

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7576780号
(P7576780)

(45)発行日 令和6年11月1日(2024.11.1)

(24)登録日 令和6年10月24日(2024.10.24)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 R 1/10 (2006.01)	H 0 4 R 1/10 1 0 4 E
G 1 0 K 11/178 (2006.01)	G 1 0 K 11/178 1 0 0
G 1 0 L 25/51 (2013.01)	G 1 0 L 25/51
G 1 0 L 25/84 (2013.01)	G 1 0 L 25/84
H 0 4 R 3/00 (2006.01)	H 0 4 R 1/10 1 0 4 A
請求項の数 14 (全23頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号 特願2022-552401(P2022-552401)	(73)特許権者 314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町2番6号
(86)(22)出願日 令和4年1月12日(2022.1.12)	(74)代理人 100109210 弁理士 新居 広守
(86)国際出願番号 PCT/JP2022/000697	(74)代理人 100137235 弁理士 寺谷 英作
(87)国際公開番号 WO2022/259589	(74)代理人 100131417 弁理士 道坂 伸一
(87)国際公開日 令和4年12月15日(2022.12.15)	(72)発明者 栗原 伸一郎 日本国大阪府門真市大字門真1006番 地 パナソニック株式会社内
審査請求日 令和4年8月31日(2022.8.31)	審査官 渡邊 正宏
(31)優先権主張番号 特願2021-96075(P2021-96075)	
(32)優先日 令和3年6月8日(2021.6.8)	
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	
前置審査	
	最終頁に続く

(54)【発明の名称】 耳装着型デバイス、及び、再生方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

音を取得し、取得された前記音の第1音信号を出力するマイクロフォンと、
前記音に含まれるノイズ成分に関連する特徴量が所定の要件を満たすか否かの判定に基づいてユーザが移動中の移動体に乗っているか否かを判定し、前記ユーザが移動中の移動体に乗っていると判定した場合、かつ、前記音に人の声が含まれると判定した場合に、前記第1音信号に基づく第2音信号を出力する信号処理回路と、
出力された前記第2音信号に基づいて再生音を出力するスピーカと、
前記マイクロフォン、前記信号処理回路、及び、前記スピーカを収容するハウジングとを備える

耳装着型デバイス。

【請求項2】

前記特徴量は、ローパスフィルタが適用された前記第1音信号から算出したスペクトルフラットネスであり、
前記所定の要件は、前記特徴量が所定の閾値以上であることである
請求項1に記載の耳装着型デバイス。

【請求項3】

前記ノイズ成分は、前記音の成分のうち人の声に相当する所定の周波数帯域よりも低い周波数帯域の成分であり、
前記ローパスフィルタは、前記所定の周波数帯域よりも低い周波数帯域に対応する

請求項 2 に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 4】

前記信号処理回路は、前記特徴量が前記所定の要件を満たし、かつ、前記音に人の声が含まれると判定した場合に、前記第 1 音信号を前記第 2 音信号として出力する

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 5】

前記信号処理回路は、前記特徴量が前記所定の要件を満たし、かつ、前記音に人の声が含まれると判定した場合に、前記第 1 音信号に信号処理を行った前記第 2 音信号を出力する

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 6】

前記信号処理には、前記音の特定の周波数成分を強調するためのイコライジング処理が含まれる

請求項 5 に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 7】

前記信号処理回路は、前記特徴量が前記所定の要件を満たさないと判定した場合、及び、前記音に人の声が含まれないと判定した場合には、前記スピーカに前記第 2 音信号に基づく再生音を出力させない

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 8】

前記信号処理回路は、前記特徴量が前記所定の要件を満たさないと判定した場合、及び、前記音に人の声が含まれないと判定した場合には、前記第 1 音信号に位相反転処理を行った第 3 音信号を出力し、

前記スピーカは、出力された前記第 3 音信号に基づいて再生音を出力する

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 9】

さらに、出力された前記第 2 音信号に、音源から提供される第 4 音信号をミキシングするミキシング回路を備え、

前記信号処理回路によって前記第 2 音信号の出力が開始されると、前記第 2 音信号の出力が開始される前よりも振幅が減衰した前記第 4 音信号が前記第 2 音信号にミキシングされる

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 10】

前記信号処理回路は、ハイパスフィルタが適用された前記第 1 音信号に基づいて、前記音に人の声が含まれるか否かを判定する

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 11】

前記信号処理回路は、

適応フィルタが適用された前記第 1 音信号に基づいて、前記音に人の声が含まれるか否かを判定し、

前記適応フィルタのフィルタ係数の更新量を、前記音に含まれるノイズに基づいて変更する

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 12】

前記音には、第 1 期間に取得された第 1 の音、及び、前記第 1 期間の後の第 2 期間に取得された第 2 の音が含まれ、

前記信号処理回路は、前記第 1 の音の前記第 1 音信号から算出した前記特徴量が前記所定の要件を満たし、かつ、前記第 1 の音に人の声が含まれず、かつ、前記第 2 の音に人の声が含まれると判定した場合に、前記第 2 音信号を出力する

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の耳装着型デバイス。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

音を取得するマイクロフォンによって出力される前記音に含まれるノイズ成分に関連する特徴量が所定の要件を満たすか否かの判定に基づいてユーザーが移動中の移動体に乗っているか否かを判定し、前記ユーザーが移動中の移動体に乗っていると判定した場合、かつ、前記音に人の声が含まれると判定した場合に、前記音の第1音信号に基づく第2音信号を出力する出力ステップと、

出力された前記第2音信号に基づいてスピーカから再生音を出力する再生ステップとを含む

再生方法。

【請求項14】

請求項13に記載の再生方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、耳装着型デバイス、及び、再生方法に関する。

【背景技術】

【0002】

イヤホン及びヘッドホンなどの耳装着型デバイスに関する様々な技術が提案されている。特許文献1には、音声再生ヘッドホンに関する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【文献】特開2006-093792号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、周囲で聞こえる人の声を、周囲のノイズ環境に応じて再生することができる耳装着型デバイスを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一態様に係る耳装着型デバイスは、音を取得し、取得された前記音の第1音信号を出力するマイクロフォンと、前記音が当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たし、かつ、前記音に人の声が含まれると判定した場合に、前記第1音信号に基づく第2音信号を出力する信号処理回路と、出力された前記第2音信号に基づいて再生音を出力するスピーカと、前記マイクロフォン、前記信号処理回路、及び、前記スピーカを収容するハウジングとを備える。

30

【発明の効果】

【0006】

本開示の一態様に係る耳装着型デバイスは、周囲で聞こえる人の声を、周囲のノイズ環境に応じて再生することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0007】

【図1】図1は、実施の形態に係る音信号処理システムを構成するデバイスの外觀図である。

【図2】図2は、実施の形態に係る音信号処理システムの機能構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、実施の形態に係る耳装着型デバイスの実施例1のフローチャートである。

【図4】図4は、実施の形態に係る耳装着型デバイスの外音取り込みモードにおける動作の第1のフローチャートである。

【図5】図5は、実施の形態に係る耳装着型デバイスの外音取り込みモードにおける動作の第2のフローチャートである。

50

【図 6】図 6 は、実施の形態に係る耳装着型デバイスのノイズキャンセルモードにおける動作のフローチャートである。

【図 7】図 7 は、実施の形態に係る耳装着型デバイスの実施例 2 のフローチャートである。

【図 8】図 8 は、動作モードの選択画面の一例を示す図である。

【図 9】図 9 は、実施の形態に係る耳装着型デバイスの実施例 3 のフローチャートである。

【図 10】図 10 は、スペクトルフラットネスの経時変化を示す第 1 の図である。

【図 11】図 11 は、スペクトルフラットネスの経時変化を示す第 2 の図である。

【図 12】図 12 は、スペクトルフラットネスの経時変化を示す第 3 の図である。

【図 13】図 13 は、スペクトルフラットネスの経時変化を示す第 4 の図である。

【図 14】図 14 は、第 1 音信号のスペクトログラムを示す第 1 の図である。

10

【図 15】図 15 は、第 1 音信号のスペクトログラムを示す第 2 の図である。

【図 16】図 16 は、第 1 音信号のスペクトログラムを示す第 3 の図である。

【図 17】図 17 は、第 1 音信号のスペクトログラムを示す第 4 の図である。

【図 18】図 18 は、適応フィルタとして機能するノイズ除去フィルタの機能構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、

20

ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【0009】

なお、各図は模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。また、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付し、重複する説明は省略又は簡略化される場合がある。

【0010】

(実施の形態)

[構成]

30

まず、実施の形態に係る音信号処理システムの構成について説明する。図 1 は、実施の形態に係る音信号処理システムを構成するデバイスの外観図である。図 2 は、実施の形態に係る音信号処理システムの機能構成を示すブロック図である。

【0011】

図 1 及び図 2 に示されるように、実施の形態に係る音信号処理システム 10 は、耳装着型デバイス 20 と、携帯端末 30 とを備える。まず、耳装着型デバイス 20 について説明する。

【0012】

耳装着型デバイス 20 は、携帯端末 30 から提供される第 4 音信号を再生するイヤホン型のデバイスである。第 4 音信号は、例えば、音楽コンテンツの音信号である。耳装着型デバイス 20 は、第 4 音信号の再生中に、当該ユーザの周囲の音を取り込む外音取り込み機能（外音取り込みモードとも記載される）を有する。

40

【0013】

ここでの周囲の音は、例えば、アナウンス音である。アナウンス音は、例えば、電車、バス、及び、飛行機などの移動体の内部で、当該移動体に設けられたスピーカから出力される音である。アナウンス音には、人の声が含まれる。

【0014】

耳装着型デバイス 20 は、携帯端末 30 から提供される第 4 音信号を再生する通常モードの動作と、当該ユーザの周囲の音を取り込んで再生する外音取り込みモードの動作とを行う。例えば、耳装着型デバイス 20 を装着したユーザが移動中の移動体に乗っており、

50

かつ、通常モードで音楽コンテンツを受聴しているときに、移動体内でアナウンス音が出力され、かつ、出力されたアナウンス音に人の声が含まれていれば、耳装着型デバイス20は、通常モードから外音取り込みモードに自動的に遷移する。これにより、ユーザがアナウンス音を聞き逃してしまうことが抑制される。

【0015】

耳装着型デバイス20は、具体的には、マイクロフォン21と、DSP22と、通信回路27aと、ミキシング回路27bと、スピーカ28とを備える。なお、通信回路27a、及び、ミキシング回路27bは、DSP22に含まれてもよい。マイクロフォン21、DSP22、通信回路27a、ミキシング回路27b、及び、スピーカ28は、ハウジング29(図1に図示)に収容される。

10

【0016】

マイクロフォン21は、耳装着型デバイス20の周囲の音を取得し、取得した音に基づいて第1音信号を出力する収音デバイスである。マイクロフォン21は、具体的には、コンデンサマイク、ダイナミックマイク、または、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)マイクなどであるが、特に限定されない。また、マイクロフォン21は、無指向性であってもよいし、指向性を有していてもよい。

【0017】

DSP22は、マイクロフォン21から出力される第1音信号に信号処理を行うことにより、外音取り込み機能を実現する。DSP22は、例えば、第1音信号に基づく第2音信号をスピーカ28へ出力することにより、外音取り込み機能を実現する。また、DSP22は、ノイズキャンセル機能を有し、第1音信号に位相反転処理を行った第3音信号を出力することもできる。DSP22は、信号処理回路の一例である。DSP22は、具体的には、フィルタ回路23と、CPU(Central Processing Unit)24と、メモリ26とを有する。

20

【0018】

フィルタ回路23には、ノイズ除去フィルタ23a、ハイパスフィルタ23b、及び、ローパスフィルタ23cが含まれる。ノイズ除去フィルタ23aは、マイクロフォン21から出力される第1音信号に含まれるノイズを除去するためのフィルタである。ノイズ除去フィルタ23aは、例えば、非線形デジタルフィルタであるが、周波数領域でノイズ除去を行うスペクトルサブトラクション法を用いたフィルタであってもよい。また、ノイズ除去フィルタ部23aは、Wienerフィルタであってもよい。

30

【0019】

ハイパスフィルタ23bは、ノイズ除去フィルタ23aから出力されるノイズ除去後の第1音信号に含まれる、512Hz以下の帯域の成分を減衰させる。ローパスフィルタ23cは、マイクロフォン21から出力される第1音信号に含まれる、512Hz以上の帯域の成分を減衰させる。なお、これらのカットオフ周波数は例示であり、カットオフ周波数は経験的または実験的に定められればよい。カットオフ周波数は、例えば、耳装着型デバイス20が使用されることが想定される移動体の種類に応じて定められる。

【0020】

CPU24には、機能的な構成要素として、音声特徴量算出部24a、ノイズ特徴量算出部24b、判定部24c、及び、切替部24dが含まれる。音声特徴量算出部24a、ノイズ特徴量算出部24b、判定部24c、及び、切替部24dの機能は、例えば、CPU24がメモリ26に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより実現される。音声特徴量算出部24a、ノイズ特徴量算出部24b、判定部24c、及び、切替部24dの機能の詳細については後述する。

40

【0021】

メモリ26は、CPU24が実行するコンピュータプログラム、及び、外音取り込み機能の実現に必要な各種情報などが記憶される記憶装置である。メモリ26は、半導体メモリなどによって実現される。なお、メモリ26は、DSP22の内蔵メモリではなく、DSP22の外付けメモリとして実現されてもよい。

50

【 0 0 2 2 】

通信回路 27a は、携帯端末 30 から第 4 音信号を受信する。通信回路 27a は、例えば、無線通信回路であり、Bluetooth (登録商標) または BLE (Bluetooth (登録商標) Low Energy) などの通信規格に基づいて、携帯端末 30 と通信を行う。

【 0 0 2 3 】

ミキシング回路 27b は、DSP 22 によって出力される第 2 音信号及び第 3 音信号の一方に通信回路 27a によって受信された第 4 音信号をミキシングしてスピーカ 28 に出力する。なお、通信回路 27a 及び、ミキシング回路 27b は、1つの SoC (System-on-a-Chip) として実現されてもよい。

10

【 0 0 2 4 】

スピーカ 28 は、ミキシング回路 27b から取得したミキシング後の音信号に基づいて、再生音を出力する。スピーカ 28 は、耳装着型デバイス 20 を装着したユーザの耳穴 (鼓膜) へ向けて音波を発するスピーカであるが、骨伝導スピーカであってもよい。

【 0 0 2 5 】

次に、携帯端末 30 について説明する。携帯端末 30 は、所定のアプリケーションプログラムがインストールされることにより、音信号処理システム 10 におけるユーザインタフェース装置として機能する情報端末である。また、携帯端末 30 は、耳装着型デバイス 20 に第 4 音信号 (音楽コンテンツ) を提供する音源としても機能する。ユーザは、具体的には、携帯端末 30 を操作することにより、スピーカ 28 によって再生される音楽コンテンツの選択、及び、耳装着型デバイス 20 の動作モードの切り替えなどを行うことができる。携帯端末 30 は、UI (User Interface) 31 と、通信回路 32 と、CPU 33 と、メモリ 34 とを備える。

20

【 0 0 2 6 】

UI 31 は、ユーザの操作を受け付け、かつ、ユーザへ画像を提示するユーザインタフェース装置である。UI 31 は、タッチパネルなどの操作受付部、及び、表示パネルなどの表示部によって実現される。

【 0 0 2 7 】

通信回路 32 は、耳装着型デバイス 20 へユーザが選択した音楽コンテンツの音信号である第 4 音信号を送信する。通信回路 32 は、例えば、無線通信回路であり、Bluetooth (登録商標) または BLE (Bluetooth (登録商標) Low Energy) などの通信規格に基づいて、耳装着型デバイス 20 と通信を行う。

30

【 0 0 2 8 】

CPU 33 は、表示部への画像の表示、及び、通信回路 32 を用いた第 4 音信号の送信などに関する情報処理を行う。CPU 33 は、例えば、マイクロコンピュータによって実現されるが、プロセッサによって実現されてもよい。画像の表示機能、及び、第 4 音信号の送信機能などは、CPU 33 がメモリ 34 に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより実現される。

【 0 0 2 9 】

メモリ 34 は、CPU 33 が情報処理を行うために必要な各種情報、CPU 33 が実行するコンピュータプログラム、及び、第 4 音信号 (音楽コンテンツ) などが記憶される記憶装置である。メモリ 34 は、例えば、半導体メモリによって実現される。

40

【 0 0 3 0 】

[実施例 1]

上述のように、耳装着型デバイス 20 は、ユーザが乗る移動体が移動しており、かつ、移動体内でアナウンス音出力されると、自動的に外音取り込みモードの動作を行うことができる。以下、具体的なシチュエーションを例に挙げつつ、耳装着型デバイス 20 の複数の実施例について説明する。まず、耳装着型デバイス 20 の実施例 1 について説明する。図 3 は、耳装着型デバイス 20 の実施例 1 のフローチャートである。なお、実施例 1 は、耳装着型デバイス 20 を装着しているユーザが移動体に乗っている場合に使用すること

50

を想定した動作を示す。

【 0 0 3 1 】

マイクロフォン 2 1 は音を取得し、取得した音の第 1 音信号を出力する (S 1 1)。ノイズ特徴量算出部 2 4 b は、マイクロフォン 2 1 から出力される第 1 音信号であってローパスフィルタ 2 3 c が適用された第 1 音信号に信号処理を行うことにより、スペクトルフラットネスを算出する (S 1 2)。スペクトルフラットネスは、第 1 音信号に含まれるノイズの特徴量の一例であり、具体的には、信号の平坦さを示す特徴量である。スペクトルフラットネスは、例えば、第 1 音信号が、ホワイトノイズ、ピンクノイズ、または、ブラウンノイズなどのノイズにどの程度近いかを示す。ローパスフィルタ 2 3 c のカットオフ周波数が 5 1 2 H z である場合、ステップ S 1 2 において算出されるスペクトルフラットネスは、5 1 2 H z 以下のノイズの平坦さを示すといえる。

10

【 0 0 3 2 】

ローパスフィルタ 2 3 c が適用された第 1 音信号の複素スペクトルを S_k 、フーリエ変換の周波数ビンの数 (言い換えれば、FFT の計算点数、サンプリング点数) を N_{FFT} とすると、スペクトルフラットネス S_F は、以下の式で算出される。なお、 $\exp [x]$ は、 e の x 乗を意味し、 $\ln (x)$ は、 $\log_e (x)$ を意味する。以下の式の右辺の分子は、エントロピーの計算に相当し、分母は、エントロピーを正規化するための計算に相当する。

【 0 0 3 3 】

【 数 1 】

$$S_F = \frac{\exp \left[\frac{2}{N_{FFT}} \sum_{k=1}^{N_{FFT}/2} \ln |S_k|^2 \right]}{\frac{2}{N_{FFT}} \sum_{k=1}^{N_{FFT}/2} |S_k|^2}$$

20

【 0 0 3 4 】

次に、音声特徴量算出部 2 4 a は、マイクロフォン 2 1 から出力される第 1 音信号であってノイズ除去フィルタ 2 3 a 及びハイパスフィルタ 2 3 b が適用された第 1 音信号に信号処理を行うことにより、MFCC (Mel - Frequency Cepstral Coefficient、メル周波数ケプストラム係数) を算出する (S 1 3)。MFCC は、音声認識等で特徴量として用いられるケプストラムの係数であり、メルフィルタバンクを用いて圧縮されたパワースペクトルを対数パワースペクトルに変換し、対数パワースペクトルに逆離散コサイン変換を適用することで得られる。算出された MFCC は、判定部 2 4 c に出力される。

30

【 0 0 3 5 】

次に、判定部 2 4 c は、マイクロフォン 2 1 によって取得された音が当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たすか否かを判定する (S 1 4)。判定部 2 4 c は、具体的には、ノイズ特徴量算出部 2 4 b から出力されるスペクトルフラットネス S_F の値が閾値以上であるか否かを判定する。

40

【 0 0 3 6 】

スペクトルフラットネス S_F は、0 ~ 1 の値をとり、値が 1 に近いほど、マイクロフォン 2 1 によってホワイトノイズに近いノイズが取得されていると考えられる。つまり、スペクトルフラットネス S_F の値が閾値以上であるときには、ユーザが乗っている移動体が移動中であると考えられる。ステップ S 1 4 は、移動体が移動中であるか否かを判定するステップと言い換えることができる。

【 0 0 3 7 】

判定部 2 4 c は、ステップ S 1 4 においてスペクトルフラットネス S_F 値が閾値以上であ

50

るときには、マイクロフォン 2 1 によって取得された音が所定の要件を満たすと判定し (S 1 4 で Y e s)、ステップ S 1 5 の処理を行う。判定部 2 4 c は、音声特徴量算出部 2 4 a から出力される M F C C に基づいて、マイクロフォン 2 1 によって取得された音に人の声が含まれるか否かを判定する (S 1 5)。

【 0 0 3 8 】

判定部 2 4 c は、例えば、M F C C を入力として上記音に人の声が含まれるか否かの判定結果を出力する機械学習モデル (ニューラルネットワーク) を含み、このような機械学習モデルを用いてマイクロフォン 2 1 によって取得された音に人の声が含まれるか否かを判定する。ここでの人の声は、アナウンス音に含まれる人の声を想定している。

【 0 0 3 9 】

マイクロフォン 2 1 によって取得された音に人の声が含まれると判定されると (S 1 5 で Y e s)、切替部 2 4 d は、外音取り込みモードの動作を行う (S 1 6)。つまり、耳装着型デバイス 2 0 (切替部 2 4 d) は、移動体が移動中であり (S 1 4 で Y e s)、かつ、人の声出力されているときに (S 1 5 で Y e s)、外音取り込みモードの動作を行う (S 1 6)。

【 0 0 4 0 】

図 4 は、外音取り込みモードにおける動作の第 1 のフローチャートである。外音取り込みモードにおいて、切替部 2 4 d は、マイクロフォン 2 1 によって出力される第 1 音信号に特定の周波数成分を強調するためのイコライジング処理を行った第 2 音信号を生成し、生成した第 2 音信号を出力する (S 1 6 a)。特定の周波数成分は、例えば、1 0 0 H z 以上 2 k H z 以下の周波数成分である。このように人の声の周波数帯域に相当する帯域が強調されれば、それにより人の声が強調されるので、アナウンス音 (より詳細には、アナウンス音に含まれる人の声) が強調される。

【 0 0 4 1 】

ミキシング回路 2 7 b は、第 2 音信号に通信回路 2 7 a によって受信された第 4 音信号 (音楽コンテンツ) をミキシングしてスピーカ 2 8 に出力し (S 1 6 b)、スピーカ 2 8 は、第 4 音信号がミキシングされた第 2 音信号に基づいて再生音を出力する (S 1 6 c)。ステップ S 1 6 a の処理の結果、アナウンス音が強調されるので、耳装着型デバイス 2 0 のユーザはアナウンス音を聞き取りやすくなる。

【 0 0 4 2 】

一方、マイクロフォン 2 1 によって取得された音が所定の要件を満たさない (スペクトルフラットネス S_F の値が閾値未満である) と判定された場合 (図 3 の S 1 4 で N o)、及び、当該音に人の声が含まれないと判定された場合 (S 1 4 で Y e s、かつ、S 1 5 で N o)、切替部 2 4 d は、通常モードの動作を行う (S 1 7)。スピーカ 2 8 からは通信回路 2 7 a によって受信された第 4 音信号の再生音 (音楽コンテンツ) が出力され、第 2 音信号に基づく再生音は出力されない。つまり、切替部 2 4 d は、スピーカ 2 8 に第 2 音信号に基づく再生音を出力させない。

【 0 0 4 3 】

以上の図 3 のフローチャートに示される処理は、所定時間ごとに繰り返される。つまり、所定時間ごとに通常モード及び外音取り込みモードのいずれのモードで動作するかが判断される。所定時間は、例えば、1 / 6 0 秒などである。そして、耳装着型デバイス 2 0 は、移動体が移動中であり、かつ、人の声出力されているという条件を満たすときのみ (つまり、ステップ S 1 4 で Y e s かつステップ S 1 5 で Y e s のときのみ) 外音取り込みモードの動作を行い、それ以外のときは通常モードの動作を行う。

【 0 0 4 4 】

以上説明したように、D S P 2 2 は、マイクロフォン 2 1 によって取得された音に含まれるノイズが所定の要件を満たし、かつ、当該音に人の声が含まれると判定した場合に、第 1 音信号に基づく第 2 音信号を出力する。D S P 2 2 は、マイクロフォン 2 1 によって取得された音が当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たし、かつ、当該音に人の声が含まれると判定した場合に、第 1 音信号に信号処理を行った第 2 音信号を出

10

20

30

40

50

力する。この信号処理には、音の特定の周波数成分を強調するためのイコライジング処理が含まれる。また、DSP 22は、マイクロフォン 21によって取得された音が所定の要件を満たさないと判定した場合、及び、音に人の声が含まれないと判定した場合には、スピーカ 28に第2音信号に基づく再生音を出力させない。

【0045】

これにより、耳装着型デバイス 20は、移動体に乗っているユーザが当該移動体の移動中にアナウンス音を聞き取ることを支援することができる。ユーザは、音楽コンテンツに没頭していてもアナウンス音を聞き逃しにくくなる。

【0046】

なお、外音取り込みモードにおける動作は、図4に示される動作に限定されない。例えば、ステップ S16aにおいてイコライジング処理が行われることは必須ではなく、第1音信号をゲインアップする（振幅を増大する）信号処理により第2音信号が生成されてもよい。また、外音取り込みモードにおいて、第1音信号に信号処理が行われることは必須ではない。

【0047】

図5は、外音取り込みモードにおける動作の第2のフローチャートである。図5の例では、切替部 24dは、マイクロフォン 21によって出力される第1音信号を第2音信号として出力する（S16d）。つまり、切替部 24dは、第1音信号を実質的にそのまま第2音信号として出力する。また、切替部 24dは、ミキシング回路 27bに、ミキシング時の第4音信号のアテネーション（ゲインダウン、振幅の減衰）を指示する。

【0048】

ミキシング回路 27bは、第2音信号に通常モードよりも振幅が減衰した第4音信号（音楽コンテンツ）をミキシングしてスピーカ 28に出力し（S16e）、スピーカ 28は、振幅が減衰した第4音信号がミキシングされた第2音信号に基づいて再生音を出力する（S16f）。

【0049】

このように、DSP 22によって第2音信号の出力が開始された後の外音取り込みモードの動作中には、第2音信号の出力が開始される前の通常モードの動作中よりも振幅が減衰した第4音信号が第2音信号にミキシングされてもよい。この結果、アナウンス音が強調されるので、耳装着型デバイス 20のユーザはアナウンス音を聞き取りやすくなる。

【0050】

なお、外音取り込みモードにおける動作は、図4及び図5のような動作に限定されない。例えば、図4の外音取り込みモードの動作において、第1音信号へのイコライジング処理によって生成された第2音信号に、図5のステップ S16eのように減衰した第4音信号がミキシングされてもよい。また、図5の外音取り込みモードの動作において、第4音信号を減衰する処理が省略され、第2音信号に減衰していない第4音信号がミキシングされてもよい。

【0051】

[実施例2]

耳装着型デバイス 20は、第4音信号（音楽コンテンツ）の再生中に、耳装着型デバイス 20を装着したユーザの周囲の環境音を低減するノイズキャンセル機能（以下、ノイズキャンセルモードとも記載される）を有してもよい。

【0052】

まず、ノイズキャンセルモードについて説明する。ユーザによって携帯端末 30のUI 31にノイズキャンセルモードを指示する操作が行われると、CPU 33は、ノイズキャンセルモードを耳装着型デバイス 20に設定するための設定指令を、通信回路 32を用いて耳装着型デバイス 20へ送信する。耳装着型デバイス 20の通信回路 27aによって設定指令が受信されると、切替部 24dは、ノイズキャンセルモードの動作を行う。

【0053】

図6は、ノイズキャンセルモードにおける動作のフローチャートである。ノイズキャン

10

20

30

40

50

セルモードにおいて、切替部 2 4 d は、マイクロフォン 2 1 によって出力される第 1 音信号に位相反転処理を行って第 3 音信号として出力する (S 1 8 a) 。

【 0 0 5 4 】

ミキシング回路 2 7 b は、第 3 音信号に通信回路 2 7 a によって受信された第 4 音信号 (音楽コンテンツ) をミキシングしてスピーカ 2 8 に出力し (S 1 8 b) 、スピーカ 2 8 は、第 4 音信号がミキシングされた第 3 音信号に基づいて再生音を出力する (S 1 8 c) 。ステップ S 1 8 a 及びステップ S 1 8 b の処理の結果、耳装着型デバイス 2 0 のユーザにとっては耳装着型デバイス 2 0 の周囲の音が減衰して感じられるので、当該ユーザは音楽コンテンツを明瞭に受聴することができる。

【 0 0 5 5 】

以下、このように耳装着型デバイス 2 0 が通常モードに代えてノイズキャンセルモードで動作しているときの実施例 2 について説明する。図 7 は、耳装着型デバイス 2 0 の実施例 2 のフローチャートである。なお、実施例 2 は、耳装着型デバイス 2 0 を装着しているユーザが移動体に乗っているときの動作を示す。

【 0 0 5 6 】

図 7 のステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 3 の処理は、実施例 1 (図 3) のステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 3 の処理と同様である。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 3 の次に、判定部 2 4 c は、マイクロフォン 2 1 によって取得された音が当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たすか否かを判定する (S 1 4) 。ステップ S 1 4 の処理の詳細は、実施例 1 (図 3) のステップ S 1 4 と同様である。判定部 2 4 c は、具体的には、スペクトルフラットネス S_F の値が閾値以上であるか否かを判定する。

【 0 0 5 8 】

判定部 2 4 c は、ステップ S 1 4 においてスペクトルフラットネス S_F 値が閾値以上であるときには、マイクロフォン 2 1 によって取得された音が所定の要件を満たすと判定し (S 1 4 で Y e s) 、ステップ S 1 5 の処理を行う。判定部 2 4 c は、音声特徴量算出部 2 4 a から出力される M F C C に基づいて、マイクロフォン 2 1 によって取得された音に人の声が含まれるか否かを判定する (S 1 5) 。ステップ S 1 5 の処理の詳細は、実施例 1 (図 3) のステップ S 1 5 と同様である。

【 0 0 5 9 】

マイクロフォン 2 1 によって取得された音に人の声が含まれると判定されると (S 1 5 で Y e s) 、切替部 2 4 d は、外音取り込みモードの動作を行う (S 1 6) 。つまり、耳装着型デバイス 2 0 (切替部 2 4 d) は、移動体が移動中であり (S 1 4 で Y e s) 、かつ、人の声出力されているときに (S 1 5 で Y e s) 、外音取り込みモードの動作を行う (S 1 6) 。外音取り込みモードにおける動作については、図 4 及び図 5 等を用いて説明した通りである。外音取り込みモードにおける動作によれば、アナウンス音が強調されるので、耳装着型デバイス 2 0 のユーザはアナウンス音を聞き取りやすくなる。

【 0 0 6 0 】

一方、マイクロフォン 2 1 によって取得された音が所定の要件を満たさない (スペクトルフラットネス S_F の値が閾値未満である) と判定された場合 (S 1 4 で N o) 、及び、当該音に人の声が含まれないと判定された場合 (S 1 4 で Y e s 、かつ、 S 1 5 で N o) 、切替部 2 4 d は、ノイズキャンセルモードの動作を行う (S 1 8) 。ノイズキャンセルモードの動作については図 6 を用いて説明した通りである。

【 0 0 6 1 】

以上の図 7 のフローチャートに示される処理は、所定時間ごとに繰り返される。つまり、所定時間ごとにノイズキャンセルモード及び外音取り込みモードのいずれのモードで動作するかが判断される。所定時間は、例えば、 1 / 6 0 秒などである。そして、耳装着型デバイス 2 0 は、移動体が移動中であり、かつ、人の声出力されているという条件を満たすときのみ (つまり、ステップ S 1 4 で Y e s かつステップ S 1 5 で Y e s のときのみ

10

20

30

40

50

) 外音取り込みモードの動作を行い、それ以外のときはノイズキャンセルモードの動作を行う。

【0062】

このように、DSP 22は、マイクロフォン 21によって取得された音が当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たさないと判定した場合、及び、当該音に人の声が含まれないと判定した場合には、第1音信号に位相反転処理を行った第3音信号を出力する。スピーカ 28は、出力された第3音信号に基づいて再生音を出力する。

【0063】

これにより、耳装着型デバイス 20は、移動体に乗っているユーザが当該移動体の移動中にユーザは音楽コンテンツを明瞭に受聴することを支援することができる。

10

【0064】

なお、ユーザがノイズキャンセルモードを指示するときには、携帯端末 30のUI 31には、例えば、図8のような選択画面が表示される。図8は、動作モードの選択画面の一例を示す図である。図8に示されるように、ユーザが選択可能な動作モードには、例えば、通常モード、ノイズキャンセルモード、及び、外音取り込みモードの3つのモードが含まれる。つまり、耳装着型デバイス 20は、ユーザの携帯端末 30への操作に基づいて外音取り込みモードの動作を行ってもよい。

【0065】

[実施例3]

耳装着型デバイス 20は、第1信号のうち人の声が含まれていない部分を用いて算出されたスペクトルフラットネス S_F に基づいて、ノイズが所定の要件を満たすか否か(移動体が移動中であるか否か)の判定を行ってもよい。図9は、このような耳装着型デバイス 20の実施例3のフローチャートである。

20

【0066】

なお、実施例3は、耳装着型デバイス 20を装着しているユーザが移動体に乗っているときの動作を示す。実施例3では、第1音信号には、第1期間に相当する部分と、第1期間の後の第2期間に相当する部分が含まれ、第1期間は、第1の音を示す第1部分信号(つまり、第1音信号の一部の信号)に対応し、第2期間は、第2の音を示す第2部分信号(つまり、第1音信号の他の一部の信号)に対応するものとする。第2期間は、例えば、第1期間の直後の一定期間である。

30

【0067】

ステップ S 11 ~ ステップ S 13の処理は、実施例1(図3)のステップ S 11 ~ ステップ S 13の処理と同様である。

【0068】

ステップ S 34の次に、判定部 24cは、音声特徴量算出部 24aから出力されるMFCCに基づいて、マイクロフォン 21によって取得された第1の音に人の声が含まれるか否かを判定する(S19)。

【0069】

マイクロフォン 21によって取得された第1の音に人の声が含まれないと判定されると(S19でNo)、判定部 24cは、マイクロフォン 21によって取得された第1の音が当該第1音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たすか否かを判定する(S20)。判定部 24cは、具体的には、フラットネス S_F の値が閾値以上であるか否かを判定する。

40

【0070】

判定部 24cは、ステップ S 20においてスペクトルフラットネス S_F 値が閾値以上であるときには、マイクロフォン 21によって取得された第1の音が所定の要件を満たすと判定し(S20でYes)、ステップ S 21の処理を行う。判定部 24cは、音声特徴量算出部 24aから出力されるMFCCに基づいて、マイクロフォン 21によって取得された第2の音に人の声が含まれるか否かを判定する(S21)。

【0071】

50

マイクロフォン 2 1 によって取得された第 2 の音に人の声が含まれると判定されると (S 2 1 で Y e s)、切替部 2 4 d は、外音取り込みモードの動作を行う (S 1 6)。外音取り込みモードにおける動作については、図 4 及び図 5 等を用いて説明した通りである。外音取り込みモードにおける動作によれば、アナウンス音が強調されるので、耳装着型デバイス 2 0 のユーザはアナウンス音を聞き取りやすくなる。

【 0 0 7 2 】

一方、第 1 の音に人の声が含まれると判定された場合 (S 1 9 で Y e s)、第 1 の音が所定の要件を満たさない (スペクトルフラットネス S_F の値が閾値未満である) と判定された場合 (S 2 0 で N o)、及び、第 2 の音に人の声が含まれないと判定された場合 (S 2 0 で Y e s、かつ、S 2 1 で N o)、切替部 2 4 d は、通常モードの動作を行う (S 1 7)。なお、ステップ S 1 7 に代えて上述のステップ S 1 8 のノイズキャンセルモードの動作が行われてもよい。ノイズキャンセルモードの動作については図 6 を用いて説明した通りである。

10

【 0 0 7 3 】

以上の図 9 のフローチャートに示される処理は、所定時間ごとに繰り返される。つまり、所定時間ごとに通常モード及び外音取り込みモードのいずれのモードで動作するかが判断される。所定時間は、例えば、1 / 6 0 秒などである。そして、耳装着型デバイス 2 0 は、移動体が移動中であり、かつ、人の声が出力されているという条件を満たすときのみ (つまり、ステップ S 2 0 で Y e s かつステップ S 2 1 で Y e s のときのみ) 外音取り込みモードの動作を行い、それ以外のときは通常モードの動作を行う。

20

【 0 0 7 4 】

このように、DSP 2 2 は、第 1 の音が当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たし、かつ、第 1 の音に人の声が含まれず、かつ、第 2 の音に人の声が含まれると判定した場合に、第 2 音信号を出力する。

【 0 0 7 5 】

これにより、耳装着型デバイス 2 0 は、第 1 音信号のうち人の声が含まれていない部分を用いてノイズが所定の要件を満たすか否かの判定を行うので、当該判定の精度の向上を図ることができる。

【 0 0 7 6 】

[ノイズが所定の要件を満たすか否かの判定についての補足]

30

上記実施の形態では、判定部 2 4 c は、ローパスフィルタ 2 3 c が適用された第 1 音信号に基づいて、ノイズが所定の要件を満たすか否か (スペクトルフラットネス S_F が閾値以上であるか否か) を判定した。以下、このようなローパスフィルタ 2 3 c の適用方法の妥当性について、スペクトルフラットネス S_F の波形を参照しながら補足する。

【 0 0 7 7 】

図 1 0 は、移動体が移動中であつ移動体内でアナウンス音が出力されているときにマイクロフォン 2 1 によって取得された第 1 音信号の 5 1 2 H z 以上の成分を対象としてスペクトルフラットネス S_F を算出した場合の、スペクトルフラットネス S_F の経時変化を示す図である。

【 0 0 7 8 】

40

図 1 1 は、移動体が移動中であつ移動体内でアナウンス音が出力されているときにマイクロフォン 2 1 によって取得された第 1 音信号の 5 1 2 H z 未満の成分を対象としてスペクトルフラットネス S_F を算出した場合の、スペクトルフラットネス S_F の経時変化を示す図である。

【 0 0 7 9 】

図 1 2 は、移動体が停止中であつ移動体内でアナウンス音が出力されているときにマイクロフォン 2 1 によって取得された第 1 音信号の 5 1 2 H z 以上の成分を対象としてスペクトルフラットネス S_F を算出した場合の、スペクトルフラットネス S_F の経時変化を示す図である。

【 0 0 8 0 】

50

図 1 3 は、移動体が停止中であつ移動体内でアナウンス音が出力されているときにマイクロフォン 2 1 によって取得された第 1 音信号の 5 1 2 H z 未満の成分を対象としてスペクトルフラットネス S_F を算出した場合の、スペクトルフラットネス S_F の経時変化を示す図である。

【 0 0 8 1 】

図 1 0 及び図 1 2 に示されるように、第 1 音信号の 5 1 2 H z 以上の成分に基づいて算出されたスペクトルフラットネス S_F は、変動が激しく、移動体が移動中であるか否か（スペクトルフラットネス S_F が閾値以上であるか否か）の判定には適していない。

【 0 0 8 2 】

一方、図 1 1 及び図 1 3 に示されるように、第 1 音信号の 5 1 2 H z 未満の成分に基づいて算出されたスペクトルフラットネス S_F は比較的変動が小さく、移動体が移動中であるか否か（スペクトルフラットネス S_F が閾値以上であるか否か）の判定に適している。つまり、ローパスフィルタ 2 3 c が適用された第 1 音信号に基づいて、移動体が移動中であるか否か（スペクトルフラットネス S_F が閾値以上であるか否か）を判定することで、判定精度の向上を図ることができる。

【 0 0 8 3 】

図 1 1 及び図 1 3 の例では、閾値を 10^{-8} 付近に設定されれば、判定部 2 4 c は、移動体が移動中か停止中かを判定できる。このような閾値は一例であり、閾値については設計者によって経験的または実験的に適宜定められればよい。

【 0 0 8 4 】

なお、判定部 2 4 c は、スペクトルフラットネス S_F の移動平均値または移動中央値が閾値以上であるか否かに基づいて、ノイズが所定の要件を満たすか否かを判定してもよい。この場合、閾値についても移動平均値または移動中央値に対応する値に設定される。

【 0 0 8 5 】

[人の声が含まれるか否かの判定についての補足]

また、上記実施の形態では、判定部 2 4 c は、ハイパスフィルタ 2 3 b が適用された第 1 音信号に基づいて、マイクロフォン 2 1 が取得した音に人の声が含まれるか否かを判定した。以下、このようなハイパスフィルタ 2 3 b の適用方法の妥当性について、スペクトログラムを参照しながら補足する。

【 0 0 8 6 】

図 1 4 は、移動体が移動中であつ移動体内でアナウンス音が出力されているときにマイクロフォン 2 1 によって取得された第 1 音信号のスペクトログラムを示す図である。図 1 5 は、移動体が移動中であつ移動体内でアナウンス音が出力されていないときにマイクロフォン 2 1 によって取得された第 1 音信号のスペクトログラムを示す図である。

【 0 0 8 7 】

図 1 6 は、移動体が停止中であつ移動体内でアナウンス音が出力されているときにマイクロフォン 2 1 によって取得された第 1 音信号のスペクトログラムを示す図である。図 1 7 は、移動体が停止中であつ移動体内でアナウンス音が出力されていないときにマイクロフォン 2 1 によって取得された第 1 音信号のスペクトログラムを示す図である。

【 0 0 8 8 】

図 1 4 ~ 図 1 7 においては、色の白い部分ほどパワー値が高く、色が黒い部分ほどパワー値が低いことを意味する。図 1 4 ~ 図 1 7 に示されるように、移動体が移動中であるか停止中であるかに関わらず、アナウンス音が出力されているとき（図 1 4 及び図 1 6 ）においては、5 1 2 H z 以上の帯域に人の声に相当する波紋が現れている。したがって、判定部 2 4 c は、少なくとも第 1 音信号の 5 1 2 H z 以上の成分に基づいて、マイクロフォン 2 1 によって取得された音に人の声が含まれるか否かを判定することができる。また、判定部 2 4 c は、ハイパスフィルタ 2 3 b が適用された第 1 音信号に基づいて、マイクロフォン 2 1 によって取得された音に人の声が含まれるか否かを判定することで、判定精度の向上を図ることができる。

【 0 0 8 9 】

10

20

30

40

50

[ノイズ除去フィルタの変形例]

ノイズ除去フィルタ 2 3 a は、適応フィルタであってもよい。具体的には、上記図 2 でノイズ特徴量算出部 2 4 b からノイズ除去フィルタ 2 3 a へ向かう破線矢印によって示されるように、ノイズ除去フィルタ 2 3 a は、ノイズ特徴量算出部 2 4 b から出力されるスペクトルフラットネス S_F の値を用いてフィルタ係数を更新してもよい。図 1 8 は、適応フィルタとして機能するノイズ除去フィルタ 2 3 a の機能構成を示すブロック図である。

【 0 0 9 0 】

図 1 8 に示されるように、適応フィルタとして実現されるノイズ除去フィルタ 2 3 a は、フィルタ係数更新部 2 3 a 1 と、適応フィルタ部 2 3 a 2 とを備える。

【 0 0 9 1 】

フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、以下の更新式に基づいて、適応フィルタの係数を逐次更新する。以下の式において、 w はフィルタ係数であり、 x は第 1 音信号であり、 e は誤差信号である。誤差信号とは、フィルタ係数が適用された後の第 1 音信号と目標信号との差分に相当する信号である。 μ はフィルタ係数の更新量（ステップサイズ）を示すパラメータ（以下、ステップサイズパラメータとも記載される）であり、正の係数である。

【 0 0 9 2 】

【数 2】

$$w(n+1) = w(n) + \mu e(n)x(n)$$

【 0 0 9 3 】

適応フィルタ部 2 3 a 2 は、フィルタ係数更新部 2 3 a 1 によって算出されたフィルタ係数によって構成されるフィルタを第 1 音信号に適用し、フィルタ係数が適用された後の第 1 音信号（つまり、ノイズ除去後の第 1 音信号）をハイパスフィルタ 2 3 b へ出力する。

【 0 0 9 4 】

ここで、フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、ステップサイズパラメータをスペクトルフラットネス S_F の値を用いて変更してもよい。フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、例えば、スペクトルフラットネス S_F の値が大きいほどステップサイズパラメータの値を現在の値よりも大きい値に変更する。フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、具体的には、第 1 閾値、及び、第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値を用いて、以下のようにステップサイズパラメータの値を変更する。

【 0 0 9 5 】

フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、スペクトルフラットネス S_F の値が第 1 閾値未満である場合には、ステップサイズパラメータを現在の値よりも小さい値に変更し、スペクトルフラットネス S_F の値が第 1 閾値以上第 2 閾値未満である場合には、ステップサイズパラメータを現在の値に維持する。フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、スペクトルフラットネス S_F の値が第 2 閾値以上である場合には、ステップサイズパラメータを現在の値よりも大きい値に変更する。

【 0 0 9 6 】

これにより、ノイズ除去フィルタ 2 3 a（フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、）は、ノイズがホワイトノイズに近い時ほど、適応学習を促進することができる。なお、フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、外音取り込みモードにおいてはステップサイズパラメータの変更を行わなくてもよい。つまり、フィルタ係数更新部 2 3 a 1 は、外音取り込みモードにおいてはステップサイズパラメータを一定値に固定してもよい。

【 0 0 9 7 】

なお、図 1 8 の例では、ノイズ除去フィルタ 2 3 a は、マイクロフォン 2 1 によって出力される第 1 音信号を用いたフィードフォワード制御方式の適応フィルタとして実現されたが、ノイズ除去フィルタ 2 3 a は、フィードバック制御方式の適応フィルタとして実現されてもよい。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

また、ノイズ除去フィルタ 23 a は、係数が固定されたフィルタ、または、適応フィルタに限定されない。ノイズ除去フィルタ 23 a は、互いに種類が異なる複数のフィルタを有し、スペクトルフラットネス S_F の値に基づいて、複数のフィルタを切り替えることができるフィルタであってもよい。

【0099】

[効果等]

以上説明したように、耳装着型デバイス 20 は、音を取得し、取得された音の第 1 音信号を出力するマイクロフォン 21 と、当該音が当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たし、かつ、当該音に人の声が含まれると判定した場合に、第 1 音信号に基づく第 2 音信号を出力する DSP 22 と、出力された第 2 音信号に基づいて再生音を出力するスピーカ 28 と、マイクロフォン 21、DSP 22、及び、スピーカ 28 を収容するハウジング 29 とを備える。DSP 22 は、信号処理回路の一例である。

10

【0100】

このような耳装着型デバイス 20 は、周囲で聞こえる人の声を、周囲のノイズ環境に応じて再生することができる。例えば、耳装着型デバイス 20 は、移動体が移動中に移動体内部でアナウンス音出力されたときに、アナウンス音を含む再生音をスピーカ 28 から出力することができる。

【0101】

また、例えば、DSP 22 は、上記音が所定の要件を満たし、かつ、上記音に人の声が含まれると判定した場合に、第 1 音信号を第 2 音信号として出力する。

20

【0102】

このような耳装着型デバイス 20 は、第 1 音信号に基づいて、周囲で聞こえる人の声を再生することができる。

【0103】

また、例えば、DSP 22 は、上記音が所定の要件を満たし、かつ、上記音に人の声が含まれると判定した場合に、第 1 音信号に信号処理を行った第 2 音信号を出力する。

【0104】

このような耳装着型デバイス 20 は、信号処理された第 1 音信号に基づいて、周囲で聞こえる人の声を再生することができる。

【0105】

また、例えば、上記信号処理には、上記音の特定の周波数成分を強調するためのイコライジング処理が含まれる。

30

【0106】

このような耳装着型デバイス 20 は、周囲で聞こえる人の声を強調して再生することができる。

【0107】

また、例えば、DSP 22 は、上記音が所定の要件を満たさないと判定した場合、及び、上記音に人の声が含まれないと判定した場合には、スピーカ 28 に第 2 音信号に基づく再生音を出力させない。

【0108】

このような耳装着型デバイス 20 は、周囲に人の声が聞こえない場合等に、第 2 音信号に基づく再生音の出力を停止することができる。

40

【0109】

また、例えば、DSP 22 は、上記音が所定の要件を満たさないと判定した場合、及び、上記音に人の声が含まれないと判定した場合には、第 1 音信号に位相反転処理を行った第 3 音信号を出力し、スピーカ 28 は、出力された第 3 音信号に基づいて再生音を出力する。

【0110】

このような耳装着型デバイス 20 は、周囲に人の声が聞こえない場合等に、周囲の音を聞こえにくくすることができる。

50

【 0 1 1 1 】

また、例えば、耳装着型デバイス 2 0 は、さらに、出力された第 2 音信号に、音源から提供される第 4 音信号をミキシングするミキシング回路 2 7 b を備える。D S P 2 2 によって第 2 音信号の出力が開始されると、第 2 音信号の出力が開始される前よりも振幅が減衰した第 4 音信号が第 2 音信号にミキシングされる。

【 0 1 1 2 】

このような耳装着型デバイス 2 0 は、周囲で聞こえる人の声を強調して再生することができる。

【 0 1 1 3 】

また、例えば、D S P 2 2 は、ローパスフィルタ 2 3 c が適用された第 1 音信号に基づいて、上記音が所定の要件を満たすか否かを判定し、ハイパスフィルタ 2 3 b が適用された第 1 音信号に基づいて、上記音に人の声が含まれるか否かを判定する。

10

【 0 1 1 4 】

このような耳装着型デバイス 2 0 は、第 1 音信号にフィルタを適用して判定を行うことで、判定精度の向上を図ることができる。

【 0 1 1 5 】

また、例えば、D S P 2 2 は、適応フィルタが適用された第 1 音信号に基づいて、上記音に人の声が含まれるか否かを判定し、適応フィルタのフィルタ係数の更新量を、上記音に含まれるノイズに基づいて変更する。

20

【 0 1 1 6 】

このような耳装着型デバイス 2 0 は、周囲のノイズ環境に応じて適応フィルタの効果を変動させることができる。

【 0 1 1 7 】

また、例えば、上記音には、第 1 期間に取得された第 1 の音、及び、第 1 期間の後の第 2 期間に取得された第 2 の音が含まれる。D S P 2 2 は、第 1 の音が所定の要件を満たし、かつ、第 1 の音に人の声が含まれず、かつ、第 2 の音に人の声が含まれると判定した場合に、第 2 音信号を出力する。

【 0 1 1 8 】

このような耳装着型デバイス 2 0 は、上記音が所定の要件を満たすか否かの判定精度の向上を図ることができる。

30

【 0 1 1 9 】

また、上記 D S P 2 2 などのコンピュータによって実行される再生方法は、音を取得するマイクロフォン 2 1 によって出力される当該音の第 1 音信号に基づいて、当該音当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たし、かつ、当該音に人の声が含まれると判定した場合に、第 1 音信号に基づく第 2 音信号を出力する出力ステップ S 1 6 a (または S 1 6 d) と、出力された第 2 音信号に基づいてスピーカ 2 8 から再生音を出力する再生ステップ S 1 6 c (または S 1 6 f) とを含む。

【 0 1 2 0 】

このような再生方法は、周囲で聞こえる人の声を、周囲のノイズ環境に応じて再生することができる。

40

【 0 1 2 1 】

(その他の実施の形態)

以上、実施の形態について説明したが、本開示は、上記実施の形態に限定されるものではない。

【 0 1 2 2 】

例えば、上記実施の形態においては、耳装着型デバイスは、イヤホン型のデバイスであると説明されたが、ヘッドホン型のデバイスであってもよい。また、上記実施の形態において、耳装着型デバイスは、音楽コンテンツを再生する機能を有していたが、音楽コンテンツを再生する機能(通信回路及びミキシング回路)を有していなくてもよい。例えば、耳装着型デバイスは、ノイズキャンセル機能、及び、外音取り込み機能を有する耳栓また

50

は補聴器であってもよい。

【 0 1 2 3 】

また、上記実施の形態では、マイクロフォンによって取得された音に人の声が含まれるか否かの判定は、機械学習モデルを使用して行われたが、音声特徴量のパターンマッチングなど、機械学習モデルを使用しない他のアルゴリズムに基づいて行われてもよい。また、マイクロフォンによって取得された音が当該音に含まれるノイズ成分に関連する所定の要件を満たすか否かの判定は、スペクトルフラットネスを使用して行われたが、機械学習モデルを使用して行われてもよい。

【 0 1 2 4 】

また、上記実施の形態では、ノイズ成分に関連する所定の要件は、移動体が移動中であるか否かに対応する要件であった。しかしながら、ノイズ成分に関連する所定の要件は、例えば、周囲のノイズレベルが所定値よりも大きいか否かに対応する要件など、その他の要件であってもよい。

10

【 0 1 2 5 】

また、上記実施の形態に係る耳装着型デバイスの構成は、一例である。例えば、耳装着型デバイスは、D/A変換器、フィルタ、電力増幅器、または、A/D変換器などの図示されない構成要素を含んでもよい。

【 0 1 2 6 】

また、上記実施の形態において、音信号処理システムは、複数の装置によって実現されたが、単一の装置として実現されてもよい。音信号処理システムが複数の装置によって実現される場合、音信号処理システムが備える機能的な構成要素は、複数の装置にどのように振り分けられてもよい。例えば、上記実施の形態において、耳装着型デバイスが備える機能的な構成要素の一部または全部を携帯端末が備えてもよい。

20

【 0 1 2 7 】

また、上記実施の形態における装置間の通信方法については特に限定されるものではない。上記実施の形態において2つの装置が通信を行う場合、2つの装置間には図示されない中継装置が介在してもよい。

【 0 1 2 8 】

また、上記実施の形態で説明された処理の順序は、一例である。複数の処理の順序は変更されてもよいし、複数の処理は並行して実行されてもよい。また、特定の処理部が実行する処理を別の処理部が実行してもよい。また、上記実施の形態で説明されたデジタル信号処理の一部がアナログ信号処理によって実現されてもよい。

30

【 0 1 2 9 】

また、上記実施の形態において、各構成要素は、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPU又はプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスク又は半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。

【 0 1 3 0 】

また、各構成要素は、ハードウェアによって実現されてもよい。例えば、各構成要素は、回路（又は集積回路）でもよい。これらの回路は、全体として1つの回路を構成してもよいし、それぞれ別々の回路でもよい。また、これらの回路は、それぞれ、汎用的な回路でもよいし、専用の回路でもよい。

40

【 0 1 3 1 】

また、本開示の全般的又は具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム又はコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体で実現されてもよい。また、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。例えば、本開示は、耳装着型デバイスまたは携帯端末などのコンピュータが実行する再生方法として実行されてもよいし、このような再生方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現されてもよい。また、本開示は、このようなプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な非一時的な

50

記録媒体として実現されてもよい。なお、ここでのプログラムには、汎用の携帯端末を上記実施の形態の携帯端末として機能させるためのアプリケーションプログラムが含まれる。

【0132】

その他、各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態、又は、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本開示に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0133】

本開示の耳装着型デバイスは、周囲の人の声を含む再生音を、周囲のノイズ環境に応じて出力することができる。

10

【符号の説明】

【0134】

10 音信号処理システム

20 耳装着型デバイス

21 マイクロフォン

22 DSP

23 フィルタ部

23a ノイズ除去フィルタ

23a1 フィルタ係数更新部

23a2 適応フィルタ部

23b ハイパスフィルタ

23c ローパスフィルタ

24 信号処理部

24a 音声特徴量算出部

24b ノイズ特徴量算出部

24c 判定部

24d 切替部

26 メモリ

27a 通信回路

27b ミキシング回路

28 スピーカ

29ハウジング

30 携帯端末

31 UI

32 通信回路

33 CPU

34 メモリ

20

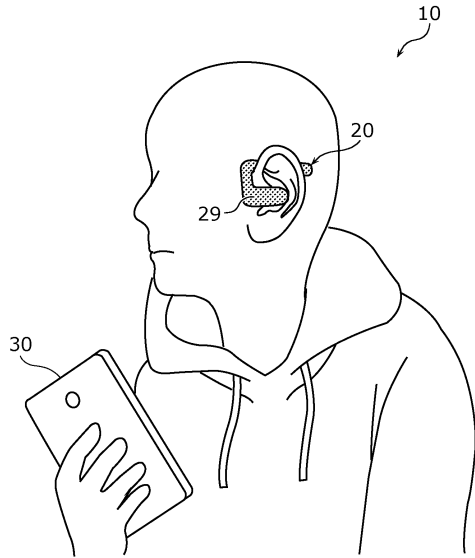
30

40

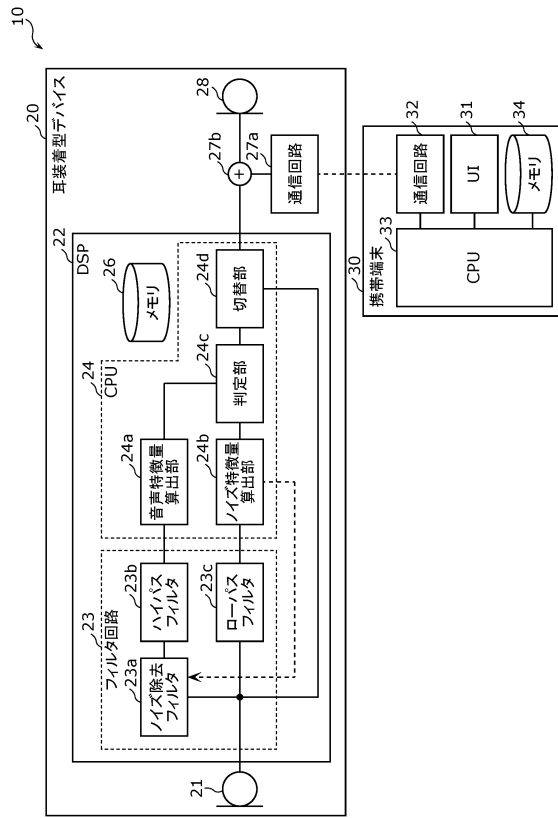
50

【図面】

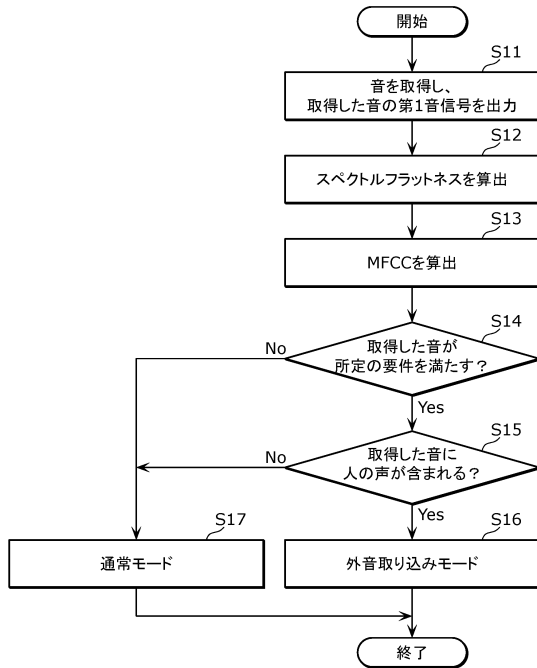
【図 1】



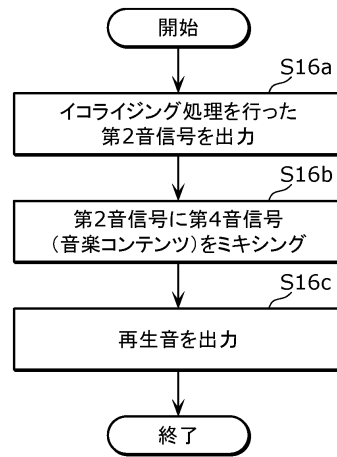
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

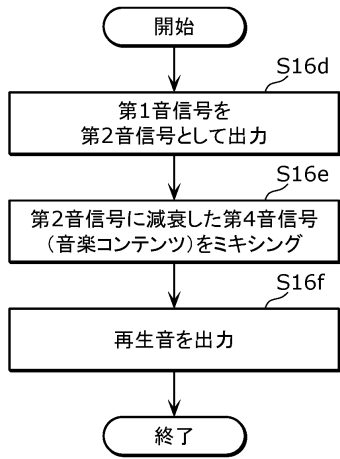
20

30

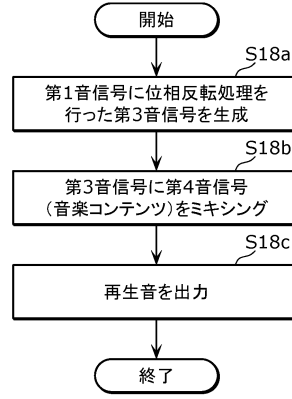
40

50

【図5】

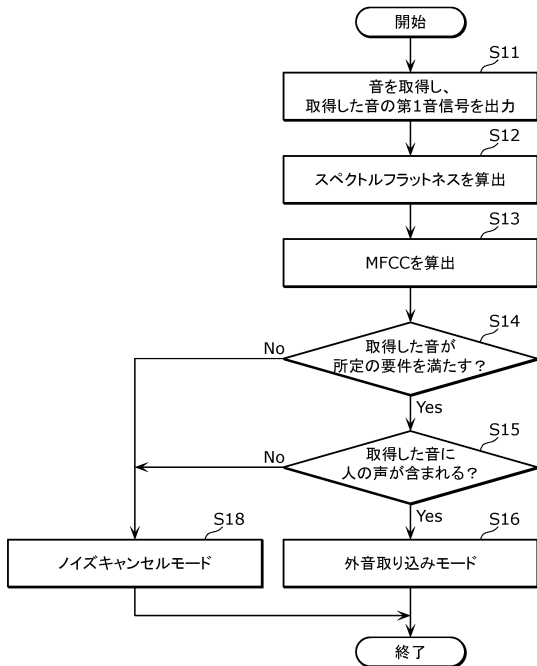


【図6】



10

【図7】



【図8】



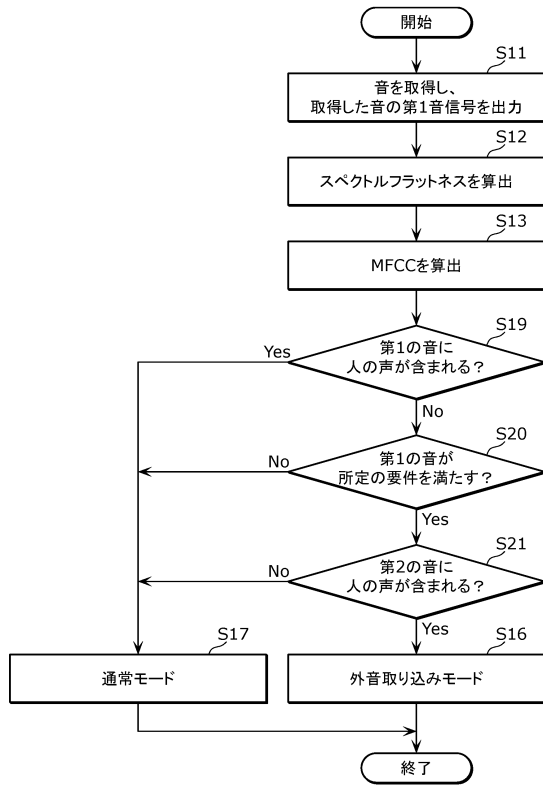
20

30

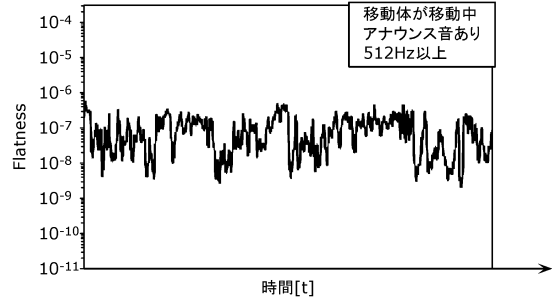
40

50

【図9】



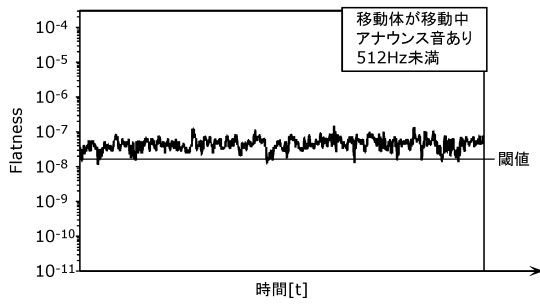
【図10】



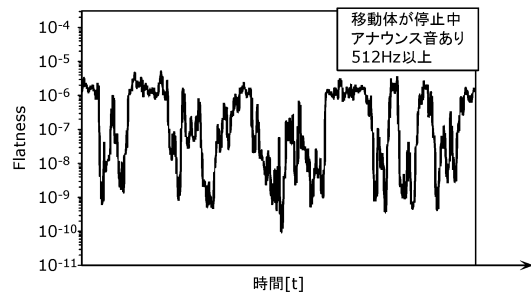
10

20

【図11】



【図12】

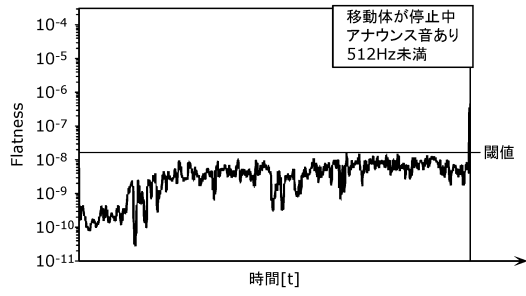


30

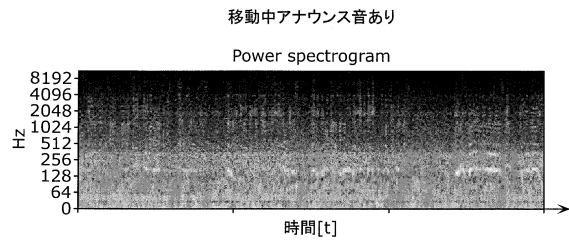
40

50

【図 1 3】

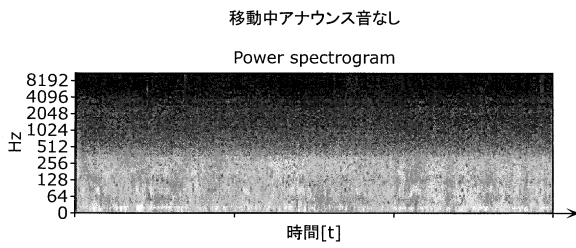


【図 1 4】

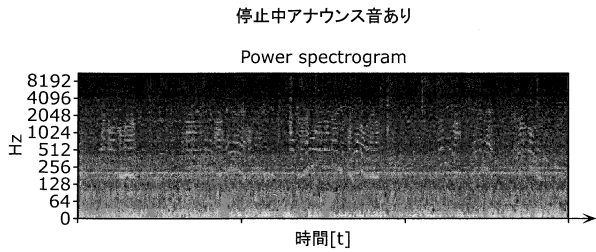


10

【図 1 5】

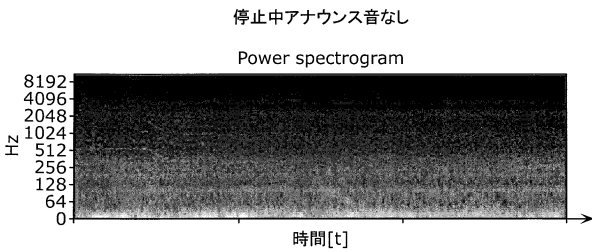


【図 1 6】

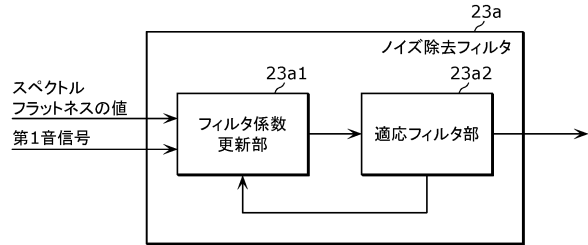


20

【図 1 7】



【図 1 8】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
	H 0 4 R 3/04 (2006.01)	H 0 4 R	3/00	3 1 0
	H 0 4 R 25/00 (2006.01)	H 0 4 R	3/04	
		H 0 4 R	25/00	K
		H 0 4 R	25/00	L
(56)参考文献	特表 2 0 2 1 - 5 1 1 7 5 5 (J P , A)			
	特開 2 0 1 1 - 1 9 9 6 9 9 (J P , A)			
	特開平 1 1 - 3 4 5 0 0 0 (J P , A)			
	特表 2 0 1 9 - 5 0 8 7 8 7 (J P , A)			
	特開 2 0 1 0 - 0 6 2 6 6 3 (J P , A)			
	特表 2 0 1 8 - 5 2 3 1 5 5 (J P , A)			
	特表 2 0 1 8 - 5 3 2 1 5 5 (J P , A)			
(58)調査した分野	(Int.Cl., D B 名)			
	G 1 0 K 1 1 / 0 0 - 1 3 / 0 0			
	G 1 0 L 1 3 / 0 0 - 1 3 / 1 0			
	G 1 0 L 1 9 / 0 0 - 1 9 / 2 6			
	G 1 0 L 2 1 / 0 0 - 2 1 / 1 8			
	G 1 0 L 2 5 / 0 0 - 2 5 / 9 3			
	G 1 0 L 9 9 / 0 0			
	H 0 4 R 1 / 1 0			
	H 0 4 R 3 / 0 0 - 3 / 1 4			
	H 0 4 R 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4			