

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4760329号  
(P4760329)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4L 7/08	(2006.01)	HO4L 7/08	A
HO4L 27/12	(2006.01)	HO4L 27/12	B
HO4L 27/22	(2006.01)	HO4L 27/22	F

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-339435 (P2005-339435)	(73) 特許権者	000003595 株式会社ケンウッド 東京都八王子市石川町2967番地3
(22) 出願日	平成17年11月24日(2005.11.24)	(74) 代理人	100085660 弁理士 鈴木 均
(65) 公開番号	特開2007-150472 (P2007-150472A)	(72) 発明者	真島 太一 東京都八王子市石川町2967-3 株式会社ケンウッド 内
(43) 公開日	平成19年6月14日(2007.6.14)	審査官	白井 亮
審査請求日	平成20年11月6日(2008.11.6)	(56) 参考文献	特開2003-244110(JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信検波したデジタル無線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、前記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、前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前記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、前記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、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前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、前記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、前記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しきい値と比較し、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と、を備えたことを特徴とする同期ワード検出装置。

【請求項2】

請求項1記載の同期ワード検出装置には、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、前記シンボル誤差平均値により前記周波数調整部を制御する手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の同期ワード検出装置。

【請求項 3】

予め記憶した既知の同期ワードに基づいて、受信検波したデジタル無線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方法において、前記受信検波したデジタル無線信号の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ステップと、前記同期ワード候補取得ステップによって得た同期ワード候補の各シンボル値と前記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ステップと、前記シンボル誤差演算ステップ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ステップと、前記シンボル誤差演算ステップによって求めた、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オフセット補正值を求めるシンボル誤差平均減算ステップと、同期ワード候補の各シンボルについて前記シンボル誤差平均減算ステップ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ステップと、前記補正值自乗演算ステップ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ステップと、前記同期シンボル誤差合算ステップ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しきい値と比較し、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ステップを含むことを特徴とする同期ワード検出方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載の同期ワード検出ステップには、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処理と、該クロック再生処理において、発振周波数を調整する周波数調整処理とを含み、前記シンボル誤差平均演算ステップ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、前記シンボル誤差平均値で前記周波数調整部を制御する処理を含むことを特徴とする請求項 3 記載の同期ワード検出方法。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 記載の同期ワード検出方法の各ステップ及び処理を、コンピュータによって処理可能なようにプログラミングしたことを特徴とする同期ワード検出方法プログラム。

【請求項 6】

請求項 5 記載の同期ワード検出方法プログラムをコンピュータが読み取り可能に記録したことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタル無線通信機等に好適な、同期ワード検出装置及び同期ワード検出方法、並びにそのプログラム、プログラムを記憶した記憶媒体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

デジタル無線通信では、伝達すべきデータをフレーム単位で送受信するが、送信機側で各フレームの所定位置、例えば、フレーム先頭に特定の信号配列パターンを有する同期信号（フレーム同期ワード：Frame Sync Word）を配置して送信し、受信機側では上記フレーム同期ワードを検出することにより、各フレーム内に配列されている各情報を検出して処理するためのタイミング情報を得ることができる。このようにデジタル通信では無線通信に限らず、受信側での同期確保がデータを復調する上で重要不可欠である。

受信機側でフレーム同期ワードを捕捉する手段としてはいくつかの方法が知られており、伝送されるデータのシンボルタイミングを予め何らかの方法で取得し、先にシンボルデータのデコードを行うことができるシステムでは、デコードしたデータ列から比較的簡単

10

20

30

40

50

な方法でフレーム同期ワードを検索することができる。この方法は、例えば特開平11-17666号公報に開示されているように、受信信号からビットデータを取得し、照合用データパタンとの排他的論理和を求めることによってフレーム同期ワードを捕捉することができる。

しかし、デジタル移動無線システムのように、伝送路にノイズが多く混入するシステムでは、上記デコードデータには誤りが多く含まれているのでフレーム同期ワード検出精度が劣化する。また、シンボルタイミングを予め獲得してからフレーム同期ワードを検出する方法では時間が掛かり過ぎるという問題が生じる場合があることから、即時接続性が問題になる場合は波形相関の手法が使用されることが多い。

この波形相関による手法は、デコードする前の復調信号波形と予め既知のフレーム同期ワードとの相関関係に基づいてフレーム同期ワードを検出するもので、耐ノイズ性能に優れ、同時にシンボルタイミング情報も取得できるという利点も備えている。

#### 【0003】

この方法を前提とした従来手法としては、例えば、特許文献1等が存する。この方法に関して基本的な考え方を説明する。

いま、フレーム同期ワードの各シンボル値を $S$ 、受信検波された信号の復調波形から検出されたシンボル値を $a$ とすると、両者の相関値 $R$ は、波形の「ずらし量」の関数 $R(\tau)$ として式(1)で表され、式(1)の $R(\tau)$ が最大値のとき、フレーム同期ワード検出タイミングとなる。

$$R(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T a(t+\tau) S(t) dt \quad \cdots \text{式(1)}$$

但し、 $T$ は で、積分範囲は $T$ が0から

なお、実際のフレーム同期ワードは有限長で、しかもデジタル演算では離散的になるため、フレーム同期ワードのシンボル数を $n$ 、それらのデータ(シンボル値)を $S_1 \sim S_n$ 、復調波形から読み取ったシンボル値の受信時点におけるフレーム同期ワード候補のシンボルサンプリングデータを $a_1 \sim a_n$ とすると、上記式(1)は、式(2)として表すことができる。

$$C = \sum_{i=1}^n (a_i * S_i) \quad \text{但し、} i \text{ は } 1 \text{ から } n \text{ まで} \quad \cdots \text{式(2)}$$

なお、実際にはサンプル数 $n$ で式(2)を割り算する必要があるが、これは定数であり、原理的説明に影響がないので、ここでは省略する。

また、上述した波形相関に代わり、フレーム同期ワードと、受信波形から取り出したフレーム同期ワード候補の各シンボル値との誤差、即ち両者の相違度に基づいてフレーム同期ワード検出を行う方法も使用されることが多く、これは式(3)に示すように、両者の差の自乗によって得られる。

$$E = \sum_{i=1}^n (a_i - S_i)^2 \quad \text{但し、} i \text{ は } 1 \text{ から } n \text{ まで} \quad \cdots \text{式(3)}$$

#### 【0004】

図5は、この式(3)により示される相違度(誤差)からフレーム同期ワードの検出を行う場合の一例を示すための信号波形図である。この例に示すものでは、変調方式が4値FSK(周波数シフトキーイング: Frequency Shift Keying)あるいは4値PSK(Phase Shift Keying)で、ここでは説明を簡単にするためにフレーム同期ワード $S$ の数を四とし、夫々の値を $S_1 = -3$ 、 $S_2 = 1$ 、 $S_3 = -1$ 、 $S_4 = 3$ としている。

図5の101は、デジタル受信信号を復調した後の波形図であって、横軸は時間、縦軸は受信復調信号の振幅値であり、フレーム同期ワードのシンボル値(偏移量)を示している。この振幅値は、送信側で所定のタイミングで伝送すべきデータに対応して周波数変調あるいは位相変調されたものである。なお、各シンボル値の決定方法や、シンボル値検出タイミングの同期については、既によく知られているので説明は省略するが、シンボルタイミングを $t_1 \sim t_{11}$ とし、夫々のシンボル値を、図中に「 $a$ 値」として示している。また、図中の $a_1 \sim a_4$ は、シンボルタイミング $t_4$ における、その時点のフレーム同期ワード候補であり、時間経過に伴って受信タイミングがシフトする毎に、図中右側に一シンボル分ずれたものとなる。なお、この例ではフレーム同期ワード数を四としたので、 $a_1 \sim a_4$ の四つであるが、実際にはもっと多く、例えばAPCO P25では24シンボルと

10

20

30

40

50

なる。

この図に示したものにおいて、前記式(2)、式(3)に基づいてC及びEを計算すると、図の下部に示した値となる。一例として、タイミング $t_4$ におけるC、Eの計算例を説明すると、まず、Cは式(2)に基づいて計算するが、 $a_1 \sim a_4$ の各値は信号波形図から、 $a_1 = 1$ 、 $a_2 = 3$ 、 $a_3 = 3$ 、 $a_4 = -1$ となり、予め既知のフレーム同期ワードは上述したようにこの例では $S_1 = -3$ 、 $S_2 = 1$ 、 $S_3 = -1$ 、 $S_4 = 3$ としたので、夫々の数値を代入すれば、 $C = -6$ となる。具体的には、 $C = \{1 * (-3)\} + \{3 * (1)\} + \{3 * (-1)\} + \{(-1) * (3)\} = -6$ となる。また、タイミング $t_5$ では右側に一シンボル分ずらして、 $a_1 = 3$ 、 $a_2 = 3$ 、 $a_3 = -1$ 、 $a_4 = -3$ となるから、これらの値を式(2)に代入すれば、同様の計算によって $C = -14$ が求まる。

10

また、式(3)についても、 $(a_i * S_i)$ に代えて $(a_i - S_i)^2$ について同様に $a_i$ 、 $S_i$ を代入して計算を行えばよい。

#### 【0005】

図5に示した例では、フレーム同期ワードの各値を $(-3, 1, -1, 3)$ としたので、受信信号波形の振幅値がこれと同一の数値列( $a_1 = -3$ 、 $a_2 = 1$ 、 $a_3 = -1$ 、 $a_4 = 3$ )となるときのフレーム同期ワードと一致することになり、これは図の例ではタイミング $t_8$ において一致し、このとき式(2)のCは最大となり、式(3)のEは最小になる。即ち、式(2)の相関値Cは最大するとき、式(3)の相違度(誤差)Eは最小の時、フレーム同期ワードの信号波形と一致したことが分かる。

なお、最大値、最小値の判定を、一フレーム分のデータを取得後に行って、同期成立の可否を判断する方法もあるが、工業用無線機や警察・消防無線のように、時間の遅延なく通話を行う必要のある即応性を重視する通信システムでは、同期タイミングを即座に判断するために、上述したようにフレーム同期ワードのシンボル数についての相関値、相違度の数値を予め設定した、しきい値(スレシホールドレベル)と比較してフレーム同期ワード検出の有無を判断することが多い。しきい値を設定する手段は、例えば特許文献2にも開示されている。

20

また、以上の説明では、説明を簡潔にするために、一シンボルについて一サンプル値を検出しているが、一シンボルについて数サンプルを検出するオーバーサンプリングが一般的である。

【特許文献1】特開平9-289485号公報

30

【特許文献2】特開平3-70226号公報

【特許文献3】特開2001-326699号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

しかしながら、一方で工業用無線システムや警察・消防無線システムでは、多くのものが、アナログ無線システムとの互換性を重視し、FM(Frequency Modulation)方式のデジタル変調方式を採用している場合が多い。例えばアナログ通信システムではFMで、デジタル無線システムではFSK方式として変調・復調部を共用すると共に、両者の混在使用を可能にしている。

40

周知のとおり、周波数変調では伝送すべきデータや信号を周波数変化として搬送信号に重畳するので周波数のずれが含まれると、復調後の信号に周波数のずれに応じた直流信号(オフセット成分)が加算され、正しいシンボル値の検出が困難となる場合がある。また、デジタル通信ではFMに限らず、伝達すべき情報を表すデジタル信号を、位相偏移(PSK)、信号のレベル変化(ASK)等、搬送波信号の物理的偏移量として送信し、受信側では、それらの物理的偏移量を直流信号のレベル変化として出力するものが多く、従って、データに関係のない直流成分が含まれると、送信された信号の真値が得られない場合があることはFMの場合と同様である。

ちなみに、前記図5に関連して説明した同期ワードでは、四つのシンボル対応値の合計がゼロとなり、その平均値はゼロとなるので、式(2)に基づいて同期ワードを検出して

50

も、オフセットの影響を受けないが、同期ワードの平均値がゼロでない場合はオフセットの影響を受けることがある。即ち、上述した受信信号にオフセット  $d$  が含まれる場合、前記式(2)は、次の式(4)として表される。

$$C' = [(a_i + d) * S_i] = (a_i * S_i) + d * S_i$$

但し、 $i$  は 1 から  $n$  まで  $\dots$  式(4)

従って、この式において同期ワードの平均値がゼロでない場合は、 $d * S_i$  の値によって式(2)の  $C$  値と異なるものになる。

#### 【0007】

図6は、オフセットが含まれる場合の、同期ワードの誤検出の様子を示した図で、第二信号波形102はタイミング  $t_0$  において、+1であるべきシンボル値が+3に変化して検出された場合であり、第三信号波形103は、全体的に縦軸方向にレベル3分、オフセットされている場合を示しており、夫々の信号波形が同期ワード候補として検出される場合の様子を示している。各計算結果は前記図5において説明した場合と同じように計算すればよいので、詳細な説明は省略する。この図から明らかなように、第二信号波形102に関しては、 $t_0$  において、+1であるべきシンボル値が+3に変化しているため、本来は同期判定されるべきではないにも拘わらず、タイミング  $t_0$  の式(2)の計算結果  $C$  が22と最大となり誤った同期検出結果となる可能性がある。また、第三信号波形103については、正規の同期ワード波形であるため、タイミング  $t_0$  において最小値となっているが、オフセットの影響で式(3)の計算結果  $E$  の値が16とかなり大きな値となるため、しきい値の設定値によっては誤判定する可能性がある。しきい値を大きくすると、しきい値をクリアするシンボル値が複数検出される場合があり、それらの中から真の同期タイミングを判断するための新たな処理が必要となる。

#### 【0008】

従来、このような周波数変動成分等による直流成分の影響を排除するためには、所要部分にハイパスフィルタ(高域フィルタ)を挿入して、低周波領域の直流信号を除去する方法を採用していた。

しかし、ハイパスフィルタを使用する方法ではその自定数に起因する遅延のため、フレーム同期ワード検出に時間を要することになり、特に、フレーム同期ワードがフレームの先頭に位置する場合、同期がとれなくなる虞がある。また、隣接チャンネルに妨害波が存在する場合、ハイパスフィルタでその影響を除去できないときは、目的とするチャンネル信号を正しく受信復調できないことがある。これらの対策としては、例えば、フレームの先頭にプリアンプル信号を配置して、ハイパスフィルタが十分に収束する時間を設け、あるいは急峻な周波数特性のハイパスフィルタを用いる等の手段を講じる必要がある。

しかしながら、近年の無線通信システムでは、周波数の利用効率を向上するため狭帯域化が進められており、デジタル無線システムではビットレートを少なくして帯域幅の拡大を抑えることも望まれている。しかし一方では、上述したように同期ワード数が少ない程、誤検出の割合が多くなって良好な通信ができなくなると云う、近年の無線通信システムに要請される課題とは相反する結果となっている。

本発明は、これらの諸事情に鑑みてなされたものであって、少ない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(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、同期ワード検出装置及び同期ワード検出方法、並びにそのプログラム、プログラムを記憶した記憶媒体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】

#### 【0009】

本発明はかかる課題を解決するために、請求項1記載の同期ワード検出装置では、受信検波したデジタル無線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、前記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、前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前記記憶した同期ワ

10

20

30

40

50

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、前記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、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前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、前記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、前記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しきい値と比較し、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たことを特徴としている。

10

請求項2記載の同期ワード検出装置では、請求項1記載の同期ワード検出装置には、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、前記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ことを特徴としている。

#### 【0010】

請求項3記載の発明は同期ワード検出方法に関する発明であり、予め記憶した既知の同期ワードに基づいて、受信検波したデジタル無線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方法において、前記受信検波したデジタル無線信号の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ステップと、前記同期ワード候補取得ステップによって得た同期ワード候補の各シンボル値と前記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ステップと、前記シンボル誤差演算ステップ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ステップと、前記シンボル誤差演算ステップによって求めた、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オフセット補正值を求めるシンボル誤差平均減算ステップと、同期ワード候補の各シンボルについて前記シンボル誤差平均減算ステップ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ステップと、前記補正值自乗演算ステップ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ステップと、前記同期シンボル誤差合算ステップ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しきい値と比較し、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ステップを含むことを特徴としている。

20

30

請求項4記載の発明は同期ワード検出方法に関する発明であり、請求項3記載の同期ワード検出ステップには、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処理と、該クロック再生処理において、発振周波数を調整する周波数調整処理とを含み、前記シンボル誤差平均演算ステップ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、前記シンボル誤差平均値で前記周波数調整部を制御する処理を含むことを特徴としている。

請求項5記載の発明は、請求項3又は4記載の同期ワード検出方法の各ステップ及び処理を、コンピュータによって処理可能なようにプログラミングしたことを特徴とする同期ワード検出方法プログラムであることを特徴としている。

40

請求項6記載の発明は、請求項5記載の同期ワード検出方法プログラムをコンピュータが読み取り可能に記録したことを特徴とする記録媒体であることを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

請求項1記載の同期ワード検出装置では、受信検波したデジタル無線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、上述したように構成したので、既知の同期ワードを予め記憶しておき、前記受信信号波形から同期ワード候補取得手段によって同期ワード候補シンボルデータを取得し、この同期ワードのシンボル値と前

50

記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、この誤差について全シンボルに対するシンボル誤差平均値を求める。この誤差平均値は、受信信号の周波数ずれ等に起因する直流オフセット量となるので、このオフセット量を、同期ワード候補の各シンボル誤差から減算することによって、直流オフセットの影響を除去したオフセット補正值を求めることができる。更に、同期ワード候補の各シンボルについて求めたオフセット補正值を自乗した上で、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、この同期ワードシンボル誤差の値は、同期ワード候補と予め記憶した正規の同期ワードとの相違度(誤差)を示す値であるので、この値を予め設定したしきい値(スレシホールド)と比較することによって、当該同期ワード候補が真の同期ワードであるか否かを判断することが可能となる。従って、受信信号中に周波数のずれ等に起因するオフセット成分が含まれる場合であっても、その影響を除去して正確に同期ワードを検出することができる。しかも、簡単な演算によってこの目的を達成することができるので、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る。

10

請求項2記載の同期ワード検出装置では、請求項1記載の同期ワード検出装置が、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整する周波数調整部とを備えたものである場合、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、前記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。

20

#### 【0012】

請求項3記載の発明は同期ワード検出方法に関する発明であり、請求項1記載の発明を処理手順としたので、そのプロセスを実現すれば同期検出方法として、他の機能的装置の組み合わせとして請求項1記載の装置と同様の装置が実現でき、同様の効果を得ることができる。

請求項4記載の発明は同期ワード検出方法に関する発明であり、請求項3記載の同期ワード検出ステップに、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処理と、該クロック再生処理において、発振周波数を調整する周波数調整処理とを含む場合、前記シンボル誤差平均演算ステップ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、前記シンボル誤差平均値で前記周波数調整部を制御する処理を含むようにしたので、請求項2記載の周波数補正機能をもった同期ワード検出装置と同様の装置を、他の機能的装置の組み合わせとして実現可能であり、請求項2記載の装置と同様の効果を得ることができる。

30

請求項5記載の発明は、請求項3又は4記載の同期ワード検出方法の各ステップ及び処理を、コンピュータによって処理可能なようにプログラミングしたので、本発明の同期ワード検出方法をコンピュータが制御可能なOSに従ってプログラミングすることにより、そのOSを備えたコンピュータであれば同じ処理方法により制御することができる。

請求項6記載の発明は、同期信号検出プログラムをコンピュータが読み取り可能な形式で記録媒体に記録することにより、この記録媒体を持ち運ぶことにより何処でもプログラムを稼動することができる。

40

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0013】

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れのみに限定する主旨ではなく単なる説明例に過ぎない。

以下本発明の実施態様例について説明するが、それに先だって、本発明の基本的な考え方を説明する。本発明では、受信信号に重畳するオフセットの影響を除去するために、式(5)に示す演算に基づいて、同期ワード検出を行う。

50

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

但し、 $i, j$  は 1 から  $n$  の値をとる …… 式 (5)

この式の右辺の、 $(a_i - S_i)$  は、前記式 (3) に関連して説明したとおりであるが、同右辺の  $\{ (a_j - S_j) / n \}$  は、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  $n$  で除したものであるから、誤差の平均値を意味する。そして、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る。従って、前記式 (5) 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から、この式 (5) 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。

10

#### 【0014】

図 1 は本発明の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。なお、実際にこのフローを適用する無線受信機の構成としては、例えば従来技術として示した特許文献 1 ~ 3 等にも開示されているように既によく知られているので具体的説明は省略する。

図 1 に従って、前記図 5、図 6 を参照しながら、本発明の処理手順の一例を説明する。フローがスタートすると、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 (S1)、前記図 5、図 6 に示したような信号波形となり、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 (S2)。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 ( $S_i$ ) を減算してシンボル誤差 ( $a_i - S_i$ ) を演算する (S3)。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 (6) に示すシンボル誤差平均値を求める (S4)。

20

$$F_{off} = (a_j - S_j) / n \quad (\text{但し、} j \text{ は } 1 \text{ から } n) \quad \dots \text{式 (6)}$$

この値は、周波数のずれ等によるオフセット量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 S3 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 (S5)。更に、この値の自乗値を求め (S6)、前記式 (5) 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 (S7)。この式 (5) 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誤差であるから、これを予め設定したしきい値と比較して (S9)、しきい値より小さい場合は (S9 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 (S10)。また、前記 S9 の判定において、しきい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 (S9 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 (S11)、前記 S1 に戻って、以下同様の処理を行う。

30

#### 【0015】

図 2 は、前記図 5、図 6 に示した具体例について、以上説明した本発明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、本発明の効果を明らかにするために、前記式 (2)、(3) の場合も記載したものである。同図 2 において、各数値列は前記図 5、図 6 に関連して説明したとおりであるので、それを参照すれば理解できるであろう。結果的に、正しい同期ワード候補である第一信号波形 101 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 103 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 102 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、し

40

50

きい値を例えば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。

【0016】

図3は本発明の他の実施例を示す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、前記式(6)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(6)の値が最小になるように、例えば図5、図6の縦軸方向のレベルを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3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、少なくともも  
10、受信信号から信号波形を復調する検波部1と、同期ワードを検出する同期語(同期ワード)検出部2と、周波数調整部3と、クロック再生部4と、シンボル判定部(ビット変換部)5とを備えている。この構成において、前記検波部1は、受信信号から図5等に示した信号波形を出力する機能を有するもので、同期語検出部は、上述した本発明に係る同期ワード検出処理を行うブロックである。また、周波数調整部3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4は、受信信号中に含まれるクロック信号成分を抽出して、前記周波数調整部3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5は、同期ワードが検出された後、受信したシンボル値を、  
20、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。

このような構成において、前記式(6)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、その結果を前記周波数調整部3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実行することができる。

【0017】

図4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(S20)、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( $a_j$ )を取得する(S21)。同期ワード候補のシンボルデータが得られると、この( $a_j$ )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(S22)。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(6)に示すシンボル誤差平均値を求める(S23)。

式(6)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(6)の値は、周波数のずれ等によるオフセット量に該当するで、この処理結果を周波数調整部3に供給し(S24)、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4を制御する(S25)。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装置を構成する上で有用である。

【0018】

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い。また、同期ワードは一般的にフレーム同期ワードの場合が多いが、これに限定する必要は無く、同様の同期確保が必要なシステムに広く採用可能である。更に、上述した実施形態の同期ワード検出装置を  
50

構成する各機能、又は方法を、それぞれプログラム化し、あらかじめCD-ROM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CD-ROMドライブのような媒体駆動装置にこのCD-ROM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、それを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。

この場合、記録媒体から読み出されたプログラム自体が上述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムおよびそのプログラムを記録した記録媒体も本発明を構成することになる。

なお、プログラムを格納する記録媒体としては半導体媒体（例えば、ROM、不揮発性メモリカード等）、光媒体（例えば、DVD、MO、MD、CD等）、磁気媒体（例えば、磁気テープ、フレキシブルディスク等）等のいずれであってもよい。

10

また、ロードしたプログラムを実行することにより上述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムの指示に基づき、オペレーティングシステムあるいは他のアプリケーションプログラム等と共同して処理することによって上述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

市場に流通させる場合には、可搬型の記録媒体にプログラムを格納して流通させ、あるいは、インターネット等を介して接続されたサーバコンピュータの記憶装置にプログラムを格納しておき、インターネット等を通じて他のコンピュータに転送することもできる。この場合、このサーバコンピュータの記憶装置も本発明の記録媒体に含まれる。

なお、コンピュータでは、可搬型の記録媒体上のプログラム、または転送されてくるプログラムを、コンピュータに接続した記録媒体にインストールし、そのインストールされたプログラムを実行することによって上述した実施形態の機能が実現される。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態にかかる同期ワード検出方法を示すフローチャートである。

【図2】本発明の一実施形態を説明するための信号波形図である。

【図3】本発明の一実施形態様例を示す同期ワード検出装置の要部概要構成図である。

【図4】本発明の他の実施形態にかかる同期ワード検出方法を示すフローチャートである。

。

【図5】従来の同期ワード検出方法を説明するための信号波形図である。

30

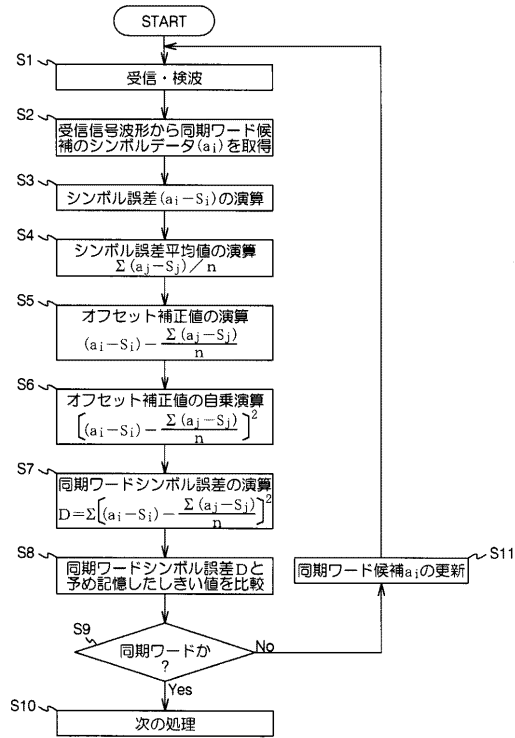
【図6】従来の同期ワード検出方法の問題点を説明するための信号波形図である。

【符号の説明】

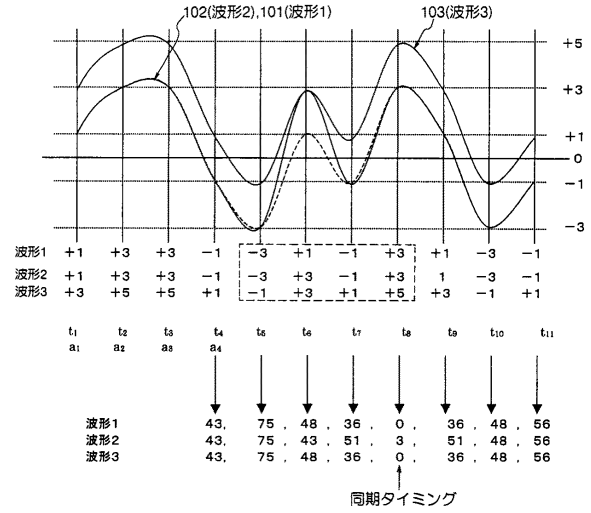
【0020】

1 検波部、2 同期語(同期ワード)検出部、3 周波数調整部、4 クロック再生部、5 シンボル判定部、101, 102, 103 受信信号波形。

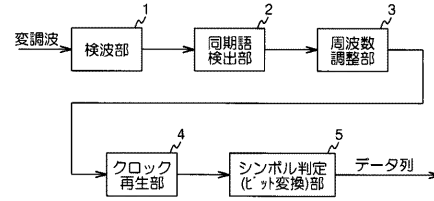
【図1】



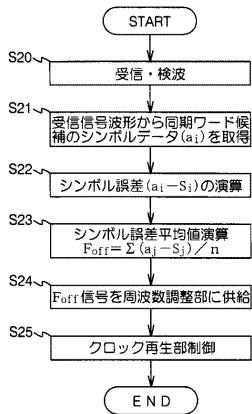
【図2】



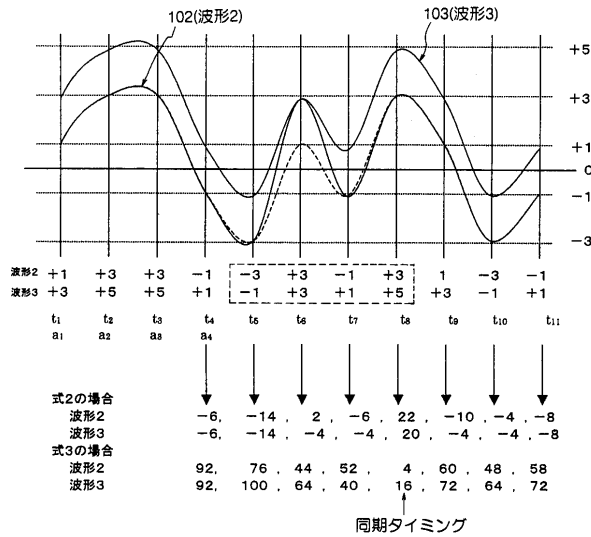
【図3】



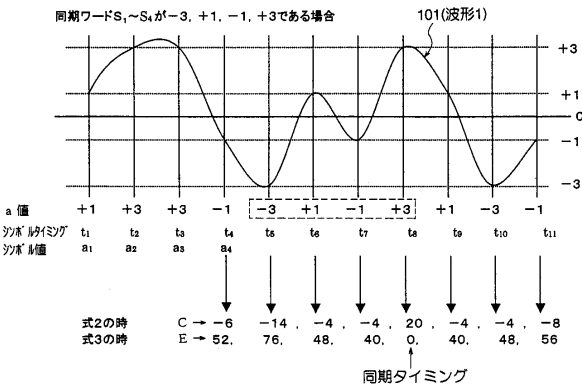
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04L 7/00 - 7/10