

(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2018-530940
(P2018-530940A)

(43) 公表日 平成30年10月18日(2018.10.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03H 17/02 (2006.01)	H03H 17/02 615J	5D061
G10K 11/178 (2006.01)	G10K 11/178	5D220
H04R 3/00 (2006.01)	G10K 11/178 120	5J023
H03H 17/00 (2006.01)	H04R 3/00 320	
H03H 21/00 (2006.01)	H03H 17/00 601M	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-508706 (P2018-508706)
 (86) (22) 出願日 平成28年8月19日 (2016. 8. 19)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年4月5日 (2018. 4. 5)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2016/001234
 (87) 国際公開番号 W02017/029550
 (87) 国際公開日 平成29年2月23日 (2017. 2. 23)
 (31) 優先権主張番号 15/241, 375
 (32) 優先日 平成28年8月19日 (2016. 8. 19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 62/207, 657
 (32) 優先日 平成27年8月20日 (2015. 8. 20)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 517401657
 シーラス ロジック インターナショナル
 セミコンダクター リミテッド
 イギリス国 イーエイチ3 9イージー
 エディンバラ, ナイチンゲール ウェイ
 7ビー, クォーターマイル
 (74) 代理人 100107489
 弁理士 大塩 竹志
 (72) 発明者 ルー, ヤン
 アメリカ合衆国 テキサス 78613,
 シーダー パーク, ダッシャー ドラ
 イブ 116

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固定応答フィルタによって部分的に提供されるフィードバック応答を有するフィードバック適応雑音消去 (ANC) コントローラおよび方法

(57) 【要約】

適応雑音消去 (ANC) システムのためのコントローラは、システムのANC利得をANCシステムの変換器から周囲雑音を測定するANCシステムのセンサまで延在する二次経路から独立させることによって、安定制御応答の設計を簡略化する。コントローラは、ともに結合される、所定の固定応答を有する固定フィルタと、可変フィルタとを含む。可変応答フィルタは、ANC利得が二次経路の伝達関数における変動から独立するように、少なくともANCシステムの変換器からANCシステムのセンサまでの経路を含む、二次経路の伝達関数の変動を補償する。

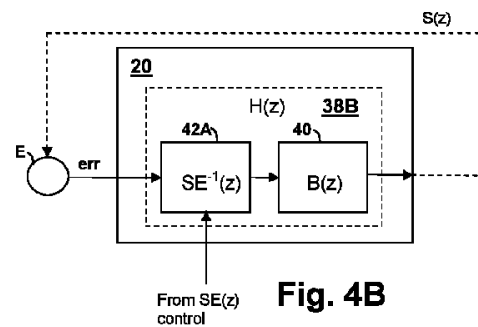


Fig. 4B

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

適応雑音消去 (ANC) コントローラであって、

所定の固定伝達関数 ($B(z)$) を有する固定フィルタであって、前記所定の固定伝達関数は、補償されたフィードバックループの安定性に関連しており、かつそれを維持し、前記固定フィルタは、ANCシステムのANC利得に寄与する、固定フィルタと、

前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタであって、前記可変応答フィルタの応答は、前記ANC利得が二次経路の伝達関数における変動から独立するように、少なくとも前記ANCシステムの変換器から前記ANCシステムのセンサまでの経路を含む前記二次経路の伝達関数の変動を補償する、可変応答フィルタと

を備える、ANCコントローラ。

10

【請求項 2】

前記固定フィルタは、前記ANC利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、請求項 1 に記載のANCコントローラ。

【請求項 3】

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、請求項 1 に記載のANCコントローラ。

【請求項 4】

前記可変応答フィルタの応答は、前記ANCシステムの適応フィルタの制御出力と一致するように制御される、請求項 3 に記載のANCコントローラ。

20

【請求項 5】

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、それによって、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存する、請求項 4 に記載のANCコントローラ。

【請求項 6】

前記適応フィルタは、前記ANCシステムの変換器によって再現された信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する、前記ANCシステムのフィードフォワード部分の適応フィルタである、請求項 4 に記載のANCコントローラ。

【請求項 7】

前記センサは、マイクロホンであり、前記変換器は、スピーカである、請求項 1 に記載のANCコントローラ。

30

【請求項 8】

音響雑音消去を含むオーディオデバイスの少なくとも一部を実装する集積回路 (IC) であって、前記集積回路は、

変換器の音響出力内の周囲オーディオ音の影響を抑制するための反雑音信号を含む出力信号を出力変換器に提供するための出力と、

少なくとも 1 つのマイクロホン信号を受信するための少なくとも 1 つのマイクロホン入力であって、前記少なくとも 1 つのマイクロホン入力は、前記周囲オーディオ音を示し、前記変換器の音響出力に起因する成分を含有する、少なくとも 1 つのマイクロホン入力と

40

、前記反雑音信号を適応的に発生させ、聴取者に聞こえる前記周囲オーディオ音の存在を低減させる処理回路であって、前記処理回路は、前記少なくとも 1 つのマイクロホン信号からの反雑音信号の少なくとも一部を発生させる応答を有するフィードバックフィルタを実装し、前記フィードバックフィルタは、所定の固定伝達関数 ($B(z)$) を有する固定フィルタと、前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタとを備え、前記可変応答フィルタの応答は、少なくとも前記変換器から前記少なくとも 1 つのマイクロホンまでの経路を含む二次経路の伝達関数の変動を補償する、処理回路と

を備える、集積回路。

【請求項 9】

前記固定フィルタは、前記フィードバックフィルタ、前記変換器、前記少なくとも 1 つ

50

のマイクロホン、および前記二次経路によって形成されるシステムのANC利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、請求項8に記載の集積回路。

【請求項10】

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、請求項8に記載の集積回路。

【請求項11】

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路をモデル化する前記処理回路によって実装される適応フィルタの制御出力と一致するように制御される、請求項10に記載の集積回路。

10

【請求項12】

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、それによって、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存する、請求項11に記載の集積回路。

【請求項13】

前記処理回路はさらに、前記反雑音信号の別の部分を発生させるフィードフォワード適応フィルタを実装し、さらに、前記ANCシステムの変換器によって再現されたソースオーディオ信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する二次経路適応フィルタを実装する、請求項11に記載の集積回路。

【請求項14】

周囲雑音の影響を消去する方法であって、前記方法は、
反雑音信号を適応的に発生させ、前記周囲雑音の存在を低減させることと、
前記結合の結果を変換器に提供することと、
少なくとも1つのセンサを用いて周囲雑音を測定することと、
固定フィルタと、前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタとを用いて、前記少なくとも1つのセンサの出力をフィルタ処理することであって、前記固定フィルタは、所定の固定伝達関数($B(z)$)を有し、前記所定の固定伝達関数は、補償されたフィードバックループの安定性に関連しており、かつそれを維持し、前記固定フィルタは、ANCシステムのANC利得に寄与し、前記可変応答フィルタの応答は、前記ANC利得が前記二次経路の伝達関数における変動から独立するように、少なくとも前記ANCシステムの変換器から前記ANCシステムのセンサまでの経路を含む二次経路の伝達関数の変動を補償する、ことと
を含む、方法。

20

30

【請求項15】

前記フィルタ処理することは、前記ANC利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、請求項14に記載の方法。

【請求項17】

前記可変応答フィルタの応答を前記ANCシステムの適応フィルタの制御出力と一致するように制御することをさらに含む、請求項16に記載の方法。

40

【請求項18】

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存して制御される、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記適応フィルタは、前記ANCシステムの変換器によって再現された信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する、前記ANCシステムのフィードフォワード部分の適応フィルタである、請求項17に記載の方法。

50

【請求項 20】

前記センサは、マイクロホンであり、前記変換器は、スピーカである、請求項 14 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示の代表的実施形態の分野は、適応雑音消去 (ANC) のための方法およびシステムに関し、特に、フィードバック応答が固定伝達関数フィードバックフィルタおよび可変応答フィルタによって提供される、ANC フィードバックコントローラに関する。

【背景技術】

10

【0002】

モバイル/携帯電話、コードレス電話等の無線電話、およびMP3プレーヤ等の他の消費者オーディオデバイスが、広範に使用されている。明瞭度に関するそのようなデバイスの性能は、マイクロホンを使用して、周囲音響事象を測定し、次いで、信号処理を使用して、反雑音信号をデバイスの出力の中に挿入し、周囲音響事象を消去する、雑音消去を提供することによって改良されることができる。

【0003】

多くの雑音消去システムでは、周囲音を測定するように構成される基準マイクロホン信号からフィードフォワード反雑音信号を発生させるためのフィードフォワード適応フィルタを使用することによる、フィードフォワード雑音消去と、フィードフォワード反雑音信号と組み合わせられるべきフィードバック雑音消去信号を発生させるための固定応答フィードバックフィルタを使用することによる、フィードバック雑音消去との両方を含むことが望ましい。他の雑音消去システムでは、フィードバック雑音消去のみが、提供される。適応フィードバック雑音消去システムは、消去されるべき雑音を感知するセンサの出力から反雑音信号を発生させ、雑音を消去するための再現のために出力変換器に提供される、適応フィルタを含む。

20

【0004】

フィードバック雑音消去経路を有する、任意のANCシステムでは、ANCシステムによって発生される反雑音信号を消去されるべき周囲雑音を測定する入力センサによって提供される出力信号に再現する出力変換器から少なくとも延在する電気音響経路である、二次経路は、適切な雑音消去を提供するために必要なフィードバック応答の一部を判定する。ユーザの耳に対する電話の位置が電話のスピーカと周囲雑音を測定するために使用されるマイクロホンとの間の結合を変化させる、携帯電話等、出力変換器および入力センサの周囲の音響環境が著しく変動する、ANCシステムでは、二次経路応答も同様に、変動する。適切な反雑音信号を発生させるためのフィードバック経路伝達関数は、二次経路応答に依存するため、実際の実装に存在し得る、出力変換器と入力センサとの間の音響経路のあらゆる可能性として考えられる構成に対して安定するANCコントローラを提供することは、困難である。

30

【0005】

したがって、ANC フィードバックおよびフィードフォワード/フィードバックANCシステムにおける改良された安定性を伴う、ANCコントローラを提供することが望ましいであろう。

40

【発明の概要】**【課題を解決するための手段】****【0006】**

改良された安定性を用いて制御されるANCを提供する前述の目的は、ANCコントローラ、動作方法、および集積回路内で達成される。

【0007】

ANCコントローラは、ともに結合される、所定の固定伝達関数を有する固定フィルタと、可変応答フィルタとを含む。固定伝達関数は、補償されたフィードバックループの安

50

定性に関連しており、かつそれを維持し、ANCシステムのANC利得に寄与する。可変応答フィルタの応答は、ANC利得が二次経路の伝達関数の変動から独立するように、少なくともANCシステムの変換器からANCシステムのセンサまでの経路を含む、二次経路の伝達関数の変動を補償する。

【0008】

以下の説明は、本開示による例示的实施形態を記載する。さらなる実施形態および実装は、当業者に明白となるであろう。当業者は、種々の均等物技法が、以下に議論される実施形態の代わりに、またはそれと併せて適用されてもよく、そのような均等物は全て、本開示によって包含されることを認識するであろう。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1A】図1Aは、本明細書に開示される技法が実装され得るパーソナルオーディオデバイスの実施例である、無線電話10の例証である。

【0010】

【図1B】図1Bは、本明細書に開示される技法が実装され得るパーソナルオーディオシステムの実施例である、一对のイヤーズEB1およびEB2に結合される、無線電話10の例証である。

【0011】

【図2】図2は、図1Aの無線電話10および/またはイヤーズEB内の回路のブロック図である。

20

【0012】

【図3A】図3Aは、フィードバック音響雑音消去装置を含む、図1Aおよび図1Bにおける電気および音響信号経路の例証である。

【0013】

【図3B】図3Bは、ハイブリッドフィードフォワード/フィードバック音響雑音消去装置を含む、図1Aおよび図1Bにおける電気および音響信号経路の例証である。

【0014】

【図4A】図4A - 4Dは、図2のオーディオ集積回路20A - 20BのANC回路30を実装するために使用され得るANC回路の種々の実施例を描写する、ブロック図である。

30

【図4B】図4A - 4Dは、図2のオーディオ集積回路20A - 20BのANC回路30を実装するために使用され得るANC回路の種々の実施例を描写する、ブロック図である。

【図4C】図4A - 4Dは、図2のオーディオ集積回路20A - 20BのANC回路30を実装するために使用され得るANC回路の種々の実施例を描写する、ブロック図である。

【図4D】図4A - 4Dは、図2のオーディオ集積回路20A - 20BのANC回路30を実装するために使用され得るANC回路の種々の実施例を描写する、ブロック図である。

【0015】

40

【図5A】図5A - 5Fは、本明細書に開示されるANCシステム内の音響および電気応答を描写する、グラフである。

【図5B】図5A - 5Fは、本明細書に開示されるANCシステム内の音響および電気応答を描写する、グラフである。

【図5C】図5A - 5Fは、本明細書に開示されるANCシステム内の音響および電気応答を描写する、グラフである。

【図5D】図5A - 5Fは、本明細書に開示されるANCシステム内の音響および電気応答を描写する、グラフである。

【図5E】図5A - 5Fは、本明細書に開示されるANCシステム内の音響および電気応答を描写する、グラフである。

50

【図 5 F】図 5 A - 5 F は、本明細書に開示される A N C システム内の音響および電気応答を描写する、グラフである。

【 0 0 1 6 】

【図 6】図 6 は、固定応答フィルタ 4 0 を図 4 A - 4 D に描写される回路内に実装するために使用され得るデジタルフィルタを描写する、ブロック図である。

【 0 0 1 7 】

【図 7】図 7 は、固定応答フィルタ 4 0 を図 4 A - 4 D に描写される回路内に実装するために使用され得る代替デジタルフィルタを描写する、ブロック図である。

【 0 0 1 8 】

【図 8】図 8 は、図 2 および図 4 A - 4 D に描写される回路を実装するために使用され得る信号処理回路および機能ブロックを描写する、ブロック図である。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

本開示は、無線電話、タブレット、ノートブックコンピュータ、雑音消去ヘッドホン等のパーソナルオーディオデバイス、および他の雑音消去回路内に実装され得る、雑音消去技法および回路を包含する。パーソナルオーディオデバイスは、センサを用いて周囲音響環境を測定し、スピーカまたは他の変換器を介して周囲音響事象を消去するために出力される、反雑音信号を発生させる、A N C 回路を含む。本明細書に示される例示的 A N C 回路は、フィードバックフィルタを含み、反雑音信号をセンサ出力から発生させるために使用される、フィードフォワードフィルタを含んでもよい。変換器からセンサに戻る音響経路を含む、二次経路は、フィードバックフィルタを通して延在する A N C フィードバック経路の周囲でフィードバックループを閉鎖し、したがって、フィードバックループの安定性は、二次経路の特性に依存する。二次経路は、変換器およびセンサの周囲ならびにそれらの間に構造を伴い、したがって、無線電話等のデバイスに関して、二次経路の応答は、ユーザおよびユーザの耳に対するデバイスの位置に伴って変動する。可変二次経路の範囲にわたって安定性を提供するために、本開示は、一对のフィルタを使用し、一方は、固定された所定の応答を有し、他方は、二次経路変動を補償する可変応答を有する。固定された所定の応答は、デバイスに関して予期される二次経路応答の範囲にわたって安定性を提供するように選択され、音響雑音消去に寄与し、概して、音響雑音消去が動作する範囲を最大限にする。

20

30

【 0 0 2 0 】

ここで図 1 A を参照すると、例示的無線電話 1 0 が、ヒトの耳 5 に近接して示される。図示される無線電話 1 0 は、本明細書に図示される技法が採用され得るデバイスの実施例であるが、図示される無線電話 1 0 内または後続例証に描写される回路内に具現化される要素または構成が全て、請求されるものを実践するために要求されるわけではないことを理解されたい。無線電話 1 0 は、無線電話 1 0 によって受信された遠隔発話とともに、着信音、記憶されたオーディオプログラム材料、近接発話（すなわち、無線電話 1 0 のユーザの発話）、無線電話 1 0 によって受信されたウェブページまたは他のネットワーク通信からのソース、および低バッテリー残量および他のシステム事象通知等のオーディオインジケーション等の他のローカルオーディオ事象を再現する、スピーカ S P K R 等の変換器を含む。近接発話マイクロホン N S は、近接発話を捕捉するために提供され、これは、無線電話 1 0 から他側の会話参加者に伝送される。

40

【 0 0 2 1 】

無線電話 1 0 は、反雑音信号をスピーカ S P K R の中に投入し、スピーカ S P K R によって再現された遠隔発話および他のオーディオの明瞭度を改良する、適応雑音消去（A N C）回路および特徴を含む。基準マイクロホン R が、周囲音響環境を測定するために提供されてもよく、近接発話が基準マイクロホン R によって生成される信号内で最小限にされるように、ユーザの口の典型的な位置から離れて位置付けられる。第 3 のマイクロホンである、エラーマイクロホン E が、無線電話 1 0 が耳 5 に近接するときに耳 5 に近接するスピーカ S P K R によって再現されるオーディオと組み合わせられた周囲オーディオの測定値

50

を提供することによってANC動作をさらに改良するために提供されてもよい。無線電話10内の回路14は、基準マイクロホンR、近接発話マイクロホンNS、およびエラーマイクロホンEからの信号を受信し、無線電話送受信機を含有するRF集積回路12等の他の集積回路とインターフェースをとる、オーディオコーデック集積回路20を含んでもよい。本開示のいくつかの実施形態では、本明細書に開示される回路および技法は、MP3プレーヤオンチップ集積回路等のパーソナルオーディオデバイスの全体を実装するための制御回路および他の機能性を含有する、単一集積回路内に組み込まれてもよい。描写される実施形態および他の実施形態では、本明細書に開示される回路および技法は、部分的または完全に、コンピュータ可読記憶媒体内に具現化され、プロセッサ回路またはマイクロコントローラ等の他の処理デバイスによって実行可能なソフトウェアおよび/またはファームウェア内に実装されてもよい。

10

【0022】

一般に、本明細書に開示されるANC技法は、エラーマイクロホンEおよび/または基準マイクロホンRに衝突する周囲音響事象を測定する(スピーカSPKRの出力および/または近接発話とは対照的である)。図示される無線電話10のANC処理回路は、エラーマイクロホンEおよび/または基準マイクロホンRの出力から発生される反雑音信号に適応し、エラーマイクロホンEに存在する周囲音響事象の振幅を最小限にする特性を有する。音響経路 $P(z)$ は、基準マイクロホンRからエラーマイクロホンEまで延在するため、ANC回路は、事実上、電気音響経路 $S(z)$ の除去効果と組み合わせ、音響経路 $P(z)$ を推定する。電気音響経路 $S(z)$ は、コーデックIC20のオーディオ出力回路の応答と、特定の音響環境内のスピーカSPKRとエラーマイクロホンEとの間の結合を含むスピーカSPKRの音響/電気伝達関数とを表す。電気音響経路 $S(z)$ は、耳5の近接度および構造と、無線電話10が耳5にしっかり圧接されていないときに無線電話10に近接し得る他の物理的物体およびヒトの頭部構造とによって影響される。図示される無線電話10は、2つのマイクロホンANCシステムとともに、第3の近接発話マイクロホンNSを含むが、別個のエラーマイクロホンおよび基準マイクロホンを含まない、他のシステムも、前述の技法を実装することができる。代替として、近接発話マイクロホンNSは、前述のシステム内の基準マイクロホンRの機能を行うために使用されることもできる。また、オーディオ再生のためのみに設計されるパーソナルオーディオデバイスでは、近接発話マイクロホンNSは、概して、含まれず、以下にさらに詳細に説明される回路内の近接発話信号経路は、本開示の範囲を変更することなく、省略されることができる。また、本明細書に開示される技法は、出力変換器を使用して再生信号または会話を再現しない、単純雑音消去システム、すなわち、反雑音信号のみを再現するそれらのシステムにも適用されることができる。

20

30

【0023】

ここで図1Bを参照すると、本明細書に開示される技法の別の無線電話構成が、示される。図1Bは、無線電話10と、それぞれ、聴取者の対応する耳に取り付けられる、一対のイヤーズEB1およびEB2とを示す。図示される無線電話10は、本明細書の技法が採用され得るデバイスの実施例であるが、無線電話10内または後続例証に描写される回路内に図示される要素または構成の全てが要求されるわけではないことを理解されたい。無線電話10は、有線または無線接続、例えば、BLUETOOTH(登録商標)接続(BLUETOOTH(登録商標)は、Bluetooth SIG, Inc.の商標名である)によってイヤーズEB1、EB2に接続される。イヤーズEB1、EB2はそれぞれ、無線電話10から受信された遠隔発話、着信音、記憶されたオーディオプログラム材料、および近接発話(すなわち、無線電話10のユーザの発話)の投入を含む、ソースオーディオを再現する、スピーカSPKR1、SPKR2等の対応する変換器を有する。ソースオーディオはまた、無線電話10が、無線電話10によって受信されたウェブページまたは他のネットワーク通信からのソースオーディオおよび低バッテリー残量および他のシステム事象通知等のオーディオインジケーション等を再現するために要求される、任意の他のオーディオも含む。基準マイクロホンR1、R2は、周囲音響環境を測定す

40

50

るために、個別のイヤーズ E B 1、E B 2 の筐体の表面上に提供される。イヤーズ E B 1、E B 2 が耳 5 A、5 B の外側部分内に挿入されるときに対応する耳 5 A、5 B に近接する個別のスピーカ S P K R 1、S P K R 2 によって再現されたオーディオと組み合わせられる周囲オーディオの測定値を提供することによって A N C 動作をさらに改良するために、別の対のマイクロホンであるエラーマイクロホン E 1、E 2 が提供される。図 1 A の無線電話 1 0 におけるように、無線電話 1 0 は、反雑音信号をスピーカ S P K R 1、S P K R 2 の中に投入し、遠隔発話およびスピーカ S P K R 1、S P K R 2 によって再現された他のオーディオの明瞭度を改良する、適応雑音消去 (A N C) 回路および特徴を含む。描写される実施例では、無線電話 1 0 内の A N C 回路は、基準マイクロホン R 1、R 2 およびエラーマイクロホン E 1、E 2 からの信号を受信する。代替として、本明細書に開示される A N C 回路の全部または一部は、イヤーズ E B 1、E B 2 内に組み込まれてもよい。例えば、イヤーズ E B 1、E B 2 はそれぞれ、別個の A N C 回路を含む、独立型音響雑音消去装置を構成してもよい。近接発話マイクロホン N S が、イヤーズ E B 1、E B 2 のうちの 1 つの筐体の外側表面上、イヤーズ E B 1、E B 2 のうちの 1 つに添着されるブーム上、または示されるように無線電話 1 0 とイヤーズ E B 1、E B 2 の一方または両方との間に位置するコンボボックスペンダント 7 上に提供されてもよい。

【0024】

図 1 A を参照して前述されたように、本明細書に図示される A N C 技法は、エラーマイクロホン E 1、E 2 および / または基準マイクロホン R 1、R 2 に衝突する周囲音響事象を測定する (スピーカ S P K R 1、S P K R 2 の出力および / または近接発話とは対照的である)。図 1 B に描写される実施形態では、イヤーズ E B 1、E B 2 内、または代替として、無線電話 1 0 またはコンボボックスペンダント 7 内の集積回路の A N C 処理回路は、個々に、対応する基準マイクロホン R 1、R 2 の出力から発生される反雑音信号に適応し、対応するエラーマイクロホン E 1、E 2 における周囲音響事象の振幅を最小限にする特性を有する。音響経路 $P_1(z)$ は、基準マイクロホン R 1 からエラーマイクロホン E 1 まで延在するため、オーディオ集積回路 2 0 A 内の A N C 回路は、本質的に、オーディオ集積回路 2 0 A のオーディオ出力回路の応答と、スピーカ S P K R 1 の音響 / 電気伝達関数とを表す、電気音響経路 $S_1(z)$ の除去効果と組み合わせ、音響経路 $P_1(z)$ を推定する。推定される応答は、耳 5 A の近接度および構造およびイヤーズ E B 1 に近接し得る他の物理的物体およびヒト頭部構造によって影響される、特定の音響環境内のスピーカ S P K R 1 とエラーマイクロホン E 1 との間の結合を含む。同様に、オーディオ集積回路 2 0 B は、オーディオ集積回路 2 0 B のオーディオ出力回路の応答と、スピーカ S P K R 2 の音響 / 電気伝達関数とを表す、電気音響経路 $S_2(z)$ の除去効果と組み合わせられる、音響経路 $P_2(z)$ を推定する。本開示で使用されるように、用語「ヘッドホン」および「スピーカ」は、ユーザの外耳道に近接して定位置に機械的に保持されることが意図される、任意の音響変換器を指し、限定ではないが、イヤホン、イヤーズ、および他の類似デバイスを含む。より具体的実施例として、「イヤーズ」または「ヘッドホン」は、耳甲介腔挿入型イヤホン、耳甲介腔搭載型イヤホン、および耳搭載型イヤホンを指し得る。さらに、本明細書に開示される技法は、他の形態の音響雑音消去にも適用可能であって、用語「変換器」は、ヘッドホンまたはスピーカタイプ変換器だけではなく、また、圧電変換器、モータ等の磁気振動器、および同等物等の他の振動発生器も含む。用語「センサ」は、マイクロホンを含むが、また、圧電フィルムおよび同等物等の振動センサも含む。

【0025】

図 2 は、個別の基準マイクロホン R 1、R 2 に結合されるような、対応するイヤーズ E B 1、E B 2 内に位置するオーディオ集積回路 2 0 A、2 0 B 内の A N C 処理回路によってフィルタ処理された周囲オーディオ音の測定値を提供する A N C 処理を含む、オーディオ集積回路 2 0 A、2 0 B の簡略化された概略図を示す。単純フィードバック実装では、基準マイクロホン R は、省略され、反雑音信号が、エラーマイクロホン E 1、E 2 から全体的に発生されてもよい。オーディオ集積回路 2 0 A、2 0 B は、代替として、無線電

10

20

30

40

50

話 10 内の集積回路 20 等の単一集積回路内に組み合わせられてもよい。さらに、図 2 に示される接続は、図 1 B に描写される無線電話システムに適用されるが、図 2 に開示される回路は、単一基準マイクロホン入力が基準マイクロホン R およびエラーマイクロホン E 毎に提供され、単一出力がスピーカ S P K R のために提供されるようにオーディオ集積回路 20 B を省略することによって、図 1 A の無線電話 10 にも適用可能である。オーディオ集積回路 20 A、20 B は、スピーカ S P K R 1、S P K R 2 の対応するものに提供される、その対応するチャンネルのための出力を発生させる。オーディオ集積回路 20 A、20 B は、基準マイクロホン R 1、R 2、近接発話マイクロホン N S、およびエラーマイクロホン E 1、E 2 からの信号（特定の構成に応じて有線または無線）を受信する。オーディオ集積回路 20 A、20 B はまた、図 1 A に示される無線電話送受信機を含有する R F 集積回路 12 等の他の集積回路とインターフェースをとる。他の構成では、本明細書に開示される回路および技法は、MP3 プレーヤオンチップ集積回路等のパーソナルオーディオデバイスの全体を実装するための制御回路および他の機能性を含有する、単一集積回路内に組み込まれてもよい。代替として、複数の集積回路が、例えば、無線接続が、イヤーズ E B 1、E B 2 のそれぞれから無線電話 10 に提供されるとき、および / または A N C 処理の一部または全部が、イヤーズ E B 1、E B 2 または無線電話 10 をイヤーズ E B 1、E B 2 に接続するケーブルに沿って配置されるモジュール内で行われるとき、使用されてもよい。

10

【0026】

オーディオ集積回路 20 A は、基準マイクロホン信号を基準マイクロホン R 1（または図 1 A における基準マイクロホン R）から受信し、基準マイクロホン信号のデジタル表現 $r e f$ を発生させるためのアナログ / デジタルコンバータ (A D C) 21 A を含む。オーディオ集積回路 20 A はまた、エラーマイクロホン信号をエラーマイクロホン E 1（または図 1 A におけるエラーマイクロホン E）から受信し、エラーマイクロホン信号のデジタル表現 $e r r$ を発生させるための A D C 21 B と、近接発話マイクロホン信号を近接発話マイクロホン N S から受信し、近接発話マイクロホン信号のデジタル表現 $n s$ を発生させるための A D C 21 C とを含む。（図 1 B のデュアルイヤーズシステムでは、オーディオ集積回路 20 B は、前述のように、無線または有線接続を介して、近接発話マイクロホン信号のデジタル表現 $n s$ をオーディオ集積回路 20 A から受信する。）オーディオ集積回路 20 A は、コンパイナ 26 の出力を受信するデジタル / アナログコンバータ (D A C) 23 の出力を増幅させる増幅器 A 1 から、スピーカ S P K R 1 を駆動するための出力を発生させる。コンパイナ 26 は、慣例上、エラーマイクロホン信号 $e r r$ および基準マイクロホン信号 $r e f$ 内の雑音と同一極性を有し、したがって、コンパイナ 26 によって減算される、内部オーディオソース 24 からのオーディオ信号 $i a$ と、A N C 回路 30 によって発生される反雑音信号 $a n t i - n o i s e$ とを組み合わせる。コンパイナ 26 はまた、無線電話 10 のユーザに、無線周波数 (R F) 集積回路 22 から受信されたダウンリンク発話 $d s$ と適切な関係において、その自身の音声聞こえるように、近接発話信号 $n s$ の減衰された部分、すなわち、側音情報 $s t$ を組み合わせる。近接発話信号 $n s$ はまた、R F 集積回路 22 にも提供され、アップリンク発話としてアンテナ A N T を介してサービスプロバイダに伝送される。

20

30

40

【0027】

ここで図 3 A を参照すると、図 1 A に示される無線電話の実施例および図 1 B に示される無線電話システムの各チャンネルに適用される、簡略化されたフィードバック A N C 回路が、示される。周囲音 $A m b i e n t$ は、一次経路 $P (z)$ に沿ってエラーマイクロホン E まで進行し、フィードバックフィルタ 38 によってフィルタ処理され、増幅器 A 1 を通してスピーカ S P K R に提供される反雑音を発生させる。二次経路 $S (z)$ は、スピーカ S P K R からエラーマイクロホン E を通してフィードバックフィルタ 38 の入力までの音響経路と組み合わせられる、フィードバックフィルタ 38 の出力からスピーカ S P K R までの電気経路を含む。二次経路 $S (z)$ およびフィードバックフィルタ 38 は、フィードバック利得 $G_{F B}(Z) = 1 / (1 + H(z) S(z)) = Q(z) / (A m b i e n t$

50

* $P(z)$ を有するフィードバックループを構成し、式中、 $Q(z)$ は、エラーマイクロホン信号である。 $Q(z)$ は、必要とされる場合、反雑音信号ではない任意の再生オーディオを除去するために補正される。したがって、音響雑音除去の有効性を判定する、フィードバック利得 $G_{FB}(z)$ は、二次経路 $S(z)$ の応答と、フィードバックフィルタ 38 の伝達関数 $H(z)$ とに依存する。 $G_{FB}(z)$ は、二次経路 $S(z)$ の応答に伴って変動するため、ANC フィードバックコントローラは、概して、二次経路 $S(z)$ の応答の極値を表す複数のモデルを使用して設計されなければならない。 $H(z)$ は、適切な位相マージン（すなわち、 $G(z)$ が 1 になる上限周波数における周囲音とスピーカ SPKR によって再現された反雑音との間の位相）と、利得マージン（すなわち、周囲音と反雑音との間の位相がゼロに到達し、正のフィードバックを生じさせる、1 つまたはそれを上回る周波数における周囲音およびスピーカ SPKR によって再現された反雑音の 1 に対する減衰）とを維持するために保守的に設計されなければならない。適切な位相マージン / 利得マージンは、位相マージン / 利得マージンが、直接、高振幅雑音または ANC システムが除去することができない雑音等の擾乱からの ANC システムの回復の決定因であるため、フィードバックを採用する ANC システム内のフィードバックループの安定性のために必要である。一方、利得および位相マージンを増加させることは、典型的には、フィードバックループの周波数応答の上限を低下させ、周囲雑音を除去するための ANC システムの能力を低減させることを要求する。二次経路 $S(z)$ の応答における広変動は、フィードバック除去の性能がより高い周波数に限定されるように、フィードバックコントローラの任意のオフライン設計を制約することになる。二次経路 $S(z)$ の応答における広変動は、ユーザの外耳道内またはそれに近接して使用される、前述の無線電話、イヤーズ、および他のデバイスに典型的である。

10

20

30

40

50

【0028】

ここで図 3 B を参照すると、代替として、図 1 A に示される無線電話および図 1 B に示される無線電話システムの各チャネルに適用される、簡略化されたフィードフォワード / フィードバック ANC 回路が、示される。フィードフォワード / フィードバック ANC の動作は、図 3 A に示される単純フィードバックアプローチに類似するが、増幅器 A1 に提供される反雑音信号は、前述のフィードバックフィルタ 38 と、基準マイクロホン R の出力から反雑音信号の一部を発生させる、フィードフォワードフィルタ 32 との両方によって発生される。コンパナ 36 は、フィードフォワード反雑音とフィードバック反雑音を組み合わせる。フィードバックフィルタ 38 のフィードバック利得は、依然として、 $G_{FB}(z) = 1 / (1 + H(z)S(z)) = Q(z) / (\text{Ambient} * P(z))$ である。

【0029】

ここで図 4 A - 4 D を参照すると、本開示の種々の実施形態による、図 2 のオーディオ集積回路 20 A、20 B 内に含まれ得る、種々の例示的 ANC 回路 20 の詳細が、示される。実施例のそれぞれでは、前述のフィードバックフィルタ 38 は、一對のフィルタとして実装される。第 1 のフィルタ 40 は、補償されたフィードバックループの安定性を維持することに関連し、それを支援し、ANC システムの ANC 利得に寄与する、固定された所定応答を有する。他のフィルタは、二次経路 $S(z)$ の応答の少なくとも一部の変動を補償する、可変応答フィルタ 42、42 A である。結果として、フィードバック ANC 利得 $G_{FB}(z)$ は、二次経路 $S(z)$ の応答における変動から独立される。フィードバック利得に関して上記で与えられた方程式では、 $G_{FB}(z) = 1 / (1 + H(z)S(z))$ は、 $1 / (1 + B(z)C(z)S(z))$ に等しい。したがって、 $C(z)$ が二次経路 $S(z)$ の応答の逆数 $S^{-1}(z)$ に設定されるとき、 $S^{-1}(z)S(z) = z^{-D}$ を前提として、 $G_{FB}(z) = 1 / (1 + B(z)S^{-1}(z)S(z)) = 1 / (1 + B(z)z^{-D})$ であって、式中、 z^{-D} は、二次経路 $S(z)$ の応答の逆数 $S^{-1}(z)$ をモデル化するためのフィルタ 42 A のための因果関係設計を提供することを含むための遅延である。したがって、 $C(z) = S^{-1}(z)$ であるとき、図 4 A - 4 D の回路内のフィルタ 42、42 A の可変伝達関数は、二次経路 $S(z)$ の応答における変動を補

償する。フィードバック利得 $G_{FB}(z)$ は、したがって、均一フィードバック利得 $G_{FB, uniform}(z)$ となり、もはや可変二次経路 $S(z)$ の応答に依存しない。そして、均一フィードバック利得 $G_{FB, uniform}(z)$ は、固定伝達関数 $B(z)$ のみに関連または依存し、設定遅延 z^{-D} および固定伝達関数 $B(z)$ は、ANC フィードバック制御応答を判定する際の唯一の制御変数となる。図 4A - 4D に示されるカスケードフィルタ構成のそれぞれでは、カスケード内のフィルタ 40 およびフィルタ 42、42A の順序は、相互に変更されてもよい。

【0030】

図 4A は、エラーマイクロホン信号 err をエラーマイクロホン E から受信し、エラーマイクロホン信号を応答 $C(z)$ を有するフィルタ 42 でフィルタ処理し、フィルタ 42 の出力を所定の固定応答 $B(z)$ を有する別のフィルタ 40 でフィルタ処理する、ANC フィードバックフィルタ 38A を示す。応答 $C(z)$ は、ANC システムを二次経路 $S(z)$ の応答における変動に対して安定化させることを支援する、任意のフィルタ応答を表し、システム応答の他の部分に応じて、二次経路 $S(z)$ の応答の逆数 $S^{-1}(z)$ と正に等しくてもよい、またはそうではなくてもよい。図 4B は、第 1 のフィルタ 42A が、二次経路 $S(z)$ の応答の逆数 $S^{-1}(z)$ の推定値であって、二次経路推定器 $SE(z)$ 制御回路からの制御信号に従って制御される、応答 $SE^{-1}(z)$ を有する、別の ANC フィードバックフィルタ 38B を図示する。図 4C は、第 1 のフィルタ 42B が、オフライン較正を介して、応答 $S^{-1}(z)$ を推定し、逆数応答 $SE^{-1}(z)$ を発生させる、適応フィルタである、さらに別の ANC フィードバックフィルタ 38C を図示する。スイッチ $S1$ が開放されると（したがって、ANC 動作がミュートされると）、遅延 47 によって適用される遅延 z^{-D} を伴う再生信号 PB （出力変換器によっても再現される）は、第 1 のフィルタ 42B の出力がコンパイナ 46 によって再生信号 PB から減算された後、最小二乗平均（LMS）係数コントローラ 44 によってエラーマイクロホン信号 err と相関される。結果として生じる適応フィルタは、直接、再生信号 PB に及ぼす二次経路 $S(z)$ の応答の影響を測定することによって、二次経路 $S(z)$ の応答の推定値を得る。ANC 回路 38C がオンラインで動作されるとき、スイッチ $S1$ は、閉鎖され、LMS 係数コントローラ 44 の出力は、一定に保持され、適応フィルタ 42A の応答を反転させ、応答 $SE^{-1}(z)$ をもたらすように変換される。適応フィルタ 42A は、オンラインのとき、固定非適応フィルタとして動作する。

【0031】

図 4D を参照すると、前述の制御スキームのフィードフォワード/フィードバック実装が、示される。適応フィードフォワードフィルタ 32 は、基準マイクロホン信号 ref を受信し、理想的状況下では、その伝達関数 $W(z)$ を $P(z)/S(z)$ の一部に適應させ、フィードフォワード反雑音信号 $FF_{anti-noise}$ と ANC フィードバックフィルタ 38D によって発生されるフィードバック反雑音信号 $FB_{anti-noise}$ とを組み合わせた出力コンパイナ 36 に提供される、フィードフォワード反雑音信号 $FF_{anti-noise}$ を発生させる。前述のように、ANC フィードバックフィルタ 38D は、固定された所定の応答 $B(z)$ と、可変応答フィルタ 42A とを有し、フィルタ 42A の応答を生じさせ、逆数応答 $SE^{-1}(z)$ をモデル化させる、制御入力を受信する、第 1 のフィルタ 40 を含む。フィードフォワード適応フィルタ 32 の係数は、2 つの信号の相関を使用して、適応フィルタ 32 の応答を判定する、 W 係数制御ブロック 31 によって制御され、これは、概して、最小二乗平均の意味において、エラーマイクロホン信号 err 中に存在する基準マイクロホン信号 ref のそれらの成分間のエラーを最小限にする。 W 係数制御ブロック 31 によって処理される信号は、制御可能フィルタ 34B によって提供される経路 $S(z)$ の応答の推定値のコピーによって成形されるような基準マイクロホン信号 ref と、エラーマイクロホン信号 err を含む別の信号とである。二次経路 $S(z)$ の応答の推定値 $SE(z)$ のコピーである、応答 $SE_{copy}(z)$ を用いて、基準マイクロホン信号 ref を変換し、ソースオーディオの再生、すなわち、補正されたエラー信号 $PBCE$ の再生に起因するエラーマイクロホン信号 err の成分を除去し

た後のエラーマイクロホン信号 e_{rr} を最小限にすることによって、適応フィルタ 32 は、 $P(z)/S(z)$ の応答の所望の部分に適応する。二次経路 $S(z)$ の応答の推定値 $SE(z)$ を発生させるために、ANC 回路 30 は、適応フィルタ 34 A および制御可能フィルタ 34 B の応答を応答 $SE(z)$ に設定する制御信号を提供する SE 係数制御ブロック 33 を有する、制御可能フィルタ 34 B を含む。 SE 係数制御ブロック 33 はまた、応答 $SE(z)$ を判定する係数から可変応答フィルタ 42 A の応答を逆数応答 $SE^{-1}(z)$ に設定する係数を計算する制御信号を係数反転ブロック 37 を提供する。

【0032】

エラーマイクロホン信号 e_{rr} に加え、 W 係数制御ブロック 31 によって制御可能フィルタ 34 B の出力とともに処理される他の信号は、フィルタ応答 $SE(z)$ によって処理されたダウンリンクオーディオ信号 d_s および内部オーディオ i_a を含む、ソースオーディオの反転量を含み、その応答 $SE_{COPY}(z)$ は、コピーである。ソースオーディオの反転量を投入することによって、適応フィルタ 32 は、ダウンリンクオーディオ信号 d_s および内部オーディオ i_a の反転コピーを経路 $S(z)$ の応答の推定値を用いて変換することによる、エラーマイクロホン信号 e_{rr} 中に存在する比較的に大量のソースオーディオに適応することが防止される。処理前に、エラーマイクロホン信号 e_{rr} から除去されるソースオーディオは、 $S(z)$ の電気経路および音響経路が、エラーマイクロホン E に到達するためにダウンリンクオーディオ信号 d_s および内部オーディオ i_a によって辿られる経路であるため、ダウンリンクオーディオ信号 d_s およびエラーマイクロホン信号 e_{rr} に再現される内部オーディオ i_a の予期されるバージョンに合致すべきである。フィルタ 34 B は、それ自体は、適応フィルタではないが、制御可能フィルタ 34 B の応答が適応フィルタ 34 A の適応を追跡するように、適応フィルタ 34 A の応答に合致するように調整される調節可能応答を有する。

【0033】

適応フィルタ 34 A および SE 係数制御ブロック 33 は、コンバイナ 36 によって、エラーマイクロホン E に送達される予期されるソースオーディオを表すために適応フィルタ 34 A によってフィルタ処理された前述のフィルタ処理されたダウンリンクオーディオ信号 d_s および内部オーディオ i_a の除去後、ソースオーディオ ($d_s + i_a$) およびエラーマイクロホン信号 e_{rr} を処理する。コンバイナ 36 の出力はさらに、応答 $1 + B(z)z^{-D}$ を有する整合フィルタ 35 によってフィルタ処理され、エラーマイクロホン E に送達されるソースオーディオに及ぼすフィードバック信号経路の影響を除去する。整合フィルタ 35 は、2015年8月21日に出願され、「HYBRID ADAPTIVE NOISE CANCELLATION SYSTEM WITH FILTERED ERROR MICROPHONE SIGNAL」と題された米国特許出願第 14/832,585 号 (本開示は、参照することによって本明細書に組み込まれる) にさらに詳細に説明される。前述の組み込まれた特許出願では、整合フィルタは、可変応答 $1 + SE(z)H(z)$ を有し、エラー信号に及ぼす二次経路を含む ANC システムのフィードバック部分の影響を除去するために使用されるが、本開示では、 $H(z) = B(z)SE^{-1}(z)$ であるため、整合フィルタ 35 は、応答 $1 + SE(z)H(z) = 1 + SE(z)SE^{-1}(z)B(z) = 1 + B(z)z^{-D}$ を有する。適応フィルタ 34 A は、それによって、エラーマイクロホン信号 e_{rr} から減算されると、ソースオーディオ ($d_s + i_a$) に起因しないエラーマイクロホン信号 e_{rr} の成分を含有する信号をダウンリンクオーディオ信号 d_s および内部オーディオ i_a から発生させるように適合される。

【0034】

ここで図 5 A - 5 F を参照すると、前述の ANC システムの一部の振幅および位相応答のグラフが、示される。図 5 A は、種々のユーザに関する二次経路 $S(z)$ の振幅応答 (上) および位相応答 (下) を示す。グラフから分かるように、二次経路 $S(z)$ の応答の振幅における変動は、着目周波数領域 (典型的には、200 Hz ~ 3 KHz) 内で 10 dB またはそれを上回って変動する。図 5 B は、フィルタ 40 応答 $B(z)$ の、可能性として考えられる設計振幅応答 (上) および位相応答 (下) を示す一方、図 5 C は、前述の開

10

20

30

40

50

示に従ってシミュレートされたANCシステムに関する $SE(z)SE^{-1}(z)$ の応答を示す。図5Dは、 $SE(z)SE^{-1}(z)$ の畳み込みを示し、結果として生じる応答が、短遅延、例えば、フィルタ42、42Aの3タップであることを図示する。図5Eは、シミュレートされたシステム内の適応コントローラの応答 $B(z)C(z)$ を示し、図5Fは、シミュレートされたシステムの閉ループ応答を示し、全ユーザに関する利得変動が図示される周波数範囲全体を横断して約2dBまで低減されたことを示す。

【0035】

ここで図6を参照すると、固定フィルタ40を実装するために使用され得る、フィルタ回路40Aが、示される。入力信号は、対応する乗算器55A、55B、および55Cによって係数 a_1 、 a_2 、および a_3 で加重され、デジタル積分器50Aおよび50Bを備えるフィルタ段のフィードフォワードタップにおける個別のコンバイナ56A、56B、56Cに提供される。フィードバックタップは、遅延53および乗算器55Dによって提供され、図5Aに図示される二次低域通過応答を提供する。結果として生じるトポロジは、デルタ-シグマタイプフィルタである。ANCシステムの要件に応じて、固定フィルタ40の応答は、低域通過応答または帯域通過応答であってもよい。

10

【0036】

ここで図7を参照すると、固定フィルタ40を実装するために使用され得る、代替フィルタ回路40Bが、示される。入力信号は、乗算器65Cによって係数 a_0 で加重され、コンバイナ66Bによって出力信号に追加され、フィードフォワードタップを提供し、第1の遅延62Aの出力は、別の乗算器65Dによって a_0 で加重され、また、コンバイナ66Bによって出力信号と組み合わせられる。第2の遅延62Bが、第3の入力をコンバイナ66Bに提供する。入力信号は、第1の遅延62Aの出力から提供され、乗算器65Aによって係数 b_1 で加重され、第2の遅延62Bの出力から提供され、乗算器65Bによって係数 b_2 で加重されたフィードバック信号と組み合わせられる。結果として生じるフィルタは、前述のように低域通過または帯域通過フィルタを実装するために使用され得る、双2次型である。

20

【0037】

ここで図8を参照すると、ANCシステムのブロック図が、前述のようにANC技法を実装するために示され、図2のオーディオ集積回路20A、20B内に実装され得るような処理回路140を有し、これは、1つの回路内に組み合わせられるように図示されるが、相互通信する2つまたはそれを上回る処理回路としても実装され得る。処理回路140は、その中に前述のANC技法および他の信号処理の一部または全部を実装し得るコンピュータプログラム製品を備えるプログラム命令が記憶される、メモリ104に結合されるプロセッサコア102を含む。随意に、専用デジタル信号処理(DSP)論理106は、処理回路140によって提供されるANC信号処理の一部、または代替として、全部を実装するために提供されてもよい。処理回路140はまた、それぞれ、基準マイクロホンR1(またはエラーマイクロホンR)、エラーマイクロホンE1(またはエラーマイクロホンE)、近接発話マイクロホンNS、基準マイクロホンR2、およびエラーマイクロホンE2からの入力を受信するためのADC21A-21Eを含む。基準マイクロホンR1、エラーマイクロホンE1、近接発話マイクロホンNS、基準マイクロホンR2、およびエラーマイクロホンE2のうちの1つまたはそれを上回るものが、デジタル出力を有する、または遠隔ADCからのデジタル信号として通信される、代替実施形態では、ADC21A-21Eの対応するものは、省略され、デジタルマイクロホン信号は、直接、処理回路140とインターフェースがとられる。DAC23Aおよび増幅器A1はまた、前述のように反雑音を含むスピーカ出力信号をスピーカSPKR1に提供するために処理回路140によって提供される。同様に、DAC23Bおよび増幅器A2は、別のスピーカ出力信号をスピーカSPKR2に提供する。スピーカ出力信号は、デジタル出力信号を音響的に再現するモジュールへの提供のためのデジタル出力信号であってもよい。

30

40

【0038】

本発明は、特に、その好ましい実施形態を参照して示され、説明されたが、形態および

50

詳細における前述および他の変更が、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、本明細書において成され得ることが、当業者によって理解されるであろう。

【図1A】

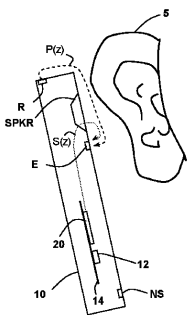


Fig. 1A

【図1B】

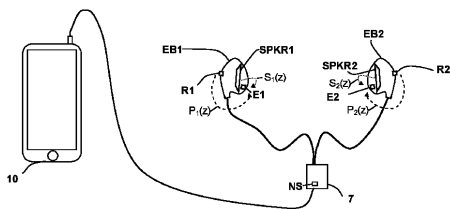


Fig. 1B

【図2】

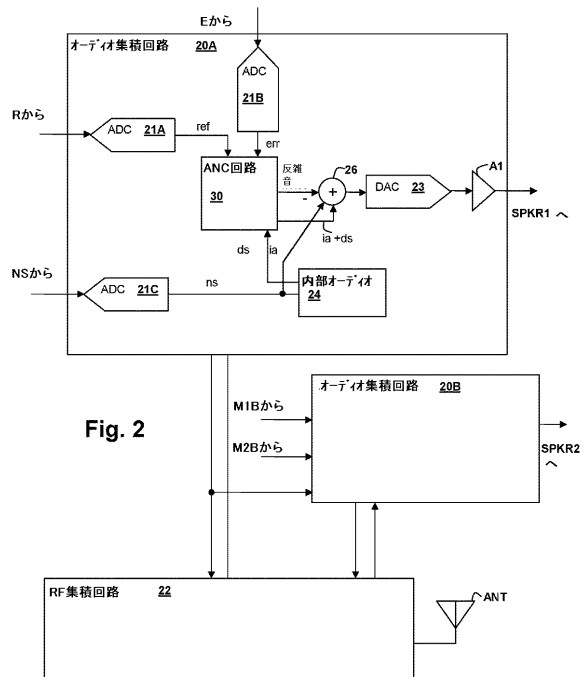


Fig. 2

【図3A】

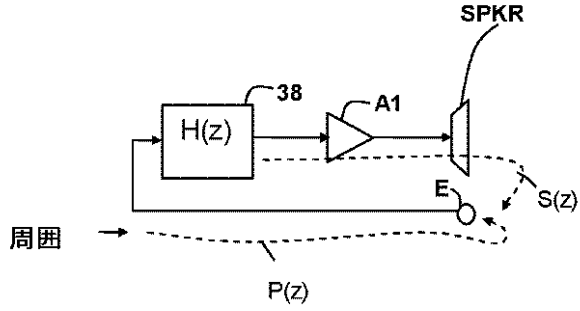


Fig. 3A

【図3B】

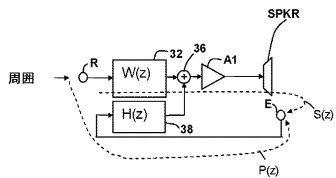


Fig. 3B

【図4D】

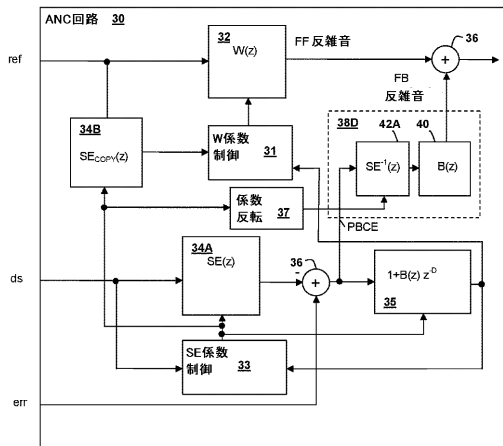


Fig. 4D

【図4A】

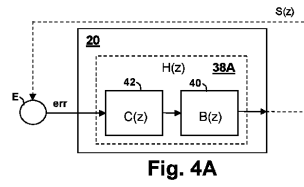


Fig. 4A

【図4B】

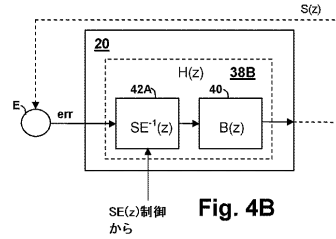


Fig. 4B

【図4C】

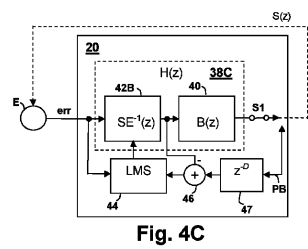


Fig. 4C

【図5A】

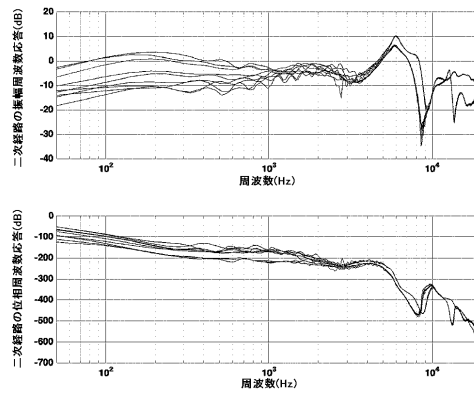


Fig. 5A

【 図 5 B 】

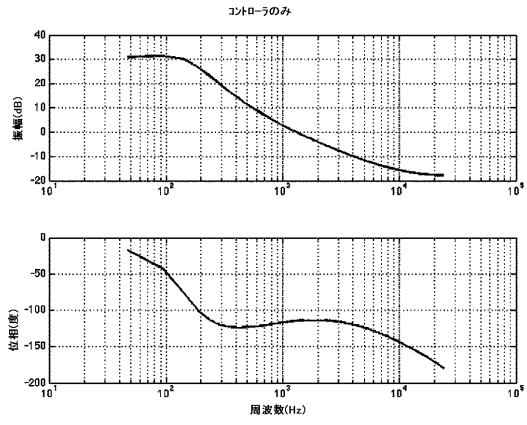


Fig. 5B

【 図 5 C 】

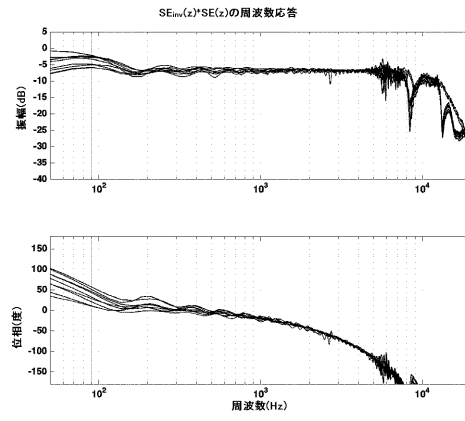


Fig. 5C

【 図 5 D 】

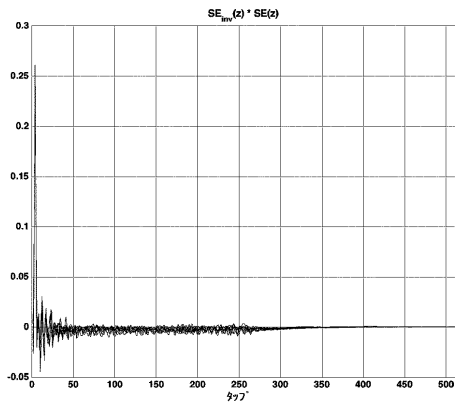


Fig. 5D

【 図 5 E 】

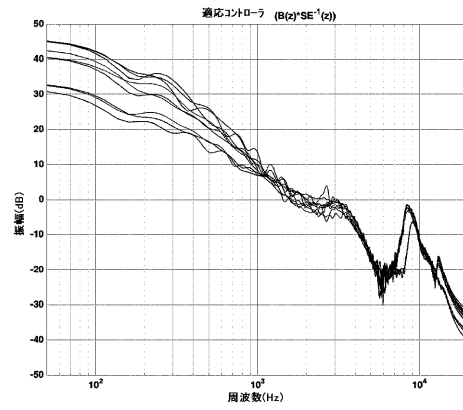
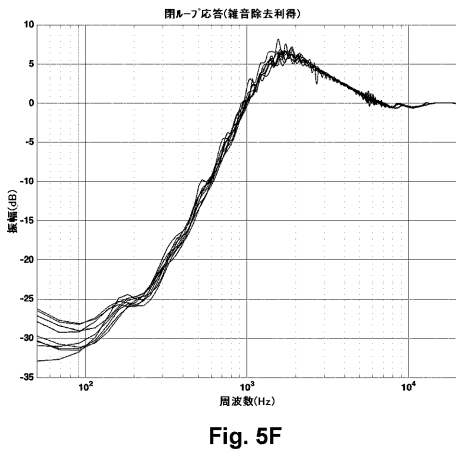
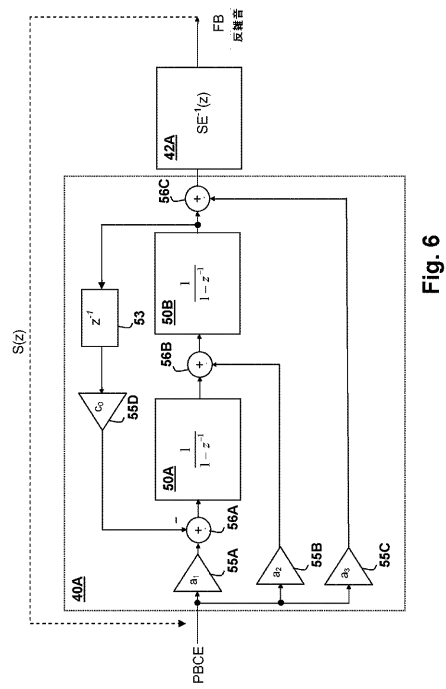


Fig. 5E

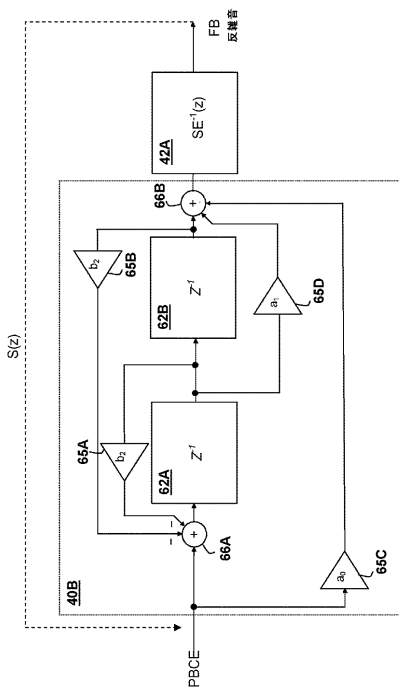
【 図 5 F 】



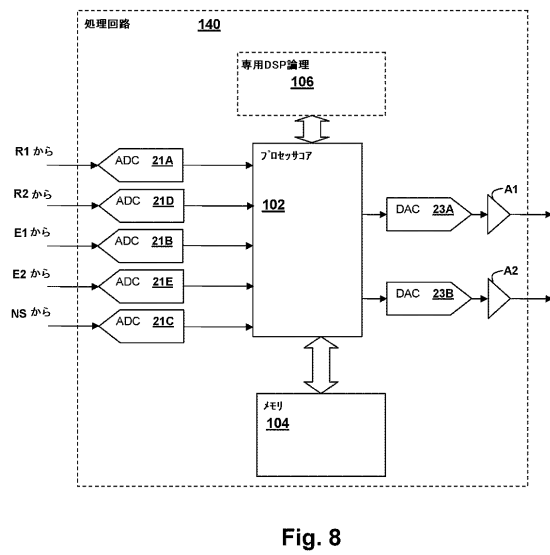
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【手続補正書】

【提出日】平成30年4月17日(2018.4.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

適応雑音消去(ANC)コントローラであって、

所定の固定伝達関数($B(z)$)を有する固定フィルタであって、前記所定の固定伝達関数は、補償されたフィードバックループの安定性に関連しており、かつそれを維持し、前記固定フィルタは、ANCシステムのANC利得に寄与する、固定フィルタと、

前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタであって、前記可変応答フィルタの応答は、前記ANC利得が二次経路の伝達関数における変動から独立するように、少なくとも前記ANCシステムの変換器から前記ANCシステムのセンサまでの経路を含む前記二次経路の伝達関数の変動を補償し、前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、可変応答フィルタと

を備える、ANCコントローラ。

【請求項2】

前記固定フィルタは、前記ANC利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、請求項1に記載のANCコントローラ。

【請求項3】

前記可変応答フィルタの応答は、前記ANCシステムの適応フィルタの制御出力と一致するように制御される、請求項1に記載のANCコントローラ。

【請求項4】

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、それによって、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存する、請求項3に記載のANCコントローラ。

【請求項5】

前記適応フィルタは、前記ANCシステムの変換器によって再現された信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する、前記ANCシステムのフィードフォワード部分の適応フィルタである、請求項3に記載のANCコントローラ。

【請求項6】

前記センサは、マイクロホンであり、前記変換器は、スピーカである、請求項1に記載のANCコントローラ。

【請求項7】

音響雑音消去を含むオーディオデバイスの少なくとも一部を実装する集積回路(IC)であって、前記集積回路は、

変換器の音響出力内の周囲オーディオ音の影響を抑制するための反雑音信号を含む出力信号を出力変換器に提供するための出力と、

少なくとも1つのマイクロホン信号を受信するための少なくとも1つのマイクロホン入力であって、前記少なくとも1つのマイクロホン入力は、前記周囲オーディオ音を示し、前記変換器の音響出力に起因する成分を含有する、少なくとも1つのマイクロホン入力と

、
前記反雑音信号を適応的に発生させ、聴取者に聞こえる前記周囲オーディオ音の存在を低減させる処理回路であって、前記処理回路は、前記少なくとも1つのマイクロホン信号からの反雑音信号の少なくとも一部を発生させる応答を有するフィードバックフィルタを実装し、前記フィードバックフィルタは、所定の固定伝達関数($B(z)$)を有する固定フィルタと、前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタとを備え、前記可変応答フ

フィルタの応答は、少なくとも前記変換器から前記少なくとも1つのマイクロホンまでの経路を含む二次経路の伝達関数の変動を補償し、前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、処理回路とを備える、集積回路。

【請求項 8】

前記固定フィルタは、前記フィードバックフィルタ、前記変換器、前記少なくとも1つのマイクロホン、および前記二次経路によって形成されるシステムのANC利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、請求項7に記載の集積回路。

【請求項 9】

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路をモデル化する前記処理回路によって実装される適応フィルタの制御出力と一致するように制御される、請求項7に記載の集積回路。

【請求項 10】

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、それによって、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存する、請求項9に記載の集積回路。

【請求項 11】

前記処理回路はさらに、前記反雑音信号の別の部分を発生させるフィードフォワード適応フィルタを実装し、さらに、前記ANCシステムの変換器によって再現されたソースオーディオ信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する二次経路適応フィルタを実装する、請求項9に記載の集積回路。

【請求項 12】

周囲雑音の影響を消去する方法であって、前記方法は、
反雑音信号を適応的に発生させ、前記周囲雑音の存在を低減させることと、
前記反雑音信号を変換器に提供することと、
ANCシステムのセンサを用いて周囲雑音を測定することと、
固定フィルタと、前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタとを用いて、前記センサの出力をフィルタ処理することであって、前記固定フィルタは、所定の固定伝達関数 ($B(z)$) を有し、前記所定の固定伝達関数は、補償されたフィードバックループの安定性に関連しており、かつそれを維持し、前記固定フィルタは、前記ANCシステムのANC利得に寄与し、前記可変応答フィルタの応答は、前記ANC利得が前記二次経路の伝達関数における変動から独立するように、少なくとも前記ANCシステムの変換器から前記センサまでの経路を含む二次経路の伝達関数の変動を補償し、前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、こととを含む、方法。

【請求項 13】

前記フィルタ処理することは、前記ANC利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

前記可変応答フィルタの応答を前記ANCシステムの適応フィルタの制御出力と一致するように制御することをさらに含む、請求項12に記載の方法。

【請求項 15】

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存して制御される、請求項14に記載の方法。

【請求項 16】

前記適応フィルタは、前記ANCシステムの変換器によって再現された信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する、前記ANCシステムのフィードフォワード部分の適応フィルタである、請求項14に記載の方法。

【請求項 17】

前記センサは、マイクロホンであり、前記変換器は、スピーカである、請求項 12 に記載の方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

以下の説明は、本開示による例示的实施形態を記載する。さらなる実施形態および実装は、当業者に明白となるであろう。当業者は、種々の均等物技法が、以下に議論される実施形態の代わりに、またはそれと併せて適用されてもよく、そのような均等物は全て、本開示によって包含されることを認識するであろう。

本発明は、例えば、以下を提供する。

(項目 1)

適応雑音消去 (ANC) コントローラであって、

所定の固定伝達関数 (B(z)) を有する固定フィルタであって、前記所定の固定伝達関数は、補償されたフィードバックループの安定性に関連しており、かつそれを維持し、前記固定フィルタは、ANC システムの ANC 利得に寄与する、固定フィルタと、

前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタであって、前記可変応答フィルタの応答は、前記 ANC 利得が二次経路の伝達関数における変動から独立するように、少なくとも前記 ANC システムの変換器から前記 ANC システムのセンサまでの経路を含む前記二次経路の伝達関数の変動を補償する、可変応答フィルタと

を備える、ANC コントローラ。

(項目 2)

前記固定フィルタは、前記 ANC 利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、項目 1 に記載の ANC コントローラ。

(項目 3)

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、項目 1 に記載の ANC コントローラ。

(項目 4)

前記可変応答フィルタの応答は、前記 ANC システムの適応フィルタの制御出力と一致するように制御される、項目 3 に記載の ANC コントローラ。

(項目 5)

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、それによって、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存する、項目 4 に記載の ANC コントローラ。

(項目 6)

前記適応フィルタは、前記 ANC システムの変換器によって再現された信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する、前記 ANC システムのフィードフォワード部分の適応フィルタである、項目 4 に記載の ANC コントローラ。

(項目 7)

前記センサは、マイクロホンであり、前記変換器は、スピーカである、項目 1 に記載の ANC コントローラ。

(項目 8)

音響雑音消去を含むオーディオデバイスの少なくとも一部を実装する集積回路 (IC) であって、前記集積回路は、

変換器の音響出力内の周囲オーディオ音の影響を抑制するための反雑音信号を含む出力信号を出力変換器に提供するための出力と、

少なくとも1つのマイクロホン信号を受信するための少なくとも1つのマイクロホン入力であって、前記少なくとも1つのマイクロホン入力は、前記周囲オーディオ音を示し、前記変換器の音響出力に起因する成分を含有する、少なくとも1つのマイクロホン入力と

前記反雑音信号を適応的に発生させ、聴取者に聞こえる前記周囲オーディオ音の存在を低減させる処理回路であって、前記処理回路は、前記少なくとも1つのマイクロホン信号からの反雑音信号の少なくとも一部を発生させる応答を有するフィードバックフィルタを実装し、前記フィードバックフィルタは、所定の固定伝達関数 ($B(z)$) を有する固定フィルタと、前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタとを備え、前記可変応答フィルタの応答は、少なくとも前記変換器から前記少なくとも1つのマイクロホンまでの経路を含む二次経路の伝達関数の変動を補償する、処理回路と

を備える、集積回路。

(項目9)

前記固定フィルタは、前記フィードバックフィルタ、前記変換器、前記少なくとも1つのマイクロホン、および前記二次経路によって形成されるシステムのANC利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、項目8に記載の集積回路

(項目10)

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、項目8に記載の集積回路。

(項目11)

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路をモデル化する前記処理回路によって実装される適応フィルタの制御出力と一致するように制御される、項目10に記載の集積回路。

(項目12)

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、それによって、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存する、項目11に記載の集積回路。

(項目13)

前記処理回路はさらに、前記反雑音信号の別の部分を発生させるフィードフォワード適応フィルタを実装し、さらに、前記ANCシステムの変換器によって再現されたソースオーディオ信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する二次経路適応フィルタを実装する、項目11に記載の集積回路。

(項目14)

周囲雑音の影響を消去する方法であって、前記方法は、
反雑音信号を適応的に発生させ、前記周囲雑音の存在を低減させることと、
前記結合の結果を変換器に提供することと、
少なくとも1つのセンサを用いて周囲雑音を測定することと、

固定フィルタと、前記固定フィルタに結合される可変応答フィルタとを用いて、前記少なくとも1つのセンサの出力をフィルタ処理することであって、前記固定フィルタは、所定の固定伝達関数 ($B(z)$) を有し、前記所定の固定伝達関数は、補償されたフィードバックループの安定性に関連しており、かつそれを維持し、前記固定フィルタは、ANCシステムのANC利得に寄与し、前記可変応答フィルタの応答は、前記ANC利得が前記二次経路の伝達関数における変動から独立するように、少なくとも前記ANCシステムの変換器から前記ANCシステムのセンサまでの経路を含む二次経路の伝達関数の変動を補償する、ことと

を含む、方法。

(項目15)

前記フィルタ処理することは、前記ANC利得を前記所定の固定伝達関数に依存する均一フィードバック利得にさせる、項目14に記載の方法。

(項目 1 6)

前記可変応答フィルタの応答は、前記二次経路の伝達関数の逆数である、項目 1 4 に記載の方法。

(項目 1 7)

前記可変応答フィルタの応答を前記 A N C システムの適応フィルタの制御出力と一致するように制御することをさらに含む、項目 1 6 に記載の方法。

(項目 1 8)

前記可変応答フィルタは、前記適応フィルタであり、前記可変応答フィルタの応答は、前記可変応答フィルタの応答が適用される前記可変応答フィルタへの入力として提供される信号の周波数成分に依存して制御される、項目 1 7 に記載の方法。

(項目 1 9)

前記適応フィルタは、前記 A N C システムの変換器によって再現された信号の成分に及ぼす前記二次経路の影響を消去するように適応する、前記 A N C システムのフィードフォワード部分の適応フィルタである、項目 1 7 に記載の方法。

(項目 2 0)

前記センサは、マイクロホンであり、前記変換器は、スピーカである、項目 1 4 に記載の方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/1B2016/001234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G10K11/178 G10L21/028 ADD.		
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) G10K G10L H04R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/081193 A1 (WOLFSON MICROELECTRONICS PLC [GB]; AL-NAIMI KHALDOON [GB]; MAGRATH ANT) 2 July 2009 (2009-07-02)	1,2,7-9, 14,15,20
Y	page 3, line 9 - page 10, line 11 figures 1-3	3-6, 10-13, 16-19
Y	----- US 2010/034398 A1 (ODENT JEAN-CLAUDE [FR] ET AL) 11 February 2010 (2010-02-11) paragraph [0069] figure 3	3-5, 10-12, 16-18
Y	----- US 2014/307887 A1 (ALDERSON JEFFREY D [US]) 16 October 2014 (2014-10-16) claim 2 ----- -/--	6,13,19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 21 October 2016	Date of mailing of the international search report 04/11/2016	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Breccia, Luca	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2016/001234

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/150369 A1 (BERKHOFF ARTHUR PERRY [NL] ET AL) 17 June 2010 (2010-06-17) paragraphs [0022], [0023] -----	2, 9, 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2016/001234

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009081193	A1	02-07-2009	NONE
US 2010034398	A1	11-02-2010	AT 495521 T 15-01-2011 EP 2122607 A2 25-11-2009 ES 2359783 T3 26-05-2011 FR 2913521 A1 12-09-2008 US 2010034398 A1 11-02-2010 WO 2008125774 A2 23-10-2008
US 2014307887	A1	16-10-2014	CN 105378827 A 02-03-2016 CN 105378828 A 02-03-2016 EP 2987160 A1 24-02-2016 EP 2987161 A1 24-02-2016 JP 2016517044 A 09-06-2016 JP 2016519336 A 30-06-2016 KR 20150143687 A 23-12-2015 KR 20150143704 A 23-12-2015 US 2014307887 A1 16-10-2014 US 2014307890 A1 16-10-2014 WO 2014172006 A1 23-10-2014 WO 2014172010 A1 23-10-2014
US 2010150369	A1	17-06-2010	EP 1793374 A1 06-06-2007 EP 1964112 A1 03-09-2008 US 2010150369 A1 17-06-2010 WO 2007064203 A1 07-06-2007

フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 3 H 21/00

(81) 指定国 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, TZ, UA, UG, US

(72) 発明者 ヘルマン, ライアン エー.

アメリカ合衆国 テキサス 78746, オースティン, エス. モパック エクスプレスウェイ 2301, ナンバー 438

(72) 発明者 ジョウ, ダヨン

アメリカ合衆国 テキサス 78738, オースティン, フォーチュナ ドライブ 2821

Fターム(参考) 5D061 FF02

5D220 BA01 BB04

5J023 AA09 AB05 AB06 AB08 AC08 AD10 BB08 CB06 DA05 DC08

DD03