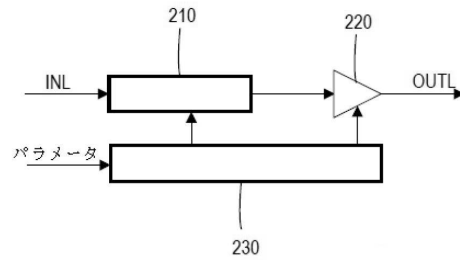
【 図 8 】

【 図 8 】



【 図 9 】

【 図 9 】



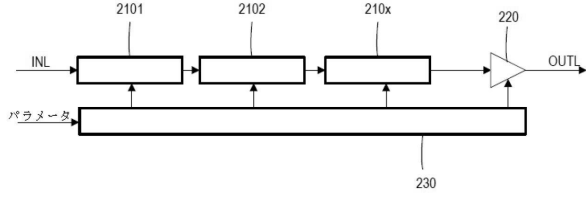
30

40

50

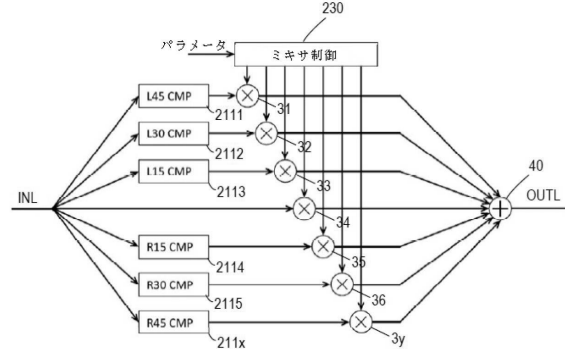
【図 1 0】

【図 1 0】



【図 1 1】

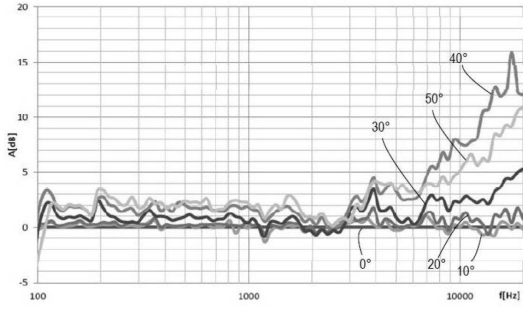
【図 1 1】



10

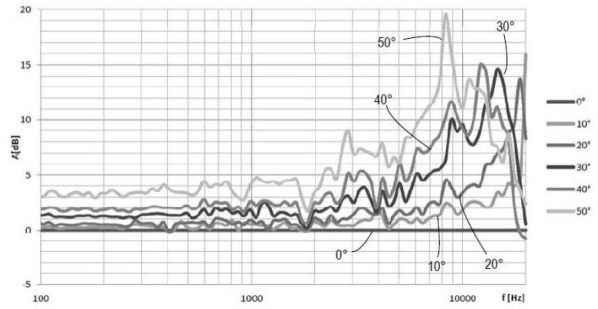
【図 1 2】

【図 1 2】



【図 1 3】

【図 1 3】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09 - 215084 (JP, A)  
特開2013 - 191996 (JP, A)  
特開2003 - 092799 (JP, A)  
特開2008 - 227804 (JP, A)  
特開平09 - 046800 (JP, A)  
国際公開第2013 / 105413 (WO, A1)  
特開2003 - 230198 (JP, A)  
特開平09 - 284899 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- |      |                 |
|------|-----------------|
| H04S | 1 / 00 - 7 / 00 |
| H04R | 5 / 027         |
| H04R | 1 / 00          |