

(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2008-164670

(P2008-164670A)

(43) 公開日 平成20年7月17日(2008.7.17)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
G10L	21/02	(2006.01)	G10L	21/02	102Z	5D005
G10K	11/178	(2006.01)	G10K	11/16	H	5D061
G10L	13/00	(2006.01)	G10L	21/02	102B	
HO4R	1/10	(2006.01)	G10L	13/00	100C	
			HO4R	1/10	101B	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2006-350961 (P2006-350961)
 (22) 出願日 平成18年12月27日 (2006.12.27)

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100091546
 弁理士 佐藤 正美
 (72) 発明者 浅田 宏平
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 (72) 発明者 佐々木 徹
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
 Fターム(参考) 5D005 BB04
 5D061 FF02

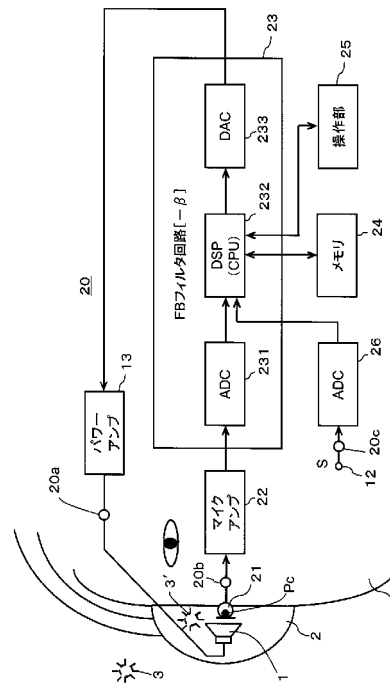
(54) 【発明の名称】 音声出力装置、音声出力方法、ノイズ低減装置、ノイズ低減方法、ノイズ低減処理用プログラム、ノイズ低減音声出力装置およびノイズ低減音声出力方法

(57) 【要約】

【課題】 種々のノイズ環境特性に適合するノイズ低減特性を容易に選定できる。

【解決手段】 收音手段 2 1 で收音して得たノイズの信号から当該ノイズを低減するためのノイズ低減音声信号を生成し、このノイズ低減音声信号を音響再生して、ノイズと音響的に合成することにより、ノイズを低減するノイズ低減装置である。ノイズ低減音声信号生成手段 2 3 2 は、收音手段 2 1 からの信号からノイズ低減音声信号を生成する。ノイズ低減音声信号生成手段のノイズ低減特性を切り換える切換手段を設ける。切換手段によるノイズ低減特性の切り換え変更時に、音声信号に対するノイズ低減効果を抑止してノイズ低減処理が施されていない音声信号を出力する効果オフ期間を設け、当該効果オフ期間の後、変更後のノイズ低減特性によりノイズ低減音声信号生成手段がノイズ低減音声信号を生成するように制御する制御手段を設ける。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音声信号を音響再生出力するものであって、前記音声信号に対して複数の処理を切り換え変更して施すことが可能な音声出力装置において、

前記処理の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記処理を実質上停止して、前記処理が施されていない音声出力する処理オフ期間を設け、当該処理オフ期間の後、変更後の処理を施すようにする

ことを特徴とする音声出力装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の音声出力装置において、

前記処理の切り換え変更時に、処理の切り換え変更をユーザに告知する告知手段を設ける

ことを特徴とする音声出力装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の音声出力装置において、

前記処理の切り換え変更時に、切り換え後の処理をユーザに告知する告知手段を設けることを特徴とする音声出力装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の音声出力装置において、

前記処理オフ期間の後、変更後の処理の効果を、その最大値まで徐々に上げるように変化させる

ことを特徴とする音声出力装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 に記載の音声出力装置において、

前記処理の切り換え変更時に、変更前の処理の効果を、実質上ゼロまで徐々に下げるように変化させる

ことを特徴とする音声出力装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の音声出力装置において、

当該音声出力装置の筐体がたたかれたことを検知する検知手段を備え、

前記処理の切り換え変更時点は、前記検知手段により、前記筐体がたたかれたことを検知ときである

ことを特徴とする音声出力装置。

30

【請求項 7】

收音手段で收音して得たノイズの信号から前記ノイズを低減するためのノイズ低減音声信号を生成し、前記ノイズ低減音声信号を音響再生して、前記ノイズと音響的に合成することにより、前記ノイズを低減するノイズ低減装置において、

前記收音手段からの信号から前記ノイズ低減音声信号を生成するノイズ低減音声信号生成手段と、

前記ノイズ低減音声信号生成手段のノイズ低減特性を切り換える切換手段と、

前記切換手段による前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記ノイズ低減効果を抑止して、前記ノイズ低減処理が施されていない音声出力する効果オフ期間を設け、当該効果オフ期間の後、変更後の前記ノイズ低減特性により前記ノイズ低減音声信号生成手段は前記ノイズ低減音声信号を生成するようにする制御手段と

を備えることを特徴とするノイズ低減装置。

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載のノイズ低減装置において、

前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、その切り換え変更をユーザに告知する告知手段を設ける

ことを特徴とするノイズ低減装置。

50

【請求項 9】

請求項 7 に記載のノイズ低減装置において、
前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、切り換え後のノイズ低減特性をユーザに告知する告知手段を設ける
ことを特徴とするノイズ低減装置。

【請求項 10】

請求項 8 または請求項 9 に記載のノイズ低減装置において、
前記告知手段は、前記ノイズ低減特性を切り換える前のノイズ低減特性によるノイズ低減効果がオンとなっている状態において、前記告知を行なう
ことを特徴とするノイズ低減装置。

10

【請求項 11】

請求項 7 に記載のノイズ低減装置において、
前記制御手段は、前記効果オフ期間の後、変更後のノイズ低減特性を、その効果を最大値まで徐々に上げるように、変化させる
ことを特徴とするノイズ低減装置。

【請求項 12】

請求項 7 に記載のノイズ低減装置において、
前記制御手段は、前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、変更前のノイズ低減特性を、その効果を実質上ゼロまで徐々に下げるように、変化させた後、前記効果オフ期間とする
ことを特徴とするノイズ低減装置。

20

【請求項 13】

音声信号を音響再生出力する方法であって、前記音声信号に対して複数の処理を切り換え変更して施すことが可能な音声出力方法において、
前記処理の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記処理を実質上停止して、前記処理が施されていない音声を出力する処理オフ期間を設け、当該処理オフ期間の後、変更後の処理を施すようにする
ことを特徴とする音声出力方法。

【請求項 14】

收音手段で收音して得たノイズの信号から前記ノイズを低減するためのノイズ低減音声信号を生成し、前記ノイズ低減音声信号を音響再生して、前記ノイズと音響的に合成する処理系により、前記ノイズを低減するノイズ低減方法において、
前記処理系は、
前記收音手段からの信号から前記ノイズ低減音声信号を生成するためのノイズ低減音声信号生成工程と、
前記ノイズ低減音声信号生成工程におけるノイズ低減特性を切り換える切換工程と、
前記切換工程による前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記ノイズ低減効果を抑止して、前記ノイズ低減処理が施されていない音声を出力する効果オフ期間を設け、当該効果オフ期間の後、変更後の前記ノイズ低減特性により前記ノイズ低減音声信号生成手段は前記ノイズ低減音声信号を生成するようにする制御工程と、
を備えることを特徴とするノイズ低減方法。

30

40

【請求項 15】

收音手段で收音して得たノイズの信号から前記ノイズを低減するためのノイズ低減音声信号を生成し、前記ノイズ低減音声信号を音響再生して、前記ノイズと音響的に合成する処理系により前記ノイズを低減するために、前記処理系に、
前記ノイズ低減音声信号を生成するためのノイズ低減音声信号生成工程と、
前記ノイズ低減音声信号生成工程におけるノイズ低減特性を切り換える切換工程と、
前記切換工程による前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記ノイズ低減効果を抑止して、前記ノイズ低減処理が施されていない音声を出力する効果オフ期間を設け、当該効果オフ期間の後、変更後の前記ノイズ低減特性により前記ノイズ

50

低減音声信号生成手段は前記ノイズ低減音声信号を生成するようにする制御工程と、
 を実行させるためのノイズ低減処理用プログラム。

【請求項 16】

装着されたときに、耳の近傍において、入力音声信号を音響再生して再生音声を出力する電気 - 音響変換手段を備えると共に、外部からのノイズを低減するノイズ低減処理部を備えるノイズ低減音声出力装置であって、

前記ノイズ低減処理部は、

前記ノイズを收音する收音手段からの信号から前記ノイズ低減音声信号を生成するノイズ低減音声信号生成手段と、

前記ノイズ低減音声信号生成手段のノイズ低減特性を切り換える切換手段と、

前記切換手段による前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記ノイズ低減効果を抑止して、前記ノイズ低減処理が施されていない音声を出力する効果オフ期間を設け、当該効果オフ期間の後、変更後の前記ノイズ低減特性により前記ノイズ低減音声信号生成手段は前記ノイズ低減音声信号を生成するようにする制御手段と

を備えることを特徴とするノイズ低減音声出力装置。

【請求項 17】

請求項 16 に記載のノイズ低減音声出力装置において、

当該ノイズ低減音声出力装置の筐体がたたかれたことを検知する検知手段を備え、

前記ノイズ低減特性の切り換え変更時点は、前記検知手段により、前記筐体がたたかれたことを検知したときである

ことを特徴とするノイズ低減音声出力装置。

【請求項 18】

装着されたときに、耳の近傍において、入力音声信号を音響再生して再生音声を出力する電気 - 音響変換手段を備えると共に、外部からのノイズを低減するノイズ低減処理部を備えるノイズ低減音声出力装置における音声出力方法であって、

前記ノイズ低減処理部は、

前記ノイズを收音する收音手段からの信号から前記ノイズ低減音声信号を生成するノイズ低減音声信号生成工程と、

前記ノイズ低減音声信号生成工程におけるノイズ低減特性を切り換える切換工程と、

前記切換工程による前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記ノイズ低減効果を抑止して、前記ノイズ低減処理が施されていない音声を出力する効果オフ期間を設け、当該効果オフ期間の後、変更後の前記ノイズ低減特性により前記ノイズ低減音声信号生成手段は前記ノイズ低減音声信号を生成するようにする制御工程と

を備えることを特徴とするノイズ低減音声出力方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば、ヘッドホン装置などの音声出力装置あるいはノイズ低減音声出力装置に関する。また、これら装置に用いるノイズ低減装置およびノイズ低減処理用プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯型のオーディオプレーヤの普及に伴い、当該携帯型のオーディオプレーヤ用のヘッドホンやイヤホンを対象として、外部環境のノイズ（騒音）を低減して、リスナに対して、外部ノイズを低減した良好な再生音場空間を提供するようにしたノイズ低減システムが普及し始めている。

【0003】

この種のノイズ低減システムの一例は、アクティブなノイズ低減を行なうアクティブ方式のノイズ低減システムで、基本的には、次のような構成を備える。すなわち、音響 - 電

10

20

30

40

50

気変換手段としてのマイクロホンで外部ノイズ（騒音）を收音し、その收音したノイズの音声信号から、前記ノイズとは音響的に逆相のノイズ低減音声信号を生成し、当該生成したノイズ低減音声信号を、電気 - 音響変換手段としてのスピーカで音響再生して、前記ノイズと音響的に合成することで、前記ノイズを低減するようにする（特許文献 1（特許第 2778173 号公報）参照）。

【0004】

このアクティブ方式のノイズ低減システムにおいては、従来は、前記ノイズ低減音声信号を生成する部分は、アナログ回路（アナログフィルタ）で構成されており、どのようなノイズ環境でも、それなりのノイズ低減ができるようなフィルタ回路に固定されている。

【0005】

上記の特許文献は、次の通りである。

【特許文献 1】特許第 2778173 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、一般的に、ノイズ環境特性は、周波数特性で観察したとしても、飛行場、駅のプラットフォーム、工場などの場所の環境によって大きく異なっている。したがって、ノイズ低減のためのフィルタ特性は、本来は、各ノイズ環境特性に合わせた最適なものを用いることが望まれる。

【0007】

しかしながら、上述したように、従来のアクティブ方式のノイズ低減システムでは、どのようなノイズ環境においても、それなりのノイズ低減ができるような単一フィルタ特性のフィルタ回路に固定されている。このため、従来のアクティブ方式のノイズ低減システムでは、ノイズ低減しようとしている場所のノイズ環境特性に適合するノイズ低減を行うことはできないという問題があった。

【0008】

そこで、単一のフィルタ特性のフィルタ回路とせずに、種々のフィルタ特性の複数のフィルタ回路を設けて、場所のノイズ環境特性に適合するフィルタ回路を切換選択するようにすることが考えられる。

【0009】

このとき、リスナは、切換選択したフィルタ回路のいずれが、最適なノイズ低減（ノイズキャンセル）効果を発揮したかを、音の聴取により確認することになるが、ノイズ低減フィルタ効果がかかっている状態で、フィルタ特性を切り換えた場合には、それぞれのフィルタ特性の場合のノイズ低減効果を確認し辛いという問題もある。

【0010】

この発明は、以上のような問題点を解決した装置および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】

【0011】

上記の課題を解決するために、請求項 1 の発明は、音声信号を音響再生出力するものであって、前記音声信号に対して複数の処理を切り換え変更して施すことが可能な音声出力装置において、

前記処理の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記処理を実質上停止して、前記処理が施されていない音声信号を出力する処理オフ期間を設け、当該処理オフ期間の後、変更後の処理を施すようにする

ことを特徴とする。

【0012】

この請求項 1 の発明の構成によれば、音声信号に対して複数の処理を切り換え変更して施すことが可能な場合において、切り換え変更時には、必ず一旦、音声信号に対する前記処理を実質上停止する処理オフ期間が設けられるので、その処理オフ期間の音声と、その

10

20

30

40

50

後の処理が施された音声とを比較することで、当該処理の効果をユーザは、容易に確認することができる。

【0013】

また、請求項7の発明は、

收音手段で收音して得たノイズの信号から前記ノイズを低減するためのノイズ低減音声信号を生成し、前記ノイズ低減音声信号を音響再生して、前記ノイズと音響的に合成することにより、前記ノイズを低減するノイズ低減装置において、

前記收音手段からの信号から前記ノイズ低減音声信号を生成するノイズ低減音声信号生成手段と、

前記ノイズ低減音声信号生成手段のノイズ低減特性を切り換える切換手段と、

前記切換手段による前記ノイズ低減特性の切り換え変更時に、前記音声信号に対する前記ノイズ低減効果を抑止して、前記ノイズ低減処理が施されていない音声を入力する効果オフ期間を設け、当該効果オフ期間の後、変更後の前記ノイズ低減特性により前記ノイズ低減音声信号生成手段は前記ノイズ低減音声信号を生成するようにする制御手段と

を備えることを特徴とする。

【0014】

この請求項7の発明の構成によれば、切換手段により、種々のノイズ環境に応じてノイズ低減特性を切換変更することができ、常に、良好なノイズ低減効果を期待することができるようになる。

【0015】

そして、しかも、ノイズ低減特性の切り換え変更時には、必ず一旦、ノイズ低減処理が施されていない音声を入力する効果オフ期間が設けられるので、その効果オフ期間における聴取位置におけるノイズ状況と、その後のノイズ低減処理された聴取位置におけるノイズ状況とを比較することで、当該ノイズ低減処理効果を、ユーザは、容易に確認することができるという効果がある。

【発明の効果】

【0016】

請求項1の発明によれば、音声信号に対する処理の切り換え変更時には、必ず一旦、音声信号に対する前記処理を実質上停止する処理オフ期間が設けられ、その処理オフ期間の音声と、その後の処理が施された音声とを比較することで、当該処理の効果をユーザは、容易に確認することができる。

【0017】

また、請求項7の発明によれば、切換手段により、種々のノイズ環境に応じてノイズ低減特性を切換変更することができ、常に、良好なノイズ低減効果を期待することができる。その上、ノイズ低減特性の切り換え変更時には、必ず一旦、ノイズ低減処理が施されていない音声を入力する効果オフ期間が設けられるので、その効果オフ期間における聴取位置におけるノイズ状況と、その後のノイズ低減処理された聴取位置におけるノイズ状況とを比較することで、ユーザは、当該ノイズ低減処理効果を、容易に確認することができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、この発明の実施形態の幾つかを、図を参照しながら説明する。なお、以下に説明する実施形態は、いずれも、この発明によるノイズ低減装置の実施形態を、この発明による音声出力装置またはノイズ低減音声出力装置の実施形態としてのヘッドホン装置に適用した場合である。

【0019】

また、以下に説明するノイズ低減装置の実施形態は、デジタル処理回路の構成として、ノイズ低減音声信号生成部は、デジタルフィルタの構成とし、そのフィルタ係数を切換変更することにより、複数の異なるノイズ環境に応じて、ノイズ低減特性を切り換えるようにするものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

この発明によるノイズ低減装置は、アナログ処理回路の構成とすることもできるが、その場合には、複数のノイズ環境に応じたフィルタ回路は、それぞれハードウェア回路として設けて、それを切り換える必要がある。しかしながら、このように複数個のフィルタ回路を設けて、その一つを切換選択するように構成した場合には、ハードウェア構成が大規模になり、コスト高ともなってしまうという問題があり、携帯機器に使用するノイズ低減システムとしては、実用的ではない。そこで、この実施形態では、デジタル処理回路の構成とするものである。

【 0 0 2 1 】

[第 1 の実施形態 (フィードバック方式のノイズ低減装置)]

以下に説明するこの発明によるノイズ低減装置の実施形態は、アクティブなノイズ低減を行なうシステムの構成であるが、アクティブなノイズ低減システムとしては、フィードバック方式 (フィードバック型) と、フィードフォワード方式 (フィードフォワード型) とがある。この発明は、いずれの方式のノイズ低減システムにも適用可能である。

10

【 0 0 2 2 】

まず、フィードバック方式のノイズ低減システムに、この発明によるノイズ低減装置を適用した実施形態について説明する。図 1 は、この発明によるノイズ低減装置の実施形態を適用したヘッドホン装置の実施形態の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 2 3 】

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) 1 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、後述する他の実施形態の場合も同様である。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。

20

【 0 0 2 4 】

図 1 では、リスナ 1 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 1 の右耳が右耳用ヘッドホン筐体 (ハウジング部) 2 により覆われている状態を示している。ヘッドホン筐体 2 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、単にドライバという) 1 1 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

音声信号入力端 1 2 は、聴取対象の音声信号 S が入力される端子部であるが、これは、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。この音声信号入力端 1 2 と、左右の耳用のドライバ 1 1 との間の音声信号伝送路中には、パワーアンプ 1 3 の他、後述する、收音手段 (音響 - 電気変換手段) としてのマイクロホン 2 1、マイクロホンアンプ (以下、単にマイクアンプという) 2 2、ノイズ低減用のフィルタ回路 2 3、メモリ 2 4、操作部 2 5などを備えるノイズ低減装置部 2 0 が設けられる構成とされている。

30

【 0 0 2 6 】

図示は省略するが、このノイズ低減装置部 2 0 とドライバ 1 1、マイクロホン 2 1、また、音声信号入力端 1 2 を構成するヘッドホンプラグとの間は、接続ケーブルで接続されている。2 0 a、2 0 b、2 0 c は、ノイズ低減装置部 2 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。

40

【 0 0 2 7 】

この図 1 の第 1 の実施形態では、リスナ 1 の音楽聴取環境において、ヘッドホン筐体 2 の外のノイズ源 3 から、ヘッドホン筐体 2 内のリスナ 1 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。

【 0 0 2 8 】

フィードバック方式のノイズ低減システムにおいては、リスナ 1 の音楽聴取位置であるところの、ノイズとノイズ低減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 P c) でのノイズをマイクロホンで收音するものである。

50

【0029】

したがって、この第1の実施形態においては、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）2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、つまりドライバー11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。

【0030】

そして、そのマイクロホンで収音したノイズの逆相成分を、ノイズ低減音声信号生成部で、ノイズ低減音声信号として生成し、その生成したノイズ低減音声信号をドライバー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ものである。

10

【0031】

ここで、ノイズ源3におけるノイズと、ヘッドホン筐体2内に入り込んだノイズ3'とは同じ特性ではない。しかし、フィードバック方式のノイズ低減システムにおいては、ヘッドホン筐体2内に入り込んだノイズ3'、すなわち、低減対象のノイズ3'を、マイクロホン21で収音することになる。

【0032】

したがって、フィードバック方式では、ノイズ低減音声信号生成部は、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3'をキャンセルするように、前記ノイズ3'の逆相成分を生成すればよい。

20

【0033】

この実施形態では、フィードバック方式のノイズ低減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ノイズ低減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。

【0034】

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。

【0035】

この実施形態では、DSP232には、図2に示すように、デジタルフィルタ回路2321と、ゲイン可変回路2322と、加算回路2323と、デジタルイコライザ回路2324と、制御回路2325が構成されている。

30

【0036】

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のデジタルフィルタ回路2321に供給される。

【0037】

DSP232のデジタルフィルタ回路2321は、フィードバック方式のデジタルノイズ低減音声信号を生成するためのデジタルフィルタである。このデジタルフィルタ回路2321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ノイズ低減音声信号を生成する。デジタルフィルタ回路2321に設定されるフィルタ係数は、この実施形態では、制御回路2325により、メモリ24から読み出されて供給される。

40

【0038】

この実施形態では、メモリ24には、種々の異なる複数のノイズ環境におけるノイズを、DSP232のデジタルフィルタ回路2321で生成するフィードバック方式によるノイズ低減音声信号により低減することができるようにするために、後述するような複数個（複数セット）のパラメータとしてのフィルタ係数が記憶されている。

50

【 0 0 3 9 】

制御回路 2 3 2 5 は、このメモリ 2 4 から、前記複数個のフィルタ係数のうちから選定した特定の 1 個 (1 セット) のフィルタ係数を読み出して、デジタルフィルタ回路 2 3 2 1 に設定するようにする。

【 0 0 4 0 】

そして、この実施形態では、制御回路 2 3 2 5 に対しては、操作部 2 5 の操作出力信号が供給されており、制御回路 2 3 2 5 は、この操作部 2 5 からの操作出力信号に応じて、メモリ 2 4 から特定の 1 個 (1 セット) のフィルタ係数を選択して読み出し、デジタルフィルタ回路 2 3 2 1 に設定するようにする。

【 0 0 4 1 】

なお、この実施形態では、ノイズ環境に応じた各フィルタ係数セットがデジタルフィルタ回路 2 3 2 1 に設定されることにより、各フィルタ係数に応じたノイズキャンセル用フィルタ (以下、NC フィルタ) が構成されて、対応するノイズ低減音声信号が生成される。そこで、以下の説明においては、ノイズ環境に応じた NC フィルタがデジタルフィルタ回路 2 3 2 1 にそれぞれ構成される各状態を、ノイズモードと称し、後述するように、各ノイズ環境に応じた名称を各ノイズモードに付与することとする。したがって、フィルタ係数の切り換え変更は、ノイズモード (以下、単にモードという場合もある) の変更に対応するものである。

【 0 0 4 2 】

操作部 2 5 は、この実施形態では、ノイズモードを切り換え指示を行なうためのモード切替ボタンを備える。このモード切替ボタンは、この例では、ノンロック式の押しボタンスイッチが用いられる。そして、この実施形態では、ユーザが操作部 2 5 のモード切替ボタンを押下する毎に、ノイズモードが、後述するように、メモリ 2 4 に記憶されているフィルタ係数に応じたノイズモードにサイクリックに変更される。

【 0 0 4 3 】

そして、DSP 2 3 2 のデジタルフィルタ 2 3 2 1 では、以上のようにして、制御回路 2 3 2 5 を介してメモリ 2 4 から選択的に読み出されて設定されたフィルタ係数に応じたデジタルノイズ低減音声信号を生成する。

【 0 0 4 4 】

そして、デジタルフィルタ回路 2 3 2 1 で生成されたデジタルノイズ低減音声信号は、図 2 に示すように、ゲイン可変回路 2 3 2 2 を通じて加算回路 2 3 2 3 に供給される。ゲイン可変回路 2 3 2 2 は、後述するように、制御回路 2 3 2 5 の制御を受けて、ノイズモードの切替変更時に、ゲイン制御される。

【 0 0 4 5 】

一方、音声信号入力端 1 2 を通じた聴取対象の音声信号 S (例えば音楽信号) が、A / D 変換回路 2 6 でデジタル音声信号に変換された後、DSP 2 3 2 のデジタルイコライザ回路 2 3 2 4 に供給されて、音声信号 S についての振幅 - 周波数特性補正や位相 - 周波数特性補正あるいはその両方などの音質補正がなされる。

【 0 0 4 6 】

フィードバック方式のノイズ低減装置の場合には、デジタルフィルタ 2 3 2 1 のフィルタ係数を変更してノイズ低減カーブ (ノイズ低減特性) を変更したときには、外部入力される聴取対象の音声信号 S は、ノイズ低減効果の周波数カーブ (周波数特性) に対応した影響を受けるため、デジタルフィルタ 2 3 2 1 のフィルタ係数の変更に応じて、イコライザ特性の変更が必要になる。

【 0 0 4 7 】

そこで、この第 1 の実施形態では、メモリ 2 4 に、デジタルフィルタ 2 3 2 1 に設定する複数個のフィルタ係数のそれぞれに対応させて、デジタルイコライザ回路 2 3 2 4 のイコライザ特性を変更するためのパラメータを記憶させておき、制御回路 2 3 2 5 が、フィルタ係数の変更に応じたパラメータをデジタルイコライザ回路 2 3 2 4 に供給するようにして、そのイコライザ特性を変更するように構成している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

そして、このデジタルイコライザ回路 2 3 2 4 の出力音声信号は、加算回路 2 3 2 3 に供給されて、ゲイン可変回路 2 3 2 2 からのノイズ低減音声信号と加算される。そして、その加算信号が、DSP 2 3 2 の出力として D / A 変換回路 2 3 3 に供給され、この D / A 変換回路 2 3 3 においてアナログ音声信号に変換される。そして、このアナログ音声信号が、FB フィルタ回路 2 3 の出力信号としてパワーアンプ 1 3 に供給される。そして、このパワーアンプ 1 3 からの音声信号がドライバー 1 1 に供給されて、音響再生され、リスナ 1 の両耳（図 1 では右耳のみが示されている）に対して、その再生音が放音されるようにされる。

【 0 0 4 9 】

この音響再生されてドライバー 1 1 により放音される音声には、FB フィルタ 2 3 において生成されたノイズ低減音声信号による音響再生成分が含まれる。このドライバー 1 1 で音響再生された放音された音声のうちの、ノイズ低減音声信号による音響再生成分とノイズ 3' 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 P c では、ノイズ 3' が低減（キャンセル）される。

【 0 0 5 0 】

以上説明したフィードバック方式のノイズ低減装置のノイズ低減動作について、伝達関数を用いて、図 3 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 1 】

すなわち、図 1 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 1 3 の伝達関数、D はドライバー 1 1 の伝達関数、M はマイクロホン 2 1 およびマイクアンプ 2 2 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（デジタルフィルタ 2 3 2 1）の伝達関数である。また、H はドライバー 1 1 からマイクロホン 2 1 までの空間の伝達関数、E は聴取目的の音声信号 S にかかるイコライザ回路 2 3 2 4 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 2 】

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 2 内のマイクロホン 2 1 位置近辺に侵入してきたノイズであり、P はリスナ 1 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 2 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 2 が音圧を受けて振動した結果としてヘッドホン筐体 2 内部に音が伝わる場合などが考えられる。

【 0 0 5 3 】

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、 $1 / (1 + A D H M)$ 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 4 】

一般的には、フィードバック方式のノイズ低減システムにおける各伝達関数の積の絶対値が 1 以上（ $1 + |A D H M|$ ）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 5 】

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 2 1 からドライバー 1 1 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 6 】

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、

10

20

30

40

50

- ・位相 0 deg . の点を通過するとき、ゲインは 0 dB より小さくなくてはならない
- ・ゲインが 0 dB 以上であるとき、位相 0 deg . 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 7 】

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 8 】

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ドライバーから再生する場合について説明する。

10

【 0 0 5 9 】

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、ヘッドホンのドライバーで再生すべきものの信号総称である。

【 0 0 6 0 】

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 6 1 】

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、 H がドライバー 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 3、ドライバー 1 1 の特性の伝達関数であるので、通常のノイズ低減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 3 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。

20

【 0 0 6 2 】

以上のようにして、図 1 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、十分なノイズ低減効果を得るためには、 $DSP232$ 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。

30

【 0 0 6 3 】

前述したように、ノイズが発生しているノイズ環境には、種々存在し、そのノイズの周波数特性や位相特性は、それぞれのノイズ環境に応じたものとなっている。このため、単一のフィルタ係数では、すべてのノイズ環境において、十分なノイズ低減効果を得ることができることは期待できない。

【 0 0 6 4 】

そこで、この実施形態では、前述したように、メモリ 2 4 に、種々のノイズ環境に応じた複数個（複数セット）のフィルタ係数を、予め記憶して用意しておき、その複数個のフィルタ係数から、適切と考えられるものを、選択して読み出し、 FB フィルタ回路 2 3 の $DSP232$ に構成されているデジタルフィルタ回路 2 3 2 1 に設定するようにする。

40

【 0 0 6 5 】

デジタルフィルタ 2 3 2 1 に設定するフィルタ係数は、種々様々なノイズ環境のそれぞれにおいてノイズを收音して、そのノイズを低減（キャンセル）することができる、適切なものを、予め、算出して、メモリ 2 4 に記憶しておくようにすることが望ましい。例えば、駅のプラットフォーム、飛行場、地上を走る電車の中、地下鉄の電車の中、町の雑踏、大型店舗内、など、種々のノイズ環境におけるノイズを、收音して、そのノイズを低減（キャンセル）することができる、適切なものを、予め、算出して、メモリ 2 4 に記憶しておくようにする。

【 0 0 6 6 】

すなわち、複数のノイズ環境のそれぞれ、つまり、複数のノイズモードのそれぞれに応

50

じたフィルタ係数のセットを、予め算出して、メモリ 2 4 に記憶しておくようにする。

【 0 0 6 7 】

そして、この第 1 の実施形態では、メモリ 2 4 に記憶されている複数個（複数セット）のフィルタ係数からの、適切なフィルタ係数の選択は、ユーザが手動で行なうようにする。そのため、ユーザが操作する操作部 2 5 が、DSP 2 3 2 の制御回路 2 3 2 5 に対して接続されている。

【 0 0 6 8 】

この実施形態では、操作部 2 5 は、前述したように、フィルタ係数の変更操作手段（ノイズモードの切換変更手段）として例えばノンロック式の押しボタンスイッチからなるモード切換ボタンを備えており、当該モード切換ボタンをリスナが押下する毎に、制御回路 2 3 2 5 は、メモリ 2 4 から読み出すフィルタ係数のセットを変更して、デジタルフィルタ回路 2 3 2 1 に供給するようにする。

【 0 0 6 9 】

すなわち、図 6 に示すように、制御回路 2 3 2 5 は、モード切換ボタンの押下によるモード切換操作を検知する毎に、メモリ 2 4 から読み出すデジタルフィルタ 2 3 2 1 に供給するフィルタ係数を変更して、デジタルフィルタ 2 3 2 1 により構成される NC フィルタのフィルタ特性を切換変更する。

【 0 0 7 0 】

ここで、制御回路 2 3 2 5 では、メモリ 2 4 に記憶されている、複数のノイズモードに応じた複数個（複数セット）のフィルタ係数の読み出しに際しては、予め、ノイズモードの順番に読み出し順序を決めておき、ノイズモードの切換変更操作指示があったと判別したときには、その読み出し順序に従って、複数個のフィルタ係数を順番に、かつ、サイクリックに読み出し変更するようにする。

【 0 0 7 1 】

例えば、図 6 の例の場合には、1 番目のノイズモードは飛行機モード（飛行機内のノイズ環境モード）、2 番目のノイズモードは電車モード（電車内のノイズ環境モード）、3 番目のノイズモードは地下鉄モード（地下鉄の電車内のノイズ環境モード）、4 番目のノイズモードは屋外店舗モード（店舗の屋外のノイズ環境モード）、5 番目のノイズモードは屋内店舗モード（店舗の屋内のノイズ環境モード）、・・・というように、定められており、各ノイズモードに応じた NC フィルタ 1、NC フィルタ 2、NC フィルタ 3、NC フィルタ 4、NC フィルタ 5、・・・が、それぞれのノイズモードにおいて、デジタルフィルタ回路 2 3 2 1 により構成される。

【 0 0 7 2 】

例えば、簡単な例として、メモリ 2 4 に、図 7 に示す「ノイズ減衰カーブ（ノイズ減衰特性）」で表されるような 4 種のノイズ低減効果を得ることができるパラメータのセット、つまり、フィルタ係数のセットが、書き込まれているとする。この図 7 の例では、ノイズが、低域、中低域、中域、広帯域のそれぞれに主として分布する場合の 4 種類のノイズモードのノイズ特性に対して、それぞれのノイズモードの場合におけるノイズを低減するカーブ特性を得るようにするフィルタ係数のセットが、メモリ 2 4 に記憶されている場合である。

【 0 0 7 3 】

この場合に、図 7 に示すように、ノイズが低域に主として分布する場合をノイズ低減する低域重視カーブのノイズ低減特性を得るフィルタ係数を 1 番目、ノイズが中低域に主として分布する場合をノイズ低減する中低域重視カーブのノイズ低減特性を得るフィルタ係数を 2 番目、ノイズが中域に主として分布する場合をノイズ低減する中域重視カーブのノイズ低減特性を得るフィルタ係数を 3 番目、ノイズが広帯域に分布する場合をノイズ低減する広帯域カーブのノイズ低減特性を得るフィルタ係数を 4 番目、としたとき、プッシュスイッチが押下されて、フィルタ係数の変更操作指示がなされる毎に、1 番目 2 番目 3 番目 4 番目 1 番目・・・というように、メモリ 2 4 から読み出すフィルタ係数を変更するようにする。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

リスナ 1 は、このようにノイズモードを切換変更することで、各ノイズモードでのノイズ低減効果を、自分の耳で確認して、十分なノイズ低減効果が得られたと感じられたフィルタ係数が読み出されているノイズモードとなったら、それ以降は、モード切換ボタンの押下をやめるようにする。すると、制御回路 2 3 2 5 は、そのときに読み出しているフィルタ係数を、その後も継続して読み出す状態になり、ユーザが選択したノイズモードのフィルタ係数の読み出し状態に制御されることになる。

【 0 0 7 5 】

なお、上述の図 7 の例は、前述のように、実際的に各ノイズ環境におけるノイズを測定して、それに対応するフィルタ係数を設定するのではなく、ノイズが、低域、中低域、中域、広帯域の 4 種類に分布する状態を想定し、それぞれの場合におけるノイズを低減するカーブ特性を得るように、フィルタ係数を設定して、メモリ 2 4 に記憶した場合に相当している。

10

【 0 0 7 6 】

このような簡易的なノイズモードに応じて設定したフィルタ係数であっても、この実施形態のノイズ低減装置によれば、それぞれのノイズ環境に適したフィルタ係数を選定することができるので、従来のアナログフィルタ方式のような固定的にフィルタ係数を定める場合に比べて、より有効なノイズ低減効果が得られる。

【 0 0 7 7 】

この場合に、ノイズモードの切換変更時における各ノイズモードでのノイズ低減効果を、より確実にリスナが確かめられるようにするため、この実施形態では、制御回路 2 3 2 5 では、モード切換変更時には、次のように制御する。

20

【 0 0 7 8 】

[第 1 の例]

図 8 は、この実施形態における制御回路 2 3 2 5 のモード切換変更時の制御の第 1 の例を説明するための図である。

【 0 0 7 9 】

この例においては、制御回路 2 3 2 5 は、モード切換ボタンの押下操作がなされた判別したときに、単に、フィルタ係数を変更して、デジタルフィルタ 2 3 2 1 に構成される NC フィルタを切り換えるだけでなく、図 8 に示すように、モード切換ボタンの押下操作がなされた直後には、デジタルフィルタ 2 3 2 1 によるノイズ低減効果をゼロにして、実質上、ノイズ低減効果をオフにするノイズ低減効果オフ区間 A を所定時間分だけ設けるようにする。

30

【 0 0 8 0 】

そして、制御回路 2 3 2 5 は、このノイズ低減効果オフ区間 A が終了したら、切換後のノイズモードの NC フィルタによるノイズ低減効果を、その最大値まで漸増させるようにするノイズ低減効果漸増区間 B を所定時間分だけ設ける。

【 0 0 8 1 】

そして、制御回路 2 3 2 5 は、このノイズ低減漸増区間 B が終了したら、切換後のノイズモードの NC フィルタによるノイズ低減効果を、その最大値で固定するようにする。図 8 では、ノイズ低減効果を最大値で固定する区間を区間 C として示している。

40

【 0 0 8 2 】

ノイズ低減効果オフ区間 A と、ノイズ低減漸増区間 B の区間長 (時間長) は、それぞれ適切な長さに設定される。例えば区間 A は 3 秒間、区間 B は 4 秒間に設定される。区間 C は、次にモード切換ボタンが押下操作される時点が終点となる区間であって、一定ではない。

【 0 0 8 3 】

なお、この実施形態では、ノイズ低減効果漸増区間 B は、一定時間とされるが、各ノイズモードにおける NC フィルタのノイズ低減量の最大値は同じではないので、ノイズ低減効果の漸増の傾きは、各ノイズモードにおける NC フィルタのノイズ低減量の最大値に

50

じて異なるものとなる。

【 0 0 8 4 】

この第 1 の例の場合における制御回路 2 3 2 5 における制御のフローチャートを図 9 に示す。すなわち、制御回路 2 3 2 5 は、操作部 2 5 からの操作信号を監視して、前記モード切替ボタンが押下されて、ノイズモードの切替変更操作指示があったか否か判別する（ステップ S 1 1）。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 1 で、ノイズモードの切替変更操作指示が無いと判別したときには、制御回路 2 3 2 5 は、このステップ S 1 1 を繰り返し、ノイズモードの切替変更操作指示を待つ。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 1 で、ノイズモードの切替変更操作指示があったと判別したときには、制御回路 2 3 2 5 は、メモリ 2 4 から読み出すフィルタ係数のセットを、それまでとは異なる次順の NC フィルタのフィルタ係数に変更して、デジタルフィルタ回路 2 3 2 1 に供給するようにする（ステップ S 1 2）。

【 0 0 8 7 】

次に、制御回路 2 3 2 5 は、ノイズ低減効果オフ区間 A を時間タイマーにて設定し（ステップ S 1 3）、ゲイン可変回路 2 3 2 2 のゲイン G をゼロに制御する（ステップ S 1 4）。そして、制御回路 2 3 2 5 は、時間タイマーを監視して、ノイズ低減効果オフ区間 A が終了したか否か判別し（ステップ S 1 5）、ノイズ低減効果オフ区間 A が終了していなければ、ステップ S 1 4 に戻ってゲイン可変回路 2 3 2 2 のゲイン G = 0 の状態を維持する。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 5 で、ノイズ低減効果オフ区間 A が終了したと判別したときには、制御回路 2 3 2 5 は、ノイズ低減効果漸増区間 B を時間タイマーにて設定し（ステップ S 1 6）、ゲイン可変回路 2 3 2 2 のゲイン G を、当該ノイズ低減効果漸増区間 B で、そのノイズモードでの NC フィルタの最大ノイズ低減量となるように、dB 軸上でリニアに漸増させる（ステップ S 1 7）。

【 0 0 8 9 】

そして、制御回路 2 3 2 5 は、時間タイマーを監視して、ノイズ低減効果漸増区間 B が終了したか否か判別し（ステップ S 1 8）、ノイズ低減効果漸増区間 B が終了していなければ、ステップ S 1 6 に戻ってゲイン可変回路 2 3 2 2 のゲイン G の漸増を継続する。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 1 8 で、ノイズ低減効果漸増区間 B が終了したと判別したときには、制御回路 2 3 2 5 は、ゲイン可変回路 2 3 2 2 のゲイン G を、当該ノイズモードにおける NC フィルタの最大低減量の状態に固定する（ステップ S 1 9）。そして、その後、ステップ S 1 1 に戻り、モード切替ボタンの押下操作がある毎に、以上の動作を繰り返す。

【 0 0 9 1 】

なお、以上の説明では省略したが、前述したように、この実施形態のフィードバック方式のノイズ低減処理の場合、音声信号 S についてのイコライザ特性も、ノイズ低減効果の変化に応じて制御する必要があり、制御回路 2 3 2 5 は、デジタルイコライザ回路 2 3 2 4 におけるイコライザ特性を、ノイズ低減効果オフ区間 A、ノイズ低減効果漸増区間 B のそれぞれにおいて、ノイズ低減効果のゲイン制御に応じて制御するようにする。

【 0 0 9 2 】

図 1 0 に、ノイズ低減効果オフ区間 A、ノイズ低減効果漸増区間 B および区間 C におけるノイズ低減効果、デジタルフィルタ回路 2 3 2 1 での NC フィルタ特性およびデジタルイコライザ回路 2 3 2 4 のイコライザ特性の変化の例を示す。

【 0 0 9 3 】

[第 2 の例]

この第 2 の例においては、第 1 の例のようなモード切替ボタンの押下操作に基づくノイ

10

20

30

40

50

ズモードの切換変更時の制御を行なうと同時に、モード切換ボタンの押下操作がなされたときに、モード切換変更後のノイズモードが何であるかをユーザに告知するようにする。これにより、ユーザは、自分がそのときに置かれているノイズ環境に近いノイズモードを予め認識し、そのノイズ低減効果を確認することができるようになる。

【0094】

この場合に、この第2の例では、ノイズモードの告知は、例えば各ノイズモードの告知音声メッセージを、ドライバー11に供給する音声信号に加算する方法を用いる。例えば、切換変更による次ノイズモードが、飛行機モードであれば「エアプレーン」、電車モードであれば「トレイン」、地下鉄モードであれば「サブウェイ」、などのような告知音声メッセージを用いる。

10

【0095】

そして、この第2の例では、図示は省略するが、各ノイズモードの告知音声メッセージは、例えばメモリ24に記憶しておき、制御回路2325が、モード切換ボタンの押下操作に基づく適宜のタイミングで読み出して、加算回路2323に供給するように構成する。

【0096】

そして、この第2の例においては、各ノイズモードの告知音声メッセージの加算回路2323への加算タイミングは、ノイズ低減効果が最大となっている状態、つまり、ノイズが低減されて音声聞きやすい状態となっている状態のときとなるように、選定されている。

20

【0097】

図11は、この実施形態における制御回路2325のモード切換変更時の制御の第2の例を説明するための図である。

【0098】

すなわち、図11に示すように、この第2の例においては、モード切換ボタンが押下操作されたら即座にノイズ低減効果オフ区間Aとするのではなく、モード切換ボタンの押下操作前のモードのNCフィルタによるノイズ低減効果が最大となっている区間Cを、モード切換ボタンの押下操作後も所定時間だけ延長する区間Dを設け、この区間Dを次モードの告知区間とする。

30

【0099】

そして、この告知区間Dにおいて、制御回路2325は、次モードの告知メッセージをメモリ24から読み出して、加算回路2323で音声信号に加算するようにする。そして、この告知区間Dが終了した後、上述したノイズ低減効果オフ区間Aに移行するようにする。

【0100】

この第2の例の場合における制御回路2325における制御のフローチャートを図12およびその続きである図13に示す。すなわち、制御回路2325は、操作部25からの操作信号を監視して、前記モード切換ボタンが押下されて、ノイズモードの切換変更操作指示があったか否か判別する(ステップS21)。

40

【0101】

ステップS21で、ノイズモードの切換変更操作指示が無いと判別したときには、制御回路2325は、このステップS21を繰り返し、ノイズモードの切換変更操作指示を待つ。

【0102】

ステップS21で、ノイズモードの切換変更操作指示があったと判別したときには、制御回路2325は、告知区間Dを時間タイマーにて設定する(ステップS22)。そして、制御回路2325は、メモリ24から、次順のノイズモードの告知音声メッセージのデータを読み出し、加算回路2323に供給して、次順のノイズモードをユーザに告知するようにする(ステップS23)。

50

【0103】

そして、制御回路 2325 は、時間タイマーを監視して、告知区間 D が終了したか否か判別し（ステップ S 24）、告知区間 D が終了していなければ、ステップ S 24 に戻って告知区間 D の終了を待つ。

【0104】

ステップ S 24 で告知区間 D が終了したと判別したときには、制御回路 2325 は、メモリ 24 から読み出すフィルタ係数のセットを、それまでとは異なる次順の NC フィルタのフィルタ係数に変更して、デジタルフィルタ回路 2321 に供給するようにする（ステップ S 25）。

【0105】

次に、制御回路 2325 は、ノイズ低減効果オフ区間 A を時間タイマーにて設定し（ステップ S 26）、ゲイン可変回路 2322 のゲイン G をゼロに制御する（ステップ S 27）。そして、時間タイマーを監視して、ノイズ低減効果オフ区間 A が終了したか否か判別し（ステップ S 28）、ノイズ低減効果オフ区間 A が終了していなければ、ステップ S 27 に戻ってゲイン可変回路 2322 のゲイン G = 0 の状態を維持する。

10

【0106】

次に、ステップ S 28 で、ノイズ低減効果オフ区間 A が終了したと判別したときには、制御回路 2325 は、ノイズ低減効果漸増区間 B を時間タイマーにて設定し（図 13 のステップ S 31）、ゲイン可変回路 2322 のゲイン G を、当該ノイズ低減効果漸増区間 B で、そのノイズモードでの NC フィルタの最大ノイズ低減量となるように、dB 軸上でリニアに漸増させる（ステップ S 32）。

20

【0107】

そして、時間タイマーを監視して、ノイズ低減効果漸増区間 B が終了したか否か判別し（ステップ S 33）、ノイズ低減効果漸増区間 B が終了していなければ、ステップ S 32 に戻ってゲイン可変回路 2322 のゲイン G の漸増を継続する。

【0108】

ステップ S 33 で、ノイズ低減効果漸増区間 B が終了したと判別したときには、制御回路 2325 は、ゲイン可変回路 2322 のゲイン G を、当該ノイズモードにおける NC フィルタの最大低減量の状態に固定する（ステップ S 34）。そして、その後、ステップ S 21 に戻り、モード切換ボタンの押下操作がある毎に、以上の動作を繰り返す。

30

【0109】

[第3の例]

上述の第1および第2の例では、ノイズモードの切換変更時には、切換変更前のノイズモードの NC フィルタのノイズ低減効果は、最大ノイズ低減量から即座にノイズ低減量ゼロの状態に移行させるようにしたが、この第3の例においては、切換変更前のノイズモードの NC フィルタのノイズ低減効果を、最大ノイズ低減量から徐々に漸減させるようにして、ノイズ低減量ゼロの状態に移行させるようにする。これは、ノイズ低減効果が急に無くなって、リスナにとって耳障りになるのを防止するためである。

【0110】

図 14 は、第1の例の場合に、この第3の例を適用した場合であり、区間 C の後に、ノイズ低減効果漸減区間 E を設ける。そして、このノイズ低減効果漸減区間 E が終了したら、ノイズ低減効果オフ区間 A に移行するものである。

40

【0111】

なお、第2の例の場合に第3の例を適用する場合には、区間 D の後に、ノイズ低減効果漸減区間 E を設ける。そして、このノイズ低減効果漸減区間 E が終了したら、ノイズ低減効果オフ区間 A に移行するものである。

【0112】

なお、上述の第1～第3の例の説明では、ノイズ低減効果漸増区間 B は一定時間としたが、ノイズ低減効果の漸増の傾きは、常に同じとして、モード切換変更後の NC フィルタのノイズ低減量の最大値まで漸増するように、区間 B を可変区間とするようにしてもよい。

50

【 0 1 1 3 】

また、第 2 の例においては、告知区間 D も所定時間に設定するようにしたが、告知音声メッセージの加算を終了したら、当該告知区間 D を終了して、ノイズ低減効果オフ区間 A に即座に移行するようにしてもよい。

【 0 1 1 4 】

また、上述の例では、ノイズ低減効果漸増区間 B におけるノイズ低減効果の漸増は、ゲイン可変回路 2 3 2 2 のゲイン G を制御することにより行なうようにしたが、メモリ 2 4 に、各ノイズモードの NC フィルタ用のフィルタ係数として、当該ノイズ低減効果漸増区間 B におけるノイズ低減効果の漸増を実現するように変化するフィルタ係数のセットを記憶しておき、ノイズ低減効果漸増区間 B に、そのフィルタ係数のセットを順次に読み出すことにより、ノイズ低減効果の漸増を実現するようにすることもできる。

10

【 0 1 1 5 】

なお、上述の例では、告知は、次順のノイズモードを明確にユーザに通知するものとしたが、単に、ノイズモードの切替変更がなされることを告知するものであっても良い。その場合には、音声メッセージではなく、特定の音、例えば [ピー] という音を告知用として用いるようにしても良い。

【 0 1 1 6 】

また、次順のノイズモードの告知も、告知音声メッセージではなく、各ノイズモードに応じた音、例えば飛行場の案内アナウンスや、駅のプラットホームの案内アナウンスなど関連した音を用いるようにしても良い。

20

【 0 1 1 7 】

なお、ノイズ低減効果を、より確実にリスナが確かめるようにするためには、音声信号 S による再生音をドライバー 1 1 から放音しない環境において行なう方が良い場合がある。そのような場合に対処するためには、音声信号 S を入力しない環境で、リスナが操作部 2 5 を操作して、ノイズ低減効果を確かめるようにする方法の他、音声信号 S を入力して再生中である場合には、操作部 2 5 のモード切替ボタンが押下操作されたときから、ノイズ低減効果を確かめることができる程度の所定時間は、DSP 2 3 2 へ供給する音声信号 S をミュートングするようにする方法が採用できる。これは、後述の実施形態においても同様である。

【 0 1 1 8 】

30

[第 2 の実施形態 (フィードフォワード方式のノイズ低減装置)]

図 1 5 は、この発明によるノイズ低減装置の実施形態を適用したヘッドホン装置の実施形態の構成例であって、図 1 のフィードバック方式に代えて、フィードフォワード方式のノイズ低減システムを適用した場合を示すブロック図である。この図 1 5 において、図 1 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。

【 0 1 1 9 】

この第 2 の実施形態におけるノイズ低減装置部 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、メモリ 3 4、操作部 3 5 などを備える構成とされている。操作部 3 5 は、第 1 の実施形態と同様に、ノイズモードを切り換え指示を行なうためのモード切替ボタンを備える。

40

【 0 1 2 0 】

ノイズ低減装置部 3 0 は、前述したフィードバック方式のノイズ低減装置部 2 0 と同様に、ドライバー 1 1、マイクロホン 3 1、また、音声信号入力端 1 2 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、ノイズ低減装置部 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 1 2 1 】

この第 2 の実施形態では、リスナ 1 の音楽聴取環境において、ヘッドホン筐体 2 の外のノイズ源 3 から、ヘッドホン筐体 2 内のリスナ 1 の音楽聴取位置に入り込むノイズをフィ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。

【 0 1 2 2 】

50

フィードフォワード方式のノイズ低減システムは、基本的には、図15に示すように、ヘッドホン筐体2の外部にマイクロホン31が設置されており、このマイクロホン31で、收音したノイズ3に対して適切なフィルタリング処理をしてノイズ低減音声信号を生成し、この生成したノイズ低減音声信号を、ヘッドホン筐体2の内部のドライバー11にて音響再生し、リスナ1の耳に近いところで、ノイズ(ノイズ3')をキャンセルするようにする。

【0123】

マイクロホン31で收音されるノイズ3と、ヘッドホン筐体2内のノイズ3'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3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3'との空間伝達関数の違いを見込んで、ノイズ低減音声信号を生成するようにする。

10

【0124】

この実施形態では、フィードフォワード方式のノイズ低減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ノイズ低減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。

【0125】

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。

20

【0126】

この実施形態では、DSP332には、デジタルフィルタ回路3321と、ゲイン可変回路3322と、制御回路3323とが構成されている。フィードフォワード方式の場合には、音声信号Sについてのイコライザ特性を、ノイズ低減特性の変化に応じて変える必要は無いので、この例では、DSP332には、イコライザ回路は設けなかった。

【0127】

そして、図15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のデジタルフィルタ回路3321に供給される。

30

【0128】

DSP332のデジタルフィルタ回路3321は、フィードフォワード方式のデジタルノイズ低減音声信号を生成するためのデジタルフィルタである。このデジタルフィルタ回路3321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ノイズ低減音声信号を生成する。デジタルフィルタ回路3321に設定されるフィルタ係数は、この実施形態では、制御回路3323により、メモリ34から読み出されて供給される。

【0129】

この実施形態では、メモリ34には、種々の異なる複数のノイズ環境におけるノイズを、DSP332のデジタルフィルタで回路3321で生成するフィードフォワード方式によるノイズ低減音声信号により低減することができるようにするために、後述するような複数個(複数セット)のパラメータとしてのフィルタ係数が記憶されている。

40

【0130】

制御回路3323は、上述の第1の実施形態と同様に、このメモリ34から、特定の1個(1セット)のフィルタ係数を読み出して、DSP332のデジタルフィルタ回路3321に設定するようにする。

【0131】

そして、この実施形態では、制御回路3323に対しては、操作部35の操作用出力信号が供給されており、制御回路3323は、この操作部35からの操作用出力信号に応じて、

50

メモリ 34 から特定の 1 個 (1 セット) のフィルタ係数を選択して読み出し、DSP 332 のデジタルフィルタ回路 3321 に設定するようにする。

【 0 1 3 2 】

そして、デジタルフィルタ回路 3321 では、制御回路 3323 を介してメモリ 34 から選択的に読み出されて設定されたフィルタ係数に応じたデジタルノイズ低減音声信号を生成する。

【 0 1 3 3 】

そして、DSP 332 で生成されたデジタルノイズ低減音声信号は、D/A 変換回路 333 においてアナログノイズ低減音声信号に変換される。そして、このアナログノイズ低減音声信号が、FF フィルタ回路 33 の出力信号として加算回路 14 に供給される。

10

【 0 1 3 4 】

この加算回路 14 には、ヘッドホンによりリスナ 1 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 12 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、入力音声信号の音質補正を行なう。

【 0 1 3 5 】

加算回路 14 の加算結果の音声信号は、パワーアンプ 13 を通じてドライバー 11 に供給されて、音響再生される。この音響再生されてドライバー 11 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ノイズ低減音声信号による音響再生成分が含まれる。このドライバー 11 で音響再生された放音された音声のうちの、ノイズ低減音声信号による音響再生成分とノイズ 3' 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 P_c では、ノイズ 3' が低減 (キャンセル) される。

20

【 0 1 3 6 】

この第 2 の実施形態におけるメモリ 34 および操作部 36、また、DSP 332 の制御回路 3323 の部分は、第 1 の実施形態のメモリ 24 および操作部 26、また、制御回路 2325 と全く同様に構成され、操作部 35 のモード切替ボタンをユーザが押下する毎に、異なるノイズ環境、つまり、ノイズモードに対応したフィルタ係数をメモリ 34 から順次に、かつ、サイクリックに変更して、FF フィルタ回路 33 に供給するようにする。

【 0 1 3 7 】

次に、フィードバック方式のノイズ低減装置のノイズ低減動作について、伝達関数を用いて、図 17 を参照しながら説明する。図 17 は、図 15 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。

30

【 0 1 3 8 】

この図 17 において、A はパワーアンプ 13 の伝達関数、D はドライバー 11 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、 $-$ はフィードフォワードのために設計されたデジタルフィルタ回路 3321 の伝達関数である。また、H はドライバー 11 からキャンセルポイント P_c までの空間の伝達関数、E は聴取目的の音声信号 S にかかるイコライザ 15 の伝達関数である。そして、F は、外部のノイズ源 3 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 P_c の位置に至るまでの伝達関数である。

【 0 1 3 9 】

この図 17 のように表したとき、図 17 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。

40

【 0 1 4 0 】

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 だけが残り、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とが分かる。このときの音圧 P は、図 4 の (式 7) のように表される。

【 0 1 4 1 】

50

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、などの理由のため通常は中高域に関しては、このアクティブなノイズ低減処理を行わず、ヘッドホン筐体2でパッシブな遮音をすることが多い。

【0142】

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。

【0143】

なお、この第2の実施形態のフィードフォワード型でのキャンセルポイントは、図15に示した通り、図1に示した第1の実施形態の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。

【0144】

しかしながら、通常の場合、デジタルフィルタ回路3321の伝達関数は固定的であり、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とになり、人によっては、耳の形状が違うため、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。

【0145】

一般的に、図18に示すように、第2の実施形態のフィードフォワード方式は、発振する可能性が低く安定度が高いが、十分な減衰量を得るのは困難であり、一方、第1の実施形態の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。

【0146】

なお、イコライザ回路15も、DSP332内に構成し、音声信号Sをデジタル信号に変換して、DSP332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。

【0147】

この第2の実施形態においても、ノイズモードの切替変更時においては、第1の実施形態と全く同様にして、制御回路3323の制御にしたがって、上述の第1の例～第3の例で説明したような制御動作がなされるものである。

【0148】

[第3の実施形態および第4の実施形態]

ところで、上述した第1および第2の実施形態では、フィルタ回路をデジタル化すると共に、そのフィルタ係数を複数種、メモリに用意しておき、適宜、その複数種のフィルタ係数の中から適切なフィルタ係数を選択してデジタルフィルタに設定することができるように構成した。

【0149】

しかし、デジタル化したFBフィルタ回路23およびFFフィルタ回路33では、A/D変換回路231および331やD/A変換回路233および333における遅延の問題がある。この遅延の問題について、フィードバック方式のノイズ低減システムに関し、以下に説明する。

【0150】

例えば、一般的な例として、サンプリング周波数 F_s が48kHzのA/D変換回路およびD/A変換回路を用いる場合において、これらA/D変換回路およびD/A変換回路内部でかかる遅延量が、A/D変換回路およびD/A変換回路で各20サンプルとすると、合計40サンプルの遅延が、DSPでの演算遅延に加えて、FBフィルタ回路23のブロックに内包され、その結果、その遅延がオープンループの遅延として系全体に掛かることになる。

【0151】

10

20

30

40

50

具体的に、サンプリング周波数 48 kHz で 40 サンプルの遅延分に相当するゲイン・位相を、図 19 (A) に示すが、数 10 Hz から位相回転が始まり、 $F_s/2$ の周波数 (24 kHz) に到るまで大きく回転している。これは、図 20 に示したように、サンプリング周波数 48 kHz にて 1 サンプルの遅れは、 $F_s/2$ の周波数で 180 deg. () 分の遅れに相当し、同じく、2 サンプル、3 サンプルの遅れは、2、3 分の遅れに相当ことがわかれば容易に理解できる。

【0152】

一方、フィードバック構成を前提とした実際のノイズ低減システムを持つヘッドホン構成において、ドライバー 11 の位置からマイクロホン 21 までの伝達関数を測定したのが、図 21 である。この場合、マイクロホン 21 の配置位置は、ドライバー 11 の振動板前面近傍に設置されており、両者の距離が近いために位相回転が比較的少ないことがわかる。

10

【0153】

図 21 に示す伝達関数は、図 4 に示した (式 1)、(式 2) における ADHM に相当しており、これと、伝達関数 - の特性を持つフィルタを周波数軸上で掛け合わせたものが、そのままオープンループとなる。このオープンループの形状が、図 4 に示した (式 2) および図 5 を用いて示した前述の条件を満たす必要がある。

【0154】

ここで、もう一度、図 19 (A) の位相特性を見ると、 0 deg. から始まって 1 kHz 付近で 1 周 (2) 回転していることがわかる。これに加え、図 21 の ADHM 特性においても、ドライバー 11 からマイクロホン 21 までの距離により位相遅れは存在している。

20

【0155】

FB フィルタ回路 23 では、A/D 変換回路 231 および D/A 変換回路 233 における遅延成分と直列に、自由設計できる DSP 232 に構成されるデジタルフィルタ部が接続されている。しかし、このデジタルフィルタ部においては、基本的に位相進みのフィルタは、因果律から見て設計することは困難である。ただし、フィルタ形状の構成によっては、特定帯域だけの「部分的な」位相進みはありえるが、この遅延による位相回転を補償するような広い帯域の位相進み回路を作るのは不可能である。

【0156】

このことを考えると、DSP 232 により、伝達関数 - の好適なデジタルフィルタを設計しても、この場合、フィードバック構成にてノイズ低減効果を得ることができる帯域は、位相が 1 周回転する 1 kHz 近辺以下に限られ、ADHM 特性をも組み込んだオープンループを想定し、位相余裕・ゲイン余裕を見込むと、その減衰量や減衰帯域は、さらに狭められてしまうことがわかる。

30

【0157】

その意味で、図 21 に示すような特性に対して望ましい特性 (伝達関数 - のブロック内の位相反転系) というのは、図 22 に示すように、ゲイン形状がノイズ低減効果を狙う帯域においてほぼ山型の形状を持ちながら、位相回転はあまり起こらない (図 22 では低域から高域まで位相特性は 1 回転していない) 形状であることがわかる。そこで、系全体として、位相が一回転しないように設計することが、当面の目標となる。

40

【0158】

なお、本質的には、ノイズ低減の対象帯域 (主として低域) において位相回転が小さければ、帯域外についての位相変化は、ゲインさえ落ちていれば関係ない。しかし、一般に、高域での位相回転が多いと、これは低域にも少なからず影響があるため、広い帯域を対象として位相回転を少なく設計するのが、この実施形態の目的である。

【0159】

また、アナログ回路においては、図 22 のような特性は設計可能であり、その意味において、前述したデジタルフィルタで構成するメリットと引き換えに、アナログ回路でシステム設計した場合に比べてノイズ低減効果を大きく損なうことは好ましくない。

50

【0160】

ところで、サンプリング周波数を高くすれば、A/D変換回路およびD/A変換回路での遅延を小さくすることができる。しかし、サンプリング周波数を高くしたものは、製品として非常に高価になり、軍用や産業用としては実現可能である。しかし、音楽聴取用のヘッドホン装置など、一般消費者向けの製品としては、価格が高価になりすぎて、実用度が低い。

【0161】

そこで、この第3の実施形態および第4の実施形態では、第1の実施形態および第2の実施形態におけるデジタル化のメリットを活かしながら、ノイズ低減効果を、より大きくすることができる手法を提供する。

10

【0162】

図23は、第3の実施形態のヘッドホン装置の構成を示すブロック図である。この第3の実施形態は、第1の実施形態のフィードバック方式を用いたノイズ低減装置部20の構成を改善したものである。

【0163】

この第3の実施形態では、図23に示すように、FBフィルタ回路23の構成を、A/D変換回路231、DSP232、D/A変換回路233からなるデジタル処理系に、アナログフィルタ回路234からなるアナログ処理系を並列に設けたものとする。

【0164】

そして、アナログフィルタ回路234で生成されたアナログノイズ低減音声信号を、加算回路16に供給するようにする。そして、FBフィルタ回路234のD/A変換回路233からのアナログ信号をこの加算回路16に供給して、アナログフィルタ回路234からの信号と加算する。そして、この加算回路16の出力信号をパワーアンプ13に供給するようにする。その他は、図1に示した構成と全く同一とする。

20

【0165】

なお、図23におけるアナログフィルタ回路234は、実際には、入力音声信号に対して、フィルタ処理を行わずに、入力音声信号をそのままスルーさせて、加算回路16に供給するようにする場合を含む。その場合には、アナログ素子がアナログ処理系に存在しないので、ばらつきや安定性の面で信頼性の高いシステムとなる。

30

【0166】

この第3の実施形態のFBフィルタ回路23では、デジタル処理系とアナログ処理系とで、並列に処理した後に両者を加算した結果が、伝達関数の特性として、図22に示したようなゲイン特性および位相特性を有するように、前述したメモリ24に記憶されるフィルタ係数が設計される。

【0167】

この第3の実施形態によれば、デジタル処理系のパスに並列にアナログ処理系のパスを加えることにより、上述した問題を軽減して、種々のノイズ環境に応じた良好なノイズ低減を行なうことができる。

【0168】

デジタル処理系のパスに並列にアナログ処理系のパス（スルーとした場合）を加えたときの特性を、図24に示す。図24(A)は、この例の場合における伝達関数のインパルス応答の先頭部（128サンプルまで）を示し、また、図24(B)は位相特性、図24(C)はゲイン特性をそれぞれ示している。

40

【0169】

図24(B)から、この第3の実施形態によれば、アナログパスを加えることで、位相回転が抑えられており、低域から高域に至るまで1回転も位相が回っていないことが分かる。

【0170】

各特性を別の面から見れば、ノイズ低減の中心となる低域特性は、デジタルフィルタによる処理系の影響が大きくなり、一方、A/D変換回路、D/A変換回路での遅延により

50

、位相回転が大きくなりがちな中高域に関しては、応答の速いアナログパスの特性が効果的に使用されていることになる。

【0171】

こうして、この第3の実施形態によれば、構成規模を大きくすること無く、種々のノイズ環境に適合させたノイズ低減が可能なノイズ低減装置およびヘッドホン装置を提供することができる。

【0172】

第3の実施形態は、フィードバック方式のノイズ低減を行なう場合であるが、第2の実施形態のフィードフォワード方式のノイズ低減を行なう場合にも同様に適用することができる。

10

【0173】

この第3の実施形態においても、ノイズモードの切替変更時においては、第1の実施形態と全く同様にして、制御回路2323の制御にしたがって、上述の第1の例～第3の例で説明したような制御動作がなされるものである。

【0174】

次に、第4の実施形態は、フィードフォワード方式のノイズ低減を行なう第2の実施形態において、上述したデジタルフィルタのみを用いる場合の問題点を改善したもので、その構成例を図25に示す。

【0175】

すなわち、この第4の実施形態では、FFフィルタ回路33の構成を、A/D変換回路331、DSP332、D/A変換回路333からなるデジタル処理系に、アナログフィルタ回路334からなるアナログ処理系を並列に設けたものとする。

20

【0176】

そして、アナログフィルタ回路334で生成されたアナログノイズ低減音声信号を、加算回路14に加えるようにする。その他は、図15に示した構成と全く同一とする。

【0177】

なお、図25におけるアナログフィルタ回路334は、入力音声信号に対して、フィルタ処理を行わずに、入力音声信号をそのままスルーさせて、加算回路14に供給するようにする場合を含む。その場合には、アナログ素子がアナログ処理系に存在しないので、ばらつきや安定性の面で信頼性の高いシステムとなる。

30

【0178】

この第4の実施形態のFFフィルタ回路33では、デジタル処理系とアナログ処理系とで、並列に処理した後に両者を加算した結果が、伝達関数の特性として、図22に示したようなゲイン特性および位相特性を有するように、前述したメモリ34に記憶されるフィルタ係数が設計される。

【0179】

なお、イコライザ回路15は、DSP232、332内に構成し、音声信号Sをデジタル信号に変換して、DSP232、332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。

【0180】

この第4の実施形態においても、ノイズモードの切替変更時においては、第2の実施形態と全く同様にして、制御回路3323の制御にしたがって、上述の第1の例～第3の例で説明したような制御動作がなされるものである。

40

【0181】

[第5の実施形態]

前述したように、第2の実施形態のフィードフォワード方式は、発振する可能性が低く安定度が高いが、十分な減衰量を得るのは困難であり、一方、第1の実施形態の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。

【0182】

そこで、この第5の実施形態では、両方式の利点を持つノイズ低減方式を提供する。す

50

なわち、この第5の実施形態では、図26に示すように、フィードバック方式のノイズ低減装置部20と、フィードフォワード方式のノイズ低減装置部30との両方を備える構成とする。

【0183】

なお、図26では、伝達関数を用いてブロック構成を示しており、フィードバック方式のノイズ低減装置部20では、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をM1、FBフィルタ回路23で生成されたノイズ低減音声信号を出力増幅するパワーアンプの伝達関数をA1、そのノイズ低減音声信号を音響再生するドライバーの伝達関数をD1とする。そして、そのドライバーからキャンセルポイントPcまでの空間伝達関数をH1としている。

10

【0184】

また、フィードフォワード方式のノイズ低減装置部30では、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をM2、FBフィルタ回路33で生成されたノイズ低減音声信号を出力増幅するパワーアンプの伝達関数をA2、そのノイズ低減音声信号を音響再生するドライバーの伝達関数をD2とする。そして、そのドライバーからキャンセルポイントPcまでの空間伝達関数をH2としている。

【0185】

そして、この図26の実施形態では、メモリ34には、FBフィルタ回路23およびFFフィルタ回路33のそれぞれに供給すべき、それぞれ複数セットのフィルタ係数を記憶しており、DSP23および33が備える制御回路2325および3323が、それぞれ用の複数セットのフィルタ係数の中から、前述したような操作部35を通じたユーザのノイズ切換ボタンの押下操作に応じて、適切なフィルタ係数をそれぞれ選択して、それぞれのフィルタ回路23, 33に設定するように構成されている。

20

【0186】

そして、図26の例では、フィードバック方式のノイズ低減装置部で生成したノイズ低減音声信号を音響再生する系と、フィードフォワード方式のノイズ低減装置部で生成したノイズ低減音声信号を音響再生する系とは、それぞれ別々に設けられる。

【0187】

そして、図26の例では、フィードバック方式のノイズ低減装置部で生成したノイズ低減音声信号を音響再生する系のパワーアンプおよびドライバーは、ノイズ低減用としてのみ用いられ、フィードバック方式のノイズ低減装置部で生成したノイズ低減音声信号を音響再生する系のパワーアンプおよびドライバーは、ノイズ低減用のみならず、聴取対象の音声信号Sの音響再生用としても用いられる。このため、音声信号Sは、入力端12を通じてA/D変換回路36でデジタル信号に変換され、DSP332内に構成されているデジタルイコライザ回路に供給されるように構成されている。

30

【0188】

さらに、この図26の例では、聴取対象の音声信号Sは、A/D変換回路37でデジタル音声信号に変換された後、FFフィルタ回路33のDSP332に供給される。図示は省略したが、この例のDSP332には、フィードフォワード方式のノイズ低減音声信号を生成するためのデジタルフィルタだけでなく、聴取対象の音声信号Sの音声特性を調整するためのイコライザ回路と、加算回路とが構成されており、イコライザ回路の出力音声信号と、デジタルフィルタで生成されたノイズ低減音声信号とが加算回路で加算されて、DSP332から出力されるように構成されている。

40

【0189】

この第5の実施形態においては、フィードバック方式のノイズ低減装置部20と、フィードフォワード方式のノイズ低減装置部30とが、それぞれ独立して上述したノイズ低減処理動作を行なう。ただし、ノイズキャンセルポイントPcは、両方式において同一位置となるようにされている。

【0190】

したがって、この第5の実施形態によれば、フィードバック方式とフィードフォワード

50

方式のノイズ低減処理が相補的に動作して、両方式の利点を得ることができるノイズ低減システムを実現することができる。

【0191】

なお、図26では、フィードバック方式とフィードフォワード方式の両方で、デジタルフィルタのフィルタ係数の変更を行なうようにしたが、一方の方式のデジタルフィルタのみ、例えばフィードフォワード方式のデジタルフィルタのみについてフィルタ係数を選択変更することができるように構成しても良い。

【0192】

また、図26の例では、FBフィルタ回路23と、FFフィルタ回路33とは、それぞれ別々のDSPに構成するようにしたが、一つのDSPに構成することで、全体の回路構成を簡略化することができる。また、図26の例では、パワーアンプおよびドライバーも、フィードバック方式のノイズ低減装置部20と、フィードフォワード方式のノイズ低減装置部30とで、別々に設けるようにしたが、前述の実施形態と同様に、一つのパワーアンプ15と、ドライバー11で構成することもできる。そのようにした構成した場合の例を、図27に示す。

10

【0193】

すなわち、この図27の例においては、A/D変換回路41と、DSP42と、A/D変換回路43と、A/D変換回路44とからなるフィルタ回路40が設けられる。そして、マイクアンプ21からのアナログ音声信号は、A/D変換回路44によりデジタル音声信号に変換されて、DSP42に供給される。さらに、入力端12を通じて入力された聴取対象の音声信号Sは、A/D変換回路36によりデジタル音声信号に変換されて、DSP42に供給される。

20

【0194】

この例においては、DSP42には、図28に示すように、フィードバック方式のノイズ低減音声信号を得るためのデジタルフィルタ回路421と、フィードフォワード方式のノイズ低減音声信号を得るためのデジタルフィルタ回路422と、デジタルイコライザ回路423と、ゲイン可変回路424と、ゲイン可変回路425と、加算回路426と、制御回路427とが構成される。

【0195】

そして、A/D変換回路44からのデジタル音声信号（マイクロホン21で收音された音声のデジタル信号）がデジタルフィルタ回路421に供給され、A/D変換回路41からのデジタル音声信号（マイクロホン31で收音された音声のデジタル信号）がデジタルフィルタ回路422に供給され、A/D変換回路36からのデジタル音声信号（聴取対象音声のデジタル信号）がイコライザ回路423に供給される。

30

【0196】

また、前述したように、この例においては、メモリ34には、デジタルフィルタ421用の複数個（複数セット）のフィルタ係数と、デジタルフィルタ422用の複数個（複数セット）のフィルタ係数とが記憶されており、制御回路427は、操作部35を通じたユーザ操作に応じて、メモリ34から、デジタルフィルタ回路421用およびデジタルフィルタ回路422用のフィルタ係数を選択して、これらデジタルフィルタ回路421およびデジタルフィルタ回路422に供給するようにする。

40

【0197】

また、メモリ34には、デジタルイコライザ回路423のイコライザ特性を、デジタルフィルタ422用の複数個（複数セット）のフィルタ係数に応じたものとするパラメータも記憶されており、制御回路427は、操作部36を通じたユーザ操作に応じて、メモリ34から、デジタルフィルタ回路422用のフィルタ係数の選択に応じて、イコライザ特性用のパラメータを選択的に読み出して、デジタルイコライザ回路423に供給するようにする。

【0198】

そして、デジタルフィルタ回路421およびデジタルフィルタ回路422の出力側には

50

、前述の実施形態と同様に、ゲイン可変回路 4 2 4 および 4 2 5 が設けられており、制御回路 4 2 7 の制御を受けて、上述したようなノイズモードの変更時のノイズ低減効果の制御がなされる。

【 0 1 9 9 】

そして、ゲイン可変回路 4 2 4 および 4 2 5 を通じて得られるデジタルフィルタ回路 4 2 1 およびデジタルフィルタ回路 4 2 2 で生成されたノイズ低減音声信号と、イコライザ回路 4 2 3 からのデジタル音声信号とが加算回路 4 2 6 に供給されて加算され、その加算結果が D / A 変換回路 4 3 に供給されてアナログ音声信号に変換される。この D / A 変換回路 4 3 からのアナログ音声信号がパワーアンプ 1 3 を通じてドライバー 1 1 に供給される。これにより、ノイズキャンセルポイント P c で、ノイズ 3 ' が低減（キャンセル）されるようにされる。

10

【 0 2 0 0 】

なお、図 2 8 において、4 0 a , 4 0 b , 4 0 c , 4 0 d は、ノイズ低減装置部と、ドライバー 1 1、マイクロホン 2 1、マイクロホン 3 1、入力端 1 2（ヘッドホンプラグ）などとの間で、接続ケーブルが接続される接続端子部である。

【 0 2 0 1 】

この第 5 の実施形態においても、ノイズモードの切替変更時においては、第 1 および第 2 の実施形態と全く同様にして、制御回路 4 2 7 の制御にしたがって、上述の第 1 の例～第 3 の例で説明したような制御動作がなされるものである。

【 0 2 0 2 】

20

[第 6 の実施形態]

この第 6 の実施形態は、前述した第 3 および第 4 の実施形態と同様に、第 5 の実施形態がデジタル処理のみであって、A / D 変換回路および D / A 変換回路での遅延の問題があることにかんがみ、当該問題を改善した場合の実施形態である。

【 0 2 0 3 】

すなわち、この第 6 の実施形態においては、図 2 3 および図 2 5 に示した第 3 の実施形態および第 4 の実施形態と同様に、デジタルフィルタの系と並列にアナログフィルタの系を設ける。図 2 9 に、この第 6 の実施形態の場合のノイズ低減装置部 5 0 の例のブロック図を示す。

【 0 2 0 4 】

30

この第 6 の実施形態のノイズ低減装置部 5 0 においては、図 2 9 に示すように、フィルタ回路 4 0 には、フィードバック方式のアナログノイズ低減音声信号を生成するためのアナログフィルタ回路 5 1 と、フィードフォワード方式のアナログノイズ低減音声信号を生成するためのアナログフィルタ回路 5 2 と、加算回路 5 3 とを、図 2 8 の構成に追加する。

【 0 2 0 5 】

そして、マイクアンプ 2 2 からのアナログ音声信号は、A / D 変換回路 4 4 に供給されると共に、フィードバック方式のアナログノイズ低減音声信号を生成するためのアナログフィルタ回路 5 1 に供給される。そして、このアナログフィルタ回路 5 1 からのアナログノイズ低減音声信号が加算回路 5 3 に供給される。

40

【 0 2 0 6 】

また、マイクアンプ 3 2 からのアナログ音声信号は、A / D 変換回路 4 1 に供給されると共に、フィードフォワード方式のアナログノイズ低減音声信号を生成するためのアナログフィルタ回路 5 2 に供給される。そして、このアナログフィルタ回路 5 2 からのアナログノイズ低減音声信号が加算回路 5 3 に供給される。

【 0 2 0 7 】

そして、加算回路 5 3 においては、さらに、D / A 変換回路 4 3 からのノイズ低減音声信号と聴取対象音声信号との加算信号が供給される。そして、加算回路 5 3 からの音声信号がパワーアンプ 1 5 を通じてドライバー 1 1 に供給される。これにより、この実施形態においては、フィードバック方式のノイズ低減処理と、フィードフォワード方式のノイズ

50

低減処理とを併用すると共に、デジタルフィルタのみでノイズ低減音声信号を生成する場合の問題を解決して、一般消費者用として実現可能なノイズ低減装置およびヘッドホン装置を提供することができる。

【0208】

この第6の実施形態においても、ノイズモードの切替変更時においては、第5の実施形態と全く同様にして、制御回路2323の制御にしたがって、上述の第1の例～第3の例で説明したような制御動作がなされるものである。

【0209】

[その他の実施形態および変形例]

以上の第1～第6の実施形態では、操作部のノイズモード切替ボタンが押下操作される毎に、デジタルフィルタ回路に構成されるNCフィルタを、したがって、ノイズモードを変更するようにする場合について説明したが、この発明は、同じノイズモードのNCフィルタをどの程度のノイズ低減量で使用するのが好適であるかを検出する場合にも適用できる。

10

【0210】

すなわち、その場合には、操作部を通じたユーザ操作が検出される毎に、ノイズ低減効果漸増区間Bにおける最大低減量を、図30に示すように、同じNCフィルタにおける第1最大低減量、第2最大低減量、第3最大低減量というように、変更する。ユーザは、いずれの最大低減量が、当該NCフィルタの最大低減量として有効であるかを判断することができる。

20

【0211】

また、以上の第1～第6の実施形態では、操作部のモード切替ボタンを押下する毎に、異なるノイズ環境に対応したノイズモードに変更する場合の告知は、音声により行うようにしたが、音声に限られるものではない。例えば、装置に表示部を設け、各ノイズ環境(ノイズモード)の名称(「駅のプラットホーム」、「飛行場」、「電車の中」など)を表示部に表示してユーザに告知するようにしても良い。

【0212】

また、操作部25, 35は、押ボタンに限られるものではなく、種々の構成の操作手段を用いることができる。例えば、ヘッドホン筐体2などをリスナ1が軽くたたいたとき(タップしたとき)を検出し、その検出出力を、押ボタンを押下したときと同様に、次のフィルタ係数の変更タイミングとするようにしてもよい。

30

【0213】

この場合に、ヘッドホン筐体などがたたかれたことを検出する検出手段としては、振動センサを別個設けるようにして良いが、マイクロホン21または31を、次のような構成とすることにより、振動センサを設けずに検出することができる。

【0214】

すなわち、図31は、マイクロホン21に適用した場合の例である。この例においては、マイクロホン21として、2個のマイクロホン素子21aと21bとを、その互いの振動板を対向させた状態で設ける。そして、收音すべき音声信号は、図31に示すように、これら2個のマイクロホン素子21aおよび21bの対向する振動板の間に入力するような構造とする。

40

【0215】

このようにすると、マイクロホン素子21aと、マイクロホン素子21bとで、收音音声に対するそれぞれの振動板の凹方向振動と、凸方向振動とが、同相になる。このため、図32(A)に示すように、マイクロホン素子21aの出力信号 m_a と、マイクロホン素子21bの出力信号 m_b とは同相となる。したがって、それぞれマイクロホン素子21a, 21bからの收音音声信号 m_a , m_b をマイクアンプ22a, 22bを通じて加算回路61で加算することで、收音音声信号の出力信号を得ることができる。

【0216】

一方、ヘッドホン筐体2がたたかれたことによる振動は、マイクロホン21全体として

50

加わるので、マイクロホン素子 2 1 a と、マイクロホン素子 2 1 b とでは、それぞれの振動板の凹方向振動と、凸方向振動とが、逆相になる。このため、図 3 2 (B) に示すように、マイクロホン素子 2 1 a の出力信号 m_a と、マイクロホン素子 2 1 b の出力信号 m_b とは同相となる。したがって、加算回路 6 1 では、たたかれたことによる振動の成分は除去される。

【 0 2 1 7 】

一方、マイクアンプ 2 2 a の出力信号と、マイクアンプ 2 2 b の出力信号とを減算回路 6 2 で減算すると、同相である収音音声信号成分は相殺されてしまうが、逆相である、たたかれたことによる振動成分が得られる。

【 0 2 1 8 】

したがって、この振動成分を用いることで、ユーザにより筐体がたたかれたことを検出して、その検出出力をノイズモード切替指示であると判別することができる。

【 0 2 1 9 】

また、上述の実施形態では、ユーザ操作がある毎に、ノイズモードを変更するようにしたが、一つのユーザ操作があったら、DSP の制御回路は、メモリ 2 4 または 3 4 から、複数個のノイズモードの NC フィルタを、順次に予め定めた一定期間ずつ、デジタルフィルタ回路に設定し、リスナに前記一定時間ずつ、そのノイズ低減効果を体験させるようにしても良い。この場合においては、前記一定時間について、ノイズ低減効果オフ区間、ノイズ低減効果漸増区間 B、ノイズ低減効果最大区間 C や、告知区間 D、さらには、ノイズ低減効果漸減区間 E を設けて、各 NC フィルタについてのノイズ低減効果の体験区間の区切りを明確にすることができる。

【 0 2 2 0 】

なお、このように連続的に、複数のノイズモードをユーザに提示するようにする場合には、すべてのノイズモードの NC フィルタについてのノイズ低減効果の聴取を終了した後、リスナからの何番目のノイズモードが最適化の入力を受けるようにするか、あるいは、最適なノイズモードであるとユーザが判断したノイズモードの選択中時点で、ユーザが所定のユーザ操作をするようにして、ノイズモードをユーザが決定するようにする。後者の場合には、複数個のノイズモードを順次に選択してリスナに一定時間ずつ聴取させる動作を、前記複数個のフィルタ係数について何回か繰り返すようにすると良い。

【 0 2 2 1 】

なお、ユーザが、最適なノイズモードであるかどうかを判断する際に、聴取対象の音声信号 S が再生されていて、前記判断が困難であるときには、フィルタ係数変更のユーザ操作があったとき、音声信号 S を、ユーザがノイズ低減効果を判断できるような所定時間の間、強制的にミュートングするようにすると良い。

【 0 2 2 2 】

上述の各実施形態の説明では、FB フィルタ回路および FF フィルタ回路において、デジタルフィルタ回路は、DSP を用いて構成したが、この DSP の代わりにマイクロコンピュータ (あるいはマイクロプロセッサ) を用いて、ソフトウェアプログラムによりデジタルフィルタ回路の処理を行うようにすることができる。

【 0 2 2 3 】

また、以上の実施形態は、この発明の実施形態のノイズ低減音声出力装置が、ヘッドホン装置である場合について説明したが、マイクロホンを備えるイヤホン装置やヘッドセット装置、さらには携帯電話端末などの通信端末にも適用できる。また、この発明の実施形態のノイズ低減音声出力装置は、ヘッドホン、イヤホン、ヘッドセットと組み合わせた携帯型音楽再生装置にも適用可能である。

【 0 2 2 4 】

その場合、電気 - 音響変換手段は、ヘッドホンドライバに限らず、イヤホンドライバとなる。また、音響 - 電気変換手段は、音波による振動を電気信号に変換することができるものであれば、どのような構造のものであってもよい。

【 0 2 2 5 】

10

20

30

40

50

また、ノイズ低減装置部は、上述の実施形態では、ヘッドホン装置側に設けるようにしたが、ヘッドホン装置が装着される携帯型音楽再生装置や、マイクロホンを備えるイヤホンやヘッドセットに対応した携帯型音楽再生装置側に、ノイズ低減装置部を設けるようにすることもできる。

【0226】

また、上述の実施形態では、デジタルフィルタのフィルタ係数を変更する場合であるが、この発明は、アナログフィルタのハードウェアを切り換えるようにして、ノイズ環境に応じたノイズ低減特性を切り換える場合にも、この発明は適用することができる。

【0227】

更に、この発明は、上述したようなノイズ低減装置に限らず、音声信号について、音響効果処理や、その他の処理を、複数種について切り換えて用いることができるような音声出力装置において、それらの音響効果処理やその他の処理を順次に切り換えて、その効果を確認するようにする場合にも適用することが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0228】

【図1】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態が適用されたヘッドホン装置の例のブロック図である。

【図2】図1の一部のブロックの詳細構成例を示すためのブロック図である。

【図3】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態の構成を、伝達関数を用いて示した図である。

20

【図4】この発明によるノイズ低減装置の実施形態を説明するために用いる図である。

【図5】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態を説明するために用いる図である。

【図6】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態における要部の動作を説明するために用いる図である。

【図7】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態における要部の動作を説明するために用いる図である。

【図8】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態における要部の動作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装置の第1の実施形態における要部の動作を説明するためのフローチャートを示す図である。

30

【図10】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態における要部の動作を説明するために用いる図である。

【図11】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態における要部の動作の他の例を説明するために用いる図である。

【図12】この発明によるノイズ低減装置の実施形態における要部の動作の他の例を説明するためのフローチャートの一部を示す図である。

【図13】この発明によるノイズ低減装置の実施形態における要部の動作の他の例を説明するためのフローチャートの一部を示す図である。

【図14】この発明によるノイズ低減装置の第1の実施形態における要部の動作の更に他の例を説明するために用いる図である。

40

【図15】この発明によるノイズ低減装置の第2の実施形態が適用されたヘッドホン装置の例のブロック図である。

【図16】図15の一部のブロックの詳細構成例を示すためのブロック図である。

【図17】この発明によるノイズ低減装置の第2の実施形態の構成を、伝達関数を用いて示した図である。

【図18】フィードバック方式のノイズ低減システムと、フィードフォワード方式のノイズ低減システムの減衰特性を説明するために用いる図である。

【図19】第3および第4の実施形態を説明するために用いる図である。

【図20】第3および第4の実施形態を説明するために用いる図である。

50

【図 2 1】第 3 および第 4 の実施形態を説明するために用いる図である。

【図 2 2】第 3 および第 4 の実施形態を説明するために用いる図である。

【図 2 3】この発明によるノイズ低減装置の第 3 の実施形態が適用されたヘッドホン装置の例のブロック図である。

【図 2 4】この発明によるノイズ低減装置の第 3 の実施形態の特性を説明するために用いる図である。

【図 2 5】この発明によるノイズ低減装置の第 4 の実施形態が適用されたヘッドホン装置の例のブロック図である。

【図 2 6】この発明によるノイズ低減装置の第 5 の実施形態が適用されたヘッドホン装置の例のブロック図である。

【図 2 7】この発明によるノイズ低減装置の第 5 の実施形態が適用されたヘッドホン装置の他の例のブロック図である。

【図 2 8】図 1 8 の一部のブロックの詳細構成例を示す図である。

【図 2 9】この発明によるノイズ低減装置の第 6 の実施形態が適用されたヘッドホン装置の例のブロック図である。

【図 3 0】この発明によるノイズ低減装置の実施形態における要部の動作の他の例を説明するために用いる図である。

【図 3 1】この発明によるノイズ低減装置の実施形態における要部の動作の他の例を説明するために用いる図である。

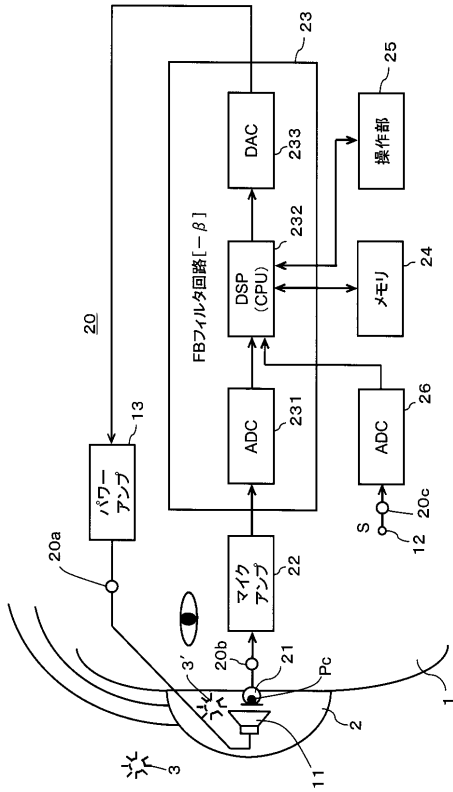
【図 3 2】この発明によるノイズ低減装置の実施形態における要部の動作の他の例を説明するために用いる図である。

【符号の説明】

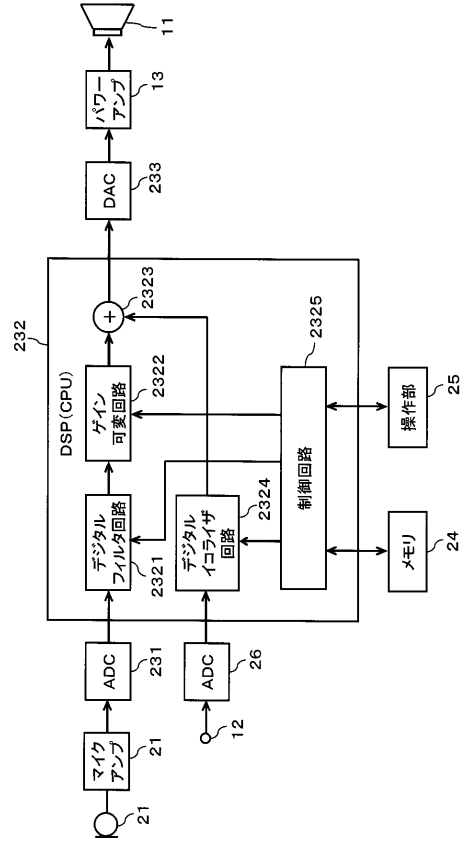
【0 2 2 9】

1 ... リスナ、2 ... ヘッドホン筐体、3 ... ノイズ源、1 1 ... ヘッドホンのドライバー、1 2 ... 音声信号入力端、1 3 ... パワーアンプ、1 4 ... 加算回路、1 5 ... イコライザ回路、2 1、3 1 ... マイクロホン、2 3 ... F B フィルタ回路、3 3 ... F F フィルタ回路、2 4 , 3 4 ... メモリ、2 5 , 3 5 ... 操作部、2 3 1 , 3 3 1 ... A / D 変換回路、2 3 2 , 3 3 2 ... D S P、2 3 3 , 3 3 3 ... D / A 変換回路、2 3 2 5、3 3 2 3 ... 制御回路

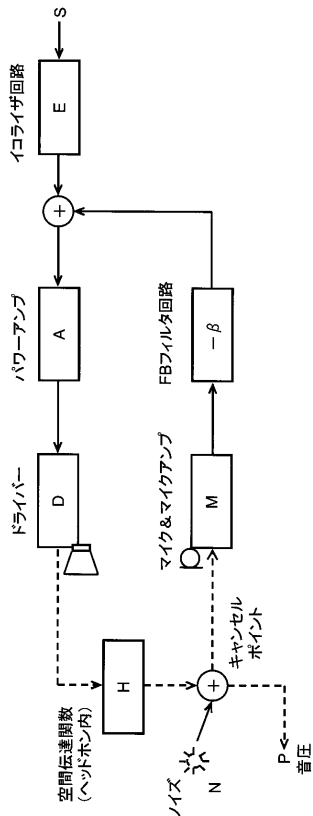
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

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

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

$$E = (1 + ADHM \beta) \quad \dots(式3)$$

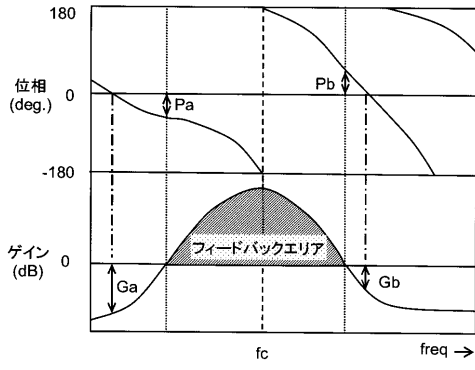
$$P = \frac{1}{1 + ADHM \beta} N + ADHS \quad \dots(式4)$$

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

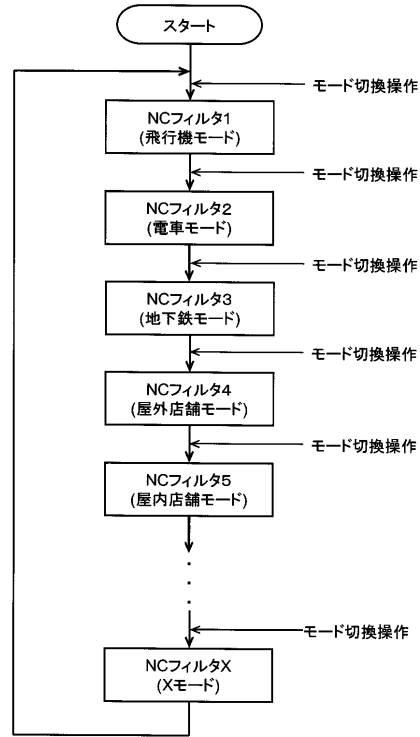
$$P = -F' ADHM \alpha \quad \dots(式6)$$

$$P = ADHS \quad \dots(式7)$$

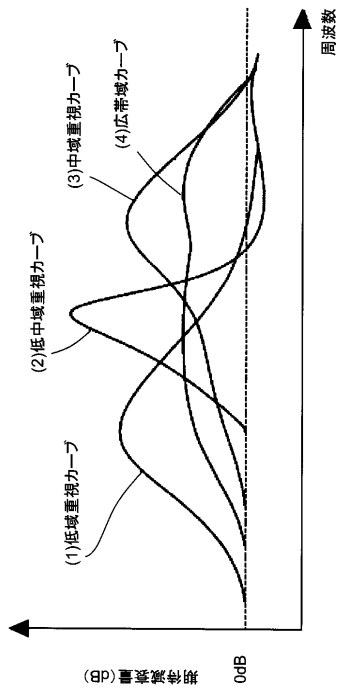
【 図 5 】



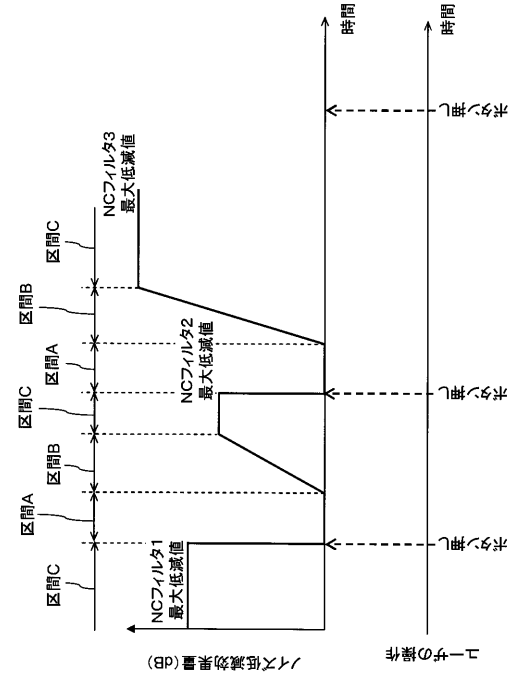
【 図 6 】



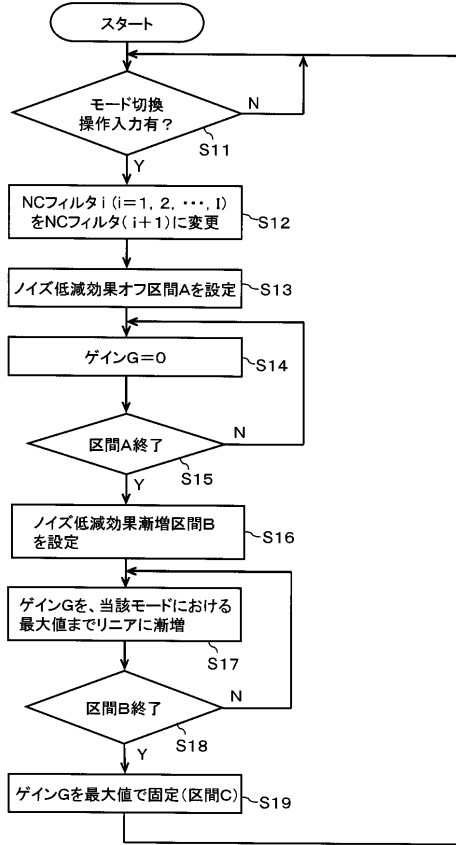
【 図 7 】



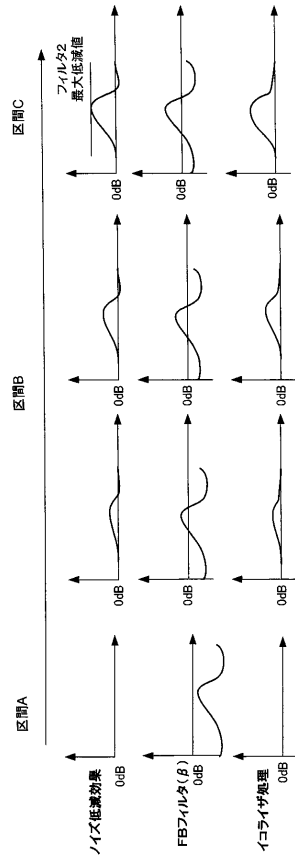
【 図 8 】



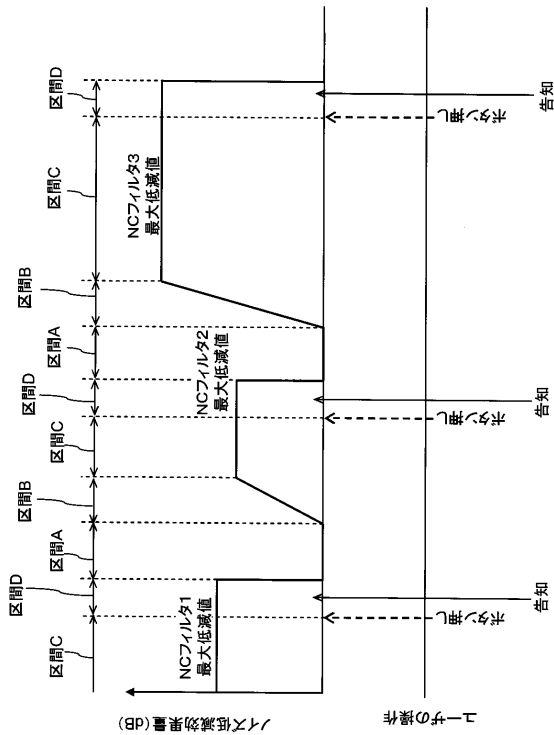
【図9】



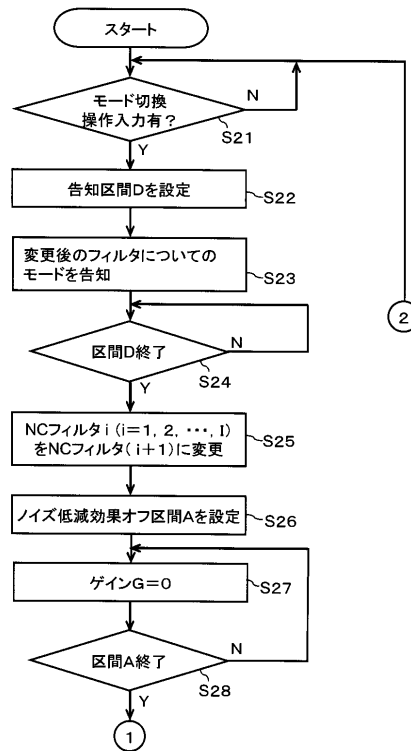
【図10】



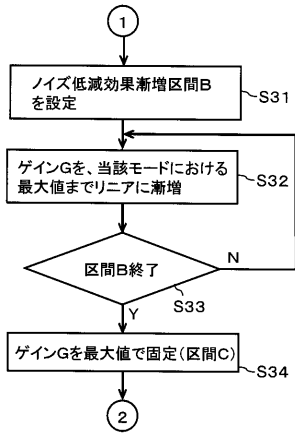
【図11】



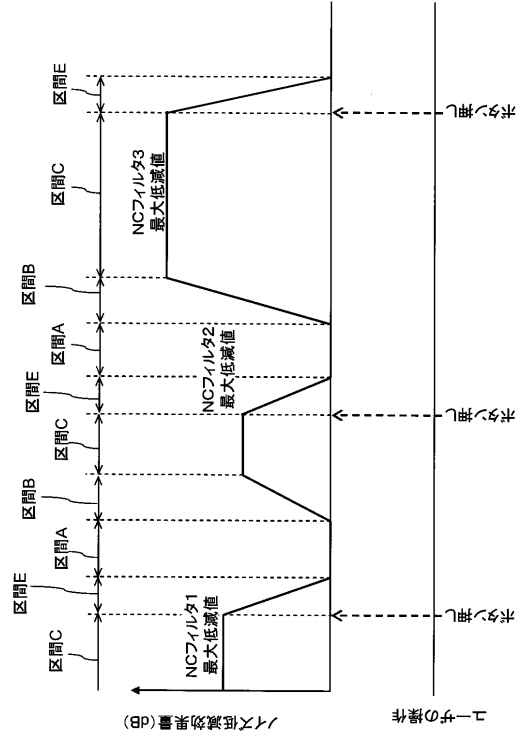
【図12】



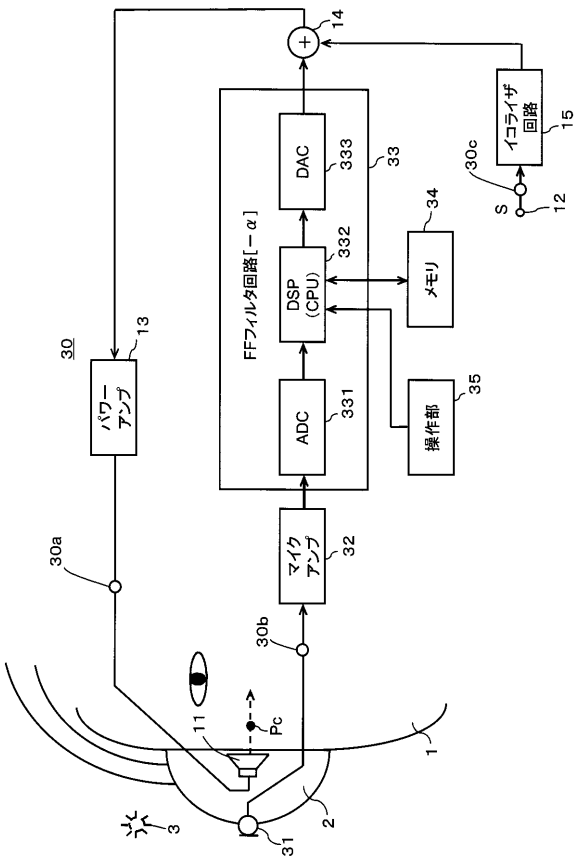
【図13】



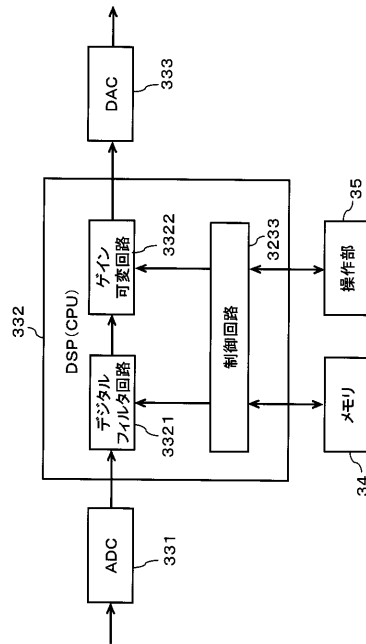
【図14】



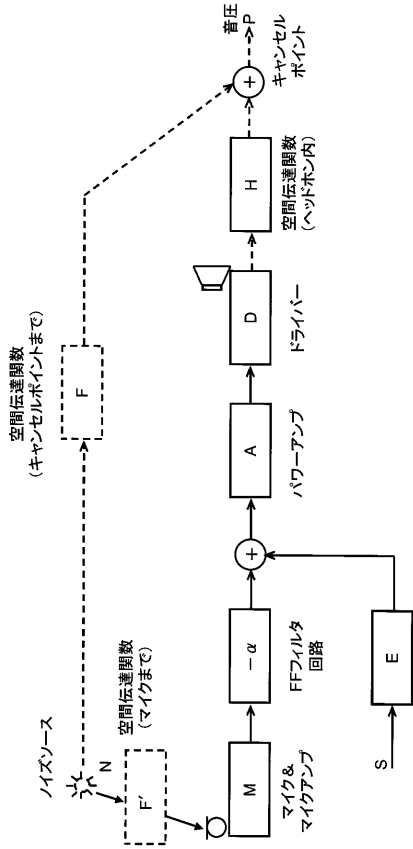
【図15】



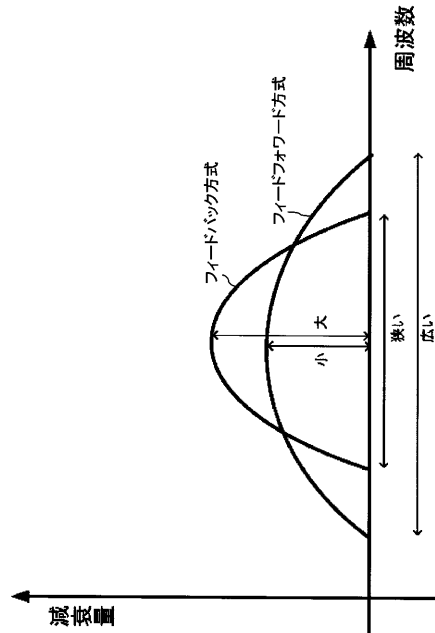
【図16】



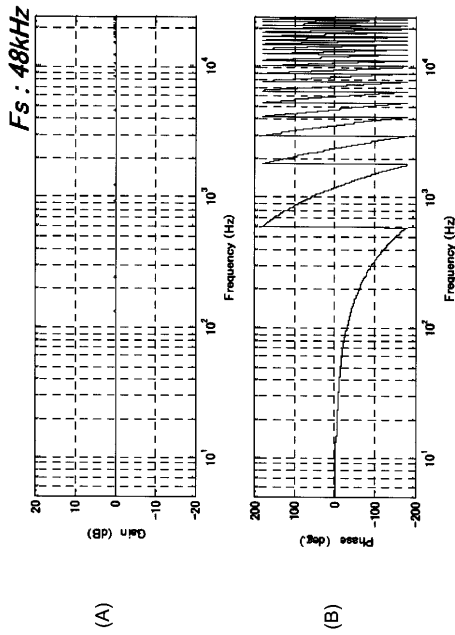
【 図 1 7 】



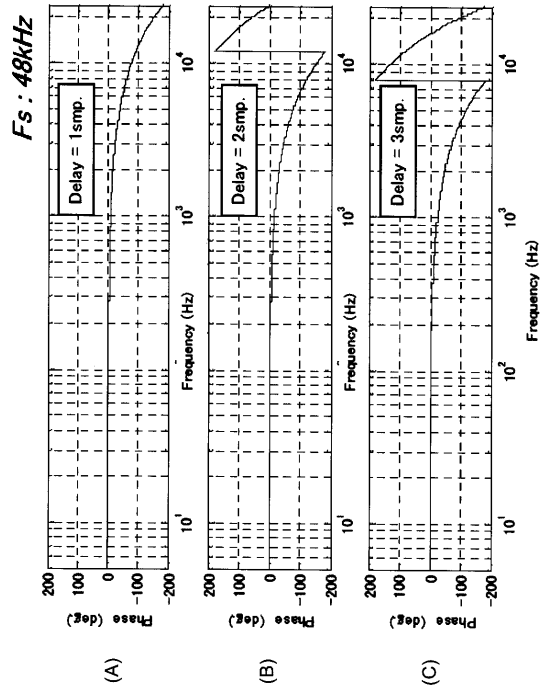
【 図 1 8 】



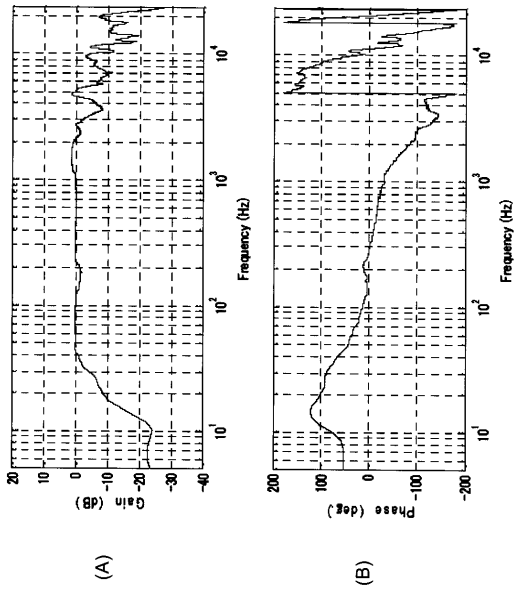
【 図 1 9 】



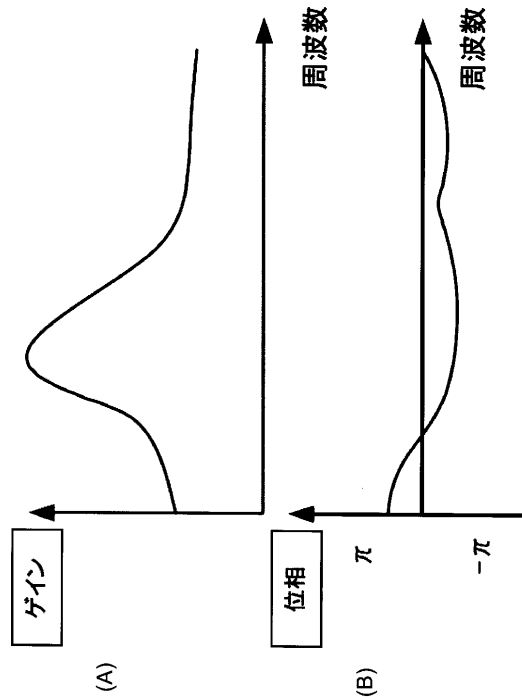
【 図 2 0 】



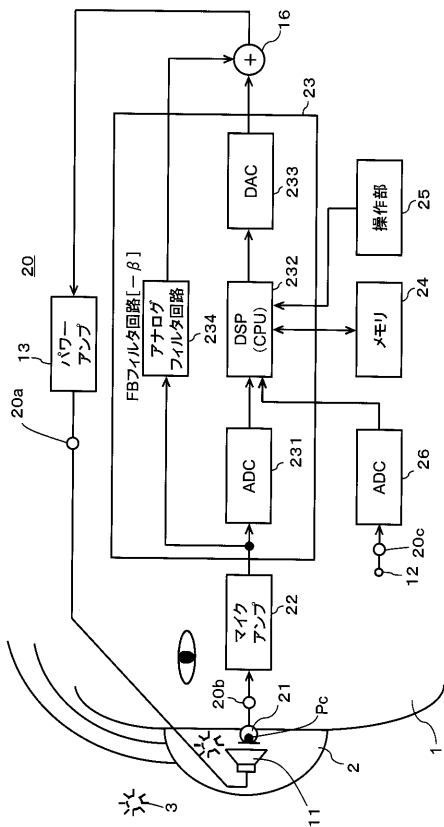
【図 2 1】



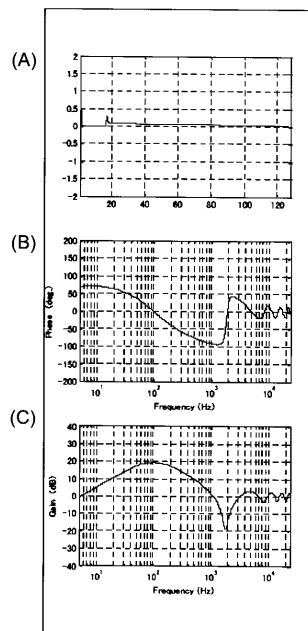
【図 2 2】



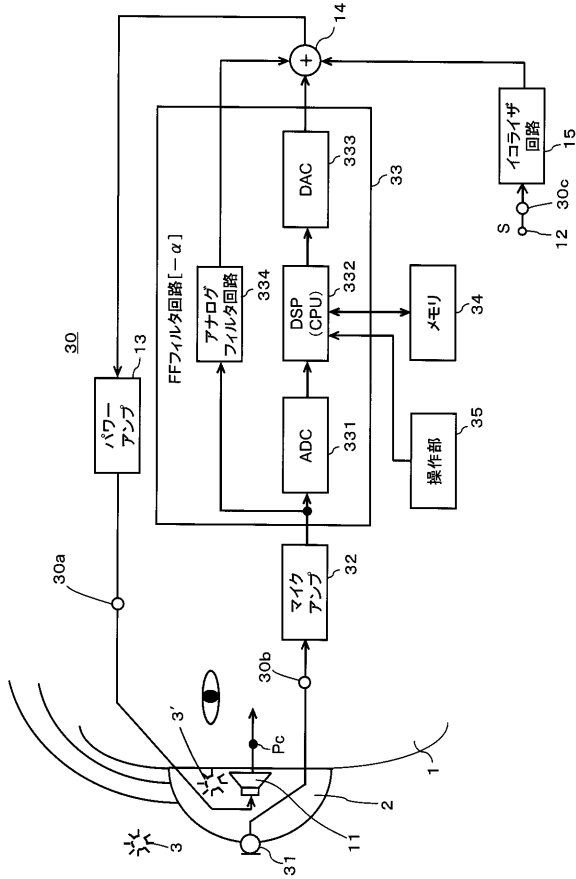
【図 2 3】



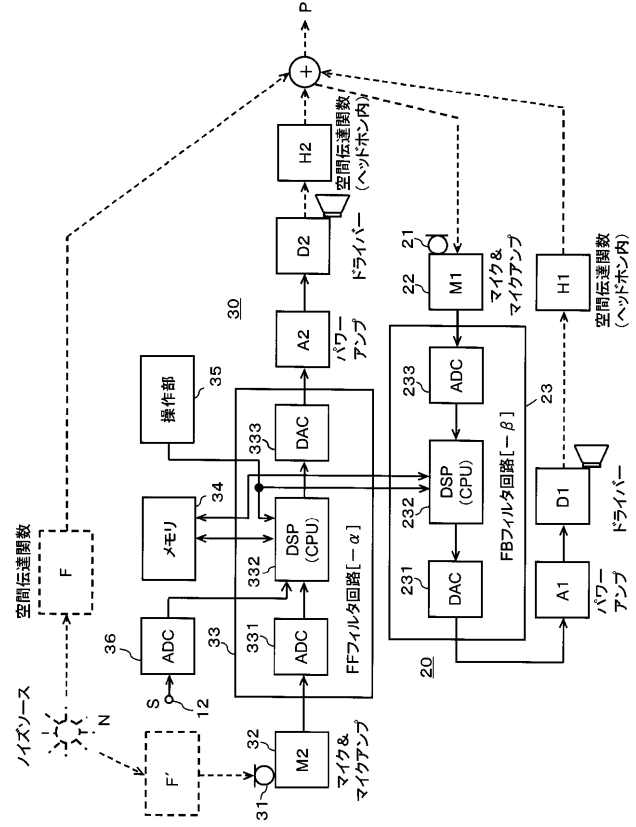
【図 2 4】



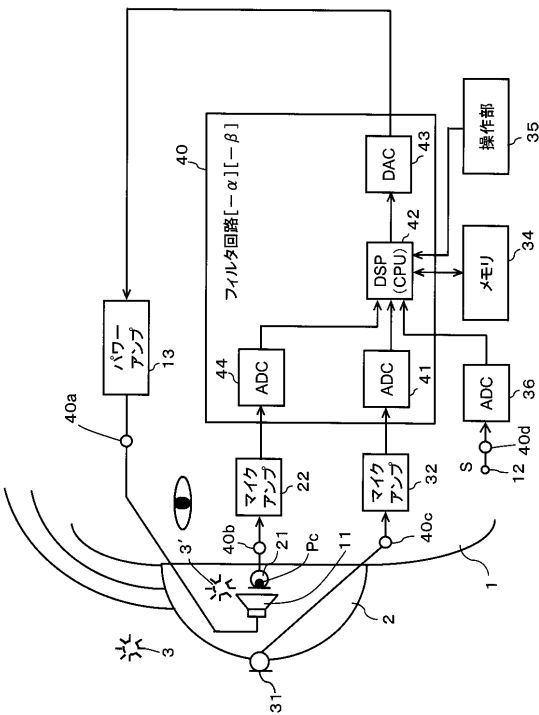
【図 25】



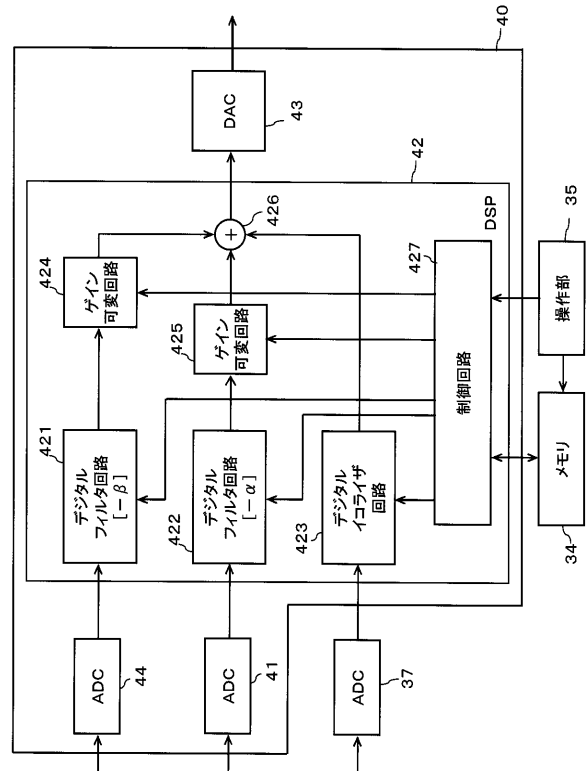
【図 26】



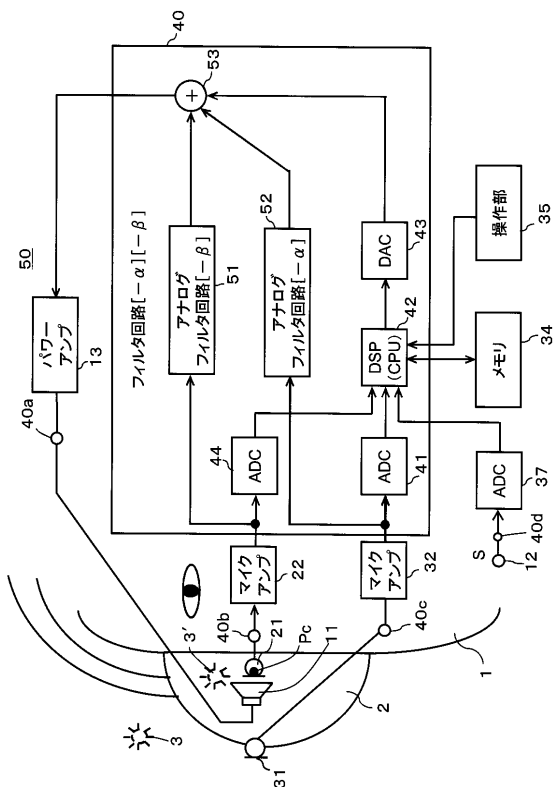
【図 27】



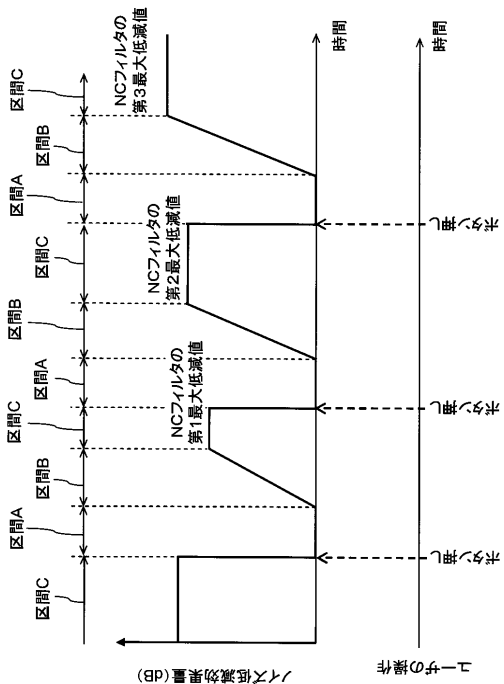
【図 28】



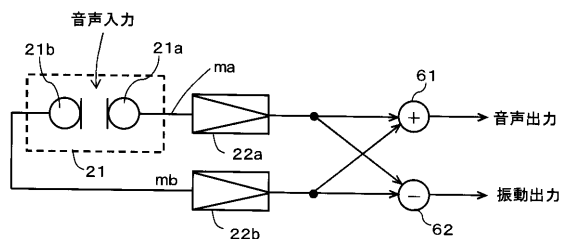
【 図 2 9 】



【 図 3 0 】



【 図 3 1 】



【 図 3 2 】

