

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6102179号  
(P6102179)

(45) 発行日 平成29年3月29日 (2017.3.29)

(24) 登録日 平成29年3月10日 (2017.3.10)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H04R</b>	<b>1/10</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H04R</b>	<b>1/10</b>	<b>1 O 1 B</b>
<b>H04R</b>	<b>3/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H04R</b>	<b>3/04</b>	
<b>H04S</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H04S</b>	<b>7/00</b>	<b>3 O O</b>
<b>H03H</b>	<b>17/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b>	<b>17/02</b>	<b>6 O 1 L</b>

請求項の数 6 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2012-234282 (P2012-234282)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成24年10月24日 (2012.10.24)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2014-60691 (P2014-60691A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成26年4月3日 (2014.4.3)	(74) 代理人	100082131
審査請求日	平成27年2月9日 (2015.2.9)		弁理士 稲本 義雄
(31) 優先権主張番号	特願2012-184640 (P2012-184640)	(74) 代理人	100121131
(32) 優先日	平成24年8月23日 (2012.8.23)		弁理士 西川 孝
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	中川 亨
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株 式会社内
		(72) 発明者	山田 裕司
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株 式会社内
		審査官	岩田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音声処理装置および方法、並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予め求められた、音声信号を再生したときに得られる音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタと、目的とする周波数特性を実現するためのフィルタとに基づいて、補正フィルタを生成するとともに、前記補正フィルタの所定周波数以下の周波数のゲインを0dBに修正して最終的な前記補正フィルタとするフィルタ生成部と、

前記音声信号に対して、頭外定位処理、イコライザ処理、またはクロストークキャンセル処理のうちの何れかの処理を施す処理実行部と、

前記処理実行部により処理が施された前記音声信号に対して前記補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して、前記フィルタ処理により得られた前記音声信号を出力するフィルタ処理部と

を備える音声処理装置。

【請求項 2】

前記目的とする周波数特性は、拡散音場HRTF特性である

請求項 1 に記載の音声処理装置。

【請求項 3】

前記目的とする周波数特性の所定周波数帯域内の一部の周波数におけるゲイン値は、基準となる周波数のゲイン値に基づいて定まる所定の範囲内の値となっている

請求項 1 または請求項 2 に記載の音声処理装置。

【請求項 4】

前記フィルタ生成部は、前記音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタ、前記目的とする周波数特性を実現するためのフィルタ、および前記音声信号を増幅させる増幅部の周波数特性の逆特性のフィルタに基づいて、前記補正フィルタを生成する

請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の音声処理装置。

【請求項 5】

予め求められた、音声信号を再生したときに得られる音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタと、目的とする周波数特性を実現するためのフィルタとに基づいて、補正フィルタを生成するとともに、前記補正フィルタの所定周波数以下の周波数のゲインを0dBに修正して最終的な前記補正フィルタとするフィルタ生成ステップと、

前記音声信号に対して、頭外定位処理、イコライザ処理、またはクロストークキャンセル処理のうちの何れかの処理を施す処理実行ステップと、

前記処理実行ステップにより処理が施された前記音声信号に対して前記補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して、前記フィルタ処理により得られた前記音声信号を出力するフィルタ処理ステップと

を含む音声処理方法。

【請求項 6】

予め求められた、音声信号を再生したときに得られる音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタと、目的とする周波数特性を実現するためのフィルタとに基づいて、補正フィルタを生成するとともに、前記補正フィルタの所定周波数以下の周波数のゲインを0dBに修正して最終的な前記補正フィルタとするフィルタ生成ステップと、

前記音声信号に対して、頭外定位処理、イコライザ処理、またはクロストークキャンセル処理のうちの何れかの処理を施す処理実行ステップと、

前記処理実行ステップにより処理が施された前記音声信号に対して前記補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して、前記フィルタ処理により得られた前記音声信号を出力するフィルタ処理ステップと

を含む処理をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は音声処理装置および方法、並びにプログラムに関し、特に、より高音質な音声を得ることができるようにした音声処理装置および方法、並びにプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、拡散音場HRTF(Head Related Transfer Function)フィルタを用いて、音声信号にフィルタ処理を施し、目的とする特性の音声を得られるようにする技術が知られている(例えば、特許文献1参照)。例えば、特許文献1に記載の技術では、ヘッドホン受聴において、一部に拡散音場HRTFフィルタを用いて、簡易に前後方向の頭外定位をさせることが可能とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-153398号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述した技術では、より高音質な音声を得ることが困難であった。例えば、上述した技術は、ヘッドホンを音場定位させるための技術であり、ヘッドホンのトーンバランスを向上させるものではなかった。

【0005】

本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、より高音質な音声を得ること

10

20

30

40

50

ができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本技術の一側面の音声処理装置は、予め求められた、音声信号を再生したときに得られる音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタと、目的とする周波数特性を実現するためのフィルタとに基づいて、補正フィルタを生成するとともに、前記補正フィルタの所定周波数以下の周波数のゲインを0dBに修正して最終的な前記補正フィルタとするフィルタ生成部と、前記音声信号に対して、頭外定位処理、イコライザ処理、またはクロストークキャンセル処理のうちの何れかの処理を施す処理実行部と、前記処理実行部により処理が施された前記音声信号に対して前記補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して、前記フィルタ処理により得られた前記音声信号を出力するフィルタ処理部とを備える。

10

【0007】

前記目的とする周波数特性を、拡散音場HRTF特性とすることができる。

【0008】

前記目的とする周波数特性の所定周波数帯域内の一部の周波数におけるゲイン値が、基準となる周波数のゲイン値に基づいて定まる所定の範囲内の値となるようにすることができる。

【0010】

前記フィルタ生成部には、前記音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタ、前記目的とする周波数特性を実現するためのフィルタ、および前記音声信号を増幅させる増幅部の周波数特性の逆特性のフィルタに基づいて、前記補正フィルタを生成させることができる。

20

【0012】

本技術の一側面の音声処理方法またはプログラムは、予め求められた、音声信号を再生したときに得られる音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタと、目的とする周波数特性を実現するためのフィルタとに基づいて、補正フィルタを生成するとともに、前記補正フィルタの所定周波数以下の周波数のゲインを0dBに修正して最終的な前記補正フィルタとするフィルタ生成ステップと、前記音声信号に対して、頭外定位処理、イコライザ処理、またはクロストークキャンセル処理のうちの何れかの処理を施す処理実行ステップと、前記処理実行ステップにより処理が施された前記音声信号に対して前記補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して、前記フィルタ処理により得られた前記音声信号を出力するフィルタ処理ステップとを含む。

30

【0013】

本技術の一側面においては、予め求められた、音声信号を再生したときに得られる音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタと、目的とする周波数特性を実現するためのフィルタとに基づいて、補正フィルタが生成されるとともに、前記補正フィルタの所定周波数以下の周波数のゲインが0dBに修正されて最終的な前記補正フィルタとされ、前記音声信号に対して、頭外定位処理、イコライザ処理、またはクロストークキャンセル処理のうちの何れかの処理が施され、処理が施された前記音声信号に対して前記補正フィルタを用いたフィルタ処理が施されて、前記フィルタ処理により得られた前記音声信号が出力される

40

【発明の効果】

【0014】

本技術の一側面によれば、より高品質な音声を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本技術のフィルタ特性について説明する図である。

【図2】音声処理装置の構成例を示す図である。

【図3】音声再生処理について説明するフローチャートである。

【図4】増幅回路の特性について説明する図である。

50

- 【図 5】音声処理装置の他の構成例を示す図である。
- 【図 6】音声処理装置と音声信号出力部の外観の構成例を示す図である。
- 【図 7】デジタルフィルタ処理部の構成例を示す図である。
- 【図 8】フィルタ処理部の構成例を示す図である。
- 【図 9】拡散音場HRTF特性について説明する図である。
- 【図 10】出力周波数特性の測定について説明する図である。
- 【図 11】拡散音場HRTF特性の測定について説明する図である。
- 【図 12】拡散音場HRTF特性の測定について説明する図である。
- 【図 13】拡散音場HRTF特性の特徴について説明する図である。
- 【図 14】拡散音場HRTF特性の修正について説明する図である。
- 【図 15】視聴部屋音場HRTF特性の測定について説明する図である。
- 【図 16】視聴部屋音場HRTF特性の測定について説明する図である。
- 【図 17】視聴部屋音場HRTF特性の測定について説明する図である。
- 【図 18】音声処理装置の構成例を示す図である。
- 【図 19】音声再生処理について説明するフローチャートである。
- 【図 20】音声処理装置の構成例を示す図である。
- 【図 21】音声再生処理について説明するフローチャートである。
- 【図 22】音声処理装置の構成例を示す図である。
- 【図 23】音声再生処理について説明するフローチャートである。
- 【図 24】音声処理装置と出力部の外観の構成例を示す図である。
- 【図 25】増幅回路の特性について説明する図である。
- 【図 26】補正周波数特性について説明する図である。
- 【図 27】デジタルフィルタ処理部の構成例を示す図である。
- 【図 28】音声信号のレベル変換について説明する図である。
- 【図 29】音声処理装置の構成例を示す図である。
- 【図 30】コンピュータの構成例を示す図である。
- 【発明を実施するための形態】

10

20

【0016】  
以下、図面を参照して、本技術を適用した実施の形態について説明する。

30

【0017】  
第1の実施の形態

[ 本技術の特徴について ]

まず、本技術の特徴について説明する。

【0018】  
本技術は、以下の(1)乃至(5)の特徴を有している。

【0019】  
特徴(1)  
元々持っているヘッドホン特性と拡散音場HRTFフィルタを用いたターゲット特性との間の逆フィルタを畳み込む事で、ヘッドホンの補正を行い、音質改善を実現する。

40

特徴(2)  
応用例として、スタジオ音場ヘッドホンを実現する際は、スタジオで測定されたHRTFをターゲット特性とする。また、高音質ヘッドホンを実現する場合は、特定の高音質ヘッドホンの特性をターゲット特性として使用する。

特徴(3)  
スタジオ音場ヘッドホンでは、拡散音場ヘッドホンに、部屋のインパルス応答を付加する。

特徴(4)  
適用先が、プレーヤとヘッドホンとする場合は、増幅器(アンプリファイア)とヘッドホンを合わせて補正する。

特徴(5)

50

デジタルマージンが取れない場合、リミッタを使用する事で、音割れの無い音質を実現する。

【 0 0 2 0 】

なお、拡散音場ヘッドホン自体は、世の中に存在するが、元々のヘッドホンをデジタル信号処理でヘッドホン補正し、拡散音場ヘッドホンを実現しているものはなかった。

【 0 0 2 1 】

このような本技術によれば、以下のような効果を得ることができる。

【 0 0 2 2 】

( 1 )

プロセッサの処理量が余っていれば、元々のヘッドホンがどのような特性であっても、デジタル信号処理のみで拡散音場ヘッドホン、スタジオ音場ヘッドホン、高音質ヘッドホンに似せ、音質改善が可能である。

( 2 )

周波数情報のみを補正する場合は、各補正データをひとまとまりにして、補正できるので、処理量が少なく済む。

【 0 0 2 3 】

[ 拡散音場ヘッドホンにするための処理例について ]

次に、本技術の具体的な処理例について説明する。

【 0 0 2 4 】

例えば、再生対象の音声信号について、図 1 の左側の曲線 C 1 1 に示す特性を実現したいとする。ここで、曲線 C 1 1 は、ターゲットとなる特性、つまり拡散音場HRTFフィルタの特性を示している。なお、図 1 において、横軸は周波数を示しており、縦軸はゲインを示している。

【 0 0 2 5 】

曲線 C 1 1 に示す特性を実現したい場合、通常は再生対象となる音声信号に対して曲線 C 1 1 に示す特性の拡散音場HRTFフィルタによりフィルタ処理を施して、その結果得られた音声信号を再生すればよい。

【 0 0 2 6 】

しかし、例えば曲線 C 1 2 に示すような、音声信号が再生されるヘッドホンなどの音声再生装置の特性も音声信号にのってしまうので、単に音声信号に対して拡散音場HRTFフィルタを用いたフィルタ処理を施すだけでは、所望の特性が得られないことがある。ここで、曲線 C 1 2 に示す特性は、音声信号を再生したときに得られるヘッドホンの特性である。

【 0 0 2 7 】

すなわち、例えば曲線 C 1 1 に示す特性の拡散音場HRTFフィルタを用いてフィルタ処理を音声信号に対して施しても、曲線 C 1 1 に示す特性の拡散音場HRTFフィルタと、さらに曲線 C 1 2 に示す特性のフィルタとを用いたフィルタ処理を音声信号に施して得られる音声は出力されてしまう。

【 0 0 2 8 】

そこで、本技術では、曲線 C 1 1 に示す特性の拡散音場HRTFフィルタと、曲線 C 1 2 に示す特性の逆特性のフィルタ、つまり曲線 C 1 2 に示す特性のフィルタの逆フィルタとを用いて、曲線 C 1 3 に示す特性の補正フィルタを生成する。

【 0 0 2 9 】

このようにして得られた補正フィルタを用いて、音声信号に対するフィルタ処理を行えば、曲線 C 1 1 に示す特性が得られるようになり、より高音質な音声を得ることができる。つまり、音質改善を図ることができる。

【 0 0 3 0 】

[ 音声処理装置の構成例 ]

続いて、本技術を適用した具体的な実施の形態について説明する。

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

図 2 は、本技術を適用した音声処理装置の一実施の形態の構成例を示す図である。

【 0 0 3 2 】

音声処理装置 1 2 は、例えばヘッドホンなどからなり、音声処理装置 1 2 には、再生対象となる音声信号を出力する音声信号出力部 1 1 が接続されている。

【 0 0 3 3 】

音声処理装置 1 2 は、デジタルフィルタ処理部 2 1、D/A(Digital/Analog)変換部 2 2、増幅回路 2 3、および出力部 2 4 から構成される。

【 0 0 3 4 】

デジタルフィルタ処理部 2 1 は、音声信号出力部 1 1 から供給された音声信号に対して、補正フィルタを用いたフィルタ処理を施し、その結果得られた音声信号をD/A変換部 2 2 に供給する。例えば、音声信号出力部 1 1 からデジタルフィルタ処理部 2 1 には、左右の 2 つのチャンネルの音声信号が供給され、それらのチャンネルごとにフィルタ処理が行なわれる。また、ここでいう補正フィルタとは、図 1 の曲線 C 1 3 に示す特性の補正フィルタに対応するフィルタである。

【 0 0 3 5 】

デジタルフィルタ処理部 2 1 は、フィルタ生成部 3 1 を備えている。フィルタ生成部 3 1 は、予め求められているヘッドホンなどの音声処理装置 1 2 の特性（例えば、周波数特性）の逆特性のフィルタと、本来得ようとする特性を実現するための拡散音場HRTFフィルタとから逆フィルタ処理を行い、補正フィルタを生成する。

【 0 0 3 6 】

D/A変換部 2 2 は、デジタルフィルタ処理部 2 1 から供給された音声信号を、デジタル信号からアナログ信号に変換し、増幅回路 2 3 に供給する。増幅回路 2 3 は、いわゆるアンプリファイアであり、D/A変換部 2 2 から供給された音声信号の振幅を増幅させ、出力部 2 4 に供給する。出力部 2 4 は、例えば左右の 2 つのチャンネルのスピーカなどからなり、増幅回路 2 3 から供給された音声信号に基づいて、音声を再生する。

【 0 0 3 7 】

[ 音声再生処理の説明 ]

さらに、図 3 のフローチャートを参照して、図 2 に示した音声処理装置 1 2 により行なわれる音声再生処理について説明する。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 1 において、フィルタ生成部 3 1 は、予め保持しているヘッドホンなどの特性と、拡散音場HRTFフィルタとに基づいて補正フィルタを生成する。

【 0 0 3 9 】

具体的には、例えばフィルタ生成部 3 1 は、図 1 の曲線 C 1 2 に示すヘッドホンなどの音声処理装置 1 2 の特性と、曲線 C 1 1 に示す特性の拡散音場HRTFフィルタとを保持している。そして、フィルタ生成部 3 1 は、曲線 C 1 2 に示す特性の逆特性のフィルタと、曲線 C 1 1 に示す特性の拡散音場HRTFフィルタとの畳み込み演算を行なうことで、曲線 C 1 3 に示す特性の補正フィルタを生成する。ここで得られる補正フィルタは、例えばFIR(Finite Impulse Response)型のフィルタなどとされる。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 2 において、デジタルフィルタ処理部 2 1 は、音声信号出力部 1 1 から供給された音声信号に対して、ステップ S 1 1 の処理で生成された補正フィルタを用いたフィルタ処理を施し、その結果得られた音声信号をD/A変換部 2 2 に供給する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 3 において、D/A変換部 2 2 は、デジタルフィルタ処理部 2 1 から供給された音声信号に対してD/A変換を行なう。すなわち、D/A変換部 2 2 は、音声信号をデジタル信号からアナログ信号に変換し、増幅回路 2 3 に供給する。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 4 において、増幅回路 2 3 は、D/A変換部 2 2 から供給された音声信号の振幅を増幅させ、出力部 2 4 に供給する。

## 【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 5 において、出力部 2 4 は、増幅回路 2 3 から供給された音声信号に基づいて、音声再生する。出力部 2 4 から音声が出力されると、音声再生処理は終了する。

## 【 0 0 4 4 】

このようにして、音声処理装置 1 2 は、音声処理装置 1 2 等の特性を考慮して補正フィルタを生成し、得られた補正フィルタを用いて音声信号にフィルタ処理を施し、得られた音声信号に基づいて音声再生する。このように、音声処理装置 1 2 等の特性を考慮して補正フィルタを生成することで、より高音質な音声を得ることができるようになる。すなわち、音声処理装置 1 2 等の特性によらず、本来、拡散音場 HRTF フィルタを用いたフィルタ処理を行なって得られる音声により近い音声を得ることができるようになる。

10

## 【 0 0 4 5 】

[ 増幅回路特性の補正について ]

また、増幅回路 2 3 の特性が予め求められている場合には、増幅回路 2 3 の特性も補正されるようにしてもよい。

## 【 0 0 4 6 】

例えば、図 4 の曲線 C 2 1 に示す特性が、増幅回路 2 3 の特性として予め求められているとする。なお、図 4 において、横軸は周波数を示しており、縦軸はゲインを示している。

## 【 0 0 4 7 】

このような場合、フィルタ生成部 3 1 は、曲線 C 2 1 に示す増幅回路 2 3 の特性の逆特性を求める。これにより、例えば曲線 C 2 2 に示す特性が得られたとする。

20

## 【 0 0 4 8 】

すると、フィルタ生成部 3 1 は、上述した曲線 C 1 1 の特性の拡散音場 HRTF フィルタ、曲線 C 1 2 に示す特性の逆特性のフィルタ、および曲線 C 2 2 に示す特性のフィルタの畳み込み演算を行い、補正フィルタを生成する。これにより、さらに高音質な音声を得ることができるようになる。

## 【 0 0 4 9 】

なお、図 2 では、音声処理装置 1 2 内のデジタルフィルタ処理部 2 1 の後段に増幅回路 2 3 が設けられているが、増幅回路 2 3 がデジタルフィルタ処理部 2 1 の前段に設けられている場合でも、増幅回路 2 3 が音声処理装置 1 2 外に設けられている場合でも同様の処理を行なうことで、より高音質な音声を得ることができる。

30

## 【 0 0 5 0 】

[ 音声処理装置の他の構成例 ]

また、以上においては、音声処理装置 1 2 内に出力部 2 4 が設けられる構成を例として説明したが、出力部 2 4 が音声処理装置の外部に設けられるようにしてもよい。

## 【 0 0 5 1 】

例えば、そのような場合、音声処理装置は図 5 に示すように構成される。なお、図 5 において、図 2 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

## 【 0 0 5 2 】

図 5 に示す音声処理装置 6 1 は、音声信号出力部 1 1、デジタルフィルタ処理部 2 1、D/A変換部 2 2、および増幅回路 2 3 から構成される。そして、デジタルフィルタ処理部 2 1 は、フィルタ生成部 3 1 を備えている。

40

## 【 0 0 5 3 】

さらに、音声処理装置 6 1 の増幅回路 2 3 には、出力部 2 4 が接続されており、出力部 2 4 は、増幅回路 2 3 から供給された音声信号に基づいて音声再生する。この例では、例えば出力部 2 4 がヘッドホンなどとされ、音声処理装置 6 1 は、ヘッドホンに接続された音声再生装置などとされる。

## 【 0 0 5 4 】

なお、D/A変換部 2 2 や増幅回路 2 3 などがヘッドホン側、つまり出力部 2 4 側に設け

50

られるようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

[ 音声再生処理について ]

ところで、図 2 に示した構成では、例えば図 6 に示すように音声信号出力部 1 1 がユーザにより所持される携帯型の音声再生装置、つまりポータブルプレーヤ等とされ、音声処理装置 1 2 が、音声再生装置に接続されるヘッドホンやイヤホンなどとされる。

【 0 0 5 6 】

本技術では、音声信号に対して補正フィルタを用いたフィルタ処理を施すことで、出力部 2 4 から出力され、ユーザの鼓膜に到達する音声の周波数特性が、図 1 の曲線 C 1 1 に示した拡散音場 HRTF 特性となる。そのため、ユーザが知覚する音声は、高音と低音など音声の各周波数のパワーのバランスが均等（フラット）なものとなり、トーンバランスのよい自然で高音質な音声を得ることができる。すなわち、ヘッドホン等からなる音声処理装置 1 2 の音質が改善され、自然でクリアな音質を実現することができる。

【 0 0 5 7 】

しかも、本技術によればデジタル信号処理で、簡単に音声処理装置 1 2 の出力周波数特性を、音声処理装置 1 2 が元々もっている出力周波数特性から、拡散音場 HRTF の周波数特性（拡散音場 HRTF 特性）へと近付けることができる。

【 0 0 5 8 】

なお、曲線 C 1 1 に示す拡散音場 HRTF 特性において上に凸となっている部分は、人の耳朶や外耳道での音の反射に起因する周波数特性であり、曲線 C 1 1 に示す周波数特性の音声

【 0 0 5 9 】

また、音声処理装置 1 2 に入力される音声信号が左右の 2 チャンネルの音声信号である場合、デジタルフィルタ処理部 2 1 にはフィルタ生成部 3 1 の他に、例えば図 7 に示すように、チャンネルごとにフィルタ処理を実行するフィルタ処理部が設けられる。

【 0 0 6 0 】

図 7 の例では、デジタルフィルタ処理部 2 1 には、左チャンネルの音声信号が入力されるフィルタ処理部 9 1 - 1 と、右チャンネルの音声信号が入力されるフィルタ処理部 9 1 - 2 とが設けられている。なお、図 7 では、フィルタ生成部 3 1 の図示は省略されている。

【 0 0 6 1 】

フィルタ処理部 9 1 - 1 およびフィルタ処理部 9 1 - 2 は、それぞれ左チャンネルおよび右チャンネルの音声信号に対して、補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して、その結果得られた音声信号を D/A 変換部 2 2 に供給する。なお、以下、フィルタ処理部 9 1 - 1 およびフィルタ処理部 9 1 - 2 を特に区別する必要のない場合、単にフィルタ処理部 9 1 とも称することとする。

【 0 0 6 2 】

このようなフィルタ処理部 9 1 では、例えば FIR 型の補正フィルタにより FIR 処理が行なわれる。そのような場合、フィルタ処理部 9 1 は、図 8 に示すように構成される。

【 0 0 6 3 】

図 8 に示すフィルタ処理部 9 1 は、遅延部 1 2 1 - 1 乃至遅延部 1 2 1 - N、増幅部 1 2 2 - 1 乃至増幅部 1 2 2 - ( N + 1 )、および加算部 1 2 3 - 1 乃至加算部 1 2 3 - N から構成される。

【 0 0 6 4 】

遅延部 1 2 1 - 1 と増幅部 1 2 2 - 1 には、音声信号出力部 1 1 からデジタルフィルタ処理部 2 1 に供給された、左チャンネルまたは右チャンネルの音声信号が 1 サンプルずつ入力される。増幅部 1 2 2 - 1 は、供給された音声信号に対して補正フィルタを構成する補正係数を乗算し、加算部 1 2 3 - 1 に供給する。

【 0 0 6 5 】

遅延部 1 2 1 - 1 は、供給された音声信号を 1 サンプル分の時間だけ遅延させた後、遅

10

20

30

40

50



延部 1 2 1 - 2 および増幅部 1 2 2 - 2 に供給する。同様に、遅延部 1 2 1 - 2 乃至遅延部 1 2 1 - (N - 1) は、遅延部 1 2 1 - 1 乃至遅延部 1 2 1 - (N - 2) から供給された音声信号を 1 サンプル分の時間だけ遅延させて、遅延部 1 2 1 - 3 乃至遅延部 1 2 1 - N および増幅部 1 2 2 - 3 乃至増幅部 1 2 2 - N に供給する。

【0066】

また、遅延部 1 2 1 - N は、遅延部 1 2 1 - (N - 1) から供給された音声信号を、増幅部 1 2 2 - (N + 1) に供給する。

【0067】

増幅部 1 2 2 - 2 乃至増幅部 1 2 2 - (N + 1) は、遅延部 1 2 1 - 1 乃至遅延部 1 2 1 - N から供給された音声信号に対して、補正フィルタを構成する補正係数を乗算し、加算部 1 2 3 - 1 乃至加算部 1 2 3 - N に供給する。

10

【0068】

加算部 1 2 3 - 1 は、増幅部 1 2 2 - 1 および増幅部 1 2 2 - 2 から供給された音声信号を加算して、加算部 1 2 3 - 2 に供給する。加算部 1 2 3 - n (但し、 $2 \leq n \leq N - 1$ ) は、加算部 1 2 3 - (n - 1) および増幅部 1 2 2 - (n + 1) から供給された音声信号を加算して、加算部 1 2 3 - (n + 1) に供給する。

【0069】

また、加算部 1 2 3 - N は、加算部 1 2 3 - (N - 1) および増幅部 1 2 2 - (N + 1) から供給された音声信号を加算し、D/A変換部 2 2 に供給する。

【0070】

20

なお、以下、増幅部 1 2 2 - 1 乃至増幅部 1 2 2 - (N + 1) を特に区別する必要のない場合、単に増幅部 1 2 2 とも称することとする。

【0071】

このような増幅部 1 2 2 で用いられる補正係数からなる補正フィルタは、図 1 に示したように曲線 C 1 3 に示す周波数特性を実現するフィルタである。すなわち、曲線 C 1 3 に示す周波数特性の波形における所定の周波数を注目周波数とすると、曲線 C 1 3 における注目周波数のゲイン値 (パワー) は、注目周波数における、曲線 C 1 1 のゲイン値から曲線 C 1 2 のゲイン値を減算して得られる値となる。

【0072】

したがって、音声処理装置 1 2 において音声信号に対して補正フィルタでフィルタ処理を施すと、図 9 に示すように曲線 C 1 3 に示す補正フィルタの周波数特性に、曲線 C 1 2 に示す音声処理装置 1 2 の周波数特性が掛け合わされて、実際には曲線 C 1 1 に示す拡散音場 HRTF 特性の音声を得られることになる。なお、図 9 において図 1 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

30

【0073】

音声処理装置 1 2 では、音声信号に対して特にフィルタ処理を行わなくても、曲線 C 1 2 に示す周波数特性を実現するフィルタ処理が施されて得られるような周波数特性の音声信号が出力される。そのため、音声処理装置 1 2 において曲線 C 1 3 に示す補正フィルタでフィルタ処理を行なうと、実際には曲線 C 1 3 に示す特性に曲線 C 1 2 に示す音声処理装置 1 2 自体の特性を畳み込んで得られる特性が、音声処理装置 1 2 の出力周波数特性として得られる。すなわち、曲線 C 1 1 に示す周波数特性、具体的には拡散音場 HRTF 特性の音声ユーザの鼓膜に到達することになる。したがって、ユーザにはトーンバランスのよい自然な音声感知されるようになる。

40

【0074】

[ 周波数特性の測定について ]

なお、上述したように図 1 の曲線 C 1 3 に示す周波数特性の補正フィルタは、目的とする特性である曲線 C 1 1 に示す拡散音場 HRTF 特性と、音声処理装置 1 2 の元々の特性である曲線 C 1 2 に示す周波数特性との間で逆フィルタ処理を行なうことにより得られる。

【0075】

したがって、フィルタ生成部 3 1 において補正フィルタを演算により求めるには、曲線

50

C 1 2 に示した、音声処理装置 1 2 が元々有している出力周波数特性を測定等により予め用意し、フィルタ生成部 3 1 に保持させておく必要がある。

【 0 0 7 6 】

音声処理装置 1 2 が元々有している出力周波数特性を測定により求める場合、例えば図 1 0 に示すように、室内にヘッドホンである音声処理装置 1 2 を装着したダミーヘッド D M 1 1 を配置した環境での測定が考えられる。

【 0 0 7 7 】

この例では、音声処理装置 1 2 がダミーヘッド D M 1 1 に装着された状態で、音声処理装置 1 2 からインパルス信号に基づいて音声を発生させ、その音声をダミーヘッド D M 1 1 に設けられたマイクロホンで收音させる。そして、このようにして得られたインパルス信号の応答に対してFFT (Fast Fourier Transform) が施され、その結果得られた周波数特性が、音声処理装置 1 2 が元々有している出力周波数特性とされる。

10

【 0 0 7 8 】

このようにダミーヘッド D M 1 1 を用いて音声処理装置 1 2 の出力周波数特性を測定すれば、ユーザの耳朶や外耳道での音の反射が考慮された測定結果を得ることができ、より高音質な音声を得ることができる補正フィルタを求めることができるようになる。

【 0 0 7 9 】

また、元々音声処理装置 1 2 が有している出力周波数特性と同様に、目的とする周波数特性、つまり拡散音場HRTF特性についても予め測定を行い、測定された拡散音場HRTF特性をフィルタ生成部 3 1 に保持させておく必要がある。

20

【 0 0 8 0 】

目的とする拡散音場HRTF特性を測定により求める場合、例えば図 1 1 に示すように残響音室 R M 1 1 にスピーカ S P 1 1 とダミーヘッド D M 1 1 とを配置し、スピーカ S P 1 1 から出力された音声をダミーヘッド D M 1 1 で測定する方法が考えられる。なお、図 1 1 において、図 1 0 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 では、スピーカ S P 1 1 とダミーヘッド D M 1 1 が、歪な形状の残響音室 R M 1 1 に配置されている。また、スピーカ S P 1 1 は、出力周波数特性がほぼフラットな特性を有するスピーカとされる。

30

【 0 0 8 2 】

拡散音場HRTF特性の測定時には、残響音室 R M 1 1 の壁に向けて配置されたスピーカ S P 1 1 からインパルス信号に基づいて音声を発生させ、その音声をダミーヘッド D M 1 1 に設けられたマイクロホンで收音させる。そして、このようにしてダミーヘッド D M 1 1 で得られたインパルス信号の応答に対してFFTが施され、その結果得られた周波数特性が、目的とする拡散音場HRTF特性とされる。

【 0 0 8 3 】

この例では、歪な形状の残響音室 R M 1 1 の壁に向けてスピーカ S P 1 1 が配置されているので、スピーカ S P 1 1 から出力された音声は、図中、矢印に表されるように残響音室 R M 1 1 の各壁で反射され、拡散される。

40

【 0 0 8 4 】

そうすると、ダミーヘッド D M 1 1 には、全方向からスピーカ S P 1 1 により出力された音声が入射することになる。つまり、ダミーヘッド D M 1 1 で收音される各方向から入射した音声のパワーが均一になり、理想的な拡散音場HRTF特性を得ることができる。

【 0 0 8 5 】

また、目的とする拡散音場HRTF特性を測定により求める場合、例えば図 1 2 に示すように無響音室 R M 2 1 にダミーヘッド D M 1 1 を配置するとともに、スピーカ S P 1 1 の位置を変えながら拡散音場HRTF特性を求めるようにしてもよい。なお、図 1 2 において、図 1 1 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

【 0 0 8 6 】

50

この例では、スピーカ S P 1 1 が配置される各位置は、ダミーヘッド D M 1 1 から等距離であり、かつ例えば 1 度おきなど、ダミーヘッド D M 1 1 を中心として所定角度の間隔の位置とされる。

【 0 0 8 7 】

そして、それらの位置ごとに、ダミーヘッド D M 1 1 に向けられて配置されたスピーカ S P 1 1 からインパルス信号に基づいて音声を発生させ、その音声をダミーヘッド D M 1 1 に設けられたマイクロホンで收音させる。スピーカ S P 1 1 の配置位置ごとに、音声の出力と收音が行なわれると、複数の各方向についてインパルス信号の応答が得られる。すると、それらのインパルス信号の応答が平均化され、得られた平均に対してさらに FFT が施され、その結果得られた周波数特性が目的とする拡散音場 HRTF 特性とされる。

10

【 0 0 8 8 】

[ 拡散音場 HRTF 特性の特徴について ]

このように図 1 1 や図 1 2 を参照して説明した方法で測定された拡散音場 HRTF 特性は、図 1 3 に示す特徴を有している。なお、図 1 3 において縦軸および横軸は、それぞれゲインおよび周波数を示している。

【 0 0 8 9 】

図 1 3 において、曲線 C 3 1 は図 1 1 や図 1 2 に示した方法により得られた拡散音場 HRTF 特性を示している。例えば理想的な拡散音場 HRTF 特性は、1kHz を基準とし、1kHz の音圧を 0dB とすると、2.5kHz から 3kHz の範囲の一部で +8dB から +12dB の範囲の値をとり、4.8kHz から 5.3kHz の範囲の一部で +5dB から +11dB の範囲の値をとる。なお、以下では、このよ

20

【 0 0 9 0 】

図 1 3 の例では、曲線 C 3 1 上の点 P T 1 1 は、曲線 C 3 1 の 1kHz の位置である。また、領域 E 1 1 は、点 P T 1 1 の音圧を 0dB としたときに周波数が 2.5kHz から 3kHz までの範囲で、音圧が +8dB から +12dB の範囲となる領域である。同様に、領域 E 1 2 は、点 P T 1 1 の音圧を 0dB としたときに周波数が 4.8kHz から 5.3kHz までの範囲で、音圧が +5dB から +11dB の範囲となる領域である。

【 0 0 9 1 】

曲線 C 3 1 は、領域 E 1 1 内および領域 E 1 2 内を通っているので判定条件が満たされ、理想的な拡散音場 HRTF 特性であるといえる。音声処理装置 1 2 では、測定により得られた特性のうち、このような判定条件が満たされた特性が、目的とする拡散音場 HRTF 特性としてフィルタ生成部 3 1 に保持される。

30

【 0 0 9 2 】

ここで、音声における 1kHz から 5.3kHz の周波数帯域は、人の声や楽器の音の周波数帯域であり、人の耳が敏感な帯域である。そのため、このような帯域において、測定により得られた周波数特性の波形が理想的な拡散音場 HRTF 特性の波形とほぼ同じであれば、測定により得られた周波数特性は、理想的な拡散音場 HRTF 特性であることができる。

【 0 0 9 3 】

本技術では、1kHz に対する 2.5kHz 乃至 3kHz の範囲の周波数と 4.8kHz 乃至 5.3kHz の範囲の周波数との音圧のバランスにより、測定により得られた周波数特性が理想的な拡散音場 HRTF 特性であるかが判定される。

40

【 0 0 9 4 】

[ 補正フィルタについて ]

なお、以上においては音声処理装置 1 2 の出力周波数特性と、目的とする拡散音場 HRTF 特性とから求めた補正フィルタをフィルタ処理に用いると説明したが、補正フィルタに適宜、修正が加えられるようにしてもよい。これは、場合によっては、補正フィルタの周波数特性を修正した方が、より有効であることもあるからである。

【 0 0 9 5 】

例えば図 1 4 に示すように、曲線 C 4 1 に示す音声処理装置 1 2 の元々の出力周波数特

50

性と、曲線 C 4 2 に示す拡散音場 HRTF 特性とから、逆フィルタ処理によって曲線 C 4 3 に示す周波数特性（以下、補正フィルタ特性とも称する）の補正フィルタが得られたとする。なお、図 1 4 において、縦軸および横軸はゲインおよび周波数を示している。

【 0 0 9 6 】

この例では、曲線 C 4 3 に示す補正フィルタ特性の低域部分が曲線 C 4 4 に示す波形に修正され、補正フィルタ特性の高域部分が曲線 C 4 5 に示す波形に修正される。

【 0 0 9 7 】

例えば、音声の低域補正においては、補正フィルタを用いたフィルタ処理、つまり FIR 処理の処理量が多くなることから、補正フィルタのタップ数を制限せざるを得ない場合には、音声の低域成分を補正することができないことがある。

10

【 0 0 9 8 】

そのような場合、低域成分のみを IIR ( Infinite Impulse Response ) 型のフィルタを用いて補正することも考えられるが、信号の位相が変化してしまうので音質や音像定位に影響を及ぼすことがある。そこで、本技術では、IIR 型のフィルタを用いずに、FIR 型の補正フィルタのみを用い、かつ低域成分を補正しないようにされる。

【 0 0 9 9 】

すなわち、フィルタ生成部 3 1 は、曲線 C 4 3 に示した補正フィルタ特性における所定の周波数以下の周波数の各ゲインを、曲線 C 4 4 に示すように 0dB に修正し、FIR 処理において低域成分が補正されないようにする。

【 0 1 0 0 】

20

また、曲線 C 4 1 に示すように、音声処理装置 1 2 が元々有している出力周波数特性が、外耳道における共振等の理由により 5kHz 以降の周波数帯域で複数の共振周波数をもつことがある。曲線 C 4 1 の例では、高域側においてゲインが急峻に変化しており、複数のピークが含まれている。

【 0 1 0 1 】

このような複数の共振周波数をもつ出力周波数特性を用いて、逆フィルタ処理により補正フィルタを求めると、曲線 C 4 3 に示すように補正フィルタ特性においても、5kHz 以降の周波数帯域で複数の逆共振をもつことになる。

【 0 1 0 2 】

ところが、音声処理装置 1 2 の実使用環境においては、各ユーザの外耳道の長さは異なるため、共振周波数にずれが生じる。そのような場合、外耳道に起因する共振周波数に応じた逆共振をもつ補正フィルタ特性の補正フィルタを FIR 処理に用いると、意図しない周波数帯域を補正してしまうことになる。すなわち、不要な補正により出力される音声の音質が劣化してしまう可能性がある。

30

【 0 1 0 3 】

そこで、本技術では、補正フィルタ特性における 5kHz 以降の逆共振部分の補正量が小さくなるようにしたり、補正量が周波数方向に平均化されてブロードな補正に修正されたりするようになされる。

【 0 1 0 4 】

具体的には、例えばフィルタ生成部 3 1 は、予め定められた周波数帯域、または指定された周波数帯域において、補正フィルタ特性の各周波数のゲインの移動平均値を求めて、補正後の補正フィルタ特性のゲインとする。また、例えばフィルタ生成部 3 1 は、予め定められたか、または指定された周波数帯域において、補正フィルタ特性の各周波数のゲイン値に、そのゲイン値から固定のゲイン値を減算した値に係数を乗算して得られた値を加算し、補正後の補正フィルタ特性のゲインとする。

40

【 0 1 0 5 】

このような補正フィルタ特性の修正により、例えば曲線 C 4 3 に示した補正フィルタ特性の高域部分が曲線 C 4 5 に示す波形に修正される。これにより、不要な補正を抑制し、出力される音声の音質を向上させることができる。

【 0 1 0 6 】

50

〔 目的とする周波数特性について 〕

なお、以上においては、目的とする周波数特性が拡散音場HRTF特性である場合について説明したが、拡散音場HRTF特性に限らず視聴部屋音場HRTF特性や、任意のヘッドホンの出力周波数特性などが目的とする周波数特性とされるようにしてもよい。

【 0 1 0 7 】

例えば、視聴部屋音場HRTF特性が目的とする周波数特性とされる場合、図 1 5 に示すように、視聴部屋 R M 3 1 内にダミーヘッド D M 1 1 とスピーカ S P 1 1 を配置することで、目的とする視聴部屋音場HRTF特性の測定が行なわれる。なお、図 1 5 において、図 1 2 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

【 0 1 0 8 】

この例では、視聴部屋 R M 3 1 において、ほぼ中央に位置するダミーヘッド D M 1 1 に向けられてスピーカ S P 1 1 が配置されている。

【 0 1 0 9 】

視聴部屋音場HRTF特性の測定時には、スピーカ S P 1 1 からインパルス信号に基づいて音声を発生させ、その音声をダミーヘッド D M 1 1 に設けられたマイクロホンで收音させる。スピーカ S P 1 1 から出力された音声には、図中、矢印で表されるように直接ダミーヘッド D M 1 1 に到達するものや、視聴部屋 R M 3 1 の壁で反射されてダミーヘッド D M 1 1 に到達するものがある。

【 0 1 1 0 】

スピーカ S P 1 1 からの音声收音されると、ダミーヘッド D M 1 1 で得られたインパルス信号の応答に対してFFTが施され、その結果得られた周波数特性が、目的とする視聴部屋音場HRTF特性とされる。

【 0 1 1 1 】

ここで、例えば視聴部屋 R M 3 1 を、音声処理装置 1 2 で再生する音声を録音したスタジオ等と同じ環境の部屋などとすれば、音声信号の再生時には、音源と同じ環境のトーンバランスで音声を再生することが可能となる。すなわち、元々音声処理装置 1 2 により実現される音質を、様々な部屋などの空間を模擬した音質へと変化させることができる。

【 0 1 1 2 】

このようにして測定により、目的とする周波数特性としての視聴部屋音場HRTF特性が得られると、この視聴部屋音場HRTF特性がフィルタ生成部 3 1 に保持され、音声の再生時には、図 3 を参照して説明した音声再生処理と同様の処理が行なわれる。

【 0 1 1 3 】

また、視聴部屋音場HRTF特性が測定される場合、図 1 6 に示すようにダミーヘッド D M 1 1 に代えてマイクロホン M C 1 1 が用いられるようにしてもよい。なお、図 1 6 において図 1 5 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【 0 1 1 4 】

図 1 6 の例では、視聴部屋 R M 3 1 のほぼ中央にマイクロホン M C 1 1 が配置されている。そして、視聴部屋音場HRTF特性の測定時には、スピーカ S P 1 1 からインパルス信号に基づいて音声を発生させ、その音声をマイクロホン M C 1 1 で收音させる。スピーカ S P 1 1 から出力された音声には、図中、矢印で表されるように直接マイクロホン M C 1 1 に到達するものや、視聴部屋 R M 3 1 の壁で反射されてマイクロホン M C 1 1 に到達するものがある。

【 0 1 1 5 】

スピーカ S P 1 1 からの音声收音されると、マイクロホン M C 1 1 で得られたインパルス信号の応答に対してFFTが施され、その結果得られた周波数特性が視聴部屋音場特性とされる。

【 0 1 1 6 】

さらに、このようにして得られた視聴部屋音場特性に対して、図 1 7 に示すように拡散音場HRTF特性が畳み込まれ、その結果得られた周波数特性が目的とする周波数特性である

10

20

30

40

50

視聴部屋音場HRTF近似特性とされる。なお、図 17 において、横軸は周波数を示しており、縦軸はゲインを示している。

【 0 1 1 7 】

曲線 C 5 1 乃至曲線 C 5 3 は、それぞれ、測定で得られた視聴部屋音場特性、拡散音場 HRTF 特性、および視聴部屋音場 HRTF 近似特性を示している。

【 0 1 1 8 】

この例では、曲線 C 5 1 に示す視聴部屋音場特性が測定により得られると、その視聴部屋音場特性に、曲線 C 5 2 に示す拡散音場 HRTF 特性が畳み込まれて、曲線 C 5 3 に示す視聴部屋音場 HRTF 近似特性とされる。この視聴部屋音場 HRTF 近似特性は、図 15 を参照して説明した方法で測定された視聴部屋音場 HRTF 特性を近似的に求めたものであり、目的とする周波数特性としてフィルタ生成部 3 1 に保持される。

10

【 0 1 1 9 】

この場合、視聴部屋音場特性に拡散音場 HRTF 特性が畳み込まれるのは、マイクロホン M C 1 1 による測定で得られる視聴部屋音場特性では、人の耳朵や外耳道での音声の反射が考慮されていないためである。

【 0 1 2 0 】

また、目的とする周波数特性が任意のヘッドホンの出力周波数特性とされる場合には、図 10 を参照して説明した方法により、目的とする周波数特性を測定すればよい。すなわち、ダミーヘッド D M 1 1 に装着される音声処理装置 1 2 を、目的とする出力周波数特性を有するヘッドホンとして、そのヘッドホンの出力周波数特性を測定すればよい。

20

【 0 1 2 1 】

これにより、元々音声処理装置 1 2 により実現される音質を、例えばより高音質な任意のヘッドホンの音質へと変化させることができる。

【 0 1 2 2 】

[ 頭外定位処理との組み合わせについて ]

さらに、以上において説明した補正フィルタにより音声信号にフィルタ処理を施す技術は、例えば他の音声再生技術と組み合わせると、より有効である。

【 0 1 2 3 】

具体的には、例えば補正フィルタによるフィルタ処理と、頭外定位処理とを組み合わせることが考えられる。

30

【 0 1 2 4 】

拡散音場 HRTF 特性を目的とする周波数特性として、補正フィルタによるフィルタ処理を行えば、再生される音声は、特定方向の音声を強調しない自然なトーンバランスの音声となる。そのため、このようなフィルタ処理は音声処理装置 1 2 自体を正規化する処理であるといえることができる。したがって、このフィルタ処理と HRTF を用いた頭外定位処理を組み合わせれば、ユーザに対してより頭外定位感を与えることができるようになる。すなわち、ユーザが感じる音像定位位置を、目的とする位置により近づけることができる。

【 0 1 2 5 】

このように頭外定位処理が行なわれる場合、音声処理装置 1 2 は、例えば図 18 に示すように構成される。なお、図 18 において図 2 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

40

【 0 1 2 6 】

図 18 に示す音声処理装置 1 2 は、頭外定位処理部 1 5 1、デジタルフィルタ処理部 2 1、D/A 変換部 2 2、増幅回路 2 3、および出力部 2 4 から構成される。

【 0 1 2 7 】

すなわち、図 18 に示す音声処理装置 1 2 は、頭外定位処理部 1 5 1 が設けられている点で図 2 の音声処理装置 1 2 と異なり、他の点では図 2 の音声処理装置 1 2 と同じ構成となっている。

【 0 1 2 8 】

頭外定位処理部 1 5 1 は、音声信号出力部 1 1 から供給された音声信号に対して頭外定

50

位処理を施し、デジタルフィルタ処理部 2 1 に供給する。

【 0 1 2 9 】

続いて、図 1 9 のフローチャートを参照して、図 1 8 に示した音声処理装置 1 2 により行なわれる音声再生処理について説明する。

【 0 1 3 0 】

ステップ S 4 1 において、頭外定位処理部 1 5 1 は、音声信号出力部 1 1 から供給された音声信号に対して頭外定位処理を施して、デジタルフィルタ処理部 2 1 に供給する。すなわち、頭外定位処理部 1 5 1 は、必要に応じて左右のチャンネルの音声の音圧を調整したり、左右のチャンネルの音声を混合させたりする処理を音声信号に対して行なうことで、再生される音声の音像位置を目的とする位置に移動させる。

10

【 0 1 3 1 】

ステップ S 4 1 の処理が行なわれると、その後、ステップ S 4 2 乃至ステップ S 4 6 の処理が行なわれて音声再生処理は終了するが、これらの処理は図 3 のステップ S 1 1 乃至ステップ S 1 5 の処理と同様であるので、その説明は省略する。

【 0 1 3 2 】

以上のようにして音声処理装置 1 2 は、音声信号に対して頭外定位処理を施した後、さらに補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して音声を再生する。これにより、より高音質な音声を得ることができるとともに、より正確に目的とする位置に音像を定位させることができる。

【 0 1 3 3 】

20

例えば、音声処理装置の出力周波数特性が、前方の音声が強調される周波数特性である場合、頭外定位処理で音像を後方に定位させようとする、実際の定位位置が目的とする位置よりも前方側にずれてしまうことがある。これに対して、音声処理装置 1 2 では、補正フィルタ特性は、特定の方向だけが強調されない、全方向が等価である周波数特性であるので、音像定位位置のずれの発生を抑制することができる。

【 0 1 3 4 】

[ イコライザ処理との組み合わせについて ]

さらに、補正フィルタによるフィルタ処理と組み合わせる処理として、イコライザ処理を行なうようにしてもよい。

【 0 1 3 5 】

30

例えば、イコライザのプリセットで実現される音質は元々のヘッドホン特性に依存し、イコライザのプリセットが同じでも使用するヘッドホンごとに音質が異なる。

【 0 1 3 6 】

これに対して、上述したように本技術の補正フィルタによるフィルタ処理によれば、音声処理装置 1 2 自体を正規化することができる。したがって、このフィルタ処理とイコライザ処理を組み合わせれば、イコライザのプリセットで実現される音質を、音声処理装置 1 2 によらず、つまりどのヘッドホンにおいても同じ音質とすることができる。

【 0 1 3 7 】

このようにイコライザ処理が行なわれる場合、音声処理装置 1 2 は、例えば図 2 0 に示すように構成される。なお、図 2 0 において図 2 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

40

【 0 1 3 8 】

図 2 0 に示す音声処理装置 1 2 は、イコライザ処理部 1 8 1、デジタルフィルタ処理部 2 1、D/A変換部 2 2、増幅回路 2 3、および出力部 2 4 から構成される。すなわち、図 2 0 に示す音声処理装置 1 2 は、イコライザ処理部 1 8 1 が設けられている点で図 2 の音声処理装置 1 2 と異なり、他の点では図 2 の音声処理装置 1 2 と同じ構成となっている。

【 0 1 3 9 】

イコライザ処理部 1 8 1 は、音声信号出力部 1 1 から供給された音声信号に対してイコライザ処理を施し、デジタルフィルタ処理部 2 1 に供給する。

【 0 1 4 0 】

50

続いて、図 21 のフローチャートを参照して、図 20 に示した音声処理装置 12 により行なわれる音声再生処理について説明する。

【0141】

ステップ S71 において、イコライザ処理部 181 は、音声信号出力部 11 から供給された音声信号に対してイコライザ処理を施して音声のイコライザ調整を行い、得られた音声信号をデジタルフィルタ処理部 21 に供給する。

【0142】

ステップ S71 の処理が行なわれると、その後、ステップ S72 乃至ステップ S76 の処理が行なわれて音声再生処理は終了するが、これらの処理は図 3 のステップ S11 乃至ステップ S15 の処理と同様であるので、その説明は省略する。

10

【0143】

以上のようにして音声処理装置 12 は、音声信号に対してイコライザ処理を施した後、さらに補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して音声を再生する。これにより、より高音質な音声を得ることができるとともに、より正確に目的とする音響効果を得ることができる。

【0144】

[クロストークキャンセル処理との組み合わせについて]

さらに、補正フィルタによるフィルタ処理と組み合わせる処理として、クロストークキャンセル処理を行なうようにしてもよい。

【0145】

20

例えば、クロストークキャンセル処理は、ヘッドホンの一方のチャンネルから他方のチャンネルへの音漏れを抑制する処理である。そのため、クロストークキャンセル処理と補正フィルタによるフィルタ処理とを組み合わせれば、出力される音声の周波数特性を、より正確な拡散音場 HRTF 特性に近づけることができる。

【0146】

このようにクロストークキャンセル処理が行なわれる場合、音声処理装置 12 は、例えば図 22 に示すように構成される。なお、図 22 において図 2 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

【0147】

図 22 に示す音声処理装置 12 は、クロストークキャンセル処理部 211、デジタルフィルタ処理部 21、D/A 変換部 22、増幅回路 23、および出力部 24 から構成される。すなわち、図 22 に示す音声処理装置 12 は、クロストークキャンセル処理部 211 が設けられている点で図 2 の音声処理装置 12 と異なり、他の点では図 2 の音声処理装置 12 と同じ構成となっている。

30

【0148】

クロストークキャンセル処理部 211 は、音声信号出力部 11 から供給された音声信号に対してクロストークキャンセル処理を施し、デジタルフィルタ処理部 21 に供給する。

【0149】

続いて、図 23 のフローチャートを参照して、図 22 に示した音声処理装置 12 により行なわれる音声再生処理について説明する。

40

【0150】

ステップ S101 において、クロストークキャンセル処理部 211 は、音声信号出力部 11 から供給された音声信号に対してクロストークキャンセル処理を施して音漏れをキャンセルし、得られた音声信号をデジタルフィルタ処理部 21 に供給する。

【0151】

ステップ S101 の処理が行なわれると、その後、ステップ S102 乃至ステップ S106 の処理が行なわれて音声再生処理は終了するが、これらの処理は図 3 のステップ S11 乃至ステップ S15 の処理と同様であるので、その説明は省略する。

【0152】

以上のようにして音声処理装置 12 は、音声信号に対してクロストークキャンセル処理

50



を施した後、さらに補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して音声を再生する。これにより、より高音質な音声を得ることができる。

【 0 1 5 3 】

[ 補正フィルタ特性について ]

また、上述したように音声処理装置が図 5 に示す構成とされる場合、例えば図 2 4 に示すように音声処理装置 6 1 がユーザにより所持される携帯型の音声再生装置、つまりポータブルプレーヤ等とされ、出力部 2 4 が音声再生装置に接続されるヘッドホンやイヤホンなどとされる。

【 0 1 5 4 】

このような場合、例えば図 2 5 に示すように音声処理装置 6 1 の増幅回路 2 3 の元々の周波数特性も補正することで、より音声の音質を向上させることができる。なお、図 2 5 において、図 4 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

10

【 0 1 5 5 】

図 2 5 の例では、曲線 C 2 1 は増幅回路 2 3 の元々の周波数特性を示しており、この周波数特性と直線 C 6 1 に示すフラット特性との間の逆フィルタ処理により、曲線 C 2 2 に示す、増幅回路 2 3 の元々の周波数特性の逆特性が求められる。曲線 C 2 2 に示す周波数特性のフィルタは、増幅回路 2 3 の元々の周波数特性を補正するものである。

【 0 1 5 6 】

そして、図 2 6 に示すように曲線 C 1 3 に示す補正フィルタ特性と、曲線 C 2 2 に示す周波数特性とが畳み込まれて、曲線 C 7 1 に示す最終的な補正フィルタ特性とされる。なお、図 2 6 において横軸および縦軸は、周波数およびゲインを示している。また、図 2 6 において、図 1 または図 2 5 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は省略する。

20

【 0 1 5 7 】

この例では、曲線 C 1 3 に示される補正フィルタ特性は、目的とする拡散音場 HRTF 特性と、出力部 2 4 の元々の出力周波数特性とから求められたものとなっている。このような曲線 C 1 3 に示される補正フィルタ特性に基づいて、曲線 C 7 1 に示す周波数特性の補正フィルタがフィルタ生成部 3 1 により生成され、フィルタ処理に用いられる。

【 0 1 5 8 】

この場合、デジタルフィルタ処理部 2 1 におけるフィルタ処理により、ヘッドホンなどからなる出力部 2 4 の出力周波数特性だけでなく、プレーヤなどである音声処理装置 6 1 の増幅回路 2 3 の元々の増幅回路特性も補正される。これにより、ヘッドホンとプレーヤに合わせた最適な音質を実現することができる。

30

【 0 1 5 9 】

[ オーバーフローの回避について ]

ところで、以上において説明した補正フィルタを用いたフィルタ処理を行なう場合に、デジタルマージンを確保できなくなることがある。すなわち、入力された音声信号が補正フィルタ特性によりブーストされる場合には、オーバーフローが生じる可能性がある。

【 0 1 6 0 】

そこで、例えば図 2 7 に示すように、デジタルフィルタ処理部 2 1 のフィルタ処理部 9 1 の後段にリミッタを設けることにより、オーバーフローが発生しないようにすることができる。なお、図 2 7 において、図 7 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

40

【 0 1 6 1 】

図 2 7 の例では、デジタルフィルタ処理部 2 1 には、図示せぬフィルタ生成部 3 1 の他に増幅部 2 4 1 - 1、増幅部 2 4 1 - 2、フィルタ処理部 9 1 - 1、フィルタ処理部 9 1 - 2、リミッタ 2 4 2 - 1、およびリミッタ 2 4 2 - 2 が設けられている。

【 0 1 6 2 】

増幅部 2 4 1 - 1 および増幅部 2 4 1 - 2 は、音声信号出力部 1 1 から供給された音声

50

信号を増幅し、フィルタ処理部 9 1 - 1 およびフィルタ処理部 9 1 - 2 に供給する。なお、以下、増幅部 2 4 1 - 1 および増幅部 2 4 1 - 2 を特に区別する必要のない場合、単に増幅部 2 4 1 とも称することとする。

【 0 1 6 3 】

フィルタ処理部 9 1 - 1 およびフィルタ処理部 9 1 - 2 は、増幅部 2 4 1 から供給された音声信号に対して補正フィルタを用いたフィルタ処理を施し、リミッタ 2 4 2 - 1 およびリミッタ 2 4 2 - 2 に供給する。

【 0 1 6 4 】

リミッタ 2 4 2 - 1 およびリミッタ 2 4 2 - 2 は、フィルタ処理部 9 1 から供給された音声信号のレベルを変換し、D/A変換部 2 2 に供給する。なお、以下、リミッタ 2 4 2 - 1 およびリミッタ 2 4 2 - 2 を特に区別する必要のない場合、単にリミッタ 2 4 2 とも称することとする。

【 0 1 6 5 】

例えば、増幅部 2 4 1 は音声信号のレベルが - 3.5dB だけ減少するように、音声信号を増幅（減衰）させる。また、フィルタ処理部 9 1 ではフィルタ処理により、最大で +3.5dB だけ音声信号のレベルが増幅されたとする。そうすると、音声信号はリミッタ 2 4 2 に入力される前の段階で  $- 3.5\text{dB} + 3.5\text{dB} = 0\text{dB}$  となるので、リミッタ 2 4 2 は、例えば図 2 8 の曲線 C 8 1 により定まる値に音声信号のレベルを増幅させ、D/A変換部 2 2 に出力する。

【 0 1 6 6 】

なお、図 2 8 において横軸および縦軸は、それぞれリミッタ 2 4 2 に入力される音声信号のレベル、およびそのレベルに対して定められた出力される音声信号のレベルを示している。

【 0 1 6 7 】

この例では、入力される音声信号のレベルが小さい場合、つまり所定のレベル以下である場合は、入力された音声信号のレベルを +3.5dB だけ増加させた値が、出力される音声信号のレベルとされる。

【 0 1 6 8 】

また、入力される音声信号のレベルが大きい場合、つまり所定のレベル以上である場合は、入力される音声信号のレベルが大きくなるほど、出力される音声信号を得るための、入力された音声信号のレベルに対する増加量が少なくなっていく。したがって、入力される音声信号のレベルが大きい場合には、例えば出力される音声信号のレベルの増加量は  $\pm 0\text{dB}$  とされる。これにより、オーバーフローが回避される。

【 0 1 6 9 】

[ 補正フィルタの生成について ]

さらに、以上において説明した例では、補正フィルタ特性を事前に算出するなどして用意しておく必要があったが、例えば音声処理装置 6 1 の実際の使用環境では、想定とは異なる出力部 2 4 が使用される場合がある。また、出力部 2 4 の特性のばらつきがあったり、ユーザごとに耳の特性が異なったりする。そのため、測定により得られた出力部 2 4 の出力周波数特性が、実際の周波数特性とは異なる場合もある。

【 0 1 7 0 】

そこで、例えば図 2 9 に示すように出力部 2 4 にマイクロホン 2 7 1 を設け、実使用環境における出力部 2 4 の出力周波数特性が測定されるようにしてもよい。なお、図 2 9 において、図 5 における場合と対応する部分には同一の符号を付してあり、その説明は適宜省略する。

【 0 1 7 1 】

図 2 9 に示す構成では、ヘッドホン等からなる出力部 2 4 の内部、つまりヘッドホン等の内側には、マイクロホン 2 7 1 が設けられている。また、音声処理装置 6 1 は、音声信号出力部 1 1、デジタルフィルタ処理部 2 1、D/A変換部 2 2、増幅回路 2 3、測定部 2 7 2、フィルタ生成部 2 7 3、および係数メモリ 2 7 4 から構成される。

## 【0172】

マイクロホン271は、出力部24から出力された音声を收音し、その結果得られた音声信号を測定部272に供給する。測定部272は、出力部24から供給された音声信号に基づいて出力部24の出力周波数特性を算出し、フィルタ生成部273に供給する。

## 【0173】

フィルタ生成部273は、予め保持している目的とする周波数特性と、測定部272から供給された出力周波数特性とに基づいて補正フィルタを生成し、係数メモリ274に供給する。係数メモリ274は、フィルタ生成部273から供給された補正フィルタ、すなわち補正フィルタを構成する補正係数を保持し、デジタルフィルタ処理部21に供給する。

10

## 【0174】

デジタルフィルタ処理部21は、係数メモリ274から補正係数を読み出して、音声信号出力部11から供給された音声信号に対してフィルタ処理を施し、D/A変換部22に供給する。なお、この例では、デジタルフィルタ処理部21には、フィルタ生成部31は設けられていない。

## 【0175】

このように構成される音声処理装置61と出力部24では、補正フィルタの生成時において、出力部24からインパルス信号に基づく音声が発せられる。すなわち、音声信号出力部11は、デジタルフィルタ処理部21乃至増幅回路23を介して出力部24に音声信号としてのインパルス信号を供給し、出力部24からインパルス信号に基づく音声を発生させる。なお、このときデジタルフィルタ処理部21において、特にフィルタ処理は行なわれない。

20

## 【0176】

出力部24からインパルス信号に基づく音声が発せられると、マイクロホン271は、出力部24から出力された音声を收音し、その結果得られた音声信号、つまりインパルス信号を測定部272に供給する。

## 【0177】

測定部272は、マイクロホン271から供給されたインパルス信号の応答に対してFFTを施し、実使用環境での出力部24の出力周波数特性を算出してフィルタ生成部273に供給する。例えば、出力周波数特性は、左右のチャンネルごとに算出される。

30

## 【0178】

また、フィルタ生成部273は、予め保持している目的とする周波数特性と、測定部272から供給された出力周波数特性との間で逆フィルタ処理を行なうことで、補正フィルタ特性を求め、FIR型の補正フィルタを生成する。ここで、目的とする周波数特性は、例えば拡散音場HRTF特性とされる。

## 【0179】

フィルタ生成部273は、生成した補正フィルタ、すなわち補正フィルタを構成する補正係数を係数メモリ274に供給し、係数メモリ274は、フィルタ生成部273から供給された補正フィルタを保持する。例えば、補正フィルタは左右のチャンネルごとに生成される。

40

## 【0180】

係数メモリ274に補正フィルタが保持されると、音声再生処理の実行時において、デジタルフィルタ処理部21は、係数メモリ274から補正フィルタを読み出してフィルタ処理を行なう。

## 【0181】

以上のように、マイクロホン271でインパルス信号に基づく音声を收音することで、実使用環境に適した補正フィルタ特性を得ることができるので、出力部24や音声処理装置61の使用環境に最適な音声の音質を実現することができるようになる。

## 【0182】

ところで、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフ

50

トウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。ここで、コンピュータには、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータや、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどが含まれる。

#### 【0183】

図30は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

#### 【0184】

コンピュータにおいて、CPU (Central Processing Unit) 401, ROM (Read Only Memory) 402, RAM (Random Access Memory) 403は、バス404により相互に接続されている。

10

#### 【0185】

バス404には、さらに、入出力インターフェース405が接続されている。入出力インターフェース405には、入力部406、出力部407、記録部408、通信部409、及びドライブ410が接続されている。

#### 【0186】

入力部406は、キーボード、マウス、マイクロホン、撮像素子などよりなる。出力部407は、ディスプレイ、スピーカなどよりなる。記録部408は、ハードディスクや不揮発性のメモリなどよりなる。通信部409は、ネットワークインターフェースなどよりなる。ドライブ410は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリなどのリムーバブルメディア411を駆動する。

20

#### 【0187】

以上のように構成されるコンピュータでは、CPU401が、例えば、記録部408に記録されているプログラムを、入出力インターフェース405及びバス404を介して、RAM403にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

#### 【0188】

コンピュータ (CPU401) が実行するプログラムは、例えば、パッケージメディア等としてのリムーバブルメディア411に記録して提供することができる。また、プログラムは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供することができる。

30

#### 【0189】

コンピュータでは、プログラムは、リムーバブルメディア411をドライブ410に装着することにより、入出力インターフェース405を介して、記録部408にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部409で受信し、記録部408にインストールすることができる。その他、プログラムは、ROM402や記録部408に、あらかじめインストールしておくことができる。

#### 【0190】

なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

40

#### 【0191】

また、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

#### 【0192】

例えば、本技術は、1つの機能をネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

#### 【0193】

また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

50

## 【 0 1 9 4 】

さらに、１つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その１つのステップに含まれる複数の処理は、１つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

## 【 0 1 9 5 】

さらに、本技術は、以下の構成とすることも可能である。

## 【 0 1 9 6 】

## [ 1 ]

予め求められた、音声信号を再生したときに得られる音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタと、目的とする周波数特性を実現するためのフィルタとに基づいて、補正フィルタを生成するフィルタ生成部と、

10

前記音声信号に対して前記補正フィルタを用いたフィルタ処理を施して、前記フィルタ処理により得られた前記音声信号を出力するフィルタ処理部と  
を備える音声処理装置。

## [ 2 ]

前記目的とする周波数特性は、拡散音場HRTF特性である

[ 1 ] に記載の音声処理装置。

## [ 3 ]

前記目的とする周波数特性の所定周波数帯域内の一部の周波数におけるゲイン値は、基準となる周波数のゲイン値に基づいて定まる所定の範囲内の値となっている

20

[ 1 ] または [ 2 ] に記載の音声処理装置。

## [ 4 ]

前記フィルタ生成部は、前記補正フィルタの定められた周波数帯域の特性を補正して、最終的な前記補正フィルタとする

[ 1 ] 乃至 [ 3 ] の何れかに記載の音声処理装置。

## [ 5 ]

前記フィルタ生成部は、前記音声出力部の周波数特性の逆特性のフィルタ、前記目的とする周波数特性を実現するためのフィルタ、および前記音声信号を増幅させる増幅部の周波数特性の逆特性のフィルタに基づいて、前記補正フィルタを生成する

[ 1 ] 乃至 [ 4 ] の何れかに記載の音声処理装置。

30

## [ 6 ]

前記音声信号に対して所定の処理を施す処理実行部をさらに備え、

前記フィルタ処理部は、前記処理実行部により前記所定の処理が施された前記音声信号に対して、前記フィルタ処理を施す

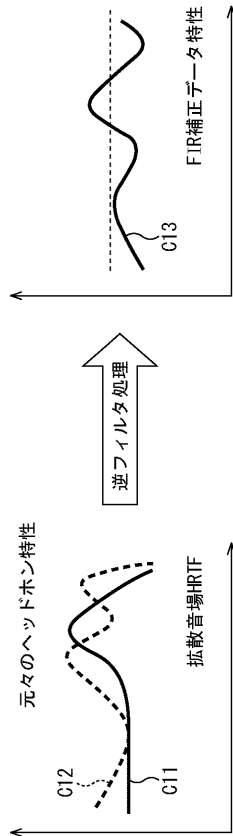
[ 1 ] 乃至 [ 5 ] の何れかに記載の音声処理装置。

## 【 符号の説明 】

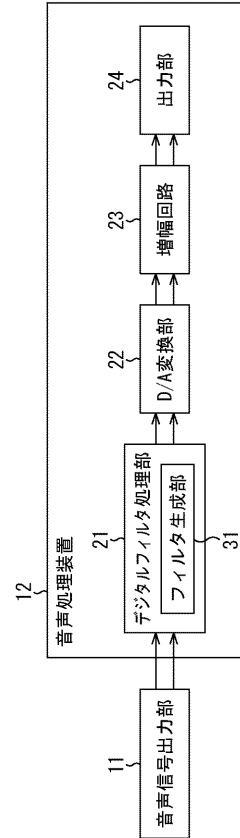
## 【 0 1 9 7 】

1 2 音声処理装置 , 2 1 デジタルフィルタ処理部 , 2 4 出力部 , 3 1 フィルタ生成部

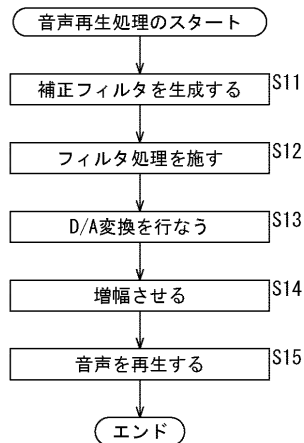
【図 1】  
図1



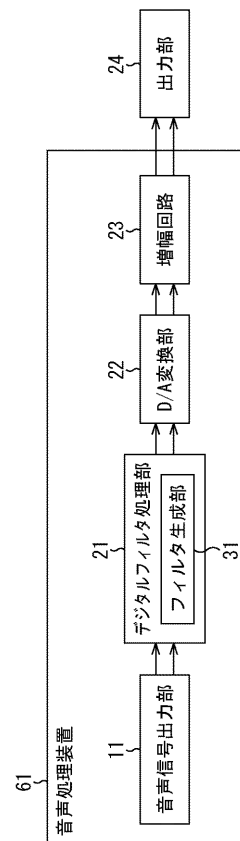
【図 2】  
図2



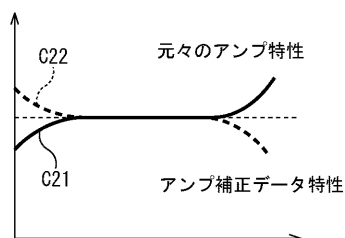
【図 3】  
図3



【図 5】  
図5

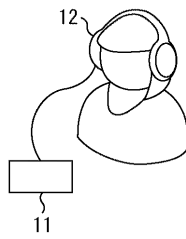


【図 4】  
図4



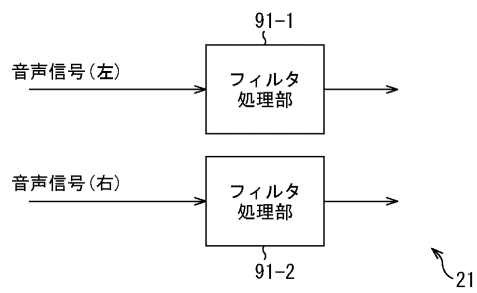
【図 6】

図6



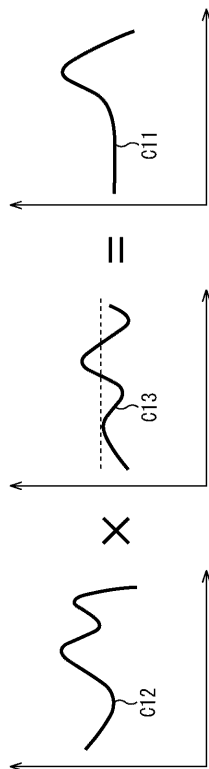
【図 7】

図7



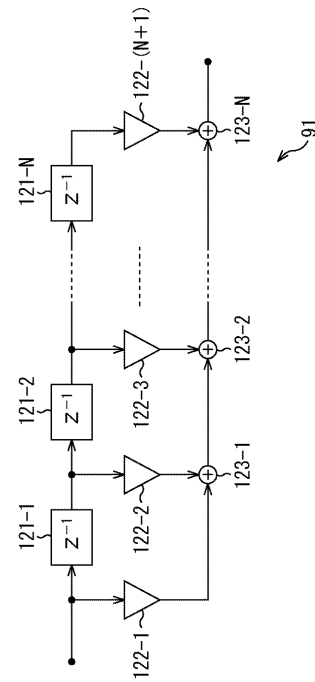
【図 9】

図9



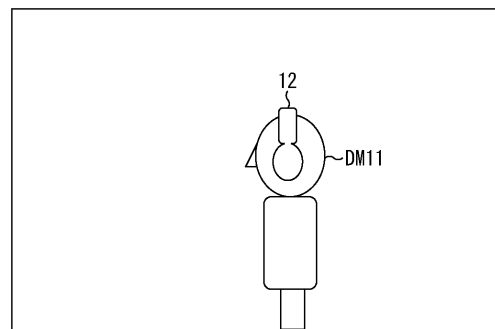
【図 8】

図8



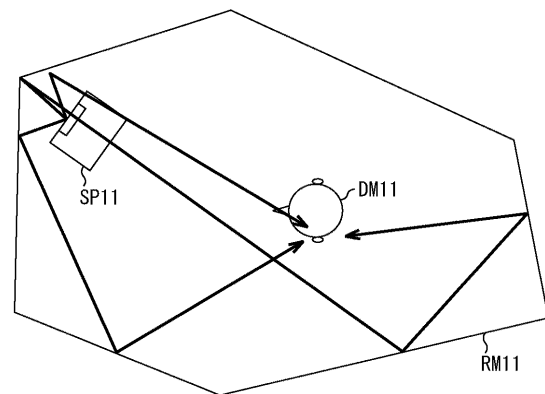
【図 10】

図10



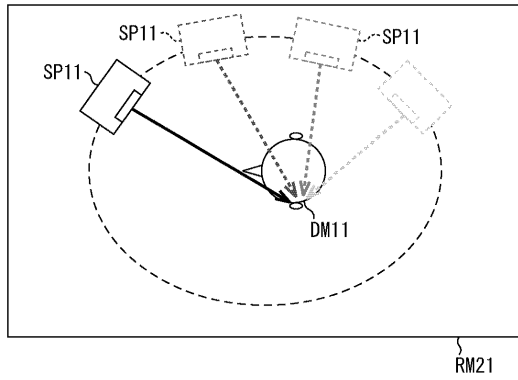
【図 11】

図11



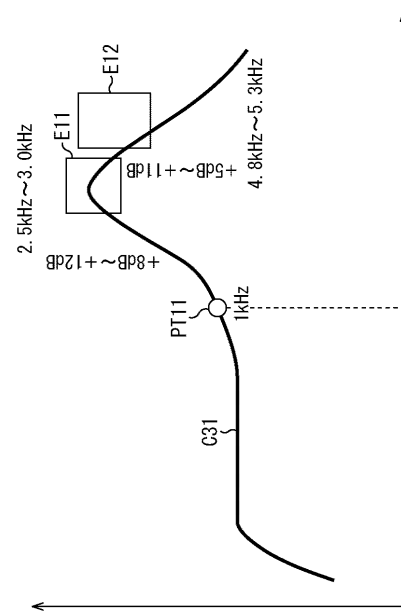
【図 12】

図12



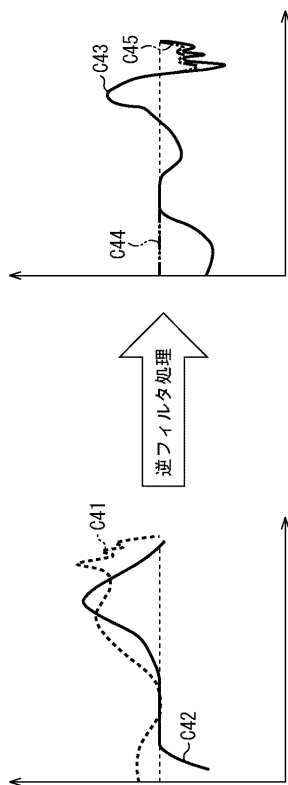
【図 13】

図13



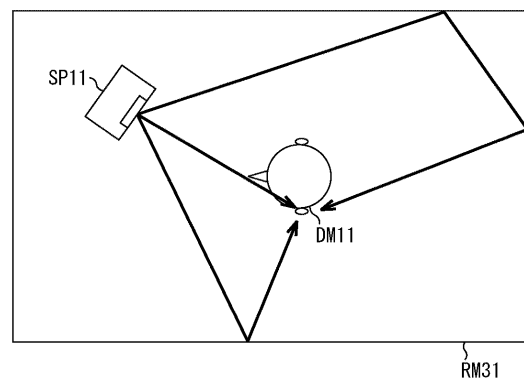
【図 14】

図14



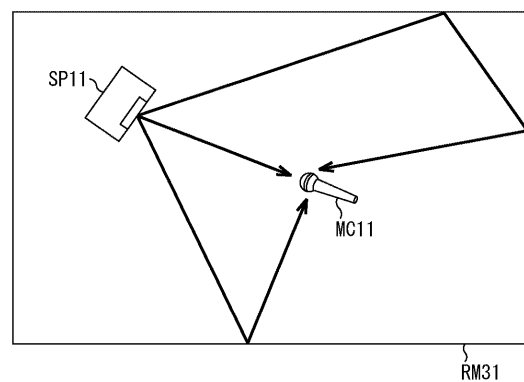
【図 15】

図15



【図 16】

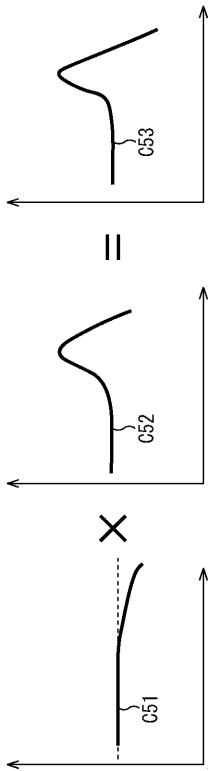
図16





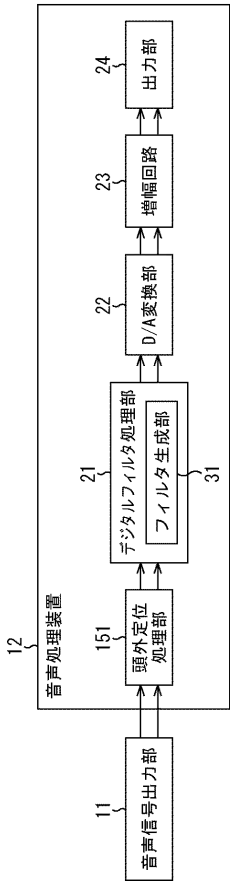
【図 17】

図17



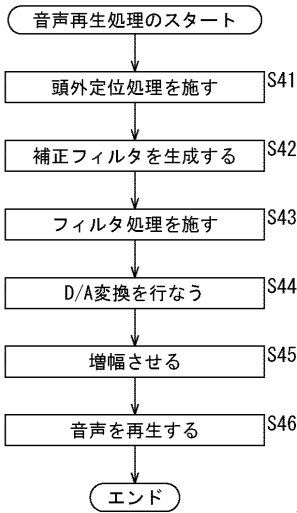
【図 18】

図18



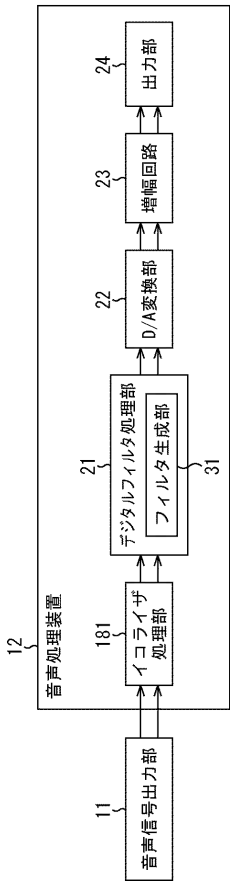
【図 19】

図19



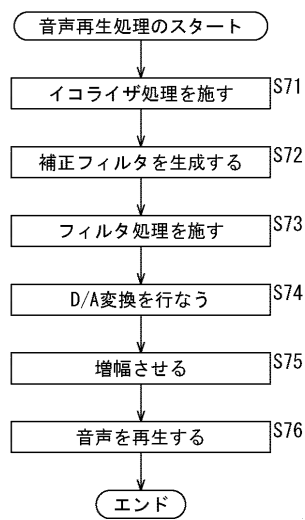
【図 20】

図20



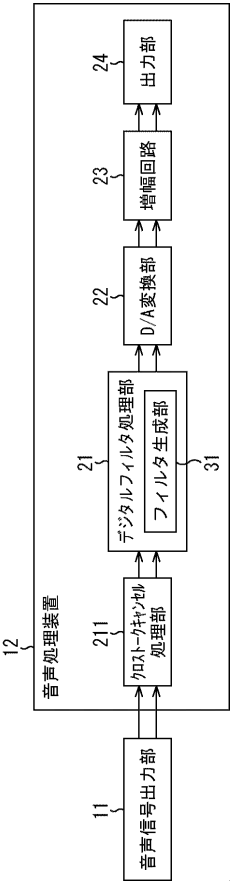
【図 2 1】

図21



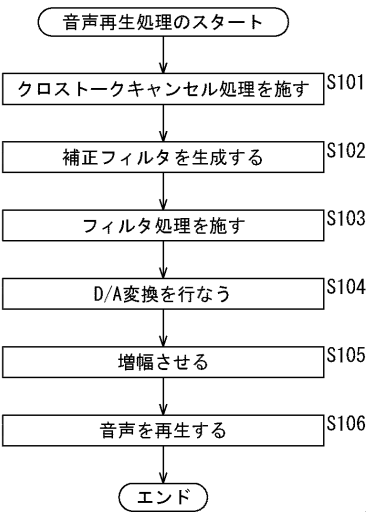
【図 2 2】

図22



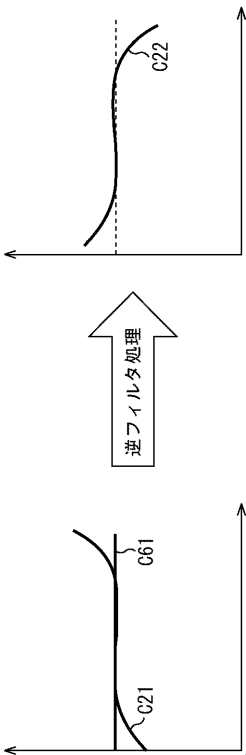
【図 2 3】

図23



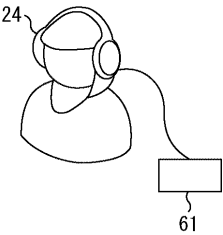
【図 2 5】

図25



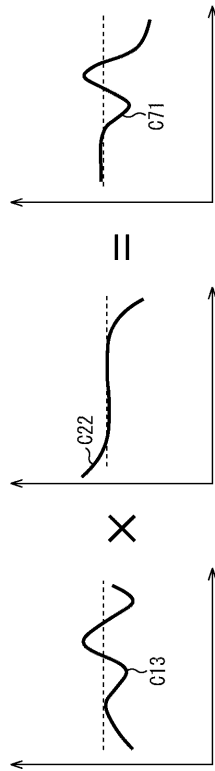
【図 2 4】

図24



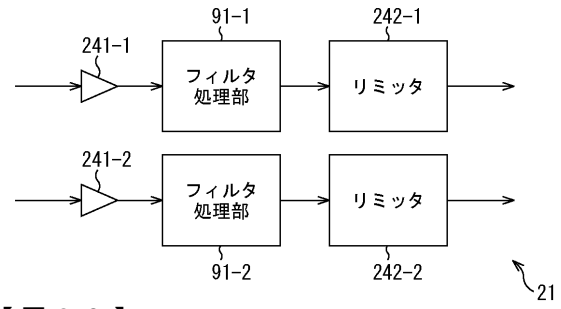
【図 26】

図26



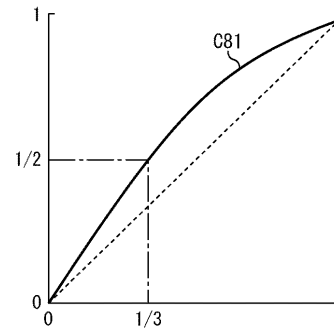
【図 27】

図27



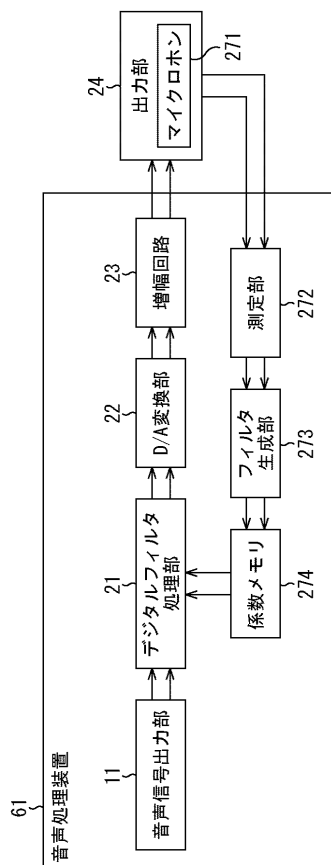
【図 28】

図28



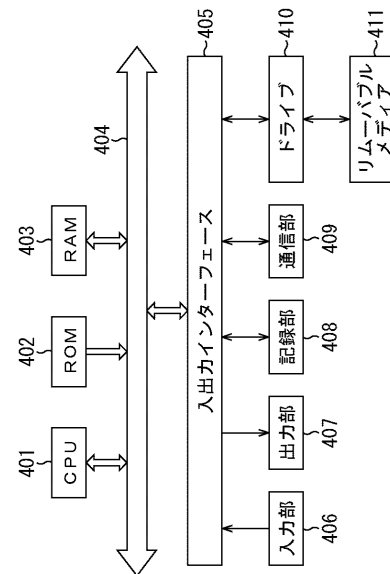
【図 29】

図29



【図 30】

図30



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-102099(JP,A)  
特開2002-262400(JP,A)  
特表2009-531906(JP,A)  
特開2003-153398(JP,A)  
特開2010-045574(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10K	15/00 - 15/12
H03H	17/00 - 17/08
H04R	1/10
	3/00 - 3/14
H04S	1/00 - 7/00