

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6106164号
(P6106164)

(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

G 1 O K 11/178 (2006. 01)
 H O 4 M 1/60 (2006. 01)
 H O 4 M 1/725 (2006. 01)
 H O 4 R 3/00 (2006. 01)

G 1 O K 11/16 H
 H O 4 M 1/60
 H O 4 M 1/725
 H O 4 R 3/00 3 1 O

請求項の数 24 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-513582 (P2014-513582)
 (86) (22) 出願日 平成24年5月24日 (2012. 5. 24)
 (65) 公表番号 特表2014-521989 (P2014-521989A)
 (43) 公表日 平成26年8月28日 (2014. 8. 28)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/039336
 (87) 国際公開番号 W02012/166511
 (87) 国際公開日 平成24年12月6日 (2012. 12. 6)
 審査請求日 平成27年4月21日 (2015. 4. 21)
 (31) 優先権主張番号 61/493, 162
 (32) 優先日 平成23年6月3日 (2011. 6. 3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 13/458, 585
 (32) 優先日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 504371240
 シラス ロジック、インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 テキサス 78701,
 オースティン, ダブリュー, 6ティ
 ーエイチ ストリート 800
 (74) 代理人 110000855
 特許業務法人浅村特許事務所
 (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, アパートメント
 1435

審査官 菊池 充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノイズキャンセリングパーソナルオーディオデバイスにおける二次経路適合的応答の連続的適合

(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、
 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、
 前記トランスデューサによる再生のための出力信号を提供するために、前記ソースオー
 ディオを含むソースオーディオ信号と、前記アンチノイズ信号とを組み合わせる第一のコン
 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、

ノイズ信号を提供するための制御可能なノイズソース (noise source) と
 、

前記ソースオーディオ信号に十分な振幅のソースオーディオがあるかどうかを決定する
 ために、前記ソースオーディオ信号に結合される入力に有するソースオーディオ検出器と

10

20

、
処理回路であって、該処理回路は、エラー信号および該基準マイクロフォン信号に従い、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、該処理回路は成形されたソースオーディオを生成するために、該ソースオーディオ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、第二のコンバイナとを実装し、該第二のコンバイナは、該エラー信号を提供するために、該エラーマイクロフォン信号から該成形されたソースオーディオを除去し、該処理回路は、十分な振幅のソースオーディオが該ソースオーディオ信号に存在しないと前記ソースオーディオ検出器が決定した場合、該二次経路適合的フィルタの適合を継続させるために、該ソースオーディオ信号の代わりに、又は該ソースオーディオ信号と組み合わせて、ノイズジェネレータから、該二次経路適合的フィルタに選択的にノイズを注入し、さらに該第一のコンバイナにノイズを注入し、該処理回路はさらに、該二次経路適合的フィルタの出力に従い、該制御可能なノイズソースを制御する、

パーソナルオーディオデバイス。

【請求項 2】

前記処理回路は、前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅を測定し、該二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、閾値振幅を超過する場合、前記制御可能なノイズソースを変更する、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】

前記処理回路は、前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、前記閾値振幅を超過する場合、前記ノイズ信号に適用されるゲインを調節する、請求項 2 に記載のパーソナルオーディオデバイス。

【請求項 4】

前記処理回路は、前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、前記閾値振幅を超過する場合、前記ノイズ信号の注入を不能にする、請求項 2 に記載のパーソナルオーディオデバイス。

【請求項 5】

前記処理回路は、さらに、前記エラー信号の振幅から前記閾値振幅を決定し、該閾値振幅は、該エラー信号の振幅に従って動的に調節される、請求項 2 に記載のパーソナルオーディオデバイス。

【請求項 6】

前記閾値振幅は、前記エラー信号の振幅より 20 dB 低いレベルである、請求項 5 に記載のパーソナルオーディオデバイス。

【請求項 7】

前記処理回路は、前記ソースオーディオの振幅が、閾値振幅より低いことを検出し、該処理回路は、該ソースオーディオの振幅が、該閾値振幅より低い場合、前記制御可能なノイズソースを変更することのみを行う、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 8】

前記処理回路は、応答を有する適合的フィルタを実装し、該応答は、前記基準信号から、前記リスナによって聞き取られる前記周囲のオーディオサウンドの存在を低減するための前記アンチノイズ信号を生成し、該処理回路は、前記エラー信号および前記基準マイクロフォン信号に従い、該適合的フィルタの該応答を成形する、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 9】

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信号を生成するために、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、

10

20

30

40

50

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該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1の測定および該第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、

該トランスデューサに提供されるオーディオ信号を生成するために、該アンチノイズ信号をソースオーディオ信号と組み合わせることと、

成形されたソースオーディオを生成するために、二次経路応答により、該ソースオーディオのコピーを成形することと、

該リスナに送達される該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生成するために、該ソースオーディオのコピーの該成形の結果をエラーマイクロフォン信号から除去することと、

ノイズ信号を生成することと、

前記ソースオーディオ信号に結合される入力を有するソースオーディオ検出器を使用して十分な振幅のソースオーディオが該ソースオーディオ信号に存在するかどうかを決定することと、

十分な振幅のソースオーディオが存在しない場合に、該二次経路適合的フィルタの適合を継続させるために、該ソースオーディオ信号の代わりに、または、該ソースオーディオ信号と組み合わせ、該二次経路適合的フィルタに該ノイズ信号を選択的に注入し、該組み合わせることは、前記ソースオーディオ信号の代わりに、または、前記ソースオーディオ信号と組み合わせ、ノイズを組み合わせることを含み、

該二次経路適合的フィルタの出力に従い、該制御可能なノイズソース (noise source) を制御することと

を含む、方法。

【請求項10】

前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅を測定することをさらに含み、該二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、閾値振幅を超過する場合、前記制御可能なノイズソースを前記制御することは、該制御可能なノイズソースを調節する、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、前記閾値振幅を超過する場合、前記制御可能なノイズソースを前記制御することは、前記ノイズ信号に適用されるゲインを調節する、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、前記閾値振幅を超過する場合、前記制御可能なノイズソースを前記制御することは、前記ノイズ信号の注入を不能にする、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

前記エラー信号の振幅から前記閾値振幅を決定することをさらに含み、該閾値振幅は、該エラー信号の振幅に従って動的に調節される、請求項10に記載の方法。

【請求項14】

前記閾値振幅は、前記エラー信号の振幅より20 dB低いレベルである、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記ソースオーディオの振幅が、閾値振幅より低いことを検出することをさらに含み、該ソースオーディオの振幅が、該閾値振幅より低い場合、前記制御可能なノイズソースを前記制御することは、該制御可能なノイズソースを変更することのみを行う、請求項9に記載の方法。

【請求項16】

前記適合的に生成することは、前記リスナによって聞き取られる前記周囲のオーディオサウンドの存在を低減するための前記アンチノイズ信号を生成するために、前記基準マイ

10

20

30

40

50

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適合させ、該適合的に生成することは、前記エラー信号および前記基準マイクロフォン信号に従い、該適合的フィルタの該応答を成形する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 17】

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、

前記トランスデューサによる再生のための出力信号を提供するために、前記ソースオーディオを含むソースオーディオ信号と、前記アンチノイズ信号とを組み合わせる第一のコンパイナと、

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受信するためのエラーマイクロフォン入力部と、

ノイズ信号を提供するための制御可能なノイズソース (noise source) と、

前記ソースオーディオ信号に十分な振幅のソースオーディオがあるかどうかを決定するために、前記ソースオーディオ信号に結合される入力に有するソースオーディオ検出器と

ン、
処理回路であって、該処理回路は、エラー信号および該基準マイクロフォン信号に従い、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、成形されたソースオーディオを生成するために、該ソースオーディオ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、第二のコンパイナとを実装し、該第二のコンパイナは、該エラー信号を提供するために、該エラーマイクロフォン信号から該成形されたソースオーディオを除去し、該処理回路は、十分な振幅のソースオーディオが該ソースオーディオ信号に存在しないと前記ソースオーディオ検出器が決定した場合、該二次経路適合的フィルタの適合を継続させるために、該ソースオーディオ信号の代わりに、または、該ソースオーディオ信号と組み合わせて、ノイズジェネレータから、該二次経路適合的フィルタに選択的にノイズを注入し、さらに該第一のコンパイナにノイズを注入し、該処理回路はさらに、該二次経路適合的フィルタの出力に従い、該制御可能なノイズソースを制御する、

集積回路。

【請求項 18】

前記処理回路は、前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅を測定し、該二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、閾値振幅を超過する場合、前記制御可能なノイズソースを変更する、請求項 17 に記載の集積回路。

【請求項 19】

前記処理回路は、前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、前記閾値振幅を超過する場合、前記ノイズ信号に適用されるゲインを調節する、請求項 18 に記載の集積回路。

【請求項 20】

前記処理回路は、前記二次経路適合的フィルタの出力の振幅が、前記閾値振幅を超過する場合、前記ノイズ信号の注入を不能にする、請求項 18 に記載の集積回路。

【請求項 21】

前記処理回路は、さらに、前記エラー信号の振幅から前記閾値振幅を決定し、該閾値振幅は、該エラー信号の振幅に従って動的に調節される、請求項 18 に記載の集積回路。

【請求項 22】

前記閾値振幅は、前記エラー信号の振幅より20dB低いレベルである、請求項21に記載の集積回路。

【請求項23】

前記処理回路は、前記ソースオーディオの振幅が、閾値振幅より低いことを検出し、該処理回路は、該ソースオーディオの振幅が、該閾値振幅より低い場合、前記制御可能なノイズソースを変更することのみを行う、請求項17に記載の集積回路。

【請求項24】

前記処理回路は、応答を有する適合的フィルタを実装し、該応答は、前記基準信号から、前記リスナによって聞き取られる前記周囲のオーディオサウンドの存在を低減するための前記アンチノイズ信号を生成し、該処理回路は、前記エラー信号および前記基準マイクロフォン信号に従い、該適合的フィルタの該応答を成形する、請求項17に記載の集積回路。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(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(ANC)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、ソースオーディオが存在していないか、または、振幅が低い場合、二次経路推定の連続した適合を提供するために、注入されたノイズを用いるパーソナルオーディオデバイスにおけるANCの制御に関する。

20

【背景技術】

【0002】

(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mp3プレイヤー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。

30

【0003】

ノイズキャンセリング動作は、エラーマイクロフォンを用いて、トランスデューサにおけるデバイスのトランスデューサ出力を測定し、ノイズキャンセリングの効果を決定することによって改良されることができる。測定されるトランスデューサの出力は、理想的には、ソースオーディオ(例えば、電話におけるダウンリンクオーディオおよび/または専用のオーディオプレイヤーもしくは電話のいずれかにおける再生オーディオ)である。なぜなら、ノイズキャンセリング信号(複数可)は、トランスデューサの位置において、理想的には、周囲のノイズによってキャンセルされるからである。エラーマイクロフォン信号からソースオーディオを除去するために、トランスデューサからエラーマイクロフォンまで通る二次経路が推定されることができ、トランスデューサからエラーマイクロフォンまで通る二次経路は、ソースオーディオを正しい位相および振幅に対してフィルタリングすることにより、エラーマイクロフォン信号から差し引くために使用される。しかし、ソースオーディオが存在しない場合、二次経路推定は、通常、更新されることができない。

40

【0004】

従って、トランスデューサの出力を測定するために二次経路推定を用いるノイズキャンセレーションを提供し、かつ、十分な振幅のソースオーディオが存在するかどうかから独立して、二次経路推定を連続的に適合することのできる、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】

50

【 0 0 0 5 】

十分な振幅のソースオーディオが存在するか否かに関わらず、連続的に適合されることのできる二次経路推定を含むノイズキャンセリング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、操作方法、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、リスナに提供する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む。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。パーソナルオーディオデバイスは、基準マイクロフォン信号からアンチノイズ信号を適合的に生成するための適合的ノイズキャンセリング (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。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。ANC 処理回路は、連続的に、または、少なくとも、ソースオーディオ (例えば、電話におけるダウンリンクオーディオおよび/またはメディアプレイヤー (media player) もしくは電話における再生オーディオ) が、二次経路推定適合的フィルタが適切に適合を続けることができないほどに低いレベルである場合に、ソースオーディオレベルより十分に低いレベルで、気付かれなようにノイズを注入する。

【 0 0 0 7 】

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】

【 0 0 0 8 】

【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。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

(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、および、トランスデューサにおけるトランスデューサ出力を測定するために、従って、ノイズキャンセレーションの効果の指示を与えるために含まれる。二次経路推定適合的フィルタが、エラーマイクロフォン信号から再生オーディオを除去することによりエラー信号を生成するために用いられる。しかし、パーソナルオーディオデバイスによって再生されるオーディオ信号 (例えば、電話での会話中におけるダウンリンクオーディオ、または、メディアファイル/接続からの再生オーディオ) の存在 (およびレベル) 次第で、二次経路適合的フィルタは、二次経路を推定するために適合すること

を続けることができないことがある。従って、本発明は、リスナに気付かれないレベルのままでありながら、二次経路推定適合的フィルタが適合を続けるために十分なエネルギーを提供するために、注入されるノイズを用いる。

【0010】

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。

【0011】

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。

【0012】

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に存在してい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いる。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/電気伝達関数を表す。 $S(z)$ は、耳5の近さおよび構造ならびに他の物体、

ならびに、無線電話機が耳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本発明の他の実施形態、または、無線電話機が、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を用いる本発明のさらに他の実施形態に従うシステム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、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。

10

【0013】

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ADC21B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ADC21C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iaと、ANC回路30によって生成されるアンチノイズ信号anti-noiseであって、該アンチノイズ信号anti-noise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anti-noise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から受信される。本発明の実施形態に従って、ダウンリンク音声dsが、ANC回路30に提供され、ANC回路30は、ダウンリンク音声dsと内部オーディオiaとの両方が存在しないか、または、振幅が低い場合、ダウンリンク音声dsと内部オーディオiaとを含む組み合わせられたソースオーディオ信号にノイズを加えるか、または、ソースオーディオ(ds+ia)を注入されたノイズ信号と取り替える。ダウンリンク音声ds、内部オーディオia、およびノイズ(または、代替信号として適用された場合、ソースオーディオ/ノイズ)が、コンバイナ26に提供され、それによって、信号(ds+ia+ノイズ)が、ANC回路30内の二次経路適合的フィルタを用いて音響経路P(z)を推定するために常に存在する。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。

20

30

【0014】

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anti-noiseを生成し、このアンチノイズ信号anti-noise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によって処理される信号は、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

40

50

マイクロフォン信号 r_{ef} を経路 $S(z)$ の応答の推定のコピー、応答 $SE_{copy}(z)$ によって変形し、ソースオーディオの再生に起因するエラーマイクロフォン信号 err の成分を除去した後のエラーマイクロフォン信号 err 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。エラーマイクロフォン信号 err に加えて、W 係数制御ブロック 31 によってフィルタ 34 B の出力と共に処理される他の信号は、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 ds と内部オーディオ ia とを含むソースオーディオの反転された量を含む。ソースオーディオ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 err に存在するソース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 ds と内部オーディオ ia と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、処理の前にエラーマイクロフォン信号 err から除去されるソースオーディオは、エラーマイクロフォン信号 err で再生される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 ds と内部オーディオ ia と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。

【0015】

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、ソースオーディオ ($ds + ia$) 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 ds および内部オーディオ ia のコンバイナ 36 による除去後のエラーマイクロフォン信号 err とを処理し、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 ds および内部オーディオ ia は、適合的フィルタ 34 A によってフィルタリングされており、エラーマイクロフォン E に送達される予期されるソースオーディオを表す。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 err から差し引かれる場合、ソースオーディオ ($ds + ia$) に起因しないエラーマイクロフォン信号 err の内容を含む信号をダウンリンクオーディオ信号 ds および内部オーディオ ia から生成するように適合される。しかし、ダウンリンクオーディオ信号 ds および内部オーディオ ia が両方とも存在しないか、または、非常に低い振幅を有する場合、SE 係数制御ブロック 33 は、音響経路 $S(z)$ を推定するために十分な入力を有しない。従って、ANC 回路 30 において、十分なソースオーディオ ($ds + ia$) が存在するかどうかを検出するソースオーディオ検出器 35 が存在し、ソースオーディオ検出器 35 は、十分なソースオーディオ ($ds + ia$) が存在する場合、二次経路推定を更新する。ソースオーディオ検出器 35 は、音声存在信号 (ダウンリンクオーディオ信号 ds のデジタルソースからこのようなものが入手可能である場合)、または、メディア再生制御回路から提供される再生活性信号によって取って代わられ得る。セレクタ 38 は、ソースオーディオ ($ds + ia$) が存在していないか、または、振幅が低い場合、ノイズジェネレータ 37 の出力を選択し、ノイズジェネレータ 37 の出力は、図 2 のコンバイナ 26 に出力 $ds + ia$ / ノイズを提供し、二次経路適合的フィルタ 34 A および SE 係数制御ブロック 33 に入力を提供し、ANC 回路 30 が、音響経路 $S(z)$ を推定することを維持することを可能にする。あるいは、セレクタ 38 は、ノイズ信号をソースオーディオ ($ds + ia$) に加えるコンバイナによって取って代わられることができる。

【0016】

ソースオーディオ ($ds + ia$) が存在しない場合、図 1 のスピーカ $SPKR$ は、実際には、ノイズジェネレータ 37 から注入されたノイズを再生し、従って、デバイスのユーザが、注入されたノイズを聞くことは望ましくない。従って、ANC 回路 30 は、二次経路適合的フィルタ 34 A の出力をエラーマイクロフォン信号 err と比較する信号レベル

コンパレータ 39 を含む。二次経路適合的フィルタ 34 A の出力は、ユーザが実際に聞くダウンリンク音声 d_s または注入されたノイズの良好な推定を提供する。なぜなら、二次経路適合的フィルタ 34 A によって推定される音響経路 $S(z)$ は、スピーカ $SPKR$ からエラーマイクロフォン E までの経路であるからである。このとき、エラーマイクロフォン信号 err は、比較閾値を決定するために用いられる。なぜなら、エラーマイクロフォン信号 err は、ユーザによって聞き取られる総エネルギーの尺度であるからである。代替として、例えば、基準マイクロフォン信号 ref または近い音声信号 ns から決定される閾値のような、所定の閾値または他の動的な閾値が用いられ得る。例えば、二次経路適合的フィルタ 34 A の出力のレベルを、対応するエラーマイクロフォン信号 err の正常化されたレベルより 20 dB 低く維持する基準は、ゲイン制御部 $A2$ を用いてノイズジェネレータ 37 の出力のゲインを調節するため、または、二次経路適合的フィルタ 34 A の出力の振幅がエラーマイクロフォン信号 err に対してあまりにも大きくなりすぎた場合、ノイズ注入を中止するように、セレクタ 38 によるノイズジェネレータ 37 の出力の選択をさらに条件付けるため、いずれかのために用いられることができる。二次経路適合的フィルタ 34 A およびエラーマイクロフォン信号 err の出力の振幅は、例えば、最小二乗平均、スクエアラズ ($squares$)、絶対値ピーク検出器、またはデシメータのような技術によって決定されることができる。以下の制御方程式が、注入されたノイズに適用されるゲインを調節するために用いられることができる。

$$gain(i) = gain(i-1) + (mag(err) / atten - mag(seout))$$

ここで、 i は、ステップ間隔であり、 $atten$ は、ノイズに対するエラー信号の振幅の所望の比率 (所望の減衰、例えば、 20 dB) であり、 $ampl(err)$ は、エラー信号の大きさであり、 $mag(seout)$ は、二次経路適合的フィルタ 34 A の出力の大きさである。

【0017】

ここで図 4 を参照すると、CODEC 集積回路 20 内で実行され得る、本発明の実施形態による ANC 技術を例示するために、ANC システムのブロック図が示されている。基準マイクロフォン信号 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。デルタ - シグマシェーパ 43 A は、並列の一对のフィルタステージ 44 A および 44 B の結果として生じる応答が有意な応答を有する帯域の外ヘイメージのエネルギーを広げる。フィルタステージ 44 B は、固定応答 $W_{FIXED}(z)$ を有し、固定応答 $W_{FIXED}(z)$ は、一般的に、通常のユーザ用の無線電話機 10 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 $W_{ADAPT}(z)$ は、適合的フィルタステージ 44 A によって提供され、適合的フィルタステージ 44 A は、リーキー (leaky) 最小二乗平均 (LMS) 型の係数コントローラ 54 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 LMS 係数コントローラ 54 A を適合させるという点で、リーキー LMS 係数コントローラ 54 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、ANC 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。

【0018】

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は、経路 $S(z)$ の応答の推定のコピー $SE_{COPY}(z)$ によって、すなわち、応答 $SE_{COPY}(z)$ を有するフィルタ 51 によってフィルタリングされ、その出力はデシメータ 52 A により 32 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 (IIR) フィルタ 53 A を通して、リーキー LMS 54 A に提供される。フィルタ 51 は、本質的に、適合的フィルタではないが、し

10

20

30

40

50

かし、フィルタステージ 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 err は、デルタ - シグマ ADC 4 1 C によって生成され、デルタ - シグマ ADC 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るように、応答 $S(z)$ 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ソースオーディオ ($ds + ia$) 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 err 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 (IIR) フィルタ 5 3 B を通して、リーキー LMS 5 4 A に提供される。応答 $S(z)$ は、別の並列の一组のフィルタステージ 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 $S E_{FIXED}(z)$ 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 $S E_{ADAPT}(z)$ を有し、適合的応答 $S E_{ADAPT}(z)$ は、リーキー LMS 係数コントローラ 5 4 B によって制御される。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 $S E_{FIXED}(z)$ は、一般的に、電氣的 / 音響的経路 $S(z)$ 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、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。

【0019】

図 3 の ANC 回路 3 0 においてそうであるように、フィルタステージ 5 5 A および 5 5 B への入力は、ソースオーディオ ($ds + ia$) または、セレクタ 3 8 によって選択され、ゲインがゲイン制御部 A 2 によって制御される、ノイズジェネレータ 3 7 の出力から選択される成分を有し、セレクタ 3 8 の出力は、コンバイナ 4 6 D の入力に提供され、コンバイナ 4 6 D は、シグマ - デルタ ADC 4 1 B によって生成され、そして、フィードバック状態を防止するために側音減衰器 5 6 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 の一部分を加える。コンバイナ 4 6 D の出力は、フィルタステージ 5 5 A および 5 5 B が有意な応答を有する帯域の外ヘイメージをシフトするように成形されている入力をフィルタステージ 5 5 A および 5 5 B に提供するシグマ - デルタシェーパ 4 3 B によって成形される。信号レベルコンパレータ 3 9 は、フィルタステージ 5 5 A および 5 5 B によって形成された二次経路適合的フィルタの出力である、コンバイナ 4 6 E の出力とエラーマイクロフォン信号 err とを比較し、比較の結果に従って、ノイズジェネレータ 3 7 の出力に適用されるゲインをゲイン制御部 A 2 を介して制御する。図 3 の ANC 回路 3 0 においてそうであるように、音声検出器 3 5 は、セレクタが、ソースオーディオ ($ds + ia$) を選択するか、または、ゲイン制御部 A 2 の出力を選択するかを制御する。リーキー LMS 制御ブロック 5 4 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、セレクタ 3 8 によって提供された、選択されたソースオーディオ / ノイズの組み合わせを 3 2 の因数によってデシメートするデシメータ 5 2 B 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 4 6 C の出力をデシメートすることによって提供され、コンバイナ 4 6 C は、適合的フィルタステージ 5 5 A とフィルタステージ 5 5 B との組み合わせられた出力から生成された信号をエラーマイクロフォン信号 err から除去しており、この組み合わせられた出力は、別のコンバイナ 4 6 E によって組み合わせられている。

上述のように、セレクタ 38 は、代替として、ノイズ信号をソースオーディオ ($ds + ia$) と組み合わせるコンバイナによって取って代わられることができる。コンバイナ 46 C の出力は、ソースオーディオ ($ds + ia$) 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 46 C の出力は、デシメータ 52 C によるデシメーションの後に LMS 制御ブロック 54 B に提供される。LMS 制御ブロック 54 B への他の入力、デシメータ 52 B によって生成されるベースバンド信号である。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 44 A ~ 44 B、55 A ~ 55 B、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 54 A および 54 B) において消費される低減された電力を提供する。

10

【0020】

本発明の実施形態に従って、コンバイナ 46 D の出力は、適合的フィルタステージ 44 A ~ 44 B 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 44 A ~ 44 B 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 ($hard\ mute\ block$) 45 A、45 B と、ハードミュートブロック 45 A、45 B の出力を組み合わせるコンバイナ 46 A 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 46 D のソースオーディオ出力を用いてコンバイナ 46 B によって差し引かれる。コンバイナ 46 B 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、 $64 \times$ 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 DAC 50 によって再生される。DAC 50 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。

20

【0021】

図 4 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、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。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、本明細書において記述されたように、検出された耳圧の変化にตอบสนองすること) のために選択される。

30

【0022】

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。

40

【 図 1 】

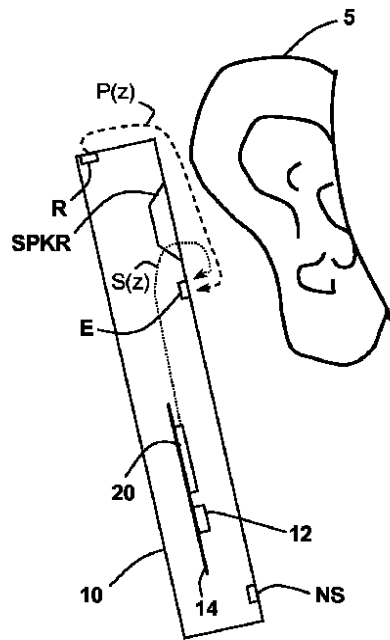


Fig. 1

【圖 3】

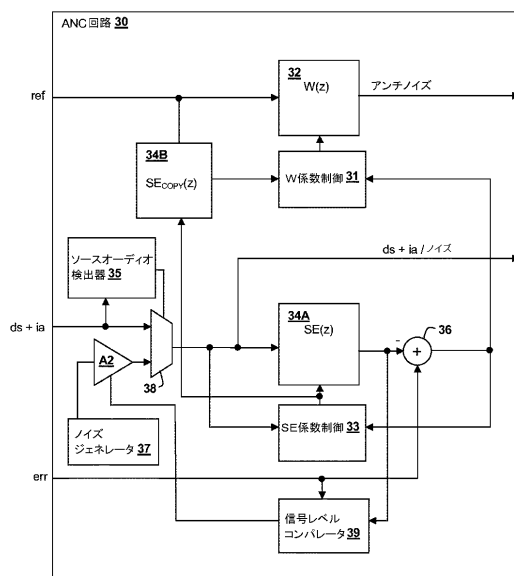


Fig. 3

【圖 2】

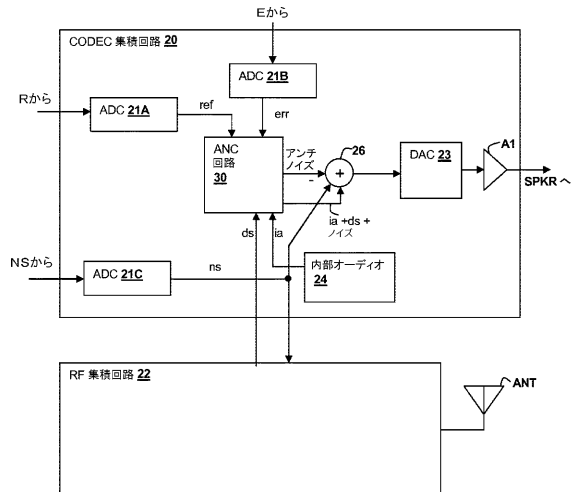


Fig. 2

【 図 4 】

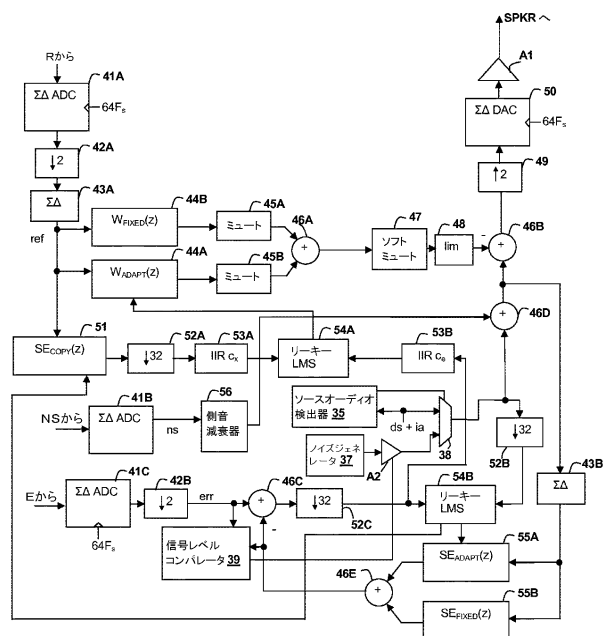


Fig. 4

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2011/0007907(US, A1)

特開2010-176120(JP, A)

特開2008-203828(JP, A)

特開2008-015046(JP, A)

特開平11-305783(JP, A)

米国特許出願公開第2002/0003887(US, A1)

特表2012-533091(JP, A)

米国特許出願公開第2010/0195844(US, A1)

米国特許出願公開第2008/0181422(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10K 11/00 - 13/00

H04M 1/24 - 1/82

H04R 3/00 - 3/14