

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6165486号
(P6165486)

(45) 発行日 平成29年7月19日(2017.7.19)

(24) 登録日 平成29年6月30日(2017.6.30)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4B 7/005	(2006.01)	HO4B 7/005	
HO4B 1/10	(2006.01)	HO4B 1/10	A
HO4H 40/45	(2008.01)	HO4H 40/45	

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-77322 (P2013-77322)	(73) 特許権者	000005016
(22) 出願日	平成25年4月3日(2013.4.3)		パイオニア株式会社
(65) 公開番号	特開2014-204212 (P2014-204212A)		東京都文京区本駒込二丁目28番8号
(43) 公開日	平成26年10月27日(2014.10.27)	(74) 代理人	110002332
審査請求日	平成28年3月9日(2016.3.9)		特許業務法人綾船国際特許事務所
		(74) 代理人	100112760
			弁理士 柴田 五雄
		(72) 発明者	渡辺 薫
			埼玉県川越市山田字西町25番地1
			パイオニア株式会社川越事業所内
		(72) 発明者	市川 洋平
			埼玉県川越市山田字西町25番地1
			パイオニア株式会社川越事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放送受信装置及びフィルタリング制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

F M放送信号を周波数変換して得られた中間周波信号の周波数変化幅を検出する検出部と；

前記検出部による検出結果に対応する収束速度で、前記中間周波信号に対して適応的にフィルタリング処理を施す適応フィルタ部と；を備え、

前記適応フィルタ部では、前記検出された周波数変化幅が広くなるほど、前記収束速度が遅くなる制御が行われる、

ことを特徴とする放送受信装置。

【請求項2】

F M放送信号を周波数変換して得られた中間周波信号の周波数変化幅を検出する検出部と；

前記検出部による検出結果に対応する収束速度で、前記中間周波信号に対して適応的にフィルタリング処理を施す適応フィルタ部と；を備え、

前記適応フィルタ部では、前記検出された周波数変化幅がマルチパス成分の影響が小さくなる蓋然性が高い予め定められた範囲内にある場合には、前記検出された周波数変化幅が広くなるに従って、前記収束速度が、増加することなく最大値から最小値まで変化する制御が行われる、

ことを特徴とする放送受信装置。

【請求項3】

F M放送信号を周波数変換して得られた中間周波信号の周波数変化幅を検出する検出部と；

前記検出部による検出結果に対応する収束速度で、前記中間周波信号に対して適応的にフィルタリング処理を施す適応フィルタ部と；を備え、

前記適応フィルタ部では、前記検出された周波数変化幅がマルチパス成分の影響が小さくなる蓋然性が高い予め定められた範囲内にある場合には、

前記検出された周波数変化幅が広がるに従って、前記収束速度が、増加することなく最大値から最小値まで変化し、

前記検出された周波数変化幅が増大し、第1所定幅より広がった時点から、前記検出された周波数変化幅が広がるほど前記収束速度は遅くなり、

前記収束速度が前記最小値になった後には、前記収束速度が前記最小値に到達したときの第2所定幅未満の第3所定幅よりも狭くなった時点から、前記検出された周波数変化幅が狭くなるほど前記収束速度は速くなり、前記第1所定幅未満の第4所定幅になり前記最大値に到達するまで変化する制御が行われる、

ことを特徴とする放送受信装置。

【請求項4】

検出部と；適応フィルタ部と；を備え、F M放送波を受信する放送受信装置において使用されるフィルタリング制御方法であって、

前記適応フィルタ部が、F M放送信号を周波数変換して得られた中間周波信号の周波数変化幅の前記検出部による検出結果を取得する取得工程と；

前記適応フィルタ部が、前記取得工程における取得検出結果に対応する収束速度で、前記中間周波信号に対して適応的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と；を備え、

前記フィルタリング工程において、前記適応フィルタ部では、前記検出された周波数変化幅が広がるほど、前記収束速度が遅くなる制御が行われる、

ことを特徴とするフィルタリング制御方法。

【請求項5】

F M放送波を受信する放送受信装置が有するコンピュータに、請求項4に記載のフィルタリング制御方法を実行させる、ことを特徴とするフィルタリング制御プログラム。

【請求項6】

F M放送波を受信する放送受信装置が有するコンピュータにより読み取り可能に、請求項5に記載のフィルタリング制御プログラムが記録されている、ことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放送受信装置、フィルタリング制御方法、フィルタリング制御プログラム、及び、当該フィルタリング制御プログラムが記録された記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、音声の放送方式としてF M (Frequency Modulation) 方式が多く採用されている。こうしたF M方式の放送では、受信波のマルチパス歪みによる受信障害が重要な問題である。このマルチパス歪みは、周囲における建物による反射等による電波の多重伝搬によって、位相及び電界強度が異なる到来電波が相互に干渉しあうマルチパス現象にともなって発生する。

【0003】

こうしたマルチパス現象が発生すると、本来は振幅が一定であるはずのF M放送信号の振幅が変動してしまい、再生音声の音質を劣化させる一因となる。特に、放送受信装置が車両等の移動体に搭載される場合には、移動体の移動とともに、受信状態が変化するので、激しい振幅変動を伴うマルチパス歪みが生じる場合がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

このため、マルチパス歪みを除去するために様々な技術が提案されている。こうした技術の中で、CMA (Constant Modulus Algorithm) と呼ばれるアルゴリズムを利用しつつ、放送波の受信環境に対応した特性で、マルチパス歪みを除去する技術がある (特許文献1参照: 以下、「従来例」と呼ぶ)。この従来例の技術では、選局対象のFM放送波の帯域における信号の電界レベルに対応して、CMAアルゴリズムを採用する適応デジタルフィルタによるフィルタリング処理の収束速度に関連する重み係数を決定するようになっている。

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2009-212785号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

上述した従来例の技術では、選局対象のFM放送波の帯域における信号の電界レベルが高ければ、放送コンテンツの再生品質のマルチパスによる劣化の程度が小さいといえる蓋然性が高いことに着目している。しかしながら、当該電界レベルが高くとも、FM放送信号における周波数変化幅が狭い場合には、放送コンテンツの再生品質のマルチパスによる劣化の程度が小さいとはいえない。また、当該電界レベルが低くとも、FM放送信号における周波数変化幅が広い場合には、放送コンテンツの再生品質のマルチパスによる劣化の程度は、一般的に小さい。

20

【 0 0 0 7 】

このため、マルチパス成分を迅速に除去するため、適応デジタルフィルタによるフィルタリング処理の収束速度を極力高めることが考えられる。しかしながら、当該収束速度を一律に高めてしまうと、偶発的な外乱により適応デジタルフィルタのタップ係数の更新制御が発散してしまう事態を招く可能性が高くなってしまふ。

【 0 0 0 8 】

このため、適応デジタルフィルタのタップ係数の更新制御の安定性を確保しつつ、マルチパス成分の除去を行って、放送コンテンツの再生品質の維持を図ることができる技術が望まれている。かかる要請に応えることが、本発明が解決すべき課題の一つとして挙げられる。

30

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記の事情を鑑みてなされたものであり、適応フィルタに対する適応制御の安定性の確保と、迅速なマルチパス成分の除去との調和を図ることにより、放送コンテンツの再生品質の維持を図ることができる放送受信装置及びフィルタリング制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

請求項1に記載の発明は、FM放送信号を周波数変換して得られた中間周波信号の周波数変化幅を検出する検出部と；前記検出部による検出結果に対応する収束速度で、前記中間周波信号に対して適応的にフィルタリング処理を施す適応フィルタ部と；を備え、前記適応フィルタ部では、前記検出された周波数変化幅が広がるほど、前記収束速度が遅くなる制御が行われる、ことを特徴とする放送受信装置である。

40

請求項2に記載の発明は、FM放送信号を周波数変換して得られた中間周波信号の周波数変化幅を検出する検出部と；前記検出部による検出結果に対応する収束速度で、前記中間周波信号に対して適応的にフィルタリング処理を施す適応フィルタ部と；を備え、前記適応フィルタ部では、前記検出された周波数変化幅がマルチパス成分の影響が小さくなる蓋然性が高い予め定められた範囲内にある場合には、前記検出された周波数変化幅が広がるに従って、前記収束速度が、増加することなく最大値から最小値まで変化する制御が行われる、ことを特徴とする放送受信装置である。

請求項3に記載の発明は、FM放送信号を周波数変換して得られた中間周波信号の周波

50

数変化幅を検出する検出部と；前記検出部による検出結果に対応する収束速度で、前記中間周波信号に対して適応的にフィルタリング処理を施す適応フィルタ部と；を備え、前記適応フィルタ部では、前記検出された周波数変化幅がマルチパス成分の影響が小さくなる蓋然性が高い予め定められた範囲内にある場合には、前記検出された周波数変化幅が広くなるに従って、前記収束速度が、増加することなく最大値から最小値まで変化し、前記検出された周波数変化幅が増大し、第1所定幅より広くなった時点から、前記検出された周波数変化幅が広くなるほど前記収束速度は遅くなり、前記収束速度が前記最小値になった後には、前記収束速度が前記最小値に到達したときの第2所定幅未満の第3所定幅よりも狭くなった時点から、前記検出された周波数変化幅が狭くなるほど前記収束速度は速くなり、前記第1所定幅未満の第4所定幅になり前記最大値に到達するまで変化する制御が行われる、ことを特徴とする放送受信装置である。

10

【0011】

請求項4に記載の発明は、検出部と；適応フィルタ部と；を備え、FM放送波を受信する放送受信装置において使用されるフィルタリング制御方法であって、前記適応フィルタ部が、FM放送信号を周波数変換して得られた中間周波信号の周波数変化幅の前記検出部による検出結果を取得する取得工程と；前記適応フィルタ部が、前記取得工程における取得検出結果に対応する収束速度で、前記中間周波信号に対して適応的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と；を備え、前記フィルタリング工程において、前記適応フィルタ部では、前記検出された周波数変化幅が広くなるほど、前記収束速度が遅くなる制御が行われる、ことを特徴とするフィルタリング制御方法である。

20

【0012】

請求項5に記載の発明は、FM放送波を受信する放送受信装置が有するコンピュータに、請求項4に記載のフィルタリング制御方法を実行させる、ことを特徴とするフィルタリング制御プログラムである。

【0013】

請求項6に記載の発明は、FM放送波を受信する放送受信装置が有するコンピュータにより読み取り可能に、請求項5に記載のフィルタリング制御プログラムが記録されている、ことを特徴とする記録媒体である。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る放送受信装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図2】図1のフィルタ装置の構成を示すブロック図である。

【図3】図2のデジタルフィルタ部の構成を示すブロック図である。

【図4】図2のフィルタ特性制御部の構成を示すブロック図である。

【図5】図4の重み係数決定部による重み係数の決定の態様を説明するための図である。

【図6】重み係数決定部による重み係数の決定の態様の変形例を説明するための図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の一実施形態を、図1～図5を参照して説明する。なお、本実施形態においては、車両に配置されたFMモノラル音声放送の放送受信装置を例示して説明する。また、以下の説明及び図面においては、同一又は同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0016】

〔構成〕

図1には、一実施形態に係る放送受信装置100の概略的な構成がブロック図にて示されている。この図1に示されるように、放送受信装置100は、アンテナ110と、RF

50

処理ユニット120とを備えている。また、放送受信装置100は、フィルタ装置130と、再生処理ユニット140と、アナログ処理ユニット150とを備えている。さらに、放送受信装置100は、スピーカユニット160と、入力ユニット170と、制御ユニット190とを備えている。

【0017】

上記のアンテナ110は、放送波を受信する。アンテナ110による受信結果は、受信信号RFSとして、RF処理ユニット120へ送られる。

【0018】

上記のRF処理ユニット120は、制御ユニット190から送られた選局指令CSLに従って、選択すべき物理チャンネルの信号を受信信号RFSから抽出する選局処理を行い、所定の間周波数帯の成分を有する中間周波信号IFDを生成する。こうして生成された中間周波信号IFDは、フィルタ装置130へ送られる。

【0019】

本実施形態では、RF処理ユニット120は、入力フィルタと、高周波増幅器(RF-AMP: Radio Frequency-Amplifier)と、バンドパスフィルタ(以下、「RFフィルタ」とも呼ぶ)とを備えている。また、RF処理ユニット120は、ミキサ(混合器)と、中間周波フィルタ(以下、「IFフィルタ」とも呼ぶ)と、AD(Analogue to Digital)変換器(ADC)とを備えている。さらに、RF処理ユニット120は、局部発振回路(OSC)を備えている。

【0020】

RF処理ユニット120では、アンテナ110から送られた受信信号RFSが、入力フィルタにより低周波成分が遮断された後、高周波増幅器により増幅される。高周波増幅器により増幅された信号は、RFフィルタにより高周波帯の信号が選択された後、ミキサにおいて、制御ユニット190から供給された選局指令CSLに従って局部発振回路が発生した局部発振信号と混合される。こうしてミキサにより混合された信号のうち、予め定められた中間周波数範囲の信号がIFフィルタにより通過されたのち、ADCにより、デジタル信号に変換される。この変換結果が、中間周波信号IFDとして、フィルタ装置130へ送られる。

【0021】

上記のフィルタ装置130は、RF処理ユニット120から送られた中間周波信号IFDを受ける。そして、フィルタ装置130は、いわゆるマルチパスの発生による受信信号の歪みを除去するためのフィルタリング処理を行う。そして、フィルタ装置130によるフィルタリング処理の結果は、信号FLDとして、再生処理ユニット140へ送る。かかる機能を有するフィルタ装置130の構成については、後述する。

【0022】

上記の再生処理ユニット140は、フィルタ装置130から送られた信号FLDを受ける。そして、再生処理ユニット140は、信号FLDに対して検波処理を施す。この検波処理の結果が、信号DM Dとして、アナログ処理ユニット150へ送られる。

【0023】

なお、本実施形態では、フィルタ装置130及び再生処理ユニット140においては、デジタル信号処理が行われるようになっている。

【0024】

上記のアナログ処理ユニット150は、再生処理ユニット140から送られた信号DM Dを受ける。そして、アナログ処理ユニット150は、制御ユニット190による制御のもとで、出力音声信号AOSを生成し、スピーカユニット160へ送る。本実施形態では、アナログ処理ユニット150は、DA(Digital to Analogue)変換部と、音量調整部と、パワー増幅部とを備えている。

【0025】

アナログ処理ユニット150では、DA変換部が、再生処理ユニット140から送られた信号DM Dをアナログ信号に変換する。当該アナログ信号は、音量調整部において、制

10

20

30

40

50

御ユニット190から送られた音量調整指令VLCに従って、音量調整処理が施される。音量調整処理が施された信号は、パワー増幅部によりパワー増幅される。このパワー増幅の結果が、出力音声信号AOSとして、スピーカユニット160へ送られる。

【0026】

上記のスピーカユニット160は、アナログ処理ユニット150から送られた出力音声信号AOSを受ける。そして、スピーカユニット160は、出力音声信号AOSに従って、音声を再生出力する。

【0027】

上記の入力ユニット170は、放送受信装置100の本体部に設けられたキー部、あるいはキー部を備えるリモート入力装置等により構成される。ここで、本体部に設けられたキー部としては、不図示の表示ユニットに設けられたタッチパネルを用いることができる。また、キー部を有する構成に代えて、音声入力する構成を採用することもできる。入力ユニット170への入力結果は、入力データIPDとして制御ユニット190へ送られる。

10

【0028】

上記の制御ユニット190は、入力ユニット170から送られた入力データIPDを解析する。そして、入力データIPDの内容が、物理チャンネルを含む選局指定であった場合には、制御ユニット190は、指定された物理チャンネルに対応する選局指令CSLを生成して、RF処理ユニット120へ送る。また、入力データIPDの内容が、音量調整指定であった場合には、制御ユニット190は、当該音量調整指定に対応する音量調整指令VLCを生成して、アナログ処理ユニット150へ送る。

20

【0029】

<フィルタ装置130の構成>

次に、上述したフィルタ装置130の構成について説明する。

【0030】

フィルタ装置130は、図2に示されるように、周波数変化幅検出部131と、自動利得制御(AGC)部132とを備えている。また、フィルタ装置130は、デジタルフィルタ部133と、フィルタ特性制御部134とを備えている。

【0031】

なお、デジタルフィルタ部133とフィルタ特性制御部134とにより、適応フィルタ部が構成されている。

30

【0032】

上記の周波数変化幅検出部131は、RF処理ユニット120から送られた中間周波信号IFDを受ける。そして、周波数変化幅検出部131は、中間周波信号IFDにおける周波数変化幅を検出する。この周波数変化幅の検出結果が、周波数変化幅FCW(以下、「信号FCW」ともいう)として、フィルタ特性制御部134へ送られる。すなわち、周波数変化幅検出部131は、検出部としての機能を果たすようになっている。

【0033】

なお、本実施形態では、周波数変化幅検出部131は、中間周波数帯域におけるFMモノラル音声放送の信号がとり得る周波数の範囲を複数に分割した分割範囲ごと信号成分を通過させる複数のBPF部を備えて構成されている。この周波数変化幅検出部131では、当該BPF部ごとに、通過した信号成分の信号レベルを検出する。そして、周波数変化幅検出部131では、これらの信号レベルの検出結果を解析して、周波数変化幅を検出するようになっている。

40

【0034】

上記のAGC部132は、RF処理ユニット120から送られた中間周波信号IFDを受ける。そして、AGC部132は、中間周波信号IFDを適宜増幅することにより、中間周波信号IFDの信号レベルにかかわらず、常に安定した振幅の中間周波数帯の信号GCDを生成する。こうして生成された信号GCDは、デジタルフィルタ部133及びフィルタ特性制御部134へ送られる。

50

【 0 0 3 5 】

上記のデジタルフィルタ部 1 3 3 は、本実施形態では、F I R (Finite Impulse Response) フィルタとして構成されている。このデジタルフィルタ部 1 3 3 は、A G C 部 1 3 2 から送られた信号 G C D を受ける。そして、デジタルフィルタ部 1 3 3 は、フィルタ特性制御部 1 3 4 から送られた係数指定 C E F に従って、フィルタリング演算を行う。

【 0 0 3 6 】

なお、デジタルフィルタ部 1 3 3 の構成については、後述する。

【 0 0 3 7 】

上記のフィルタ特性制御部 1 3 4 は、デジタルフィルタ部 1 3 3 から送られた信号 F L D (= Y (T))、及び、A G C 部 1 3 2 から送られた信号 G C D (= X₀ (T)) を受ける。そして、フィルタ特性制御部 1 3 4 は、これらの信号 F L D , G C D に基づいて、係数指定 C E F を生成する。こうして生成された係数指定 C E F は、デジタルフィルタ部 1 3 3 へ送られる。

10

【 0 0 3 8 】

なお、フィルタ特性制御部 1 3 4 の構成については、後述する。

【 0 0 3 9 】

《デジタルフィルタ部 1 3 3 の構成》

次いで、上述したデジタルフィルタ部 1 3 3 の構成について説明する。

【 0 0 4 0 】

デジタルフィルタ部 1 3 3 は、図 3 に示されるように、(M - 1) 個の遅延器 2 3 1₁ ~ 2 3 1_{M-1} と、M 個の係数倍器 2 3 2₀ ~ 2 3 2_{M-1} とを備えている。また、デジタルフィルタ部 1 3 3 は、加算器 2 3 3 を備えている。

20

【 0 0 4 1 】

上記の遅延器 2 3 1_j (j = 1 ~ M - 1) のそれぞれは、入力した信号 X_{j-1} (T) を単位遅延時間 だけ遅延させ、信号 X_j (T) として出力する。ここで、信号 X₀ (T) が、A G C 部 1 3 2 から送られた信号 G C D となっている。この結果、信号 X_j (T) と信号 X₀ (T) との関係は、次の (1) 式で表される。

$$X_j (T) = X_0 (T - j \cdot \quad) \quad \dots (1)$$

【 0 0 4 2 】

なお、本実施形態では、遅延器 2 3 1_j のそれぞれは、周期が単位遅延時間 の不図示の基準クロックに同期して信号 X_{j-1} (T) をサンプリングして、信号 X_j (T +) として出力する。このため、単位遅延時間 の間、サンプリング結果が遅延器 2 3 1_j に保持されて、出力されるようになっている。ここで、単位遅延時間 は、入力信号 X₀ (T) の信号周期の 1 / 4 となっている。

30

【 0 0 4 3 】

遅延器 2 3 1_j により生成された信号 X_j (T) は、係数倍器 2 3 2_j へ送られる。なお、係数倍器 2 3 2₀ へは、信号 X₀ (T) が送られるようになっている。

【 0 0 4 4 】

上記の係数倍器 2 3 2_m (m = 0 ~ M - 1) のそれぞれは、信号 X_m (T)、及び、フィルタ特性制御部 1 3 4 から送られた係数指定 C E F におけるタップ係数 K_m (T) を受ける。そして、係数倍器 2 3 2_m は、信号 X_m (T) とタップ係数 K_m (T) とを乗算する。この乗算の結果は、加算器 2 3 3 へ送られる。

40

【 0 0 4 5 】

上記の加算器 2 3 3 は、係数倍器 2 3 2₀ ~ 2 3 2_{M-1} による乗算結果 [X₀ (T) ・ K₀ (T)] ~ [X_{M-1} (T) ・ K_{M-1} (T)] を受ける。そして、加算器 2 3 3 は、次の (2) 式により、信号 Y (T) を算出する。

$$Y (T) = X_0 (T) \cdot K_0 (T) + \dots + X_{M-1} (T) \cdot K_{M-1} (T) \quad \dots (2)$$

【 0 0 4 6 】

こうして算出された信号 Y (T) が、信号 F L D として、フィルタ特性制御部 1 3 4 及び再生処理ユニット 1 4 0 へ送られる。

50

【 0 0 4 7 】

《フィルタ特性制御部 1 3 4 の構成》

次に、上述したフィルタ特性制御部 1 3 4 の構成について説明する。

【 0 0 4 8 】

フィルタ特性制御部 1 3 4 は、図 4 に示されるように、包絡線検波部 2 4 1 と、誤差算出部 2 4 2 とを備えている。また、フィルタ特性制御部 1 3 4 は、重み係数（ステップサイズ）決定部 2 4 3 と、係数更新部 2 4 4 とを備えている。

【 0 0 4 9 】

上記の包絡線検波部 2 4 1 は、不図示の遅延器、乗算器、加算器等を備えて構成される。ここで、遅延器は、上述した遅延器 2 3 1_jと同様に構成されている。

10

【 0 0 5 0 】

この包絡線検波部 2 4 1 は、デジタルフィルタ部 1 3 3 から送られた信号 $Y(T)$ を受ける。そして、包絡線検波部 2 4 1 は、次の (3) 式の演算を行うことにより、信号 $Y(T)$ に関する包絡線検波を行う。

$$Y_{ENV}(T) = [Y(T)]^2 + [Y(T - \tau)]^2 \quad \dots (3)$$

【 0 0 5 1 】

包絡線検波部 2 4 1 による包絡線検波結果は、信号 $Y_{ENV}(T)$ として、誤差算出部 2 4 2 へ送られる。

【 0 0 5 2 】

誤差算出部 2 4 2 は、不図示の減算器を備えるとともに、基準値 Y_{TH} が記憶されている。この誤差算出部 2 4 2 は、包絡線検波部 2 4 1 から送られた信号 $Y_{ENV}(T)$ を受ける。そして、誤差算出部 2 4 2 は、次の (4) 式により、信号 $Y_{ENV}(T)$ の基準値 Y_{TH} からの誤差を算出する。

20

$$ERR(T) = Y_{ENV}(T) - Y_{TH} \quad \dots (4)$$

【 0 0 5 3 】

誤差算出部 2 4 2 による誤差算出結果は、信号 $ERR(T)$ として、係数更新部 2 4 4 へ送られる。なお、基準値 Y_{TH} は、実験、シミュレーション、経験等に基づき、上述した AGC 部 1 3 2 における自動利得制御特性とともに、予め定められる。

【 0 0 5 4 】

上記の重み係数決定部 2 4 3 は、周波数変化幅検出部 1 3 1 から送られた信号 $FCW(= \omega(T))$ を受ける。そして、重み係数決定部 2 4 3 は、信号 $\omega(T)$ の値に基づいて、重み係数（ステップサイズ） $\mu(T)$ を決定する。この重み係数 $\mu(T)$ （一般に、 $\mu(T) > 0$ ）は、フィルタ装置 1 3 0 における適応制御の収束についての速度を定めるものであり、重み係数 $\mu(T)$ が大きくなるほど、適応制御の収束速度が速くなる。こうして決定された重み係数 $\mu(T)$ は、信号 $\omega(T)$ として、係数更新部 2 4 4 へ送られる。

30

【 0 0 5 5 】

上記の係数更新部 2 4 4 は、デジタルフィルタ部 1 3 3 から送られた信号 $FLD(= Y(T))$ と、AGC 部 1 3 2 から送られた信号 $GCD(= X_0(T))$ と、誤差算出部 2 4 2 から送られた信号 $ERR(T)$ と、重み係数決定部 2 4 3 から送られた信号 $\mu(T)$ とを受取る。そして、係数更新部 2 4 4 は、これらの信号 $Y(T)$, $X_0(T)$, $ERR(T)$, $\mu(T)$ に基づいて、係数指定 CEF を生成する。

40

【 0 0 5 6 】

かかる係数指定 CEF の生成に際して、係数更新部 2 4 4 は、次の (5) 及び (6) 式により、タップ係数 $K_m(T + \tau)$ を算出する。

【 0 0 5 7 】

$$K_m(T + \tau) = K_m(T) - \mu(T) \cdot ERR(T) \cdot P_m(T) \quad \dots (5)$$

ここで、

$$P_m(T) = X_m(T) \cdot Y(T) + X_m(T - \tau) \cdot Y(T - \tau) \quad \dots (6)$$

【 0 0 5 8 】

こうして算出されたタップ係数 $K_0(T + \tau) \sim K_{M-1}(T + \tau)$ が、係数指定 CEF と

50

してデジタルフィルタ部 1 3 3 へ送られる。より詳しくは、タップ係数 $K_m(T)$ が、上述した係数倍器 2 3 2_m へ送られる。この結果、係数倍器 2 3 2_m に供給されるタップ係数が更新される。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態では、重み係数決定部 2 4 3 は、図 5 に示される態様で、周波数変化幅 (T) の値に基づいて、重み係数 (T) を決定するようになっている。すなわち、本実施形態では、重み係数決定部 2 4 3 は、信号 F C W として周波数変化幅検出部 1 3 1 から送られた周波数変化幅 (T) の値に基づいて、最大値 MAX から最小値 MIN までの範囲内のいずれかの値を、重み係数 (T) として決定する。また、重み係数決定部 2 4 3 は、周波数変化幅 (T) が値 τ_1 から τ_2 までの範囲では、周波数変化幅 (T) が広がるほど、重み係数 (T) が小さくなるように、重み係数 (T) を決定している。

10

【 0 0 6 0 】

この結果、周波数変化幅 (T) が大きく、音声の再生品質へのマルチパス成分の影響が小さくなる (すなわち、ノイズが目立たない) 蓋然性が高い場合には、適応デジタルフィルタのタップ係数の更新制御の発散を極力防止するために、重み係数 (T) が小さい値に決定される。一方、周波数変化幅 (T) が小さく、音声の再生品質へのマルチパス成分の影響が大きくなる (すなわち、ノイズが目立つ) 蓋然性が高い場合には、迅速なマルチパス成分の除去が可能となるように、重み係数 (T) が大きな値に決定される。

20

【 0 0 6 1 】

[動作]

以上のようにして構成された放送受信装置 1 0 0 の動作について、フィルタ装置 1 3 0 における適応制御に主に着目して説明する。

【 0 0 6 2 】

前提として、入力ユニット 1 7 0 には既に利用者により選局指定が入力されており、指定された物理チャンネルに対応する選局指令 C S L が、R F 処理ユニット 1 2 0 へ送られているものとする。また、入力ユニット 1 7 0 には既に利用者により音量調整指定が入力されており、指定された音量調整態様に対応する音量調整指令 V L C が、アナログ処理ユニット 1 5 0 へ送られているものとする (図 1 参照)。

30

【 0 0 6 3 】

こうした状態で、アンテナ 1 1 0 で放送波を受信すると、受信信号 R F S が、アンテナ 1 1 0 から R F 処理ユニット 1 2 0 へ送られる。そして、R F 処理ユニット 1 2 0 において、選択すべき物理チャンネルの信号を受信信号 R F S から抽出する選局処理が行われる。この選局処理の結果として、所定の間周波数帯の成分を有する中間周波信号 I F D が、フィルタ装置 1 3 0 へ送られる (図 1 参照)。

【 0 0 6 4 】

フィルタ装置 1 3 0 では、周波数変化幅検出部 1 3 1 及び A G C 部 1 3 2 が、中間周波信号 I F D を受ける。中間周波信号 I F D を受けた周波数変化幅検出部 1 3 1 は、中間周波信号 I F D における周波数変化幅を検出し、検出結果を周波数変化幅 F C W (= (T)) として、フィルタ特性制御部 1 3 4 へ送る (図 2 参照)。

40

【 0 0 6 5 】

また、中間周波信号 I F D を受けた A G C 部 1 3 2 は、中間周波信号 I F D を適宜増幅することにより、中間周波信号 I F D の信号レベルにかかわらず、安定した振幅の中間周波数帯の信号 G C D を生成する。そして、A G C 部 1 3 2 は、生成された信号 G C D を、デジタルフィルタ部 1 3 3 及びフィルタ特性制御部 1 3 4 へ送る (図 2 参照)。

【 0 0 6 6 】

信号 G C D (= $X_0(T)$) を受けたデジタルフィルタ部 1 3 3 は、その時点 (すなわち、時刻 T) における $X_0(T) \sim X_{M-1}(T)$ と、タップ係数 $K_0(T) \sim K_{M-1}(T)$ と

50

により、信号 $FLD (= Y(T))$ を生成する。そして、信号 $FLD (= Y(T))$ が、フィルタ特性制御部 134 及び再生処理ユニット 140 へ送られる (図 3 参照)。

【0067】

フィルタ特性制御部 134 では、包絡線検波部 241 及び係数更新部 244 が、信号 $FLD (= Y(T))$ を受ける。信号 $FLD (= Y(T))$ を受けた包絡線検波部 241 は、上述した (3) 式による算出により包絡線検波を行って、信号 $Y_{ENV}(T)$ を生成し、誤差算出部 242 へ送る (図 4 参照)。

【0068】

信号 $Y_{ENV}(T)$ を受けた誤差算出部 242 は、上述した (4) 式による算出を行うことにより、誤差算出を行う。そして、誤差算出部 242 は、誤差算出の結果を、信号 $ERR(T)$ として、係数更新部 244 へ送る (図 4 参照)。

10

【0069】

また、フィルタ特性制御部 134 では、重み係数決定部 243 が、周波数変化幅検出部 131 から送られた信号 $FCW (= (T))$ を受ける。そして、重み係数決定部 243 は、信号 (T) の値に対応した重み係数 (ステップサイズ) (T) を決定する。引き続き、重み係数決定部 243 は、決定された重み係数 (T) を、係数更新部 244 へ送る (図 4 参照)。

【0070】

係数更新部 244 は、デジタルフィルタ部 133 から送られた信号 $FLD (= Y(T))$) と、AGC 部 132 から送られた信号 $GCD (= X_0(T))$) と、誤差算出部 242 から送られた信号 $ERR(T)$ と、重み係数決定部 243 から送られた重み係数 (T) とを受取る。そして、係数更新部 244 は、上述した (5) 及び (6) 式により、新たなタップ係数 $K_m(T+)$ を算出する。こうして算出された新たなタップ係数 $K_0(T+) \sim K_{M-1}(T+)$ が、係数指定 CEF として、デジタルフィルタ部 133 へ供給されることにより、デジタルフィルタ部 133 における係数倍器 232_m に供給されるタップ係数が更新される (図 3 参照)。

20

【0071】

かかる更新が繰り返される CMA 方式による適応制御が行われることにより、フィルタ装置 130 からは、マルチパス歪みが低減された信号 FLD が出力されることになる。なお、適応制御の収束速度は、重み係数 (T) の値が大きいほど速く、また、小さいほど遅くなる。

30

【0072】

さて、フィルタ装置 130 から信号 FLD を受けた再生処理ユニット 140 では、信号 FLD に対して検波処理を施す。この検波処理の結果が、信号 DMD として、アナログ処理ユニット 150 へ送られる (図 1 参照)。

【0073】

再生処理ユニット 140 から送られた信号 DMD を受けたアナログ処理ユニット 150 では、DA 変換部、音量調整部及びパワー増幅部による信号処理が順次施され、出力音声信号 AOS が生成される。そして、アナログ処理ユニット 150 は、生成された出力音声信号 AOS をスピーカユニット 160 へ送る (図 1 参照)。この結果、スピーカユニット 160 が、出力音声信号 AOS に従って、音声を再生出力する。

40

【0074】

以上説明したように、本実施形態では、マルチパス歪みの除去を、CMA 方式を利用した適応制御を行うフィルタ装置 130 を用いて行う。そして、本実施形態では、この適応制御に際して、適応制御の収束速度を決める重み係数 (ステップサイズ) を、選択された物理チャンネルの放送波における周波数変化幅に対応して決定する。

【0075】

かかる重み係数の決定に際して、本実施形態では、周波数変化幅が大きく、音声の再生品質へのマルチパス成分の影響が小さくなる蓋然性が高い場合には、適応デジタルフィルタのタップ係数の更新制御の発散を極力防止するために、重み係数を小さい値に決定する

50

。一方、周波数変化幅が小さく、音声の再生品質へのマルチパス成分の影響が大きくなる蓋然性が高い場合には、迅速なマルチパス成分の除去が可能なように、重み係数（ T ）を大きな値に決定する。

【0076】

したがって、本実施形態によれば、適応デジタルフィルタに対する適応制御の安定性の確保と、迅速なマルチパス成分の除去との調和を図ることができる。このため、本実施形態によれば、放送コンテンツの再生品質の維持を図ることができる。

【0077】

[実施形態の変形]

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

10

【0078】

例えば、上記の実施形態では、周波数変化幅検出部131により検出された周波数変化幅（ T ）に対応して、図5に示される態様で、重み係数決定部243が重み係数（ T ）を決定した。これに対し、FM放送信号では、周波数変化幅は、一旦大きくなる又は小さくなると、その傾向が比較的長い時間にわたって継続することが一般的であることに対応して、周波数変化幅（ T ）に対応する重み係数（ T ）の決定態様が、図6に示されるように、ヒステリシス特性を有するようにしてもよい。

【0079】

また、上記の実施形態では、周波数変化幅（ T ）に対応して、重み係数（ T ）が連続的に変化するようにしたが、段階的に変化するようにしてもよい。

20

【0080】

また、上記の実施形態では、デジタルフィルタ部133をFIRフィルタとして構成したが、フィルタ出力を入力信号と加算するIIR（Infinite Impulse Response）フィルタとして構成することもできる。

【0081】

また、上記の実施形態では、1アンテナ及び1RF処理ユニットの構成の場合に、本発明を適用したが、いわゆる合成ダイバシチ方式を採用する複数アンテナ及び複数RF処理ユニットの構成の場合にも、本発明を適用することができる。この場合には、複数のRF処理ユニットごとにデジタルフィルタ部を設け、各デジタルフィルタ部から送られた出力信号の和を、上記の実施形態における信号 $Y(T)$ として利用するようにすればよい。

30

【0082】

また、上記の実施形態では、FMモノラル音声放送の放送受信装置に本発明を適用したが、FMステレオ音声放送等の他のFM放送の放送受信装置に本発明を適用してもよい。

【0083】

また、上記の実施形態では、タップ係数 $K_m(T+)$ を(5)及び(6)式により算出したが、以下の(7)~(10)式により算出するようにしてもよい。

【0084】

$$K_m(T+) = K_m(T) - (T) \cdot ERR(T) \cdot R_m(T) \quad \dots (7)$$

ここで、

$$R_m(T) = \text{SIGN}\{P_m(T)\} \cdot |P_m(T)|^{1/2} \quad \dots (8)$$

$$P_m(T) = X_m(T) \cdot Y(T) + X_m(T-) \cdot Y(T) \quad \dots (9)$$

但し、

$$\text{SIGN}\{P_m(T)\} = \begin{bmatrix} 1 (P_m(T) > 0), \\ 0 (P_m(T) = 0), \\ -1 (P_m(T) < 0) \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

なお、「 $ERR(T)$ 」は、上述した(4)式により算出される。

【0085】

また、上記の実施形態では、誤差 $ERR(T)$ を(4)式により算出したが、以下の(11)及び(12)式により算出するようにしてもよい。

【0086】

50

$$ERR(T) = Y_{ENV}(T) - X_{ENV}(T) \quad \dots (11)$$

ここで、

$$X_{ENV}(T) = [X_0(T)]^2 + [X_0(T - \tau)]^2 \quad \dots (12)$$

なお、「 $Y_{ENV}(T)$ 」は、上述した(3)式により算出される。

【0087】

なお、上記の実施形態におけるフィルタ装置130、再生処理ユニット140及び制御ユニット190を、中央処理装置(CPU: Central Processing Unit)、DSP(Digital Signal Processor)等を備えた演算手段としてのコンピュータとして構成し、予め用意されたプログラムを当該コンピュータで実行することにより、上記の実施形態における処理の一部又は全部を実行するようにしてもよい。このプログラムはハードディスク、CD-ROM、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、当該コンピュータによって記録媒体から読み出されて実行される。また、このプログラムは、CD-ROM、DVD等の可搬型記録媒体に記録された形態で取得されるようにしてもよいし、インターネットなどのネットワークを介した配信の形態で取得されるようにしてもよい。

10

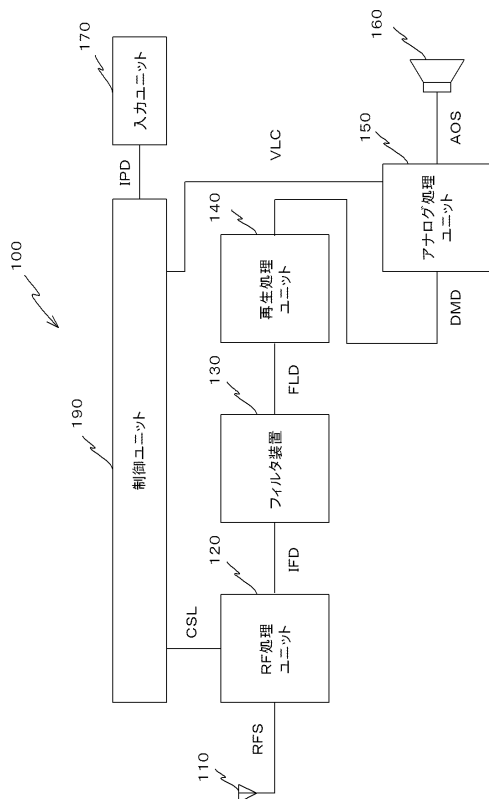
【符号の説明】

【0088】

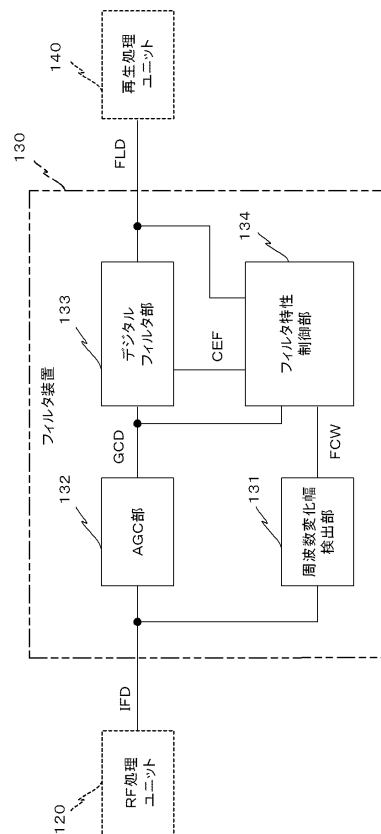
- 100 ... 放送受信装置
- 131 ... 周波数変化幅検出部(検出部)
- 133 ... デジタルフィルタ部(適応フィルタ部の一部)
- 134 ... フィルタ特性制御部(適応フィルタ部の一部)

20

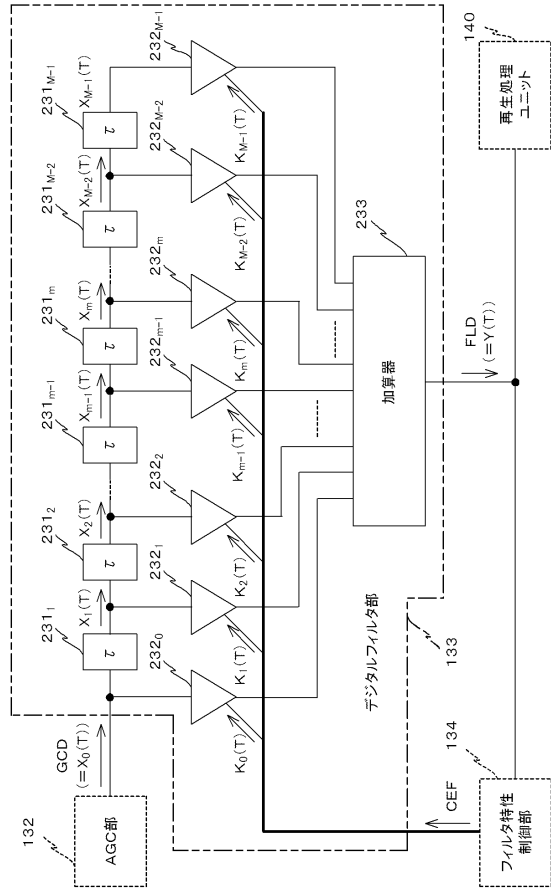
【図1】



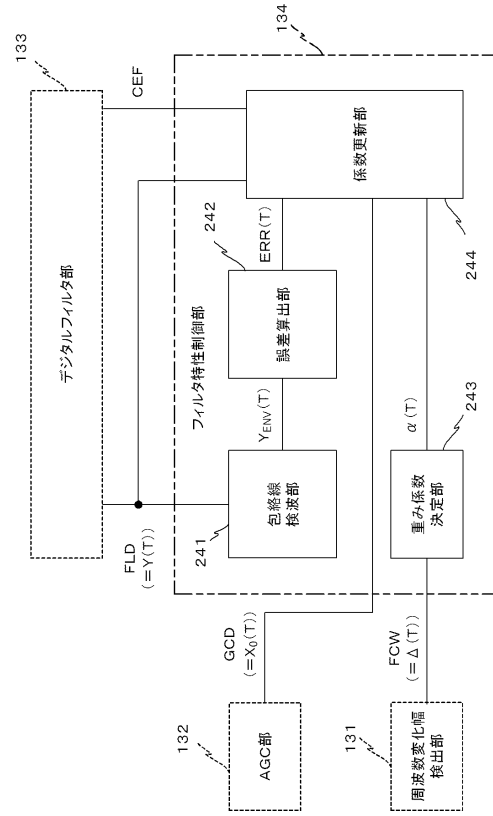
【図2】



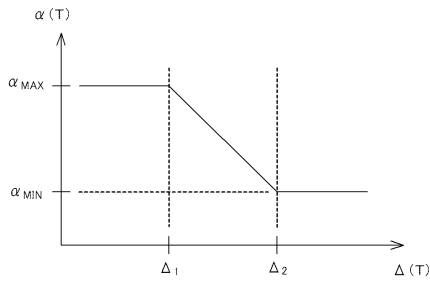
【図3】



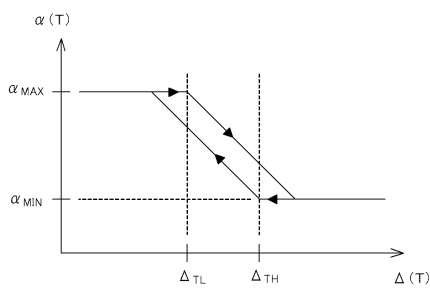
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 茂樹

埼玉県川越市山田字西町25番地1 パイオニア株式会社川越事業所内

審査官 前田 典之

(56)参考文献 特開2011-211264(JP,A)

特開2006-270709(JP,A)

特開2007-318349(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/005

H04B 1/10

H04H 40/45