

(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2007-324729

(P2007-324729A)

(43) 公開日 平成19年12月13日(2007.12.13)

(51) Int.C1.	F 1	テーマコード (参考)
HO4J 11/00 (2006.01)	HO4J 11/00	Z 5KO22
HO4B 1/713 (2006.01)	HO4J 13/00	E 5KO47
HO4L 7/00 (2006.01)	HO4L 7/00	F 5KO59
HO4B 7/26 (2006.01)	HO4B 7/26	N 5KO67
HO4B 7/08 (2006.01)	HO4B 7/08	A
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 25 頁) 最終頁に続く		
(21) 出願番号	特願2006-150207 (P2006-150207)	(71) 出願人 000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成18年5月30日 (2006.5.30)	(74) 代理人 100122884 弁理士 角田 芳末
		(74) 代理人 100133824 弁理士 伊藤 仁恭
		(72) 発明者 山菅 裕之 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ ニー株式会社内
		(72) 発明者 四谷 道夫 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ ニー株式会社内
		F ターム (参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD42 EE04 EE14 EE36
		最終頁に続く

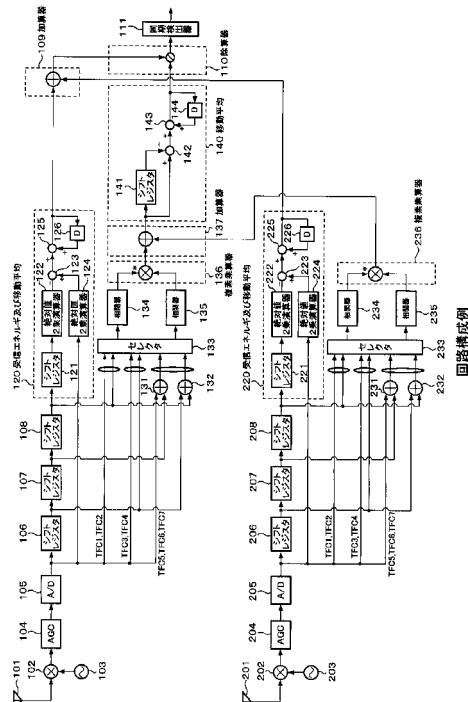
(54) 【発明の名称】受信方法及び受信機

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成で複数のパターンの同期信号に対応できる処理を、伝送帯域が複数用意されている場合にも対処できるようにする。

【解決手段】1単位の同期信号が繰り返し送信され、1単位ごとに設定される送信パターン及び1単位の信号極性パターンが複数存在する場合に適用し、個別に受信信号を得る複数のブランチの受信系を備えた構成とする。各ブランチにて、受信信号を1単位周期で複数段遅延させ、その複数段遅延された受信信号から少なくとも2つの遅延位置の受信信号を、異なる組み合わせで複数取り出し、その複数の組み合わせの受信信号の中から、受信する同期信号パターンに応じて選択された組み合わせの少なくとも2つの遅延位置の受信信号を選択する。選択されたそれぞれの受信信号から相關検出を各ブランチで行い、各ブランチでの相關検出信号を複素乗算した信号から移動平均を求めて、同期信号検出を行う。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

送信信号に含まれる既知の同期信号に基づいて受信信号の同期検出処理を行って前記送信信号を受信する受信方法であって、

前記既知の同期信号として、1単位の同期信号が所定周期繰り返し送信されると共に、前記1単位ごとに設定される送信周波数のパターン及び前記1単位ごとに設定される信号極性のパターンが複数存在する場合の受信方法において、

それぞれ個別に受信信号を得る複数のブランチの受信系を備えて、

各ブランチにて、受信信号を前記1単位周期で複数段遅延させ、その複数段遅延された受信信号から少なくとも2つの遅延位置の受信信号を、異なる組み合わせで複数取り出し、その複数の組み合わせの受信信号の中から、受信する同期信号パターンに応じて選択された組み合わせの少なくとも2つの遅延位置の受信信号を選択し、

前記選択されたそれぞれの受信信号から相關検出を各ブランチで行い、

各ブランチでの相關検出信号を複素乗算した信号から移動平均を求めて、前記同期信号検出を行うことを特徴とする

受信方法。

【請求項 2】

請求項1記載の受信方法において、

各ブランチにて、受信信号から受信エネルギー及び移動平均を求め、その求められた値で、前記複素乗算信号から求められた移動平均の値を除算し、その除算された信号から同期信号検出を行うようにしたことを特徴とする

受信方法。

【請求項 3】

請求項2記載の受信方法において、

各ブランチにて、異なる周波数帯で受信待ち受けを行い、

各ブランチの受信信号から受信エネルギー及び移動平均を求め、その求められた各ブランチの値で、前記複素乗算信号から求められた移動平均の値を除算し、その除算された信号から同期信号検出を行うようにしたことを特徴とする

受信方法。

【請求項 4】

請求項1記載の受信方法において、

前記各ブランチの受信系では、それぞれ別の周波数を受信し、良好に受信したブランチの受信信号から同期信号検出を行うことを特徴とする

受信方法。

【請求項 5】

請求項1記載の受信方法において、

前記各ブランチの受信系では、それぞれ別の周波数を受信し、各ブランチの受信信号を合成して同期信号検出を行うことを特徴とする

受信方法。

【請求項 6】

請求項1記載の受信方法において、

前記送信信号として、周期的に送信周波数を変化させる周波数ホッピングを行う送信信号であり、

前記各ブランチは、前記周波数ホッピングで変化する複数の送信周波数の中のそれぞれ異なる送信周波数の信号を受信して、受信待ち受けを行うことを特徴とする

受信方法。

【請求項 7】

請求項6記載の受信方法において、

前記複素乗算した前記各ブランチの信号を、前記周波数ホッピングで送信周波数が変化する周期に対応した期間、シフトさせて加算し、その加算信号の移動平均を求めて、前記

10

20

30

40

50

同期信号検出を行うことを特徴とする

受信方法。

【請求項 8】

請求項 6 記載の受信方法において、

各ブランチで受信した送信周波数が異なる受信信号の同期信号検出結果を比較して、前記周波数ホッピングを行っているバンドグループを判別することを特徴とする

受信方法。

【請求項 9】

送信信号に含まれる既知の同期信号に基づいて受信信号の同期検出処理を行って前記送信信号を受信する受信機であって、

前記既知の同期信号として、1単位の同期信号が所定周期繰り返し送信されると共に、前記1単位ごとに設定される送信周波数のパターン及び前記1単位ごとに設定される信号極性のパターンが複数存在する場合における受信機において、

それぞれ受信周波数を個別に設定可能な複数のブランチを有し、それぞれのブランチとして、

受信信号を前記1単位周期で複数段遅延させる遅延手段と、

前記遅延手段で複数段遅延された受信信号から少なくとも2つの遅延位置の受信信号を、異なる組み合わせで複数取り出し、その複数の組み合わせの受信信号の中から、受信する同期信号パターンに応じて選択された組み合わせの少なくとも2つの遅延位置の受信信号を選択する選択手段と、

前記選択手段で選択されたそれぞれの受信信号から相關検出を行う複数の相關検出手段と、

前記複数の相關検出手段で検出された相關検出信号を複素乗算する複素乗算手段とを備え、

さらに、各ブランチの前記複素乗算手段で複素乗算された信号から移動平均を求める移動平均検出手段と、

前記移動平均検出手段で検出された移動平均から同期信号検出を行う同期検出手段とを備えたことを特徴とする

受信機。

【請求項 10】

請求項 9 記載の受信機において、

各ブランチが、受信信号から受信エネルギー及び移動平均を算出する受信エネルギー及び移動平均算出手段を備えて、

前記それぞれのブランチの受信エネルギー及び移動平均算出手段で算出された値で、前記移動平均検出手段の検出値を除算して、その除算された信号を前記同期検出手段に送る除算手段を備えたことを特徴とする

受信機。

【請求項 11】

請求項 10 記載の受信機において、

各ブランチの受信手段毎に、異なる周波数帯で受信待ち受けを行い、

前記それぞれのブランチの受信エネルギー及び移動平均算出手段で算出された値で、前記移動平均検出手段の検出値を除算して、その除算された信号を前記同期検出手段に送る除算手段を備えたことを特徴とする

受信機。

【請求項 12】

請求項 9 記載の受信機において、

各ブランチの受信手段毎に、異なる周波数帯で受信待ち受けを行い、

前記各ブランチの受信周波数設定手段で受信した信号の内の、良好に受信したブランチの受信信号を選択して、前記同期検出手段に送るセレクタを備えたことを特徴とする

受信機。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

請求項 9 記載の受信機において、各ブランチの受信手段毎に、異なる周波数で受信待ち受けを行い、各ブランチの受信信号を合成して、合成された信号を前記同期検出手段に送る合成手段を備えたことを特徴とする受信機。

【請求項 1 4】

請求項 9 記載の受信機において、各ブランチの受信手段毎に、それぞれ別の周波数ホッピング状態の受信周波数設定で受信待ち受けを行うことを特徴とする受信機。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 4 記載の受信機において、前記複素乗算した前記各ブランチの信号を、前記周波数ホッピングで送信周波数が変化する周期に対応した期間、シフトさせるシフト手段と、前記シフト手段でシフトされたブランチの信号と、シフトされていないブランチの信号とを加算する加算手段と、

前記加算手段の出力から移動平均を求める移動平均算出手段とを備えて、前記移動平均算出手段の出力から前記同期検出手段は同期信号検出を行うことを特徴とする受信機。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 4 記載の受信機において、各ブランチで受信した送信周波数が異なる受信信号の同期信号検出結果を比較して、前記周波数ホッピングを行っているバンドグループを判別する判別手段を備えたことを特徴とする受信機。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、無線又は有線のデジタル通信システムで受信する際に同期を確立するための処理を行う受信方法及びその受信方法を適用した受信機に係り、特に、ブリアンブル相関を用いた同期タイミングの検出を行なう技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

デジタル通信において、受信回路で復調を行うためには、まず受信信号の同期を確立することが必要である。図 2 1 に従来の同期回路の構成例を示す。ここでは、送信信号には同期タイミングの検出等に用いる同期信号を含むブリアンブル信号が組み込まれているものとする。

40

【0 0 0 3】

まず、アンテナ 1 で受信した R F 周波数帯の受信信号は、搬送波信号発生器 3 で生成される搬送波信号を用いて、周波数変換器 2 で、ベースバンド帯の受信ベースバンド信号に周波数変換される。次に、この受信ベースバンド信号は、A G C (自動ゲインコントロール) 回路 4 で所定レベルの受信信号に調整された後、A / D 変換器 5 により、サンプリングされデジタル信号に変換される。

【0 0 0 4】

変換されたデジタル受信信号は、相関器 6 に送られて、受信ベースバンドデジタル信号と既知のブリアンブルコードとの相関をとって、相関値を出力する。この相関値は一般に複素数であるため、絶対値 2 乗演算器 8 により絶対値 2 乗を求め、極大値検出回路 9 に出力する。この極大値検出器 8 では、相関値の極大、あるいは、あらかじめ決められた閾値

50

を越えるタイミングを同期タイミングとして出力する。

【0005】

この図21に示した同期検出構成は一般的な受信構成であるが、近年、無線伝送される信号として、比較的複雑な同期信号パターンの信号のものが存在し、同期信号を検出する構成が非常に複雑なものになってしまう場合がある。

【0006】

即ち、例えば近年、「ウルトラワイドバンド（UWB）通信」と呼ばれる、きわめて微弱なインパルス列に情報を載せて無線通信を行なう方式が、近距離超高速伝送を実現する無線通信システムとして注目され、その実用化が期待されている。現在、IEEE802.15.3規格などにおいて、このようなウルトラワイドバンド通信のアクセス制御方式として、プリアンブルを含んだパケット構造のデータ伝送方式が提案されている。10

【0007】

一般に、室内で無線ネットワークを構築した場合、受信装置では直接波と複数の反射波・遅延波の重ね合わせを受信するというマルチパス環境が形成され、遅延ひずみに起因するシンボル間干渉が生じる。このため、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing：直交周波数分割多重）方式に代表されるマルチキャリア伝送方式が適用される。。20

【0008】

例えば、IEEE802.15.3規格でも、OFDM変調方式を採用したUWB通信方式についての標準化が進められている。OFDM_UWB通信方式の場合、3.1~4.8GHzの周波数帯をそれぞれ528MHz幅からなる3つのサブバンドを周波数ホッピング（FH）し、各周波数帯が128ポイントからなるIFFT/FFTを用いたOFDM変調が検討されている。20

【0009】

特許文献1には、この種の信号から同期検出を行う場合の例についての開示がある。

【特許文献1】特開平11-215097号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

このIEEE802.15.3規格で規定された通信方式のように、周波数ホッピングを行うOFDM方式を通常Multi-Band OFDM（MB-OFDM）方式というが、この方式では、同期獲得用信号であるプリアンブル送信においてもホッピングを行い、さらに、そのホッピングパターンとデータ送信パターン（これをTime Frequency Code；以下TFCという）も様々なタイプを有することが規定されている。30

【0011】

即ち、例えば図22に示すように、TFC1からTFC7まで7つのパターンが規定されて、その7つのパターンのいずれかで、同期信号であるプリアンブル信号を送信するようにしてある。具体的には、送信される周波数として、 f_1, f_2, f_3 の3つの周波数が用意され、この3つの周波数 f_1, f_2, f_3 のいずれかを使用して、1単位のプリアンブル信号（同期信号）を24回（24スロット）繰り返し送るようにしてある。図22では、12周期だけを示してある。40

【0012】

各パターンについて説明すると、TFC1のパターンでは、図22（a）に示すように、1単位のプリアンブル信号（同期信号）ごとに、周波数 f_1, f_2, f_3 の順に変化させる。TFC2のパターンでは、図22（b）に示すように、1スロットのプリアンブル信号ごとに、周波数 f_1, f_3, f_2 の順に変化させる。TFC3のパターンでは、図22（c）に示すように、2スロットのプリアンブル信号ごとに、周波数 f_1, f_2, f_3 の順に変化させる。TFC4のパターンでは、図22（d）に示すように、2スロットのプリアンブル信号ごとに、周波数 f_1, f_3, f_2 の順に変化させる。TFC5のパターンでは、図22（e）に示すように、全てのスロットのプリアンブル信号を周波数 f_1 で50

送信させ、TFC6のパターンでは、図22(f)に示すように、全てのスロットのプリアンブル信号を周波数f2で送信させ、TFC7のパターンでは、図22(g)に示すように、全てのスロットのプリアンブル信号を周波数f3で送信させる。また、ここでは示さないが(後述する実施の形態で説明する表2参照)、プリアンブル信号の信号極性(+又は-)についても、特定のパターンに設定してある。

【0013】

このようなTFCパターンを有する同期信号を受信して検出するためには、非常に複雑な同期検出回路が必要になるという問題があった。図23は、図22に示した7種類のプリアンブル信号TFC1～TFC7に対応した従来の受信構成例を示した図である。図23は、図22に示したA/D変換器5より後の同期検出構成を示してあり、端子10aに得られるデジタル信号を、受信エネルギー及び移動平均検出部10に送ると共に、複数の相関器31, 32, 33, 34, 35, 36に送るようにしてある。各相関器31～36は、受信信号と既知のプリアンブル信号パターンとの相関をとる回路である。

10

【0014】

ここで、相関器31には、端子10aに得られる信号を直接送り、相関器32には、端子10aに得られる信号をシフトレジスタ21で遅延させて供給する。シフトレジスタ21は、信号をプリアンブル信号の3スロット期間遅延させる遅延回路(ここでのプリアンブル信号の1スロットは165クロック周期)である。

【0015】

このように相関器31, 32に信号が供給されることで、例えば受信周波数が周波数f1～f3(図10)のいずれかで固定されているとすると、2つの相関器31, 32では3スロット差で相関が検出されることになり、それぞれでプリアンブル信号との相関が3スロットごとに同時に検出された場合に、TFC1又はTFC2のパターンの同期信号を検出したことになる。両相関器31, 32の検出出力は、複素乗算器41で複素乗算されて、TFC1又はTFC2のパターンを検出した相関検出信号となる。

20

【0016】

また、相関器33には、端子10aに得られる信号を直接送り、相関器34には、端子10aに得られる信号をシフトレジスタ22で遅延させて供給する。シフトレジスタ22は、信号をプリアンブル信号の1スロット期間遅延させる遅延回路である。

30

【0017】

このように相関器33, 34に信号が供給されることで、例えば受信周波数が周波数f1～f3(図22)のいずれかで固定されているとすると、2つの相関器33, 34では1スロット差で相関が検出されることになり、それぞれでプリアンブル信号との相関が6スロットごとに同時に検出された場合に、TFC3又はTFC4のパターンの同期信号を検出したことになる。両相関器33, 34の検出出力は、複素乗算器42で複素乗算されて、TFC3又はTFC4のパターンを検出した相関検出信号となる。

【0018】

また、相関器35には、端子10aに得られる信号とシフトレジスタ23で2スロット期間遅延させた信号とを加算器26で加算させた信号を供給する。相関器36には、端子10aに得られる信号をシフトレジスタ23で1スロット期間遅延させた信号とシフトレジスタ23で3スロット期間遅延させた信号とを加算器27で加算させた信号を供給する。

40

【0019】

このように相関器35, 36に信号が供給されることで、例えば受信周波数がプリアンブル信号の送信周波数と一致するとして、相関器35では1スロット目と3スロット目の加算信号から相関が検出され、相関器36では2スロット目と4スロット目の加算信号から相関が検出されることになり、それぞれでプリアンブル信号との相関が検出された場合に、TFC5, TFC6, TFC7のいずれかのパターンの同期信号を検出したことになる。両相関器35, 36の検出出力は、複素乗算器43で複素乗算されて、TFC5, TFC6, TFC7のいずれかのパターンを検出した相関検出信号となる。

50

【0020】

なお、対になった相関器 31 と 32、33 と 34、35 と 36 は、所定の時間シフトを行なった信号の相関値を出力することになる。

ここではプリアンブル信号の信号極性のパターンについて特に説明していないが（後述する実施の形態で詳細に説明）、プリアンブル信号は、送信される 24 スロットの内の特定のスロット位置でのみ、極性が反転しているため、対になった相関器出力の複素乗算された結果が、その位置においてのみ極大値（あるいは極小値）になって、同期検出できるようにしてある。

【0021】

各複素乗算器 41、42、43 の出力は、セレクタ 44 に供給されて、そのときに受信されるプリアンブル信号パターンに応じた系が選択される。セレクタ 44 で選択された信号は、移動平均検出部 50 に送られて、移動平均が検出される。具体的には、入力した信号をシフトレジスタ 51 で遅延させた信号と遅延させてない信号との差分を減算器 52 で検出し、その減算器 52 の出力を加算器 53 に供給して、加算器 53 の出力を遅延回路 4 で 1 クロック期間させた信号と加算し、その加算出力を移動平均信号とする。

【0022】

移動平均検出部 50 で検出された移動平均信号は、除算器 61 に供給されて、受信エネルギー及び移動平均検出部 10 が出力する受信エネルギーの平均値で除算されて、信号レベルを一定範囲とする規格化が行われ、除算器 61 の出力を同期検出器 62 に供給して、同期検出タイミングを確定させる同期検出処理を行う。

【0023】

なお、受信エネルギー及び移動平均検出部 10 では、入力信号をシフトレジスタ 11 で 6 スロット周期遅延させた信号を絶対値 2 乗演算器 12 で絶対値 2 乗演算するとともに、入力信号を直接絶対値 2 乗演算器 13 に供給して絶対値 2 乗演算し、両信号の差分を減算器 14 で得て、受信エネルギーを得る。その得られた受信エネルギーの値は、加算器 15 に供給し、加算器 15 の出力を遅延回路 16 で 1 クロック期間させた信号と加算し、その加算出力を移動平均信号と、その受信エネルギーの移動平均を除算器 61 に供給する。

【0024】

このようにして同期検出が行われるが、受信するプリアンブル信号パターン毎に、個別の相関検出器及び複素乗算器と、各相関検出器に接続されたシフトレジスタが必要であり、回路構成が非常に複雑になってしまふ。即ち、1 つの受信機で、様々なホッピングパターン、データ送信パターンで送信されたプリアンブル信号を受信する場合、当然、ひとつの同期獲得アルゴリズムでは同期獲得が困難であり、複数のアルゴリズムを持たざるを得ないため、図 23 に示したように非常に構成が複雑化してしまう。つまるところ、受信機の同期検出部は複雑なものになり、デジタル回路は大きくなり、携帯性やコストの面で不利になることは必至である。

【0025】

また、この種の伝送を行う際には、伝送周波数帯域として複数の帯域を用意して、システム構成により異なる伝送帯域を隣接したエリアで配置する場合や、或いは 1 つのエリア内でも伝送帯域を周期的に切替える周波数ホッピングを行う場合がある。このように複数の伝送帯域が存在するシステムの場合で、効率的な待ち受けを行うためには、用意されたそれぞれの伝送帯域ごとに受信して同期検出を行う受信処理系（プランチ）が、伝送帯域の数に対応して複数必要になる。このように複数のプランチを備える構成とすると、さらに同期検出処理の構成が複雑化してしまう問題があった。

【0026】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、簡単な構成で複数のパターンの同期信号に対応できる処理を、伝送帯域が複数用意されている場合にも対処できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0027】

10

20

30

40

50

本発明は、受信する既知の同期信号として、1単位の同期信号が所定周期繰り返し送信されると共に、1単位ごとに設定される送信周波数のパターン及び1単位ごとに設定される信号極性のパターンが複数存在する場合において、それぞれ個別に受信信号を得る複数のプランチの受信系を備えた構成とした。そして、各プランチにて、受信信号を1単位周期で複数段遅延させ、その複数段遅延された受信信号から少なくとも2つの遅延位置の受信信号を、異なる組み合わせで複数取り出し、その複数の組み合わせの受信信号の中から、受信する同期信号パターンに応じて選択された組み合わせの少なくとも2つの遅延位置の受信信号を選択する。選択されたそれぞれの受信信号から相関検出を各プランチで行い、各プランチでの相関検出信号を複素乗算した信号から移動平均を求めて、同期信号検出を行うようにしたものである。

10

【0028】

このようにしたことで、各プランチで、相関検出手段の入力段で、同期信号パターンに応じた選択処理を行うので、プランチごとに1組の相関検出手段でいずれのパターンの同期信号であっても相関検出できるようになる。

【発明の効果】

【0029】

本発明によると、プランチごとに1組の相関検出手段でいずれのパターンの同期信号であっても、優れた特性で相関検出でき、多数の同期信号パターンに対応した同期検出のための構成を簡単にすることができます。従って、各プランチで同時に複数の同期検出が可能になり、例えば伝送帯域が複数用意されたシステムでの同期検出効率を向上させることが可能となる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の一実施の形態を、図1～図17を参照して説明する。

【0031】

本例においては、IEEE802.15.3規格で規定されたMB-OFDM方式の無線伝送信号を受信する受信機に適用した例としてある。まず、本例の場合に受信する信号の同期信号であるプリアンブル信号パターンについて説明すると、プリアンブル信号パターンは、既に図10で説明したように、TFC1～TFC7の7つのパターンを有する。図10に示したTFC1～TFC7の7つのパターンの周波数変化は、表1に示す通りである。

30

【0032】

【表1】

TFC番号	プリアンブル パターン番号	シーケンス番号	6周期の周波数(以後繰返し)					
			f1	f2	f3	f1	f2	f3
TFC1	1	1	f1	f2	f3	f1	f2	f3
TFC2	2	1	f1	f3	f2	f1	f3	f2
TFC3	3	2	f1	f1	f2	f2	f3	f3
TFC4	4	2	f1	f1	f3	f3	f2	f2
TFC5	5	3	f1	f1	f1	f1	f1	f1
TFC6	5	3	f2	f2	f2	f2	f2	f2
TFC7	5	3	f3	f3	f3	f3	f3	f3

40

【0033】

また本例の場合には、1単位(1スロット)のプリアンブル信号は、24スロット(24周期)連続して送信されるように構成してあり、各スロットのプリアンブル信号の極性としては、表2に示す3つのパターン(シーケンス番号1～3)に分類される。表2で -

50

1と示されるスロットで、マイナスの極性となる。ここで極性がマイナスの状態とは、プラスの極性の符号系列に対して、全て符号が反転した符号系列である状態である。

【0034】

【表2】

周期	シーケンス番号		
	1(TFC1, 2)	2(TFC3, 4)	3(TFC5, 6, 7)
0	1	1	-1
1	1	1	-1
2	1	1	-1
3	1	1	-1
4	1	1	-1
5	1	1	-1
6	1	1	-1
7	1	1	1
8	1	1	-1
9	1	1	-1
10	1	1	1
11	1	1	-1
12	1	1	-1
13	1	1	1
14	1	1	-1
15	1	1	-1
16	1	1	1
17	1	1	-1
18	1	1	-1
19	1	-1	1
20	1	1	-1
21	-1	-1	1
22	-1	1	1
23	-1	-1	1

10

20

30

40

【0035】

表2から判るように、いずれのパターンの場合であっても、24スロット期間の最後のスロット期間の近傍で、プリアンブル信号の極性が反転するパターンとしてあり、その極性の反転を検出して、同期検出を行うようにしてある。なお、本例の場合には、受信処理を行う場合に、受信する信号がどのパターンのプリアンブル信号であるかが、予め判っているものとする。

【0036】

図1は、本例の受信機の同期検出までの構成を示してある。本例においては、複数の受信系で構成される複数のブランチを備えた受信機としてあり、それぞれのブランチでの受

50

信信号から同期検出を行う構成としてある。

図1の構成では、第1アンテナ101及び第2アンテナ201の2つのアンテナを備えて、それぞれのアンテナ101, 201に接続された回路処理系で、別のブランチが構成されている。まず第1アンテナ101の受信系で構成されるブランチについて説明すると、第1アンテナ101で受信したRF周波数帯の受信信号は、搬送波信号発生器103で生成される搬送波信号を用いて、周波数変換器102で、ベースバンド帯の受信ベースバンド信号に周波数変換される。次に、この受信ベースバンド信号は、AGC(自動ゲインコントロール)回路104で所定レベルの受信信号に調整された後、A/D変換器105により、サンプリングされデジタル信号に変換される。

【0037】

変換されたデジタル受信信号は、複数段直列に接続されたシフトレジスタ106, 107, 108で遅延させる。各シフトレジスタ106, 107, 108は、それぞれ受信するプリアンブル信号の1スロット期間(即ち165クロック期間)遅延させる遅延回路として機能する。

【0038】

シフトレジスタ108の出力は、受信エネルギー及び移動平均検出部120に供給される。受信エネルギー及び移動平均検出部120内では、供給された遅延信号を更にシフトレジスタ121で遅延させた後、絶対値2乗演算器122で絶対値2乗演算するとともに、A/D変換器105の出力を直接絶対値2乗演算器124に供給して絶対値2乗演算し、両信号の差分を減算器123で得る。減算器123で得た差分信号は、加算器125に供給し、加算器125の出力を遅延回路126で1クロック周期遅延させた信号と加算する。シフトレジスタ121では、プリアンブル信号の3スロット期間遅延させる(即ち495クロック期間遅延させる)処理が行われ、結果的に、2つの絶対値2乗演算器122, 124で6スロット期間タイミングが異なる信号の演算が行われることになる。両絶対値2乗演算器122, 124の演算出力は、減算器123で差分が検出され、その出力を加算器125に供給して、加算器125の出力を遅延回路126で1クロック期間させた信号と加算し、その加算出力を移動平均信号とする。このように構成したことで、受信エネルギーの移動平均を得る。

【0039】

受信エネルギー及び移動平均検出部120が出力する受信エネルギーの移動平均は、加算器109に供給し、別のブランチの移動平均と加算する(別のブランチの構成については後述する)。

【0040】

そして、A/D変換器105の出力とシフトレジスタ108の出力とを第1の組としてセレクタ133に供給し、またA/D変換器105の出力とシフトレジスタ106の出力とを第2の組としてセレクタ133に供給する。さらにA/D変換器105の出力とシフトレジスタ107の出力とを、加算器131で加算するとともに、シフトレジスタ106の出力とシフトレジスタ108の出力とを、加算器132で加算し、両加算器131, 132の加算出力を第3の組としてセレクタ133に供給する。

【0041】

セレクタ133では、この受信機が受信するプリアンブルパターンに応じて、第1の組から第3の組のいずれかが選択される。そして、選択された組の2つの信号の一方は、相關器134に供給されて、既知のプリアンブル信号パターンとの相關が検出される。また、選択された組の2つの信号の他方は、相關器135に供給されて、既知のプリアンブル信号パターンとの相關が検出される。

【0042】

2つの相關器134, 135の出力は、複素乗算器136に供給されて複素乗算され、その複素乗算された信号を、加算器137に供給する。加算器137では、別のブランチの複素乗算出力と加算する。

【0043】

10

20

30

40

50

加算器 137 の出力は、移動平均検出部 140 に供給して、相関検出信号の移動平均が検出されて、その検出された移動平均信号は、除算器 110 に供給し、受信エネルギー及び移動平均検出部 109 が出力する受信エネルギーの平均値で除算して、信号レベルを一定範囲とする規格化が行われ、除算器 110 の出力を同期検出器 111 に供給して、同期検出タイミングを確定させる同期検出処理を行う。

【0044】

次に、第 2 アンテナ 201 の受信系で構成されるブランチについて説明すると、第 2 アンテナ 201 で受信した R F 周波数帯の受信信号は、搬送波信号発生器 203 で生成される搬送波信号を用いて、周波数変換器 202 で、ベースバンド帯の受信ベースバンド信号に周波数変換される。周波数変換器 202 で受信される周波数帯については、第 1 アンテナ 101 の受信系で受信される周波数帯と等しい場合と、異なる場合とがある。周波数帯が異なる場合の、受信周波数帯の選定処理については後述する。受信ベースバンド信号は、A G C (自動ゲインコントロール) 回路 204 で所定レベルの受信信号に調整された後、A / D 変換器 205 により、サンプリングされデジタル信号に変換される。

【0045】

変換されたデジタル受信信号は、複数段直列に接続されたシフトレジスタ 206, 207, 208 で遅延させる。各シフトレジスタ 206, 207, 208 は、それぞれ受信するプリアンブル信号の 1 スロット期間 (即ち 165 クロック期間) 遅延させる遅延回路として機能する。

【0046】

シフトレジスタ 208 の出力は、受信エネルギー及び移動平均検出部 220 に供給される。受信エネルギー及び移動平均検出部 220 内では、供給された遅延信号を更にシフトレジスタ 221 で遅延させた後、絶対値 2 乗演算器 222 で絶対値 2 乗演算するとともに、A / D 変換器 205 の出力を直接絶対値 2 乗演算器 224 に供給して絶対値 2 乗演算し、両信号の差分を減算器 223 で得る。減算器 223 で得た差分信号は、加算器 225 に供給し、加算器 225 の出力を遅延回路 226 で 1 クロック周期遅延させた信号と加算する。シフトレジスタ 221 では、プリアンブル信号の 3 スロット期間遅延させる (即ち 495 クロック期間遅延させる) 処理が行われ、結果的に、2 つの絶対値 2 乗演算器 222, 224 で 6 スロット期間タイミングが異なる信号の演算が行われることになる。両絶対値 2 乗演算器 222, 224 の演算出力は、減算器 223 で差分が検出され、その出力を加算器 225 に供給して、加算器 225 の出力を遅延回路 226 で 1 クロック期間させた信号と加算し、その加算出力を移動平均信号とする。このように構成したことで、受信エネルギーの移動平均を得る。

【0047】

受信エネルギー及び移動平均検出部 220 が出力する受信エネルギーの移動平均は、加算器 209 に供給し、第 1 アンテナ 101 に接続されたブランチの移動平均と加算する。

【0048】

そして、A / D 変換器 205 の出力とシフトレジスタ 208 の出力とを第 1 の組としてセレクタ 233 に供給し、また A / D 変換器 205 の出力とシフトレジスタ 206 の出力とを第 2 の組としてセレクタ 233 に供給する。さらに A / D 変換器 205 の出力とシフトレジスタ 207 の出力とを、加算器 231 で加算するとともに、シフトレジスタ 206 の出力とシフトレジスタ 208 の出力とを、加算器 232 で加算し、両加算器 231, 232 の加算出力を第 3 の組としてセレクタ 233 に供給する。

【0049】

セレクタ 233 では、この受信機が受信するプリアンブルパターンに応じて、第 1 の組から第 3 の組のいずれかが選択される。そして、選択された組の 2 つの信号の一方は、相関器 234 に供給されて、既知のプリアンブル信号パターンとの相関が検出される。また、選択された組の 2 つの信号の他方は、相関器 235 に供給されて、既知のプリアンブル信号パターンとの相関が検出される。

【0050】

10

20

30

40

50

2つの相関器 234, 235 の出力は、複素乗算器 236 に供給されて複素乗算され、その複素乗算された信号を、加算器 237 に供給し、第1アンテナ 101 に接続されたブランチの複素乗算信号と加算する。

【0051】

各ブランチのセレクタ 133, 233 に供給される信号については、図 5 に示すように、既に図 1 で説明した第1の組 a と、第2の組 b と、第3の組 c の3つの組み合わせがあり、受信するプリアンブル信号パターンに応じて、セレクタ 133, 233 で何れかの組が選択される。ここでは、図 5 に詳細を示すように、受信するプリアンブル信号パターンが TFC1 又は TFC2 である場合に第1の組 a を選択し、受信するプリアンブル信号パターンが TFC3 又は TFC4 である場合に第2の組 b を選択し、受信するプリアンブル信号パターンが TFC5 ~ TFC7 のいずれかである場合に第3の組 c を選択して、セレクタ 133, 233 に接続された2つの相関器 134, 135 又は 234, 235 に受信信号を供給する。

【0052】

2つの相関器 134, 135 又は 234, 235 の相関検出信号としては、例えば図 9 に示すように、プリアンブル信号を検出しているとき極大値を持つようになる。図 1 の説明に戻ると、2つの相関器 134, 135 又は 234, 235 の相関検出値は、一方の複素共役をとった後で、複素乗算器 136 又は 236 で複素乗算する。このように複素乗算することで、極性の反転を検知することができる。そして、2つのブランチの複素乗算出力を加算器 137 で加算した後に移動平均検出部 140 に供給して、相関検出信号の移動平均を検出する。移動平均を検出する構成としては、入力した信号をシフトレジスタ 141 で遅延させた信号と遅延させてない信号との差分を減算器 142 で検出し、その減算器 142 の出力を加算器 143 に供給して、加算器 143 の出力を遅延回路 144 で1クロック期間遅延させた信号と加算し、その加算出力を移動平均信号とする。ここではシフトレジスタ 141 は、32クロック期間遅延させる。

【0053】

移動平均検出部 140 で検出された移動平均信号は、除算器 110 に供給されて、2つのブランチの受信エネルギー及び移動平均検出部 120, 220 が output する受信エネルギーの平均値を加算した信号で除算される。

【0054】

このように移動平均処理を行なうことで、マルチパスによる遅延波の重畠の影響を下げることができる。即ち、データに遅延波が重畠されていると、相関器出力の極大値は単峰とならず複数の山が発生し、またその山の高さもばらついてしまうため、同期判断が非常に難しくなる。移動平均処理を行うことで、複数の極大値をひとつの山に括り、またその高さのばらつきも小さく抑えることができるため、安定した同期獲得を行うことが可能となる。ここで、移動平均の次数はマルチパスの次数や使用環境、装置コストから最適化されるべきものであり、一意に決定することはできないが、図 1 の例は好適な一例を示してある。

【0055】

また、各ブランチの受信エネルギー及び移動平均検出部 120, 220 については、観測されたデータ系列の平均電力を算出するものであるが、入力としてデータ系列の絶対値 2 乗を使用し、ある適切な区間で移動平均をとることで平均電力を測定している。例えば、図 1 の例では、6スロット分 (990クロック区間) の移動平均を行っている。これは、受信するプリアンブル信号パターンの様々なデータ観測パターンから決定してある。もちろんこの区間も使用環境や装置のコスト等から最適化されるべきものであり、図 1 の構成に限定されるものではない。

【0056】

このようにして、各ブランチの複素乗算器 136, 236 の出力から移動平均されたデータを平均電力で規格化 (割り算) することにより、規格化されたデータを持って、同期判断を行い、同期を獲得することが可能となる。

10

20

30

40

50

【0057】

そして本例においては、各ブランチの受信エネルギーの移動平均を加算して得ると共に、各ブランチの複素乗算出力を加算して、移動平均を得て、同期検出器111で同期検出する構成としてあるので、各ブランチの受信に基づいた良好な同期検出が行える。

【0058】

ここで、受信するプリアンブル信号パターンがTFC1又はTFC2である場合を例に、図10に各部の処理により算出されるデータの詳細な説明を示す。この場合には、図10(a), (b)に示すように、相関器134, 135(又は相関器234, 235)にそれぞれ、時間遅れの無い信号データと、3スロット分遅延した信号データを入力する。その結果、それぞれの相関器出力は図10(c), (d)に示すように、鋭いピークをもつものが出来られる。この図10に示すピークは、マルチパスを考慮して遅延波も表現してある。それらの出力同士で片方を複素共役をとって複素乗算を行った結果が、図10(e)に示す波形である。この出力は図10(f)に示すようにマルチパスにより山が多く存在している。この山群は、移動平均処理により平均化され、図10(f)に示すように単峰になる。その後、このデータを平均電力で規格化(割り算)し、規格化されたデータを持って、同期判断を行い、同期を獲得することが可能になる。

10

【0059】

次に、本例での同期判断の処理について、図6のフローチャートを参照して説明する。この同期判断アルゴリズムは極大値検出部と閾値比較部の2段階構成となっている。

まず、バッファのデータとカウンタの初期値を0にセットしておく。新しいデータを取得する(ステップS11)。取得したデータは、バッファのデータと比較され(ステップS12)、もしバッファに格納されているデータよりも大きければ、バッファのデータに入れ替える(ステップS13)。バッファのデータは、新規データに対してあらかじめ決めた回数(MaxCount回)以上入れ替わりが発生しなければ、極大値と認定し、次の閾値比較に入っていく(ステップS14, S15)。つまり極大値は、そのデータ後32区間でさらに大きいものが観測されなければ、それを極大値と認定するのである。極大値と認定されればそれは同期の候補となる。

20

【0060】

次に極大値と認定されたデータが同期であるかどうかの判断を行なう(ステップS16)。この判断は、ある決められた閾値よりも大きいかどうかで行なう。もし、閾値よりも大きければ、同期と判断し、そうでなければ、同期と判断せず、継続となる。最上位のフローに戻り、新しいデータの取得から再開する。

30

【0061】

この場合、極大値と認定されたにもかかわらず同期でなかったため、今後のデータでこの極大値よりも小さい値で極大値を認定しても同期でないのは明らかであるため、今後のデータはこの極大値を越えるかどうかが必要になる。したがって、カウンタはリセットするが、バッファのデータはリセットしない。

【0062】

また、この図6のフローチャートに示したアルゴリズムでは、同期を複数回検出する可能性があるが、それをどう使用するかは設計依存であるため、ここでは深く言及しないが、例えば、最初の同期のみを同期とするようにすればよい。

40

【0063】

次に、このようにして同期検出される処理を、図7、図8を参照して、各プリアンブルパターン毎に詳細に説明する。

【0064】

まず、TFC1とTFC2のパターンの同期を獲得する処理を、図7(a)を参照して説明する。この2つのパターンの場合、受信機は、特定の1つの周波数で連続して受信すると、3スロットに1回の割合でデータを受信することになる。表2から判るように、最後の受信データのみ極性が負であり、それ以外のデータはすべて極性が正であるため、この正が負に変わることを利用して同期を取るものである。即ち、図7(a)の最後の斜線

50

を付与して示す 2 つのスロットのデータを相關検出した結果を複素乗算して、その複素乗算された値から同期検出を行う。

【 0 0 6 5 】

このようにして受信されるデータはプリアンブルデータであるため、相關器に通すと相關により極大値が現れる。図 9 に実際の相關器出力の一例を示す。したがって、このタイプの場合、3 スロットに 1 回の割合で極大値が現れることになる。最後のデータのみ極性が負であるため、この部分のスロットのみ負の極大値となる。

【 0 0 6 6 】

正が負に変化する部分を検出するためには、例えば、乗算を行えばよい。乗算はその性質から正と正を乗算すると正となるが、正と負を乗算すると負となるので、自分自身と 1 スロット前の相關器出力の乗算を行えば、最後の結果のみが負の値となり、正が負に変化する部分を検出することが可能になる。実際の受信データは複素数であるが、数学的には乗算を複素乗算に置き換えることで全く同様に検出できる。このように、出力が負になるところを検出し同期判断を行なえば、TFC1 と TFC2 のパターンの同期の獲得を行なうことが可能となる。

【 0 0 6 7 】

次に、TFC3 と TFC4 のパターンの同期を獲得する処理を、図 7 (b) を参照して説明する。この 2 つのパターンの場合にも、上述した TFC1 と TFC2 のパターンと同様な処理で同期を獲得することができる。即ち、図 7 (b) に示すように、2 スロット連続でデータが得られた後、4 スロットデータの無い状態が続くというパターンの繰り返しでデータが観測される。そして、最後の 2 つの観測データの後ろ側のデータの極性が反転することでデータが終了する。

【 0 0 6 8 】

この場合も、まず相關器を通し、極大値を出し、その後、複素乗算を行う。しかしながら、先ほどの TFC1, TFC2 の場合と異なるところは、データが来る場合には連続するため、複素乗算はある時刻のデータと 1 スロット前のデータとで行う必要がある。このようにすることで、TFC1, 2 のパターンの場合と全く同等の同期獲得を行なうことが可能となる。

【 0 0 6 9 】

次に、TFC5, TFC6, TFC7 のパターンの同期を獲得する処理を、図 7 (c) を参照して説明する。この場合にも、基本的な考え方は他の 2 つの場合と同じであるが、受信データの極性反転が、途中でも起こっているため、工夫が必要となる。本例では、4 スロット分のデータから 1 つおきに 2 つずつ取り出し、和（足し算）を行い、その和の結果同士を複素乗算する構成（図 5 の信号の組 c）としてある。これにより、途中で起こる極性反転の影響を無くすことができ、正しく負の極大値を得ることができる。

【 0 0 7 0 】

図 8 に、この TFC5, TFC6, TFC7 のパターンの同期を獲得する場合の詳細を示してある。TFC5, TFC6, TFC7 のパターンの場合、観測されるすべてのパターンは、図 8 のタイミング a ~ タイミング d の 4 つに分類される。例えば、タイミング a の場合、奇数番目のスロット同士と偶数番目同士の和を取って複素乗算を行うが、奇数番目同士は極性が異なるため、和を取ると 0 になってしまい。一方で偶数番目同士の和は負の値となるが、0 との乗算を行うと結果 0 となってしまい、このタイミング a のタイプでは、0 の出力しか出でこない。

【 0 0 7 1 】

次にタイミング b のタイプの場合、今度は、偶数番目同士の和が 0 になってしまふため、乗算結果は 0 になってしまい、このタイミング b のタイプでは、0 の出力しか出でこない。また、タイミング c のタイプの場合、奇数番目同士、偶数番目同士とも和が 0 になってしまふため、乗算結果は当然 0 になってしまい、このタイミング c のタイプでは、0 の出力しか出でこない。したがって、タイミング a ~ タイミング c の 3 つでは、極性反転が起こっているにもかかわらず出力は 0 となるため、この部分での同期検出は行なわれない

10

20

30

40

50

ことになり、所望の結果が得られたことになる。

【0072】

これに対して、同期が検出されるパターンであるタイミングdのタイプの場合、奇数番目同士の和が負の極大値となり、偶数番目同士の和が正の値となるため、乗算を行うと負の値を得ることができる。したがって、タイミングdのタイプのパターンが来たとき、つまり、最後の同期を取るべき時に正しく負の値が算出されることになり、正しい位置で同期獲得ができることがわかる。

【0073】

以上が本例における各TFC1～TFC7に対応した同期獲得処理であり、それらの相違点は、複素乗算を行う相手の時刻が異なるということだけである。したがって、ハードウェア的には複数個のシフトレジスタを用意し、あらかじめ決定されたTFCに対してどのデータとどのデータを取り出し複素乗算を行うかということを図1に示したセレクタ133で選択することで、それぞれのTFCに対応することが可能となるものである。

【0074】

なお、図1に示した構成では、各ブランチの受信エネルギーの移動平均を加算すると共に、各ブランチの相関器の複素乗算出力を加算した上で、同期検出する構成としたが、各ブランチの信号を加算させずに、セレクタで選択した後に、その選択された信号で同期検出するようにしてもよい。

即ち、図2に示す構成は、同期検出器111の前段に設けたセレクタ112で、2つのブランチの受信信号を選択する構成としたものである。図1の構成と相違する個所を中心に図2の構成を説明すると、図2の構成では、第1アンテナ101の受信信号を処理するブランチとして、2つの相関器134, 135の出力を乗算器136で複素乗算した出力を、移動平均検出部140で検出する。移動平均検出部140の内部構成は図1の構成と同じである。

【0075】

そして、移動平均検出部140で検出された移動平均を除算器110に供給し、受信エネルギー及び移動平均検出部120が出力する受信エネルギーの移動平均で除算する。その除算出力を、第1のブランチの出力としてセレクタ112に供給する。

【0076】

そして、第2アンテナ201の受信信号を処理するブランチとして、2つの相関器234, 235の出力を乗算器236で複素乗算した出力を、移動平均検出部240で検出する。移動平均検出部240の内部構成は、移動平均検出部140と同じである。即ち、入力した信号をシフトレジスタ241で遅延させた信号と遅延させてない信号との差分を減算器242で検出し、その減算器242の出力を加算器243に供給して、加算器243の出力を遅延回路244で1クロック期間させた信号と加算し、その加算出力を移動平均信号とする。

【0077】

そして、移動平均検出部240で検出された移動平均を除算器210に供給し、受信エネルギー及び移動平均検出部220が出力する受信エネルギーの移動平均で除算する。その除算出力を、第2のブランチの出力としてセレクタ112に供給する。セレクタ112では、良好に受信できた信号を選択し、その選択された信号を同期検出器111に供給して同期検出させる。この図2に示す構成とすることでも、複数のブランチの受信結果を利用した良好な同期検出が可能になる。

【0078】

また、複数のブランチで、時間的に異なるタイミングの信号を受信して処理する構成としてもよい。図3は、この場合の構成例を示した図である。図3に示す構成を、図1の構成と相違する個所を中心に説明すると、一方のブランチの複素乗算器136の複素乗算出力を加算器137に供給すると共に、他方のブランチの複素乗算器236の複素乗算出力を、シフトレジスタ237で遅延させた後に加算器137に供給する。シフトレジスタ237では、例えば同期信号の1周期に対応した期間遅延させる。加算器137の出力は、

10

20

30

40

50

移動平均検出部 140 に供給して移動平均を検出させ、その出力を除算器 110 に供給する。

【0079】

各プランチの受信エネルギーの移動平均については、各プランチの受信エネルギー及び移動平均 120 及び 220 の出力を加算器 109 で加算する。そして、加算器 109 で加算された各プランチの受信エネルギーの移動平均を、除算器 110 に供給して、移動平均検出部 140 の出力を除算し、その除算信号を同期検出器 111 に供給して同期検出させる。この図 3 に示す構成とすることでも、複数のプランチの受信結果を利用した良好な同期検出が可能になる。

【0080】

また、複数のプランチで、時間的に異なるタイミングの信号を受信して処理する構成とする場合、図 2 に示した構成において、2つのプランチの出力の内の1つをシフトレジスタで遅延させる構成としてもよい。即ち、例えば図 4 に示すように、一方のプランチの除算器 110 の出力を、そのままセレクタ 112 に供給し、他方のプランチの除算器 210 の出力を、シフトレジスタ 211 の出力をセレクタ 112 に供給し、セレクタ 112 で何れか一方の出力を選択する。シフトレジスタ 211 では、例えば同期信号の1周期に対応した期間遅延させる。このように構成することでも、複数のプランチの受信結果を利用した良好な同期検出が可能になる。

【0081】

次に、ここまで説明した2つのプランチを用意して受信して、同期信号を検出する処理を行う場合において、2つのプランチで異なる周波数帯を受信して同期検出を行う処理例について説明する。送信信号が伝送されるのを受信機で待ち受ける、待ち受け状態においては、複数の異なる周波数帯で受信することが必要な場合がある。即ち、例えば図 11 に示すように、第 1 アンテナ 101 に接続された周波数変換器 102 (一方のプランチ) で受信する周波数帯としてバンド A とし、第 2 アンテナ 201 に接続された周波数変換器 202 (他方のプランチ) で受信する周波数帯としてバンド B となるように、RF コントローラ 99 で受信周波数を設定させる。周波数変換器 102 の出力と周波数変換器 202 の出力に基づいて、同期回路 100 で同期検出処理を実行させる。同期回路 100 は、例えば図 1, 図 2, 図 3, 図 4 に示した構成のいずれかの構成で同期検出を行うものである。

【0082】

そして、このように複数の周波数帯で待ち受ける場合において、一定周期で送信周波数が変化する周波数ホッピングに対応させるようにしてもよい。即ち、例えば送信周波数帯域として、バンド A, バンド B, バンド C の3つの帯域が用意されて、それぞれの帯域を交互に使用した周波数ホッピングが行われているとする。このとき、一方のプランチ (第 1 の受信系) では、図 12 (a) に示すように、待ち受けをバンド A で行い、周波数ホッピングの開始に同期して、一定周期で、バンド A バンド B バンド C バンド A と変化させる。他方のプランチ (第 2 の受信系) では、図 12 (b) に示すように、待ち受けをバンド B で行い、周波数ホッピングの開始に同期して、一定周期で、バンド A バンド B バンド C バンド A と変化させ、周波数ホッピング中には同じ周波数を受信させる。この図 12 に示すように待ち受け時だけ 2 つの系で異なる周波数帯を受信させることで、同期検出がより良好に行える。なお、このように周波数ホッピングを行う場合で、待ち受け時にも、2つのプランチで同じ周波数帯を受信させてもよい。

【0083】

なお、送信信号が複数のサブキャリアで構成されるマルチキャリア信号であり、特定の周波数帯で送信されるマルチキャリア信号の特定のサブキャリアだけが送信電力が無い状態である場合にも、良好に受信して同期検出をすることができる。

以下、その場合の処理例について説明すると、通常のマルチキャリアの送信信号は、図 13 (a) に示すように、データを送信することになっているサブキャリアの全てで送信を行う。図 13 (a) は、バンド A (中心周波数 F A), バンド B (中心周波数 F B), バンド C (中心周波数 F C) を示してある。ここで、例えば図 13 (b) に示すように、

10

20

30

40

50

バンドAのサブキャリアI～サブキャリアI+Jの、データ信号を送らないサブキャリアが存在するとする。

【0084】

この図13(b)に示すような送信電力が無いサブキャリアが特定のバンドに存在すると、バンドAで受信待ち状態を行っている場合、同期結果にずれが生じてしまう。

この同期結果のずれを回避するための処理を、図14のフローチャートに示す。この例では、まず一方のプランチでバンドAの受信を行い、他方のプランチでバンドBの受信を行い、受信待ち受けを行う(ステップS21)。そして、同期獲得後、バンドAとバンドBでの同期結果を比較する(ステップS22)。ここで、どちらかのバンドに、送信電力のないサブキャリアが存在した場合、結果に差がある。差が出た場合は良好な方の結果を使用する。即ち、バンドAの同期獲得結果が良好である場合には、バンドAの同期獲得結果を利用して受信タイミング設定などの受信処理を行う(ステップS23)。バンドBの同期獲得結果が良好である場合には、バンドBの同期獲得結果を利用して受信タイミング設定などの受信処理を行う(ステップS24)。さらに、バンドAとバンドBでの同期結果にほぼ差がない場合には、送信電力のないサブキャリアが存在しなかったと判断し、バンド違いによる誤差などを補正後に両方の同期結果を使用する(ステップS25)。

【0085】

受信待ち受けを行うバンドが複数存在する例としては、バンドグループに重なりがある場合が考えられる。即ち、例えば図15に示すように、バンド1～バンド6の6つの伝送バンドとして用意されて、バンドグループ1は、バンド1～バンド3を使用して周波数ホッピングを行い、バンドグループ2は、バンド4～バンド6を使用して周波数ホッピングを行い、バンドグループ3は、バンド3～バンド5を使用して周波数ホッピングを行う構成であるとし、それぞれのバンドグループで同じプリアンブル信号を使用しているとする。そして、例えば図16に示すように、バンドグループ1とバンドグループ3が隣接したエリアに存在し、両エリアが重なる領域で待ち受けを行う場合を想定する。

【0086】

このような場合、例えばバンド3で受信待ち受けを行うと、バンドグループ1のプリアンブルで同期を獲得してしまう。これにより受信を開始してしまう。このことを回避する処理例を図17のフローチャートに示す。この例では、まず一方のプランチでバンド3の受信を行い、他方のプランチでバンド4の受信を行い、受信待ち受けを行う(ステップS31)。そして、同期獲得後、バンド3とバンド4での同期結果を比較する(ステップS32)。ここで、バンド3の同期獲得結果のみが良好である場合には、バンドグループ1と判断して、バンドグループ1の周波数ホッピングに同期させて受信処理を行う(ステップS33)。バンド4の同期獲得結果のみが良好である場合には、バンドグループ2と判断して、バンドグループ2の周波数ホッピングに同期させて受信処理を行う(ステップS34)。さらに、バンド3とバンド4での同期結果にほぼ差がない場合には、バンドグループ3と判断して、バンドグループ3の周波数ホッピングに同期させて受信処理を行う(ステップS35)。

【0087】

このように複数のプランチでの受信結果を使用することで、より良好な待ち受けが可能になる。

【0088】

なお、図1、図2、図3、図4に示した受信構成(同期検出構成)では、複素乗算された相関値の移動平均を、受信エネルギーの移動平均で除算するようにしたが、受信エネルギーの移動平均で除算する処理は省略した構成としてもよい。図18、図19、図20は、図1、図2、図3に示した同期検出構成から、それぞれ受信エネルギー及び移動平均検出部120, 220と、除算器110, 210を除いた構成としたものである。その他の部分は、図1、図2、図3と同様に構成する。図4の構成で受信エネルギー及び移動平均検出部120, 220を除いた構成についても図示はしないが、可能である。

10

20

30

40

50

【0089】

受信系が備える自動ゲインコントロール回路（いわゆるA G C回路）での処理で、受信信号のゲインが安定している場合には、このような図18、図19、図20に示した受信エネルギーの移動平均で除算しない構成としても、良好に同期検出が可能である。

【0090】

また、図1、図2、図3に示した受信エネルギー及び移動平均検出部120及び220として、シフトレジスタ108又は208の出力を、単純に基準となる一定信号で除算した信号で、受信エネルギーの平均を推定する構成としてもよい。

【0091】

また、ここまで説明した実施の形態では、図1、図2に示した回路構成が組まれた受信機に適用した例として説明したが、例えば同様の同期検出処理方法の一部又は全てをプログラム化して、そのプログラムの実行で行うようにしてもよい。

【0092】

また、上述した実施の形態では、IEEE802.15.3規格で規定されたMB-OFDM方式の無線信号を受信する場合に適用したが、有線信号の受信に適用してもよく、また同様に複数の同期信号パターンから同期信号を検出する他の通信方式の受信処理にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明の一実施の形態による受信構成例（例1）を示すブロック図である。

20

【図2】本発明の一実施の形態による受信構成例（例2）を示すブロック図である。

【図3】本発明の一実施の形態による受信構成例（例3）を示すブロック図である。

【図4】本発明の一実施の形態による受信構成例（例4）を示すブロック図である。

【図5】本発明の一実施の形態によるセレクタの例を示した構成図である。

【図6】本発明の一実施の形態による同期検出処理例を示したフローチャートである。

【図7】本発明の一実施の形態による各パターンの信号の検出例を示す説明図である。

【図8】本発明の一実施の形態によるTFC5, TFC6, TFC7の同期信号受信時の各タイミングでの受信状態を示した説明図である。

【図9】本発明の一実施の形態による検出波形の例を示す波形図である。

【図10】本発明の一実施の形態による検出例を示すタイミング図である。

30

【図11】本発明の一実施の形態による受信待ち受け状態を説明するための原理図である。

【図12】本発明の一実施の形態による受信周波数設定例を示すタイミング図である。

【図13】本発明の一実施の形態で受信する送信信号の例を示す波形図である。

【図14】本発明の一実施の形態による同期処理例（例1）を示したフローチャートである。

【図15】バンドグループに重なりがある設定の例（バンドの例）を示す説明図である。

【図16】バンドグループに重なりがある設定の例（エリアの例）を示す説明図である。

【図17】本発明の一実施の形態による同期処理例（例2）を示したフローチャートである。

40

【図18】本発明の他の実施の形態による受信構成例（例1）を示すブロック図である。

【図19】本発明の他の実施の形態による受信構成例（例2）を示すブロック図である。

【図20】本発明の他の実施の形態による受信構成例（例3）を示すブロック図である。

【図21】従来の受信構成例を示すブロック図である。

【図22】プリアンブル信号の伝送パターンの例を示す説明図である。

【図23】従来の同期検出構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

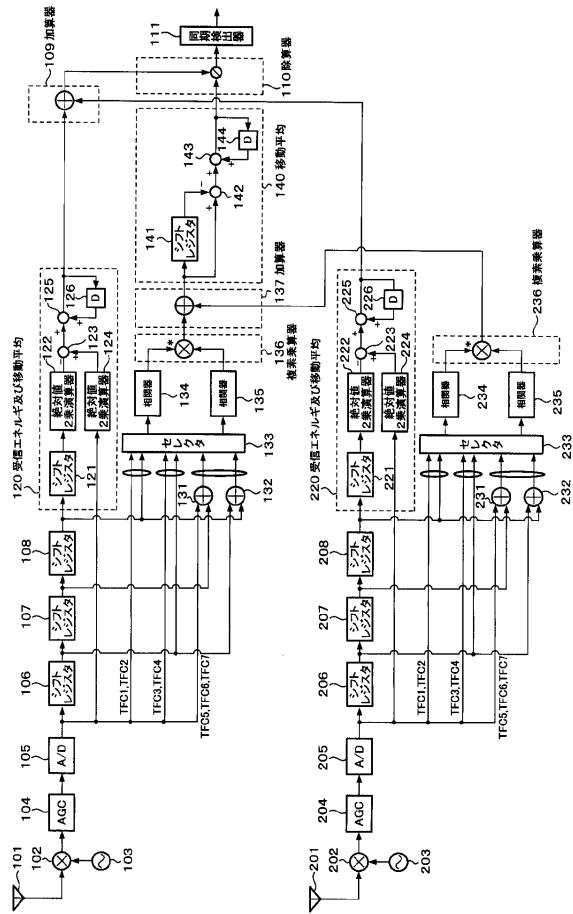
【0094】

101...第1アンテナ、102...周波数変換器、103...搬送波信号発生器、104...A G C回路、105...A / D変換器、106, 107, 108...シフトレジスタ、109

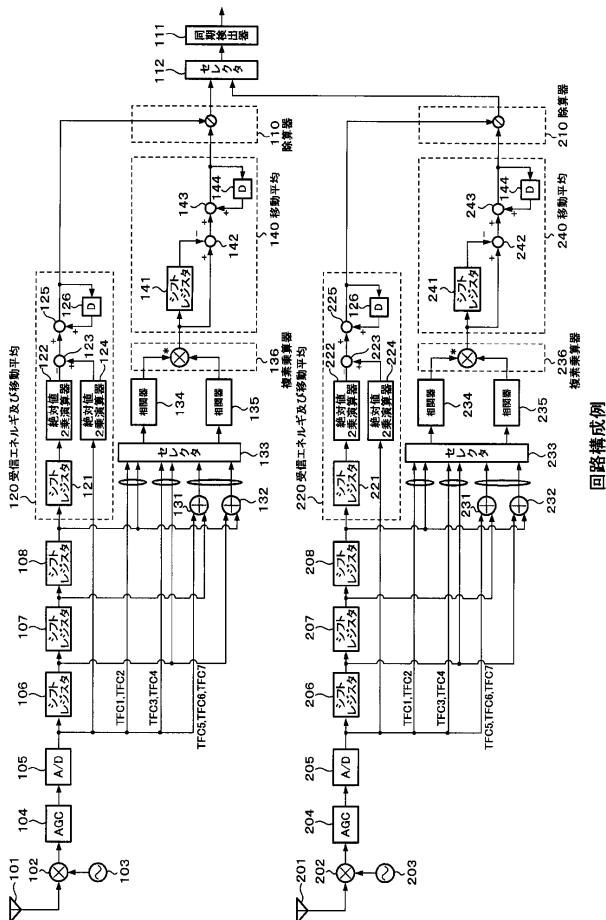
50

… 加算器、1 1 0 … 除算器、1 1 1 … 同期検出器、1 1 2 … セレクタ、1 2 0 … 受信エネルギー及び移動平均検出部、1 3 1, 1 3 2 … 加算器、1 3 3 … セレクタ、1 3 4, 1 3 5 … 相関器、1 3 6 … 複素乗算器、1 3 7 … 加算器、1 3 8 … 同期検出器、1 4 0 … 移動平均検出部、2 0 1 … 第2アンテナ、2 0 2 … 周波数変換器、2 0 3 … 搬送波信号発生器、2 0 4 … A G C回路、2 0 5 … A / D変換器、2 0 6, 2 0 7, 2 0 8 … シフトレジスタ、2 2 0 … 受信エネルギー及び移動平均検出部、2 3 1, 2 3 2 … 加算器、2 3 3 … セレクタ、2 3 4, 2 3 5 … 相関器、2 3 6 … 複素乗算器

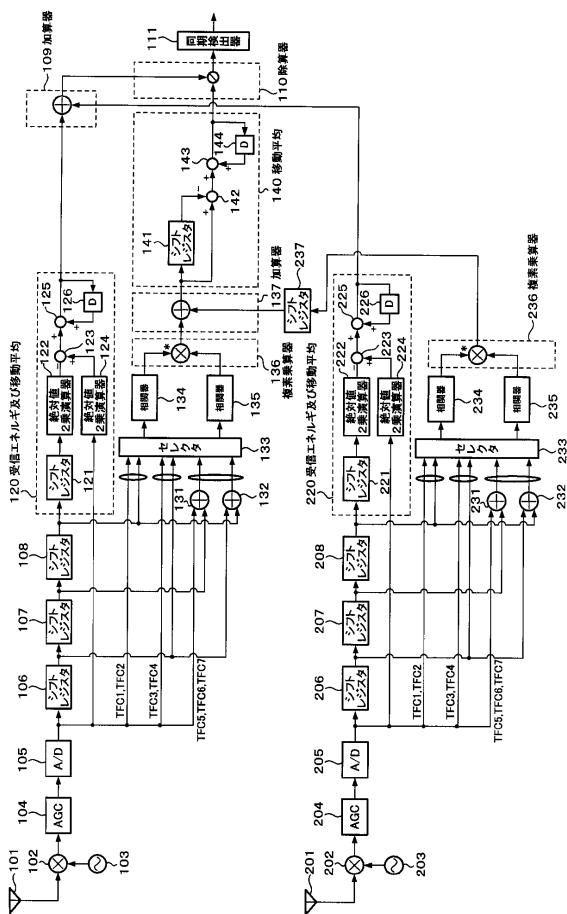
【 図 1 】



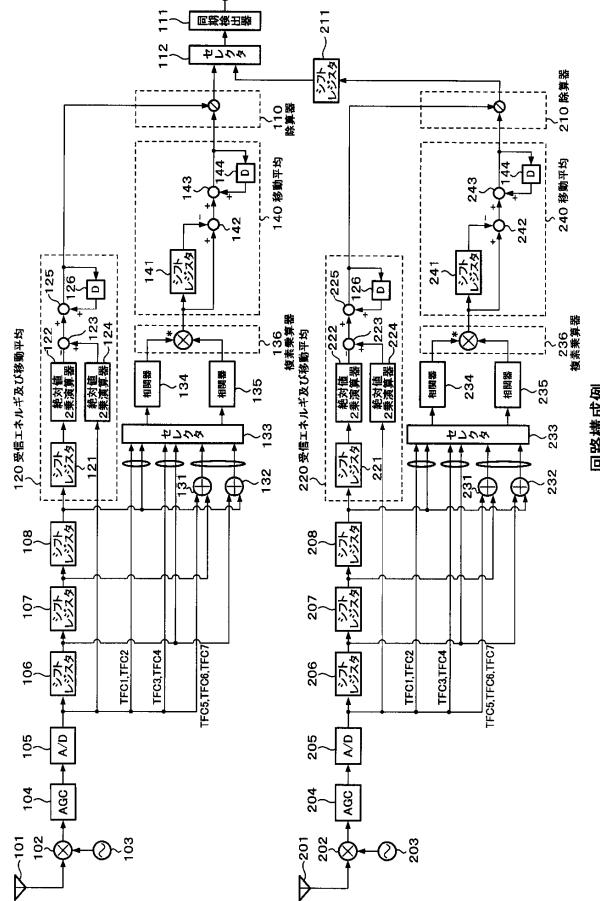
【 図 2 】



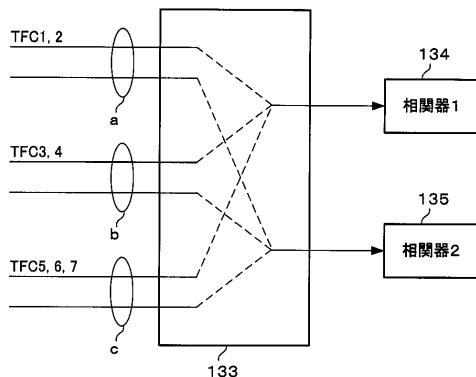
【図3】



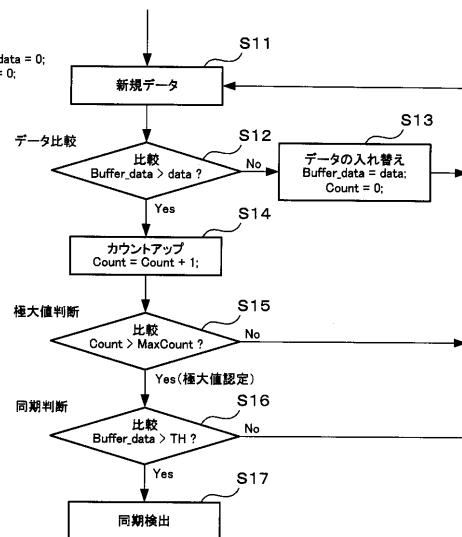
【図4】



【図5】

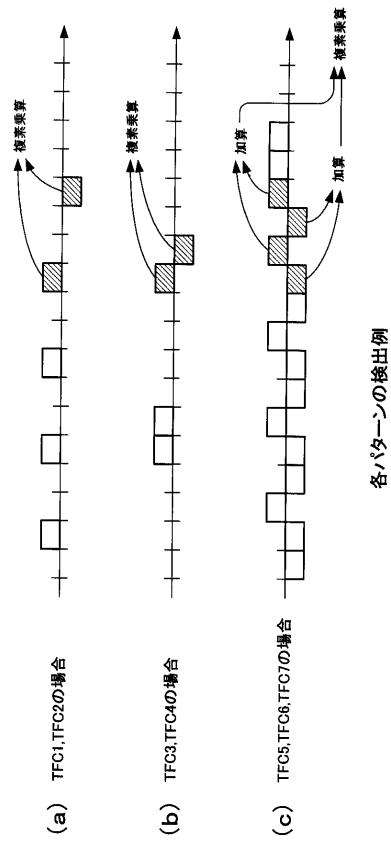


【図6】

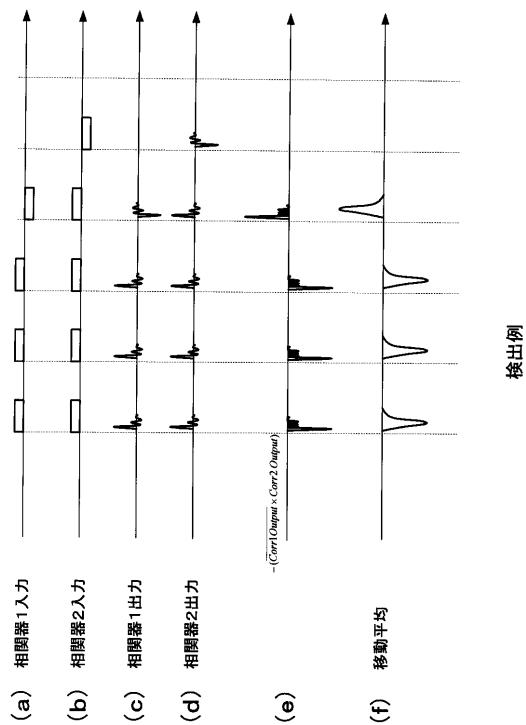


同期検出処理例

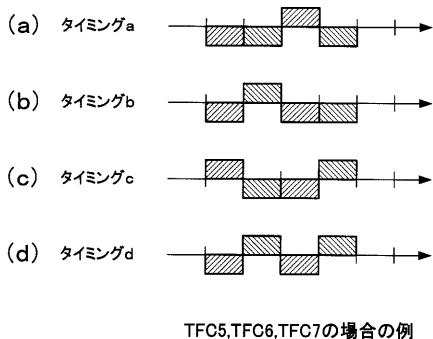
【図7】



【図10】

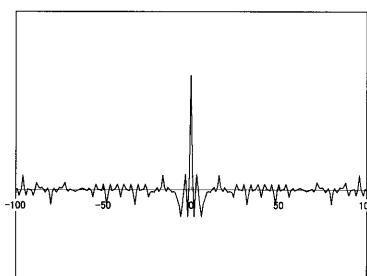


【図8】

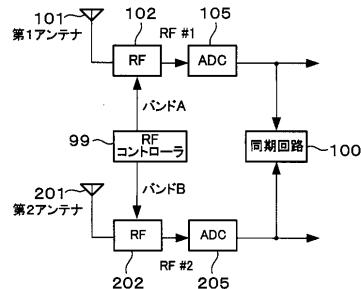


TFC5,TFC6,TFC7の場合の例

【図9】

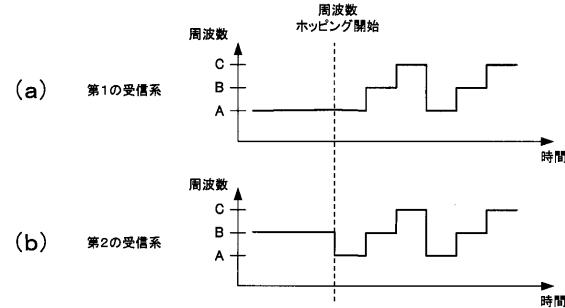


【図11】



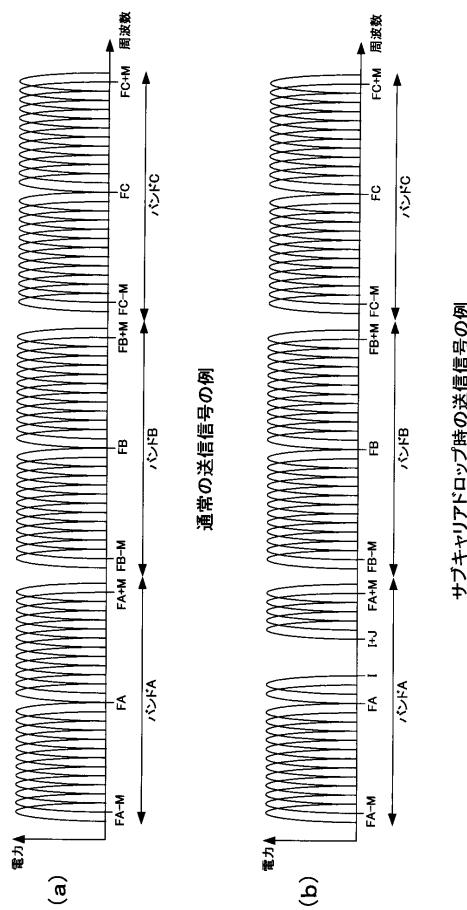
受信待ちうけ状態の例

【図12】

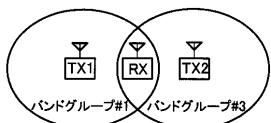


本方式の受信周波数の例

【図13】

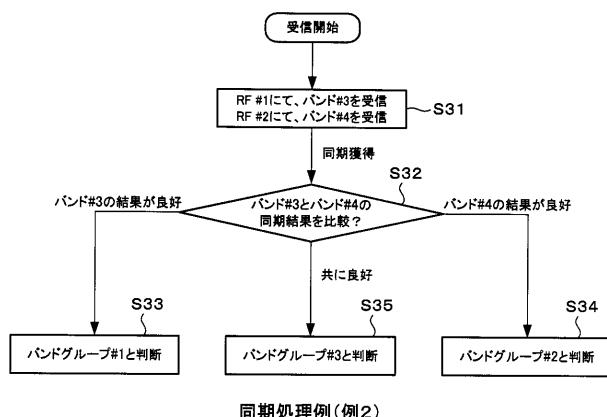


【図16】

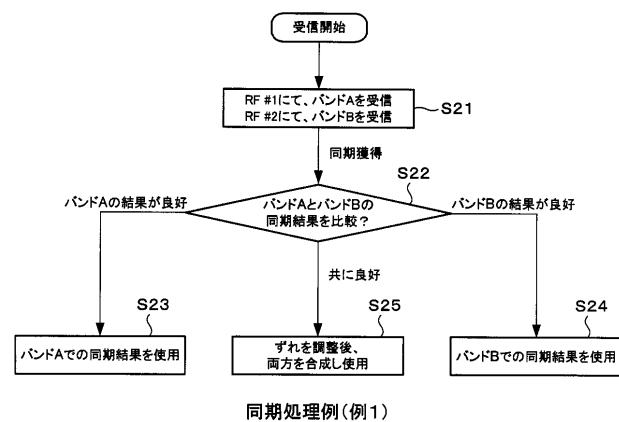


バンドグループに重なりがある場合の例(例2)

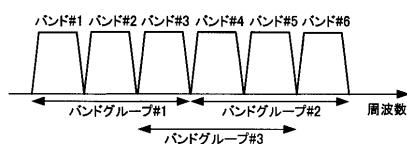
【図17】



【図14】

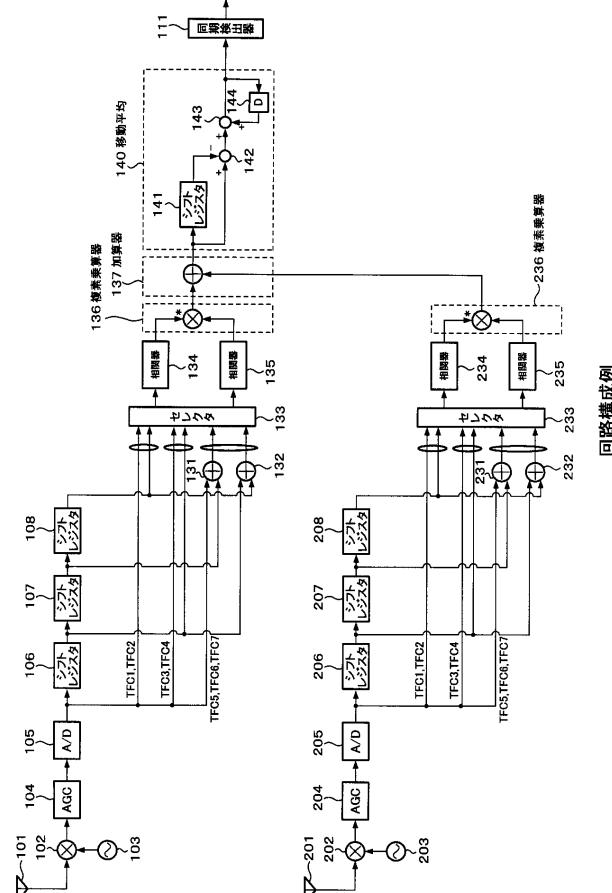


【図15】

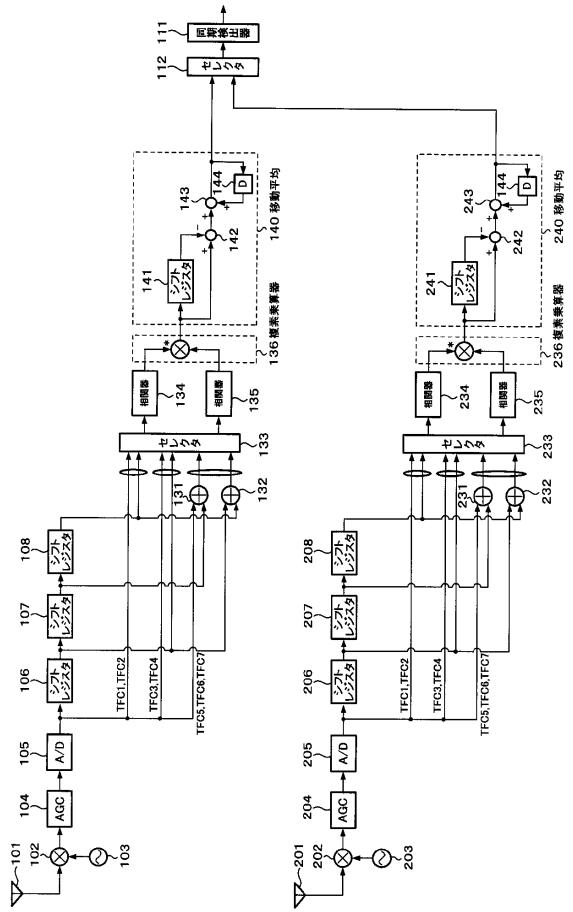


バンドグループに重なりがある場合の例(例1)

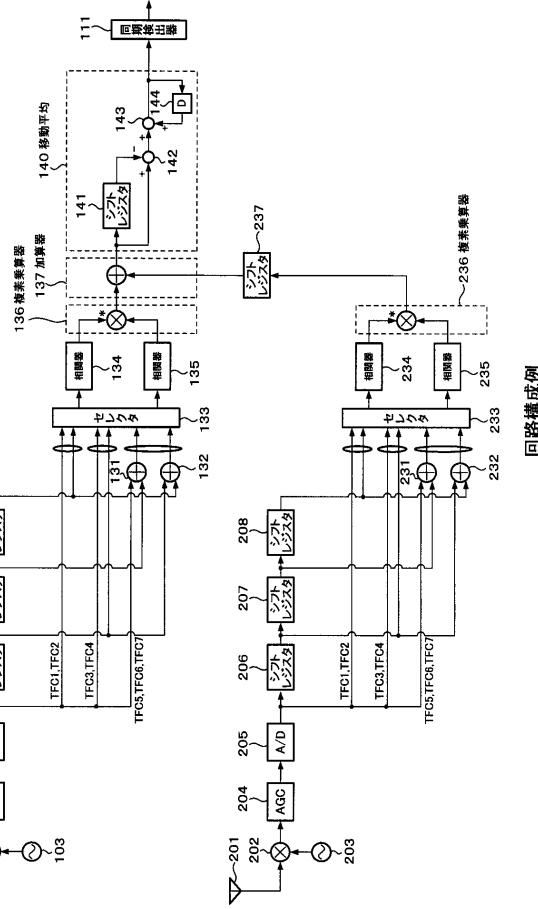
【図18】



【図19】

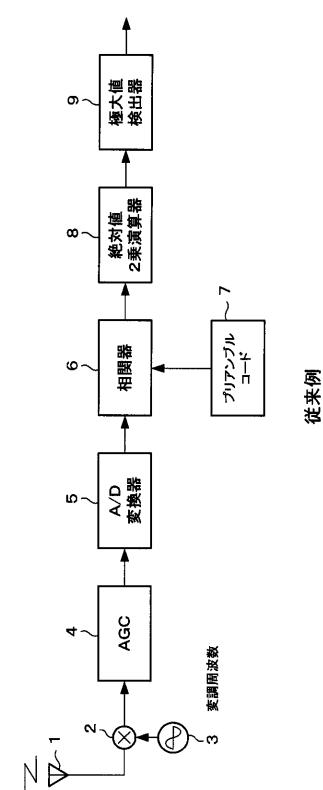


【図20】

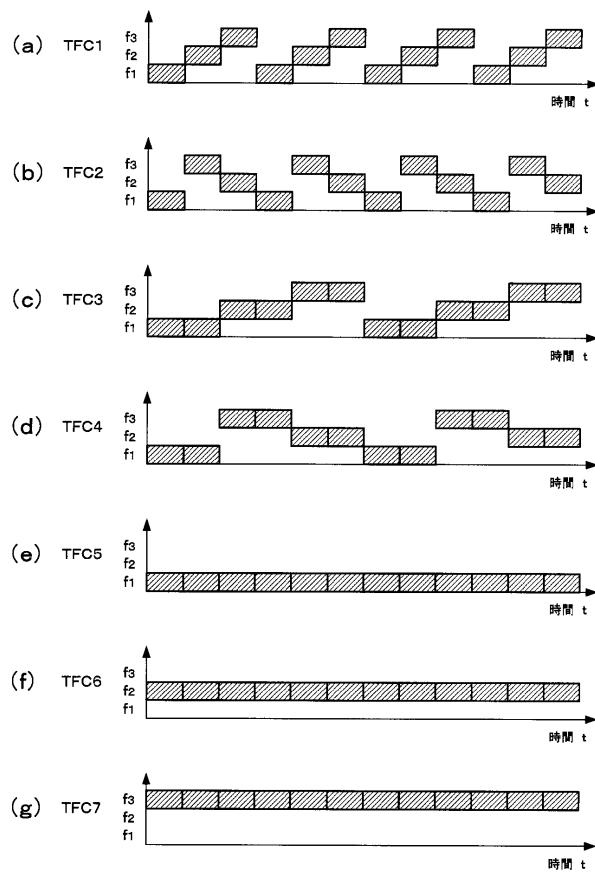


回路構成例

【図21】

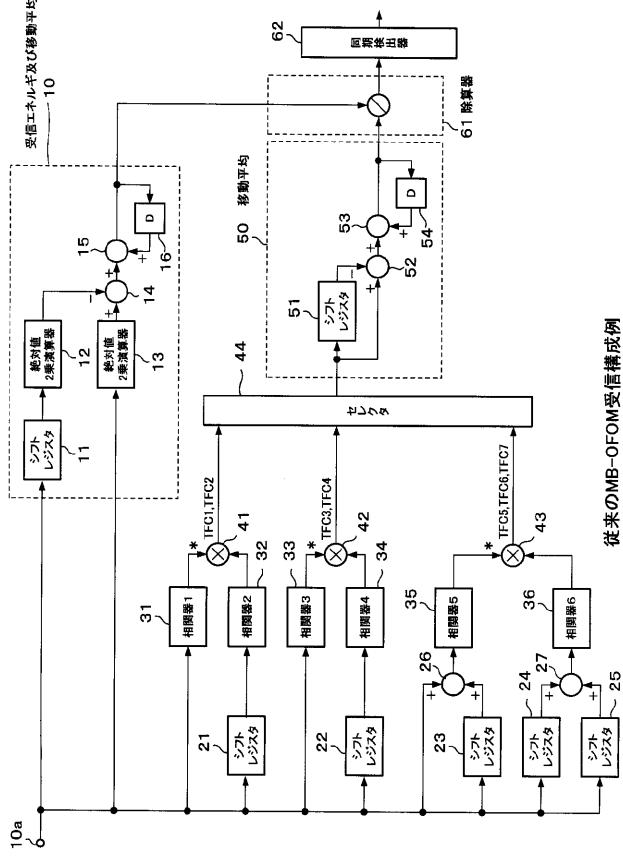


【図22】



プリアンブル信号の伝送パターンの例

【図 2 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 B 7/08

D

F ターム(参考) 5K047 AA01 AA15 BB01 GG11 HH15 MM45

5K059 CC03 DD25 DD35

5K067 AA42 BB21 CC02 DD25 EE02 HH24