

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6106163号
(P6106163)

(45) 発行日 平成29年3月29日 (2017.3.29)

(24) 登録日 平成29年3月10日 (2017.3.10)

(51) Int. Cl. F I
H04R 3/00 (2006.01) H04R 3/00 320

請求項の数 21 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-513515 (P2014-513515)	(73) 特許権者	504371240
(86) (22) 出願日	平成24年4月30日 (2012.4.30)		シラス ロジック、インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2014-519758 (P2014-519758A)		アメリカ合衆国 テキサス 78701,
(43) 公表日	平成26年8月14日 (2014.8.14)		オースティン, ダブリュー, 6ティ
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/035815		ーエイチ ストリート 800
(87) 国際公開番号	W02012/166273	(74) 代理人	110000855
(87) 国際公開日	平成24年12月6日 (2012.12.6)		特許業務法人浅村特許事務所
審査請求日	平成27年4月21日 (2015.4.21)	(72) 発明者	ヘンドリックス, ジョン ディー,
(31) 優先権主張番号	13/413,920		アメリカ合衆国 テキサス 78676,
(32) 優先日	平成24年3月7日 (2012.3.7)		ウィンバリー, トンプソン ランチ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ロード 1351
(31) 優先権主張番号	61/493,162	(72) 発明者	カマス, ガウサム デベンドラ
(32) 優先日	平成23年6月3日 (2011.6.3)		アメリカ合衆国 テキサス 78748,
(33) 優先権主張国	米国 (US)		オースティン, ラーセン コープ 3
			004

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パーソナルオーディオデバイスのための適合的ノイズキャンセリングアーキテクチャ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パーソナルオーディオデバイスであって、該パーソナルオーディオデバイスは、
 パーソナルオーディオデバイス筐体と、
 リスナへの再生のためのソースオーディオを供給する出力を有している、オーディオソ

ースと、
 オーディオ信号を再生するために該筐体に設置されているトランスデューサと、
 前記ソースオーディオと、該トランスデューサの音響出力における周囲のオーディオサ
 ウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号とを組み合わせ、前記オーディオ信号
 を発生させるコンパイナと、

該周囲のオーディオサウンドを示す基準マイクロフォン信号を提供するために該筐体に
 設置されている基準マイクロフォンと、

該トランスデューサの音響出力および該トランスデューサにおける該周囲のオーディオ
 サウンドを示すエラーマイクロフォン信号を提供するために、該トランスデューサの近く
 において該筐体に設置されている、エラーマイクロフォンと、

応答を有する適合的フィルタを実装する処理回路であって、該応答は、該基準マイクロ
 フォン信号から、該リスナによって聞き取られる該周囲のオーディオサウンドの存在を低
 減するための該アンチノイズ信号を生成する、処理回路と

を備え、該処理回路は、係数制御ブロックを実装し、該係数制御ブロックは、該エラー
 マイクロフォンにおける該周囲のオーディオサウンドを最小化するために、該エラーマイ

10

20

クロフォン信号および該基準マイクロフォン信号に従い、該適合的フィルタの応答を決定する係数を調整することによって、該適合的フィルタの応答を成形し、該処理回路は、該ソースオーディオが前記オーディオソースの出力において存在しているかどうかを検出し、該ソースオーディオが存在していないことを検出したことに応答して、前記アンチノイズ信号を生成する一方で前記係数の調整を中止する、

パーソナルオーディオデバイス。

【請求項 2】

前記係数の調整は、当該係数の調整の中止後に前記ソースオーディオの検出に応じて再開される、請求項 1 に記載のパーソナルオーディオデバイス。

【請求項 3】

パーソナルオーディオデバイスのトランスデューサの近くにおける周囲のオーディオサウンドをキャンセルする方法であって、該方法は、

基準マイクロフォンを用いて該周囲のオーディオサウンドの第 1 の測定を行うことと、
オーディオソースから、ソースオーディオを供給することと、

エラーマイクロフォンを用いて該トランスデューサの出力および該トランスデューサにおける周囲のオーディオサウンドの第 2 の測定を行うことと、

該基準マイクロフォンの出力をフィルタリングする適合的フィルタの応答を決定する係数を調整させることにより、該第 1 の測定の結果および該第 2 の測定の結果から、該トランスデューサの音響出力における該周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号を適合的に生成することと、

前記ソースオーディオと、前記アンチノイズ信号とを結合することと、

前記トランスデューサにより、前記結合されたソースオーディオと前記アンチノイズ信号とを再生することと、

ソースオーディオが前記オーディオソースの出力において存在するかどうかを検出することと、

該ソースオーディオが存在していないことを検出したことに応答して、前記アンチノイズ信号を生成する一方で前記係数の調整を中止することと

を含む、方法。

【請求項 4】

前記係数を調整することは、当該係数の調整の中止に続く前記ソースオーディオの検出に応じて該適合的フィルタの適合を再開することを含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

リスナへの再生のためのソースオーディオを供給する出力を有している、オーディオソースと、

パーソナルオーディオデバイスの少なくとも一部分を実装するための集積回路であって、該集積回路は、

前記ソースオーディオと、トランスデューサの音響出力における周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号とを結合してオーディオ信号を発生させるコンバイナと、

該周囲のオーディオサウンドを示す基準マイクロフォン信号を受信するための基準マイクロフォン入力部と、

該トランスデューサの音響出力および該トランスデューサにおける周囲のオーディオサウンドを示すエラーマイクロフォン信号を受信するためのエラーマイクロフォン入力部と、

応答を有する適合的フィルタを実装する処理回路であって、該応答は、該基準マイクロフォン信号から、該リスナによって聞き取られる該周囲のオーディオサウンドの存在を低減するための該アンチノイズ信号を生成する、処理回路と

を備え、該処理回路は、係数制御ブロックを実装し、該係数制御ブロックは、該エラーマイクロフォンにおける該周囲のオーディオサウンドを最小化するために、該エラーマイクロフォン信号および該基準マイクロフォン信号に従い、前記適合的フィルタの前記応答

10

20

30

40

50

を決定する係数を調整することによって、該適合的フィルタの応答を成形し、該処理回路は、該ソースオーディオが前記オーディオソースの出力において存在しているかどうかを検出し、該ソースオーディオが存在していないことを検出したことに応答して、前記アンチノイズ信号を生成する一方で前記係数の調整を中止する、集積回路。

【請求項 6】

前記係数の調整は、当該係数の調整の中止に続く前記ソースオーディオの検出に応じて開始される、請求項 5 に記載の集積回路。

【請求項 7】

パーソナルオーディオデバイスであって、該パーソナルオーディオデバイスは、
パーソナルオーディオデバイス筐体と、

10

オーディオ信号を再生するために該筐体に設置されているトランスデューサであって、該オーディオ信号は、リスナへの再生のためのソースオーディオと、該トランスデューサの音響出力における周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号との両方を含む、トランスデューサと、

該周囲のオーディオサウンドを示す基準マイクロフォン信号を提供するために、該筐体に設置されている基準マイクロフォンと、

該基準マイクロフォン信号を基準マイクロフォンデジタル表現に変換するための第 1 のアナログデジタル変換器と、

該トランスデューサの音響出力および該トランスデューサにおける該周囲のオーディオサウンドを示すエラーマイクロフォン信号を提供するために、該トランスデューサの近く
において該筐体に設置されている、エラーマイクロフォンと、

20

該エラーマイクロフォン信号をエラーマイクロフォンデジタル表現に変換するための第 2 のアナログデジタル変換器と、

応答を有する適合的フィルタを実装する処理回路であって、該応答は、基準マイクロフォンデジタル表現から、該リスナによって聞き取られる該周囲のオーディオサウンドの存在を低減するための該アンチノイズ信号を生成する、処理回路と

を備え、該処理回路は、係数制御ブロックを実装し、該係数制御ブロックは、該エラーマイクロフォンにおける該周囲のオーディオサウンドを最小化するために、該適合的フィルタの応答を適合させることによって、該エラーマイクロフォンデジタル表現および該基準マイクロフォンデジタル表現に従い、該適合的フィルタの応答を成形し、該処理回路は、該適合的フィルタへの入力から第 1 の DC 成分を除去するために、第 1 のデジタルフィルタをさらに実装し、該第 1 のデジタルフィルタは、第一の高域通過特性を有し、該第 1 のアナログデジタル変換器と前記アンチノイズ信号が生成される該適合的フィルタへの入力との間に結合され、

30

前記処理回路は、前記係数制御ブロックへの第一の入力から第 2 の DC 成分を除去するために、前記第一の高域通過特性とは異なる第二の高域通過特性を有する第 2 のデジタルフィルタであって、該第 1 のアナログデジタル変換器と前記係数制御ブロックとの間に接続される前記第 2 のデジタルフィルタを更に有する、

パーソナルオーディオデバイス。

【請求項 8】

40

前記処理回路は、前記係数制御ブロックへの第 3 の入力から第 3 の DC 成分を除去するために、第 3 のフィルタをさらに実装し、該第 3 のフィルタは、第 3 の高域通過特性を有し、該第 3 のフィルタは、前記第 2 のアナログデジタル変換器と該係数制御ブロックとの間に結合されている、請求項 7 に記載のパーソナルオーディオデバイス。

【請求項 9】

前記第 1 のデジタルフィルタは約 200 Hz のカットイン周波数を有し、前記第 2 のデジタルフィルタは、前記トランスデューサが有意義な応答を有する 200 Hz 以下のカットイン周波数を有する、請求項 7 に記載のパーソナルオーディオデバイス。

【請求項 10】

パーソナルオーディオデバイスのトランスデューサの近くにおける周囲のオーディオサ

50

ウンドをキャンセルする方法であって、該方法は、

基準マイクロフォンを用いて該周囲のオーディオサウンドの第1の測定を行うことと、

該第1の測定の結果の第1のデジタル表現への第1の変換を行うことと、

エラーマイクロフォンを用いて該トランスデューサの出力および該トランスデューサにおける周囲のオーディオサウンドの第2の測定を行うことと、

該第2の測定の結果の第2のデジタル表現への第2の変換を行うことと、

該第1のデジタル表現に対する第1のフィルタリングを第1のディジタルハイパスフィルタで行うことと、

該第1のデジタル表現に対する第2のフィルタリングを、前記第1のディジタルフィルタの応答とは異なる応答を有する第2のディジタルハイパスフィルタで行うことと、

前記第1のフィルタリングの結果により、前記第1のフィルタリングの結果をフィルタリングする適合的フィルタの応答を適合させることにより、該トランスデューサの音響出力における該周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号を適合的に生成することと

を含み、該第1のフィルタリングは、該適合的フィルタへの入力から第1のDC成分を除去するように作用し、

前記適合的フィルタは前記第2のフィルタリングの結果及び前記第2のディジタル表現を受信する係数制御ブロックにより調節され、

前記第2のフィルタリングは、前記適合的フィルタを制御する係数制御ブロックへの第1の入力から、第1のDC成分を除去するように動作する、方法。

【請求項11】

前記係数制御ブロックへの第2の入力から前記第2のDC成分を除去するために、前記第2のディジタル表現に対する第3のフィルタリングを第3のディジタルハイパスフィルタにより行うことをさらに含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記第1のディジタルフィルタは約200Hzのカットイン周波数を有し、前記第2のディジタルフィルタは、前記トランスデューサが有意義な応答を有する200Hz以下のカットイン周波数を有する、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

パーソナルオーディオデバイスの少なくとも一部分を実装するための集積回路であって、該集積回路は、

リスナへの再生のためのソースオーディオと、トランスデューサの音響出力における周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号との両方を含む信号を該トランスデューサに提供するための出力部と、

該周囲のオーディオサウンドを示す基準マイクロフォン信号を受信するための基準マイクロフォン入力部と、

該基準マイクロフォン信号を基準マイクロフォンデジタル表現に変換するための第1のアナログデジタル変換器と、

該トランスデューサの音響出力および該トランスデューサにおける周囲のオーディオサウンドを示すエラーマイクロフォン信号を受信するためのエラーマイクロフォン入力部と

、該エラーマイクロフォン信号をエラーマイクロフォンデジタル表現に変換するための第2のアナログデジタル変換器と、

応答を有する適合的フィルタを実装する処理回路であって、該応答は、基準マイクロフォンデジタル表現から、該リスナによって聞き取られる該周囲のオーディオサウンドの存在を低減するための該アンチノイズ信号を生成する、処理回路と

を備え、該処理回路は、係数制御ブロックを実装し、該係数制御ブロックは、該エラーマイクロフォンにおける該周囲のオーディオサウンドを最小化するために、該適合的フィルタの応答を適合させることによって、該エラーマイクロフォンデジタル表現および該基準マイクロフォンデジタル表現に従い、該適合的フィルタの応答を成形し、該処理回路は

10

20

30

40

50

、該適合的フィルタへの入力から第1のDC成分を除去するために、第1のデジタルフィルタをさらに実装し、該第1のデジタルフィルタは、第一の高域通過特性を有し、該第1のアナログデジタル変換器と前記アンチノイズ信号が生成される該適合的フィルタへの入力との間に結合され、

前記処理回路は、前記係数制御ブロックへの第一の入力から第2のDC成分を除去するために、前記第一の高域通過特性とは異なる第二の高域通過特性を有する第2のデジタルフィルタであって、該第1のアナログデジタル変換器と前記係数制御ブロックとの間に接続される前記第2のデジタルフィルタを更に有する、

集積回路。

【請求項14】

10

前記処理回路は、前記係数制御ブロックへの第3の入力から第3のDC成分を除去するために、第3のフィルタをさらに実装し、該第3のフィルタは、第3の高域通過特性を有し、該第3のフィルタは、前記第2のアナログデジタル変換器と該係数制御ブロックとの間に結合されている、請求項13に記載の集積回路。

【請求項15】

前記第1のデジタルフィルタは約200Hzのカットイン周波数を有し、前記第2のデジタルフィルタは、前記トランスデューサが有意義な応答を有する200Hz以下のカットイン周波数を有する、請求項14に記載の集積回路。

【請求項16】

パーソナルオーディオデバイスであって、該パーソナルオーディオデバイスは、
パーソナルオーディオデバイス筐体と、
オーディオ信号を再生するために該筐体に設置されているトランスデューサであって、該オーディオ信号は、リスナへの再生のためのソースオーディオと、該トランスデューサの音響出力における周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号との両方を含む、トランスデューサと、

20

該周囲のオーディオサウンドを示す基準マイクロフォン信号を提供するために該筐体に設置されている基準マイクロフォンと、

該基準マイクロフォン信号を基準マイクロフォンデジタル表現に変換するための第1のアナログデジタル変換器と、

第1のシグマ-デルタ量子化器であって、該第1のシグマ-デルタ量子化器は第一のデジタル表現を量子化することにより、低下された解像度の第二の基準マイクロフォン信号デジタル表現を生成する、第1のシグマ-デルタ量子化器と、

30

応答を有する適合的フィルタを実装する処理回路であって、該応答は、該低下された解像度の第二の基準マイクロフォン信号デジタル表現から、該リスナによって聞き取られる該周囲のオーディオサウンドの存在を低減するためのアンチノイズ信号を生成する、処理回路と

を備え、該処理回路は、係数制御ブロックを実装し、該係数制御ブロックは、該適合的フィルタの応答を適合させることによって、該エラーマイクロフォンデジタル表現および該基準マイクロフォン信号に従い、該適合的フィルタの応答を成形する、

パーソナルオーディオデバイス。

40

【請求項17】

前記ソースオーディオは、デジタルソースオーディオであり、また、前記パーソナルオーディオデバイスは更に：

第2のシグマ-デルタ量子化器であって、該第2のシグマ-デルタ量子化器は前記ソースオーディオ表現を量子化することにより、低下された解像度のデジタルオーディオ表現を生成する、第2のシグマ-デルタ量子化器と、

前記トランスデューサの音響出力および該トランスデューサにおける前記周囲のオーディオサウンドを示すエラーマイクロフォン信号を提供するために、該トランスデューサの近くにおいて前記筐体に設置されている、エラーマイクロフォンであって、前記処理回路は、前記低下された解像度のデジタルオーディオ表現をフィルタして、フィルタを通さ

50

れたソースオーディオ表現を成形する二次経路応答を有する二次経路適合的フィルタと、コンバイナとを実装し、該コンバイナは、前記エラーマイクロフォン信号から該フィルタを通されたソースオーディオ表現を除去することにより、前記リスナに送達される組み合わせられたアンチノイズと周囲のオーディオサウンドとを示す前記係数制御ブロックにエラー信号を提供する、エラーマイクロフォン、

をさらに備える、請求項 1 6 に記載のパーソナルオーディオデバイス。

【請求項 1 8】

パーソナルオーディオデバイスのトランスデューサの近くにおける周囲のオーディオサウンドをキャンセルする方法であって、該方法は、

基準マイクロフォンを用いて周囲のオーディオサウンドの第 1 の測定を行うことと、

第 1 のアナログデジタル変換器を用いて、該基準マイクロフォン信号を基準マイクロフォンデジタル表現に変換することと、

シグマ - デルタシェーパを用いて、該第一の基準マイクロフォン信号を量子化することにより、低下された解像度のマイクロフォン信号デジタル表現を生成することと、

該基準マイクロフォン信号デジタル表現をフィルタリングする適合的フィルタの応答を適合させることにより、前記低下された解像度のマイクロフォン信号デジタル表現から、該トランスデューサの音響出力における該周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号を適合的に生成することと

を含む、方法。

【請求項 1 9】

デジタルソースオーディオを量子化することにより、低下された解像度のデジタルソースオーディオ表現を生成することと、

エラーマイクロフォンを用いて前記トランスデューサの出力および該トランスデューサにおける前記周囲のオーディオサウンドの第 2 の測定を行うことであって、前記適合的に生成することは、低下された解像度のデジタルソースオーディオ表現を成形する二次経路応答を有する二次経路適合的フィルタを用いて該低下された解像度のデジタルソースオーディオ表現をフィルタリングすることと、該エラーマイクロフォン信号から前記二次経路適合的フィルタの結果の出力を除去することにより、リスナに送達される組み合わせられたアンチノイズと周囲のオーディオサウンドとを示すエラー信号を提供することとを含む、第 2 の測定を行うこと、

をさらに含む、請求項 1 8 記載の方法。

【請求項 2 0】

パーソナルオーディオデバイスの少なくとも一部分を実装するための集積回路であって、該集積回路は、

リスナへの再生のためのソースオーディオと、トランスデューサの音響出力における周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号との両方を含む信号を該トランスデューサに提供するための出力部と、

該周囲のオーディオサウンドを示す基準マイクロフォン信号を受信するための基準マイクロフォン入力部と、

該基準マイクロフォン信号を第一の基準マイクロフォン信号デジタル表現に変換するための第 1 のアナログデジタル変換器と、

第 1 のシグマ - デルタ量子化器であって、該第 1 のシグマ - デルタ量子化器は第一のデジタル表現を量子化することにより、低下された解像度の第二の基準マイクロフォン信号デジタル表現を生成する、第 1 のシグマ - デルタ量子化器と、

応答を有する適合的フィルタを実装する処理回路であって、該応答は、低下された解像度の第二の基準マイクロフォン信号デジタル表現から、該リスナによって聞き取られる該周囲のオーディオサウンドの存在を低減するための該アンチノイズ信号を生成する、処理回路と

を備え、該処理回路は、係数制御ブロックを実装し、該係数制御ブロックは、該適合的フィルタの応答を適合させることによって、該基準マイクロフォン信号に従い、該適合的

10

20

30

40

50

フィルタの応答を成形する、
該集積回路。

【請求項 2 1】

前記ソースオーディオは、デジタルソースオーディオであり、また、前記集積回路は更に：

第 2 のシグマ - デルタ量子化器であって、該第 2 のシグマ - デルタ量子化器は前記ソースオーディオ表現を量子化することにより、低下された解像度のデジタルオーディオ表現を生成する、第 2 のシグマ - デルタ量子化器と、

前記トランスデューサの音響出力および該トランスデューサにおける前記周囲のオーディオサウンドを示すエラーマイクロフォン信号を受信するためのエラーマイクロフォン入力部であって、前記処理回路は、前記低下された解像度のデジタルオーディオ表現をフィルタして、フィルタを通されたソースオーディオ表現を成形する二次経路応答を有する二次経路適合的フィルタと、コンバイナとを実装し、該コンバイナは、前記エラーマイクロフォン信号からフィルタを通されたソースオーディオ表現を除去することにより、前記リスナに送達される組み合わせられたアンチノイズと周囲のオーディオサウンドとを示す前記係数制御ブロックにエラー信号を提供する、エラーマイクロフォン入力部と、を有する請求項 2 0 に記載の集積回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

(発明の分野)

本発明は、概して、適合的ノイズキャンセレーション (A N C) を含む、例えば、無線電話機のようなパーソナルオーディオデバイスに関し、より詳細には、パーソナルオーディオデバイスにおいて統合されている A N C システムのアーキテクチャ上の特徴に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

(発明の背景)

無線電話機 (例えば、移動 / 携帯電話)、コードレス電話、および、例えば m p 3 プレイヤのような他の消費者オーディオデバイスが、広く用いられている。了解度に関するそのようなデバイスの性能は、周囲の音響イベントを測定するためにマイクロフォンを用い、次に、周囲の音響イベントをキャンセルするためにデバイスの出力の中にアンチノイズ信号を挿入するために信号処理を用い、ノイズキャンセリングを提供することによって改善されることができる。

【0 0 0 3】

存在するノイズのソース (s o u r c e) およびデバイス自体の位置に応じて、例えば、無線電話機のようなパーソナルオーディオデバイスの周囲の音響環境は大きく変化し得るので、そのような環境の変化を考慮してノイズキャンセリングを適合させることが望ましい。しかし、適合的ノイズキャンセリング回路は、複雑であり得、さらなる電力を消費し、特定の状況の下で望ましくない結果を生じ得る。

【0 0 0 4】

従って、効果的で、エネルギー効率の良い、および / または、それほど複雑さを有しないノイズキャンセレーションを提供する、無線電話機を含むパーソナルオーディオデバイスを提供することが望ましい。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

より低い電力消費、および / または、より少ない複雑さを有する効果的なノイズキャンセレーションを提供するパーソナルオーディオデバイスを提供する上述の目的は、パーソナルオーディオデバイス、動作の方法、および集積回路において達成される。

【 0 0 0 6 】

パーソナルオーディオデバイスは、筐体を含み、トランスデューサが、オーディオ信号を再生するために筐体に設置され、このオーディオ信号は、リスナへの再生のためのソースオーディオ (source audio) と、トランスデューサの音響出力における周囲のオーディオサウンドの影響を打ち消すためのアンチノイズ信号との両方を含み、パーソナルオーディオデバイスは、適合的ノイズキャンセリング (ANC) 機能性を提供するために、集積回路を含み得る。方法は、パーソナルオーディオデバイスおよび集積回路の動作の方法である。基準マイクロフォンが、周囲のオーディオサウンドを示す基準マイクロフォン信号を提供するために、筐体に設置されている。エラーマイクロフォンが、周囲のオーディオサウンドをキャンセルするためにアンチノイズ信号の適合を制御するため、および、処理回路の出力からトランスデューサの環境まで通る電子音響経路に対して修正するために含まれている。パーソナルオーディオデバイスは、1つ以上の適合的フィルタを用いて基準マイクロフォン信号および基準マイクロフォンからアンチノイズ信号を適合的に生成するためのANC処理回路を筐体内にさらに含み、それによって、アンチノイズ信号は、周囲のオーディオサウンドの実質的なキャンセレーションを引き起こす。

10

【 0 0 0 7 】

ANC回路は、適合的フィルタを実装し、この適合的フィルタは、アンチノイズ信号を生成し、この適合的フィルタは、複数のANC係数更新レートで作動させられ得る。シグマ-デルタ変調器が、適合的フィルタ (複数可) および他の処理ブロックの幅を低減するために、より高いサンプルレート信号経路 (複数可) に含まれることができる。制御経路における高域通過フィルタが、ANC回路におけるDCオフセットを低減するために含まれ得、ANC適合は、ダウンリンクオーディオが存在していない場合、中止されることができる。ダウンリンクオーディオが存在している場合、ダウンリンクオーディオは、補間によって、高いデータレートのアンチノイズ信号と組み合わせられることができ、ANC適合が再開される。

20

【 0 0 0 8 】

添付の図面に例示されているとおり、本発明の前述の目的、特徴、および利点、ならびに、他の目的、特徴、および利点は、本発明の好ましい実施形態の以下のより詳細な説明から明らかとなる。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の実施形態による無線電話機 10 の例示である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の実施形態による無線電話機 10 内の回路のブロック図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の実施形態による、図 2 の CODEC 集積回路 20 の ANC 回路 30 内の信号処理回路および機能ブロックを描いているブロック図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の実施形態による、集積回路内の信号処理回路および機能ブロックを描いているブロック図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の別の実施形態による、集積回路内の信号処理回路および機能ブロックを描いているブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

40

【 0 0 1 0 】

(本発明を実行するための最良のモード)

本発明は、例えば無線電話機のようなパーソナルオーディオデバイスにおいて実装されることができるノイズキャンセリング技術および回路を包含する。パーソナルオーディオデバイスは、適合的ノイズキャンセリング (ANC) 回路を含み、適合的ノイズキャンセリング (ANC) 回路は、周囲の音響環境を測定し、周囲の音響イベントをキャンセルするためにスピーカ (または他のトランスデューサ) 出力の中に注入される信号を生成する。基準マイクロフォンが、周囲の音響環境を測定するために提供され、エラーマイクロフォンが、周囲のオーディオサウンドをキャンセルするためにアンチノイズ信号の適合を制御するために、および、処理回路の出力からトランスデューサまで通る電子音響経路に対

50

して修正するために含まれる。アンチノイズ信号を生成する適合的フィルタの係数制御は、適合的フィルタのサンプルレートを大きく下回るベースバンドレートで作動させられ得、電力消費およびANC処理回路の複雑さを低減する。ANC制御ループ中のDCオフセットを低減するために、高域通過フィルタが、係数制御に inputs を提供するフィードバック経路に含まれることができ、ダウンリンクオーディオが存在しない場合、ANC適合は中止され得、それによって、適合的フィルタの適合は、不安定性につながり得る条件の下で進行しない。ベースバンドにおいて提供され得、補間によって高いデータレートオーディオと組み合わせられるダウンリンクオーディオが検出された場合、適合的フィルタ係数の適合が再開される。

【0011】

ここで図1を参照すると、無線電話機10が、本発明の実施形態に従って例示され、ヒトの耳5の近くに示されている。例示されている無線電話機10は、本発明の実施形態による技術が使用され得るデバイスの例であるが、しかし、例示されている無線電話機10において、またはこれ以降の図に描かれている回路において具現化されている要素もしくは構成のうちの全てが、請求項に記載されている本発明を実行するために必要とされるわけではないことが理解される。無線電話機10は、例えばスピーカSPKRのようなトランスデューサを含み、スピーカSPKRは、バランスの取れた会話認知を提供するための他のローカルオーディオイベント（例えば、呼び出し音、格納されたオーディオプログラム材料、近端音声（すなわち、無線電話機10のユーザの音声）の注入）と共に、無線電話機10によって受け取られた遠い音声、ならびに、無線電話機10による再生を必要とする他のオーディオ（例えば、無線電話機10によって受け取られたウェブページまたは他のネットワーク通信からのソース（source）、ならびに、例えばバッテリー電力低下および他のシステムイベント通知のようなオーディオ指示）を再生する。近い音声マイクロフォンNSが、近端音声を捕捉するために提供され、この近端音声は、無線電話機10から他の会話参加者（複数可）に伝達される。

【0012】

無線電話機10は、適合的ノイズキャンセリング（ANC）回路および機能を含み、適合的ノイズキャンセリング（ANC）回路および機能は、アンチノイズ信号をスピーカSPKRの中に注入し、遠い音声およびスピーカSPKRによって再生される他のオーディオの了解度を向上させる。基準マイクロフォンRが、周囲の音響環境を測定するために提供され、基準マイクロフォンRは、ユーザの口の通常的位置から離して位置決めされ、その結果、近端音声は、基準マイクロフォンRによって生成される信号において最小化される。無線電話機10が耳5の近くにある場合、耳5の近くのスピーカSPKRによって再生されたオーディオと組み合わせられた周囲のオーディオの尺度を提供することによりANC動作をさらに向上させるために、第3のマイクロフォン、すなわちエラーマイクロフォンEが提供されている。無線電話機10内の例示的回路14は、オーディオCODEC集積回路20を含み、オーディオCODEC集積回路20は、基準マイクロフォンR、近い音声マイクロフォンNS、およびエラーマイクロフォンEから信号を受信し、他の集積回路（例えば、無線電話機トランシーバを含むRF集積回路12）と接続する。本発明の他の実施形態において、本明細書に開示されている回路および技術は、単一の集積回路の中に組み込まれ得、この単一の集積回路は、パーソナルオーディオデバイス（例えば、MP3プレイヤーオンチップ（player-on-a-chip）集積回路）全体を実装するための制御回路および他の機能性を含む。

【0013】

一般的に、本発明のANC技術は、基準マイクロフォンRに衝突する周囲の音響イベント（スピーカSPKRの出力および/または近端音声と対立するものとしての）を測定し、そして、例示されている無線電話機10のANC処理回路は、エラーマイクロフォンEに衝突する同じ周囲の音響イベントも測定することにより、基準マイクロフォンRの出力から生成されるアンチノイズ信号が、エラーマイクロフォンEにおける周囲の音響イベントの振幅を最小化する特性を有するように、基準マイクロフォンRの出力から生成される

10

20

30

40

50

アンチノイズ信号を適合させる。音響経路 $P(z)$ は、基準マイクロフォン R からエラーマイクロフォン E まで延びているので、ANC 回路は、電子音響経路 $S(z)$ の除去効果と組み合わせられた音響経路 $P(z)$ を本質的に推定しており、電子音響経路 $S(z)$ は、特定の音響環境におけるスピーカ SPKR とエラーマイクロフォン E との間の結合を含み、CODEC IC 20 のオーディオ出力回路の応答、および、スピーカ SPKR の音響 / 電気伝達関数を表しており、スピーカ SPKR とエラーマイクロフォン E との間の結合は、耳 5 の近さおよび構造、ならびに、無線電話機 10 が耳 5 にしっかりと押圧されていない場合、無線電話機 10 の近くにあり得る他の物体およびヒトの頭の構造によって影響される。例示されている無線電話機 10 は、第 3 の近い音声マイクロフォン NS を有する 2 マイクロフォンの ANC システムを含むが、本発明の一部の局面は、別個のエラーマイクロフォンおよび基準マイクロフォンを含まないシステム、または、基準マイクロフォン R の機能を実行するために近い音声マイクロフォン NS を用いる無線電話機において実行され得る。さらに、オーディオ再生のためにのみ設計されているパーソナルオーディオデバイスにおいては、近い音声マイクロフォン NS は一般的に含まれず、以下にさらに詳細に記述されている回路における近い音声信号経路は、入力のために提供されているオプションを検出スキームをカバーするマイクロフォンに限定する以外に本発明の範囲を変更することなく省略されることができる。

【0014】

ここで図 2 を参照すると、無線電話機 10 内の回路が、ブロック図において示されている。CODEC 集積回路 20 は、基準マイクロフォン信号を受信し、基準マイクロフォン信号のデジタル表現 ref を生成するためのアナログデジタル変換器 (ADC) 21A と、エラーマイクロフォン信号を受信し、エラーマイクロフォン信号のデジタル表現 err を生成するための ADC 21B と、近い音声マイクロフォン信号を受信し、エラーマイクロフォン信号のデジタル表現 ns を生成するための ADC 21C とを含む。CODEC IC 20 は、スピーカ SPKR を駆動するための出力を増幅器 A1 から生成し、増幅器 A1 は、コンバイナ 26 の出力を受信するデジタルアナログ変換器 (DAC) 23 の出力を増幅する。コンバイナ 26 は、内部オーディオソース 24 からのオーディオ信号と、ANC 回路 30 によって生成されるアンチノイズ信号であって、該アンチノイズ信号は、慣例上、基準マイクロフォン信号 ref におけるノイズと同じ極性を有し、従って、コンバイナ 26 によって差し引かれる、アンチノイズ信号と、無線電話機 10 のユーザが、ダウンリンク音声 ds との適切な関連で彼ら自身の声を聞くようにするためのものである、近い音声信号 ns の一部分とを組み合わせ、ダウンリンク音声 ds は、無線周波数 (RF) 集積回路 22 から受信され、コンバイナ 26 によって同じく組み合わせられる。近い音声信号 ns は、RF 集積回路 22 にも提供され、アップリンク音声としてサービスプロバイダにアンテナ ANT を介して送信される。

【0015】

ここで図 3 を参照すると、ANC 回路 30 の詳細が、本発明の実施形態に従って示されている。適合的フィルタ 32 は、基準マイクロフォン信号 ref を受信し、そして、適合的フィルタ 32 は、理想的な状況の下で、その伝達関数 $W(z)$ を $P(z) / S(z)$ となるように適合してアンチノイズ信号を生成し、このアンチノイズ信号は、図 2 のコンバイナ 26 によって例示されたような、アンチノイズ信号をトランスデューサによって再生されるオーディオと組み合わせる出力コンバイナに提供される。適合的フィルタ 32 の係数は、W 係数制御ブロック 31 によって制御され、W 係数制御ブロック 31 は、2 つの信号の相関関係を用いて適合的フィルタ 32 の応答を決定し、適合的フィルタ 32 は、一般的に、最小二乗平均の意味で、エラーマイクロフォン信号 err の中に存在する、基準マイクロフォン信号 ref の成分間におけるエラーを最小化する。W 係数制御ブロック 31 によって比較される信号は、フィルタ 34B によって提供される経路 $S(z)$ の応答の推定のコピーによって成形された基準マイクロフォン信号 ref と、エラーマイクロフォン信号 err を含む別の信号とである。基準マイクロフォン信号 ref を経路 $S(z)$ の応答の推定のコピー、応答 $SECOPIY(z)$ によって変形し、結果として生じる信号とエ

10

20

30

40

50

ラーマイクロフォン信号 e_{rr} との間の差を最小化することによって、適合的フィルタ 32 は、所望の応答の $P(z)/S(z)$ に適合する。以下にさらに詳細に説明されるように、応答 $C_x(z)$ を有するフィルタ 37 A が、フィルタ 34 B の出力を処理し、W 係数制御ブロック 31 に第 1 の入力を提供する。W 係数制御ブロック 31 への第 2 の入力は、 $C_e(z)$ の応答を有する別のフィルタ 37 B によって処理される。応答 $C_e(z)$ は、フィルタ 37 A の応答 $C_x(z)$ と整合している位相応答を有する。フィルタ 37 A とフィルタ 37 B との両方は、高域通過応答を含み、それによって、DC オフセットおよび非常に低い周波数の変動が、 $W(z)$ の係数に影響を与えることが防止される。W 係数制御ブロック 31 によってフィルタ 34 B の出力と比較される信号は、エラーマイクロフォン信号 e_{rr} に加えて、フィルタ応答 $SE(z)$ (応答 $SE_{COPY}(z)$ は、そのコピーである) によって処理されたダウンリンクオーディオ信号 d_s の反転された量を含む。ダウンリンクオーディオ信号 d_s の反転された量を注入することによって、適合的フィルタ 32 が、エラーマイクロフォン信号 e_{rr} に存在するダウンリンクオーディオの比較的大きな量に適合することが防止され、ダウンリンクオーディオ信号 d_s の反転されたコピーを経路 $S(z)$ の応答の推定を用いて変形することによって、比較の前にエラーマイクロフォン信号 e_{rr} から除去されるダウンリンクオーディオは、エラーマイクロフォン信号 e_{rr} で再生されるダウンリンクオーディオ信号 d_s の予期されるバージョン (version) と整合するはずである。なぜなら、 $S(z)$ の電気的および音響的経路は、エラーマイクロフォン E に到達するために、ダウンリンクオーディオ信号 d_s によって取られる経路であるからである。フィルタ 34 B は、本質的に、適合的フィルタではないが、しかし、適合的フィルタ 34 A の応答と整合するように調整される調節可能な応答を有し、それによって、フィルタ 34 B の応答は、適合的フィルタ 34 A の適合を追跡する。

【0016】

上記を実行するために、適合的フィルタ 34 A は、SE 係数制御ブロック 33 によって制御される係数を有し、SE 係数制御ブロック 33 は、ダウンリンクオーディオ信号 d_s と、上述のフィルタリングされたダウンリンクオーディオ信号 d_s の除去後のエラーマイクロフォン信号 e_{rr} とを比較し、このフィルタリングされたダウンリンクオーディオ信号 d_s は、適合的フィルタ 34 A によってフィルタリングされることにより、エラーマイクロフォン E に送達される予期されるダウンリンクオーディオを表し、コンバイナ 36 によって適合的フィルタ 34 A の出力から除去される。SE 係数制御ブロック 33 は、実際のダウンリンク音声信号 d_s をエラーマイクロフォン信号 e_{rr} に存在するダウンリンクオーディオ信号 d_s の成分と関連づける。それによって、適合的フィルタ 34 A は、エラーマイクロフォン信号 e_{rr} から差し引かれる場合、ダウンリンクオーディオ信号 d_s に起因しないエラーマイクロフォン信号 e_{rr} の内容を含む信号をダウンリンクオーディオ信号 d_s から生成するように適合される。ダウンリンクオーディオ検出ブロック 39 は、ダウンリンクオーディオ信号 d_s が、情報を含む (例えば、ダウンリンクオーディオ信号 d_s のレベルが閾値振幅を上回る) 場合を決定する。ダウンリンクオーディオ信号 d_s が存在しない場合、ダウンリンクオーディオ検出ブロック 39 は、SE 係数制御ブロック 33 および W 係数制御ブロック 31 に適合を中止させる制御信号凍結を主張する。

【0017】

ここで図 4 を参照すると、ANC システムのブロック図が、図 3 に示されている本発明の実施形態に含まれ得る、および、図 2 の CODEC 集積回路 20 内で実装され得る、本発明の実施形態による ANC 技術を例示するために描かれている。基準マイクroフォン信号 ref は、デルタ - シグマ ADC 41 A によって生成され、デルタ - シグマ ADC 41 A は、64 倍オーバーサンプリングで動作し、その出力は、デシメータ 42 A により 2 の因数によってデシメートされ、32 倍オーバーサンプリングされた信号を生成する。シグマ - デルタシェーパ 43 A が、基準マイクroフォン信号 ref を量子化するために用いられ、これは、後続の処理ステージ (例えば、フィルタステージ 44 A および 44 B) の幅を低減する。フィルタステージ 44 A および 44 B は、オーバーサンプリングされたレートで動作しているので、シグマ - デルタシェーパ 43 A は、結果として生じる量子化ノイズを、

量子化ノイズが破壊を引き起こさない周波数帯域（例えば、スピーカ S P K R の周波数応答範囲の外側）、または、回路網の他の部分が量子化ノイズを通さない周波数帯域の中で成形することができる。フィルタステージ 4 4 B は、固定応答 $W_{F I X E D}(z)$ を有し、固定応答 $W_{F I X E D}(z)$ は、一般的に、通常のユーザ用の無線電話機 1 0 の特定の設計のための $P(z)/S(z)$ の推定における開始点を提供するために予め決定されている。 $P(z)/S(z)$ の推定の応答の適合的部分 $W_{A D A P T}(z)$ は、適合的フィルタステージ 4 4 A によって提供され、適合的フィルタステージ 4 4 A は、リーキー (l e a k y) 最小二乗平均 (L M S) 型の係数コントローラ 5 4 A によって制御される。エラー入力提供されない場合、応答は、フラットな応答または所定の応答に経時的に正常化することによりリーキー L M S 係数コントローラ 5 4 A を適合させるという点で、リーキー L M S 係数コントローラ 5 4 A は、リーキーである。リーキーなコントローラを提供することは、特定の環境条件の下で生じ得る長期にわたる不安定性を防止し、一般的に、A N C 応答の特定の感知性に対してシステムをよりロバストにする。

【 0 0 1 8 】

図 4 に描かれているシステムにおいて、基準マイクロフォン信号 $r e f$ は、経路 $S(z)$ の応答の推定である応答 $S E C O P Y(z)$ を有するフィルタ 5 1 によってフィルタリングされ、その出力は、デシメータ 5 2 A により 3 2 の因数によってデシメートされ、ベースバンドオーディオ信号を生成し、このベースバンドオーディオ信号は、無限インパルス応答 (I I R) フィルタ 5 3 A を通して、リーキー L M S 5 4 A に提供される。フィルタ 5 1 は、本質的に、適合的フィルタではないが、しかし、適合的フィルタ 5 5 A および 5 5 B の組み合わせられた応答と整合するように調整される調節可能な応答を有し、それによって、フィルタ 5 1 の応答は、応答 $S E(z)$ の適合を追跡する。エラーマイクロフォン信号 $e r r$ は、デルタ - シグマ A D C 4 1 C によって生成され、デルタ - シグマ A D C 4 1 C は、6 4 倍オーバーサンプリングで動作し、その出力は、デシメータ 4 2 B により 2 の因数によってデシメートされ、3 2 倍オーバーサンプリングされた信号を生成する。図 3 のシステムにおいてそうであってように、応答 $S E(z)$ を適用するために適合的フィルタによってフィルタリングされたある量のダウリンクオーディオ $d s$ は、コンバイナ 4 6 C によってエラーマイクロフォン信号 $e r r$ から除去され、コンバイナ 4 6 C の出力は、デシメータ 5 2 C により 3 2 の因数によってデシメートされ、ベースバンドオーディオ信号を生成し、このベースバンドオーディオ信号は、無限インパルス応答 (I I R) フィルタ 5 3 B を通して、リーキー L M S 5 4 A に提供される。I I R フィルタ 5 3 A および 5 3 B は、各々、高域通過応答を含み、高域通過応答は、D C オフセットおよび非常に低い周波数の変動が、適合的フィルタ 4 4 A の係数の適合に影響を与えることを防止する。

【 0 0 1 9 】

応答 $S E(z)$ は、別の並列の一组の適合的フィルタステージ 5 5 A および 5 5 B によって生成され、そのうちの一方、フィルタステージ 5 5 B は、固定応答 $S E_{F I X E D}(z)$ を有し、そのうちの他方、フィルタステージ 5 5 A は、適合的応答 $S E_{A D A P T}(z)$ を有し、適合的応答 $S E_{A D A P T}(z)$ は、リーキー L M S 係数コントローラ 5 4 B によって制御される。適合的フィルタステージ 5 5 A および 5 5 B の出力は、コンバイナ 4 6 E によって組み合わせられる。上述のフィルタ応答 $W(z)$ の実装と同様に、応答 $S E_{F I X E D}(z)$ は、一般的に、電氣的 / 音響経路 $S(z)$ に対する様々な動作条件の下での適切な開始点を提供するために既知である所定の応答である。フィルタ 5 1 は、適合的フィルタ 5 5 A / 5 5 B のコピーであるが、しかし、それ自体は、適合的フィルタではなく（すなわち、フィルタ 5 1 は、それ自体の出力に反応して別個に適合しない）、フィルタ 5 1 は、単一のステージまたは二重のステージを用いて実装されることができる。図 4 のシステムにおいて、別個の制御値が、フィルタ 5 1 の応答を制御するために提供され、フィルタ 5 1 は、単一の適合的フィルタステージとして示されている。しかし、フィルタ 5 1 は、代替として、2 つの並列のステージを用いて実装され得、適合的フィルタステージ 5 5 A を制御するために用いられる同じ制御値が、フィルタ 5 1 の実装における調節可能なフィルタ部分を制御するために用いられ得る。リーキー L M S 制御ブロック 5 4

10

20

30

40

50

Bへの入力も、ベースバンドにおけるものであり、該入力は、コンバイナ46Hによって生成された、ダウンリンクオーディオ信号dsと内部オーディオiaとの組み合わせを、32の因数によってデシメートするデシメータ52Bによりデシメートすることによって提供され、別の入力が、コンバイナ46Cの出力をデシメートすることによって提供され、該出力から、適合的フィルタステージ55Aとフィルタステージ55Bとの組み合わせられた出力から生成された信号が除かれており、この組み合わせられた出力は、別のコンバイナ46Eによって組み合わせられている。コンバイナ46Cの出力は、ダウンリンクオーディオ信号dsに起因する成分が除去されたエラーマイクロフォン信号errを表し、コンバイナ46Cの出力は、デシメータ52Cによるデシメーションの後にLMS制御ブロック54Bに提供される。LMS制御ブロック54Bへの他の入力は、デシメータ52Bによって生成されるベースバンド信号である。デシメータ52Bの出力におけるダウンリンクオーディオ信号ds（および内部オーディオ信号ia）のレベルは、ダウンリンクオーディオ検出ブロック39によって検出され、ダウンリンクオーディオ検出ブロック39は、ダウンリンクオーディオ信号dsおよび内部オーディオ信号iaが存在しない場合、LMS制御ブロック54A、54Bの適合を凍結する。

【0020】

ベースバンドおよびオーバーサンプリングされた信号伝達の上述の構成は、オーバーサンプリングされたレートで適合的フィルタステージ44A~44B、55A~55B、およびフィルタ51を実装することにより与えられるタップ（tap）柔軟性を提供しながら、単純化された制御、および、適合的制御ブロック（例えば、リーキーLMSコントローラ54Aおよび54B）において消費される低減された電力を提供する。図4のシステムの残りは、コンバイナ46Hを含み、コンバイナ46Hは、ダウンリンクオーディオdsを内部オーディオiaと組み合わせ、コンバイナ46Hの出力は、コンバイナ46Dの入力部に提供され、コンバイナ46Dは、シグマ-デルタADC41Bによって生成され、そして、バランスの取れた会話認知を提供するために側音減衰器56によってフィルタリングされた近端マイクロフォン信号nsの一部を加える。コンバイナ46Dの出力は、シグマ-デルタシェーパ43Bによって成形され、シグマ-デルタシェーパ43Bは、フィルタステージ55Aおよび55Bに入力を提供し、シグマ-デルタシェーパ43Bは、上述のシグマ-デルタシェーパ43Aと同様な方法で、コンバイナ46Dの出力を量子化することによって、フィルタステージ55Aおよび55Bの幅が低減されることを可能にする。シグマ-デルタシェーパ43Bの量子化ノイズは、デシメータ52Cの固有の低域通過応答によって除去される。

【0021】

本発明の実施形態に従って、コンバイナ46Dの出力は、適合的フィルタステージ44A~44Bの出力とも組み合わせられるが、この適合的フィルタステージ44A~44Bの出力は、フィルタステージの各々に対して対応するハードミュートブロック（hard mute block）45A、45Bと、ハードミュートブロック45A、45Bの出力を組み合わせるコンバイナ46Aと、ソフトミュート47と、次のソフトリミッタ48とを含む制御チェーンによって処理されてアンチノイズ信号を生成し、このアンチノイズ信号は、コンバイナ46Dのソースオーディオ出力を用いてコンバイナ46Bによって差し引かれる。コンバイナ46Bの出力は、補間器49により2の因数によって挿入が行われ、次に、64xオーバーサンプリングレートで操作されるシグマ-デルタDAC50によって再生される。DAC50の出力は、増幅器A1に提供され、増幅器A1は、スピーカSPKRに送達される信号を生成する。

【0022】

ここで図5を参照すると、ANCシステムのブロック図が、図3に示されている本発明の実施形態に含まれ得る、および、図2のCODEC集積回路20内で実装され得る、本発明の別の実施形態によるANC技術を例示するために描かれている。図5のANCシステムは、図4のANCシステムと同様であり、従って、それらの間における相違のみが以下に詳細に記述される。高域通過応答をリーキーLMS54Aへの入力に提供するよりむ

10

20

30

40

50

しろ、DC成分は、基準マイクロフォン信号経路およびエラーマイクロフォン信号経路にそれぞれの高域通過フィルタ60Aおよび60Bを提供することによって、基準マイクロフォン信号refおよびエラーマイクロフォン信号errから直接的に除去される。次に、さらなる高域通過フィルタ60Cが、フィルタ51の後のSEコピー信号経路に含まれる。図5に例示されているアーキテクチャは、高域通過フィルタ60Aが、DCおよび低周波成分をアンチノイズ信号経路から除去するという点で有利であり、DCおよび低周波成分は、もし除去されなければ、フィルタステージ44A、44Bによって通過させられ、スピーカSPKRに提供されるアンチノイズ信号に入り、エネルギーを浪費し、熱を発生させ、かつ、ダイナミックレンジを消費するであろう。しかし、基準マイクロフォン信号refは、ANCシステムによってキャンセルされることのできる周波数帯域（すなわち、スピーカSPKRが有意な応答を有する周波数範囲）において幾らかの低周波情報を含む必要があるので、フィルタ60Aは、リーキーLMS54Aの最適適合のためにより高い高域通過カットイン周波数（例えば、200Hz）が用いられる一方、そのような周波数を通過させるように設計されている。フィルタ60Bおよび60Cの位相応答は、リーキーLMS54Aのための安定した動作条件を維持するために整合させられている。

【0023】

図4および図5のシステムならびに図2および図3の例示的回路における要素の各々または一部は、論理で直接的に実装されることができるか、または、例えば、演算（例えば、適合的フィルタリングおよびLMS係数計算）を行うプログラム命令を実行するデジタル信号処理（DSP）コアのようなプロセッサによって実装されることができる。DACおよびADCステージは、一般的に、専用の混合性信号回路で実装される一方、本発明のANCシステムのアーキテクチャは、一般的に、ハイブリッドアプローチに適しており、このハイブリッドアプローチにおいて、論理は、例えば、高度にオーバーサンプリングされた設計の区分において用いられ得、一方、プログラムコードまたはマイクロコード駆動処理要素は、より複雑ではあるが、しかし、より低速の演算（例えば、適合的フィルタに対するタップを計算すること、および/または、例えば本明細書において記述されたもののような検出されたイベントに応答すること）のために選択される。

【0024】

本発明は、特に、その好ましい実施形態を参照して示され、記述されたが、しかし、前記およびその他は、形態において変化すること、および、本発明の精神および範囲から逸脱することなく細部が、前記およびその他において決められ得ることが当業者によって理解される。

【 図 1 】

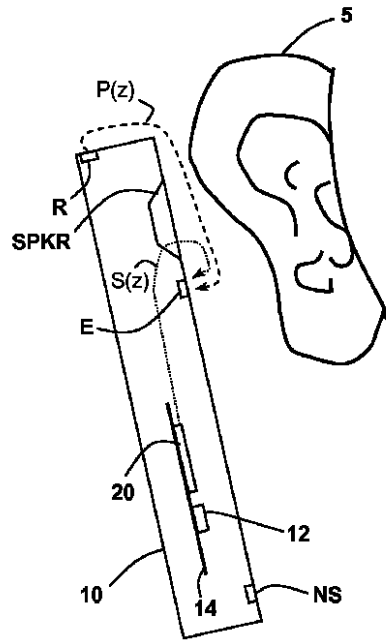


Fig. 1

【 図 2 】

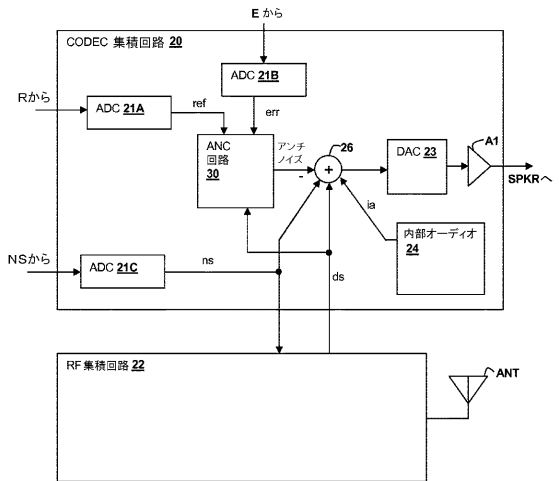


Fig. 2

【圖 3】

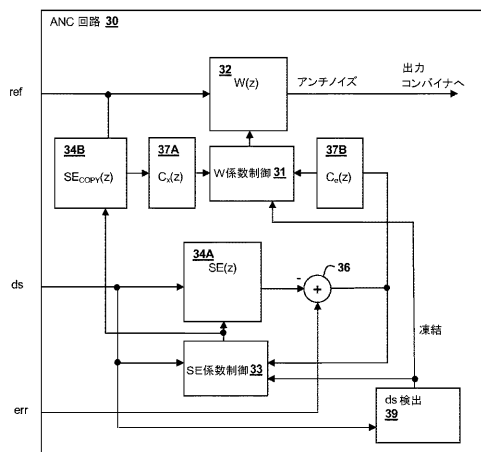


Fig. 3

【 図 4 】

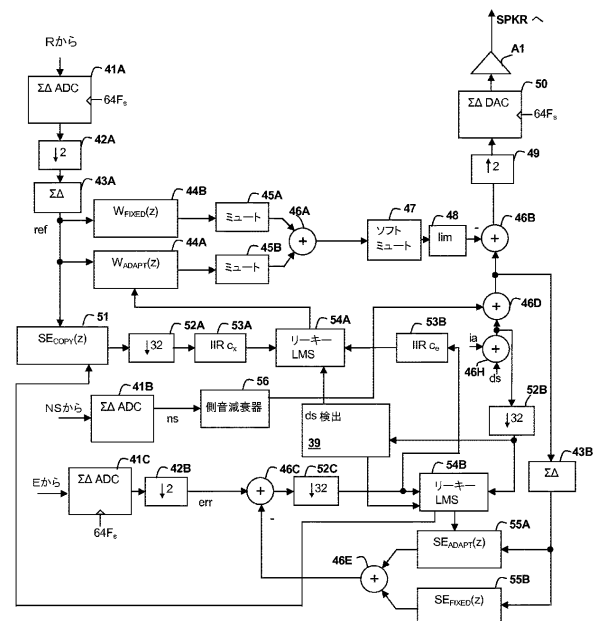


Fig. 4

The diagram illustrates a complex signal processing system with multiple inputs and feedback loops. Key components include:

- Inputs:** R (top), NS (middle left), and E (bottom left).
- Processing Blocks:**
 - $\Sigma\Delta$ ADCs (41A, 41B, 41C) and DACs (49, 50).
 - Filters: $W_{FIXED}(z)$ (44B), $W_{ADAPT}(z)$ (44A), $SE_{CORR}(z)$ (51), $SE_{ADAPT}(z)$ (55A), $SE_{FIXED}(z)$ (55B), and $LIIR$ blocks (52A, 53A, 54A, 54B).
 - Delays and Scaling: $\downarrow 2$ (42A, 42B), $\downarrow 32$ (60A, 60B), and $\times 2$ (46B).
 - Summing Junctions: Indicated by circles with '+' or '-' signs (e.g., 46A, 46B, 46C, 46D, 46E).
- Feedback and Adaptation:**
 - Feedback paths from the output (SPKR) and intermediate stages feed back into the $\Sigma\Delta$ ADCs and DACs.
 - Adaptation blocks (55A, 55B) receive signals from the output and feed back into the $SE_{ADAPT}(z)$ filter.

Fig. 5

フロントページの続き

- (72)発明者 クワトラ, ニティン
アメリカ合衆国 テキサス 78745, オースティン, ウィリアム キャノン ドライブ
3014, アpartment 1435
- (72)発明者 アブドラーザデー ミラーニ, アリ
アメリカ合衆国 テキサス 78735, オースティン, リアルト ブールバード 7601
アpartment 2314
- (72)発明者 アルダーソン, ジェフリー
アメリカ合衆国 テキサス 78735, オースティン, トワイライト メサ ドライブ 7
205

審査官 菊池 充

- (56)参考文献 特開2010-176120(JP, A)
特開2011-061449(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0007907(US, A1)
特表2009-533921(JP, A)
特開2007-060644(JP, A)
特開平06-232755(JP, A)
特表2010-523045(JP, A)
特開2010-277025(JP, A)
特開2000-089770(JP, A)
英国特許出願公開第02455828(GB, A)
米国特許出願公開第2010/0195844(US, A1)
米国特許第07365669(US, B1)
米国特許第06418228(US, B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04R 3/00 - 3/14