

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-166327

(P2007-166327A)

(43) 公開日 平成19年6月28日(2007.6.28)

(51) Int. Cl.
H04J 11/00 (2006.01)

F I
H04J 11/00

テーマコード(参考)
5K022

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-361027(P2005-361027)
(22) 出願日 平成17年12月14日(2005.12.14)

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(74) 代理人 100105050
弁理士 鷲田 公一
(72) 発明者 佐々木 善美
神奈川県横浜市都筑区佐江戸町600番地
パナソニックMSE株式会社内
(72) 発明者 石黒 敬夫
神奈川県横浜市都筑区佐江戸町600番地
パナソニックMSE株式会社内
(72) 発明者 太田 現一郎
神奈川県横浜市都筑区佐江戸町600番地
パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD31 DD42

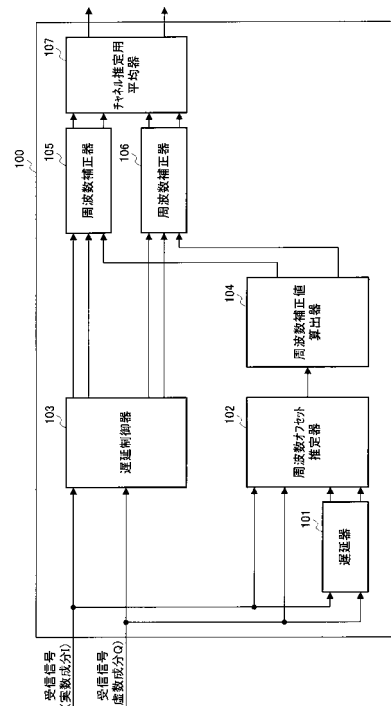
(54) 【発明の名称】 自動周波数制御回路およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 処理遅延が小さく、高速のAFC回路を提供すること。

【解決手段】 周波数オフセット推定器102は、受信信号に設けられた先行および既知シンボルを用いた自己相関演算結果により受信信号の周波数オフセットを推定する。周波数補正值算出器104は、推定された周波数オフセットに基づき、受信信号のサンプルクロック毎の周波数補正值を算出する。遅延制御器103は、周波数オフセット推定器102が周波数オフセット推定動作をしている期間に、前記受信信号を遅延制御し、前記既知シンボルの長さに相当する遅延時間差を有する2種類の遅延信号を得、周波数補正器105、106に出力する。両周波数補正器105、106は、入力した信号を周波数補正值算出器104からの周波数補正值により、それぞれ周波数補正する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信信号に設けられた先行および後行の既知シンボルを用いた自己相関演算結果に基づいて、前記受信信号の周波数オフセットを推定する周波数オフセット推定手段と、

推定された周波数オフセットに基づき、前記受信信号のサンプルクロック毎の周波数補正值を算出する周波数補正值算出手段と、

前記周波数オフセット推定手段が周波数オフセットを推定する期間に前記受信信号の遅延動作を開始し、前記既知シンボルの長さに相当する時間差を有する第 1 の遅延信号および第 2 の遅延信号を出力する遅延制御手段と、

前記第 1 の遅延信号を、前記周波数補正值算出手段の周波数補正值で周波数補正する第 1 の周波数補正手段と、 10

前記第 2 の遅延信号を、前記周波数補正值算出手段の周波数補正值で周波数補正する第 2 の周波数補正手段と、

を具備した自動周波数制御回路。

【請求項 2】

前記周波数補正值算出手段は、前記周波数オフセット推定手段による推定動作の完了後直ちに、前記周波数補正值を算出し、算出した周波数補正值を前記第 1 および第 2 の周波数補正手段に出力する請求項 1 記載の自動周波数制御回路。

【請求項 3】

受信信号に設けられた先行および後行の既知シンボルを用いた自己相関演算に基づいて 20

推定された周波数オフセットに基づき、前記受信信号のサンプルクロック毎の周波数補正值を算出する周波数補正值算出ステップと、

前記周波数オフセット推定ステップで周波数オフセットを推定する期間に前記受信信号の遅延動作を開始し、前記既知シンボルの長さに相当する時間差を有する第 1 の遅延信号および第 2 の遅延信号を出力する遅延制御ステップと、

前記第 1 の遅延信号を、前記周波数補正值算出ステップで求めた周波数補正值で周波数補正する第 1 の周波数補正ステップと、

前記第 2 の遅延信号を、前記周波数補正值算出ステップで求めた周波数補正值で周波数補正する第 2 の周波数補正ステップと、 30

を具備した自動周波数制御回路の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線伝送システムの A F C (Automatic Frequency Control:自動周波数制御) 回路およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、一般的に無線システムにおいて、伝送される信号は、フェージングなどによって周波数変動が生じるため、受信装置では復調前に周波数誤差 (周波数オフセット) の補正 40

【0003】

O F D M 変調方式など高速無線通信における A F C では、無線フレームの先頭に設けた既知の固定パターンを使用する。この既知の固定パターンは、A G C (Automatic Gain Control:自動ゲイン制御)、同期検出、伝搬路推定に使用され、短いパターンと長いパターンの 2 種類の固定パターンを用意する場合がある。この既知の固定パターンは、高速無線 L A N の標準規格である HiSWANa (High Speed Wireless Access Network type a: 広帯域移動アクセスシステム) における「プリアンブル」に相当し、また IEEE (米国電気電子学会) 802.11a における「ロングトレイニング」に相当する。

【0004】

従来、AFCは、短い固定パターン（ショートトレーニングシンボル）を用いる粗調AFCと長い固定パターン（ロングトレーニングシンボル）を用いる微調AFCとの2段階で行われる。2段階のAFCを行うことにより、後段の微調AFCでは安定なAFCを行うことができる（非特許文献1）。

【0005】

図5は、従来技術において採用される、無線フレームフォーマットを示す。この無線フレームは、ショートトレーニングに続いて、ロングトレーニングシンボルとデータ部とを有している。ロングトレーニングシンボルは、先行の既知シンボルL₁と、後行の既知シンボルL₂の二つの連続した既知シンボルを有している。なお、GIは、マルチパス遅延の影響を避けるためのガードインターバルを示す。

10

【0006】

次に、ショートトレーニングシンボルを用いた粗調AFCが終了した後の微調AFCについて説明する。図6は従来の微調AFC回路600の構成を示すブロック図である。図7は、微調AFC回路600の各部で処理される信号のタイミング図である。図7に示すように、受信信号は、GIが32T（以下、Tは1サンプルクロックを表す。）、先行既知シンボルL₁が64T、後行既知シンボルL₂が64Tでロングトレーニングシンボルが構成され、以下16TのGI、64Tのデータ（DATA）部が所定個数設けられ、構成されている。

【0007】

図6において、微調AFC回路600は、実数成分Iおよび虚数成分Qを有する受信信号を入力する。この受信信号は、前段の粗調AFC回路から出力される。

20

【0008】

遅延器601は、ロングトレーニングシンボルの先行既知シンボルの1シンボル分の長さである64Tだけ受信信号を遅延させ、周波数オフセット推定器602に出力する。

【0009】

周波数オフセット推定器602は、受信信号と、遅延器601の出力信号とで自己相関演算を行い、自己相関結果のI成分（ I' ）及びQ成分（ Q' ）を積分した値から、周波数オフセット推定を行う。具体的には、周波数オフセット推定器602は、内蔵したCORDIC（Coordinate Rotation Digital Computer）回路等を用いて $\text{ATAN}(Q'/I')$ を算出する。算出されたATANは、64T分の周波数オフセット（64）をあらわすので、周波数オフセット推定器602は、算出した周波数オフセット（64）を1/64することにより1T当りの周波数オフセット、すなわち回転角（1）を推定する。このように、受信信号の受信後160T（32T+64T+64T）のタイミングで、周波数オフセット推定が完了する。この結果、周波数オフセット推定器602は、サンプルクロックの各タイミングtに応じた回転角（1）、（2）、（3）・・・、（t）・・・を出力する準備が整う。

30

【0010】

遅延制御器603は、受信信号を144T遅延させ、周波数補正器604に出力する。このように、144T遅延するのは、先頭のGI（その長さ32T）の中央タイミングから周波数補正器604の補正動作を開始するためである。

40

【0011】

周波数補正器604は、遅延制御器603にて144T遅延させた受信信号と周波数オフセット推定器602で求めた回転角（1）、（2）、（3）・・・（16）、（17）・・・（80）、（81）・・・（144）、（145）・・・（t）・・・を順次入力し、CORDIC回路等を用いて、1サンプル毎に周波数補正を行う。具体的には、周波数補正器604は、前記先頭のGIの中央タイミングから補正を開始し、（1）ないし（16）によって先頭GIの中央タイミング以降の部分の周波数補正し、（17）ないし（80）によって先行既知シンボルL₁を周波数補正し、（81）ないし（144）によって後行既知シンボルL₂を周波数補正し、（145）以降によって次のGI、さらに各データ（DATA）を順次周波数補正する。このよ

50

うにして、周波数補正器604は、受信信号を回転角 (t) に応じて周波数補正し、フェージングなどによる周波数変動の影響を除去した信号を遅延器605とチャンネル推定用平均器606に出力する。なお、周波数補正器604の出力は、遅延制御器603の出力に比べて5T遅延する。これは周波数補正器604におけるCORDIC回路による処理遅延が5Tとなるためである。

【0012】

遅延器605は、入力信号を、先行既知シンボル分の長さ64T分遅延させ、チャンネル推定用平均器606に出力する。これによって、チャンネル推定用平均器606は、後行既知シンボルL₂に対応する信号と先行既知シンボルL₁とを一致したタイミングで入力する。この結果チャンネル推定用平均器606は、後行既知シンボルL₂に対応する信号と先行既知シンボルL₁に対応する信号とをベクトル的に加算後平均値を算出し、チャンネル推定データを出力する。

10

【非特許文献1】特許庁編 平成16年度標準技術集 MIMO (Multi Input Multi Output) 関連技術 「5-2-2-3 Channel and Frequency Offset Estimation」

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、従来の微調AFC回路600は、遅延器601による遅延動作、周波数補正器604による周波数補正動作が直列的に行われるので、AFCのための処理時間が大きくAFC回路の応答速度が遅くなっている。

20

【0014】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、遅延時間が少なく、処理が高速なAFC回路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】

【0015】

かかる課題を解決するため、本発明のAFC回路は、受信信号に設けられた先行および後行の既知シンボルを用いた自己相関演算結果に基づいて、前記受信信号の周波数オフセットを推定する周波数オフセット推定手段と、推定された周波数オフセットに基づき、前記受信信号のサンプルクロック毎の周波数補正値を算出する周波数補正値算出手段と、前記周波数オフセット推定手段が周波数オフセットを推定する期間に前記受信信号の遅延動作を開始し、前記既知シンボルの長さに相当する時間差を有する第1の遅延信号および第2の遅延信号を出力する遅延制御手段と、前記第1の遅延信号を、前記周波数補正値算出手段の周波数補正値で周波数補正する第1の周波数補正手段と、前記第2の遅延信号を、前記周波数補正値算出手段の周波数補正値で周波数補正する第2の周波数補正手段と、を具備する構成を採る。

30

【0016】

また本発明のAFC回路の制御方法は、受信信号に設けられた先行および後行の既知シンボルを用いた自己相関演算に基づいて、前記受信信号の周波数オフセットを推定する周波数オフセット推定ステップと、推定された周波数オフセットに基づき、前記受信信号のサンプルクロック毎の周波数補正値を算出する周波数補正値算出ステップと、前記周波数オフセット推定ステップで周波数オフセットを推定する期間に前記受信信号の遅延動作を開始し、前記既知シンボルの長さに相当する時間差を有する第1の遅延信号および第2の遅延信号を出力する遅延制御ステップと、前記第1の遅延信号を、前記周波数補正値算出ステップで求めた周波数補正値で周波数補正する第1の周波数補正ステップと、前記第2の遅延信号を、前記周波数補正値算出ステップで求めた周波数補正値で周波数補正する第2の周波数補正ステップと、を具備する。

40

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、周波数オフセットの推定動作と周波数補正のための受信信号の遅延動作を並列して行うので、遅延時間が少なく、処理が高速なAFC回路を実現できる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0019】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る微調AFC回路100の構成を示すブロック図である。微調AFC回路100は、遅延器101と、周波数オフセット推定器102と、遅延制御器103と、周波数補正值算出器104と、周波数補正器105と、周波数補正器106、チャンネル推定用平均器107と、から主に構成される。

【0020】

実施の形態1において採用する無線フレームフォーマットは、本実施の形態の特徴を明確にするため、従来の場合と同一とする。図2は、本実施の形態に係る微調AFC回路100の各部で処理される信号のタイミング図である。

【0021】

微調AFC回路100は、実数成分Iおよび虚数成分Qを有する受信信号を入力する。受信信号は、遅延器101と、周波数オフセット推定器102と、遅延制御器103とに入力される。

【0022】

遅延器101は、受信信号を、先行既知シンボル L_1 のシンボル長に相当する $64T$ 遅延して、周波数オフセット推定器102に出力する。

【0023】

周波数オフセット推定器102は、受信信号と、遅延器101からの受信信号を $64T$ 遅延させた信号とで自己相関演算を行い、自己相関結果のI成分(I')及び(Q')を積分した値から、周波数オフセット推定を行う。具体的には、周波数オフセット推定器102は、内蔵したCORDIC(Coordinate Rotation Digital Computer)回路等を用いて $ATAN(Q'/I')$ を算出する。算出された $ATAN$ は $64T$ 分の周波数オフセット(64)をあらわすので、周波数オフセット推定器102は、算出した周波数オフセット(64)を $1/64$ することにより $1T$ 当りの周波数オフセット、すなわち回転角(1)を推定する。このように、受信信号の受信後 $160T(32T+64T+64T)$ までに、周波数オフセット推定が完了する。この結果、周波数オフセット推定器102は、基準である1サンプルクロックに応じた回転角(1)を周波数補正值算出器104に出力する。周波数補正值算出器104は、この(1)を受けてサンプルクロックの任意のタイミング t における周波数補正值である回転角(t)を出力する準備が整う。

【0024】

遅延制御器103は、遅延器101と同時に遅延動作を開始し、先行既知シンボル L_1 のシンボル長 $64T$ の時間差を有する受信信号の $144T$ 遅延信号および $80T$ 遅延信号の2つの信号を得、それぞれを周波数補正器105および周波数補正器106に出力する。このように、遅延制御器103の両出力に $64T(144T-80T)$ の時間差を設けるのは、既知シンボル L_1 および L_2 についての周波数補正器105および周波数補正器106に対する出力タイミングを一致させるためである。また、遅延制御器103が受信信号を $144T$ 遅延するのは、先頭のGI(その長さ $32T$)の中央タイミングから周波数補正器105の補正動作を開始し、続いて先行既知シンボル L_1 に対応する信号の周波数補正を行うためである。

【0025】

周波数補正值算出器104は、補正開始後サンプルクロック毎に応じた回転角(t)を周波数補正器105および周波数補正器106に出力する。具体的には、周波数補正值算出器104は、遅延制御器103の出力信号の補正開始タイミング以降、回転角(1)、(2)、(3)・・・を周波数補正器105に順次出力し、周波数補正器106には(64)、(65)、(66)・・・を出力する。

10

20

30

40

50

【0026】

これによって、周波数補正器105は、(1)ないし(16)によってGI相当部分が周波数補正し、(17)ないし(80)によって先行既知シンボルL1を周波数補正する。また、周波数補正器106は、(65)ないし(80)で先行既知シンボルL1の後16Tサイクルクロック相当部の周波数補正をし、(81)ないし(144)によって後行既知シンボルL2を周波数補正する。これによって、周波数補正器105および周波数補正器106は、それぞれ先行既知シンボルL1および後行既知シンボルL2をサンプルクロック毎に並列して周波数補正し、かつ同じタイミングで周波数補正を終了する。周波数補正器105および周波数補正器106は、周波数補正をした信号を、チャンネル推定用平均器107に出力する。

10

【0027】

チャンネル推定用平均器107は、サンプルクロック毎に両入力を加算後平均化しチャンネル推定を行う。

【0028】

以下、図2のタイミング図に基づき、微調AFC回路100の動作を説明する。

【0029】

まず遅延器101は、受信信号を64T遅延し、両既知シンボルL1とL2を同じタイミングで周波数オフセット推定器102に入力する。これによって、周波数オフセット推定器102は、ロングトレイニングシンボルの両既知シンボルL1とL2の入力が終了するタイミングには、周波数オフセット推定を終了する。周波数オフセット推定を終了すると直ちに、周波数オフセット推定器102は、周波数補正值算出器104に、1サイクルクロックの回転角(1)を出力する。これによって、周波数補正值算出器104は、先行既知シンボルL1に対して、回転角(1)、(2)、(3)・・・を順次出力する準備が整い、また後行既知シンボルL2に対して、(65)、(66)・・・を順次出力する準備が整う。これによって、チャンネル推定のための補正が可能となる。

20

【0030】

遅延制御器103は、遅延器101と同時に遅延動作を開始し、受信信号を144Tおよび80T遅延する。遅延制御器103は、144T遅延した信号を周波数補正器105に出力し、受信信号を80T遅延した信号を周波数補正器106に出力する。これによって、周波数補正器105および周波数補正器106は、先行既知シンボルL1および後行既知シンボルL2を同時並行的に周波数補正することができる。

30

【0031】

周波数補正器105は、遅延制御器103から先行既知シンボルL1が一方側を入力しているタイミングに、他方側に、周波数補正值算出器104から(1)、(2)、(3)・・・(16)、(17)・・・(t)・・・(80)・・・と各サンプルクロックにおける回転角(t)を、順次入力する。これによって、周波数補正器105は、ロングトレイニングシンボルの先行既知シンボルL1について、サンプルクロック毎に周波数補正を行う。

【0032】

同時に、周波数補正器106は、遅延制御器103から後行既知シンボルL2を一方側に入力しているタイミングに、他方側に、周波数補正值算出器104から(65)、(66)・・・(81)・・・(t)・・・(144)・・・と回転角(t)を、順次入力する。これによって、周波数補正器106は、後行既知シンボルL2について、サンプルクロック毎に周波数補正を行う。

40

【0033】

このようにして、周波数補正器105および周波数補正器106での周波数補正は並列して行われ、かつ同じタイミングに終了する。

【0034】

次に、チャンネル推定用平均器107は、周波数補正器105および周波数補正器106

50

の出力を入力し、両出力を加算後平均化して、平均値を出力する。チャンネル推定用平均器 107 は、周波数補正器 105 および周波数補正器 106 の周波数補正が終了するタイミングには、平均値をチャンネル推定データとして出力する。以下チャンネル推定用平均器 107 は、周波数補正された GI に相当する信号、データ (DATA) に相当する信号を順次出力する。

【0035】

以上のように、本実施の形態によれば、周波数オフセット推定動作中に、周波数補正のための受信信号の遅延動作を並行して行うようにしたので、従来に比べて、処理の時間的効率が上昇し、応答速度の速い AFC 回路を実現することができる。特に、受信性能向上のためロングトレイニングシンボルの L_1 および L_2 のシンボル長が長く設定され、周波数補正のための処理時間が大きくなる場合に、本実施の形態の効果は大きい。

10

【0036】

(実施の形態 2)

実施の形態 1 においては、受信信号の無線フレームフォーマットは、ロングトレイニングシンボル部分が二つの既知シンボル L_1 、 L_2 であるものについて説明した。これは、一つのアンテナで受信信号を受信する場合に該当する。しかし、本発明は、これに限られず、複数のアンテナを用いて受信する SDM (Space Division Multiplexing) 伝送方式や STC (Space-Time Coding) 伝送方式においても採用できる。そのためロングトレイニングシンボル部分に既知シンボルが 4 個以上設けられる場合においても、適用可能である。以下、SDM 方式や STC 方式で受信する本発明の実施の形態 2 について説明する。

20

【0037】

図 3 は、本発明の実施の形態 2 に係る微調 AFC 回路 300 の構成を示すブロック図である。図 3 において、図 1 と共通する構成については、図 1 と同一の参照符号を付す。図 3 において、遅延制御器 303 は、受信信号を無線フレームフォーマットに従い遅延する。周波数補正值算出器 304 は、遅延制御器 303 の出力タイミングに応じた回転角 (θ) を周波数補正器 105 および周波数補正器 106 に出力する。

【0038】

図 4 は、本発明の実施の形態 2 に係る微調 AFC 回路の各部で処理される信号のタイミング図である。図 4 において、図 2 と同じ部分については説明を省略する。図 4 の受信信号で示すように、本実施の形態においては、無線フレームフォーマットは、先頭の GI ($32T$)、既知シンボル L_1 ($64T$)、既知シンボル L_2 ($64T$)、2 番目の GI ($32T$)、既知シンボル L_3 ($64T$)、既知シンボル L_4 ($64T$) でロングトレイニング部が構成され、以下実施の形態 1 の場合と同様 $16T$ の GI とデータ (DATA) 部が順次割り当てられる。

30

【0039】

実施の形態 2 に係る微調 AFC 回路 300 は、実施の形態 1 の微調 AFC 回路 100 同様、先頭の GI の中央タイミングから周波数補正を行うが、既知シンボル L_3 と既知シンボル L_4 に対応する信号を周波数補正するため、第 2 の GI の中央タイミングの回転角 (161) と、既知シンボル L_3 の $16T$ 前の回転角 (225) のタイミングを利用する。

40

【0040】

以下、図 3 および図 4 に従い微調 AFC 回路 300 の動作を説明する。

【0041】

実施の形態 1 と同様、周波数オフセット推定器 102 は、受信信号および遅延器 101 からの遅延信号を受けて周波数オフセット推定を行い、1 サイクルクロックの回転角 (1) を周波数補正值算出器 304 に出力する。これによって周波数補正值算出器 304 は、既知シンボル L_1 および既知シンボル L_4 に対する、回転角 (1)、(2)、(3) \dots (17) \dots (80)、(225) \dots を順次出力する準備が整い、また既知シンボル L_2 および既知シンボル L_3 に対する、回転角 (65)、

50

(66)・・・(144)、(161)・・・を順次出力する準備が整う。

【0042】

遅延制御器303は、既知シンボルL₁および既知シンボルL₂に対応する信号によりチャンネル推定を行うため、遅延動作の最初において、実施の形態1における遅延制御器103と同様、周波数補正器105に受信信号を144T遅延した信号を出力し、周波数補正器106には80T遅延した信号を出力する。

【0043】

次に周波数補正器105および周波数補正器106に対しては、実施の形態1の場合と同様、サンプルクロックに応じた回転角(t)が入力され、周波数補正される。周波数補正された信号は、周波数補正器105および周波数補正器106からチャンネル推定用平均器107に出力され、チャンネル推定用平均器107は、既知シンボルL₁および既知シンボルL₂に対応するチャンネル推定データを出力する。

10

【0044】

以上は、実施の形態1の場合と同様である。すなわち、周波数オフセット推定器102によるオフセット推定動作と並列して、遅延制御器303の遅延動作を開始するので、微調AFC回路300の応答速度を速くすることができる。

【0045】

次に、遅延制御器303は、144T遅延した受信信号における既知シンボルL₁の出力を完了すると、遅延動作を切り替え、受信信号の既知シンボルL₄の16T前からに相当する信号を周波数補正器105に出力する。また、遅延制御器303は、80T遅延した受信信号における既知シンボルL₂の出力を完了すると、遅延動作を切り替え、受信信号の2番目のGIの中央タイミングからに相当する信号を周波数補正器106に出力する。

20

【0046】

この遅延制御器303の前記遅延動作切り替えに同期して、周波数補正值算出器304は、回転角(225)、(226)・・・を周波数補正器105に順次出力し、周波数補正器106には回転角(161)、(162)・・・を順次出力する。

【0047】

これによって、周波数補正器105は既知シンボルL₄に対応する信号を周波数補正してチャンネル推定用平均器107に出力する。同時に周波数補正器106は、既知シンボルL₃に対応する信号を周波数補正してチャンネル推定用平均器107に出力する。

30

【0048】

チャンネル推定用平均器107は、周波数補正器105および周波数補正器106の出力を加算後平均化し、GIに対応する信号に続いて、既知シンボルL₃およびL₄に基づくチャンネル推定データを出力する。以下、チャンネル推定用平均器107は、周波数補正されたGI相当信号、データ(DATA)信号を順次出力する。

【0049】

以上のように本実施の形態によれば、既知シンボルL₁およびL₂に基づくチャンネル推定データ算出すると、遅延制御器303の遅延動作切り替えにより直ちに、既知シンボルL₃およびL₄に基づくチャンネル推定データの算出を行うので、AFC回路の処理速度を高めることができる。すなわち、ロングトレイニング部にL₁およびL₂の第1組とL₁およびL₂の第2組の既知シンボルを設定する場合も、各既知シンボルに関する処理が直列的に行われるとはないので、AFC回路の応答速度を高くすることができる。このように本実施の形態に係るAFC回路は、既知シンボルを4個以上設ける場合も応答速度を高くできるので、SDM方式やSTC方式による無線通信を高速化することができる。

40

【0050】

なお上記各実施の形態では、チャンネル推定用平均器107は、周波数補正器105および周波数補正器106の出力をベクトル的な単純加算する例で説明したが、本発明はこれに限られず周波数補正器105および周波数補正器106の出力を複数段入力してそれら

50

の加重平均をとり、加重平均値をチャンネル推定データとするようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明のAFC回路は、高速にAFCを行うことができるので、無線LANやETC、デジタル地上波放送などで採用されている変調方式の高速化に有用である。特に、OFDM変調方式による無線LANの規格としては、HiSWANa、IEEE802.11aが代表としてあげられるが、本発明はこれらの規格を実装する際にも有用である。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の実施の形態1に係る微調AFC回路の構成を示すブロック図

10

【図2】本発明の実施の形態1に係る微調AFC回路の各部で処理される信号のタイミング図

【図3】本発明の実施の形態2に係る微調AFC回路の構成を示すブロック図

【図4】本発明の実施の形態2に係る微調AFC回路の各部で処理される信号のタイミング図

【図5】無線フレームフォーマットを示す図

【図6】従来のAFC回路の構成を示すブロック図

【図7】従来のAFC回路の各部で処理される信号のタイミング図

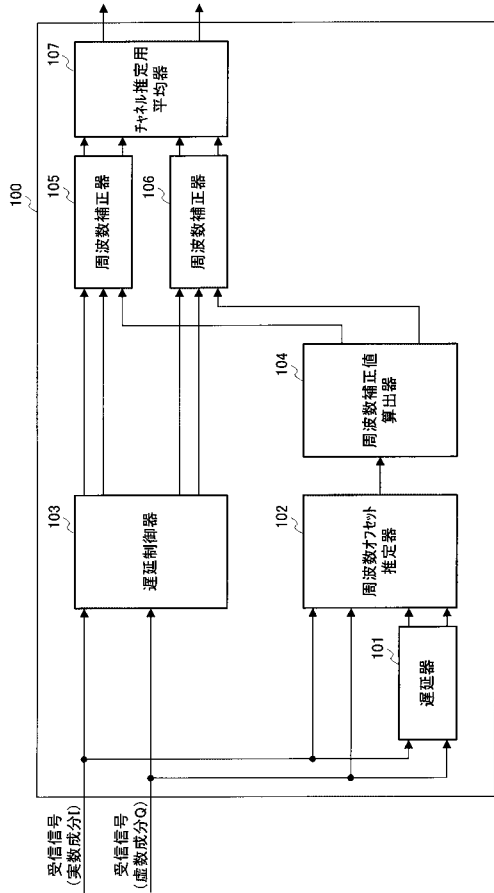
【符号の説明】

【0053】

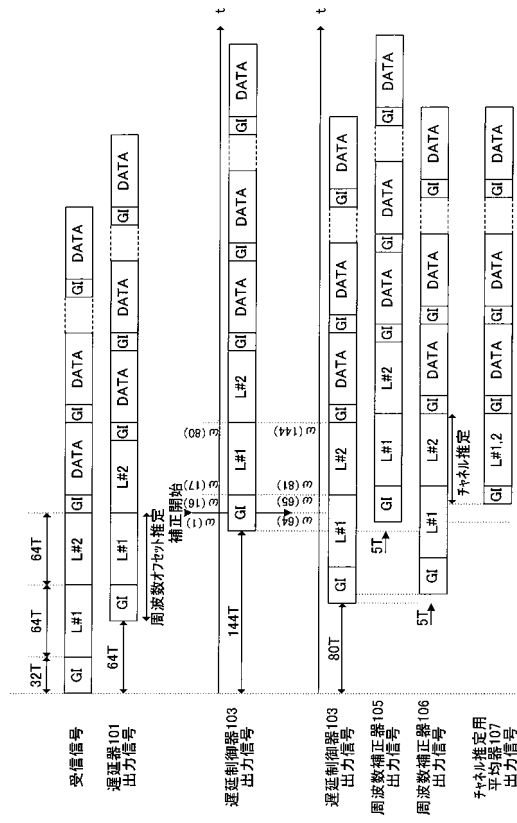
20

- 100 微調AFC回路
- 101 遅延器
- 102 周波数オフセット推定器
- 103、303 遅延制御器
- 104、304 周波数補正值算出器
- 105、106 周波数補正器
- 107 チャンネル推定用平均器

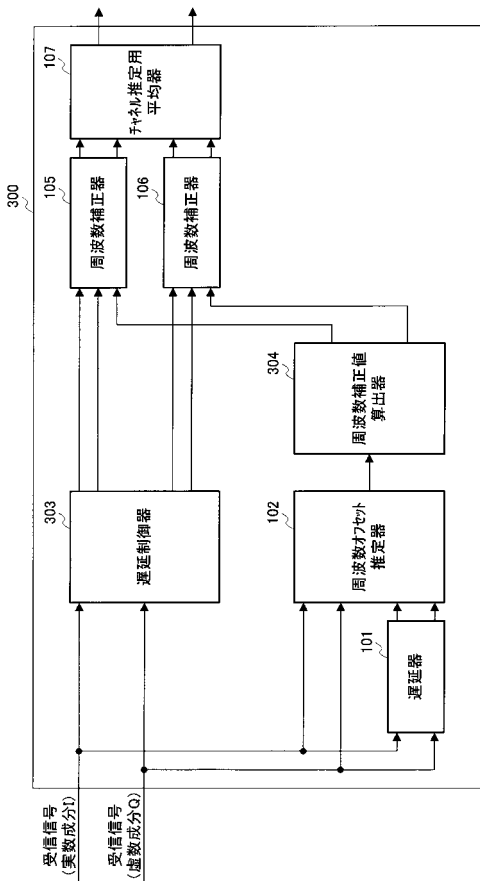
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

