

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11) 特許番号

第2990265号

(45) 発行日 平成11年(1999)12月13日

(24) 登録日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 4 R 25/00		H 0 4 R 25/00	L
A 6 1 F 11/00	3 0 0	A 6 1 F 11/00	3 0 0

請求項の数 5 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-219123
(22) 出願日 平成10年(1998)8月3日
審査請求日 平成10年(1998)8月3日

(73) 特許権者 394023953
北陸先端科学技術大学院大学長
石川県能美郡辰口町旭台1丁目1番地
(72) 発明者 宮原 誠
石川県能美郡辰口町旭台1-50 大学宿
舎C-54
(72) 発明者 小林 幸夫
石川県金沢市泉野町3-9-17 セルー
ラ泉野113
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外8名)
審査官 菅澤 洋二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 補聴器およびその周波数特性の設定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 周囲音を受音する受音器と、この受音器から出力される音声信号をデジタル音声信号に変換するアナログ-デジタル変換器と、このアナログ-デジタル変換器から出力されるデジタル音声信号に対して、振幅周波数特性の補正および位相周波数特性を、波面が揃った音が再生されるように時間軸方向での伸び縮み歪みを最適化するように補正するデジタル信号処理プロセッサと、このデジタル信号処理プロセッサから出力される振幅周波数特性および位相周波数特性が補正されたデジタル音声信号をアナログ音声信号に変換するデジタル-アナログ変換器と、このデジタル-アナログ変換器から出力されるアナログ音声信号を増幅する増幅器と、この増幅器から出力されるアナログ音声信号を音響エネルギーに変換する電気音響トランスデュー

サとを具備することを特徴とする補聴器。

【請求項2】 前記デジタル信号処理プロセッサを、補聴器の使用者の聴覚器官の振幅周波数特性 $H(\)$ を測定し、この測定した振幅周波数特性の逆特性 $1/H(\)$ を演算により求め、この逆特性の位相特性 $X(j\)$ を、明瞭度が最大となり、波面が揃った音が再生されるように時間軸方向での伸び縮み歪みを最適化するように構成し、この最適化した位相特性を有する逆特性でデジタル音声信号を補正するように構成したことを特徴とする請求項1に記載の補聴器。

【請求項3】 前記デジタルプロセッサを、前記受音器および電気音響トランスデューサの振幅周波数特性および位相周波数特性をも加味した逆特性でデジタル音声信号を補正するように構成したことを特徴とする請求項2に記載の補聴器。

【請求項4】 補聴器の周波数特性を設定するに当たり、
 受音器で受音され、電気 - 音響トランスデューサで変換された音響信号を聞きながら、補聴器使用者の聴覚器官の振幅周波数特性 $H(\)$ を求める工程と、
 この振幅周波数特性の逆特性 $1/H(\)$ を演算により求める工程と、
 この振幅周波数特性の逆特性の位相周波数特性 $X(j\)$ を、使用者の明瞭度が最大となり、波面の揃った音が再生されるように時間軸方向での伸び縮み歪みを最適化する工程と、
 を具え、このように位相周波数特性を最適化した振幅周波数特性の逆特性によって音声信号を補正できるようにしたことを特徴とする補聴器の周波数特性の設定方法。

【請求項5】 前記受音器の後段にアナログ - デジタル変換器を設けるとともに前記電気音響トランスデューサの前段にデジタル - アナログ変換器を設け、前記各工程を、デジタル信号処理プロセッサを用いて行なうことを特徴とする請求項4に記載の補聴器の周波数特性の設定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、補聴器およびその周波数特性の設定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の多くの補聴器は、聴覚障害の程度に応じて、音の振幅方向のみの補償を行っている。すなわち、受音器で受音して得られる音声信号を単に増幅して電気 - 音響トランスデューサから音響信号として発生するようにしている。この場合、音声信号を増幅利得を調整して使用者が種々の使用環境において最も快適に聴取できるようなレベルを設定できるようにしている。

【0003】しかしながら、難聴には種々の性質があり、上述したように単に増幅利得を調整できるようなだけの補聴器では、使用者の種々の要求に十分応えることができない。例えば先天的難聴と、後天的難聴があり、この後天的難聴でも、正常耳を持った成人が、鼓膜または中耳を損傷した伝音系難聴と、職業性、老人性難聴または薬剤の副作用などによる感音系難聴とに分けられる。このように性質の異なる難聴に対して単に音声信号のレベルを調整できるようにした補聴器では良好な機能を期待することはできない。

【0004】このような欠点を軽減するために、振幅周波数特性を調整できるようにした補聴器が提案されている。この補聴器では、各使用者の最小可聴音圧を周波数をパラメータとして測定して振幅周波数特性を求め、その逆特性にしたがって入力音声信号の振幅を補正するものである。すなわち、このような補聴器においては、振幅周波数特性がフラットとなるように補正を行っている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したように各使用者の振幅周波数特性を実際に求め、その逆特性にしたがって補正を行うようにした補聴器においても、補聴器を長時間使用していると疲れを感じたりする欠点がある。さらに、コンサートなどでの音楽の聴取を行なう場合には、コンサートホールの雰囲気は伝わらず、ただ喧しく感じる場合が多いという問題があった。

【0006】このような従来の補聴器の問題点を解明すべく、種々の実験検討を行ったところ、人間の聴覚は信号のレベル方向のみならず、「時間軸方向での伸び縮み歪み」などに従来の常識を越えた桁違いに高い感度を有することを確かめた。したがって、優れた特性を有する補聴器を提供するには、この時間軸方向での伸び縮み歪みを最適化する必要があることを確かめた。

【0007】本発明の目的は、上述した従来の補聴器の欠点を解消し、信号の振幅方向のみならず時間軸方向での伸び縮み歪みをも最適化し、高い明瞭度が得られるとともにより自然な感じで音楽の聴取を行なうことができる補聴器およびこのような補聴器の周波数特性を設定する方法を提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による補聴器は、周囲音を受音する受音器と、この受音器から出力される音声信号をデジタル音声信号に変換するアナログ - デジタル変換器と、このアナログ - デジタル変換器から出力されるデジタル音声信号に対して、振幅周波数特性の補正および位相周波数特性を、波面の揃った音が再生されるように時間軸方向での伸び縮み歪みを最適化するように補正するデジタル信号処理プロセッサと、このデジタル信号処理プロセッサから出力される振幅周波数特性および位相周波数特性が補正されたデジタル音声信号をアナログ音声信号に変換するデジタル - アナログ変換器と、このデジタル - アナログ変換器から出力されるアナログ音声信号を増幅する増幅器と、この増幅器から出力されるアナログ音声信号を音響エネルギーに変換する電気音響トランスデューサとを具えることを特徴とするものである。

【0009】本発明による補聴器においては、前記デジタル信号処理プロセッサを、補聴器の使用者の聴覚器官の振幅周波数特性 $H(\)$ を測定し、この測定した振幅周波数特性の逆特性 $1/H(\)$ を演算により求め、この逆特性の位相特性 $X(j\)$ を、明瞭度が最大となり、波面の揃った音が再生されるように時間軸方向での伸び縮み歪みを最適化し、この最適化した位相特性を有する逆特性でデジタル音声信号を補正するように構成することができる。また、前記デジタル信号処理プロセッサを、前記受音器および電気音響トランスデューサの振幅周波数特性および位相周波数特性をも加味した逆特性でデジタル音声信号を補正するように構成するの

が特に好適である。

【0010】さらに本発明は、補聴器の補聴器の周波数特性を設定するに当たり、受音器で受信され、電気-音響トランスデューサで変換された音響信号を聞きながら、補聴器使用者の聴覚器官の振幅周波数特性 $H(j\omega)$ を求める工程と、この振幅周波数特性の逆特性 $1/H(j\omega)$ を演算により求める工程と、この振幅周波数特性の逆特性の位相周波数特性 $X(j\omega)$ を、使用者の明瞭度が最大となり、波面の揃った音が再生されるように、時間軸方向での伸び縮み歪みを最適化する工程と、を具え、このように位相周波数特性を最適化した振幅周波数特性の逆特性によって音声信号を補正できるようにしたことを特徴とするものである。

【0011】このような本発明による補聴器の周波数特性の設定方法においては、前記受音器の後段にアナログ-デジタル変換器を設けるとともに前記電気音響トランスデューサの前段にデジタル-アナログ変換器を設け、前記各工程を、デジタル信号処理プロセッサを用いて行なうことができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明を詳細に説明する。図1は本発明による補聴器の一例の構成を示すブロック図である。聴取すべき音響エネルギーを受音する受音器11から出力される可聴音声信号をアナログ-デジタル変換器12でデジタル音声信号に変換し、デジタル信号処理プロセッサ13へ供給する。このデジタル信号処理プロセッサ13において音声信号を補正し、この補正したデジタル音声信号をデジタル-アナログ変換器14でアナログ音声信号に変換した後、増幅器15で所定のレベルに増幅し、電気音響トランスデューサ16へ供給し、ここで可聴音響エネルギーに変換する。

【0013】本発明においては、デジタル信号処理プロセッサ13における音声信号の補正の仕方に特徴がある。以下、それについて説明する。まず、補聴器の使用者の最小音圧レベルを可聴周波数範囲に亘って測定する。この最小音圧レベルは使用者の耳の振幅周波数特性 $H(j\omega)$ を表すものであり、難聴の性質によって相違するとともに個人差も大きいので、実測して使用者の振幅周波数特性を測定する。この最小音圧レベルの測定方法は既に確立されており、本発明でもそれを採用できるのでこれ以上詳細な説明は省略する。

【0014】次に、上述したようにして使用者の耳の振幅周波数特性 $H(j\omega)$ を測定したら、その逆特性 $1/H(j\omega)$ を演算により求める。従来の補聴器では、この逆特性を使用して音声信号の補正を行っていた。すなわち、従来の補聴器においては、耳の振幅方向の感度をのみを考慮し、平坦は振幅周波数特性が得られるようにしていた。本発明においては、上述したように耳は時間軸方向に驚くほど高い感度を有しているという事実に基づい

て、使用者の明瞭度が最大となるように位相周波数特性 $X(j\omega)$ をも最適化するものである。ただし、 $|X(j\omega)| = 1$ であり、位相の補正による振幅方向の変化はないものとする。

【0015】ここで、使用者の明瞭度が最大となるように位相周波数特性 $X(j\omega)$ を最適化するには、例えば明瞭度試験に使用される音節表にしたがって音声を送り、それを正しく受聴したか否かを試験し、正しく受聴できた割合が最も高くなるように位相特性を設定することによって実施することができるが、本発明では波面を鼓膜上または知覚上で感覚するので、老化して硬くなった鼓膜をも無理なく動かし自然で耳の疲れがない補聴をすることが重要であるので、インパルスに耳に与え、それが最適刺激と感じられるように位相周波数特性を最適化するのが好適である。

【0016】本発明においては、上述したように位相特性 $X(j\omega)$ を最適化した逆特性 $1/H(j\omega)$ によって音声信号を補正するものであるが、受音器11や電気音響トランスデューサ16の振幅周波数特性および位相周波数特性も補聴器の特性を考慮する上で重要となる場合がある。このような場合には、実際の補聴器で使用する受音器11および電気音響トランスデューサ16をも含めた系を用いて上述した振幅周波数特性 $H(j\omega)$ および位相周波数特性の最適化を行なうようにすれば良い。

【0017】

【発明の効果】上述したように、本発明においては、振幅周波数特性のみならず、位相周波数特性をも加味した補正を行なうことによって明瞭度が高く、演奏会場の雰囲気は正確に伝わる補聴器が得られるが、位相周波数特性を最適化することによって明瞭度が向上し、音楽の受音感を向上することができる理由としては、時間軸を正確に再現することによって鼓膜または脳内の音知覚部分で、波面の揃った音の聴取が可能となるためであると推測される。このように波面の揃った音を聴取することによって明瞭度が向上するが、これは単なる補正ではなく本質的なものであるため、長時間の使用による疲労を著しく軽減できるとともに喧しさを低減することができ、表面的な音のみでなく、その音で表現しようとした演奏者の意図も聞き取ることができ、演奏会場の雰囲気を殆どそのまま再現できることは驚くべきことである。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による補聴器の一実施例の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

11 受音器、 12 アナログ-デジタル変換器、
13 デジタル信号処理プロセッサ、 14 デジタル-アナログ変換器、 15 増幅器、 16 電気音響トランスデューサ

【要約】

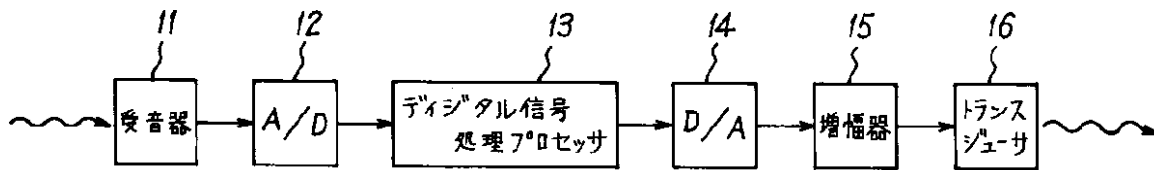
【課題】 明瞭度が高く、長時間使用の疲労も少なく、

演奏会場の雰囲気まで伝えられる補聴器およびその周波数特性の設定方法を提供する。

【解決手段】 受信した音声信号をデジタル音声信号に変換して、振幅周波数特性の補正および位相周波数特性の補正を行なうデジタル信号処理プロセッサに供給し、補正されたデジタル音声信号をアナログ音声信号に変換した後、電気音響トランスデューサで音響エネルギーに変換する。デジタル信号処理プロセッサでは、

補聴器の使用者の聴覚器官の振幅周波数特性 $H(j\omega)$ を測定し、この測定した振幅周波数特性の逆特性 $1/H(j\omega)$ を演算により求め、この逆特性の位相特性 $\angle(1/H(j\omega))$ を、明瞭度が最大となるように最適化するように構成することによって明瞭度が高く、したがって長時間の使用による疲労も少なく、演奏会場の雰囲気をも伝えることができる補聴器が得られる。

【図1】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平4 - 96500 (J P , A)
 特開 昭57 - 185800 (J P , A)
 特開 昭61 - 59999 (J P , A)
 特開 昭52 - 125251 (J P , A)
 特開 昭62 - 248400 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.6, D B名)
 H04R 25/00 - 25/04