

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5965920号  
(P5965920)

(45) 発行日 平成28年8月10日(2016.8.10)

(24) 登録日 平成28年7月8日(2016.7.8)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 7/04 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 7/04 Z DMX

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-547939 (P2013-547939)  
 (86) (22) 出願日 平成24年1月2日 (2012.1.2)  
 (65) 公表番号 特表2014-505535 (P2014-505535A)  
 (43) 公表日 平成26年3月6日 (2014.3.6)  
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2012/050005  
 (87) 國際公開番号 WO2012/093343  
 (87) 國際公開日 平成24年7月12日 (2012.7.12)  
 審査請求日 平成26年12月26日 (2014.12.26)  
 (31) 優先権主張番号 11150160.7  
 (32) 優先日 平成23年1月5日 (2011.1.5)  
 (33) 優先権主張国 歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ  
 ヴェ  
 KONINKLIJKE PHILIPS  
 N. V.  
 オランダ国 5656 アーネー アイン  
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5  
 High Tech Campus 5,  
 NL-5656 AE Eindhoven  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】外耳道の封鎖の封鎖性能の推定

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を検出する方法であつて：

前記外耳道内に設けられた外耳道マイクロホンからのマイクロホン信号を受信する手順；

前記マイクロホン信号から第1信号を生成する手順；及び、

前記第1信号の周波数スペクトルの特性に応じて前記封鎖性能の指標を判断する手順；を有し、

前記封鎖性能の指標が、上側周波数を有する第1周波数帯における組み合わせられた信号レベルと、前記上側周波数よりも高い周波数の第2周波数帯を含む周波数間隔における組み合わせられた信号レベルとの比較に応じて判断される、

方法。

## 【請求項 2】

前記上側周波数は100Hzを超えない、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記第2周波数帯は、500Hz以上の上側周波数を有する、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記封鎖性能の指標は、100Hz以下の上側カットオフ周波数を有する周波数帯での信号レベルの信号依存パラメータの関数として判断される、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 5】

10

20

基準を満たさない前記封鎖性能の指標の検出に応じて使用者への警告を発生させる手順をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記マイクロホン信号に応じて使用者の運動特性を判断する手順、及び、前記使用者の運動特性に応じて前記封鎖性能の指標を判断する手順をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記運動特性に応じて前記マイクロホン信号の処理パラメータを設定する手順をさらに有する、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記外耳道外部のマイクロホンからの周辺マイクロホン信号を受信する手順をさらに有する請求項1に記載の方法であって、前記封鎖性能の指標は、前記周辺マイクロホン信号に応じてさらに判断される、方法。

【請求項9】

複数のウインドウの周波数スペクトルを平均化することによって前記周波数スペクトルを生成する手順をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記マイクロホン信号に基づいて体内音の適用を実行する手順、及び、

前記封鎖性能の指標に応じて前記体内音の適用の処理特性を適合させる手順；

をさらに有する、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を判断する装置であって：

外耳道マイクロホンからのマイクロホン信号を受信する入力部；

前記マイクロホン信号から第1信号を生成する回路；及び、

前記第1信号の周波数スペクトルの特性に応答して前記封鎖性能の指標を判断する回路；

を有し、

前記封鎖性能の指標を判断する回路が、上側周波数を有する第1周波数帯における組み合わせられた信号レベルと、前記上側周波数よりも高い周波数の第2周波数帯を含む周波数間隔における組み合わせられた信号レベルとの比較に応じて前記封鎖性能の指標を判断するように構成される、

装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を判断する方法及び装置に関する。本発明は特に、体内音を測定する用途の封鎖性能指標の判断に関するが、それらに限定されない。

【背景技術】

【0002】

様々な用途で身体の機能を記録することの関心が高まっている。たとえばリラクゼーション、エクササイズ、及び医療用途での心拍数及び呼吸特性を記録することに関心が集まっている。

【0003】

外耳道にマイクロホンを設けることによって体内音を測定することが提案されてきた。特に体内音はとりわけ、骨の伝導を介して体を通り抜けて伝わる。外耳道内部で捕らえることが可能な関心のある音には、心臓音、呼吸音、及び歩みのような運動音が含まれる。閉塞効果として知られることを利用することによって外耳道内部の体内音を記録できることが分かった。閉塞効果とは、閉塞された外耳道内部では、骨を伝わる音が、開放された外耳道内部よりも強く知覚される現象を指称する。この認識に係る特性に加えて、この効果はまた、外耳道内部での低周波数の音圧が増加して測定されうる。この現象の説明は非

10

20

30

40

50

特許文献1で与えられる。外耳道内部での音については、外耳道の端部が開放される結果、高域通過特性となる。外耳道が封鎖されるとすぐに、高域通過特性が失われ、かつ、外耳道内での低周波音の音圧レベルが増大する。非特許文献2では、様々な種類の封鎖に対する閉塞効果がより詳細に与えられる。非特許文献2では、閉塞効果は100Hz以上の周波数から観測され、場合によっては最大2kHzまで拡張されることが分かっている。

#### 【0004】

外耳道内にマイクロホンを設けて耳を封鎖することで閉塞効果を与える研究が行われてきた。図1は、耳のマイクロホンシステムの例を表している。この耳のマイクロホンシステムでは、マイクロホンと封鎖体が耳当て内部で一体となっている。そのため耳内で耳当ての位置設定を行うことで、外耳道内でのマイクロホンの位置が設定され、かつ、外耳道が封鎖される。

10

#### 【0005】

しかしマイクロホンを用いることによって外耳道内で骨を伝わる体内音を十分明確に記録することを可能にするため、外耳道は適切に封鎖されている必要がある。このように封鎖される結果、閉塞効果は、測定される骨を伝わる体内音のレベルを、開放された外耳道と比較して顕著に増大させる。マイクロホンが自己の雑音に悩まされる結果、ダイナミックレンジが制限されるので、所望の体内音を捕らえるためには、マイクロホンの位置で十分大きな音圧レベルが必要となる。よって耳のマイクロホンを用いて体内音 - たとえば心臓音や呼吸音 - を記録するとき、外耳道の閉塞は、その外耳道内で十分高い音圧レベルの体内音を与えるのに十分な程度良好である必要がある。このためには、存在する外界に対して外耳道を実効的に封鎖する必要がある。封鎖が十分でない場合、体内音のレベルは劇的に減少し、体内音からの具体的な情報を得ることが困難、さらには不可能になる。さらに封鎖体は、体内音のレベルを増大させるだけではなく、外部音を減衰させることで、信号対雑音比を改善する。

20

#### 【0006】

従って外耳道の封鎖の性能は、外耳道内で体内音を測定する用途によって非常に重要である。しかしたとえば図1では、しっかりと封鎖するため、耳当てが、耳の中で正しく位置設定されることが求められる。耳当ての位置設定が経験の浅い使用者によって行われうるため、位置設定は通常最適ではない恐れがある。

30

#### 【0007】

従って外耳道の封鎖性能を推定する方法が有利である。特に、自由度を増大させ、実施を容易にし、精度を改善し、及び/又は性能を改善することを可能にする方法が有利である。

#### 【先行技術文献】

#### 【非特許文献】

#### 【0008】

【非特許文献1】"BoneConduction" by J. Tonndorf; in J. Tobias (ed.), *Foundations of modernauditory theory*, New York: Academic press, p. 197-237

【非特許文献2】"Amodel of the occlusion effect with bone-conducted stimulation" by S. Stenfelt and S. Reinfeldt; *International Journal of Audiology*, vol. 46, p. 595-608, 2007

40

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0009】

従って本発明は、上述の欠点の1つ以上を単独若しくは任意の組み合わせで緩和又は解決することを意図している。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

本発明の態様によると、外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を検出する方法が供される。当該方法は、前記外耳道内に設けられた外耳道マイクロホンからのマイクロホン信号を受信

50

する手順、前記マイクロホン信号から第1信号を生成する手順、及び、前記第1信号の周波数スペクトルの特性に応じて前記封鎖性能の指標を判断する手順を有する。

#### 【0011】

本発明は、有利となるように封鎖を検出することができる。当該方法によってたとえば、前記封鎖体が十分信頼できる音の取り込みを実現することを保証されることによって、体内音を取り込む用途は、その性能を改善する。当該方法は、コンピュータの複雑性は小さく、かつ、わずかなコンピュータ資源しか必要としない。たとえばデジタル実装においては、封鎖性能を判断するのに非常に低いサンプリングレートを用いることが可能である。具体的には一部の実施例では、100Hz程度の低さのサンプリングレートが用いられて良い。信頼性のある封鎖性能の推定が可能となる。封鎖性能の指標はたとえば、体内音測定の信頼性を推定することを可能にし得る。 10

#### 【0012】

周波数領域の特性に基づいて封鎖性能を判断することで、多くの場合において、より正確でかつ信頼性の高い封鎖性能の決定が可能となり得る。

#### 【0013】

前記第1信号は、前記マイクロホン信号と直接対応し、かつ、一部の実施例では、前記マイクロホン信号自身であって良い。一部の場合では、前記第1信号は、前記マイクロホン信号と第2信号 - たとえばこれらの差となる信号 - の重み付けされた結合であって良い。一部の実施例では、前記第1信号は、前記マイクロホン信号をスケーリング及び/又はフィルタリングしたものに対応して良い。一部の実施例では、前記第1信号は、第2信号 - たとえば周辺の雑音を表す周辺信号 - に対する前記マイクロホン信号に対応して良い。 20

#### 【0014】

一部の実施例では、前記封鎖性能の指標は、二値の封鎖性能指標であって良い。具体的には、当該方法は単純に、前記封鎖性能が十分良好であると考えられるか否かを判断して良い。

#### 【0015】

一部の実施例では、当該方法は使用者の両耳に用いられて良い。

#### 【0016】

本発明の任意の特徴によると、前記封鎖性能の指標は、周波数に対する前記周波数スペクトルの大きさの変化に応じて決定される。 30

#### 【0017】

これにより、性能が改善され、かつ、多くの場合において、信頼性のある封鎖性能の判断が可能となり得る。前記封鎖性能の指標は、前記周波数スペクトルの大きさ（たとえば振幅又は出力）が、周波数の関数としてどのように変化するのかを表す特性に応じて判断されて良い。たとえば前記封鎖性能の指標は、様々な周波数間隔の（たとえば累積した）大きさの比較に応じて判断されて良い。

#### 【0018】

本発明の任意の特徴によると、前記封鎖性能の指標は、周波数間隔における周波数の関数としての大きさの勾配に応じて判断される。

#### 【0019】

これにより、多くの場合において、封鎖性能の指標が特に有利となるように判断され得る。前記勾配は具体的に、低周波数帯の周波数を減少させるように増大する信号レベルの傾斜であって良い。たとえば前記勾配は、100Hz未満さらには50Hz未満の周波数について決定されて良い。前記周波数スペクトル及び/又は前記の決定された勾配は、より信頼性のある推定を行う平均化された周波数スペクトル又は勾配であって良い。 40

#### 【0020】

一部の実施例では、前記周波数間隔は有利となるように、200Hz、100Hz、70Hz、又さらには50Hzを超えない上側カットオフ周波数を有して良い。前記カットオフ周波数はたとえば、3dB又は6dBのカットオフ周波数であって良い。

#### 【0021】

10

30

40

50

本発明の任意の特徴によると、前記封鎖性能の指標を判断する手順は、前記勾配の増大する振幅の増大する性能値を示すように前記封鎖性能の指標を判断する手順を含む。

【0022】

当該方法は具体的に、実効的な封鎖によって低周波数の振幅が増大する結果、勾配が増大することを反映する勾配の大きさが増大する場合に、封鎖性能が増大していると判断して良い。

【0023】

上側周波数を有する第1周波数帯における組み合わせられた信号レベルと、前記上側周波数よりも高い第2周波数を含む周波数間隔における組み合わせられた信号レベルとの比較に応じて、前記封鎖性能の指標が判断される。

10

【0024】

これにより、多くの場合において、複雑性の低い方法を維持しながら信頼性のある封鎖性能の指標を与えることが可能となる。典型的にはコンピュータ資源の使用少なくすることが実現され得る。

【0025】

前記周波数間隔は、前記第1周波数帯の一部又は全部を含んで良く、それだけではなく前記第1周波数帯に含まれない前記第2周波数帯をも含む。

【0026】

よって当該方法は、高い周波数帯での信号レベルに対する低い周波数帯での信号レベルの比較に基づく封鎖性能の指標を判断することを可能にし得る。これにより前記封鎖の閉塞効果が実現されたことを効率的に示すことが可能となる。

20

【0027】

一部の実施例では、前記周波数間隔は、音響周波数帯全体（よりもさらに広い帯域）に対応して良い。他の実施例では、前記周波数間隔はたとえば、前記第1周波数帯に含まれない周波数のみを含んで良い。

【0028】

一部の実施例では、前記第1周波数帯は、前記周波数間隔とは実質的に同一の周波数帯を有して良い。

【0029】

本発明の任意の特徴によると、前記上側周波数は100Hzを超えない。

30

【0030】

これにより前記閉塞効果、つまりは前記封鎖性能を特に有利に示すことが可能となる。一部の実施例では、前記上側周波数は70Hz又さらには50Hzを超えない。

【0031】

本発明の任意の特徴によると、前記第2周波数帯は、500Hz以上の上側周波数を有する。

【0032】

これにより、閉塞効果、つまりは前記封鎖性能が実現されたという推定を特に有利となるように参照することが可能となる。一部の実施例では、前記上側周波数は700Hz又さらには1kHz以上である。

【0033】

本発明の任意の特徴によると、前記封鎖性能の指標は、100Hzを超えない上側カットオフ周波数を有する周波数帯での信号レベル以外の信号に依存しないパラメータの関数として判断される。

40

【0034】

これにより、コンピュータの複雑性を非常に低くしながら封鎖性能の指標を判断することが可能でありながら、多くの用途において十分な推定が与えられ得る。

【0035】

前記信号レベルは、蓄積された又は平均の信号レベルであって良いし、又は、たとえばピーク信号レベルであっても良い。前記上側カットオフ周波数はたとえば3dB又は6dBのカットオフ周波数であって良い。

50

## 【0036】

一部の実施例では、前記判断は二値の封鎖性能の指標であって良い。

## 【0037】

特に一部の実施例では、前記封鎖性能の指標は、100Hzを超えない上側カットオフ周波数を有する周波数帯の信号レベルが閾値を超えるときに受け入れ可能で、それ以外の場合では受け入れ不可能となると認められる二値の封鎖性能の指標を判断する手順を含む。

## 【0038】

これにより、前記封鎖性能が適切か否かについての信頼性のある判断が可能となる。

## 【0039】

前記信号レベルは、蓄積された又は平均の信号レベルであって良いし、又は、たとえばピーク信号レベルであっても良い。前記上側カットオフ周波数はたとえば3dB又は6dBのカットオフ周波数であって良い。 10

## 【0040】

本発明の任意の特徴によると、当該方法はさらに、基準を満たさない前記封鎖性能の指標の検出に応じて使用者への警告を発生させる手順をさらに有する。

## 【0041】

これにより、前記封鎖性能が受け入れ可能であることを保証する効率的でありながら単純な方法を与えることができる。たとえば、前記封鎖性能が受け入れ可能であると認められる場合には緑色光が発光し、かつ、前記封鎖性能が受け入れ可能でないと認められる場合には赤色光が発光する。それによりユーザーによる耳内での耳当ての位置設定に対する即時フィードバックを容易に理解することが可能となる。 20

## 【0042】

本発明の任意の特徴によると、当該方法は、前記マイクロホン信号に応じて使用者の運動特性を判断する手順、及び、前記使用者の運動特性に応じて前記封鎖性能の指標を判断する手順をさらに有する。

## 【0043】

これにより、多くの場合において動作と精度が改善され得る。特に、前記外耳道内の体内音は、ヒトが運動しているか否かに顕著に依存し、かつ、当該方法は、このことを推定、つまりは補償するかさもなければ積極的に利用することを可能にする。

## 【0044】

本発明の任意の特徴によると、当該方法は、前記運動特性に応じて前記マイクロホン信号の処理パラメータを設定する手順をさらに有する。 30

## 【0045】

これにより性能が改善されうる。たとえば前記運動特性に基づく利得の適合を実行することができる。

## 【0046】

本発明の任意の特徴によると、当該方法は、前記外耳道外部のマイクロホンからの周辺マイクロホン信号を受信する手順をさらに有し、かつ、前記封鎖性能の指標は、前記周辺マイクロホン信号に応じてさらに判断される。

## 【0047】

これにより、多くの場合においてより正確な封鎖性能が与えられ、かつ、外部雑音の影響を軽減することが可能となる。一部の実施例では、前記第1信号は、前記マイクロホン信号と前記周辺マイクロホン信号との比較に応じて判断されて良い。特に前記第1信号は、前記マイクロホン信号と前記周辺マイクロホン信号との差の信号であって良い。 40

## 【0048】

本発明の任意の特徴によると、当該方法は、複数のウインドウの周波数スペクトルを平均化することによって前記周波数スペクトルを生成する手順をさらに有する。

## 【0049】

これにより、より信頼性のある封鎖性能の指標が与えられ得る。

## 【0050】

50

本発明の任意の特徴によると、当該方法は、前記マイクロホン信号に基づいて体内音の用途を実行する手順、及び、前記封鎖性能の指標に応じて前記体内音の用途の処理特性を適合させる手順をさらに有する。

#### 【0051】

これにより、体内音の取り込みに基づいて用途の性能を改善すること、具体的には信頼性を改善することが可能となる。たとえば封鎖性能を減少させるため、前記マイクロホン信号の低域通過フィルタリングを増大させて適用されて良い。他の例として、減少した重みが、高い封鎖性能の指標に係る体内音測定と比較して低い封鎖性能の指標に係る体内音測定に適用されて良い。

#### 【0052】

本発明の態様によると、外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を判断する装置が供される。当該装置は、外耳道マイクロホンからのマイクロホン信号を受信する入力部、前記マイクロホン信号から第1信号を生成する回路、及び、前記第1信号の周波数スペクトルに応答して前記封鎖性能を判断する回路を有する。

#### 【0053】

本発明の上記及び他の態様、特徴、及び利点は、以降で説明する（複数の）実施例を参考することで明らかとなる。

#### 【0054】

本発明の実施例は、例として示される図面を参照しながら説明される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0055】

【図1】外耳道マイクロホンの一対の耳当てを表している。

【図2】本発明の実施例による外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を判断する装置例の構成要素を表している。

【図3】本発明の実施例による外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を判断する方法例の構成要素を表している。

【図4】外耳道マイクロホンにより捕らえられる信号の大きさのスペクトルを表している。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0056】

図2は、本発明の実施例による外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を判断する装置例の構成要素を表している。図3は、本発明の実施例による外耳道の封鎖の封鎖性能の指標を判断する方法例の構成要素を表している。図2の装置を参照しながら図3の方法を説明する。

#### 【0057】

図2は、外耳道マイクロホンであるマイクロホン201を表している。よってマイクロホンは、使用中は使用者の外耳道内に設けられるように構成される。図の例では、マイクロホン201はさらに外耳道を封鎖する。たとえばマイクロホンは、耳を適切に封鎖するように圧縮及び伸張可能な弹性かつ可撓性の材料によって取り囲まれた筐体内に設けられて良い。よって使用者がマイクロホンを耳に挿入するとき、その使用者は外耳道を阻止すなわち封鎖する。厳密な適合及び位置設定に依存して、封鎖は、ある程度有効であるし、場合によっては、外耳道を部分的にしか阻止すなわち封鎖しないこともあり得る。

#### 【0058】

図2の装置は、マイクロホン201によって与えられる封鎖の性能の指標を判断するように構成される。

#### 【0059】

単純に耳の中に設けられるように1つの素子となるように一体化されるマイクロホンと封鎖体は、より実用的な解決法を可能にし、かつ、場合によっては自由度とユーザーフレンドリーアクセスを増大させることに留意して欲しい。しかしその解決法は、封鎖が別個の素子 - たとえば耳栓 - によって与えられる場合にも用いられ得る。

#### 【0060】

10

20

30

40

50

マイクロホン201は、手順301を実行する入力受信器203に結合される。当該装置は、マイクロホン201からのマイクロホン信号を受信する。よってマイクロホン信号は、骨の伝導によって外耳道へ伝わった体内音から生じる信号成分と、外部音の信号成分を含み得る。

【0061】

マイクロホン信号は、体内音 - たとえば心臓の鼓動、呼吸運動、及び使用者の運動（歩み、ウォーキング及びランニング、又は腕や頭の運動）からの信号成分を含む。これらの信号成分は、多くの異なる用途 - たとえば信号を用いてウォーキング/ランニングの心拍数を決定することが可能なエクササイズ用途 - に用いられて良い。係るアルゴリズムは様々なものが当業者に知られている。当該方法は、係る用途の様々なものに適用可能であることに留意して欲しい。

10

【0062】

しかし体内音を正確に捕らえることを保証するため、外耳道は十分に封鎖されている必要がある。このことを判断するため、当該システムは、外耳道の封鎖性能を示す封鎖性能の指標を生成するように処理を進める。具体的には封鎖性能は、封鎖が受け入れ可能であるか否かを単純に示す二値表示であって良い。

【0063】

封鎖性能の指標は、マイクロホン201によって捕らえられる信号に基づき、かつ、具体的にはこの信号のみに基づいて決定されて良い。よって図2の装置は、捕らえられたマイクロホン信号を処理し、かつ、実現された外耳道の封鎖の程度を推定する。

20

【0064】

受信器は、前処理回路205と結合する。前処理回路205は、入力信号から生成される第1信号を与える手順303を実行する。一部の実施例では、第1信号は、たとえばフィルタリング、サンプリング、增幅等の後のマイクロホン信号に単純に対応して良い。他の実施例では、より複雑な処理が適用されて良く、かつ、第1信号は、他の信号に応じて精製されて良く、具体的には差の信号として生成されて良い。

【0065】

以降の説明は、第1信号が基本的にマイクロホン信号（一般的には適切な信号レベルにまで增幅される）と同一である例に焦点を当てる。

【0066】

30

前処理回路205は、手順305を実行するように構成された周波数変換回路207に結合される。ここで周波数変換が第1信号に適用されることで、周波数スペクトルが生成される。周波数変換は典型的には、フーリエ変換 - たとえば高速フーリエ変換(FFT) - であって良い。

【0067】

周波数変換回路207は、第1信号の周波数スペクトルを生成するので、この例では、マイクロホン信号の周波数スペクトルを生成する。

【0068】

周波数変換回路207はさらに、手順307を実行する封鎖性能推定器209に結合される。ここで封鎖性能の指標は、周波数スペクトルに応じて決定される。

40

【0069】

よって図2のシステムでは、外耳道の封鎖の程度の指標は、周波数スペクトルつまりはマイクロホン信号の周波数特性に基づいて生成される。特に非常に信頼性のある封鎖性能の指標は、捕らえられたマイクロホン信号の周波数特性を考慮することによって生成可能であることが分かった。従って複雑性が低いにもかかわらず信頼性のある封鎖性能の指標を得ることができ。これは、他のパラメータ又は測定結果を考慮することなく実現され得るので、コストを削減することができる。

【0070】

当該方法は、外耳道内での体内音の測定を含む用途を改善させるのに利用されて良い。たとえば封鎖性能の指標は、測定された体内音の信頼性のある指標として用いられ、かつ

50

、測定結果に重み付けするようにその用途によって利用されて良い。たとえば二値の封鎖性能では、その用途は、封鎖が有効ではないことを封鎖性能の指標が示すときに生成される全ての測定結果を無視して良い。

【0071】

多くの実施例では、当該システムは、封鎖性能の指標に応じて使用者への警告を発生させるように構成されて良い。たとえば封鎖性能の指標によって示される性能に依存する周波数を有する音のトーンが放出されて良い。これにより、使用者が、耳の中に耳当てを設置するのが容易になり得る。具体例として、耳当てを挿入するとき、使用者は初期化処理を開始して良い。ここでは封鎖性能の指標が測定され、トーンを生成するのに用いられる。トーンの周波数は、封鎖されないときに高く、封鎖性能が増大すると減少する。よって使用者は単純に、トーンの周波数が最小になるまで耳当てを位置設定する。その後トーンのスイッチはオフにされて良い。

【0072】

他の例は、発話された言葉のフィードバック、アイコン、及び音のアイコンを有する。音のアイコンはこの例ではたとえば、ボトルのコルクの音であって良い。これらの音は、拡声器が追加される場合、同一の耳当てを介して再生されて良い。

【0073】

あるいはその代わりに又はそれに加えて、使用者への警告は、封鎖性能が基準を満たさないことを発見したことに応じて発生されて良い。たとえば封鎖性能の指標が、封鎖性能が十分ではないことを示すとき、赤色光が発光して良い。よって使用者は、その赤色光が消えるまで耳栓を再調節できる。一部の実施例では、使用者の2つの耳について、別個の封鎖性能の指標が生成され、かつ、2つの耳について、使用者への警告が別個に生成されて良い。たとえば赤色光は、各耳の封鎖が十分であるか否かを示すのに用いられて良い。

【0074】

従って上述の方法を用いることによって、封鎖体を解析して、その封鎖体が、外耳道内での体内音の測定に基づいて有用なデータを抽出するのに十分な程度良好であるか否かを結論づけることが可能である。その封鎖体が十分良好ではない場合、使用者には、耳当てがより良好に挿入され得る旨通知されて良い。

【0075】

多くの実施例では、周波数スペクトルが、時間/区分ウインドウ内に生成されて良い。たとえば、第1信号は256サンプルのブロックに分割され、かつ、その分割されたブロックにFFTが適用されて良い。その結果得られる周波数スペクトルは複数のブロックにわたって平均化されることで、封鎖性能推定器209によって評価される周波数スペクトルが与えられ得る。よって平均化は、個々のFFTブロックよりも長い期間にわたる周波数スペクトルを決定する手順に相当する。そのため小規模なFFTの適用が可能であることで複雑性を低下させ、かつ、資源の使用を少なくすることを可能にしながら、より典型的で滑らかな平均周波数スペクトルを決定することができる。あるいはその代わりに又はそれに加えて、平滑化又は平均下が周波数領域において実行されて良い。たとえば同一のサンプリングレートでは、4096サンプルのFFTが実行されて良い。よって256のビンに分割された周波数スペクトルは、16のFFTビンの平均である各ビンによって生成されて良い。これは、16の連続する時間間隔において256点のFFTを実行して、結果として得られたスペクトルを平均化することと等価である。

【0076】

様々な周波数スペクトル特性が、様々な実施例において用いられて良いことに留意して欲しい。

【0077】

具体的に評価は、骨の伝導を介して又は中耳腔内に存在する音に由来して外耳道内に存在する低周波数信号成分の考慮に基づいて良い。外耳道内部の音については、外耳道の端部が開放される結果、高域通過特性を示す。外耳道が封鎖されるとすぐ、高域通過特性は減少し、かつ、外耳道中の低周波音の音圧レベルが増大する。ある閉塞では、この効果は

10

20

30

40

50

最大2kHzで測定され得る。体内音については、約100Hz未満の低周波数で音圧レベルの増大は最大となる。約100Hz未満の低周波数とは、心臓音と運動音も最も重要な部分が位置する周波数範囲である。呼吸音の大半は、100Hz～500Hzで見つけられ得るが、一般的には100Hz未満の周波数成分よりもはるかに弱い。閉塞する物体の挿入深さに依存して、低周波数の音圧レベルの増加が変化する。閉塞物体が、柔らかい組織で取り囲まれている外耳道の部分に設けられる浅い挿入では、増大が最大となることが示された。閉塞物体が外耳道の骨部分に設けられる深い挿入では、低周波数のレベルの増大は小さい。閉塞体を生成するのに用いられる材料 - たとえばメモリフォーム又はゴム - もまた、封鎖された外耳道の周波数特性に影響を及ぼす。外耳道内部での低周波数を増大させることに加えて、封鎖体はまた、外耳道内の外部音のレベル、つまりは外耳道マイクロホンの信号のレベルを実効的に減衰させる。

10

#### 【0078】

よって図2のシステムは特に周波数スペクトルを評価して、低周波ブーストの存在を判断して良い。

#### 【0079】

その効果は図4に図示されている。図4は、改良型のフィリップスSHS8001耳当て（図1の例に相当）内に設けられた外耳道マイクロホン（直径4mmのKnowles Acoustics MB4015A SC-1エレクトレットマイクロホン）の周波数スペクトルの測定結果を示している。椅子に座っている使用者の測定が行われた。このとき呼吸以外の動作は行われていない。その測定から、適合が良好なとき、つまりしっかりと封鎖が実現されるときには、100Hz未満 - 特に50Hz未満 - の周波数の非常に顕著なブーストが実現されることが確認された。耳当ての挿入深さは、浅いと考えられるので、たとえ耳当ての材料が異なっていても非特許文献2から予想されるように、低周波数レベルが大きく増大する。使用される装置に起因して、測定結果は、3Hz程度の低さとなり、特定の耳当てについて20Hz未満の周波数で約48dBの閉塞効果を示した。

20

#### 【0080】

複雑性の低い例として、封鎖性能推定器209は単純に、低周波数帯での信号レベルを測定し、その後封鎖性能を低周波数帯での信号レベルの関数として決定し得る。特に一部の実施例では、他の信号パラメータは考慮されなくて良い。

30

#### 【0081】

たとえば一部の実施例では、当該システムは単純に、低周波数帯におけるピーク振幅、平均振幅、又は累積した振幅（又は出力若しくはエネルギーの対応する量）を決定し、かつ、これらの関数として封鎖性能の指標を生成して良い。他の例として、振幅は単純に、閾値と比較されて良く、かつ、封鎖体は、その閾値を超える場合に受け入れ可能と認め、それ以外では受け入れ不可能と認めて良い。

#### 【0082】

低周波数帯は有利となるように、個々の実施例の要求及び選択に依存して200Hz、100Hz、70Hz、又は50Hzを超えない帯域であって良い。よって上側カットオフ周波数は多くの実施例において、有利となるように200Hz、100Hz、70Hz、又は50Hzを超えない。穏やかに変化するロールオフでは、カットオフ周波数は、3dB、6dB、又は10dBのロールオフ周波数として定義されて良い。大抵の場合、100Hz未満の上側周波数で特に有利な性能が実現される。

40

#### 【0083】

一部の実施例では、封鎖性能推定器209は具体的に、二値の封鎖性能を判断するように構成されて良い。前記二値の封鎖性能は、100Hzを超えない上側カットオフ周波数を有する周波数帯での信号レベルが閾値を超えるときに受け入れ可能と認め、かつ、それ以外では受け入れ不可能と認める。

#### 【0084】

多くの場合では、当然のこととして他のパラメータ又は特性が、係る低周波数での信号レベルに影響を及ぼしうる。たとえば外部雑音は信号レベルを高くすると考えられる。マ

50

イクロホンは、低周波数で大きくなる自己雑音を示すと考えられる。その結果マイクロホンは、封鎖された構成（静かな環境）ではないときでさえ低周波ブーストを有する。しかし多くの用途又は場合では、そのような特性は、補償されるか若しくは考慮され得るし、又は、小さすぎて重要ではない。たとえば静かな環境、マイクロホン信号の既知の周波数特性（つまり自己雑音の既知の周波数スペクトル）、及び既知のプリアンプ設定については、効果は予測可能かつ補償可能である。たとえば単純な信号レベルの決定又は閾値の検出は通常、十分に正確な封鎖性能の指標を与えるのに十分である。閾値はたとえば、予測された特性を考慮するように選ばれて良い。

#### 【0085】

一部の実施例では、封鎖性能推定器209は、周波数スペクトルが周波数と共に変化することを示す検出特性を決定するように構成される。よって封鎖性能は、検出特性に基づいて決定される。よって多くの実施例では、封鎖性能推定器209は、周波数スペクトルが周波数と共に変化することを考慮したことに基づいて封鎖性能の指標を決定するように処理を進める。

#### 【0086】

特に一部の実施例では、検出特性は、周波数間隔に置ける周波数の関数としての大きさの勾配に対応して良い。よって勾配すなわち傾斜は、封鎖性能の指標を判断するときに考慮される。周波数間隔は一般的に、150Hz未満 - 特に一部の場合では有利となるように100Hz、70Hz、又は50Hz未満 - の上側周波数である。

#### 【0087】

従って封鎖性能推定器209は、低周波数帯での大きさの傾斜すなわち勾配を決定するように処理を進めて良い。図4から分かるように、封鎖が良好なときには非常に大きな勾配が存在する。他方封鎖が効率的ではないときには傾斜の大きさはかなり減少する。従って封鎖性能の指標は、勾配の大きさが増大するときに封鎖性能が向上することを示し得る。

#### 【0088】

複雑性の低い例として、封鎖性能推定器209は単純に、勾配と閾値とを比較し、かつ、勾配の大きさが閾値を超える場合には封鎖性能は受け入れ可能で、勾配の大きさが閾値を超えない場合には封鎖性能は受け入れ不可能であると判断して良い。

#### 【0089】

勾配に基づく方法の利点は、その方法が絶対的な信号レベルの影響を受けにくく、かつ、周波数スペクトルの形状をより直接的に評価することである。

#### 【0090】

あるいはその代わり又はそれに加えて、封鎖性能の指標は、上側周波数を有する第1周波数帯での結合信号レベルと、前記上側周波数を超える第2周波数帯を含む周波数間隔での結合信号レベルとの比較に応じて決定されて良い。

#### 【0091】

封鎖性能の指標は多くの場合において有利となるように、第1周波数帯でのエネルギーと、より高い周波数を含む他の周波数帯でのエネルギーとを比較する相対決定に基づいて良い。

#### 【0092】

繰り返しになるが、低周波数帯は有利となるように、150Hz - 特に有利となるように100Hz、70Hz、又は50Hz - を超えない上側周波数を有して良い。

#### 【0093】

周波数間隔は、低周波数の信号レベルと比較される参照帯として考えられて良い。特にそのような参照周波数帯を利用することで、多数の可変パラメータ - たとえばプリアンプの利得設定と、ある程度の外部雑音信号（閉塞効果などの低周波ブーストを有しないため） - が補償され得る。

#### 【0094】

参照周波数帯は多くの実施例において有利となるように、500Hz以上上の上側周波数を有して良い。特に多くの場合では、そのような高周波数が参照周波数帯に含まれることは、

10

20

30

40

50

参照周波数が改善されるので有利である。

【0095】

一部の実施例では、参照周波数帯の低周波数は、第1周波数帯へ拡張されて良い。つまり前記第1周波数帯は低周波数を含んで良い。例として、参照周波数帯は全音響帯を網羅して良い。つまり参照周波数帯のエネルギーは単純に全体として、周波数スペクトルのエネルギーに対応して良い。

【0096】

他の実施例では、参照周波数帯は、第1周波数帯とは重ならなくて良い。特に一部の実施例では、参照周波数帯は、第1周波数帯よりもはるかに高い周波数で狭い参照帯であつて良い。参照周波数帯は具体的に、第1周波数帯と同一の帯域幅を有して良い。

10

【0097】

参照周波数帯は一部の実施例では有利となるように、500Hz - 場合によっては700Hz又は1kHz - 以上の下側周波数を有して良い。特に多くの場合において、参照周波数が改善されるので、高周波数のみが参照周波数帯に含まれることが有利である。

【0098】

特に、心臓音は典型的に100Hz未満で発見され、呼吸音は典型的には100Hz ~ 500Hzの範囲で発見される。説明する封鎖検出アルゴリズムは、心臓音に焦点を当てる。高参照周波数帯については、重要な体内音を含まない周波数を考慮することが通常は有利となりうる。従って呼吸周波数帯での周波数を含まないことが有利となりうる。

20

【0099】

一般的にはフィルタ及び周波数を考慮する際に多くの異なる設計選択が利用できることに留意して欲しい。

【0100】

たとえば当該システムは、ノイズフロアのレベル - つまり800Hz超 - と50Hz未満の周波数でのレベルとを比較することによって封鎖性能を決定して良い。封鎖体の種類に依存して、封鎖体が正しいときのレベルと封鎖体が誤っているときのレベルとの間での大きさ差異が予想されうる。これは、運動のない場合にも運動を伴う（たとえばウォーキング、ランニング、サイクリング等を含む）場合にも機能する。

【0101】

そのような方法の例にはたとえば以下のようなものが含まれる。

30

【0102】

第1の50Hzで最高の値を有する周波数ビンを発見し、かつ、その値を、800Hz付近のスペクトルの周波数ビンの値で除する。

【0103】

（たとえば周波数ビンを合計することによって）0 ~ 50Hzの領域を積分し、かつ、その結果得られた値を、800 ~ 850Hzの領域を積分して得られた値で除する。

【0104】

単純な二値封鎖性能の指標は、そのようなエネルギー比に応じて決定されて良い。たとえば、比が十分高い場合にはその封鎖は正しく、比が十分に高いとは言えない場合にはその封鎖は不十分と考えられる。

40

【0105】

これまでの例にあるように、周波数変換が第1信号に適用されることで、前記第1信号の周波数スペクトルが生成されて良い。よって封鎖性能の指標は、周波数スペクトルに応じて決定されて良い。よって、周波数特性は周波数スペクトルから決定されて良く、かつ、封鎖性能の指標はこの周波数特性に基づいて決定されて良い。

【0106】

しかし周波数スペクトルを決定するために十分に明確な周波数スペクトルが生成される必要はないことに留意して欲しい。たとえば一部の実施例では、封鎖性能の指標を判断するのに用いられる周波数帯での信号レベルのみが得られて良い。これはたとえば、第1信号をフィルタリングすることによって行われて良い。

50

**【 0 1 0 7 】**

たとえば封鎖性能の指標は単純に、低周波数帯での信号エネルギーに対応するように決定されて良い。たとえば、50～100Hzの範囲にカットオフ周波数を有する低域通過フィルタが第1信号に適用され、かつ、フィルタ出力信号は直接封鎖性能の指標として用いられて良く、又は、フィルタ出力信号がたとえば閾値と比較されることで、二値封鎖性能の指標が決定されても良い。たとえば500Hzの下側カットオフ周波数を有する高域通過フィルタが第1信号に適用されることで、参照信号レベルが生成されて良い。よって封鎖性能の指標は、フィルタからの出力信号間での比として与えられて良い。

**【 0 1 0 8 】**

一部の実施例では、当該システムはさらに、マイクロホン信号に応じて使用者の運動特性を決定するように構成されて良い。複雑性の低い例として、当該システムは単純に、使用者が運動しているか否かを推定して良い。よって封鎖性能の指標を判断するときに使用者の運動特性が考慮されて良い。

10

**【 0 1 0 9 】**

たとえば、封鎖性能の指標は、使用者の運動特性が基準を満たすときにのみ決定されて良く、かつ/あるいは、封鎖性能を判断する様々な処理が、使用者の運動特性に依存して用いられて良い。

**【 0 1 1 0 】**

一般的には、外耳道内で骨を伝わる音は、心臓の鼓動又は呼吸を起源とする音よりも、歩く音の方が、実質的に高いレベルを有する。特に典型的には、歩く音のレベルは、心臓の鼓動の音よりも少なくとも10～20dB高く、通常は呼吸音よりも40～50dB高い。従って当該システムは、使用者の運動特性が、使用者が運動しているのか静止しているのかを示すのに依存して、その動作を適合させて良い。

20

**【 0 1 1 1 】**

運動の検出は単純に、低周波数音のレベルの検出に基づいて良い。よって当該システムは単純に、低周波帯での信号レベルを記録して良い。そのレベルが所与の閾値を超える場合には、使用者は運動しているとみなされ、そうでなければその使用者は静止しているとみなされて良い。そのような測定は相対的に信頼性があると考えられ得る。なぜなら歩みから得られる信号レベルと、心臓の鼓動又は呼吸から得られる信号レベルとの間に顕著なレベルの差異があるためである。

30

**【 0 1 1 2 】**

より複雑な実施例では、あるいはその代わりに又はそれに加えて、使用者の運動特性は、他のパラメータに応じて決定されても良い。たとえば当該システムは、時間領域の信号又は周波数スペクトルでの個々のパターンを検出し、それらのパターンと、呼吸、心臓の鼓動、及び歩く音で期待されるパターンとを比較して良い。

**【 0 1 1 3 】**

当該システムは、運動特性に応じてマイクロホン信号の処理パターンを設定するように構成されて良い。処理パラメータはたとえば利得の設定であって良い。具体的には当該システムは、使用者の運動特性に応じて利得の調節を実行するように構成されて良い。よって使用者の運動特性が使用者の運動を示唆するとき、利得は、実質的に増大した信号レベルを反映するように実質的に減少して良い。

40

**【 0 1 1 4 】**

一部の実施例では、当該システムは自動利得制御を有して良い。前記自動利得制御は、信号レベルが、低周波数帯（たとえば上側周波数が150Hz、100Hz、70Hz、又は50Hzを超えない）において実質的に一定となるように利得を設定する。よって利得の設定は、使用者の運動特性を得るのに用いられて良い。

**【 0 1 1 5 】**

よって当該システムは、運動（ウォーキング又はランニング）中の使用者と静止している使用者とを差異化するように構成されて良い。例として、信号レベル検出器からの出力信号は、運動していない状況と運動している状況とを区別するため、閾値と比較されて良

50

い。これにより、封鎖性能の指標を判断するときにこれらの条件同士を差異化するのが容易になる。たとえばフレーム又はブロックを含む運動は、明らかな運動がないフレーム又はブロックとは別に処理されて良い。従って、両者のスペクトルが決定され、かつ、両者の封鎖性能の指標が得られる。続いて単一の封鎖性能の指標は、個々の封鎖性能の指標の平均化又は重み付けによって生成されて良い。

#### 【0116】

一部の実施例では、当該システムは、そのシステムが用いられている音響環境を補償するように構成されて良い。当該システムは、外部環境の音を捕らえるように構成されたマイクロホンを有して良い。たとえば、マイクロホンは耳当ての外側に配置されて良く、かつ/あるいは、外部マイクロホンがたとえば使用者と接するように取り付けられるか、若しくはその使用者から離れて設けられても良い。

10

#### 【0117】

よって外耳道の外にあるマイクロホンによって捕らえられた周辺のマイクロホン信号は、封鎖性能の指標を判断するのに用いられて良い。このようにして、当該システムは、外部の音響環境での変化を補償して良い。補償は動的な補償であるため、当該システムは現在の音響環境に適合することが可能である。

#### 【0118】

例として、外耳道マイクロホン201からのマイクロホン信号と外部マイクロホンからのマイクロホン信号のいずれも、両マイクロホン信号の差異を表す信号として第1信号を生成するように処理を進める。よって前処理回路205は、外耳道内で取り込まれた信号から外部雑音に対応する成分を減ずる。これは特に、騒がしくてかつ変化する音響環境で当該方法を用いることを可能にする上で有効であり得る。典型的には周辺マイクロホン信号は、外耳道マイクロホン信号から減じられる前にフィルタリングされて良い。フィルタリングは具体的に、耳当てによる耳の封鎖によるフィルタリングを模して良い。

20

#### 【0119】

前述したように、マイクロホン信号は、外耳道内で捕らえられた体内音を評価する体内音用途によって利用されて良い。係る用途はたとえば、リラクゼーション、医療、又はエクササイズ用途を含んで良い。

#### 【0120】

一部の実施例では、当該システムは、封鎖性能の指標に応じて体内音用途の処理の特性を適合させるように構成されて良い。たとえば封鎖性能の指標は、マイクロホン信号が体内音を含むとみなされうるか否かについての信頼性のある指標と考えることができる。よってその用途は単純に、封鎖性能の指標が封鎖性能の指標が低すぎることを示すときにはマイクロホン信号を無視して良い。他の例として、体内音に基づく結果の平均化は、封鎖性能の指標によって重み付けされて良い。

30

#### 【0121】

両耳でそれぞれ別個の封鎖性能の指標が生成される例では、対応する封鎖性能の指標はたとえば、2つの耳の体内音測定同士での選択、又は、示された信頼性に従って測定結果を重み付けるのに用いられて良い。

【図1】



FIG. 1

【図2】

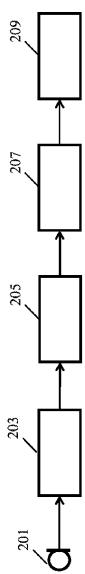


FIG. 2

【図3】

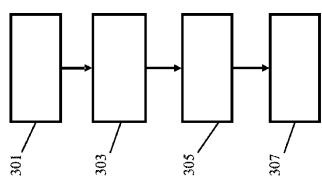
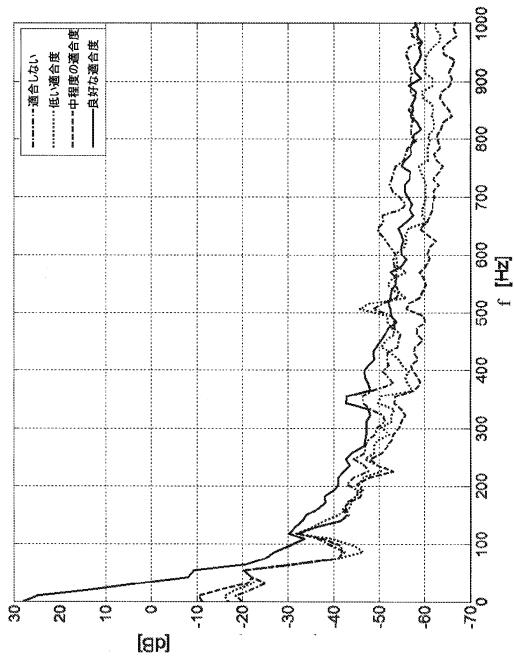


FIG. 3

【図4】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 ドュイステルス, ロナルト ペトルユス ニコラス

オランダ国, 5656 アーエー アイントーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング

44

審査官 門田 宏

(56)参考文献 特表2006-505300 (JP, A)

特開2010-022572 (JP, A)

米国特許出願公開第2009/0122996 (US, A1)

国際公開第2008/103925 (WO, A1)

欧州特許出願公開第1465454 (EP, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 7 / 04

H 04 R 25 / 00 - 25 / 04

H 04 R 29 / 00