

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4967757号
(P4967757)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl.	F I
HO4L 27/06 (2006.01)	HO4L 27/06 Z
HO4L 27/14 (2006.01)	HO4L 27/14 Z

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-91835 (P2007-91835)	(73) 特許権者	000000011
(22) 出願日	平成19年3月30日 (2007.3.30)		アイシン精機株式会社
(65) 公開番号	特開2007-282217 (P2007-282217A)		愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(43) 公開日	平成19年10月25日 (2007.10.25)	(72) 発明者	アウイン タリック
審査請求日	平成22年2月18日 (2010.2.18)		フランス国、06600 アンティープ、
(31) 優先権主張番号	0602852		ブルバード ウェイルソン、98
(32) 優先日	平成18年3月31日 (2006.3.31)	(72) 発明者	クトン フレデリック
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		フランス国、06130 グラス、シュ
			マン デ コンテス、11
		(72) 発明者	ガエタ ミッシェル
			フランス国、83160 ラ ヴァレット
			ドゥ ヴァール、リュウ ジュール ミ
			ユレル、レジドンス ラ クピアン
		審査官	彦田 克文
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 復調回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信信号を復調するための復調回路であって、
前記受信信号を振幅変動情報と周波数変動情報の両方が一定表現に変換される変更信号表現に変換するよう構成されている変換回路と、

前記受信信号を前記一定表現に基づいて復調するため前記変更信号表現を処理するよう構成されている処理回路と、を含み、

前記受信信号がその複合ベースバンド表現を含み、前記振幅変動情報および前記周波数変動情報が複合ベースバンド空間で一定表現に変換されるように、前記変換回路が変換をかけるよう構成され、

前記変換がオフセット参照原点に対して信号値を偏移させるための偏移変換から成ることを特徴とする復調回路。

【請求項 2】

さらに、元の原点から前記オフセット参照原点までの前記偏移変換を表す基準 - 偏移パラメータを計算するよう構成されている基準 - 偏移演算回路を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の復調回路。

【請求項 3】

前記基準 - 偏移パラメータが複合ベースバンド空間の偏移ベクトルであることを特徴とする請求項 2 に記載の復調回路。

【請求項 4】

前記オフセット参照原点が前記受信信号の信号成分に近接するように、前記基準 - 偏移演算回路が前記基準 - 偏移パラメータを計算するよう構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の復調回路。

【請求項 5】

前記オフセット参照原点が前記受信信号の信号成分と実質的に一致するよう定められることを特徴とする請求項 4 に記載の復調回路。

【請求項 6】

前記信号成分が、交互に変化する複数個の信号成分として表されるメッセージの第 1 信号成分であることを特徴とする請求項 4 に記載の復調回路。

【請求項 7】

前記基準 - 偏移演算回路が、前記信号成分での変更を調和させるため前記基準 - 偏移パラメータを更新および別の信号成分が存在するとき更新を停止するよう構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の復調回路。

【請求項 8】

さらに、前記変換回路の上流部に配置された信号調整回路を含み、前記信号調整回路が前記受信信号を複合ベースバンド表現に変換するよう構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の復調回路。

【請求項 9】

前記処理回路が、前記オフセット参照原点に相対的に近接する前記信号成分により複数個の信号成分を識別するよう構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の復調回路。

【請求項 10】

さらに、前記処理回路が、複合ベースバンド空間の前記オフセット参照原点に対して前記信号値のベクトル長さを計算するよう構成されているモジュラス演算回路と、前記ベクトル長さを近接閾値と比較するよう構成されている比較回路を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の復調回路。

【請求項 11】

さらに、信号成分値の荷重平均に基づいて前記近接閾値の適応計算を行うよう構成されている近接閾値演算回路を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の復調回路。

【請求項 12】

さらに、前記近接閾値の初期値を計算するよう構成されている初期値演算回路を含むことを特徴とする請求項 11 に記載の復調回路。

【請求項 13】

前記初期値演算回路が、 f が搬送周波数の片側にある FSK 周波数成分の周波数偏移を表し、 $band$ がサンプリング周波数に基づいてパラメータを表している式 $\sin(\pi * f / band * (\text{modulus}(\text{basis-shift}))$ にしたがって前記近接閾値の初期値を計算することを特徴とする請求項 12 に記載の復調回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、周波数偏移変調 (FSK) および / または振幅偏移変調 (ASK) 受信信号を復調可能な復調回路に関するものである。

【背景技術】

【0002】

FSK 受信信号も ASK 受信信号も復調可能な従来技術の復調回路は、一般的に 2 種類のうちの 1 つである。1 種類目の回路は、前記 FSK または ASK 復調器のいずれかの出力を選択するためのコントロールスイッチのみならず、専用復調器を 2 つすなわち第 1 の ASK 専用復調器 1 つと第 2 の FSK 専用復調器 1 つを含む。このような復調回路は、例えば、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 から周知である。もう 1 種類の復調回路は、FSK 復調器 1 つと ASK 復調器 1 つおよび論理回路 1 つを含む。前記の 2 つの復調器の復

10

20

30

40

50

調結果に基づいて、前記論理回路は有効な復調器を選択する。あるいは前記論理回路は、最初の復調結果に基づいて次の復調と一体で復調するかどうかを決定することもある。このような復調回路は、例えば、特許文献4から公知である。

【0003】

このような回路は、かなりの量のハードウェアリソースを含み、集積回路で実行される際かなりの量のダイスペースを占め、および/または同時または順次に2種類の復調を行うために高い計算負荷をもっている。

【0004】

両種類の復調回路は、FSKトーンのうち1つがノイズフロアに接近しているトーンなど低振幅から成る可能性のある低質またはダメージ信号を復調するとき、十分に復調しないこともある。

10

【0005】

このような信号は、従来技術のFSK復調技術で符号化することが難しく、ASK実信号として認識されないことになる。たいてい送信装置は低コストで複雑性が低く、また作動許容範囲が狭く伝送性が低い小型回路である可能性があるため、このよう低質FSK信号は、遠隔制御アプリケーションでは珍しくない。前記信号が騒々しい無線環境の中で伝送または受信されるとき、その問題が悪化するかもしれない。

【0006】

FSK/ASKの二重能力を対象としないが、特許文献1、特許文献2、特許文献3、特許文献4に記載のFSK仕様復調器を参照することもある。

20

【特許文献1】加国特許出願公開第2306846号明細書

【特許文献2】欧州特許出願公開第1589714号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2005/0063491号明細書

【特許文献4】欧州特許出願公開第1187346号明細書

【特許文献5】仏国特許出願公開第2846814号明細書

【特許文献6】仏国特許出願公開第2846815号明細書

【特許文献7】仏国特許出願公開第2846825号明細書

【特許文献8】仏国特許出願公開第2859336号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

本発明は、上記問題点を解決するものであり、受信信号がFSKかASK信号であるかの認識または決定をせずに信号を復調可能な復調回路を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記問題点を解決するものは、下記の通りである。

【0009】

(1) 受信信号を復調するための復調回路であって、前記受信信号を振幅変動情報と周波数変動情報の両方が一定表現に変換される変更信号表現に変換するように構成されている変換回路と、前記受信信号を前記一定表現に基づいて復調するため前記変更信号表現を処理するように構成されている処理回路とを含み、前記受信信号がその複合ベースバンド表現を含み、前記振幅変動情報および前記周波数変動情報が複合ベースバンド空間で一定表現に変換されるように、前記変換回路が変換をかけるよう構成され、前記変換がオフセット参照原点に対して信号値を偏移させるための偏移変換から成ることを特徴とする復調回路。

40

【0010】

(2) さらに、元の原点から前記オフセット参照原点までの前記偏移変換を表す基準 - 偏移パラメータを計算するように構成されている基準 - 偏移演算回路を含むことを特徴とする上記(1)に記載の復調回路。

【0011】

50

(3) 前記基準 - 偏移パラメータが複合ベースバンド空間の偏移ベクトルであることを特徴とする上記(2)に記載の復調回路。

【0012】

(4) 前記オフセット参照原点が前記受信信号の信号成分に近接するように、前記基準 - 偏移演算回路が前記基準 - 偏移パラメータを計算するよう構成されていることを特徴とする上記(2)に記載の復調回路。

【0013】

(5) 前記オフセット参照原点が前記受信信号の信号成分と実質的に一致するよう定められることを特徴とする上記(4)に記載の復調回路。

【0014】

(6) 前記信号成分が、交互に変化する複数個の信号成分として表されるメッセージの第1信号成分であることを特徴とする上記(4)に記載の復調回路。

【0015】

(7) 前記基準 - 偏移演算回路が、前記信号成分での変更を調和させるため前記基準 - 偏移パラメータを更新および別の信号成分が存在するとき更新を停止するよう構成されていることを特徴とする上記(2)に記載の復調回路。

【0016】

(8) さらに、前記変換回路の上流部に配置された信号調整回路を含み、前記信号調整回路が前記受信信号を複合ベースバンド表現に変換するよう構成されていることを特徴とする上記(1)に記載の復調回路。

【0017】

(9) 前記処理回路が、前記オフセット参照原点に相対的に近接する前記信号成分により複数個の信号成分を識別するよう構成されていることを特徴とする上記(1)に記載の復調回路。

【0018】

(10) さらに、前記処理回路が、複合ベースバンド空間の前記オフセット参照原点に対して前記信号値のベクトル長さを計算するよう構成されているモジュラス演算回路と、前記ベクトル長さを近接閾値と比較するよう構成されている比較回路を含むことを特徴とする上記(9)に記載の復調回路。

【0019】

(11) さらに、信号成分値の荷重平均に基づいて前記近接閾値の適応計算を行うよう構成されている近接閾値演算回路を含むことを特徴とする上記(10)に記載の復調回路。

【0020】

(12) さらに、前記近接閾値の初期値を計算するよう構成されている初期値演算回路を含むことを特徴とする上記(11)に記載の復調回路。

【0021】

(13) 前記初期値演算回路が、 f が搬送周波数の片側にあるFSK周波数成分の周波数偏移を表し、 band がサンプリング周波数に基づいてパラメータを表している式 $\sin(\pi * f / \text{band}) * (\text{modulus}(\text{basis-shift}))$ にしたがって前記近接閾値の初期値を計算することを特徴とする上記(12)に記載の復調回路。

【0024】

また、上記問題点を解決するものは、下記の通りであってもよい。

【0025】

受信信号復調するための復調回路であって、前記受信信号を複合ベースバンド表現で処理するよう構成されている複合ベースバンド処理と、前記受信信号の前記複合ベースバンド表現を処理し、そこで複数個の信号成分を前記信号成分の振幅および周波数変動により識別するよう構成されている識別回路とを含むことを特徴とする復調回路。

【0026】

また、上記課題を解決するものは、下記の通りであってもよい。

【0027】

10

20

30

40

50

信号を受信するための受信機であって、上記復調回路を含むことを特徴とする受信機。

【0028】

また、上記課題を解決するものは、下記の通りであってもよい。

【0029】

信号を復調する方法であって、前記信号を振幅変動情報と周波数変動情報の両方が一定表現に変換される変更信号表現に変換することと、前記信号を前記一定表現に基づいて復調するため前記変更信号表現を処理することを含むことを特徴とする方法。

【0030】

さらに、上記方法は、前記復調信号を記憶媒体に保存することを含むことが好ましい。

【0031】

また、上記課題を解決するものは、下記の通りであってもよい。

【0032】

信号を復調する方法であって、前記信号を複合ベースバンド表現で処理することと、振幅と周波数変動の組合せにより複数の信号成分を識別するため前記信号の前記複合ベースバンド表現を処理することを含むことを特徴とする方法。

【0033】

さらに、上記方法は、記憶媒体に前記識別信号を保存することを含むことを特徴とすることが好ましい。

【0034】

また、上記課題を解決するものは、下記の通りであってもよい。

【0035】

実行アルゴリズムを保存しているコンピュータ読取り可能な記憶媒体で、プロセッサで実行時に上記方法を実行する記憶媒体。

【0036】

さらに、前記記憶媒体は、半導体メモリを含むことを特徴とする上記のコンピュータ読取り可能な記憶媒体であることが好ましい。

【発明の効果】

【0037】

本発明の復調回路によれば、受信信号がFSKかASK信号であるかの認識または決定をせずに信号を確実に復調できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

図1に関して、受信機10は無線通信信号の受信および復調について示されている。例えば、前記無線通信信号は、FSKおよび/またはASK信号の場合もある。前記受信機10は、例えば遠隔制御キーまたはキーカードから送信された遠隔制御信号を受信するため車両またはビルセキュリティシステム内で利用されることもあれば、無線ASKまたはFSK変調信号もしくは前記FSK成分のうち1つが復調を困難または不安定にする低振幅をもつ可能性のある低質またはダメージFSK信号を受信および符号化できることが望ましい場合に利用されることもある。

【0039】

前記受信機10は、アンテナ14から無線周波数入力信号を受信するアナログ無線周波数(RF)前端ステージ12を含み、処理回路16による処理ができる状態の受信信号を出力する。前記RF前端ステージ12は、部分的に前記受信信号をフィルターにかけ、前記受信信号を処理回路16によるデジタル化およびデジタル処理に適した中間周波数(IF)信号にダウンコンバートすることもある。

【0040】

前記処理回路16は、1つまたはそれ以上の集積回路によって実行されることもある。例えば前記処理回路16は、特定用途向け集積回路(ASIC)によって実行できる。前記処理回路16は、信号デジタル化および調整部18、相関器20、検出器22、および復調器24を含む。前記復調器24は、調整部26とメッセージ予測部28を含む。前記メッセ

10

20

30

40

50

ージ予測部 28 は、初期化部 30 と意思決定部 32 を含む。前記メッセージ予測部 28 は、出力 34 で復調符号を生成する。前記の処理回路の異なる 18 から 32 の部は、個別のハードウェア専用回路、選択的に設定可能なハードウェア回路、プロセッサ（例えばデジタル信号プロセッサ（DSP））によって実行されるソフトウェア（例えば処理アルゴリズム）、またはこれらのいずれかの組合せとして実行されることもある。ソフトウェアによる実行の場合、略図面に処理モジュールおよび/または処理ステージを介した情報の流れが示されていることが望ましいが、実行時間についての制限はない。

【0041】

前記信号デジタル化および調整部 18 は、前記受信機 10 が使用されている環境に応じて以下の、アナログからデジタルへの変換、複合ベースバンドへの変換、固定デジタルフィルタリング、制御可能な適応デジタルフィルタリングのうちの 1 つもしくはそれ以上の機能を実行する。前記フィルタリング機能は、復調を妨害しうるノイズおよびコヒーレント干渉構成部品を取り除くことである。このような機能性の詳細は周知の事実であり、例えば、上記の仏国特許出願公開第2846814号明細書、2846815号明細書、2846825号明細書、および2859336号明細書に明示されている。

10

【0042】

前記相関器 20 は、前記信号のノイズをさらにフィルターにかけ、前記複合ベースバンドの信号を予測するため相関関数を適用する。

【0043】

前記複合ベースバンドの中で、ASKまたはFSK復調の各成分は、実数または虚数部分座標軸で表される座標の 1 点として表されることもある。振幅情報および周波数情報は、前記の実数および虚数の座標軸に対して極座標として表されることもある。振幅情報は、前記座標軸の原点から前記信号点までのベクトル長さで表されることもある。周波数情報は、前記ベクトルの極角で表されることもある。したがって、異なる周波数は、異なる極角として表されることもある。複合ベースバンドへの変換は、前記受信信号のダウンコンパートによって実行されることもある。前記変換は、さらに相関ステップを含むこともある。

20

【0044】

例えば、図 2 (a) を参照すると、1 つの FSK 信号の高低周波数トーン FH および FL は、原点 0 に対して異なる角度をもつ点でそれぞれ表される。前記トーン FH および FL の振幅がほぼ等しいと仮定すると、前記原点からの距離はほぼ等しい。前記複合ベースバンド内の前記 FH と FL との間の特定の角度関係は、前記 FSK トーンを FSK として検出および復調できるようにするため上記仏国特許出願公開第2846814号明細書、2846815号明細書、2846825号明細書、および2859336号明細書ですでに使用されてきた。

30

【0045】

図 2 (b) を参照すると、ASK 信号の前記高低振幅成分 AH および AL は、それぞれ同じ極角をもつが原点までの距離（例えばベクトル長さ）は異なる。このような場合、上記仏国特許出願公開第2846814号明細書、2846815号明細書、2846825号明細書、および2859336号明細書の技術は、前記成分間で角度が異なるので前記 ASK 成分を復調できない。

【0046】

図 2 (c) は、前記周波数トーン（例えば FH）のうち 1 つが他の周波数トーン（FL）よりもはるかに低い振幅をもつ低質またはダメージ FSK 信号を表す。このような場合、前記周波数トーンを表す前記の 2 点は、極角も異なるベクトル長さも異なっており、前記 2 点が ASK または FSK 復調のいずれとも結びつき難くなる。場合によっては、より低い振幅トーンは低すぎるため、例えば原点 0 に接近するなど、ノイズフロアに達する。

40

【0047】

本発明の実施形態により、周波数変動情報も振幅変動情報も一定表現で表されるように、前記複合ベースバンド表現の図 2 (a) から 2 (c) の前記トーンが変換される。前記一定表現はその後前記信号を処理し、前記信号で変動する周波数および振幅情報のいずれかに基づいて、または周波数と振幅の両方が変動する場合両情報を組合せて前記信号を復

50

調する。

【0048】

図3(a)から3(c)を参照すると、本発明の実施形態に係る前記の変換は、原点オフセットすなわち複合ベースバンド空間の前記信号成分42のうち1つと実質的に一致または近似または近い新しい原点オフセット参照原点40を定める。図3(a)の場合、図2(a)の前記周波数トーンFHが使用される。前記の元の原点と前記オフセット原点との違いは、相対的偏移すなわち「基準_偏移」複合値36によって定められる。それから図2(a)の前記周波数トーンFHとFLの2成分42と44は、前記信号成分が実際に周波数および/または振幅で分かれているかどうかに関わらず、前記オフセット参照原点40への相対的近似に基づいてそれぞれ識別される。図3(a)から3(c)では、前記オフセット参照原点40は、前記信号成分の1つ例えば第1信号成分42として表される第1受信信号成分に一致するよう定められる。したがって図3(a)では、図2(a)の前記トーンFHが第1信号成分42として選択され、図3(b)では図2(b)の前記トーンALが、図3(c)では図2(c)の前記トーンFLが選択される。各図3(a)から3(c)にみられるとおり、前記オフセット参照原点40を計算するため設定および使用される前記第1信号成分42は、常に前記オフセット参照原点40上またはその付近にある一方、第2信号成分44は前記オフセット参照原点40からさらに離れている。つまり、前記複合ベースバンドの原点オフセットが計算され、前記信号の成分のうち少なくとも1つの周波数および/または振幅特性に応じて前記原点を移動させるであろう原点オフセット(すなわち新しいオフセット参照原点)を表す。前記の新しい参照原点は、前記信号成分の1つの周波数および/または振幅特徴と一致することもある。この表現で、前記信号成分のうち1つは、前記の新しい参照原点上(または比較的近くに)位置付けることで表される。その他の信号成分は、前記の新しい参照原点上に(または比較的離れて位置する)存在しないことで識別できる。前記信号の2成分が振幅(例ASK)、振動数(例FSK)、またはその両方(例低質またはダメージFSK)において異なるどうかにかかわらず、この一定表現は等しく有効である。

10

20

【0049】

図4(a)から4(c)を参照すると、第2信号成分44は、前記オフセット参照原点40に対するベクトル長さ46により第1信号成分42と識別される。前記ベクトル長さ46は振幅を表す。前記オフセット参照原点40の近似値は、前記オフセット参照原点40周囲の近似閾値38(「エネルギー閾値」とも称する)によって判断されることもある。前記エネルギー閾値38が定める円の内側に収まる振幅の値(前記オフセット参照原点40に対する)は、前記オフセット参照原点40に近接する信号値として識別される。前記エネルギー閾値38が定める円から外れる値は、別の信号値として識別される。つまり、信号成分が実質的に前記オフセット参照原点上またはその点から離れているかどうかを検出される。前記オフセット参照原点に対し信号のベクトル長さを測定および測定したベクトル長さを閾値(すなわちエネルギー閾値)と比較することによって、上記の検出が可能である。短いベクトル長さ(例えば前記閾値よりも小さい)は、前記オフセット参照原点に一致する前記信号成分を表すこともある。長いベクトル長さ(例えば前記閾値よりも大きい)は、前記オフセット参照原点から離れた前記信号成分を表す。

30

40

【0050】

前記エネルギー閾値38の大きさは、前記の異なる種類の復調に応じて、および前記の信号2成分の振幅および/または周波数間隔により変動することが望ましい。しかし、周波数変動情報も振幅変動情報も、またはそれらの組合せ識別するのに当該技術は適用可能である。つまり、同じ技術がASKとFSK成分の両方に等しく有効である。

【0051】

前記信号成分は、例えば単独メッセージの間であってもノイズまたはドリフト、もしくは受信機内のフィルタリングおよびサンプリングエラーにより長期にわたり変動することがあるので、前記複合ベースバンド空間のオフセット参照原点40の位置および/または前記エネルギー閾値38の大きさは、これらのパラメータのうち1つもしくは両方が前記

50

信号成分の変更を追跡可能であるよう更新されることもある。

【 0 0 5 2 】

さらに、前記信号成分のうち1つのみ受信されたかもしれないとき、前記オフセット参照原点40および前記エネルギー閾値38に対する初期値は、初期化部30によって計算される。その後これらの初期値は、前記信号成分が受信されるにつれ、動的に更新され前記信号成分に適應する。メッセージが開始されたら直ちに当該技術を適應可能にするよう概算の初期値を計算するため、前記の値を適應し前記信号の実際の成分を追跡するため、実施形態に修正が加えられることもある。

【 0 0 5 3 】

図5を参照すると、前記初期化部30は、平均化部50、モジュラス演算部52、前記モジュラス演算部52の出力に定数値56を掛けるための乗算器54を含む。前記平均化部50は、新しいメッセージ開始時に、前記複合ベースバンド空間の信号点を予測する。前記平均化部50は、前記信号値の初回Nサンプルを平均する。Nの値はおそらく3から10の間である。例えばNは5のこともある。前記平均化部50は連続して作動し、また前記検出器22によって新しいメッセージ（または関心対象信号）が検出されるとき始動することもある。前記信号点の値を予測することによって、初期オフセットは、前記オフセット参照原点（すなわち前記の個々の信号値と一致するために前記原点を移動させるためのオフセットまたは基準 - 偏移）に対し抽出される。この初期値は、前記初期基準 - 偏移信号58のような前記意思決定部32への出力である。

【 0 0 5 4 】

前記エネルギー閾値38に対する初期値は、前記複合ベースバンド空間の標準原点と前記基準 - 偏移によって定められた前記オフセット参照原点との距離に基づいて計算される。メッセージ開始時、前記信号2成分のうち第1成分のみ確認されるかもしれないが、前記初期値は、前記信号2成分の間の予測中途閾値または中間閾値を表す。それにもかかわらず、前記エネルギー閾値38に対する初期値は、前記の予測変調のパラメータにしたがって計算されることもある。例えば、中心周波数よりも上および下の周波数偏差fに分けられたトーンFHとFLそれぞれ含むFSK変調の場合、前記初期エネルギー閾値信号60は以下の式で計算される。

【 0 0 5 5 】

$$\text{Energy_threshold} = \sin \left(\frac{f}{\text{band}} \right) * (\text{modulus}(\text{basis_shift}))$$

上式ではbandはサンプリング周波数の2分の1を示す。

【 0 0 5 6 】

この計算は、FSK仕様から導きだすこともある。前記fおよびサンプリング周波数により、前記FSKトーン間の最短距離（ベクトル長さ）を効率的に定められる。図6を参照すると、複合ベースバンド空間の前記2トーンFHとFLの間の極角は、半径 $2 \cdot f/\text{band}$ として表されうる。図6の値「A」は、前記トーン（等振幅と仮定して）の振幅に一致する。前記2トーン間の距離は、Aを乗じたこの角度の半分の正弦の2倍で定められる。前記の2周波数の間の中途閾値は、距離 $A \sin \left(\frac{f}{\text{band}} \right)$ の半分に一致する。

【 0 0 5 7 】

前記の数値「A」は、前記基準 - 偏移信号58のモジュラスで表されることもある。前記モジュラスの一次試算は、前記基準 - 偏移信号58の実数および虚数成分の絶対値の合計として前記モジュラス演算部52によって計算できる。前記一次試算により、通常モジュラス計算に必要な二乗および平方根の計算を省き、ひいては数値計算の負荷が減る。前記エネルギー閾値信号60の値は、このように乗算器54によって生成され、そこでは前記定数値56は $\sin \left(\frac{f}{\text{band}} \right)$ の値に一致する。この値は、前記復調器が対象となる信号のパラメータによる定数値として事前に定めることもできる。

【 0 0 5 8 】

図7は図1に詳細に示す前記復調器24の前記意思決定部32を表す。前記意思決定部32は、前記基準 - 偏移信号58の初期値と前記エネルギー閾値信号60の初期値、およ

10

20

30

40

50

び前記復調器 2 4 (図 1 参照) の調整部 2 4 を通過後の前記相関器 2 0 によって生成される前記複合相関信号 6 2 を入力として受信する。詳細に示されていないが、前記調整部 2 6 は、予測された F S K または A S K 信号の一定信号成分の持続期間 (Tchip) など目標のメッセージ特性を適合させるため、前記相関信号にフィルターかけおよびダウンサンプリングすることによって、前記信号を調整する。このような調整の目的は、1/Tチップよりもはるかに高い周波数をもつ信号成分を除外することによって、ノイズ比に対し前記信号を向上することである。

【 0 0 5 9 】

前記意思決定部 3 2 は、以下の部で前記基準 - 偏移パラメータ値を更新するための第 1 更新部 6 4、前記エネルギー閾値パラメータ値を更新するための第 2 更新部 6 6、前記オフセット参照原点に対する前記信号を前記変換信号表現に変換するため前記基準 - 偏移変換を前記信号 6 2 に適用するための変換部 6 8、および前記変換表現を処理するための処理部のうち 1 つもしくはそれ以上を含む。前記処理部は、前記オフセット参照原点に対する前記信号点のベクトル長さを計算するためのモジュラス演算部 7 0 と、前記出力 3 4 を生成するため前記モジュラス演算部 7 0 のモジュラス出力を前記第 2 更新部 6 6 の更新エネルギー閾値パラメータを比較するための比較器 7 2 とを含む。

【 0 0 6 0 】

第 1 更新部 6 4 は、前記出力 3 4 のフィードバック信号 7 4 によって制御される。前記フィードバック信号 7 4 は、前記第 1 更新部 6 4 の第 1 スイッチ 7 6 および第 2 スイッチ 7 8 を制御する。前記第 1 スイッチ 7 6 は、更新を実行するために前記第 1 更新部 6 4 が稼働しているかどうか制御する。前記オフセット参照原点 4 0 が前記第 1 信号成分 4 2 に一致するように、前記オフセット参照原点が前記第 1 受信成分の変更を追跡するため、例えば前記第 1 信号成分 4 2 など信号成分のうちの一つに対し更新が実行されることもある。さらに、前記第 2 受信成分 4 4 が前記基準 - 偏移パラメータの値に影響を与えるのを避けるため前記第 2 信号成分 4 4 の受信時に更新が停止されることもある。前記第 1 スイッチ 7 6 は、以下詳細の第 2 スイッチ 7 8 の反応に応じて、0 または $X(t)$ が前記複合相関信号 6 2 である (t) を表す前記基準 - 偏移 $A(t) = (1 - \mu_1) * A(t-1) + \mu_1 * X(t)$ の更新方程式で忘却因子 “ μ_1 ” として使用するための定数値 cst、または前記基準 - 偏移信号 5 8 の初期値のいずれかを選択することによって、前記の更新を制御する。前記調整部 2 6 で実行された前記調整 (すなわち低域通過フィルタリングおよびダウンサンプリングなど) が原因で、安定信号成分が 1 Tchip 期間に安定値 (t) に至らないこともある。前記複合基準 - 偏移パラメータによって求められた値は、少なく見積もってある場合がある。このようなひずみを修正するため、一定補正係数 K が乗算器 8 0 によって適応される。前記の値 K は、約 4 分の 5 である。

【 0 0 6 1 】

前記第 1 更新部 6 4 と平均化部 5 0 は総合して前記基準 - 偏移パラメータを計算するための基準 偏移演算部を表すこともある。

【 0 0 6 2 】

前記第 2 スイッチ 7 8 は、第 1 変更検出器 7 8 a によって検出された出力切替についての各メッセージでの第 1 誘因に反応する。前記第 2 スイッチ 7 8 は、前記基準 - 偏移パラメータ信号 5 8 の初期値または前記複合相関信号 6 2 の電流値に基づいて、前記第 1 更新部 6 4 が更新計算を行うかどうか選択する。最初に、前記の初回基準 - 偏移信号 5 8 が使用されることもあり、初回変更後、前記複合相関信号 6 2 が使用されることもある。

【 0 0 6 3 】

前記第 1 信号成分 4 2 および第 2 信号成分 4 4 が受信されるにつれ前記閾値がこの信号 2 成分に適応するように、前記第 2 更新部 6 6 は前記エネルギー閾値パラメータ 3 8 に平滑関数を適用する。前記平滑関数は $E(t) = (1 - \mu_2) * E(t-1) + \mu_2 * Y(t)$ で表され、上式では $E(t)$ は前記エネルギー閾値パラメータ 3 8 を表し、 μ_2 は忘却因子を、および $Y(t)$ は前記オフセット参照原点に対する信号ベクトルのモジュラス (すなわち前記モジュラス演算部 7 0 の出力) を表す。両信号成分が前記エネルギー閾値パラメータ 3 8 の値に影響

10

20

30

40

50

を与えるように、前記第2更新部66は連続して更新を実行する。

【0064】

前記初期化部30のモジュラス演算部52と同じように、数値計算の負荷を減らすため、前記意思決定部32のモジュラス演算部70は、数値計算負荷を減らすため、前記モジュラスの一次近似値を前記複合信号の実数および虚数成分の絶対値の合計として計算する。

【0065】

前記比較器72は、前記モジュラス信号 $Y(t)$ の出力を前記エネルギー閾値パラメータ $E(t)$ と比較することによって前記出力信号34を生成する。前述の説明のとおり、前記モジュラス信号 $Y(t)$ は前記オフセット参照原点40に対して前記電流信号のベクトル長さを表し、前記エネルギー閾値パラメータ $E(t)$ は、前記電流値 $Y(t)$ が、前記第1信号成分42を表す前記オフセット参照原点に十分近接しているかどうか、または前記第2信号成分44を表す前記オフセット参照原点から十分に離れているかどうか割り出すための閾値を表す。

【0066】

図8(a)から8(c)は、 $Y(t)$ と $E(t)$ の値および、図2(a)から2(c)、3(a)から3(c)および4(a)から4(c)の各信号に対する前記出力信号34をそれぞれ表す。図8(a)から8(c)で見て、前記 $E(t)$ 38の値は、各信号成分に対する前記電流振幅 $Y(t)$ により若干ばらつく。

【0067】

以下のアルゴリズムの説明は、デジタル信号プロセッサで前記復調器24を実行するための実行アルゴリズムを表す。

【0068】

復調アルゴリズム

入力

: 変調調整後の相関データ

f: FSK変調の最小周波数ずれ

Band: デジタル化および調整部18を経てのバンド幅

$\mu 1$: 基準__ 偏移更新忘却因子

$\mu 2$: エネルギー閾値平滑忘却因子

k: 基準偏移同調定数

出力

データ 復調符号

内部変動

基準__ 偏移: 基準 偏移(原点オフセット)に使用される複素数

エネルギー閾値: 符号決定に使用される比較値

定数: $\sin(\pi f/\text{band})$

関数表現

$\text{modul}(X) = |\text{real}(X)| + |\text{imag}(X)|$

sin: 正弦関数

平均: 積分時間の平均演算子:

【数1】

$$\text{mean}(X) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X(t)$$

【0069】

受信信号検出時に開始

10

20

30

40

50

```

初期化
開始
    一定時間内に基準  偏移演算
        do
            相関平均演算:
             $A(t) = \text{mean}(\text{real}( (t))) + j \text{mean}(\text{Imag}( (t)))$ 
        enddo
    エネルギー閾値演算
         $E(t) = \sin(p \ f/\text{band}) * \text{modul}(A(t))*k$ 
    出力初期化
        Data = +1;
end
検出スイッチがオフになるまで
do
    新規相関演算
         $B(t) = (t) - A(t) * k;$ 
         $Y(t) = \text{modul}(B(t));$ 
    符号更新
         $\text{Data}(t) = \text{sign}(E(t) - Y(t));$ 
    初回データ変更後
do
    基準__偏移更新
    if data=+1
         $A(t) = (1 - \mu 1) A(t) + \mu 1 * (t);$ 
    endif
    閾値更新
         $E(t) = (1 - \mu 2) E(t) + \mu 2 * Y(t);$ 
    enddo
enddo
End

```

10

20

30

本発明の実施形態により、どちらの種類の変調が適応されるかについて積極的な決定を行わないでFSKおよびASK信号を復調するための復調技術を提供し、前記決定結果したがって適切な種類の変調を選択することを回避する。代わりに、信号がFSKかASK信号であるかの認識または決定をせずに前記復調技術で前記信号を復調可能である。前記復調技術は、このように信号の振幅変動情報と周波数変動情報にも反応し、したがって、前記FSKトーンのうち1つは、まさにノイズフロア以下など実質的に狭められた振幅をもつ低質またはダメージFSKを正確に復調することができる。一般的な復調技術は、信号特性がメッセージ間に変わることでさえ、ローバスタ性があり、許容差の低い信号を正確に復調する。前記復調技術は、計算負荷について効果的であり、低コストの回路での実行にも適している。

40

【0070】

上記記載は、本発明の実施例の単なる説明にすぎない。また、本発明に対する変更や開発、また均等物などは当業者には当然の範囲で認められ、また、以下に示す請求の範囲の要旨を逸脱しない範囲で適宜実施できるものである。

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図1】本発明の実施形態に係る無線通信信号を受信するための受信機を示した概略ブロック図である。

【図2】複合ベースバンド座標空間のFSK、ASK、および低質FSK信号をそれぞれ

50

示した略図である。

【図3】一定表現にそれぞれにある図2の信号成分を表すためのオフセット参照原点の使用を示した略図である。

【図4】図3の前記同一信号表現により異なる信号成分間で識別するため閾値の使用をそれぞれに示した略図である。

【図5】図1の前記受信機の復調器の初期化部を示したブロック図である。

【図6】図4の閾値の初期値が計算される場合の基準を示した略図である。

【図7】図1の前記受信機の復調器の意思決定部を示した概略ブロック図である。

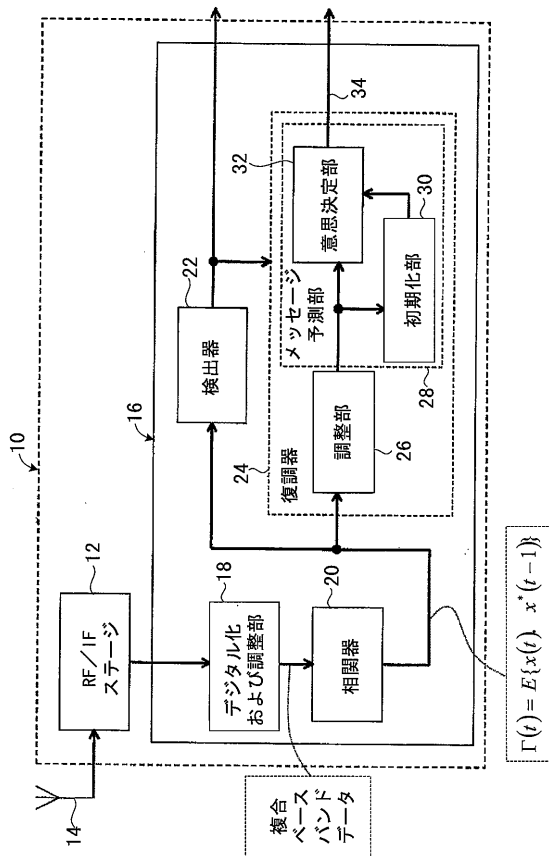
【図8】図4に表示の前記閾値に基づいて復調された出力信号の生成をそれぞれに示した略図である。

【符号の説明】

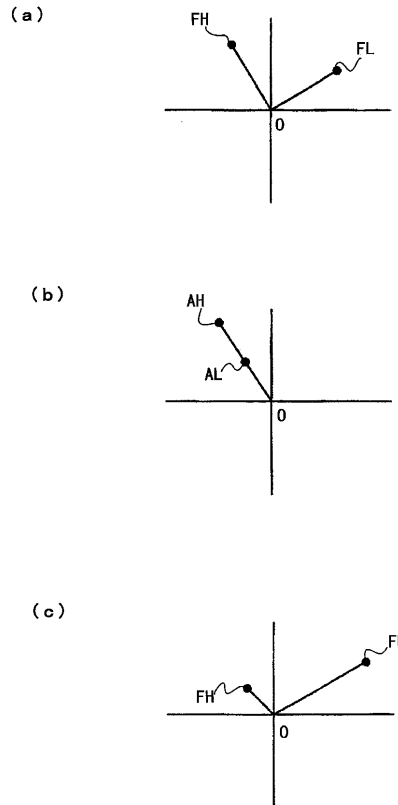
【0072】

- 10 受信機
- 16 処理回路
- 18 信号デジタル化及び調整部
- 20 相関器
- 22 検出器
- 24 復調器
- 26 調整部
- 28 メッセージ予測部
- 30 初期化部
- 32 意思決定部
- 34

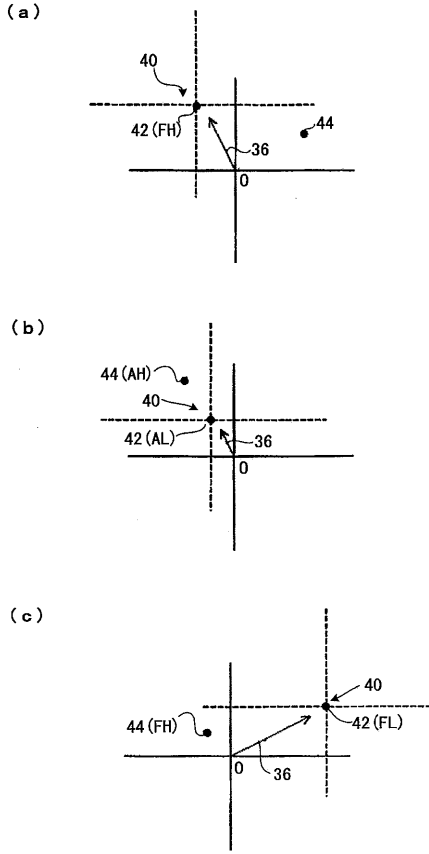
【図1】



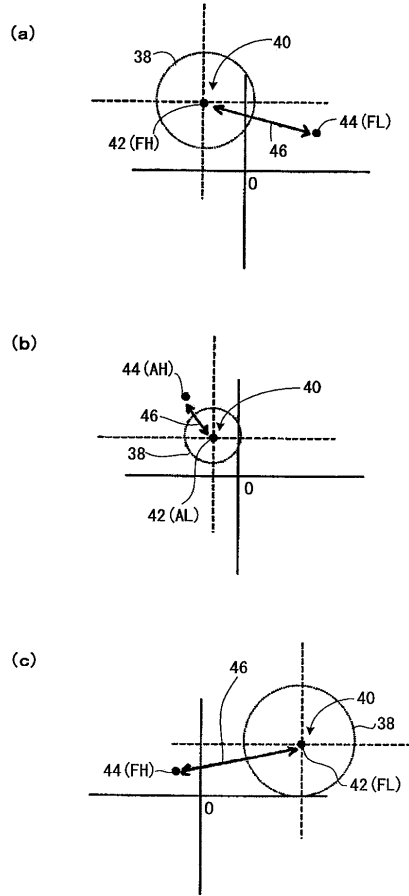
【図2】



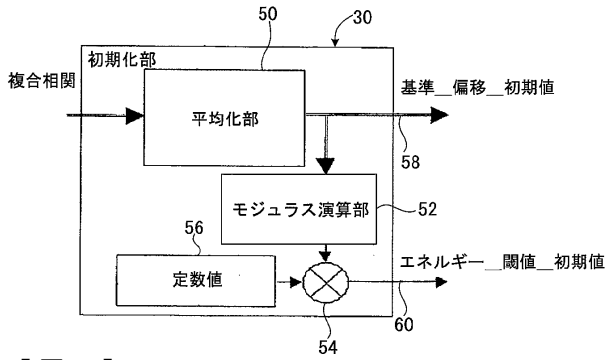
【図3】



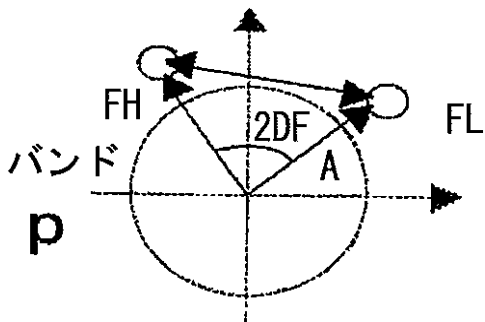
【図4】



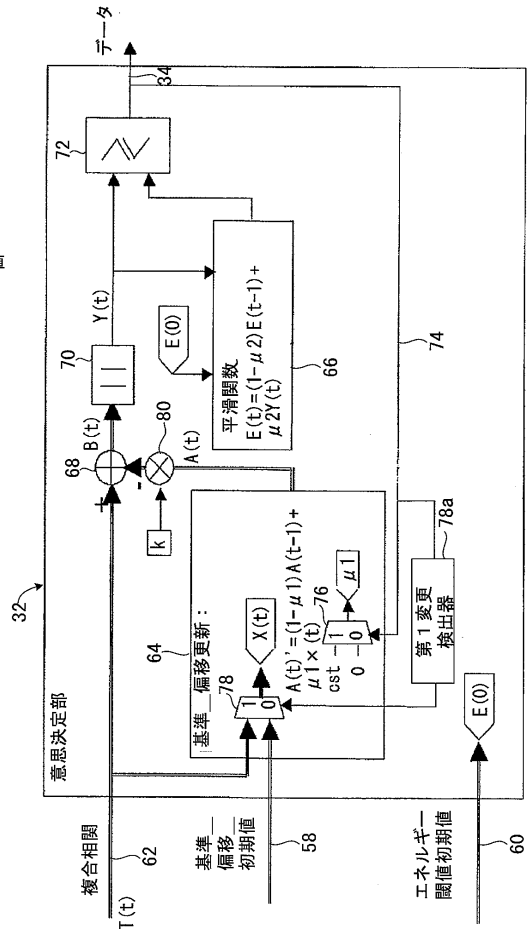
【図5】



【図6】

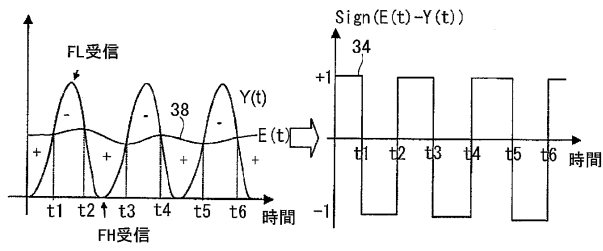


【図7】

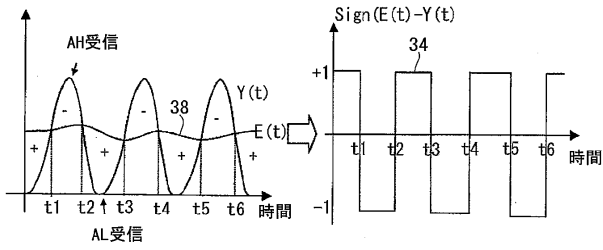


【 図 8 】

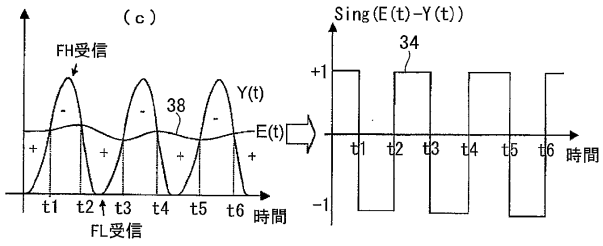
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-136620(JP,A)
特表平09-501277(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 27/06
H04L 27/14