

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6495448号
(P6495448)

(45) 発行日 平成31年4月3日(2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日(2019.3.15)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4R 1/10	(2006.01)	HO4R	1/10	101A	
HO4R 25/00	(2006.01)	HO4R	1/10	104Z	
		HO4R	1/10	101B	
		HO4R	25/00	H	

請求項の数 18 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-523405 (P2017-523405)	(73) 特許権者	591009509
(86) (22) 出願日	平成27年10月27日 (2015.10.27)		ボーズ・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2017-533664 (P2017-533664A)		BOSE CORPORATION
(43) 公表日	平成29年11月9日 (2017.11.9)		アメリカ合衆国マサチューセッツ州017
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/057603		01, フラミンガム, ザ・マウンテン (
(87) 国際公開番号	W02016/069615	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成28年5月6日 (2016.5.6)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成29年6月22日 (2017.6.22)	(74) 代理人	100110364
(31) 優先権主張番号	14/527, 967		弁理士 実広 信哉
(32) 優先日	平成26年10月30日 (2014.10.30)	(74) 代理人	100133400
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 阿部 達彦
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヘッドセット内の自己音声閉塞軽減

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

耳閉塞物と、

デバイスの着用者の外耳道に音響的に結合された出力変換器と、

音声マイクロホンにおける音声生成音圧に比例した第1の電気信号を生成するように構成された前記マイクロホンと、

前記出力変換器および前記マイクロホンに電氣的に結合された信号処理回路とを備え、前記回路は、

前記第1の電気信号から第2の電気信号を生成し、前記第2の電気信号を前記出力変換器に出力するように構成された補償器であって、耳が閉塞され、電子的に支援されるときに口基準点における音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の比である G_{0E} を、前記耳が閉塞されていないときの前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の前記音圧の比である G_U とほぼ等しくさせるように調整される補償器を含み、

前記補償器が、

【数1】

$$K_C = \frac{G_U - G_0}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

によって定義される周波数応答を有する線形時不変フィルタであり、

10

20

G_O が、前記耳が閉塞され、支援されないときの前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の比であり、

G_{MM} が、前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記音声マイクロホンからの電圧出力の比であり、

G_{DE} が、前記通信デバイスの駆動器への電圧入力に対する前記外耳道内の前記音圧の比である、デバイス。

【請求項2】

前記補償器が、1つまたは複数の所定の周波数帯にわたって G_{OE} を G_U とほぼ等しくさせるように調整される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項3】

前記補償器が、閉塞効果増幅を受ける周波数帯にわたって G_{OE} を G_U とほぼ等しくさせるように調整される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項4】

前記補償器が、第1の閾値よりも上の周波数を減衰させる、および異なる第2の閾値よりも下の周波数を減衰させる、のうちの1つまたは複数を実施するように調整される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項5】

前記補償器が、能動的に前記外耳道内の低周波自己音声音圧を減衰させ、高周波自己音声音圧を増幅するように調整される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項6】

第2の耳閉塞物と、
前記信号処理回路に電氣的に結合され、前記デバイスの前記着用者の第2の外耳道に音響的に結合された第2の出力変換器と
をさらに備え、

前記補償器が、前記第2の電気信号を前記第2の出力変換器に出力するようにさらに構成され、前記補償器が、口基準点における前記音声生成音圧に対する前記第1および前記第2の外耳道のそれぞれ内の前記それぞれの音圧の前記比である G_{OE} を G_U とほぼ等しくさせるように調整される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項7】

前記耳閉塞物が、耳覆い型または耳当て型イヤカップ、小型イヤホン、または外耳道挿入型構成部品である、請求項1に記載のデバイス。

【請求項8】

耳閉塞物と、デバイスの着用者の外耳道に音響的に結合された出力変換器と、音声マイクロホンにおける音声生成音圧に比例した第1の電気信号を生成するように構成された前記マイクロホンと、前記出力変換器および前記音声マイクロホンに電氣的に結合された信号処理回路とを含むデバイスにおいて、自己音声閉塞を軽減するための方法は、

前記回路の補償器によって、前記第1の電気信号から第2の電気信号を生成するステップと、前記第2の電気信号を前記出力変換器に出力するステップとを含み、前記補償器が、前記耳が閉塞され、電氣的に支援されるときに口基準点における音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の比である G_{OE} を、前記耳が閉塞されていないときの前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の前記音圧の比である G_U とほぼ等しくさせるように調整され、

【数2】

$$K_C = \frac{G_U - G_O}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

によって定義される周波数応答を有するように前記補償器を調整するステップをさらに備え、

G_O が、前記耳が閉塞され、支援されないときの前記口基準点における前記音声生成音圧

10

20

30

40

50

に対する前記外耳道内の音圧の比であり、

G_{MM} が、前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記音声マイクロホンからの電圧出力の比であり、

G_{DE} が、前記通信デバイスの駆動器への電圧入力に対する前記外耳道内の前記音圧の比である、方法。

【請求項 9】

1つまたは複数の所定の周波数帯にわたって G_{OE} を G_U とほぼ等しくさせるように前記補償器を調整するステップをさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

閉塞効果増幅を受ける周波数帯にわたって G_{OE} を G_U とほぼ等しくさせるように前記補償器を調整するステップをさらに含む、請求項8に記載の方法。

10

【請求項 11】

第1の閾値よりも上の周波数を減衰させる、および異なる第2の閾値よりも下の周波数を減衰させる、のうちの1つまたは複数を実施するように前記補償器を調整するステップをさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項 12】

前記変換器によって、前記第2の電気信号を、能動的に前記外耳道内の低周波自己音声音圧を減衰させ、前記外耳道内の高周波自己音声音圧を増幅する音響エネルギーに変換するステップをさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項 13】

デバイスであって、
第1の耳閉塞物および第2の耳閉塞物と、
前記デバイスの着用者の第1の耳の第1の外耳道に音響的に結合された第1の出力変換器と、
前記デバイスの前記着用者の第2の耳の第2の外耳道に音響的に結合された第2の出力変換器と、

20

音声マイクロホンにおける音声生成音圧に比例した第1の電気信号を生成するように構成された前記音声マイクロホンと、

前記第1および前記第2の出力変換器および前記音声マイクロホンに電気的に結合された信号処理回路と

30

を具備し、前記回路は、

前記第1の電気信号から第2の電気信号を生成し、前記第2の電気信号を前記第1および前記第2の出力変換器に出力するように構成された補償器であって、口基準点における前記音声生成音圧に対する前記第1および前記第2の外耳道内の音圧の平均比である G_{OE} を、前記耳が閉塞されていないときの前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の比である G_U とほぼ等しくさせるように調整される補償器を含み、

前記補償器が、

【数 3】

$$K_C = \frac{G_U - G_O}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

40

によって定義される周波数応答を有する線形時不変フィルタであり、

G_O が、前記耳が閉塞され、支援されないときの前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記第1および前記第2の外耳道内の前記音圧の平均比であり、

G_{MM} が、前記口基準点における前記音声生成音圧に対する通信音声マイクロホンからの電圧出力の比であり、

G_{DE} が、前記通信デバイスの駆動器への電圧入力に対する前記第1および前記第2の外耳道内の前記音圧の平均比である、デバイス。

【請求項 14】

50

デバイスであって、
 耳閉塞物と、
 前記デバイスの着用者の外耳道に音響的に結合された出力変換器と、
 音声マイクロホンにおける音声生成音圧に比例した第1の電気信号を生成するように構成された前記マイクロホンと、
 前記出力変換器および前記音声マイクロホンに電気的に結合された信号処理回路とを具備し、前記回路は、
 前記第1の電気信号から第2の電気信号を生成し、前記第2の電気信号を前記出力変換器に出力するように構成された補償器であって、前記耳が閉塞され、電子的に支援されるときに口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の比である G_0E を、
 所定の自己音声体験を提供するように選択された、前記耳が閉塞され、電子的に支援されるときに前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の目標比である G_T とほぼ等しくさせるように調整される補償器を含み、
前記補償器が、

【数4】

$$K_C = \frac{G_T - G_0}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

によって定義される周波数応答を有する線形時不変フィルタであり、
 G_0 が、前記耳が閉塞され、支援されないときの前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の比であり、

G_{MM} が、前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記マイクロホンからの電圧出力の比であり、

G_{DE} が、前記デバイスの駆動器への電圧入力に対する前記外耳道内の前記音圧の比である、デバイス。

【請求項15】

$G_T = 2 * G_0$ であり、

G_0 が、前記耳が閉塞されていないときの前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の比であり、

前記所定の自己音声体験が、自然な自己音声体験よりも音が大きい、請求項14に記載のデバイス。

【請求項16】

$G_T = 0.5 * G_0$ であり、

G_0 が、前記耳が閉塞されていないときの前記口基準点における前記音声生成音圧に対する前記外耳道内の音圧の比であり、

前記所定の自己音声体験が、自然な自己音声体験よりも音が小さい、請求項14に記載のデバイス。

【請求項17】

前記補償器が、ユーザ制御モードの選択に応答して動的に調整される、請求項14に記載のデバイス。

【請求項18】

前記補償器が、ヘッドセットが遠端通信デバイスとの能動的な通話に参与しているとの検知に応答して動的に調整される、請求項14に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ヘッドセット内の自己音声閉塞(self-voice occlusion)を軽減することに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

ヘッドセットは、有線であれ、無線であれ、オーディオ信号を出力するための変換器と、ヘッドセットの着用者によって話された近端発話を検知するためのマイクロホンとを有するイヤホンの対を含むことができる。

【0003】

着用者の耳を閉塞するイヤカップ、小型イヤホンまたは耳道内ハードウェア(集合的に「耳閉塞物(ear occluder)」)を有するヘッドセットの着用者は、一般に「閉塞効果(occlusion effect)」と呼ばれる効果を体験し、それにより、典型的には、着用者は自分の音声を、過度に強調された低周波および不十分に強調された高周波として知覚する。全体的な効果としては、着用者の音声が自分自身には不自然に聞こえ、通信が妨げられる場合があることである。

10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

第1の態様によれば、デバイスが、耳閉塞物と、デバイスの着用者の外耳道に音響的に結合された出力変換器と、音声マイクロホンにおける音声生成音圧に比例した第1の電気信号を生成するように構成されたマイクロホンと、出力変換器およびマイクロホンに電氣的に結合された信号処理回路とを含む。回路は、第1の電気信号から第2の電気信号を生成し、第2の電気信号を出力変換器に出力するように構成された補償器を含み、補償器は、耳が閉塞され、電子的に支援されるときに口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比である G_{0E} を、耳が閉塞されていないときの口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比である G_U とほぼ等しくさせるように調整される。

20

【0005】

第1の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、

【0006】

【数1】

$$K_C = \frac{G_U - G_{0E}}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

30

【0007】

によって定義される周波数応答を有する線形時不変フィルタであり、 G_{0E} は、耳が閉塞され、支援されないときの口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比であり、 G_{MM} は、口基準点における音声生成音圧に対する音声マイクロホンからの電圧出力の比であり、 G_{DE} は、通信デバイスの駆動器への電圧入力に対する外耳道内の音圧の比である。

【0008】

第1の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、1つまたは複数の所定の周波数帯にわたって G_{0E} を G_U とほぼ等しくさせるように調整される。

【0009】

第1の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、閉塞効果増幅を受ける周波数帯にわたって G_{0E} を G_U とほぼ等しくさせるように調整される。

40

【0010】

第1の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、第1の閾値よりも上の周波数を減衰させる、および異なる第2の閾値よりも下の周波数を減衰させる、のうちの1つまたは複数を実施するように調整される。

【0011】

第1の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、能動的に外耳道内の低周波自己音声音圧を減衰させ、高周波自己音声音圧を増幅するように調整される。

【0012】

50

第1の態様のいくつかの実装形態において、デバイスは、第2の耳閉塞物と、信号処理回路に電氣的に結合され、デバイスの着用者の第2の外耳道に音響的に結合された第2の出力変換器とをさらに含む。補償器は、第2の電気信号を第2の出力変換器に出力するようにさらに構成される。補償器は、口基準点における音声生成音圧に対する第1および第2の外耳道のそれぞれ内のそれぞれの音圧の比である G_{OE} を G_U とほぼ等しくさせるように調整される。

【0013】

第1の態様のいくつかの実装形態において、耳閉塞物は、耳覆い型または耳当て型イヤカップ、小型イヤホン、または外耳道挿入型構成部品である。

【0014】

第2の態様によれば、耳閉塞物と、デバイスの着用者の外耳道に音響的に結合された出力変換器と、マイクロホンにおける音声生成音圧に比例した第1の電気信号を生成するように構成された音声マイクロホンと、出力変換器および音声マイクロホンに電氣的に結合された信号処理回路とを含むデバイスにおいて、自己音声閉塞を軽減するための方法は、回路の補償器によって、第1の電気信号から第2の電気信号を生成するステップと、第2の電気信号を出力変換器に出力するステップとを含む。補償器は、耳が閉塞され、電子的に支援されるときに口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比である G_{OE} を、耳が閉塞されていないときの口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比である G_U とほぼ等しくさせるように調整される。

【0015】

第2の態様のいくつかの実装形態において、方法は、

【0016】

【数2】

$$K_C = \frac{G_U - G_O}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

【0017】

によって定義される周波数応答を有するように補償器を調整するステップをさらに含み、ここで、 G_O は、耳が閉塞され、支援されないときの口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比であり、 G_{MM} は、口基準点における音声生成音圧に対する音声マイクロホンからの電圧出力の比であり、 G_{DE} は、通信デバイスの駆動器への電圧入力に対する外耳道内の音圧の比である。

【0018】

第2の態様のいくつかの実装形態において、方法は、1つまたは複数の所定の周波数帯にわたって G_{OE} を G_U とほぼ等しくさせるように補償器を調整するステップさらに含む。

【0019】

第2の態様のいくつかの実装形態において、方法は、閉塞効果増幅を受ける周波数帯にわたって G_{OE} を G_U とほぼ等しくさせるように補償器を調整するステップをさらに含む。

【0020】

第2の態様のいくつかの実装形態において、方法は、第1の閾値よりも上の周波数を減衰させる、および異なる第2の閾値よりも下の周波数を減衰させる、のうちの1つまたは複数を実施するように補償器を調整するステップをさらに含む。

【0021】

第2の態様のいくつかの実装形態において、方法は、変換器によって、第2の電気信号を、能動的に外耳道内の低周波自己音声音圧を減衰させ、外耳道内の高周波自己音声音圧を増幅する音響エネルギーに変換するステップを含む。

【0022】

第3の態様によれば、デバイスは、第1の耳閉塞物および第2の耳閉塞物と、デバイスの着用者の第1の耳の第1の外耳道に音響的に結合された第1の出力変換器と、デバイスの着

10

20

30

40

50

用者の第2の耳の第2の外耳道に音響的に結合された第2の出力変換器と、音声マイクロホンにおける音声生成音圧に比例した第1の電気信号を生成するように構成されたマイクロホンと、第1および第2の出力変換器および音声マイクロホンに電氣的に結合された信号処理回路とを含む。回路は、第1の電気信号から第2の電気信号を生成し、第2の電気信号を第1および第2の出力変換器に出力するように構成された補償器を含み、補償器は、口基準点における音声生成音圧に対する第1および第2の外耳道内の音圧の平均比である G_{OE} を、耳が閉塞されていないときの口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比である G_U とほぼ等しくさせるように調整される。

【0023】

第3の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、

【0024】

【数3】

$$K_C = \frac{G_U - G_O}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

【0025】

によって定義される周波数応答を有する線形時不変フィルタであり、 G_O は、耳が閉塞され、支援されないときの口基準点における音声生成音圧に対する第1および第2の外耳道内の音圧の平均比であり、 G_{MM} は、口基準点における音声生成音圧に対する通信音声マイクロホンからの電圧出力の比であり、 G_{DE} は、通信デバイスの駆動器への電圧入力に対する第1および第2の外耳道内の音圧の平均比である。

【0026】

第4の態様によれば、デバイスは、耳閉塞物と、デバイスの着用者の外耳道に音響的に結合された出力変換器と、音声マイクロホンにおける音声生成音圧に比例した第1の電気信号を生成するように構成されたマイクロホンと、出力変換器および音声マイクロホンに電氣的に結合された信号処理回路とを含む。回路は、第1の電気信号から第2の電気信号を生成し、第2の電気信号を出力変換器に出力するように構成された補償器を含む。補償器は、耳が閉塞され、電子的に支援されるときに口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比である G_{OE} を、所定の自己音声体験を提供するように選択された、耳が閉塞され、電子的に支援されるときに口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の目標比である G_T とほぼ等しくさせるように調整される。

【0027】

第4の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、

【0028】

【数4】

$$K_C = \frac{G_T - G_O}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

【0029】

によって定義される周波数応答を有する線形時不変フィルタであり、 G_O は、耳が閉塞され、支援されないときの口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比であり、 G_{MM} は、口基準点における音声生成音圧に対するマイクロホンからの電圧出力の比であり、 G_{DE} は、デバイスの駆動器への電圧入力に対する外耳道内の音圧の比である。

【0030】

第4の態様のいくつかの実装形態において、 $G_T = 2 * G_U$ であり、ここで、 G_U は、耳が閉塞されていないときの口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比であり、所定の自己音声体験は、自然な自己音声体験よりも音が大きい。

【0031】

10

20

30

40

50

第4の態様のいくつかの実装形態において、 $G_T=0.5 \cdot G_U$ であり、ここで、 G_U は、耳が閉塞されていないときの口基準点における音声生成音圧に対する外耳道内の音圧の比であり、所定の自己音声体験は、自然な自己音声体験よりも音が小さい。

【0032】

第4の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、ユーザ制御モードの選択にตอบสนองして動的に調整される。

【0033】

第4の態様のいくつかの実装形態において、補償器は、ヘッドセットが遠端通信デバイスとの能動的な通話に参与しているとの検知にตอบสนองして動的に調整される。

【0034】

自分自身の音声が不自然に聞こえることにより、自分がどのような音を出しているの意識することができ、それにより、かなり苛立ち、かつ/または気が散ることがある。閉塞効果を低減する利点は、以下のうちの1つまたは複数を含む。閉塞効果を低減することにより、ヘッドセット着用者を自分自身の音がどのように聞こえるのかについてより快適にすることによって話のしやすさが増す。また、閉塞効果を低減し、ヘッドセット着用者が自分自身の音声を自然に聞こえることが可能になることにより、ヘッドセット着用者は、例えば、音声コマンドを提供しながら他の誰かと話すとき(通話中もしくは顔を合わせて)、または音声メモを録音するとき、通常のレベルで話すことが促進される。

【0035】

上述のすべての例および特徴は、任意の技術的に可能なやり方で組み合わせることができる。他の特徴および利点は、説明および特許請求の範囲から明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1A】人の咽頭から外耳道への音響経路を示す図である。

【図1B】人の咽頭から外耳道への音響経路を示す図である。

【図1C】人の咽頭から外耳道への音響経路を示す図である。

【図2】対を成す携帯電話との通信リンクを介して制御およびオーディオ信号を送受信する働きをするヘッドセットを示す図である。

【図3】自己音声閉塞効果を軽減するためにヘッドセット内に設けられたフィードフォワードシステムの実装形態の構成図である。

【図4】それぞれが口基準点における音声生成音圧に対する特定の被験者の耳における音圧の比を表す、3つの曲線を示すグラフである。

【図5】それぞれが異なる条件下の特定の被験者によって体験された閉塞効果を表す、3つの曲線を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0037】

ヘッドセットは、自己音声閉塞軽減の有無にかかわらず動作させることができる。この説明において時折、自己音声閉塞軽減が機能していないかまたは機能している場合を識別することは有用である。本明細書では、「閉塞され、支援されない」という用語は、前者の場合を表し、「閉塞され、電子的に支援される」という用語は、後者の場合を表す。いずれの場合も、能動雑音低減または雑音消去機能が利用可能な場合それを含む、ヘッドセットの物理的特性および電気音響機能は、ヘッドセット着用者に供給される音響信号に対して効果があり、したがって、自分の自己音声の知覚に対して効果があることに留意されたい。

【0038】

図1Aを参照すると、耳が閉塞されていない人が話したとき、その人には閉塞されていない気導音響経路102および骨伝導音響経路104を介して自分自身の音声が聞こえる。閉塞されていない気導音響経路102では、音声はその人の外耳道106内に音圧を生じる空気中を伝搬する。骨伝導音響経路104では、咽頭の振動が体を通して伝達され、外耳道106の壁を振動させる。この振動は、外耳道106内の音圧に変換される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

図1Bを参照すると、耳が閉塞され、支援されない人が話したとき、その人には閉塞された気導音響経路108および前述の骨伝導音響経路104を介して自分自身の音声が聞こえる。閉塞された気導音響経路108では、音声は、空気中、および耳を閉塞し、その人の外耳道内に音圧を生じるものを通して伝搬する。

【 0 0 4 0 】

図1Cを参照すると、耳が閉塞され、電子的に支援される人が話したとき、その人には前述の閉塞された気導音響経路108および骨伝導音響経路104ならびに電子的に支援される経路110を介して自分自身の音声が聞こえる。電子的に支援される経路110では、音声は電気信号に変換され、電気信号は電気音響変換器によって外耳道106内の音圧に変換される。

10

【 0 0 4 1 】

人の自分自身の音声の知覚は、これらの3つの音圧の組合せにより左右され、次いでそれは、その人の耳が閉塞されていないかまたは閉塞されているか、支援されないかまたは電子的に支援されるかにより左右される。例えば、外耳道が図1Aに示すように閉塞されていないとき、外耳道の振動壁によって作り出された音圧は、無限の容積に放射され、気導音響経路によって生じた圧力と比較して極めて小さい。他方、外耳道が図1Bおよび1Cに示すように閉塞されているとき、気導音圧の一部または全部はブロックされ、その一方で、外耳道壁の振動は、無限の容積よりもずっと小さい容積に変換され、結果として閉塞されない場合に対してより高い骨伝導音圧およびより低い気導音圧となる。

【 0 0 4 2 】

20

人の自分自身の音声の知覚を説明するとき、「自己自然性」という用語は、一般に、自分自身の音声がその人に自然に聞こえる効果を表す。この説明は、人の耳が、例えば、ヘッドセットの1つまたは複数のイヤカップによって閉塞され、したがって、ヘッドセットユーザの自己自然性が改善されるとき、自己音声閉塞効果を軽減するための技法を明らかにする。具体的には、われわれは、自己音声閉塞効果補償器を含むフィードフォワードシステムを使用して実装されたこれらの技法を、受動雑音低減機能を有する耳覆い型ヘッドセット200(図2)の文脈で説明する。しかし、フィードフォワードシステムは、能動および/または受動雑音低減機能を有する、任意の有線または無線、耳覆い型、耳当て型またはインイヤ型ヘッドセットにおける自己自然性を改善するために実装することができる。さらに、フィードフォワードシステムをイヤホンの一方に配置された単一の通信マイクロホン

30

を有するヘッドセットに関して以下に説明するが、フィードフォワードシステムは、イヤホンの一方もしくは両方に、または別の位置に配置された1つまたは複数のマイクロホンアレイを有するヘッドセットに、またはブームマイクロホンを有するヘッドセットに実装することもできる。

図2は、ヘッドバンド206によって接続された左イヤホン202と右イヤホン204とを含むヘッドセット200を示す。各イヤホン202、204は、それぞれのイヤカップ208、210と、クッション212、214と、変換器216、218とを含む。ヘッドセットの着用者によって話された近端発話を検知するための通信音声マイクロホン220は、右イヤホン204内に配置される。ヘッドバンド206は、矢印222で表されるように内側方向に力を及ぼす。ヘッドセット200は、対を成す携帯電話226との配線またはBluetooth(登録商標)リンク224などの任意の通信リンクを介して制御およびオーディオ信号を送受信する働きをする。

40

【 0 0 4 3 】

ヘッドセット200が人の頭部上に位置決めされたとき、各イヤホン202、204のクッション212、214は、耳当て型ヘッドセットの場合ヘッドセット着用者の耳に対して、または耳覆い型ヘッドセットの場合ヘッドセット着用者の頭部に対して密閉を形成するためにわずかに変形する。インイヤ型ヘッドセット(図示せず)の場合、密閉は、イヤホンの耳覆いと、ヘッドセット着用者の甲介または外耳道との間に形成される。各密閉は、ヘッドセット着用者のそれぞれの外耳道に達する外部音響エネルギーの大きさを大幅に低減する。典型的には、耳がヘッドセット200によって閉塞されているとき、ヘッドセット着用者の外耳

50

道の内側で、ユーザの音声から生じる低周波音圧は増幅され、高周波音圧は減衰される。

【 0 0 4 5 】

図3は、ヘッドセット着用者が、例えば、音声ダイヤルなどの音声コマンドを提供しながら通話中に話したときに、または音声メモを録音するときに体験するはずの自己音声閉塞効果を軽減するためにヘッドセット200内に設けられたフィードフォワードシステム300の一実装形態の構成図を示す。図1Cも参照すると、フィードフォワードシステム300は、自己音声閉塞効果補償器 K_C 310を含む。破線ブロック302、304、および306で示される物理的伝達関数は、以下のように定義される。すなわち、

a) G_O 302: 口基準点(MRP: Mouth Reference Point)における音声生成音圧に対する閉塞された支援されない耳における音圧の比

10

b) G_{MM} 304: MRPにおける音声生成音圧に対する通信音声マイクロホン120の電圧出力の比

c) G_{DE} 306: ヘッドセットの駆動器への電圧入力に対する閉塞された支援されない耳における音圧の比

【 0 0 4 6 】

一般に、フィードフォワードシステム300は、能動的に外耳道内の低周波自己音声音圧を減衰させ、高周波自己音声音圧を増幅するために、自己音声閉塞効果補償器 K_C 310を使用して、ヘッドセット着用者によって話され、通信音声マイクロホン220によって検知された発話を搬送するオーディオ信号を処理する。ヘッドセット200内の変換器216、218に出力された、処理された近端発話を搬送する信号により、ヘッドセット着用者は、ヘッドセット200を通して自分自身の音声を最小限の遅延で自然に聞くことが可能になる。図3に示すフィードフォワードシステム300の実装形態において、自己音声閉塞効果補償器 K_C 310は、閉塞された支援されない経路 G_O を介して受け取った自己音声オーディオと、閉塞された電子的に支援される経路 $G_{MM} * K_C * G_{DE}$ を介して受け取った自己音声オーディオとの合計である G_U 308が、耳が閉塞されているとき(図1Aに例示的に示すように)の口基準点における音圧に対する外耳道内の音圧の比である G_U に可能な限り近接するように設計し、調整することができる。この関係は、以下の式で表すことができる。すなわち、

20

【 0 0 4 7 】

【数5】

$$G_U = G_O E \stackrel{\text{def}}{=} G_O + G_{MM} \times K_C \times G_{DE}$$

30

【 0 0 4 8 】

K_C に対する上記の式を解くと以下となる。

【 0 0 4 9 】

【数6】

$$K_C = \frac{G_U - G_O}{G_{MM} \times G_{DE}}$$

40

【 0 0 5 0 】

実際には、自己音声閉塞効果補償器 K_C 310は、ヘッドセット着用者の耳において、ヘッドセット着用者の耳がヘッドセット200によって閉塞されているとき、閉塞により増幅が生じる周波数において音圧を能動的に減衰させ、閉塞により減衰が生じる周波数において音圧を増幅する。

【 0 0 5 1 】

ヘッドセット内の自己音声閉塞を軽減するための、上記の技法の性能を示すために、被験者に対して実験が実施された。結果として得られた測定値および計算値を図4および5に描かれたグラフに示す。

50

【 0 0 5 2 】

図4は3つの曲線を示し、それぞれMRPにおける音圧に対する特定の被験者の耳における音圧の比を表す。本明細書では、図4および5に関して、「耳における」という用語は、被験者の外耳道の内側のマイクロホンの配置を表し、MRPは被験者の開いた口の正面25mmにある。各曲線は、4回の測定の平均であり、2つの耳と2回の試行(測定)とを含む。試行を実施するために、被験者は、60秒間声を出して読み、その間、マイクロホン信号(2つの耳において、およびMRPにおいて)が記録される。

【 0 0 5 3 】

図4の太い実線は、測定された閉塞されていない応答 G_U (閉塞されていない耳における圧力/MRPにおける圧力)を表し、図4の破線は、測定された応答 G_{O302} (閉塞された支援されない耳における圧力/MRPにおける圧力)を表し、図4の細い実線は、計算された応答 G_{OE308} (閉塞された電子的に支援される耳における圧力/MRPにおける圧力)を表す。図に示すように、計算された応答 G_{OE308} を表す細い実線の多くは、測定された閉塞されていない応答 G_U を表す太い実線の背後に隠れる。これは、自己音声閉塞効果補償器 K_C310 が、自己音声閉塞効果がフィードフォワードシステム300の通常の動作によって低減され、または除去されるように、特定の被験者に対して適切に設計され、調整されていることを意味する。

【 0 0 5 4 】

図5は3つの曲線を示し、それぞれ異なる条件下の特定の被験者によって体験された閉塞効果を表す。図5の各曲線は、図4に視覚的に表されたデータを表示する異なるやり方を示す。図5の太い実線は、グラフを横断する0dBにおける $G_U/G_U=1$ の理想的な目標閉塞効果を表し、図5の破線は、 G_O/G_U の測定された閉塞効果を表し、その場合、図4からの G_O の測定値が図4からの G_U の測定値に対してプロットされており、図5の細い実線は、 G_{OE}/G_U の計算された閉塞効果を表し、その場合、図4からの G_{OE} の計算値が図4からの G_U の測定値に対してプロットされている。図5の破線における正の利得は、被験者がヘッドセットの支援されない経路を通して体験する低音ブーストを表す。 G_{OE}/G_U の計算された閉塞効果を表す図5の細い実線は、自己音声閉塞を軽減する際の自己音声閉塞効果補償器 K_C310 の効果を示す。

【 0 0 5 5 】

ヘッドセット内の自己音声閉塞を軽減するための上記の技法は、特定の被験者に対して実施された実験に関して図4および5に示すが、自己音声閉塞効果補償器は、大母グループのユーザに対して良好な自己自然性を提供するために平均的被験者を表す目標の口から耳への応答に G_{OE} が可能な限り近接するように設計し、調整することもできる。

【 0 0 5 6 】

ヘッドセット着用者が話したときに体験するはずの自己音声閉塞効果を軽減するためにヘッドセット内に設けられたフィードフォワードシステムのいくつかの実装形態において、自己音声閉塞効果補償器 K_C は、支援されない経路 G_O を介して受け取った自己音声オーディオと、能動電気音響経路 $G_{MM} * K_C * G_{DE}$ を介して受け取った自己音声オーディオとの合計である G_{OE} が目標の口から耳への応答である G_T に可能な限り近接するように設計され、調整される。一例において、ヘッドセットは、ヘッドセット着用者によって作動されたとき、 G_T が $0.5 * G_U$ に設定されるように補償器を動的に調整するユーザ制御モードスイッチを用いて実装される。そうする際に、ヘッドセット着用者に提示される自己音声オーディオは、自然なレベルよりも音が小さく、それにより、ヘッドセット着用者は、通話に対して遠端側の相手により容易に聞こえるようにより音の大きいレベルで話すことが促進される。別の例において、ヘッドセットは、ヘッドセット着用者が通話しているときプライバシーモードを自動的に作動させるソフトウェアを用いて実装される。そのような例において、補償器は、 G_T が $2 * G_U$ に設定されるように動的に調整され、それにより、ヘッドセット着用者に提示される自己音声オーディオが自然なレベルよりも音が大きくなる。これにより、ヘッドセット着用者は、より音を小さく話すことが促進され、したがって、会話の秘匿性が増す。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

ヘッドセット着用者が話したときに体験するはずの自己音声閉塞効果を軽減するためにヘッドセット内に設けられたフィードフォワードシステムのいくつかの実装形態において、自己音声閉塞効果補償器は、支援されない経路 G_O を介して受け取った自己音声オーディオと、能動電気音響経路 $G_{MM} * K_C * G_{DE}$ を介して受け取った自己音声オーディオとの合計である G_{OE} が、例えば、ほぼ100Hzから7kHzの範囲にわたる音声周波数帯域を含む、1つまたは複数の周波数帯域における G_U に可能な限り近接するように設計され、調整される。具体的には、補償器は、 G_{OE} が閉塞効果による増幅がある音声周波数帯域の一部分における G_U に可能な限り近接するように設計し、調整することができる。ある場合には、調整は特定のヘッドセットに対する自己音声閉塞軽減を最適化するために実施される。他の場合には、調整は特定のヘッドセットとヘッドセット着用者との組合せに対する自己音声閉塞軽減を最適化するやり方で実施される。

10

【0058】

ヘッドセット着用者が話したときに体験するはずの自己音声閉塞効果を軽減するためにヘッドセット内に設けられたフィードフォワードシステムのいくつかの実装形態において、自己音声閉塞効果補償器は、不要な背景雑音を低減し、風切り音への感受性を低減し、かつ/または異常な出来事(例えば、ヘッドセット着用者が車内にいる間に車のドアがパタンと閉まる)によって生じた過負荷を低減するように、低周波を減衰させるように設計され、調整される。補償器は、不要な背景雑音を低減するように、高周波を減衰させるように設計し、調整することもできる。いくつかの実装形態において、調整は背景雑音の検知された量に基づいて動的に実施される。そのような実装形態において、背景雑音の検知された量が特定の閾値を超えたとき、補償器は、背景雑音の検知された量が特定の閾値よりも下にあるときの音声周波数帯域に対して、より小さい音声周波数帯域内に自己音声閉塞効果を軽減する。さらに、背景雑音の検知された量が無視できるほどであるとき、補償器は、音声周波数帯域の顕著な部分にわたって全範囲の忠実性により自己音声閉塞効果を軽減する。

20

【0059】

いくつかの実装形態を説明してきた。それにもかかわらず、本明細書に説明した発明概念の範囲を逸脱することなくさらに変更を加えることができ、したがって、他の実施形態は以下の特許請求の範囲内にあることが理解されよう。

【符号の説明】

30

【0060】

- 102 閉塞されていない気導音響経路
- 104 骨伝導音響経路
- 106 外耳道
- 108 閉塞された気導音響経路
- 110 電子的に支援される経路
- 200 耳覆い型ヘッドセット
- 202 左イヤホン
- 204 右イヤホン
- 206 ヘッドバンド
- 208 イヤカップ
- 210 イヤカップ
- 212 クッション
- 214 クッション
- 216 変換器
- 218 変換器
- 220 通信音声マイクロホン
- 226 携帯電話
- 300 フィードフォワードシステム
- 302、304、306 破線ブロック

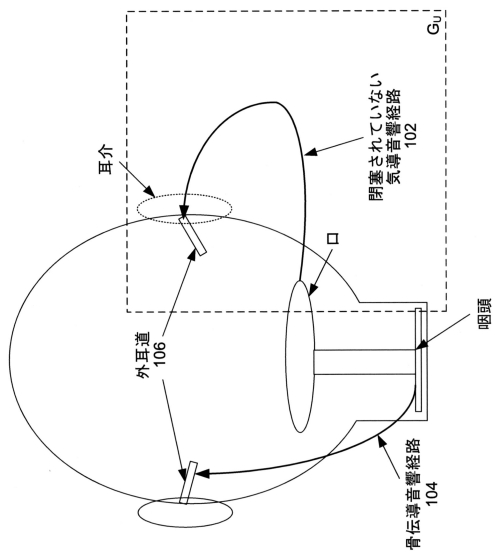
40

50

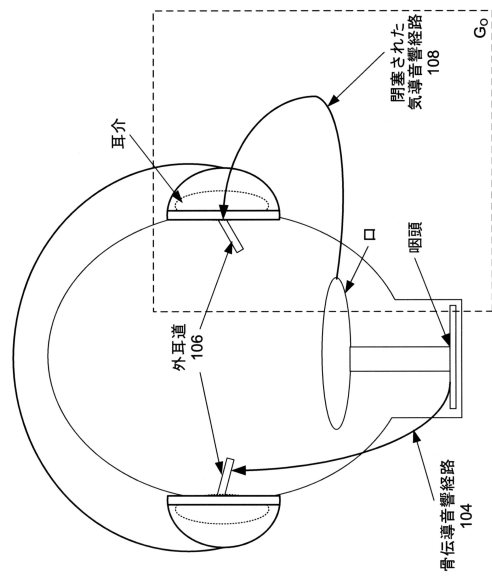
308 G₀E

310 自己音声閉塞効果補償器

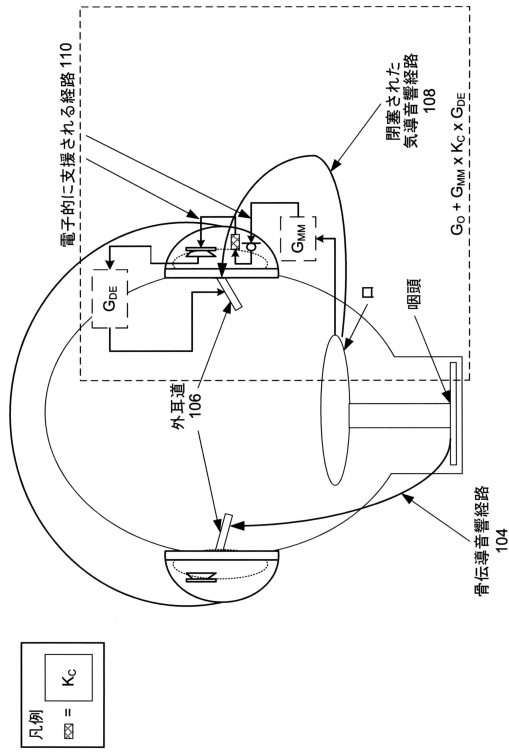
【図 1 A】



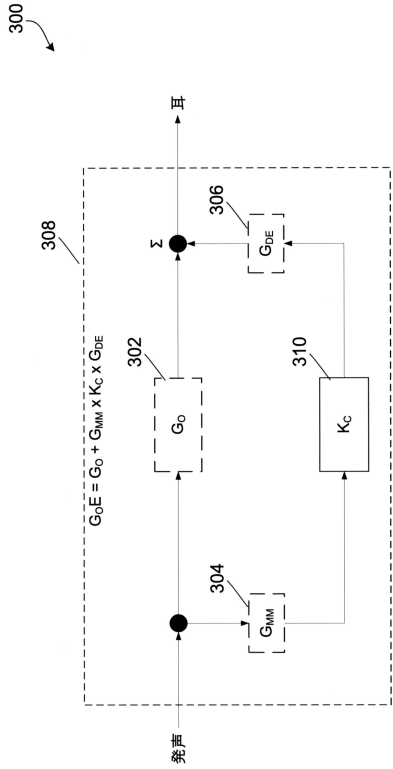
【図 1 B】



【図1C】



【図3】



【図2】

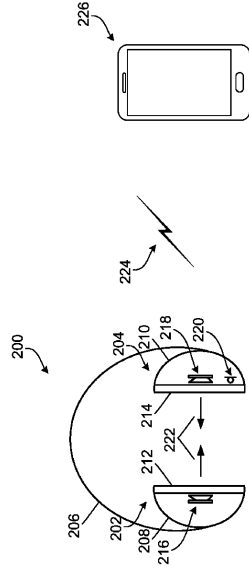
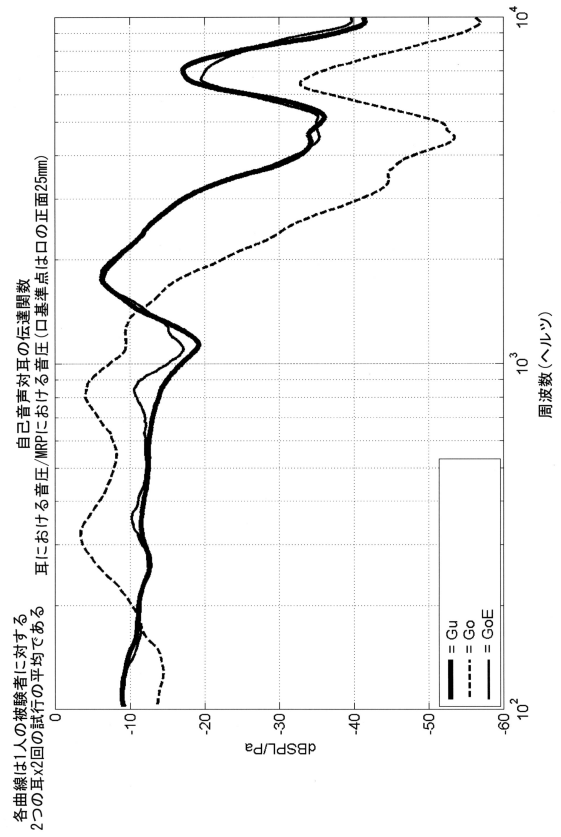
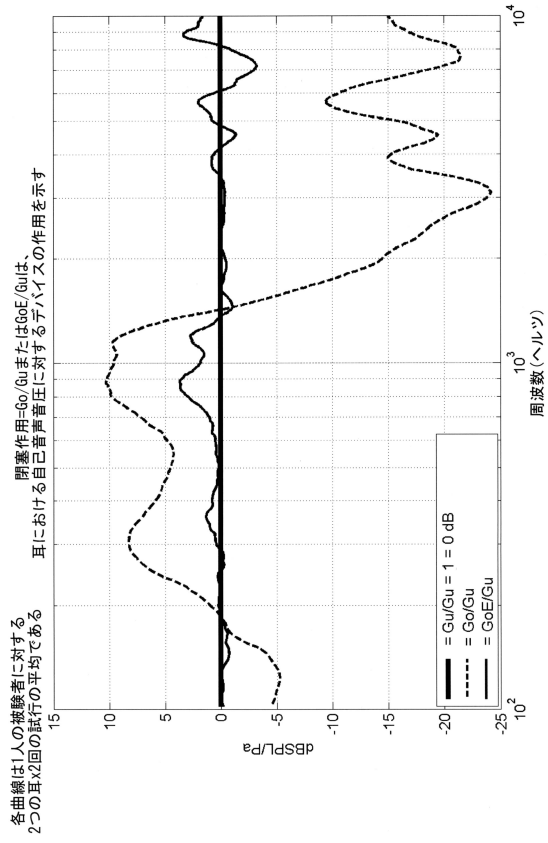


FIG. 2

【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 マーティン・デイヴィッド・リング
アメリカ合衆国・マサチューセッツ・01701-9168・フラミンガム・エムエス・3ピー1
・ザ・マウンテン・(番地なし)・ボーズ・コーポレーション内
- (72)発明者 スティーヴン・エイチ・イザベル
アメリカ合衆国・マサチューセッツ・01701-9168・フラミンガム・エムエス・3ピー1
・ザ・マウンテン・(番地なし)・ボーズ・コーポレーション内

審査官 堀 洋介

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0126734(US, A1)
特開2015-173369(JP, A)
特表2012-516088(JP, A)
特表2010-500798(JP, A)
特開2014-168200(JP, A)
国際公開第2009/125567(WO, A1)
特開2003-304599(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04R 1/10
H04R 25/00