

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第6993320号

(P6993320)

(45)発行日 令和4年2月4日(2022.2.4)

(24)登録日 令和3年12月13日(2021.12.13)

(51)国際特許分類

F I

G 1 0 K 11/178 (2006.01)

G 1 0 K 11/178 1 4 0

H 0 4 R 3/00 (2006.01)

H 0 4 R 3/00 3 1 0

A 4 7 G 9/10 (2006.01)

A 4 7 G 9/10 U

G 1 0 K 15/04 (2006.01)

G 1 0 K 15/04 3 0 2 M

H 0 4 R 1/34 (2006.01)

H 0 4 R 1/34 3 3 0 Z

請求項の数 13 (全14頁)

(21)出願番号 特願2018-504739(P2018-504739)

(86)(22)出願日 平成28年8月18日(2016.8.18)

(65)公表番号 特表2018-530772(P2018-530772
A)

(43)公表日 平成30年10月18日(2018.10.18)

(86)国際出願番号 PCT/US2016/047515

(87)国際公開番号 WO2017/031293

(87)国際公開日 平成29年2月23日(2017.2.23)

審査請求日 令和1年8月14日(2019.8.14)

(31)優先権主張番号 14/830,765

(32)優先日 平成27年8月20日(2015.8.20)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

前置審査

(73)特許権者 502249172

ドリームウェル リミテッド

D R E A M W E L L , L T D .

アメリカ合衆国 ジョージア州 3 0 3 6

0 , ドラビル , インダストリー アベニ

ュー 2 4 5 1

(74)代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(74)代理人 100142907

弁理士 本田 淳

(72)発明者 デフランクス、マイケル エス .

アメリカ合衆国 3 0 3 4 5 ジョージア

州 アトランタ コディアック ドライブ エ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 いびき防止システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

いびき防止システムであって、

少なくとも1つのエラーマイクロフォンと少なくとも1つのスピーカとを有する第1の枕ユニットと、

少なくとも1つのエラーマイクロフォンと少なくとも1つのスピーカとを有する第2の枕ユニットと、

少なくとも1つの参照マイクロフォンであって、前記第1の枕ユニットおよび前記第2の枕ユニットのうちの少なくとも一方に近接して生成される音を捕捉するように構成されている少なくとも1つの参照マイクロフォンと、

前記第1の枕ユニット、前記第2の枕ユニットおよび前記少なくとも1つの参照マイクロフォンに動作可能に接続されている制御ユニットであって、前記第1の枕ユニットに配置される前記少なくとも1つのエラーマイクロフォン、前記第2の枕ユニットに配置される前記少なくとも1つのエラーマイクロフォンおよび前記少なくとも1つの参照マイクロフォンからの信号を受信する制御ユニットと、を含み、

前記制御ユニットは、前記第1の枕ユニットに配置されている前記少なくとも1つのスピーカにて、前記第1の枕ユニットの少なくとも1つのエラーマイクロフォンおよび前記少なくとも1つの参照マイクロフォンから受信される信号を処理することによってアンチノイズを生成するように構成されており、それにより、前記アンチノイズが、前記少なくとも1つの参照マイクロフォンに近接して生成される音を消去する、いびき防止システム。

【請求項 2】

前記制御ユニットは、前記第 2 の枕ユニットに配置されている前記少なくとも 1 つのスピーカにて、ゲート制御された動的調整を使用して、前記第 2 の枕ユニットの前記少なくとも 1 つのエラーマイクロフォンおよび前記少なくとも 1 つの参照マイクロフォンから受信される信号を処理することによってアンチノイズを生成するようにさらに構成されており、それにより、前記アンチノイズが、前記少なくとも 1 つの参照マイクロフォンに近接して生成される音を消去する、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

【請求項 3】

前記制御ユニットは、ゲート制御された動的調整を使用して前記信号を処理する、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

10

【請求項 4】

前記制御ユニットは、一次経路学習を使用して前記信号をさらに処理する、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

【請求項 5】

前記制御ユニットは、超音波一次経路学習を使用して前記信号をさらに処理する、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

【請求項 6】

前記制御ユニットは、適応ステップサイズフィルタリングを使用して前記信号をさらに処理する、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

【請求項 7】

前記制御ユニットは、自動利得制御を使用して前記信号をさらに処理する、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

20

【請求項 8】

前記制御ユニットは、補助的な追加の音声を使用して前記信号をさらに処理する、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

【請求項 9】

前記制御ユニットは、睡眠分析を使用して前記信号をさらに処理する、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

【請求項 10】

前記第 1 の枕ユニットの前記少なくとも 1 つのエラーマイクロフォンおよび前記少なくとも 1 つの参照マイクロフォンから受信される信号を処理することは、一次経路学習、超音波一次経路学習、適応ステップサイズフィルタリング、自動利得制御、補助的な追加の音声、および睡眠分析のうちの少なくとも 1 つを使用することをさらに含む、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

30

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つの参照マイクロフォンは、前記第 1 の枕ユニットおよび前記第 2 の枕ユニットのうちの少なくとも一方に配置されている、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

【請求項 12】

前記制御ユニットは、前記第 1 の枕ユニットまたは前記第 2 の枕ユニット内に配置されている、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

40

【請求項 13】

前記制御ユニットは、スマートフォン、腕時計、身体装着型コンピュータ、パッドデバイス、タブレットデバイス、またはソフトウェアをロードし実行することができる任意の他の内蔵型コンピュータ処理デバイスである、請求項 1 に記載のいびき防止システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、概して、ノイズを消去するデバイス、システム、および方法に関し、より詳細には、いびき防止システムおよびアンチノイズを生成する方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

いびきによる騒音のような低周波の騒音は、睡眠者がベッドや部屋を共有している、或いは飛行機などの輸送機関の環境において互いに近接して着席している場合、互いに近接して眠っている人々にとって長年において悩みの種であった。さらに、サイレン、交通、泣いている乳幼児、テレビなどの他の環境ノイズは、睡眠の乱れを引き起こす可能性がある。特に、いびきは、かなりの割合の睡眠者において睡眠の乱れを伴うものと信じられている。

【0003】

いびきは、睡眠中の上気道の閉塞に起因して組織構造が振動されることによって発生する音響現象であり、現代社会において顕著な問題である。米国睡眠障害研究委員会をはじめとするいくつかの参考文献は、毎晩約7400万人のアメリカ人がいびきをかき、約38%のアメリカ人がいびきにより起こされ、日中の疲労に悩まされていると推定している。いびきの断続的な特質は、いびきをかく人のベッドパートナーの睡眠を妨げ、ストレスや社会的な迷惑行為を引き起こす可能性がある。睡眠の乱れは、いびきをかく人とそのベッドパートナーの昼間の過度の眠気に結びついている。これは、労働環境における生産性の喪失をもたらし、労働災害につながり、或いは自動車を安全に運転する能力を低下させる可能性さえもある。既に述べたように、いびき音は、典型的には、睡眠時の軟口蓋の振動によって生成され、多くの場合、一時的な性質および高い短期間の音レベルを有する非定常的、断続的かつ複雑な音である。さらに、いびき音の周波数成分は急に変化することがある。したがって、いびき音を能動的にモデリングして消去することは困難である。

【0004】

低周波のいびきおよび他の環境ノイズに対して、イヤーマフまたは耳栓のような受動的方法は、睡眠時に装着する上で効果がないかまたは不快である。能動型ノイズ制御（本明細書では「ANC」と称される）を利用していびきのノイズを低減するために、いくつかのノイズ消去法が開発されている。これらのANCシステムは、典型的には、低周波数の一次ノイズ（望ましくないノイズ）を減衰させるために、超位置決めされた逆位相の音の原理に基づいている。すなわち、ANCシステムは、典型的には、消去されるべきノイズと同じ大きさであるが反対の極性の二次ノイズを生成する。本明細書で使用されるように、同じ大きさであるが反対の極性のこの二次ノイズは、「アンチノイズ（anti-noise）」と称される。ANCによって、アンチノイズおよび望まれていないノイズの双方が相殺されるか、またはそれらの音圧レベル（SPL）が著しく低減される。

【0005】

例えば、いびきおよび他の環境ノイズを軽減するためのANCシステムが開示されている。例えば、発明の名称が「いびきノ環境ノイズを軽減するための電子枕、ハンズフリー通信、および非侵襲的な監視および録音」であるKuoらの特許文献1は、そのようなシステムを記載し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。追加のシステムは、Sen M. Kuo他らによる、「能動型いびき音制御システム」（非特許文献1）に記載されており、その全体が参考として本明細書に援用される。しかしながら、これらのシステムは、とりわけ、理想的ではない位置に取り付けられたアンチノイズスピーカと、枕および他の寝具ユニットを外部のシステム構成要素に、そして更には他の枕および寝具ユニットに配線にて接続される必要性を含むいくつかの欠点が問題となる。さらに、ANCシステムは、典型的には、アンチノイズの動的調整を実施する。これらの従来技術の動的調整は、少なくとも、動的調整が、いびきといびきとの間の期間のように環境ノイズが検出されない期間を適切に考慮しないため、システムを効果のないANCとする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】米国特許第8325934号明細書

【非特許文献】

10

20

30

40

50

【0007】

【文献】Sen M. Kuo他、Noise Control Engineering Journal、第56(1)巻、2008年1月 - 2月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

したがって、睡眠システムにおけるいびきおよび他の環境音を低減する改善されたシステム、デバイス、および方法に対する必要性が依然として存在する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

能動型ノイズ制御(active noise control)システム、デバイス、および方法が、本明細書において開示されている。いくつかの態様では、いびき防止システム(anti-snooring system)が開示されている。例えば、いびき防止システムは、少なくとも1つのエラーマイクロフォンと少なくとも1つのスピーカとを有する第1の枕ユニットと、少なくとも1つの参照マイクロフォンであって同少なくとも1つの参照マイクロフォンに近接して生成された音を捕捉するように構成された少なくとも1つの参照マイクロフォンと、を含み得る。いびき防止システムはまた、第1の枕ユニットおよび少なくとも1つの参照マイクロフォンに動作可能に接続され、第1の枕ユニットに配置された少なくとも1つのエラーマイクロフォンおよび少なくとも1つの参照マイクロフォンからの信号を受信する制御ユニットを含む。さらに、制御ユニットは、ゲート制御された動的調整を使用して、少なくとも1つのエラーマイクロフォンおよび少なくとも1つの参照マイクロフォンから受信された信号を処理することによって、第1の枕ユニットに配置された少なくとも1つのスピーカにアンチノイズを生成するように構成されてもよく、それにより、アンチノイズは、少なくとも1つの参照マイクロフォンに近接して生成された任意の音を消去する(cancel)。

【0010】

他の態様では、いびき防止システムは、少なくとも1つのエラーマイクロフォンおよび少なくとも1つのスピーカを含む第1の枕ユニットと、少なくとも1つのエラーマイクロフォンおよび少なくとも1つのスピーカを備える第2の枕ユニットとを含むことができる。本明細書で開示されるいびき防止システムはまた、第1の枕ユニットおよび第2の枕ユニットの少なくとも1つに近接して生成された音を捕捉するように構成された少なくとも1つの参照マイクロフォンと、第1の枕ユニット、第2の枕ユニットおよび前記少なくとも1つの参照マイクロフォンと動作可能に接続された制御ユニットとを含み、それにより、同制御ユニットは第1の枕ユニットの少なくとも1つのエラーマイクロフォン、第2の枕ユニットの少なくとも1つのエラーマイクロフォン、および少なくとも1つの参照マイクロフォンからの信号を受信する。いくつかの態様では、制御ユニットは、第1の枕内の少なくとも1つのエラーマイクロフォンおよび少なくとも1つの参照マイクロフォンから受信された信号を処理することによって、第1の枕ユニットに配置された少なくとも1つのスピーカにてアンチノイズを生成するように構成されてもよく、それにより、アンチノイズが、少なくとも1つの参照マイクロフォンに近接して生成された音を消去する。

【0011】

音を消去する方法も本明細書において開示されている。このような方法は、例えば、参照マイクロフォンで参照ノイズを感知して参照ノイズ信号を制御ユニットに出力することと、ユーザの耳に近接して配置されたエラーマイクロフォンでエラーノイズレベルを感知してエラーノイズ信号を制御ユニットに出力することと、ゲート制御された動的調整を用いて参照ノイズ信号およびエラーノイズ信号を処理することにより参照ノイズを消去するためのアンチノイズを決定することと、を含む、いびきを消去する方法を含む。この方法はまた、参照ノイズが消去されるようにユーザの耳に近接する少なくとも1つのスピーカを使用してアンチノイズを生成することを含むことができる。

【0012】

10

20

30

40

50

上記および他の特徴は、添付の図面および詳細な説明によって例示される。

本開示は、添付の図面と併せて以下の詳細な説明からより完全に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】非対称いびき防止デバイスの斜視図である。

【図2】対称いびき防止デバイスの概略図である。

【図3】制御ユニットのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本明細書で開示されるデバイス、システム、方法、および/またはキットの構造、機能、製造および使用の原理の全体的な理解を提供するために、特定の例示的な態様を説明する。これらの態様の1つ以上の例が添付した図面に示されている。当業者は、本明細書に開示され、添付した図面に示されたデバイス、システム、方法、および/またはキットが本質的に非限定的かつ例示的であり、本発明の範囲が特許請求の範囲によってのみ規定されることを理解するであろう。説明した任意の1つの態様に関連して図示または説明した特徴は、他の態様の特徴と組み合わせることができる。そのような変更および変形は、本開示の範囲内に含まれることが意図される。

【0015】

さらに、本開示では、同様の番号を付された構成要素は、一般に同様の特徴を有するため、同様の番号を付された構成要素の各々の各特徴は、必ずしも完全に詳述されていない。さらに、開示されたシステム、デバイス、および方法の説明において線形または円形の寸法が使用される限り、そのような寸法は、そのようなシステム、デバイス、および方法と関連して使用され得る形状の種類を限定することを意図するものではない。当業者であれば、そのような線形および円形の寸法に相当するものは、幾何学的形状についても決定できることを認識するであろう。システムおよびデバイスのサイズおよび形状、ならびにその構成要素は、システムおよびデバイスが使用される構成要素のサイズおよび形状、ならびにシステムおよびデバイスが使用される方法および手順に少なくとも基づいている。

【0016】

ノイズ消去(cancelling)システムは、様々な用途に使用するために開発されている。例えば限定するものではないが、アンチノイズ生成システムおよびデバイスを利用して、様々な設定において望ましくない環境ノイズを消去することができる。例えば、寝具、枕、ヘッドレスト、およびアンチノイズを生成することができる他のデバイスを実装して、ユーザが寝ている間に環境ノイズを消去することができる。一例として、枕は、ベッドまたは部屋を共にする人によって生成されるいびき音のような環境ノイズを消去するように、アンチノイズ生成構成要素を含むことができる。あるいは、飛行機、列車、またはバスなどに見られるヘッドレストやその他の座席構成要素は、乗客のための静かな座席および睡眠環境を提供するために、話す、いびき、エンジン雑音、告知、サイレンまたは任意の他の望ましくない環境ノイズを含む環境ノイズを消去するために、アンチノイズ構成要素を用いて構成されてもよい。

【0017】

本明細書で説明されるシステムおよび方法は、1つの参照マイクロフォンユニットのみを有するシステムである非対称システム、または複数の参照マイクロフォンユニットを有するシステムである対称システムにて使用することができる。少なくとも1つの態様では、本明細書で説明されるシステムおよびデバイスは、システムが一对の枕ユニットまたは他の寝具ユニットを含み、各ユニットが他のユニットのユーザによって生成された音を消去するような、補完的な(complementary)(すなわち対称的な)システムにて使用されてもよい。例えば、多くの用途では、ベッド内の一組の睡眠者は、夜間にノイズを発生するであろう。即ち、両方の睡眠者がいびきをかき、一方のみではない。このような状況では、補完的なシステムを使用して、一方のみの睡眠者である場合とは異なり、各睡眠者によって生成されるノイズを相殺する(cancel out)ことができる。

10

20

30

40

50

一般に、図 1 は非対称システムを示し、図 2 は補完的なシステムを示す。図 2 に示すようなそのような補完的なシステムは、補完的枕ユニット間の無線接続を含むことができる。

【 0 0 1 8 】

図 1 は、第 1 の枕ユニット 1 0 2 と、制御ユニット 1 0 4 と、少なくとも 1 つの参照マイクロフォン 1 0 6 と、を有する非対称いびき防止システム 1 0 0 を示す。いくつかの態様では、非対称いびき防止システム 1 0 0 は、ユーザ 1 0 8 がいびきのような周囲の環境ノイズによって妨害されないようにアンチノイズを生成するように構成され得る。

【 0 0 1 9 】

いくつかの態様では、第 1 の枕ユニット 1 0 2 は、ベッド内で睡眠するユーザ 1 0 8 によって使用されるように構成された枕である。他の態様では、枕ユニット 1 0 2 は、使用者の頭に支持を提供するように構成された任意のヘッドレストユニットであってもよい。このように、第 1 の枕ユニット 1 0 2 は、様々な布地、皮革、綿繊維、ポリエステル繊維、レーヨン繊維、リヨセル繊維、ポリウレタン発泡体、粘弾性ポリウレタン発泡体、ダウン、グースダウン (g o o s e - d o w n)、または任意の他の適切な材料を含む任意の周知の材料から形成されてもよい。

【 0 0 2 0 】

第 1 の枕ユニット 1 0 2 は、いくつかの態様では、少なくとも 1 つのエラーマイクロフォン 1 1 0 と少なくとも 1 つのスピーカ 1 1 2 とを有する。少なくとも 1 つのエラーマイクロフォンは、同少なくとも 1 つのエラーマイクロフォンがユーザの 1 0 8 の耳の近くにあるように枕ユニット 1 0 2 の上または中に配置されてもよい。さらに、少なくとも 1 つのスピーカは、同少なくとも 1 つのスピーカから発せられた音がユーザ 1 0 8 によって容易に聞こえるように、枕ユニット 1 0 2 の上または中に配置されてもよい。いくつかの態様において、少なくとも 1 つのスピーカはまた、枕ユニット 1 0 2 の睡眠面 1 1 4 に隣接する領域の外にいる人によって容易に聞こえないように配置されてもよい。とはいえ、いくつかの態様では、少なくとも 1 つのスピーカは、睡眠面 1 1 4 に隣接する領域の外にいる人、例えば、ユーザ 1 0 8 と同じベッドに横たわっている睡眠パートナー、に聞こえるものであってもよい。

【 0 0 2 1 】

システム 1 0 0 はさらに、第 1 の枕ユニット 1 0 2 および少なくとも 1 つの参照マイクロフォン 1 0 6 に動作可能に接続される制御ユニット 1 0 4 を含み、それにより、同制御ユニット 1 0 4 は第 1 の枕ユニット 1 0 2 に配置された少なくとも 1 つのエラーマイクロフォン 1 1 0 および少なくとも 1 つの参照マイクロフォン 1 0 6 からの信号を受信する。図示されているように、制御ユニット 1 0 4 は、動作可能なカップリング 1 1 6 を介して接続されてもよい。以下により詳細に説明されるように、制御ユニット 1 0 4 は、アンチノイズが少なくとも 1 つの参照マイクロフォン 1 0 6 に近接して生成された任意の音を消去するように、ゲート制御された動的調整を用いて、少なくとも 1 つのエラーマイクロフォン 1 1 0 および少なくとも 1 つの参照マイクロフォン 1 0 6 から受信された信号を処理することによって、第 1 の枕ユニット 1 0 2 に配置された少なくとも 1 つのスピーカ 1 1 2 にてアンチノイズを生成するように構成されてもよい。

【 0 0 2 2 】

いびき防止システム 1 0 0 はまた、少なくとも 1 つの参照マイクロフォン 1 0 6 に近接して生成された音を捕捉するように構成された少なくとも 1 つの参照マイクロフォン 1 0 6 を含んでいてもよい。本明細書で使用されるとき、「マイクロフォン」は、音を検出することが可能である任意のセンサを意味する。いくつかの態様では、音は、ユーザ 1 0 8 に対して聴覚的に近接するいびきをかく人によって生成されたいびき音であり得る。他の態様では、音は、任意の望ましくない環境音であり得る。いくつかの態様では、複数の枕ユニットを実装することができる。このようなシステムは、本明細書においては対称システムと呼ばれる。少なくとも 1 つの参照マイクロフォン 1 0 6、2 0 6 a、2 0 6 b は、A N C システムの信号処理および動作の因果関係を提供するのに適した任意の方法で配置されてもよく、A N C システムによって消去されるべき音響信号を十分に表す音声信号 (a

10

20

30

40

50

udio signal)を生成する。しかしながら、通常の技能を有する者は、参照マイクロフォンがノイズ源に近いほど、性能が良好であるとは必ずしも言えないことを理解するであろう。

【0023】

図2に示されるように、例えば、いびき防止システム200は、制御ユニット204に動作可能に接続された第1の枕ユニット202と、第2の枕ユニット218であって、同第2の枕ユニット218の上または中に配置された少なくとも1つの参照マイクロフォン206aを含む第2の枕ユニット218と、を含む。図示されるように、少なくとも1つの参照マイクロフォン206aは、同参照マイクロフォン206aが、第2の枕ユニット218のユーザ220によって生成されたいびき音を検出することができるように第2の枕ユニット218の上または中に配置されてもよい。いくつかの態様では、第1の枕ユニット202はまた、少なくとも1つの参照マイクロフォン206bを含むことができる。少なくとも1つの参照マイクロフォン206bは、同少なくとも1つの参照マイクロフォン206bが第1の枕ユニット202のユーザ208によって生成されたいびき音を検出することができるように、第1の枕ユニット202の上または中に配置されてもよい。

【0024】

ANC処理を容易にするために、いびきをかく人の枕とパートナーの枕との間に電子データ経路が存在し得る。前述したように、いくつかの態様では、システムは単純な有線経路を使用することができるか、または無線接続を含むことができる。例えば、図1～図2に示されるように、動作接続116、216は、有線、無線接続、またはその両方を含む制御ユニットの入力と出力との間で信号を送送するのに有効な任意の接続であり得る。いくつかの態様では、図2に示されるように、第1の枕ユニット202、第2の枕ユニット218、制御ユニット204、少なくとも1つの参照マイクロフォン206a、206bの間の動作接続216は、有線接続とすることができる。他の態様では、システムは、システムの構成要素間にRFリンクなどの無線リンクを組み込むことができる。例えば、第1の枕ユニット202、第2の枕ユニット218、制御ユニット204、少なくとも1つの参照マイクロフォン206a、206b、少なくとも1つのエラーマイクロフォン210、および/または少なくとも1つのスピーカ212の間の動作接続216は無線接続であってもよい。無線周波数(“RF”)、ブルートゥース(登録商標)、無線パーソナルエリアネットワーク、または専用マイクロ波、変調レーザ光、セルラネットワーク、または任意の他の無線通信プロトコルを利用する無線ローカルエリアネットワークを含む、任意の適切な無線通信ハードウェアおよびプロトコルを使用することができる。さらに、いくつかの態様では、無線リンクはシステムに遅延を加えることができる。例えば、データパケット化、無線プロトコル、および/またはエンコーディング/デコーディングのような無線システムによって遅延を課すことができる。しかしながら、この遅延は、制御ユニット内のANC処理アルゴリズムにおいて、わずかな制限量までデジタル的に補償することができる。いくつかの態様では、無線システムによって課される遅延は、ANCシステムが因果関係の方法で動作することを必要とする値を超えることはできない。

【0025】

制御ユニット104、204は、信号を送信および受信し、信号を処理および分析するための信号処理ユニットを含むことができる。制御ユニット104、204は、様々な処理構成要素を含むことができる。これらの構成要素は、電源、信号増幅器、少なくとも1つのコンピュータプロセッサ、メモリ、入力および出力チャネル、デジタル信号処理ユニット(“DSP”)、および/またはRF送信機/受信機のような無線送信機および受信機を含むことができるが、これらに限定されない。いくつかの態様では、制御ユニットは、第1の寝具ユニットおよび参照ユニットに無線で接続することができる。したがって、制御ユニットは、調節可能ベッドおよび/または病院ベッド制御システム、スマートフォン、タブレット、および/またはパーソナルコンピュータなどの寝具制御システムを含むが、これに限定されない任意の外部コンピューティングデバイスとすることができる。

【0026】

上述したように、制御ユニットは電源を含むことができる。電源は、ＡＣ電源またはＤＣ電源を含む任意の適切な電源とすることができる。例えば、いくつかの実施形態では、電源は、バッテリー、寝具ユニットに直接配置されたソケットなどのＡＣソケットまたはＤＣソケットにプラグインするように構成されたＡＣコード、ワイアレスパワーコンソーシアム（Wireless Power Consortium）によって生成されたＱｉ（登録商標）のような誘導結合源および／または他の電源のいずれかであってもよい。

【００２７】

図３に示されるように、いくつかの態様では、例示的な制御ユニット３０４は、少なくとも１つの入力チャネル３３２を含むことができる。いくつかの態様では、入力チャネル３３２の数は、いびき防止システムにおけるエラーマイクロフォンおよび参照マイクロフォンの総数に等しくてもよい。入力チャネル３３２はアナログでもよく、信号調整回路、適切な利得を有する前置増幅器３３４、アンチエイリアスローパスフィルタ３３６、およびアナログ／デジタル変換器（ＡＤＣ）３３８を含むことができる。入力チャネル３３２は、エラーマイクロフォンおよび参照マイクロフォンからの信号（またはノイズ）を受信する。

10

【００２８】

いくつかの態様では、制御ユニット３０４は、少なくとも１つの出力チャネル３４０を有することができる。出力チャネル３４０の数は、いびき防止システムにおけるスピーカ１１２、２１２の数に等しくすることができる。出力チャネル３４０は、アナログであってもよく、少なくとも１つのスピーカを駆動するためのデジタル－アナログ変換器（ＤＡＣ）３４２、平滑化（再構成）ローパスフィルタ３４４、および電力増幅器３４６を含むことができる。出力チャネル３４０は、スピーカ１１２、２１２に信号を送信して、所望のアンチノイズ音などの音を出すことができる。

20

【００２９】

デジタル信号処理ユニット（ＤＳＰ）３４８は、一般に、メモリを有するプロセッサを含む。ＤＳＰは、入力チャネル３３２から信号を受信し、出力チャネル３４０に信号を送信する。ＤＳＰはまた、他のデジタルシステム３５０（限定するものではないが、エンターテインメント用のオーディオプレーヤ、音声録音のためのデジタル記憶デバイスおよびハンズフリー通信のための電話インターフェースなど）と接続されていてもよい（即ち、入出力できてもよい）。

30

【００３０】

ＤＳＰはまた、いびき防止システムの動作のための信号を処理するためのアルゴリズムを含むことができる。アルゴリズムは、例えば、少なくとも１つのエラーマイクロフォン１１０、２１０、少なくとも１つのスピーカ１１２、２１２、および少なくとも１つの参照マイクロフォン１０６、２０６ａ、２０６ｂ間の相互作用を制御することができる。いくつかの態様では、アルゴリズムは、（ａ）ノイズを低減するための複数チャネルブロードバンドフィードフォワード能動型ノイズ制御、（ｂ）ハンズフリー通信のための適応音響エコー消去、（ｃ）無音期間の記録を避けるための信号検出および非侵襲的な検出のための音声認識、または（ｄ）能動型ノイズ制御と音響エコー消去の統合、のうちの少なくとも１つであってもよい。これらのアルゴリズムの各々は、発明の名称が「いびき／環境ノイズを軽減するための電子枕、ハンズフリー通信、および非侵襲的な監視および録音」であるＫｕｏらの特許文献１（その全体が参照により本明細書に援用されている）により完全に記載されている。ＤＳＰはまた、マイクロフォン信号を使用する非侵襲的なモニタリング、およびユーザを目覚めさせるためのアラームまたは緊急事態に対して介護者に呼び出すような他の機能を含むことができる。

40

【００３１】

使用中、制御ユニット３０４は、ＤＳＰ３４８を使用して、少なくとも１つのスピーカに送信されるべき適切なアンチノイズ出力信号を第１または第２枕のユニットのいずれかにおいて生成するために、不適切な処理を回避し、かつ／またはシステムの機能性を助けることになるであろう方法で、様々な信号処理技術を使用して入力信号をさらに処理するよ

50

うに構成されてもよい。例えば、後述するように、ANCアンチノイズ信号の不適切な収束を制限する処理方法をDSP348に実装することができる。限定ではなく一例のみとして、信号処理方法は、ゲート制御された動的調整(gated dynamic adjustment)、一次経路学習(primary path training)、超音波一次経路学習、二次経路学習、適応ステップサイズフィルタリング、および自動利得制御を含むことができる。さらに、補助的な追加の音声および睡眠分析機能を利用することができる。これらの例示的な処理方法および機能のそれぞれについて、以下に説明する。

【0032】

ゲート制御された動的調整

いくつかの態様では、システムは、適応フィルタの動的調整を含むことができる。いくつかの先行技術の用途では、いびき事象、無音、またはいびき音ではない何らかの音が存在するかどうかにかかわらず、フィルタは常に調整されている。この連続的な調整は、最適ではないANCに向かう可能性がある。つまり、いびきが発生していないときの動的調整によって、システムが不適切に調整され、徐々に効果のないANCに向かって収束することがある。

【0033】

いくつかの態様では、いびきのない期間中により良好に調整するために、ゲート制御された動的調整アルゴリズムまたはスキームを使用することができる。本明細書で定義される「ゲート制御された動的調整」は、動的フィルタを絶えずまたは連続的に適応させるのではなく、動的フィルタに対する調整が特定のSPL限界内のいびき音の存在に依存することを意味する。ゲート制御された動的調整を使用すると、参照マイクロフォンで制御されるノイズゲートによって、参照マイクロフォンでの音のレベルが特定の閾値を超えると調整がオンになる。音が閾値を下回ると、調整が停止される。このようにして、新たないびき事象が発生すると、調整は「準備完了(ready)」となり、適切なレベルまたはその付近にある。

【0034】

いびきの検出は、単に閾値を超える音を検出すること以上のものであってもよい。参照マイクロフォン信号上のデジタルパターン認識は、その音が実際にはいびきであるかまたは何らかの擬似音であるかを知的に判定することができる。調整は、実際のいびきや他の識別可能な望ましくない音に対してのみ行われる。

【0035】

いくつかの態様では、「ファジー論理」制御を利用するより複雑なゲート構成を使用することができる。ファジー論理アルゴリズムは、調整ゲートをオンまたはオフにするのではなく、部分的に非線形関数に従って調整制御を行うことを可能にする。例えば、低信頼度の静かないびきを検出すると調整ゲートが少量開き得、大きないびきはゲートを完全に開き得る。マイクロフォンでの単純な音レベル以外の複数の入力、参照マイクロフォンおよびエラーマイクロフォンでの環境ノイズ、いびき検出の信頼度、およびいびきをかく人の枕の加速度計を含む、ファジー論理システムへの入力とすることができる。ファジー論理は、完全に定量化することができない非線形システムを制御する有効な手段であることが示されている。

【0036】

一次経路学習

対称的なシステム、またはいびきをかく人の枕に配置された追加のスピーカを使用するシステムでは、「一次経路学習」を使用することができる。いびきをかく人の枕の少なくとも1つの参照マイクロフォンとパートナーの枕の少なくとも1つのエラーマイクロフォンとの間の距離は、本明細書では「一次経路」と定義される。いくつかの態様では、信号処理が、この一次経路距離および伝送特性を考慮して、例えば、一次経路距離を移動する音に関連する遅延を回避するべくシステムを学習する(train)ので有利である。本明細書で使用される「一次経路学習」は、少なくとも1つのエラーマイクロフォンと少なくとも1つの参照マイクロフォンとの間の距離を考慮するために、エラーマイクロフォンお

10

20

30

40

50

よび参照マイクロフォンで受信された信号を処理することとして定義される。いくつかの態様では、一次経路学習は、例えば、いびきをかく人のスピーカからの制御されたテスト信号（例えば、ホワイトノイズまたはピンクノイズ）を送信し、受信した制御されたテスト信号をパートナーの枕のエラーマイクロフォンおよびいびきをかく人の枕の参照マイクロフォンにて分析することによって達成される。例えば、図2に示されるように、制御ユニット204は、第2の枕ユニット218の少なくとも1つのスピーカ212からテスト信号を再生させる。そして、制御ユニット204は、第1の枕ユニット202の少なくとも1つのエラーマイクロフォン210および第2枕のユニット218内の少なくとも1つの参照マイクロフォン206aにて検出されたテスト信号を分析する。このようにして、一次経路が定量化され、フィルタが合成される。この一次経路フィルタは、理想的な消去に近づけるためにANCアルゴリズムのダイナミックフィルタを補完する。いくつかのシステムでは、「二次経路」が学習される。すなわち、制御されたテスト信号が、枕ユニット内のスピーカから同じ枕ユニット内のエラーマイクロフォンに送信される。エラーマイクロフォンでの応答を測定することにより、音響システム（スピーカ、音響経路、エラーマイクロフォン）が定量化され、フィルタ応答が合成される。このフィルタ応答は、ANCアンチノイズ信号を計算する際に理想的ではないシステム応答を補償するために使用される。

10

【0037】

超音波一次経路学習

いくつかの態様では、ANCシステムに対する固有の制約は、いびきをかく人と少なくとも1つのエラーマイクロフォンとの間の一次経路距離が可変であることである。上記の一次経路学習はこの一次経路の距離を補うことができるが、学習後に一次経路が変更された場合（たとえば、睡眠中の人々が夜間に自分の枕を動かすなど）、一次経路学習で調整が必要になることがある。しかしながら、いくつかの態様では、例えば、少なくとも一次経路の距離を測定するために、いびきをかく人の枕とエラーマイクロフォンとの間で超音波信号を送信することによって、一次経路を繰り返し学習することができる。パートナーが眠っていても、信号が人間の聴覚の範囲を超えているため、学習を行うことができる。この超音波信号を送受信することにより、ANC処理計算を補足して、一次経路の距離を常にまたは定期的に監視することができる。いくつかの態様では、超音波一次経路学習は、超音波周波数で十分な応答能力を有するスピーカおよびマイクロフォンを利用することができ、超音波信号をデジタル化して分析および処理のためにそれらをDSPに提示するために高いサンプリング速度を含むこともできる。

20

30

【0038】

適応ステップサイズ、 $m_u(\mu)$

いくつかの態様では、収束速度を最適化するために、適応フィルタ(W)のステップサイズ $m_u(\mu)$ を変更することが可能であり得る。そのようなプロセスは、本明細書においては「適応ステップサイズ(adaptive step size)」と称される。ステップサイズの最大値と適応フィルタの長さとの間の関係は、ANCシステムの安定性を維持するのに助けるために展開させてもよい。いくつかの態様では、適応フィルタのステップサイズとの長さとの積を調べ、所定の値を超えないようにしなければならない。

40

【0039】

広範囲の音圧レベル(SPL)に対するノイズ消去を最大にするために、適応フィルタの最良のステップサイズを選択するのに助けるための基準を展開させることができる。この基準は、ANCがアクティブなときに、「静かなゾーン(quiet zone)」(エラーマイクロフォンと睡眠パートナーの耳の周り)に残っている残留ノイズのSPLに基づいている。これは、残りのノイズの実際のSPLをステップサイズの選択のために考慮する利点がある。この基準は、ANCシステムの他のパラメータを最適化するのに役立つ。

【0040】

自動利得制御

50

多くの音声システムでは、入力信号に大きな潜在的なダイナミックレンジが存在する。つまり、最も静かで有意義な音と最も大きな音との違いはかなり大きくなる可能性がある。これは、アナログ電子機器（マイクロフォン、前置増幅器、アナログ - デジタル変換器、デジタル - アナログ変換器）とデジタル処理（固定小数点では限られた範囲、より小さい範囲の浮動小数点演算）のいずれにおいても問題となる。例えば、入力信号が一般的に静かな場合、高利得増幅器を持つのは当然であるが、大きな音が突然発生すると、システムが“切られ（clip）”、信号を歪ませたり、情報を破損したり、情報を失うことがあり得る。逆に、最も大きな信号に対応するように利得（gain）を設定すると、非常に静かな音が電子機器のノイズフロアで失われる可能性がある。

【0041】

いびき防止システムは、音声信号経路内の1つ以上の点に自動利得制御（AGC）回路を任意に含むことができる。本明細書で定義されるように、「自動利得制御（automatic gain control）」は、入力信号の振幅に基づいて、その出力において制御された信号振幅を提供する処理アルゴリズムまたは回路を意味する。このようにして、システムの全体的なダイナミックレンジが増加する。いくつかの態様では、大きな入力が存在する間、利得は低下する。ソフトウェアは利得設定を認識しており、処理中にデジタル的に補償することができ、その逆は静かな入力信号に対しても当てはまる。

【0042】

補助的な追加の音声

いくつかの態様では、いびき防止システムは、補助的な追加の音声（auxiliary supplemental audio）、すなわち相殺されるのではなく聞こえるように意図された音のための入力を任意に含むことができる。例えば、睡眠音（自然音、波、両耳性のうなりなど）をスピーカのANC出力に重ねることができる。第1または第2の枕ユニットまたは寝具ユニットのいずれかに配置された少なくとも1つのスピーカによって、音楽、テレビ、電話または拡声オーディオを再生することもできる。いくつかの態様では、制御ユニットは、携帯電話、テレビ、または飛行機などの拡声システムなどの所望の音生成デバイスに動作可能に接続され得る。いくつかの態様では、制御ユニットは、補助的な追加の音声の再生中にANC処理を中止するように構成されてもよく、あるいは、補助的な追加の音声を、生成されたアンチノイズの上に重ね合わせることができる。

【0043】

睡眠分析

エラーマイクロフォンおよび参照マイクロフォンに加えて、加速度計、温度計、圧力センサ、心拍モニタ、呼吸数モニタ、および任意の他のセンサを含む他のセンサを枕に含めることができる。いびきをかく人とパートナーの両方のためのこれらのセンサは、睡眠の状態、質、およびユーザの睡眠の量を分析するために使用することができる。いくつかの態様では、このデータは分析のためにコンピュータまたはスマートフォンに送信されてもよく、いびきはパートナーの睡眠の乱れに相関する可能性がある。このデータを分析することにより、いびき消去および睡眠を改善するための他の手段の有効性を追跡し、定量化し、最適化することができる。

【0044】

いくつかの態様では、当業者であれば、いくつかのANCシステムでは、アンチノイズを生成するために使用されるアルゴリズムが、本明細書に記載されているもののように入力信号の電力（または大きさ）に敏感であり得ることを理解するであろう。特定の周波数範囲（例えば、100 Hz未満）の入力信号の電力が、信号自体、一次経路、二次経路、および/またはマイクロフォンまたはラウドスピーカの周波数応答のために低電力を有する場合、適応フィルタの収束に影響を与えることがあり、フィルタはいくつかの態様においても分岐する可能性がある。以下に説明するように、ANCシステムの一次経路および二次経路、マイクロフォンの周波数応答、およびスピーカは、特定の周波数領域におけるノイズ消去の有効性に影響を及ぼす可能性があり、または二次スピーカから参照センサへのフィードバックに影響を及ぼす可能性がある。さらに、当業者には理解されるように、

10

20

30

40

50

少なくとも1つのエラーマイクロフォン、少なくとも1つの応答マイクロフォン、および少なくとも1つのスピーカなどのシステム構成要素の周波数応答は、ANCシステムの性能と関係している。したがって、いくつかの態様では、望ましい応答を有するシステム構成要素を含めることができる。

【0045】

さらに、サンプリング周波数および高周波数ノイズに関して、ANCは、低周波数ノイズ、例えば、一般に約1000Hz以下のノイズに対して良好に機能する。いくつかの態様では、ANCは、約1000Hzより大きいノイズのような高周波数ノイズに対して構成されたノイズフィルタと対にされてもよい。例えば、ノイズブロックおよびノイズ吸収フォームを含むがこれに限定されない受動型ノイズ制御を使用することができる。いくつかの態様では、サンプリング周波数（または“Fs”）は約2kHzにすることができ、アンチエイリアスフィルタのカットオフ周波数は約800Hzにすることができ、任意の適切なFおよびカットオフ周波数が利用され得ることは理解できるであろう。

10

【0046】

さらに、任意の所与のANCシステムにおいて、電子機器のレイテンシまたは処理時間を最適化することができる。レイテンシ（latency）は、例えば処理方法などのソフトウェアとプロセッサのクロック速度に関連する可能性がある。いくつかの態様では、サンプリング周波数およびダウンサンプリング処理は、レイテンシに関連し得る。例えば、サンプルのバッファリングおよびダウンサンプリングに使用されるプロセスは遅延を引き起こす可能性がある。いくつかの態様では、レイテンシを制限するために、入力信号を、ブロックごとにではなく、サンプルごとに処理することができることは、当業者には理解されるであろう。

20

【0047】

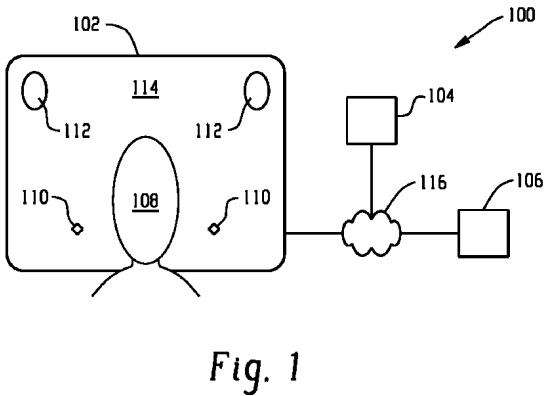
上記の説明に関して、最適な組成は、構成要素、材料、サイズ、形状、形態、機能、および動作様式、組み立ておよび使用の変形を含むことが当業者にとって理解されるべきであり、実施例に示され、明細書に記載されているものと同等の全ての関係が包含されるものとして意図されていることが理解される。従って、前述の記載は例示的なものに過ぎないと考えられる。また、その範囲を逸脱することなく種々の変更をなすことができ、従って、添付の特許請求の範囲に記載された事項の範囲内においてのみかかる限定が行われることが望ましい。

30

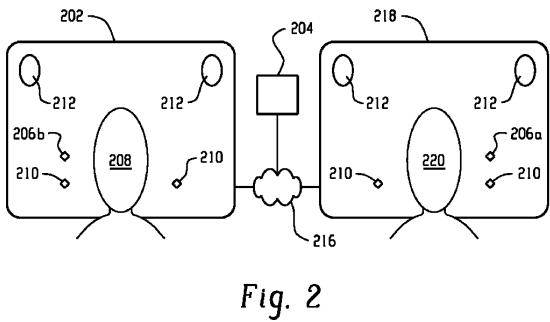
40

50

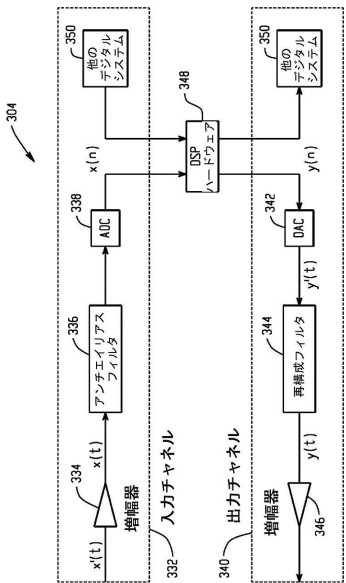
【図面】
【図 1】



【図 2】



【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

ヌ．イー． 2 1 1 7

(72)発明者 ヒューズ、チャールズ イー．

アメリカ合衆国 2 8 0 5 6 ノースカロライナ州 ガストニア シャドウェル コート 2 1 3 0

(72)発明者 ルービン、スチュアート エフ．

アメリカ合衆国 4 4 1 2 2 オハイオ州 オレンジ ビレッジ ウェスト アッシュ レーン 3 9 3 7

審査官 堀 洋介

(56)参考文献 特開平 0 8 - 1 4 0 8 0 7 (J P , A)

特表 2 0 1 1 - 5 0 5 9 1 2 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 0 8 9 8 1 4 (J P , A)

特開 2 0 1 1 - 1 2 3 3 3 0 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 0 9 3 9 6 2 (J P , A)

特開 2 0 1 2 - 1 2 3 1 3 5 (J P , A)

特開平 0 5 - 1 5 8 4 8 6 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 1 0 K 1 1 / 1 7 8

H 0 4 R 3 / 0 0

A 4 7 G 9 / 1 0

G 1 0 K 1 5 / 0 4

H 0 4 R 1 / 3 4