

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6691776号
(P6691776)

(45) 発行日 令和2年5月13日(2020.5.13)

(24) 登録日 令和2年4月15日(2020.4.15)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4R	1/10	(2006.01)	HO4R	1/10	104Z
HO4R	5/033	(2006.01)	HO4R	1/10	103
HO4S	1/00	(2006.01)	HO4R	1/10	104B
			HO4R	5/033	Z
			HO4S	1/00	500

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2015-546669 (P2015-546669)
 (86) (22) 出願日 平成26年11月6日(2014.11.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/079414
 (87) 国際公開番号 W02015/068756
 (87) 国際公開日 平成27年5月14日(2015.5.14)
 審査請求日 平成29年10月31日(2017.10.31)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-232687 (P2013-232687)
 (32) 優先日 平成25年11月11日(2013.11.11)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府堺市堺区匠町1番地
 (73) 特許権者 504157024
 国立大学法人東北大学
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
 (72) 発明者 佐藤 純生
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イヤホン、およびイヤホンシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受聴者の外耳道に挿入される筐体であって、内部空間が、第1の端部および第2の端部において開口しており、前記第1の端部および前記第2の端部に底面を有さない筒形状を有する筐体と、

前記第1の端部における前記開口に向けて音声信号を出力する出音部と、

前記筒形状の内部空間に相当する位置において前記出音部を支持する支持部と、を備え、

前記第2の端部は、前記外耳道と同じ耳側で外部空間に開口していることを特徴とするイヤホン。

【請求項2】

受聴者の外耳道に挿入される筐体であって、内部空間が、第1の端部および第2の端部において開口しており、前記第1の端部および前記第2の端部に底面を有さない筒形状の周方向の一部が欠損した形状を有する筐体と、

前記第1の端部における前記開口に向けて音声信号を出力する出音部と、

前記筒形状の内部空間に相当する位置において前記出音部を支持する支持部と、を備え、

前記出音部の放音方向の正面から見たときの前記筐体の断面は、円弧状になっており、前記第2の端部は、前期外耳道と同じ耳側で外部空間に開口していることを特徴とするイヤホン。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のイヤホンと、

該イヤホンに対して音声信号を出力する信号出力部と、を備え、

前記信号出力部は、入力音声信号に信号処理を行って、頭外と想定される位置に音像定位を行った立体音の音声信号を生成して出力する信号処理部を備えることを特徴とするイヤホンシステム。

【請求項 4】

前記信号出力部は、受聴者の頭部中心を基準とした音声の方向を示す方向情報が付与された音声信号を取得する信号取得部と、前記イヤホンを装着する前記受聴者の頭部の向を所定のセンサを用いて検出する頭部方向検出部と、を備え、

前記信号処理部は、前記頭部方向検出部により検出された方向と、前記音声信号に付与された前記方向情報とから、音源定位方向を決定し、決定した該音源定位方向に音像定位するように立体音の音声信号を生成することを特徴とする請求項 3 に記載のイヤホンシステム。

【請求項 5】

音声信号を出力するスピーカ部を収容した筐体と、

前記筐体を受聴者の耳介に係止させる固定部材と、

前記筐体に取り付けられた、受聴者の外耳道壁面に触れない中空の管状部と、

外耳道壁面に接触し、前記管状部を外耳道内部に支持する支持部材と、

を備え、前記スピーカ部から出力された音声信号が前記管状部の内部を通して前記管状部の先端から放出される構成を有し、

前記支持部材は、音声を透過させ、前記外耳道内部の空間を、当該外耳道と同じ耳側で外部空間に連通させることを特徴とするイヤホン。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のイヤホンと、前記イヤホンに対して音声信号を出力する信号出力部と、を備え、

前記信号出力部は、入力音声信号に信号処理を行って、頭外と想定される位置に音像定位を行った立体音の音声信号を生成して出力する信号処理部を備えることを特徴とするイヤホンシステム。

【請求項 7】

前記信号出力部は、前記受聴者の頭部中心を基準とした音声の方向を示す方向情報が付与された音声信号を取得する信号取得部と、前記イヤホンを装着する前記受聴者の頭部の向を所定のセンサを用いて検出する頭部方向検出部と、を備え、

前記信号処理部は、前記頭部方向検出部により検出された方向と、前記音声信号に付与された前記方向情報とから、音源定位方向を決定し、決定した該音源定位方向に音像定位するように立体音の音声信号を生成することを特徴とする請求項 6 に記載のイヤホンシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イヤホンシステムに関し、より詳細には、周囲の音にスピーカからの立体音を重畳してイヤホンにより受聴できるようにしたイヤホンシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、イヤホンを使用して音声信号の再生音を受聴者に聞かせるときに、周囲の音が聞こえる状態を維持しつつ、再生音を聞かせるための手段として、穴を通じてイヤホンの内外の空間を連通させた構成が知られている。

例えば特許文献 1 には、周囲の音を導入するための貫通孔をイヤピースに設けたカナル型イヤホンが開示されている。これにより、受聴者は、周囲の音を自然に聞きつつ、イヤホンから出力された音を聴くことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-244350号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1に記載されたイヤホンは、受聴者がイヤホンを装着した状態で周囲の音がただ単に聞こえるようにすることを目的とするものであり、イヤホンで再生する音としては、音楽などが想定されている。

10

一方、周囲の音に立体音を重畳させることを目的とする場合には、周囲の音の音像定位感を維持しつつ、正確な立体音を再生することが重要となる。しかしながら、特許文献1のイヤホンの構成では、小さい貫通孔を周囲音が通過することにより、周囲音の周波数特性が大きく変化してしまい、音像定位が正確でなくなってしまう。具体的には、受聴者による音像の前後の誤判断が非常に多くなる。ここで立体音とは、頭外に音像が定位するような音であり、立体音は、両耳用の音声信号それぞれに例えば頭部伝達関数を畳み込むことで実現される。

【0005】

その他、立体音を再生するためにオープンエア型ヘッドホンや、イヤホンの外側にマイクが付いたイヤホンを使うという方法も考えられるが、オープンエア型ヘッドホンは、一般的に骨伝導と同様にクロストークが大きいという問題があるため、立体音を再生するには不向きである。

20

一方、マイク付きイヤホンの場合は、一般的にマイクが拾うノイズ音が受聴者にとって気になるなど、いったんマイクを通すことによって、自然に聞こえている感じが損なわれる。また、マイクの位置が受聴者の耳道の入口からずれるため、マイクを介することによって周波数特性が大きく変化し、周囲音の音像定位の誤判断が多くなる。さらにマイク付きイヤホンの場合は、電池が切れたときなど、電源が供給されなくなった場合、受聴者には周囲音が聞こえなくなってしまうため、車の運転中などには使えないという問題がある。

【0006】

30

本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、受聴者が自然に周囲の音を聞きながら、定位された立体音像をイヤホンにて受聴可能としたイヤホンシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明の第1の技術手段は、耳に装着するためのイヤホンと、該イヤホンに対して音声信号を出力する信号出力部とを備えたイヤホンシステムであって、前記イヤホンは、内部空間が両端で開口した筒形状、または該筒形状の周方向の一部が欠損した形状を有する筐体と、前記開口の一方に向けて音声信号を出力するスピーカ部と、前記筒形状の内部空間に相当する位置に前記スピーカ部を支持する支持部と、備え、前記信号出力部は、入力音声信号に信号処理を行って、頭外と想定される位置に音像定位を行った立体音の音声信号を生成して出力する信号処理部を備えることを特徴としたものである。

40

【0008】

第2の技術手段は、第1の技術手段において、前記イヤホンの筐体が、円筒形状または円筒形状の周方向の一部が欠損した内面を有し、前記支持部は、該円筒形状の中心位置に前記スピーカ部を支持することを特徴としたものである。

【0009】

第3の技術手段は、イヤホンと、該イヤホンを耳の耳介に触れないように固定する固定部材と、前記イヤホンに対して音声信号を出力する信号出力部とを備えたイヤホンシステ

50

ムであって、前記イヤホンは、音声信号を出力するスピーカ部を収容した筐体と、筐体に取り付けられた中空の管状部とを備え、前記スピーカ部から出力された音声信号が前記管状部の内部を通して前記管状部の先端から放出される構成を有し、前記信号出力部は、入力音声信号に信号処理を行って、頭外と想定される位置に音像定位を行った立体音の音声信号を生成して出力する信号処理部を備えることを特徴としたものである。

【0010】

第4の技術手段は、第1～第3のいずれか1の技術手段において、前記信号出力部は、受聴者の頭部中心を基準とした音声の方向を示す方向情報が付与された音声信号を取得する信号取得部と、前記イヤホンを装着する受聴者の頭部が向く方向を所定のセンサを用いて検出する頭部方向検出部と、を備え、前記信号処理部は、前記頭部方向検出部により検出された方向と、前記音声信号に付与された前記方向情報とから、音源定位方向を決定し、該決定した音源定位方向に音像定位するように音声信号に頭部伝達関数を畳み込むことにより、前記音像定位を行った立体音の音声信号を生成することを特徴としたものである。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、受聴者が自然に周囲の音を聞きながら、定位された立体音像をイヤホンにて受聴可能としたイヤホンシステムを提供することを目的とする。

【図面の簡単な説明】

【0012】

20

【図1】本発明によるイヤホンシステムの構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明のイヤホンシステムが備えるイヤホンの構成例を示す正面概略図である。

【図3】図2に示すイヤホンの側面概略図である。

【図4】図2および図3に示すイヤホンの内部構成を説明する図である。

【図5】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの他の構成例を示す正面概略図である。

【図6】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を示す正面概略図である。

【図7】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を示す正面概略図である。

30

【図8】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を示す正面概略図である。

【図9】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を示す正面概略図である。

【図10】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を示す斜視概略図である。

【図11】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を示す正面概略図である。

【図12】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を示す斜視概略図である。

40

【図13】本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を示す正面概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1は、本発明によるイヤホンシステムの構成例を示すブロック図である。イヤホンシステム10は、信号取得部12、信号処理部13、頭部方向検出部14、DAC(Digital to Analog Converter)15、及びアンプ16を備える信号出力部11と、二つのイヤホン1とから構成される。

【0014】

信号出力部11の信号取得部12は、例えばインターネット経由で、あるいは、ローカ

50

ルのメモリ上から方向情報付きの音声信号を取得する。方向情報とは、受聴者の頭部を中心として、どの方向からその音が聞こえてくるべきであることを示す情報であり、例えば水平角と仰角との2つの角度の対によって表現される。その際、方向情報の水平角と仰角は、受聴者の頭部に対する相対角度で表現したものであってもよく、あるいは、方位や鉛直方向を基準とした絶対角度で表現したものでよい。ここでは、方向情報が絶対角度により表現されているものとして、説明を行う。

【0015】

信号取得部12は、方向情報付きの音声信号を信号処理部13に出力する。ここではその音声信号は1つのチャンネルとして説明するが、2つ以上のチャンネルであっても構わない。信号処理部13は、入力された方向情報付きの音声信号を用いて、以下に示す方法で決定する方向に音声信号が音像定位するように、入力した音声信号に頭部伝達関数を畳み込む。

10

【0016】

ここで、前述したように、方向情報が絶対角度での表現であれば、イヤホンシステム10は、方向情報の基準を取得するため、頭部方向検出部14により、受聴者の頭部の方向を検出する。

具体的には、頭部方向検出部14が、左右いずれかのイヤホン1に組み込まれた3軸ジャイロセンサを用いて、頭部の方向と基準方向とがなす角度を検出し、基準方向に対する頭部の方向の回転角度、頭部の方向の左右の傾き角度、頭部の方向の前後の傾き角度を取得すればよい。頭部の方向は、例えば受聴者の頭部の方向を、受聴者の左耳位置から右耳位置へ向かうベクトルと基準方向とが3次元空間の中でなす角度として定義する。

20

【0017】

あるいは、受聴者の顔の正面が向いている方向と、スマートフォンの方向とが同じであると見做し、スマートフォンなどに搭載された電子コンパスを用いて、電子コンパスの磁気センサより出力される方位角、傾斜角、回転角に基づいて、頭部の方向の回転角度、左右の傾き角度、前後の傾き角度を取得して用いてもよい。スマートフォンの方向は、例えば受聴者から見たスマートフォンのディスプレイ面の左右いずれかの辺の下端から上端へ向かうベクトルと基準方向とがなす角度が最も小さくなる方向として定義する。

【0018】

さらには、頭部中心点の3次元空間内における絶対座標位置が存在するため、6軸の角度を取得させるようにすることができる。6軸は、頭部の回転角度、左右の傾き角度、上下の傾き角度、頭部中心のx軸位置、頭部中心のy軸位置、頭部中心のz軸位置を指す。

30

また、これらの角度の全てを使用するのではなく、例えば頭部の方向の回転角度のみに注目し、前後左右の傾きは無視して、スマートフォンの方位角情報のみを使用して頭部の方向の回転角度を取得するようにしてもよい。

【0019】

以上のように、頭部方向検出部14は、頭部に関する1または複数の角度を、信号処理部13に出力する。信号処理部13では、信号取得部12より入力された方向情報を、頭部方向検出部14から入力された角度によって補正した上で、音像定位方向を決定する。つまり、受聴者に対してどの方向から音が聞こえてくるべきかを表現した方向情報を、実際に検出した受聴者の頭部の方向に適合するように補正して、音像定位方向を決定する。そして前述のように、決定した音像定位方向に音像定位するように、音声信号に頭部伝達関数を畳み込む。これにより受聴者の頭部の方向に関わらず、受聴者にとって一定の方向に音像が静止して聞こえることになる。6軸の角度情報を取得した場合には、例えば、受聴者が頭部の角度を変えないことなく、音像の横を歩いて通り過ぎるような場合、音像が一定の位置に止まっていると受聴者が感じるように、音像定位を行うことができる。

40

【0020】

具体的には、信号処理部13は、信号取得部12が取得した音声信号に対し、右耳用の頭部伝達関数と、左耳用の頭部伝達関数とをそれぞれ畳み込み、右耳用と左耳用との2つの音声信号を生成する。生成した2つの音声信号はDAC15に出力され、DAC15で

50

アナログ信号に変換され、アンプ16で増幅される。増幅された右耳用の音声信号と左耳用の音声信号は、二つのイヤホン1のそれぞれに出力される。各イヤホン1では、入力した音声信号をスピーカにより音声出力する。すなわち、右耳用の音声信号は右耳用のイヤホン1より、左耳用の音声信号は、左耳用のイヤホン1より、それぞれ出力される。

【0021】

なお、方向情報を受聴者の頭部に対する相対角度で表現した場合には、方向情報は、例えば「水平角90°、仰角0°」のような情報となる。水平角を例えば反時計回りに表現するものとする、この場合、受聴者の左真横に音像が定位することになる。そして規準方向から頭部が何度傾いているのかを常に把握し、頭部が基準の方向を向いたときに受聴者の左真横の方向に音像を定位させるようにすればよい。

【0022】

図2は、本発明のイヤホンシステムが備えるイヤホンの構成例を説明するための正面概略図である。イヤホン1は、受聴者の外耳道に挿入するための筐体2を有している。本例の筐体2は、内部空間が両端で開口した円筒形状の内部空間を有する筒形状を有し、その内部空間の中心に、開口の一方に向けて音声信号を出力する小型のスピーカボックス3が配置される。ここで筐体2の外周は紙面の奥に向けて曲面形状を有しているが、説明のため筐体2の奥行き方向の形状の図示を省略する。以下の変形例でも同様とする。

【0023】

そしてイヤホン1には、棒状の支持部4が、筐体2とスピーカボックス3との間に橋梁状に設けられ、スピーカボックス3を筐体2の内部に支持している。この例では、棒状の支持部4が4本設けられているが、支持部4の数や形状は限定されない。また、スピーカボックス3の内部には、振動板を含むスピーカ駆動ユニット(図示せず)が収容され、スピーカボックス3の耳道側の壁部には、振動板から出力された音を通過させるための複数の穴5が設けられている。スピーカボックス3は、本発明のスピーカ部に相当する。

【0024】

図3は、図2に示すイヤホンの側面概略図である。イヤホン1は、図示矢印A方向に向けてユーザの耳に装着される。この場合、イヤホン1の外周形状は、ユーザの外耳道の入口に隙間なく嵌まる形状であることが好ましい。

図4は、図2および図3に示すイヤホンの内部構成を説明する図である。イヤホン1の中央のスピーカボックス3には音声信号を入力するケーブル6が接続され、筐体2の円筒形状の内部空間を通して筐体2の外側に導出される。イヤホン1から導出されたケーブル6は、図1に示す信号出力部11のアンプ16に接続され、アンプ16から出力された音声信号がスピーカボックス3から音声出力される。

【0025】

図5～図9は、本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの他の構成例を説明するための正面概略図で、それぞれイヤホン1の筐体2に設けられる支持部4の数が異なる例を示している。図5の例は、筐体2の内部のスピーカボックス3は、3本の棒状の支持部4で支持されている。また、図6の例では、棒状の支持部4の数は2本とされている。また図7の例では、1本の支持部4によりスピーカボックス3が支持されている。

【0026】

また、図8の例では、筒状に形成された筐体2の壁部が、その筒形状の周方向に一部欠損して構成されている。従って、イヤホン1を正面から(スピーカの放音方向の正面から)見たときの筐体2の断面が円弧状になっている。スピーカボックス3は、周方向の一部が欠損した筒形状の内部空間に相当する位置に支持される。

また図9の例では、スピーカボックス3が長方形の矩形形状に構成され、2つの支持部4によりスピーカボックス3が支持されている。図9の構成は、矩形形状のスピーカを備えたスピーカボックスを用いたイヤホンに適用できる。

【0027】

図10～図13は、本発明によるイヤホンシステムが備えるイヤホンの更に他の構成例を説明するための斜視概略図または側面概略図である。

10

20

30

40

50

図10の構成例のイヤホン1は、スピーカボックスを収容する筐体2と、筐体2に取り付けられた中空の管7(本発明の管状部に相当)とを備えている。管7の内部空間はスピーカボックスの前面側空間に連通している。そして筐体2が受聴者の耳介に触れないように外耳道の入り口付近の空間に筐体2を固定し、筐体2に取り付けられている管7の先端を外耳道の壁面に触れないように外耳道の内部に挿入する。挿入方向は矢印Aに示される方向となる。

【0028】

筐体2は、例えばヘッドバンド、ネックバンド等の固定部材や、筐体2を受聴者の耳介に係止させる固定部材を用いて受聴者の外耳道入口付近に固定される。スピーカボックスから出力された音声信号は、管7の内部を通して先端から出力されるため、受聴者は周囲音が聞こえる状態で、イヤホン1により音像定位された立体音を聞くことができる。

10

【0029】

図11は、図10と同様の構成を有するもので、イヤホン1は、受聴者の外耳道入口付近に固定する筐体2と筐体2のスピーカボックスの再生音を出力する管7とを備える。図10との相違は筐体2の形状であり、筐体外周が挿入方向の反対側に向かってテーパを有する形状となっている。この形状以外は図10と同様の構成を有している。

【0030】

図12、及び図13は、それぞれ図10、図11の構成のイヤホン1と同様の構成を有し、さらに管7の周囲に音を通過させる支持部材8を設けたイヤホン1を示している。支持部材8には、例えばスポンジなどの柔軟性のある多孔質材料を使用することができる。そして支持部材8を受聴者の外耳道壁面に接触させることで、管7を外耳道内部に支持して安定化させる。音を通過させる支持部材8を用いることで、受聴者は周囲音が聞こえる状態で、イヤホン1により音像定位された立体音を聞くことができる。

20

【0031】

上記の本発明に係る実施形態によれば、イヤホン1は、内部空間が両端で開口した筒形状または筒形状の周方向の一部が欠損した形状を有する筐体2の中心に備えられたスピーカボックス3が、支持部4によって支持された構造を有している。もしくはイヤホン1は、受聴者の耳介に触れないように固定される筐体2と、筐体2の内部に収容されたスピーカボックスから出力された音声信号を先端から放出する管7を備えている。この構成によりイヤホン1の外部空間と受聴者の耳道側の空間とが連通するため、受聴者の耳には、周囲の音が減衰せずに入ってくる構造となっている。これにより、受聴者には、周囲の音が自然に聞こえるようになり、この状態で音像定位された立体音を受聴することができる。

30

【0032】

ここで、外耳道側の空間と外部空間とを連通させる筐体2内の空間が小さい場合、受聴者の耳には、周囲の音が減衰して入ってくる上、耳栓をしている時と同様、血流音や呼吸音などの体内雑音が聞こえてしまうため、自然さが損なわれてしまう。また、外耳道側の空間と外部空間を連通させる空間が小さい場合、イヤホン1のスピーカから出力される音が周囲音をかき消してしまう、いわゆるマスキング現象も起こりやすい。本発明に係る実施形態のイヤホンにより、このような問題も解消させることが可能となる。

【0033】

また、本発明に係るイヤホンシステムを用いれば、受聴者が自然に周囲の音を聞きながら、立体音像を定位させることが可能であるため、例えば、ある方位に向かって誘導する音を聞かせるアプリケーションに本発明を適用することができる。これにより、受聴者に周囲の音を自然に聞かせながら、圧迫感などを感じさせることなく一定の方向に誘導する音声を受聴させることができる。

40

【0034】

あるいは本発明に係るイヤホンシステムは、周囲の音に立体音を重畳させることによって新たな感覚世界を実現する、いわゆる拡張現実型のアプリケーションに適用できる。具体的には、遠隔地にいる人と通話する際に、相手の音声を頭外に定位させ、あたかも目の前に相手がいるかのように会話できる、携帯電話用アプリケーションなどがある。あるいは

50

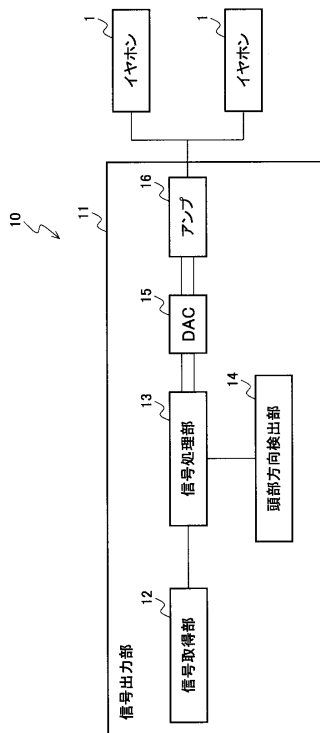
は、ヘッドマウントディスプレイ用のイヤホンとして使用し、視覚とともに聴覚も拡張現実を実現することが考えられる。

【符号の説明】

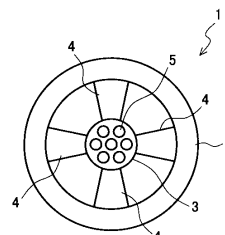
【0035】

1 ...イヤホン、2 ...筐体、3 ...スピーカボックス、4 ...支持部、5 ...穴、6 ...ケーブル、7 ...管、8 ...支持部材、10 ...イヤホンシステム、11 ...信号出力部、12 ...信号取得部、13 ...信号処理部、14 ...頭部方向検出部、15 ...DAC、16 ...アンプ。

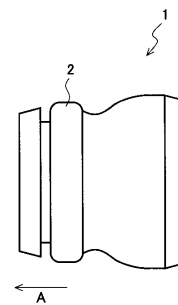
【図1】



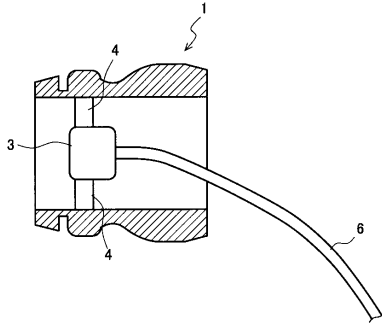
【図2】



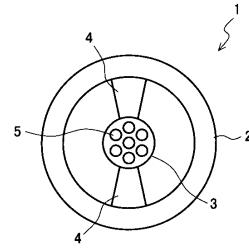
【図3】



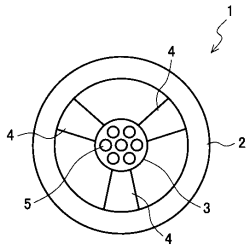
【図4】



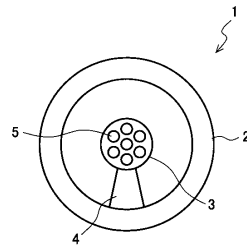
【図6】



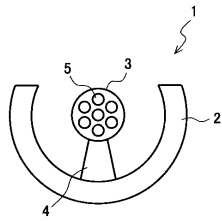
【図5】



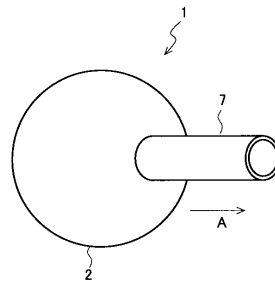
【図7】



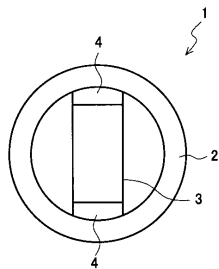
【図8】



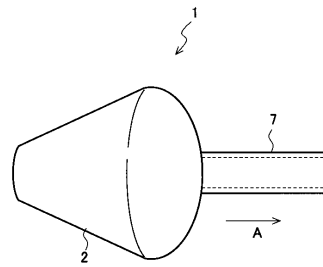
【図10】



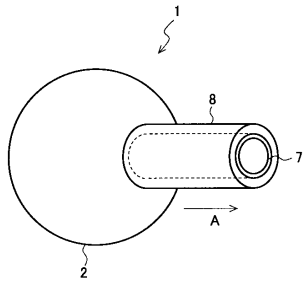
【図9】



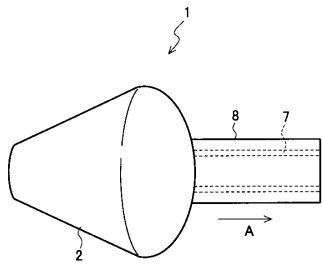
【図11】



【 1 2】



【 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 坂本 修一

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

審査官 富澤 直樹

(56)参考文献 特開2011-223211(JP,A)
登録実用新案第3148462(JP,U)
米国特許出願公開第2013/0163804(US,A1)
特開平02-119498(JP,A)
特開2011-082702(JP,A)
特開2010-056589(JP,A)
特開2005-191663(JP,A)
韓国登録特許第10-1025786(KR,B1)
韓国公開特許第10-2005-0103116(KR,A)
国際公開第2013/114864(WO,A1)
特開2014-197826(JP,A)
国際公開第2013/014852(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 1/10
H04R 5/033
H04S 1/00
H04R 25/00