

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5012271号  
(P5012271)

(45) 発行日 平成24年8月29日(2012.8.29)

(24) 登録日 平成24年6月15日(2012.6.15)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO4B</b>	<b>1/26</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B	1/26	A
<b>HO4B</b>	<b>1/16</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4B	1/16	R
<b>HO4L</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4L	7/00	F

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2007-181402 (P2007-181402)	(73) 特許権者	308036402
(22) 出願日	平成19年7月10日 (2007.7.10)		株式会社 JVCケンウッド
(65) 公開番号	特開2009-21709 (P2009-21709A)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(43) 公開日	平成21年1月29日 (2009.1.29)	(74) 代理人	100085660
審査請求日	平成22年6月24日 (2010.6.24)		弁理士 鈴木 均
		(72) 発明者	土田 誠幸
			東京都八王子市石川町2967-3 株式会社ケンウッド内
		審査官	佐藤 敬介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信信号に局部発振信号を混合して中間周波数信号を生成する周波数変換手段と、  
中間周波数信号から隣接チャンネル周波数信号を除去して自チャンネル信号を取り出す帯域フィルタと、

該帯域フィルタ出力信号を検波する検波手段と、

検波信号から既知のフレーム同期ワード信号を検出する既知フレーム同期ワード検出手段と、

周波数ずれを補正する周波数ずれ補正手段と、

を備えた無線通信機において、

前記帯域フィルタの通過帯域を、第一通過帯域、またはそれより広い第二通過帯域に切替えるフィルタ切替手段と、

該帯域フィルタが第二通過帯域に切換えられた状態で、前記周波数ずれ補正手段により補正した後に、前記フレーム同期ワード信号を検出する切替後フレーム同期ワード検出手段と、

前記フレーム同期ワード信号から受信信号周波数の周波数ずれに応じた信号を得る周波数ずれ信号取得手段と、

前記周波数ずれ信号取得手段出力に基づいて前記局部発振信号の周波数補正量を算出する周波数補正量設定手段と、

前記フレーム同期ワード信号よりデータ位置を判断するシンボルカウンタと、

前記シンボルカウンタと前記周波数補正量設定手段に基づいて局部発振信号の発振周波数補正タイミングと周波数補正量とを制御する周波数制御手段と、  
を備え、

前記フィルタ切替手段は、周波数制御後に前記帯域フィルタを第一通過帯域に切換えることを特徴とする無線通信機。

【請求項 2】

前記既知フレーム同期ワード検出手段が、受信信号波形から同期ワード候補シンボルデータを取得する同期ワード候補取得手段と、取得したフレーム同期ワード候補の各シンボル値と記憶したフレーム同期ワードの各シンボル対応値とのシンボル誤差を求めるシンボル誤差演算手段と、シンボル誤差演算手段によって求めた全シンボルに対するシンボル誤差平均値を求めるシンボル誤差平均演算手段と、前記シンボル誤差演算手段によって求めた、フレーム同期ワード候補の各シンボル誤差から上記シンボル誤差平均値を減算してオフセット補正値を求めるシンボル誤差平均減算手段と、フレーム同期ワード候補の各シンボルについて上記シンボル誤差平均減算手段によって求めたオフセット補正値を自乗する補正値自乗演算手段と、その補正値自乗演算手段によって求めた結果をフレーム同期ワード候補全シンボルについて加算して同期ワードシンボル誤差を求めるシンボル誤差合算手段と、シンボル誤差合算手段によって求めた同期ワードシンボル誤差と予め設定した閾値と比較し、当該フレーム同期ワード候補がフレーム同期ワードであるか否かを判断する同期ワード判断手段と、を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信機。

10

【請求項 3】

請求項 2 記載の無線通信機において、更に、前記シンボルカウンタの出力に基づいて、前記帯域フィルタを第一通過帯域に切換える手段を備えたことを特徴とする無線通信機。

20

【請求項 4】

前記帯域フィルタが FIR フィルタであり、DSP、ASIC 等により、その演算係数を切換えることによって通過帯域を切換えるようにソフトウェア手段にて構成したことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の無線通信機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信機に関し、詳細にはデジタル無線通信システムに使用して好適な局部発振周波数の補正手段を備えた無線通信機に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、業務用陸上移動無線通信機 (Land Mobile Radio: LMR) は周波数利用効率の観点から一チャネルあたりの周波数帯域の狭帯域化やデジタル化が進められている。デジタル化に際しては、既存のアナログ方式の無線通信機との共存や既設備の流用、制御の容易さ等から FM 変調方式の周波数シフトキーイング方式 (Frequency Shift Keying: FSK) を使用した周波数分割多重方式 (Frequency Division Multiple Access: FDMA) を採用する場合が多い。また、無線通信機等の高周波信号源としては、温度補償機能をもった電圧制御発振器 (Voltage Controlled Oscillator: VCO) や水晶振動子を周波数発振源とする温度補償水晶発振器 (Temperature Compensated Crystal Oscillator: TCXO) が使用されるのが一般的である。

40

【0003】

一方、PSK や FSK 等のように搬送波の位相偏移量や周波数偏移量によって情報伝達を行う通信方式において、受信信号周波数と受信機の局部発振周波数がずれると、検波出力に直流オフセット成分 (DC オフセット) が含まれ、正常な同期検出やデータ検出が困難となる。特に、近年のように一チャネルあたりの周波数帯域が狭くなると、許容される位相偏移量や周波数偏移量が小さくなるので、同じ量の DC オフセット成分であっても影響が大きくなり、同期検出が困難となる。

このような周波数ずれ (または周波数誤差と表現する) が発生する原因としては、受信

50

機側の局部発振回路素子の経年変化や、検波器（周波数変調における検波手段は周波数弁別器）の回路素子の経年変化、温度変化に伴う回路素子値の変動による、中心周波数のずれ等が主たるものと考えられる。

【 0 0 0 4 】

図 1 4 は、4 値 F S K 変調信号を検波したときの、D C オフセットの影響を示した検波波形図であり、周波数ずれがない状態、即ち、D C オフセットがない場合には図 1 4 ( a ) に示すように、各シンボル値が中心 0 を中心に夫々のシンボル値に対応する値 (  $\pm 1$ 、 $\pm 3$  ) に位置するのに対し、D C オフセットが含まれる場合は図 1 4 ( b ) に示すように、全体的に上下いずれかの方向にずれたものとなるので、正しいシンボル値とは異なる値が検出される。このときの D C オフセット量は、図 1 4 ( b ) に示す例では、中心 0 から

10

【 0 0 0 5 】

そこで、従来からこのような無線通信機においては送受信機の局部発振周波数を自動的に所望値に制御する自動周波数制御 ( Automatic Frequency Control : A F C ) 回路を備えるのが一般的である。A F C の基本的な手段としては、フェーズロックループ ( Phase Lock Loop : P L L ) 回路中の V C O や T C X O を、正確に周波数調整された基地局や無線中継局から送信される無線信号周波数に同期させる方法が使用される。また、受信信号強度検出手段 ( Receive Signal Strength Indicator : R S S I ) を備えた無線通信機においては、この R S S I の値が最良になるように局部発振器の発振周波数を制御する方法、あるいは F S K デジタル変調方式では、特許文献 1 ( 特開平 6 - 1 7 7 9 3 1 ) に開示

20

されているものが知られている。これは、フレーム同期ワード ( Frame Sync Word : F S W ) を検出することにより同期を確立する際に、D C オフセットから周波数のずれ ( 周波数誤差量 ) も検出し、この D C オフセットが小さくなるように局部発振周波数を直接制御するものである。

なお、フレーム同期ワード検出手段や同期タイミングの制御については、特許文献 2 乃至 4 に開示されているので参考にすることができる。

【特許文献 1】特開平 6 - 1 7 7 9 3 1 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 2 8 9 4 8 5 号公報

【特許文献 3】特開平 3 - 7 0 2 2 6 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 1 - 3 2 6 6 9 9 公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 に記載されたように F S W 同期検出回路の出力に基づいて D C オフセット量を検出し、その値が小さくなるように局部発振器の出力信号周波数を調整する方法は、フレーム同期ワードが検出できることが前提であるので、周波数誤差が大きくなって F S W 同期が得られない場合は、目的を達成することができない。即ち、周波数ずれが大きくなって、受信信号の帯域の一部が中間周波増幅回路等の帯域制限フィルタの減衰域により除去され、又は、完全にフィルタの通過帯域外に位置するように周波数ずれが大きくなると、F M 検波器に受信信号が供給されないので、D C オフセット量そのもの

40

【 0 0 0 7 】

図 1 5 は、周波数が大きくずれた受信信号を検波して F S W を検出した場合のデジタル復調波形を図 1 4 に倣って表示したものであるが、検波波形の F S W 波形中心位置と正しい位置との差が大きくなる。この状態におけるキャリア ( 搬送波 ) 信号と帯域制限フィルタの通過帯域との関係は、例えば図 1 6 に示すものが考えられる。即ち、キャリアの中心周波数  $f_0$  が帯域制限フィルタの中心にあるときは問題ないが、 $f_1$  のように、キャリア信号の一部が帯域制限域にかかる場合のように通過帯域中心から大きくずれたものとなると F S W 検出が困難となる。

【 0 0 0 8 】

50

同一出願人は、このような不具合を解消する手段として、図17に一例を示す手段を出願済みである（「先願発明」という）。この先願発明は、受信機のFM検波器58の出力信号により周波数ずれを計算する周波数ずれ検出ブロック68を設け、このブロックで周波数ずれに応じたDCオフセット信号のレベルを監視し、一定以上周波数はずれた場合に局部発振器52の周波数を帯域フィルタの通過域内に引き戻す周波数補正を行うように構成したものである。つまり、周波数ずれ検出ブロック68には、カットオフ周波数が数Hz程度のLPF62と、周波数ずれ検出回路63を備え、キャリア信号の中心周波数のずれに応じて大きくなるDCオフセット成分を検出して、その量に基づいてAFC制御部64をコントロールして周波数補正を行うものである。

【0009】

10

図18はその処理手順の例を示したタイミング図である。なお、図17及び図18に示すブロック構成と処理方法は、本発明においても利用可能であるので詳細は後述するが、FSWが検出できない状態でも、検波信号から周波数ずれに応じた直流信号（DCオフセット）を検出することができれば、その周波数ずれ情報に基づいて周波数変換用の局部発振信号周波数を補正して周波数ずれをキャンセルすることができる。従って、受信信号が帯域制限フィルタの通過帯域をはみ出すように大きく周波数はずれた場合においても、そのずれを補正してFSWを検出し、更に、FSW検出による自動周波数補正機能によって正確にFSW同期維持が継続されデータの復調を行うことができる。

【0010】

しかしながら、DC成分を抽出するために時定数の大きなフィルタ手段を使用することから、周波数を正しく補正するまでに若干時間を必要とする。従って、高速にスキャン受信する受信機に適用する場合には、スキャン速度を大きくする上で阻害要因となる場合があった。この問題を解決できれば、上述した先願発明の利用範囲も広がる。

20

本発明は、従来の周波数補正機能を備えた無線通信機における諸事情に鑑みてなされたものであって、高速スキャン受信にも適用できる周波数補正機能を備えた無線通信機を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明はかかる課題を解決するために、受信信号に局部発振信号を混合して中間周波数信号を生成する周波数変換手段と、中間周波数信号から隣接チャネル周波数信号を除去して自チャネル信号を取り出す帯域フィルタと、該帯域フィルタ出力信号を検波する検波手段と、検波信号から既知のフレーム同期ワード信号を検出する既知フレーム同期ワード検出手段と、周波数ずれを補正する周波数ずれ補正手段と、を備えた無線通信機において、前記帯域フィルタの通過帯域を、第一通過帯域、またはそれより広い第二通過帯域に切替えるフィルタ切替手段と、該帯域フィルタが第二通過帯域に切替えられた状態で、前記周波数ずれ補正手段により補正した後に、前記フレーム同期ワード信号を検出する切替後フレーム同期ワード検出手段と、前記フレーム同期ワード信号から受信信号周波数の周波数ずれに応じた信号を得る周波数ずれ信号取得手段と、前記周波数ずれ信号取得手段出力に基づいて前記局部発振信号の周波数補正量を算出する周波数補正量設定手段と、前記フレーム同期ワード信号よりデータ位置を判断するシンボルカウンタと、前記シンボルカウンタと前記周波数補正量設定手段に基づいて局部発振信号の発振周波数補正タイミングと周波数補正量とを制御する周波数制御手段と、を備え、前記フィルタ切替手段は、周波数制御後に前記帯域フィルタを第一通過帯域に切替えることを特徴とする。

30

40

【0012】

また、前記既知フレーム同期ワード検出手段が、受信信号波形から同期ワード候補シンボルデータを取得する同期ワード候補取得手段と、取得したフレーム同期ワード候補の各シンボル値と記憶したフレーム同期ワードの各シンボル対応値とのシンボル誤差を求めるシンボル誤差演算手段と、シンボル誤差演算手段によって求めた全シンボルに対するシンボル誤差平均値を求めるシンボル誤差平均演算手段と、前記シンボル誤差演算手段によって求めた、フレーム同期ワード候補の各シンボル誤差から上記シンボル誤差平均値を減算

50

してオフセット補正値を求めるシンボル誤差平均減算手段と、フレーム同期ワード候補の各シンボルについて上記シンボル誤差平均減算手段によって求めたオフセット補正値を自乗する補正値自乗演算手段と、その補正値自乗演算手段によって求めた結果をフレーム同期ワード候補全シンボルについて加算して同期ワードシンボル誤差を求めるシンボル誤差合算手段と、シンボル誤差合算手段によって求めた同期ワードシンボル誤差と予め設定した閾値と比較し、当該フレーム同期ワード候補がフレーム同期ワードであるか否かを判断する同期ワード判断手段と、を備えてもよい。

【0014】

また、更に、前記シンボルカウンタの出力に基づいて、前記帯域フィルタを第一通過帯域に切換える手段を備えてもよい。

10

【0015】

また、前記帯域フィルタがFIRフィルタであり、DSP、ASIC等により、その演算係数を切換えることによって通過帯域を切換えるようにソフトウェア手段にて構成してもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明は上述したように構成するので、夫々次のような効果が得られる。即ち、スーパーヘテロダイン方式の無線通信機において、帯域制限フィルタ(帯域フィルタ)が第一通過帯域と、それより広い第二通過帯域とに切換え可能な機能を有し、この帯域フィルタを広い通過帯域を有する第二通過帯域に切換えた状態でフレーム同期ワード(以下「FSW」)を検出し、検出したFSWに基づいて受信信号の周波数ずれを求める周波数ずれを検出するとともに、検出した周波数ずれ情報に基づいて局部発振周波数を補正するように構成したものである。従って、通常の通過帯域をはみだす程度に大きく周波数ずれの場合であっても、従来のように、時定数の大きなLPFを用いることなく周波数ずれを補正できるので、迅速に周波数ずれ情報の検出と、それに伴う周波数補正が可能であり、高速スキミング受信を可能とするとともに、FSW未検出状態における同期処理を迅速化する上で効果が大きい。

20

また、FSW信号から受信信号周波数と局部発振手段の発振周波数との周波数ずれに応じた信号を得、この周波数ずれ成分を受信信号又は検波後のFSW信号から減算してFSWを検出するとともに、周波数ずれに基づいて局部発振手段の周波数補正量を算出する。更に、受信検波したFSW信号におけるデータ位置を判断するシンボルカウンタを設け、このシンボルカウンタに基づいて局部発振手段の発振周波数補正タイミングと周波数補正量を制御するように構成したものである。この発明は、データ受信中に閨雲に周波数補正を実行すると、検出中のシンボル値が変化する結果、処理途中のデータ誤りを生ずる可能性が高く、特に周波数補正量が大きい場合にその傾向が著しい。そこで、先願発明のように、周波数補正のタイミングを制御することにより、処理途中のデータ誤りを防止することが可能であり、処理の迅速化にも効果がある。

30

【0017】

また、受信信号波形からFSW候補シンボルデータを取得し、それらの各値と記憶した正規のFSWシンボル値とのシンボル誤差を求め、更にそれらのシンボル誤差平均値を求め、FSW候補の各シンボル誤差から上記シンボル誤差平均値を減算してオフセット補正値を求め、FSW候補の各シンボルについて上記シンボル誤差平均減算手段によって求めたオフセット補正値を自乗し、その補正値自乗演算手段によって求めた結果をFSW候補全シンボルについて加算して同期ワードシンボル誤差を求めるとともに、シンボル誤差合算手段によって求めた同期ワードシンボル誤差と予め設定した閾値と比較することによって、このFSW候補がFSWであるか否かを判断するように構成したものであり、受信品質が悪化した状態でもFSWの検出が可能となる効果がある。このメリットを利用すれば、本発明において帯域フィルタを通常のものより広い帯域に切換えた状態でのS/N悪化、即ち、実質的な受信感度の低下を補って、確実にFSWを検出することが可能となる。

40

【0019】

50

また、更に、前記シンボルカウンタの出力に基づいて、前記帯域フィルタを第一通過帯域に切換える手段を備えたので、帯域フィルタの切替によるデータ誤りの発生を防止する効果がある。

【0020】

また、上記帯域フィルタがFIRフィルタであり、DSP、ASIC等によりソフトウェア手段にて実現され、その演算係数を切換えることによって通過帯域を切換えるように構成したので、ソフトウェア的に帯域切換え機能を持ったフィルタを実現して、本発明の構成を容易にする上で効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明を図に示した実施形態を用いて詳細に説明する。但し、この実施形態に記載される構成要素、種類、組み合わせ、形状、その相対配置などは特定の記載がない限り、この発明の範囲をそのみに限定する主旨ではなく単なる説明例に過ぎない。

図1は、本発明に係る無線通信機の要部構成例を示すブロック図である。この例に示す無線通信機は、アンテナ1と、このアンテナ1によって受信した高周波信号を第一の局部発振器2の出力と混合して第一中間周波数を生成する第一混合器(MIX)3及び第一帯域フィルタ4と、更に、周波数変換のために第二局部発振器5の出力と混合して第二中間周波数信号を生成するための第二混合器(MIX)6及び第二帯域フィルタ7(以下、「帯域フィルタ」、「帯域制限フィルタ」と云うときはこれを指す)と、第二中間周波数信号を検波するFM検波器8と、このFM検波器の出力信号からフレーム同期ワードを検出して同期信号を生成するフレーム同期ワード検出器(FSW同期検出器)9と、上記FM検波器8の出力からDCオフセット成分を減算するDCオフセット調整器10と、DCオフセット成分が除去された信号から目的とするシンボルを検出するシンボル検出器11と、上記FM検波器8の信号からDCオフセット成分を含む直流成分を取り出すLPF12と、そのDCオフセット量を予め設定した閾値と比較するとともに、閾値を越えたとき、周波数シフト信号を出力する周波数ずれ検出回路13と、その周波数シフト信号に基づいて周波数調整データを生成するAFC制御回路14と、この周波数調整データによって周波数を補正する機能をもったTCXO制御回路15と、を備えたもので、TCXO制御回路15の信号によって、上記第一の局部発振器2の周波数を制御するように構成したものである。なお、無線通信機として送信部(TX)16を備える場合は、その送信周波数を制御する送信用発振器17の発振周波数を上記TCXO制御回路15の出力によって生成してもよい。

【0022】

以上の構成は、上述した同一出願人が既に出願済みの発明に係るものであり、LPF12と周波数ずれ検出回路13とからなる周波数ずれ検出ブロック18を設け、LPF12により、周波数ずれの量を検出して、AFC制御するものであるが、上述したように若干の処理時間を要するのでスキャン受信には不向きであった。

そこで本発明では、上記帯域フィルタ7を、第一通過帯域と、それより広い第二通過帯域とに切換え可能な機能を有したものとすることによって、周波数ずれ量が大きな場合には広い通過帯域のフィルタによって通常の通過帯域から外れる受信信号もFM検波器8に導き、FSW同期検波ができるようにするとともに、検出したFSWを用いて算出するFSW・DCオフセット成分によりAFCを行い、大きくずれた周波数を帯域フィルタ7の通常の狭い第一通過帯域に含まれるように周波数補正制御するものである。

更に、図1に示す構成では、同一出願人が既に出願済み(特願2006-019851:第2の先願発明)の発明に係る周波数補正タイミング制御手段を利用したBPF制御部19を付加している。このBPF制御部19は、シンボルカウンタ20と、その出力信号によって制御されるBPF切換え制御部21とを含み、上記FSW同期検出器9の信号から後述する方法で、受信信号のデータ復調に影響を与えないタイミングにおいて帯域フィルタ(BPF)7の帯域切換えを行うように構成している。

【0023】

10

20

30

40

50

図2は、以上のように構成した無線通信機の制御処理の、基本的な部分についてのフローチャートである。図2において、処理が開始されると、スキヤニング受信モードであるか否かを判断し、高速にFSW検出が必要であるスキヤニング受信モードの場合は(S1、Yes)、帯域フィルタを広い通過帯域(第二通過帯域)に切替える(S2)。その状態で、上述したようにFSW検出を行い(S3)、検出が確認された場合は(S3、Yes)、FSW検出に伴って算出したDCオフセットに基づいてAFC制御を行うとともに(S4)、シンボルカウンタを動作させ、そのTCXO制御タイミング調整処理により、データ復調に影響を与えないタイミングで、周波数補正を行った後(S5)、上記帯域フィルタ7の通過帯域を通常の狭い帯域(第一通過帯域)に切替えて(S6)、LPFによりDCオフセットを検出する周波数ずれ検出ブロックによる通常のAFC制御を開始する(S7)。なお、このフローでは煩雑になるので、BPF制御部19と周波数ずれ検出ブロック18及びそれらに関する周辺部の制御についての説明は省略する。

10

## 【0024】

図3、図4は、図2に示した処理の様子を示す図であり、帯域フィルタ7は、図3に示すように、大きく周波数ずれを生じた状態でもある程度の範囲で周波数キャリアを通過できるように広い帯域の第二通過帯域と、図4に示すように隣接チャネル信号の影響を排除できる通常の通過帯域幅(第一通過帯域)とに切替え可能である。

従って、広い通過帯域によれば、ある程度周波数はずれた状態でもキャリア信号がFM検波器9に供給されるので、実質的な感度低下は伴うもののFSW検出が可能となる。そこで、このように通過帯域を広げた状態で検出したFSWのシンボル位置と夫々のシンボルの正規の位置とを比較することによって、周波数ずれに伴うDCオフセット成分を算出し、その量に基づいて周波数補正を行えば迅速な周波数補正処理が可能であり、周波数補正後には通常の通過帯域(第一通過帯域)に戻してデータ受信を行うことができる。

20

## 【0025】

なお、このような制御はスキヤニング受信モードに限らず、通常の受信モードであっても、通信機に電源を投入した当初、又は、チャネルを変更した後の第一フレーム信号を受信する場合のように、FSW検出がなされていない場合にも有用である。従って、上述したフローチャートのS1の処理を、第一フレーム受信であるか否か、あるいはFSW未検出であるか否かの判断を行い、FSW未検出と判断した場合に同様の処理を行うような利用方法も考えられる。一旦FSW検出が出来れば、第二フレームからは通常のLPFによるAFC調整を行っても、周波数ずれの量が小さくなっているので大幅に処理時間を要することはない。但し、スキヤニング受信においては、順次スキャンする毎にFSW未検出状態になるので、チャネルを切替える毎に以上の処理を繰返すことになるが、もし、FSW検出状態に維持できる場合は、LPFによる周波数ずれ補正(AFC)を行うことも出来る。

30

## 【0026】

図5は、帯域フィルタ(BPF)7の帯域切替えタイミングの例を示す図である。図5において、上段の図は受信信号から検出したフレーム信号であり、タイミングT1において受信が開始され、フレーム先頭のFSWを受信して検出されるが、このとき周波数が大きくずれている場合は上述したようにFSW検出が困難となる。

40

そこで、図3に示したように、帯域フィルタ(BPF)7の帯域を広い第二通過帯域に切替えることによってFSW検出を可能にし、T2においてFSW検出を行い、その検出に基づいて周波数ずれに対応するDCオフセット成分を算出する。この時点で周波数補正は可能となるので、直ちに周波数補正しても良いが、フレームのデータ受信中に周波数を変化させるとデータ誤りを発生する可能性があるため、次のフレーム先頭のFSW受信のタイミングT3に合わせて周波数補正処理を行うとともに、帯域フィルタを第一通過帯域である通常の通過帯域に切替える。なお、周波数補正処理と、そのタイミング制御については後述する。

## 【0027】

図6(a)は、本発明を無線中継装置やレピータに適用する場合の構成例を示すブロッ

50

ク図である。無線中継装置やレピータのように、信号発振源として周波数安定度に優れた例えば、恒温槽付きの発振器（OCXO）22を使用するものでは、送信周波数の周波数補正の必要性が低い。このような場合は、受信信号周波数のずれに対応すれば良いので、OCXO22の周波数補正に代えて、BPF7の前に図6（b）に示すようなキャリアシフト部23を挿入し、上述した例と同様に、キャリアシフト部を制御すればよい。

以上の説明において、帯域を切換え可能なフィルタとしては、帯域が異なる二つのフィルタ、あるいは段階的に細かく帯域の異なるフィルタを複数並べて、順次切替える方法があるが、FIRフィルタをDSP、ASIC等により、ソフトウェア的な処理や手段によって制御するデジタルフィルタで実現することもできる。その場合は、フィルタの計数（タップ数共通）を切換えることによって帯域を変化させれば、処理速度も速くできる。

また、本発明における各ブロックの実現方法は既存の技術を使用すれば、十分に実施可能であるが、同一出願人は、受信周波数が大きくずれた場合のFSW検出方法や、その場合の周波数補正方法、更には、周波数の補正タイミング方法について種々有用な発明を出願済みである。それらを使用すれば本発明の機能は更に向上できるが、未公開状態であるので概要を順次説明する。

#### 【0028】

##### <周波数ずれ検出ブロック>

従来技術において示した図17は、同一出願人にかかる複数の先願発明を使用した無線通信機のブロック図であるので、この図を使用しながら説明する。

この先願発明は、本発明に必ずしも不可欠のものではないが、おおきな周波数ずれが発生し受信帯域の一部が帯域制限フィルタ（BPF7）の受信帯域外にはみ出すような状況であってもFSW検出を可能にしたものであるので、必要に応じて併用することができる。

即ち、この先願発明は、図1又は図17に示したように、FM検波器8（58）、LPF12（62）、周波数ずれ検出回路13（63）、AFC制御回路14（64）により、検波器の出力に含まれるDC成分を監視するとともに、その量が一定値を越えたとき、それをキャンセルするように発振周波数を補正するものである。

#### 【0029】

図18は、この手段の制御例を説明する模式的な信号波形図である。図18（a）の受信信号シーケンス図に示すようにデジタル無線システムにおいては、所定間隔（所定周期）で先頭にFSW部を配置し、その後にフレームデータ部が続いて送信される。図18（b）はLPF12の出力波形図であり、図18（c）はTCXO調整データ信号図である。時間t0においては未だFSW同期が確立していない状態を示しており、何等かの原因によって受信周波数と局部発振周波数のずれが徐々に大きくなり、時間t1においてプラス側閾値越え、更に、周波数ずれが拡大している状態を示している。閾値の設定値にもよるが、この状態ではFSW検出は困難であり、従来のようにFSW検出に基づいてDCオフセット量を補正する手段は有効に機能しない。

そこでこの発明では、周波数ずれが予め設定した閾値を越えたことを検出したとき（時間t1）、その周波数ずれをキャンセルする方向に、局部発振周波数を補正する。この補正量を とすると、周波数補正した時点で、BPFによるチャンネル信号の部分的削除がなくなり、検波信号には受信チャンネル信号の全ての帯域信号が含まれるので、検波信号の劣化は無くなる。

#### 【0030】

この状態になると、上述した従来のDCオフセット補正方法と同じように、FM検波器8（58）の出力に基づいて行われるFSW同期検出回路9（59）のFSW検出機能と、検出したFSWからDCオフセット量を求め、FSW検出タイミングの次のシンボルからDCオフセット量を加減算する処理を備えたDCオフセット調整回路10（60）の機能によって、DCオフセット量を減少させるようにAFC制御回路14（64）を制御し、その結果に基づいてTCXO制御回路15（65）が機能するので、自動的にDCオフセット量が減少して理想的にはゼロになり、安定してFSW同期検出が行われてデータシ

10

20

30

40

50

ンボルが正確に検出される。

【 0 0 3 1 】

なお、上述したように、周波数シフトの方法は、DCオフセット量が閾値を越えたとき、その閾値とほぼ同じ量に該当する分周波数をシフトする方法、一回の周波数シフトの量を予め設定しておき、数回に分けて周波数シフトする方法、あるいは閾値を越えたとき比較的大きな量の周波数シフトを行い、その後、徐々にシフト量を減少しながら数回の周波数シフトを行う等の方法があるが、隣接チャンネルへの誤調整を行わないようにするためには、DCオフセット量の減少を確認しながら数回に分けて周波数シフトを実行することが好ましいであろう。更に、周波数シフトの回数は、AFC制御回路14(64)によって管理すればよいが、周波数シフトの回数や最大シフト回数は、発振回路の発振子の経年変化や隣接チャンネル周波数との関係に基づいて予め設定しておき、最大回数を超えるときは、シフト回数を制限することによって隣接チャンネルに移行するような誤制御を防止することも有用であろう。

10

【 0 0 3 2 】

また、TCXO制御を行うタイミングは、データ受信中に行うと周波数変化によってデータが異なったものになるので、後述する同一出願人の他の先願発明を使用して、シンボルカウンタを用いて検出するFSW先頭から、LPFやその他の回路の遅延時間を考慮した所定時間経過後に、データ処理に影響を及ぼさないタイミングでTCXOの発振周波数を調整(補正)することが有用である。

【 0 0 3 3 】

< F S W 検出手段 >

同一出願人は、特願2005-339435「同期ワード検出装置、同期ワード検出方法、プログラム及び記録媒体」として、迅速にFSW検出を行う手段を出願済みである。これは、S/Nが悪い状態や、少ないフレーム同期ワードであっても誤検出が少なく、また、受信信号に周波数ずれ等に起因する直流成分(DCオフセット成分)が含まれる場合であっても同期捕捉性能を保つことができるフレーム同期ワード検出装置及びフレーム同期ワード検出方法であり、本発明に併用すれば、更に迅速且つ正確にFSW同期検出処理が可能となるので、その概要について説明する。

20

なお、以下の説明においては、既出願明細書の記載内容に倣って、例えば「フレーム同期ワード」を単に「同期ワード」、「FSW」等と表記したように、上述した本発明の説明におけるテクニカルターム表記と必ずしも一致していない場合もあるが、異なる表記であっても技術的に同一の場合もある。

30

【 0 0 3 4 】

この先願発明のフレーム同期ワード検出装置では、受信検波した信号の所定位置に挿入された同期ワードを検出する同期ワード検出装置において、既知の同期ワードを予め記憶しておく同期ワード記憶手段と、受信信号波形から同期ワード候補シンボルデータを取得する同期ワード候補取得手段と、上記同期ワード候補取得手段によって得た同期ワード候補の各シンボル値と記憶した同期ワードの各シンボル対応値とのシンボル誤差を求めるシンボル誤差演算手段と、シンボル誤差演算手段によって求めた全シンボルに対するシンボル誤差平均値を求めるシンボル誤差平均演算手段と、シンボル誤差演算手段によって求めた、同期ワード候補の各シンボル誤差から上記シンボル誤差平均値を減算してオフセット補正值を求めるシンボル誤差平均減算手段と、同期ワード候補の各シンボルについて上記シンボル誤差平均減算手段によって求めたオフセット補正值を自乗する補正值自乗演算手段と、その補正值自乗演算手段によって求めた結果を同期ワード候補全シンボルについて加算して同期ワードシンボル誤差を求めるシンボル誤差合算手段と、同期シンボル誤差合算手段によって求めた同期ワードシンボル誤差と予め設定した閾値と比較し、当該同期ワード候補が同期ワードであるか否かを判断する同期ワード判断手段を備えている。

40

【 0 0 3 5 】

また、上記第一の同期ワード検出装置において、受信信号から抽出したクロック信号に基づいてクロック信号を再生するクロック再生部と、該クロック再生部の発振周波数を調

50

整する周波数調整部とを備え、前記シンボル誤差平均演算手段によって求めた同期ワード候補の全シンボルに対するシンボル誤差平均値を受信信号の周波数オフセット量とみなし、シンボル誤差平均値で前記周波数調整部を制御する手段を備えている。

これらの同期ワード検出装置/方法によれば、周波数ずれに対応したDCオフセット量を検出すると共に、その影響を除去しつつ、真性のフレーム同期ワードと見なし得る範囲の誤差を許容して、フレーム同期ワード検出を行うので、実質的に正しいフレーム同期ワードを効率良く検出可能となる。従って、本発明に利用すれば、帯域フィルタにおいて広い通過帯域にした場合の帯域雑音が増大した状態においても、簡単な演算によって同期ワードを検出して同期するまでの時間も短縮することができ、またDCオフセット量検出手段の利用も可能である。

10

また、フレーム同期ワード検出装置/方法では、平均演算手段によって求めた同期ワード候補の全シンボルに対するシンボル誤差平均値を受信信号の周波数オフセット量とみなし、シンボル誤差平均値で前記周波数調整部を制御する手段を備えたので、受信信号の周波数がずれている場合においても、その周波数を自動的に補正することができ、より一層同期確率までの時間を短縮する効果が得られる。

#### 【0036】

以下、この先願発明を図7乃至図10を参照しつつ簡単に説明する。

この先願発明は、基本的には、受信検波して得た受信信号に重畳するDCオフセットの影響を除去するために、式(1)に示す演算に基づいて、同期ワード検出を行うものである。

20

$$D = [ ( a_i - S_i ) - \{ ( a_j - S_j ) / n \} ]^2$$

但し、i、jは1からnの値をとる・・・式(1)

この式の右辺の、 $( a_i - S_i )$ は、同右辺の $\{ ( a_j - S_j ) / n \}$ は、フレーム同期ワード候補の全てのシンボル値と正規の同期ワードのシンボル対応値夫々の相違度(誤差)を全シンボル分について加算し、サンプル数nで除したもので、誤差の平均値を意味し、この値が同期ワード候補のシンボルに含まれるオフセット量になり、式(1)は、同期ワード候補と正規の同期ワードとの誤差からオフセット量を減じたものである。従って、この式(1)に基づいて同期ワード候補と既知の同期ワードと比較すれば、受信信号に周波数のずれ等による直流信号等のオフセットが含まれる場合においても、その影響を除去して同期ワード検出が可能となることを意味する。

30

#### 【0037】

図7は第一の既出願発明において提案した同期ワード検出方法の一実施態様例を示すフローチャートである。図7において、フローがスタートすると、無線受信機の受信高周波ブロックから供給された受信信号が検波手段によって検波され(S41)、この信号波形から同期ワード候補データを得、これらの受信信号波形から同期ワード候補のシンボルデータ $( a_i )$ を取得する(S42)。この $( a_i )$ から、予め記憶されている同期ワードに対応する値 $( S_i )$ を減算してシンボル誤差 $( a_i - S_i )$ を演算する(S43)。次に、シンボル誤差平均値を計算するが、これは前記シンボル誤差の演算と同様の考え方に基づいて、n個のシンボル値について $( a_j - S_j )$ を計算し、jを1からnについて全てを加算した上で、シンボル数nで割り算することによって式(2)に示すシンボル誤差平均値を求める(S44)。

40

#### 【0038】

$$F_{off} = ( a_j - S_j ) / n \quad ( \text{但し、} j \text{は} 1 \text{から} n ) \cdots \text{式}(2)$$

この値は、周波数のずれ等によるオフセット量(DCオフセット)に該当するものであるので、このシンボル誤差平均値(オフセット量) $F_{off}$ を、前記S43において計算したシンボル誤差から減算して、受信信号波形から同期ワードの候補として抽出した波形のオフセット補正值である $( a_i - S_i ) - \{ ( a_j - S_j ) / n \}$ の値を求める(S45)。更に、この値の自乗値を求め(S46)、前記式(1)に示した、同期ワードシンボル誤差をシンボル数nについて全てを加算する(S47)。この式(1)値は、オフセットが排除された同期ワード候補のシンボル値と、既知の正規の同期ワードとの相違度を示す

50

誤差であるから、これを予め設定した閾値と比較して（S49）、閾値より小さい場合は（S49 Yes）、当該同期ワード候補が正しい同期ワードであると判断して、次の処理に移行する（S50）。また、前記S49の判定において、閾値より大きい場合は、当該同期ワード候補が同期ワードではないと判断し（S49、No）、受信信号波形から1シンボル分シフトして新たな同期ワード候補を取り出し（S51）、前記S41に戻って、以下同様の処理を行う。

#### 【0039】

図8は、以上の処理に基づいて同期ワード検出を行った場合の結果を図示したもので、この方法の効果を明らかにするために、従来行われていた他の演算による例も記載している。図8において、結果的に正しい同期ワード候補である第一信号波形201については、前記図同様に同期タイミングとなるべきタイミング $t_0$ において最小値の“0”となっており、正しく同期ワードであることが判別できる。また、オフセット量が含まれた第三信号波形203については、シンボル値 $a_i$ は第一信号波形とは異なる配列になるが、同期タイミング $t_0$ において最小値の“0”となり、正しく同期ワードであることが判別できる。一方、第二信号波形202では、タイミング $t_0$ において最小値の“3”となっているが、閾値を例えば2以下に設定しておくことにより、十分に誤同期判定を排除することができる。なお、この例では、同期ワードのシンボル数 $n$ を四個にしたので、第一、第三信号波形と第二信号波形との演算結果に大きな差が出なかったものと考えられるが、シンボル値が通常同期ワードのように多くなると、許容範囲の設定は大きな意味を有する。

#### 【0040】

図9はこの方法を実現するための同期ワード検出装置の要部概要構成図である。この例に示す実施例は、式(1)に示す計算結果が、受信信号に含まれる周波数のずれに応じた信号であることに着目し、この値によって受信信号の周波数を補正するか、あるいは式(1)の値が最小になるように、例えば検波信号の直流レベルをプラス方向かマイナス方向にシフトする等の処理によって、同期ワード検出時間を短縮することが可能となる。図9はそのための同期ワード検出装置の構成例を示すものである。同図に示すようにこの例では、少なくとも、受信信号から信号波形を復調する検波部101と、同期ワードを検出する同期語（同期ワード）検出部102と、周波数調整部103と、クロック再生部104と、シンボル判定部（ビット変換部）105とを備えている。この構成において、検波部101は、受信信号から検波信号を出力する機能を有するものである。また、周波数調整部103は、無線送受信機には通常水晶発振器等の機能として備えられているもので、可変容量素子等の可変リアクタンス回路素子の電圧等を変化することによって、発振周波数を調整するものである。クロック再生部104は、受信信号中に含まれるクロック信号成分を抽出して、周波数調整部103等から供給される発振信号に同期させて正確なクロック信号を生成する等の機能を備えたものである。更に、シンボル判定部105は、同期ワードが検出された後、受信したシンボル値を、それに対応するビット値に変換するもので、例えば、4値FSK変調では、一シンボル値が2ビットを示すように決められている場合は、受信したシンボル値に応じて“00”、“01”、“10”、“11”の四つのうちのいずれかの組のビットに変換するものである。

#### 【0041】

このような構成において、前記式(1)に示す $F_{off} = (a_j - S_j) / n$ （但し、 $j$ は1から $n$ ）なる演算を実行し、その結果を周波数調整部103に供給することによって受信信号の周波数ずれを補正し、受信信号と一致したクロック信号を再生すれば、オフセットがない検波信号出力が得られることになるので、同期ワード検出処理を迅速に行うことができる。

図10は、このためのフローチャートであり、処理がスタートすると、無線高周波ブロックから供給された受信信号が検波されて（S60）、この信号波形から同期ワード候補データが得られるので、これらの受信信号波形から同期ワード候補のシンボルデータ（ $a_i$ ）を取得する（S61）。同期ワード候補のシンボルデータが得られると、この（ $a_i$ ）

から、予め記憶されている同期ワードの対応する値 ( $S_j$ ) を減算してシンボル誤差 ( $a_j - S_j$ ) を演算する (S 6 2)。次に、シンボル誤差平均値を計算するが、これは前記シンボル誤差の演算と同様の考え方に基づいて、 $n$  個のシンボル値について ( $a_j - S_j$ ) を計算し、 $j$  を 1 から  $n$  につて全てを加算した上で、シンボル数  $n$  で割り算することによって式 (1) に示すシンボル誤差平均値を求める (S 6 3)。

#### 【0042】

式 (1) は、 $F_{off} = (a_j - S_j) / n$  (但し、 $j$  は 1 から  $n$ ) であり、既に説明したように、式 (1) の値は、周波数のずれ等によるオフセット量に該当するので、この処理結果を周波数調整部 33 に供給し (S 6 4)、同期ワード検出に使用するクロック信号を生成するクロック再生部 34 を制御する (S 6 5)。この結果、上述したように、同期ワード検出促進効果を得ることが可能となる。なお、オフセット検出信号の利用方法は発振周波数の調整以外にも種々考えられるので、適宜利用すれば機能を向上した無線通信機を構成する上で有用である。以上説明したように、先願発明のフレーム同期ワード検出手は、簡便な構成や方法で、フレーム同期ワード検出や DC オフセット成分の検出、更には、周波数ずれ補正手段を実現可能であるので、先願発明の全体や、その DC オフセット検出手段あるいは周波数調整手段等、必要に応じて部分的に適宜選択して利用すれば、本発明の実施に際して有用である。

#### 【0043】

##### < 周波数補正タイミング >

更に、同一出願人は、特願 2006-19851 「無線通信機及びその周波数制御方法」として、データ検出に影響を与えないタイミングで周波数シフトする手段について出願済みであり、この手段も本発明に併用すれば、更に高い機能の無線通信機を構成することができるので、概要について説明する。

この先願発明は、受信信号に局部発振手段の出力信号を混合して所望の中間周波数信号を抽出する周波数変換手段と、中間周波数信号から既知のフレーム同期ワード信号を検出するフレーム同期ワード検出手段とを備えた無線通信機において、フレーム同期ワード信号から受信信号周波数と局部発振手段の発振周波数との周波数ずれに応じた信号を得る周波数ずれ検出手段と、この周波数ずれ検出手段により取得した周波数ずれ成分を受信信号又は検波後のフレーム同期ワード信号から減算してフレーム同期ワードを検出する周波数ずれ補正同期検出手段と、周波数ずれ検出手段出力に基づいて前記局部発振手段の周波数補正量を算出する周波数補正量設定手段と、受信検波したフレーム信号におけるデータ位置を判断するシンボルカウンタと、このシンボルカウンタと周波数補正量設定手段に基づいて局部発振手段の発振周波数補正タイミングと周波数補正量と、を制御する周波数補正手段とを備え、このシンボルカウンタと周波数補正量設定手段に基づいて局部発振手段の発振周波数補正タイミングと周波数補正量とを制御することを特徴としたものである。

#### 【0044】

また、上記周波数補正手段は、ファーストモード補正手段とトラッキングモード補正手段を備え、ファーストモード補正手段では周波数補正量設定手段の出力に基づいて次のフレーム信号の周波数ずれが局部発振手段の周波数補正可能範囲内であるか否かを判断する手段と、受信チャンネル情報に基づいて隣接チャンネル信号へのチャンネル引き込みを防止する隣接チャンネル引込防止手段とを含み、トラッキングモード補正手段は、複数のフレーム信号処理における周波数ずれ成分又は直流オフセット信号成分の平均値を求める平均値算出手段と、その平均値を所定の閾値と比較する比較手段と、この比較手段の出力に基づいて局部発振手段の周波数を補正するトラッキング周波数補正手段と、局部発振手段の発振周波数が前記トラッキング周波数補正範囲を越えたときはファーストモード補正手段による制御に切替えるように構成してもよい。

#### 【0045】

あるいは、受信信号波形からフレーム同期ワード候補シンボルデータを取得するフレーム同期ワード候補取得手段と、この手段によって得たフレーム同期ワード候補の各シンボル値と記憶したフレーム同期ワードの各シンボル対応値とのシンボル誤差を求めるシンボ

10

20

30

40

50

ル誤差演算手段と、この演算手段によって求めた全シンボルに対するシンボル誤差平均値を求めるシンボル誤差平均演算手段と、このシンボル誤差演算手段によって求めた、フレーム同期ワード候補の各シンボル誤差から前記シンボル誤差平均値を減算して直流オフセット補正值を求めるシンボル誤差平均減算手段と、フレーム同期ワード候補の各シンボルについて上記シンボル誤差平均減算手段によって求めたオフセット補正值を自乗する補正值自乗演算手段と、その補正值自乗演算手段によって求めた結果をフレーム同期ワード候補全シンボルについて加算してフレーム同期ワードシンボル誤差を求めるシンボル誤差合算手段と、シンボル誤差合算手段によって求めたフレーム同期ワードシンボル誤差と予め設定した閾値とを比較し、そのフレーム同期ワード候補がフレーム同期ワードであるか否かを判断する同期ワード判断手段を備えた無線通信機である。

10

## 【 0 0 4 6 】

図 1 1 は、この先願発明に係る無線通信機のブロック図である。この例に示す受信機の特徴は、FSW同期検出器 3 9 から FSW 検出タイミング情報を供給し、TCXO 調整データ設定器 4 7 に出力タイミング信号を供給するシンボルカウンタ 4 6 を備えた点であり、同期が確立したことを検知した後、シンボルカウンタ 4 6 の計数に基づいてフレーム同期ワードに続くデータビットの開始にタイミングを合わせて前記 AFC 制御回路 4 5 において生成した周波数ずれ情報に基づいて TCXO 4 2 の発振周波数を制御するように構成したものである。

## 【 0 0 4 7 】

図 1 2 は、このように構成した無線通信機におけるフレーム同期ワード検出と局部発振器としての TCXO 4 2 の周波数制御の具体的一例を示す図であり、( a ) は受信高周波回路に入力したフレーム信号、( b ) は検波処理後のフレーム信号、( c ) は局部発振器の周波数調整信号に含まれる DC オフセット調整データ、( d ) は実際に局部発振器に供給される周波数調整データの供給タイミングを示す図である。この例に示すように第二の既出願発明では、検波後のフレーム信号からフレーム同期ワードを検出し、それに基づいてフレームデータを復調するが、その際には、検波したデータに含まれる DC オフセット成分を検出し、データ信号から DC オフセット成分を減算することによって、DC オフセットを含む場合にも、正しくデータを復調する。また、次のフレーム同期ワード検出に際して、タイミング T 5 において生成した DC オフセット調整データ ( 図 1 2 の c ) を実際に局部発振器に制御信号として供給するタイミングを T 6 又は T 7、あるいはその間の所

20

30

## 【 0 0 4 8 】

この方法によれば、最初のフレーム同期ワード検出に続くデータビット復調時には、検出した DC 成分を検波データから減算した上で、シンボル値検出を行うことによって、正常な復調を可能とする。従って、データビット検波中に、局部発振器 1 0 の周波数を変更しないので、誤った検波出力を発生することがない。なお、フレーム同期ワード検出は、既知のビットパターンとの比較を行うので、比較的多くノイズが混入した状態でも正常に検出可能であるし、それに含まれる DC オフセット成分を検出することも容易である。

フレーム同期ワード検出に際して、それに含まれる DC オフセット成分を検出する手段は、上述した先願発明を使用できる。

40

## 【 0 0 4 9 】

図 1 3 は、図 1 1 の AFC 制御部 3 5 の制御例を示すフローチャートである。この例に示す制御ではフローがスタートするとまず、周波数ずれを検出する。ここでは、周波数ずれを TCXO 調整データから FSW 検出の際に求めた DC オフセットデータを引き算した値、即ち、「TCXO 調整データ」 - 「FSW の DC オフセットデータ」として処理する ( S 7 1 )。その計算結果が TCXO の周波数補正能力 ( の絶対値 ) の範囲内であるか否か、即ち、 $周波数ずれ > |TCXO 可動周波数範囲|$  であるか否かを判断し ( S 7 2 )、 $周波数ずれ \leq |TCXO 可動周波数範囲|$  である場合は ( S 7 2 No )、周波数ずれを微分計算し ( S 7 3 )、周波数ずれ微分計算値が周波数トラッキング解除閾値より大きいか否かを判断する ( S 7 4 )。この判断の結果、周波数ずれの微分計算結果がトラッキン

50

グ解除閾値より小さい場合は ( S 7 4 N o )、ファーストモード、即ち、D C 調整データと T C X O 調整データの両方を設定して、局部発振器の周波数を所望周波数に近づける制御を行い ( S 7 5 )、更に、T C X O 調整設定データとしては、T C X O 調整データと T C X O の 1 d i g i t 周波数データとを設定する ( S 7 6 )。なお、ファーストモード処理中は、発振周波数が所望周波数からずれていることがあり、データ復調や送信のための搬送波生成には適当でないので、データ復調や送信処理を禁止する処理等を行うことも有用である。

#### 【 0 0 5 0 】

なお、前記処理 S 7 2 における判断の結果、周波数ずれ > | T C X O 可動周波数範囲 | である場合 ( S 7 2 Y e s ) は、D C 調整データとして A F C 可動周波数から T C X O 調整データを引き算し ( S 7 7 )、前記処理 S 6 に移行する。また、前記処理 S 4 における判断の結果、周波数ずれの微分計算結果がトラッキング解除閾値より大きい場合は ( S 7 4 Y e s )、周波数ずれ微分計算結果がトラッキング突入閾値より大きい場合は ( S 7 8 Y e s )、周波数ずれ微分計算結果がトラッキング突入閾値より大きいときは ( S 7 8 Y e s )、トラッキングモードに移行し、トラッキングモードとしての D C 調整データと T C X O 調整データとを設定し ( S 7 9 )、前記処理 S 7 6 に移行する。

#### 【 0 0 5 1 】

また、図示は省略するが、A F C ファーストモードの処理の一例を説明すれば、ファーストモードは、フレーム同期ワード検出処理において得られる D C オフセットデータを一括して局部発振器の周波数調整値として用い、周波数ずれを高速に補正するモードである。フレーム同期ワード検出処理において D C オフセット成分が求まると共に、T C X O の調整データが設定されるので、その両者を加算した値である周波数誤差が予め設定したトラッキング突入閾値以内であるかを判断する。誤差がトラッキング閾値以下の場合にはトラッキング処理に移行し、高速に局部発振器 ( T C X O 2 2 ) の周波数を所望値に近づける処理を行う。また、この際チャンネル情報等に基づいて、周波数調整範囲を制限する等の処理を含めることによって、隣接チャンネルの強力な信号レベルが存在する場合においても、それに引き込まれることを防止することも、安定した動作をもたらす上で有用である。

#### 【 0 0 5 2 】

更に、ファーストモードに続いて制御されるトラッキングモード処理の例を説明すれば、この処理は、ファーストモードを経て、所望周波数範囲に維持された状態においては、比較的小さい周波数誤差に対して迅速に周波数を一定値に保つ処理を行っているが、電波環境が急激に悪化する場や、瞬時的な周波数の変動に、必要以上に反応して大きく発振周波数が振れることがある。このトラッキングモードでは、そのような不安定な周波数制御が発生しないようにするため、F S W 検出の際に得られる D C オフセットデータを数フレームにわたって積算し平均したデータに基づいて、その平均値の正負を判断し、その方向性に従って、突発的に逆方向に発生する周波数誤差情報に対する反応を抑圧する機能を持たせたものである。

以上のようにこの先願発明を利用すれば、処理中のデータに影響を与えることなく、迅速に同期を確立してデータの検出を行うことができるので、本発明に併用することによって、より一層、的確な同期検出が可能となる。

#### 【 0 0 5 3 】

本発明は、上述した実施形態のみに限定されたものではなく種々の変形が可能である。特に、実施例に示した先願発明については夫々の先願発明の明細書の記述に従って説明したが、実際に本発明に適用する場合は本発明の趣旨に添って適宜変更を加えることが好ましいであろう。

即ち、本発明の特徴は、図 1 に示す構成のうち、通過帯域フィルタ 7 として、通常の通過帯域とそれより広い通過帯域をもったものとし、高速に F S W 検出が必要なスキミング受信や第一フレーム受信のように F S W 未検出状態においては広い通過帯域によって、

10

20

30

40

50

ある程度周波数がずれていても受信信号を検波器 8 に導くことが出来るようにした点である。従って、本発明に併用する先願発明に係る手段においては、F S W 検出に基づいて算出した D C オフセット成分が小さくなるように一挙に周波数補正するとともに、帯域制限フィルタを通常帯域に戻してデータシンボル検出に移行する等のように、先願発明の機能のうち不要なものを適宜除去し、必要な機能のみを残すように変形するのが好ましいであろう。

【 0 0 5 4 】

また、F M 検波器出力から直接に周波数ずれに対応した D C オフセット成分を取り出す方法や、F S W 同期検波の際に周波数ずれに対応する D C オフセット成分を取り出す方法は、実施例に示した以外の方法でもよく、適用する無線通信機の構成も実施例に限られるものではない。

10

更に、上述した実施形態の無線通信機、その周波数制御方法を実現する各機能・方法を、それぞれプログラム化し、あらかじめ C D - R O M 等の記録媒体に書き込んでおき、コンピュータに搭載した C D - R O M ドライブのような媒体駆動装置に、この C D - R O M 等を装着して、これらのプログラムをコンピュータのメモリあるいは記憶装置に格納し実行することによって、本発明の目的が達成されることは言うまでもない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 5 】

【 図 1 】 本発明に係る無線通信機の一実施例を示すブロック図。

【 図 2 】 本発明に係る無線通信機の制御例を示すフローチャート。

20

【 図 3 】 本発明において使用する帯域フィルタと受信信号の関係の例を示す図。

【 図 4 】 本発明において使用する帯域フィルタと受信信号の関係の他の例を示す図。

【 図 5 】 本発明の実施例における信号タイミング図。

【 図 6 】 本発明を適用したレピータの一例を示す図で、( a ) は概要ブロック図、( b ) はキャリアシフトの例を示す概要構成図。

【 図 7 】 本発明において利用する先願発明のフローチャート。

【 図 8 】 本発明において利用する先願発明を説明する信号波形図。

【 図 9 】 本発明の実施例における信号タイミング図。

【 図 1 0 】 先願発明によるタイミング制御の例を示すフローチャート。

【 図 1 1 】 先願発明に係る無線通信機の一実施例を示すブロック図。

30

【 図 1 2 】 先願発明のフレーム同期ワード検出手順を説明する図で、( a ) は受信高周波回路に入力するフレーム信号のタイミング図、( b ) は検波後のフレームタイミング図、( c ) は D C オフセットデータ図、( d ) は局部発振器 ( T C X O ) の周波数調整データ図。

【 図 1 3 】 先願発明のフレーム同期ワード検出手順を説明するフローチャート。

【 図 1 4 】 検波器出力信号波形図で、( a ) は周波数ずれのない状態の検波波形図、( b ) は D C オフセットを含んだ検波波形図。

【 図 1 5 】 大きな D C オフセットを含んだ検波波形図。

【 図 1 6 】 周波数ずれが大きい場合の帯域フィルタの帯域と受信信号との関係を示す図。

【 図 1 7 】 先願発明に係る無線通信機のブロック図。

40

【 図 1 8 】 先願発明の無線通信機のフレーム同期ワード検出手順を説明する図で、( a ) は受信高周波回路に入力するフレーム信号のタイミング図、( b ) は L P F の出力信号波形図、( c ) は局部発振器 ( T C X O ) の周波数調整データ図。

【 符号の説明 】

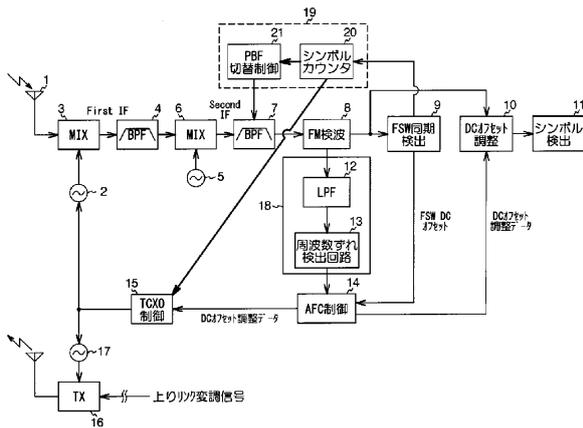
【 0 0 5 6 】

5 局部発振器、6 混合器 ( M I X )、7 帯域フィルタ ( B P F )、8 F M 検波器、9 フレーム同期ワード検出器 ( F S W 同期検出器 )、1 0 D C オフセット調整回路、1 1 シンボル検出回路、1 2 L P F、1 3 周波数検出回路、1 4 A F C 制御部、1 5 T C X O 制御回路、1 8 周波数ずれ検出回路、1 9 B P F 制御部、2 0 シンボルカウンタ、2 1 B P F 切換部、2 3 キャリアシフト、6 8 周波数ずれ検出

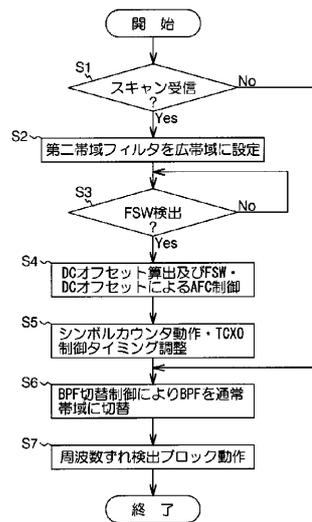
50

ブロック。

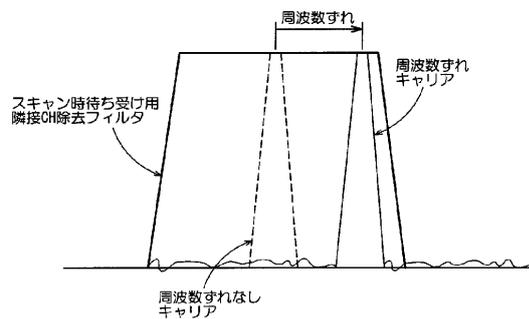
【図1】



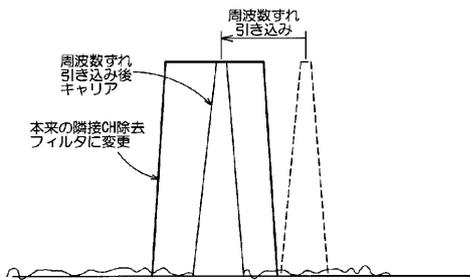
【図2】



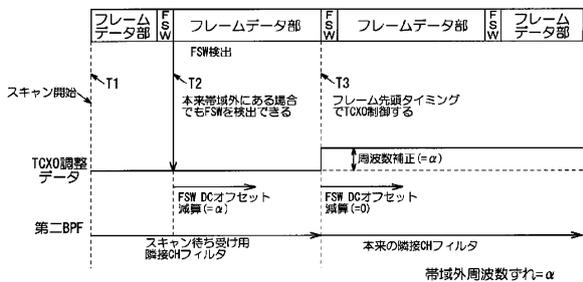
【図3】



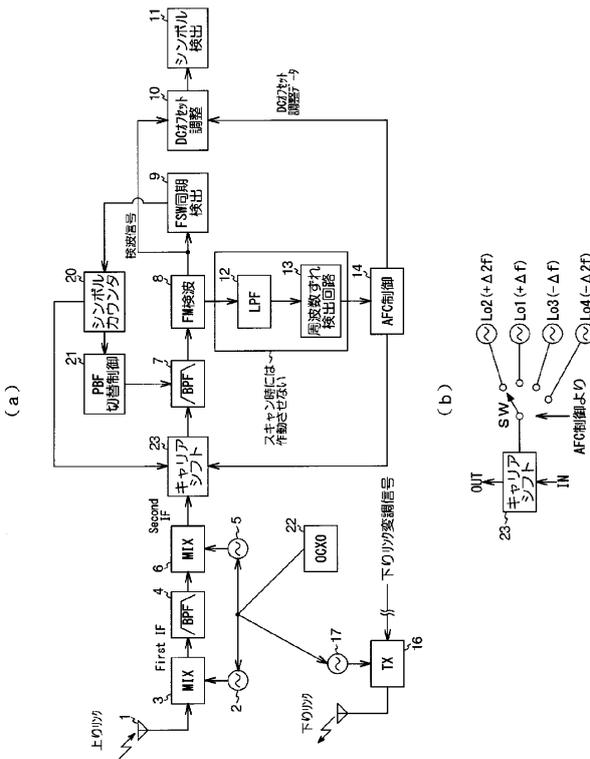
【図4】



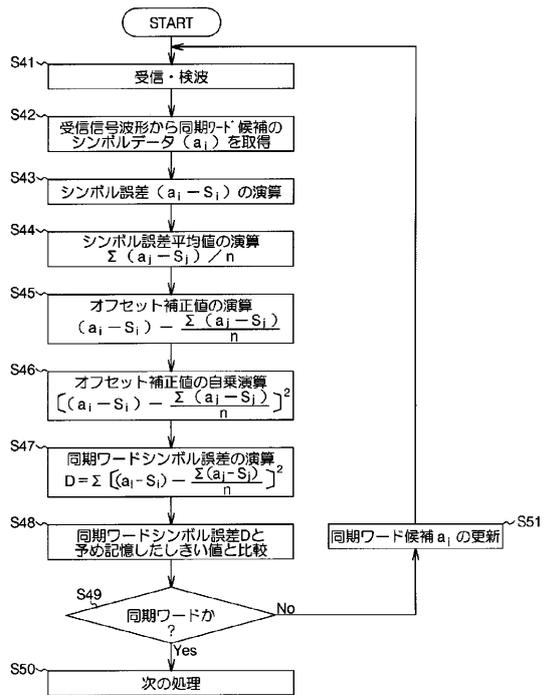
【図5】



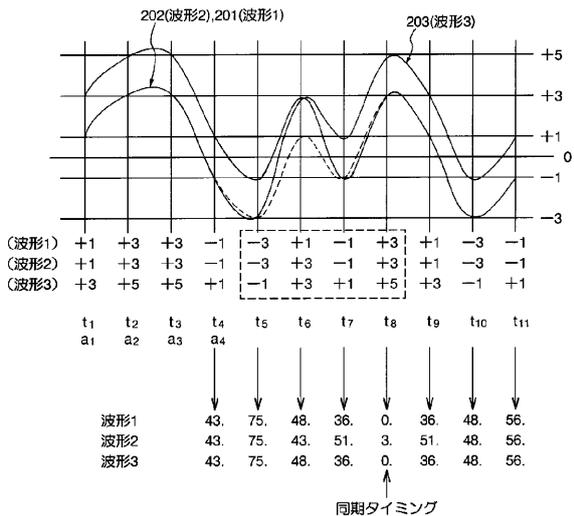
【図6】



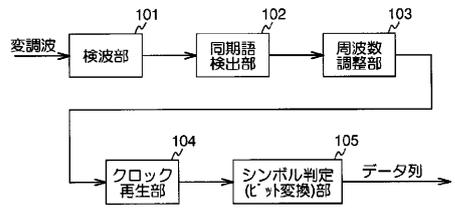
【図7】



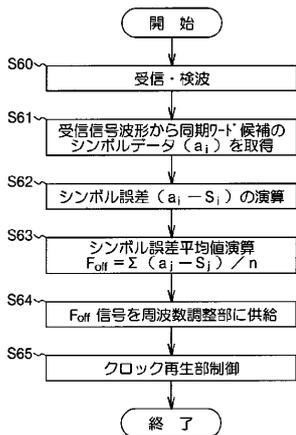
【図8】



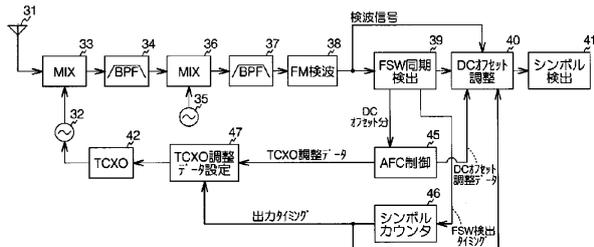
【図9】



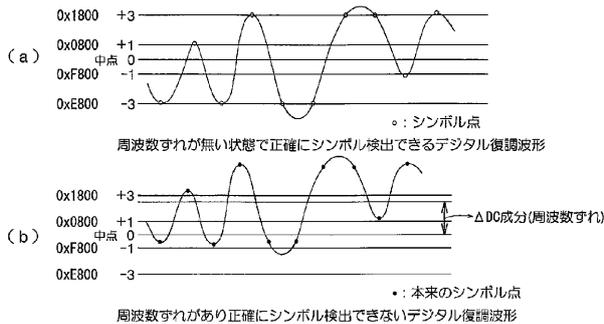
【図10】



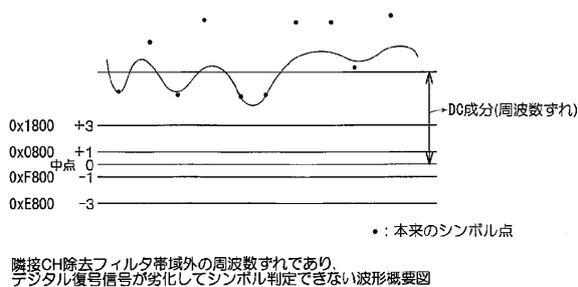
【図11】



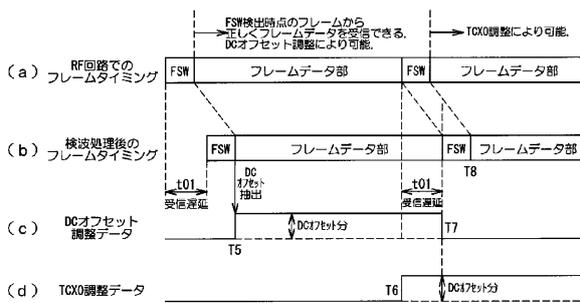
【図14】



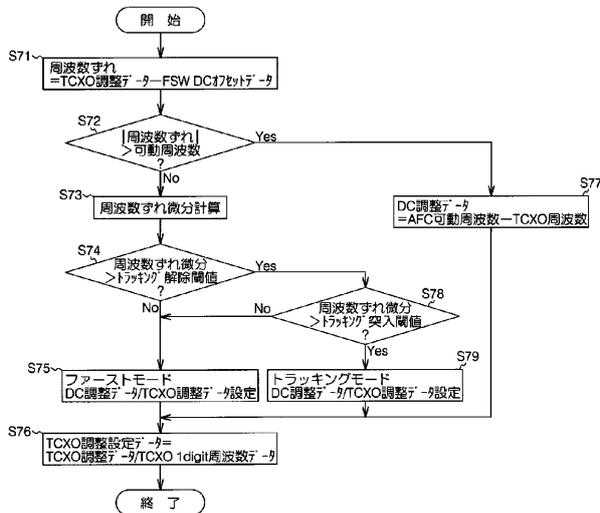
【図15】



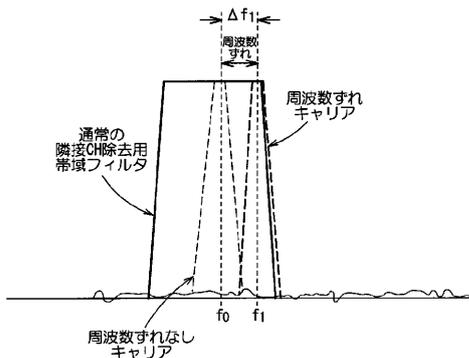
【図12】



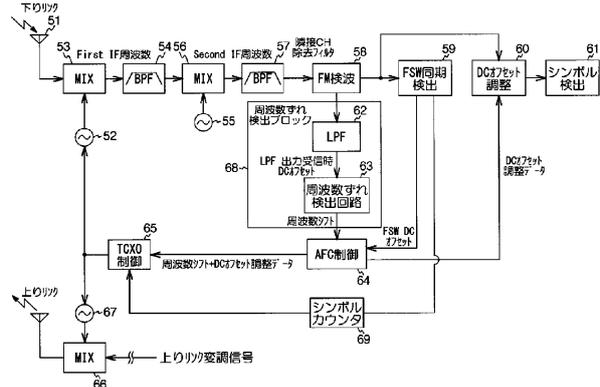
【図13】



【図16】



【図17】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 9 6 0 6 4 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 1 7 7 9 3 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 1 5 0 4 7 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 4 B 1 / 2 6 - 1 / 2 8  
H 0 4 B 1 / 0 6  
H 0 4 B 1 / 1 6  
H 0 4 L 2 7 / 0 0 - 2 7 / 3 0  
H 0 3 J 5 / 0 0 - 5 / 0 2  
H 0 3 J 5 / 1 4 - 5 / 3 0  
H 0 3 J 7 / 0 0 - 7 / 3 2