

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5481679号

(P5481679)

(45) 発行日 平成26年4月23日(2014.4.23)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

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

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-59466 (P2010-59466)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成22年3月16日(2010.3.16)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2011-193360 (P2011-193360A)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(43) 公開日	平成23年9月29日(2011.9.29)	(74) 代理人	100104444
審査請求日	平成25年1月15日(2013.1.15)		弁理士 上羽 秀敏
(出願人による申告)平成21年度、支出負担行為担当 官、総務省大臣官房会計課企画官、研究テーマ「同一周 波数帯における複数無線システム間無線リソース制御技 術の研究開発」に関する委託研究、産業技術力強化法第 19条の適用を受ける特許出願		(74) 代理人	100112715
			弁理士 松山 隆夫
		(74) 代理人	100125704
			弁理士 坂根 剛
		(74) 代理人	100120662
			弁理士 川上 桂子
		(72) 発明者	太郎丸 眞
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発振回路からなり、前記発振回路の共振のQ値によって制御される阻止帯域幅と中心周波数とからなる減衰特性を用いて受信信号から不要波を低減するノッチフィルタと、

前記ノッチフィルタの出力信号をアナログ信号からデジタル信号に変換するAD変換器と、

前記AD変換器によってデジタル化された受信信号をデジタル演算によって周波数分析を行なう周波数分析手段と、

前記周波数分析手段の分析結果に基づいて、前記不要波の中心周波数および占有帯域幅を推定し、前記ノッチフィルタの前記中心周波数および前記阻止帯域幅をそれぞれ前記推定した中心周波数および占有帯域幅に設定するように前記ノッチフィルタを制御するフィルタ制御手段とを備え、

前記フィルタ制御手段は、前記不要波のスペクトラムを $S(\omega)$ (ω は信号の角周波数)とし、前記ノッチフィルタの伝達関数を $H(\omega, Q)$ としたとき、 $U = |H(\omega, Q) / S(\omega)|$ によって決定されるUが最小になるようにQを決定し、その決定したQを前記ノッチフィルタへ出力し、

前記ノッチフィルタは、前記フィルタ制御手段から受けたQによって制御された前記阻止帯域幅と前記中心周波数とからなる減衰特性を用いて受信信号から不要波を低減する、受信装置。

【請求項2】

10

20

前記ノッチフィルタは、複数の中心周波数を有し、

前記フィルタ制御手段は、前記不要波の個数および前記占有帯域幅の推定値から前記ノッチフィルタの各中心周波数ごとに前記ノッチフィルタの阻止帯域幅を決定する、請求項1に記載の受信装置。

【請求項3】

前記ノッチフィルタは、

各々が1つの中心周波数を有し、かつ、継続接続された複数の単減衰極ノッチフィルタと、

前記複数の単減衰極ノッチフィルタに対応して設けられ、各々が前記単減衰極ノッチフィルタを介さずに前記単減衰極ノッチフィルタの入出力を直結する複数の迂回回路と、

前記複数の単減衰極ノッチフィルタに対応して設けられ、各々が1つの単減衰極ノッチフィルタの入力側および出力側に接続された複数のスイッチ回路とを含み、

前記フィルタ制御手段は、更に、前記不要波の個数および強度に応じて、前記スイッチ回路に対応する前記単減衰極ノッチフィルタまたは前記迂回回路に接続するように前記複数のスイッチ回路を制御する、請求項1 または 請求項2に記載の受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、受信装置に関し、特に、不要波を低減する受信装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、スペクトラム拡散変調信号、周波数スケジューリングされたOFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)変調信号、および周波数スケジューリングされた分割スペクトラムによるシングルキャリア変調(SC-FDMA: Single-Carrier Frequency Division Multiple Access)による変調信号等の数十MHz以上の広帯域変調信号による通信が実用化されている(非特許文献1)。

【0003】

このような広帯域変調信号は、通常、AD変換器により全帯域に渡ってデジタルデータに変換され、バンドパスフィルタまたは整合フィルタとして形成されたデジタルフィルタによって不要波を除去または抑制され、復調処理がなされる。

【0004】

しかし、AD変換される帯域中に強力な不要波が存在すると、以下の理由によって受信感度が低下する。

【0005】

強入力によってAD変換器が飽和すると、デジタルフィルタおよび復調処理が正しく作動しないので、AGC(Auto Gain Control)回路または受信機に設けられたアッテネータにより利得を下げる動作が、通常、行なわれている。

【0006】

その結果、AD変換器に入力される希望波のレベルが低下するので、希望波に対する有効な量子化ビット数が減少し、信号対雑音比が低下して感度抑圧が生じる。

【0007】

例えば、12ビットのAD変換器は、60~65dB程度のダイナミックレンジを有するが、希望波自体の変調によるダイナミックレンジは、少なくとも、10数dB以上必要であるので、不要波が希望波に対して50dB以上強い場合には、受信不能となる。

【0008】

この問題を解決する方法として、中心周波数を可変できるノッチフィルタによって不要波を除去または低減する技術が提案されている(特許文献1)。これによって、狭帯域な不要波を除去または低減でき、AGC回路の利得を過度に低下させることを防止できる。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2005-80272号公報

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】服部 武、藤岡 雅宣，“ワイヤレス・ブロードバンドHSPA+/LTE/SAE教科書”，インプレスR&D，2009年，ISBN：978-4844327387．

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0011】

しかし、従来の受信装置では、可変ノッチフィルタの阻止帯域が固定であるため、広帯域な不要波に対処できないという問題がある。

【0012】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、広帯域な不要波を低減可能な受信装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この発明によれば、受信装置は、ノッチフィルタと、AD変換器と、周波数分析手段と、フィルタ制御手段とを備える。ノッチフィルタは、中心周波数および減衰帯域幅からなる減衰特性を用いて受信信号から不要波を低減する。AD変換器は、ノッチフィルタの出力信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する。周波数分析手段は、AD変換器によってデジタル化された受信信号をデジタル演算によって周波数分析を行なう。フィルタ制御手段は、周波数分析手段の分析結果に基づいて、不要波の中心周波数および占有帯域幅を推定し、ノッチフィルタの中心周波数および減衰帯域幅を、それぞれ推定した中心周波数および占有帯域幅に設定するようにノッチフィルタを制御する。

20

【0014】

好ましくは、フィルタ制御手段は、ノッチフィルタによる不要波の減衰量が最大となるように不要波の占有帯域幅の推定値からノッチフィルタの減衰量を決定する。

【0015】

30

好ましくは、ノッチフィルタは、複数の中心周波数を有する。フィルタ制御手段は、不要波の個数および占有帯域幅の推定値からノッチフィルタの各中心周波数ごとにノッチフィルタの減衰帯域幅を決定する。

【0016】

好ましくは、ノッチフィルタは、複数の単減衰極ノッチフィルタと、複数の迂回回路と、複数のスイッチ回路とを含む。複数の単減衰極ノッチフィルタの各々は、1つの中心周波数を有し、かつ、継続接続される。複数の迂回回路は、複数の単減衰極ノッチフィルタに対応して設けられ、各々が単減衰極ノッチフィルタを介さずに単減衰極ノッチフィルタの入出力を直結する。複数のスイッチ回路は、複数の単減衰極ノッチフィルタに対応して設けられ、各々が1つの単減衰極ノッチフィルタの入力側および出力側に接続される。そして、フィルタ制御手段は、更に、不要波の個数および強度に応じて、スイッチ回路に対応する単減衰極ノッチフィルタまたは迂回回路に接続するように複数のスイッチ回路を制御する。

40

【発明の効果】

【0017】

この発明の実施の形態による受信装置においては、フィルタ制御手段は、周波数分析手段の分析結果に基づいて、不要波の中心周波数および阻止帯域幅を推定し、その推定した中心周波数および阻止帯域幅をノッチフィルタへ出力し、ノッチフィルタは、フィルタ制御手段から受けた中心周波数および阻止帯域幅によって決定される周波数帯、即ち、不要波の帯域をベースバンド信号から低減する。その結果、不要波の帯域が広帯域になれば、

50

推定される阻止帯域幅が広がる。そして、ノッチフィルタは、その広がった阻止帯域幅を用いて不要波の帯域をベースバンド信号から低減する。

【 0 0 1 8 】

従って、不要波の帯域が広帯域になっても、広帯域な不要波を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】この発明の実施の形態による受信装置の構成図である。

【図 2】図 1 に示す受信装置の受信動作を説明するためのフローチャートである。

【図 3】この発明の実施の形態による他の受信装置の構成図である。

【図 4】図 3 に示すノッチフィルタの構成図である。

【図 5】ノッチフィルタの特性を示す第 1 の概念図である。

【図 6】ノッチフィルタの特性を示す第 2 の概念図である。

【図 7】図 3 に示す受信装置の受信動作を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、この発明の実施の形態による受信装置の構成図である。図 1 を参照して、この発明の実施の形態による受信装置 10 は、アンテナ 1 と、BPF (Band Pass Filter) 2 と、LNA (Low Noise Amplifier) 3 と、乗算器 4 と、局部発振器 5 と、ベースバンド LPF (Low Pass Filter) 6 と、AGC 7 と、ノッチフィルタ 8 と、ベースバンドアンプ 9 と、AD 変換器 11 と、信号強度検出器 12 と、FFT (Fast Fourier Transform) 13 と、フィルタ制御手段 14 と、復調手段 15 とを備える。

【 0 0 2 2 】

アンテナ 1 は、電波を受信し、その受信電波を BPF 2 へ出力する。BPF 2 は、高周波 BPF からなり、受信電波のうち、所望の周波数帯の受信電波を LNA 3 へ通過させる。この場合、所望の周波数帯は、受信電波のスペクトラムが存在し得る周波数範囲からなり、通常、運用が許可されている周波数帯またはその部分帯域と一致するように設定される。

【 0 0 2 3 】

LNA 3 は、BPF 2 から受けた受信電波を増幅し、その増幅した受信電波を乗算器 4 へ出力する。

【 0 0 2 4 】

乗算器 4 は、LNA 3 からの受信電波に局部発振器 5 からの局部発振信号 (周波数 = f_L) を乗算し、受信電波の周波数を変換する。

【 0 0 2 5 】

局部発振器 5 は、周波数 f_L の局部発振信号を発振し、その発振した局部発振信号を乗算器 4 へ出力する。

【 0 0 2 6 】

ベースバンド LPF 6 は、一般的なダイレクトコンバージョン受信機において用いられているものと同等のものであり、乗算器 4 からの受信電波のうち、所望のベースバンド信号以外の周波数成分を阻止する。そして、ベースバンド LPF 6 の通過帯域幅は、ベースバンド信号における希望信号スペクトラムの上端と下端との間であり、ベースバンド LPF 6 のカットオフ周波数は、希望信号スペクトラムを包含し得る十分な通過帯域となるように決定される。

【 0 0 2 7 】

AGC 7 は、ベースバンド LPF 6 から所望のベースバンド信号を受け、信号強度検出器 12 から信号強度を受ける。そして、AGC 7 は、信号強度に基づいて、AD 変換器 1

10

20

30

40

50

1 によって変換されたデジタル信号から検出された信号電圧の平均値が所定の範囲に収まり、A/D変換器 11 の入力飽和せず、更に、できる限り入力信号のダイナミックレンジが確保できるようにベースバンド信号を増幅する。

【0028】

ノッチフィルタ 8 は、不要波の中心周波数 f_0 と、阻止帯域幅 W_0 とをフィルタ制御手段 14 から受ける。そして、ノッチフィルタ 8 は、中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 によって決定される周波数帯をベースバンド信号から低減する。

【0029】

ベースバンドアンプ 9 は、ノッチフィルタ 8 を通過したベースバンド信号を A/D 変換器 11 によってアナログ信号からデジタル信号に変換するために十分なレベルまで増幅する。

10

【0030】

A/D 変換器 11 は、ベースバンドアンプ 9 によって増幅されたベースバンド信号をアナログ信号からデジタル信号に変換し、その変換したデジタル信号を信号強度検出器 12、FFT 13 および復調手段 15 へ出力する。

【0031】

信号強度検出器 12 は、A/D 変換器 11 から受けたデジタル信号の信号強度を検出し、その検出した信号強度を AGC 7 へ出力する。

【0032】

FFT 13 は、A/D 変換器 11 から受けたデジタル信号を高速フーリエ変換し、周波数領域の信号をフィルタ制御手段 14 へ出力する。

20

【0033】

なお、FFT 13 は、スペクトラム解析手段に用いられるものであり、複数のバンドパスフィルタをデジタル信号処理によって形成し、その出力レベルを出力する構成からなっている。

【0034】

フィルタ制御手段 14 は、FFT 13 からの周波数領域の信号に基づいて、不要波の中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 を推定し、その推定した中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 をノッチフィルタ 8 へ出力する。

【0035】

復調手段 15 は、A/D 変換器 11 からのデジタル信号を復調し、受信信号を出力する。

30

【0036】

ノッチフィルタ 8 は、共振回路、または LPF と HPF (High Pass Filter) とを組み合わされたものからなる。

【0037】

ノッチフィルタ 8 が共振回路からなる場合、ノッチフィルタ 8 の阻止帯域幅 W_0 は、共振の Q 値によって制御される。この場合、フィルタ制御手段 14 は、次の方法によって、Q 値を用いてノッチフィルタ 8 の阻止帯域幅 W_0 を制御する。

【0038】

不要波のスペクトラムを $S(\omega)$ (ω は、信号の角周波数) とし、ノッチフィルタ 8 の伝達関数を $H(\omega, Q)$ とすると、フィルタ制御手段 14 は、 $U = |H(\omega, Q) S(\omega)|$ が最小になるように Q 値を決定する。

40

【0039】

そして、フィルタ制御手段 14 は、例えば、最急勾配法を用いて Q 値を更新する。また、フィルタ制御手段 14 は、数個の Q 値を用いて数個の U を演算し、U が最小になるときの Q 値を選択する。

【0040】

伝達関数 $H(\omega, Q)$ は、既知であり、 $S(\omega)$ は、FFT 13 で推定されるので、U の Q に対する偏微分は、Q の微小な変化 ΔQ に対する U の変化率 $\Delta U / \Delta Q$ によって演算される。

50

【 0 0 4 1 】

従って、最急勾配法によってQ値を再帰的に更新するアルゴリズムは、次式によって表される。

【 0 0 4 2 】

$$Q(\text{更新値}) = Q - \mu \Delta U / \Delta Q \cdots (1)$$

【 0 0 4 3 】

なお、式(1)において、 μ は、ステップサイズである。ステップサイズ μ は、例えば、 $U = 10 \log |H(\omega, Q)S(\omega)|$ と定義すれば、1～10の範囲である。

【 0 0 4 4 】

従って、フィルタ制御手段14は、最急勾配法を用いる場合、式(1)を用いてQ値を更新し、その更新したQ値をノッチフィルタ8へ出力する。

10

【 0 0 4 5 】

一方、フィルタ制御手段14は、数個のQ値によってUが最も小さくなるときのQ値を選択する場合、不要波として考えられる最大の帯域幅に等しい減衰帯域幅に対応した値をQの最小値とし、Qの最大値を最小の帯域幅もしくは希望信号の最小帯域幅の程度に設定する。

【 0 0 4 6 】

図2は、図1に示す受信装置10の受信動作を説明するためのフローチャートである。図2を参照して、受信動作が開始されると、アンテナ1は、電波を受信し(ステップS1)、その受信した受信電波をBPF2へ出力する。

20

【 0 0 4 7 】

そして、BPF2は、受信電波のうち、所望の周波数帯の受信電波をLNA3へ通過させる。その後、LNA3は、BPF2から受けた受信電波を増幅し、その増幅した受信電波を乗算器4へ出力する。

【 0 0 4 8 】

引き続き、乗算器4は、LNA3からの受信電波に局部発振器5からの局部発振信号(周波数 $=f_L$)を乗算し、受信電波をベースバンド信号に変換する(ステップS2)。そして、ベースバンドLPF6は、乗算器4からの受信電波のうち、所望のベースバンド信号以外の周波数成分を阻止し、所望のベースバンド信号をAGC7へ通過させる。AGC7は、信号強度検出器12からの信号強度に基づいて、AD変換器11によって変換されたデジタル信号から検出された信号電圧の平均値が所定の範囲に収まり、AD変換器11の入力が飽和せず、更に、できる限り入力信号のダイナミックレンジを確保できるようにベースバンド信号を増幅する。

30

【 0 0 4 9 】

フィルタ制御手段14は、FFT13からの周波数領域の信号に基づいて、不要波の中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 を推定し(ステップS3)、その推定した中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 をノッチフィルタ8へ出力する。そして、ノッチフィルタ8は、フィルタ制御手段14から受けた不要波の中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 によって決定される不要波の周波数帯をベースバンド信号から低減する(ステップS4)。

【 0 0 5 0 】

その後、ベースバンドアンプ9は、ノッチフィルタ8を通過したベースバンド信号をAD変換器11によってアナログ信号からデジタル信号に変換するために十分なレベルまで増幅する。そして、AD変換器11は、ベースバンドアンプ9によって増幅されたベースバンド信号をアナログ信号からデジタル信号に変換し、その変換したデジタル信号を信号強度検出器12、FFT13および復調手段15へ出力する。

40

【 0 0 5 1 】

その後、信号強度検出器12は、AD変換器11から受けたデジタル信号の信号強度を検出し、その検出した信号強度をAGC7へ出力する。また、FFT13は、AD変換器11から受けたデジタル信号を高速フーリエ変換し、周波数領域の信号をフィルタ制御手段14へ出力する。

50

【 0 0 5 2 】

一方、復調手段 1 5 は、A D 変換器 1 1 からのデジタル信号を復調し、受信信号を出力する（ステップ S 5）。これによって、受信動作が終了する。

【 0 0 5 3 】

このように、受信装置 1 0 においては、フィルタ制御手段 1 4 は、F F T 1 3 からの周波数領域の信号に基づいて、不要波の中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 を推定し、その推定した中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 をノッチフィルタ 8 へ出力し、ノッチフィルタ 8 は、フィルタ制御手段 1 4 から受けた中心周波数 f_0 および阻止帯域幅 W_0 によって決定される周波数帯、即ち、不要波の帯域をベースバンド信号から低減する。その結果、不要波の帯域が広帯域になれば、推定される阻止帯域幅 W_0 が広がる。そして、ノッチフィルタ 8 は、その広がった阻止帯域幅 W_0 を用いて不要波の帯域をベースバンド信号から低減する。

10

【 0 0 5 4 】

従って、不要波の帯域が広帯域になっても、広帯域な不要波を低減できる。

【 0 0 5 5 】

図 3 は、この発明の実施の形態による他の受信装置の構成図である。この発明の実施の形態による受信装置は、図 3 に示す受信装置 1 0 A であってもよい。図 3 を参照して、受信装置 1 0 A は、図 1 に示す受信装置 1 0 のノッチフィルタ 8 をノッチフィルタ 8 A に代え、フィルタ制御手段 1 4 をフィルタ制御手段 1 4 A に代えたものであり、その他は、受信装置 1 0 と同じである。

20

【 0 0 5 6 】

ノッチフィルタ 8 A は、複数の阻止帯域を有し、1 個以上の不要波の帯域をベースバンド信号から低減する。

【 0 0 5 7 】

フィルタ制御手段 1 4 A は、1 個以上の不要波の帯域をベースバンド信号から低減するようにノッチフィルタ 8 A を制御する。

【 0 0 5 8 】

図 4 は、図 3 に示すノッチフィルタ 8 A の構成図である。図 4 を参照して、ノッチフィルタ 8 A は、スイッチ S W 1 ~ S W 4 と、ノッチフィルタ 8 1 , 8 3 と、迂回回路 8 2 , 8 4 とを含む。

30

【 0 0 5 9 】

スイッチ S W 1、ノッチフィルタ 8 1、スイッチ S W 2、スイッチ S W 3、ノッチフィルタ 8 3 およびスイッチ S W 4 は、直列に接続される。迂回回路 8 2 は、ノッチフィルタ 8 1 に対応して設けられ、スイッチ S W 1 とスイッチ S W 2 との間でノッチフィルタ 8 1 と並列に配置される。迂回回路 8 4 は、ノッチフィルタ 8 3 に対応して設けられ、スイッチ S W 3 とスイッチ S W 4 との間でノッチフィルタ 8 3 と並列に配置される。

【 0 0 6 0 】

スイッチ S W 1 は、フィルタ制御手段 1 4 A からの信号 S G 1 によって端子 T M 1 または端子 T M 2 に接続される。この場合、スイッチ S W 1 は、信号 S G 1 が “ 1 ” からなるとき、端子 T M 1 に接続され、信号 S G 1 が “ 0 ” からなるとき、端子 T M 2 に接続される。

40

【 0 0 6 1 】

端子 T M 1 は、ノッチフィルタ 8 1 の入力側に接続される。端子 T M 2 は、迂回回路 8 2 の入力側に接続される。端子 T M 3 は、ノッチフィルタ 8 1 の出力側に接続される。端子 T M 4 は、迂回回路 8 2 の出力側に接続される。

【 0 0 6 2 】

ノッチフィルタ 8 1 は、中心周波数 f_1 および阻止帯域幅 W_1 をフィルタ制御手段 1 4 A から受け、その受けた中心周波数 f_1 および阻止帯域幅 W_1 によって決定される不要波の帯域をベースバンド信号から低減する。そして、ノッチフィルタ 8 1 は、不要波の帯域を低減したベースバンド信号を端子 T M 3 へ出力する。

50

【 0 0 6 3 】

迂回回路 8 2 は、ベースバンド信号を端子 T M 2 から端子 T M 4 へ通過させる。スイッチ S W 2 は、端子 T M 3 , T M 4 とスイッチ S W 3 との間に配置される。そして、スイッチ S W 2 は、フィルタ制御手段 1 4 A からの信号 S G 2 によって端子 T M 3 または端子 T M 4 に接続される。この場合、スイッチ S W 2 は、信号 S G 2 が “ 1 ” からなるとき、端子 T M 3 に接続され、信号 S G 2 が “ 0 ” からなるとき、端子 T M 4 に接続される。

【 0 0 6 4 】

スイッチ S W 3 は、フィルタ制御手段 1 4 A からの信号 S G 3 によって端子 T M 5 または端子 T M 6 に接続される。この場合、スイッチ S W 3 は、信号 S G 3 が “ 1 ” からなるとき、端子 T M 5 に接続され、信号 S G 3 が “ 0 ” からなるとき、端子 T M 6 に接続される。

10

【 0 0 6 5 】

端子 T M 5 は、ノッチフィルタ 8 2 の入力側に接続される。端子 T M 6 は、迂回回路 8 4 の入力側に接続される。端子 T M 7 は、ノッチフィルタ 8 3 の出力側に接続される。端子 T M 8 は、迂回回路 8 4 の出力側に接続される。

【 0 0 6 6 】

ノッチフィルタ 8 3 は、中心周波数 f_2 および阻止帯域幅 W_2 をフィルタ制御手段 1 4 A から受け、その受けた中心周波数 f_2 および阻止帯域幅 W_2 によって決定される不要波の帯域をベースバンド信号から低減する。そして、ノッチフィルタ 8 3 は、不要波の帯域を低減したベースバンド信号を端子 T M 7 へ出力する。

20

【 0 0 6 7 】

迂回回路 8 4 は、ベースバンド信号を端子 T M 6 から端子 T M 8 へ通過させる。スイッチ S W 4 は、フィルタ制御手段 1 4 A からの信号 S G 4 によって端子 T M 7 または端子 T M 8 に接続される。この場合、スイッチ S W 4 は、信号 S G 4 が “ 1 ” からなるとき、端子 T M 7 に接続され、信号 S G 4 が “ 0 ” からなるとき、端子 T M 8 に接続される。

【 0 0 6 8 】

フィルタ制御手段 1 4 A は、F F T 1 3 からの周波数領域の信号に基づいて、不要波の個数 N ($N = 0, 1, 2, 3, \dots$) を検出するとともに、その検出した N 個の不要波の中心周波数 f_i および阻止帯域幅 W_i ($1 \leq i \leq N$ ($\neq 0$))) を検出する。なお、以下においては、 N の最大数は、例えば、2 とする。

30

【 0 0 6 9 】

そして、フィルタ制御手段 1 4 A は、1 個の不要波を検出し、その検出した 1 個の不要波の中心周波数および阻止帯域幅がそれぞれ中心周波数 f_1 および阻止帯域幅 W_1 であるとき、中心周波数 f_1 および阻止帯域幅 W_1 をノッチフィルタ 8 1 へ出力し、1 からなる信号 S G 1 , S G 2 をそれぞれスイッチ S W 1 , S W 2 へ出力し、0 からなる信号 S G 3 , S G 4 をそれぞれスイッチ S W 3 , S W 4 へ出力する。

【 0 0 7 0 】

これによって、スイッチ S W 1 は、端子 T M 1 に接続され、スイッチ S W 2 は、端子 T M 3 に接続され、スイッチ S W 3 は、端子 T M 6 に接続され、スイッチ S W 4 は、端子 T M 8 に接続される。その結果、ノッチフィルタ 8 1 は、端子 T M 1 を介して入力されたベースバンド信号から不要波の帯域 (中心周波数 f_1 および阻止帯域幅 W_1 によって決定される帯域) を低減して端子 T M 3 へ出力する。そして、迂回回路 8 4 は、ノッチフィルタ 8 1 から出力されたベースバンド信号を端子 T M 6 から端子 T M 8 へ通過させる。

40

【 0 0 7 1 】

また、フィルタ制御手段 1 4 A は、1 個の不要波を検出し、その検出した 1 個の不要波の中心周波数および阻止帯域幅がそれぞれ中心周波数 f_2 および阻止帯域幅 W_2 であるとき、中心周波数 f_2 および阻止帯域幅 W_2 をノッチフィルタ 8 3 へ出力し、0 からなる信号 S G 1 , S G 2 をそれぞれスイッチ S W 1 , S W 2 へ出力し、1 からなる信号 S G 3 , S G 4 をそれぞれスイッチ S W 3 , S W 4 へ出力する。

【 0 0 7 2 】

50

これによって、スイッチ S W 1 は、端子 T M 2 に接続され、スイッチ S W 2 は、端子 T M 4 に接続され、スイッチ S W 3 は、端子 T M 5 に接続され、スイッチ S W 4 は、端子 T M 7 に接続される。その結果、迂回回路 8 2 は、端子 T M 2 を介して受けたベースバンド信号を端子 T M 2 から端子 T M 4 へ通過させる。そして、ノッチフィルタ 8 3 は、端子 T M 5 を介して入力されたベースバンド信号から不要波の帯域（中心周波数 f_2 および阻止帯域幅 W_2 によって決定される帯域）を低減して端子 T M 7 へ出力する。

【 0 0 7 3 】

更に、フィルタ制御手段 1 4 A は、2 個の不要波を検出し、その検出した 2 個の不要波の中心周波数および阻止帯域幅がそれぞれ中心周波数 f_1 , f_2 および阻止帯域幅 W_1 , W_2 であるとき、中心周波数 f_1 および阻止帯域幅 W_1 をノッチフィルタ 8 1 へ出力し、中心周波数 f_2 および阻止帯域幅 W_2 をノッチフィルタ 8 3 へ出力し、1 からなる信号 S G 1 ~ S G 4 をそれぞれスイッチ S W 1 ~ S W 4 へ出力する。

10

【 0 0 7 4 】

これによって、スイッチ S W 1 は、端子 T M 1 に接続され、スイッチ S W 2 は、端子 T M 3 に接続され、スイッチ S W 3 は、端子 T M 5 に接続され、スイッチ S W 4 は、端子 T M 7 に接続される。その結果、ノッチフィルタ 8 1 は、端子 T M 1 を介して入力されたベースバンド信号から不要波の帯域（中心周波数 f_1 および阻止帯域幅 W_1 によって決定される帯域）を低減して端子 T M 3 へ出力する。そして、ノッチフィルタ 8 3 は、端子 T M 5 を介して入力されたベースバンド信号から不要波の帯域（中心周波数 f_2 および阻止帯域幅 W_2 によって決定される帯域）を低減して端子 T M 7 へ出力する。

20

【 0 0 7 5 】

更に、フィルタ制御手段 1 4 A は、不要波を検出しないとき、0 からなる信号 S G 1 ~ S G 4 をそれぞれスイッチ S W 1 ~ S W 4 へ出力する。

【 0 0 7 6 】

これによって、スイッチ S W 1 は、端子 T M 2 に接続され、スイッチ S W 2 は、端子 T M 4 に接続され、スイッチ S W 3 は、端子 T M 6 に接続され、スイッチ S W 4 は、端子 T M 8 に接続される。

【 0 0 7 7 】

その結果、迂回回路 8 2 は、端子 T M 2 を介して受けたベースバンド信号を端子 T M 2 から端子 T M 4 へ通過させる。そして、迂回回路 8 4 は、端子 T M 6 を介して受けたベースバンド信号を端子 T M 6 から端子 T M 8 へ通過させる。

30

【 0 0 7 8 】

このように、ノッチフィルタ 8 A は、フィルタ制御手段 1 4 A からの制御に従って、不要波の個数 N および不要波の帯域に応じて、ベースバンド信号から不要波の帯域を低減するとともに、不要波が検出されないとき、ベースバンド信号を入力側から出力側へ通過させる。

【 0 0 7 9 】

従って、不要波が検出されないとき、または不要波の個数 N がノッチフィルタ 8 1 , 8 3 の個数よりも少ないとき、ノッチフィルタ 8 1 および / またはノッチフィルタ 8 3 を迂回させることによって、フィルタの挿入損失を無くすることができ、感度を向上できる。

40

【 0 0 8 0 】

図 5 および図 6 は、それぞれ、ノッチフィルタ 8 A の特性を示す第 1 および第 2 の概念図である。

【 0 0 8 1 】

フィルタ制御手段 1 4 A は、不要波が 1 個である場合（= 不要波の個数 N がノッチフィルタの個数よりも少ない場合）、好ましくは、次のようにノッチフィルタ 8 A を制御する。

【 0 0 8 2 】

即ち、フィルタ制御手段 1 4 A は、不要波が 1 個である場合、2 個のノッチフィルタ 8 1 , 8 2 の阻止帯域が相互に重なるように中心周波数 f_1 , f_2 を制御する。図 5 を参照

50

して、曲線 k_1 は、ノッチフィルタ 8 1 の周波数特性であり、曲線 k_2 は、ノッチフィルタ 8 3 の周波数特性である。この場合、フィルタ制御手段 1 4 A は、周波数特性 k_1 , k_2 が相互に重なるように中心周波数 f_1 , f_2 を制御する。その結果、ノッチフィルタ 8 A は、曲線 k_3 によって示される周波数特性を有する。

【 0 0 8 3 】

従って、不要波のより大きな減衰を得ることができる。

【 0 0 8 4 】

また、フィルタ制御手段 1 4 A は、不要波が 1 個である場合、2 個のノッチフィルタ 8 1 , 8 2 の阻止帯域が隣接するように中心周波数 f_1 , f_2 を制御する。図 6 を参照して、曲線 k_4 は、ノッチフィルタ 8 1 の周波数特性であり、曲線 k_5 は、ノッチフィルタ 8 3 の周波数特性である。この場合、フィルタ制御手段 1 4 A は、周波数特性 k_4 , k_5 が隣接するように中心周波数 f_1 , f_2 を制御する。その結果、ノッチフィルタ 8 A は、曲線 k_6 によって示される周波数特性を有する。

10

【 0 0 8 5 】

従って、より広帯域な不要波の減衰を得ることができる。

【 0 0 8 6 】

フィルタ制御手段 1 4 A は、その他、フィルタ制御手段 1 4 と同じ機能を果たす。

【 0 0 8 7 】

図 7 は、図 3 に示す受信装置の受信動作を説明するためのフローチャートである。図 7 を参照して、受信動作が開始されると、図 2 に示すステップ S 1 , S 2 と同じ動作が実行される (ステップ S 1 1 , S 1 2)。

20

【 0 0 8 8 】

そして、フィルタ制御手段 1 4 A は、FFT 1 3 からの周波数領域の信号に基づいて、不要波の個数を検出し (ステップ S 1 3)、不要波の個数 N が “ 0 ” であるか否かを判定する (ステップ S 1 4)。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 1 4 において、不要波の個数 N が “ 0 ” でないと判定されたとき、フィルタ制御手段 1 4 A は、不要波の中心周波数 f_i および阻止帯域幅 W_i を推定する (ステップ S 1 5)。

【 0 0 9 0 】

30

そして、ノッチフィルタ 8 A は、上述した方法によって、不要波の個数 N と、不要波の中心周波数 f_i および阻止帯域幅 W_i とに応じて不要波の帯域をベースバンド信号から低減する (ステップ S 1 6)。

【 0 0 9 1 】

その後、ベースバンド信号は、アナログ信号からデジタル信号に変換され、復調される (ステップ S 1 7)。

【 0 0 9 2 】

一方、ステップ S 1 4 において、不要波の個数が “ 0 ” であると判定されたとき、ノッチフィルタ 8 A は、ノッチフィルタ 8 1 , 8 2 を迂回してベースバンド信号を通過させる (ステップ S 1 8)。そして、一連の動作は、ステップ S 1 7 へ移行する。

40

【 0 0 9 3 】

なお、一連の動作がステップ S 1 6 からステップ S 1 7 へ移行した場合、ステップ S 1 7 において、不要波が低減されたベースバンド信号のデジタル信号への変換および復調が行なわれる。また、一連の動作がステップ S 1 8 からステップ S 1 7 へ移行した場合、ステップ S 1 7 において、不要波が無いベースバンド信号のデジタル信号への変換および復調が行なわれる。

【 0 0 9 4 】

そして、ステップ S 1 7 の後、一連の動作が終了する。

【 0 0 9 5 】

なお、上記においては、AGC 7 は、ベースバンド LPF 6 の後段に配置されると説明

50

したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、A G C 7の入力ダイナミックレンジが広く、かつ、低歪みであるとき、A G C 7は、ベースバンドL P F 6の前段に配置されてもよい。

【0096】

この場合、ベースバンドL P F 6の挿入損失による雑音指数の増加が抑制され、感度を向上できる。

【0097】

また、上記においては、ノッチフィルタ8, 8 Aは、ベースバンド帯域(ベースバンド信号に変換された後の処理領域)に挿入されると説明したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、スーパーヘテロダイン方式では、中間周波回路にノッチフィルタ8, 8 Aを挿入してもよい。

10

【0098】

更に、上記においては、ノッチフィルタ8 Aは、2個のノッチフィルタ8 1, 8 2を含むと説明したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、ノッチフィルタ8 Aは、3個以上のノッチフィルタを含んでもよく、一般的には、2個以上のノッチフィルタを含んでいけばよい。

【0099】

更に、この発明の実施の形態においては、F F T 1 3は、「周波数分析手段」を構成し、ノッチフィルタ8 1, 8 2の各々は、「単減衰極ノッチフィルタ」を構成し、ノッチフィルタ8 1, 8 2は、「複数の単減衰極ノッチフィルタ」を構成する。

20

【0100】

更に、この発明の実施の形態においては、迂回回路8 2, 8 4は、「複数の迂回回路」を構成し、スイッチS W 1 ~ S W 4は、「複数のスイッチ回路」を構成する。この場合、スイッチS W 1, S W 2は、ノッチフィルタ8 1に対応して設けられた「スイッチ回路」を構成し、スイッチS W 3, S W 4は、ノッチフィルタ8 3に対応して設けられた「スイッチ回路」を構成する。

【0101】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

30

【産業上の利用可能性】

【0102】

この発明は、不要波を低減する受信装置に適用される。

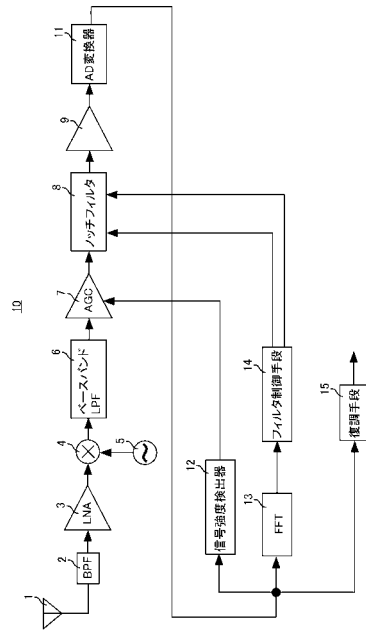
【符号の説明】

【0103】

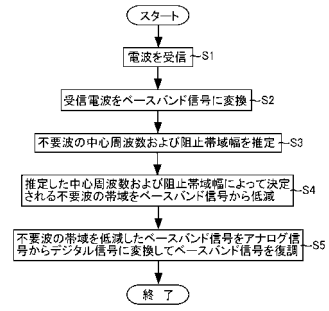
1 アンテナ、2 B P F、3 L N A、4 乗算器、5 局部発振器、6 ベースバンドL P F、7 A G C、8, 8 A, 8 1, 8 2 ノッチフィルタ、9 ベースバンドアンプ、10, 10 A 受信装置、11 A D変換器、12 信号強度検出器、13 F F T 1 4, 1 4 A フィルタ制御手段、15 復調手段。

40

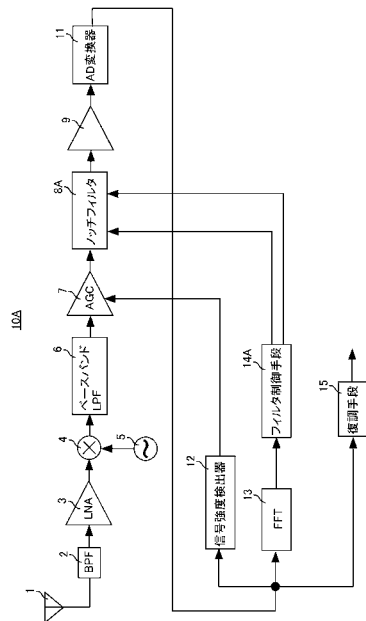
【図 1】



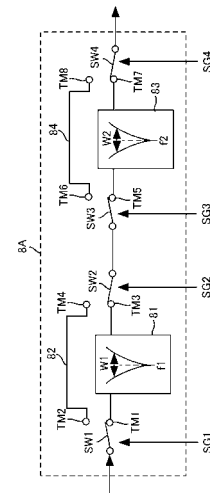
【図 2】



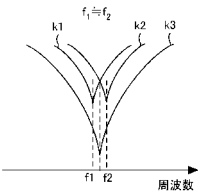
【図 3】



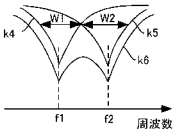
【図 4】



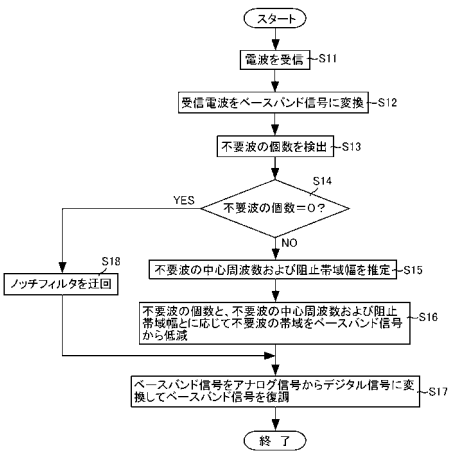
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 矢野 一人
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 鈴木 康夫
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 上羽 正純
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 國分 直樹

- (56)参考文献 特開2005-080272(JP,A)
特開平05-252135(JP,A)
特表2006-523044(JP,A)
特開2010-016785(JP,A)
特開2004-328639(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B1/10-1/16
H04B15/00-15/06
H03H1/00-3/00
H03H5/00-7/13