

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5360662号
(P5360662)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl.

F I

H04B 1/10 (2006.01)

H04B 1/10

L

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-70703 (P2010-70703)
 (22) 出願日 平成22年3月25日(2010.3.25)
 (65) 公開番号 特開2011-205411 (P2011-205411A)
 (43) 公開日 平成23年10月13日(2011.10.13)
 審査請求日 平成24年12月4日(2012.12.4)

(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

(73) 特許権者 393031586
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 (74) 代理人 100104444
 弁理士 上羽 秀敏
 (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 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

任意の通信チャネルである希望周波数における希望信号と、前記通信チャネル以外の周波数である非希望周波数における非希望信号とを含む無線信号を受信信号として受信する受信器と、

前記受信信号を遅延する遅延回路と、

前記遅延回路における遅延によって発生した前記非希望信号の各周波数成分の遅延変動および/または振幅変動を測定データを用いて計測する誤差計測器と、

前記受信信号をフーリエ変換するフーリエ変換器と、

前記誤差計測器によって計測された前記遅延変動および/または前記振幅変動を用いて前記フーリエ変換器からの受信信号に含まれる非希望信号を補正する補正回路と、

前記補正回路の出力信号において、前記希望周波数の成分をゼロに設定する信号除去器と、

前記信号除去器の出力信号を逆フーリエ変換し、その変換後の信号を第1の推定非希望信号として出力する逆フーリエ変換器と、

前記逆フーリエ変換器から受けた第1の推定非希望信号の位相を制御して、前記遅延回路によって遅延された受信信号に含まれる非希望信号の極性を反転した信号を含む第2の推定非希望信号を出力する位相制御器と、

前記位相制御器から受けた第2の推定非希望信号を前記遅延回路によって遅延された受信信号に加算し、その加算結果を前記非希望信号の成分が抑制された受信信号として出力

10

20

する演算器と、

前記非希望信号の成分が抑制された受信信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する信号変換器と、

前記非希望信号の成分が抑制された受信信号を前記信号変換器の最大入力電力を超えないように増幅して前記信号変換器へ出力する増幅器と、

前記信号変換器によって変換された受信信号を復調する復調器とを備える無線装置。

【請求項 2】

前記遅延回路における前記遅延変動および／または前記振幅変動を測定するための測定データを前記遅延回路へ出力する測定データ出力回路を更に備え、

前記誤差計測器は、前記測定データが前記遅延回路を通過した後のデータである遅延測定データを前記遅延回路から受け、その受けた遅延測定データに基づいて前記遅延変動および／または前記振幅変動を測定する、請求項 1 に記載の無線装置。

10

【請求項 3】

前記測定データは、前記非希望周波数に存在する信号と前記希望周波数に存在する信号とからなり、

前記誤差計測器は、前記非希望周波数に存在する信号と前記希望周波数に存在する信号の各周波数における前記遅延変動および／または前記振幅変動を計測し、

前記補正回路は、前記フーリエ変換器の出力信号の各周波数成分を前記遅延変動および／または前記振幅変動によって補正する、請求項 2 に記載の無線装置。

20

【請求項 4】

前記測定データは、前記非希望周波数に存在する信号からなり、

前記誤差計測器は、前記非希望周波数に存在する信号の各周波数における前記遅延変動および／または前記振幅変動を計測し、

前記補正回路は、前記フーリエ変換器の出力信号のうち、前記非希望信号の各周波数成分を前記遅延変動および／または前記振幅変動によって補正する、請求項 2 に記載の無線装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、広帯域な無線信号を受信する無線装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

デジタル信号処理技術の発展により、受信した広帯域無線通信信号から任意の通信チャネル信号を復調する広帯域無線受信装置の実現が可能となった。そして、従来、受信信号に含まれる非希望信号を抑制して受信信号を復調する広帯域デジタル受信機が知られている（特許文献 1）。

【0003】

図 10 は、従来の広帯域デジタル受信機の構成図である。従来の広帯域デジタル受信機 100 は、アンテナ 101 と、バンドパスフィルタ（BPF：Band Pass Filter）102、105、109 と、ミキサ 103 と、ローカル信号発振器 104 と、AGC（Auto Gain Control）アンプ 106、114 と、AD 変換器 107、115 と、信号検出回路 108 と、DA 変換器 110 と、ローパスフィルタ（LPF：Low Pass Filter）111 と、切替器 112 と、減算器 113 と、チャネル分離器 116 と、復調器 117 とを備える。

40

【0004】

アンテナ 101 は、無線信号を受信し、その受信した無線信号を BPF 102 へ出力する。BPF 102 は、通信チャネルにおける無線信号が存在し得る全帯域を通過させる。

【0005】

ミキサ 103、ローカル信号発振器 104 および BPF 105 は、BPF 102 からの信号の周波数変換および帯域制限を行ない、IF 信号を出力する。

50

【 0 0 0 6 】

A G C アンプ 1 0 6 は、I F 信号を増幅して A D 変換器 1 0 7 および加算器 1 1 3 へ出力する。なお、A G C アンプ 1 0 6 の増幅率は、A D 変換器 1 0 7 への入力信号が A D 変換器 1 0 7 の最大入力レベルを超えない範囲で最大になるようにフィードバック制御される。

【 0 0 0 7 】

A D 変換器 1 0 7 は、A G C アンプ 1 0 6 からの信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する。信号検出回路 1 0 8 は、高速フーリエ変換を用いて信号電力が最大である受信信号を検出する。B P F 1 0 9 は、信号検出回路 1 0 8 から出力された信号のうち、信号電力が最大である受信信号を通過させる。

10

【 0 0 0 8 】

D A 変換器 1 1 0 は、B P F 1 0 9 からの信号をデジタル信号からアナログ信号に変換する。ローパスフィルタ 1 1 1 は、イメージ信号を除去する。切替器 1 1 2 は、ローパスフィルタ 1 1 1 から受けた信号の減算器 1 1 3 への出力と、ローパスフィルタ 1 1 1 から受けた信号の減算器 1 1 3 への不出力とを切り替える。

【 0 0 0 9 】

減算器 1 1 3 は、2 つの信号の差を演算して出力する。A G C アンプ 1 1 4 は、減算器 1 1 3 から受けた信号を増幅して A D 変換器 1 1 5 へ出力する。なお、A G C アンプ 1 1 4 の増幅率も、A D 変換器 1 1 5 への入力信号が A D 変換器 1 1 5 の最大入力レベルを超えない範囲で最大になるようにフィードバック制御される。

20

【 0 0 1 0 】

A D 変換器 1 1 5 は、A G C アンプ 1 1 4 からの信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する。チャンネル分離器 1 1 6 は、所望のチャンネル帯域を分離する。復調器 1 1 7 は、チャンネル信号を復調する。

【 0 0 1 1 】

広帯域デジタル受信機 1 0 0 においては、A D 変換器 1 0 7、信号検出回路 1 0 8、B P F 1 0 9、D A 変換器 1 1 0 は、受信信号に含まれる非希望信号を検出する。

【 0 0 1 2 】

そして、減算器 1 1 3 は、受信信号から非希望信号を減算し、その減算後の信号を A G C アンプ 1 1 4 へ出力する。

30

【 0 0 1 3 】

そうすると、A G C アンプ 1 1 4、A D 変換器 1 1 5、チャンネル分離器 1 1 6 および復調器 1 1 7 は、非希望信号が減算された受信信号からチャンネル信号を抽出して復調する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 特許第 3 8 8 7 5 1 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 5 】

40

しかし、従来の広帯域デジタル受信機 1 0 0 においては、非希望信号を検出し、その検出した非希望信号の位相を制御せずに受信信号から非希望信号を減算するため、切替器 1 1 2 から出力される信号の位相は、A D 変換器 1 0 7、信号検出回路 1 0 8、B P F 1 0 9、D A 変換器 1 1 0、ローパスフィルタ 1 1 1 および切替器 1 1 2 による処理時間だけ、A G C アンプ 1 0 6 から出力される受信信号の位相からずれる。

【 0 0 1 6 】

従って、従来の広帯域デジタル受信機 1 0 0 においては、非希望信号を正確に抑制できないという問題がある。

【 0 0 1 7 】

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、

50

受信信号における非希望信号を正確に抑制可能な無線装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0018】

この発明によれば、無線装置は、受信器と、遅延回路と、誤差計測器と、フーリエ変換器と、補正回路と、信号除去器と、逆フーリエ変換器と、位相制御器と、演算器と、信号変換器と、増幅器と、復調器とを備える。受信器は、任意の通信チャネルである希望周波数における希望信号と、前記通信チャネル以外の周波数である非希望周波数における非希望信号とを含む無線信号を受信信号として受信する。遅延回路は、受信信号を遅延する。誤差計測器は、遅延回路における遅延によって発生した非希望信号の各周波数成分の遅延変動および／または振幅変動を測定データを用いて計測する。フーリエ変換器は、受信信号をフーリエ変換する。補正回路は、誤差計測器によって計測された遅延変動および／または振幅変動を用いてフーリエ変換器からの受信信号に含まれる非希望信号を補正する。信号除去器は、補正回路の出力信号において、希望周波数の成分をゼロに設定する。逆フーリエ変換器は、信号除去器の出力信号を逆フーリエ変換し、その変換後の信号を第1の推定非希望信号として出力する。位相制御器は、逆フーリエ変換器から受けた第1の推定非希望信号の位相を制御して、遅延回路によって遅延された受信信号に含まれる非希望信号の極性を反転した信号を含む第2の推定非希望信号を出力する。演算器は、位相制御器から受けた第2の推定非希望信号を遅延回路によって遅延された受信信号に加算し、その加算結果を非希望信号の成分が抑制された受信信号として出力する。信号変換器は、非希望信号の成分が抑制された受信信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する。増幅器は、非希望信号の成分が抑制された受信信号を信号変換器の最大入力電力を超えないように増幅して信号変換器へ出力する。復調器は、信号変換器によって変換された受信信号を復調する。

【0019】

好ましくは、無線装置は、測定データ出力回路を更に備える。測定データ出力回路は、遅延回路における遅延変動および／または振幅変動を測定するための測定データを遅延回路へ出力する。そして、誤差計測器は、測定データが遅延回路を通過した後のデータである遅延測定データを遅延回路から受け、その受けた遅延測定データに基づいて遅延変動および／または振幅変動を測定する。

【0020】

好ましくは、測定データは、非希望周波数に存在する信号と希望周波数に存在する信号とからなる。誤差計測器は、非希望周波数に存在する信号および希望周波数に存在する信号の各周波数における遅延変動および／または振幅変動を計測する。補正回路は、フーリエ変換器の出力信号の各周波数成分を遅延変動および／または振幅変動によって補正する。

【0021】

好ましくは、測定データは、非希望周波数に存在する信号からなる。誤差計測器は、非希望周波数に存在する信号の各周波数における遅延変動および／または振幅変動を計測する。補正回路は、フーリエ変換器の出力信号のうち、非希望信号の各周波数成分を遅延変動および／または振幅変動によって補正する。

【発明の効果】

【0022】

この発明の実施の形態による無線装置においては、測定データを遅延回路を通過させることによって、遅延回路における振幅変動および／または位相誤差を計測し、その計測した振幅変動および／または位相誤差によってフーリエ変換器からの受信信号に含まれる非希望信号の各周波数成分を補正し、その補正した非希望信号を用いて受信信号に含まれる非希望信号を抑制する。

【0023】

従って、受信信号に含まれる非希望信号を正確に抑制できる。その結果、受信信号を正確に復調できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図 1】この発明の実施の形態 1 による無線装置の構成図である。

【図 2】振幅および遅延と周波数との関係を示す図である。

【図 3】図 1 に示す F F T の出力信号の電力スペクトルを示す概念図である。

【図 4】図 1 に示す I F F T への入力信号の電力スペクトルを示す概念図である。

【図 5】図 1 に示す A D 変換器への入力信号の電力スペクトルを示す概念図である。

【図 6】F F T フレームの構成図である。

【図 7】逆フーリエ変換後のフレーム（I F F T フレーム）の構成図である。

【図 8】実施の形態 1 における無線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。 10

【図 9】実施の形態 2 による無線装置の構成図である。

【図 10】従来の広帯域デジタル受信機の構成図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 5 】

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 6 】

[実施の形態 1]

図 1 は、この発明の実施の形態 1 による無線装置の構成図である。この発明の実施の形態 1 による無線装置 10 は、アンテナ 1 と、B P F 2 と、信号抑制回路 3 と、A G C 4 と、A D 変換器 5 と、復調器 6 とを備える。 20

【 0 0 2 7 】

信号抑制回路 3 は、A G C 3 1 と、遅延回路 3 2 , 4 3 と、加算器 3 3 と、クロック発生器 3 4 , 4 2 と、A D 変換器 3 5 , 4 7 と、F F T (F o u r i e r F a s t T r a n s f o r m) 3 6 , 4 8 と、補正回路 3 7 と、信号除去器 3 8 と、I F F T (I n v e r s e F o u r i e r F a s t T r a n s f o r m) 3 9 と、位相制御器 4 0 と、D A 変換器 4 1 , 4 6 と、記憶回路 4 4 と、データ読出回路 4 5 と、誤差計測器 4 9 と、補正信号発生器 5 0 とを含む。

【 0 0 2 8 】

アンテナ 1 は、例えば、2 . 4 G H z 帯または 5 G H z 帯の無線信号を受信し、その受信した無線信号を B P F 2 へ出力する。この無線信号は、通信チャネルにおける希望信号と通信チャネル以外の周波数における非希望信号とからなる。 30

【 0 0 2 9 】

B P F 2 は、通信チャネルにおける希望信号が存在し得る全帯域を受信信号として信号抑制回路 3 へ通過させる。

【 0 0 3 0 】

信号抑制回路 3 は、後述する方法によって、受信信号に含まれる非希望信号を抑止し、その非希望信号を抑制した受信信号を A G C 4 へ出力する。

【 0 0 3 1 】

A G C 4 は、主に希望信号からなる受信信号を加算器 3 3 から受け、その受けた受信信号の電力が A D 変換器 5 の最大入力電力を超えない範囲に入るように加算器 3 3 から受けた受信信号を増幅し、その増幅した受信信号を A D 変換器 5 へ出力する。 40

【 0 0 3 2 】

A D 変換器 5 は、A G C 4 から受信信号を受け、その受けた受信信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する。そして、A D 変換器 5 は、そのデジタル信号に変換した受信信号を復調器 6 へ出力する。

【 0 0 3 3 】

復調器 6 は、A D 変換器 5 から受けた受信信号を復調し、その復調したデータを外部へ出力する。 50

【 0 0 3 4 】

次に、信号抑制回路 3 の動作について説明する。

【 0 0 3 5 】

A G C 3 1 は、B P F 2 からの受信信号を増幅し、その増幅した受信信号を遅延回路 3 2 および A D 変換器 3 5 へ出力する。遅延回路 3 2 は、A G C 3 1 から受けた受信信号を、A D 変換器 3 5、F F T 3 6、補正回路 3 7、信号除去器 3 8、I F F T 3 9、位相制御器 4 0 および D A 変換器 4 1 による受信信号の処理時間だけ遅延し、その遅延後の受信信号を加算器 3 3 へ出力する。

【 0 0 3 6 】

加算器 3 3 は、遅延回路 3 2 から出力された受信信号と、D A 変換器 4 1 から出力された信号とを加算し、その加算後の信号を A G C 4 へ出力する。

10

【 0 0 3 7 】

クロック発生器 3 4 は、所望の周期 T を有するクロック信号 C L K を発生し、その発生したクロック信号 C L K を A D 変換器 3 5 へ出力する。

【 0 0 3 8 】

A D 変換器 3 5 は、A G C 3 1 から受けた受信信号を、クロック発生器 3 4 から受けたクロック信号 C L K に同期して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 F F T 3 6 へ出力する。

【 0 0 3 9 】

F F T 3 6 は、A D 変換器 3 5 から受けた受信信号をフーリエ変換によって周波数領域の受信信号に変換する。そして、F F T 3 6 は、その周波数領域の受信信号を補正回路 3 7 へ出力する。

20

【 0 0 4 0 】

補正回路 3 7 は、受信信号に含まれる非希望信号の各周波数成分の遅延変動および / または振幅変動を補正信号発生器 5 0 から受ける。そして、補正回路 3 7 は、F F T 3 6 から受けた周波数領域の受信信号を遅延変動および / または振幅変動によって補正し、その補正後の受信信号を信号除去器 3 8 へ出力する。

【 0 0 4 1 】

信号除去器 3 8 は、補正回路 3 7 から周波数領域の受信信号を受け、その受けた周波数領域の受信信号から、後述する方法によって希望信号を除去し、非希望信号を推定する。そして、信号除去器 3 8 は、その推定した非希望信号を I F F T 3 9 へ出力する。

30

【 0 0 4 2 】

I F F T 3 9 は、推定された非希望信号を信号除去器 3 8 から受け、その受けた非希望信号を逆フーリエ変換によって時間領域の非希望信号に変換する。そして、I F F T 3 9 は、その時間領域の非希望信号を位相制御器 4 0 へ出力する。

【 0 0 4 3 】

位相制御器 4 0 は、I F F T 3 9 から出力された非希望信号の極性を逆転し、位相をシフトすることによって、D A 変換器 4 1 から出力される信号が遅延回路 3 2 から出力される受信信号に含まれる非希望信号の極性を反転した信号になるように I F F T 3 9 から受けた非希望信号の位相を制御する。そして、位相制御器 4 0 は、その位相制御した非希望信号を D A 変換器 4 1 へ出力する。

40

【 0 0 4 4 】

D A 変換器 4 1 は、位相制御器 4 0 から受けた非希望信号をデジタル信号からアナログ信号に変換し、その変換したアナログ信号からなる非希望信号を加算器 3 3 へ出力する。

【 0 0 4 5 】

次に、補正信号の生成動作について説明する。

【 0 0 4 6 】

クロック発生器 4 2 は、クロック発生器 3 4 と同様に、クロック信号 C L K を発生し、その発生したクロック信号 C L K を遅延回路 4 3 およびデータ読出回路 4 5 へ出力する。

【 0 0 4 7 】

50

遅延回路 4 3 は、クロック発生器 4 2 からのクロック信号 C L K を t_0 だけ遅延し、その遅延後のクロック信号 C L K を A D 変換器 4 7 へ出力する。

【 0 0 4 8 】

記憶回路 4 4 は、次式によって表される測定データ $h(t)$ を記憶する。

【 0 0 4 9 】

【 数 1 】

$$h(t) = \sum_{i=1}^{\frac{N}{2}-1} \cos \omega_i t, \quad \omega_i = \frac{2\pi i}{NT} \quad \cdots (1)$$

10

【 0 0 5 0 】

式 (1) において、 N は、F F T 3 6 のポイント数であり、 i は、 $1 \leq i \leq (N/2 - 1)$ を満たす整数であり、 t は、 $0 \leq t \leq NT - 1$ からなり、経過時間である。そして、測定データ $h(t)$ は、 N に等しい個数の振幅信号からなる。

【 0 0 5 1 】

データ読出回路 4 5 は、クロック発生器 4 2 からのクロック信号 C L K に同期して記憶回路 4 4 から測定データ $h(t)$ を読み出し、その読み出した測定データ $h(t)$ を D A 変換器 4 6 へ出力する。

【 0 0 5 2 】

20

D A 変換器 4 6 は、データ読出回路 4 5 から受けた測定データ $h(t)$ をデジタル信号からアナログ信号に変換し、その変換した測定データ $h(t)$ を遅延回路 3 2 へ出力する。

【 0 0 5 3 】

遅延回路 3 2 は、D A 変換器 4 6 から測定データを受け、その受けた測定データを、A D 変換器 3 5、F F T 3 6、補正回路 3 7、信号除去器 3 8、I F F T 3 9、位相制御器 4 0 および D A 変換器 4 1 による受信信号の処理時間だけ遅延し、その遅延後の遅延測定データを A D 変換器 4 7 へ出力する。

【 0 0 5 4 】

A D 変換器 4 7 は、次式によって表される遅延測定データ $\bar{h}(t)$ を遅延回路 3 2 から受け、その受けた遅延測定データ $\bar{h}(t)$ を遅延回路 4 3 からのクロック信号 C L K に同期してアナログ信号からデジタル信号に変換し、その変換後の遅延測定データ $\bar{h}(t)$ を F F T 4 8 へ出力する。

30

【 0 0 5 5 】

【 数 2 】

$$\bar{h}(t) = \sum_{i=1}^{\frac{N}{2}-1} A_i \cos \omega_i (t - t_0 - B_i) \quad \cdots (2)$$

40

【 0 0 5 6 】

なお、式 (2) において、 A_i は、周波数 ω_i の信号振幅であり、 t_0 は、遅延回路 4 3 の推定遅延であり、 B_i は、周波数 ω_i の信号遅延である。また、この発明の実施の形態においては、 $\bar{h}(t)$ は、 $h(t)$ の上にバーを記載したものを表わす。

【 0 0 5 7 】

F F T 4 8 は、A D 変換器 4 7 からの遅延測定データ $\bar{h}(t)$ をフーリエ変換し、そのフーリエ変換した周波数領域の遅延測定データ $\bar{H}(\omega_i)$ を誤差計測器 4 9 へ出力する。なお、遅延測定データ $\bar{H}(\omega_i)$ は、次式によって表わされる。

【 0 0 5 8 】

【数 3】

$$\overline{H}(\omega_i) = A_i C_i e^{-j\omega_i B_i} \quad \dots (3)$$

【0059】

式(3)において、 C_i は、遅延回路32を通さずにDA変換器46からの出力信号をAD変換器47に入力し、FFT48で周波数成分へ変換したときの周波数 ω_i の信号振幅であり、 $j^2 = -1$ である。

【0060】

10

誤差計測器49は、遅延測定データ $H(\omega_i)$ から周波数毎の振幅誤差 A_i および位相誤差 B_i を計測し、その計測した振幅誤差 A_i および位相誤差 B_i を補正信号発生器50へ出力する。

【0061】

補正信号発生器50は、振幅誤差 A_i および位相誤差 B_i を誤差計測器49から受け、その受けた振幅誤差 A_i および位相誤差 B_i からなる補正信号を補正回路37へ出力する。

【0062】

図2は、振幅および遅延と周波数との関係を示す図である。図2の(a)は、遅延回路32へ入力される測定データ $ME0 (= h(t))$ を表し、図2の(b)は、遅延回路32から出力される遅延測定データ $ME0_DL (= \angle h(t))$ を表す。

20

【0063】

測定データ $ME0$ の振幅および遅延の各々は、周波数に対して一定である。一方、遅延回路32によって遅延された遅延測定データ $ME0_DL$ の振幅は、周波数に対して最大値を有するように変動し、遅延測定データ $ME0_DL$ の遅延は、周波数に対して直線的に大きくなるように変動する。

【0064】

従って、誤差計測器49は、測定データ $ME0$ および遅延測定データ $ME0_DL$ に基づいて、各周波数における振幅変動と、各周波数における遅延変動(=位相誤差)とを検出し、その検出した遅延変動および振幅変動(=位相誤差)を補正信号発生器50へ出力する。

30

【0065】

そして、補正信号発生器50は、遅延変動および振幅変動(=位相誤差)からなる補正信号を補正回路37へ出力する。

【0066】

補正回路37は、補正信号発生器50から受けた遅延変動および振幅変動(=位相誤差)に基づいて、FFT36から受けた受信信号に含まれる非希望信号の各周波数成分の位相および/または振幅が遅延変動(=位相誤差)および/または振幅変動を反映した位相および/または振幅になるように非希望信号の各周波数成分を調整する。

【0067】

40

そして、補正回路37は、次式からなる出力信号 $F(\omega_i)$ を信号除去器38へ出力する。

【0068】

【数 4】

$$\overline{F}(\omega_i) = A_i F(\omega_i) e^{-j\omega_i B_i} \quad \dots (4)$$

【0069】

なお、式(4)において、 $F(\omega_i)$ は、周波数 ω_i におけるFFT36の出力信号で

50

ある。また、この発明の実施の形態においては、 $1/F(\omega_i)$ は、 $F(\omega_i)$ の上にバーを記載したものを表す。

【0070】

この補正によって、遅延回路32の振幅変動および/または位相誤差をFFT36の出力信号に反映させることができ、非希望信号の推定精度が向上する。従って、非希望信号を効率良く除去できる。なお、遅延回路43の推定遅延 t_0 の誤差は、位相制御器40によって補正される。

【0071】

受信信号に含まれる非希望信号を抑制する方法について説明する。図3は、図1に示すFFT36の出力信号の電力スペクトルを示す概念図である。図4は、図1に示すIFFT39への入力信号の電力スペクトルを示す概念図である。図5は、図1に示すAD変換器5への入力信号の電力スペクトルを示す概念図である。

10

【0072】

FFT36は、デジタル信号からなる受信信号をAD変換器35から受け、その受けた受信信号をフーリエ変換によって周波数領域の受信信号RS0に変換する。この受信信号RS0は、希望信号DSと、2つの非希望信号NDS1, NDS2とからなる(図3参照)。

【0073】

補正回路37は、受信信号RS0の希望信号DSと非希望信号NDS1, NDS2の各周波数成分を補正信号発生器50から受けた振幅変動および/または位相誤差によって補正する。そして、補正回路37は、その補正後の受信信号RS0を信号除去器38へ出力する。

20

【0074】

信号除去器38は、補正後の受信信号RS0を補正回路37から受け、その受けた補正後の受信信号RS0の希望信号DSが存在する周波数成分をゼロにして受信信号RS1を生成する。この受信信号RS1は、2つの非希望信号NDS3, NDS4とからなる(図4参照)。

【0075】

そして、IFFT39は、受信信号RS1を逆フーリエ変換によって時間領域の信号に変換し、非希望信号NDSを生成する。

30

【0076】

その後、位相制御器40は、DA変換器41の出力信号が遅延回路32から出力される受信信号に含まれる非希望信号の極性を反転した信号になるように非希望信号NDSの位相を制御し、その位相制御した非希望信号NDS_{PH}をDA変換器41へ出力する。

【0077】

DA変換器41は、非希望信号NDS_{PH}をデジタル信号からアナログ信号に変換して加算器33へ出力する。

【0078】

遅延回路32は、AD変換器35、FFT36、補正回路37、信号除去器38、IFFT39、位相制御器40およびDA変換器41による受信信号の処理時間だけ受信信号RSを遅延し、その遅延後の受信信号RSを加算器33へ出力する。この受信信号RSは、希望信号DS0と非希望信号NDS0とを含む。

40

【0079】

加算器33は、遅延回路32から受信信号RSを受け、DA変換器41から非希望信号NDS_{PH}を受ける。そして、加算器33は、受信信号RSと非希望信号NDS_{PH}とを加算し、その加算結果である受信信号RS_{DS}をAGC4へ出力する。

【0080】

この場合、非希望信号NDS_{PH}は、受信信号RSに含まれる非希望信号NDS0の極性を反転した信号になる位相を持っているので、加算器33によって受信信号RSと非希望信号NDS_{PH}とを加算することによって、受信信号RSの非希望信号NDS0は

50

、非希望信号 $ND\ S_PH$ によって抑制される。従って、受信信号 RS_DS は、希望信号 $DS0$ のみからなる。

【0081】

$AGC4$ は、受信信号 RS_DS の電力が AD 変換器 5 の最大入力電力を超えない範囲に入るように受信信号 RS_DS を増幅する。この場合、希望信号 $DS0$ の両側には、 AD 変換器 35 に起因する量子化雑音が存在するが、この量子化雑音の電力は、希望信号に殆ど影響ない（図 5 参照）。

【0082】

このように、受信信号から非希望信号を推定し、その推定した非希望信号によって受信信号に含まれる非希望信号を抑制し、非希望信号を抑制した受信信号の電力が AD 変換器 5 の最大入力電力を超えない範囲に入るように、非希望信号を抑制した受信信号を増幅する。

10

【0083】

従って、 AD 変換器 5 を高性能な AD 変換器によって構成しなくても、受信信号 RS_DS の希望信号 $DS0$ をアナログ信号からデジタル信号に正確に変換でき、復調できる。

【0084】

また、この発明の実施の形態においては、希望信号の周波数成分をゼロにして非希望信号を推定する（図 4 参照）。従って、希望周波数における量子化雑音を除去できる。また、非希望信号を検出せずに受信信号から非希望信号を抑制できる。

【0085】

20

更に、信号抑制回路 3 における AD 変換器 35 は、非希望信号を推定するために用いられるので、振幅分解能が高い高性能な AD 変換器である必要はない。

【0086】

更に、信号抑制回路 3 において非希望信号を推定する過程において量子化雑音が発生しても、希望信号に殆ど影響がない。

【0087】

更に、補正回路 37 は、遅延回路 32 における遅延変動（＝位相誤差）および／または振幅変動を反映して受信信号に含まれる非希望信号の各周波数成分を調整する。そして、位相制御器 40 は、 $IFFT39$ から出力された非希望信号を反転する。

【0088】

30

従って、遅延回路 32 から出力された受信信号と、 DA 変換器 41 から出力された非希望信号（＝希望信号以外の信号からなる）とを加算器 33 によって加算することによって、受信信号に含まれる非希望信号を正確に抑制できる。

【0089】

この発明の実施の形態においては、フーリエ変換を用いているため、 FFT フレーム前後の信号が歪んでしまう。そこで、この歪みを防止する方法について説明する。

【0090】

図 6 は、 FFT フレームの構成図である。図 7 は、逆フーリエ変換後のフレーム（ $IFFT$ フレーム）の構成図である。

【0091】

40

FFT フレーム前後の信号の歪みを防止するために、歪み部分が重複するように FFT フレーム $FFTn$, $FFTn+1$, $FFTn+2$ を構成する（図 6 参照）。 n は、処理を行なう順番であり、正の整数である。

【0092】

そして、 FFT フレーム $FFTn$, $FFTn+1$, $FFTn+2$ を逆フーリエ変換し、その逆フーリエ変換後の各 $IFFT$ フレーム $IFFTn$, $IFFTn+1$, $IFFTn+2$ の両端を破棄する（図 7 参照）。

【0093】

即ち、実施の形態 1 においては、 FFT フレーム $FFTn$, $FFTn+1$, $FFTn+2$ が $FFT36$ に入力される。そして、 $IFFT39$ は、信号除去器 38 からの信号を逆

50

フーリエ変換してIFFTフレームIFFT n 、IFFT $n+1$ 、IFFT $n+2$ を求め、その後、各IFFTフレームIFFT n 、IFFT $n+1$ 、IFFT $n+2$ の両端を破棄し、その両端を破棄した各IFFTフレームIFFT n 、IFFT $n+1$ 、IFFT $n+2$ を出力信号として位相制御器40へ出力する。

【0094】

これによって、FFTフレームの前後における信号の歪みを防止できる。

【0095】

図8は、実施の形態1における無線装置10の受信動作を説明するためのフローチャートである。なお、図8においては、誤差計測器49および補正信号発生器50は、遅延回路32における遅延変動および/または振幅変動を上述した方法によって予め測定して補正回路37へ出力していることを前提とする。また、図8に示すフローチャートは、無線装置10が1個の packets を受信するごとに実行される。

10

【0096】

無線装置10における受信動作が開始されると、アンテナ1は、無線信号を受信し、その受信した無線信号をBPF2へ出力する。BPF2は、通信チャネル領域の信号を受信信号として信号抑制回路3へ通過させる。

【0097】

そして、信号抑制回路3において、AGC31は、受信信号を増幅し、その増幅した受信信号を遅延回路32およびAD変換器35へ出力する。

【0098】

20

遅延回路32は、AGC31から受けた受信信号をAD変換器35、FFT36、補正回路37、信号除去器38、IFFT39、位相制御器40、およびDA変換器41における全体の処理時間に相当する時間だけ受信信号を遅延し、その遅延後の受信信号を加算器33へ出力する。

【0099】

AD変換器35は、AGC31から受けた受信信号をクロック発生器34からのクロック信号CLKに同期してアナログ信号からデジタル信号に変換してFFT36へ出力する。

【0100】

FFT36は、受信信号をフーリエ変換し、受信信号を周波数領域の信号に変換する(ステップS61)。

30

【0101】

その後、補正回路37は、予め検出された遅延回路32の遅延変動および/または振幅変動に基づいて、FFT36から受けた受信信号に含まれる非希望信号の各周波数成分が遅延回路32から出力された受信信号に含まれる非希望信号の各周波数成分に一致するように、FFT36から受けた受信信号に含まれる非希望信号の各周波数成分を補正する(ステップS62)。そして、補正回路37は、その補正した受信信号を信号除去器38へ出力する。

【0102】

信号除去器38は、非希望信号の各周波数成分が補正された受信信号(=周波数領域の信号)において、希望周波数の成分をゼロにして非希望信号を推定する(ステップS63)。

40

【0103】

その後、IFFT39は、推定された非希望信号を逆フーリエ変換し、非希望信号を時間領域の信号に変換する。そして、位相制御器40は、IFFT39から出力された非希望信号を反転してDA変換器41へ出力する。

【0104】

引き続いて、DA変換器41は、位相制御器40から出力された非希望信号をデジタル信号からアナログ信号に変換し、アナログ信号からなる非希望信号を加算器33へ出力する。

50

【 0 1 0 5 】

そうすると、加算器 3 3 は、遅延回路 3 2 から出力された受信信号に、D A 変換器 4 1 から出力された非希望信号を加算して受信信号に含まれる非希望信号を抑制する。即ち、信号抑制回路 3 は、推定した非希望信号を用いて受信信号に含まれる非希望信号を抑制する（ステップ S 6 4）。

【 0 1 0 6 】

その後、A G C 4 は、加算器 3 3 からの非希望信号が抑制された受信信号を A D 変換器 5 の最大入力電力を超えないように増幅する（ステップ S 6 5）。その結果、受信信号に含まれる希望信号は、A D 変換器 5 の必要入力電力に達する。

【 0 1 0 7 】

そして、A D 変換器 5 は、非希望信号が抑制された受信信号をアナログ信号からデジタル信号に変換し、復調器 6 は、デジタル信号からなる受信信号を復調する（ステップ S 6 6）。これによって、一連の動作が終了する。

【 0 1 0 8 】

このように、実施の形態 1 においては、非希望周波数信号と希望周波数信号とからなる測定データを遅延回路 3 2 を通過させることによって、遅延回路 3 2 における振幅変動および／または位相誤差を計測し、その計測した振幅変動および／または位相誤差によって A D 変換器 3 5 からの受信信号の各周波数成分を補正し、その補正した受信信号の非希望信号を用いて受信信号に含まれる非希望信号を抑制する。

【 0 1 0 9 】

従って、受信信号に含まれる非希望信号を正確に抑制できる。その結果、受信信号を正確に復調できる。

【 0 1 1 0 】

また、実施の形態 1 においては、アンテナ 1 および B P F 2 は、「受信器」を構成する。

【 0 1 1 1 】

更に、実施の形態 1 においては、A D 変換器 5 は、「信号変換器」を構成し、A G C 4 は、「増幅器」を構成し、加算器 3 3 は、「演算器」を構成する。

【 0 1 1 2 】

更に、実施の形態 1 においては、記憶回路 4 4、データ読出回路 4 5 および D A 変換器 4 6 は、「測定データ出力回路」を構成する。

【 0 1 1 3 】

[実施の形態 2]

図 9 は、実施の形態 2 による無線装置の構成図である。図 9 を参照して、実施の形態 2 による無線装置 1 0 A は、図 1 に示す無線装置 1 0 の信号抑制回路 3 を信号抑制回路 3 A に代えたものであり、その他は、無線装置 1 0 と同じである。

【 0 1 1 4 】

信号抑制回路 3 A は、信号抑制回路 3 の記憶回路 4 4 を記憶回路 4 4 A に代え、データ選択回路 5 1 およびデータ加算回路 5 2 を追加したものであり、その他は、信号抑制回路 3 と同じである。

【 0 1 1 5 】

記憶回路 4 4 A は、次式によって表される測定データ $g_i(t)$ を i ごとに記憶する。

【 0 1 1 6 】

【 数 5 】

$$g_i(t) = \cos \omega_i t, \quad \omega_i t = \frac{2\pi i}{NT} \quad \cdots (5)$$

【 0 1 1 7 】

なお、信号抑制回路 3 A においては、データ読出回路 4 5 は、クロック発生器 4 2 から

のクロック信号CLKに同期して測定データ $g_i(t)$ を読み出し、その読み出した測定データ $g_i(t)$ をデータ選択回路51へ出力する。

【0118】

データ選択回路51は、無線装置10Aにおいて除去すべき非希望信号が存在する非希望周波数 ω_i に対応したデータを測定データ $g_i(t)$ から選択し、その選択したデータをデータ加算回路52へ出力する。

【0119】

なお、無線装置10Aにおいて非希望周波数 ω_i は、例えば、 $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ ($i = 1, 2, 3$)である。

【0120】

データ加算回路52は、データ選択回路51から受けたデータを加算し、その加算結果をDA変換器46へ出力する。データ加算回路52がDA変換器46へ出力するデータは、次式によって表される。

【0121】

【数6】

$$h'(t) = \sum_{i=1}^3 g_i(t) \cdots (6)$$

【0122】

なお、信号抑制回路3Aにおいては、DA変換器46は、データ加算回路52から受けた信号 $h'(t)$ をデジタル信号からアナログ信号に変換し、その変換後のデータを測定データとして遅延回路32へ出力する。

【0123】

この場合、遅延回路32は、次式によって表される遅延測定データ/ $h'(t)$ をAD変換器47へ出力する。

【0124】

【数7】

$$\bar{h}(t) = \sum_{i=1}^3 A_i g_i(t - t_0 - B_i) \cdots (7)$$

【0125】

なお、式(7)において、 A_i は、周波数 ω_i ($i = 1, 2, 3$)の信号振幅であり、 B_i は、周波数 ω_i ($i = 1, 2, 3$)の推定遅延である。

【0126】

そして、FFT48は、デジタル信号からなる遅延測定データ/ $h'(t)$ をフーリエ変換し、そのフーリエ変換後の遅延測定データ/ $H(\omega_i)$ (式(3)参照)を誤差計測器49へ出力する。

【0127】

その後、誤差計測器49は、遅延測定データ/ $H(\omega_i)$ に基づいて、振幅変動 A_i および/または位相誤差 B_i を計測する。そして、この振幅変動 A_i は、非希望周波数 ω_i における振幅変動であり、位相誤差 B_i は、非希望周波数 ω_i における位相誤差である。

【0128】

従って、補正回路37は、非希望周波数 ω_i における振幅変動 A_i および/または位相誤差 B_i に基づいて、FFT36からの周波数領域の受信信号に含まれる非希望信号を補正し、その補正した非希望信号を有する受信信号を信号除去器38へ出力する。即ち、実施の形態2においては、受信信号のうち、非希望信号だけが遅延回路32における振幅変動 A_i および/または位相誤差 B_i によって補正される。

【0129】

10

20

30

40

50

なお、無線装置 10 A における受信動作は、図 8 に示すフローチャートに従って行なわれる。

【0130】

その他の部分は、実施の形態 1 と同じである。

【0131】

上述したように、実施の形態 2 においては、非希望周波数信号のみからなる測定データを遅延回路 32 を通過させることによって、遅延回路 32 の非希望周波数における振幅変動および / または位相誤差を計測し、その計測した振幅変動および / または位相誤差によって AD 変換器 35 からの受信信号に含まれる非希望信号の各周波数成分を補正し、その補正した非希望信号を用いて受信信号に含まれる非希望信号を抑制する。

10

【0132】

従って、受信信号に含まれる非希望信号を正確に抑制できる。その結果、受信信号を正確に復調できる。

【0133】

なお、実施の形態 2 においては、記憶回路 44 A、データ読出回路 45、データ選択回路 51、データ加算回路 52 および DA 変換器 46 は、「測定データ出力回路」を構成する。

【0134】

上述した実施の形態 1 による無線装置 10 は、非希望周波数信号と希望周波数信号とからなる測定データを遅延回路 32 を通過させて計測した非希望周波数および希望周波数の振幅変動および / または位相誤差を用いて受信信号の非希望信号および希望信号の各周波数成分を補正し、その補正した非希望信号を用いて受信信号の非希望信号を抑制している。

20

【0135】

また、実施の形態 2 による無線装置 10 A は、非希望周波数信号のみからなる測定データを遅延回路 32 を通過させて計測した非希望周波数の振幅変動および / または位相誤差を用いて受信信号の非希望信号の各周波数成分を補正し、その補正した非希望信号を用いて受信信号の非希望信号を抑制している。

【0136】

従って、この発明の実施の形態による無線装置は、測定データを遅延回路 32 を通過させて計測した非希望周波数の振幅変動および / または位相誤差を用いて受信信号の非希望信号の各周波数成分を補正し、その補正した非希望信号を用いて受信信号の非希望信号を抑制するものであればよい。

30

【0137】

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。

【産業上の利用可能性】

【0138】

この発明は、受信信号における非希望信号を正確に抑制可能な無線装置に適用される。

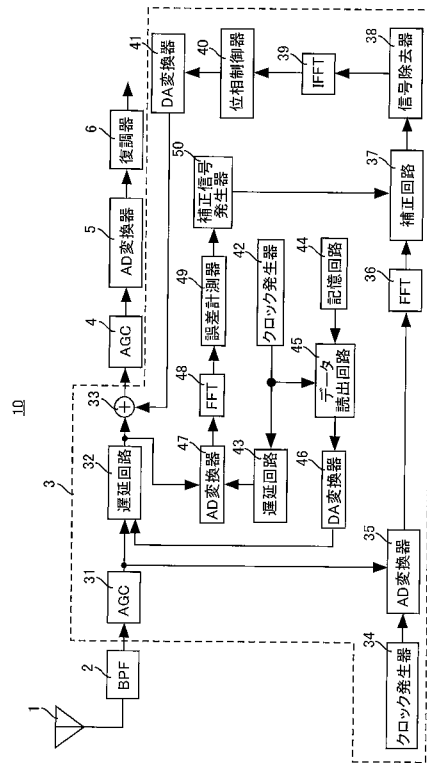
40

【符号の説明】

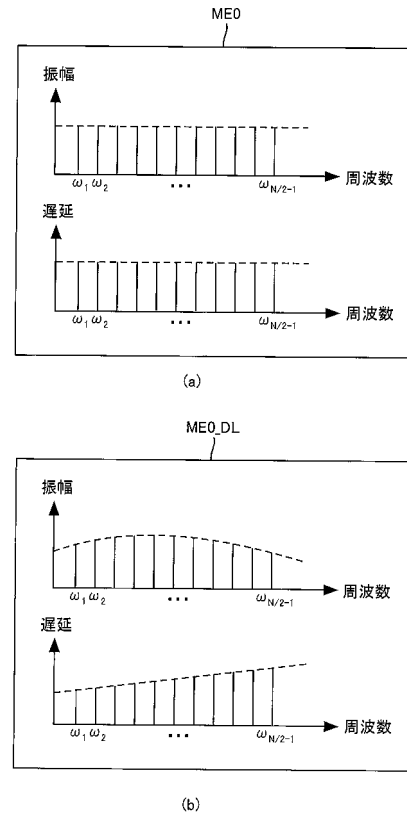
【0139】

1, 101 アンテナ、2, 102 BPF、3, 3A 信号抑制回路、4, 31, 103 AGC、5, 35, 47, 104 AD 変換器、6, 105 復調器、10, 10A, 100 無線装置、32, 43 遅延回路、33 加算器、34, 42 クロック発生器、36, 48 FFT、37 補正回路、38 信号除去器、39 IFFT、40 位相制御器、41, 46 DA 変換器、44 記憶回路、45 データ読出回路、51 データ選択回路、52 データ加算回路。

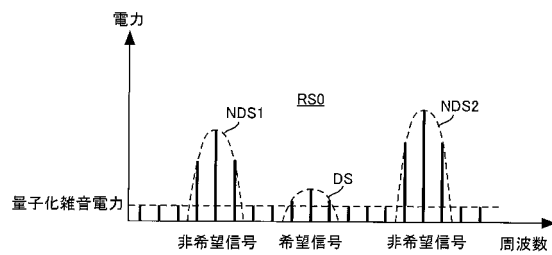
【図 1】



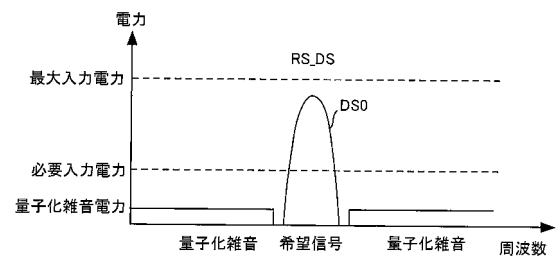
【図 2】



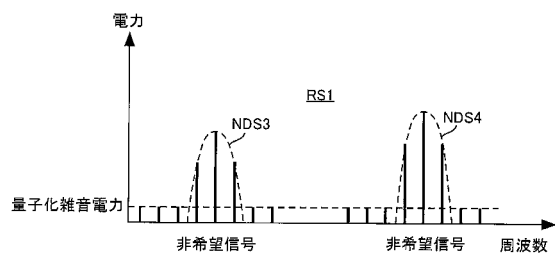
【図 3】



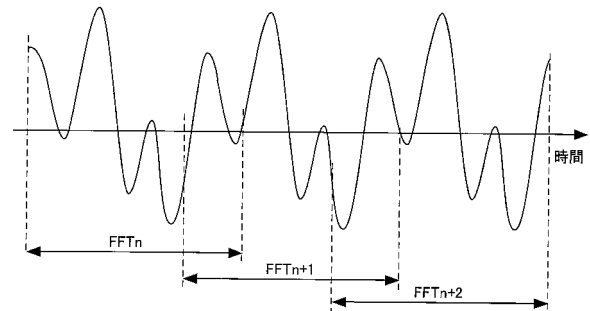
【図 5】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 塚本 悟司
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 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
- (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 小池 堂夫

- (56)参考文献 特許第5228184(JP, B2)
実開昭57-85741(JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B 1/10