(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4588966号
(P4588966)

(45)発行日　平成22年12月1日(2010.12.1)　(24)登録日　平成22年9月17日(2010.9.17)

(51)Int.Cl.		F I		
H04R 3/00	(2006.01)	H04R	3/00	320
G10L 21/02	(2006.01)	G10L	21/02	101B

請求項の数 11　(全 8 頁)

(21)出願番号	特願2002-108951 (P2002-108951)
(22)出願日	平成14年4月11日 (2002.4.11)
(65)公開番号	特開2002-374589 (P2002-374589A)
(43)公開日	平成14年12月26日 (2002.12.26)
審査請求日	平成17年2月2日 (2005.2.2)
審判番号	不服2008-13906 (P2008-13906/J1)
審判請求日	平成20年6月3日 (2008.6.3)
(31)優先権主張番号	10118653.3
(32)優先日	平成13年4月14日 (2001.4.14)
(33)優先権主張国	ドイツ(DE)

(73)特許権者　598051819
ダイムラー・アクチェンゲゼルシャフト
Ｄａｉｍｌｅｒ　ＡＧ
ドイツ連邦共和国　７０３２７　シュツットガルト、メルセデスシュトラーセ　１３７
Ｍｅｒｃｅｄｅｓｓｔｒａｓｓｅ　１３７，７０３２７　Ｓｔｕｔｔｇａｒｔ，Ｄｅｕｔｓｃｈｌａｎｄ
(73)特許権者　503320474
ハーマン　ベッカー　オートモーティヴ　システムズ　ゲゼルシャフト　ミット　ベシュレンクテル　ハフツング
ドイツ連邦共和国　カールスバート　ベッカー－ゲーリング－シュトラーセ　１６
最終頁に続く

(54)【発明の名称】雑音低減のための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

少なくとも２つのチャネルの信号の組合せにより生成される１次有効信号の雑音低減のための方法において、

対で処理される前記信号の一方のみにスペクトルサブトラクションを施し、他方の信号との差分を生成することにより、実質的に妨害信号のみを含む妨害基準信号を得ること、または、対で処理される前記信号のうちの各々一方のみにスペクトルサブトラクションを施し、他方の信号との差分を生成することにより、実質的に妨害信号のみを含む妨害基準信号を得ること、を特徴とする雑音低減のための方法。

【請求項２】

１次有効信号を２つのチャネル（１，２）の差分アレイ（ＤＡ）として接続する、請求項１記載の方法。

【請求項３】

１次有効信号を２つのチャネル（１，２）の和分及び差分アレイ（ＳＤ）として接続する、請求項１記載の方法。

【請求項４】

差分形の片側スペクトルサブトラクションの付加的拡張によって、チャネル（１）からの雑音除去された有効信号と別のチャネル（２）からの有効信号との差分を適応フィルタ（Ｈ１）に供給することで妨害基準信号を生成し、

つづいて、フィルタリングされた妨害基準信号（Ｒ）を前記１次有効信号（Ｐ）から減

算する、請求項１から３のいずれか１項記載の方法。
【請求項５】
第１のチャネル（１）において有効信号に対してスペクトルサブトラクション（ＳＰＳ$_1$）を行い、第２のチャネル（２）の有効信号と共に前記適応フィルタ（Ｈ１）に供給し、第１の基準信号（Ｒ１）を形成し、
さらに前記第２のチャネル（２）の有効信号にスペクトルサブトラクション（ＳＰＳ$_2$）を行い、前記第１のチャネル（１）からの有効信号と共に適応フィルタ（Ｈ２）に供給し、第２の基準信号（Ｒ２）を形成し、
前記２つの基準信号（Ｒ１，Ｒ２）を前記１次有効信号（Ｐ）から減算する、請求項１から３のいずれか１項記載の方法。
【請求項６】
ＬＭＳアルゴリズムによって前記フィルタ（Ｈ１，Ｈ２）を時間領域または周波数領域において適応させる、請求項１から５のいずれか１項記載の方法。
【請求項７】
マイクロフォンによって有効信号を記録する、請求項１から６のいずれか１項記載の方法。
【請求項８】
有効信号として音声信号を使用する、請求項１から７のいずれか１項記載の方法。
【請求項９】
パラメータを用いてスペクトルサブトラクションの効率を連続的に調整する、請求項１から８のいずれか１項記載の方法。
【請求項１０】
前記パラメータを各周波数指数でのスペクトルサブトラクションのフィルタ係数の最小値として形成する、請求項９記載の方法。
【請求項１１】
入力信号が２より多い場合は、２つずつ入力を組合せることによって、基準信号を生成するためのスペクトルサブトラクションを行う、請求項１から１０のいずれか１項記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、多重チャネル妨害補償システムのための妨害基準信号を生成する形式の雑音低減のための方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
妨害のある有効信号、例えば音声信号や音楽信号等の雑音低減によく使用される方法は、スペクトルサブトラクションである。スペクトルサブトラクションの利点は、複雑度が低いこと、及び、妨害のある有効信号が１つのバリアント（１つのチャネル）においてしか必要でないことである。不利な点は、信号の遅延（スペクトル領域でのブロック処理によって制限される）、達成可能な最大の雑音低減が制限されること、及び、非定常雑音の補償が難しいことである。定常雑音であれば、良好な音声品質を保ったまま、例えば１２ｄＢ低減することができる。
【０００３】
より高度な雑音低減またはより良好な音声品質が要求される場合は、複数の記録チャネルが必要である。例えば、マイクロフォンアレイが使用される。さまざまなマイクロフォンアレイの中でも、実際の使用の多くでは、マイクロフォン配置構成の幾何学的サイズが小さくて済むようなマイクロフォンアレイが特に有利である。小さな差分マイクロフォンアレイ（スーパーディレクティブアレイとも称する）とこのマイクロフォン配置構成の適応的変形が形成され、適応の際にはＬＭＳ（最小２乗平均）アルゴリズムが使用される。このアレイの適応形では、２つのマイクロフォンが次の２通りの仕方で遅延時間補償されて

減算される。すなわち、一方の「仮想的」マイクロフォンはスピーカに向かって腎臓形の指向特性を生じ、他方の「仮想的」マイクロフォンはスピーカとは反対方向に腎臓形の特性を生じることによって遅延時間補償されて減算される。遅延時間補償は、２つのマイクロフォンの間の距離、例えば１．５ｃｍを音が伝播するのに必要な時間に対応する。これにより「背中合わせ」の腎臓形指向特性が得られる。スピーカの方向に向けられたマイクロフォンは適応フィルタのための１次信号であり、逆向きのマイクロフォンは妨害の基準信号である。

【０００４】

図１には、ビーム形成器の適応形配置構成が示されている。オールパスＡＬＬによる遅延時間補償は、整数サンプリング値の分だけのシフトによって実現される。無指向性を有する２つの個別マイクロフォンの上記組合せによって、スピーカの方を向いた腎臓形の指向特性と、妨害基準として逆方向を向いた腎臓形指向特性とが生じる。適応フィルタＨ１は時間領域でＬＭＳ（最小２乗平均）アルゴリズムを用いて適応される。システム出力側のローパスＴＰは低周波成分をブーストする。この低周波成分は腎臓形指向特性の形成の際に減衰される。図１によるマイクロフォンの直列配置は‘ｅｎｄ　ｆｉｒｅ　ａｒｒａｙ’と呼ばれ、対照的にマイクロフォンの並列配置は‘ｂｒｏａｄ　ｓｉｄｅ　ａｒｒａｙ’と呼ばれる。

【０００５】

図２には、間隔を置いた２つのマイクロフォンから成る‘ｂｒｏａｄ　ｓｉｄｅ　ａｒｒａｙ’の配置構成が示されており、この場合、２つのマイクロフォン信号はスペクトルサブトラクション（ＳＰＳ）によって事前処理される。オールパスＡＬＬによって２つのチャネル間の遅延時間補償が行われ、スピーカの動きの補償に使用される。事前処理されたマイクロフォン信号の和分が適応フィルタＨ１の１次入力を形成し、差分が適応フィルタＨ１の基準入力を形成する。和分及び差分入力を有するこの配置構成の適応フィルタは、‘ｇｅｎｅｒａｌｉｚｅｄ　ｓｉｄｅｌｏｂｅ　ｃａｎｃｅｌｌｅｒ’とも呼ばれる。適応はＬＭＳアルゴリズムによって行われ、ＬＭＳの実行は周波数領域で行われる。マイクロフォン信号の事後処理は、変形された相互相関関数を用いて周波数領域で実行される。ＳＰＳを用いたスペクトル事前処理、ビーム形成及び事後処理（Ｐｏｓｔ）を備えた基礎構造は、特許書類ＥＰ　０６１５２２６Ｂ１に記載されており、そこではビーム形成の正確な特定は行われていない。

【０００６】

図３には、２つのマイクロフォンの指向特性を形成するためのマイクロフォン回路構成の概要が示されている。２つの個別マイクロフォン自体は既に腎臓形の特性を有しているか、またはいわゆる無指向性を有している。“ＡＬＬ”は遅延時間補償のためのオールパスを表している。‘Ｇａｉｎ’は、マイクロフォンカプセルの感度を適合させるために実際の使用で必要な２つのチャネル間のゲイン補償である。

【０００７】

指向特性の極線図内への送話方向は９０°である。第１の３つの配置構成ａ，ｂ及びｃは音声チャネルとして適合されている。というのも、９０°で最大値をとり、他の方向では減衰が存在するからである。配置構成ａとｂは同じ指向特性となる。配置構成ａ，ｂは和分または差分アレイであると見なされ、配置構成ｃは差分アレイであると見なされる。配置構成ｄとｅは極線図内の９０°で零位置を有しており、それゆえ妨害基準として適合されている。極線図内の９０°における零位置は、音声成分が基準チャネル内に達しないようにするために必要である。基準チャネル内の音声成分は音声の部分的な補償につながる。理想的な条件の下では、妨害基準のための配置構成ｄ及びｅに従って、零位置がスピーカの方向に調整される。しかし、実際の使用ではこのようなことは起こらない。音声成分は妨害信号のように扱われ、したがって本来の音声信号から分離される結果となる。

【０００８】

ビーム形成器はたいてい音声休止時にだけ適合され、音声成分に適合が為されないようにする。それにもかかわらず、この場合でも、基準内に存在する音声成分が補償されてしま

う。というのも、音声成分はつねに雑音に重畳されているからである。
【０００９】
他の手法はチャネルのゲインを補償することであり、これにより理想的なケースでは、チャネルのサブトラクションの際に零位置が形成される。大量生産のマイクロフォンは許容差を示すので、これは必要である。このことは、図３の配置構成では、種々のマイクロフォン感度を補償する機能ブロック‘Ｇａｉｎ’によって考慮される。
【００１０】
それでも使用時には、‘Ｇａｉｎ’による感度補償にもかかわらず、基準内の音声成分のための零位置は調整されない。マイクロフォンが自由音場で（反射なしに）作動するという前提の下でしか、音声成分は完全には補償されない。実際の使用では、反射による制限のため、音声信号のための零位置を生じさせないような、さまざまな方向からの特定の音成分が存在する。図１または図２による配置構成では、音声の歪みにつながる特定の音声成分がつねにビーム形成器の基準信号内に再び見つかる。
【００１１】
【発明が解決しようとする課題】
それゆえ、本発明の課題は、妨害基準信号への有効信号のクロストークを最小化する雑音低減のための方法を提供することである。
【００１２】
【課題を解決するための手段】
上記課題は、本発明により、多重チャネル妨害補償システムのための妨害基準信号が生成される形式の雑音低減のための方法において、少なくとも１つのチャネルにおけるスペクトルサブトラクションによって有効信号の妨害を低減することによって、基準として不所望の有効信号成分を最小化し、前記有効信号を別のチャネルに供給し、少なくとも１つの妨害基準信号を前記両チャネルのサブトラクションによって形成するように構成することで解決される。
【００１３】
有利な実施形態及び発展形態は従属請求項から得られる。
【００１４】
【発明の実施の形態】
本発明は、妨害基準信号内の有効信号、例えば妨害基準信号内の音声信号が、従来の方法よりも顕著に少ないという利点を有している。したがって、妨害音声成分の除去は、実際の条件下では、例えば自動車内のような実際の空間内の音声信号の反射により可能である。
【００１５】
本発明は、妨害基準信号の形成のために、片側スペクトルサブトラクションを実行することに基づいている。実質的には、基準信号の形成のためのスペクトルサブトラクションは一方のチャネルでしか行われず、それゆえ「片側」と称される。したがって、一方のチャネルは有効信号と妨害信号を含み、スペクトルサブトラクション後の第２のチャネルは有効信号のみを含む。これに続く両チャネルのサブトラクションでは、有効成分が減算され、妨害が残る。この差分が妨害基準信号である。
【００１６】
例えば音声信号を記録するのにマイクロフォンを使用する場合、妨害基準信号が腎臓形または８の字形の特性を有するスピーカの方向に零位置を有するように、音声信号を処理する。片側スペクトルサブトラクションによって、音声活動のときにだけ零位置が生じるように特性の自動制御調整がもたらされる。音声休止時には、片側スペクトルサブトラクションによって、まったく信号が減算されないか、または僅かな信号しか減算されないので、近似的に個別マイクロフォン（例えば腎臓形または無指向性）の妨害に対する特性を使用することができる。
【００１７】
基準内の音声信号に対する理想的な零位置は、自由音場における理想的なスペクトルサブ

トラクションによってのみ達成される。理想的なスペクトルサブトラクションは妨害のない音声信号を出力信号として生成し、さらなる処理の各々は不要となる。実際のスペクトルサブトラクションは、音声休止時の雑音残余を有する音声信号の良い近似だけを生成する。片側スペクトルサブトラクションはマイクロフォン零位置に補足して使用されるので、基準の音声成分は顕著に減少する。

【００１８】

音声休止時のスペクトルサブトラクションの残留雑音は、パラメータによって「スペクトルフロア」に設定される。スペクトルフロアｂは各周波数指数ｉにおけるスペクトルサブトラクションのフィルタ係数Ｗの最小値である。出力信号Ｙ（ｉ）は、フィルタ係数Ｗ（ｉ）を入力値Ｘ（ｉ）と乗積することにより生じる。

【００１９】

【数１】

$$W(i) := \max (W(i), b);$$

【００２０】

及び

【００２１】

【数２】

$$Y(i) = W(i) \bullet X(i);$$

【００２２】

Ｗの最大値は１である（出力＝入力）。ｂ＝１に選定されると、実際的にはスペクトルサブトラクションがスイッチオフされる。ｂ＝０で、スペクトルサブトラクションは最大効率に達する。実際的には、ｂ＝０では低品質の音声品質が生じる。本発明は、パラメータｂを用いることによって、片側スペクトルサブトラクションの効率を連続的に調整することが可能である。例えばｂ＝０．２５の値では、ほぼ１２ｄＢの雑音低減と良好な音声品質が達成される。

【００２３】

以下では、概略的な図面と関連させて実施例に基づいて本発明をより詳細に説明する。

【００２４】

【実施例】

図４には、基準入力に対する片側スペクトルサブトラクションを備えたブロック回路図が示されている。図４ａでは、ビーム形成器の１次有効信号Ｐ（例えば音声信号）がチャネル１，２に対する差分アレイＤＡとして接続されている（図３における配置構成ｃ）。図４ｂ，４ｃには、１次信号Ｐが和分及び差分アレイとして接続されているのが示されている。妨害基準入力は、図３の配置構成ｄ及びｅによる差分形式の片側スペクトルサブトラクションの付加的拡張によって基準信号Ｒを加工する。チャネル２の有効信号とチャネル１の雑音除去された有効信号との差分は適応フィルタＨ１に供給される。適応フィルタＨ１は、時間領域において、または等価な形で周波数領域において、ＬＭＳアルゴリズムによって適応される。つづいて、フィルタリングされた妨害基準信号Ｒは１次信号Ｐから減算される。

【００２５】

図５による本発明のさらなる実施形態は、チャネル１において有効信号に片側スペクトルサブトラクション‘ＳＰＳ$_1$’を１回実行することによって、チャネル２の有効信号と共に第１の基準信号Ｒ１を形成することから成っている。２回目は、チャネル２の信号有効信号に片側スペクトルサブトラクション‘ＳＰＳ$_2$’が実行され、チャネル１の有効信号と共に第２の基準信号Ｒ２を形成する。これで、１次信号Ｐから減算される２つの基準信号を有するシステムができる。音声信号の場合、音声休止時には、それぞれ個別マイクロ

フォンの指向特性によって妨害が検出され、音声活動時には、音声信号の零位置が形成される。

【００２６】

図４のブロック回路図の説明に従って、‘ｅｎｄ　ｆｉｒｅ’マイクロフォン配置構成または‘ｂｒｏａｄ　ｓｉｄｅ’マイクロフォン配置構成に対して、２つの基準入力を有する変化形が使用される。図５には、‘ｅｎｄ　ｆｉｒｅ’配置構成が示されている。ビーム形成器は、音声信号用のチャネル１と、２つの基準チャネル２，３とから成っている。各基準入力は適応フィルタ‘H_1’または‘H_2’によってフィルタリングされる。フィルタ補償は多重チャネルＬＭＳアルゴリズムによって行われる。

【００２７】

２よりも多い入力信号を使用する場合は、２入力ずつの組合せによって上記のようにスペクトルサブトラクションを実行し、基準信号を得る。例えば３つのマイクロフォンを備えた‘ｂｒｏａｄ　ｓｉｄｅ　ａｒｒａｙ’を採用した場合、対を形成するのに６つの組合せが生じる。各々の対において、一方のチャネルまたは他方のチャネルで選択的に片側スペクトルサブトラクションが実行されることを考慮すれば、組合せの数は倍増し、したがって基準チャネルの数も倍増する。複数のマイクロフォンから成るアレイでは、可能な組合せのうちの制限された個数の組合せが使用される。本発明はマイクロフォンによる有効信号の記録に限定されるものではなく、アンテナような受信システムを使用してもよい。有効信号は音響信号と電気信号のどちらであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図１】ビーム形成器の適応形配置構成を示す。

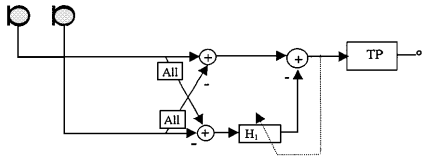
【図２】間隔を置いた２つのマイクロフォンから成る‘ｂｒｏａｄ　ｓｉｄｅ　ａｒｒａｙ’の配置構成を示す。

【図３】２つのマイクロフォンの指向特性を形成するためのマイクロフォン回路構成の概要を示す。

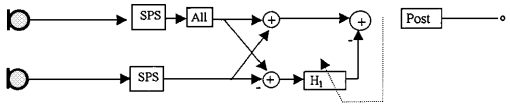
【図４】基準入力に対する片側スペクトルサブトラクションについてのブロック回路図を示す。

【図５】‘ｅｎｄ　ｆｉｒｅ’配置構成を示す。

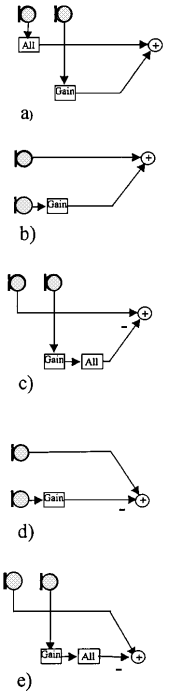
【図１】


All
All
TP
H1

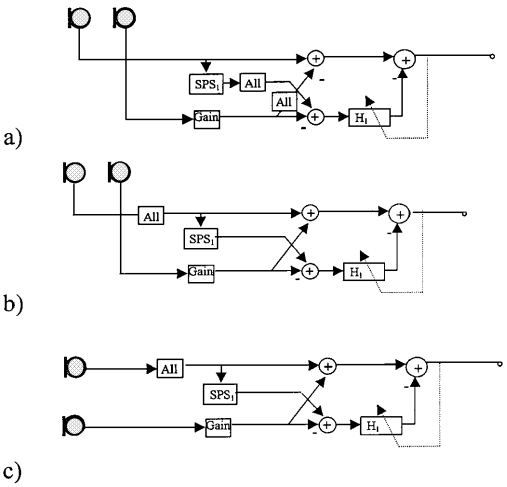
【図２】


SPS
All
SPS
H1
Post

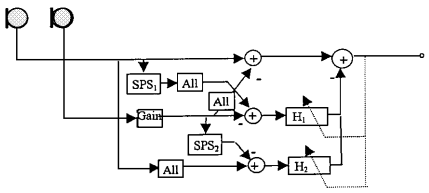
【図３】


All
Gain
a)
Gain
b)
Gain
All
c)
Gain
d)
Gain
All
e)

【図４】


SPS1
All
All
Gain
H1
a)
All
SPS1
Gain
H1
b)
All
SPS1
Gain
H1
c)

【図５】


SPS1
All
All
Gain
H1
SPS2
All
H2

フロントページの続き

(74)代理人 100061815
弁理士 矢野 敏雄
(74)代理人 100094798
弁理士 山崎 利臣
(74)代理人 100099483
弁理士 久野 琢也
(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
(72)発明者 マルクス ブック
ドイツ連邦共和国 ツヴィーファルテンドルフ シュネッケンガルテン 9
(72)発明者 ティム ハウリク
ドイツ連邦共和国 ブラウシュタイン ネリーーザックスーシュトラーセ ７５
(72)発明者 クラウス リンハルト
ドイツ連邦共和国 シェルクリンゲン グンデルスホーフェン ８６

合議体
審判長 吉村 博之
審判官 涌井 智則
審判官 加藤 恵一

(56)参考文献 国際公開第００／６２５７９（WO，Ａ１）
特開平８－２３４７６６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04R3/00