(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2010-141433
(P2010-141433A)
(43)公開日　平成22年6月24日(2010.6.24)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H04R	3/04	(2006.01)	H04R	3/04		5D005
H04R	1/10	(2006.01)	H04R	1/10	101B	5D020
			H04R	1/10	104E	

審査請求 有　請求項の数 18　ＯＬ　（全 20 頁）

(21)出願番号　特願2008-313584 (P2008-313584)
(22)出願日　平成20年12月9日 (2008.12.9)

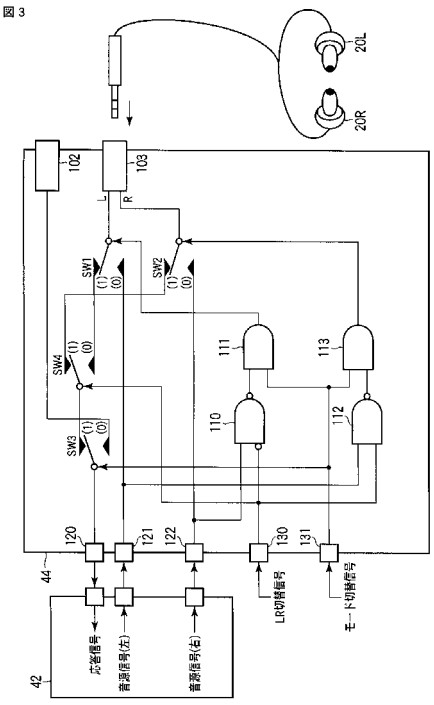
(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦
(74)代理人　100108855
弁理士　蔵田　昌俊
(74)代理人　100091351
弁理士　河野　哲
(74)代理人　100088683
弁理士　中村　誠
(74)代理人　100109830
弁理士　福原　淑弘
(74)代理人　100075672
弁理士　峰　隆司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音響装置及び音響装置の制御方法

(57)【要約】
【課題】信号の出力とこれに対する応答信号の取得をより正確なタイミングで制御できる音響装置を提供すること。
【解決手段】イヤホン２０Ｒ及び２０Ｌは、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する。測定電気信号は第１の機能によって音響信号に変換され測定対象に出力される。測定対象からの応答音響信号は第２の機能によって応答電気信号に変換される。第１の機能と第２の機能はスイッチ部（ＳＷ１～ＳＷ４）によって切り替えられる。スイッチ部による機能の切り替えは、複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、スイッチ制御部（１１０～１１３）によって制御される。
【選択図】　図３

図3



【特許請求の範囲】
【請求項１】
被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する電気音響変換部であって、前記第１の機能を用いて測定電気信号を測定音響信号に変換して前記被測定対象に出力し、前記被測定対象からの前記測定音響信号に対する応答音響信号を前記第２の機能を用いて応答電気信号に変換する電気音響変換部と、
前記第１の機能と前記第２の機能の切り替えを行うスイッチ部と、
前記スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御するスイッチ制御部と、
を備える音響装置。
【請求項２】
前記応答電気信号から前記被測定対象の音響特性を取得する特性取得部を更に備える、請求項１に記載の音響装置。
【請求項３】
前記スイッチ部に入力する前記少なくとも１つのチャネルの信号に対して、前記スイッチ部による機能の切り替えのための制御を行う信号制御部を更に備える、請求項１に記載の音響装置。
【請求項４】
前記電気音響変換部はイヤホン又はヘッドホンである、請求項１乃至請求項３のいずれか一項に記載の音響装置。
【請求項５】
前記被測定対象は、前記イヤホン又はヘッドホンを装着した人の外耳道であり、
前記応答音響信号は、前記外耳道の音響特性に応じて生じる、請求項４に記載の音響装置。
【請求項６】
前記被測定対象は、前記電気音響変換部を装着した第１の対象と第２の対象の少なくとも一方であり、
前記応答音響信号は、前記第１の対象の音響特性に応じて生じる第１の応答信号と前記第２の対象の音響特性に応じて生じる第２の応答信号の少なくとも一方を含む、請求項１乃至請求項５のいずれか一項に記載の音響装置。
【請求項７】
前記被測定対象の測定を行わない場合、前記電気音響変換部は常に前記第１の機能を果たす、請求項１乃至請求項６のいずれか一項に記載の音響装置。
【請求項８】
前記電気音響変換部が前記第１の機能を果たす場合、前記少なくとも一つのチャネルの信号が前記電気音響変換部によって音響信号として出力されないよう、前記スイッチ制御部は、前記スイッチ部を制御する、請求項１乃至請求項７のいずれか一項に記載の音響装置。
【請求項９】
被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する電気音響変換部であって、前記第１の機能を用いて測定電気信号を測定音響信号に変換して前記被測定対象に出力し、前記被測定対象からの前記測定音響信号に対する応答音響信号を前記第２の機能を用いて応答電気信号に変換する電気音響変換部と、
前記第１の機能と前記第２の機能の切り替えを行うスイッチ部と、
前記スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御するスイッチ制御部と、
を備える音響装置であって、
前記被測定対象の測定を行わない場合、前記電気音響変換部は常に前記第１の機能を果

たし、
前記電気音響変換部が前記第１の機能を果たす場合、前記少なくとも一つのチャネルの信号が前記電気音響変換部によって音響信号として出力されないよう、前記スイッチ制御部は前記スイッチ部を制御する音響装置。
【請求項１０】
被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する電気音響変換部と、前記第１の機能と前記第２の機能の切り替えを行うスイッチ部を備える音響装置の制御方法であって、
前記第１の機能を用いて測定電気信号を測定音響信号に変換して前記被測定対象に出力し、
前記被測定対象からの前記測定音響信号に対する応答音響信号を前記第２の機能を用いて応答電気信号に変換し、
前記スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御する音響装置の制御方法。
【請求項１１】
前記応答電気信号から前記被測定対象の音響特性を取得する、請求項１０に記載の制御方法。
【請求項１２】
前記スイッチ部に入力する前記少なくとも１つのチャネルの信号に対して、前記スイッチ部による機能の切り替えのための制御を行う、請求項１０に記載の制御方法。
【請求項１３】
前記電気音響変換部はイヤホン又はヘッドホンである、請求項１０乃至請求項１２のいずれか一項に記載の制御方法。
【請求項１４】
前記被測定対象は、前記イヤホン又はヘッドホンを装着した人の外耳道であり、
前記応答音響信号は、前記外耳道の音響特性に応じて生じる、請求項１３に記載の制御方法。
【請求項１５】
前記被測定対象は、前記電気音響変換部を装着した第１の対象と第２の対象の少なくとも一方であり、
前記応答音響信号は、前記第１の対象の音響特性に応じて生じる第１の応答信号と前記第２の対象の音響特性に応じて生じる第２の応答信号の少なくとも一方を含む、請求項１０乃至請求項１４のいずれか一項に記載の制御方法。
【請求項１６】
前記被測定対象の測定を行わない場合、前記電気音響変換部は常に前記第１の機能を果たす、請求項１０乃至請求項１５のいずれか一項に記載の制御方法。
【請求項１７】
前記電気音響変換部が前記第１の機能を果たす場合、前記少なくとも一つのチャネルの信号が前記電気音響変換部によって音響信号として出力されないよう、前記スイッチ部を制御する、請求項１０乃至請求項１６のいずれか一項に記載の制御方法。
【請求項１８】
被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する電気音響変換部と、前記第１の機能と前記第２の機能の切り替えを行うスイッチ部を備える音響装置の制御方法であって、
前記第１の機能を用いて測定電気信号を測定音響信号に変換して前記被測定対象に出力し、
前記被測定対象からの前記測定音響信号に対する応答音響信号を前記第２の機能を用いて応答電気信号に変換し、
前記スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御し、

前記被測定対象の測定を行わない場合、前記電気音響変換部は常に前記第１の機能を果たし、
前記電気音響変換部が前記第１の機能を果たす場合、前記少なくとも一つのチャネルの信号が前記電気音響変換部によって音響信号として出力されないよう、前記スイッチ部を制御する、音響装置の制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、音響装置及び音響装置の制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
イヤホンまたはヘッドホン（以下、両者をイヤホンと総称する）で音楽を聴取する際、外耳道がイヤホンで塞がれることにより鼓膜とイヤホンとの間で共鳴現象が生じ、共鳴周波数の音が強調され、不自然な音が受聴されることがある。そこで、外耳道内の共鳴特性を測定し、音源信号受聴時に外耳道共鳴特性を補正することが望ましい。
【０００３】
外耳道の形状や音響伝達特性、鼓膜の物性や音響伝達特性には個人差がある。さらに、イヤホンの種類やイヤホンの装着状態によって外耳道内の共鳴は人によって様々である。そのため、外耳道内の共鳴を正確に補正するためには、受聴者ごとに外耳道の共鳴特性を補正する必要がある。
【０００４】
特許文献１に記載の音響再生装置では、スピーカとマイクロホンが一体化されたヘッドホンによって音声信号の放音及び集音を行って、ユーザの耳の共振周波数を測定する。そしてユーザの共振周波数に基づいて、出力する音声信号の当該共振周波数成分のレベルを所定のレベルにまで低減させる処理を行っている。
【特許文献１】特開平９－１８７０９３号公報（段落００３４、段落００３５、段落００３６）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１に記載の音響再生装置では、耳の共振周波数を測定するためにスピーカとマイクとを一体化したヘッドホン（イヤホン）を用いる必要がある。このため、イヤホンが大型化し、構造が複雑になってしまう恐れがある。また、イヤホンに対してマイクを実装するためにはコストも増大する。さらに、音声信号を放音出力しその応答信号を取得するタイミングをより正確に制御する必要がある。
【０００６】
本発明は、前記のような問題に鑑みなされたもので、簡単な構造で、信号の出力と当該出力に対する応答信号の取得をより正確なタイミングで制御できる音響装置及び音響装置の制御方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明は以下の態様を含む。
【０００８】
（１）被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する電気音響変換部であって、前記第１の機能を用いて測定電気信号を測定音響信号に変換して前記被測定対象に出力し、前記被測定対象からの前記測定音響信号に対する応答音響信号を前記第２の機能を用いて応答電気信号に変換する電気音響変換部と、
前記第１の機能と前記第２の機能の切り替えを行うスイッチ部と、
前記スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの

信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御するスイッチ制御部と、
を備える音響装置。
【０００９】
（２）前記応答電気信号から前記被測定対象の音響特性を取得する特性取得部を更に備える、（１）に記載の音響装置。
【００１０】
（３）前記スイッチ部に入力する前記少なくとも１つのチャネルの信号に対して、前記スイッチ部による機能の切り替えのための制御を行う信号制御部を更に備える、（１）に記載の音響装置。
【００１１】
（４）前記電気音響変換部はイヤホン又はヘッドホンである、（１）乃至（３）のいずれかに記載の音響装置。
【００１２】
（５）前記被測定対象は、前記イヤホン又はヘッドホンを装着した人の外耳道であり、
前記応答音響信号は、前記外耳道の音響特性に応じて生じる（４）に記載の音響装置。
【００１３】
（６）前記被測定対象は、前記電気音響変換部を装着した第１の対象と第２の対象の少なくとも一方であり、
前記応答音響信号は、前記第１の対象の音響特性に応じて生じる第１の応答信号と前記第２の対象の音響特性に応じて生じる第２の応答信号の少なくとも一方を含む、（１）乃至（５）のいずれかに記載の音響装置。
【００１４】
（７）前記被測定対象の測定を行わない場合、前記電気音響変換部は常に前記第１の機能を果たす、（１）乃至（６）のいずれか一項に記載の音響装置。
【００１５】
（８）前記電気音響変換部が前記第１の機能を果たす場合、前記少なくとも一つのチャネルの信号が前記電気音響変換部によって音響信号として出力されないよう、前記スイッチ制御部は、前記スイッチ部を制御する、（１）乃至（７）のいずれか一項に記載の音響装置。
【００１６】
（９）被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する電気音響変換部であって、前記第１の機能を用いて測定電気信号を測定音響信号に変換して前記被測定対象に出力し、前記被測定対象からの前記測定音響信号に対する応答音響信号を前記第２の機能を用いて応答電気信号に変換する電気音響変換部と、
前記第１の機能と前記第２の機能の切り替えを行うスイッチ部と、
前記スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御するスイッチ制御部と、
を備える音響装置であって、
前記被測定対象の測定を行わない場合、前記電気音響変換部は常に前記第１の機能を果たし、
前記電気音響変換部が前記第１の機能を果たす場合、前記少なくとも一つのチャネルの信号が前記電気音響変換部によって音響信号として出力されないよう、前記スイッチ制御部は前記スイッチ部を制御する音響装置。
【００１７】
（１０）被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する電気音響変換部と、前記第１の機能と前記第２の機能の切り替えを行うスイッチ部を備える音響装置の制御方法であって、
前記第１の機能を用いて測定電気信号を測定音響信号に変換して前記被測定対象に出力し、

前記被測定対象からの前記測定音響信号に対する応答音響信号を前記第２の機能を用いて応答電気信号に変換し、
前記スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御する音響装置の制御方法。
【００１８】
（１１）前記応答電気信号から前記被測定対象の音響特性を取得する、（１０）に記載の制御方法。
【００１９】
（１２）前記スイッチ部に入力する前記少なくとも１つのチャネルの信号に対して、前記スイッチ部による機能の切り替えのための制御を行う、（１０）に記載の制御方法。
【００２０】
（１３）前記電気音響変換部はイヤホン又はヘッドホンである、（１０）乃至（１２）のいずれかに記載の制御方法。
【００２１】
（１４）前記被測定対象は、前記イヤホン又はヘッドホンを装着した人の外耳道であり、
前記応答音響信号は、前記外耳道の音響特性に応じて生じる、（１３）に記載の制御方法。
【００２２】
（１５）前記被測定対象は、前記電気音響変換部を装着した第１の対象と第２の対象の少なくとも一方であり、
前記応答音響信号は、前記第１の対象の音響特性に応じて生じる第１の応答信号と前記第２の対象の音響特性に応じて生じる第２の応答信号の少なくとも一方を含む、（１０）乃至（１４）のいずれかに記載の制御方法。
【００２３】
（１６）前記被測定対象の測定を行わない場合、前記電気音響変換部は常に前記第１の機能を果たす、（１０）乃至（１５）のいずれか一項に記載の制御方法。
【００２４】
（１７）前記電気音響変換部が前記第１の機能を果たす場合、前記少なくとも一つのチャネルの信号が前記電気音響変換部によって音響信号として出力されないよう、前記スイッチ部を制御する、（１０）乃至（１６）のいずれか一項に記載の制御方法。
【００２５】
（１８）被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する電気音響変換部と、前記第１の機能と前記第２の機能の切り替えを行うスイッチ部を備える音響装置の制御方法であって、
前記第１の機能を用いて測定電気信号を測定音響信号に変換して前記被測定対象に出力し、
前記被測定対象からの前記測定音響信号に対する応答音響信号を前記第２の機能を用いて応答電気信号に変換し、
前記スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御し、
前記被測定対象の測定を行わない場合、前記電気音響変換部は常に前記第１の機能を果たし、
前記電気音響変換部が前記第１の機能を果たす場合、前記少なくとも一つのチャネルの信号が前記電気音響変換部によって音響信号として出力されないよう、前記スイッチ部を制御する、音響装置の制御方法。
【発明の効果】
【００２６】
本発明の一実施形態に係る音響装置は、電気音響変換部、スイッチ部及びスイッチ制御部を備える。電気音響変換部は、被測定対象に装着され、電気信号を音響信号に変換する第１の機能と音響信号を電気信号に変換する第２の機能とを有する。第１の機能を用いて

測定電気信号が測定音響信号に変換され、被測定対象に出力される。第２の機能を用いて被測定対象からの測定音響信号に対する応答音響信号が応答電気信号に変換される。スイッチ部は、第１の機能と第２の機能の切り替えを行う。スイッチ制御部は、スイッチ部に入力する複数チャネルの音源信号のうち少なくとも１つのチャネルの信号に基づいて、前記スイッチ部による機能の切り替えを制御する。このため、簡単な構造によって、信号の出力と当該出力に対する応答信号の取得をより正確なタイミングで制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

以下、図面を参照して本発明に係る音響装置の実施形態を説明する。

【００２８】

図１は本発明の音響装置の一実施形態に係る音響伝達特性の測定及び補正の概念を示す図である。以下では、音響伝達特性として外耳道の共鳴特性の測定及び補正を行う。イヤホン２０Ｒは、受聴者６０の右耳の外耳道６２Ｒの一端を塞ぐ。またイヤホン２０Ｌは、受聴者６０の左耳の外耳道６２Ｌの一端を塞ぐ。受聴者６０は、右の外耳道６２Ｒの他端に鼓膜６４Ｒを有し、左の外耳道６２Ｌの他端に鼓膜６４Ｌを有する。イヤホンに代えてヘッドホンが用いられてもよく、以下では、イヤホン、ヘッドホン等の音響信号と電気信号の変換機能を有する装置をイヤホンと総称する。

【００２９】

右の外耳道６２Ｒはイヤホン２０Ｒで塞がれ、左外耳道６２Ｌはイヤホン２０Ｌで塞がれている。イヤホン２０Ｒ又は２０Ｌから放音された音響信号は、外耳道６２Ｒ又は６２Ｌを通って鼓膜６４Ｒ又は６４Ｌに達するが、この際に共鳴現象が生じる。

【００３０】

音響特性補正装置４０は外耳道６２Ｒ及び６２Ｌの外部に配置され、イヤホン２０Ｒ及び２０Ｌと電気的に接続される。音響特性補正装置４０は、受聴者６０の左右の耳の共鳴周波数を検出して、受聴者６０に提供される音源信号の周波数特性を補正する（共鳴周波数の利得を下げる）。左右の外耳道６２Ｒ、６２Ｌの特性はそれぞれ異なるため、左右それぞれのイヤホン２０Ｒ、２０Ｌが音響特性補正装置４０に接続され、左右それぞれの外耳道の共鳴特性が補正される。

【００３１】

音響特性補正装置４０は、パーソナルコンピュータ（ＰＣ）や音楽プレーヤ、光ディスク再生装置等、音声再生機能を有する外部装置に接続されるか、あるいは音声再生機能を有する装置に内蔵されてもよい。

【００３２】

図２は、本発明の一実施形態に係る音響特性補正装置４０の構成例を示す図である。音響特性補正装置４０は補正部７０、補正量算出部８０、音響信号制御部４２、制御部４６、切り替え部４４を含む。

【００３３】

制御部４６はメモリを備えるか又は外部のメモリにアクセス可能であり、当該メモリに記憶されたプログラムを実行することで、音響特性補正装置４０の全体の動作を制御する。受聴者６０の外耳道６２Ｒ又は６２Ｌの特性を測定する際には、制御部４６は音響信号制御部４２及び切り替え部４４を測定モードに設定する。測定モードにおいて外耳道６２Ｒ及び６２Ｌの共鳴特性が得られたら、音響信号制御部４２及び切り替え部４４は補正モードに設定される。

【００３４】

図２では、制御部４６は音響特性補正装置４０内に設けられているが、制御部４６は、音響特性補正装置４０の外部に備えられてもよい。例えば、音響特性補正装置４０が外部装置に接続されている場合には、当該外部装置内に制御部４６が設けられてもよい。外部装置のプロセッサが当該外部装置のメモリに記憶されたプログラムを実行することで、音響特性補正装置４０の動作が制御される。あるいは、音響特性補正装置４０内に設けられ

た制御部４６の動作が、外部装置のプロセッサによって制御されてもよい。

【００３５】

補正部７０には、受聴者６０に受聴される音源信号が入力する。補正部７０は、測定信号生成部７４と補正フィルタ７２を備える。測定信号生成部７４は、外耳道の共鳴特性（共鳴周波数）を測定するための測定信号を生成する。例えば測定信号としては、所定幅以内の単位パルスあるいはタイムストレッチトパルス（Time Stretched Pulse：ＴＳＰ）が生成される。補正フィルタ７２は、測定された外耳道６２Ｒ及び６２Ｌの共鳴特性に基づいて音源信号を補正する。測定モードが設定されている場合には、測定信号生成部７４が生成する測定信号が音源信号として音響信号制御部４２に与えられる。一方、補正モードが設定されている場合には、補正部７０に入力した音源信号が補正フィルタ７２によって補正され、音響信号制御部４２に出力される。補正部７０から電気信号として出力される音源信号は、イヤホン２０Ｒに入力する右チャネルと、イヤホン２０Ｌに入力する左チャネルを含む複数のチャネルを有する。音源信号ではこれらの複数のチャネル間で同期が取られている。

【００３６】

切り替え部４４にはイヤホン２０Ｒ及び２０Ｌが電気的に接続される。音響信号制御部４２から出力された音源信号は、切り替え部４４を介してイヤホン２０Ｒ及び２０Ｌに出力される。イヤホン２０Ｒ及び２０Ｌは電気信号を音響信号に変換し、受聴者６０の外耳道６２Ｒ及び６２Ｌに照射する。測定モードが設定されている場合には、測定信号生成部７４によって生成された測定信号が、切り替え部４４を介してイヤホン２０Ｒ又は２０Ｌに出力される。

【００３７】

測定モードにおいて、音響信号に変換されて外耳道６２Ｒ又は６２Ｌに照射された測定信号は、鼓膜６４Ｒ又は６４Ｌによって反射される。反射された測定信号はイヤホン２０Ｒ又は２０Ｌによって電気信号（応答信号）に変換され、切り替え部４４を介して音響信号制御部４２に入力する。すなわち、この場合は、イヤホン２０Ｒ、２０Ｌは音響信号を電気信号に変換するマイクの機能を実現する。

【００３８】

補正量算出部８０は、音響信号制御部４２を介してこの応答信号を受信する。補正量算出部８０は特性取得部８２と補正係数算出部８４を含む。特性取得部８２は、受信した応答信号から外耳道６２Ｒ又は６２Ｌの共鳴特性（共鳴周波数）を取得する。補正係数算出部８４は、特性取得部８２が取得した共鳴特性に基づき、補正フィルタ７２の補正係数を算出する。算出された補正係数が補正フィルタ７２に設定されると、補正モードでは、受聴者６０の音響特性に応じて音源信号が補正され、音響信号制御部４２及び切り替え部４４を介してイヤホン２０Ｒ及び２０Ｌに出力される。

【００３９】

以上のように測定モードにおいては、イヤホン２０Ｒ及び２０Ｌは、イヤホンとして機能だけではなく、マイクとしての機能も果たす。すなわち、イヤホン機能を利用して測定信号を外耳道に向けて照射し（第１の状態）、マイク機能を利用してその反射波を取得する（第２の状態）。このイヤホン機能とマイク機能を切り替えるタイミングには、反射波を検出するのに充分な程度の正確性と高速性が求められる。

【００４０】

制御部４６が実行するソフトウェアの処理によって、この切り替えのタイミングを正確に制御することは、困難である。特に、マルチスレッド等の複雑な処理能力を持つ装置上では、意図通りのタイミングで信号が出力されることが必ずしも保証されない。

【００４１】

本実施形態では、音源信号の少なくとも１つのチャネルを用いてイヤホン機能（第１の状態）とマイク機能（第２の状態）とを切り替える。図３は、本実施形態による切り替え部４４の構成の一例を示す図である。

【００４２】

切り替え部４４の入出力端子１３１には、制御部４６からモード切り替え信号が供給される。モード切り替え信号が１（ハイレベル）の場合、切り替え部４４は測定モードに設定される。一方、モード切り替え信号が０（ローレベル）の場合、切り替え部４４は補正モードに設定される。

【００４３】

入出力端子１３０には、制御部４６からＬＲ切り替え信号が供給される。ＬＲ切り替え信号が０（ローレベル）の場合、受聴者６０の左耳の外耳道６２Ｌの共鳴特性が測定される。一方、ＬＲ切り替え信号が１（ハイレベル）の場合、受聴者６０の右耳の外耳道６２Ｒの共鳴特性が測定される。

【００４４】

切り替え部４４の入出力端子１２１及び１２２には、補正部７０から出力される音源信号が音響信号制御部４２を介して入力する。左チャネルの音源信号は左チャネルの入出力端子１２１に入力し、右チャネルの音源信号は右チャネルの入出力端子１２２に入力する。測定モードが設定されている場合には、測定信号生成部７４から出力された測定信号が入出力端子１２１、１２２の一方に入力し、他方には第１の状態と第２の状態を切り替えるための制御信号が入力する。音響信号制御部４２から切り替え部４４に出力される信号は、ＮＡＮＤ回路１１０及び１１２が０又は１として認識できるレベルを有する。

【００４５】

入出力端子１２０は、音響信号制御部４２を介して補正量算出部８０に接続される。受聴者６０の鼓膜６４Ｒ又は６４Ｌによって反射された測定信号（応答信号）は、入出力端子１２０から補正量算出部８０に送られる。

【００４６】

イヤホン２０Ｒ及び２０Ｌは、イヤホン端子１０３を介して切り替え部４４に電気的に接続される。右チャネル及び左チャネルの音源信号は、イヤホン端子１０３を介して右チャネルのイヤホン２０Ｒ及び左チャネルのイヤホン２０Ｌに出力される。また、応答信号はイヤホン端子１０３を介して切り替え部４４に入力する。

【００４７】

切り替え部４４は、スイッチＳＷ１～ＳＷ４と論理回路１１０～１１３とを有する。論理回路１１０～１１３の出力がモード切り替え信号及びＬＲ切り替え信号のレベルに応じて変化することで、スイッチＳＷ１～ＳＷ４が切り替えられる。これらのスイッチの切り替えによって、入出力端子１２０、１２１、及び１２２のいずれかがイヤホン端子１０３と接続される。スイッチＳＷ１とＳＷ２は、イヤホン機能（第１の状態）とマイク機能（第２の状態）の切り替えのために設けられている。スイッチＳＷ１は、左チャネル用のイヤホン２０Ｌの機能を切り替え、スイッチＳＷ２は、右チャネル用のイヤホン２０Ｒの機能を切り替える。また、スイッチＳＷ３は、イヤホン端子１０３とマイク端子１０２のいずれが入出力端子１２０に接続されるかを切り替える。スイッチＳＷ４は、右チャネルと左チャネルのいずれが入出力端子１２０に接続されるかを切り換える。

【００４８】

ＮＡＮＤ回路１１０には、入出力端子１３０からの信号が反転して入力し、また入出力端子１２２からの信号も入力する。ＡＮＤ回路１１１には、ＮＡＮＤ回路１１０からの信号と入出力端子１３１からの信号が入力する。ＡＮＤ回路１１１からの信号はスイッチＳＷ１に送られる。スイッチＳＷ１は、ＡＮＤ回路１１１からの信号レベル（０又は１）に応じて（０）側又は（１）側に切り替えられる。

【００４９】

ＮＡＮＤ回路１１２には、入出力端子１３０からの信号と入出力端子１２１からの信号が入力する。ＡＮＤ回路１１３には、ＮＡＮＤ回路１１２からの信号と入出力端子１３１からの信号が入力する。ＡＮＤ回路１１３からの信号はスイッチＳＷ２に送られる。スイッチＳＷ２は、ＡＮＤ回路１１３からの信号レベル（０又は１）に応じて（０）側又は（１）側に切り替えられる。

【００５０】

また、スイッチＳＷ３は、入出力端子１３１からのモード切り替え信号のレベル（０又は１）に応じて（０）側又は（１）側に切り替えられ、スイッチＳＷ４は、入出力端子１３０からのＬＲ切り替え信号のレベル（０又は１）に応じて（０）側又は（１）側に切り替えられる。

【００５１】

ＡＮＤ回路１１１から送られる信号が０の場合、スイッチＳＷ１は（０）側に切り替えられ、入出力端子１２１とイヤホン端子１０３の左チャネルとが接続される。切り替え部４４の左チャネルは第１の状態に設定され、イヤホン２０Ｌはイヤホン機能を果たす。

【００５２】

ＡＮＤ回路１１３から０が出力される場合、スイッチＳＷ２は（０）側に切り替えられ、入出力端子１２２とイヤホン端子１０３の右チャネルとが接続される。切り替え部４４の右チャネルが第１の状態に設定され、イヤホン２０Ｒはイヤホン機能を果たす。

【００５３】

一方、スイッチＳＷ１が（１）側、スイッチＳＷ４が（０）側、スイッチＳＷ３が（１）側に切り替えられると、入出力端子１２０がイヤホン端子１０３の左チャネルと接続される。この場合、左チャネルは第２の状態に設定され、イヤホン２０Ｌはマイクとして機能する。

【００５４】

また、スイッチＳＷ２が（１）側、スイッチＳＷ４が（１）側、スイッチＳＷ３が（１）側に切り替えられると、入出力端子１２０がイヤホン端子１０３の右チャネルと接続される。この場合には、右チャネルが第２の状態に設定され、イヤホン２０Ｒがマイクとして機能する。

【００５５】

入出力端子１３１からスイッチＳＷ３に送られるモード切り替え信号が０（ローレベル）の場合（補正モード）、スイッチＳＷ３が（０）側に切り替えられる。マイク端子１０２は入出力端子１２０に接続され、図示しないマイクからの音響信号が音響信号制御部４２に出力される。すなわち、入出力端子１２０は、測定モードが設定されている場合にのみ測定に関係する回路に接続される。これにより、非測定時には、測定回路からの影響を排除できる。

【００５６】

図４は、音響伝達特性を測定するためのタイミングチャートの一例を示す図である。

【００５７】

制御部４６から供給されるモード切り替え信号の値が１の場合、切り替え部４４は測定モードに設定される。入出力端子１３１からは、ＡＮＤ回路１１１と１１３に１が出力される。このため、ＡＮＤ回路１１１の出力はＮＡＮＤ回路１１０からの信号に応じて変化し、ＡＮＤ回路１１３の出力はＮＡＮＤ回路１１２からの信号に応じて変化することとなる。入出力端子１３１からスイッチＳＷ３には１が出力され、スイッチＳＷ３は（１）側に切り替えられる。

【００５８】

また、制御部４６から送られるＬＲ切り替え信号の値に応じて、左耳の共鳴特性を測定するか、右耳の共鳴特性を測定するかが切り替えられる。図４に示すように、ＬＲ切り替え信号の値が０である場合は、左耳の共鳴特性が測定される。この際、入出力端子１３０からスイッチＳＷ４には０が出力され、スイッチＳＷ４は（０）側に切り替えられる。

【００５９】

ＮＡＮＤ回路１１０には、入出力端子１３０からの信号が反転して入力する。従って、ＬＲ切り替え信号が０の場合は（左耳の特性測定）、ＮＡＮＤ回路１１０へは１が入力する。ＮＡＮＤ回路１１０の出力は、入出力端子１２２を介して入力される右チャンネルの音源信号に応じて変化することとなる。入出力端子１２２からの出力信号をＮＡＮＤ回路１１０が１として検出すると、ＮＡＮＤ回路１１０からＡＮＤ回路１１１への出力信号は０となる。ＡＮＤ回路１１１の出力信号は０となり、スイッチＳＷ１は（０）側に切り替

えられる。イヤホン端子１０３の左チャネルは、スイッチＳＷ１を介して入出力端子１２１と接続される。すなわち、左チャネルが第１の状態に設定され、イヤホン２０Ｌはイヤホン機能を実現することになる。

【００６０】

入出力端子１３０からＮＡＮＤ回路１１２には０が入力しているため、ＮＡＮＤ回路１１２からＡＮＤ回路１１３には１が出力される。ＡＮＤ回路１１３の出力信号は１となり、スイッチＳＷ２は（１）側に切り替えられる。イヤホン端子１０３の右チャネルは入出力端子１２２とは接続されず、イヤホン２０Ｒは無信号状態となる。このようにして、左耳の共鳴特性を測定する場合には、入出力端子１２２からの出力信号が右チャネルのイヤホン２０Ｒに大音量の音響信号として出力されるのが防止される。

【００６１】

上述のように左チャネルが第１の状態に設定され、イヤホン２０Ｌがイヤホンとして機能するよう設定されると、補正信号生成部７４が生成した測定信号が入出力端子１２１に入力し、スイッチＳＷ１を介してイヤホン端子１０３の左チャネルに出力される。測定信号はイヤホン端子１０３からイヤホン２０Ｌに送られ、音響信号に変換されて受聴者６０の左の外耳道６２Ｌに照射される。

【００６２】

図４に示すように、測定信号生成部７４は、左チャネルの短パルス状信号照射後に、ＮＡＮＤ回路１１０が０として検出できるレベルとなるような右チャネル音源信号を生成する。生成されたこの右チャネル信号は、音響信号制御部４２を介して入出力端子１２２に入力する。すると、ＮＡＮＤ回路１１０からＡＮＤ回路１１１への出力信号が１となり、ＡＮＤ回路１１１からはスイッチＳＷ１へ１が出力される。これにより、スイッチＳＷ１が（１）側に切り替えられ、イヤホン端子１０３の左チャネルがスイッチＳＷ１、ＳＷ４、及びＳＷ３を介して入出力端子１２０と接続される。すなわち、左チャネルは第２の状態に設定され、イヤホン２０Ｌはマイクとして機能するようになる。鼓膜６４Ｌで反射した応答信号は、イヤホン２０Ｌで電気信号に変換され、イヤホン端子１０３からスイッチＳＷ１、ＳＷ４、及びＳＷ３を介して音響信号制御部４２に入力する。音響信号制御部４２に入力した応答信号は、補正量算出部８０に送られる。補正量算出部８０は、応答信号に基づいて左耳の共鳴特性を検出する。

【００６３】

応答信号を受信するためには、第１の状態（イヤホン機能）から第２の状態（マイク機能）へ切り替えるタイミングを正確に制御する必要がある。本実施形態では、入出力端子１２２に入力する右チャネルの信号レベルを１から０へ切り替えることで、第１の状態と第２の状態を切り替えている。すなわち、左チャネルの信号は左耳の共鳴特性を測定するための測定信号として、また右チャネルの信号は第１の状態と第２の状態を切り替える制御信号として用いられている。補正部７０から出力される電気信号は左右のチャネル間で同期が取られているため、タイミング制御の正確性を向上させることができる。

【００６４】

図４に示すタイミングチャートでは、入出力端子１２２を介して入力される右チャンネルの信号レベルを再び１とし、もう１度左耳の共鳴特性を取得している。しかしながら、共鳴特性の取得は１回だけ行われても良く、あるいは正確を期すために３回以上行われても良い。

【００６５】

図４では、左耳の特性測定が終了した後、右耳の共鳴特性を測定するため、制御部４６から供給されるＬＲ切り替え信号の値が１となる。この際、入出力端子１３０からスイッチＳＷ４には１が入力され、スイッチＳＷ４は（１）側に切り替えられる。

【００６６】

ＬＲ切り替え信号の値が１の場合（右耳の特性測定）、入出力端子１３０からＮＡＮＤ回路１１２へは１が入力する。ＮＡＮＤ回路１１２の出力は、入出力端子１２１を介して入力される左チャンネルの音源信号に応じて変化することとなる。入出力端子１２１から

の出力信号をＮＡＮＤ回路１１２が１として検出すると、ＮＡＮＤ回路１１２からＡＮＤ回路１１３への出力信号は０となる。ＡＮＤ回路１１３の出力信号は０となり、スイッチＳＷ２は（０）側に切り替えられる。イヤホン端子１０３の右チャネルは、スイッチＳＷ２を介して入出力端子１２２と接続される。すなわち、右チャネルが第１の状態に設定され、イヤホン２０Ｒはイヤホン機能を果たすことになる。

【００６７】

ＮＡＮＤ回路１１０には、入出力端子１３０からの信号が反転して入力するため、ＬＲ切り替え信号の値が１の場合、ＮＡＮＤ回路１１０には０が入力する。ＮＡＮＤ回路１１０からＡＮＤ回路１１１には１が出力される。このため、ＡＮＤ回路１１１の出力信号は１となり、スイッチＳＷ１は（１）側に切り替えられる。イヤホン端子１０３の左チャネルは入出力端子１２１とは接続されず、イヤホン２０Ｌは無信号状態となる。

【００６８】

右チャネルが第１の状態に設定され、イヤホン２０Ｒがイヤホン機能を実現する場合、補正信号生成部７４が生成した測定信号は入出力端子１２２に入力し、スイッチＳＷ２を介してイヤホン端子１０３の右チャネルに出力される。測定信号はイヤホン端子１０３からイヤホン２０Ｒに送られ、音響信号に変換されて受聴者６０の右の外耳道６２Ｒに照射される。

【００６９】

図４に示すように、測定信号生成部７４は、右チャネルの短パルス状信号照射後に、ＮＡＮＤ回路１１２が０として検出できるレベルとなるような左チャネル音源信号を生成する。生成されたこの左チャネル信号は、音響信号制御部４２を介して入出力端子１２１に入力する。すると、ＮＡＮＤ回路１１２からＡＮＤ回路１１３への出力信号が１となり、ＡＮＤ回路１１３からはスイッチＳＷ２へ１が出力される。スイッチＳＷ２は（１）側に切り替えられ、イヤホン端子１０３の右チャネルがスイッチＳＷ２、ＳＷ４、及びＳＷ３を介して入出力端子１２０と接続される。すなわち、右チャネルは第２の状態に設定され、イヤホン２０Ｒはマイクとして機能するようになる。鼓膜６４Ｒで反射した応答信号がイヤホン２０Ｒで電気信号に変換され、イヤホン端子１０３からスイッチＳＷ２、ＳＷ４、及びＳＷ３を介して音響信号制御部４２に入力する。音響信号制御部４２に入力した応答信号は、補正量算出部８０に送られる。補正量算出部８０は、応答信号に基づいて、右耳の共鳴特性を検出する。

【００７０】

以上のように本実施形態では、右耳の共鳴特性を測定する場合には、入出力端子１２１に入力する左チャネル用の音源信号のレベルを１から０へ切り替えることで、第１の状態と第２の状態を切り替えている。すなわち、右チャネルの信号は右耳の共鳴特性を測定するための測定信号として、また左チャネルの信号は第１の状態と第２の状態を切り替える制御信号として用いられている。

【００７１】

図４に示すタイミングチャートでは、入出力端子１２１を介して入力される左チャネルの信号レベルを再び１とし、もう１度右耳の共鳴特性を取得している。しかしながら、共鳴特性の取得は１回だけ行われても良く、あるいは正確を期すために３回以上行ってもよい。

【００７２】

左右の耳の共鳴特性の取得を終えたら、モード切り替え信号の値を０として、測定を終了する。入出力端子１３１に０が入力すると、音響信号制御部４２及び切り替え部４４は補正モードに設定される。ＡＮＤ回路１１１及び１１３からは０が出力されるため、スイッチＳＷ１及びＳＷ２は共に（０）側に切り替えられる。左チャネルの音源信号が入力する入出力端子１２１は、スイッチＳＷ１を介してイヤホン端子１０３の左チャネルと接続され、右チャネルの音源信号が入力する入出力端子１２２は、スイッチＳＷ２を介してイヤホン端子１０３の右チャネルと接続される。すなわち、左右どちらのチャネルも第１の状態に設定され、イヤホン２０Ｒ及び２０Ｌはイヤホン機能を果たす。また、スイッチＳ

Ｗ３は（０）側に切り替えられ、マイク端子１０２が出力端子１０２に接続される。

【００７３】

図４に示すタイミングチャートでは、左耳の共鳴特性を２回測定した後、右耳の共鳴特性を２回測定しているが、左右どちらの耳の共鳴特性を先に測定してもよい。また、左耳の共鳴特性の測定と、右耳の共鳴特性の測定は独立して行われてもよい。

【００７４】

イヤホンをマイクとして用いる場合は、集音感度が低いため、応答信号のレベルが低下して雑音に埋もれてしまうことがある。共鳴特性の測定のためには、第１の状態と第２の状態を複数回切り換えて、共鳴特性の取得を複数回繰り返してもよい。複数の応答信号の平均を求めることにより、雑音の影響を除いた正確な共鳴特性を測定することができる。

【００７５】

図５は、制御部４６の動作を示すフローチャートである。

【００７６】

外耳道特性の測定及び補正は、イヤホン２０Ｒ及び２０Ｌの初回の使用に際して実行されても、又はイヤホン２０Ｒ及び２０Ｌを使用する都度行われてもよい。あるいは受聴者６０の指示に応じて行われてもよい。外耳道特性の測定及び補正をいつ実行するかは、予め設定されていてもよい。

【００７７】

外耳道特性の測定及び補正処理が開始されると、制御部４６は外耳道特性を測定及び補正する必要があるか否かを判断する（ブロックＢ１０２）。

【００７８】

受聴者６０の外耳道特性に応じた補正フィルタ７２の設定が既に行われている場合等、外耳道特性の測定及び補正が必要ない場合には（ブロックＢ１０２でＮｏ）、制御部４６は切り替え部４４にローレベル（＝０）のモード切り替え信号を送り、切り替え部４４を補正モードに設定し（ブロックＢ１０３）、処理を終了する。

【００７９】

外耳道特性の測定及び補正を行う場合（ブロックＢ１０２でＹｅｓ）、制御部４６は、切り替え部４４にハイレベル（＝１）のモード切り替え信号を送り、切り替え部４４を測定モードに設定する（ブロックＢ１０４）。

【００８０】

続いて制御部４６は、左の外耳道６２Ｌの共鳴特性を測定するか否かを判断する（ブロックＢ１０６）。左右の外耳道特性の測定及び補正を連続して行うか、あるいは独立して行うか、連続して行う場合には左右どちらの特性を先に測定及び補正するか等といった事項は、予め設定しておくことができる。あるいは、この段階で受聴者６０にこれらの事項を設定させてもよい。制御部４６はこの設定に基づいてブロックＢ１０６の判断を行う。

【００８１】

左の外耳道６２Ｌの共鳴特性測定を行うと判断すると（ブロックＢ１０６でＹｅｓ）、制御部４６は切り替え部４４にローレベル（＝０）のＬＲ切り替え信号を送り、左耳の特性測定を設定する（ブロックＢ１１０）。

【００８２】

左耳の特性測定が設定されると、測定信号生成部７４が、制御部４６の制御の下で、左チャネルについては短パルス状の測定信号を、右チャネルについては機能切り替え制御のための制御信号を生成する（ブロックＢ１１４）。図４に示すように、測定信号生成部７４は、右チャネルにハイレベルの制御信号を生成して左チャネルを第１の状態とした後、左チャネルの測定信号を生成し、続いて応答信号の取得のため右チャネルにローレベルの制御信号を生成して左チャネルを第２の状態とする。これらの信号は、音響信号制御部４２を介して切り替え部４４の入出力端子１２１と１２２に出力される。

【００８３】

右チャネルの入出力端子１２２にハイレベル（＝１）の信号が入力すると、切り替え部４４では、左チャネルの入出力端子１２１とイヤホン端子１０３の左チャネルとが接続さ

れる。すなわち、イヤホン２０Ｌが第１の状態に設定されイヤホンとして機能する。
【００８４】
この状態において、測定信号生成部７４が生成する測定信号が切り替え部４４の左チャネルに出力される。測定信号はイヤホン２０Ｌによって音響信号に変換され、左の外耳道６２Ｌに出力される。
【００８５】
入出力端子１２２に入力する右チャネルの信号がローレベル（＝０）に変わると、左チャネルは第２の状態になる。切り替え部４４では、入出力端子１２０とイヤホン端子１０３の左チャネルとが接続される。イヤホン２０Ｌが実現する機能は、マイク機能に切り替えられる。受聴者６０の左の鼓膜６４Ｌで反射した測定信号（応答信号）は、イヤホン２０Ｌによって電気信号に変換され、切り替え部４４に入力する。
【００８６】
この応答信号は、入出力端子１２０から音響信号制御部４２を介して、補正量算出部８０に出力される（ブロックＢ１１８）。
【００８７】
一方、右の外耳道６２Ｒの特性を測定する場合は（ブロックＢ１０６でＮｏ）、制御部４６は切り替え部４４にハイレベル（＝１）のＬＲ切り替え信号を送り、右耳の特性測定を設定する（ブロックＢ１２０）。
【００８８】
右耳の特性測定が設定されると、測定信号生成部７４が、制御部４６の制御の下で、右チャネルについては短パルス状の測定信号を、左チャネルについては機能切り替え制御のための制御信号を生成する（ブロックＢ１２４）。図４に示すように、測定信号生成部７４は、左チャネルにハイレベルの制御信号を生成して右チャネルを第１の状態とした後、右チャネルの測定信号を生成し、続いて応答信号の取得のため左チャネルにローレベルの制御信号を生成して左チャネルを第２の状態とする。これらの信号は、音響信号制御部４２を介して切り替え部４４の入出力端子１２１と１２２に出力される。
【００８９】
左チャネルの入出力端子１２１にハイレベル（＝１）の信号が入力すると、切り替え部４４では、右チャネルの入出力端子１２２とイヤホン端子１０３の右チャネルとが接続される。すなわち、イヤホン２０Ｒが第１の状態に設定されイヤホンとして機能する。
【００９０】
この状態において、測定信号生成部７４が生成する測定信号が切り替え部４４の右チャネルに出力される。測定信号はイヤホン２０Ｒによって音響信号に変換され、右の外耳道６２Ｒに出力される。
【００９１】
入出力端子１２１に入力する左チャネルの信号がローレベル（＝０）に変わると、右チャネルは第２の状態になる。切り替え部４４では、入出力端子１２０とイヤホン端子１０３の右チャネルとが接続される。イヤホン２０Ｒが果たす機能は、マイク機能に切り替えられる。受聴者６０の右の鼓膜６４Ｒで反射した測定信号（応答信号）は、イヤホン２０Ｒによって電気信号に変換され、切り替え部４４に入力する。
【００９２】
この応答信号は、入出力端子１２０から音響信号制御部４２を介して補正量算出部８０に出力される（ブロックＢ１２８）。
【００９３】
左又は右の外耳道からの応答信号が補正量算出部８０に入力すると、特性取得部８２は、当該応答信号に応じて外耳道共鳴特性を取得する（ブロックＢ１３０）。補正係数算出部８４は、（１）取得した外耳道共鳴特性を時間領域から周波数領域へ変換し、（２）周波数軸上で共鳴のピークを検出し、（３）検出したピークを打ち消すために、ピークが生じている周波数で谷ができるような補正フィルタの係数を演算する（ブロックＢ１３２）。算出された補正係数は、補正フィルタ７２に設定される（ブロックＢ１３４）。

【００９４】
その後制御部４６は、必要な共鳴特性の測定が全て終了したか否かを判断する（ブロックＢ１３６）。例えば、複数回の測定を行うよう設定されていて、その測定が終了していない場合や、左右の共鳴特性を連続して測定するよう設定されていて、一方の耳の共鳴特性の測定しか終了していない場合に、判断結果が「Ｎｏ」となる。終了していなければ（ブロックＢ１３６でＮｏ）、ブロックＢ１０６に戻り、必要な測定を繰り返す。
【００９５】
共鳴特性の測定が終了したら（ブロックＢ１３６でＹｅｓ）、制御部４６は切り替え部４４にローレベル（＝０）のモード切り替え信号を送り、切り替え部４４を補正モードに設定し（ブロックＢ１０３）、処理を終了する。
【００９６】
補正モードでは、補正部７０に入力した音源信号は、補正フィルタ７２によって補正される。補正フィルタ７２は、測定結果に基づいて音源信号の共鳴周波数の利得を下げ、周波数特性を補正する。補正フィルタ７２によってフィルタリング処理が施された音源信号は、切り替え部４４に供給される。このとき左右のチャネルは共に第１の状態（イヤホン機能状態）に設定されおり、共鳴特性補正後の音源信号がイヤホン６２Ｒ及び６２Ｌを介して音響信号として外耳道６２Ｒ及び６２Ｌに出力される。
【００９７】
このように、本実施形態によれば、各人の外耳道において実際に測定した共鳴のピークを打ち消すようなフィルタを作成し、左右の音源信号をフィルタリング処理する。これによって、外耳道で共鳴が発生したとしても、共鳴のピークが平滑化され、不自然な音が受聴されることが防止される。しかも、マイクをイヤホンに取り付けていないので、イヤホンが大型化することや、構造が複雑になってしまうこともない。
【００９８】
上述の外耳道特性補正装置では、制御部４６から切り替え部４４に送られるモード切り替え信号のレベルを変化させて、測定モードと補正モードを切り替えた。また、左右の測定を切り替える場合には、制御部４６から切り替え部４４に送られるＬＲ切り替え信号のレベルを変化させた。モードの切り替えや左右の切り替えのタイミングについては、厳密な正確性が必要とされないため、ソフトウェアからの制御信号で実装してよい。
【００９９】
一方、イヤホン機能（第１の状態）とマイク機能（第２の状態）は、より正確なタイミングで切り替えられる必要があるため、左右のチャネル間の同期を利用する。
【０１００】
また、上述の説明は、左右の２つのチャネルを有するイヤホンについて行われたが、３つ以上のチャネルを有するイヤホンにも同様に適用できる。上記と同様に、１チャネルを測定信号用に使用し、その他のチャネルのうちのいずれかを、当該測定信号用のチャネルを第１の状態（イヤホン機能）と第２の状態（マイク機能）のいずれかに切り替えるための制御信号用に使用できる。あるいは複数チャネルを測定信号用に使用し、その他のチャネルのうちのいずれかを、測定信号用の複数チャネルを第１の状態（イヤホン機能）と第２の状態（マイク機能）のいずれかに切り替えるための制御信号用に使用し、複数チャネルの測定を同時に行う構成も可能である。３つ以上のチャネルが備えられ、片方の耳に２つ（あるいは２つ以上）のチャネルが対応する場合であっても、これら２つ以上のチャネルのうちの１チャネルを測定信号用に使用し、他のチャネルを制御信号用に使用してもよい。
【０１０１】
上述の説明では、第１の状態と第２の状態を切り替える際に、制御部４６は測定信号生成部７４の信号を用いて制御信号の出力を切り替えた。しかしながら、補正部７０から出力される左右のチャネルの音源信号を用いて、第１の状態と第２の状態を切り替える制御をしてもよい。
【０１０２】

図６は音響特性補正装置４０の実装例を示す。補正装置４０をオーディオプレーヤ９０に内蔵する場合、プレーヤ９０本体に限らず、リモコン９２、イヤホン９４に内蔵してもよい。また、音響特性補正装置４０を全体としてオーディオプレーヤ９０に内蔵する代わりに、補正フィルタ７２のみを内蔵してもよい。すなわち、測定信号の生成から共鳴特定の測定、補正係数の算出までを別途のＰＣ等で行い、オーディオプレーヤ９０は求められた補正係数がセットされた補正フィルタ７２を用いて図示せぬフラッシュメモリ、ハードディスク等から読み出された音源信号を補正するだけでもよい。

【０１０３】

図７は、共鳴特性の測定を行うか否かを受聴者６０に決定させるために、プレーヤ９０が有するディスプレイ９１に表示される表示画面の一例を示す。この表示は、イヤホン９４がプレーヤ９０に接続される都度行われてもよい。あるいは、１週間ごとや１ヶ月ごと等、所定の周期で行われてもよい。

【０１０４】

図７の表示画面上では、両耳の特性を測定するか、片方の耳の特性を測定するかを設定することができる。これに加えて、受聴者が定める時間が経過した後に特性の測定を開始するように設定することも可能である。ここではプレーヤ９０が有するディスプレイ９１に表示画面が表示されるとしたが、リモコン９２が表示装置を有する場合は、当該表示装置に表示されてもよい。また、プレーヤ９０がＰＣに接続されている場合は、ＰＣのディスプレイ上に表示されてもよい。

【０１０５】

なお、上述の説明は左右両方のイヤホンにマイクを装着して、左耳及び右耳の特性を取得しそれぞれの補正フィルタを作成するものであったが、片耳だけの特性を取得し、その特性を用いて作成した補正フィルタを用いて両耳の音源信号をフィルタリングする構成でも良い。

【０１０６】

イヤホンの位置に応じて共鳴特性も変化することが考えられるので、補正装置４０による音響特性測定、音響特性補正処理は、例えばオーディオプレーヤ９０を起動するたびに行うものであっても良いし、ユーザが任意に操作することで行うものであっても良いし、ユーザが設定した期間を超えた後に起動したときに行われるものであっても良い。

【０１０７】

以上説明したように、本実施形態によれば、切り替え部４４を介して測定信号をイヤホン２０Ｒ又は２０Ｌへ供給し音響信号を出力し、鼓膜６４Ｒ又は６４Ｌで反射した応答信号をイヤホン２０Ｒ又は２０Ｌで電気信号に変換し切り替え部４４を介して補正量算出部８０へ供給する。左右のチャネルは、測定信号を出力する場合には第１の状態に設定され、応答信号を受信する場合には第２の状態に設定される。この第１の状態と第２の状態の切り替えを制御する制御信号は、測定信号の伝達に関係しない方のチャネルを用いて伝達される。左右のチャネル間では同期が取られているため、切り替えタイミングの正確性が向上する。

【０１０８】

また、受信された応答信号に基づいて、外耳道６２Ｒ又は６２Ｌの共鳴周波数が取得される。この共鳴周波数をキャンセルするような補正フィルタ７２の補正係数を算出され、補正フィルタ７２に設定されることにより、イヤホン付近にマイクを設置することなく簡単な構成で各人の外耳道に生じる共鳴現象を正確に打ち消すことができる。さらに、個人別にイヤホンと鼓膜で生じる共鳴特性を取得し、その特性に合わせた補正フィルタを作成することにより、個人毎の外耳道特性や挿入状態によって異なる外耳道共鳴特性をキャンセルできる。左右両方の特性を取得して、それぞれの特性毎に補正フィルタを作成することにより、左右の耳で異なる外耳道共鳴特性をキャンセルできる。

【０１０９】

なお、この発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示

されている複数の構成要素の適宜な組み合せにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合せてもよい。

【０１１０】

また、本発明は、コンピュータに所定の手段を実行させるため、コンピュータを所定の手段として機能させるため、コンピュータに所定の機能を実現させるため、あるいはプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体としても実施することもできる。

【０１１１】

また、上述の説明は個々の実施例それぞれについて行ったが、複数の実施例を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【０１１２】

【図１】本発明の一実施形態に係る音響伝達特性の測定及び補正の概念を示す図。

【図２】本発明の一実施形態に係る音響特性補正装置４０の構成例を示す図。

【図３】本発明の一実施形態に係る音響特性補正装置４０の切り替え部４４の構成を示す図。

【図４】音響伝達特性を測定するためのタイミングチャート。

【図５】本発明の一実施形態に係る音響特性補正装置４０の制御部４６が実行する動作を示すフローチャート。

【図６】本発明の一実施形態に係る音響特性補正装置４０の実装例を示す図。

【図７】音響伝達特性の測定を実行するか否かを決定するためディスプレイに表示される表示画面の一例を示す図。

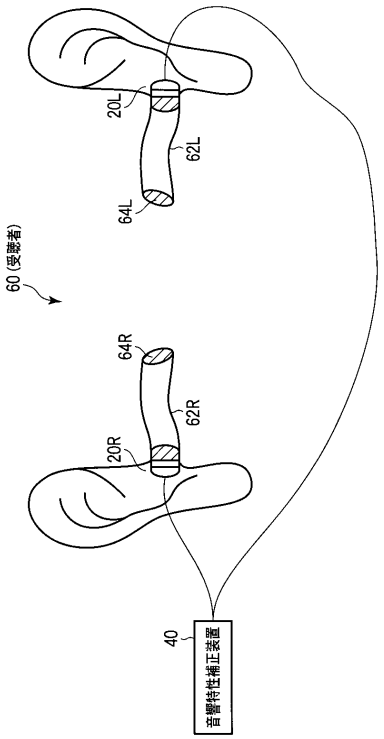
【符号の説明】

【０１１３】

２０Ｒ、２０Ｌ…イヤホン、４０…音響特性補正装置、４２…音響信号制御部、４４…切り替え部、４６…制御部、７０…補正部、７２…補正フィルタ、７４…測定信号生成部、８０…補正量算出部、８２…特性取得部、８４…補正係数算出部。

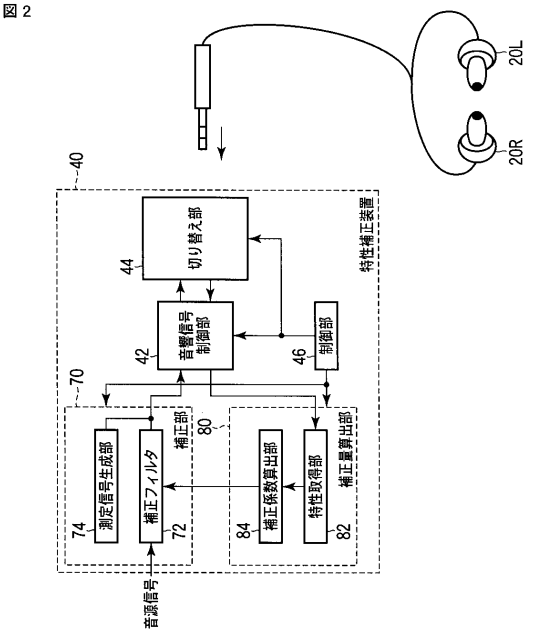
【図１】

図１



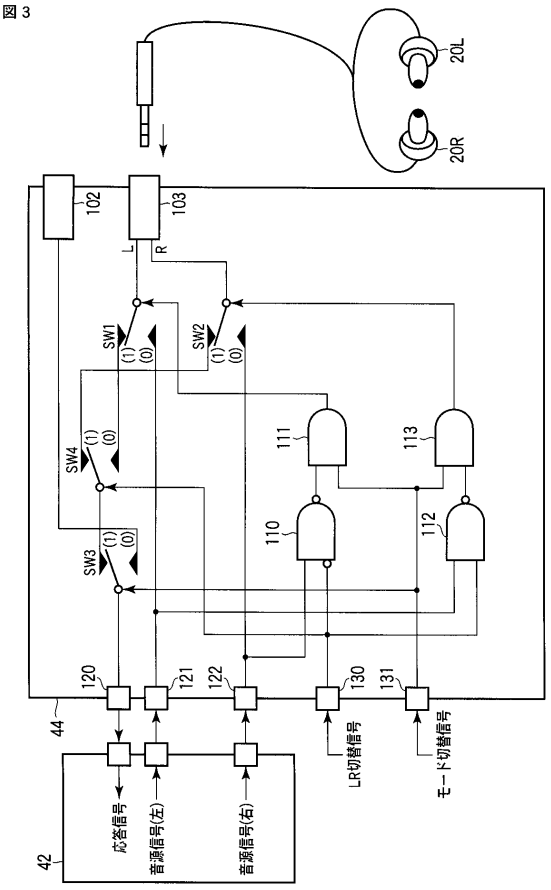
【図２】

図２



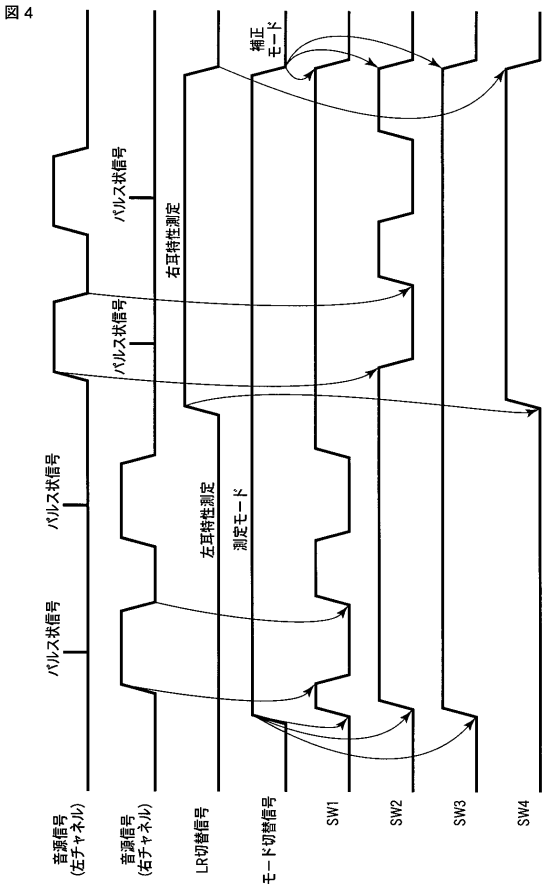
【図３】

図３



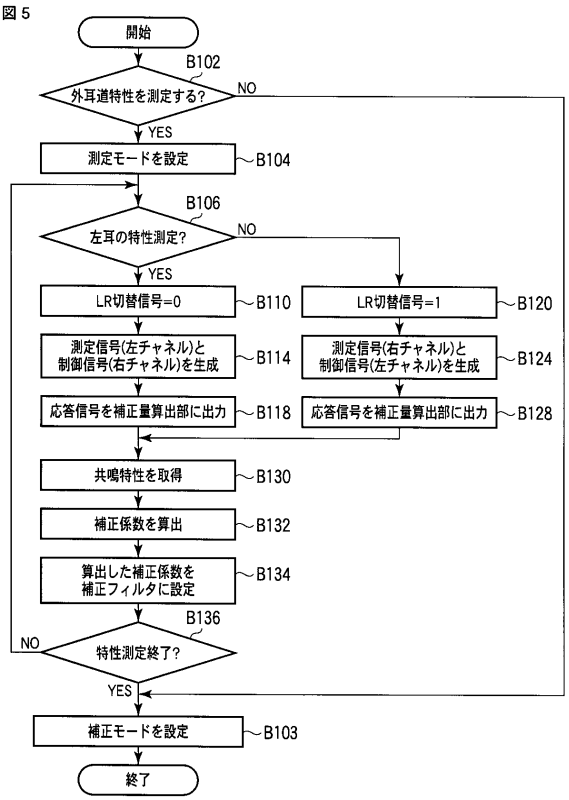
【図４】

図４



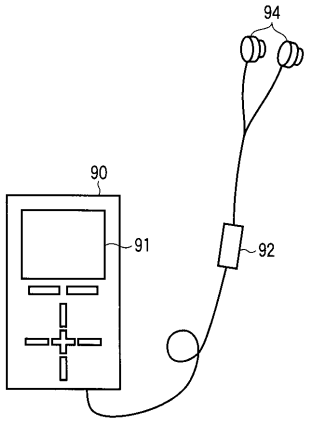
【図５】

図５



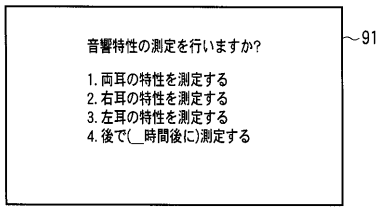
【図６】

図６



【図７】

図７



フロントページの続き

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
(74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
(74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
(74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
(74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
(72)発明者 千葉 規勝
東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内
(72)発明者 山本 敏文
東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内
(72)発明者 福田 恭之
東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内
(72)発明者 鹿仁島 康裕
東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内
(72)発明者 岩田 繁保
東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内
(72)発明者 斉藤 和行
東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内
(72)発明者 大木 豊
東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝内

Ｆターム(参考) 5D005 BA07
5D020 CE02