

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4631939号
(P4631939)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4R	3/00	(2006.01)	HO4R	3/00	320
HO4R	3/04	(2006.01)	HO4R	3/04	
HO4R	1/10	(2006.01)	HO4R	1/10	101B

請求項の数 2 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2008-168373 (P2008-168373)	(73) 特許権者	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成20年6月27日(2008.6.27)	(74) 代理人	100086841 弁理士 脇 篤夫
(65) 公開番号	特開2010-11117 (P2010-11117A)	(74) 代理人	100114122 弁理士 鈴木 伸夫
(43) 公開日	平成22年1月14日(2010.1.14)	(72) 発明者	浅田 宏平 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
審査請求日	平成21年5月13日(2009.5.13)	(72) 発明者	鈴木 志朗 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノイズ低減音声再生装置およびノイズ低減音声再生方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ノイズ及び聴取しようとする音声信号を收音するための左耳用および右耳用のヘッドホン筐体の外部の音声を收音するための左耳用および右耳用の音響 - 電気変換手段と、

前記ヘッドホン筐体内に設けられた左耳用および右耳用の電気 - 音響変換手段と、

前記音響 - 電気変換手段で收音して得たノイズの音声信号から、前記ノイズと音響的に合成することで当該ノイズをキャンセルするようにするためのノイズキャンセル用音声信号を生成し、前記ノイズキャンセル用音声信号を、前記電気 - 音響変換手段で音響再生して、前記ノイズと音響的に合成するようにする左耳用および右耳用にそれぞれ設けられたノイズキャンセル処理系と、

前記音響 - 電気変換手段で收音された前記音声信号から前記ノイズのパワースペクトル成分を取得して、記憶部に予め記憶する手段と、

前記音響 - 電気変換手段で收音されたノイズを含む前記音声信号のパワースペクトルから、前記記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを差し引くことで、聴取対象の音声成分を強調する前記左耳用および右耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号の一方または両方が供給される共通の1個とされた音声強調手段と、

前記音声強調手段からの前記聴取対象の音声成分が強調された音声信号を、前記ノイズキャンセル音声信号と合成し、その合成信号を前記電気 - 音響変換手段に供給する左耳用および右耳用にそれぞれ設けられた合成手段と、

前記音声強調手段からの前記聴取対象の音声成分が強調された音声信号を、制御信号に

基づく区間でのみ、前記合成手段に供給するように制御する制御手段と、

前記聴取対象の音声成分が強調された音声信号を聴取する区間を指定する操作入力を受け付ける操作入力手段と、

を備え、

前記共通の1個の音声強調手段は、前記左耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号および右耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号のそれぞれを複数の周波数帯域の信号に分割する手段と、前記左耳用および前記右耳用の音声信号の複数の周波数帯域の信号の、同じ周波数帯域の信号同士の位相差を検出し、所定の位相差を呈する周波数帯域の信号のゲインを上げることにより、音声強調を行なうゲイン制御手段と、前記ゲイン制御手段でゲイン制御した前記複数の周波数帯域の信号を合成して、合成した信号を前記音声強調した信号として、左耳用および右耳用の前記ノイズキャンセル音声と合成する信号とする手段と、前記左耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号および右耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号の一方の音声信号または両者の合成信号のパワースペクトルから、予め記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを差し引くことで、前記聴取対象の音声成分を強調する手段と、からなり、

10

前記制御手段は、前記操作入力手段を通じた前記操作入力で指定された区間のうちの最初の一部区間で、前記音響 - 電気変換手段で收音された前記音声信号から前記ノイズのパワースペクトル成分を取得して、前記記憶部に予め記憶し、前記指定された区間のうちの前記最初の一部区間の後の区間で、前記記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを前記音響 - 電気変換手段で收音されたノイズを含む前記音声信号のパワースペクトルから差し引くことで、前記聴取対象の音声成分を強調し、前記強調された音声信号を、前記最初の一部区間の後の区間で、前記合成手段に供給するように制御する

20

ノイズ低減音声再生装置。

【請求項2】

ノイズキャンセル処理系が、ノイズ及び聴取しようとする音声信号を收音するための左耳用および右耳用のヘッドホン筐体の外部の音声を收音するための左耳用および右耳用の音響 - 電気変換手段で收音して得たノイズの音声信号から、前記ノイズと音響的に合成することで当該ノイズをキャンセルするようにするためのノイズキャンセル用音声信号を生成し、前記ノイズキャンセル音声信号を、前記ヘッドホン筐体内に設けられた左耳用および右耳用の電気 - 音響変換手段で音響再生して、前記ノイズと音響的に合成するようにする左耳用および右耳用ためのノイズキャンセル処理工程と、

30

前記音響 - 電気変換手段で收音された音声信号から前記ノイズのパワースペクトル成分を取得して、記憶部に予め記憶する記憶工程と、

音声強調手段が、聴取しようとする音声信号を收音するための前記音響 - 電気変換手段で收音したノイズを含む前記音声信号のパワースペクトルから、前記記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを差し引くことで、聴取対象の音声成分を強調する音声強調工程と、

左耳用および右耳用にそれぞれ設けられた合成手段が、前記音声強調手段からの前記聴取対象の音声成分が強調された音声信号を、前記ノイズキャンセル音声信号と合成し、その合成信号をそれぞれの前記電気 - 音響変換手段に供給する合成工程と、

40

制御手段が、前記音声強調手段からの前記聴取対象の音声成分が強調された音声信号を、制御信号に基づく区間でのみ、前記合成手段に供給するように制御する制御工程と、

を備え、

前記音声強調工程において、前記左耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号および右耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号のそれぞれを複数の周波数帯域の信号に分割する工程と、前記左耳用および前記右耳用の音声信号の複数の周波数帯域の信号の、同じ周波数帯域の信号同士の位相差を検出し、所定の位相差を呈する周波数帯域の信号のゲインを上げることにより、音声強調を行なうゲイン制御工程と、前記ゲイン制御工程でゲイン制御した前記複数の周波数帯域の信号を合成して、合成した信号を前記音声強調した信号として、左耳用および右耳用の前記ノイズキャンセル音声と合成する信号とする工程と、

50

前記左耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号および右耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号の一方の音声信号または両者の合成信号のパワースペクトルから、予め記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを差し引くことで、前記聴取対象の音声成分を強調する工程と、からなり、

前記制御工程は、操作入力手段を通じた操作入力で指定された区間のうちの最初の一部区間で、前記音響 - 電気変換手段で収録された前記音声信号から前記ノイズのパワースペクトル成分を取得して、前記記憶部に予め記憶し、前記指定された区間のうちの前記最初の一部区間の後の区間で、前記記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを前記音響 - 電気変換手段で収録されたノイズを含む前記音声信号のパワースペクトルから差し引くことで、前記聴取対象の音声成分を強調し、前記強調された音声信号を、前記最初

10

の一部区間の後の区間で、前記合成手段に供給するように制御する

ノイズ低減音声再生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ノイズ環境下においても聴取対象の音声を聞き取り易く再生することができるノイズ低減音声再生装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ノイズを押さえて音声強調を行なうことにより、音声の明瞭度向上を図る手法としてノイズリダクション(Noise Reduction; ノイズ低減)手法が提案されている。この明細書では、ノイズリダクションを、以下、NRと略称する。

20

【0003】

例えば、ヘッドホンを装着したままでユーザ同士が会話をすることができるヘッドホンシステムや、補聴器または補聴機能(外部モニター機能)を持つイヤホンシステムにおいては、図25(A)に示すようにシステム構成が考えられる。

【0004】

すなわち、例えば図示は省略するが、遮音性が強く、脱着が面倒なイヤーマフなどのヘッドホン筐体(左耳用および右耳用)の外側に、音響 - 電気変換器の例としてのマイクロホン1L、1Rを取り付ける。そして、このマイクロホン1L、1Rで収録した音声信号をマイクロホンアンプ(以下、単にマイクアンプという)2で増幅した後、A/Dコンバータ3にて、デジタル音声信号に変換し、NR処理部4に供給する。

30

【0005】

NR処理部4においては、デジタル音声信号についてNR処理を行なって、ノイズを低減して音声強調を行なう。音声強調されたデジタル音声信号は、D/Aコンバータ5において、アナログ音声信号に戻され、パワーアンプ6を通じてスピーカあるいはヘッドホンドライバユニットに供給されて、音響再生される。

【0006】

NR処理部4におけるNR処理としては、例えば非特許文献1に記載されているスペクトル引き算(以下、SS法と略称する)を用いることができ、図25(A)のシステム構成は、図25(B)に示すように書き換えることができる。すなわち、NR処理部4は、SS法処理部4Aと、ミュージカルノイズ除去フィルタ4Bとで置き換えられる。

40

【0007】

SS法は、ノイズが付加されている音声信号のパワースペクトルから、別途推定したノイズのパワースペクトルを差し引き、そのパワースペクトルをフーリエ逆変換することで、ノイズを除去した音声信号を復元するものである。

【0008】

差し引くノイズのパワースペクトルは、予め推定されて、記憶部に記憶される。例えば聴取対象の音声の無音区間において、マイクロホン1L、1Rで収録した音声を推定ノイズとして記憶部に記憶することができる。

50

【 0 0 0 9 】

この推定されるノイズのパワースペクトルが、適切なものであれば、ノイズ低減効果は大きい。そして、差し引くノイズのパワースペクトルとして想定されるノイズが、定常的なノイズであれば、このSS法によりノイズ低減されて、聴取対象の音声成分のみが強調されることになる。このSS法は、非常にシンプルなアルゴリズムであるにも拘らず、非常に高い雑音除去効果が得られる。

【 0 0 1 0 】

なお、SS法を用いた場合には、ミュージカルノイズと呼ばれる位相情報の欠落によるノイズが発生するため、このミュージカルノイズの除去フィルタ4Bを、SS法処理部4Aの後段に設ける構成とすると良い。このミュージカルノイズの除去に関しては、非特許文献2に記載されている。

10

【 0 0 1 1 】

上記の非特許文献および参考となる特許文献は、次の通りである。

【非特許文献1】「MATLABマルチメディア信号処理 下 音声・画像・通信」 池原雅章、島村徹也、真田幸俊共著、培風館発行、p67-74

【非特許文献1】「モルフォロジー処理を用いたスペクトルサブトラクションにおけるミュージックノイズ除去」斗澤秀亮、野村行弘、山下哲孝、呂建明、関屋大雄、谷萩隆嗣 千葉大学大学院自然研究科 第18回 回路とシステム 軽井沢ワークショップ 2005年4月25-26日

【特許文献1】特開2008-122729号公報

20

【 発 明 の 開 示 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 1 2 】

ところで、NR処理は、音声信号の実際的な音声再生環境におけるノイズをキャンセルする技術ではなく、音声信号についての信号処理により、計算機上でノイズ低減効果を得ようとするものである。

【 0 0 1 3 】

本来は、ユーザにとってNR処理後の音声は、聞き取り易くなるはずである。しかし、実際的な音声再生環境が騒音下である場合には、NR処理後の音声信号自体が、騒音に埋もれてしまって、音声内容が不明瞭になって、聞き取れない状態になる場合がある。

30

【 0 0 1 4 】

この発明は、以上の点にかんがみ、実際的な音声再生環境が騒音環境であっても、聴取対象の音声を明瞭に聴取することができるようにすることを目的とする。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 1 5 】

上記の課題を解決するために、本発明は、ノイズ及び聴取しようとする音声信号を收音するための左耳用および右耳用のヘッドホン筐体の外部の音声を收音するための左耳用および右耳用の音響 - 電気変換手段と、前記ヘッドホン筐体内に設けられた左耳用および右耳用の電気 - 音響変換手段と、前記音響 - 電気変換手段で收音して得たノイズの音声信号から、前記ノイズと音響的に合成することで当該ノイズをキャンセルするようにするためのノイズキャンセル用音声信号を生成し、前記ノイズキャンセル用音声信号を、前記電気 - 音響変換手段で音響再生して、前記ノイズと音響的に合成するようにする左耳用および右耳用にそれぞれ設けられたノイズキャンセル処理系と、前記音響 - 電気変換手段で收音された前記音声信号から前記ノイズのパワースペクトル成分を取得して、記憶部に予め記憶する手段と、前記音響 - 電気変換手段で收音されたノイズを含む前記音声信号のパワースペクトルから、前記記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを差し引くことで、聴取対象の音声成分を強調する前記左耳用および右耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号の一方または両方が供給される共通の1個とされた音声強調手段と、前記音声強調手段からの前記聴取対象の音声成分が強調された音声信号を、前記ノイズキャンセル音声信号と合成し、その合成信号を前記電気 - 音響変換手段に供給する左耳用および右耳用

40

50

にそれぞれ設けられた合成手段と、前記音声強調手段からの前記聴取対象の音声成分が強調された音声信号を、制御信号に基づく区間でのみ、前記合成手段に供給するように制御する制御手段と、前記聴取対象の音声成分が強調された音声信号を聴取する区間を指定する操作入力を受け付ける操作入力手段と、を備え、前記共通の1個の音声強調手段は、前記左耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号および右耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号のそれぞれを複数の周波数帯域の信号に分割する手段と、前記左耳用および前記右耳用の音声信号の複数の周波数帯域の信号の、同じ周波数帯域の信号同士の間位相差を検出し、所定の位相差を呈する周波数帯域の信号のゲインを上げることにより、音声強調を行なうゲイン制御手段と、前記ゲイン制御手段でゲイン制御した前記複数の周波数帯域の信号を合成して、合成した信号を前記音声強調した信号として、左耳用および右耳用の前記ノイズキャンセル音声と合成する信号とする手段と、前記左耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号および右耳用の音響 - 電気変換手段からの音声信号の一方の音声信号または両者の合成信号のパワースペクトルから、予め記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを差し引くことで、前記聴取対象の音声成分を強調する手段と、からなり、前記制御手段は、前記操作入力手段を通じた前記操作入力で指定された区間のうちの最初の一部区間で、前記音響 - 電気変換手段で収録された前記音声信号から前記ノイズのパワースペクトル成分を取得して、前記記憶部に予め記憶し、前記指定された区間のうちの前記最初の一部区間の後の区間で、前記記憶部に記憶されているノイズのパワースペクトルを前記音響 - 電気変換手段で収録されたノイズを含む前記音声信号のパワースペクトルから差し引くことで、前記聴取対象の音声成分を強調し、前記強調された音声信号を、前記最初の一部区間の後の区間で、前記合成手段に供給するように制御する。

【0016】

本発明によれば、ノイズキャンセル処理系により、実際の音声再生環境におけるノイズがキャンセルあるいは低減される。しかし、その際に聴取対象の音声信号も同時に低減される。

【0017】

一方、聴取対象の音声成分は、音声強調手段により強調された後、ノイズキャンセル用音声信号に合成されて電気 - 音響変換手段に供給される。したがって、ノイズキャンセル処理系により低減されてしまった聴取対象の音声信号に、音声強調手段で強調された聴取対象の音声信号が合成されることになり、聴取者には、その合成音が聞こえるようになる。このため、聴取対象の音声信号は、明瞭度が向上し、聞き取りやすい音声としてさせる。

【0020】

しかし、ノイズキャンセル用音声信号のうち聴取対象の音声成分は、音声強調手段により強調された後、ノイズキャンセル用音声信号に合成されて電気 - 音響変換手段に供給される。したがって、ノイズキャンセル処理系により低減されてしまった聴取対象の音声信号に、音声強調手段で強調された聴取対象の音声信号が合成されることになり、聴取者には、その合成音が聞こえるようになる。このため、聴取対象の音声信号は、明瞭度が向上し、聞き取りやすい音声としてさせる。

【発明の効果】

【0021】

この発明によれば、ノイズキャンセル処理系により低減されてしまった聴取対象の音声信号に、音声強調手段で強調された聴取対象の音声信号が合成されることになり、聴取者には、その合成音が聞こえるようになる。このため、聴取対象の音声信号は、明瞭度が向上し、聞き取りやすい音声としてさせる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、この発明によるノイズ低減音声再生装置および方法の幾つかの実施形態を、図を参照しながら説明する。

【0023】

この発明においては、上述したNR機能に加えて、ノイズキャンセリング手法により実

10

20

30

40

50

際的な音声再生環境でのノイズ低減を図ることで、トータルとして、音響 - 電気変換手段（マイクロホン）で收音する聴取対象の音声の明瞭度を向上させるものである。

【0024】

ここで、ノイズキャンセリング（Noise Cancelling；以下、NCと略称する）手法について言及する。このNC手法は、音声聴取空間においてマイクロホンで收音して得たノイズから、ノイズキャンセル用音声信号を生成し、このノイズキャンセル用音声信号をノイズと音響的に合成することで当該ノイズをキャンセルする手法である。これは、騒音空間の中で必要な音は残し、不必要な音は消すという技法である。

【0025】

NC機能は、NR機能とは似て非なるもので、NRは信号処理により計算機上においてノイズ低減効果を得るものであるが、NCはあくまで物理的な空間において、入力音声信号とおよそ逆の波形の信号を生成してノイズキャンセルするものである。以下の説明においては、NRとNCとをこのように区別するものとする。

【0026】

<NCシステムの説明>

この発明によるノイズ低減音声再生装置の実施形態を説明する前に、NCシステムについて説明する。NCシステムには、フィードバック方式とフィードフォワード方式とがある。なお、このNCシステムについての参考文献としては、特許文献1（特開2008-122729号公報）が挙げられる。

【0027】

[フィードバック方式のNCシステム]

まず、フィードバック方式のNCシステムについて説明する。図2は、このフィードバック方式のNC機能を搭載したヘッドホン装置の構成例を示すブロック図である。

【0028】

図1においては、説明の簡単のため、ヘッドホン装置のリスナ（聴取者）11の右耳側の部分のみについての構成を示している。これは、後述するフィードフォワード方式のNCシステムを説明する場合も同様である。なお、左耳側の部分も同様に構成されるのは言うまでもない。

【0029】

図2では、リスナ11が実施形態のヘッドホン装置を装着したことにより、リスナ11の右耳が右耳用ヘッドホン筐体（ハウジング部）12により覆われている状態を示している。ヘッドホン筐体12の内側には、電気信号である音声信号を音響再生する電気 - 音響変換手段としてのヘッドホンドライバユニット（以下、ヘッドホンヘッドホンドライバ - という）13が設けられている。

【0030】

そして、音声信号入力端14を通じた、例えば音楽信号がイコライザ回路15および加算回路16を通じてパワーアンプ17に供給され、このパワーアンプ17を通じた音楽信号がヘッドホンドライバ13に供給されて、音響再生される。これにより、リスナ11の右耳に対して音楽信号の再生音が放音される。

【0031】

音声信号入力端14は、携帯型音楽再生装置のヘッドホンジャックに差し込まれるヘッドホンプラグから構成されるものである。このNCシステムにおいては、音声信号入力端14と、左右の耳用のヘッドホンドライバ13との間の音声信号伝送路中には、イコライザ回路15、加算回路16、パワーアンプ17の他、NC機能部20が設けられる。

【0032】

このNC機能部20は、音響 - 電気変換手段としてのマイクロホン21、マイクロホンアンプ22、ノイズ低減用のフィルタ回路23などを備える。

【0033】

図示は省略するが、このNC機能部20と、ヘッドホンドライバ13、マイクロホン21、また、音声信号入力端14を構成するヘッドホンプラグとの間は、接続ケーブルで

10

20

30

40

50

接続されている。20a, 20b, 20cは、ヘッドホン装置に対して接続ケーブルが接続される接続端子部である。

【0034】

この図2の例のNCシステムでは、リスナ11の音楽聴取環境において、ヘッドホン筐体12の外のノイズ源18から、ヘッドホン筐体12内のリスナ11の音楽聴取位置に入り込むノイズをフィードバック方式で低減する。これにより、リスナ11は、音楽を良好な環境で聴取することができるようにされる。

【0035】

フィードバック方式のNCシステムにおいては、リスナ11の音楽聴取位置であるところの、ノイズとノイズキャンセル用音声信号の音響再生音とを合成する音響合成位置(ノイズキャンセルポイントPc)でのノイズをマイクロホン21で収音するものである。

10

【0036】

したがって、このフィードバック方式のNCシステムにおいては、ノイズ収音用のマイクロホン21は、ヘッドホン筐体(ハウジング部)12の内側となるノイズキャンセルポイントPcに設けられる。このマイクロホン21の位置の音が制御点となるため、ノイズ減衰効果を考慮し、ノイズキャンセルポイントPcは、通常耳に近い位置、つまりヘッドホンドライバー13の振動板前面とされ、この位置に、マイクロホン21が設けられる。

【0037】

そして、NCシステムにおいては、そのマイクロホン21で収音したノイズの逆相成分を、ノイズキャンセル用音声信号生成部(以下、NC用音声信号生成部という)で、ノイズキャンセル用音声信号(以下、NC用音声信号)として生成する。そして、その生成したNC用音声信号をヘッドホンドライバー11に供給して音響再生することで、外部からヘッドホン筐体2内に入ってきたノイズを低減させる。

20

【0038】

ここで、ノイズ源18におけるノイズと、ヘッドホン筐体12内に入り込んだノイズ18'とは同じ特性ではない。しかし、フィードバック方式のNCシステムにおいては、ヘッドホン筐体18内に入り込んだノイズ18'、すなわち、低減対象のノイズ18'を、マイクロホン21で収音することになる。

【0039】

したがって、フィードバック方式では、NC用音声信号生成部は、マイクロホン21によりノイズキャンセルポイントPcで収音したノイズ18'をキャンセルするように、前記ノイズ18'の逆相成分を生成すればよい。

30

【0040】

図2の例では、フィードバック方式のNC用音声信号生成部として、デジタルフィルタ回路23を用いる。この実施形態では、フィードバック方式でNC用音声信号を生成するので、デジタルフィルタ回路23は、以下、FBフィルタ回路23と称することとする。

【0041】

FBフィルタ回路23は、DSP(Digital Signal Processor)232と、その前段に設けられるA/D変換回路231と、その後段に設けられるD/A変換回路233とで構成される。

40

【0042】

マイクロホン21で収音された得られたアナログ音声信号は、マイクアンプ22を通じてFBフィルタ回路23に供給され、A/D変換回路231によりデジタル音声信号に変換される。そして、そのデジタル音声信号がDSP232に供給される。

【0043】

DSP232には、フィードバック方式のデジタルNC用音声信号を生成するためのデジタルフィルタが構成される。このデジタルフィルタは、これに入力されるデジタル音声信号から、これに設定されるパラメータとしてのフィルタ係数に応じた特性の前記デジタルNC用音声信号を生成する。DSP232のデジタルフィルタに設定されるフィルタ係数は、予め、所定のフィルタ係数が設定されるようにされる。

50

【 0 0 4 4 】

しかし、例えば、実際のな複数種の再生音響環境に応じたフィルタ係数をメモリに記憶しておき、ユーザが、そのときの再生音響環境に応じてメモリから選択して、デジタルフィルタに設定するようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

そして、DSP 232で生成されたデジタルNC用音声信号は、D/A変換回路233においてアナログNC用音声信号に変換される。そして、このアナログNC用音声信号が、FBフィルタ回路23の出力信号として加算回路16に供給される。

【 0 0 4 6 】

この加算回路16には、ヘッドホンによりリスナ11が聴取したいとされる入力音声信号(音楽信号など)Sが、音声信号入力端14を通じ、イコライザ回路15を通じて供給される。イコライザ回路15は、入力音声信号の音特補正を行なう。

【 0 0 4 7 】

加算回路16の加算結果の音声信号は、パワーアンプ17を通じてヘッドホンドライバー13に供給されて、音響再生される。この音響再生されてヘッドホンドライバー13により放音される音声には、FBフィルタ23において生成されたNC用音声信号による音響再生成分が含まれる。このヘッドホンドライバー13で音響再生された放音された音声のうち、NC用音声信号による音響再生成分とノイズ18'とが、音響合成されることにより、ノイズキャンセルポイントPcでは、ノイズ18'が低減(キャンセル)される。

【 0 0 4 8 】

以上説明したフィードバック方式のNCシステムのノイズキャンセリング動作について、伝達関数を用いて、図3を参照しながら説明する。

【 0 0 4 9 】

すなわち、図2に示したブロック図に対応して、各部をその伝達関数を用いて表したブロック図を図3に示す。この図3において、Aはパワーアンプ17の伝達関数、Dはヘッドホンドライバー13の伝達関数、Mはマイクロホン21およびマイクアンプ22の部分に対応する伝達関数、- はフィードバックのために設計されたフィルタの伝達関数である。また、Hはヘッドホンドライバー13からマイクロホン21までの空間の伝達関数、Eは聴取目的の音声信号Sにかけられるイコライザの伝達関数である。上記の各伝達関数は複素表現されているものとする。

【 0 0 5 0 】

また、図3において、Nは外部のノイズ源からヘッドホン筐体12内のマイクロホン21位置近辺に侵入してきたノイズであり、Pはリスナ11の耳に届く音圧である。なお、外部ノイズがヘッドホン筐体12内に伝わってくる原因としては、例えばイヤパッド部の隙間から音圧として漏れてくる場合や、ヘッドホン筐体12が音圧を受けて振動した結果としてヘッドホン筐体12内部に音が伝わる場合などが考えられる。

【 0 0 5 1 】

この図3のように表したとき、図3のブロックは、図4の(式1)で表現することができる。そして、この(式1)において、ノイズNに着目すると、ノイズNは、 $1 / (1 + ADHM)$ に減衰していることが分かる。ただし、(式1)の系がノイズ低減対象周波数帯域にて、ノイズキャンセリング機構として安定して動作するためには、図4の(式2)が成立している必要がある。

【 0 0 5 2 】

一般的には、フィードバック方式のNCシステムにおける各伝達関数の積の絶対値が1以上($|ADHM|$)であること、また古典制御理論におけるナイキスト(Nyquist)の安定性判別と合わせて、図4の(式2)に関する系の安定性は、以下のように解釈できる。

【 0 0 5 3 】

図3において、ノイズNに関わるループ部分(マイクロホン21からヘッドホンドライ

10

20

30

40

50

パー 1 3 までのループ部分) 中の 1 箇所を切断して、伝達関数 (- A D H M) の「オープンループ」を考える。これは、図 5 に示すようなボード線図で表現される特性を持つ。

【 0 0 5 4 】

このオープンループを対象にした場合、ナイキストの安定性判別から、上記 (式 2) が成立する条件は、図 5 において、

- ・位相 0 d e g . の点を通過するとき、ゲインは 0 d B より小さくなくてはならない
- ・ゲインが 0 d B 以上であるとき、位相 0 d e g . の点を含んではいけない

の 2 つの条件を満たす必要があることを意味している。

【 0 0 5 5 】

上記 2 条件を満たさない場合、ループは正帰還がかかり、発振 (ハウリング) を起こすことになる。図 5 において、P a , P b は位相余裕、G a , G b はゲイン余裕を表しており、これらの余裕が小さいと、個人差やヘッドホン装着のばらつきにより、発振の危険性が増すことになる。

【 0 0 5 6 】

次に、上記ノイズ低減機能に加え、必要な音をヘッドホンのヘッドホンドライバーから再生する場合について説明する。

【 0 0 5 7 】

図 3 における、聴取対象の音声信号 S は、実際には音楽信号以外にも、筐体外部のマイクの音 (補聴機能として使う) や、通信を介した音声信号 (ヘッドセットとして使う) など、本来、ヘッドホンのヘッドホンドライバーで再生すべきものの信号総称である。

【 0 0 5 8 】

前述した (式 1) のうち、信号 S に着目すると、図 4 に示す (式 3) のように、イコライザ E を設定すれば、音圧 P は、図 4 の (式 4) のように表現される。

【 0 0 5 9 】

ここで、H がヘッドホンドライバー 1 1 からマイクロホン 2 1 (耳) までの伝達関数、A や D がそれぞれパワーアンプ 1 7、ヘッドホンドライバー 1 3 の特性の伝達関数である。したがって、マイクロホン 2 1 の位置が耳位置に非常に近いとすると、この例のヘッドホン装置によれば、通常の、NC 機能を持たないヘッドホンと同様の特性が得られることがわかる。なお、このとき、イコライザ回路 1 5 の伝達特性 E は、周波数軸でみたオープンループ特性とほぼ同等の特性になっている。

【 0 0 6 0 】

以上のようにして、図 2 の構成のヘッドホン装置では、ノイズを低減しながら、聴取対象の音声信号を、何等支障なく聴取することができる。ただし、この場合に、十分なノイズキャンセリング効果を得るためには、D S P 2 3 2 で構成されるデジタルフィルタには、外部ノイズ源 3 からヘッドホン筐体 2 内に伝達されたノイズの特性に応じたフィルタ係数が設定される必要がある。

【 0 0 6 1 】

[フィードフォワード方式の NC システム]

図 6 は、フィードフォワード方式の NC システムを説明するためのブロック図である。この図 6 において、図 2 における場合と同様の部分については、同一番号を付してある。この図 6 の例における NC 機能部 3 0 は、音響 - 電気変換手段としてのマイクロホン 3 1、マイクアンプ 3 2、ノイズ低減用のフィルタ回路 3 3 を備える構成とされている。

【 0 0 6 2 】

NC 機能部 3 0 は、前述したフィードバック方式の NC 機能部 2 0 と同様に、ヘッドホンドライバー 1 3、マイクロホン 3 1、また、音声信号入力端 1 4 を構成するヘッドホンプラグと接続ケーブルで接続されている。3 0 a , 3 0 b , 3 0 c は、NC 機能部 3 0 に対して接続ケーブルが接続される接続端子部である。

【 0 0 6 3 】

図 6 の例では、リスナ 1 1 の音楽聴取環境において、ヘッドホン筐体 1 2 の外のノイズ源 1 8 から、ヘッドホン筐体 1 2 内のリスナ 1 1 の音楽聴取位置に入り込むノイズをフィ

10

20

30

40

50

ードフォワード方式で低減して、音楽を良好な環境で聴取することができるようにする。

【0064】

フィードフォワード方式のNCシステムは、基本的には、図6に示すように、ヘッドホン筐体12の外部にマイクロホン31が設置されている。そして、このNCシステムでは、このマイクロホン31で、收音したノイズ18に対して適切なフィルタリング処理をしてノイズキャンセル用音声信号を生成する。そして、この生成したノイズキャンセル用音声信号を、ヘッドホン筐体12の内部のヘッドホンドライバー13にて音響再生し、リスナ11の耳に近いところで、ノイズ(ノイズ18')をキャンセルするようにする。

【0065】

マイクロホン31で收音されるノイズ18と、ヘッドホン筐体12内のノイズ18'とは、両者の空間的位置の違い(ヘッドホン筐体2の外と内の違いを含む)に応じた異なる特性となる。したがって、フィードフォワード方式では、マイクロホン31で收音したノイズ源18からのノイズと、ノイズキャンセルポイントPcにおけるノイズ18'との空間伝達関数の違いを見込んで、NC用音声信号を生成するようにする。

【0066】

この実施形態では、フィードフォワード方式のNC用音声信号生成部として、デジタルフィルタ回路33を用いる。この実施形態では、フィードフォワード方式でNC用音声信号を生成するので、デジタルフィルタ回路33は、以下、FFフィルタ回路33と称することとする。

【0067】

FFフィルタ回路33は、FBフィルタ回路23と全く同様に、DSP(Digital Signal Processor)332と、その前段に設けられるA/D変換回路331と、その後段に設けられるD/A変換回路333とで構成される。

【0068】

そして、図6に示すように、マイクロホン31で收音された得られたアナログ音声信号は、マイクアンプ32を通じてFFフィルタ回路33に供給され、A/D変換回路331によりデジタル音声信号に変換される。そして、そのデジタル音声信号がDSP332に供給される。

【0069】

DSP332には、フィードフォワード方式のデジタルNC用音声信号を生成するためのデジタルフィルタが構成される。このデジタルフィルタは、これに入力されるデジタル音声信号から、これに設定されるパラメータとしてのフィルタ係数に応じた特性の前記デジタルNC用音声信号を生成する。DSP332のデジタルフィルタに設定されるフィルタ係数は、前述のDSP232の場合と同様にして設定される。

【0070】

そして、DSP332のデジタルフィルタでは、設定されたフィルタ係数に応じたデジタルノイズキャンセル用音声信号を生成する。

【0071】

そして、DSP332で生成されたデジタルノイズキャンセル用音声信号は、D/A変換回路333においてアナログNC用音声信号に変換される。そして、このアナログNC用音声信号が、FFフィルタ回路33の出力信号として加算回路16に供給される。

【0072】

この加算回路16には、ヘッドホンによりリスナ11が聴取したいとされる入力音声信号(音楽信号など)Sが、音声信号入力端14を通じ、イコライザ回路15を通じて供給される。イコライザ回路15は、入力音声信号の音特補正を行なう。

【0073】

加算回路16の加算結果の音声信号は、パワーアンプ17を通じてヘッドホンドライバー13に供給されて、音響再生される。この音響再生されてヘッドホンドライバー13により放音される音声には、FFフィルタ33において生成されたNC用音声信号による音響再生成分が含まれる。このヘッドホンドライバー13で音響再生された放音された音声

10

20

30

40

50

のうちの、NC用音声信号による音響再生成分とノイズ18'とが、音響合成されることにより、ノイズキャンセルポイントPcでは、ノイズ18'が低減(キャンセル)される。

【0074】

FFフィルタ回路33の構成は、FBフィルタ回路23と同様であるが、DSP232、DSP332で構成されるデジタルフィルタに供給するフィルタ係数が、フィードバック方式のものであるか、フィードフォワード方式のものであるかの点が異なっている。

【0075】

次に、フィードフォワード方式のNCシステムのノイズキャンセリング動作について、伝達関数を用いて、図7を参照しながら説明する。図7は、図6に示したブロック図に対応して、各部をその伝達関数を用いて表したブロック図である。

10

【0076】

この図7において、Aはパワーアンプ17の伝達関数、Dはヘッドホンドライバー13の伝達関数、Mはマイクロホン31およびマイクアンプ32の部分に対応する伝達関数、 F' はフィードフォワードのために設計されたフィルタの伝達関数である。また、Hはヘッドホンドライバー13からキャンセルポイントPcまでの空間の伝達関数、Eは聴取目的の音声信号Sにかけられるイコライザの伝達関数である。そして、Fは、外部のノイズ源18のノイズNの位置からリスナの耳のキャンセルポイントPcの位置に至るまでの伝達関数である。

【0077】

20

この図7のように表したとき、図7のブロックは、図4の(式5)で表現することができる。なお、 F' は、ノイズ源からマイク位置までの伝達関数を表す。上記の各伝達関数は複素表現されているものとする。

【0078】

ここで、理想的な状態を考えると、伝達関数Fが図4の(式6)のように表せるとすると、図4の(式5)は、図4の(式7)で表すことができ、ノイズはキャンセルされ、音楽信号(または聴取する目的とする音楽信号等)Sだけが残る。これにより、図6のNCシステムによっても、通常のヘッドホン動作と同様の音を聴取することができる。このときの音圧Pは、図4の(式7)のように表される。

【0079】

30

ただし実際は、図4の(式6)が完全に成立するような伝達関数を持つ完全なフィルタの構成は困難である。特に中高域に関して、人により装着状態や耳形状により個人差が大きいことと、ノイズの位置やマイク位置などにより特性が変化する。このような理由のため、通常は、中高域に関しては、上述したアクティブなノイズキャンセリング処理を行わず、ヘッドホン筐体2でパッシブな遮音をすることが多い。

【0080】

なお、図4の(式6)は、数式を見れば自明であるが、ノイズ源から耳位置までの伝達関数を、デジタルフィルタの伝達関数を含めた電気回路にて模倣することを意味している。

【0081】

40

なお、図6の例のフィードフォワード型でのキャンセルポイントは、図6に示した通り、図2に示したフィードバック型と異なり、聴取者の任意の耳位置において設定することができる。

【0082】

しかしながら、通常の場合、 F' は固定的であり、設計段階においては、なんらかのターゲット特性を対象として決定するようにする。このため、人によっては、耳の形状が異なるため、十分なノイズキャンセル効果が得られないことや、ノイズ成分を非逆相で加算してしまうことにより、異音がするなどの現象が起こりえる。

【0083】

一般的に、図8に示すように、フィードフォワード方式は、発振する可能性が低く安定

50

度が高いが、十分な減衰量を得るのは困難であり、一方、フィードバック方式は、大きな減衰量が期待できる代わりに、系の安定性に注意が必要となる。

【 0 0 8 4 】

なお、上述の説明におけるイコライザ回路 1 5 は、D S P 3 3 2 内に構成し、音声信号 S をデジタル信号に変換して、D S P 3 3 2 内のイコライザ回路に供給するようにすることもできる。

【 0 0 8 5 】

なお、上述の説明では、F B フィルタ回路 2 3 および F F フィルタ回路 3 3 は、デジタル処理回路の構成としたが、これは、アナログ処理回路の構成とすることもできる。

【 0 0 8 6 】

< この発明の実施形態の説明 >

上述した N C 手法により実際的な音声再生環境でのノイズ低減を図ると、聴取対象の音声信号は、実際的な騒音環境下で、音響 - 電気変換手段の例としてのマイクロホンで收音するものであるため、聴取対象の音声信号も、当該 N C 機能により低減してしまう。この実施形態では、当該 N C 機能により低減してしまう聴取対象の音声信号を、N R 手法により音声強調するようにするものである。

【 0 0 8 7 】

< 第 1 の実施形態 >

[ハードウェア構成例]

図 1 は、この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 1 の実施形態のブロック図である。この第 1 の実施形態は、この発明のノイズ低減音声再生装置が、上述のヘッドホン装置に適用された場合である。したがって、上述と同一部分には、同一の参照符号を付与してある。なお、図 1 は、説明の簡単のため、左右 2 チャンネルのうち一方のチャンネルについての構成例のみを示した。他のチャンネルについても同様に構成することができる。

【 0 0 8 8 】

この第 1 の実施形態のヘッドホン装置は、フィードフォワード方式の N C システム (図 6) の構成である。したがって、ヘッドホン筐体の外部に設けられたマイクロホン 3 1 で收音されたノイズを含む音声信号が、フィードフォワード方式の N C 用フィルタ回路 (F F フィルタ回路) 3 3 に供給される。

【 0 0 8 9 】

そして、N C 用フィルタ回路 3 3 で生成された N C 用音声信号が、加算回路 1 6 およびパワーアンプ 1 7 を通じてヘッドホンドライバ 1 3 に供給される。これにより、前述したように、フィードフォワード方式で、実際の音声再生聴取環境におけるノイズが低減される。

【 0 0 9 0 】

そして、この第 1 の実施形態では、例えば音楽聴取中に、会話の音声などの聴取対象の音声を、ヘッドホンを装着したままの状態、ヘッドホンドライバ 1 5 から、聞き取り易い音声として聴取することができるようにする。

【 0 0 9 1 】

この第 1 の実施形態のヘッドホン装置には、音声モニターボタンが操作部 4 6 に設けられている。この第 1 の実施形態では、音声モニターボタンが押されている区間 (モニターボタンオン区間という) において、聴取対象の会話音声などを強調して、ヘッドホンドライバ 1 3 で音響再生されるようにする。

【 0 0 9 2 】

このため、この第 1 の実施形態においては、マイクアンプ 3 2 からのマイクロホン 3 1 で收音された外部音声の音声信号が、不要帯域除去フィルタ 4 1 を通じて N R 処理部 4 2 に供給されて、音声強調される。

【 0 0 9 3 】

そして、当該聴取対象の音声を聴取したい区間のみで聴取するようにするためのスイッチ回路 4 3 を通じて、N R 処理部 4 2 からの音声強調された音声信号が、加算回路 1 6 に

10

20

30

40

50

供給される。

【0094】

なお、この例では、フィードフォワード方式のNC手法を用いているので、マイクロホン31は、聴取対象の外部からの音声を收音可能である。そこで、マイクロホン31は、NC機能におけるノイズ收音用と、聴取対象の外部からの音声の收音用とで兼用した共通のものとした。しかし、NC機能におけるノイズ收音用と、聴取対象の外部からの音声の收音用とは、別々のマイクロホンであってもよい。

【0095】

不要帯域除去フィルタ41は、聴取対象の音声成分以外の不要帯域の音声成分を除去するためのもので、これは、必須のものではなく、設けなくても良い。この例では、会話音声などの一声音声を聴取目的とするので、不要帯域除去フィルタ41は、例えば300Hz～3kHzの周波数帯域を通過帯域とするバンドパスフィルタの構成とされる。

10

【0096】

NR処理部42は、この第1の実施形態では、前述したSS法のNR処理がなされる。すなわち、推定されたノイズのパワースペクトルが、不要帯域除去フィルタ41からの音声信号のパワースペクトルから減算されてノイズ低減される。

【0097】

この第1の実施形態では、減算するノイズのパワースペクトルは、実際の音声再生環境における音声モニター時のノイズのパワースペクトルとされる。このため、この第1の実施形態では、図9に示すように、モニターボタンオン区間は、その最初の一部区間としてのノイズ收音モード区間と、その後のノイズ低減モード(NRモード)区間とに分けられる。

20

【0098】

ノイズ收音モード区間の長さは、実際の音声再生環境における音声モニター時のノイズのパワースペクトルを生成して、生成したパワースペクトルを記憶部に記憶することができる長さとなる。

【0099】

ノイズ低減モード区間では、その直前のノイズ收音モード区間で記憶されたノイズのパワースペクトルが、不要帯域除去フィルタ41からの音声信号のパワースペクトルから減算されてノイズ低減がなされて、聴取対象の音声強調される。

30

【0100】

制御部44は、操作部46の音声モニターボタンのオン・オフを認識し、ノイズ收音モード区間と、ノイズ低減モード区間における処理を制御する。すなわち、制御部44は、ノイズ收音モード区間においては、ノイズのパワースペクトルのノイズ情報記憶部45への記憶を制御する。また、制御部44は、ノイズ低減モード区間においては、ノイズ情報記憶部45からノイズのパワースペクトルを読み出して、NR処理部42に減算用として供給する制御をする。

【0101】

そして、制御部44は、スイッチ回路43を、ノイズ低減モード区間においてのみ、オンとする制御を行なう。

40

【0102】

図10に、この例のNR処理部42の具体構成例を示す。

【0103】

すなわち、不要帯域除去フィルタ41からの音声信号は、A/Dコンバータ401でデジタル音声信号に変換された後、FFT(Fast Fourier Transform)処理部402に供給されて、フーリエ変換される。そして、ノイズ收音モード区間においては、このFFT処理部402からの各周波数スペクトル成分が、スペクトル平均処理部403で平均化され、ノイズのパワースペクトルが生成される。

【0104】

そして、ノイズ收音モード区間においては、スペクトル平均化処理部403からのノイ

50

ズのパワースペクトルは、制御部 4 4 に送られる。制御部 4 4 は、取得したノイズのパワースペクトルをノイズ情報記憶部 4 5 に格納する。

【 0 1 0 5 】

また、FFT 処理部 4 0 2 からの各周波数スペクトルからなる音声信号のパワースペクトルは、スペクトル減算処理部 4 0 4 に供給される。そして、ノイズ低減モード区間において、制御部 4 4 は、ノイズ情報記憶部 4 5 からノイズのパワースペクトルを読み出して、このスペクトル減算処理部 4 0 4 に供給する。

【 0 1 0 6 】

スペクトル減算処理部 4 0 4 は、FFT 処理部 4 0 2 からの音声信号のパワースペクトルから、前記ノイズのパワースペクトルを減算する。そして、スペクトル減算処理部 4 0 4 は、減算結果のスペクトルをミュージカルノイズ除去フィルタ 4 0 7 に供給する。ミュージカルノイズ除去フィルタ 4 0 7 は、減算結果のスペクトルからミュージカルノイズの除去処理を行ない、その除去後のスペクトルを、IFFT (逆FFT) 処理部 4 0 5 に供給する。IFFT 処理部 4 0 5 は、ミュージカルノイズが除去された減算結果のスペクトルを、時系列信号としてのデジタル音声信号に戻す。

【 0 1 0 7 】

そして、IFFT 処理部 4 0 5 は、デジタル音声信号を D/A コンバータ 4 0 6 に供給する。D/A コンバータ 4 0 6 は、デジタル音声信号をアナログ音声信号に変換し、そのアナログ音声信号を NR 処理部 4 2 の出力信号として出力する。

【 0 1 0 8 】

[第 1 の実施形態の動作]

図 9 に示すように、操作部 4 6 の音声モニターボタンが押下されていないときには、図 1 の装置においては、制御部 4 4 によりスイッチ回路 4 3 がオフとされ、NR 処理部 4 2 の系は働かないようにされている。このため、この第 1 の実施形態のノイズ低減音声再生装置 (ヘッドホン装置) は、NC 機能部のみがオンとなる通常 NC モードとなる。

【 0 1 0 9 】

この通常 NC モードにおいては、外部ノイズが低減される。そして、音声信号入力端 1 4 を通じて入力された音声信号は、イコライザ回路 1 5 を通じ、加算回路 1 6、パワーアンプ 1 7 を通じてヘッドホンドライバ 1 3 に供給され、外部ノイズが低減された状態で良好な再生がなされる。

【 0 1 1 0 】

通常 NC モードの状態、ユーザが、例えば会話相手の人声を聴取するために、操作部 4 6 の音声モニターボタンを押下してオンにすると、制御部 4 4 は、第 1 の実施形態の装置をノイズ收音モードとする。そして、このノイズ收音モードにおいては、前述したように、制御部 4 4 は、NR 処理部 4 2 のスペクトル平均処理部 4 0 3 の出力を、当該時点での外部環境のノイズのパワースペクトルとしてノイズ情報記憶部 4 5 に格納するようになる。

【 0 1 1 1 】

ノイズのパワースペクトルをノイズ情報記憶部 4 5 への記憶が終了すると、制御部 4 4 は、第 1 の実施形態の装置をノイズ低減モードに切り換える。このノイズ低減モードにおいては、制御部 4 4 は、スイッチ回路 4 3 をオンとすると共に、ノイズ情報記憶部 4 5 からノイズのパワースペクトルを読み出して、NR 処理部 4 2 のスペクトル減算処理部 4 0 4 に供給するようになる。

【 0 1 1 2 】

したがって、NR 処理部 4 2 では、マイクロホン 3 1 で收音された音声信号のパワースペクトルから、ノイズのパワースペクトルが、スペクトル減算処理部 4 0 4 で減算される。そして、その減算結果が、ミュージカルノイズ除去フィルタ 4 0 5 を通じて逆 FFT 処理部 4 0 6 に供給されて、時間軸信号であるデジタル音声信号に変換される。そして、そのデジタル音声信号が、D/A コンバータ 4 0 7 によりアナログ音声信号に変換され、スイッチ回路 4 3 を通じて加算回路 1 6 に供給されて、NC 用音声信号およびイコライザ回

10

20

30

40

50

路 15 からの音声信号と加算される。この加算信号がパワーアンプ 17 を通じてヘッドホンドライバ 13 に供給されて、音響再生される。

【0113】

このノイズ低減モードにおける音声強調動作について、図 11 ~ 図 13 の周波数特性図を参照して、さらに説明する。

【0114】

ここで、ノイズ低減モードの際の外部環境音声が、例えば、図 11 (A) および図 12 (A) のようなものである場合を想定する。この図 11 (A) および図 12 (A) では、外部環境が騒音環境で、ノイズレベルが高く、会話の人声音声信号 S_m が、ノイズ N に埋もれてしまっている状態となっている。なお、図 11 (A) および図 12 (A) は、全く

10

【0115】

このような外部環境においては、この第 1 の実施形態のノイズ低減音声再生装置では、NC 機能のノイズキャンセリング効果により、図 11 (B) において、斜線部で示すように、ノイズ低減される。しかし、このとき、聴取対象の音声信号 S_m も、図 11 (B) の実線で示すように低減された音声信号 S_m' となってしまう。

【0116】

一方、NR 処理部 42 では、図 12 (A) に示す外部環境のノイズ N は、図 12 (B) の実線のノイズ N' で示すように、低減されて、聴取対象の音声信号 S_m が音声強調される。

20

【0117】

そして、加算回路 16 では、図 11 (B) に示されるようにノイズキャンセル効果により低減されてしまった音声信号 S_m' と、図 12 (B) に示されるように、ノイズ低減されて音声強調された音声信号 S_m とが加算されることになる。この結果、図 13 に示すように、ノイズキャンセル効果により低減されてしまった音声信号 S_m' と、NR 処理部 42 により音声強調された音声信号 S_m との合成信号は、ノイズキャンセルされて、低減されたノイズよりも強調されたものとなる。

【0118】

このため、ヘッドホンドライバ 13 からの音響再生音においては、音声信号 S_m' と、NR 処理部 42 により音声強調された音声信号 S_m との合成音となり、リスナは、明瞭度が向上した音声信号 S_m を聴取することができる。

30

【0119】

< 第 2 の実施形態 >

上述の第 1 の実施形態では、マイクロホン 31 からの音声信号に対して、NC 処理系と NR 処理部 42 とは、並列に設けられている。すなわち、マイクロホン 31 からの音声信号が、NC 用フィルタ回路 33 に供給されると共に、不要帯域除去フィルタ 41 を通じて NR 処理部 42 に供給される構成とされている。

【0120】

これに対して、第 2 の実施形態では、図 14 に示すように、NC 用フィルタ回路 33 からの NC 用音声信号の逆相の出力信号が、不要帯域除去フィルタ 41 に供給されるように

40

【0121】

すなわち、第 2 の実施形態では、NC 用フィルタ回路 33 からの NC 用音声信号の逆相信号に含まれる音声信号が、不要帯域除去フィルタ 41 で不要帯域除去された後、NR 処理部 42 で音声強調される。そして、ノイズ低減モードで、その音声強調された音声信号が、スイッチ回路 43 を通じて加算回路 16 において、NC 用音声信号に加算されるものである。

【0122】

50

なお、この第2の実施形態においては、ノイズ收音モードにおいては、NC用フィルタ回路33からのNC用音声信号の逆相信号に含まれるノイズのパワースペクトルが、制御部44により、ノイズ情報記憶部45に格納される。そして、格納されたノイズのパワースペクトルが、上述の第1の実施形態と同様にして、ノイズ低減モードにおいて、NR処理部42に供給されて、SS法の処理に用いられる。

【0123】

[第2の実施形態の動作]

この第2の実施形態においても、音声モニターボタンの押下の区間の最初の区間では、ノイズ收音モードとされ、その後の区間がノイズ低減モードとされて、音声強調されるのは、第1の実施形態と全く同様である。

10

【0124】

この第2の実施形態におけるノイズ低減モードにおける音声強調動作は、第1の実施形態の場合とは異なる。図11および図15、図16の周波数特性図を参照して、この第2の実施形態におけるノイズ低減モードにおける音声強調動作を説明する。

【0125】

この第2の実施形態においても、図11(A)に示すような外部環境が騒音環境で、ノイズレベルが高く、会話の人声音声信号 S_m が、ノイズ N に埋もれてしまっている状態となっている場合を想定する。

【0126】

このような外部環境においては、第2の実施形態のノイズ低減音声再生装置でも、NC機能のノイズキャンセリング効果により、図11(B)および図15(A)において、斜線部で示すように、ノイズ低減される。なお、図11(B)と図15(A)は、全く同一の図である。

20

【0127】

そして、このとき、聴取対象の音声信号 S_m も、図11(B)および図15(A)の実線で示すように低減された音声信号 S_m' となってしまう。

【0128】

この第2の実施形態では、この図11(B)および図15(A)に示すようなNC効果が得られるようなNC用音声信号の逆相信号について、NR処理部42において、SS法によるノイズ低減がなされて音声強調がなされる。このNR処理部42の処理結果の音声信号の周波数特性図を図15(B)に示す。すなわち、NR処理により、この図15(B)の実線で示すようにノイズが低減されて、音声信号 S_m' が強調される。

30

【0129】

そして、加算回路16では、NC用フィルタ回路33からのNC用音声信号と、NR処理部42からの強調された音声信号とが加算され、その加算結果の音声信号がパワーアンプ17を通じてヘッドホンドライバ13に供給されて音響再生される。

【0130】

したがって、この第2の実施形態の場合には、図16に示すように、NC機能により低減されてしまった音声信号 S_m' に対して、音声強調された音声信号 S_m' が加算されて、リスナには、両者の合成音を提供される。したがって、リスナは、明瞭度が向上した音声信号 S_m を聴取することが可能となる。

40

【0131】

<第3の実施形態>

以上の第1および第2の実施形態は、モノラルの構成でも可能な構成としたが、この第3の実施形態は、左右2チャンネルステレオの構成とするノイズ低減音声再生装置の場合である。

【0132】

図17に、この第3の実施形態のノイズ低減音声再生装置のハードウェア構成例のブロック図を示す。この図17の例は、ステレオヘッドホン装置の構成例である。

【0133】

50

図17に示すように、この実施形態のノイズ低減音声再生装置では、左右の耳用のヘッドホンドライバー13Lおよび13Rを備える。図示は省略するが、これらのヘッドホンドライバー13L, 13Rは、ヘッドホン筐体内に設けられる。そして、この第3の実施形態では、左右の耳用のヘッドホン筐体の外側にマイクロホン31L, 31Rがそれぞれ取り付けられて設けられる。

【0134】

そして、マイクロホン31Lおよび31Rで收音されて得られた音声信号は、それぞれマイクアンプ32L, 32Rを通じてA/Dコンバータ34L, 34Rに供給されて、デジタル音声信号に変換される。

【0135】

この第3の実施形態では、NC処理部と、NR処理部とは、1個のDSP(Digital Signal Processor)400内の機能構成手段として実現されている。そのため、A/Dコンバータ34L, 34Rからのデジタル音声信号は、このDSP400に入力される。

【0136】

このDSP400においては、A/Dコンバータ34L, 34Rからのデジタル音声信号は、それぞれNC用フィルタ回路33L, 33Rに供給される。これらのNC用フィルタ回路33L, 33Rは、上述した第1および第2の実施形態におけるNC用フィルタ回路33と同様の構成を備えるもので、左および右チャンネル用のNC用音声信号を生成する。

【0137】

NC用フィルタ回路33Lおよび33Rからの左および右チャンネル用のNC用音声信号は、それぞれ加算回路16Lおよび16Rに供給される。

【0138】

また、この第3の実施形態では、A/Dコンバータ34L, 34Rからのデジタル音声信号は、合成回路421で合成された後、左右2チャンネルに対して共通に設けられたNR処理部420に供給される。このNR処理部420は、上述した第1および第2の実施形態におけるNR処理部42と同様の構成を備えるもので、SS法によりNR処理を行なう。

【0139】

このNR処理部420からの音声信号は、スイッチ回路430を通じて加算回路16Lおよび16Rに供給され、NC用フィルタ回路33Lおよび33RからのNC用音声信号と加算される。

【0140】

そして、加算回路16Lおよび16Rからのデジタル音声信号が、DSP400の出力信号とされて、それぞれD/Aコンバータ35Lおよび35Rに供給される。そして、D/Aコンバータ35Lおよび35Rでデジタル音声信号がアナログ音声信号に変換され、そのアナログ音声信号がパワーアンプ17Lおよび17Rをそれぞれ通じて左右の耳用のヘッドホンドライバー13Lおよび13Rに供給される。

【0141】

上述の第1および第2の実施形態と同様に、制御部44、ノイズ情報記憶部45および音声モニターボタンを備える操作部46が、この第3の実施形態においても設けられる。

【0142】

そして、この第3の実施形態においても、音声モニターボタンがオンとされる区間(モニターボタンオン区間)の最初の区間がノイズ收音モード区間とされ、その後の区間がノイズ低減モード区間とされる(図9参照)。

【0143】

制御部44は、この第3の実施形態においても前述の実施形態の場合と同様にして、ノイズ收音モード区間において、NR処理部420からノイズのパワースペクトルを得、それをノイズ情報記憶部45に記憶する。そして、制御部44は、ノイズ低減モード区間に

10

20

30

40

50

において、ノイズ情報記憶部 4 5 に記憶されているノイズのパワースペクトルを読み出して、NR 処理部 4 2 0 に供給すると共に、スイッチ回路 4 3 0 を、このノイズ低減モード区間でのみオンとする。

【 0 1 4 4 】

この第 3 の実施形態における音声モニターボタンオン区間の音声強調動作は、第 1 の実施形態で説明した場合と同様となる。

【 0 1 4 5 】

以上のようにして、この第 3 の実施形態においては、リスナは、操作部 4 6 の音声モニターボタンを押下することにより、当該音声モニターボタンの押下区間では、マイクロホン 1 3 L , 1 3 R で収音する会話音声などを、明瞭に聴取することができる。

10

【 0 1 4 6 】

なお、図 1 7 の例においては、A / D コンバータ 3 4 L および 3 4 R からのデジタル信号を合成した後、NR 処理部 4 2 0 に供給するようにしたが、左または右チャンネルの一方のデジタル音声信号のみを NR 処理部 4 2 0 に供給するようにしてもよい。

【 0 1 4 7 】

しかし、強調して聴取したい音声の発生源が、ユーザ（リスナ）の正面に位置する場合には、A / D コンバータ 3 4 L および 3 4 R からのデジタル信号を合成した後、NR 処理部 4 2 0 に供給するようにした方がよい。音声信号の S / N を高めることができると同時に、NR 処理部において、左右チャンネルで全く別の帯域信号を減算する場合における左右間の違和感を減らすことができるからである。通常、誰かと会話する場合には、正面位置に会話相手が位置すると考えられるので、図 1 7 の実施形態は、好適な例であると言える。

20

【 0 1 4 8 】

なお、ステレオマイクロホンおよび正面位置の音声、ということを利用して、音源分離技術で使用される独立成分分析（ICA）等の手法を用いて、NR 処理を実行してもよい。

【 0 1 4 9 】

また、図 1 7 の例は、第 1 の実施形態を、ステレオ音声信号についての音声強調について適用したが、第 2 の実施形態を適用するようにしてもよい。その場合においては、NC 用フィルタ回路 3 3 L の出力信号と、NC 用フィルタ回路 3 3 R の出力信号とを合成して、NR 処理部 4 2 0 に供給しても良いし、NC 用フィルタ回路 3 3 L または 3 3 R のいずれか一方の出力信号を NR 処理部 4 2 0 に供給してもよい。

30

【 0 1 5 0 】

なお、図 1 7 では、図示は省略したが、第 1 および第 2 の実施形態と同様に、音楽信号をヘッドホンで聴取する場合には、D / A コンバータ 3 5 L , 3 5 R からの音声信号に、音楽信号の左右チャンネルの音声信号をそれぞれ加算するように構成すればよい。

【 0 1 5 1 】

< 第 4 の実施形態 >

第 4 の実施形態も、第 3 の実施形態と同様に、左右 2 チャンネルステレオの構成とするノイズ低減音声再生装置の場合である。そして、この第 4 の実施形態は、SS 法を用いる NR 処理部 4 2 0 とは異なる構成の音声強調回路を用いる点が、第 3 の実施形態とは異なる。

40

【 0 1 5 2 】

図 1 8 に、この第 4 の実施形態のノイズ低減音声再生装置のハードウェア構成例のブロック図を示す。この図 1 8 の例は、ステレオヘッドホン装置の構成例である。

【 0 1 5 3 】

この第 4 の実施形態においては、図 1 8 に示すように、A / D コンバータ 3 4 L および 3 4 R からのデジタル音声信号が、DSP 4 0 0 内に設けられる音声強調回路 5 0 0 に供給される。そして、この音声強調回路 5 0 0 からの音声強調された音声信号が、スイッチ回路 4 3 0 を通じて加算回路 1 6 L および 1 6 R に供給される。

50

【 0 1 5 4 】

この第4の実施形態における音声強調回路500は、後述するように、SS法によるNR処理を行なう構成ではないので、ノイズ收音モードを必要としない。このため、この第4の実施形態では、ノイズ情報記憶部45は設けられない。そして、操作部46の音声モニターボタンを押下すると、制御部44は、図19に示すように、通常NCモードから即座にノイズ低減モードに切り換え、音声モニターボタンがオンとされている区間、当該ノイズ低減モードを継続するようにする。そして、音声モニターボタンがオフとされると、制御部44は、ノイズ低減モードから通常NCモードに切り替えるようにする。

【 0 1 5 5 】

したがって、制御部44は、操作部46の音声モニターボタンの押下によるオンを検出すると、スイッチ回路430をオンとして、マイクロホン31で收音した音声信号を強調するモードとする。

10

【 0 1 5 6 】

その他の構成は、第3の実施形態と全く同様であるので、それらの説明は省略する。

【 0 1 5 7 】

次に、この第4の実施形態における音声強調回路500のハードウェア構成例を、図20に示す。

【 0 1 5 8 】

A/Dコンバータ34Lおよび34Rからのデジタル音声信号は、それぞれ帯域分割複素信号分析部501Lおよび501Rに供給される。この帯域分割複素信号分析部501Lおよび501Rのそれぞれは、例えば、音声信号帯域を複数個の周波数帯域に分割した、それぞれの分割帯域毎の音声信号(複素信号)を得る回路部である。

20

【 0 1 5 9 】

帯域分割複素信号分析部501Lおよび501Rのそれぞれは、例えば、分割帯域毎の信号を得るための複数個の複素バンドパスフィルタで構成することができる。また、FFT処理して得られる周波数スペクトル信号を、前記分割帯域毎にまとめて、その合成出力あるいは平均出力を得る構成とすることもできる。

【 0 1 6 0 】

この帯域分割複素信号分析部501Lおよび501Rからの同じ分割帯域毎の複素信号成分は、正面方向成分強調回路502のそれぞれに供給される。図20では、正面方向成分強調回路502は、1個のみが示されているが、実際は、分割帯域数分設けられており、帯域分割複素信号分析部501Lおよび501Rからの同じ分割帯域毎の複素信号成分がそれぞれ供給されるものである。

30

【 0 1 6 1 】

正面方向成分強調回路502は、加算器5021と、アンプ5022と、ゲイン乗算器5023と、位相比較器5024と、ゲイン生成器5025とからなる。

【 0 1 6 2 】

帯域分割複素信号分析部501Lおよび501Rからの同じ分割帯域の複素信号は、加算器5021で加算された後、アンプ5022を通じてゲイン乗算器5023に供給される。また、帯域分割複素信号分析部501Lおよび501Rからの同じ分割帯域の複素信号は、位相比較器5024に供給されて位相比較される。

40

【 0 1 6 3 】

この第4の実施形態では、第3の実施形態と同様に、会話音声を取対象の音声として強調するようにする。このために、この第4の実施形態では、左右チャンネルの音声信号で、同相となる周波数成分を正面方向からの音声信号成分として、ゲインを上げるようにする。

【 0 1 6 4 】

位相比較器5024では、帯域分割複素信号分析部501Lおよび501Rからの同じ分割帯域の複素信号の位相を比較し、左右チャンネルで、位相が一致あるいは一致と判断してよいほどに近似しているかどうか判別する。そして、左右チャンネルで、位相が一致

50

あるいは一致と判断してよいほどに近似していると判別できる場合には、ゲイン生成器 5025 からの乗算器 5023 に供給する乗算係数（ゲイン値）を他の分割帯域成分よりも大きくするようにする。

【0165】

ゲイン生成器 5025 からの乗算係数（ゲイン値）は、ゲイン乗算器 5023 に供給される。そして、ゲイン乗算器 5023 では、アンプ 5022 からの音声信号をゲイン生成器 5025 からのゲイン値倍される。そして、ゲイン乗算器 5023 からのゲイン値倍された音声信号（複素信号）が帯域分割複素信号合成部 503 に供給される。

【0166】

帯域分割複素信号合成部 503 では、各分割帯域毎の正面方向成分強調回路 502 からの音声信号（複素信号）を合成する。帯域分割複素信号分析部 501L および 501R が FFT 処理部を含む場合には、帯域分割複素信号合成部 503 は、IFFT（逆FFT）処理部を含む。

10

【0167】

そして、この帯域分割複素信号合成部 503 からの周波数合成信号が、スイッチ回路 430 を通じて加算回路 16L および 16R に供給される。

【0168】

この第4の実施形態では、音声強調回路 500 において、リスナ 11 に対して正面方向からの会話する相手からの音声信号が音声強調される。したがって、音声モニターボタンをオン操作することにより、騒音環境下においても明瞭で聞き易い状態で会話音声をリスナは聴取することができる。

20

【0169】

なお、第4の実施形態では、正面方向の音声信号のみを強調するようにするため、位相比較器 4024 で、左右チャンネルで同相となる周波数成分を検出し、その周波数成分についてのゲインを大きくするようにした。しかし、正面方向ではなく、例えば左斜め 45 度方向、右斜め 45 度などのような斜め方向を特定方向として、その方向の周波数成分を強調する場合には、位相比較器 4024 で、左右チャンネルで当該斜め方向の音声信号の位相差を検出するようにすれば良い。

【0170】

また、マイクロホン 31L, 31R として、1 個のマイクロホンではなく、複数個のマイクロホンからなるいわゆるアレーマイクロホンを用いることで、特定の方向を入射方向とする音声信号のみをアレーマイクロホンで收音するようにすることもできる。

30

【0171】

なお、分割帯域複素信号分析部 501L および 501R は、ポリフェーズフィルタや QMF（Quadrature Mirror Filter；4 相鏡像分割フィルタ）を用いた構成としても良い。

【0172】

< 第5の実施形態 >

以上説明した第1～第4の実施形態のノイズ低減音声再生装置においては、NC 処理系としては、フィードフォワード方式の NC 処理系を用いるようにした。しかし、NC 処理系としては、マイクロホンをヘッドホン筐体内に設けるフィードバック方式の NC 処理系を用いることもできる。ただし、その場合には、NR 処理部 42, 420 あるいは音声強調回路 500 に入力する音声信号の收音手段としてのマイクロホンは、NC 処理系とは兼用することはできず、ヘッドホン筐体の外部に別個に設けられることになる。

40

【0173】

第5の実施形態は、NC 処理系がフィードバック方式とされる場合である。図 21 は、この第5の実施形態におけるノイズ低減音声再生装置のハードウェア構成例を示す図である。この図 21 の例は、モノラル対応の構成であるが、図 21 の構成を左右チャンネルのそれぞれ設けることにより、ステレオ対応とすることもできる。この図 21 の例においても、上述した実施形態と同一部分には同一符号を付して示すものとする。

50

【 0 1 7 4 】

すなわち、この第5の実施形態では、ヘッドホン筐体内に設けられるマイクロホン21で収録された音声信号がマイクアンプ22を通じてフィードバック方式のNC用フィルタ回路(FBフィルタ回路)23に供給される。そして、このNC用フィルタ回路23からのNC用音声信号が加算回路16に供給される。

【 0 1 7 5 】

一方、ヘッドホン筐体の外側に取り付けられるマイクロホン31からの音声信号がマイクアンプ32を通じて不要帯域除去フィルタ41に供給される。そして、前述の第1および第2の実施形態と同様にして、不要帯域除去フィルタ41の出力音声信号が、NR処理部42に供給されて、例えばSS法によるNR処理がなされて音声強調される。そして、音声強調された音声信号が、スイッチ回路43を通じて加算回路16に供給され、NC用音声信号と加算される。そして、加算回路16からの音声信号がパワーアンプ17を通じてヘッドホンドライバー13に供給される。

10

【 0 1 7 6 】

この第5の実施形態においては、NC処理が、フィードバック方式によりなされる点を除けば、上述した第1および第2の実施形態と同様の処理動作がなされ、同様の作用効果が得られる。

【 0 1 7 7 】

< 第6の実施形態 >

第6の実施形態は、NC処理系が、フィードバック方式とフィードフォワード方式の併用の場合である。図22は、この第6の実施形態におけるノイズ低減音声再生装置のハードウェア構成例を示す図である。この図22の例は、モノラル対応の構成であるが、図22の構成を左右チャンネルのそれぞれ設けることにより、ステレオ対応とすることもできる。この図22の例においても、上述した実施形態と同一部分には同一符号を付して示すものとする。

20

【 0 1 7 8 】

すなわち、この第6の実施形態では、ヘッドホン筐体内に設けられるマイクロホン21で収録された音声信号がマイクアンプ22を通じてフィードバック方式のNC用フィルタ回路(FBフィルタ回路)23に供給される。そして、このNC用フィルタ回路23からのNC用音声信号が加算回路16に供給される。

30

【 0 1 7 9 】

また、ヘッドホン筐体の外側に取り付けられるマイクロホン31からの音声信号がマイクアンプ32を通じてフィードフォワード方式のNC用フィルタ回路(FFフィルタ回路)33に供給される。そして、このNC用フィルタ回路33からのNC用音声信号が加算回路16に供給される。

【 0 1 8 0 】

さらに、ヘッドホン筐体の外側に取り付けられるマイクロホン31からの音声信号がマイクアンプ32を通じて不要帯域除去フィルタ41に供給される。そして、前述の第1および第2の実施形態と同様にして、不要帯域除去フィルタ41の出力音声信号が、NR処理部42に供給されて、例えばSS法によるNR処理がなされて音声強調される。そして、音声強調された音声信号が、スイッチ回路43を通じて加算回路16に供給され、NC用音声信号と加算される。そして、加算回路16からの音声信号がパワーアンプ17を通じてヘッドホンドライバー13に供給される。

40

【 0 1 8 1 】

この第6の実施形態においては、NC処理が、フィードバック方式およびフィードフォワード方式の併用によりなされる点を除けば、上述した第1および第2の実施形態と同様の処理動作がなされ、同様の作用効果が得られる。

【 0 1 8 2 】

< 第7の実施形態 >

第7の実施形態は、NC処理系はフィードフォワード方式に行なうが、そのNC用フィ

50

ルタ回路のフィルタ係数を、適応的に制御する例である。

【 0 1 8 3 】

すなわち、この第 7 の実施形態においては、ヘッドホン筐体の外側に取り付けられるマイクロホン 3 1 からの音声信号がマイクアンプ 3 2 を通じてフィードフォワード方式の N C 用フィルタ回路 3 3 に供給される。そして、この N C 用フィルタ回路 3 3 からの N C 用音声信号が加算回路 1 6 に供給される。

【 0 1 8 4 】

また、ヘッドホン筐体内に設けられるマイクロホン 2 1 で收音された音声信号がマイクアンプ 2 2 を通じて適応処理生成部 6 1 に供給される。この適応処理生成部 6 1 は、N C 用フィルタ 3 3 のフィルタ係数を適応的に生成して、N C 用フィルタ回路 3 3 に供給する。

10

【 0 1 8 5 】

すなわち、N C 用音声信号がヘッドホンドライバー 1 3 により音響再生されることにより、ヘッドホン筐体内の音響再生空間では、ノイズがキャンセルされるようにされる。適応処理生成部 6 1 は、マイクロホン 2 1 から得られるノイズキャンセルされた後の音声信号に含まれるノイズの残差がゼロになるように、N C 用フィルタ回路 3 3 のフィルタ係数を適応的に生成制御する。

【 0 1 8 6 】

これにより、この第 7 の実施形態においては、常に、現実の音声再生環境におけるノイズが適応的にキャンセルされるものである。

20

【 0 1 8 7 】

この第 7 の実施形態においても、ヘッドホン筐体の外側に取り付けられるマイクロホン 3 1 からの音声信号がマイクアンプ 3 2 を通じて不要帯域除去フィルタ 4 1 に供給される。そして、前述の第 1 および第 2 の実施形態と同様にして、不要帯域除去フィルタ 4 1 の出力音声信号が、N R 処理部 4 2 に供給されて、例えば S S 法による N R 処理がなされて音声強調される。そして、音声強調された音声信号が、スイッチ回路 4 3 を通じて加算回路 1 6 に供給され、N C 用音声信号と加算される。そして、加算回路 1 6 からの音声信号がパワーアンプ 1 7 を通じてヘッドホンドライバー 1 3 に供給される。

【 0 1 8 8 】

この第 7 の実施形態においては、N C 処理が、フィードフォワード方式であって、そのフィルタ係数が適応的に制御される点を除けば、上述した第 1 および第 2 の実施形態と同様の処理動作がなされ、同様の作用効果が得られる。

30

【 0 1 8 9 】

[その他の実施形態]

以上の実施形態では、マイクロホンで当該時点で收音した人声の音声信号を N R 処理などにより、音声強調するようにしたが、一旦、録音した音声信号の再生時において、当該再生音声を増強するようにすることもできる。

【 0 1 9 0 】

図 2 4 は、I C レコーダの場合の構成例を説明するためのブロック図であり、図 2 4 (A) は、その記録系の構成例、図 2 4 (B) は、その再生系の構成例を示すものである。

40

【 0 1 9 1 】

この例の I C レコーダは、2 個のマイクロホン 7 1 L , 7 1 R を備え、図 2 4 (A) に示すように、これら 2 個のマイクロホン 7 1 L , 7 1 R で收音された音声の音声信号は、マイクアンプ 7 2 を通じて A / D コンバータ 7 3 でデジタル音声信号に変換される。

【 0 1 9 2 】

そして、A / D コンバータ 7 3 からのデジタル音声信号は、記録エンコード部 7 4 で、データ圧縮などを含む記録エンコード処理がなされた後、記録部 7 5 を介して記録媒体、この例では、フラッシュメモリ 7 6 に記録される。記録エンコード部 7 4 は、D S P で構成される。

【 0 1 9 3 】

50

このようにして、フラッシュメモリ 76 に記録されたデジタル音声信号は、図 24 (B) に示すような再生系において、再生される。

【0194】

すなわち、フラッシュメモリ 76 から読み出されたデジタル音声信号は、デコード部 81 でデコードされた後、NR 処理部 82 に供給されて、例えば SS 法などによる NR 処理がなされる。この場合の SS 法による NR 処理に用いるノイズのパワースペクトルは、例えば記録時にノイズ収録して、例えばフラッシュメモリ 76 に記録しておいたものを用いることができる。

【0195】

NR 処理部 82 により音声強調された再生音声信号は、加算回路 83 に供給される。一方、この再生時においても、マイクロホン 71L, 71R で収録された音声の音声信号は、マイクアンプ 72 を通じて A/D コンバータ 73 でデジタル音声信号に変換される。そして、A/D コンバータ 73 からのデジタル音声信号が NC 用フィルタ回路 84 に供給される。

10

【0196】

NC 用フィルタ回路 84 は、この例では、フィードフォワード方式の NC 用フィルタ回路とされる。NC 用フィルタ回路 84 は、NC 用音声信号を生成し、その生成した NC 用音声信号を加算回路 83 に供給する。

【0197】

加算回路 83 からの NC 用音声信号と、NR 処理されて音声強調された再生音声信号との加算信号は、D/A コンバータ 85 において、アナログ音声信号に変換される。そして、この D/A コンバータ 85 からのアナログ音声信号は、パワーアンプ 86L, 86R を通じてスピーカあるいはヘッドホンドライバ 87L, 87R に供給される。

20

【0198】

なお、図 24 (B) において、点線で囲む構成部分は、DSP で構成される部分である。

【0199】

以上の構成においては、NC 用フィルタ回路 84 からの NC 用音声信号により、実際の音声再生環境におけるノイズがキャンセルされる。そして、再生音声は、NR 処理により音声強調されて音響再生される。したがって、再生音声は、明瞭で聞き易いものとなる。

30

【0200】

[さらにその他の実施形態および変形例]

上述の第 4 の実施形態を除く他の実施形態では、NR 処理部に SS 法を用いている。そのため、音声モニターボタンを押下したときに、まず、ノイズのパワースペクトルを得るためのノイズ収録モードとし、その後、ノイズ低減モードとするように制御したが、ノイズ収録モードは、別途のタイミング区間で実行するようにしてもよい。

【0201】

例えば、電源をオンにしたときや、一定時間間隔で、自動的にノイズ収録モードとして、ノイズのパワースペクトルをノイズ情報記憶部に記憶するようにしてもよい。

【0202】

また、マイクロホンの入力が大音量となったときや、外部環境ノイズが変化したときなどに、自動的にノイズ収録モードとして、ノイズのパワースペクトルをノイズ情報記憶部に記憶するようにしてもよい。外部環境ノイズが変化したことは、例えば、マイクロホン 31 の音声信号レベルを監視し、当該音声信号レベルが閾値レベルを超えて変化したことを検出することにより、検出することができる。

40

【0203】

このようにした場合には、音声モニターボタンのオン区間は、図 19 に示すように、ノイズ低減モード区間のみとすることができる。そして、通常 NC モードの区間において、適宜、ノイズ収録モードに切り換えられて、ノイズのパワースペクトルの収録および記憶がなされる。

50

【0204】

また、ノイズ低減モードも、音声モニターボタンを押下したときではなく、自動的に切り替わるようにすることもできる。例えば、マイクロホン31からの音声信号について、当該音声信号に人声音声信号が含まれているかどうかを判別し、人声音声信号が含まれていると判別したときに、自動的に、通常NCモードからノイズ低減モードに切り替わるようにすることができる。

【0205】

また、静かな音声再生環境から騒音の大きい音声再生環境に変化したことを判別する判別手段を設け、その判別手段の判別結果により、騒音の大きい音声再生環境に移ったときには、自動的にノイズ低減モードに切り替わるようにしてもよい。その場合には、騒音の大きい音声再生環境に移ったことを検知した最初のタイミング区間は、ノイズ收音モードとして、当該環境におけるノイズのパワースペクトルをノイズ情報記憶部に記憶するようにすると良い。

10

【0206】

なお、NR処理部としては、上述したSS法に限られるものではなく、種々の手法を用いることができることは言うまでもない。

【0207】

また、上述の実施形態の説明では、ヘッドホンドライバーに供給する音声信号は、アナログ音声信号とするようにしたので、D/Aコンバータおよびパワーアンプを設けるようにした。しかし、ヘッドホンドライバーがデジタル音声信号で駆動可能なものである場合には、D/Aコンバータおよびパワーアンプに代えて、デジタルアンプを設けるようにすれば良い。

20

【0208】

また、上述の実施形態では、ノイズ低減モードの際にオンとなり、その他の時にはオフとなるスイッチ回路43, 430を設けるようにした。しかし、制御部44が、NR処理部42, 420や音声強調回路500の動作のオン・オフを制御したり、NR処理部42, 420や音声強調回路500の出力音声信号を、ミュート制御したりすることにより、スイッチ回路を設けなくても良い。

【0209】

また、上述の実施形態は、ノイズ低減音声再生装置をヘッドホン装置に適用した場合であり、NC用フィルタ回路、NR処理部、音声強調回路、制御部などが、ヘッドホン装置に設けられるように説明した。しかし、ヘッドホン装置には、マイクロホンとヘッドホンドライバーを設けるだけで、NC用フィルタ回路、NR処理部、音声強調回路、制御部などの構成部分は、ヘッドホン装置が接続される音楽再生装置などに設けられるように構成することもできる。

30

【0210】

また、この発明は、音楽再生用のヘッドホン装置ではなく、外部騒音を低減する騒音低減装置としてのヘッドホン装置にも適用できる。また、この発明は、補聴器の構成とすることもできる。

【図面の簡単な説明】

40

【0211】

【図1】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第1の実施形態のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図2】この発明の実施形態に用いるノイズキャンセリングシステムの一例を説明するための図である。

【図3】図2のノイズキャンセリングシステムを説明するための等価回路図である。

【図4】この発明の実施形態に用いるノイズキャンセリングシステムの一例を説明するために用いる式を示す図である。

【図5】図2のノイズキャンセリングシステムを説明するために用いる図である。

【図6】この発明の実施形態に用いるノイズキャンセリングシステムの他の例を説明する

50

ための図である。

【図 7】図 6 のノイズキャンセリングシステムを説明するための等価回路図である。

【図 8】この発明の実施形態に用いるノイズキャンセリングシステムの例を説明するために用いる図である。

【図 9】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 1 の実施形態の動作を説明するために用いる図である。

【図 10】図 1 のノイズ低減音声再生装置の一部の具体構成例を説明するための図である。

【図 11】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 1 の実施形態の作用効果を説明するために用いる図である。

10

【図 12】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 1 の実施形態の作用効果を説明するために用いる図である。

【図 13】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 1 の実施形態の作用効果を説明するために用いる図である。

【図 14】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 2 の実施形態のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 15】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 2 の実施形態の作用効果を説明するために用いる図である。

【図 16】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 2 の実施形態の作用効果を説明するために用いる図である。

20

【図 17】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 3 の実施形態のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 18】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 4 の実施形態のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 19】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 4 の実施形態の動作を説明するために用いる図である。

【図 20】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 4 の実施形態の要部の構成例を示すブロック図である。

【図 21】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 5 の実施形態のハードウェア構成例を示すブロック図である。

30

【図 22】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 6 の実施形態のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 23】この発明によるノイズ低減音声再生装置の第 7 の実施形態のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 24】この発明によるノイズ低減音声再生装置の他の実施形態のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 25】NR 処理を説明するための図である。

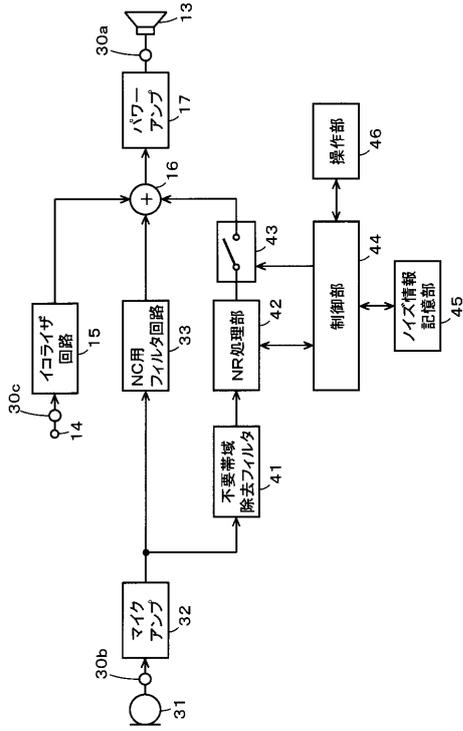
【符号の説明】

【0212】

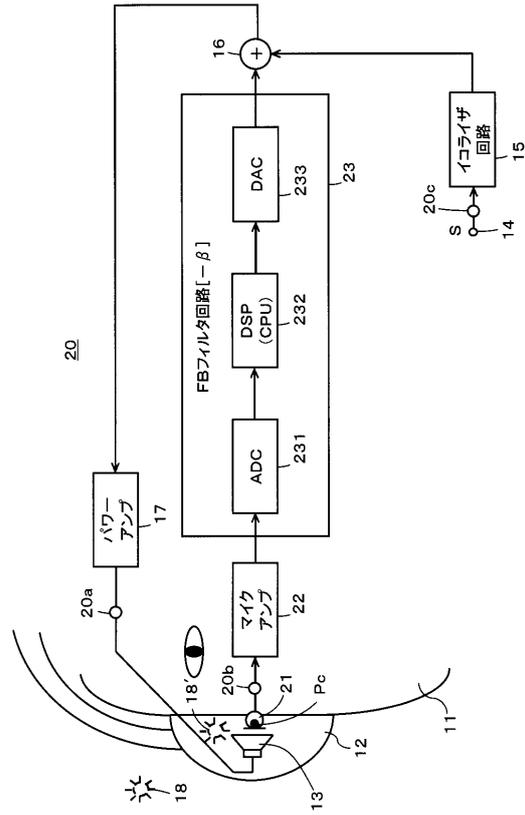
13 ... 電気 - 音響変換手段の例としてのヘッドホンドライバーユニット、31 ... 音響 - 電気変換手段の例としてのマイクロホン、23 ... NC 用フィルタ回路 (FB フィルタ回路)、33 ... NC 用フィルタ回路 (FF フィルタ回路)、42, 420 ... NR 処理部、44 ... 制御部、45 ... ノイズ情報記憶部、46 ... 音声モニターボタンを備える操作部、500 ... 音声強調回路

40

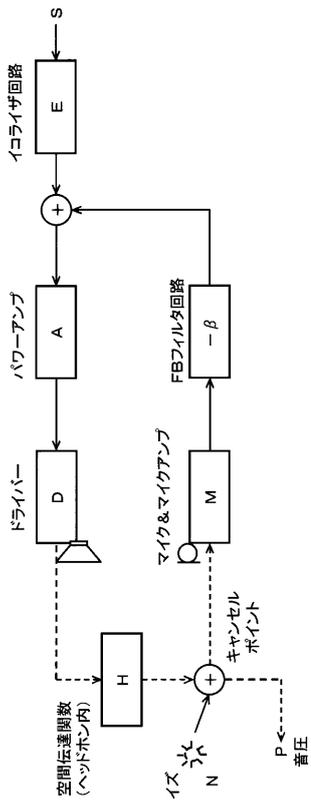
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

$$P = \frac{1}{1+ADHM\beta} N + \frac{AHD}{1+ADHM\beta} ES \quad \dots(式1)$$

$$\left| \frac{1}{1+ADHM\beta} \right| < 1 \quad \dots(式2)$$

$$E = (1+ADHM\beta) \quad \dots(式3)$$

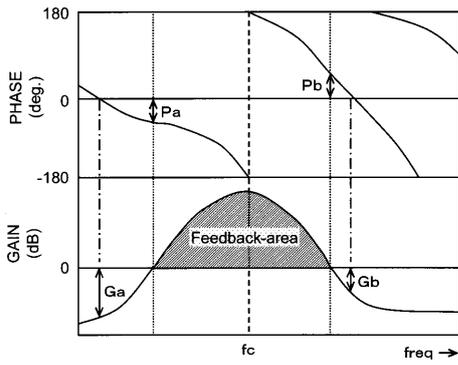
$$P = \frac{1}{1+ADHM\beta} N + ADHS \quad \dots(式4)$$

$$P = -F'ADHM\alpha N + FN + ADHS \quad \dots(式5)$$

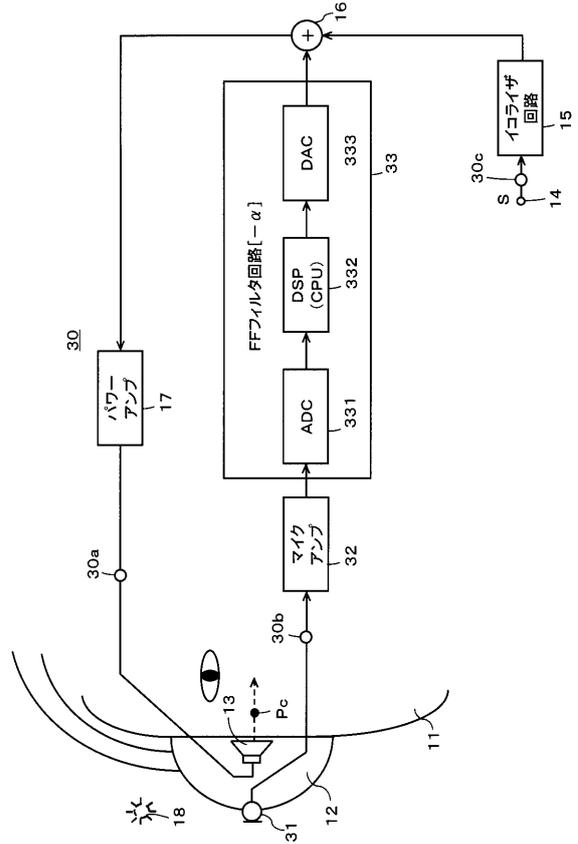
$$P = -F'ADHM\alpha \quad \dots(式6)$$

$$P = ADHS \quad \dots(式7)$$

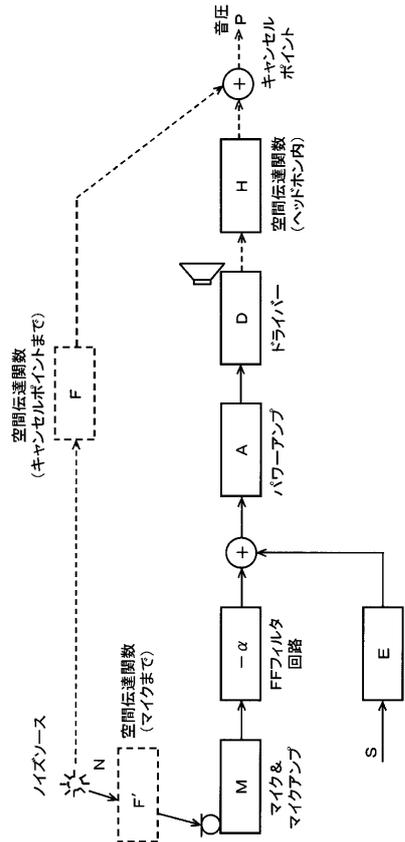
【図5】



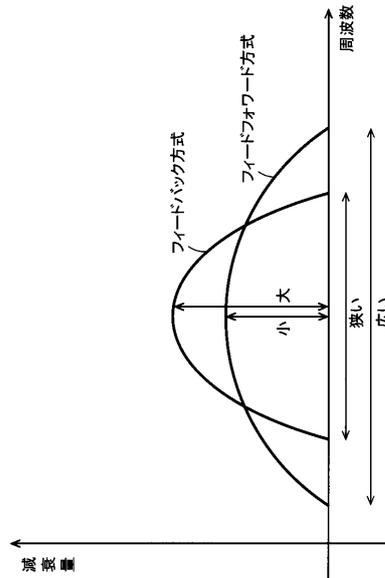
【図6】



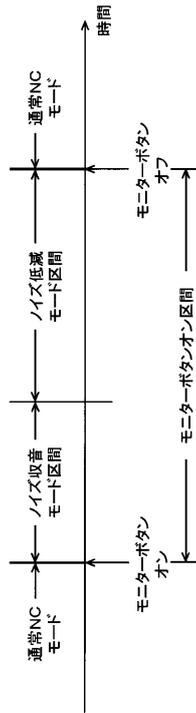
【図7】



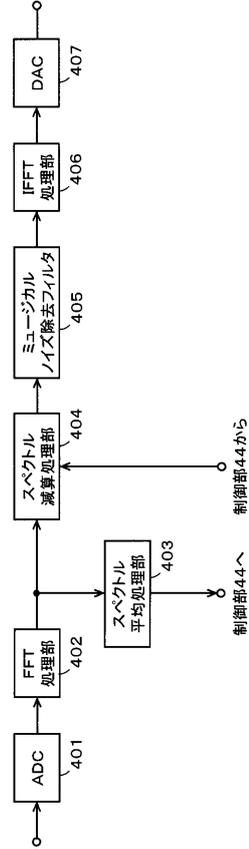
【図8】



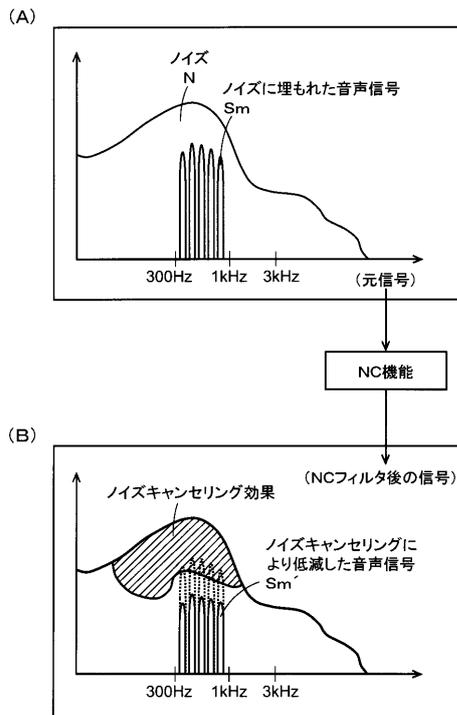
【図9】



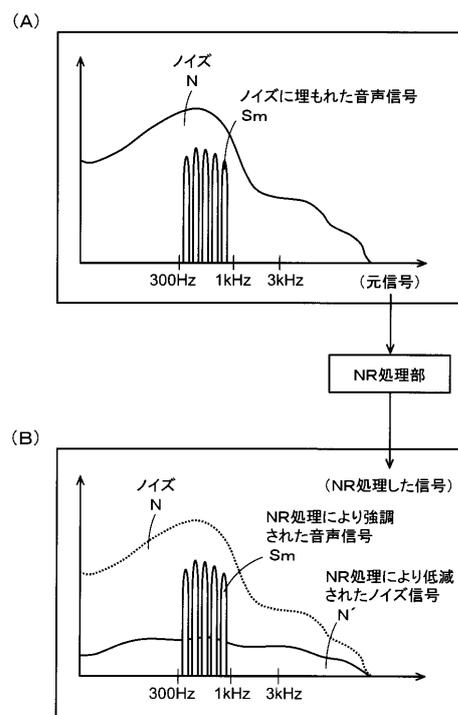
【図10】



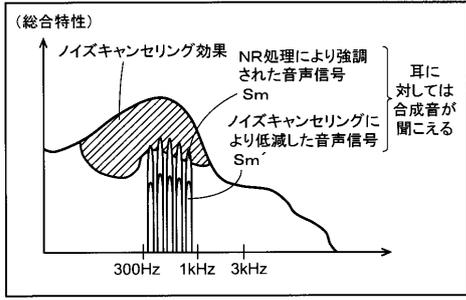
【図11】



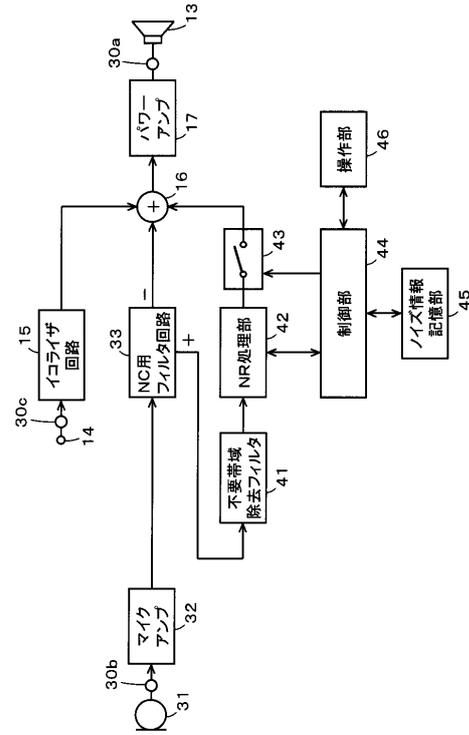
【図12】



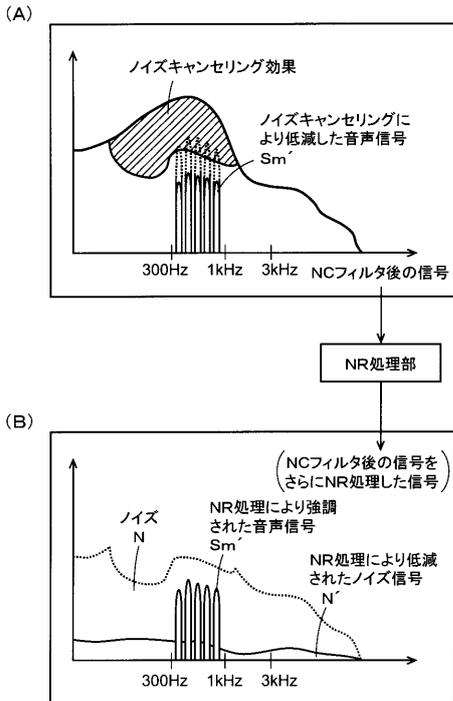
【図13】



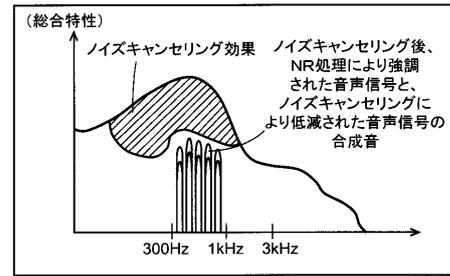
【図14】



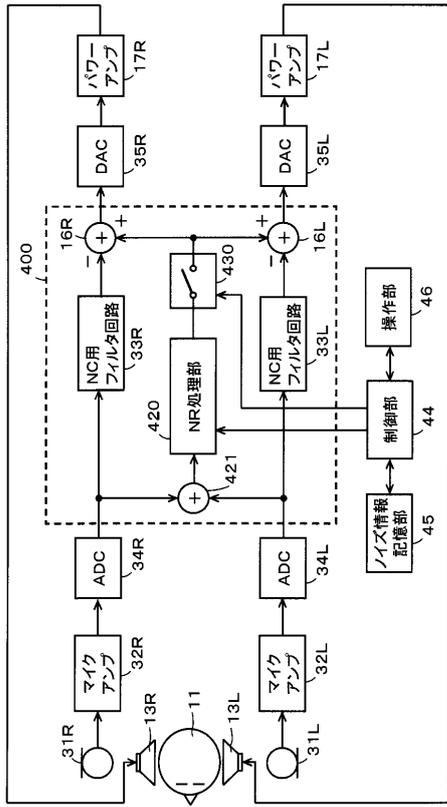
【図15】



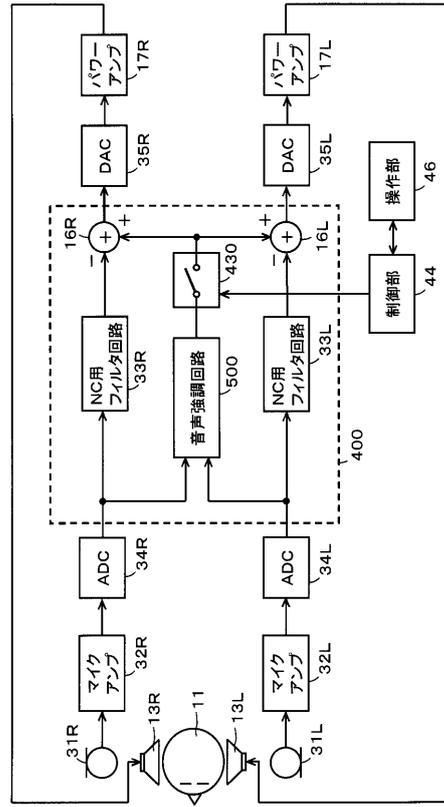
【図16】



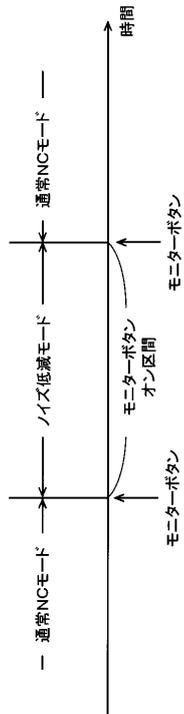
【図17】



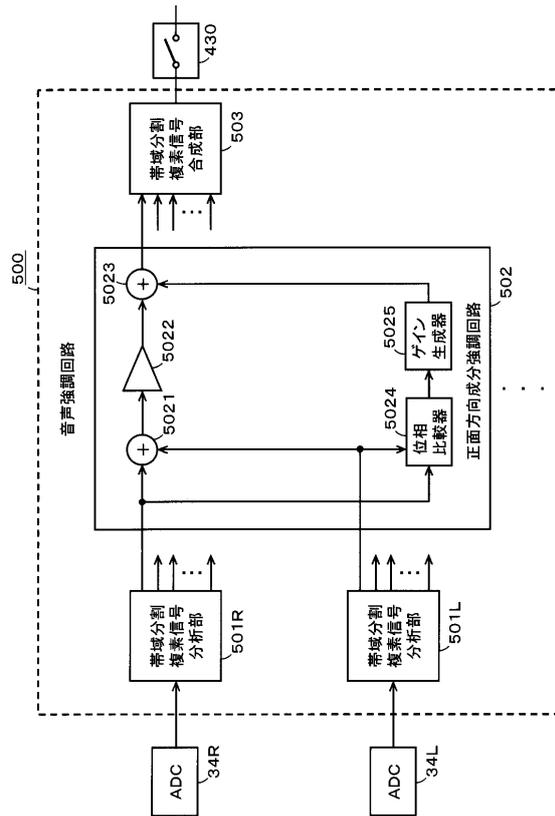
【図18】



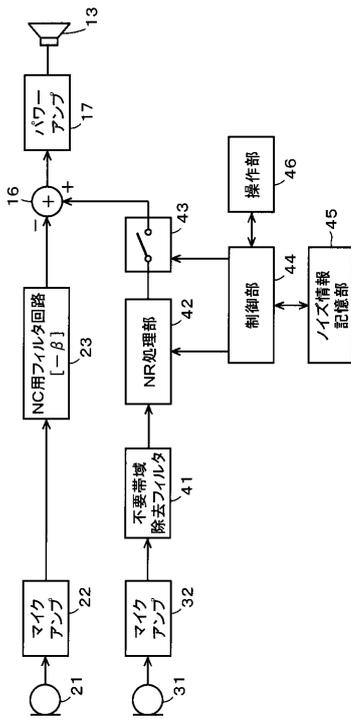
【図19】



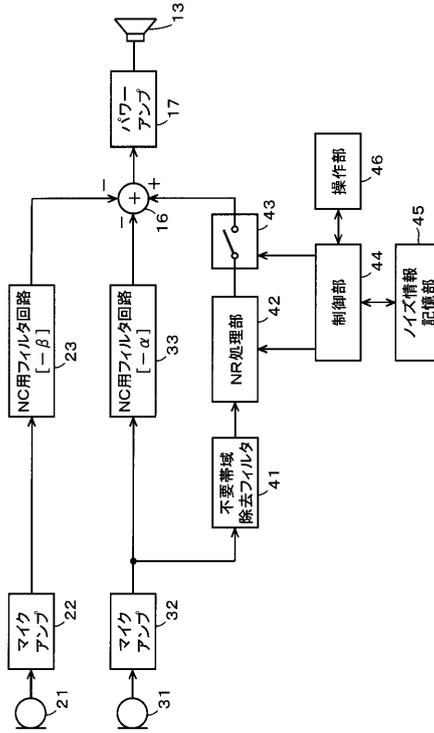
【図20】



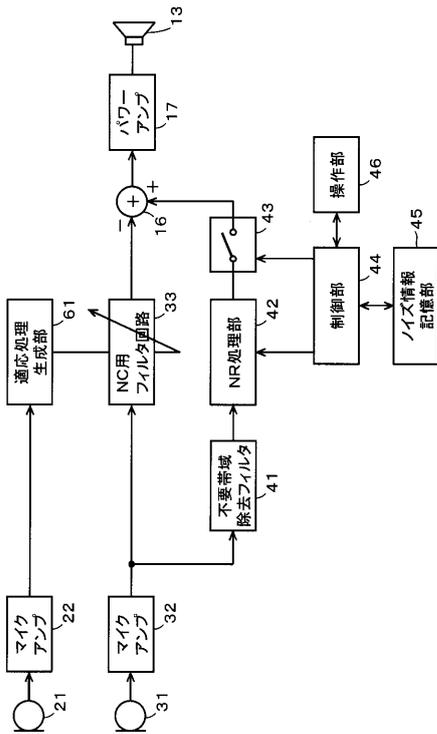
【図 2 1】



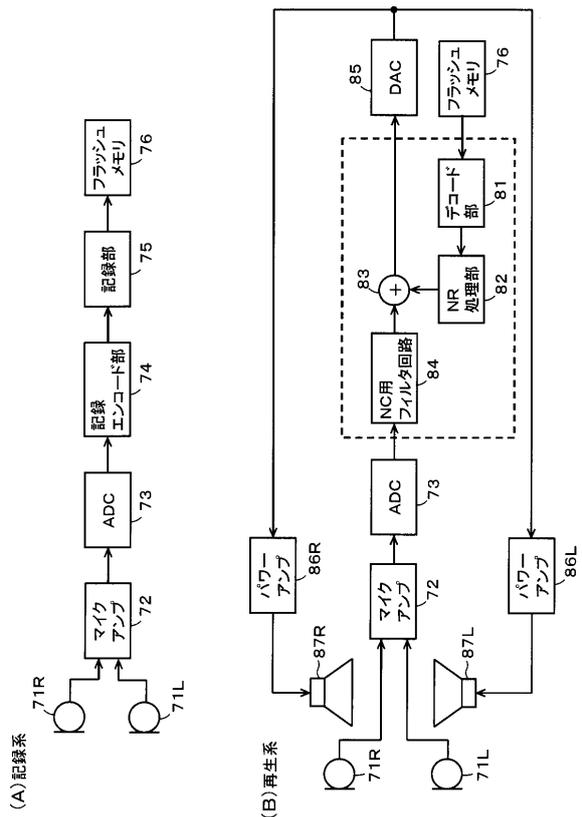
【図 2 2】



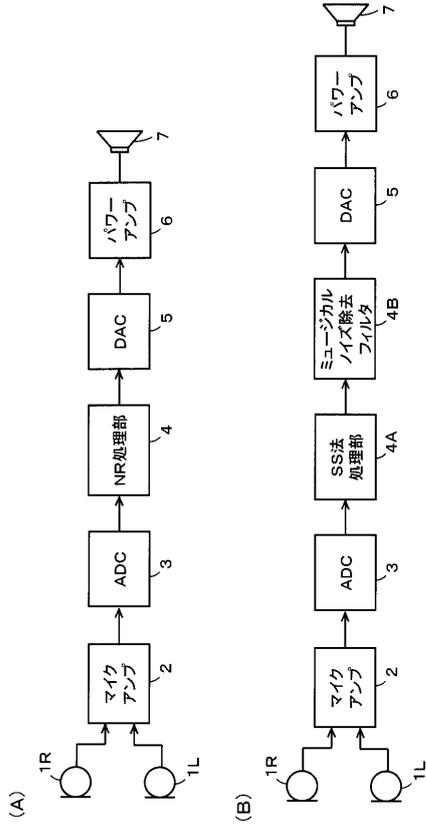
【図 2 3】



【図 2 4】



【 図 25 】



フロントページの続き

- (72)発明者 板橋 徹徳
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 大栗 一敦
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 鈴木 圭一郎

- (56)参考文献 特表平06-503897(JP,A)
特開平02-039799(JP,A)
特開平08-160994(JP,A)
特開2007-336460(JP,A)
特開2004-325284(JP,A)
特開平07-264699(JP,A)
特開2008-042508(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 3/00 - 3/12
G10K 11/00 - 11/16
H04R 1/10