

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5249189号  
(P5249189)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>HO4R 25/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R 25/00	M
<b>HO4R 3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R 25/00	H
<b>HO4R 3/04</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R 3/00	320
		HO4R 3/04	101

請求項の数 15 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-293281 (P2009-293281)	(73) 特許権者	503021401 ジーエヌ リザウンド エー／エス G N R E S O U N D A / S デンマーク、ディーケー-2750 バレ ラップ、ロートラップジェルグ 7 L a u t r u p b j e r g 7, DK- 2750 Ballerup Denmark
(22) 出願日	平成21年12月24日(2009.12.24)	(74) 代理人	110000110 特許業務法人快友国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2010-178330 (P2010-178330A)	(72) 発明者	パー・マン ショーン デンマーク ディーケー-4000 ロス キルデ ゴームスペジュ 20
(43) 公開日	平成22年8月12日(2010.8.12)		
審査請求日	平成22年9月9日(2010.9.9)		
(31) 優先権主張番号	PA200801847		
(32) 優先日	平成20年12月30日(2008.12.30)		
(33) 優先権主張国	デンマーク(DK)		
(31) 優先権主張番号	PA200900160		
(32) 優先日	平成21年2月3日(2009.2.3)		
(33) 優先権主張国	デンマーク(DK)		

審査官 柴垣 俊男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】デジタルフィードバック抑制回路のパラメータの初期化が改善された補聴器

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

補聴器のレシーバからマイクロホンへのフィードバック経路をモデリングする方法であつて、

前記レシーバによって出力される音響プローブ信号に変換するために、前記レシーバへ電子プローブ信号を送信するステップと、これとともに、

マイクロホン出力信号を記録するステップと、

記録された前記マイクロホン出力信号に基づいて、前記フィードバック経路の少なくとも1つのパラメータを判定するステップ

を含む初期化ステップを有しており、

前記プローブ信号を前記レシーバに送信する前記ステップは、

前記プローブ信号のレベルを増加させるステップと、これとともに、

記録された前記マイクロホン出力信号に基づいて計算された第1品質パラメータの値を監視するステップと、

判定された前記第1品質パラメータが所定の第1閾値に達すると、前記プローブ信号のレベルをさらに増加させることを禁止するステップ

を備える

ことを特徴とする方法。

## 【請求項 2】

前記プローブ信号を送信する前記ステップは、

10

20

記録された前記マイクロホン出力信号に基づいて計算された第2品質パラメータの値を監視するステップと、

判定された前記第2品質パラメータが所定の第2閾値に達すると、前記レシーバへの前記プローブ信号の送信を終了するステップ

をさらに含む、請求項1に記載の方法。

#### 【請求項3】

前記第1品質パラメータと前記第2品質パラメータが同一である、請求項2に記載の方法。

#### 【請求項4】

前記第1品質パラメータと前記第2品質パラメータの少なくとも1つが、前記補聴器における記録された前記マイクロホン出力信号を関数演算して得られた値である、請求項1～3のいずれか一項に記載の方法。 10

#### 【請求項5】

前記フィードバック経路のインパルス応答を評価するステップをさらに含む、請求項1～4のいずれか一項に記載の方法。

#### 【請求項6】

前記第1品質パラメータは、前記インパルス応答のパラメータである、請求項5に記載の方法。

#### 【請求項7】

第2品質パラメータは、前記インパルス応答のパラメータである、請求項2または3に従属する請求項5に記載の方法。 20

#### 【請求項8】

前記インパルス応答の前記パラメータは、  
前記インパルス応答のヘッド部のピークに対するテール部のピークの比率と、  
前記インパルス応答のヘッド部の雑音に対するテール部の雑音の比率と、  
前記インパルス応答のピークに対する信号の自乗平均の比率と、  
からなる群から選択される、請求項6または7に記載の方法。

#### 【請求項9】

入力音をオーディオ信号に変換するためのマイクロホンと、  
補聴器のフィードバック経路をモデリングするためのデジタルフィードバック抑制回路と、 30

前記オーディオ信号を処理するための信号プロセッサと、  
前記処理されたオーディオ信号を音声信号に変換するために、前記信号プロセッサの出力部に接続されたレシーバと、  
前記レシーバによって出力される音響プローブ信号に変換するために、前記レシーバへ電子プローブ信号を生成するプローブ信号生成器と、  
を備え、

前記信号プロセッサは、

前記マイクロホンから出力された前記オーディオ信号を記録し、これとともに、  
記録された前記マイクロホンから出力された前記オーディオ信号に基づいて前記デジタルフィードバック抑制回路のパラメータを判定するように構成されており、 40

前記信号プロセッサは、さらに、

前記電子プローブ信号のレベルを増加させ、これとともに、  
記録された前記マイクロホンから出力された前記オーディオ信号に基づいて計算された第1品質パラメータの値を監視し、

判定された前記第1品質パラメータが所定の第1閾値に達すると、前記電子プローブ信号のレベルを一定レベルに維持する

ことを特徴とする補聴器。

#### 【請求項10】

前記信号プロセッサは、さらに、

記録された前記マイクロホン出力信号に基づいて計算された第2品質パラメータの値を監視し、

判定された前記第2品質パラメータが所定の第2閾値に達すると、前記レシーバへの前記プロープ信号の送信を終了する

ことを特徴とする請求項9に記載の補聴器。

【請求項11】

前記第1品質パラメータと前記第2品質パラメータが同一である、請求項10に記載の補聴器。

【請求項12】

前記信号プロセッサは、さらに、前記フィードバック経路のインパルス応答を評価することを特徴とする、請求項9～11のいずれか一項に記載の補聴器。 10

【請求項13】

前記第1品質パラメータは前記インパルス応答のパラメータである、請求項12に記載の補聴器。

【請求項14】

前記第2品質パラメータは前記インパルス応答のパラメータである、請求項10または11に從属する請求項12に記載の補聴器。

【請求項15】

前記インパルス応答の前記パラメータは、

前記インパルス応答のヘッド部のピークに対するテール部のピークの比率と、 20

前記インパルス応答のヘッド部の雑音に対するテール部の雑音の比率と、

前記インパルス応答のピークに対する信号の自乗平均の比率

からなる群から選択される、請求項13または14に記載の補聴器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば特定のユーザに対する補聴器のフィッティング中に初期化されるパラメータを有するデジタルフィードバック抑制回路を備えた補聴器具などの補聴器に関する。 30

【背景技術】

【0002】

フィードバックは、補聴器における周知の問題であり、フィードバックの抑制およびキャンセリングシステムが、当該技術分野において周知である（例えば、米国特許第5619580号明細書、米国特許第5680467号明細書および米国特許第6498858号明細書を参照されたい）。

【0003】

従来では、レシーバ出力部からのフィードバック信号を抑制するために、デジタルフィードバック抑制回路が補聴器において用いられる。使用中に、デジタルフィードバック抑制回路は、例えばフィードバック経路をモデルとした1つまたは複数のデジタル適応フィルタを用いて、フィードバック信号を評価する。デジタルフィードバック抑制回路からのフィードバック評価は、フィードバック信号を抑制するためにマイクロホン出力信号から減算される。 40

【0004】

フィードバック信号は、補聴器ハウジング外の外部信号経路に沿って、および、補聴器ハウジング内の内部信号経路に沿って、レシーバから逆にマイクロホンに伝播する可能性がある。

【0005】

外部フィードバック（すなわち、補聴器外の経路に沿った、補聴器のレシーバからマイクロホンへの音の伝播）はまた、音響フィードバックとして知られている。音響フィードバックは、例えば、補聴器の耳型が装着者の耳に完全に適合していない場合や、例えば、 50

換気目的でカナル（c a n a l）もしくは開口部を含む耳型の場合に発生する。両方の例において、音がレシーバからマイクロホンへ漏れ、これにより、フィードバックを引き起こす可能性がある。

#### 【 0 0 0 6 】

内部フィードバックは、補聴器ハウジング内の空気を通して伝播する音によって、または、補聴器ハウジングおよび補聴器ハウジング内の構成要素の機械的振動によって引き起こされる可能性がある。例えば、機械的振動は、レシーバによって発生され、例えばレシーバ取り付け台を通して補聴器の他の部品に伝達される。補聴器によっては、レシーバは、ハウジングにフレキシブルに取り付けられる。これにより、補聴器のレシーバから他の部品への振動の伝達は低減される。

10

#### 【 0 0 0 7 】

国際公開第2005/081584号パンフレットは、内部機械／音響フィードバック補償用及び外部フィードバック補償用の、2つの別個のデジタルフィードバック抑制回路を有する補聴器を開示している。

#### 【 0 0 0 8 】

外部フィードバック経路は、補聴器の周囲を延伸する。したがって、通常は、内部フィードバック経路より長い。すなわち、音は、レシーバからマイクロホンに達するために、内部フィードバック経路に沿った場合よりも長い距離を外部フィードバック経路に沿って伝播しなければならない。したがって、音がレシーバから発せられると、外部フィードバック経路に沿って伝播する分の音は、内部フィードバック経路に沿って伝播する分と比較して、遅れてマイクロホンに達する。したがって、別個のデジタルフィードバック抑制回路が、第1および第2の時間窓でそれぞれ動作すること、および、第1の時間窓の少なくとも一部が、第2の時間窓に先行することが好ましい。第1および第2の時間窓が重複するか否かは、内部フィードバック経路のインパルス応答の長さに依存する。

20

#### 【 0 0 0 9 】

外部フィードバックが使用中に大きく変動する可能性があるのに対し、内部フィードバックはより均一であり、通常は製造プロセス中に対処される。

#### 【 0 0 1 0 】

デジタルフィードバック抑制回路の正確な初期化が、補聴器におけるフィードバックの効果的な抑制にとって不可欠であることが知られている。原則として、適応フィルタは、フィードバック経路の変化に自動的に適応するが、適応フィルタが追跡できるフィードバック経路変化の程度および正確さには限界がある。しかしながら、デジタルフィードバック抑制回路の正確な初期化は、所望の最終結果に近い適応のための始点を提供することによって、続く動作中におけるフィードバック経路応答の高速かつ正確なモデリングおよび効果的なフィードバック抑制につながる。初期化はいつ行ってもよく、フィッティング期間中に、および恐らくユーザが補聴器のスイッチを入れる毎に行ってもよい。

30

#### 【 0 0 1 1 】

典型的には、デジタルフィードバック抑制回路は、特定のユーザに対する補聴器のフィッティング中に初期化される。補聴器はP Cに接続され、プローブ信号がレシーバに送信され、かつプローブ信号に対する応答を含むマイクロホン出力信号に基づいて、フィードバック経路のインパルス応答が評価される。典型的には、プローブ信号は10秒の長さであり、ユーザにとって即応が困難な高レベルである。ユーザがプローブ信号に適応できるようにするために、プローブ信号は、10秒の一定レベルのプローブ信号に先立って、1秒間、ゼロから対数目盛で直線的に立ち上がる。受信されたマイクロホン出力信号は、P Cに送信され、それぞれのインパルス応答が計算される。次に、P Cは、フィードバック経路をモデリングできるように、デジタルフィードバック抑制回路によって必要とされるパラメータ、例えば固定デジタルフィルタのフィルタ係数、および適応デジタルフィルタの初期フィルタ係数を決定する。

40

#### 【 0 0 1 2 】

例えば方向性マイクロホンシステム等の、2つ以上のマイクロホンを有する補聴器であ

50

って、同じプローブ信号を利用して別々に初期化されるマイクロホン毎に、別個のデジタルフィードバック抑制回路を含んでもよい。

#### 【0013】

米国特許公開第2002/0176584号明細書は、プローブ信号のレベルが周囲騒音レベルに従って調節されるデジタルフィードバック抑制回路の初期化を開示している。周囲騒音レベルは、マイクロホン出力に基づいて決定され、周囲騒音レベルが低閾値未満である場合には、最小プローブ信号が用いられる。周囲騒音レベルが、低閾値と高閾値との間にある場合には、プローブ信号レベルは、プローブ信号レベル対最小プローブレベルの比率が、周囲騒音レベル対その閾値の比率と等しくなるように、増加される。プローブ信号レベルは、ユーザの快適さのために選択された最大値を超えることは許されない。周囲騒音レベルが高閾値を超える場合には、プローブ信号レベルは、最大値に制限される。10

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0014】

従来より、補聴器のユーザは、初期化プロセス中の不快感および苦痛について苦情を訴えてきた。

#### 【0015】

これに対し、近年では、オープンソリューションが登場している。補聴器の定義によると、外耳道において意図された動作位置に配置された場合に、外耳道を塞がないハウジングを備えた補聴器が、当該「オープンソリューション」に分類される。「オープンソリューション」という用語は、次の理由で用いられる。すなわち、外耳道壁の一部とハウジングの一部との間の通路であって、音波が、ハウジングの背後であって鼓膜とハウジングとの間からこの通路を通ってユーザの周辺へと逃げることができるようにする通路ゆえに用いられる。オープンソリューションを用いれば、閉塞効果が減少され、好ましくは実質的に除去される。20

#### 【0016】

典型的には、高レベルの快適さを備え、多数のユーザに適合する標準サイズの補聴器ハウジングは、オープンソリューションの一例である。

#### 【0017】

レシーバ出力部が、外耳道の密閉によってマイクロホン入力部から分離されないことから、オープンソリューションは、長いインパルス応答を備えたフィードバック経路に具現化されることがある。これにより、フィードバック経路は比較的オープンにされ、長いインパルス応答が用いられる。これは、フィードバック経路の評価のために必要なプローブ信号期間をさらに増加させる可能性がある。30

#### 【0018】

したがって、初期化プロセス中におけるユーザの不快感を低減する、デジタルフィードバック抑制回路の初期化方法を提供することが望ましい。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0019】

上記に対応すべく、新しい初期化プロセスが提供される。このプロセスでは、プローブ信号のレベルおよび長さは、デジタルフィードバック抑制回路の適切な初期化に必要な最小値に維持される。初めに、プローブ信号は、聞き取れないレベル、例えばゼロなどの低いレベルから、例えば対数的な尺度によって直線的に増大し、この間に第1品質パラメータ値が監視される。第1品質パラメータ値が所定の第1閾値に達すると、プローブ信号は、対応する信号レベルで一定に維持され、これとともに、第2品質パラメータ値が監視される。第2品質パラメータ値が所定の第2閾値に達すると、プローブ信号レベルは、例えば聞き取れないレベルに再び低下され、例えばオフされる。40

#### 【0020】

信号レベルは、例えば鼓膜の前における音圧レベル(SPL)、または、補聴器のマイクロホンもしくは補聴器の一部でない別個のマイクロホンの音響入力部における、補聴器50

が発生する音圧レベル( S P L )として定義してもよい。

**【 0 0 2 1 】**

音圧レベルは、基準値に対する、音の r m s 音圧の対数尺度であり、デシベル( d B )を単位として測定される。一般に用いられる空中の基準音圧は  $20 \mu Pa$  ( r m s )であり、これは、通常、人間の聴力の閾値と考えられている。

**【 0 0 2 2 】**

音圧レベルは、補聴器のレシーバへの電子入力信号の信号レベル、例えば r m s 値によって制御される。

**【 0 0 2 3 】**

結果として得られる音圧レベルを特定する必要はない。結果として到達した最大音圧レベルは、それぞれ第 1 および第 2 品質パラメータの第 1 および第 2 閾値を関数演算して得られる値である。10

**【 0 0 2 4 】**

音圧レベルは、選択された周波数、選択された周波数の範囲、あるいは周波数を関数演算して得られる値によって判断してもよい。あるいは、音圧レベルは、実質的にプローブ信号の周波数範囲全体によって判断してもよい。

**【 0 0 2 5 】**

品質パラメータの監視中に、問題となる品質パラメータは、マイクロホン出力信号に基づいて繰り返し計算され、これらの品質パラメータの連続値は、関連する第 1 または第 2 閾値と比較される。20

**【 0 0 2 6 】**

第 1 または第 2 品質パラメータの増加する値は、マイクロホン出力信号における品質の向上を示すことがある。このタイプの品質パラメータは、低値で始まり、徐々に増加する。それぞれの第 1 または第 2 閾値は、問題の品質パラメータがそれぞれの閾値より以上になったときにそれぞれ到達される。

**【 0 0 2 7 】**

別のタイプの品質パラメータでは、品質パラメータの減少する値が、マイクロホン出力信号における品質の向上を示す。このタイプの品質パラメータは、高値で始まり、徐々に減少する。それぞれの閾値は、問題の品質パラメータが閾値以下となったときに、それぞれ到達される。30

**【 0 0 2 8 】**

例えば、第 1 品質パラメータは、フィードバック経路の特定されたインパルス応答における差に関連してもよい。プローブ信号のランピングは、特定されたインパルス応答が十分に安定したとき、すなわち、第 1 品質パラメータ（連続的に特定されたインパルス応答における差の尺度である）が第 1 閾値以下となったときに停止してもよい。

**【 0 0 2 9 】**

別の例として、第 1 品質パラメータは、補聴器のマイクロホン、または、補聴器の一部でない外部マイクロホンにおける信号レベルに関連してもよい。例えば、第 1 品質パラメータは、問題のマイクロホンの電子出力信号の r m s 値またはそれを関数演算して得られる値に等しくてもよい。40

**【 0 0 3 0 】**

したがって、補聴器におけるレシーバからマイクロホンへのフィードバック経路をモーリングする方法であって、

マイクロホン出力信号を記録し、

記録されたマイクロホン出力信号に基づいて、フィードバック経路の少なくとも 1 つのパラメータを判定する一方で、

レシーバによって出力される音響プローブ信号に変換するために、レシーバへ電子プローブ信号を送信するステップを含み、

プローブ信号をレシーバに送信する前記ステップは、

プローブ信号のレベルを増加させるステップと、50

この一方で、前記記録されたマイクロホン出力信号に基づいて計算された第1品質パラメータ値を監視するステップと、

判定された第1品質パラメータが所定の第1閾値に達すると、プローブ信号のレベルをさらに増加させることを禁止するステップと、

を含むことを特徴とする方法が提供される。

#### 【0031】

プローブ信号を送信する前記ステップは、

記録されたマイクロホン出力信号に基づいて計算された第2品質パラメータ値を監視するステップと、

判定された第2品質パラメータが所定の第2閾値に達すると、レシーバへのプローブ信号の送信を終了するステップと、

をさらに含んでもよい。

#### 【0032】

第1品質パラメータおよび第2品質パラメータは、同一であってもよい。

#### 【0033】

この方法は、フィードバック経路のインパルス応答を評価するステップをさらに含んでもよい。

#### 【0034】

第1品質パラメータおよび第2品質パラメータの少なくとも1つは、インパルス応答のパラメータであってもよい。

#### 【0035】

インパルス応答のパラメータは、

インパルス応答のヘッドおよびテール部のピーク対ピーク比と、

インパルス応答のヘッドおよびテール部の雑音対雑音比と、

インパルス応答のピーク対信号対雑音比と、

からなる群から選択してもよい。

#### 【0036】

一実施形態では、デジタルフィードバック抑制回路には、固定IIRフィルタおよび適応FIRフィルタが含まれる。適応FIRフィルタ係数は、最小平均二乗誤差の最小化に基づいて更新してもよい。また、初期化プロセス中に適応可能な適応フィルタを利用してよい。初期化後、フィルタは、フィルタが静的フィルタとして動作するように、固定されたフィルタ係数でその動作を継続する。

#### 【0037】

プローブ信号は、最長シーケンス、例えば、反復される255サンプル最長シーケンス、広帯域ノイズ信号などであってもよい。最長シーケンスを用いれば、定在波の発生が回避される。

#### 【0038】

プローブ信号に対する応答を含む記録されたマイクロホン出力信号は、外部コンピュータにアップロードしてもよい。この外部コンピュータは、フィードバック信号経路を評価するように、ならびに、例えば、固定デジタルフィルタおよび適応デジタルフィルタのフィルタ係数などの判定されたパラメータをデジタルフィードバック抑制回路に転送することによって評価をデジタルフィードバック抑制回路に転送するように構成されている。

#### 【0039】

一実施形態では、デジタルフィードバック抑制回路には、レシーバへのプローブ信号の送信中に適応可能な適応フィルタが含まれる。初期化は、フィルタ係数の変化が、第2閾値を構成する所定の閾値より小さくなったときに終了してもよい。一適応サイクルから次の適応サイクルへのフィルタ係数の変化が、第2品質パラメータ値を構成する。

#### 【0040】

提供される方法によれば、ユーザの不快感は、フィードバック経路の評価を行うのに十分な大きさを有するが、必要以上の大きさを有さない信号レベルまたは振幅を備えたプロ

10

20

30

40

50

ープ信号を用いることによって、低減または除去される。

**【0041】**

必要なプローブ信号レベルの判定は、レシーバへのプローブ信号の送信を、低いレベル、例えば $0 \text{ dB}_{SPL}$ などの聞き取れないレベルから開始し、かつ、フィードバック経路のインパルス応答が、必要なパラメータの判定のために十分な品質と見なされるまで、プローブ信号のレベルを徐々に増加することによって実行してもよい。これは、例えば、第1品質パラメータを構成するインパルス応答の判定されたパラメータにおける変化を監視すること、および、当該変化が第1閾値より小さいときにプローブ信号のレベルの増加を停止することによって行われる。

**【0042】**

例えば、従来の初期化プロセスにおいて用いられていたであろう標準初期化信号レベルおよび長さと同等の、プローブ信号の最大許容可能信号レベルおよび長さを印加してもよい。

**【0043】**

同様に、判定された一定レベルにおけるプローブ信号の送信を、インパルス応答評価が十分な品質であると見なされた場合に停止し、プローブ信号の長さをできるだけ短くしてもよい。

**【0044】**

プローブ信号の判定された必要レベルは、補聴器のタイプおよびモデルならびにフィーティングのタイプ（オープン型／クローズ型）に依存して変化してもよい。

**【0045】**

プローブ信号レベルの増加率は、予想される必須の信号レベルと、その予想される必須の信号レベルに達するために設定される所定期間とに依存して変化してもよい。予想される信号レベルは、例えば、聴力障害のないユーザ用には $85 \text{ dB}_{SPL}$ であってもよい。 $85 \text{ dB}_{SPL}$ のレベルでは、概して、正常な聴力の人が経験する不快感はない。一般的に、聴力障害を有するユーザは、 $102 \text{ dB}_{SPL}$ などのはるかに高い初期化レベルを用いている。この場合、レベルは、装置の出力レベルの最大値（例えば $120 \text{ dB}_{SPL}$ ）に達することもあるが、レシーバの酷使に起因する歪みを制限可能なレベルに限定される。

**【0046】**

第1および第2品質パラメータならびにデジタルフィードバック抑制回路のパラメータの計算は、補聴器外部のコンピュータで実行してもよく、したがって、当該技術分野において周知のように、補聴器と外部コンピュータとの間に双方向データ通信リンクを確立してもよい。外部コンピュータは、マイクロホン出力信号を受信してもよく、かつ、第1品質パラメータの計算、および、恐らくは第2品質パラメータの計算に従って、例えばプローブ信号生成器による信号生成の開始および停止、プローブ信号生成器出力の電流信号レベル等の、プローブ信号生成器の制御を行ってもよい。

**【0047】**

初期化プロセスを実行するのに必要な計算および制御は、様々な方法で外部コンピュータと補聴器との間で共有してもよい。例えば、初期化プロセスの全ての必要なタスクは、信号プロセッサが、対応するプログラムを実行するための十分な計算能力およびメモリを有する場合には、補聴器において実行してもよい。

**【0048】**

したがって、

入力音をオーディオ信号に変換するためのマイクロホンと、

補聴器のフィードバック経路をモデリングするためのデジタルフィードバック抑制回路と、

補償されたオーディオ信号を処理するための信号プロセッサと、

処理された信号を音声信号に変換するために、信号プロセッサの出力部に接続されたレシーバと、

10

20

30

40

50

レシーバによって出力される音響プロープ信号に変換するために、レシーバへプロープ信号を生成するためのプロープ信号生成器と、  
を含み、

信号プロセッサは、マイクロホン出力信号を記録するとともに、

記録されたマイクロホン出力信号に基づいてデジタルフィードバック抑制回路のパラメータを判定するようにさらに構成されており、

信号プロセッサが、

プロープ信号のレベルを増加させ、これとともに、

記録されたマイクロホン出力信号に基づいて計算された第1品質パラメータの値を監視し、10

判定された第1品質パラメータが所定の第1閾値に達すると、プロープ信号のレベルを一定レベルに維持するようにさらに構成される

ことを特徴とする補聴器が提供される。

#### 【0049】

上記の信号プロセッサは、

記録されたマイクロホン出力信号に基づいて計算された第2品質パラメータの値を監視し、10

判定された第2品質パラメータが所定の第2閾値に達すると、レシーバへのプロープ信号の送信を終了するようにさらに構成されていてもよい。

#### 【0050】

信号プロセッサは、フィードバック経路のインパルス応答を評価するようにさらに構成されていてもよい。20

#### 【0051】

デジタルフィードバック抑制回路は、フィードフォワード制御回路を構成してもよい。

#### 【0052】

デジタルフィードバック抑制回路は、フィードバック制御回路を構成してもよい。この場合、20

入力音をオーディオ信号に変換するためのマイクロホンと、

補聴器の外部フィードバック経路をモデリングすることによって、フィードバック補償信号を生成するためのデジタルフィードバック抑制回路と、30

オーディオ信号からフィードバック補償信号を減算して、フィードバック補償オーディオ信号を作成する減算器と、

フィードバック補償オーディオ信号を受信するために接続され、かつ、当該補償オーディオ信号を処理するように構成された信号プロセッサと、

処理された信号を音声信号に変換するために、信号プロセッサの出力部に接続されたレシーバと、30

レシーバによって出力される音響プロープ信号に変換するために、レシーバへプロープ信号を生成するプロープ信号生成器と、

を含み、

信号プロセッサは、マイクロホン出力信号を記録し、40

記録されたマイクロホン出力信号に基づいてデジタルフィードバック抑制回路のパラメータを判定するように、さらに構成された補聴器であって、

信号プロセッサが、

プロープ信号のレベルを増加させ、これとともに、

記録されたマイクロホン出力信号に基づいて計算された第1品質パラメータの値を監視し、40

判定された第1品質パラメータが所定の第1閾値に達すると、プロープ信号のレベルを一定レベルに維持するようにさらに構成される

ことを特徴とする補聴器が提供される。

#### 【0053】

10

20

30

40

50

上記の信号プロセッサは、デジタルフィードバック抑制回路を備えていてもよい。

**【0054】**

本発明の上記および他の特徴ならびに利点は、添付の図面に関連して本発明の例示的な実施形態を詳細に説明することによって、当業者にはより明らかになろう。

**【図面の簡単な説明】**

**【0055】**

【図1】1つのフィードバック補償フィルタを備えた従来の補聴器システムを表わすブロック図である。

【図2】内部および外部フィードバック補償フィルタの両方を備えた補聴器システムのブロック図である。 10

【図3】先行技術プローブ信号レベルの経時的な分布を示す図である。

【図4】本方法によるプローブ信号レベルと、図3の先行技術プローブ信号の分布を重ねて表わす図である。

【図5】本方法の動作原理を示す概略ブロック図である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0056】**

以下では、本明細書に添付されて本発明の例示的な実施形態を示す図面に基づき、本発明をより詳細に説明する。しかしながら、本発明は、異なる形態で具体化してもよく、本明細書で述べる実施形態に限定されるものと解釈すべきでない。より正確に言えば、これらの実施形態は、本開示が、徹底して、かつ、完全に、本発明の範囲を当業者に十分に伝えるために提供されるものである。 20

**【0057】**

フィードバック補償フィルタ106を備えた従来の（先行技術）補聴器のブロック図が、図1に示されている。補聴器には、入力音を受信し、それをオーディオ信号に変換するためのマイクロホン101が含まれる。レシーバ102は、補聴器プロセッサ103からの出力を、例えばユーザの難聴を補償するように修正された出力音に変換する。したがって、補聴器プロセッサ103は、増幅器、コンプレッサおよび雑音低減システム等の要素を含んでもよい。

**【0058】**

フィードバック経路104が、レシーバ102とマイクロホン101との間の破線として示されている。レシーバ102からの音は、マイクロホン101へのフィードバック経路に沿って伝播する可能性があり、これは、ホイッスリング雑音などの周知のフィードバック問題につながる可能性がある。 30

**【0059】**

（フィードバック補償のない）補聴器の（周波数依存）利得応答（または伝達関数） $H(\omega)$ は、以下の式によって求められる。式中、 $\theta$ は、（角）周波数を表し、 $F(\theta)$ は、フィードバック経路104の利得関数であり、 $A(\theta)$ は、補聴器プロセッサ103によって提供される利得関数である。

**【0060】**

**【数1】**

$$H(\omega) = \frac{A(\omega)}{1 - F(\omega)A(\omega)}$$

**【0061】**

フィードバック補償フィルタ106がイネーブルにされると、フィルタ106は、減算ユニット105に補償信号を供給する。これにより、補聴器プロセッサ103による処理の前に、補償信号は、マイクロホン101によって供給されるオーディオ信号から減算される。これにより、伝達関数は、以下のようになる。式中、 $F'(\theta)$ は、補償フィルタ 50

106の利得関数である。したがって、 $F'(\omega)$ が、フィードバック経路の真の利得関数 $F(\omega)$ をより正確に評価すればするほど、 $H(\omega)$ は、所望の利得関数 $A(\omega)$ により近くなる。

#### 【0062】

【数2】

$$H(\omega) = \frac{A(\omega)}{1 - (F(\omega) - F'(\omega))A(\omega)}$$

10

#### 【0063】

前述のように、フィードバック経路104は、通常、内部および外部フィードバック経路の組み合わせである。

#### 【0064】

補聴器ハウジング内の内部機械フィードバックおよび音響フィードバックを補償するとともに、外部フィードバックを補償するために、それぞれ別個のデジタルフィードバック抑制回路を備えた補聴器が、図2に示されている。上述したように、補聴器は、マイクロホン201、レシーバ202および補聴器プロセッサ203を備えている。内部フィードバック経路204aが、レシーバ202とマイクロホン201との間の破線として示されている。さらに、レシーバ202とマイクロホン201との間の外部フィードバック経路204bが、(同様に破線で)示されている。内部フィードバック経路204aには、レシーバとマイクロホン201との間の音響接続、機械接続、または音響および機械接続両方の組み合わせが含まれる。外部フィードバック経路204bは、(主として)レシーバ202とマイクロホン201との間の音響接続である。第1補償フィルタ206は、内部フィードバック経路204aをモデルとして構成され、第2補償フィルタ207は、外部フィードバック経路204bをモデルとして構成される。第1補償フィルタ206および第2補償フィルタ207は、別個の補償信号を減算ユニット205に供給し、それによって、内部および外部フィードバック経路204a、204bに沿ったフィードバックの両方が、補聴器プロセッサ203において処理が行われる前にキャンセルされる。

20

#### 【0065】

内部補償フィルタ206は、内部フィードバック経路204aをモデルとするが、内部フィードバック経路204aは、通常、静的または準静的である。なぜなら、補聴器の内部コンポーネントは、経時的な音および/または振動の伝達に関して、それらの特性を実質的に変化させないからである。したがって、内部補償フィルタ206は、開ループ利得測定から引き出されたフィルタ係数を備えた静的フィルタであってもよく、この測定は、補聴器の製造中に行われるのが好ましい。しかしながら、例えば、レシーバが固定されず、補聴器ハウジング内をあちこち移動できる場合等、補聴器によっては、内部フィードバック経路204aは、経時的に変化する可能性がある。この場合には、内部補償フィルタには、内部フィードバック経路における変化に適応する適応フィルタを含むことが好ましい。

40

#### 【0066】

外部補償フィルタ207は、外部フィードバック経路204bにおける変化に適応する適応フィルタであることが好ましい。これらの変化は、通常、内部フィードバック経路204aにおける前述の可能な変化よりはるかに頻繁であり、したがって、補償フィルタ207は、内部補償フィルタ206より迅速に適応すべきである。

#### 【0067】

内部フィードバック経路204aの長さは外部フィードバック経路204bの長さよりも短いため、外部フィードバック経路204bのインパルス応答は、両方のフィードバック経路のインパルス応答が別々に測定された場合には、内部フィードバック経路204aのインパルス応答と比較して遅延される。外部フィードバック信号の遅延は、補聴器のサイ

50

ズおよび形状に依存するが、通常、0.25 ms (ミリ秒) を超えない。典型的な遅延は、例えば、0.01 ms、0.02 ms、0.03 ms、0.04 ms、0.05 ms、0.06 ms、0.07 ms、0.08 ms、0.09 ms、0.1 ms、0.11 ms、0.12 ms、0.13 ms、0.14 ms、0.15 ms、0.16 ms、0.17 ms、0.18 ms、0.19 ms、0.2 ms、0.21 ms、0.22 ms、0.23 ms、0.24 ms などである。

#### 【0068】

内部および外部フィードバック経路 204a、204b のそれぞれのインパルス応答は、信号レベルにおいて異なる。なぜなら、内部フィードバック経路 204a に沿った減衰は、通常、外部フィードバック経路 204b に沿った減衰に達してしまうからである。  
したがって、外部フィードバック信号は、通常、内部フィードバック信号よりも強い。

10

#### 【0069】

要するに、内部および外部フィードバック補償フィルタ 206、207 は、少なくとも次の 3 つの点で異なる。

1. 必要とされる適応周波数、
2. 時間領域におけるインパルス応答の位置、及び
3. インパルス応答のダイナミックレンジ。

#### 【0070】

したがって、2つの補償フィルタ 206、207 を設けることによって、1つの単一適応フィルタを設ける場合と比較して、処理電力が節約される。これは、単一フィルタがより多くのフィルタ係数を必要とするからである。さらに、ダイナミックレンジにおける差異によって、精度を改善することができる。

20

#### 【0071】

さらに、内部および外部フィードバック補償用に別個の回路を設けることにより、同じ理由で新しい初期化プロセスが改善される。

#### 【0072】

内部補償フィルタ 206 は、補聴器の製造中にプログラムするのが好ましい。したがって、補聴器が組み立てられたときに、内部フィードバック経路のモデルが評価される。内部フィードバック経路 204 の正当な評価を得るために、ロックされた外部フィードバック経路を備えた補聴器のシステム同定を行うことが必要である。これを行う一方法は、適切な音響インピーダンス、すなわち装着者の耳のインピーダンスにほぼ等しいインピーダンスをレシーバに提供するカプラ（擬似耳）に補聴器を配置することである。挿耳型（ITE）補聴器における開孔などのどんな漏洩も密閉しなければならず、その結果、全ての外部フィードバック経路が除去される。補聴器（およびカプラ）は、さらに、無響テストボックスに配置して、周囲からの音波反射および雑音を除去してもよい。次に、開ループ利得測定などのシステム同定手順を実行して、F(w) を測定する（上記式 1 および 2 を参照されたい）。これを実行する一方法は、出力部 202 において装置にMLS シーケンス（最長シーケンス）を再生させ、それを入力部 201 において記録することである。記録されたフィードバック信号から、内部フィードバック経路を評価することができる。次に、得られたモデル用のフィルタ係数は、装置に記憶され、補聴器の動作中に用いられる。

30

#### 【0073】

図 3 は、前部マイクロホンおよび後部マイクロホンを含む方向性マイクロホンシステムを備えた補聴器において、2つの個別デジタルフィードバック抑制回路の初期化用に用いられる、先行技術プローブ信号レベルの経時的分布である。フィッティング中に、補聴器は PC に接続され、図示のプローブ信号が、補聴器のレシーバに送信される。プローブ信号に対する応答を含むマイクロホン出力信号に基づいて、前部マイクロホンおよび後部マイクロホンのフィードバック経路のインパルス応答が評価される。図示のプローブ信号は、ユーザがプローブ信号に適応できるようにするために、例えば、1秒間、ゼロレベルから対数目盛で直線的に立ち上がる。続いて、プローブ信号は、10秒間一定レベルのまま

40

50

である。典型的には、一定レベルは、ユーザを混乱させる大きさである。結果としての前部および後部マイクロホン出力信号は P C に送信され、それぞれのインパルス応答が計算される。次に、P C は、それぞれのデジタルフィードバック抑制回路の必要なパラメータ、例えば適応デジタルフィルタの初期フィルタ係数を決定し、これらの回路がそれぞれのフィードバック経路をモデリングできるようにする。

#### 【 0 0 7 4 】

図 4 は、新しい初期化プロセスに従って生成されたプローブ信号と比較された、図 3 の先行技術プローブ信号の分布である。新しいプローブ信号もまた、最初は低レベルから一定レベルへ立ち上がる。しかしながら、ここでいう一定レベルは、従来のプローブ信号の一定レベルより低くてもよい。また、当該一定レベルにおけるプローブ信号の長さは、一定レベルにおける従来のプローブ信号のそれより短くてもよい。新しい初期化プロセスによれば、プローブ信号のレベルおよび長さは、デジタルフィードバック抑制回路の初期化における所望の品質に必要な最小値に維持される。最初、プローブ信号は、聞き取れないレベル、例えばゼロレベルなどの低レベルから立ち上がり、一方で第 1 品質パラメータの値が監視される。第 1 品質パラメータの値が所定の第 1 閾値に達すると、プローブ信号は、対応する信号レベルで一定に維持され、これとともに、第 2 品質パラメータの値が監視される。第 2 品質パラメータの値が所定の第 2 閾値に達すると、プローブ信号レベルは、再び、例えばスイッチを切られる等、聞き取れないレベルに低減される。

#### 【 0 0 7 5 】

図 5 は、新しい方法に従って初期化されるデジタルフィードバック抑制回路を備えた補聴器を概略的に示す。プローブ信号は、最長シーケンス ( M L S ) 信号、すなわち、M L S 信号生成器において生成され、かつ図 4 に示すように経時的に制御される被制御利得を備えた増幅器 ( ランプスケール ) に出力される最長シーケンス ( M L S ) 信号である。フィードバック信号は、マイクロホンによって受信されてデジタル化され、信号サンプルのブロックが、フレームアキュムレータに蓄積される。図示の例において、データブロックは、インパルス応答を抽出する処理のために、P C に転送される。P C は、受信信号とプローブ信号の相互関係を実行し、インパルス応答を評価する。この代替形態として、インパルス応答は、補聴器自体の信号プロセッサによって計算してもよい。次に、インパルス応答の品質が、図示の例では P C によって評価されるが、代替として補聴器の信号プロセッサによって評価される。第 1 品質パラメータの値が計算され、第 1 閾値と比較される。第 1 品質パラメータの値が、第 1 閾値に達しなかった場合には、プローブ信号レベルは増加される。そうでない場合には、信号レベルは一定レベルで維持され、定常状態測定段階に入る。第 2 品質パラメータの値が計算され、第 2 閾値と比較される。第 2 品質パラメータの値が、第 2 閾値に達しなかった場合には、新しいデータブロックが収集され、新しい第 2 品質パラメータの値が計算される。そうでない場合には、初期設定シーケンスは終了される。図示の補聴器では、P C は、デジタルフィードバック抑制回路の対応するパラメータ値を計算し、値を補聴器に転送する。

#### 【 0 0 7 6 】

プローブ信号には、最大許容可能信号レベルおよび長さが課される。これは、従来の初期化プロセスにおける標準初期化信号レベルおよび長さと等しい。

#### 【 0 0 7 7 】

フィードバック経路のインパルス応答に基づいた品質パラメータは、

- インパルス応答のヘッドおよびテール部のピーク対ピーク比 ( P P R )
- インパルス応答のヘッドおよびテール部の雑音対雑音比 ( N N R )
- インパルス応答のピーク対信号雑音比 ( P S N R )

などであってもよい。

#### 【 0 0 7 8 】

インパルス応答は、補聴器のデジタル信号プロセッサによって抽出されてもよい。インパルス応答は、M L S シーケンスを受信応答と相互関係させることによって得てもよい。D S P は、ブロックベースで動作するが、インパルス応答を抽出することは、計算集約的

10

20

30

40

50

なプロセスであり、相互相関は、一ブロック内で完了することはできない。インパルス応答抽出は、多くのブロックにわたって広く行わなければならない。

【0079】

P P R は、インパルス応答のヘッド部におけるピークに対するテール部におけるピークの振幅の比率であり、dBで表わされる。本出願では、ヘッド部およびテール部は、それぞれ、インパルス応答の前半および後半として定義される。

【0080】

N N R は、インパルス応答のヘッド部における雑音レベルに対するテール部における雑音レベルの比率であり、dBで表わされる。本出願では、ヘッド部およびテール部は、それぞれ、インパルス応答の前半および後半として定義される。雑音のレベルは、R M S 値を用いて計算される。D C 除去フィルタのない構成では、同様の結果を得るためにバリアンス（分散）を用いることができる。  
10

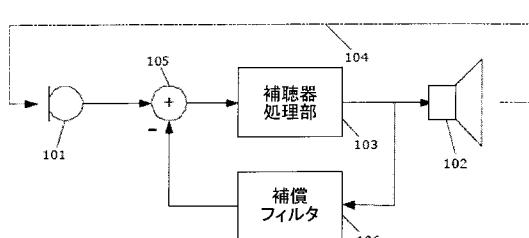
【0081】

P S N R は、信号ピークに対する二乗平均平方根（R M S ）雑音の比率であり、dBで表わされる。本出願では、抽出されたインパルス応答のピーク振幅に対する、当該応答の最後の64サンプルのR M S 値の比率を用いて評価している。

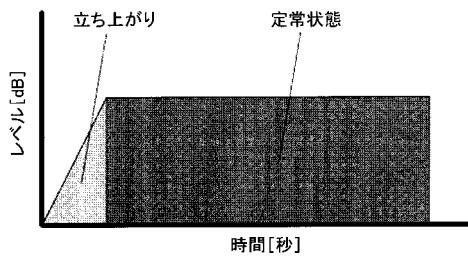
【0082】

図示の例において、新しい初期化プロセスは、P P R およびN N R の両方が特定の閾値を超えたときに終了する。P S N R もまた、品質の強固で信頼できる測定を構成し得る。

【図1】

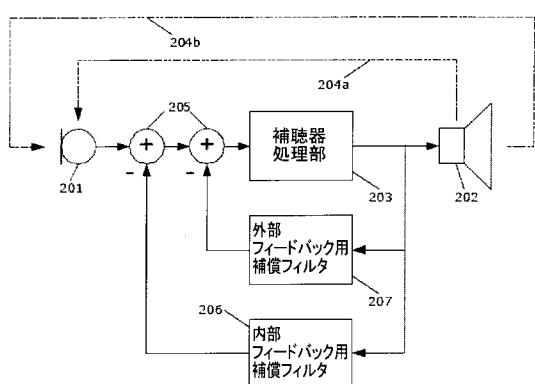


【図3】

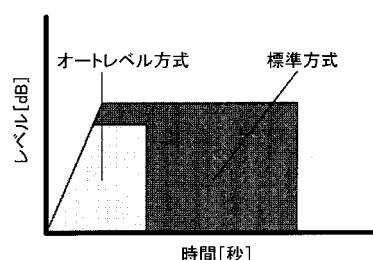


(先行技術)

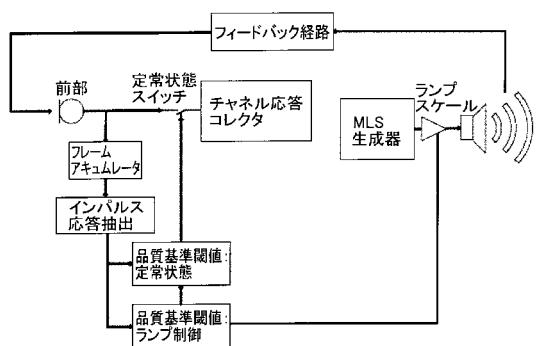
【図2】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 欧州特許出願公開第01439736(EP, A1)  
特開平03-157098(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 25/00

H04R 3/00

H04R 3/04