

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4402977号  
(P4402977)

(45) 発行日 平成22年1月20日 (2010. 1. 20)

(24) 登録日 平成21年11月6日 (2009. 11. 6)

(51) Int.Cl.

F I

H04R 25/00 (2006.01)

H04R 25/00

L

H04R 25/00

M

請求項の数 18 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-37062 (P2004-37062)  
 (22) 出願日 平成16年2月13日 (2004. 2. 13)  
 (65) 公開番号 特開2004-248298 (P2004-248298A)  
 (43) 公開日 平成16年9月2日 (2004. 9. 2)  
 審査請求日 平成19年2月7日 (2007. 2. 7)  
 (31) 優先権主張番号 PA200300228  
 (32) 優先日 平成15年2月14日 (2003. 2. 14)  
 (33) 優先権主張国 デンマーク (DK)

(73) 特許権者 503021401  
 ジーエヌ リザウンド エー/エス  
 GN RESOUND 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  
 Lautrupbjerg 7, DK-  
 2750 Ballerup Denma  
 rk  
 (74) 代理人 100065248  
 弁理士 野河 信太郎  
 (72) 発明者 ペダーセン, ブライアン ダム  
 デンマーク、ディーケー-4100 リン  
 グステッド、キルデブリンケン 13

審査官 日下 善之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 補聴器における動的圧縮

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

聴覚のダイナミックレンジの低下を補償するための多チャンネル・コンプレッサと前記多チャンネル・コンプレッサに後続し周波数依存した聴覚低下を補償する増幅器とを備え、前記多チャンネル・コンプレッサは、デジタル音声信号を入力としその入力を周波数帯域別に設けられた各チャンネルでそれぞれ圧縮して後方の増幅器へ出力し、前記増幅器は、周波数依存した聴覚低下の補償を前記ダイナミックレンジ低下の補償と個別に補正するため、周波数の関数としての静的ゲインが選択可能であり、圧縮された各信号の和を増幅してなるデジタル音信号を出力することを特徴とする補聴器。

【請求項 2】

前記増幅器は、複数の周波数チャンネルを有し、各周波数チャンネルの静的ゲインがそれぞれ選択可能な多チャンネル増幅器として構成され、増幅器の各周波数チャンネルは、前記コンプレッサの周波数チャンネルと異なる請求項 1 記載の補聴器。

【請求項 3】

多チャンネル・コンプレッサが、線形位相フィルタを有するフィルタ・バンクを備える請求項 1 または 2 記載の補聴器。

【請求項 4】

フィルタ・バンクは、ワープ・フィルタを備える請求項 3 記載の補聴器。

【請求項 5】

フィルタ・バンクのクロスオーバー周波数が調整可能である請求項 4 記載の補聴器。

10

20

## 【請求項 6】

フィルタ・バンクは、コサイン変調フィルタを備える請求項 3 ~ 5 の何れか一つに記載の補聴器。

## 【請求項 7】

フィルタ・バンクは、3 つの 5 段タップのフィルタを備える請求項 3 ~ 6 の何れか一つに記載の補聴器。

## 【請求項 8】

多チャンネル・コンプレッサは、フィルタ・バンクの各周波数チャンネルの電力を計算するための多チャンネル電力評価器をさらに備える請求項 1 ~ 7 の何れか一つに記載の補聴器。

## 【請求項 9】

多チャンネルコンプレッサは、それぞれに決定された電力評価量に応じて各コンプレッサ周波数チャンネル毎のコンプレッサ・ゲインを入力信号に適用するための多チャンネル・コンプレッサ・ゲイン回路をさらに備える請求項 1 ~ 8 の何れか一つに記載の補聴器。

## 【請求項 10】

コンプレッサ・ゲインは、デジタル音声信号のサンプリング周波数より低い頻度で変化するように 1 ブロックのサンプルについて計算され、適用される請求項 1 ~ 9 の何れか一つに記載の補聴器。

## 【請求項 11】

多チャンネル・コンプレッサは、計算されたコンプレッサ・ゲインにローパス・フィルタをかけるための多チャンネル・ローパス・フィルタをさらに備える請求項 1 ~ 10 のいずれかひとつに記載の補聴器。

## 【請求項 12】

増幅器は、最小位相フィルタを備える請求項 1 ~ 11 の何れか一つに記載の補聴器。

## 【請求項 13】

補聴器の出力パワーを制限するために設けられ、かつ前記増幅器の出力に接続される出力コンプレッサをさらに備える請求項 1 ~ 12 の何れか一つに記載の補聴器。

## 【請求項 14】

出力コンプレッサは、単チャンネル出力コンプレッサである請求項 13 記載の補聴器。

## 【請求項 15】

音を電気信号に変換する工程と、  
対象とする聴覚障害のダイナミックレンジ低下を補償するために電気信号を周波数帯域別に設けられた各チャンネルでそれぞれ圧縮する工程と、  
対象とする周波数依存した聴覚障害を前記ダイナミックレンジ低下の補償と個別に補償するために、各チャンネルで圧縮された電気信号の和を周波数に依存した静的ゲインで増幅する工程と、  
増幅された信号を音に変換する工程とを備える聴覚障害の補償方法。

## 【請求項 16】

圧縮工程が、電気信号を複数の周波数チャンネルにフィルタリングする工程をさらに備える請求項 15 記載の方法。

## 【請求項 17】

増幅工程が、電気信号を複数の周波数チャンネルにフィルタリングする工程をさらに備える請求項 15 または 16 記載の方法。

## 【請求項 18】

圧縮工程が、電気信号を複数の周波数チャンネルにフィルタリングする工程をさらに備え、増幅工程が、電気信号を異なった複数の周波数チャンネルにフィルタリングする工程をさらに備える請求項 15 記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、遅延が微少でゲインに依存しない低消費電力のコンプレッサを有する補聴

10

20

30

40

50

器と、その補聴器に使用される方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

聴覚障害者は、一般的に周波数に依存し、また音のレベルに依存して聴覚感度が低下してしまっている。したがって、聴覚障害者は特定の周波数（たとえば、低周波数）を非聴覚障害者と同様に聴き取ることができるが、他の周波数（たとえば、高周波数）では非聴覚障害者と同じ感度で音を聴くことができないことがある。同様に、聴覚障害者は、大きな音を非聴覚障害者と同様に聴き取ることができるが、小さな音は、非聴覚障害者と同じ感度で聴き取ることができないことがある。すなわち、後者の場合、聴覚障害者はダイナミックレンジが低下してしまっている。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ダイナミックレンジの低下に関しては、通常、意図する使用者のダイナミックレンジとより密接に一致させるようにコンプレッサを用いて入力音のダイナミックレンジを圧縮する。入出力間のコンプレッサ伝達関数（ $I/O$ ）の傾きは、圧縮比と呼ばれる。一般的に、使用者の要求する圧縮比は入力パワー全域に渡って一定ではない。

【課題を解決するための手段】

【0004】

この発明の第1の態様によれば、音を電気信号に変換する工程と、対象とする聴覚障害のダイナミックレンジ低下を補償するために電気信号を圧縮する工程と、対象とする周波数依存した聴覚障害を補償するために圧縮された電気信号を周波数に依存したゲインで増幅する工程と、増幅された信号を音に変換する工程とを備える聴覚障害の補償方法が提供される。

20

【0005】

この発明の第2の態様によれば、ダイナミックレンジの聴覚低下を補償するための多チャンネル・コンプレッサを備える補聴器が提供される。前記多チャンネル・コンプレッサはデジタル音信号を入力するためのデジタル入力と、増幅器に接続される出力とを有し、前記増幅器は周波数依存した聴覚低下を補償するために周波数の関数としてゲインが調節可能であり、かつ処理されたデジタル音信号を出力するための出力部に接続される。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

ゲインが調節可能な増幅器は、周波数応答形成システムを提供する。前記システムは、好ましくは高解像度であり、周波数依存した聴覚障害を補償するためのものである。前記ゲインは、周波数の関数として聴力閾値を決定するような聴覚的測定によって決定され、使用者に対して補聴器を初期調節する間に決定される。

【0007】

増幅器は、それが与える群遅延を最小限にするための最小位相フィルタを備えていてもよい。好ましくは、増幅器は高解像度で最小位相の有限インパルス応答（FIR: Finite Impulse Response）フィルタを備える。最小位相のFIRフィルタ処理は、とりわけ連続信号処理と過渡信号処理の両方に好適なデジタル・フィルタ処理技法であり、デジタルの応用において実現可能な最小限の処理遅延を提供する。

40

【0008】

さらに、最小位相のFIRフィルタ処理は、過渡的な音を他のデジタル・フィルタ技法よりも聴覚系のシステムに対してよりふさわしい方法で処理すると信じられている。増幅器のゲイン設定は、小および中間レベルの入力が補聴器に入力されたとき、この発明による補聴器のゲインを決定する。

【0009】

多チャンネルコンプレッサ中の個々のコンプレッサは、入力信号を減衰させる。異なるゲインが異なる音レベルに対して設けられる。通常、同じゲインが所定の音圧レベル（屈曲

50

点)以下のすべての音に適用され、屈曲点より上ではゲインが落ちる(圧縮領域)。

#### 【0010】

コンプレッサが聴覚低下補償前の音信号に対してはたらく点が、この発明の重要な側面である。圧縮ゲインは入力音レベルと関係がある。したがって、すべてのコンプレッサ周波数チャンネルにおいて、入力レベルを精度よく決定することが重要である。聴覚低下が圧縮前に補償された場合、その決定された入力レベルは聴覚障害を補償するために適用されたゲインの影響を受けてしまう。そして、そのゲインは通常、特定のコンプレッサ・チャンネル中の周波数につれて変化するので、該チャンネル内の屈曲点が周波数に依存してしまう。この効果は、本発明による補聴器において回避される。

#### 【0011】

さらに、周波数に依存した聴覚低下の補償(定常ゲイン)を圧縮から分離することによって、周波数に依存した聴覚低下とダイナミックレンジの低下とを同時に補償することを容易に処理できるようにする。

#### 【0012】

多チャンネル・コンプレッサは、線形位相フィルタのフィルタ・バンクを備えていてもよい。線形位相フィルタは、一定した群遅延を提供し、それが低歪をもたらす。

また、フィルタ・バンクは、少ない遅延、つまり、得られた周波数分解能に対して実現可能な最小の遅延と、調節可能な前記フィルタ・バンクのクロスオーバー周波数とをもたらすワープ・フィルタ(warped filter)を備えていてもよい。

#### 【0013】

フィルタ・バンクは、好ましくはコサイン変調構成(cosine-modulated structure)である。コサイン変調構成は、非常に効率的に実現され、すべてのゲインが0 dB(周波数応答に固有の凹凸を持たない)の場合にチャンネル出力信号の合計が1に等しくなるように設計することができる。たとえば、タップの数が7を超えない場合、3チャンネルのコサイン変調構造は、その合計が1になる特性(sum-to-one property)を保持する。遅延と演算負荷を最小化するためには、少ないタップが望ましい。3つの5段タップのフィルタを有するフィルタ・バンクが、最小数のフィルタおよび最小数のタップで優れた性能を提供することがわかっている。線形位相フィルタ・バンクにおいてその合計が1になる特性は、以下に示される。

#### 【0014】

コサイン変調は、以下の形式のローパス・フィルタ、

$$[b_0 \ b_1 \ b_2 \ b_1 \ b_0],$$

下記形式のバンドパス・フィルタ、

$$[-2b_0 \ 0 \ 2b_2 \ 0 \ -2b_0],$$

および、下記形式のハイパス・フィルタ、

$$[b_0 \ -b_1 \ b_2 \ -b_1 \ b_0]$$

を与える。

#### 【0015】

これら3つのフィルタの和は、 $[0 \ 0 \ 4b_2 \ 0 \ 0]$ であり、好ましくは  $b_2=1/4$  である。

また、得られるフィルタは、個々のフィルタのゲイン・ファクタ  $g_1$ 、 $g_2$ 、 $g_3$  にかかわらず対称(したがって、得られるフィルタの群遅延が一定)である。

$$g_1[b_0 \ b_1 \ b_2 \ b_1 \ b_0] + g_2[-2b_0 \ 0 \ 2b_2 \ 0 \ -2b_0] + g_3[b_0 \ -b_1 \ b_2 \ -b_1 \ b_0] =$$

$$[b_0(g_1-2g_2+g_3) \ b_1(g_1-g_3) \ b_2(g_1+2g_2+g_3) \ b_1(g_1-g_3) \ b_0(g_1-2g_2+g_3)]$$

これは、コンプレッサが使用者の指向性の感覚を壊す可能性のある位相歪を示さないことを保証する。

#### 【0016】

デジタル周波数ワーピング(digital frequency warping)の原理は公知であり、従って簡潔な概略のみを下記する。周波数ワーピングは、デジタル・フィルタ中の単位ディレイを一次のオールパス・フィルタ(all-pass filter)に置き換えることによってなされる。オールパス・フィルタは、高周波の周波数解像度の相補的な変化を伴って低周波の周

10

20

30

40

50

波数解像度を変化させる双一次の等角写像を実現する。

【 0 0 1 7 】

周波数ワーピングに用いられるオールパス・フィルタのZ変換は、以下の式で与えられる。

【数 1】

$$A(z) = \frac{\lambda + z^{-1}}{1 + \lambda z^{-1}}$$

ここで、 $\lambda$  はワーピング・パラメータである。 $\lambda$  を正の範囲で値を大きくするにつれて、低周波数での周波数解像度が増し、 $\lambda$  を負の範囲で値を小さくするにつれて高周波数での周波数解像度が増加する。

10

ワーピング・パラメータ  $\lambda$  は、クロスオーバー周波数を制御する。単一のワーピング・パラメータについて、センター・チャンネル（ワーピング無しの場合は  $\omega_d / 2$  である）のセンター周波数とクロスオーバー周波数との間に、決まった関係がある。ラジアンで  $0 \sim \pi$  の範囲で与えられるワープ周波数が  $\omega_d$ （この例では、実際に制御されるパラメータであるセンター・チャンネルのセンター周波数）のとき、その関係は、次のとおりである。

【 0 0 1 8 】

$\lambda$  は次のように決定される。

$$\lambda = 2 \cos(\omega_d / F_s)$$

20

ここで、 $f$  は周波数であり、 $F_s$  はサンプリング周波数である。

ワーピング・ファクタ  $\lambda$  は次の式で与えられる。

【数 2】

$$\lambda = \frac{\sin\left(\frac{\omega_d - \omega}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\omega_d + \omega}{2}\right)}$$

ラジアンでのクロスオーバー周波数は次の式を  $\omega_d / 3$  および  $2\omega_d / 3$  で評価することによって計算される。

30

【数 3】

$$\omega_d = \angle \frac{e^{j\omega} - \lambda}{1 - \lambda e^{j\omega}}$$

多チャンネル・コンプレッサは、フィルタ・バンクの各周波数チャンネルの電力を計算するために多チャンネル電力評価器（power estimator）をさらに備えていてもよい。

【 0 0 1 9 】

多チャンネル・コンプレッサは、それぞれに決定された電力評価量に応じてそれぞれのコンプレッサ周波数チャンネルに個別のコンプレッサ・ゲインを適用するために、多チャンネル・コンプレッサ・ゲイン制御ユニットをさらに備えていてもよい。この発明の好ましい実施形態は、各コンプレッサ・チャンネルに個別に調整可能な屈曲点と圧縮特性を備えた個別のゲイン制御回路を有する。屈曲点は、対象とする使用者の聴覚障害の聴覚的測定に基づいて調整される。

40

従来技術の補聴器は、コンプレッサの前にあってコンプレッサよりも多いチャンネルを有しかつ異なるチャンネルでゲインが異なるフィルタ・バンクを使用する。従って、（フィルタ・バンクの中のチャンネルよりも数が少ない）コンプレッサ・ゲイン制御回路の実効的な屈曲点は周波数と共に変化する。

本発明によれば、各コンプレッサ・チャンネルの屈曲点が入力信号周波数に伴って変化しないように、コンプレッサ・ゲイン制御回路は、入力信号に対して直接はたらく。

50

## 【 0 0 2 0 】

フィルタ・バンクからの出力信号は、コンプレッサ・ゲイン制御ユニットに対応する個々のゲイン出力と乗算され、その結果の信号は互いに加算されて増幅器への入力となる圧縮された信号を形成する。

## 【 0 0 2 1 】

好ましくは、コンプレッサ・ゲインは、1ブロックのサンプルについて計算され、適用される。これによってプロセッサに求められる能力は小さくなる。コンプレッサが1ブロックの信号サンプルを一度に操作するとき、コンプレッサ・ゲイン制御ユニットは、システムの他の部分よりも低いサンプル周波数で動作する。これは、コンプレッサ・ゲインがN番目のサンプル毎にしか変化しないことを意味する。ここで、Nは1ブロックのサンプル数である。このことは、処理された音信号に人為的な影響を生み出す。特に、速く変化するゲインの場合に著しい。この発明の実施形態において、それらの人為的な影響は、コンプレッサ・ゲイン制御ユニットのゲイン出力のところにあってブロック境界でのゲイン変化を滑らかにするためのローパス・フィルタの対策によって抑制される。

10

## 【 0 0 2 2 】

この発明の実施態様において、コンプレッサの周波数チャンネルは、調整可能であり、対象とする特定の聴覚低下に適合されてもよい点に注意すべきである。例えば、周波数ワーピングは、コンプレッサのフィルタ・バンクの可変クロスオーバー周波数を可能にする。望ましいゲイン設定により、クロスオーバー周波数は、その応答が最適に近づくよう自動的に調整される。聴覚的測定の際に、異なる入力音圧レベルにおける周波数の関数として望ましい補聴器のゲインが決定される。これによって、周波数の関数としての望ましい圧縮比が決定される。最終的に、コンプレッサ・フィルタ・バンクのクロスオーバー周波数は、自動的に最適化される。

20

## 【 0 0 2 3 】

さらに、この発明によるワーピングされたコンプレッサ (warped compressor) は、例えば、周波数1,600Hzで3.5ミリ秒といったような短い遅延を有し、また、コンプレッサのゲインが変化した場合もその遅延は一定である。短い遅延は特に開放型の耳当てを備える補聴器に有利である。というのは、直接音と増幅された音が耳の管の中で混ざるからである。一定の遅延は、両耳間の合図 (inter-aural cues) の維持のために非常に重要である。遅延が変化すると、場所を特定する感覚 (sense of localization) が崩れたり消えたりする。

30

## 【 0 0 2 4 】

さらに、補聴器は、補聴器の出力パワーを制限するために、増幅器の出力へ接続される出力コンプレッサを備えていてもよい。出力コンプレッサは、補聴器の信号出力をその装置のダイナミックレンジの範囲内に保つ。好ましくは、出力コンプレッサは、無限の圧縮比と調節可能な屈曲点を有する。前記コンプレッサは、屈曲点でのゲインと整数乗算器によって形成されたゲインとが結合されたものが0 dBを超えないように調整される。

好ましくは、出力コンプレッサは、単チャンネル出力コンプレッサであるが、多チャンネル出力コンプレッサも範疇に含まれる。あるいは、それに換えて公知の技術の他の出力制限が用いられてもよい。

40

さらにまた、この発明の実施形態は低消費電力である。

## 【 実施例 】

## 【 0 0 2 5 】

以下に、添付の図面を参照しながら、この発明をさらに詳細に説明する。ここで、図1は、デジタル補聴器10の単純化されたブロック図である。補聴器10は、好ましくはマイクロフォンである入力変換器12、アナログ-デジタル (A/D) 変換器14、信号処理器16 (例えば、デジタル・シグナル・プロセッサあるいはDSP)、デジタル-アナログ (D/A) 変換器18および好ましくはレシーバーである出力変換器20を備える。作動中、入力変換器12は音響的音信号を受けてその信号をアナログ電気信号に変換する。アナログ電気信号は、A/D変換器14によってデジタル電気信号に変換され、その信号

50

はその後DSP 16によって処理されてデジタル出力信号を形成する。デジタル出力信号は、D/A変換器18によってアナログ電気信号に変換される。前記アナログ信号は、例えば受話器である出力変換器20によって使用され、補聴器10の使用者が聴く可聴音を生成する。

#### 【0026】

図2および3は、信号処理器16の部分をもさらに詳細に示す。図2、そして更にその詳細を図3に示す実施形態において、補聴器は、デジタル音信号を入力するデジタル入力21と増幅器28に接続された出力27とを有する多チャネル・コンプレッサ22, 24, 26を備える。増幅器28は、個々の聴覚低下を補償するためにその周波数チャンネル毎に選択可能な静的ゲインを有し、出力コンプレッサ30に接続される。出力コンプレッサ30は、補聴器の出力31を制限するためにあり、増幅器28の出力29に接続される。

図示する実施形態で、出力コンプレッサ30は、単チャネル出力のコンプレッサ30である。

#### 【0027】

図3に示すように、フィルタ・バンク22は、調整可能なクロスオーバー周波数を提供するワープ・フィルタを備える。そして、そのクロスオーバー周波数は、使用者の聴覚障害に対して望ましい応答を与えるように調整される。前記フィルタは、5段タップのコサイン変調フィルタである。

#### 【0028】

通常、FIRフィルタは、タップ間が1サンプル遅延であるタップされた遅延ライン上で動作する。前記遅延を1次のオールパス・フィルタに置き換えることにより、クロスオーバー周波数を調整可能とする周波数ワープングが実現される。ワープされた遅延ユニットは5つの出力を有する。前記5つの出力は、時間軸上の任意の点で、ベクトル  $w=[W_0 \ W_1 \ W_2 \ W_3 \ W_4]^T$  を構成し、その結果、3つのチャネル出力  $y$  が形成されるフィルタ・バンクになる。前記フィルタ・バンクは、以下で定義される。

#### 【数4】

$$B = \begin{bmatrix} b_0 & b_1 & b_2 & b_1 & b_0 \\ -2b_0 & 0 & 2b_2 & 0 & -2b_0 \\ b_0 & -b_1 & b_2 & -b_1 & b_0 \end{bmatrix}$$

フィルタバンク  $y$  の出力は、

$$y=Bw$$

である。ベクトル  $y$  は、チャネル信号を含む。

#### 【0029】

フィルタ係数の選択は、低周波チャンネルおよび高周波チャンネルの阻止帯域減衰量と中間チャンネルの阻止帯域減衰量との間のトレード・オフである。低周波チャンネルおよび高周波チャンネルの減衰量を大きくすると、中間チャンネルの減衰量は小さくなる。

#### 【0030】

多チャンネルコンプレッサは、フィルタ・バンク22の各周波数チャンネルの音レベルあるいは電力を計算するための多チャンネル電力評価器32をもさらに備える。計算された値は、フィルタ・バンク22の各フィルタの信号出力40に適用されるコンプレッサ・チャンネル・ゲインを決定するための、多チャンネル・コンプレッサ・ゲイン制御ユニット36に適用される。

#### 【0031】

コンプレッサのゲイン38は、計算されてバッチ式(batch-wise)で1ブロックのサンプルに適用され、これによって求められるプロセッサ能力は減少する。コンプレッサが複数ブロックの信号サンプルを操作するとき、コンプレッサ・ゲイン制御ユニット36は、システムの他の部分よりも低いサンプル周波数で動作する。これは、コンプレッサ・ゲインは、N番目のサンプル毎にしか変化しないことを意味する。ここで、Nは1ブロックの

サンプル数である。速く変化するゲインの値によってほぼ確実に生じる人為的な影響は、コンプレッサ・ゲイン制御ユニット 36 のゲイン出力 38 にあってブロック境界でのゲイン変化を滑らかにするための 3 つのローパス・フィルタ 34 によって抑制される。

【0032】

フィルタ・バンク 22 からの出力信号 40 は、コンプレッサ・ゲイン制御ユニット 36 のローパス・フィルタがかけられたゲイン出力 42 のそれぞれと乗算されて、その結果の信号 44 は、26 で加算されて増幅器 28 の入力となる圧縮された信号 46 を形成する。前記コンプレッサは、減衰だけを提供する。即ち、前記 3 つのコンプレッサは、小さな音に対して望ましいゲインと大きな音に対して望ましいゲインとの差異を提供する。

【0033】

増幅器 28 は、小さな音に対して望ましいゲインを形成する周波数整形を提供する。即ち、対象とする聴覚障害の周波数依存した部分を補償する。増幅器 28 は、最小位相の好適な次数の FIR フィルタを有する。最小位相フィルタは、そのシステムにおける最小の群遅延を保証する。前記フィルタのパラメータは、システムが患者に装着されたときに決定され、動作中は変化しない。最小位相フィルタの設計工程は公知である。

【0034】

聴覚低下の補償と動的補償とは、異なる周波数帯で実施されてもよい。ここで、異なる周波数帯とは、異なる数の周波数帯、および / または、異なるバンド幅の周波数帯および / または異なるクロスオーバー周波数の周波数帯を意味する。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】補聴器のブロック図である。

【図 2】この発明によるコンプレッサのブロック図である。

【図 3】図 2 に示す実施形態のさらに詳細なブロック図である。

【符号の説明】

【0036】

- 10      デジタル補聴器
- 12      入力変換器
- 14      A / D 変換器
- 16      DSP、信号処理器
- 18      D / A 変換器
- 20      出力変換器
- 21      デジタル入力
- 22      フィルタ・バンク
- 24、26      多チャンネル・コンプレッサ
- 27      多チャンネル・コンプレッサの出力
- 28      増幅器
- 29      増幅器の出力
- 30      出力コンプレッサ
- 31      補聴器の出力
- 32      多チャンネル電力評価器
- 34      ローパス・フィルタ
- 36      多チャンネル・コンプレッサ・ゲイン制御ユニット
- 38      コンプレッサのゲイン
- 40      フィルタの信号出力
- 42      ゲイン出力
- 44、46      信号

10

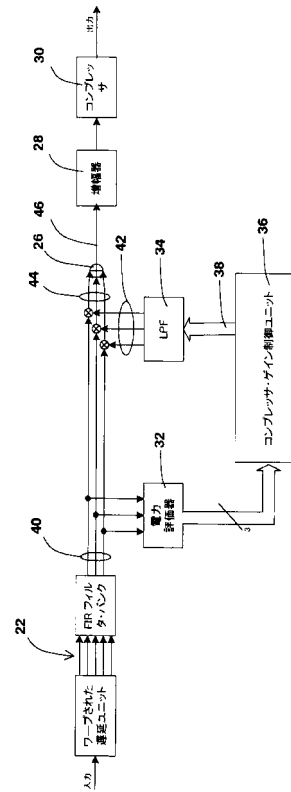
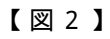
20

30

40



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-046795(JP,A)  
特表平07-501429(JP,A)  
特表2002-504279(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04R 25/00