

(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2004-163875
(P2004-163875A)

(43) 公開日 平成16年6月10日(2004.6.10)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G10K 11/178	G10K 11/16	5D005
H04R 1/10	H04R 1/10	5D020
H04R 3/04	H04R 1/10	5D061
	H04R 3/04	101

審査請求 有 請求項の数 14 O L 外国語出願 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2003-151515 (P2003-151515)	(71) 出願人	503192963 旭能音像股▲ふん▼有限公司 台湾新竹市光復路二段295號21樓之4
(22) 出願日	平成15年5月28日(2003.5.28)	(74) 代理人	100064584 弁理士 江原 省吾
(31) 優先権主張番号	91213715	(74) 代理人	100093997 弁理士 田中 秀佳
(32) 優先日	平成14年9月2日(2002.9.2)	(74) 代理人	100101616 弁理士 白石 吉之
(33) 優先権主張国	台湾(TW)	(74) 代理人	100107423 弁理士 城村 邦彦
(31) 優先権主張番号	92112279	(74) 代理人	100120949 弁理士 熊野 剛
(32) 優先日	平成15年5月6日(2003.5.6)	(74) 代理人	100121186 弁理士 山根 広昭
(33) 優先権主張国	台湾(TW)		

最終頁に続く

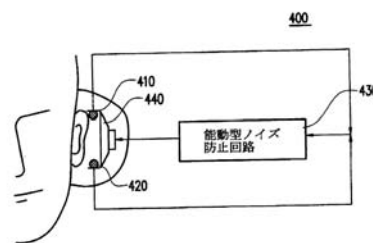
(54) 【発明の名称】 フィードバック能動型ノイズ防止回路およびヘッドホン

(57) 【要約】

【課題】 能動型ノイズ消去ヘッドホンの能動型ノイズ低減性能を効果的に向上させ、マイクセンサの受音品質を効果的に向上させること。

【解決手段】 フィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンを開示する。マイクセンサの受音品質を向上させるために複数のマイクセンサがヘッドホンの左右のスピーカの正面に配置され、これによって、能動型ノイズ防止回路は逆位相の音波を正確に生成して低周波ノイズを打消し、能動型ノイズ消去ヘッドホンのノイズ低減性能を更に向上させる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

環境ノイズの検出に基づいて生成されたノイズ認識信号を受信し、前記ノイズ認識信号のスペクトルの利得および位相を調節して環境ノイズ信号を生成するバンドパスコントローラと、オーディオ入力信号を受信して、低周波減衰より高周波減衰の方が大きいオーディオ補償信号を生成するオーディオ補償回路と、利得を個別に調節可能な第 1 の入力端子および第 2 の入力端子を備えた加算器であって、前記第 1 の入力端子は前記バンドパスコントローラに電氣的に結合されており、前記環境ノイズ信号を受信し、前記環境ノイズ信号を増幅してノイズ消去信号を生成し、前記第 2 の入力端子は前記オーディオ補償回路に電氣的に結合されており、前記オーディオ補償信号を受信し、前記オーディオ補償信号を増幅してオーディオ出力信号を生成する加算器と、前記加算器に電氣的に結合され、前記ノイズ消去信号と前記オーディオ出力信号とから合成された信号を受信し、前記信号を、スピーカ駆動用の電流信号に変換する電流変換リピータと、を備えているフィードバック能動型ノイズ防止回路。

10

【請求項 2】

前記フィードバック能動型ノイズ防止回路に供給される電力を受電し、電源が投入された際に、前記電流変換リピータへの電力供給を所定の時間期間だけ遅延させる電力遅延回路を更に備えている請求項 1 に記載のフィードバック能動型ノイズ防止回路。

20

【請求項 3】

前記電力遅延回路が、電源が投入された際に遅延制御信号を生成すべく構成されている遅延回路と、コレクタと、エミッタと、ベースとを備えているトランジスタであって、前記ベースは前記遅延回路に電氣的に結合されており、前記遅延制御信号を受信し、前記コレクタが受電した電力を前記遅延制御信号に基づいて前記エミッタに対して導通させる前に所定の時間期間だけ電力供給を遅延させるトランジスタと、を備えている請求項 2 に記載のフィードバック能動型ノイズ防止回路。

30

【請求項 4】

前記遅延回路が、直列接続された抵抗およびキャパシタを備えている請求項 3 に記載のフィードバック能動型ノイズ防止回路。

【請求項 5】

前記フィードバック能動型ノイズ防止回路に供給される電力を制御し、電源が切断された際に、前記オーディオ入力信号をスピーカに対して直接に通過させ、次いで、前記スピーカからオーディオ入力信号を出力するように構成されたスイッチユニットを更に備えている請求項 1 に記載のフィードバック能動型ノイズ防止回路。

【請求項 6】

前記オーディオ補償回路が、第 1 の端子と第 2 の端子とを備えている第 1 の抵抗であって、前記第 1 の抵抗の前記第 1 の端子はオーディオ入力信号を受信し、前記第 1 の抵抗の第 2 の端子は接地されている第 1 の抵抗と、第 1 の端子と第 2 の端子とを備えている第 2 の抵抗であって、前記第 2 の抵抗の前記第 1 の端子は前記第 1 の抵抗の前記第 1 の端子に電氣的に結合されている第 2 の抵抗と、第 1 の端子と第 2 の端子とを備えている第 1 のキャパシタであって、前記第 1 のキャパシタの前記第 1 の端子は前記第 2 の抵抗の前記第 2 の端子に電氣的に結合されており、前記第 1 のキャパシタの前記第 2 の端子は前記オーディオ補償信号を出力する第 1 のキャパシタと、第 1 の端子と第 2 の端子とを備えている第 2 のキャパシタであって、前記第 2 のキャパシタの前記第 1 の端子は前記第 1 のキャパシタの前記第 2 の端子に電氣的に結合されている

40

50

第 2 のキャパシタと、

第 1 の端子と第 2 の端子とを備えている第 3 の抵抗であって、前記第 3 の抵抗の前記第 1 の端子は前記第 2 のキャパシタの前記第 2 の端子に電氣的に結合されており、前記第 3 の抵抗の前記第 2 の端子は接地されている第 3 の抵抗と、

を備えている請求項 1 に記載のフィードバック能動型ノイズ防止回路。

【請求項 7】

前記ノイズ認識信号は、並列接続された複数のマイクセンサを用いて環境ノイズを検知することにより生成される請求項 1 に記載のフィードバック能動型ノイズ防止回路。

【請求項 8】

ノイズ消去信号を受信して環境ノイズとは逆位相の音波信号を生成するスピーカと、
スピーカの正面位置における環境ノイズを検出し、前記環境ノイズをノイズ認識信号に変換する複数のマイクセンサと、

10

前記マイクセンサと前記スピーカとに電氣的に結合され、前記ノイズ認識信号を受信し、前記ノイズ認識信号に基づいてノイズ消去信号を生成する能動型ノイズ防止回路と、
を備えているフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン。

【請求項 9】

前記複数のマイクセンサが 2 つのマイクセンサから構成されている請求項 8 に記載のフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン。

【請求項 10】

前記 2 つのマイクセンサがスピーカの正面で対称的に配置されている請求項 9 に記載のフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン。

20

【請求項 11】

前記複数のマイクセンサが 3 つのマイクセンサから構成されている請求項 8 に記載のフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン。

【請求項 12】

前記 3 つのマイクセンサがスピーカの正面で均等に配置されている請求項 11 に記載のフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン。

【請求項 13】

前記ノイズ認識信号は、並列接続された前記マイクセンサを用いて環境ノイズを検知することにより生成される請求項 8 に記載のフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン。

30

【請求項 14】

前記マイクセンサがスピーカの正面に配置されている請求項 8 に記載のフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的にはヘッドホンに関し、より詳しくは、フィードバック能動型ノイズ防止回路を備えたマイク付きヘッドホンに関する。

【背景技術】

【0002】

40

現在、電子製品が普及しており、ステレオ音響製品も娯楽用に広く普及している。この点に関しては、ヘッドホンが、音楽を聞くための便利な機能を備えている。より良好なステレオ音響効果を得るためには、音楽の音に付きまとう環境ノイズを除去するノイズ消去方式を用いる必要がある。ヘッドホンは、ノイズ消去方式の差異に基づいて大まかに 2 種類に分類される。一方は受動型ノイズ消去ヘッドホンであり、他方は能動型ノイズ消去ヘッドホンである。

【0003】

受動型ノイズ消去ヘッドホンでは遮音材料のみを用いて環境ノイズを減少させているので、そのノイズ消去能力は、主に、使用材料の厚さや、設計構造、継ぎ合わせ (joint) 能力などの物理的性質によって決まる。したがって、このヘッドホンは大型で重いもの

50

となる。受動型ノイズ消去ヘッドホンの製造に用いられている材料には、エンジンやファンなどから発生する低周波ノイズを防ぐ能力がほとんど無い。これに対して、能動型ノイズ消去ヘッドホンにはこのような制約が無いので消費者に広く受け入れられている。

【考案の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

現在市販されている能動型ノイズ消去ヘッドホンでは、左側スピーカと右側スピーカのそれぞれの正面に1つずつのマイクセンサが配置されているのが普通である。この方法では、マイクセンサがどこに配置されているかに拘らず、スピーカ正面のノイズ信号を検知するのはこれに対応する1つのマイクセンサだけである。したがって、マイクセンサの性能が決定的に重要である。更に、このマイクセンサが原音音質を確実に維持するのを確実にするためには、非常に高感度であると共に高価でもあるマイクセンサを選択する必要がある。また、ハンダ付け処理によってマイクセンサが容易に損傷を受けて大量生産時の歩留まりやコストに悪影響を与えることを避けることも重要である。フィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンのマイクセンサはスピーカの正面から0.5~1cmの距離範囲内の領域に配置されているので、ひどい近距離音場効果を引起す可能性がある。したがって、非常に高感度のマイクセンサを用いた場合でも、スピーカの正面で発生する近距離音場から同様に悪影響を受け、ノイズ低減性能が著しく損なわれる。

10

【0005】

従来のフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンの能動型ノイズ防止回路では、ラジオ等の音楽装置で生成されたオーディオ入力信号の利得調節回路を、マイクセンサで検出された環境ノイズから得られたノイズ認識信号の利得調節回路から分離することは考慮されていない。したがって、ノイズ認識信号の利得を調節して抗ノイズ効果を向上させる際に、音楽の本来のスペクトルが影響を受ける。更に、低周波クラックノイズ(パチパチというノイズ)が発生したり、または、ユーザが音楽を聞いている最中に能動型ノイズ防止回路の電源を入れると音楽の音量レベルが突然上昇して耳に不快感を与えるという問題を引き起こしたりする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の問題点やその他の欠点を解消するために、本発明では、フィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンを提供する。2つまたは2つより多い数のマイクセンサをヘッドホンの左右のスピーカの正面に配置することによって、ノイズ防止回路が逆位相の音波をより正確に生成して低周波ノイズを打消し、能動型ノイズ消去ヘッドホンの能動型ノイズ低減性能を効果的に向上できる。したがって、マイクセンサの受音品質が効果的に向上できる。

30

【0007】

本発明では、利得が個別に調節可能な加算器を用いてオーディオ補償回路からのオーディオ補償信号とバンドパスコントローラからの環境ノイズ信号とをそれぞれ増幅することによって、抗ノイズ利得の調節からの影響という問題を軽減または解消するフィードバック能動型ノイズ防止回路を更に提供する。

【0008】

上述の問題点やその他の欠点を解消するために、本発明では、フィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンを提供する。このフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンは複数のマイクセンサと、能動型ノイズ防止回路と、スピーカとを備えている。複数のマイクセンサを用いてスピーカの正面における環境ノイズを検出し、この環境ノイズをノイズ認識信号に変換し、このノイズ認識信号を能動型ノイズ防止回路に送信する。能動型ノイズ防止回路は、受信したノイズ認識信号に基づいてノイズ消去信号を生成することによって、スピーカが環境ノイズとは逆位相の音波信号を生成して低周波環境ノイズを打消することができる。

40

【0009】

本発明の好適な実施例では、2つまたは3つのマイクセンサをスピーカ正面の周辺領域に

50

均等に配置しても良い。能動型ノイズ防止回路に送られるノイズ認識信号は並列接続されたマイクセンサによって生成される。

【0010】

本発明では、フィードバック能動型ノイズ防止回路を更に提供する。このフィードバック能動型ノイズ防止回路は、バンドパスコントローラと、オーディオ補償回路と、加算器と、電流変換リピータとを備えている。

【0011】

バンドパスコントローラは、マイクセンサによって検出された環境ノイズから得られたノイズ認識信号を受信し、そのノイズ認識信号のスペクトルの利得および位相を調節して環境ノイズ信号を生成する。

【0012】

オーディオ補償回路は、音楽装置によって生成されたオーディオ入力信号を受信し、低周波減衰より高周波減衰の方が大きいオーディオ補償信号を生成することによって、低周波数の音楽を補償して低周波ノイズを実質的に低減、または消去できる。

【0013】

加算器は、利得を個別に調節可能な第1の入力端子および第2の入力端子を備えている。ここで、第1の入力端子はバンドパスコントローラに電氣的に結合されており、上述の環境ノイズ信号を受信し、受信した環境ノイズ信号を適切に処理してノイズ消去信号を生成する。この信号を用いてスピーカを駆動して環境ノイズとは逆位相の音波信号を生成し、低周波環境ノイズを打消し、または減少させる。第2の入力端子はオーディオ補償回路に電氣的に結合されており、上述のオーディオ補償信号を受信し、このオーディオ補償信号を増幅してオーディオ出力信号を生成する。この信号は、次いで、スピーカに送信され、音楽が出力される。

【0014】

電流変換リピータは、ノイズ消去信号とオーディオ出力信号とから合成された信号を受信し、これをスピーカ駆動用の電流信号に変換する。

【0015】

本発明の好適な実施例では、フィードバック能動型ノイズ防止回路が電力遅延回路を更に備えている。電力遅延回路はフィードバック能動型ノイズ防止回路に供給される電力を受電する。電源が投入された際に、電力遅延回路は、電流変換リピータに電力を供給する前にこの電力供給を所定の時間だけ遅延させることによって、フィードバック能動型ノイズ防止回路の電源が投入された際に発生する不快な音を除去する。

【0016】

上述の電力遅延回路は、遅延回路とトランジスタとを備えている。遅延回路は、例えば、直列接続された抵抗およびキャパシタで構成されており、電源が投入された際に遅延制御信号を生成する。トランジスタは、コレクタと、エミッタと、ベースとを備えており、ベースは上述の遅延回路に電氣的に結合されていて、遅延制御信号を受信し、この遅延制御信号に基づいてコレクタからエミッタへの電力供給を遅延させる。

【0017】

フィードバック能動型ノイズ防止回路は、このフィードバック能動型ノイズ防止回路に供給される電力を制御するスイッチユニットを更に備えている。フィードバック能動型ノイズ防止回路の電源が切断された際に、スイッチユニットは、音楽装置によって生成されたオーディオ入力信号をスピーカに対して直接に方向づける。したがって、フィードバック能動型ノイズ防止回路の電源が切断された場合でも、ユーザはそのヘッドホンを用いて音楽を聞くことができる。

【0018】

本発明の1つの観点によれば、フィードバック能動型ノイズ防止回路のオーディオ補償回路が、第1の抵抗と、第2の抵抗と、第1のキャパシタと、第2のキャパシタと、第3の抵抗とを備えており、これらの全ての部品はそれぞれ第1の端子と第2の端子とを備えている。第1の抵抗の第1の端子は、音楽装置によって生成されたオーディオ入力信号を受

10

20

30

40

50

信し、第1のキャパシタの第2の端子を通してオーディオ補償信号を出力する。これらの部品は以下のように接続されている。第1の抵抗の第2の端子は接地されており、第2の抵抗の第1の端子は第1の抵抗の第1の端子に電氣的に結合されており、第1のキャパシタの第1の端子は第2の抵抗の第2の端子に電氣的に結合されており、第2のキャパシタの第1の端子は第1のキャパシタの第2の端子に電氣的に結合されており、第3の抵抗の第1の端子は第2のキャパシタの第2の端子に電氣的に結合されており、第3の抵抗の第2の端子は接地されている。

【0019】

本発明の別の観点によれば、環境ノイズから導かれるノイズ認識信号は、並列接続された複数のマイクセンサによって検出される。本発明のフィードバック能動型ノイズ防止回路では、ノイズ認識信号に基づいて生成されたノイズ消去信号がスピーカに出力され、環境ノイズとは逆位相の音波信号を生成して低周波環境ノイズを打消し、または減少させる。

10

【0020】

特定の実施例を用いて本発明を説明してきたが、本発明の精神から乖離することなく、説明した実施例を修正しうることは当業者には明らかである。したがって、本発明の範囲は、上述の詳細な説明によってではなく、添付した請求範囲によって規定される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

添付図面は本発明のより深い理解のために添付されているのであり、本明細書に組み込まれてその一部分を構成する。図面には本発明の実施例を示してあり、説明と合わせ用いることにより本発明の原理を説明している。

20

【0022】

図1は、フィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンスピーカの近距離音場を示す模式図である。図1に示してあるように、スピーカ110の正面に配置されているマイクセンサ120が外部環境から白色ノイズを収集する場合には、ヘッドホン140の耳覆い(earpiece)チャンバの帯域通過特性によって、マイクセンサ120には低周波(約50Hz~1kHz)環境ノイズが収集される。低周波環境ノイズは低周波数と長波長とによって特徴づけられているので、マイクセンサ120の配置位置はそれほど重要ではない。

【0023】

しかし、マイクセンサ120が、収集した低周波環境ノイズをノイズ認識信号に変換し、これを能動型ノイズ防止回路130に送信した後は、能動型ノイズ防止回路130は受信したノイズ認識信号に基づいてノイズ消去信号を生成し、これをスピーカ110に送信することによって、環境ノイズとは逆位相の音波信号を生成し、マイクセンサ120によって検出された低周波環境ノイズを打消し、または減少させる。このような配置の近距離音場効果によってスピーカ110の正面には音響エネルギー渦(流)150が生成されており、また、マイクセンサ120はスピーカ110の正面の近傍領域の近くに配置されていて、スピーカ110の正面の音響エネルギー渦(流)150の内部にちょうど位置している。したがって、近距離音場効果の影響により、マイクセンサ120は低周波環境ノイズをリアルタイムで明瞭正確に取得できず、したがって、これを能動型ノイズ防止回路130に送信して逆位相の音波を正確に生成し低周波ノイズを打消すことができない。

30

40

【0024】

図2は、自由場に配置されたスピーカの近距離音場効果の測定を示す模式図である。この図に示してあるように、白色ノイズ発生器210を用いて白色ノイズ信号を模擬生成する。次いで、この白色ノイズ信号はスピーカ220に送出され、安定な均等分布の白色ノイズが生成される。次いで、音量レベル計230が、スピーカ220に対して相異なる距離および角度で、例えば、図中のA点およびB点において、音量レベル(音圧)を測定する。ここで、スピーカ220からA点およびB点までの距離Lは実質的に等しく、互いに対して角度だけ傾斜している。上述の実験では、例えばスピーカ220の直径より大きな或る距離においてスピーカ220の正面の相異なる角度において、相等しく安定な音量

50

レベル（音圧）が測定される。しかし、スピーカ 220 の直径より小さな距離、例えば、スピーカ 220 から 5 ~ 10 mm の範囲内の距離、だけスピーカから離れたスピーカ 220 正面における相異なる角度では、相異なる不安定な音量レベル（音圧）が測定される。上述の実験は、スピーカ 220 の正面の近傍領域で発生する近距離音場効果の存在の証拠と影響とを示している。

【0025】

図 3 A および図 3 B は、本発明の好適な実施例におけるスピーカの正面に配置された 2 つまたは 3 つのマイクセンサの配置方式を示す模式図である。これらの図に示してあるように、上述の問題点を解消するために、本発明では、図 3 A の例では 2 つのマイクセンサ 310 および 320 がスピーカ 360 の正面に配置されており、図 3 B の例では 3 つのマイクセンサ 330, 340, 350 がスピーカ 370 の正面に配置されている。マイクセンサ 310, 320, 330, 340, 350 の受音方向は、スピーカの正面の中心線を向いている。マイク 310, 320, 330, 340, 350 は相異なる位置に配置されているので、これらの複数のマイクセンサ 310, 320 または 330, 340, 350 はそれぞれ相異なる鮮明度を有する信号を受信する。したがって、互いに補償し合って、マイクセンサ 310, 320 または 330, 340, 350 の受音品質を向上できる。したがって、この能動型ノイズ防止回路は逆位相の音波をより正確に生成して低周波ノイズを打消し、能動型ノイズ消去ヘッドホンの能動型ノイズ低減性能を更に向上できる。

【0026】

図 3 A および図 3 B の実施例では、図 3 A の場合には 2 つのマイクセンサ 310 および 320 がスピーカ 360 の正面に対称的に配置されており、図 3 B の場合には 3 つのマイクセンサ 330, 340, 350 がスピーカ 370 の正面に均等に配置されている。しかし、これらは、好適な配置を本明細書に示しているに過ぎず、マイクセンサの唯一可能な配置形式として制約を与えるものでないことは当業者には明らかである。実際、要求される条件が異なれば、設計者が所望するように角度や距離を変更した配置が可能である。

【0027】

図 4 は、本発明の好適な実施例におけるスピーカの正面に配置された 2 つのマイクセンサの構造を示す模式図である。図 4 に示してあるように、フィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン 400 が、2 つのマイクセンサ 410 および 420 と、能動型ノイズ防止回路 430 と、スピーカ 440 とを備えている。スピーカ 440 の正面の周辺領域に配置されている 2 つのマイクセンサ 410 および 420 が環境ノイズを検出し、この環境ノイズをノイズ認識信号に変換する。次いで、この信号は能動型ノイズ防止回路 430 に送出される。能動型ノイズ防止回路 430 は受信したノイズ認識信号に基づいてノイズ消去信号を生成することにより、スピーカ 440 が環境ノイズとは逆位相の音波信号を生成し、低周波環境ノイズを打消し、または減少させる。この方法の長所は、本明細書で既に説明したように、相異なる位置に配置された 2 つのマイクセンサ 410 および 420 が相異なる鮮明度を有する信号を受信し、互いに補償し合って、マイクセンサ 410 および 420 の最終的な受音品質を一体として向上できることである。したがって、この能動型ノイズ防止回路 430 は逆位相の音波をより正確に生成して低周波ノイズを打消し、能動型ノイズ消去ヘッドホンの能動型ノイズ低減性能を更に向上できる。

【0028】

図 5 は、本発明の好適な実施例に係るフィードバック能動型ノイズ防止回路の模式的ブロック図である。この図に示してあるように、フィードバック能動型ノイズ防止回路 500 が、バンドパスコントローラ 510 と、オーディオ補償回路 520 と、加算器 80 と、電流変換リピータ 70 と、電力およびスイッチ回路 530 とを備えている。

【0029】

バンドパスコントローラ 510 は、環境ノイズを検出するために並列接続されている複数のマイクセンサ 51 および 52 によって生成されたノイズ認識信号 SNI を受信する。次いで、バンドパスコントローラ 510 は、ノイズ認識信号 SNI の利得および位相を調節して環境ノイズ信号 SNO を生成する。次いで、この信号は加算器 80 の第 1 の入力端子

10

20

30

40

50

801に対して出力され、環境ノイズ信号SNOはこの加算器で増幅されてノイズ消去信号となる。次いで、ノイズ消去信号は電流変換リピータ70で更に変換されて電流信号となり、RB/GR伝送回線を通してスピーカを駆動する。これによって、スピーカが環境ノイズとは逆位相の音波信号を生成して、低周波環境ノイズを打消し、または減少させる。

【0030】

加算器80の第2の入力端子802は音楽装置(図示しない)によって生成されたオーディオ入力信号LINを受信し、これによって、期待どおりの音楽がスピーカから出力される。更に、加算器80の第2の入力端子802および上述した第1の入力端子801の利得は個別に調節できるので、環境ノイズ信号SNOの利得を調節してノイズ低減性能を向上させる際に音楽の音量レベルが影響を受けることがない。

10

【0031】

しかし、複数のマイクセンサ51および52によって検出された環境ノイズから導かれたノイズ認識信号SNIには、通常、ユーザが聞くはずの音楽が含まれているので、100Hz~1KHzの音楽もこのノイズ信号と共に部分的に除去されるはずである。この現象を避けて、フィードバック能動型ノイズ防止回路500を動作させた際にもユーザが本来の音質で音楽を聞けるように、オーディオ入力信号LINが入力される加算器80の第2の入力端子802の前に、オーディオ補償回路520が追加されている。これによって、部分的に除去されてしまうはずの音楽が補償できる。この補償方法は以下の通りである。音楽装置によって生成されたオーディオ入力信号LINが先ず受信され、低周波減衰より高周波減衰の方が大きいのであるオーディオ補償信号LCがオーディオ補償回路520によって生成されることによって低周波数の音楽が補償される。次いで、この信号は加算器80の第2の入力端子802に入力される。

20

【0032】

図6に示してあるように、オーディオ補償回路520は、第1の抵抗81と、第2の抵抗82と、第1のキャパシタ85と、第2のキャパシタ84と、第3の抵抗83とを備えており、これらの全ての部品はそれぞれ第1の端子811, 821, 851, 841, 831と第2の端子812, 822, 852, 842, 832とを備えている。第1の抵抗81の第1の端子811は、音楽装置によって生成されたオーディオ入力信号LINを受信し、第1のキャパシタ85の第2の端子852を通してオーディオ補償信号LCを出力する。これらの部品は以下のように接続されている。第1の抵抗81の第2の端子812は接地されており、第2の抵抗82の第1の端子821は第1の抵抗81の第1の端子811に電氣的に結合されており、第1のキャパシタ85の第1の端子851は第2の抵抗82の第2の端子822に電氣的に結合されており、第2のキャパシタ84の第1の端子841は第1のキャパシタ85の第2の端子852に電氣的に結合されており、第3の抵抗83の第1の端子831は第2のキャパシタ84の第2の端子842に電氣的に結合されており、第3の抵抗83の第2の端子832は接地されている。

30

【0033】

したがって、フィードバック能動型ノイズ防止回路500は、部分的に除去されてしまうはずの音楽を補償できる。更に、オーディオ入力信号LINおよびノイズ認識信号SNIの利得を個別に調節できるので、抗ノイズ利得の調節によってオーディオ入力信号LINの利得が影響されることはない。したがって、音量レベルに無関係に、安定な音量レベルの音楽が提供できる。換言すれば、音量レベルを上げても、低周波のクラック音(パチパチという音)が発生しない。

40

【0034】

更に、本発明では、電源を投入した直後に回路が安定状態にないことにより不快な音が発生するという問題を解消する方法が提供される。図5に示してあるように、フィードバック能動型ノイズ防止回路500は電力およびスイッチ回路530を更に備えている。この電力およびスイッチ回路530は、図7に示してある電力遅延回路540を備えており、フィードバック能動型ノイズ防止回路500に供給された電力BATTを受電し、電力V

50

+ がオンとなった際には電流変換リピータ70に電力P O Wを供給する前に所定の時間期間だけ遅延させる。この動作の詳細は後述する。

【0035】

図7に示してあるように、電力遅延回路540は、トランジスタ90と、直列接続された抵抗91およびキャパシタ92を有する遅延回路560と、を備えている。トランジスタ90は、コレクタ901と、エミッタ903と、ベース902とを備えており、抵抗91は第1の端子911および第2の端子912を備えており、キャパシタ92は第1の端子921および第2の端子922を備えている。ここで、コレクタ901は、電池97によって供給される電力B A T Tに電氣的に結合されており、ベース902は、抵抗91の第2の端子912と、キャパシタ92の第1の端子921と、に電氣的に結合されており、キャパシタ92の第2の端子922は接地されている。

10

【0036】

抵抗91の第1の端子911に電氣的に結合された電力V + がオンとなった(つまり、V + が、必要な電力をその他の回路に供給する)際には、キャパシタ92が荷電されて遅延制御信号を生成する。この遅延制御信号は、トランジスタ90を導通させる前に所定の時間期間に渡って電力供給を遅延させることによって、トランジスタ90のエミッタ903から出力される電力P O Wが図5の電流変換リピータ70に供給されることを遅延させる。したがって、電力V + がオンになった際にフィードバック能動型ノイズ防止回路500が瞬間的に不快音をスピーカから発生させることがなくなる。

【0037】

図7に示してあるように、電力およびスイッチ回路530はスイッチユニット550を更に備えている。スイッチユニット550は、フィードバック能動型ノイズ防止回路500に供給される電力V + をオンにするか否かを制御し、スイッチユニット550によってフィードバック能動型ノイズ防止回路への電力V + が切断された際には音楽装置(図示しない)によって生成されたオーディオ入力信号L I Nをスピーカ98に直接通過させ、これによって、フィードバック能動型ノイズ防止回路500への電力V + が切断された際にもヘッドホンを用いて音楽を聞けるようにする、という働きをしている。

20

【0038】

複数のマイクセンサを用いたフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンのノイズ低減効果を確認するために実験を行う。図4に示したフィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン400が、受信された様々な周波数のノイズ音量レベルを測定できる人工頭部装置に装着される。測定結果を表1および表2に示してある。表1には、1つだけのマイクセンサ410が能動型ノイズ防止回路430に接続されている場合の実験結果を示してあり、表2には、両方のマイクセンサ410および420が能動型ノイズ防止回路430に同時に接続されている場合の実験結果を示してある。ここで、A N C ? O F Fの欄には能動型ノイズ防止回路430の動作がオフの場合の測定値、すなわち、ノイズが除去されていない状態で人工頭部装置に聞こえるノイズ音量レベル、が記してあり、表1のA N C ? O Nの欄には1つだけのマイクセンサ410が能動型ノイズ防止回路430に接続されている状態で人工頭部装置に聞こえるノイズ音量レベルが記してある。表2に示してある数字は、両方のマイクセンサ410および420が能動型ノイズ防止回路430に同時に接続され

30

40

【表1】

周波数 (Hz)	ANC.OFF時 ノイズ量 (dB)	ANC.ON時 ノイズ量 (dB)	ノイズ低減量
50	-44.892052	-46.355553	1.463501
63	-47.250725	-51.611275	4.36055
80	-46.059258	-52.916901	6.857643
100	-39.596458	-50.056454	10.46
125	-40.698879	-52.588493	11.88961
160	-44.13002	-57.5037	13.37368
200	-49.081154	-58.509605	9.428451
250	-51.771255	-60.032673	8.261418
315	-59.943424	-69.942879	9.999455
400	-68.614731	-79.727463	11.11273
500	-72.215195	-83.750633	11.53544
630	-73.721779	-82.608246	8.886467
800	-72.781471	-79.317261	6.53579
1000	-79.337273	-76.014885	-3.32239
平均			9.42467754

10

20

【表 2】

周波数 (Hz)	ANC.OFF時 ノイズ量 (dB)	ANC.ON時 ノイズ量 (dB)	ノイズ低減量
50	-59.613277	-61.625042	2.011765
63	-59.073704	-64.525406	5.451702
80	-54.281155	-61.29026	7.009105
100	-47.093666	-57.906025	10.81236
125	-42.541756	-57.877411	15.33566
160	-44.581146	-62.431255	17.85011
200	-42.310223	-59.130478	16.82026
250	-51.757565	-63.474697	11.71713
315	-57.003044	-68.348465	11.34542
400	-63.156078	-75.24823	12.09215
500	-63.727406	-79.12429	15.39688
630	-71.959145	-83.755692	11.79655
800	-69.567673	-76.19136	6.623687
1000	-77.687004	-73.204292	-4.48271
平均			12.7675294

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】フィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホンスピーカの近距離音場を示す模式図である。

【図2】自由（音）場に配置されたスピーカの近距離音場効果の測定を示す模式図である。

【図3A】本発明の好適な実施例におけるスピーカの正面に配置された2つマイクセンサの配置方式を示す模式図である。

【図3B】本発明の好適な実施例におけるスピーカの正面に配置された3つのマイクセンサの配置方式を示す模式図である。

【図4】本発明の好適な実施例におけるスピーカの正面に配置された2つのマイクセンサの構造を示す模式図である。

【図5】本発明の好適な実施例に係るフィードバック能動型ノイズ防止回路の模式的ブロック図である。

【図6】本発明の好適な実施例に係るフィードバック能動型ノイズ防止回路のオーディオ補償回路の模式的回路図である。

【図7】本発明の好適な実施例に係るフィードバック能動型ノイズ防止回路の電力およびスイッチユニットの模式的回路図である。

【符号の説明】

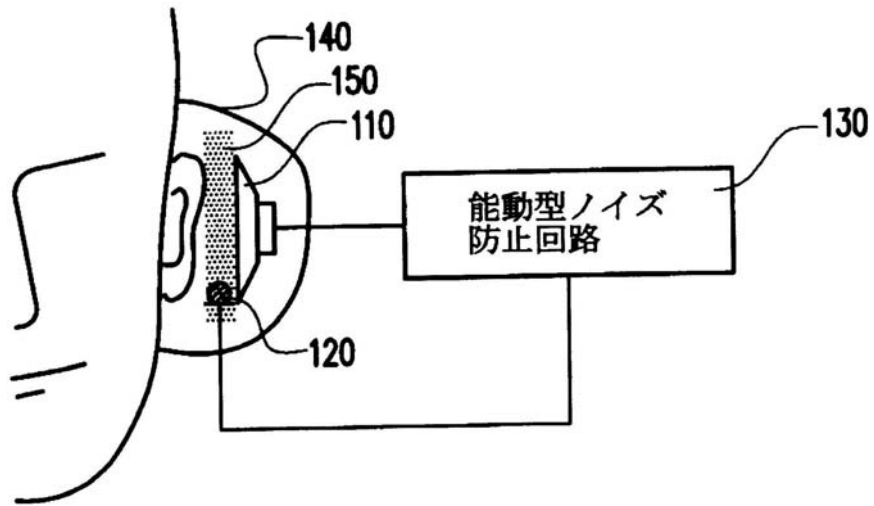
【0040】

51 マイクセンサ

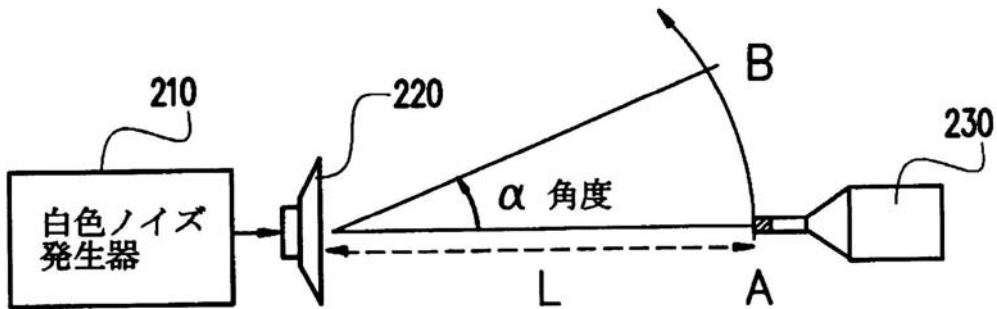
70 電流変換リピータ

8 0	加算器	
8 1	抵抗	
8 2	抵抗	
8 3	抵抗	
8 4	キャパシタ	
8 5	キャパシタ	
9 0	トランジスタ	
9 1	抵抗	
9 2	キャパシタ	
9 7	電池	10
9 8	スピーカ	
1 1 0	スピーカ	
1 2 0	マイクセンサ	
1 3 0	能動型ノイズ防止回路	
1 4 0	ヘッドホン	
2 1 0	白色ノイズ発生器	
2 2 0	スピーカ	
2 3 0	音量レベル計	
3 1 0 , 3 2 0 , 3 3 0 , 3 4 0 , 3 5 0	マイクセンサ	
3 6 0	スピーカ	20
3 7 0	スピーカ	
4 0 0	フィードバック能動型ノイズ消去ヘッドホン	
4 1 0	マイクセンサ	
4 3 0	能動型ノイズ防止回路	
4 4 0	スピーカ	
5 0 0	フィードバック能動型ノイズ防止回路	
5 1 0	バンドパスコントローラ	
5 2 0	オーディオ補償回路	
5 3 0	スイッチ回路	
5 4 0	電力遅延回路	30
5 5 0	スイッチユニット	
5 6 0	遅延回路	
8 0 1	入力端子	
8 0 2	入力端子	
8 1 1 , 8 2 1 , 8 5 1 , 8 4 1 , 8 3 1	端子	
8 1 2 , 8 2 2 , 8 5 2 , 8 4 2 , 8 3 2	端子	
9 0 1	コレクタ	
9 0 2	ベース	
9 0 3	エミッタ	
9 1 1	端子	40
9 1 2	端子	
9 2 1	端子	
9 2 2	端子	
B A T T	電力	
L	距離	
L C	オーディオ補償信号	
L I N	オーディオ入力信号	
P O W	電力	
S N I	ノイズ認識信号	
S N O	環境ノイズ信号	50

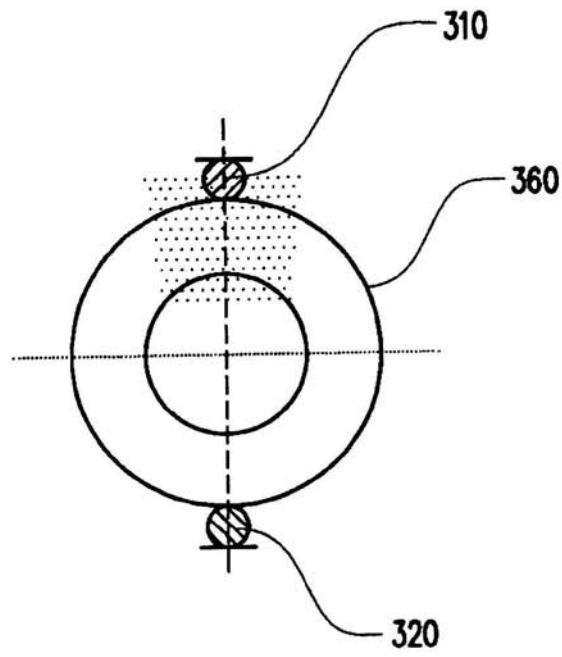
【 図 1 】



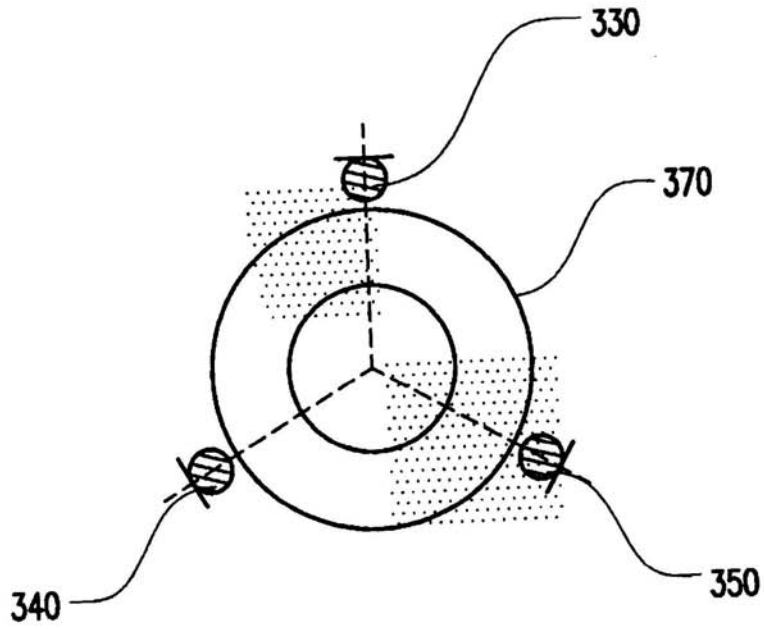
【 図 2 】



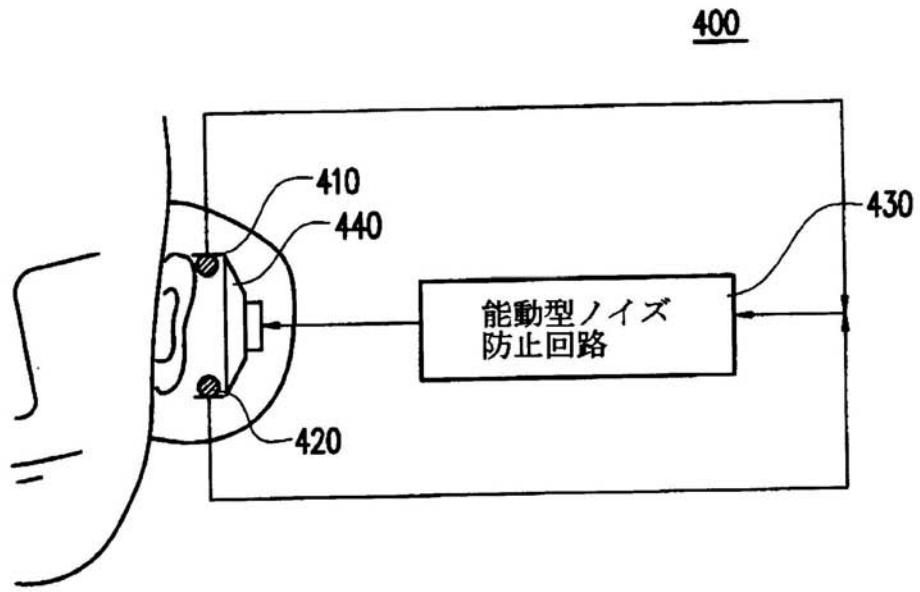
【 図 3 A 】



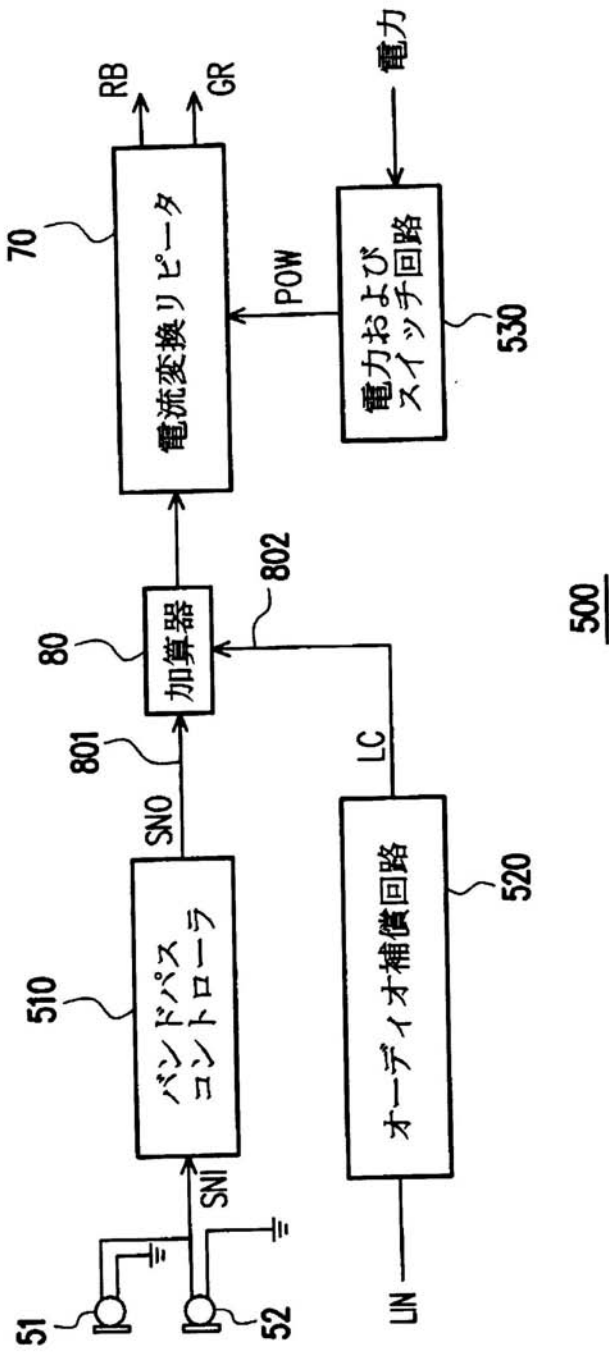
【 図 3 B 】



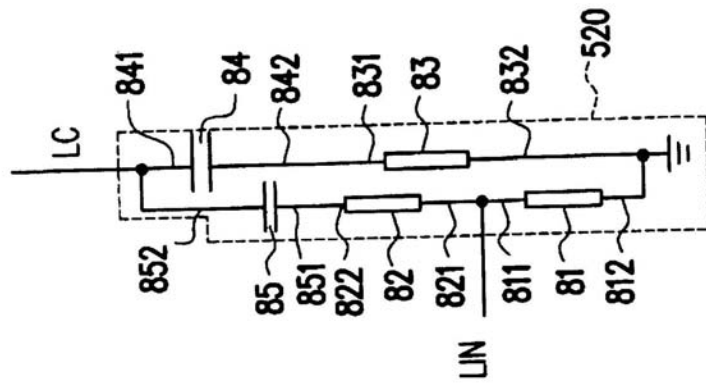
【 図 4 】



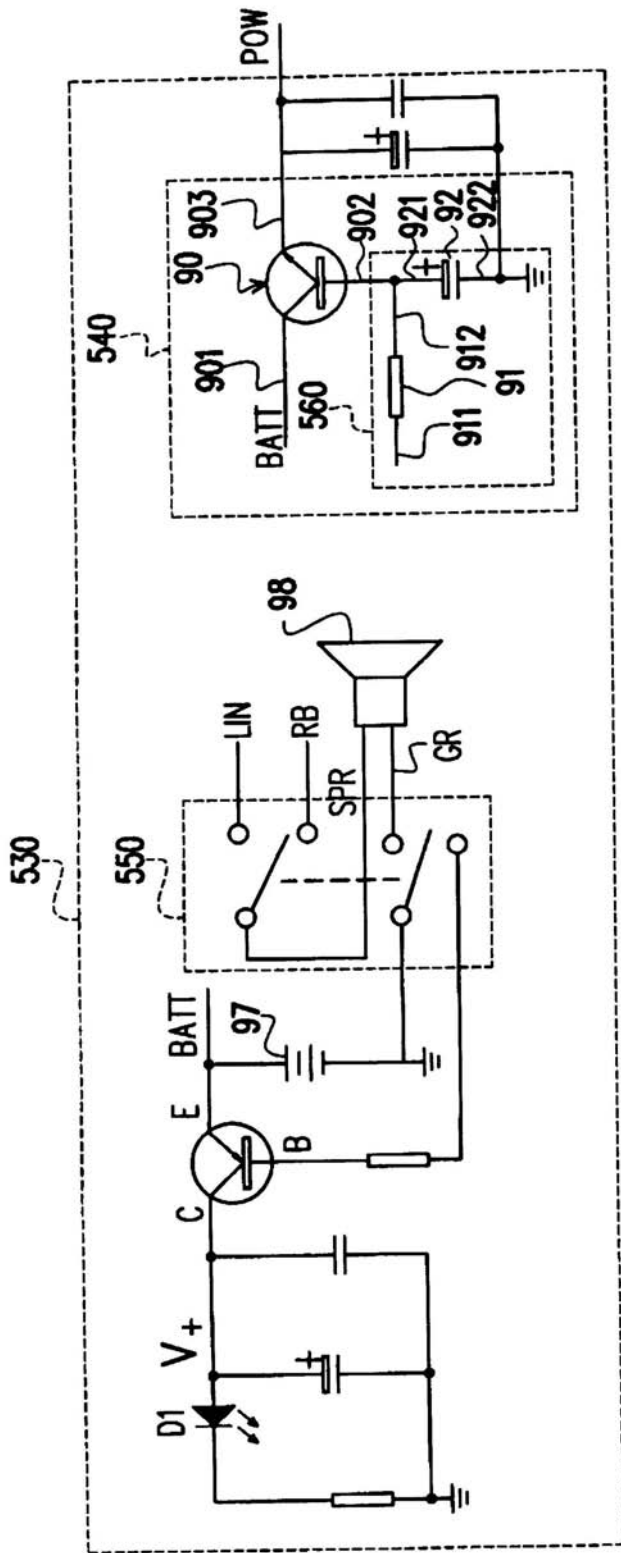
【 図 5 】



【図 6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 陳 徳倫
台湾新竹市光復路二段295號21樓
- (72)発明者 朱 振倫
台湾桃園市南豊三街84號
- (72)発明者 李 卿仁
台湾桃園市廈門街67-2號
- (72)発明者 林 學錦
台湾台北市農安街249號4樓
- Fターム(参考) 5D005 BA13
5D020 CE03 CE04
5D061 FF02

【外国語明細書】

FEEDBACK ACTIVE NOISE CONTROLLING CIRCUIT AND HEADPHONE

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

[0001] The present invention generally relates to a headphone, and more particularly to a headphone with microphone comprising a feedback active noise controlling circuit.

Description of the Related Art

[0002] Currently, the electronic products are getting popular, and the stereo product has become a significantly popular device for entertainment, wherein the headphone provides a convenient function for listening to the music. In order to provide a better stereo effect, a noise-cancellation method has to be applied to eliminate the environment noise accompanying together with the music sound. Based on the different noise-cancellation methods, the headphone is roughly classified into two different types, one is a passive noise-cancellation headphone and the other one is an active noise-cancellation headphone.

[0003] Since the passive noise-cancellation headphone relies solely on the sound isolating material to reduce the environment noise, its noise-cancellation capability mainly depends on the physical properties such as thickness, structure design and joint capability of the material used, thus the headphone is generally to be of large size and heavy weight. The material for making the passive noise-cancellation headphone almost do not have any capability to isolate the low frequency noise, for example, generated by the engine and the fan. In contrast, the active noise-cancellation headphone does not have this limitation, thus it is widely accepted by the consumers.

FILE:11218USF.RTF

[0004] In the active noise cancellation headphones that are presently available on the market, it is common that one microphone sensor is disposed in front of the left speaker and the right speaker, respectively. With this approach, no matter where microphone sensors are disposed, only one microphone sensor senses the noise signal in front of the corresponding speaker, and therefore the performance of the microphone sensor is highly critical. Besides it is necessary to choose the microphone sensor that is highly sensitive and also expensive, in order to ensure the microphone sensor to maintain the original sound quality. It is also important to avoid the microphone sensor from easily getting damaged by the soldering process that would have adverse impact on the yield and cost when mass-produced. As the microphone sensors of the feedback active noise-cancellation headphone are disposed on the area in front of the speaker within a distance range of 0.5~1 cm, there is a possibility of causing a serious near-field effect. Accordingly, even when a highly sensitivity microphone sensor is used, it is still adversely impacted by the near-field effect that occurs in front of the speaker, thus the noise reduction performance is significantly deteriorated.

[0005] Since the active noise controlling circuit in the conventional feedback active noise-cancellation headphone does not consider to separate the gain adjustment circuit of the audio input signal generated by the music apparatus such as the radio from the gain adjustment circuit of the noise perceiving signal obtained from the environment noise detected by the microphone sensors, and therefore the original spectrum of the music is impacted when the gain of the noise perceiving signal is adjusted for improving the anti-noise effect. Further, the low frequency cracked noise may be generated, or causes the problem of discomfort to the ear due to the sound level of the music bursts abruptly as

the user turns on the power of the active noise controlling circuit while listening to the music.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0006] To solve the problems mentioned above and other defects, the present invention provides a feedback active noise cancellation headphone. With two or more than two microphone sensors disposed in front of the left and the right speakers of the headphone, the noise controlling circuit generates an inverse phase soundwave more accurately for countering the low frequency noise so that the active noise reduction performance of the active noise cancellation headphone can be effectively promoted. Thus, the sound reception quality of the microphone sensors can be effectively improved.

[0007] The present invention further provides a feedback active noise controlling circuit, wherein an adder whose gain can be separately adjusted, is used to respectively amplify an audio compensating signal from an audio compensating circuit and an environment noise signal from a bandpass controller, so as to reduce or eliminate the problem impacted by the adjustment of the anti-noise gain.

[0008] In order to achieve the above objectives and other advantages, the present invention provides a feedback active noise cancellation headphone. The feedback active noise cancellation headphone comprises a plurality of microphone sensors, an active noise controlling circuit, and speakers. A plurality of microphone sensors is used to detect environment noise in front of the speaker, and converts the environment noise to a noise perceiving signal and transmits the noise perceiving signal to the active noise controlling circuit. The active noise controlling circuit generates a noise cancellation signal according to the received noise perceiving signal, so that the speaker can generate a

soundwave signal with a phase reversed to the environment noise for countering the low frequency environment noise.

[0009] In the preferred embodiment of the present invention, two or three microphone sensors may be evenly disposed on the peripheral area in front of the speaker. The noise perceiving signal sent to the active noise controlling circuit is generated by the microphone sensors, which are connected in parallel.

[0010] The present invention further provides a feedback active noise controlling circuit. The feedback active noise controlling circuit comprises a bandpass controller, an audio compensating circuit, an adder and a current converting repeater.

[0011] The bandpass controller receives the noise perceiving signal, which is obtained from the environment noise detected by the microphone sensors, and tunes the gain and the phase of the noise perceiving signal spectrum, so as to generate an environment noise signal.

[0012] The audio compensating circuit receives the audio input signal generated by the music apparatus, and generates an audio compensating signal whose high frequency attenuation is higher than its low frequency attenuation, so that it is capable of compensating the low frequency music to substantially reduce or eliminate the low frequency noise.

[0013] The adder comprises a first input terminal and a second input terminal whose gain can be separately adjusted. Wherein, the first input terminal is electrically coupled to the bandpass controller for receiving the environment noise signal mentioned above and for properly processing the received environment noise signal to generate a noise cancellation signal, which is used to drive the speaker for generating a soundwave signal with a phase reversed to the environment noise, so as to counter or reduce the low

frequency environment noise. The second input terminal is electrically coupled to the audio compensating circuit for receiving the audio compensating signal mentioned above, and for amplifying the received audio compensating signal so as to generate an audio output signal, which is then transmitted to the speaker to output the music.

[0014] The current converting repeater receives a signal synthesized from the noise cancellation signal and the audio output signal, and converts it to a current signal for driving the speaker.

[0015] In the preferred embodiment of the present invention, the feedback active noise controlling circuit further comprises a power delay circuit. The power delay circuit receives a power supplied to the feedback active noise controlling circuit. The power delay circuit delays the power supply over a predetermined time before supplying the power to the current converting repeater when the power is turned on, so as to eliminate the weird sound that occurs when the power of the feedback active noise controlling circuit is turned on.

[0016] The power delay circuit mentioned above comprises a delay circuit and a transistor. The delay circuit is, for example, composed of a resistor and a capacitor, which are serially connected, for generating a delay control signal when the power is turned on. The transistor comprises a collector, an emitter, and a base, wherein the base is electrically coupled to the delay circuit mentioned above for receiving the delay control signal, and for delaying the power supply from the collector to the emitter in response to the delay control signal.

[0017] The feedback active noise controlling circuit further comprises a switch unit for controlling the power supplied to the feedback active noise controlling circuit. In the event when the power of the feedback active noise controlling circuit is cut off, the switch

unit directs the audio input signal generated by the music apparatus to the speaker directly. Therefore, a user will be able to hear the music using the headphone even when the power of the feedback active noise controlling circuit has been cut off.

[0018] According to an aspect of the present invention, the audio compensating circuit of the feedback active noise controlling circuit comprises a first resistor, a second resistor, a first capacitor, a second capacitor, and a third resistor, wherein all of the components mentioned above comprise a first terminal and a second terminal, respectively. The first terminal of the first resistor receives the audio input signal generated by the music apparatus and outputs an audio compensating signal through the second terminal of the first capacitor. The components are connected in a way as follows. The second terminal of the first resistor is grounded, the first terminal of the second resistor is electrically coupled to the first terminal of the first resistor, the first terminal of the first capacitor is electrically coupled to the second terminal of the second resistor, the first terminal of the second capacitor is electrically coupled to the second terminal of the first capacitor, the first terminal of the third resistor is electrically coupled to the second terminal of the second capacitor and the second terminal of the third resistor is grounded.

[0019] According to another aspect of the present invention, the noise perceiving signal that is derived from environment noise is detected by a plurality of microphone sensors that are connected in parallel. In the feedback active noise controlling circuit of the present invention, the noise cancellation signal generated according to the noise perceiving signal is output to the speaker, so as to generate a soundwave signal with a phase reversed to the environment noise for countering or reducing the low frequency environment noise.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0020] The accompanying drawings are included to provide a further understanding of the invention, and are incorporated in and constitute a part of this specification. The drawings illustrate embodiments of the invention, and together with the description, serve to explain the principles of the invention.

[0021] FIG. 1 is a schematic diagram illustrating the near-field effect of a feedback active noise cancellation headphone speaker.

[0022] FIG. 2 is a schematic diagram illustrating the measurement of the near-field effect of the speaker disposed in a free (sound) field.

[0023] FIG. 3A and FIG. 3B are the schematic diagrams illustrating the layout scheme of two or three microphone sensors disposed in front of the speaker according to a preferred embodiment according to the present invention.

[0024] FIG. 4 is a schematic diagram illustrating the structure of two microphone sensors disposed in front of the speaker according to a preferred embodiment according to the present invention.

[0025] FIG. 5 is a schematic block diagram of a feedback active noise controlling circuit according to a preferred embodiment according to the present invention.

[0026] FIG. 6 is a schematic circuit diagram of an audio compensating circuit of the feedback active noise controlling circuit according to a preferred embodiment according to the present invention.

[0027] FIG. 7 is a schematic circuit diagram of a power supply and a switch unit of the feedback active noise controlling circuit according to a preferred embodiment according to the present invention.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

[0028] FIG. 1 is a schematic diagram illustrating the near-field effect of a feedback active noise cancellation headphone speaker. As shown in FIG. 1, when the microphone sensor 120 disposed in front of the speaker 110 collects a white noise from outside environment, a low frequency (about 50 Hz ~ 1 KHz) environment noise will be collected by the microphone sensor 120 due to the bandpass property in the earpiece chamber of headphone 140. Since the low frequency environment noise is characterized by its low frequency and long wavelength, the layout position of the microphone sensor 120 is not so critical.

[0029] However, after the microphone sensor 120 converts the collected low frequency environment noise into a noise perceiving signal, and transmits it to the active noise controlling circuit 130, the active noise controlling circuit 130 generates a noise cancellation signal according to the received noise perceiving signal and transmits it to the speaker 110, so as to generate a soundwave signal with a phase reversed to the environment noise for countering or reducing the low frequency environment noise detected by the microphone sensor 120. Since a sound energy vortex (flow) 150 is generated in front of the speaker 110 due to the near-field effect of such placement, and the microphone sensor 120 is disposed near to the neighborhood area in front of the speaker 110 and is just located inside the sound energy vortex (flow) 150 in front of the speaker 110. Therefore, due to the impact of the near-field effect, the microphone sensor 120 cannot clearly and accurately accept the low frequency environment noise in real time and is unable to transmit it to the active noise controlling circuit 130 to generate the inverse phase soundwave accurately for countering the low frequency noise.

[0030] FIG. 2 is a schematic diagram illustrating the measurement of the near-field effect of the speaker disposed in a free field. As shown in the diagram, a white noise generator 210 is used to simulate and generate a white noise signal, and the white noise signal is subsequently sent to the speaker 220 so as to generate a stable and evenly distributed white noise. Then, a sound level meter 230 measures the sound level (pressure) at different distance and angle α from the speaker 220, for example, measuring from the point A and point B as shown in the diagram, wherein the distance L of point A and point B from the speaker 220 is substantially same and inclined with each other by an angle α . From the experiment mentioned above, the equal stable sound levels (pressures) are measured from different angles in front of the speaker 220 at a distance, for example, greater than the diameter of the speaker 220. However, the different unstable sound levels (pressures) are measured from different angles in front of the speaker 220 apart from the speaker at a distance less than the diameter of the speaker 220, for example, within range of 5~10 mm from the speaker 220. The above experiment provides the evidence of the existence and the impact of the near-field effect occurring in the neighborhood area in front of the speaker 220.

[0031] FIG. 3A and FIG. 3B are the schematic diagrams illustrating the layout scheme of two or three microphone sensors disposed in front of the speaker according to a preferred embodiment of the present invention. As shown in the figures, in order to resolve the problem mentioned above, the present invention disposes two microphone sensors 310 and 320 in front of the speaker 360 as shown in FIG. 3A, or disposes three microphone sensors 330, 340, and 350 in front of the speaker 370 as shown in FIG. 3B. The sound reception direction of the microphone sensors 310, 320, 330, 340, and 350 aims to the

center line in front of the speaker. Since the microphones 310, 320, 330, 340 and 350 are positioned in different locations, the plurality of microphone sensors 310 and 320 or 330, 340, and 350 respectively receive the signals having different levels of clearness, so that they can be compensated with each other to improve the sound reception quality of the microphone sensors 310 and 320 or 330, 340, and 350. Accordingly, the active noise controlling circuit is able to generate an inverse phase soundwave more accurately for countering the low frequency noise, and further to improve the noise reduction performance of the active noise cancellation headphone.

[0032] As the embodiments shown in FIG. 3A and FIG. 3B, the two microphone sensors 310 and 320 are positioned symmetrically in front of the speaker 360 as shown in FIG. 3A, or three microphone sensors 330, 340, and 350 are disposed evenly in front of the speaker 370 as shown in FIG. 3B. However, it will be apparent to one of the ordinary skill in the art that this only serves a preferable placement herein and should not be restricted to as the only placement of the microphone sensors. In fact, the placement can be of different angles and distances as desired by the designer based on different requirements.

[0033] FIG. 4 is a schematic diagram illustrating the structure of two microphone sensors disposed in front of the speaker according to the preferred embodiment of the present invention. As shown in FIG. 4, the feedback active noise cancellation headphone 400 comprises two microphone sensors 410 and 420, an active noise controlling circuit 430, and a speaker 440. Two microphone sensors 410 and 420 disposed in the peripheral area in front of the speaker 440 detect the environment noise, and convert the environment noise into a noise perceiving signal, which is then sent to the active noise controlling circuit 430. The active noise controlling circuit 430 generates a noise cancellation signal according to the received noise perceiving signal so that the speaker 440 can generate a

soundwave signal with a phase reversed to the environment noise for countering or reducing the low frequency environment noise. The advantage of this method has been described hereinbefore, in that two microphone sensors 410 and 420 that are disposed at different locations accept the signals having different levels of clearness for compensating with each other so as to improve the overall sound reception quality of the microphone sensors 410 and 420 as a whole. Accordingly, the active noise controlling circuit 430 is able to generate more accurate and more effective inverse phase soundwave for countering the low frequency noise, and further to improve the noise reduction performance of the active noise cancellation headphone.

[0034] FIG. 5 is a schematic block diagram of a feedback active noise controlling circuit of the preferred embodiment according to the present invention. As shown in the diagram, the feedback active noise controlling circuit 500 comprises a bandpass controller 510, an audio compensating circuit 520, an adder 80, a current converting repeater 70, and a power and switch circuit 530.

[0035] The bandpass controller 510 receives a noise perceiving signal SNI, which is generated by a plurality of microphone sensors 51 and 52 that are connected in parallel upon detecting environmental noise. Next, the bandpass controller 510 tunes the gain and the phase of the noise perceiving signal SNI to generate an environment noise signal SNO which is then output to the first input terminal 801 of the adder 80 where the environment noise signal SNO is amplified into a noise cancellation signal. Then, the noise cancellation signal is further converted into a current signal by the current converting repeater 70 to drive the speaker through the RB/GR transmission line, so that the speaker can generate a soundwave signal with a phase reversed to the environment noise for countering or reducing the low frequency environment noise.

[0036] The second input terminal 802 of the adder 80 receives an audio input signal LIN generated by the music apparatus (not shown), so that the expected music can be output from the speaker. Further, the gain of the second input terminal 802 and the first input terminal 801 mentioned above of the adder 80 can be separately adjusted, so that the sound level of the music is not impacted when tuning the gain of the environment noise signal SNO to improve the noise reduction efficiency.

[0037] However, since the noise perceiving signal SNI derived from the environment noise detected by the plurality of microphone sensors 51 and 52 usually comprises the music expected to be heard by the user, the 100 Hz ~ 1K Hz music may also be partially eliminated in accompanying with the noise signal. In order to prevent this phenomenon and the user can hear the music with the original quality and does not recognize any change of the music while the operation of the feedback active noise controlling circuit 500 is performed, an audio compensating circuit 520 is added prior to the second input terminal 802 of the adder 80 where the audio input signal LIN is input, so that the music which may be partially eliminated can be compensated. The compensating method is described as follows. The audio input signal LIN generated by the music apparatus is received first, and an audio compensating signal LC whose high frequency attenuation is higher than its low frequency attenuation is generated by the audio compensating circuit 520, so as to compensate the attenuation of the low frequency music, and it is then input into the second input terminal 802 of the adder 80.

[0038] As shown in FIG. 6, the audio compensating circuit 520 comprises a first resistor 81, a second resistor 82, a first capacitor 85, a second capacitor 84 and a third resistor 83, wherein all of the components mentioned above comprise a first terminal 811, 821, 851, 841, 831 and a second terminal 812, 822, 852, 842, 832, respectively. The first terminal

811 of the first resistor 81 receives the audio input signal LIN generated by the music apparatus, and outputs an audio compensating signal LC through the second terminal 852 of the first capacitor 85. The above components are connected in a way as follows. The second terminal 812 of the first resistor 81 is grounded, the first terminal 821 of the second resistor 82 is electrically coupled to the first terminal 811 of the first resistor 81, the first terminal 851 of the first capacitor 85 is electrically coupled to the second terminal 822 of the second resistor 82, the first terminal 841 of the second capacitor 84 is electrically coupled to the second terminal 852 of the first capacitor 85, the first terminal 831 of the third resistor 83 is electrically coupled to the second terminal 842 of the second capacitor 84 and the second terminal 832 of the third resistor 83 is grounded.

[0039] Therefore, the feedback active noise controlling circuit 500 can compensate the music that may be partially eliminated. Further, since the gain of the audio input signal LIN and the noise perceiving signal SNI can be separately tuned, the gain of the audio input signal LIN is not impacted by the adjustment of the anti-noise gain. Therefore, it can provide a stable sound level music regardless of the level of the sound volume. In other words, the low frequency cracked sound will not occur even when the level of the sound is increased.

[0040] Further, the present invention provides a solution to resolve the problem that the weird tone is output from the speaker as the circuit is not in a steady state at the moment when the power is just being turned on. As shown in FIG. 5, the feedback active noise controlling circuit 500 further comprises a power and switch circuit 530, wherein the power and switch circuit 530 comprises a power delay circuit 540 as shown in FIG. 7 for accepting a power BATT, which is supplied to the feedback active noise controlling circuit 500, and delaying a predetermined period of time before supplying a power POW

to the current converting repeater 70 when the power V+ is turned on. The detailed operation principle is described hereinafter.

[0041] As shown in FIG. 7, the power delay circuit 540 comprises a transistor 90, and a delay circuit 560 composed of a resistor 91 and a capacitor 92 that are serially connected. The transistor 90 comprises a collector 901, an emitter 903, and a base 902, and the resistor 91 comprises a first terminal 911 and a second terminal 912, the capacitor 92 comprises a first terminal 921 and a second terminal 922. Wherein, the collector 901 is electrically coupled to a power BATT supplied by a battery 97, the base 902 is electrically coupled to the second terminal 912 of the resistor 91 and the first terminal 921 of the capacitor 92, and the second terminal 922 of the capacitor 92 is grounded.

[0042] When the power V+ electrically coupled to the first terminal 911 of the resistor 91 is turned on (i.e. V+ supplies the required power to other circuits), the capacitor 92 is charged so as to generate a delay control signal. The delay control signal delays the power supply over a predetermined period of time before turning on the transistor 90, so that the power POW output from the emitter 903 of the transistor 90 is delayed supplying to the current converting repeater 70 shown in FIG. 5. Therefore, when the power V+ is turned on, the feedback active noise controlling circuit 500 does not output the instant weird tone from its speaker anymore.

[0043] As shown in FIG. 7, the power and switch circuit 530 further comprises a switch unit 550. The switch unit 550 is used to control whether or not to turn on the power V+ which is supplied to the feedback active noise controlling circuit 500, and to have the audio input signal LIN generated by the music apparatus (not shown) directly pass to the speaker 98 when the power V+ to the feedback active noise controlling circuit is cut off

by the switch unit 550, so that the headphone can be used to hear the music when the power V+ of the feedback active noise controlling circuit 500 has been cut off.

[0044] An experiment is conducted to confirm the effect of the noise reduction of the feedback active noise cancellation headphone which uses a plurality of microphone sensors. The feedback active noise cancellation headphone 400 shown in FIG. 4 is put on an artificial head device, which is capable of measuring the received noise sound levels of various frequencies, and the measurement results are recorded in Table 1 and Table 2. Table 1 shows the measurement results in a case when only one microphone sensor 410 connected to the active noise controlling circuit 430, and Table 2 shows the measurement results in a case when both the microphone sensors 410 and 420 are simultaneously connected to the active noise controlling circuit 430. Wherein, the field ANC-OFF shows the measurement values when the operation of the active noise controlling circuit 430 is turned off, that is, the sound levels of the noises heard by the artificial head device when the noises are not eliminated, and the field ANC-ON in Table 1 shows the sound levels of the noises heard by the artificial head device when only one microphone sensor 410 is connected to the active noise controlling circuit 430. The figures shown in Table 2 are the sound levels of the noises heard by the artificial head device when both the microphone sensors 410 and 420 are simultaneously connected to the active noise controlling circuit 430. The last row of Table 1 and Table 2 show the average value of the noise reduction amount, respectively. Referring to the average value of the noise reduction amount, the average value of the noise reduction amount in the case when only one microphone sensor 410 is connected to the active noise controlling circuit 430 is 9.42467754 dB, and the average value of the noise reduction amount in the case when both the microphone sensors 410 and 420 are simultaneously connected to the active noise controlling circuit

430 is 12.7675294 dB. Therefore, by using the two-microphone sensors design and cooperating with the feedback active noise controlling circuit 500 of the present invention, the noise reduction effect is significantly improved.

Frequency (Hz)	<u>ANC-OFF</u> noise amount (dB)	<u>ANC-ON</u> noise amount (dB)	<u>Noise reduction</u> <u>amount</u>
50	-44.892052	-46.355553	1.463501
63	-47.250725	-51.611275	4.36055
80	-46.059258	-52.916901	6.857643
100	-39.596458	-50.056454	10.46
125	-40.698879	-52.588493	11.88961
160	-44.13002	-57.5037	13.37368
200	-49.081154	-58.509605	9.428451
250	-51.771255	-60.032673	8.261418
315	-59.943424	-69.942879	9.999455
400	-68.614731	-79.727463	11.11273
500	-72.215195	-83.750633	11.53544
630	-73.721779	-82.608246	8.886467
800	-72.781471	-79.317261	6.53579
1000	-79.337273	-76.014885	-3.32239
Average			9.42467754

Table 1

Frequency (Hz)	<u>ANC-OFF</u> noise amount (dB)	<u>ANC-ON</u> noise amount (dB)	<u>Noise reduction</u> amount
50	-59.613277	-61.625042	2.011765
63	-59.073704	-64.525406	5.451702
80	-54.281155	-61.29026	7.009105
100	-47.093666	-57.906025	10.81236
125	-42.541756	-57.877411	15.33566
160	-44.581146	-62.431255	17.85011
200	-42.310223	-59.130478	16.82026
250	-51.757565	-63.474697	11.71713
315	-57.003044	-68.348465	11.34542
400	-63.156078	-75.24823	12.09215
500	-63.727406	-79.12429	15.39688
630	-71.959145	-83.755692	11.79655
800	-69.567673	-76.19136	6.623687
1000	-77.687004	-73.204292	-4.48271
Average			12.7675294

Table 2

[0045] Although the invention has been described with reference to a particular embodiment thereof, it will be apparent to one of the ordinary skill in the art that modifications to the described embodiment may be made without departing from the

spirit of the invention. Accordingly, the scope of the invention will be defined by the attached claims not by the above detailed description.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A feedback active noise controlling circuit, comprising:
 - a bandpass controller for receiving a noise perceiving signal generated upon detection of an environment noise, for tuning a gain and a phase of a spectrum of the noise perceiving signal so as to generate an environment noise signal;
 - an audio compensating circuit for receiving an audio input signal so as to generate an audio compensating signal whose high frequency attenuation is higher than its low frequency attenuation;
 - an adder comprising a first input terminal and a second input terminal whose gain can be separately adjusted, wherein the first input terminal is electrically coupled to the bandpass controller for receiving the environment noise signal, and amplifying the environment noise signal to generate a noise cancellation signal, and the second input terminal is electrically coupled to the audio compensating circuit for receiving the audio compensating signal, and amplifying the audio compensating signal to generate an audio output signal; and
 - a current converting repeater electrically coupled to the adder for receiving a signal synthesized from the noise cancellation signal and the audio output signal, and converting the signal into a current signal for driving a speaker.
2. The feedback active noise controlling circuit of claim 1, further comprising a power delay circuit for receiving a power supplied to the feedback active noise controlling circuit, and delaying the power supply to the current converting repeater for a predetermined period of time when the power is turned on.
3. The feedback active noise controlling circuit of claim 2, wherein the power delay circuit comprises:

a delay circuit that is configured to generate a delay control signal when the power is turned on; and

a transistor comprising a collector, an emitter, and a base, wherein the base is electrically coupled to the delay circuit for receiving the delay control signal, and delaying a power supply over a predetermined period of time before turning on the power received by the collector to the emitter according to the delay control signal.

4. The feedback active noise controlling circuit of claim 3, wherein the delay circuit comprises a resistor and a capacitor that are serially connected.

5. The feedback active noise controlling circuit of claim 1, further comprising a switch unit that is configured to control a power supplied to the feedback active noise controlling circuit, and have the audio input signal directly pass to the speaker and then output the audio input signal from the speaker when the power is cut off.

6. The feedback active noise controlling circuit of claim 1, wherein the audio compensating circuit comprises:

a first resistor comprising a first terminal and a second terminal, wherein the first terminal of the first resistor receives the audio input signal, and the second terminal of the first resistor is grounded;

a second resistor comprising a first terminal and a second terminal, wherein the first terminal of the second resistor is electrically coupled to the first terminal of the first resistor;

a first capacitor comprising a first terminal and a second terminal, wherein the first terminal of the first capacitor is electrically coupled to the second terminal of the second resistor, and the second terminal of the first capacitor outputs the audio compensating signal;

a second capacitor comprising a first terminal and a second terminal, wherein the first terminal of the second capacitor is electrically coupled to the second terminal of the first capacitor; and

a third resistor comprising a first terminal and a second terminal, wherein the first terminal of the third resistor is electrically coupled to the second terminal of the second capacitor, and the second terminal of the third resistor is grounded.

7. The feedback active noise controlling circuit of claim 1, wherein the noise perceiving signal is generated by sensing the environment noise using a plurality of microphone sensors that are connected in parallel.

8. A feedback active noise cancellation headphone, comprising:

a speaker for receiving a noise cancellation signal and generate a soundwave signal with a phase reversed to an environment noise;

a plurality of microphone sensors for detecting the environment noise positioned in front of the speaker, and for converting the environment noise into a noise perceiving signal; and

an active noise controlling circuit electrically coupled to the microphone sensors and the speaker for receiving the noise perceiving signal, for generating the noise cancellation signal according to the noise perceiving signal.

9. The feedback active noise cancellation headphone of claim 8, wherein the plurality microphone sensors is comprised of two microphone sensors.

10. The feedback active noise cancellation headphone of claim 9, wherein the two microphone sensors are disposed symmetrically in front of the speaker.

11. The feedback active noise cancellation headphone of claim 8, wherein the plurality of microphone sensors is comprised of three microphone sensors.

12. The feedback active noise cancellation headphone of claim 11, wherein the three microphone sensors are disposed evenly in front of the speaker.

13. The feedback active noise cancellation headphone of claim 8, wherein the noise perceiving signal is generated by sensing the environment noise using the microphone sensors that are connected in parallel.

14. The feedback active noise cancellation headphone of claim 8, wherein the microphone sensors are disposed in front of the speaker.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A feedback active noise cancellation headphone is disclosed. A plurality of microphone sensors are disposed in front of the left and the right speakers of the headphone for improving the sound reception quality of the microphone sensors, so that the active noise controlling circuit generates an inverse phase soundwave accurately for countering the low frequency noise, and further to improve the noise reduction performance of the active noise cancellation headphone.

【図1】

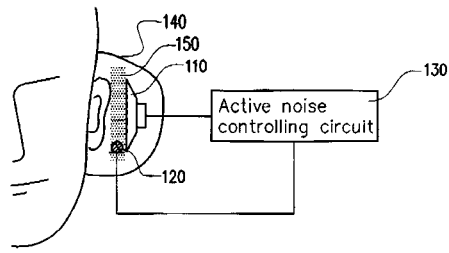


FIG. 1

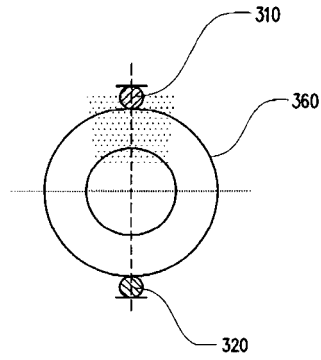


FIG. 3A

【図2】

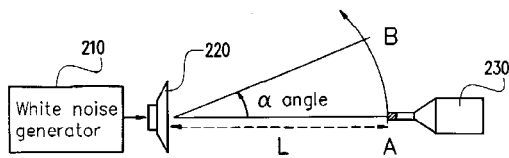


FIG. 2

【図3B】

【図3A】

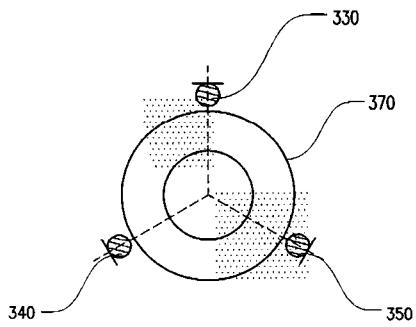


FIG. 3B

【図4】

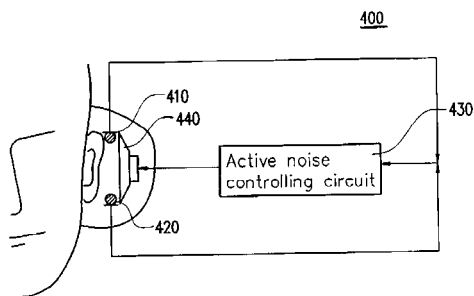


FIG. 4

【図5】

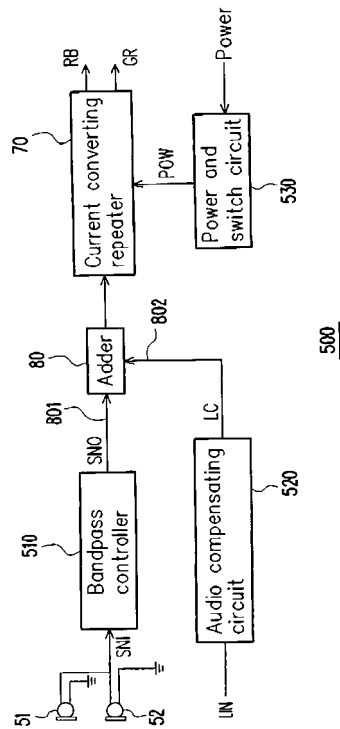


FIG. 5

【図6】

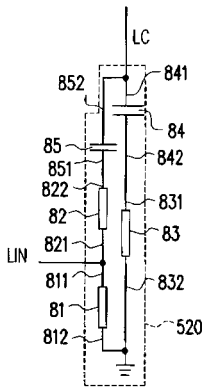


FIG. 6

【図7】

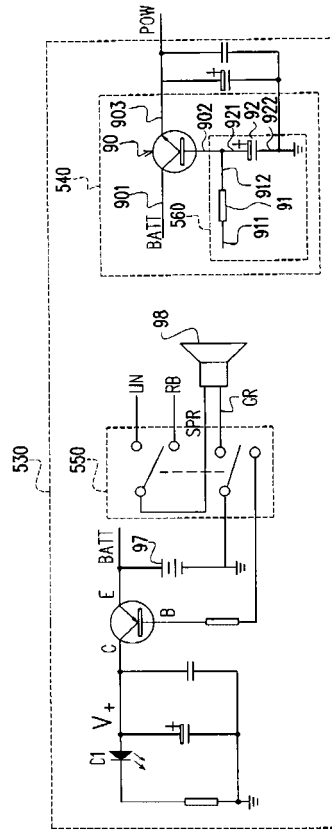


FIG. 7