

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6084049号
(P6084049)

(45) 発行日 平成29年2月22日(2017.2.22)

(24) 登録日 平成29年2月3日(2017.2.3)

(51) Int.Cl. F I
H04B 1/10 (2006.01) H04B 1/10 V

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-13546 (P2013-13546)	(73) 特許権者	000005016
(22) 出願日	平成25年1月28日 (2013.1.28)		パイオニア株式会社
(65) 公開番号	特開2014-146929 (P2014-146929A)		東京都文京区本駒込二丁目2番8号
(43) 公開日	平成26年8月14日 (2014.8.14)	(74) 代理人	110002332
審査請求日	平成27年12月4日 (2015.12.4)		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	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
		(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィルタ制御装置及びフィルタ制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放送波の中間周波信号をフィルタリング処理する適応フィルタ部を制御する制御部を備え、

前記制御部は、

予め定められた閾値情報を参照して、前記放送波の電界強度に対応した第1閾値と、前記中間周波信号に含まれるノイズ成分のレベルに対応した第2閾値とを決定し、

前記中間周波信号の検波結果のレベルと前記フィルタリング処理された信号の検波結果のレベルとの差分が前記第1及び第2閾値の和である閾値以下の場合、前記差分が前記閾値よりも大きな場合よりも収束速度を高くさせる、

フィルタ制御装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記差分が前記閾値より大きな場合、前記適応フィルタ部の動作を停止させる、又は、前記差分が前記閾値以下の場合の収束速度より低い収束速度となる収束係数を前記適応フィルタ部に採用させる、ことを特徴とする請求項1に記載のフィルタ制御装置。

【請求項3】

前記第1閾値は、

前記電界強度が第1の値以上の場合、前記電界強度に依存しない所定値であり、

前記電界強度が前記第1の値未満であり、かつ、前記第1の値よりも小さな第2の値

以上の場合、前記放送波の電界強度が低くなるほど大きくなる、
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のフィルタ制御装置。

【請求項 4】

放送波の中間周波信号をフィルタリング処理する適応フィルタ部を制御する制御部を備えるフィルタ制御装置に使用されるフィルタ制御方法であって、

前記制御部が、予め定められた閾値情報を参照して、前記放送波の電界強度に対応した第 1 閾値と、前記中間周波信号に含まれるノイズ成分のレベルに対応した第 2 閾値とを決定する決定工程と；

前記制御部が、前記中間周波信号の検波結果のレベルと前記フィルタリング処理された信号の検波結果のレベルとの差分が前記第 1 及び第 2 閾値の和である閾値以下の場合、前記差分が前記閾値よりも大きな場合よりも収束速度を高くさせる制御工程と；

を備えるフィルタ制御方法。

【請求項 5】

フィルタ制御装置が有するコンピュータに、請求項 4 に記載のフィルタ制御方法を実行させる、ことを特徴とするフィルタ制御プログラム。

【請求項 6】

フィルタ制御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、フィルタ制御装置、フィルタ制御方法及びフィルタ制御プログラム、並びに、当該フィルタ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、ラジオ放送波を受信して処理し、音声を再生するカーラジオ放送受信装置が多くの車両に搭載されている。こうしたカーラジオ放送受信装置では、車両が移動することに起因する周囲の建造物等による反射波の影響により、ラジオ放送波の受信レベルが急激に変化したり、選局された希望局の周波数帯域の信号の位相が変動したりするマルチパス現象が発生する。こうしたマルチパス現象が発生すると、受信品質が劣化することになる。

【0003】

このため、マルチパス現象の影響を抑制した信号を得るために、放送波の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を採用する技術が提案されている（特許文献 1 参照：以下、「従来例 1」という）。この従来例 1 の技術は、FM 放送波受信装置に関する技術であり、FM 放送波が本来は振幅一定であること考慮し、適応フィルタリング処理アルゴリズムとして CMA (Constant Modulus Algorithm) を採用している。なお、CMA 等の適応フィルタリング処理アルゴリズムを採用した適応フィルタリング処理を行うと、一般に、希望局の放送波の電界強度が弱い場合であっても、帯域内で最も強い電界強度の信号に追従するので、再生音声におけるバックグラウンドノイズ音を低減する効果もある。

【0004】

また、聴取者における聴感上の違和感の発生の抑制と、良質な再生音声の出力との調和を図るための技術も提案されている（特許文献 2 参照：以下、「従来例 2」という）。この従来例 2 の技術では、中間周波信号における妨害信号の混入率を評価し、混入率が大きくなるにつれて、連続的に適応フィルタリング処理の収束速度が遅くなるように制御を行うようになっている。ここで、混入率の評価に際して、従来例 2 の技術では、中間周波信号の信号レベルと適応フィルタリング処理された信号の信号レベルとの比に加えて、希望局の周波数帯の電界強度及びマルチパスノイズレベルを参照するようになっている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第2006/103922号

【特許文献2】特開2011-211264号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した従来例1の技術では、一般に、希望局の放送波の帯域内で最も強い電界強度の信号に追従する適応フィルタリング処理アルゴリズムを採用する。このため、従来例1の技術では、仮に、周波数軸上で希望局の周波数に近い周波数の隣接局が存在し、当該隣接局に対応する受信信号が希望局の周波数帯に大きな割合で侵入してくると、隣接局の放送波に対応する音声の方が、突然きれいに聞こえだすという現象が発生する。こうした現象が発生すると、聴取者に対して聴感上の違和感を抱かせることになる。

10

【0007】

また、上述した従来例2の技術では、中間周波信号における妨害信号の混入率の変化に応じて、連続的に適応フィルタリング処理の速度を変化させる。このため、受信環境にかかわらず、混入率を精度良く評価することが必要であった。

【0008】

ところで、希望局信号が弱いときには、一般に妨害信号の混入率が高くなるという定性的な性質があることは知られている。しかしながら、妨害信号の混入率を定量的に評価するには、様々なパラメータが関連する。したがって、希望局信号が弱いときも含めて、精度の良い妨害信号の混入率の評価を、簡易に行うことができるとはいいがたかった。

20

【0009】

このため、カーラジオ放送受信装置等の車両とともに移動する放送受信装置に関して、聴取者における聴感上の違和感の発生を抑制しつつ、良質な再生音声を出力することを簡易に行う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。

【0010】

本発明は、上記の事情を鑑みてなされたものであり、聴取者における聴感上の違和感の発生抑制と、良質な再生音声の出力との調和に貢献できる新たなフィルタ制御装置及びフィルタ制御方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1に記載の発明は、放送波の中間周波信号をフィルタリング処理する適応フィルタ部を制御する制御部を備え、前記制御部は、予め定められた閾値情報を参照して、前記放送波の電界強度に対応した第1閾値と、前記中間周波信号に含まれるノイズ成分のレベルに対応した第2閾値とを決定し、前記中間周波信号の検波結果のレベルと前記フィルタリング処理された信号の検波結果のレベルとの差分が前記第1及び第2閾値の和である閾値以下の場合、前記差分が前記閾値よりも大きな場合よりも収束速度を高くさせる、フィルタ制御装置である。

40

【0012】

請求項4に記載の発明は、放送波の中間周波信号をフィルタリング処理する適応フィルタ部を制御する制御部を備えるフィルタ制御装置に使用されるフィルタ制御方法であって、前記制御部が、予め定められた閾値情報を参照して、前記放送波の電界強度に対応した第1閾値と、前記中間周波信号に含まれるノイズ成分のレベルに対応した第2閾値とを決定する決定工程と；前記制御部が、前記中間周波信号の検波結果のレベルと前記フィルタリング処理された信号の検波結果のレベルとの差分が前記第1及び第2閾値の和である閾値以下の場合、前記差分が前記閾値よりも大きな場合よりも収束速度を高くさせる制御工程と；を備えるフィルタ制御方法である。

50

【 0 0 1 3 】

請求項 5 に記載の発明は、フィルタ制御装置が有するコンピュータに、請求項 4 に記載のフィルタ制御方法を実行させる、ことを特徴とするフィルタ制御プログラムである。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 に記載の発明は、フィルタ制御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。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るフィルタ制御装置の構成を概略的に示すブロック図である。 10

【 図 2 】 図 1 の適応フィルタユニットの構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 図 1 の再生処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【 図 4 】 図 1 の制御ユニットの構成を示すブロック図である。

【 図 5 】 図 4 の L P F 部 $1 2 1_{1S}$ 、 $1 2 1_{2S}$ の特性を示す図である。

【 図 6 】 図 4 の H P F 部 $1 2 1_{2N}$ の特性を示す図である。

【 図 7 】 検出レベル $S L V$ の変化に応じた閾値 $T H 1$ の変化を説明するための図である。

【 図 8 】 検出レベル $L V_{2N}$ の変化に応じた閾値 $T H 2$ の変化を説明するための図である。

【 図 9 】 図 4 の処理制御部による適応フィルタユニットに対する制御処理を説明するためのフローチャートである。 20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の一実施形態を、図 1 ~ 図 9 を参照して説明する。なお、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。

【 0 0 1 7 】

〔 構成 〕

図 1 には、一実施形態に係るフィルタ制御装置 1 0 0 を備える F M 受信装置 2 0 0 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、F M 受信装置 2 0 0 は、フィルタ制御装置 1 0 0 に加えて、アンテナ 2 1 0 と、R F 処理ユニット 2 2 0 とを備えている。また、F M 受信装置 2 0 0 は、適応フィルタユニット 2 3 0 と、遅延ユ 30
ニット 2 4 0 と、アナログ処理ユニット 2 5 0 とを備えている。さらに、F M 受信装置 2 0 0 は、スピーカユニット 2 6 0 と、入力ユニット 2 7 0 とを備えている。なお、適応フィルタユニット 2 3 0 が、適応フィルタ部としての機能を果たすようになっている。

【 0 0 1 8 】

上記のフィルタ制御装置 1 0 0 は、再生処理ユニット 1 1 0 と、制御ユニット 1 2 0 とを備えている。

ここで、再生処理ユニット 1 1 0 は、適応フィルタユニット 2 3 0 から送られた信号 $F L D$ 、及び、遅延ユニット 2 4 0 から送られた信号 $D L D$ を受ける。そして、再生処理ユニット 1 1 0 は、信号 $F L D$ 、 $D L D$ に対して検波処理を施し、検波結果を、検波信号 $D T D_1$ 、 $D T D_2$ として、制御ユニット 1 2 0 へ送る。また、再生処理ユニット 1 1 0 は、信号 $F L D$ の検波結果に対してステレオ復調処理を施す。このステレオ復調結果が、信号 $D M D$ として、アナログ処理ユニット 2 5 0 へ送られる。 40

【 0 0 1 9 】

なお、再生処理ユニット 1 1 0 の構成については、後述する。

【 0 0 2 0 】

また、制御ユニット 1 2 0 は、F M 受信装置 2 0 0 の動作を統括制御する。この制御ユニット 1 2 0 の構成については、後述する。なお、制御ユニット 1 2 0 が、制御部としての機能を果たすようになっている。

【 0 0 2 1 】

上記のアンテナ 2 1 0 は、放送波を受信する。アンテナ 2 1 0 による受信結果は、受信 50

信号 R F S として、R F 処理ユニット 2 2 0 へ送られる。

【 0 0 2 2 】

上記の R F 処理ユニット 2 2 0 は、制御ユニット 1 2 0 から送られた選局指令 C S L に従って、選局すべき希望局の信号を受信信号 R F S から抽出する選局処理を行い、所定の中間周波数帯の成分を有する中間周波信号 I F D として、適応フィルタユニット 2 3 0 及び遅延ユニット 2 4 0 へ送る。この R F 処理ユニット 2 2 0 は、入力フィルタと、高周波増幅器 (R F - A M P : Radio Frequency-Amplifier) と、バンドパスフィルタ (以下、「 R F フィルタ」とも呼ぶ) とを備えている。また、R F 処理ユニット 2 2 0 は、ミキサ (混合器) と、中間周波フィルタ (以下、「 I F フィルタ」とも呼ぶ) と、振幅安定化部と、局部発振回路 (O S C) とを備えている。

10

【 0 0 2 3 】

ここで、入力フィルタは、アンテナ 2 1 0 から送られた受信信号 R F S の低周波成分を遮断するハイパスフィルタである。高周波増幅器は、入力フィルタを通過した信号を増幅する。R F フィルタは、高周波増幅器から出力された信号のうち、高周波帯の信号を選択的に通過させる。ミキサは、R F フィルタを通過した信号と、局部発振回路から供給された局部発振信号とを混合する。

【 0 0 2 4 】

I F フィルタは、ミキサから出力された信号のうち、予め定められた中間周波数範囲の信号を選択して通過させる。こうして I F フィルタを通過した信号は、信号 I F S として、フィルタ制御装置 1 0 0 及び振幅安定化部へ送られる。

20

【 0 0 2 5 】

振幅安定化部は、I F フィルタから送られた信号 I F S の振幅を所定振幅に調整する。こうして振幅安定化された信号は、中間周波信号 I F D として、適応フィルタユニット 2 3 0 及び遅延ユニット 2 4 0 へ送られる。

【 0 0 2 6 】

なお、局部発振回路は、電圧制御等により発振周波数の制御が可能な発振器等を備えて構成される。この局部発振回路は、制御ユニット 1 2 0 から送られた選局指令 C S L に従って、選局すべき希望局に対応する周波数の局部発振信号を生成し、ミキサへ供給する。

【 0 0 2 7 】

上記の適応フィルタユニット 2 3 0 は、R F 処理ユニット 2 2 0 から送られた中間周波信号 I F D を受ける。そして、適応フィルタユニット 2 3 0 は、制御ユニット 1 2 0 から指定されたフィルタ制御 F L C に従って、いわゆるマルチパスの発生による受信信号の歪みの除去等を行うためのフィルタリング処理を行う。適応フィルタユニット 2 3 0 によるフィルタリング処理結果は、信号 F L D として、フィルタ制御装置 1 0 0 へ送られる。

30

【 0 0 2 8 】

なお、適応フィルタユニット 2 3 0 の構成については、後述する。

【 0 0 2 9 】

上記の遅延ユニット 2 4 0 は、R F 処理ユニット 2 2 0 から送られた中間周波信号 I F D を受ける。そして、遅延ユニット 2 4 0 は、上述の適応フィルタユニット 2 3 0 のフィルタリング処理による遅延に対応する時間だけ、中間周波信号 I F D を遅延させる。遅延ユニット 2 4 0 による遅延結果は、信号 D L D として、フィルタ制御装置 1 0 0 へ送られる。

40

【 0 0 3 0 】

上記のアナログ処理ユニット 2 5 0 は、フィルタ制御装置 1 0 0 から送られた信号 D M D を受ける。そして、アナログ処理ユニット 2 5 0 は、フィルタ制御装置 1 0 0 による制御のもとで、出力音声信号 A O S を生成し、スピーカユニット 2 6 0 へ送る。

【 0 0 3 1 】

かかる機能を有するアナログ処理ユニット 2 5 0 は、D A (Digital to Analogue) 変換部と、音量調整部と、パワー増幅部とを備えて構成されている。ここで、D A 変換部は、再生処理ユニット 1 1 0 から送られた信号 D M D を受ける。そして、D A 変換部は、信

50

号 D M D をアナログ信号に変換する。なお、D A 変換部は、信号 D M D に含まれるレフトチャンネル（以下、「Lチャンネル」）信号及びライトチャンネル（以下、「Rチャンネル」）信号に対応して、互いに同様に構成された 2 個の D A 変換器を備えている。D A 変換部によるアナログ変換結果は音量調整部へ送られる。

【 0 0 3 2 】

また、音量調整部は、D A 変換部から送られた L チャンネル及び R チャンネルのアナログ変換結果信号を受ける。そして、音量調整部は、フィルタ制御装置 1 0 0 からの音量調整指令 V L C に従って、L チャンネル及び R チャンネルのそれぞれに対応するアナログ変換結果信号に対して音量調整処理を施す。なお、音量調整部は、本実施形態では、L チャンネル及び R チャンネルに対応して、互いに同様に構成された 2 個の電子ボリューム素子等を備えて構成されている。音量調整部による音量調整結果の信号は、パワー増幅部へ送られる。

10

【 0 0 3 3 】

また、パワー増幅部は、音量調整部から送られた L チャンネル及び R チャンネルの音量調整結果の信号を受ける。そして、パワー増幅部は、音量調整結果の信号をパワー増幅する。なお、パワー増幅部は、L チャンネル及び R チャンネルに対応して、互いに同様に構成された 2 個のパワー増幅器を備えている。パワー増幅部による増幅結果である出力音声信号 A O S は、スピーカユニット 2 6 0 へ送られる。

【 0 0 3 4 】

上記のスピーカユニット 2 6 0 は、L チャンネルスピーカ及び R チャンネルスピーカを備えている。このスピーカユニット 2 6 0 は、アナログ処理ユニット 2 5 0 から送られた出力音声信号 A O S に従って、音声を再生出力する。

20

【 0 0 3 5 】

上記の入力ユニット 2 7 0 は、F M 受信装置 2 0 0 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 2 7 0 への入力結果は、入力データ I P D としてフィルタ制御装置 1 0 0 へ送られる。

【 0 0 3 6 】

《適応フィルタユニット 2 3 0 の構成》

次に、上記の適応フィルタユニット 2 3 0 の構成について説明する。この適応フィルタユニット 2 3 0 は、本実施形態では、I I R (Infinite Impulse Response) 型のフィルタとして構成され、図 2 に示されるように、加算器 3 1 2 と、直列接続された 2 N 個の遅延器 3 1 3₁ ~ 3 1 3_{2N} と、(2 N + 1) 個の係数倍器 3 1 4₀ ~ 3 1 4_{2N} と、加算器 3 1 5、係数更新部 3 1 6 とを備えている。

30

【 0 0 3 7 】

上記の加算器 3 1 2 は、R F 処理ユニット 2 2 0 から送られた中間周波信号 I F D、及び、加算器 3 1 5 から送られた信号 Y F を受ける。そして、加算器 3 1 2 は、中間周波信号 I F D と信号 Y F とを加算し、信号 X₀(T) を生成する。こうして生成された信号 X₀(T) は、遅延器 3 1 3₁、係数倍器 3 1 4₀ 及び係数更新部 3 1 6 へ送られる。

40

【 0 0 3 8 】

上記の遅延器 3 1 3_j (j = 1 ~ 2 N) 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 3 9 】

なお、本実施形態では、遅延器 3 1 3_j のそれぞれは、周期 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 3 1 3_j に保持されて、出力されるようになっている。こ

50

ここで、単位遅延時間は、信号周期の $1/4$ となっている。

【0040】

遅延器 313_jにより生成された信号 $X_j(T)$ は、係数倍器 314_jへ向けて送られる。ここで、遅延器 313_Nにより生成された信号 $X_N(T)$ ($= Y(T)$) は、信号 FLD として、再生処理ユニット 110へも送られる。なお、係数倍器 314₀へは、上述したように、信号 $X_0(T)$ が送られるようになっている。

【0041】

上記の係数倍器 314_m ($m = 0 \sim 2N$) のそれぞれは、信号 $X_m(T)$ 、及び、係数更新部 316からのタップ係数 $K_m(T)$ を受ける。そして、係数倍器 314_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 315へ送られる。

10

【0042】

上記の加算器 315は、係数倍器 314₀ ~ 314_{2N}による乗算結果 $[X_0(T) \cdot K_0(T)] \sim [X_{2N}(T) \cdot K_{2N}(T)]$ を受ける。そして、加算器 315は、次の(2)式により、信号 YF(T) を算出する。

$$YF(T) = X_0(T) \cdot K_0(T) + \dots + X_{2N}(T) \cdot K_{2N}(T) \quad \dots (2)$$

こうして算出された信号 YF(T) は、加算器 312へ送られる。

【0043】

上記の係数更新部 316は、加算器 312から送られた信号 $X_0(T)$ 、遅延器 313₁ ~ 313_{2N}から送られた信号 $X_1(T) \sim X_{2N}(T)$ を受ける。そして、係数更新部 316は、制御ユニット 120から送られたフィルタ制御 FLCに従って、CMA (Constant Modulus Algorithm) アルゴリズムを使用してタップ係数 $K_0(T) \sim K_{2N}(T)$ を算出する。こうして算出されたタップ係数 $K_m(T)$ ($m = 0 \sim 2N$) は、係数倍器 314_mへ送られる。

20

【0044】

ここで、係数更新部 316は、次の(3) ~ (5)式により、逐次、タップ係数 $K_0(T) \sim K_{2N}(T)$ を算出する。

$$ERR(T) = ([Y(T)]^2 + [Y(T - \tau)]^2)^{1/2} - V_{TH} \quad \dots (3)$$

$$K_m(T - \tau) = K_m(T) - \alpha \cdot ERR(T) \cdot P_m(T) \quad \dots (4)$$

$$P_m(T) = X_m(T) \cdot Y(T) + X_m(T - \tau) \cdot Y(T - \tau) \quad \dots (5)$$

30

【0045】

(3)式における値 V_{TH} は所定の収束値であり、実験、シミュレーション、経験等により、予め定められる。また、(4)式における値 α は、収束速度を調整するパラメータ値であり、制御ユニット 120により指定される。ここで、値 α が大きくなるほど、収束速度が速くなるようになっている。なお、以下の説明においては、値 α を「収束係数」と呼ぶ。

【0046】

《再生処理ユニット 110の構成》

次いで、上記の再生処理ユニット 110の構成について説明する。この再生処理ユニット 110は、図3に示されるように、検波部 111₁と、検波部 111₂と、ステレオ復調部 113とを備えている。なお、検波部 111₁が、第1検波部の機能を果たすとともに、検波部 111₂が、第2検波部の機能を果たすようになっている。

40

【0047】

上記の検波部 111₁は、適応フィルタユニット 230から送られた信号 FLDを受取る。そして、検波部 111₁は、信号 FLDに対して、所定方式でデジタル検波処理を施してコンポジット信号である検波信号 DTD₁を生成する。こうして生成された検波信号 DTD₁は、ステレオ復調部 113及び制御ユニット 120へ送られる。

【0048】

上記の検波部 111₂は、遅延ユニット 240から送られた信号 DLDを受取る。そして、検波部 111₂は、信号 DLDに対して、検波部 111₁の場合と同様の所定方式でデ

50

デジタル検波処理を施してコンポジット信号である検波信号 DTD_2 を生成する。こうして生成された検波信号 DTD_2 は、制御ユニット120へ送られる。

【0049】

上記のステレオ復調部113は、検波部111₁から送られた検波信号 DTD_1 を受ける。そして、ステレオ復調部113は、セパレーション処理を含めたステレオ復調処理を検波信号 DTD_1 に対して施し、信号 DMD を生成する。生成された信号 DMD は、アナログ処理ユニット250へ送られる。

【0050】

《制御ユニット120の構成》

次に、上記の制御ユニット120の構成について説明する。この制御ユニット120は、図4に示されるように、ローパスフィルタ(LPF)部121_{1S}、121_{2S}と、ハイパスフィルタ(HPF)部121_{2N}とを備えている。また、制御ユニット120は、レベル検出部122₀、122_{1S}、122_{2S}、122_{2N}と、処理制御部125とを備えている。

【0051】

上記のLPF部121_{1S}は、フィルタ制御装置100の再生処理ユニット110から送られた検波信号 DTD_1 を受ける。そして、LPF部121_{1S}は、音声帯域(ステレオ用主チャンネルの信号に加えて、パイロット信号及びステレオ用副チャンネルの信号も含む)の成分を通過させる。LPF部121_{1S}を通過した信号 PD_{1S} は、レベル検出部122_{1S}へ送られる。

【0052】

上記のLPF部121_{2S}は、再生処理ユニット110から送られた検波信号 DTD_2 を受ける。そして、LPF部121_{2S}は、音声帯域の成分を通過させる。LPF部121_{2S}を通過した信号 PD_{2S} は、レベル検出部122_{2S}へ送られる。

【0053】

なお、LPF部121_{1S}、121_{2S}の特性が、図5に示されている。

【0054】

上記のHPF部121_{2N}は、再生処理ユニット110から送られた検波信号 DTD_2 を受ける。そして、HPF部121_{2N}は、音声帯域(ステレオ用主チャンネルの信号に加えて、パイロット信号及びステレオ用副チャンネルの信号も含む)よりも周波数が高い帯域の成分を通過させる(図6参照)。HPF部121_{2N}を通過した信号 PD_{2N} は、レベル検出部122_{2N}へ送られる。

【0055】

なお、HPF部121_{2N}の特性が、図6に示されている。

【0056】

上記のレベル検出部122₀は、RF処理ユニット220から送られた信号 IFS を受ける。そして、レベル検出部122₀は、信号 IFS のレベルを検出する。このレベル検出部122₀による検出結果は、選局されている希望局の放送波の電界強度を反映したものである。レベル検出部122₀による検出結果は、検出レベル SLV として、処理制御部125へ送られる。

【0057】

上記のレベル検出部122_{1S}は、LPF部121_{1S}から送られた信号 PD_{1S} を受ける。そして、レベル検出部122_{1S}は、信号 PD_{1S} のレベルを検出する。このレベル検出部122_{1S}による検出結果は、検出レベル LV_{1S} として、処理制御部125へ送られる。

【0058】

上記のレベル検出部122_{2S}は、LPF部121_{2S}から送られた信号 PD_{2S} を受ける。そして、レベル検出部122_{2S}は、信号 PD_{2S} のレベルを検出する。このレベル検出部122_{2S}による検出結果は、検出レベル LV_{2S} として、処理制御部125へ送られる。

【0059】

上記のレベル検出部122_{2N}は、HPF部121_{2N}から送られた信号 PD_{2N} を受ける。そして、レベル検出部122_{2N}は、信号 PD_{2N} のレベルを検出する。このレベル検出部1

10

20

30

40

50

2 2_{2N}による検出結果は、信号 P D_{2S}に含まれるノイズ成分の大きさを反映したものとなっている。レベル検出部 1 2 2_{2N}による検出結果は、検出レベル L V_{2N}として、処理制御部 1 2 5へ送られる。

【 0 0 6 0 】

上記の処理制御部 1 2 5は、様々な処理を行うことにより、F M受信装置 2 0 0の機能を実現させる。この処理制御部 1 2 5は、入力ユニット 2 7 0からの入力データ I P Dを解析する。そして、入力データ I P Dの内容が選局指定であった場合には、処理制御部 1 2 5は、指定された希望局に対応する選局指令 C S Lを生成して、R F処理ユニット 2 2 0へ送る。また、入力データ I P Dの内容が、音量調整態様を含む音量調整指定であった場合には、処理制御部 1 2 5は、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

10

【 0 0 6 1 】

また、処理制御部 1 2 5は、レベル検出部 1 2 2₀, 1 2 2_{1S}, 1 2 2_{2S}, 1 2 2_{2N}から送られた検出レベル S L V, L V_{1S}, L V_{2S}, L V_{2N}を受ける。そして、処理制御部 1 2 5は、これらのレベル S L V, L V_{1S}, L V_{2S}, L V_{2N}に基づいて、適用フィルタユニット 2 3 0のフィルタリング動作態様を決定する。決定されたフィルタリング動作態様は、フィルタ制御 F L Cとして、適応フィルタユニット 2 3 0へ送られる。

【 0 0 6 2 】

ここで、処理制御部 1 2 5は、希望局の放送波の電界強度を反映した検出レベル S L Vに対応して定まる閾値 T H 1 (S L V)の情報、及び、信号 D T D₂の音声帯域成分である信号 P D_{2S}におけるノイズ成分の大きさを反映した検出レベル L V_{2N}に対応して定まる閾値 T H 2 (L V_{2N})の情報を、内部に保持している。そして、処理制御部 1 2 5は、閾値 T H 1 (S L V)の情報及び閾値 T H 2 (L V_{2N})の情報を参照しつつ、検出レベル L V_{1S}と検出レベル L V_{2S}とレベル差 L Vに基づいて、適用フィルタユニット 2 3 0のフィルタリング動作態様を決定する。

20

【 0 0 6 3 】

なお、処理制御部 1 2 5によるフィルタリング動作態様の決定処理の詳細については、後述する。

【 0 0 6 4 】

図 7には、上述した閾値 T H 1 (S L V)の例が示されている。この図 7の例に示されるように、閾値 T H 1は、検出レベル S L Vが高い場合には、小さな値となっている。これは、希望局の放送波の電界強度が高く、検出レベル S L Vが高い場合には、一般に、信号 P D_{2S}におけるノイズ成分の比率が小さく、適応フィルタユニット 2 3 0により除去されるノイズ量が少ない、すなわち、レベル差 L Vが小さいことに対応している。なお、本実施形態においては、検出レベル S L V₂以上の場合には、閾値 T H 1を所定値 T H₁₁となるようにしている。

30

【 0 0 6 5 】

また、図 7の例に示されるように、閾値 T H 1は、検出レベル S L Vが値 S L V₂以下の場合には、検出レベル S L Vが小さくなるほど閾値 T H 1が大きくなるようになっている。これは、希望局の放送波の電界強度が低くなるほど、一般に、信号 P D_{2S}におけるノイズ成分の比率が大きくなり、適応フィルタユニット 2 3 0により除去されるノイズ量が多くなっていく、すなわち、レベル差 L Vが大きくなっていくことに対応している。

40

【 0 0 6 6 】

なお、本実施形態では、検出レベル S L Vが、放送音声の有効な再生を行うことができない電界強度に対応する値 S L V₁未満については、閾値 T H 1は設定されないようになっている。また、本実施形態では、図 7に示されるように、検出レベル S L Vの変化に対応する閾値 T H 1の変化を、折れ線状の変化となるようにしている。

【 0 0 6 7 】

なお、本実施形態では、閾値 T H 1 (S L V)の情報は、検出レベル L V_{2N}が所定の基準レベル L V_{2N,0}である場合を想定して、実験、シミュレーション等により予め定められ

50

るようになっている。

【0068】

図8には、上述した閾値 $TH2(LV_{2N})$ の例が示されている。なお、本実施形態では、図8に示されるように、検出レベル LV_{2N} の変化に対応する閾値 $TH2$ の変化を、折れ線状の変化となるようにしている。また、本実施形態では、閾値 $TH2(LV_{2N})$ の情報は、検出レベル LV_{2N} が所定の基準レベル $LV_{2N,0}$ である場合を値「0」として、値「0」に対する相対値が閾値 $TH2(LV_{2N})$ の値となるように、実験、シミュレーション等により予め定められるようになっている。

〔動作〕

以上のようにして構成されたFM受信装置200の動作について、フィルタ制御装置100の制御ユニット120における処理制御部125による適応フィルタユニット230の制御処理に主に着目して説明する。

【0069】

前提として、入力ユニット270には既に利用者により選局指定が入力されており、指定された希望局に対応する選局指令CSLが、RF処理ユニット220へ送られているものとする。また、入力ユニット270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VLCが、アナログ処理ユニット250へ送られているものとする(図1参照)。

【0070】

こうした状態で、アンテナ210で放送波を受信すると、受信信号RFSが、アンテナ210からRF処理ユニット220へ送られる。そして、RF処理ユニット220において、選局すべき希望局の信号が中間周波数帯の信号に変換され、信号IFSとして、制御ユニット120へ送られる。また、RF処理ユニット220において、信号IFSの振幅が調整された後、中間周波信号IFDとして、適応フィルタユニット230及び遅延ユニット240へ送られる(図1参照)。

【0071】

中間周波信号IFDを受けた適応フィルタユニット230では、上述したようにして適応フィルタリング処理が施される。そして、適応フィルタユニット230は、適応フィルタリング処理の処理結果を、信号FLDとして、再生処理ユニット110へ送る(図1参照)。

【0072】

また、中間周波信号IFDを受けた遅延ユニット240は、中間周波信号IFDに対して、適応フィルタユニット230における適応フィルタリング処理による処理遅延時間である時間Nの遅延処理を施す。そして、遅延ユニット240は、遅延処理結果を、信号DL Dとして、再生処理ユニット110及び制御ユニット120へ送る(図1参照)。

【0073】

再生処理ユニット110では、検波部111₁が信号FLDを受ける。信号FLDを受けた検波部111₁は、信号FLDに対して、所定方式でデジタル検波処理を施して検波信号DTD₁を生成する。そして、検波部111₁は、検波信号DTD₁を、ステレオ復調部113及び制御ユニット120へ送る(図3参照)。

【0074】

また、再生処理ユニット110では、検波部111₂が信号DL Dを受ける。信号DL Dを受けた検波部111₂は、信号DL Dに対して、所定方式でデジタル検波処理を施して検波信号DTD₂を生成する。そして、検波部111₂は、検波信号DTD₂を、制御ユニット120へ送る(図3参照)。

【0075】

制御ユニット120では、LPF部121_{1S}が、検波部111₁から送られた検波信号DTD₁を受ける。そして、LPF部121_{1S}は、検波信号DTD₁における音声帯域の成分を選択的に通過させ、信号PD_{1S}として、レベル検出部122_{1S}へ送る(図4参照)。

【0076】

10

20

30

40

50

引き続き、レベル検出部 1 2 2_{1S}が、信号 P D_{1S}の信号レベルを検出する。そして、レベル検出部 1 2 2_{1S}は、検出結果を、検出レベル L V_{1S}として、処理制御部 1 2 5へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 7 7 】

また、制御ユニット 1 2 0では、L P F部 1 2 1_{2S}が、検波部 1 1 1₂から送られた検波信号 D T D₂を受ける。そして、L P F部 1 2 1_{2S}は、検波信号 D T D₂における音声帯域の成分を選択的に通過させ、信号 P D_{2S}として、レベル検出部 1 2 2_{2S}へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 7 8 】

引き続き、レベル検出部 1 2 2_{2S}が、信号 P D_{2S}の信号レベルを検出する。そして、レベル検出部 1 2 2_{2S}は、検出結果を、検出レベル L V_{2S}として、処理制御部 1 2 5へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 7 9 】

また、制御ユニット 1 2 0では、H P F部 1 2 1_{2N}が、検波部 1 1 1₂から送られた検波信号 D T D₂を受ける。そして、H P F部 1 2 1_{2N}は、検波信号 D T D₂における音声帯域よりも周波数が高い帯域の成分を選択的に通過させ、信号 P D_{2N}として、レベル検出部 1 2 2_{2N}へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 8 0 】

引き続き、レベル検出部 1 2 2_{2N}が、信号 P D_{2N}の信号レベルを検出する。そして、レベル検出部 1 2 2_{2N}は、検出結果を、検出レベル L V_{2N}として、処理制御部 1 2 5へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 8 1 】

さらに、制御ユニット 1 2 0では、レベル検出部 1 2 2₀が、R F処理ユニット 2 2 0から送られた信号 I F Sを受け、信号 I F Sの信号レベルを検出する。そして、レベル検出部 1 2 2₀は、検出結果を、検出レベル S L Vとして、処理制御部 1 2 5へ送る（図 4 参照）。

【 0 0 8 2 】

こうして検出された検出レベル S L V, L V_{1S}, L V_{2S}, L V_{2N}に基づいて、処理制御部 1 2 5が、適応フィルタユニット 2 3 0によるフィルタリング処理態様を決定する。かかる決定に際しては、図 9に示されるように、まず、ステップ S 1 1において、処理制御部 1 2 5が、検出レベル S L V, L V_{2N}を取得する。

【 0 0 8 3 】

次に、ステップ S 1 2において、処理制御部 1 2 5は、検出レベル S L Vが値 S L V₁未満であるか否かを判定する。この判定の結果が肯定的であった場合（ステップ S 1 2 : Y）には、処理は、後述するステップ S 1 8へ進む。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 2における判定の結果が否定的であった場合（ステップ S 1 2 : N）には、処理はステップ S 1 3へ進む。このステップ S 1 3では、処理制御部 1 2 5が、閾値 T Hを算出する。

【 0 0 8 5 】

かかる閾値 T Hの算出に際して、処理制御部 1 2 5は、まず、検出レベル S L Vに基づき、上述した閾値 T H 1 (S L V)の情報を参照して、閾値 T H 1を求める。引き続き、処理制御部 1 2 5は、検出レベル L V_{2N}に基づき、上述した閾値 T H 2 (L V_{2N})の情報を参照して、閾値 T H 2を求める。そして、処理制御部 1 2 5は、次の (6) 式により、閾値 T Hを算出する。

$$T H = T H 1 + T H 2 \quad \dots (6)$$

【 0 0 8 6 】

次に、ステップ S 1 4において、処理制御部 1 2 5が、検出レベル L V_{1S}, L V_{2S}を取得する。引き続き、ステップ S 1 4において、処理制御部 1 2 5が、次の (7) 式により、レベル差 L Vを算出する。

10

20

30

40

50

$$L V = L V_{2S} - L V_{1S} \quad \dots (7)$$

【0087】

次いで、ステップS16において、処理制御部125は、レベル差LVが閾値THより大きいか否かを判定する。この判定の結果が否定的であった場合（ステップS16：N）には、処理はステップS17へ進む。

【0088】

ステップS17では、処理制御部125が、収束速度を高めるために、収束係数を値 α_1 に決定する。そして、処理制御部125は、現時点において適応フィルタユニット230に対して指定している収束係数が値 α_1 ではない場合には、決定された値 α_1 を収束係数として採用すべき旨のフィルタ制御FLCを適応フィルタユニット230へ送る。この結果、適応フィルタユニット230は、指定された値 α_1 を用いて、適応フィルタリング処理を行う。こうしてステップS17の処理が終了すると、処理はステップS11へ戻る。

10

【0089】

ステップS16における判定の結果が肯定的であった場合（ステップS16：Y）には、処理はステップS18へ進む。このステップS18では、処理制御部125が、収束速度を低めるために、収束係数を値 α_2 （ $\alpha_2 < \alpha_1$ ）に決定する。そして、処理制御部125は、現時点において適応フィルタユニット230に対して指定している収束係数が値 α_1 である場合には、決定された値 α_2 を収束係数として採用すべき旨のフィルタ制御FLCを適応フィルタユニット230へ送る。この結果、適応フィルタユニット230は、指定された値 α_2 を用いて、適応フィルタリング処理を行う。こうしてステップS18の処理が

20

【0090】

以後、上記のステップS11～S18の処理が繰り返され、処理制御部125による適応フィルタユニット230の制御が実行される。こうした処理制御部125による制御のもとで実行される適応フィルタユニット230による適応フィルタリング処理の結果の検波結果である検波信号DTD₁が、ステレオ復調部113へ送られる（図3参照）。

【0091】

検波信号DTD₁を受けたステレオ復調部113は、セパレーション処理を含めたステレオ復調処理を、検波信号DTD₁に対して施す。そして、ステレオ復調部113は、ステレオ復調処理の結果を、信号DM Dとして、アナログ処理ユニット250へ送る（図3参照）。

30

【0092】

再生処理ユニット110から送られた信号DM Dを受けたアナログ処理ユニット250では、DA変換部、音量調整部及びパワー増幅部が、順次、処理を行い、出力音声信号AOSを生成し、スピーカユニット260へ送る（図1参照）。そして、スピーカユニット260が、アナログ処理ユニット250からの出力音声信号AOSに従って、音声を再生出力する。

【0093】

以上説明したように、本実施形態では、制御ユニット120が、希望局が送出した放送波の電界強度と、ノイズレベルとに基づいて、閾値THを決定する。かかる閾値THの決定に際して、制御ユニット120は、当該電界強度が低くても、ノイズ成分が少なく、希望局の放送音声の再生品質を確保できる場合には、閾値THが過度に大きくなるようにする。一方、制御ユニット120は、当該電界強度が高くとも、ノイズ成分が多く、希望局の放送音声以外を再生してしまう場合には、閾値THが過度に大きくなるようにする。

40

【0094】

また、制御ユニット120が、適応フィルタユニット230による中間周波信号IF Dに対する適応フィルタリング処理結果を検波した検波信号DTD₁と、遅延ユニット240による中間周波信号IF Dに対する遅延処理結果を検波した検波信号DTD₂とのレベル差LVを算出する。そして、制御ユニット120が、レベル差LVと、閾値THと

50

の大小関係に応じて、適応フィルタユニット 230 のフィルタリング動作の収束速度を変化させる。すなわち、制御ユニット 120 は、レベル差 $L V$ が閾値 $T H$ 以下の場合には、収束速度を高めるための収束係数の値 α_1 を適応フィルタユニット 230 に対して指定し、レベル差 $L V$ が閾値 $T H$ より大きな場合には、収束速度を低めるための収束係数の値 α_2 を適応フィルタユニット 230 に対して指定する。

【0095】

したがって、本実施形態によれば、聴取者における聴感上の違和感の発生の抑制と、良質な再生音声の出力との調和とを図ることができる。

【0096】

[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。

【0097】

例えば、上記の実施形態では、ノイズ成分の多さを評価するために、適応フィルタリング処理がなされていない中間周波信号の検波結果における音声帯域外の高周波成分の信号レベルを検出するようにした。これに対し、適応フィルタリング処理がなされている中間周波信号の検波結果における音声帯域外の高周波成分の信号レベルを検出するようにしてもよい。この場合には、適応フィルタリング処理におけるビート信号への収束を監視することもできる。

【0098】

すなわち、希望局信号が弱いときに当該希望局信号と比べて強いビート信号が存在すると、適応フィルタでは、ビート信号に収束する周波数特性となる方向にフィルタ係数が更新される。そして、適応フィルタリング処理におけるビート信号への収束が進んでしまうと、希望局の放送波に対応する音声ばかりか、ノイズ音も殆ど出力されない無音状態になってしまう。かかるビート信号への収束による無音状態では、適応フィルタを通過した高周波成分の信号レベルが、希望局信号の信号レベルの割りに非常に低くなるのが特徴となっている。

【0099】

そこで、ビート信号への収束による無音状態の発生を防止するため、上述した実施形態と同様に、希望局信号の信号レベルを検出するとともに、適応フィルタリング処理がなされている中間周波信号の検波結果における音声帯域外の高周波成分の信号レベルを検出するようにする。そして、希望局信号の信号レベルの割りに当該高周波成分の信号レベルが低くなっている場合には、収束係数の値を小さくしたり、適応フィルタリング処理を中断する制御を行うようにする。かかる制御により、ビート信号への収束による無音状態の発生を防止することができる。

【0100】

また、上記の実施形態では、希望局が送出した放送波の電界強度と、ノイズレベルとに基づいて、閾値 $T H$ を決定するようにした。これに対し、当該電界強度及び当該ノイズレベルの一方に基づいて閾値を決定するようにした。

【0101】

また、上記の実施形態では、ノイズレベルの評価のための音声帯域よりも周波数の高い帯域の成分の抽出に際して、H P F を採用した。これに対し、バンドパスフィルタ (B P F) を採用し、音声帯域よりも周波数の高い帯域の一部の周波数範囲を抽出し、抽出された成分の信号レベルを検出するようにしてもよい。

【0102】

また、上記の実施形態では、ノイズレベルの評価のための音声帯域よりも周波数の高い帯域の成分の信号レベルを検出し、その検出結果を利用するようにした。これに対し、マルチパスノイズレベル、周波数軸上における隣接局の放送波の存在に伴う隣接妨害成分のレベル等の少なくとも 1 つを更に検出し、その検出結果を更に利用してノイズレベルを評価するようにしてもよい。

【0103】

10

20

30

40

50

また、上記の実施形態では、レベル差 L_V が閾値 T_H より大きな場合、及び、希望局の電界強度が再生出力に適さないほど低い場合に、収束速度を低めるための収束係数の値を適応フィルタユニットに対して指定するようにした。これに対し、レベル差 L_V が閾値 T_H より大きな場合、及び、希望局の電界強度が再生出力に適さないほど低い場合に、適応フィルタユニットによるフィルタリング処理を停止させるようにしてもよい。また、レベル差 L_V が閾値 T_H より大きな場合には、収束速度を低めるための収束係数の値を適応フィルタユニットに対して指定するとともに、希望局の電界強度が再生出力に適さないほど低い場合には、適応フィルタユニットによるフィルタリング処理を停止させるようにしてもよい。

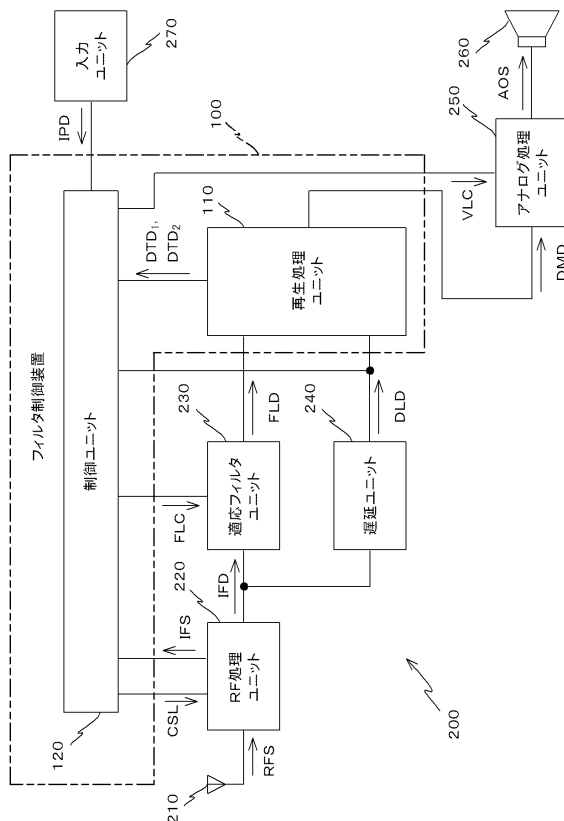
【0104】

なお、上記の実施形態における再生処理ユニット110及び制御ユニット120を、中央処理装置(CPU: Central Processing Unit)、DSP(Digital Signal Processor)等を備えた演算部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。

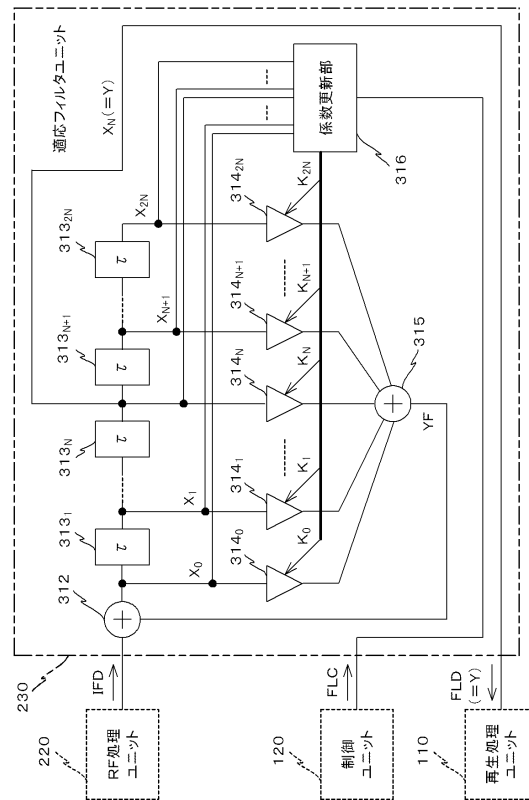
【符号の説明】

- 100 ... フィルタ制御装置
- 110 ... 検波部(第1検波部)
- 110₂ ... 検波部(第2検波部)
- 120 ... 制御ユニット(制御部)

【図1】



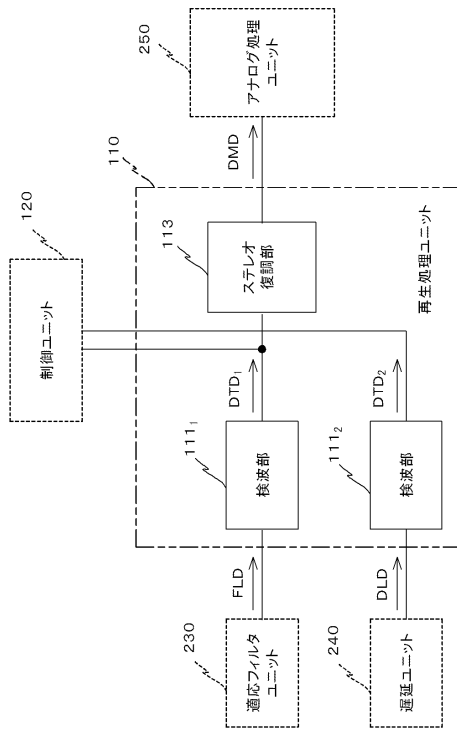
【図2】



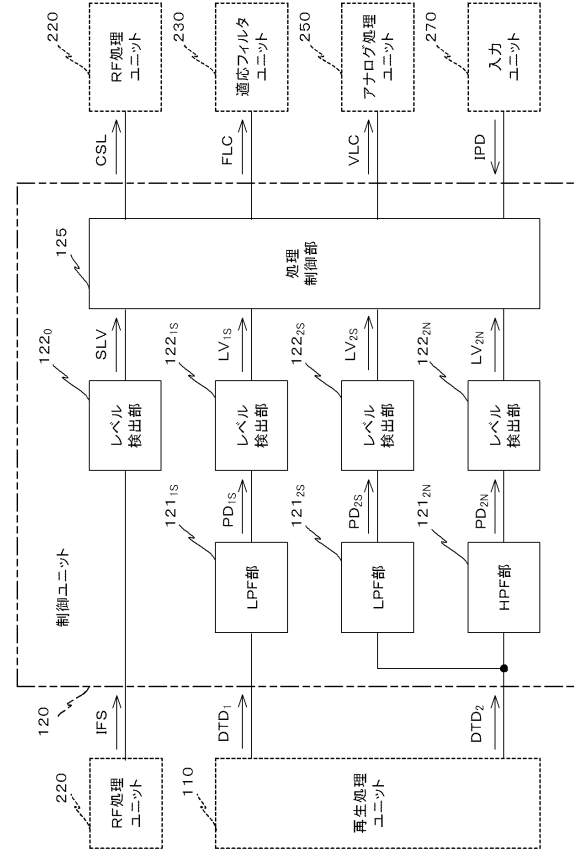
10

20

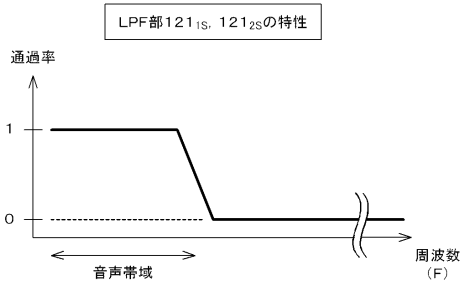
【図3】



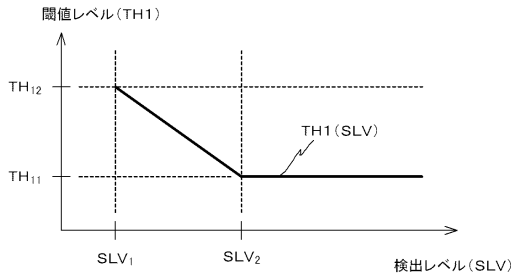
【図4】



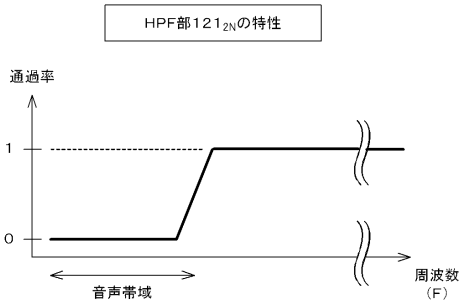
【図5】



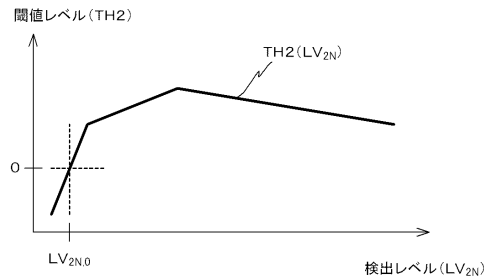
【図7】



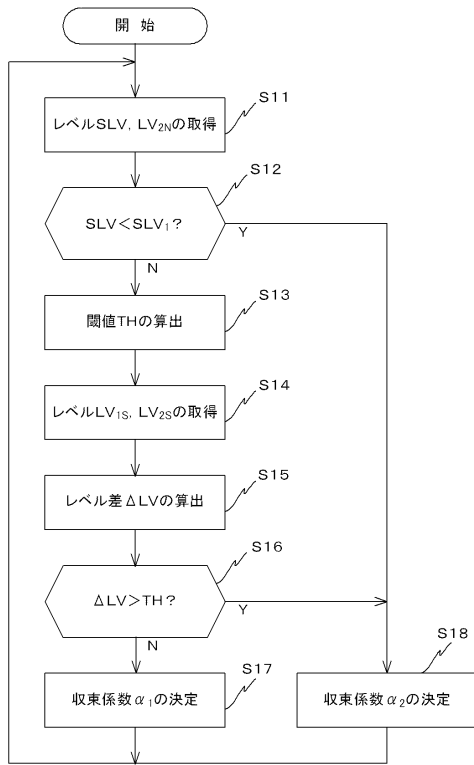
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(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

審査官 野元 久道

(56)参考文献 特開2011-211264(JP,A)
特開2011-211263(JP,A)
特開2009-212785(JP,A)
特開2009-177717(JP,A)
特開2005-064616(JP,A)
特開平11-205166(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/10