(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2020-512771
(P2020-512771A)
(43)公表日　令和2年4月23日(2020.4.23)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H04R	1/10	(2006.01)	H04R	1/10	101Z	2H199
H04R	3/14	(2006.01)	H04R	3/14		5D005
G02B	27/02	(2006.01)	G02B	27/02	Z	5D220

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 41 頁）

(21)出願番号　特願2019-552996 (P2019-552996)
(86)(22)出願日　平成30年3月30日 (2018.3.30)
(85)翻訳文提出日　令和1年11月22日 (2019.11.22)
(86)国際出願番号　PCT/US2018/025386
(87)国際公開番号　WO2018/183836
(87)国際公開日　平成30年10月4日 (2018.10.4)
(31)優先権主張番号　62/478,938
(32)優先日　平成29年3月30日 (2017.3.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(71)出願人　514108838
マジック　リープ，　インコーポレイテッド
Ｍａｇｉｃ　Ｌｅａｐ，Ｉｎｃ．
アメリカ合衆国　フロリダ　３３３２２，プランテーション，ウエスト　サンライズ　ブールバード　７５００
７５００　Ｗ　ＳＵＮＲＩＳＥ　ＢＬＶＤ，ＰＬＡＮＴＡＴＩＯＮ，ＦＬ　３３３２２　ＵＳＡ
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(74)代理人　100113413
弁理士　森下　夏樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】非遮断型デュアルドライバイヤホン

(57)【要約】
頭部装着型音声再生デバイスが、各耳にクリップ留めされるか、または他のヘッドギヤ上に搭載されるかのいずれかであり得る、左および右イヤホンの形態で提供される。イヤホンは、完全に「非遮断型」である（中の結合および周囲音の自然な聴覚を可能にする）軽量形状因子において、高忠実度オーディオを耳の近傍範囲からユーザの鼓膜に送達する。
各イヤホンは、低音周波数を生成するウーファコンポーネントと、高音周波数を生成するツイータコンポーネントとを有する。ウーファが、外耳道に近い位置から低音周波数を出力する一方で、ツイータは、外耳道に近いか、またはより遠く離れているかのいずれかである位置から高音周波数を出力する。ある実施形態では、ツイータは、ウーファよりも外耳道から有意に遠く、より広範な知覚される「音声ステージ」につながるが、依然として、「純粋な」聴取体験を伴う。

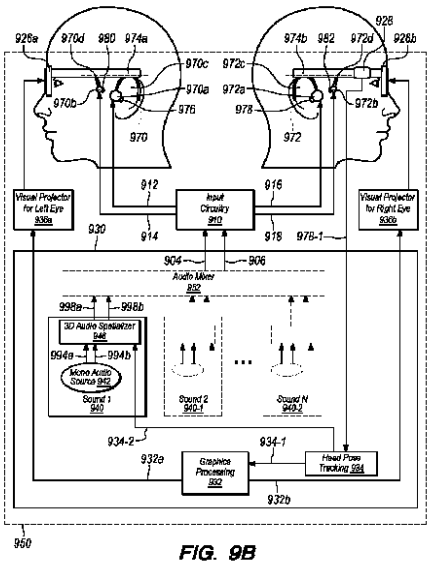

FIG. 9B

【特許請求の範囲】
【請求項１】
音声再生システムであって、
頭部ウェアラブルデバイスであって、
左ウーファ音声出口を含む左ウーファコンポーネントと、
左ツイータ音声出口を含む左ツイータコンポーネントと、
左支持構造であって、前記左支持構造は、前記左ウーファ音声出口が少なくとも１／２センチメートルだけ前記左ツイータ音声出口から離間されるように、前記左ウーファコンポーネントおよび前記左ツイータコンポーネントを支持するためのものである、左支持構造と、
右ウーファ音声出口を含む右ウーファコンポーネントと、
右ツイータ音声出口を含む右ツイータコンポーネントと、
右支持構造であって、前記右支持構造は、前記右ウーファ音声出口が少なくとも１／２センチメートルだけ前記右ツイータ音声出口から離間されるように、前記右ウーファコンポーネントおよび前記右ツイータコンポーネントを支持するためのものである、右支持構造と
を含む、頭部ウェアラブルデバイス
を備える、音声再生システム。
【請求項２】
前記左ウーファ音声出口は、少なくとも２センチメートルだけ前記左ツイータ音声出口から離間され、
右ウーファ音声出口は、少なくとも２センチメートルだけ前記右ツイータ音声出口から離間される、請求項１に記載の音声再生システム。
【請求項３】
前記頭部ウェアラブルデバイスは、搭載位置で頭部上に搭載するために構成され、
前記左および右支持構造は、前記頭部ウェアラブルデバイスが、前記頭部ウェアラブルデバイスが適切にサイズ決めされるＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部上で前記搭載位置にあるときに、前記左および右ウーファ音声出口が、それぞれ、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部の左耳介および右耳介の、それぞれ、左外耳道の開口部および右外耳道の開口部の１．５センチメートル以内にあるように、前記左および右ウーファコンポーネントを支持するように成形され、
前記頭部ウェアラブルデバイスは、少なくとも、前記左および右ウーファコンポーネントと、前記左および右ツイータコンポーネントと、前記左および右支持構造との一部を含む、空気不透過性材料を含み、
前記頭部ウェアラブルデバイスが、前記オーディオ試験ダミー頭部の左外耳道の開口部の中心に対して、前記頭部ウェアラブルデバイスが適切にサイズ決めされる前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部上で前記搭載位置にあるときに、空気不透過性部分は、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部自体によって対応されない、前記左外耳道の開口部の中心点を中心とした４π立体角の一部の８０％未満に対し、前記オーディオ試験ダミー頭部の右外耳道の開口部の中心点に対して、前記空気不透過性部分は、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部自体によって対応されない、前記右外耳道の開口部の中心点を中心とした４π立体角の一部の８０％未満に対する、請求項１に記載の音声再生システム。
【請求項４】
前記右ウーファコンポーネントおよび前記右ツイータコンポーネントを支持するための前記右支持構造は、前記右ウーファ音声出口が６センチメートル未満だけ前記右ツイータ音声出口から離間されるように構成され、
前記左ウーファコンポーネントおよび前記左ツイータコンポーネントを支持するための前記左支持構造は、前記左ウーファ音声出口が６センチメートル未満だけ前記左ツイータ音声出口から離間されるように構成される、請求項３に記載の音声再生システム。

【請求項５】
入力回路をさらに備え、前記入力回路は、オーディオ信号を受信するための少なくとも１つの入力と、前記左ウーファコンポーネントに結合される左ウーファ出力と、前記左ツイータコンポーネントに結合される左ツイータ出力と、前記少なくとも１つの入力と前記左ウーファ出力との間の左ウーファチャネル遅延と、前記右ウーファコンポーネントに結合される右ウーファ出力と、前記右ツイータコンポーネントに結合される右ツイータ出力と、前記少なくとも１つの入力と前記右ウーファ出力との間の右チャネル遅延とを有する、請求項３に記載の音声再生システム。
【請求項６】
入力回路をさらに備え、前記入力回路は、
オーディオ信号を受信するための少なくとも１つの入力と、前記左ウーファコンポーネントに結合される左ウーファ出力と、前記左ツイータコンポーネントに結合される左ツイータ出力と、前記右ウーファコンポーネントに結合される右ウーファ出力と、前記右ツイータコンポーネントに結合される右ツイータ出力と、
前記少なくとも１つの入力に結合され、前記左ウーファ出力を通して前記左ウーファコンポーネントに駆動して結合される左オーディオ信号フィルタであって、前記左オーディオ信号フィルタは、第１の利得を２０Ｈｚから１００Ｈｚまで及ぶ第１の周波数範囲内の少なくとも第１の周波数帯域に印加するように、かつ第２の利得を最大１００Ｈｚまで及ぶ第２の周波数範囲内の少なくとも第２の周波数帯域に印加するように構成され、前記第１の利得は、前記第２の利得を実質的に超える、左オーディオ信号フィルタと、
前記少なくとも１つの入力に結合され、前記右ウーファ出力を通して前記右ウーファコンポーネントに駆動して結合される右オーディオ信号フィルタであって、前記右オーディオ信号フィルタは、前記第１の利得を少なくとも前記第１の周波数帯域に印加するように、かつ前記第２の利得を少なくとも前記第２の周波数帯域に印加するように構成される、右オーディオ信号フィルタと
を有する、請求項３に記載の音声再生システム。
【請求項７】
前記第１の利得は、少なくとも１０ｄＢだけ前記第２の利得を超える、請求項６に記載の音声再生システム。
【請求項８】
前記支持構造は、イヤクリップ搭載構造を備える、請求項２に記載の音声再生システム。
【請求項９】
前記支持構造は、頭部跨架搭載アタッチメントを備える、請求項３に記載の音声再生システム。
【請求項１０】
請求項２に記載の音声再生システムを備える拡張現実装置であって、
左透明ディスプレイアイピースと、
右透明ディスプレイアイピースと、
前記左透明ディスプレイアイピースに光学的に結合される左眼プロジェクタと、
前記右透明ディスプレイアイピースに光学的に結合される右眼プロジェクタと、
前記左眼プロジェクタ、前記右眼プロジェクタ、前記左ウーファコンポーネント、前記左ツイータコンポーネント、前記右ウーファコンポーネント、および前記右ツイータコンポーネントに結合される、仮想ビデオおよびオーディオコンテンツを生成するために構成されるビデオおよびオーディオ処理システムと
をさらに備える、拡張現実装置。
【請求項１１】
前記空気不透過性部分は、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部自体によって対応されない、前記左外耳道の開口部の中心点を中心とした４π立体角の一部の少なくとも２０％に対し、前記オーディオ試験ダミー頭部の右外耳道の開口部の中心点に対

して、前記空気不透過性部分は、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部自体によって対応されない、前記右外耳道の開口部の中心点を中心とした４π立体角の一部の少なくとも２０％に対する、請求項２に記載の音声再生システム。

【請求項１２】

音声再生システムであって、

頭部ウェアラブルデバイスであって、

左外耳道の中に密閉して係合するために構成されない左ウーファ音声出口を含む左ウーファコンポーネントと、

左ツイータ音声出口を含む左ツイータコンポーネントと、

左支持構造であって、前記左支持構造は、前記左ウーファ音声出口が少なくとも２センチメートルだけ前記左ツイータ音声出口から離間されるように、前記左ウーファコンポーネントおよび前記左ツイータコンポーネントを支持するためのものである、左支持構造と、

右外耳道の中に密閉して係合するために構成されない右ウーファ音声出口を含む右ウーファコンポーネントと、

右ツイータ音声出口を含む右ツイータコンポーネントと、

右支持構造であって、前記右支持構造は、前記右ウーファ音声出口が少なくとも２センチメートルだけ前記右ツイータ音声出口から離間されるように、前記右ウーファコンポーネントおよび前記右ツイータコンポーネントを支持するためのものである、右支持構造と

を含む、頭部ウェアラブルデバイス

を備える、音声再生システム。

【請求項１３】

入力回路をさらに備え、前記入力回路は、オーディオ信号を受信するための少なくとも１つの入力と、前記左ウーファコンポーネントに結合される左ウーファ出力と、前記左ツイータコンポーネントに結合される左ツイータ出力と、前記少なくとも１つの入力と前記左ウーファ出力との間の左ウーファチャネル遅延と、前記右ウーファコンポーネントに結合される右ウーファ出力と、前記右ツイータコンポーネントに結合される右ツイータ出力と、前記少なくとも１つの入力と前記右ウーファ出力との間の右チャネル遅延とを有する、請求項１２に記載の音声再生システム。

【請求項１４】

前記左および右支持構造は、前記頭部ウェアラブルデバイスが、前記頭部ウェアラブルデバイスが適切にサイズ決めされるＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部上で前記搭載位置にあるときに、前記左および右ウーファ音声出口が、それぞれ、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部の左外耳道の中心の開口部および右外耳道の中心の開口部の１．５センチメートル以内にあるように、前記左および右ウーファコンポーネントを支持するように成形される、請求項１２に記載の音声再生システム。

【請求項１５】

入力回路をさらに備え、前記入力回路は、

オーディオ信号を受信するための少なくとも１つの入力と、前記左ウーファコンポーネントに結合される左ウーファ出力と、前記左ツイータコンポーネントに結合される左ツイータ出力と、前記右ウーファコンポーネントに結合される右ウーファ出力と、前記右ツイータコンポーネントに結合される右ツイータ出力と、

前記少なくとも１つの入力に結合され、前記左ウーファ出力を通して前記左ウーファコンポーネントに駆動して結合される左オーディオ信号フィルタであって、前記左オーディオ信号フィルタは、第１の利得を２０Ｈｚから１００Ｈｚまで及ぶ第１の周波数範囲内の少なくとも第１の周波数帯域に印加するように、かつ第２の利得を最大１００Ｈｚまで及ぶ第２の周波数範囲内の少なくとも第２の周波数帯域に印加するように構成され、前記第１の利得は、前記第２の利得を実質的に超える、左オーディオ信号フィルタと、

前記少なくとも１つの入力に結合され、前記右ウーファ出力を通して前記右ウーファ

コンポーネントに駆動して結合される右オーディオ信号フィルタであって、前記右オーディオ信号フィルタは、前記第１の利得を少なくとも前記第１の周波数帯域に印加するように、かつ前記第２の利得を少なくとも前記第２の周波数帯域に印加するように構成される、右オーディオ信号フィルタと
を有する、請求項１４に記載の音声再生システム。
【請求項１６】
クロスオーバー周波数を有する左クロスオーバーフィルタであって、前記左オーディオ信号フィルタは、前記左クロスオーバーフィルタの中に含まれる低域通過フィルタであり、前記第２の周波数範囲は、１００Ｈｚから最大前記クロスオーバー周波数まで及ぶ、左クロスオーバーフィルタと、
右クロスオーバーフィルタであって、前記右クロスオーバーフィルタは、前記右オーディオ信号が前記右クロスオーバーフィルタの中に含まれる、右クロスオーバーフィルタと
をさらに備える、請求項１５に記載の音声再生システム。
【請求項１７】
請求項１２に記載の音声再生システムを備える拡張現実装置であって、
左透明ディスプレイアイピースと、
右透明ディスプレイアイピースと、
前記左透明ディスプレイアイピースに光学的に結合される左眼プロジェクタと、
前記右透明ディスプレイアイピースに光学的に結合される右眼プロジェクタと、
前記左眼プロジェクタ、前記右眼プロジェクタ、前記左ウーファコンポーネント、前記左ツイータコンポーネント、前記右ウーファコンポーネント、および前記右ツイータコンポーネントに結合される、仮想ビデオおよびオーディオコンテンツを生成するために構成されるビデオおよびオーディオ処理システムと
をさらに備える、拡張現実装置。
【請求項１８】
頭部ウェアラブルデバイスであって、
第１のスピーカコンポーネントと、
第２のスピーカコンポーネントと、
支持構造であって、前記支持構造は、ユーザの耳に近接して前記第１のスピーカコンポーネントを支持するため、かつ前記第２のスピーカコンポーネントが、少なくとも、前記第１のスピーカコンポーネントから第１の距離だけ離間される第１の位置から、前記第２のスピーカコンポーネントから第２の距離だけ離間される第２の位置まで移動され得るように、前記第２のスピーカコンポーネントを移動可能に支持するために構成され、前記第２の距離は、前記第１の距離を超える、支持構造と、
前記スピーカの位置を感知し、位置指示信号を出力するためのセンサと、
入力回路であって、前記入力回路は、オーディオ信号を受信するための少なくとも１つの入力と、前記第１のスピーカコンポーネントに結合される第１の出力と、前記第２のスピーカコンポーネントに結合される第２の出力とを有し、前記入力回路は、前記第１の出力において第１の出力オーディオ信号、前記第２の出力において第２の出力信号を提供するように構成され、信号処理回路が、前記入力オーディオ信号を処理して前記第２の出力信号を生成するために前記少なくとも１つの入力と前記第２の出力との間に間置され、前記信号処理回路は、第２のスピーカコンポーネントに駆動して結合され、かつ前記センサに結合され、前記信号処理回路は、前記位置指示信号に依存する遅延量だけ前記第１の出力信号に対して前記第２の出力信号を遅延させるように構成される、入力回路と
を含む、頭部ウェアラブルデバイス
を備える、音声再生システム。
【請求項１９】
前記信号処理回路は、前記第２のスピーカコンポーネントが前記第１の位置にあるときに、第１の利得を前記第２の出力信号に印加するように、前記第２のスピーカコンポーネントが前記第２の位置にあるときに、第２の利得を前記第２の出力信号に印加するように

構成され、前記第２の利得は、前記第１の利得を超える、請求項１８に記載の音声再生システム。

【請求項２０】

請求項１８に記載の音声再生システムを備える拡張現実装置であって、

左透明ディスプレイアイピースと、

右透明ディスプレイアイピースと、

前記左透明ディスプレイアイピースに光学的に結合される左眼プロジェクタと、

前記右透明ディスプレイアイピースに光学的に結合される右眼プロジェクタと、

前記左眼プロジェクタ、前記右眼プロジェクタ、前記第１のスピーカコンポーネント、および前記第２のスピーカコンポーネントに結合される、仮想ビデオおよびオーディオコンテンツを生成するために構成されるビデオおよびオーディオ処理システムと

をさらに備える、拡張現実装置。

【請求項２１】

頭部ウェアラブルデバイスであって、

左ウーファコンポーネントと、

左ツイータコンポーネントと、

前記左ウーファコンポーネントおよび前記左ツイータコンポーネントのための少なくとも１つの左音声出口と、

右ウーファコンポーネントと、

右ツイータコンポーネントと、

前記右ウーファコンポーネントおよび前記右ツイータコンポーネントのための少なくとも１つの右音声出口と、

少なくとも１つの支持構造であって、前記少なくとも１つの支持構造は、前記左ウーファコンポーネント、前記左ツイータコンポーネント、前記右ウーファコンポーネント、および前記右ツイータコンポーネントを支持するためのものである、少なくとも１つの支持構造と

を含む、頭部ウェアラブルデバイス

を備え、

前記頭部ウェアラブルデバイスは、搭載位置で頭部上に搭載するために構成され、

前記少なくとも１つの支持構造は、前記頭部ウェアラブルデバイスが、前記頭部ウェアラブルデバイスが適切にサイズ決めされるＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部上で前記搭載位置にあるときに、前記少なくとも１つの左音声出口が前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部の左外耳道の開口部の中心の１．５センチメートル以内にあり、前記少なくとも１つの右音声出口が前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミーの右外耳道の開口部の中心の１．５センチメートル以内にあるように、前記左ウーファコンポーネント、前記左ツイータコンポーネント、前記右ウーファコンポーネント、および前記右ツイータコンポーネントを支持するように成形され、

前記頭部ウェアラブルデバイスは、少なくとも、前記左および右ウーファコンポーネントと、前記左および右ツイータコンポーネントと、前記左および右支持構造との一部を含む、空気不透過性材料を含み、

前記頭部ウェアラブルデバイスが、前記左外耳道の開口部の中心に対して、前記頭部ウェアラブルデバイスが適切にサイズ決めされる前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部上で前記搭載位置にあるときに、空気不透過性部分は、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部自体によって対応されない、前記左外耳道の開口部の中心点を中心とした４π立体角の一部の８０％未満に対し、

前記オーディオ試験ダミー頭部の右外耳道の開口部の中心点に対して、前記空気不透過性部分は、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部自体によって対応されない、前記右外耳道の開口部の中心点を中心とした４π立体角の一部の８０％未満に対する、

音声再生システム。

【請求項２２】
前記空気不透過性部分は、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部自体によって対応されない、前記左外耳道の開口部の中心点を中心とした４π立体角の一部の少なくとも２０％に対し、前記オーディオ試験ダミー頭部の右外耳道の開口部の中心点に対して、前記空気不透過性部分は、前記ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部自体によって対応されない、前記右外耳道の開口部の中心点を中心とした４π立体角の一部の少なくとも２０％に対する、請求項２１に記載の音声再生システム。
【請求項２３】
請求項２１に記載の音声再生システムを備える拡張現実装置であって、
左透明ディスプレイアイピースと、
右透明ディスプレイアイピースと、
前記左透明ディスプレイアイピースに光学的に結合される左眼プロジェクタと、
前記右透明ディスプレイアイピースに光学的に結合される右眼プロジェクタと、
前記左眼プロジェクタ、前記右眼プロジェクタ、前記左ウーファコンポーネント、前記左ツイータコンポーネント、前記右ウーファコンポーネント、および前記右ツイータコンポーネントに結合される、仮想ビデオおよびオーディオコンテンツを生成するために構成されるビデオおよびオーディオ処理システムと
を備える、拡張現実装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
（優先権主張）
本願は、２０１７年３月３０日に出願された米国仮特許出願第６２／４７８，９３８号に対する優先権を主張するものである。
【０００２】
本発明は、頭部装着型オーディオスピーカシステムに関連する。
【背景技術】
【０００３】
頭部装着型（頭部ウェアラブル）音声再生の分野は、電子オーディオの初期以降に開発されてきた、いくつかの異なるタイプの装置を包含する。最も一般的な頭部装着型音声再生装置は、耳および頭部の他の部分を包含するカップ上に搭載されるスピーカであるアラウンドイヤヘッドホン、耳に押圧するパッドを伴うスピーカであるオーバーイヤヘッドホン、外耳の中に嵌合する、口語ではイヤバッドとして公知であるイヤホン、および外耳道の中に挿入されるインイヤヘッドホンまたはモニタを含む。ある場合には、頭部装着型音声再生装置は、頭部にわたって及ぶ支持バンドを含む。他の場合では、頭部装着型音声再生装置は、各耳から吊り下がるクリップを含み、さらに他の場合では、頭部装着型音声再生装置は、外耳道自体によって定位置で保持される。
【０００４】
近年、頭部装着型音声再生装置は、仮想現実および拡張現実ヘッドギヤの中に統合されている。Ｏｃｕｌｕｓ ＶＲ（Ｍｅｎｌｏ Ｐａｒｋ，Ｃａ）製のＯｃｕｌｕｓＲｉｆｔおよびＭｅｔａ等のこれらのデバイスは、典型的には、オーバーイヤイヤホンまたはアイウェアのアームまたはフレームの中または上に搭載されるスピーカ等の内蔵または取付スピーカを含む、ある種類のウェアラブルアイウェアを有する。
【０００５】
歴史的に、頭部装着型音声再生の分野内で、製品の開発を駆動する２つの代替的目標、すなわち、（１）目標が再生されているオーディオの全周波数スペクトルを可能な限り正確に再現することである、高忠実度デバイス、および（２）目標が周囲からの外部音が影響を受けずに知覚されることを可能にすることである、「非遮断型」デバイスが存在してきた。これら２つの目標は、相互に対抗して働く（相互排他的である）傾向があり、数十年のオーディオ技術開発の経過中に存続してきた、業界内の機能分割をもたらしている。

【０００６】
高忠実度が目標であり、真に非遮断型であることが重要ではないとき、頭部装着型音声再生は、長年にわたって効果的な製品を提供することにおいて優れている。例えば、フルサイズヘッドホンが、１世紀近くにわたってプロの音響技師によって使用されている。これらのデバイスは、高忠実度オーディオを提供するが、非遮断型であることにおいて無効であり、すなわち、環境内の周囲音が聞こえ得る忠実度を損なう、アラウンドイヤカップで両耳を被覆する。同様に、部分的に、または深く外耳道の中に挿入する、イヤバッド（近年ではありふれている）は、外耳道が低音を共鳴させる閉鎖チャンバとして作用し得るように、外耳道の「良好な密閉」に依存する。アラウンドイヤカップおよび密閉イヤバッドは、周囲環境と外耳道との間の自由な空気流を遮断し（すなわち、「流体連通」を妨害し）、その際に、周囲音の聴覚も実質的に減退させる。Ａｐｐｌｅ（Ｃｕｐｅｒｔｉｎｏ，　ＣＡ）製のイヤバッドが、消費者イヤバッドの実施例である一方で、プロ用の「インイヤモニタ」製品は、Ｓｈｕｒｅ（Ｎｉｌｅｓ，　ＩＬ）、Ｓｅｎｎｈｅｉｓｅｒ（Ｗｅｄｅｍａｒｋ，　Ｇｅｒｍａｎｙ）、およびＷｅｓｔｏｎｅ（Ｃｏｌｏｒａｄｏ　Ｓｐｒｉｎｇｓ，　ＣＯ）等の企業から入手可能である。フルサイズヘッドホンのように、これらのデバイスは、素晴らしく思われ得るが、非遮断型であることにおいて無効である。実際に、多くの場合、意図は、ユーザがコンテンツに完全に没頭し得るように、可能な限り外の音を遮断することである。

【０００７】
近年、おそらく、自分の周囲が聞こえないことが社会的摩擦につながる、または自分または他者に危険をもたらし得る、ますます多くの人々が、頭部装着型オーディオ再生を公共の場で装着していることに反応して、ヘッドホンおよびイヤホン会社は、「オープンエア」、「オープンバック」、または「非閉塞型」と称する、より多くの製品を市場に出している。これらの製品は、典型的には、それらの「閉塞型」および「クローズドエア」姉妹品と類似する形状因子を有するが、より大量の音声が外界から通過することを可能にする、通過トンネル、開口部、または他の特徴の包含を伴う。これらの通過トンネル、開口部、または他の特徴は、周囲音が聞こえ得る忠実度を限定する、制限された経路を提供する。しかしながら、それらのマーケティング用語にもかかわらず、典型的には、これらの製品は、依然として、有意な程度に外界から入って来る音声を遮断または改変する。聞こえる程度または外の音声の知覚の差異を「感じ」得る程度を観察するためには、これらのデバイスのうちの１つを装着する体験または装着しない体験を、オーディオが再生されていないことと比較することのみ必要である。

【０００８】
過去数年のうちに、新しいタイプの密閉型イヤバッドが出現しており、該イヤバッドは、近接環境から外部音を捕捉するための外部マイクロホンを有し、これは、次いで、外部音がより明確に聞こえ得るように、イヤバッドを介して出力されている他のオーディオと混合される。そのようなイヤバッドの一実施例は、Ｄｏｐｐｌｅｒ　Ｌａｂｓ（Ｓａｎ　Ｆｒａｎｃｉｓｃｏ，　Ｃａｌｉｆｏｒｎｉａ）によって「Ｈｅｒｅ」という名称の下で販売されている。本アプローチは、優れた正確度さえも伴って、周囲の音声の要点を再作成することができるが、それが自然ではなく再生されるという事実は、多大なニュアンスおよび人間に自然に聞こえる繊細さを除去する。

【０００９】
前述のデバイスは、その耳が遮断されていないときに人々がその環境の聴覚および感知に慣れているものに合致する体験を再現することができることには依然として非常に遠く及ばない。要するに、高忠実度「通過」デバイスは、入って来る自然音の知覚を顕著な程度に全て変化させるため、真に非遮断型であることには及ばない。聴取者は、周囲の空間からの「カットオフ」を感じ、大いに減退した音声ステージ内で聴取する傾向がある。

【００１０】
高忠実度／非遮断型分割の他方では、頭部装着型音声再生は、オーディオ忠実度が重要ではないときに非遮断型であることに成功している。

【００１１】
「オープンエア」補聴器が、ありふれた実施例である。補聴器のための種々の異なる形状因子が存在し、それらの全てが非遮断型であるわけではないが、経時的に（補聴器の主要な目的である捕捉および増幅音とともに）入って来る自然音を外耳道に進入させるという目標が高まってきている。オープンエア補聴器は、典型的には、デバイスの大部分が耳の後ろに静置し、小型管がイヤモールドまたはイヤピースに接続する、耳掛型形状因子を使用する。いくつかのイヤモールドは、外耳道開口部を完全に遮断し、他のものは、遮断しないため、本形状因子は、忠実度対開放性トレードオフを横断する範囲を網羅する。開放側に向かった実施例は、ドライバが外耳道の中央で本質的に「浮動」し、外部音の知覚の観点から外耳道を効果的に遮断されていない状態にするように、中空シリンダの中に搭載される「平衡電機子」ドライバである。しかしながら、これらのデバイスのオーディオ忠実度は、特に高忠実度低音の観点から、高忠実度をはるかに下回る。これは、（難聴が、多くの場合、低音よりも高周波数に影響を及ぼすため）補聴器にとって有意な問題ではない場合があるが、これらの設計は、音楽、映画、ゲーム等の電子供給型オーディオのための送達システムとしては程遠い。

【００１２】
非遮断型頭部装着型オーディオを達成することへの別のアプローチは、通信指令係のために設計されるヘッドセット、より近年では、一方の耳のみが音源によって被覆され、他方の耳を、被覆されておらず、オーディオがない状態にし、（目標毎に一方の耳を使用することによって）忠実度および開放性の競合目標の間で本質的に「５０－５０に分割する」、携帯電話で話すために設計される、あるヘッドセットによって表される。補聴器と同様に、本アプローチは、あるシナリオのために効果的であるが、いずれかの目標で実際には成功しないため、本当のソリューションとしては程遠い。

【００１３】
音声再生システムのための他の用途は、仮想現実、拡張現実、および複合現実を含む。仮想現実、拡張現実、および複合現実の場合、オーディオの要件は、視覚ディスプレイのものと同等である。視覚ディスプレイが外界から光を遮断する仮想現実の場合、オーディオが音声に同じことをすることが望ましいため、オーバーイヤヘッドホンおよび緊密密閉型イヤバッドは、効果的なソリューションである傾向がある。しかしながら、視覚ディスプレイが、外界からの光が進入することを可能にする拡張現実および複合現実では、（少なくとも大抵は）オーディオが音声に同じことをすることが望ましいであろう。したがって、拡張現実デバイスの場合、スピーカが、デバイスの両側に搭載され、最大数センチメートル離れた場所からユーザの耳に音声を投影するために使用され得る。そのような構成は、非遮断型であることにおいて優れていると予期されるが、オーディオ忠実度の観点から不十分な点が多いであろう。特に、低音周波数の再生は、特に弱い分野である傾向があり、これは、不信の停止という全体的目標に逆らう。

【００１４】
「オープンバック」または「オープンエア」高忠実度ヘッドホンに関する問題のうちの１つは、音声が入って来ることを可能にすることによって、音声が出て行くことも可能にすることである。これは、聴取されているあらゆるオーディオがプライベートではなく、少なくともある程度、周囲へと外に投影されることを意味する。多くの場合、これは、弱く小さい音声の投影であるが、依然として、背景雑音が少ししかないときに近傍の誰にでも明確に可聴である。少なくとも一部のユーザにとって、これらの製品によって提供される利得（より広い「音声ステージ」およびそれほど「世界から遮断」されていない感覚等）は、本プライバシーの損失を相殺するために十分に重要である。

【００１５】
ハイファイ品質において低音周波数を生成するデバイスは、デバイス重量と外耳道の密閉との間のトレードオフに直面する。本トレードオフは、低音波形の大きいサイズ（アコースティックベース上の低い音に関して９メートル近く）に由来する。本トレードオフの本質は、小型かつ軽量のデバイス（１オンス未満の重量であるイヤバッド等）が、外耳道

を遮断することによって説得力のある低音を生成することしかできないという前提である。論拠としては、いったん音源が外耳道の外側に移動すると、ハイファイ低音として登録するために十分に強い空中波形を生成することがはるかに困難になるからであり、これを行うために必要とされるハードウェアのサイズおよび重力は、フルサイズヘッドホン（最大１ポンド以上の重量である）等の形状因子を要求する。

【００１６】

上記で議論される頭部装着型音声再生デバイスのうちのいずれも、完全高忠実度聴取体験および完全非遮断型聴取体験を同時に提供することができず、常に、一方または他方のいずれか、または両方に実質的な妥協が存在する。それにもかかわらず、近年では、個人用聴取デバイスおよび携帯電話が、頭部装着型オーディオ再生の採用の急増を駆動しており、ますます多くの人々が、その耳を部分的または完全に遮断された状態で、ますます多くの場所においてますます多くの時間を費やしている。結果として、あらゆる場所の人々が、その周囲からより切り離されることになり、社会的摩擦、安全上の危険性、多くの場合、聴覚損傷をもたらす。

【００１７】

必要とされるものは、高忠実度聴取体験（高忠実度低音を含む）を生成する一方で、入って来る音声および周囲の空間の知覚が実質的に影響を受けないように非遮断型でもある、小型かつ軽量の形状因子における頭部装着型音声再生デバイスである。また、必要とされるものは、概して、頭部装着型聴取デバイスから入手可能であるものと比較して、より広範かつ明確に定義された「音声ステージ」、したがって、向上された聴取体験を提供する、頭部装着型音声再生デバイスである。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【００１８】

頭部装着型（頭部ウェアラブル）音声再生デバイスは、左および右ウーファコンポーネントと、左および右ツイータコンポーネントと、左および右ウーファおよびツイータコンポーネントを定位置で保持するための１つ以上の搭載アタッチメントと、入力回路コンポーネントとを含む。ウーファコンポーネントは、外耳道のちょうど外側に搭載され、ツイータコンポーネントは、外耳道の外側に搭載され、両方は、外部源からステレオ入力信号を受信するように種々の方法で構成され得る入力回路を通して駆動される。これらのコンポーネントの設計および設置は、高忠実度低音を含む高忠実度聴取体験をもたらす一方で、周囲音のユーザの知覚および周囲の空間が実質的に減退されないように非遮断型でもある。

【００１９】

開示されるデバイスは、周囲の空間のその知覚を物理的遮断によって減退させることなく、ユーザが音楽、映画、ゲーム等の高忠実度オーディオを聴取しながら世界を動き回ることを可能にする。本成果は、デバイスが、常に、その高忠実度性能またはその非遮断型有効性のいずれかで妥協しなければならなかったという、頭部装着型オーディオ業界においてその開始以降存在している、長年にわたる機能トレードオフのうちの１つを中和する。本デバイスは、いずれかを妥協することなく、両方の目標を満たす。

【００２０】

加えて、ある開示されるデバイスは、ウーファよりも外耳道から遠くに位置するツイータを伴って構成され、予想外に魅了的な「音声ステージの拡張」を提供することができる。本効果は、ヘッドホンまたはイヤバッドのものよりも定量的に大きい音声ステージであるだけではなく、定性的にも異なる。既存のヘッドホンおよびイヤバッドは、音声が頭部の内側または近くから生じているように音声を感じさせ（「小型音声ステージ」）、他方では、いかなる環境雰囲気も追加しないため、音声が「純粋」（送達されるもののみ）である。対照的に、従来的な外部スピーカは、音声が環境内で外から生じているように音声を感じさせる（「大型音声ステージ」）が、音声は、耳に到達する時間までに環境雰囲気（反射、残響）と混合もされるため、「不純」である。

【００２１】
前のアプローチと異なり、本デバイスは、その「拡張」構成において、音声が環境内で外から生じているという感覚を生成する（「大型音声ステージ」）が、音声は、それでもなお、環境雰囲気の兆候がないという点で耳に到達するときに「純粋」である。聴取体験は、ヘッドホンまたは外部スピーカ上のオーディオの２つの馴染みのある聴取体験の間の補間のみではない。「環境雰囲気がない」「大型音声ステージ」を聞くことは、馴染みがなくかつ予想外であるが、極めて魅力的でもあり、オーディオを送達する本方法が、従来的なイヤホンまたは外部スピーカのいずれかよりもヒト聴覚系とより自然に適合する場合のように、その効果が「有機的」である。
【００２２】
開示されるデバイスの他の変形例は、限定ではないが、ウーファコンポーネントおよびツイータコンポーネントのための異なる設計、入力回路のための受動、能動、および能動バイアンプ構成、能動入力回路のためのアナログ、ＵＳＢ、および無線変形例、および種々の形態の搭載アタッチメントを含む。加えて、種々の方法でオーディオデバイスを組み込む「複合現実」デバイスの実施形態が、開示される。
【図面の簡単な説明】
【００２３】
図面は、類似要素が共通参照番号によって参照される、本発明の好ましい実施形態の設計および有用性を図示する。本発明の上記に記載される他の利点および目的および他の利点および目的が取得される方法をさらに理解するために、上記に簡潔に説明される本発明のより具体的な説明は、付随する図面に図示される、その具体的実施形態を参照することによって提供されるであろう。これらの図面が本発明の典型的実施形態のみを描写し、したがって、その範囲の限定と見なされないことを理解すると、本発明は、付随する図面の使用を通して付加的具体性および詳細を伴って説明および解説されるであろう。
【図１Ａ】図１Ａは、ウーファコンポーネントおよびツイータコンポーネントの両方が外耳道の近くにある、イヤクリップ搭載アタッチメントを伴う頭部装着型（頭部ウェアラブル）音声再生デバイスを示す。
【図１Ｂ】図１Ｂは、ウーファコンポーネントが外耳道に近く、ツイータコンポーネントがより遠く離れている、イヤクリップ搭載アタッチメントを伴う頭部装着型（頭部ウェアラブル）音声再生デバイスを示す。
【図２Ａ】図２Ａは、ウーファコンポーネントおよびツイータコンポーネントの両方が外耳道の近くにある、頭部跨架搭載アタッチメントを伴う頭部装着型（頭部ウェアラブル）音声再生デバイスを示す。
【図２Ｂ】図２Ｂは、ウーファコンポーネントが外耳道に近く、ツイータコンポーネントがより遠く離れている、頭部跨架搭載アタッチメントを伴う頭部装着型（頭部ウェアラブル）音声再生デバイスを示す。
【図３】図３Ａ－３Ｄは、後部容積の有無別、および音声指向トンネルの有無別を含む、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される頭部装着型音声再生装置で使用され得る、ウーファコンポーネントおよびツイータコンポーネントのための封入型ドライバ設計を示す。
【図４】図４Ａ－４Ｄは、後部容積の有無別、および音声反射表面または音声弱化拡散体の有無別の設計を含む、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される頭部装着型音声再生装置で使用され得る、ウーファコンポーネントおよびツイータコンポーネントのための直接放射ドライバ設計を示す。
【図５Ａ】図５Ａ－５Ｃは、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される頭部装着型音声再生装置の中に含まれる、またはそれと併用され得る、受動動作、能動動作、および能動バイアンプ接続動作のための入力回路の異なる構成を示す。
【図５Ｂ】図５Ａ－５Ｃは、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される頭部装着型音声再生装置の中に含まれる、またはそれと併用され得る、受動動作、能動動作、および能動バイアンプ接続動作のための入力回路の異なる構成を示す。

【図５Ｃ】図５Ａ－５Ｃは、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される頭部装着型音声再生装置の中に含まれる、またはそれと併用され得る、受動動作、能動動作、および能動バイアンプ接続動作のための入力回路の異なる構成を示す。
【図６】図６Ａ－６Ｃは、アナログ入力、ＵＳＢ入力、および無線入力のための図５Ｂおよび５Ｃに示される入力回路の入力受信機部分の異なる構成を示す。
【図７】図７Ａ－７Ｂは、図５Ａ、５Ｂ、５Ｃに示される入力回路の高域通過フィルタ部分および低域通過フィルタ部分のための適切かつ有益な周波数応答曲線の実施例を示す。
【図８】図８Ａ－８Ｂは、外耳道からの距離の範囲にわたってツイータコンポーネントのユーザ調節可能位置付けを含む、搭載アタッチメントを伴う頭部装着型（頭部ウェアラブル）音声再生デバイスを示す。
【図９Ａ】図９Ａは、図１Ａの音声再生デバイスを組み込む、頭部装着型（頭部ウェアラブル）拡張現実デバイスを示す。
【図９Ｂ】図９Ｂは、代替形態の搭載アタッチメントを使用して図１Ｂの音声再生デバイスを組み込む、頭部装着型（頭部ウェアラブル）拡張現実デバイスを示す。
【図１０】図１０は、人工耳および外耳道を伴い、ウーファが各耳の隣に位置する、オーディオ試験ダミー頭部の上面断面図を示す。
【図１１Ａ】図１１Ａは、図１Ａ、２Ａ、および９Ａに示される音声再生装置で使用されるウーファおよびツイータコンポーネントの代替物として使用され得る、第１の統合ウーファおよびツイータコンポーネントの断面図である。
【図１１Ｂ】図１１Ｂは、図１Ａ、２Ａ、および９Ａに示される音声再生装置で使用されるウーファおよびツイータコンポーネントの代替物として使用され得る、第２の統合ウーファおよびツイータコンポーネントの断面図である。
【図１２Ａ】図１２Ａは、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される音声再生装置で使用されるウーファおよびツイータコンポーネントの代替物として使用され得る、第１の対の隣接ウーファおよびツイータコンポーネントの断面図である。
【図１２Ｂ】図１２Ｂは、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される音声再生装置で使用されるウーファおよびツイータコンポーネントの代替物として使用され得る、第２の対の隣接ウーファおよびツイータコンポーネントの断面図である。
【図１３】図１３Ａ－１３Ｂは、（耳毎に）ウーファコンポーネントおよび２つのツイータコンポーネントを伴い、後者のうちの一方が他方よりも外耳道からより遠く、より近いツイータコンポーネントとより遠いツイータコンポーネントとの間で切り替えるためのユーザアクティブ化制御を伴う、頭部装着型（頭部ウェアラブル）音声再生デバイスを示す。
【発明を実施するための形態】
【００２４】
以下の議論および関連付けられる図では、ブロックによって表される物理的デバイスおよび電子コンポーネントの両方の描写が、多くの場合、両方とも単一の図内で提示される。両方が単一の図内に示される場合において、物理的デバイスは、電子コンポーネントのブロック図描写とそれらを区別するために、ヒトの耳または頭部の背景にわたって提示される。
【００２５】
電子コンポーネントの描写は、「概略図」であるものとして理解されるべきである。例えば、２つの物理的イヤピースの「下方」に概略形態で示される電子コンポーネントは、実際には、いずれか一方のイヤピースの中または上に搭載される、２つのイヤピースの間で分割される、オーディオケーブル上の小型パネル内に提供される、無線システム内の別個の制御として提供される、上記の任意の組み合わせ等を含み得る、種々の方法で実装されてもよい。また、任意の区別（明示的または暗示的）が、ハードウェアチップと対比してソフトウェアプロセッサ内で行われている信号処理またはデータ処理に関して行われる限り、そのような区別は、開示されている機能性にとって単純ではなく、両方のアプローチが効果的であり得る。

【００２６】
同様に、矢印を伴う線が、電子または物理的コンポーネントの中または間でオーディオ信号を伝達する「オーディオ信号導管」を表すために、図中で使用される。オーディオ信号導管は、アナログオーディオケーブル、デジタルオーディオケーブル、無線オーディオ信号、回路基板上のトレース、ソフトウェアプロセスにおける関数呼び出し、カスタムコネクタ、上記の組み合わせ等を含み得る、種々の方法で全体的または部分的に実装されてもよい。
【００２７】
より一般的には、本開示の全体を通して、開示されるデバイスのための種々の実装および構成オプションが提示される。説明は、所与のコンポーネントのために利用可能なオプションの数および異なるコンポーネントのために異なるオプションを交換することによって利用可能にされる組み合わせの数の両方の観点から、これらのオプションの全ての可能な順列を詳細には規定しない。むしろ、空間の制約に起因して、オプションおよび組み合わせの代表的なセットのみが、含まれている。しかしながら、本デバイスは、開示されるこれらの順列のみに限定されず、多くの他の組み合わせおよび順列が、考慮される。コンポーネントのための異なるオプションおよび順列が、特定の目標または目的を達成するように異なる方法で組み合わせられることを可能にすることが、本デバイスの設計の意図である。
【００２８】
図１Ａは、入力回路ブロック１１０と、左イヤホン１２０と、右イヤホン１３０と、左ウーファオーディオ信号導管１１２、左ツイータオーディオ信号導管１１４、右ウーファオーディオ信号導管１１６、および右ツイータオーディオ信号導管１１８を含む、オーディオ信号導管１１２、１１４、１１６、１１８とを含む、頭部装着型音声再生デバイス１００を示す。加えて、デバイス１００の一部ではない場合がある、外部音源１０２は、頭部装着型音声再生デバイス１００への入力として左チャネルオーディオ信号導管１０４および右チャネルオーディオ導管１０６を介して出力される、ステレオオーディオ信号を提供する。外部音源１０２は、例えば、スマートフォン、音楽プレーヤ、ゲーム機、タブレット、コンピュータ、仮想現実デバイス、拡張または複合現実デバイス等のオーディオを生成および／または再生するために使用されるいくつかのタイプのデバイスのうちのいずれかであり得る。
【００２９】
入力回路ブロック１１０は、（下記で本明細書にさらに議論されるように）種々の方法で内部に構成されることができる。入力回路の機能は、左チャネルオーディオ信号導管１０４および右チャネルオーディオ信号導管１０６を介して外部音源１０２からステレオオーディオ信号を受信し、かつステレオオーディオ信号から導出される信号を、信号を左イヤホン１２０および右イヤホン１３０に結合するオーディオ信号導管１１２、１１４、１１６、１１８に結合することである。
【００３０】
左イヤホン１２０をより近くで見ると、これは、音声出口１２２ａを伴うウーファコンポーネント１２２と、音声出口１２４ａを伴うツイータコンポーネント１２４と、一部１２６ａが左耳２７の後ろに示されている左イヤクリップ搭載アタッチメント１２６とを備える。ウーファコンポーネント１２２およびツイータコンポーネント１２４は、ウーファコンポーネント１２２のための音声出口１２２ａおよびツイータコンポーネント１２４のための音声出口１２４ａが、両方ともユーザの外耳道開口部１２８の中心から約１センチメートル以内にあるように位置付けられる、搭載アタッチメント１２６に搭載される。ウーファコンポーネント１２２およびツイータコンポーネント１２４を実装するための種々の異なるオプションおよび構築アプローチが、本デバイスとの関連で効果的であり得、これらのオプションのうちのいくつかは、以降の図に提示される。
【００３１】
入力回路ブロック１１０から左イヤホン１２０にオーディオ信号を伝達する、２つのオ

ーディオ信号導管１１２および１１４を再び参照すると、各導管が、そのオーディオ信号を左イヤホン１２０内の異なる内部コンポーネントに伝達することが分かり得る。具体的には、オーディオ信号導管１１２は、オーディオ信号をウーファコンポーネント１２２に搬送し、オーディオ信号導管１１４は、オーディオ信号をツイータコンポーネント１２４に搬送する。オーディオ信号導管１１２および１１４上のオーディオ信号は、本質的に異なる必要はないが、それらの個別のウーファおよびツイータ宛先のために最適化される、これらのオーディオ信号の異なるバージョンを生成するための以降の図に示されるオプションが存在する。右イヤホン１３０と、オーディオ導管１１６および１１８とを含む、図１Ａの右側は、他方の耳を別として、ちょうど説明されたものと実質的に同一である。図１Ａの右側では、図１Ａの左側の要素に対応する要素は、各参照番号の第２桁の中の数字２を数字３と置換することによって、対応する左側要素の参照番号と異なる参照番号で標識される。右ウーファ信号導管１１６は、音声出口１３２ａを含む、右ウーファコンポーネント１３２に結合される。右ツイータ信号導管１１８は、音声出口１３４ａを含む、右ツイータコンポーネント１３４に結合される。右イヤクリップ搭載アタッチメント１３６は、右耳１２９の後ろに延在する一部１３６ａを含む。さらに詳細な説明は、省略される。

【００３２】

図１Ｂは、入力回路ブロック１６０と、左イヤホン１７０と、右イヤホン１８０と、左ウーファオーディオ信号導管１６２、左ツイータオーディオ信号導管１６４、右ウーファオーディオ信号導管１６６、および右ツイータオーディオ信号導管１６８を含む、オーディオ信号導管１６２、１６４、１６６、１６８とを含む、頭部装着型音声再生デバイス１５０を示す。加えて、デバイスの一部ではない外部音源１０２は、左チャネルオーディオ信号導管１５４および右チャネルオーディオ信号導管１５６を通して入力としてステレオオーディオ信号を提供する。デバイス１５０の有意な側面が図１Ａのデバイス１００と実質的に類似するため、冗長な解説は、繰り返されない。デバイス１００と実質的に類似しないデバイス１５０の側面は、ツイータコンポーネントの位置付けである。

【００３３】

左イヤホン１７０および右イヤホン１８０が、実質的に相互の鏡像である限りにおいて、簡略にするため、左イヤホン１７０のみが、詳細に説明されるであろう。図１Ｂの右側では、図１Ｂの左側の要素に対応する要素は、各参照番号の第２桁の中の数字７を数字８と置換することによって、対応する左側要素の参照番号と異なる参照番号で標識される。ここで左イヤホン１７０を参照すると、ツイータコンポーネント１７４およびその音声出口１７４ａは、ここで、ウーファコンポーネント１７２およびその音声出口１７２ａよりもユーザの外耳道から有意に遠く位置している。イヤクリップ搭載アタッチメント１７６は、イヤクリップ１２６と類似するが、デバイス１５０では、搭載アタッチメント１７６は、ここでは、ユーザの外耳道開口部から約４ｃｍに、より遠く離してツイータコンポーネント１７４を位置付ける、延在部１７８を有する。搭載アタッチメント１７６はまた、左耳１２７の後ろに静置する一部１７６ａも含む。図１Ｂの右側はまた、搭載アタッチメント１８６が、ここでは、同様に、右側外耳道開口部から遠く離してツイータコンポーネント１８４を位置付ける、延在部１８８を有する、右イヤホン１８０のための同等構造も示す。

【００３４】

図２Ａは、入力回路ブロック２１０と、左イヤホン２２０と、右イヤホン２３０と、左ウーファオーディオ信号導管２１２、左ツイータオーディオ信号導管２１４、右ウーファオーディオ信号導管２１６、および右ツイータオーディオ信号導管２１８を含む、オーディオ信号導管２１２、２１４、２１６、２１８と、頭部跨架搭載アタッチメント２４０とを含む、頭部装着型音声再生デバイス２００を示す。頭部装着型再生デバイス２００は、デバイス２００が適切にサイズ決めされる、頭部２４１上の搭載位置に示される。加えて、デバイスの一部ではない外部音源１０２は、入力として左チャネル信号導管２０４および右チャネル信号導管２０６を介してステレオオーディオ信号を提供する。左イヤホン２

２０および右イヤホン２３０が、実質的に相互の鏡像である限りにおいて、簡略にするため、左イヤホン２２０のみが、詳細に説明されるであろう。図２Ａの右側では、図２Ａの左側の要素に対応する要素は、各参照番号の第２桁の中の数字２を数字３と置換することによって、対応する左側要素の参照番号と異なる参照番号で標識される。図２Ａの左側を参照すると、左イヤホン２２０は、音声出口２２２ａを含む、左ウーファコンポーネント２２２と、音声出口２２４ａを含む、右ツイータコンポーネント２２４とを含む。デバイス２００の有意な側面が、図１Ａのデバイス１００と実質的に類似するため、冗長な解説は、繰り返されない。デバイス１００と実質的に類似しないデバイス２００の側面は、搭載アタッチメント２４０の形態である。

【００３５】

それらの独自のイヤクリップ搭載アタッチメント１２６、１３６をそれぞれ有した、図１Ａの左および右イヤホン１２０、１３０と異なり、図２Ａの左および右イヤホン２２０、２３０は、イヤホン２２０、２３０の一部としてイヤクリップ搭載アタッチメントを有していない。むしろ、各側で左および右イヤホン２２０、２３０まで到達し、頭部にわたって及ぶ、全体的頭部跨架搭載アタッチメント２４０が存在する。本搭載アタッチメントの左側２４０ａは、図２Ａの左側で見られることができ、搭載アタッチメントの右側２４０ｂは、図２Ａの右側で見られることができる。搭載アタッチメントの本差異、およびウーファおよびツイータコンポーネントがイヤクリップ上ではなくて本頭部跨架搭載アタッチメント上に搭載されるという事実を除いて、図２Ａに示されるデバイス２００の他の側面（ウーファおよびツイータコンポーネントの設置を含む）は、図１Ａに示されるデバイス１００と実質的に類似する。

【００３６】

図２Ｂは、入力回路ブロック２６０と、左イヤホン２７０と、右イヤホン２８０と、左ウーファオーディオ信号導管２６２、左ツイータオーディオ信号導管２６４、右ウーファオーディオ信号導管２６６、および右ツイータオーディオ信号導管２６８を含む、オーディオ信号導管２６２、２６４、２６６、２６８と、頭部跨架搭載アタッチメント２９０とを含む、頭部装着型音声再生デバイス２５０を示す。頭部装着型再生デバイス２５０は、デバイス２５０が適切にサイズ決めされる、頭部２４１上の搭載位置に示される。左イヤホン２７０および右イヤホン２８０が、実質的に相互の鏡像である限りにおいて、簡略にするため、左イヤホン２７０のみが、詳細に説明されるであろう。図２Ｂの右側では、図２Ｂの左側の要素に対応する要素は、各参照番号の第２桁の中の数字７を数字８と置換することによって、対応する左側要素の参照番号と異なる参照番号で標識される。図２Ｂの左側を参照すると、左イヤホンは、音声出口２７２ａを含む、左ウーファコンポーネント２７２と、音声出口２７４ａを含む、左ツイータコンポーネント２７４とを含む。延在アーム２７８は、ツイータ２７４の音声出口２７４ａが、好ましくは、ウーファ２７２の音声出口２７２ａから１／２～６センチメートル離間され、より好ましくは、２～６センチメートル離間されるような位置で、ツイータコンポーネント２７４を支持する。示されるように、ツイータ音声出口２７４ａは、ウーファ音声出口２７２ａと比較して、ユーザの頭部の前部により近く位置付けられる。デバイス２５０がユーザの頭部または（デバイス２５０が異なるサイズの頭部に適合するように複数のサイズで販売され得るため、デバイス２５０が適切にサイズ決めされる）オーディオダミー試験用頭部ＩＥＣ６０３１８－７上に正しく搭載されるとき、ウーファコンポーネント２７２の音声出口２７２ａは、好ましくは、外耳道の開口部の中心の１．５センチメートル以内、より好ましくは、１．２センチメートル以内にあり、ツイータコンポーネント２７４の音声出口２７４ａは、外耳道の開口部の中心から１／２～７．５センチメートル離間されるであろう。しかしながら、好ましくは、ツイータ音声出口２７４ａは、ユーザの外耳道の６センチメートル以内にある。ユーザの外耳道から少なくとも１／２センチメートル離れてツイータ音声出口２７４ａを設置することは、音声のオーディオ空間化のリアリズムを増加させることに役立つ。ツイータ音声出口２７４ａは、好ましくは、ユーザの頭部の前部に向かってユーザの外耳道から離間される。リアリズムは、ユーザの外耳道までのツイータ音声出口２７４ａの距

離が４センチメートルまでさらに増加されると、有意な知覚可能な程度に増加し、前述の距離が６センチメートルまで増加されると、さらに知覚可能な程度に増加するが、しかしながら、典型的には、距離が６センチメートルを超えて増加されると知覚可能に増加しない。仮想音声のそのようなリアリズムは、本明細書の下記でさらに説明される、拡張現実および複合現実用途のために非常に有益である。しかしながら、ツイータ音声出口２７４ａとユーザの外耳道との間の距離を増加させることが、ツイータによって発せられるオーディオの音量が増加されることを要求し、その内側で近傍の人物が音声を聞くであろう距離を増加させ、それによって、潜在的にユーザのプライバシーを侵害し、そのような近傍の人物に迷惑を生じさせるであろうという点で、あるトレードオフが存在する。したがって、ある実施形態によると、デバイス２５０がユーザの頭部または（デバイス２５０が異なるサイズの頭部に適合するように複数のサイズで販売され得るため、デバイス２５０が適切にサイズ決めされる）オーディオダミー試験用頭部ＩＥＣ６０３１８－７上に正しく搭載されるとき、外耳道の４センチメートル以内にツイータ音声出口２７４ａを設置することが望ましいであろう。デバイス２５０の一部ではない場合がある、外部音源１０２は、入力としてステレオオーディオ信号（２５４、２５６）を提供する。デバイス２５０の有意な側面が図１Ｂのデバイス１５０と実質的に類似するため、冗長な解説は、繰り返されない。デバイス１５０と実質的に類似しないデバイス２５０の側面は、搭載アタッチメント２９０の形状因子である。

【００３７】

それらの独自のイヤクリップ搭載アタッチメント１７６、１８６をそれぞれ有した、図１Ｂの左および右イヤホンと異なり、図２Ｂの左および右イヤホン２７０、２８０は、イヤホン２７０、２８０の一部としてイヤクリップ搭載アタッチメントを有していない。むしろ、各側で左および右イヤホン２７０、２８０まで到達し、頭部にわたって及ぶ、全体的頭部跨架搭載アタッチメント２９０が存在する。搭載アタッチメント２９０の左側２９０ａは、図２Ｂの左側で見られることができ、搭載アタッチメント２９０の右側２９０ｂは、右側で見られることができる。搭載アタッチメントの本差異、およびウーファ２７２、２８２およびツイータ２７４、２８４コンポーネントがイヤクリップ上ではなくて本頭部跨架搭載アタッチメント２９０上に搭載されるという事実を除いて、図２Ｂの他の部分（ウーファ２７２、２８２およびツイータコンポーネント２７４、２８４、および搭載アタッチメント延在部２７８および２８８の設置を含む）は、図１Ｂに示され、上記に説明されるものと実質的に類似する。

【００３８】

図３Ａ、３Ｂ、３Ｃ、３Ｄ、および４Ａ、４Ｂ、４Ｃ、４Ｄは、本明細書に説明される頭部装着型音声再生デバイスの中に含まれるウーファコンポーネントおよびツイータコンポーネントを実装するための異なる設計オプションを示す。描写される設計オプションは、限定的であるように意図されておらず、むしろ、動的ドライバ、後部容積、前部容積、トンネルおよびファネル、および反射体および拡散体等の要素を使用して、ウーファおよびツイータコンポーネントが実装され得る方法のためのいくつかのアプローチを示すことを意図している。他のアプローチおよび設計もまた、本デバイスのウーファおよびツイータコンポーネントを実装するために効果的であり得る。例えば、ウーファコンポーネントおよびツイータコンポーネントから別個の音声出口をとり、単一の音声出口を有する共有チャンバまたは音声トンネルにそれらを合併することが可能である。共有音声出口のそのような場合において、ウーファおよびツイータ音声出口は、共有音声出口の位置に共同設置されると見なされるであろう。共同設置されたウーファおよびツイータ音声出口の実施例が、図１１Ａおよび１１Ｂに示される。

【００３９】

以下の議論では、スピーカ設計は、大部分が「ウーファ・ツイータに依存しない」ものであり、任意の所与の設計（サイズ、重量、形状等の適切な選択肢を伴う）が、ウーファコンポーネントまたはツイータコンポーネントのいずれかを実装するために使用され得ることを意味する（いくつかの例外が留意される）。したがって、以下の議論における用語

「スピーカコンポーネント」は、ウーファコンポーネントまたはツイータコンポーネントのいずれかを意味する一般的用語として使用される。下記の実施例のそれぞれでは、スピーカコンポーネントのスピーカドライバ要素は、一般的に動的ドライバと呼ばれるドライバのタイプとして図示される。しかしながら、圧電ドライバ、平衡電機子ドライバ等の他の種類のスピーカドライバもまた、使用されてもよい。以下の図中の動的ドライバの使用は、例示的にすぎず、限定的であることを意図していない。

【００４０】

図３Ａは、スピーカドライバ３０２と、後部エンクロージャ３０４と、前部エンクロージャ３１０とを含む、スピーカコンポーネント３００の上から見下ろした断面図を描写する。後部エンクロージャ３０４は、空気を封入し、音声再生ハードウェアの性能を向上させるために使用される、「後部容積」またはチャンバ３０６を作成する。後部エンクロージャ３０４は、空気のある程度の移動を可能にする開口部である、１つ以上のポート３０８を有する。前部エンクロージャ３１０もまた、空気を封入し、「前部容積」またはチャンバ３１２を作成する。しかしながら、この場合、音声は、前部エンクロージャ３１０の表面内の開口部として示される音声出口３１４を介して（例えば、ユーザの外耳道開口部に向かって）導かれる。

【００４１】

図３Ｂは、図３Ａで見られる後部エンクロージャ３０４が図３Ｂのスピーカコンポーネント３２０の中で省略されることを除いて、図３Ａのスピーカコンポーネント３００と実質的に類似する、スピーカコンポーネント３２０の上から見下ろした断面図を描写する。

【００４２】

図３Ｃは、スピーカドライバ３４２と、後部エンクロージャ３４４と、前部エンクロージャ３５０と、音響トンネル３５４とを含む、スピーカコンポーネント３４０の上から見下ろした断面図を描写する。図３Ｃの後部エンクロージャ３４４は、図３Ａの後部エンクロージャ３０４と実質的に類似する。前部エンクロージャ３５０は、図３Ａの前部エンクロージャ３１０と大部分が類似するが、後者が音声出口３１４を形成する開口部を有し、前者が音声トンネル３５４に接続し、その端部に音声出口３５６を形成する開口部があることを除く。前部エンクロージャ３５０は、前部容積３５２を封入する。略図中の音声トンネル３５４は、スピーカドライバに中心合わせされ、その長さの全体に沿って等しい幅を有するものとして図示されるが、他の場合では、音声トンネルの具体的テーパまたは形状は、音声トンネルの多くの異なる形態および形状が音声を導くために効果的であり得るため、有意に変動し得る。

【００４３】

図３Ｄは、図３Ｃで見られる後部エンクロージャ３４４が図３Ｄのスピーカコンポーネント３６０の中で省略されることを除いて、図３Ｃのスピーカコンポーネント３４０と類似するスピーカコンポーネント３６０の上から見下ろした断面図を描写する。スピーカコンポーネント３６０は、前部エンクロージャ３６４の中に面するドライバ３６２を含む。音声トンネル３６８は、ドライバ３６２、３６４の共通軸に対してオフセットされ、前述の共通軸に対してある角度で延在している。代替として、音声トンネル３６８はまた、テーパ状でもあり得る。異なる形態および形状の音声トンネルが、前部エンクロージャ３６４から外に音声を導くために効果的であり得る。

【００４４】

図４Ａは、直接放射スピーカドライバ４０２と、後部エンクロージャ４０４とを含む、スピーカコンポーネント４００の上から見下ろした断面図を描写する。図４Ａの後部エンクロージャ４０４は、図３Ａの後部エンクロージャ３０４と実質的に類似する。直接放射スピーカドライバ４０２は、（保護または審美性のためにスピーカを被覆し得る、任意の「音響的透明」材料にもかかわらず）振動板の表面から空気の中に音を直接分散させる。したがって、直接放射ドライバは、振動板の表面の円周とおおよそ同一の広がりを持つ、音声出口４１０を有すると言われ得る。

【００４５】

図４Ｂは、図４Ａで見られる後部エンクロージャ４０４が図４Ｂのスピーカコンポーネント４２０の中で省略されることを除いて、図４Ａのスピーカコンポーネント４００と実質的に類似する、スピーカコンポーネント４２０の上から見下ろした断面図を描写する。本構成は、ウーファコンポーネントのために推奨されない。

【００４６】

図４Ｃは、直接放射スピーカドライバ４４２と、後部エンクロージャ４４４と、音声反射表面４５０と、音声弱化拡散体４５２とを含む、スピーカコンポーネント４４０の上から見下ろした断面図を描写する。図４Ｃの後部エンクロージャ４４４は、図３Ａの後部エンクロージャ３０４と実質的に類似する。本実施例では、音声反射表面４５０は、残りの要素のように断面図に示されるため、（図４Ｃが３次元で描かれた場合に容易に明白であろうように）特定の方向に進むように音声を「カッピング」していることは明確に見られることができない。スピーカコンポーネント４４０のための音声出口４５４は、本「カッピング」を反映する位置に位置し、すなわち、これは、スピーカドライバ４４２および取り付けられた音声反射表面４５０が、３次元で視認された場合に、ある種類の「開口部」を形成するであろう場所に位置する。加えて、音声反射表面４５０の一部が、（音声をあまり「脆性」ではなく、より「拡散」させるように）出力された音波の指向性を若干無作為化する、随意の音声弱化拡散体４５２を搭載するために使用される。

【００４７】

図４Ｄは、図４Ｃで見られる後部エンクロージャ４４４が図４Ｄのスピーカコンポーネント４６０の中で省略されることを除いて、図４Ｃのスピーカコンポーネント４４０と実質的に類似するスピーカコンポーネント４６０の上から見下ろした断面図を描写する。本構成は、ウーファコンポーネントのために推奨されない。

【００４８】

図５Ａは、図１Ａ－２Ｂに示される入力回路ブロック１１０、１６０、２１０、２６０のうちのいずれかを実装するために使用され得る、入力回路ブロック５００の内部実装を示す概略図である。入力回路ブロック５００は、「受動」入力回路ブロックであり、その独自の電力源を有しておらず、むしろ、「スピーカレベル」である（すなわち、スピーカドライバを駆動するために十分に強い）オーディオ信号を受信することに依存することに意味する。

【００４９】

図１Ａ－２Ｂにおいて前述で見られたように、外部音源１０２は、左チャネル信号導管１０４および右チャネルオーディオ信号導管１０６を介して、ステレオオーディオ信号を入力回路ブロック５００に提供し、そこで、信号は、入力プラグ５１０（任意の種類のコネクタであり得、典型的形態は標準３．５ｍｍプラグまたは１／４インチプラグである）によって受信される。入力プラグ５１０から、オーディオ信号導管５１２ａは、オーディオ信号の左チャネルを左ツイータオーディオ信号導管５２０ａおよび左ウーファオーディオ信号導管５２２ａの両方に伝達する。

【００５０】

オーディオ信号導管５１２ａから左ツイータオーディオ信号導管５２０ａまでの途中で、オーディオ信号は、随意に、受動高域通過フィルタ５１６ａを通過してもよい。同様に、随意の受動低域通過フィルタ５１４ａが、左オーディオ信号導管５１２ａと左ウーファオーディオ信号導管５２２ａとの間に間置されることができる。受動低域通過フィルタ５１４ａは、オーディオ信号から高周波数を除去し、ウーファコンポーネントの動作をより効果的にする。受動高域通過フィルタ５１６ａは、オーディオ信号から低周波数を除去し、ツイータコンポーネントの動作をより効果的にする。入力回路ブロック５００の右側の実装（要素５１２ｂ、５１４ｂ、５１６ｂ、５２０ｂ、５２２ｂを伴う）は、左側のものと実質的に類似する。左側の対応物に機能が対応する右側要素は、それらの参照番号の中の添字ａの代わりに、それらの参照番号の中の添字ｂを有する。

【００５１】

図５Ｂは、図１Ａ－２Ｂに示される入力回路ブロック１１０、１６０、２１０、２６０

のうちのいずれかを実装するために使用され得る、入力回路ブロック５３０の内部実装を示す概略図である。簡略にするため、入力回路の以下の説明は、左側コンポーネントに焦点を当て、構造および機能が左側コンポーネントに実質的に類似する、対応する右側コンポーネントがあることを理解されたい。対応する左および右側コンポーネントは、左側参照番号が文字「ａ」の添字を有し、右側コンポーネントが文字「ｂ」の添字を有するという点でのみ異なる、参照番号で標識される。入力回路５３０は、左チャネル信号導管５４２－ａを通して左チャネル増幅器５４４－ａに結合され、右チャネル信号経路５４２－ｂを通して右チャネル増幅器５４４－ｂに結合される、入力受信機５４０を含む。左チャネル増幅器５４４－ａの出力信号バス５４６－ａは、随意の受動低域通過フィルタ５４８－ａおよび受動高域通過フィルタ５４９－ａに結合される。受動低域通過フィルタ５４８は、左ウーファオーディオ信号導管５２２ａに出力し、受動高域通過フィルタ５１６－ａは、左ツイータオーディオ信号導管５２０－ａに出力する。

【００５２】

入力回路ブロック５３０は、「能動」入力回路ブロックであり、電力源５３８（再充電可能バッテリのように内部にあるか、またはある他のデバイスから外部にあるかのいずれかであり得る）を有することを意味する。入力回路５３０では、電力５３８は、少なくとも、左チャネル増幅器５４４ａおよび右チャネル増幅器５４４ｂと、場合によっては、入力受信機ブロック５４０とを含むであろう、電力を消費する能動要素に送給する。

【００５３】

図５Ｂでは、図１Ａ－２Ｂにおいて前述で見られたように、外部音源１０２は、左チャネルオーディオ信号導管１０４および右チャネルオーディオ信号導管１０６を介して、ステレオオーディオ信号を入力回路ブロック５３０に提供し、そこで、信号は、入力受信機ブロック５４０によって受信される。能動システムでは、入力受信機ブロック５４０は、図５Ａの入力プラグ５１０と類似する様式で、受動的に実装され得る。より典型的には、能動システムでは、入力受信機５４０は、後続の図に示されるように内部で実装され得るように、電力源５３８から電力を受電するであろう。入力受信機５４０から、オーディオ信号導管５４２ａは、オーディオ信号の左チャネルを左増幅器チャネル５４４ａに伝達する。そこから、オーディオ導管５４６ａは、オーディオ信号の左チャネルを左ツイータオーディオ導管５５０ａおよび左ウーファオーディオ導管５５２ａの両方に伝達する。

【００５４】

オーディオ信号導管５４２ａから出力オーディオ導管５５０ａおよび５５２ａまでの途中で、オーディオ信号は、随意に、左ウーファオーディオ導管５５２ａまでの途中で受動低域通過フィルタ５４８ａ、および左ツイータオーディオ導管５５０ａまでの途中で受動高域通過フィルタ５４９ａを通過してもよい。これらのフィルタ（５４８ａ、５４９ａ）の実装は、図５Ａに示されるフィルタ（５１４ａ、５１６ａ）と実質的に類似する。

【００５５】

図５Ｃは、図１Ａ－２Ｂに示される入力回路ブロック１１０、１６０、２１０、２６０のうちのいずれかを実装するために使用され得る、入力回路ブロック５６０の内部実装を示す概略図である。簡略にするため、入力回路５６０の以下の説明は、左側コンポーネントに焦点を当て、構造および機能が左側コンポーネントに実質的に類似する、対応する右側コンポーネントがあることを理解されたい。対応する左および右側コンポーネントは、左側参照番号が文字「ａ」の添字を有し、右側コンポーネントが文字「ｂ」の添字を有するという点でのみ異なる、参照番号で標識される。入力回路ブロック５６０は、「能動バイアンプ接続」入力回路ブロックであり、電力源５６８（再充電可能バッテリのように内部にあるか、またはある他のデバイスから外部にあるかのいずれかであり得る）を有することを意味する。図５Ｃでは、電力５６８は、本能動バイアンプ構成では、入力回路ブロック５６０内の他の電子コンポーネントの全てを含み得る、電力消費要素に送給する。

【００５６】

能動バイアンプ構成を使用することの利益は、（増幅器がスピーカに合致するように選択されるため）より良好な結果をより確実に生じるだけではなく、「バイアンプ接続」シ

ナリオでは、依然として「デジタルドメイン」内にある間に、増幅器の「前に」分割および処理されるため、個別のウーファおよびツイータ信号のより精密な「信号処理」も実施し得ることである。本向上された処理は、多くの場合、向上されたオーディオ品質を生じさせることができる。図５Ｃに示されるコンポーネントの具体的順序付け（すなわち、「信号チェーン」内にあるものの後に来る）は、１つの効果的なオプションを表すが、他の順序付けも、特定の目的のために、同等に、またはさらに効果的であり得ることを留意されたい。

【００５７】

図５Ｃでは、図１Ａ－２Ｂにおいて前述で見られたように、外部音源１０２は、左チャネルオーディオ信号導管１０４および右チャネルオーディオ信号導管１０６を介して、ステレオオーディオ信号を入力回路ブロック５６０に提供し、そこで、信号は、入力受信機５７０によって受信される。入力回路５６０のもの等の能動バイアンプ構成では、入力受信機５７０は、典型的には、後続の図６Ａ－６Ｃに示されるように実装される。入力受信機５７０から、左オーディオ信号導管５７２ａは、オーディオ信号の左チャネルを左ウーファ増幅器５８６ａおよび左ツイータ増幅器５８８ａの両方に伝達する。そこから、左ウーファ増幅器５８６ａの出力は、左ウーファまで進むオーディオ信号導管５９２ａを（直接または間接的に）駆動し、左ツイータ増幅器５８８ａの出力は、左ツイータまで進むオーディオ信号導管５９０ａを（直接または間接的に）駆動する。

【００５８】

オーディオ信号導管５７２ａから左ウーファ増幅器５８６ａおよび左ツイータ増幅器５８８ａの個別の入力までの途中で、オーディオ信号は、随意に、左ウーファ増幅器５８６ａまでの途中で能動低域通過フィルタ５７４ａを通過してもよく、随意に、左ツイータ増幅器５８８ａまでの途中で能動高域通過フィルタ５７６ａを通過してもよい。能動低域通過フィルタ５７４ａおよび能動高域通過フィルタ５７６ａの実装は、図５Ｃでは、フィルタが受動ではないが能動である、すなわち、電力５６８によって給電され、デジタル信号処理（ＤＳＰ）アルゴリズムとしてデジタルドメイン内で実装されるため、前述の図で見られるものと同一ではないであろう。それらの実装にかかわらず、図５Ａ－５Ｃに示される随意のフィルタ５１４、５１６、５４８、５４９、５７４、５７６を含むことの主要な目標は、フィルタ応答曲線を適用し、ウーファおよびツイータをより効果的にすることであり、いくつかの例示的フィルタ応答曲線が、以降の図に示される。

【００５９】

また、オーディオ信号導管５７２ａから左ウーファ増幅器５８６ａの入力までの途中で、オーディオ信号は、随意に、ウーファ信号の時間を遅延させるオーディオ遅延ブロック５８０ａを通過してもよい。本遅延は、ツイータコンポーネントがウーファコンポーネントよりもユーザの外耳道の開口部から有意に遠い（すなわち、最大数センチメートル遠い）、構成のために有用である。そのような場合では、空気中の音声の伝播速度（約３３５メートル毎秒）を考慮すると、距離の差は、ウーファからの音波が、ツイータからの対応する音波よりも顕著に早く耳に到達するほど十分に大きくあり得る。「アラインされていない」または「位相外」と称され得る、結果として生じる混合は、平均的な聴取者には「混ざって」聞こえ得る。オーディオ遅延５８０ａの目的は、現在遅延しているウーファ音声が、対応するツイータ音声と同時に（可能な限り近く）外耳道に到達し、音声が明瞭かつ純粋なままであるように、本着信時間差を補償することである。

【００６０】

最後に、図５Ｃに描写される、さらなる随意の最適化は、４つのチャネルのうちの２つ（２つのウーファ増幅器５８６ａおよび５８６ｂ）のための「スマート」増幅の使用である。「スマート」増幅では、増幅器チャネルは、増幅器がその性能の限界まで（但し、可聴歪曲を引き起こすため決して超えない）ドライバを駆動し得るように、その偏位（すなわち、その範囲内の位置）、温度等のそれが駆動しているスピーカドライバの側面を監視する。左ウーファ増幅器５８６ａは、スピーカ監視信号導管５９４ａを受容し、本増幅器チャネルが、その取り付けられたスピーカドライバを監視する「スマート」増幅器である

ことを示す。同様に、右ウーファ増幅器５８６ｂは、スピーカ監視信号導管５９４ｂを受容する。

【００６１】

図６Ａは、図５Ｂ－５Ｃの入力受信機ブロック５４０、５７０のうちのいずれか一方を実装するために使用され得る、入力受信機ブロック６１０を含む入力回路ブロック６００を示す概略図である。入力受信機６１０は、「能動」ブロックであり、この場合、図５Ｂの電源５３８または図５Ｃの電源５６８等の電源から、電力を引き出してそのコンポーネントを起動することを意味する。外部音源１０２は、左チャネルオーディオ信号導管１０４および右チャネルオーディオ信号導管１０６を介して、ステレオオーディオ信号を入力回路ブロック６００に提供し、そこで、信号は、入力受信機６１０によって、より具体的には、アナログプラグ６１２（任意の種類のコネクタであり得、典型的形態は、標準３．５ｍｍプラグまたは１／４インチプラグである）によって受信される。アナログプラグ６１２から、左オーディオ信号導管６１４および右オーディオ信号導管６１６は、アナログオーディオ信号をデジタルオーディオ信号に変換するデジタル／アナログ変換器６１８に左および右オーディオ信号を伝達する。そこから、左および右オーディオ信号は、左デジタル出力オーディオ信号導管６２０および右デジタル出力オーディオ信号導管６２２を介して、入力回路６００の他の部分まで外に伝搬される。

【００６２】

図６Ｂは、図５Ｂ－５Ｃの入力受信機ブロック５４０、５７０のうちのいずれか一方を実装するために使用され得る、入力受信機ブロック６４０を含む入力回路ブロック６３０を示す概略図である。入力受信機６４０は、「能動」ブロックであり、この場合、図５Ｂの電源５３８または図５Ｃの電源５６８等の電源から、電力を引き出してそのコンポーネントを起動することを意味する。入力受信機６４０は、ユニバーサルシリアルバス（ＵＳＢ）インターフェースを実装し、ＵＳＢプラグ６４２およびＵＳＢ処理ブロック６４８を含む。外部音源６３２は、ＵＳＢプラグ６４２を介して、デジタルステレオオーディオ信号６３４をＵＳＢ処理ブロック６４８に提供する。ＵＳＢインターフェースは、最新のＵＳＢ－Ｃを含む、いくつかのＵＳＢ変異型のうちの１つに適合し得る。ＵＳＢプラグ６４２から、左および右オーディオチャネルを符号化するオーディオデジタル信号は、デジタル信号導管６４４を介してＵＳＢ処理ブロック６４８に結合される。ＵＳＢ処理ブロック６４８は、オーディオデコーダを含むことができる。ＵＳＢ処理ブロック６４８は、それぞれ、左オーディオ信号出力６５０および右オーディオ信号出力６５２を介して、入力回路６３０の残りの部分に出力される、左チャネルおよび右チャネルオーディオ信号を生成する。

【００６３】

図６Ｃは、図５Ｂ－５Ｃの入力受信機ブロック５４０、５７０のうちのいずれか一方を実装するために使用され得る、入力受信機ブロック６８０を含む入力回路ブロック６７０を示す概略図である。入力受信機６８０は、「能動」ブロックであり、この場合、図５Ｂの電源５３８または図５Ｃの電源５６８等の電源から、電力を引き出してそのコンポーネントを起動することを意味する。外部音源６７２は、信号導管６７４（この場合、無線チャネル）を介して、ステレオオーディオ信号を入力回路ブロック６７０に提供し、そこで、信号は、入力受信機６８０によって、より具体的には、無線受信機ブロック６８２（任意の種類の無線受信機であり得、典型的形態はＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）チップまたはＮＦＭＩチップである）によって受信される。無線受信機６８２から、左および右オーディオ信号は、オーディオ導管６９０および６９２を介して、入力受信機６８０から入力回路６７０の他の部分まで外に伝搬される。

【００６４】

図７Ａは、図５Ａ－５Ｃに示される随意の高域通過フィルタブロック５１６ａ、５１６ｂ、５４９ａ、５４９ｂ、５７６ａ、５７６ｂによって行われるように、ツイータコンポーネントを駆動するために使用されるオーディオ信号に適用される高域通過フィルタとして効果的であり得る、周波数応答曲線７０６－７１２を伴う周波数応答チャート７００を

示す。周波数応答曲線７０６－７１２は、垂直軸７０２がデシベル単位であり、＋２０デシベル～－５０デシベルに及ぶ相対音量レベルを示し、水平軸７０４がヘルツ単位であり、２０Ｈｚ～２０ＫＨｚに及ぶ周波数を示す、チャート背景にわたって示される。本チャート７００から、高域通過フィルタの挙動が、容易に見られることができ、１ＫＨｚを下回る周波数７０６－７０８は、５０デシベル超によって減衰され、次いで、１．０ＫＨｚ～１．４ＫＨｚの周波数７０８－７１０に関して音量の漸増があり、１．４ＫＨｚを上回る周波数７１０－７１２は、影響を受けずに通過することを可能にされる。本周波数曲線、または類似する全体的アプローチを用いた他のものは、ツイータコンポーネントがデバイス内で効果的かつ最適に機能することに役立つための効果的なツールであり得る。

【００６５】

図７Ｂは、図５Ａ－５Ｃに示される随意の低域通過フィルタブロック５１４ａ、５１４ｂ、５４８ａ、５４８ｂ、５７４ａ、５７４ｂによって行われるように、ウーファコンポーネントまで進むオーディオ信号に適用される低域通過フィルタとして効果的であり得る、周波数応答曲線７５６－７６６を伴う周波数応答チャート７５０を示す。チャート７５０は、＋２０デシベル～－５０デシベルに及ぶ相対信号レベルを示す垂直軸７５２と、２０Ｈｚ～２０ＫＨｚに及ぶ周波数を示す水平軸７５４とを有する。本チャート７５０から、低域通過フィルタの挙動が、容易に見られることができ、低音領域中の有意な隆起７５８から始まり、最大２０デシベルを上回るだけウーファコンポーネントの低音性能を高める。応答曲線７５６－７６６は、ブーストがなくなるまで、または１００Ｈｚ　７６０におけるカットまで下に傾斜する。１００Ｈｚ～１Ｋｈｚ　７６０－７６２で、周波数は、ブーストまたはカットを伴わない。次いで、１．０ＫＨｚ～１．４ＫＨｚ　７６２－７６４の周波数に関して音量の漸減があり、１．４ＫＨｚを上回る周波数は、－５０ｄＢを上回る減衰７６４－７６６を有する。本周波数曲線７５６－７６６、または類似する全体的アプローチを用いた他のものは、ウーファコンポーネントがデバイス内で効果的かつ最適に機能することに役立つための効果的なツールであり得る。

【００６６】

低域通過フィルタ５１４ａ、５１４ｂ、５４８ａ、５４８ｂ、５７４ａ、５７４ｂ、および高域通過フィルタ５１６ａ、５１６ｂ、５４９ａ、５４９ｂ、５７６ａ、５７６ｂは、クロスオーバーフィルタをともに形成する、低・高ペアで稼働する。図７Ａ－７Ｂに示される周波数応答により、クロスオーバー周波数は、約１，２５０Ｈｚである。より一般的には、クロスオーバーフィルタは、ウーファコンポーネントおよびツイータコンポーネントの周波数応答に基づいて適切に選定されることができる。図７Ｂにより、約２０Ｈｚからクロスオーバー周波数を実質的に下回る周波数（例えば、６０Ｈｚ）まで及ぶ周波数７５６－７５８の限定された部分範囲は、クロスオーバー周波数を下回る範囲内の他の周波数と比較して、より高い利得を与えられる。より一般的には、１００Ｈｚを下回る少なくともいくつかの周波数成分（帯域）は、クロスオーバー周波数を下回る他の周波数成分（帯域）と比較して、実質的により多く（例えば、少なくとも１０ｄＢ多く）増幅される。これは、本明細書に説明されるウーファ音声出口が、（例えば、実世界音源からの）周囲音の聴覚を妨げないように、ユーザの外耳道の中に密閉して係合されるように意図的に設計されないという事実にもかかわらず、（例えば、仮想オブジェクトから生じる音声のために）強力な低価格低音コンポーネントを提供することを補助する。

【００６７】

図８Ａ－８Ｂは、入力回路ブロック８１０と、左イヤホン８２０と、右イヤホン８３０と、オーディオ信号導管８１２、８１４、８１６、８１８とを含む、頭部装着型音声再生デバイス８００を示す。加えて、デバイスの一部ではない外部音源８０２は、入力としてステレオオーディオ信号（８０４、８０６）を提供する。外部音源８０２は、左オーディオ信号導管８０４および右オーディオ信号導管８０６を介して入力回路８１０に結合される。簡略にするため、説明が、主に左イヤホン８２０を参照して与えられ、右イヤホン８３０が左イヤホンと実質的に類似する構造および機能を有することを理解されたい。右イヤホン８３０の要素の参照番号は、第２桁の中の数字２の代わりに数字３を代用すること

によって、左イヤホンの要素の参照番号と異なる。左ウーファ信号導管８１２は、入力回路８１０をウーファコンポーネント８２２に結合する。（対応する右ウーファ信号導管８１６が存在する）。左ツイータ信号導管８１４は、入力回路８１０を左ツイータコンポーネント８２４に結合する。（対応する右ツイータ信号導管８１８が存在する）。左ウーファコンポーネント８２２は、頭部装着型再生デバイス８００が、頭部ウェアラブルデバイスが適切にサイズ決めされるＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部（本デバイスは複数のサイズで提供され得ることを理解されたい）によって表されるように解釈される、ユーザの頭部上に適切に搭載されるときに、外耳道の開口部の中心の１．５センチメートル以内、好ましくは、１．２センチメートル以内に位置付けられる、音声出口８２２ａを含む。例えば、図７Ｂに示される低域通過フィルタ周波数応答の部分７５６－７５８によって表される、低周波数余剰ブーストと組み合わせた、ウーファコンポーネントの音声出口８２２ａの近接近性は、（あるイヤホンの場合のように）音声出口８２２ａが外耳道内で密閉して係合されないという事実にもかかわらず、強力で効果的な低音の音響を生じさせる。故に、ユーザは、環境音を聴くユーザの能力を侵害することなく、強力で効果的な低音の音響を楽しむことができる。環境音および頭部装着型音声再生デバイスを通して出力される音声の両方を聞く能力は、複合または拡張現実デバイスにとって非常に有益である。

【００６８】

左ツイータコンポーネント８２４は、左ツイータ支持レール８２８上で摺動可能に係合される。デバイス８００は、ユーザがツイータコンポーネント８２４および８３４の位置を手動で変化させることを可能にする。デバイス８００は、最初に、ツイータコンポーネント８２４および８３４がユーザの外耳道開口部の近くに位置する状態で図８Ａに示される。図８Ｂでは、デバイス８００は、ツイータコンポーネント８２４および８３４がユーザの外耳道開口部からより遠く移動されている、別の状態で示される。図１Ａおよび１Ｂでは、ウーファおよびツイータを固定位置で保持したイヤクリップ搭載アタッチメント１２６、１３６、１７６、１７８、１８６、１８８をそれぞれ伴う、２つの異なるデバイス１００、１５０が提示され、図１Ａでは、ツイータコンポーネント１２４、１３４が外耳道開口部の近くに位置し、図１Ｂでは、ツイータコンポーネント１７４、１８４がより遠くに離れて位置したことを想起されたい。

【００６９】

図８Ａ－８Ｂに示されるデバイス８００の場合、ユーザは、それらの個別のツイータ支持レール８２８、８３８に沿ってツイータコンポーネント（８２４、８３４）を手動で摺動させることによって、「オンザフライで」ツイータ位置を変化させるというオプションを有する。これらのツイータ支持レール８２８および８３８の長さは、ツイータコンポーネントを設置するための距離オプションの範囲を提供し、現在考慮されている範囲は、外耳道開口部から０～４センチメートルである。これは、ユーザが、有意なオーディオ差を反映するわずかな物理的調節を行うことを可能にする。より近い距離は、より少ない漏出または「音漏れ」を伴うが、ツイータコンポーネントの耳への近接性に起因して、最大限未満の「音声ステージ」を伴って、より多くのプライバシーを提供する。より遠い距離は、より多くの漏出または「音漏れ」を伴って、より少ないプライバシーを提供するが、同時に、「音声ステージ」は、ツイータコンポーネントのより大きい距離に起因して拡張され、床または壁搭載型スピーカと異なり、音声は、「純粋」で環境雰囲気を含まないままである。本後者の結果の組み合わせからの知覚的影響は、以前は未知であり、予期されていないが、極めて魅力的である。

【００７０】

摺動ツイータコンポーネント８２４および８３４、およびそれらが摺動するツイータ支持レール８２８および８３８をより精密に想定するために、ツイータが、ツイータ支持レールによって提供される部分的封入型チャネル内で「ロックされて」位置する、拡大フランジに取り付けられる、典型的レール内スライダ構造を想定することができる。ユーザは、指の軽いタッチによって、チャネル内で前方または後方にツイータコンポーネントを容

易に摺動させることができる。そして、ツイータは、チャネルの近端または遠端に到達するときに停止し、反対方向に戻るように押されるまで、そこに留まる。このようにして、単純なタッチにより、ユーザは、種々のツイータ設置にアクセスし、それらを用いて、一連の異なる種類の聴取体験にアクセスすることができる。

【００７１】

（有益であるが）随意の拡張では、デバイス８００はさらに、左および右センサコンポーネント８２６ｂ、８３６ｂと、それらの個別のセンサ標的８２４ｂ、８３４ｂとを備える。センサコンポーネント８２６ｂおよび８３６ｂは、イヤクリップ搭載アタッチメント８２６および８３６に取り付けられ、それらは、定位置で固定されたままである。センサ標的８２４ｂおよび８３４ｂは、ツイータコンポーネント８２４、８３４上に搭載され、それらは、ツイータコンポーネント８２４、８３４が移動する度に移動する。センサコンポーネントは、継続的にそれらの個別のセンサ標的までの距離を測定し、情報導管８２６ｃおよび８３６ｃを介して、その情報を入力回路ブロック８１０に折り返し報告する。本感知の要件は、およそ１ミリメートル以内まで正確である、または可能である場合、より良好であることであり、これは、反射表面を検出する光学距離センサまたは導電性物質を標的にする容量センサ等の複数の種類の近接性感知デバイスによって遂行されることができる。センサ標的８２４ｂおよび８３４ｂの実装は、センサコンポーネント８２６ｂおよび８３６ｂの実装の後に続く。電位差計または他のタイプの位置センサもまた、使用されてもよい。

【００７２】

入力回路ブロック８１０内で、左側ツイータ距離は、処理ブロック８１１および８１３によって受信され、右側ツイータ距離は、処理ブロック８１５および８１７によって受信される。左側のみ（右側は実質的に類似する）を検討すると、処理ブロック８１１は、図５Ｃのオーディオ遅延５８０ａと役割および機能が類似するオーディオ遅延である。その場合、ツイータがウーファよりも外耳道から遠いときに別様に起こるであろう、音波着信時間差を補正するように、オーディオ遅延５８０ａが、随意に、ウーファ信号チェーンの中に導入され得ることを想起されたい。デバイス８００では、オーディオ遅延８１１の「遅延時間」パラメータは、左センサ８２６ｂからの距離報告に従って変動される。本マッピングは、時間量補償が、常に、ツイータの位置にかかわらず正しいように、プログラムされる。現在好ましい「遅延時間」は、（図８Ａで見られるように）ツイータ音声出口がウーファ音声出口と共同設置されるときの０マイクロ秒から、（図８Ｂで見られるように）ツイータが完全に延在されるときの最大約１００マイクロ秒まで及ぶ。

【００７３】

リアルタイム遅延制御に加えて、入力回路８１０は、この場合、図５Ｃでは処理ブロック５８２ａによって占有されるツイータ信号チェーン内の場所で適用される、標準オーディオ処理特徴である、音量（利得）制御である処理ブロック８１３を含む。本処理ブロック８１３は、距離の継続中の報告に基づいて、自動音量（利得）調節を提供し、外耳道のより近くに、またはそこからより遠くに移動するツイータを補償する。これは、知覚されたツイータの音量が、ユーザによって前後に押動されるにつれて、一定のままであろうことを確実にする。標準的な「距離対音の大きさ」計算が、音量とスピーカ位置との間のマッピングを決定するために使用されることができる。現在好ましい「音量調節」は、（図８Ａで見られるように）ツイータ音声出口がウーファ音声出口と共同設置されるときの０ｄＢから、（図８Ｂで見られるように）ツイータが完全に延在されるときの最大約１５ｄＢまで及ぶ。

【００７４】

時間および音量ドメインで前述の（随意の）リアルタイム補償処理を用いると、異なる位置までツイータを移動させることから獲得される聴取利益は、オーディオ忠実度の損失を伴わずに享受されることができる。

【００７５】

代替的機構が、ユーザの外耳道開口部に対するツイータコンポーネントの位置の変化を

可能にするために、ツイータ支持レール８２８、８３８の代わりに使用されることができる。例えば、ツイータコンポーネントは、頭部跨架搭載アタッチメント上に枢動点を有する、スイングアームの端部上で支持され得る。

【００７６】

図９Ａは、頭部装着型拡張現実デバイス９００を示す。図９Ａを参照すると、左部分９２４－ａと、右部分９２４－ｂとを含む、アイウェアフレームは、左透明ディスプレイアイピース９２６－ａおよび右透明ディスプレイアイピース９２６－ｂを支持する。左眼プロジェクタ９３６－ａおよび右眼プロジェクタ９３６－ｂは、それぞれ、左および右透明ディスプレイアイピース９２６－ａ、９２６－ｂに光学的に結合される。左および右透明ディスプレイアイピースはそれぞれ、例えば、１つ以上の透明導波管ディスプレイ面を含んでもよい。ブロック図形態で示されるが、左および右眼プロジェクタ９３６－ａ、９３６－ｂは、アイウェアフレーム９２４－ａ、９２４－ｂ上に好適に搭載される。透明ディスプレイアイピース９２６－ａ、９２６－ｂは、眼プロジェクタ９３６－ａ、９３６－ｂによって生成される画像状変調光を内部結合、分配、および外部結合し、そのような画像状変調光をユーザの眼に指向するための光学特徴（例えば、表面コーティングに形成される表面起伏回折光学要素）を伴う導波管を含む。内部結合光学特徴は、各導波管上に入射する画像状変調光を、各導波管内の全内部反射のための臨界角を上回る角度に偏向させる役割を果たす。分配光学特徴は、光を適切な出射点に指向する役割を果たし、外部結合特徴は、画像状変調光を、ユーザの眼に向かって各光ガイドの平面から外へ偏向させる役割を果たす。左および右眼プロジェクタ９３６－ａ、９３６－ｂは、内部結合光学特徴にわたって位置付けられ、その中に向けられることによって、個別の透明アイピース９２６－ａ、９２６－ｂに光学的に結合される。各アイピース９２６は、異なる色チャネルを取り扱い、ユーザに対する異なる仮想オブジェクト距離をシミュレートするために異なる像面湾曲を画像状変調光に付与する、光学特徴を含むことによって、複数の導波管のスタックを含むことができる。慣性測定ユニット（ＩＭＵ）９２８が、アイウェアフレーム９２４－ａ、９２４－ｂに取り付けられる。

【００７７】

左拡張現実イヤホン９２０および右拡張現実イヤホン９２２が、提供される。図９に示されるように、左および右拡張現実イヤホン９２０、９２２は、図１Ａに示される設計に準拠するが、しかしながら、代替として、本明細書で提供される教示による、他の設計も、拡張現実デバイス９００に関して図１Ａに示される設計の代わりに使用されてもよい。例えば、図５Ａ、５Ｂ、５Ｃ、６Ａ、６Ｂ、６Ｃを参照して上記で説明される、本明細書の教示に準拠する内部設計を有し得る、オーディオ入力回路９１０は、左ウーファオーディオ信号導管９１２および左ツイータオーディオ信号導管９１４を介して左拡張現実イヤホン９２０に結合され、右ウーファオーディオ信号導管９１６および右ツイータオーディオ信号導管９１８を介して右拡張現実イヤホン９２２に結合される。また、これらのオーディオ再生コンポーネントは、本開示の他の場所で説明されるように、本拡張現実デバイス９００の文脈内で拡張および構成され得ることに留意されたい。

【００７８】

ビデオおよびオーディオ処理システム９３０は、視覚およびオーディオコンテンツを生成し、プロジェクタ９３６－ａ、９３６－ｂおよび拡張現実イヤホン９２０、９２２を駆動し、ユーザによって感知される実世界視覚およびオーディオコンテンツを拡張する、３Ｄ仮想コンテンツを出力する。処理システム９３０は、慣性測定ユニット９２８からセンサデータを受信する、頭部姿勢追跡装置９３４を含む。慣性測定ユニット９２８は、例えば、３つの直交軸を中心とした回転率を測定する、３つのジャイロスコープと、３つの直交軸に沿って重力および加速度を測定する、３つの加速度計とを含むことができる。慣性測定ユニットは、１つ以上のカメラ、および視覚的走行距離計測を実行することによって頭部姿勢推定に寄与する画像処理システムを補充されることができる。頭部姿勢追跡装置９３４は、センサデータをフィルタ処理（例えば、カルマンフィルタ）および統合し、アイウェアフレーム９２４－ａ、９２４－ｂの少なくとも配向、随意に、位置座標を決定す

る。頭部姿勢追跡装置９３４は、グラフィックスプロセッサ９３２に結合され、頭部座標情報をそれに供給する。グラフィックスプロセッサ９３２は、それぞれ、左視覚信号導管９３２－ａおよび右視覚信号導管９３２－ｂを通して、左眼プロジェクタ９３６－ａおよび右眼プロジェクタ９３６－ｂに結合される。グラフィックスプロセッサは、３Ｄ仮想コンテンツをレンダリングし、プロジェクタ９３６－ａ、９３６－ｂを駆動するための左眼および右眼画像情報を生成する。頭部姿勢追跡装置９３４によって生成される座標は、（ユーザの頭部とともに）アイウェアフレーム９２４－ａ、９２４－ｂの移動にもかかわらず、実世界に対する仮想コンテンツの位置を維持するために、グラフィックスプロセッサ９３２によって使用される。したがって、仮想キャラクタが、ユーザの部屋の戸口に立って位置付けられる場合、仮想キャラクタは、ユーザがその頭部を左に３０度回転させた場合に、戸口に立ったままであろう。

【００７９】

処理システム９００はさらに、図９Ａに図示される実施形態における非限定的実施例として、第１の仮想音源９４０と、第２の仮想音源９４０－１と、第３の仮想音源９４０－２とを含む、仮想音源９４０、９４０－１、９４０－２を含み、仮想音源の数は、恣意的に設定され得ることを理解されたい。典型的な場合では、全てオーディオミキサ９０２に結合される、仮想音源９４０、９４０－１、９４０－２のうちの１つを上回るものが存在する。オーディオミキサ９０２は、入力回路９１０に結合される、左ミキサ出力９０４および右ミキサ出力９０６を含む。第１の仮想音源９４０の内部詳細は、図９に強調表示され、残りの仮想音源９４０－１、９４０－２は、対応する設計を有することができる、またはある特殊用途のために必要性が生じる場合に異なり得る。示されるように、第１の仮想音源９４０は、オーディオ信号導管９４４－ａを介したモノオーディオストリームおよび３Ｄ位置情報信号導管９４４－ｂを介した関連付けられる３Ｄ仮想音源位置を、３Ｄオーディオ空間化装置９４６に結合する、モノ音源９４２を含む。３Ｄオーディオ空間化装置９４６によって使用される第３の入力は、頭部姿勢追跡装置９３４から頭部姿勢信号導管９３４－２を介して受信する、ユーザの現在の頭部姿勢（位置および配向）である。３Ｄオーディオ空間化装置９４６は、３Ｄ仮想音源位置およびユーザの頭部姿勢を組み合わせ、ユーザの頭部に固定される座標系内の仮想音源の座標を決定する。これは、座標変換によって遂行される。拡張現実システムでは、仮想音源の座標は、デバイス９００が使用されている物理的環境に固定される座標系で定義されることに留意されたい。例えば、仮想漫画キャラクタが、ユーザの物理的な部屋の中の実際の椅子の上に設置されてもよい。仮想音源の座標をユーザの頭部に固定される座標系に変換することの目的は、適切な「頭部関連伝達関数」（ＨＲＴＦ）が、ユーザの頭部に対する仮想音源の座標に基づいて選択され得るようなものである。ＨＲＴＦは、音声へのヒト頭部および上部胴体の影響をモデル化し、仰角、方位、および距離依存性である。ＨＲＴＦは、耳毎に１つずつ、一対の伝達関数を含む。頭部および胴体の存在および特定の幾何学形状は、音源が人物の頭部の矢状面上に位置していない場合に、人物の２つの耳に到着する音声の時間遅延、位相、および振幅差を引き起こす。時間遅延、位相、および振幅差は、音源への方向を感知するために脳によって使用される合図を人物の聴覚系に提供する。時間遅延、位相、および振幅差は、耳毎にＨＲＴＦの中に含まれる。したがって、選定されたＨＲＴＦを音声に適用することによって、音声は、選定されたＨＲＴＦと関連付けられる人物の頭部に対する特定の位置から生じるものとして知覚させられることができる。空間化装置９４６によって生成されるステレオオーディオストリームは、一対のステレオオーディオ信号導管９４８ａ、９４８ｂを介してオーディオミキサ９０２に結合され、これは、左ミキサ出力９０４および右ミキサ出力９０６を介して入力回路９１０に結合される、複合ステレオ出力の中に存在するものと同じ数の音源を混合する。

【００８０】

拡張現実デバイスであるデバイス９００は、依然として、ユーザがディスプレイを通して実世界を見ることを可能にしながら、デジタルコンテンツをユーザに提示する、アイウェアフレーム９２４ａ、９２４ｂの中に搭載されるコンポーネント９２６－ａ、９２６－

ｂ、９３６－ａ、９３６－ｂを含む。同様に、オーディオシステムでは、デバイス９００は、ユーザが、高忠実度で生成されたコンテンツを聞く一方で、デバイス９００のオーディオシステムによって妨げられていない高忠実度で実世界音も聞くことを可能にする。したがって、前述の図で詳述される非遮断型高忠実度オーディオ再生能力は、実世界視界または音声に影響を及ぼすことなく、オーディオおよびビデオの両方を表示する必要がある、９００のようなデバイスのための優れた合致である。（対照的に、「仮想現実」デバイスは、設計が類似するが、それらは、実世界光を遮断するため、非遮断型オーディオは、必要とされない）。

【００８１】

デバイス９００のビデオおよびオーディオ処理システム９３０は、配線電子機器（特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、例えば、オーディオコーダ／デコーダ集積回路（コーデックＩＣ）、ビデオコーデック、ディスプレイドライバＩＣ等）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）、プロセッサによって実行されるプログラムコードを記憶するメモリに結合されるプロセッサ、または前述のうちの２つ以上のものの組み合わせを含むことができる。

【００８２】

デバイス９００では、ビデオおよびオーディオ処理システム９３０は、左眼視覚信号導管９３２ａおよび右眼視覚信号導管９３２ｂを介して出力される、仮想視覚コンテンツを生成する。デバイス９００の左眼視覚出力と右眼視覚出力との間の差異は、人物の左および右眼から見られるような実世界の対応する差異に類似する。両方とも、３Ｄ視点から視認される同一の視覚コンテンツを含有するが、視認位置は、眼毎にわずかに異なる。左眼９３６－ａ用の視覚プロジェクタおよび右眼９３６－ｂ用の視覚プロジェクタは、処理システム９３０からわずかにオフセットされたグラフィック画像を受信し、左および右ディスプレイ９２６ａ、９２６ｂを介してそれらを出力する。

【００８３】

図９Ｂは、別の実施形態による、頭部装着型拡張現実デバイス９５０を示す。デバイス９５０の多くの側面は、図９Ａに示されるデバイス９００に共通し、これらの側面の解説に関して、上記の説明が参照される。頭部装着型拡張現実デバイス９５０は、左部分９７４－ａと、右部分９７４－ｂとを含む、アイウェアフレーム９７４－ａ、９７４－ｂを含む。デバイス９５０はまた、左拡張現実イヤホン９７０と、右拡張現実イヤホン９７２とを含む。しかしながら、図９Ａのより厳密に統合されたイヤホン９２０、９２２と異なり、イヤホン９７０、９７２に関して、ウーファコンポーネントの搭載は、ツイータコンポーネントのものと別個に取り扱われる。左イヤクリップ搭載アタッチメント９７０ｃは、アイウェアフレーム９７４－ａ、９７４－ｂが、適切にサイズ決めされたデバイス９５０（デバイス９５０は、異なるユーザに適合するように異なるサイズで提供され得る）を装着する典型的ユーザ上に位置付けられるときに、左ウーファコンポーネント９７０ａの音声出口９７６が、左外耳道の開口部の中心の１．５センチメートル以内、好ましくは、１．２センチメートル以内に位置するように、左ウーファコンポーネント９７０ａを支持する。右イヤクリップ搭載アタッチメント９７２－ｃと、右ウーファコンポーネント９７２ａと、右ウーファ音声出口９７８とを含む、同等の右側コンポーネントが、提供され、右ウーファ音声出口９７８は、アイウェアフレーム９７４－ａ、９７４－ｂが、頭部ウェアラブルデバイス９５０が適切にサイズ決めされる典型的ユーザの頭部（ＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部によって表される）上に位置付けられるときに、右外耳道開口部の中心の１．５センチメートル以内、好ましくは、１．２センチメートル以内に位置付けられる。

【００８４】

アイウェアフレーム９７４－ａ、９７４－ｂの左部分９７４－ａに取り付けられる別個の左ツイータ支持構造９７０－ｄは、ユーザの外耳道の開口部から離間される位置で左ツイータコンポーネント９７０－ｂを支持する。左ツイータコンポーネント９７０－ｂは、左ツイータ音声出口９８０を含む。より大きい音声ステージ効果が、ツイータコンポーネ

ント音声出口９８０がユーザの外耳道の開口部から離間されるときに取得されることができる。左ツイータ音声出口９８０は、アイウェアフレーム９７４－ａ、９７４－ｂが、適切にサイズ決めされたデバイスを装着する典型的ユーザ頭部の上に位置付けられるときに、１／２～６センチメートル、より好ましくは、２～６センチメートルの距離だけ左外耳道の開口部の中心から好適に離間される。右ツイータ支持構造９７２－ｄと、右ツイータコンポーネント９７２ｂと、右ツイータ音声出口９８２とを含む、同等の右側コンポーネントもまた、提供される。

【００８５】

図９Ｂの左イヤホン９７０を見ると、機能において、それは、図１Ｂのイヤホン１７０と実質的に類似する。実際に、デバイス９５０と極めて類似するが、図１Ｂのイヤホン１７０と実質的に類似するイヤホンが使用される、デバイスを容易に想像することができる。実際、そのような構成は、本発明の効果的な形態として考慮される。しかしながら、デバイス９５０の場合、ツイータコンポーネント９７０ｂは、前の構成で見られたように搭載アタッチメント９７０ｃ（またはそこからの延在部）上に搭載されない。代わりに、ツイータ９７０ｂは、搭載アタッチメント延在部９７０ｄ上に搭載され、それ自体は、全体的な拡張現実デバイスのためのフレームを形成する、頭部跨架搭載アタッチメント９７４に取り付けられる。

【００８６】

図１０は、人工耳および外耳道を伴うオーディオ試験ダミー頭部１０００、およびオーディオ試験ダミー頭部１０００の各耳の隣に位置する、本教示による頭部装着型音声再生デバイスのスピーカコンポーネントの断面図を示す。本図は、図１Ａ（および他の図）で見られるコンポーネントのうちのいくつか、具体的には、ウーファコンポーネント１２２および１３２の異なる斜視図を示す。図１０に対応する断面が、図１Ａに示される。加えて、図３Ｄのスピーカコンポーネント３６０は、図１０に示されるスピーカコンポーネントの詳細図を示す。図１０は、左人工耳介１００２および右人工耳介１００４と、左人工耳珠１００６および右人工耳珠１００８と、左人工外耳道１０１０および右人工外耳道１０１２とを含む、オーディオ試験ダミー頭部１０００を描写する。一対の左および右スピーカコンポーネント３６０が、断面図に示され、それらの音声トンネル３６８のそれらの音声出口３７０は、部分的にのみ各外耳道１０１０、１０１２の開口部にわたって延在する。外耳道１０１４、１０１６の開口部の中心から見られるように、外耳道は、依然として、２つの強調表示された立体角１０１８、１０２０によって示されるように、外界への有意な「開放性」を有する。ある実施形態によると、頭部装着型音声再生デバイスが、外耳道の開口部の中心点に対して、ユーザの頭部または（デバイスが異なるサイズの頭部に適合するように複数のサイズで販売され得るため、デバイスが適切にサイズ決めされる）オーディオダミー試験用頭部ＩＥＣ６０３１８－７上に正しく搭載されるとき、デバイスの空気不透過性部分は、オーディオ試験ダミー頭部によって対応されない、中心点を中心とした４π立体角の一部の２０％～８０％に対するするであろう。したがって、ユーザの髪が引き離され、オーバーイヤ頭部被覆、例えば、帽子、または聴覚を妨げ得る他の構造が存在しないと仮定して、オーディオ試験ダミー頭部（ユーザの代理）自体によって対応されない、外耳道の開口部の中心を中心とした立体角の少なくとも２０％に関して、周囲環境への明確な視線が存在するであろう。本明細書で教示される頭部装着型音声再生デバイスを含む、複合現実デバイスのユーザの実世界環境内で生じる音声が、したがって、ユーザの耳の中への十分に低いインピーダンス経路を有するであろうため、そのような実世界音声を聞くことは、妨げられず、混合または拡張現実体験の実世界オーディオ成分は、劣化されないであろう。その結果として、ユーザの外耳道への音声出口３７０の近接近性は、複合または拡張現実体験の仮想オーディオ成分の強力な低周波数部分を可能にする。本発明者らは、仮想オーディオ成分のより高い周波数部分の効果的な結合が、外耳道の開口部への関連付けられるツイータコンポーネント（図１０に示されていない）の音声出口への近接近性を伴わずに取得され得ることを決定しており、また、オーディオ空間化が、ツイータコンポーネント音声出口が外耳道の開口部から離間されるときにより効果的であ

ることも示されている。

【００８７】

図１０の説明図は、単一の２Ｄ断面のみを示すが、ダミー頭部１０００に対するスピーカコンポーネント３６０の３Ｄ設置の理解は、図１０の説明図を図１Ａのものと相関させることによって容易に収集されることができる。また、図１０に示されるスピーカコンポーネント設置および使用されるスピーカコンポーネントのタイプは、外界からの音声が知覚着色を殆どまたは全く伴わずに聞こえ得るように、外界への類似またはより優れたレベルの開放性を提供し得る、多くの可能性として考えられる構成のうちの１つのみを表すことに留意されたい。

【００８８】

図１１Ａは、図１Ａ、２Ａ、および９Ａに示される音声再生装置で使用されるウーファおよびツイータコンポーネントの代替物として使用され得る、第１の統合ウーファおよびツイータコンポーネント１１００（本明細書の下記では第１の統合コンポーネントと称される）の断面図である。第１の統合コンポーネント１１００は、ウーファ後部エンクロージャ１１１１によって画定されるウーファ後部容積１１１４の中に面する裏側１１０３と、ウーファ前部エンクロージャ１１１３によって画定されるウーファ前部容積１１０６の中に面する前側１１０５とを有する、ウーファドライバ１１０２を含む。後部エンクロージャ１１１１は、周囲環境へのポート１１１８を含む。ツイータコンポーネント１１０４は、ツイータ後部エンクロージャ１１１５によって画定されるツイータ後部容積１１１６の中に面する裏側１１０７と、ツイータ前部エンクロージャ１１１７によって画定されるツイータ前部容積１１０８の中に面する前側１１０９とを含む。ウーファ前部容積１１０６およびツイータ前部容積１１０８は、隣接し、共通エンクロージャ１１１９によって画定される共通前部容積１１１０と連続的である。ウーファ前部ポート１１２１が、ウーファ前部エンクロージャ１１１３と共通エンクロージャ１１１９との間に形成される。ツイータ前部ポート１１２３が、ツイータ前部エンクロージャ１１１７と共通エンクロージャ１１１９との間に形成される。共通エンクロージャ１１１９は、音声をユーザの耳に発するために周囲環境へ開放する、音声出口１１１２を含む。

【００８９】

図１１Ｂは、図１Ａ、２Ａ、および９Ａに示される音声再生装置で使用されるウーファおよびツイータコンポーネントの代替物として使用され得る、第２の統合ウーファおよびツイータコンポーネント（本明細書の下記では第２の統合コンポーネントと称される）１１５０の断面図である。第２の統合コンポーネント１１５０は、後部エンクロージャ１１６５によって画定されるウーファ後部容積１１６０の中に面する裏側１１６６を有する、ウーファドライバ１１５２を含む。後部エンクロージャ１１６５は、周囲環境へのポート１１６２を含む。ウーファコンポーネント１１５２の前側１１６７は、前部エンクロージャ１１６８によって画定される前部容積１１６４の中に面する。ツイータドライバ１１５４は、ウーファドライバ１１５２の前で前部容積１１６４の中に支持される。音声トンネル１１５６は、前部エンクロージャ１１６８に接続される近位端と、音声出口１１５８としての役割を果たす遠位開放端とを有する。

【００９０】

図１２Ａは、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される音声再生装置で使用されるウーファおよびツイータコンポーネントの代替物として使用され得る、イヤホン１２００の断面図である。イヤホン１２００は、ウーファおよびツイータ１２０２として実装されるスピーカコンポーネント３４０（図３Ｃ）を含む。図１２Ａのツイータ１２０２は、多くの点に関してスピーカコンポーネント３４０と類似するが、好適には、少なくとも長さ１．５センチメートル、好ましくは、少なくとも長さ２センチメートル、例えば、長さ３センチメートルである、音声トンネル１２０４の延長された長さを含む。ツイータ１２０２は、音声トンネル１２０４の第１の端部に近接して位置付けられるスピーカドライバ１２０６を含む。音声トンネル１２０４の第２の開放端は、ツイータ１２０２のための音声出口１２０８としての役割を果たす。結果として、ツイータ音声出口１２０８は、前

の実施例で見られたツイータスピーカドライバ１２０６からより遠く離間される。より長い音声トンネル１２０４を有することの利点は、外耳道からツイータドライバ１２０６を離間させることのいくつかの「拡張音声ステージ」利益を獲得する一方で、外耳道の近くに音声出口１２０８を位置付けることのプライバシー利益のうちのいくつかも獲得することである。

【００９１】

図１２Ｂは、図１Ａ、１Ｂ、２Ａ、２Ｂ、９Ａ、９Ｂに示される音声再生装置で使用されるウーファおよびツイータコンポーネントの代替物として使用され得る、イヤホン１２１０の断面図である。イヤホン１２１０は、ウーファおよび別個のツイータ１２１２として実装される、スピーカコンポーネント３４０（図３Ｃ）を含む。図１２Ｂのツイータ１２１２は、多くの点に関してスピーカコンポーネント３４０と類似するが、音声トンネル３５４の端部において取り付けられた随意の音声弱化拡散体１２１６を伴う音声反射表面１２１４を含む。音声反射表面１２１４および音声弱化拡散体１２１６は、図４Ｃに示されるものと類似するが、しかしながら、イヤホン１２１０の音声反射表面１２１４は、図４Ｃに示されるものよりも長く、好適には、長さが２～３センチメートルである。図１２Ｂの断面図では明確に可視ではないが、音声反射表面１２１４は、複合凹状湾曲を有することができる。形状は、湾曲半パイプ形、部分環状形、または円錐断面母線を有する回転面の一部であってもよい。後者の一実施例は、音声出口に１つの焦点と、ユーザ外耳道開口部位置に１つの焦点とを有する、半楕円体形であろう。加えて、音声反射表面１２１４の一部が、（音声をあまり「脆性」ではなく、より「拡散」させるように）出力された音波の指向性を若干無作為化する、随意の音声弱化拡散体１２１６を搭載するために使用される。延在された音声反射表面を有することの利点は、外耳道からツイータを離間させることの「拡張音声ステージ」利益のうちのいくつかを獲得する一方で、外耳道の近くに音声出口を位置付けることのプライバシー利益のうちのいくつかも獲得することである。音声反射表面は、種々の方法で、図１２Ｂに示されるような音声トンネル、図４Ｃ－４Ｄに示されるようなスピーカドライバ、および／または前部容積等のスピーカコンポーネントの他の部分、および他のタイプの搭載アタッチメント等に取り付けられることができる。

【００９２】

図１３Ａ－１３Ｂは、入力回路ブロック１３１０と、左イヤホン１３２０と、右イヤホン１３３０と、オーディオ信号導管１３１２、１３１４－ａ、１３１４－ｂ、１３１６、１３１８－ａ、１３１８－ｂとを含む、頭部装着型音声再生デバイス１３００を示す。加えて、デバイス１３００の一部ではない場合がある、外部音源１３０２は、入力としてステレオオーディオ信号（１３０４、１３０６）を提供する。外部音源１３０２は、左オーディオ信号導管１３０４および右オーディオ信号導管１３０６を介して入力回路１３１０に結合される。簡略にするため、説明が、主に左イヤホン１３２０を参照して与えられ、右イヤホン１３３０が左イヤホン１３２０と実質的に類似する構造および機能を有することを理解されたい。別様に示されない限り、右イヤホン１３３０の要素の参照番号は、第３桁の中の数字２の代わりに数字３を代用することによって、左イヤホン１３２０の要素の参照番号と異なる。左ウーファ信号導管１３１２は、入力回路１３１０をウーファコンポーネント１３２２に結合する。（対応する右ウーファ信号導管１３１６が存在する）。前の実施例と異なり、デバイス１３００は、耳あたり２つのツイータを含む。第１の左ツイータ信号導管１３１４－ａは、入力回路１３１０を、ユーザの外耳道の近くに位置する第１の左ツイータコンポーネント１３２４に結合する。（対応する第１の右ツイータ信号導管１３１８－ａが存在する）。第２の左ツイータ信号導管１３１４－ｂは、入力回路１３１０を、ユーザの外耳道から離間される第２の左ツイータコンポーネント１３２５に結合する。（対応する第２の右ツイータ信号導管１３１８－ｂが存在する）。

【００９３】

図１３Ａでは、ユーザの外耳道１３２５、１３３５から離間されるツイータペアは、破線のツイータ信号導管１３１４－ｂ、１３１８－ｂによって示されるように、現在アクティブである。ユーザの外耳道１３２４、１３３４に近いツイータペアに関して、それらの

個別のツイータ信号導管１３１４－ａ、１３１８－ａの実線は、これらのツイータが現在アクティブであることを示す。近いツイータの本有効化および遠いツイータの無効化はさらに、左側で、オーディオスイッチ１３１９－ａが近いツイータ信号導管１３１４－ａに接続し、遠いツイータ信号導管１３１４－ｂを接続解除された状態にする、入力回路ブロック１３１０内で見られることができる。オーディオスイッチ１３１９－ａのための音源は、外部音源１３０２に由来する左チャネル入力１３０４である（入力回路ブロック１３１０の内部ルーティングは、空間の制約に起因して示されていない）。同様に、右側オーディオスイッチ１３１９－ｂは、類似する役割を実施し、右チャネル入力１３０６を近いツイータ信号導管１３１８－ａに接続する。２つのオーディオスイッチ１３１９－ａ、１３１９－ｂの設定は、左イヤホン１３２０に由来する、より具体的には、左イヤクリップ１３２６上に搭載されるユーザアクティブ化ボタン１３２９－ａ（多くの形態のユーザアクティブ化スイッチ制御が効果的であり得る）に由来する、制御ライン１３２９－ｂによって制御される。図１３Ａでは、ユーザアクティブ化ボタン１３２９－ａは、そのオーディオ性能が、図１Ａ、２Ａ、および９Ａに示されるデバイスのものと実質的に類似する、デバイス１３００の状態に対応する、「上」位置で見られる。

【００９４】

図１３Ｂでは、ユーザアクティブ化ボタン１３２９－ａは、その「下」位置によって見られるように、ユーザによって押されている。制御ライン１３２９－ｂは、本新しい設定をオーディオスイッチ１３１９－ａ、１３１９－ｂに伝達し、これは、ここでは、遠いツイータ１３２５、１３３５が現在アクティブであることを示す実線を伴って示される、（それぞれ）遠いツイータ信号導管１３１４－ｂおよび１３１８－ｂに接続する。対応して、オーディオスイッチ１３１９－ａ、１３１９－ｂは、（それぞれ）近いツイータ信号導管１３１４－ａおよび１３１８－ａにもはや接続しなくなり、これらは、ここでは、近いツイータ１３２４、１３３４が現在非アクティブであることを示す破線を伴って示される。したがって、ユーザアクティブ化ボタン１３２９－ａを押すことによって、ユーザは、デバイス１３００を、そのオーディオ性能が図１Ｂ、２Ｂ、および９Ｂに示されるデバイスのものと実質的に類似する、状態に切り替えている。ボタン１３２９－ａを再び押し、それを「上」位置に戻すことによって、ユーザは、デバイス１３００を図１３Ａに示される状態に戻し、ユーザが意のままに２つの状態の間で切り替えることを可能にすることができる。本能力は、ユーザが、プライバシー対拡張「音声ステージ」という相反する目標の間で迅速かつ容易に選定することを可能にする。より近い距離（図１３Ａ）は、より少ない漏出または「音漏れ」を伴うが、ツイータコンポーネントの耳への近接性に起因して、最大限未満の「音声ステージ」を伴って、より多くのプライバシーを提供する。より遠い距離（図１３Ｂ）は、より多くの漏出または「音漏れ」を伴って、より少ないプライバシーを提供するが、同時に、「音声ステージ」は、ツイータコンポーネントのより大きい距離に起因して拡張される。

【００９５】

左ウーファコンポーネント１３２２は、頭部装着型再生デバイス１３００が、頭部ウェアラブルデバイスが適切にサイズ決めされるＩＥＣ６０３１８－７オーディオ試験ダミー頭部（本デバイスは複数のサイズで提供され得ることを理解されたい）によって表されるように解釈される、ユーザの頭部上に適切に搭載されるときに、外耳道の開口部の中心の１．５センチメートル以内、好ましくは、１．２センチメートル以内に位置付けられる、音声出口１３２２ａを含む。例えば、図７Ｂに示される低域通過フィルタ周波数応答の部分７５６－７５８によって表される、低周波数余剰ブーストと組み合わせた、ウーファコンポーネントの音声出口１３２２ａの近接近性は、（あるイヤホンの場合のように）音声出口１３２２ａが外耳道内で密閉して係合されないという事実にもかかわらず、強力で効果的な低音の音響を生じさせる。故に、ユーザは、環境音を聴くユーザの能力を侵害することなく、強力で効果的な低音の音響を楽しむことができる。環境音および頭部装着型音声再生デバイス１３００を通して出力される音声の両方を聞く能力は、複合または拡張現実デバイスにとって非常に有益である。

【００９６】
入力回路ブロック１３１０内の（有益であるが）随意の拡張では、制御ライン１３２９－ｂは、左側の処理ブロック１３１１および１３１３によって受信され、また、右側の処理ブロック１３１５および１３１７によって受信される。左側のみ（右側は実質的に類似する）を検討すると、処理ブロック１３１１は、図５Ｃのオーディオ遅延５８０ａと役割および機能が類似するオーディオ遅延である。その場合、ツイータがウーファよりも外耳道から遠いときに別様に起こるであろう、音波着信時間差を補正するように、オーディオ遅延５８０ａが、随意に、ウーファ信号チェーンの中に導入され得ることを想起されたい。デバイス１３００では、オーディオ遅延１３１１の「遅延時間」パラメータは、制御ライン１３２９－ｂを介して伝達されるユーザアクティブ化ボタン１３２９－ａの設定に基づいて変動される。本マッピングは、時間量補償が、常に、近いまたは遠いツイータがアクティブであるかどうかにかかわらず正しいように、プログラムされる。現在好ましい「遅延時間」は、（図１３Ａで見られるように）近いツイータ１３２４、１３３４がアクティブであるときの０マイクロ秒から、（図１３Ｂで見られるように）遠いツイータ１３２５、１３３５がアクティブであるときの最大約１００マイクロ秒まで及ぶ。

【００９７】
リアルタイム遅延制御に加えて、入力回路１３１０は、音量（利得）制御である処理ブロック１３１３を含む。本処理ブロック１３１３は、ユーザアクティブ化ボタン１３２９－ａの設定に基づいて、自動音量（利得）調節を提供し、外耳道のより近くに、またはそこからより遠くにある現在アクティブなツイータを補償する。これは、知覚されたツイータ出力の音量が、近いツイータと遠いツイータとの間で切り替わるにつれて、一定のままであろうことを確実にする。距離対音の大きさの計算が、音量とスピーカ位置との間のマッピングを決定するために使用されることができる。現在好ましい「音量調節」は、（図１３Ａで見られるように）近いツイータ１３２４、１３３４がアクティブであるときの０ｄＢから、（図１３Ｂで見られるように）遠いツイータ１３２５、１３３５がアクティブであるときの最大約１５ｄＢブーストまで及ぶ。

【００９８】
より一般的には、本開示内で詳述される頭部装着型デバイスは、利益の一意の組み合わせ、すなわち、実質的に遮断されず、耳に明確である、実世界音と一緒に聞こえる低周波数でさえも高忠実度を維持する、頭部装着型音声再生を提供する。オーディオ業界は、しばらくの間、これら２つの目標の間のギャップを解決するために努力しているが、ソリューションは、捉えどころがないことが証明されている。本開示で提示されるデバイスは、本ギャップを完全に埋めることに初めて成功するものであり、特に拡張現実における用途のため、かつ非遮断聴取のために、新規および有用の両方である、成果であり、一般に、簡単に言えば、オーディオの至適基準としては、再生された音声および実世界音が両方とも「正しく」聞こえるべきである。

【００９９】
前述の明細書では、本発明は、その具体的実施形態を参照して説明されている。しかしながら、種々の修正および変更が、本発明のより広義の精神および範囲から逸脱することなく、それに行われ得ることが明白であろう。例えば、上記に説明されるプロセスフローは、プロセスアクションの特定の順序付けを参照して説明される。しかしながら、説明されるプロセスアクションの多くの順序付けは、本発明の範囲または動作に影響を及ぼすことなく変更されてもよい。本明細書および図面は、故に、制限的ではなく例証的な意味で考えられるべきである。

【図１Ａ】

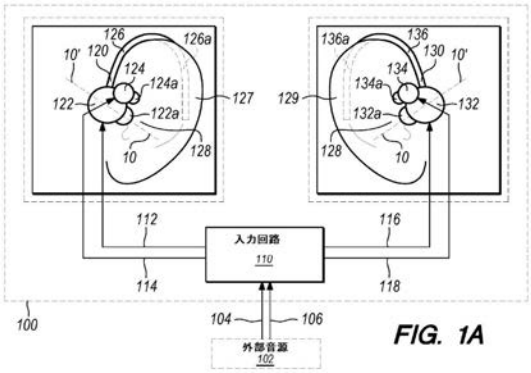

FIG. 1A

【図１Ｂ】

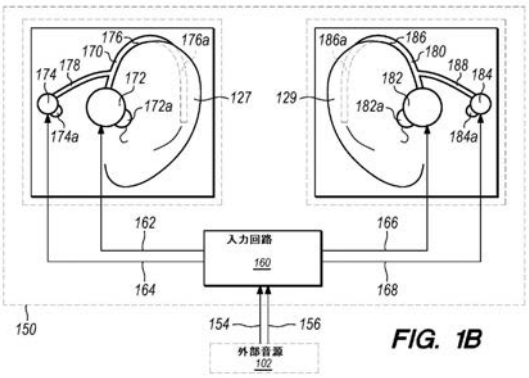

FIG. 1B

【図２Ａ】

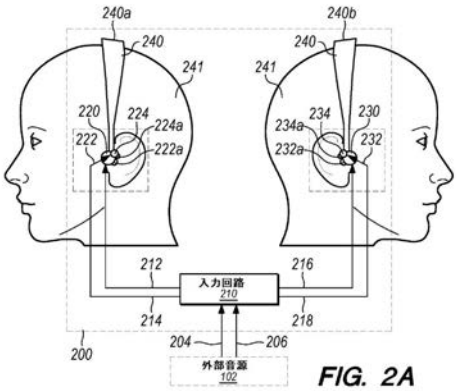

FIG. 2A

【図２Ｂ】

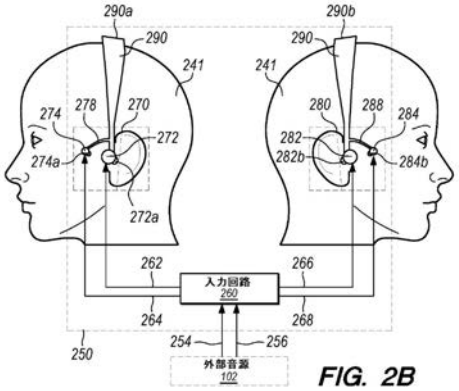

FIG. 2B

【図３Ａ】

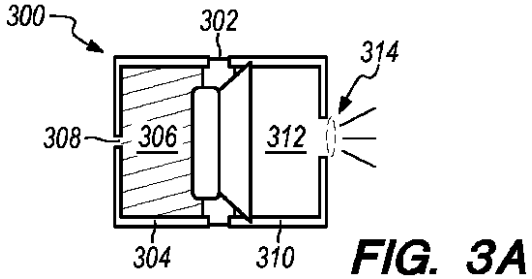

FIG. 3A

【図３Ｂ】

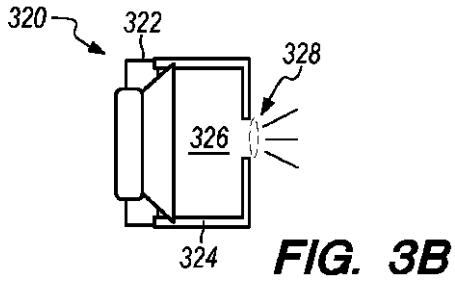

FIG. 3B

【図３Ｃ】

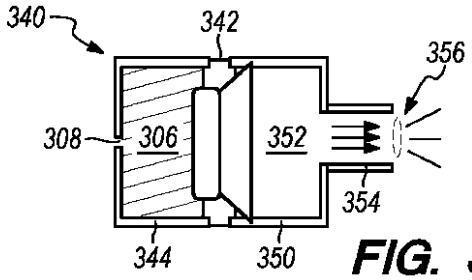

FIG. 3C

【図３Ｄ】

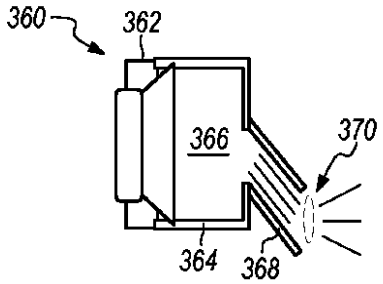

FIG. 3D

【図４Ａ】

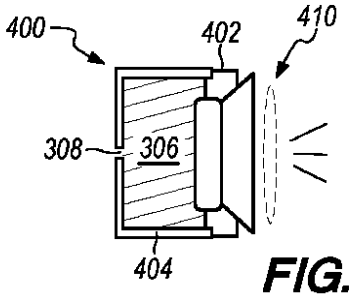

FIG. 4A

【図４Ｂ】

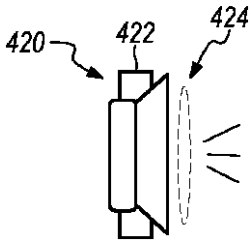

FIG. 4B

【図４Ｃ】

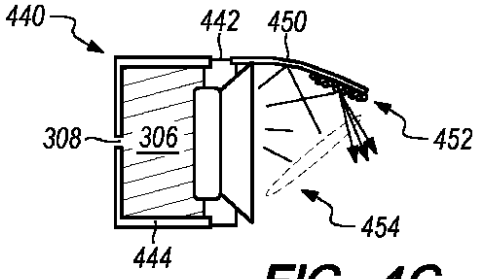

FIG. 4C

【図４Ｄ】

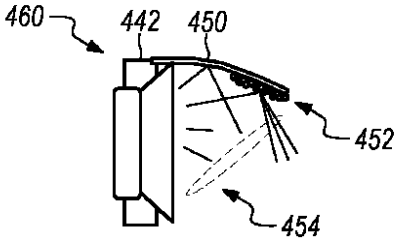

FIG. 4D

【図５Ａ】

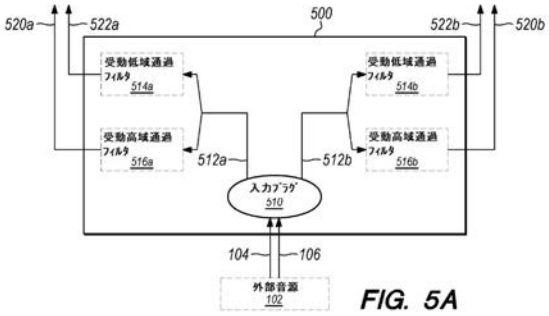

FIG. 5A

【図５Ｂ】

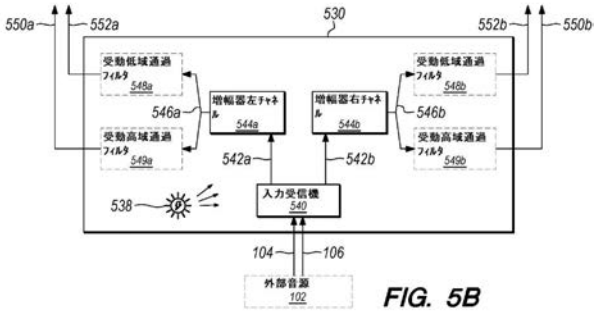

FIG. 5B

【図５Ｃ】

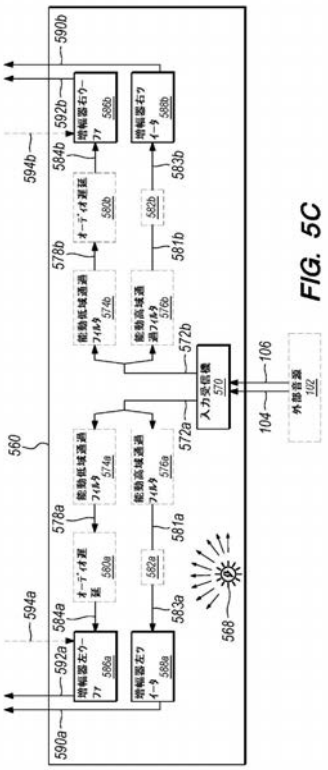

FIG. 5C

【図６】

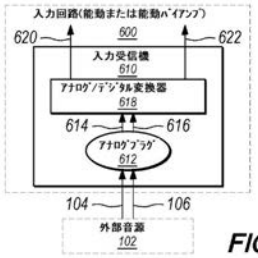

FIG. 6A

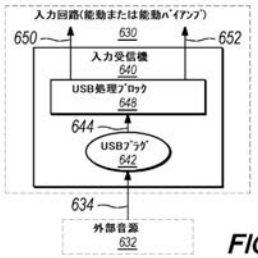

FIG. 6B

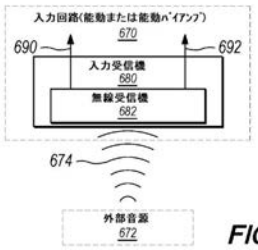

FIG. 6C

【図７】

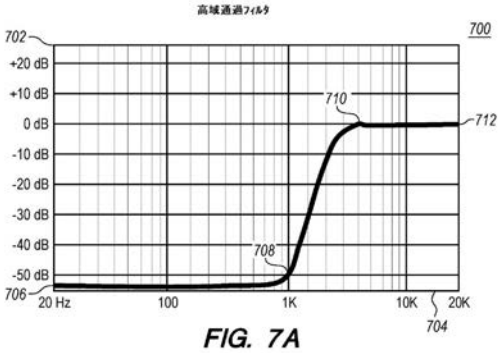

FIG. 7A

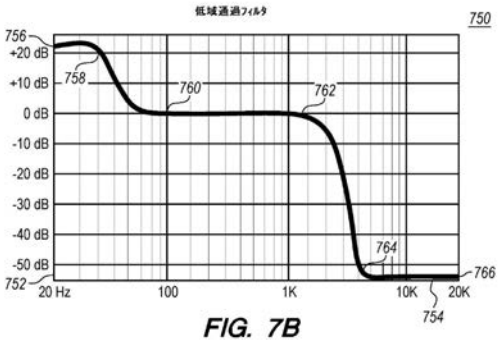

FIG. 7B

【図８】

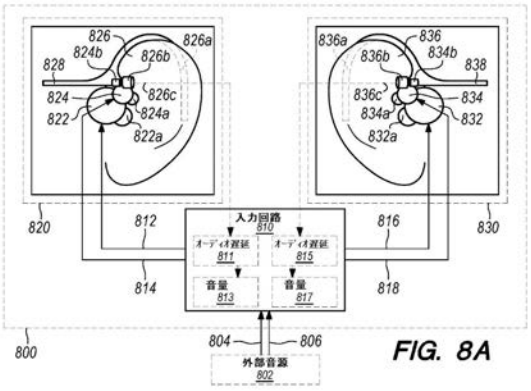

FIG. 8A

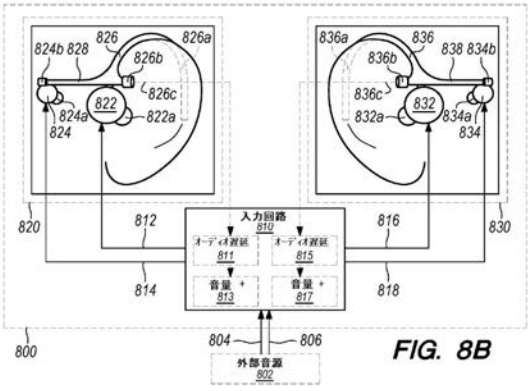

FIG. 8B

【図９Ａ】

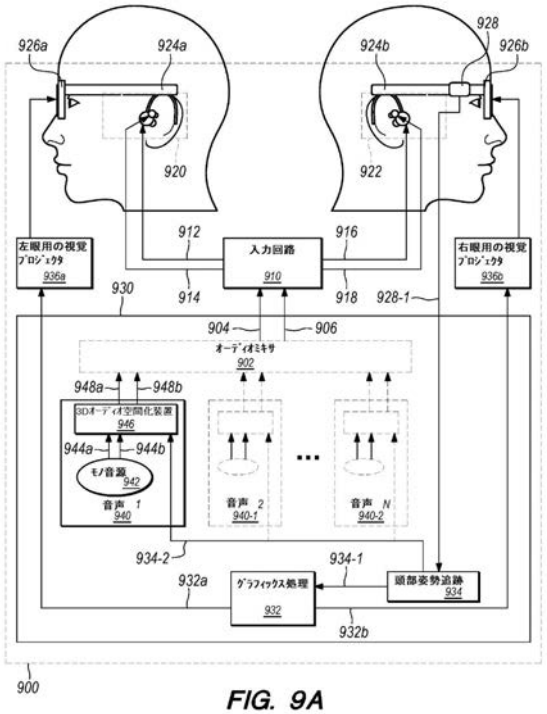

FIG. 9A

【図９Ｂ】

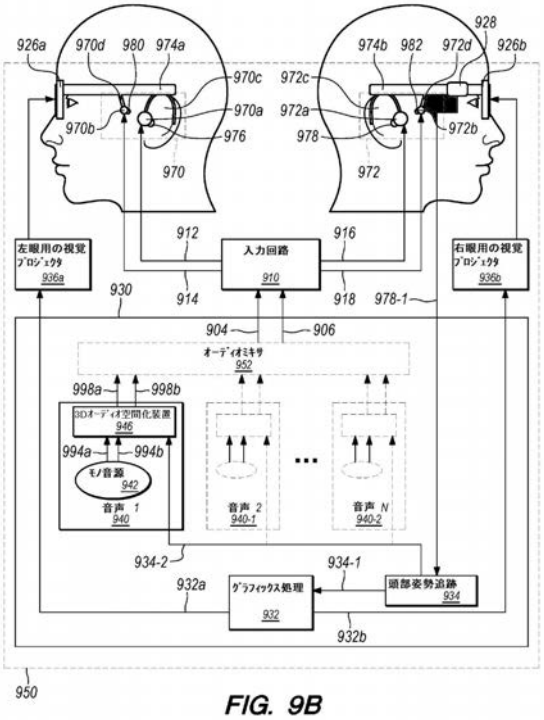

FIG. 9B

【図１０】

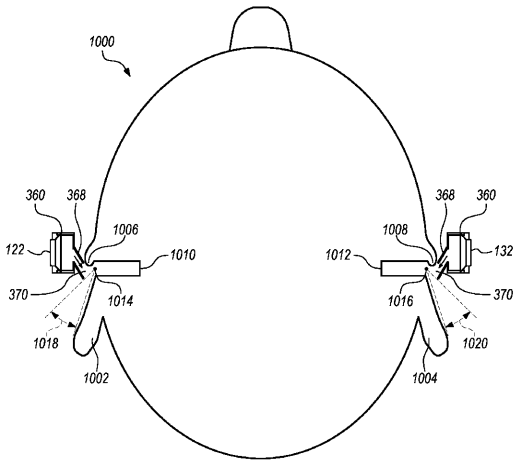

FIG. 10

【図１１Ａ】

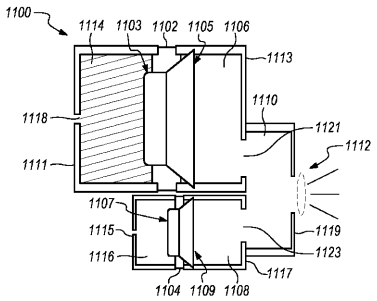

FIG. 11A

【図１１Ｂ】

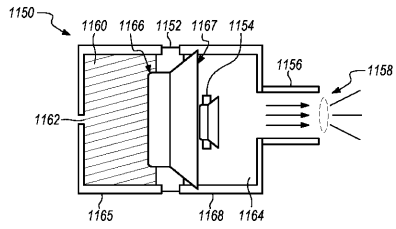

FIG. 11B

【図１２Ａ】

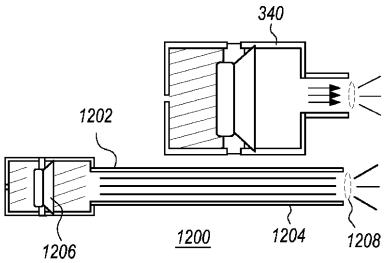

FIG. 12A

【図１２Ｂ】

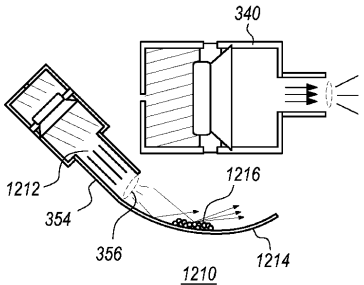

FIG. 12B

【図１３】

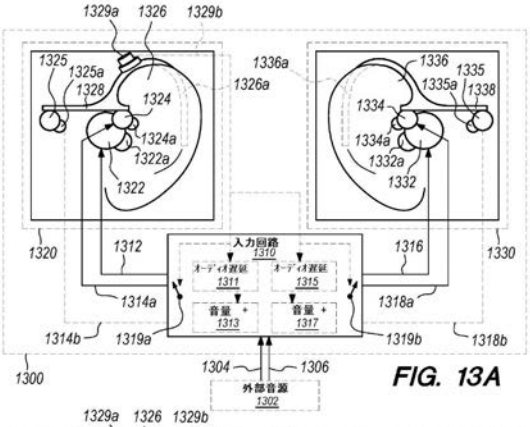

FIG. 13A

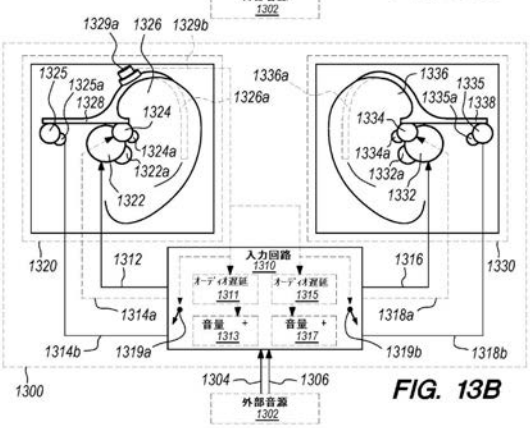

FIG. 13B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 18/25386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC(8) - H04R 5/00 (2018.01)
CPC - H04R 5/033

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)
See Search History Document

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
See Search History Document

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
See Search History Document

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/0220113 A1 (TISCARENO) 03 September 2009 (03.09.2009) Fig. 3; para [0018], [0022], [0023], [0024].	1-2, 12
Y		8, 10, 13-14, 17
A		3-7, 9, 11, 15-16
Y	US 2013/0177193 A1 (ORZEL et al.) 11 July 2013 (11.07.2013) Fig. 4; para [0028], [0029].	8
Y	US 2015/0022542 A1 (BABA) 22 January 2015 (22.01.2015) Fig. 4; para [0063], [0065], [0088].	10, 17
Y	US 2010/0260358 A1 (TERAMOTO et al.) 14 October 2010 (14.10.2010) Fig. 1; para [0024], [0025].	13
A		15-16
Y	US 2016/0261964 A1 (IKEDA) 08 September 2016 (08.09.2016) Fig. 3; para [0025], [0030].	14
A		3-7, 9, 11
A	US 6,048,305 A (BAUMAN et al.) 11 April 2000 (11.04.2000) Fig. 1; col 6 ln 34-39, col 6 ln 22-26.	3-7, 9, 11
A	US 2009/0052702 A1 (MURPHY) 26 February 2009 (26.02.2009) Figs. 1-2, 4, 6; para [0026], [0028], [0029], [0030], [0031], [0047], [0050].	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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	Date of mailing of the international search report
26 July 2018	24 AUG 2018
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300	Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 18/25386

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
-*- See Extra Sheet -*-

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-17

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 18/25386

-*- Continuation of Box III - Observations where unity of invention is lacking -*-

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I Claims 1-17, directed to a sound reproduction system comprising a prescribed distance between a woofer and a tweeter.

Group II Claims 18-20, directed to a sound reproduction system comprising a sensor.

Group III Claims 21-23, directed to a sound reproduction system comprising sound impermeable materials.

SPECIAL TECHNICAL FEATURES

The inventions listed as Groups I-II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, the lack the same or corresponding special technical feature(s) for the following reasons:

Group I requires the special technical features of a prescribed left-side distance between a left tweeter and a left woofer, and a prescribed right-side distance between a right tweeter and a right woofer, not required by the claims of Groups II-III.

Group II requires the special technical feature of a sensor, a circuit for processing a signal, and a spatially variable relation between two speaker components, not required by the claims of Groups I and III.

Group III requires the special technical features of an IEC60318-7 audio testing dummy and a prescribed right-side distance of 1.5 centimeters between a right-side speaker port opening and a right ear canal and a prescribed left-side distance of prescribed left-side distance of 1.5 centimeters between a left-side speaker port opening and a left ear canal.

COMMON TECHNICAL FEATURES, GROUPS I-II

The only shared technical feature(s) that would otherwise unify Groups I-II are a pair of headphones comprising: a left woofer; a left tweeter; a right woofer; a right tweeter; at least one left sound outlet for the left woofer and left tweeter; at least one right sound outlet for the right woofer and right tweeter; and at least one support structure for controlling the spatial relation between at least one of the woofer/tweeter pairs.

However, these technical features do not represent a contribution to the prior art, because they are anticipated by US 2009/0052702 A1 (MURPHY) (hereinafter "Murphy").

Murphy teaches a pair of headphones (ear speaker set 410, Fig. 4 and 6; para [0047] and [0050]; consistent reference numerals taken as unmodified, 104a/b taken as respective stereo instances of 104) comprising:
a left woofer (the left instance of 404, as illustrated in Fig. 4; para [0047]);
a left tweeter (the left instance of 406, as illustrated in Fig. 4; para [0047]);
a right woofer (the right instance of 404, as illustrated in Fig. 4; para [0047]);
a right tweeter (the right instance of 404, as illustrated in Fig. 4; para [0047]); and
at least one left sound outlet (not illustrated in stereo; a left instance of ear wax screen 604, Fig. 6; para [0050]) for the left woofer and left tweeter (as illustrated in Figs. 4 and 6);
at least one right sound outlet (not illustrated in stereo; a right instance of ear wax screen 604, Fig. 6; para [0050]); and
at least one support structure (plastic shell 602, Fig. 6; para [0050]) for controlling the spatial relation between at least one of the woofer/tweeter pairs (as illustrated in Figs. 4 and 6).

COMMON TECHNICAL FEATURES, GROUPS I-III

The only shared technical feature(s) that would otherwise unify Groups I-III are a pair of headphones comprising: a plurality of left speakers; a plurality of right speakers; at least one left sound outlet for conducting sound from the left speakers; at least one right sound outlet for conducting sound from the right speakers; and at least one support structure for controlling the spatial relation between at least one of the speaker pairs.

However, these technical features do not represent a contribution to the prior art, because they are anticipated by Murphy.

Murphy teaches a pair of headphones (ear speaker set 410, Fig. 4 and 6; para [0047] and [0050]; consistent reference numerals taken as unmodified, 104a/b taken as respective stereo instances of 104) comprising:
a plurality of left speakers (which includes the left instances of 404 and 406, as illustrated in Fig. 4; para [0047]);
a plurality of right speakers (which includes the right instances of 404 and 406, as illustrated in Fig. 4; para [0047]); and
at least one left sound outlet (not illustrated in stereo; a left instance of ear wax screen 604, Fig. 6; para [0050]) for the left woofer and left tweeter (as illustrated in Figs. 4 and 6);
at least one right sound outlet (not illustrated in stereo; a right instance of ear wax screen 604, Fig. 6; para [0050]); and
at least one support structure (plastic shell 602, Fig. 6; para [0050]) for controlling the spatial relation between at least one of the speaker pairs (as illustrated in Figs. 4 and 6).

As the common technical feature(s) of Groups I-II were known in the art at the time of the invention, they cannot be considered to be common technical feature(s) that would otherwise unify Groups I-II.

Therefore, Groups I-II lack unity under PCT Rule 13.

フロントページの続き

(81)指定国・地域 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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,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

(74)代理人 100181674
弁理士 飯田 貴敏
(74)代理人 100181641
弁理士 石川 大輔
(74)代理人 230113332
弁護士 山本 健策
(72)発明者 シュミット, ブライアン ロイド
アメリカ合衆国 フロリダ ３３３２２, プランテーション, ダブリュー. サンライズ ブールバード ７５００
(72)発明者 ローチ, デイビッド
アメリカ合衆国 フロリダ ３３３２２, プランテーション, ダブリュー. サンライズ ブールバード ７５００
(72)発明者 ランド, マイケル ゼット.
アメリカ合衆国 フロリダ ３３３２２, プランテーション, ダブリュー. サンライズ ブールバード ７５００
(72)発明者 ハー, リチャード ディー.
アメリカ合衆国 フロリダ ３３３２２, プランテーション, ダブリュー. サンライズ ブールバード ７５００

Ｆターム(参考) 2H199 CA04 CA93
5D005 BA12 BE02
5D220 AA14