

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5880143号
(P5880143)

(45) 発行日 平成28年3月8日(2016.3.8)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int. Cl.		F I
GO 1 S 19/27	(2010.01)	GO 1 S 19/27
GO 1 S 19/30	(2010.01)	GO 1 S 19/30
GO 1 S 19/37	(2010.01)	GO 1 S 19/37
HO 4 J 13/00	(2011.01)	HO 4 J 13/00

請求項の数 3 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-46254 (P2012-46254)	(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成24年3月2日(2012.3.2)	(74) 代理人	100095728 弁理士 上柳 雅誉
(65) 公開番号	特開2013-181854 (P2013-181854A)	(74) 代理人	100107261 弁理士 須澤 修
(43) 公開日	平成25年9月12日(2013.9.12)	(72) 発明者	笹原 英生 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
審査請求日	平成27年1月26日(2015.1.26)	(72) 発明者	村木 清孝 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	小川 亮

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航法メッセージを搬送する衛星信号を受信することと、
 前記受信した信号を復調して、前記航法メッセージのデータフォーマットに従った所定の搬送データ単位毎のデータであるワードデータで構成される復調データを得ることと、
 前記復調した復調データに含まれる誤り検出符号を用いて、前記ワードデータ毎に前記復調データの中から誤りビットを検出することと、
 前記復調データの軌道計算用パラメーターが格納されたワードデータを所与の照合用データと照合して不一致ビットを検出することと、
 前記誤りビットと前記不一致ビットとの異同に基づいて、前記軌道計算用パラメーターが格納されたワードデータの採否を判定することと、
 前記判定により採用と判定された場合に前記復調データを訂正することと、
 を含み、
 前記採否を判定することは、
 前記誤りビットが前記不一致ビットに含まれないと判定した場合に、前記ワードデータを不採用と判定することと、
 前記軌道計算用パラメーターが格納されたワードデータのうちの軌道計算用パラメーターのビット部分について、所与の判定用ビット部分で前記誤りビットと前記不一致ビットとが同一であれば、前記判定用ビット部分以外で前記誤りビットと前記不一致ビットとが異なる場合でも、前記ワードデータを採用と判定することと、

10

20

を含む、

受信方法。

【請求項 2】

前記採否を判定することは、前記軌道計算用パラメーターが格納されたワードデータに第 1 の軌道計算用パラメーターと第 2 の軌道計算用パラメーターとが含まれている場合に、前記第 1 の軌道計算用パラメーターのビット部分および前記第 2 の軌道計算用パラメーターのビット部分のそれぞれに前記不一致ビットが含まれている場合に、前記ワードデータを不採用と判定することを含む、

請求項 1 に記載の受信方法。

【請求項 3】

長期予測暦を用いて前記照合用データを生成することを更に含む、

請求項 1 または 2 に記載の受信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、航法メッセージを搬送する衛星信号を受信する方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

測位用信号を利用した測位システムとしては、GPS (Global Positioning System) が広く知られており、携帯型電話機やカーナビゲーション装置等に内蔵された受信装置に利用されている。GPS では、GPS 受信機の計時時刻を用いて、複数の GPS 衛星の位置や各 GPS 衛星から受信装置までの擬似距離等を求め、最終的に位置計算を行う。

【0003】

GPS 衛星は、衛星軌道や時刻等に関する情報を、航法メッセージに含めて 50 bps (bit per second) のビットレートで送信している。1 つの航法メッセージは 1 つのマスタフレームで構成されており、1 つのマスタフレームは 1500 ビットでなる 25 個のフレームで構成される。全ての航法メッセージを取得するためにはマスタフレームを構成する 25 フレームを受信する必要があり、それには 12.5 分の時間を要する。

【0004】

GPS 衛星信号の受信環境は、受信装置の位置等によって変化する。弱電界環境では、受信信号の信号強度が微弱となるために、航法メッセージのビット値の変化 (ビット遷移) を正確に検知できず、受信信号の復調を誤る可能性がある。そこで、受信信号の復調の正否を判定する手法が考案されている (例えば特許文献 1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特表 2008 - 541629 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 にも開示されているが、航法メッセージの各サブフレームに含まれる各ワードそれぞれについて、その末尾に格納される 6 ビットのパリティビットを利用して、予め規約された演算式に従った検査を行う誤り検出が知られている。しかし、例えば 1 ビットの復調エラーで受信データが破棄されるのは非効率である。この場合、衛星軌道計算に必要なパラメーターの収集に多大な時間を要することとなり、初期定点化時間 (TTFF (Time To First Fix)) の増大を招くという問題がある。

【0007】

本発明は上述した課題に鑑みて為されたものであり、その目的とするところは、復調エラーが生じた受信データを救済するための新しい手法を提案することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0008】

以上の課題を解決するための第1の形態は、航法メッセージを搬送する衛星信号を受信することと、前記受信した信号を復調することと、前記復調した復調データに含まれる誤り検出符号を用いて、前記復調データの中から誤りビットを検出することと、前記復調データを所与の照合用データと照合して不一致ビットを検出することと、前記誤りビットと前記不一致ビットとの異同に基づいて、前記復調データの採否を判定することと、前記判定により採用と判定された場合に前記復調データを訂正することと、を含む受信方法である。

【0009】

また、他の形態として、航法メッセージを搬送する衛星信号を受信する受信部と、前記受信部で受信された信号を復調する復調部と、前記復調部で復調された復調データに含まれる誤り検出符号を用いて、前記復調データの中から誤りビットを検出する誤りビット検出部と、前記復調データを所与の照合用データと照合して不一致ビットを検出する不一致ビット検出部と、前記誤りビットと前記不一致ビットとの異同に基づいて、前記復調データの採否を判定する採否判定部と、前記採否判定部により採用と判定された場合に前記復調データを訂正する訂正部と、を備えた受信装置を構成することとしてもよい。

10

【0010】

この第1の形態等によれば、航法メッセージを搬送する衛星信号を受信した信号を復調し、当該復調データに含まれる誤り検出符号を用いて、復調データの中から誤りビットを検出する。誤りビットが検出できれば復調データを訂正可能ではある。しかし、誤り検出符号を正しく復調できなかった場合等においては、誤りビットの検出自体が誤っている可能性も否定できない。そこで、復調データを所与の照合用データと照合して不一致ビットを検出し、誤りビットと不一致ビットとの異同に基づいて、復調データの採否を判定する。そして、採用と判定した場合に復調データを訂正する。これにより、復調データの採否を適切に判定した上で、復調エラーが生じた受信データを救済することが可能となる。

20

【0011】

また、第2の形態として、第1の形態の受信方法において、前記復調データは、前記航法メッセージのデータフォーマットに従った所定の搬送データ単位毎のデータ（以下、「ワードデータ」と称す。）で構成され、前記誤りビットを検出することは、ワードデータ毎に誤りビットを検出することであり、前記不一致ビットを検出することは、軌道計算用パラメーターが格納されたワードデータについて、前記復調データを前記照合用データと照合することであり、前記採否を判定することは、軌道計算用パラメーターが格納されたワードデータの採否を判定することである、受信方法を構成することとしてもよい。

30

【0012】

この第2の形態によれば、ワードデータを1つの処理単位として誤りビットの検出を行う。また、軌道計算用パラメーターが格納されたワードデータについて、その復調データを照合用データと照合することで、軌道計算用パラメーターが格納されたワードデータの採否を判定することができる。

【0013】

また、第3の形態として、第2の形態の受信方法において、前記採否を判定することは、ワードデータのうちの軌道計算用パラメーターのビット部分について、所与の判定用ビット部分で前記誤りビットと前記不一致ビットとが同一であれば、当該判定用ビット部分以外で前記誤りビットと前記不一致ビットとが異なる場合でも、当該ワードデータを採用と判定することを含む、受信方法を構成することとしてもよい。

40

【0014】

この第3の形態によれば、ワードデータのうちの軌道計算用パラメーターのビット部分について、所与の判定用ビット部分で誤りビットと不一致ビットとが同一であれば、当該判定用ビット部分以外で誤りビットと不一致ビットとが異なる場合でも、当該ワードデータを採用と判定する。これにより、例えば、軌道計算用パラメーターの上位桁が格納されたビット部分で誤りビットと不一致ビットとが同一であれば、当該ワードデータを採用と

50

判定することができる。

【0015】

また、第4の形態として、第2の形態の受信方法において、前記採否を判定することは、ワードデータのうちの軌道計算用パラメータのビット部分について、前記不一致ビットのうちの最上位の不一致ビットが前記誤りビットでない場合に、当該ワードデータを不採用と判定することを含む、受信方法を構成することとしてもよい。

【0016】

この第4の形態によれば、ワードデータのうちの軌道計算用パラメータのビット部分について、不一致ビットのうちの最上位の不一致ビットが誤りビットでない場合に、当該ワードデータを不採用と判定する。これにより、例えば、ワードデータのうちの軌道計算用パラメータのビット部分について、誤りビットではない不一致ビットが当該誤りビットよりも上位のビットに存在するような場合に、当該ワードデータを不採用と判定することができる。

10

【0017】

また、第5の形態として、第3又は第4の形態の受信方法において、前記採否を判定することは、ワードデータ中に複数の軌道計算用パラメータが含まれている場合、それぞれの軌道計算用パラメータのビット部分を用いて前記判定を行うことを含む、受信方法を構成することとしてもよい。

【0018】

この第5の形態によれば、ワードデータ中に複数の軌道計算用パラメータが含まれている場合、それぞれの軌道計算用パラメータのビット部分を用いて当該ワードデータの採否判定を行うことで、採否判定の確度を向上させることができる。

20

【0019】

また、第6の形態として、第2の形態の受信方法において、前記採否を判定することは、ワードデータに格納されている軌道計算用パラメータに応じて当該ワードデータの採否の判定条件を変更して前記判定を行うことを含む、受信方法を構成することとしてもよい。

【0020】

この第6の形態によれば、ワードデータに格納されている軌道計算用パラメータに応じて当該ワードデータの採否の判定条件を変更して採否の判定を行うことで、採否判定を柔軟に行うことができる。

30

【0021】

また、第7の形態として、第1～第6の何れかの形態の受信方法において、長期予測暦を用いて前記照合用データを生成することを更に含む、受信方法を構成することとしてもよい。

【0022】

長期予測暦は、衛星信号に搬送されている予測暦と比べて有効期間の長い予測暦である。第7の形態によれば、この長期予測暦を用いることで、復調データの照合に適した照合用データを簡単に生成することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0023】

【図1】携帯型電話機の機能構成の一例を示す図。

【図2】ベースバンド処理回路部の回路構成の一例を示す図。

【図3】軌道計算用パラメータ格納ワードの説明図。

【図4】ワード定義データのデータ構成の一例を示す図。

【図5】ベースバンド処理の流れを示すフローチャート。

【図6】受信処理の流れを示すフローチャート。

【図7】復調データ採否判定処理の流れを示すフローチャート。

【図8】復調データ採否判定の具体例の説明図。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 2 4 】

以下、本発明を適用した好適な実施形態の一例について説明する。本実施形態は、衛星測位システム的一种であるGPS (Global Positioning System) を適用した実施形態である。航法メッセージを搬送するGPS衛星信号を受信する受信装置を備えた電子機器の一例として、携帯型電話機に本発明を適用した場合の実施形態について説明する。但し、本発明を適用可能な形態が以下説明する実施形態に限定されるわけではないことは勿論である。

【 0 0 2 5 】

1 . 構成

1 - 1 . 携帯型電話機の構成

図1は、本実施形態における携帯型電話機1の機能構成の一例を示すブロック図である。携帯型電話機1は、GPSアンテナ5と、GPS受信部10と、ホスト処理部30と、操作部40と、表示部50と、音出力部55と、携帯電話用アンテナ60と、携帯電話用無線通信回路部70と、記憶部80と、時計部90とを備えて構成される。

10

【 0 0 2 6 】

GPSアンテナ5は、GPS衛星から発信されているGPS衛星信号を含むRF (Radio Frequency) 信号を受信するアンテナであり、受信信号をGPS受信部10に出力する。GPS衛星信号は、拡散符号の一種であるC/A (Coarse and Acquisition) コードによって、スペクトラム拡散方式として知られるCDMA (Code Division Multiple Access) 方式によって変調された1.57542 [GHz] の通信信号である。C/Aコードは、コード長1023チップを1PNフレームとする繰返し周期1msの擬似ランダム雑音符号であり、各GPS衛星に固有のコードである。

20

【 0 0 2 7 】

GPS受信部10は、GPSアンテナ5から出力された信号に基づいて携帯型電話機1の位置を算出する回路或いは装置であり、いわゆるGPS受信機に相当する機能ブロックである。本実施形態では、GPS受信部10が受信装置に相当する。

【 0 0 2 8 】

GPS受信部10は、RF受信回路部11と、ベースバンド処理回路部20とを備えて構成される。なお、RF受信回路部11と、ベースバンド処理回路部20とは、それぞれ別のLSI (Large Scale Integration) として製造することも、1チップとして製造することも可能である。

30

【 0 0 2 9 】

RF受信回路部11は、RF信号の受信回路であり、航法メッセージを搬送するGPS衛星信号を受信する受信部に相当する。RF受信回路部11の回路構成としては、例えば、GPSアンテナ5から出力されたRF信号をA/D変換器でデジタル信号に変換し、デジタル信号を処理する受信回路を構成してもよい。また、GPSアンテナ5から出力されたRF信号をアナログ信号のまま信号処理し、最終的にA/D変換することでデジタル信号をベースバンド処理回路部20に出力する構成としてもよい。

【 0 0 3 0 】

後者の場合には、例えば、次のようにRF受信回路部11を構成することができる。すなわち、所定の発振信号を分周或いは逡倍することで、RF信号乗算用の発振信号を生成する。そして、生成した発振信号を、GPSアンテナ5から出力されたRF信号に乗算することで、RF信号を中間周波数の信号(以下、「IF (Intermediate Frequency) 信号」と称す。)にダウンコンバートする。そして、IF信号を増幅等した後、A/D変換器でデジタル信号に変換して、ベースバンド処理回路部20に出力する。

40

【 0 0 3 1 】

ベースバンド処理回路部20は、RF受信回路部11で受信されたGPS衛星信号の受信信号に対して、キャリア除去や相関演算等を行ってGPS衛星信号を捕捉する。そして、GPS衛星信号から抽出した時刻情報や衛星軌道情報等を利用して、携帯型電話機1の位置や時計誤差を算出する。

50

【 0 0 3 2 】

ホスト処理部 3 0 は、記憶部 8 0 に記憶されているシステムプログラム等の各種プログラムに従って携帯型電話機 1 の各部を統括的に制御するプロセッサであり、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサを有して構成される。ホスト処理部 3 0 は、ベースバンド処理回路部 2 0 から取得した位置座標を元に、表示部 5 0 に現在位置を指し示した地図を表示させたり、その位置座標を各種のアプリケーション処理に利用する。

【 0 0 3 3 】

操作部 4 0 は、例えばタッチパネルやボタンスイッチ等を有して構成される入力装置であり、押下されたキーやボタンの信号をホスト処理部 3 0 に出力する。この操作部 4 0 の操作により、通話要求やメール送受信要求、各種アプリケーション実行要求、位置算出要求等の各種指示入力が行なわれる。

10

【 0 0 3 4 】

表示部 5 0 は、LCD (Liquid Crystal Display) 等を有して構成される表示装置であり、ホスト処理部 3 0 から出力される表示信号に基づいた各種表示を行う。表示部 5 0 には、位置表示画面や時刻情報等が表示される。

【 0 0 3 5 】

音出力部 5 5 は、スピーカー等を有して構成される音出力装置であり、ホスト処理部 3 0 から出力される音出力信号に基づいた各種音出力を行う。音出力部 5 5 からは、通話中の音声や、各種アプリケーションに係る音声ガイダンス等が音出力される。

【 0 0 3 6 】

携帯電話用アンテナ 6 0 は、携帯型電話機 1 の通信サービス事業者が設置した無線基地局との間で携帯電話用無線信号の送受信を行うアンテナである。

20

【 0 0 3 7 】

携帯電話用無線通信回路部 7 0 は、RF 変換回路、ベースバンド処理回路等によって構成される携帯電話の通信回路部であり、携帯電話用無線信号の変調・復調等を行うことで、通話やメールの送受信等を実現する。

【 0 0 3 8 】

記憶部 8 0 は、ROM (Read Only Memory) やフラッシュROM、RAM (Random Access Memory) 等の記憶装置を有して構成され、ホスト処理部 3 0 が携帯型電話機 1 を制御するためのシステムプログラムや、各種アプリケーション処理を実行するための各種プログラムやデータ等を記憶する。

30

【 0 0 3 9 】

時計部 9 0 は、携帯型電話機 1 の内部時計であり、水晶振動子及び発振回路でなる水晶発振器等を有して構成される。時計部 9 0 の計時時刻は、ベースバンド処理回路部 2 0 及びホスト処理部 3 0 に随時出力される。時計部 9 0 の計時時刻は、ベースバンド処理回路部 2 0 によって算出された時計誤差に基づき補正される。

【 0 0 4 0 】

1 - 2 . ベースバンド処理回路部の回路構成

図 2 は、ベースバンド処理回路部 2 0 の回路構成の一例を示す図であり、本実施例に係わる回路ブロックを中心に記載した図である。ベースバンド処理回路部 2 0 は、主要な構成として、処理部 2 1 と、記憶部 2 3 とを備える。

40

【 0 0 4 1 】

処理部 2 1 は、ベースバンド処理回路部 2 0 の各機能部を統括的に制御する制御装置及び演算装置であり、CPU や DSP (Digital Signal Processor) 等のプロセッサを有して構成される。処理部 2 1 は、主要な機能部として、衛星捕捉部 2 1 1 と、位置算出部 2 1 9 とを有する。

【 0 0 4 2 】

衛星捕捉部 2 1 1 は、GPS 衛星の捕捉 (GPS 衛星信号の捕捉) を行う機能部である。具体的には、RF 受信回路部 1 1 から出力されるデジタル化された受信信号に対して、キャリア除去や相関演算等のデジタル信号処理を実行し、そのデジタル信号処理の結果に

50

基づいてGPS衛星を捕捉する。

【0043】

本実施形態において、衛星捕捉部211は、復調部213と、誤りビット検出部214と、不一致ビット検出部215と、採否判定部216と、訂正部217とを有する。但し、これらの機能部は、一実施例として記載したに過ぎず、必ずしもこれら全ての機能部を必須構成要素としなければならないわけではない。また、これら以外の機能部を必須構成要素としてもよい。

【0044】

復調部213は、RF受信回路部11によって受信されたGPS衛星信号の受信信号を復調する。本実施形態では、復調部213が復調したデータのことを「復調データ」と称する。受信信号を正しく復調できた場合には、復調データは、航法メッセージのデータとなる。航法メッセージは、ワードと呼ばれる搬送データ単位でデータを搬送している。ワードは、航法メッセージのデータフォーマットに従った所定の搬送データ単位の一つである。本実施形態では、復調データのうち、ワード単位の復調データのことを「復調ワードデータ」と称して説明する。

10

【0045】

復調ワードデータについては、まず、パリティチェック処理が行われる。

パリティチェック処理では、予め規約されたパリティチェック用の演算式に従って、復調ワードデータに対するパリティチェックを行う。なお、GPSで規約されたパリティチェックの演算式それ自体は公知であるため、ここでは説明を省略する。

20

【0046】

パリティチェック処理でエラーとなった復調ワードデータについては、誤りビット検出部214による誤りビットの検出が行われる。誤りビット検出部214は、復調データに含まれる誤り検出符号を用いて、復調データの中から誤りビットを検出する。

【0047】

具体的には、復調ワードデータに復調エラーが生じていなければ、復調ワードデータに含まれるパリティビット（以下、「復調パリティビット」と称す。）の値と、パリティチェック用の演算式に従って演算したパリティビット（以下、「演算パリティビット」と称す。）の値とは一致する。復調エラーが生じている場合には一致しない。

【0048】

しかし、復調エラーが生じたビットが1ビットであれば、検査符号の一種であるハミング符号を用いることで、復調エラーが生じたビットを特定することができる。誤りビット検出部214は、このようにして誤りビットを特定（検出）する。なお、この検出方法もGPSで規約された方法である。

30

【0049】

また、パリティチェック処理でエラーとなった復調ワードデータについては、不一致ビット検出部215による不一致ビットの検出が行われる。不一致ビット検出部215は、復調データを、記憶部23に記憶されている照合用データと照合して不一致ビットを検出する。

【0050】

誤りビット検出部214及び不一致ビット検出部215は、GPS衛星の軌道計算のために必要なパラメーター（以下、「軌道計算用パラメーター」と称す。）が格納されたワード（以下、「軌道計算用パラメーター格納ワード」と称す。）に相当する復調ワードデータを対象として、誤りビット及び不一致ビットの検出を行う。

40

【0051】

軌道計算用パラメーターとしては、例えば、“ C_{rs} ”、“ n ”、“ M_0 ”、“ C_{uc} ”、“ e ”、“ C_{us} ”、“ $(A)^{1/2}$ ”、“ t_{oe} ”、“ C_{ic} ”、“ ω_0 ”、“ C_{is} ”、“ i_0 ”、“ C_{rc} ”、“ ”、“OMEGADOT”、“IDOT”の16個のパラメーターを挙げることができる。これらのパラメーターは、第2サブフレーム及び第3サブフレームの第3ワード～第10ワードに格納されている。

50

【 0 0 5 2 】

図 3 は、軌道計算用パラメータ格納ワードの説明図である。図 3 (1) に示すように、航法メッセージの各ワードは、24 ビットのデータ部と、6 ビットのパリティ部とを有して構成される。軌道計算用パラメータ格納ワードには、1 つの軌道計算用パラメータが格納されたワード（以下、「単一ワード」と称す。）と、複数の軌道計算用パラメータが格納されたワード（以下、「複合ワード」と称す。）とがある。

【 0 0 5 3 】

単一ワードには、図 3 (2) に示すように、データ部全体に亘って 1 つの軌道計算用パラメータ（パラメータ A）が格納されるワードと、一部に軌道計算用パラメータ（パラメータ B）が格納されるワードとがある。

10

【 0 0 5 4 】

一方、複合ワードには、図 3 (3) に示すように、2 種類の軌道計算用パラメータ（パラメータ C 及びパラメータ D）が格納される。

【 0 0 5 5 】

本実施形態では、図 3 (4) に示すように、単一ワード又は複合ワードに格納されたパラメータについて、その先頭側のビットを上位ビットとし、末尾側のビットを下位ビットとして説明する。上位ビット側にはパラメータの上位桁寄りの値が格納され、下位ビット側には下位桁寄りの値が格納される。

【 0 0 5 6 】

図 2 の説明に戻り、採否判定部 2 1 6 は、誤りビット検出部 2 1 4 によって検出された誤りビットと不一致ビット検出部 2 1 5 によって検出された不一致ビットとの異同に基づいて、復調データの採否を判定する。本実施形態において、採否判定部 2 1 6 は、ワード単位で復調データの採否を判定する。

20

【 0 0 5 7 】

訂正部 2 1 7 は、採否判定部 2 1 6 によって採用と判定された場合に復調データを訂正する。本実施形態において、訂正部 2 1 7 は、ワード単位で復調データを訂正する。

【 0 0 5 8 】

位置算出部 2 1 9 は、各捕捉衛星それぞれについて復調結果として取得した最終データと、各捕捉衛星それぞれについて取得したメジャメント情報とを用いて、所定の位置算出処理を行うことで、携帯型電話機 1 の位置（位置座標）及び時計誤差（クロックバイアス）を算出する。位置算出処理は、例えば、最小二乗法やカルマンフィルタ等の手法を適用した処理として実現可能である。

30

【 0 0 5 9 】

記憶部 2 3 は、ベースバンド処理回路部 2 0 のシステムプログラムや、衛星捕捉機能、位置算出機能といった各種機能を実現するための各種プログラム、データ等を記憶する。また、各種処理の処理中データ、処理結果などを一時的に記憶するワークエリアを有する。

【 0 0 6 0 】

記憶部 2 3 には、プログラムとして、処理部 2 1 により読み出され、ベースバンド処理（図 5 参照）として実行されるベースバンド処理プログラム 2 3 1 が記憶されている。ベースバンド処理プログラム 2 3 1 は、受信処理（図 6 参照）として実行される受信プログラム 2 3 1 A と、復調データ採否判定処理（図 7 参照）として実行される復調データ採否判定プログラム 2 3 1 B とをサブルーチンとして含む。これらの処理については、フローチャートを用いて詳細に後述する。

40

【 0 0 6 1 】

また、記憶部 2 3 には、主要なデータとして、ワード定義データ 2 3 2 と、長期予測暦 2 3 4 と、衛星別照合用データ 2 3 5 と、衛星別復調データ 2 3 6 と、衛星別最終データ 2 3 7 と、算出結果データ 2 3 8 とが記憶される。

【 0 0 6 2 】

ワード定義データ 2 3 2 は、航法メッセージの搬送データ単位であるワードの情報を定

50

めたデータであり、そのデータ構成例を図4に示す。ワード定義データ232には、ワード識別情報232Aと、ワード種別232Bと、格納パラメータ232Cとが対応付けて記憶されている。

【0063】

ワード識別情報232Aは、各ワードをユニークに識別するための情報であり、例えばサブフレームIDとワードIDとを対応付けた識別情報が定められている。

ワード種別232Bは、当該ワードの種別であり、単一ワードを表す「単一」及び複合ワードを表す「複合」の何れかが定められている。但し、軌道計算用パラメータが格納されていないワードには「-（無し）」が定められている。

格納パラメータ232Cは、当該ワードに格納されている軌道計算用パラメータ及びその格納ビットが対応付けて定められている。

10

【0064】

長期予測暦234は、所定期間分のGPS衛星毎の予測暦が記憶されたデータである。通常、予測暦は有効期間が2時間～4時間程度と短いのにに対し、長期予測暦234は、例えば2日～7日といった長期間に亘るGPS衛星毎の予測暦のパラメータ値が格納されている。長期予測暦234は、例えば、携帯型電話機1からインターネットに接続して、長期予測暦234の生成や提供を行うサーバーから定期的にダウンロードするなどして取得する構成を適用可能である。

【0065】

衛星別照合用データ235は、不一致ビット検出部215が不一致ビットの検出に用いる照合用データが、GPS衛星別に記憶されたデータである。本実施形態では、処理部21が、予め取得した長期予測暦234を用いて照合用データをGPS衛星毎に生成する。照合用データは、復調データとのワード単位及びビット単位での照合を可能とするように、航法メッセージのデータフォーマットに従って同じフォーマットのデータとして生成する。

20

【0066】

衛星別復調データ236は、受信部によって復調された復調データが、GPS衛星別に記憶されたデータである。

【0067】

衛星別最終データ237は、位置算出処理に使用するための最終的な復調データが、GPS衛星別に記憶されたデータである。訂正部217によって訂正がなされた場合は、その訂正後のデータが格納される。

30

【0068】

算出結果データ238は、位置算出部219が位置算出処理を行うことで取得した算出結果のデータであり、算出した携帯型電話機の位置や時計誤差がこれに含まれる。

【0069】

2. 処理の流れ

図5は、処理部21が、記憶部23に記憶されているベースバンド処理プログラム231に従って実行するベースバンド処理の流れを示すフローチャートである。

【0070】

最初に、処理部21は、長期予測暦234を保有しているか否かを判定し（ステップA1）、保有していると判定した場合は（ステップA1；Yes）、長期予測暦234の有効期間内か否かを判定する（ステップA3）。有効期間内であると判定した場合は（ステップA3；Yes）、ステップA9へと処理を移行する。

40

【0071】

ステップA1において長期予測暦234を保有していないと判定した場合（ステップA1；No）、又は、ステップA3において長期予測暦234の有効期間内ではないと判定した場合は（ステップA3；No）、処理部21は、長期予測暦取得処理を行う（ステップA5）。具体的には、例えば、所定のサーバーにネットワーク接続して、当該サーバーから長期予測暦234をダウンロードして記憶部23に記憶させる。

50

【 0 0 7 2 】

次いで、処理部 2 1 は、照合用データ生成処理を行う（ステップ A 7）。具体的には、ステップ A 5 で取得した長期予測暦 2 3 4 を用いて、航法メッセージのデータフォーマットに従って G P S 衛星毎に照合用データを生成する。

【 0 0 7 3 】

その後、処理部 2 1 は、捕捉対象衛星選定処理を行う（ステップ A 9）。具体的には、時計部 9 0 で計時されている現在日時において、所与の基準位置の天空に位置する G P S 衛星を、アルマナックや長期予測暦 2 3 4 等の衛星軌道データを用いて判定して、捕捉対象衛星に選定する。基準位置は、例えば、電源投入後の初回の位置算出の場合は、いわゆるサーバーアシストによってサーバーから取得した位置とし、2 回目以降の位置算出の場合は、最新の算出位置とする等の方法で設定できる。

10

【 0 0 7 4 】

次いで、処理部 2 1 は、記憶部 2 3 に記憶されている受信プログラム 2 3 1 A に従って、受信処理を行う（ステップ A 1 1）。

【 0 0 7 5 】

図 6 は、受信処理の流れを示すフローチャートである。

処理部 2 1 は、各捕捉対象衛星を対象としてループ A の処理を行う（ステップ B 1 ~ B 3 3）。ループ A の処理では、処理部 2 1 は、航法メッセージの各ワードを対象としてループ B の処理を行う（ステップ B 3 ~ B 3 1）。

【 0 0 7 6 】

ループ B の処理では、処理部 2 1 は、復調部 2 1 3 が当該ワードについて復調した復調ワードデータに対するパリティチェック処理を行う（ステップ B 5）。パリティチェック結果がエラーであった場合は（ステップ B 7；エラー）、誤りビット検出部 2 1 4 が、当該復調ワードデータについて誤りビット検出処理を行う（ステップ B 9）。誤りビット検出処理で誤りビットが検出できた場合には（ステップ B 1 1；OK）、処理部 2 1 は、当該ワードが軌道計算用パラメーター格納ワードであるか否かを判定する（ステップ B 1 3）。

20

【 0 0 7 7 】

当該ワードが軌道計算用パラメーター格納ワードであると判定したならば（ステップ B 1 3；Yes）、不一致ビット検出部 2 1 5 が、不一致ビット検出処理を行う（ステップ B 1 5）。具体的には、復調ワードデータと、衛星別照合用データ 2 3 5 に記憶されている当該捕捉対象衛星の参照ワードデータとを照合する。この際、ワード定義データ 2 3 2 を参照して、当該ワードに格納されている軌道計算用パラメーター同士をビット単位で照合する。そして、照合により値が一致しなかったビットを不一致ビットとして検出する。

30

【 0 0 7 8 】

次いで、採否判定部 2 1 6 が、記憶部 2 3 に記憶されている復調データ採否判定プログラム 2 3 1 B に従って、復調ワードデータ採否判定処理を行う（ステップ B 1 7）。

【 0 0 7 9 】

図 7 は、復調データ採否判定処理の流れを示すフローチャートである。

最初に、採否判定部 2 1 6 は、誤りビットが不一致ビットに含まれるか否かを判定する（ステップ C 1）。誤りビットが不一致ビットに含まれないと判定した場合は（ステップ C 1；No）、採否判定部 2 1 6 は、当該復調ワードデータを不採用と判定する（ステップ C 1 1）。そして、復調データ採否判定処理を終了する。

40

【 0 0 8 0 】

一方、誤りビットが不一致ビットに含まれると判定した場合は（ステップ C 1；Yes）、採否判定部 2 1 6 は、不一致ビットの数が所定の閾値を超えているか否かを判定する（ステップ C 3）。この場合の閾値は適宜設定可能であるが、例えば「4 ビット」を閾値として設定しておくことができる。そして、閾値を超えていると判定した場合は（ステップ C 3；Yes）、ステップ C 1 1 へと移行する。

【 0 0 8 1 】

50

ステップC3において閾値を超えていないと判定した場合は(ステップC3; No)、採否判定部216は、不一致ビットの中に、誤りビットと一致した一致ビットより上位のビットが存在するか否かを判定する(ステップC5)。そして、上位のビットが存在すると判定した場合は(ステップC5; Yes)、ステップC11へと移行する。これは、ワードデータのうちの軌道計算用パラメータのビット部分について、不一致ビットのうちの最上位の不一致ビットが誤りビットでない場合に、当該ワードデータを不採用と判定することに相当する。

【0082】

ステップC5において上位のビットが存在しないと判定した場合は(ステップC5; No)、採否判定部216は、複数の軌道計算用パラメータの対応ビットに不一致ビットが存在するか否かを判定する(ステップC7)。そして、不一致ビットが存在すると判定した場合は(ステップC7; Yes)、ステップC11へと移行する。これは、ワードデータ中に複数の軌道計算用パラメータが含まれている場合、それぞれの軌道計算用パラメータのビット部分を用いて採否判定を行うことに相当する。

10

【0083】

ステップC7において不一致ビットが存在しないと判定した場合は(ステップC7; No)、採否判定部216は、当該復調ワードデータを採用と判定する(ステップC9)。そして、採否判定部216は、復調ワードデータ採否判定処理を終了する。

【0084】

図6の受信処理に戻り、復調データ採否判定処理の判定結果が「採用」であった場合は(ステップB19; 採用)、訂正部217が、当該復調ワードデータを訂正する(ステップB21)。具体的には、誤り検出処理で検出された誤りビットの値を訂正する。そして、訂正した復調ワードデータを衛星別最終データ237として記憶させた後(ステップB23)、次のワードへと処理を移行する。

20

【0085】

一方、ステップB11において誤りビットが検出できなかったと判定した場合(ステップB11; NG)、ステップB13において当該ワードが軌道計算用パラメータ格納ワードではないと判定した場合は(ステップB13; No)、又は、ステップB19において採否判定結果が「不採用」であると判定した場合は(ステップB19; 不採用)、処理部21は、次のワードへと処理を移行する。

30

【0086】

ステップB7においてパリティチェック処理の結果が通過であった場合は(ステップB7; 通過)、処理部21は、復調ワードデータ妥当性判定処理を行う(ステップB25)。具体的には、パリティチェックを通過した復調ワードデータの妥当性を判定するために、照合用データを用いた妥当性判定を行う。

【0087】

具体的には、復調ワードデータに格納されているパラメータの値と、衛星別照合用データ235の対応するワードデータに格納されているパラメータの値とが、所定の近似条件を満たすか否かを判定する。詳細には、例えば、復調ワードデータと照合用データとで、対応するパラメータ同士の差を計算する。複数のパラメータが格納されている場合は、各パラメータそれぞれについて差を計算する。そして、差の絶対値が所定の閾値以下である場合には、復調ワードデータを妥当と判定する。一方、差の絶対値が閾値を超えている場合には、復調ワードデータを失当と判定する。

40

【0088】

復調ワードデータを妥当と判定したならば(ステップB27; 妥当)、処理部21は、当該復調ワードデータを衛星別最終データ237として記憶させる(ステップB29)。そして、処理部21は、次のワードへと処理を移行する。一方、復調ワードデータを失当と判定したならば(ステップB27; 失当)、処理部21は、復調ワードデータを記憶させずに、次のワードへと処理を移行する。

【0089】

50

以上のステップ B 5 ~ B 2 9 の処理を、全てのワードを対象として行う（ステップ B 3 1）。そして、全ての捕捉対象衛星についてループ B の処理を行ったならば、処理部 2 1 は、ループ A の処理を終了する（ステップ B 3 3）。これで受信処理は終了となる。

【 0 0 9 0 】

図 5 のベースバンド処理に戻り、受信処理を行った後、位置算出部 2 1 9 が、位置算出処理を行う（ステップ A 1 3）。具体的には、各捕捉衛星それぞれについて復調した航法メッセージや、各捕捉衛星それぞれについて算出したメジャメント情報を用いて、従来公知の位置計算を行って、携帯型電話機の位置及び時計誤差を算出する。そして、これらの算出結果を算出結果データ 2 3 8 として記憶部 2 3 に記憶させる。

【 0 0 9 1 】

次いで、処理部 2 1 は、処理を終了するか否かを判定し（ステップ A 1 5）、処理を続行すると判定した場合は（ステップ A 1 5 ; N o）、ステップ A 1 に戻る。また、処理を終了すると判定した場合は（ステップ A 1 5 ; Y e s）、ベースバンド処理を終了する。

【 0 0 9 2 】

3 . 具体例

図 8 は、本実施形態における復調データ採否判定の具体例を示す図である。パラメーター A とパラメーター B との 2 つの軌道計算用パラメーターを含む複合ワードを例に挙げて、復調ワードデータの採否判定について説明する。

【 0 0 9 3 】

図 8 では、複合ワードを構成する 2 4 個のビットを B 1 ~ B 2 4 と表記している。パラメーター A に対応するビットは B 1 ~ B 1 6 の 1 6 ビットであり、パラメーター B に対応するビットは B 1 7 ~ B 2 4 の 8 ビットである。また、誤りビット及び不一致ビットをパラメーター A 及びパラメーター B の各欄に示している。ここでは、誤りビットが「 B 5 」であるものとして説明する。また、不一致ビットの数に対する閾値を「 4 ビット」として説明する。

【 0 0 9 4 】

図 8 (1) の例では、不一致ビットは「 B 5 」及び「 B 1 3 」である。この場合、誤りビットが不一致ビットに含まれているため、図 7 のステップ C 1 は Y e s となる。また、図 7 のステップ C 3 ~ C 7 は全て N o となる。その結果、復調ワードデータは「採用」と判定される（図 7 のステップ C 9）。

【 0 0 9 5 】

図 8 (2) の例では、不一致ビットは「 B 7 」及び「 B 1 3 」である。この場合、誤りビットが不一致ビットに含まれないため、図 7 のステップ C 1 は N o となる。その結果、復調ワードデータは「不採用」と判定される（図 7 のステップ C 1 1）。

【 0 0 9 6 】

図 8 (3) の例では、不一致ビットは「 B 5 」、「 B 7 」、「 B 1 0 」、「 B 1 3 」及び「 B 1 6 」である。この場合、図 7 のステップ C 1 は Y e s となるが、不一致ビットの数（ 5 ビット）が閾値（ 4 ビット）を超えているため、図 7 のステップ C 3 は Y e s となる。その結果、復調ワードデータは「不採用」と判定される（図 7 のステップ C 1 1）。

【 0 0 9 7 】

図 8 (4) の例では、不一致ビットは「 B 3 」、「 B 5 」及び「 B 1 3 」である。この場合、図 7 のステップ C 1 は Y e s となり、ステップ C 3 は N o となる。しかし、誤りビットと不一致ビットとの一致ビット「 B 5 」よりも上位のビットに不一致ビット「 B 3 」が存在するため、図 7 のステップ C 5 は Y e s となる。その結果、復調ワードデータは「不採用」と判定される（図 7 のステップ C 1 1）。

【 0 0 9 8 】

図 8 (5) の例では、不一致ビットは「 B 5 」、「 B 1 3 」及び「 B 2 0 」である。この場合、図 7 のステップ C 1 は Y e s となり、ステップ C 3 及び C 5 は N o となる。しかし、パラメーター A の対応ビットとパラメーター B の対応ビットとにそれぞれ不一致ビットが存在するため、図 7 のステップ C 7 は Y e s となる。その結果、復調ワードデータは

10

20

30

40

50

「不採用」と判定される（図7のステップC11）。

【0099】

4. 作用効果

ベースバンド処理回路部20において、復調部213は、航法メッセージを搬送するGPS衛星信号を受信した信号を復調する。また、誤りビット検出部214は、復調データに含まれるパリティビットを用いて、復調データの中から誤りビットを検出する。その一方で、不一致ビット検出部215は、復調データを所与の照合用データと照合して不一致ビットを検出する。採否判定部216は、誤りビットと不一致ビットとの異同に基づいて、復調データの採否を判定する。そして、訂正部217は、採否判定部216により採用と判定された場合に復調データを訂正する。

10

【0100】

弱電界環境等においては、受信信号の復調が正しく行われず、復調データを破棄してしまう可能性が高い。しかし、例えば、復調エラーが生じたビットが1ビットであれば、その誤りビットを検出・特定して復調データを訂正することで、復調データを位置算出に使用することができる。そこで、誤りビット検出処理で検出した誤りビットと、不一致ビット検出処理で検出した不一致ビットとの異同に基づいて、復調データの採否を判定する。そして、採用と判定した場合に復調データを訂正する。これにより、復調データの採否を適切に判定した上で、復調エラーが生じた受信データを救済して位置算出に使用することが可能となる。

【0101】

20

また、本実施形態では、航法メッセージのデータフォーマットに従った所定の搬送データ単位であるワード単位の復調データ（復調ワードデータ）毎に誤りビットを検出する。航法メッセージに含まれる重要なパラメータとして、衛星軌道を計算するために用いる軌道計算用パラメータがある。この軌道計算用パラメータが格納されたワードを対象として、復調ワードデータを照合用データと照合する。そして、その照合結果に基づいて、当該復調ワードデータの採否を判定する。

【0102】

また、本実施形態では、長期予測暦234をサーバーから取得し、当該長期予測暦234を用いて照合用データを生成する。この際、長期予測暦234に記憶されているGPS衛星毎の予測暦のデータを用いて、照合用データをGPS衛星毎に生成する。これにより、復調データとの照合に適した照合用データの生成を簡易な構成によって実現することができる。

30

【0103】

5. 変形例

本発明を適用可能な実施例は、上記の実施例に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能であることは勿論である。以下、変形例について説明する。

【0104】

5-1. 誤りビットの検出

上記の実施形態では、誤り検出符号の一種であるパリティビットを用いて、1ビットの誤りビットを検出する場合を例に挙げて説明した。しかし、パリティビット以外の誤り検出符号を用いて誤りビットを検出することとしてもよいし、2ビット以上の誤りビットを検出するように構成してもよい。

40

【0105】

5-2. 照合対象

上記の実施形態では、軌道計算用パラメータが格納されたワードを対象として不一致ビットの検出及び復調データの採否判定を行うものとして説明した。これは復調データの採否判定に好適なワードの一例を示したものであるが、予測暦と長期予測暦とで同じパラメータ値が格納されるワードであれば、不一致ビットの検出及び復調データの採否判定の対象とすることが可能である。

【0106】

50

5 - 3 . 採否判定方法

復調データ採否判定処理のステップC1～C7で説明した復調データの採否の判定条件はあくまでも一例であり、適宜設定することが可能である。例えば、軌道計算用パラメータ格納ワードにおいて、軌道計算用パラメータの上位桁に相当するビット部分で誤りビットと不一致ビットとが同一であれば、下位桁に相当するビット部分で誤りビットと不一致ビットとが異なる場合でも、復調ワードデータを採用と判定することとしてもよい。これは、ワードデータのうちの軌道計算用パラメータのビット部分について、所与の判定用ビット部分で誤りビットと不一致ビットとが同一であれば、当該判定用ビット部分以外で誤りビットと不一致ビットとが異なる場合でも、当該ワードデータを採用と判定することに相当する。

10

【0107】

なお、上位桁及び下位桁を何桁（何ビット）として定義するかは任意である。例えば、16ビットで表される軌道計算用パラメータであれば、上位桁及び下位桁をそれぞれ8ビットずつとしてもよいし、上位桁を6ビット、下位桁を10ビットとして定義してもよい。

【0108】

また、ワードデータに格納されている軌道計算用パラメータに応じて当該ワードデータの採否の判定条件を変更して採否の判定を行うこととしてもよい。例えば、ある1種類の軌道計算用パラメータが格納された単一ワードに係る復調ワードデータでは、上位桁に相当するビット部分で誤りビットと不一致ビットとが同一であれば、下位桁に相当するビット部分で不一致ビットが何ビット検出されたとしても、当該復調ワードデータを採用と判定する。

20

【0109】

それに対し、2種類の軌道計算用パラメータが格納された複合ワードに係る復調ワードデータでは、上位側のパラメータのビット部分について誤りビットと不一致ビットとが同一であったとしても、下位側のパラメータのビット部分について不一致ビットが1ビットでも存在する場合には、当該復調ワードデータを不採用と判定するようにする。

【0110】

5 - 4 . 照合用データ

上記の実施形態では、長期予測暦234を用いて照合用データを生成する場合を例に挙げて説明したが、照合用データの生成方法はこれに限られない。例えば、予めGPS衛星信号を受信した信号を復調することで取得した予測暦を用いて照合用データを生成してもよい。

30

【0111】

5 - 5 . 電子機器

上記の実施例では、電子機器の一種である携帯型電話機に本発明を適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明を適用可能な電子機器はこれに限られるわけではない。例えば、カーナビゲーション装置や携帯型ナビゲーション装置、パソコン、PDA（Personal Digital Assistant）、腕時計といった他の電子機器についても同様に適用することが可能である。

40

【0112】

5 - 6 . 処理の主体

上記の実施例では、受信信号の復調、誤りビット検出、不一致ビット検出、採否判定及び訂正の全てをベースバンド処理回路部20の処理部21が実行するものとして説明したが、これらの処理の一部又は全部を電子機器のホスト処理部30が実行することとしてもよい。また、受信信号の復調、誤りビット検出及び不一致ビット検出はベースバンド処理回路部20の処理部21が実行し、採否判定及び訂正は電子機器のホスト処理部30が実行するといったように、ベースバンド処理回路部20とホスト処理部30とで処理を分散させることとしてもよい。

【0113】

50

5 - 7 . 衛星測位システム

また、上記の実施形態では、衛星測位システムとしてGPSを例に挙げて説明したが、W A A S (Wide Area Augmentation System)、Q Z S S (Quasi Zenith Satellite System)、G L O N A S S (GLObal NAVigation Satellite System)、G A L I L E O等の他の衛星測位システムであってもよい。

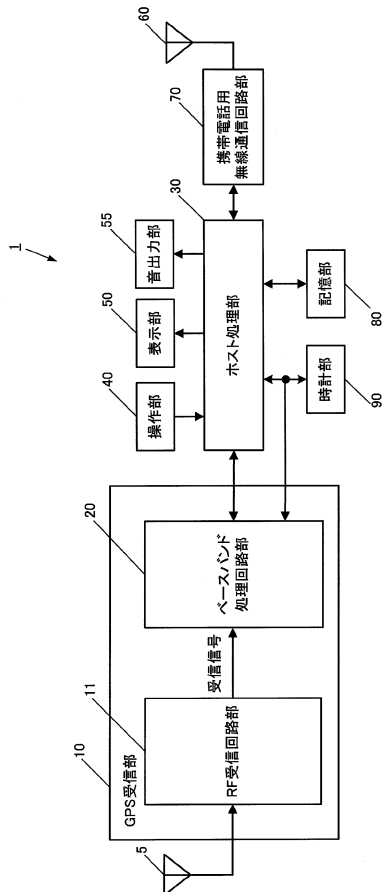
【符号の説明】

【0114】

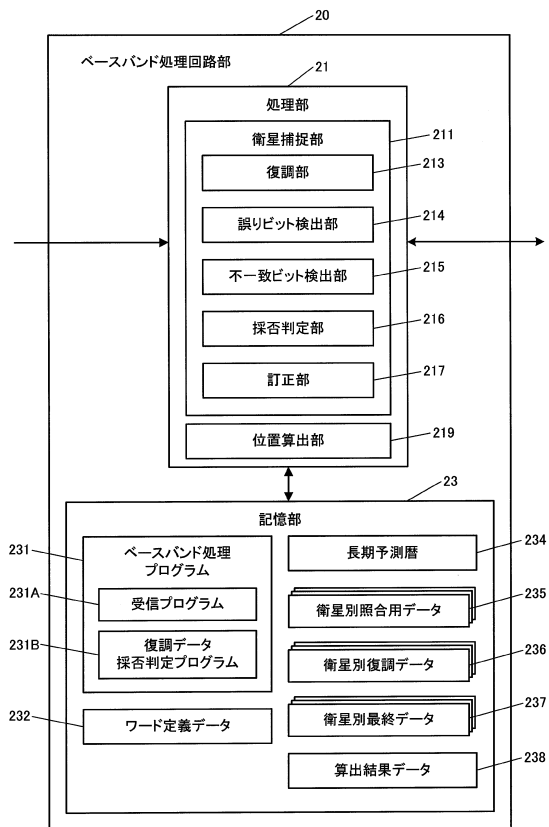
- 1 携帯型電話機、 10 GPS受信部、 11 RF受信回路部、 20 ベースバンド処理回路部、 21 処理部、 211 衛星捕捉部、 213 復調部、 214 誤りビット検出部、 215 不一致ビット検出部、 216 採否判定部、 217 訂正部、 219 位置算出部、 23 記憶部、 30 ホスト処理部、 40 操作部、 50 表示部、 55 音出力部、 60 携帯電話用アンテナ、 70 携帯電話用無線通信回路部、 80 記憶部、 90 時計部

10

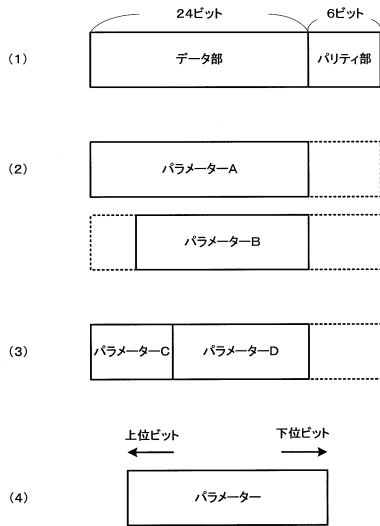
【図1】



【図2】



【図3】

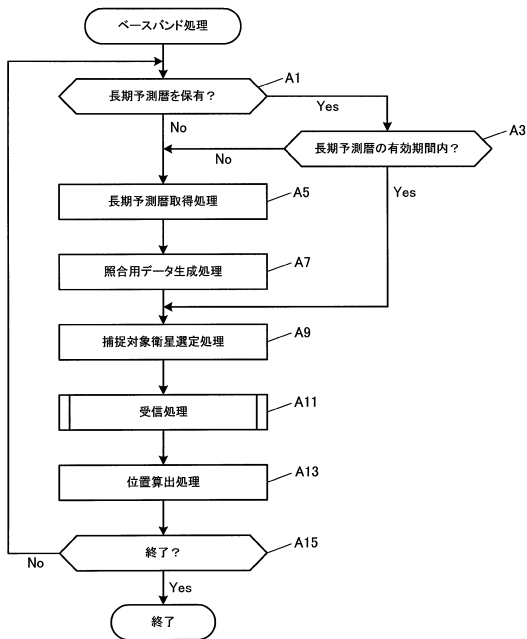


【図4】

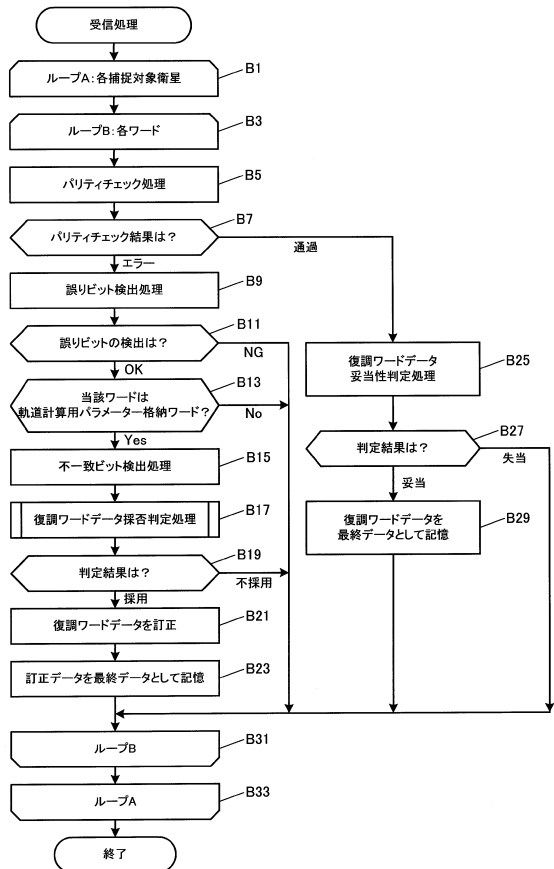
232

232A	232B	232C
ワード識別情報	ワード種別	格納パラメーター(格納ビット)
SF2 WORD1	—	—
SF2 WORD2	—	—
SF2 WORD3	単一	$C_{re}(B9 \sim B24)$
SF2 WORD4	複合	$\Delta n(B1 \sim B16)$ $M_0(B17 \sim B24)$
SF2 WORD5	単一	$M_0(B1 \sim B24)$
SF2 WORD6	複合	$C_{ue}(B1 \sim B16)$ $e(B17 \sim B24)$
SF2 WORD7	単一	$e(B1 \sim B24)$
SF2 WORD8	複合	$C_{ue}(B1 \sim B16)$ $(A)^{1/2}(B17 \sim B24)$
SF2 WORD9	単一	$(A)^{1/2}(B1 \sim B24)$
SF2 WORD10	単一	$t_{oe}(B1 \sim B16)$
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

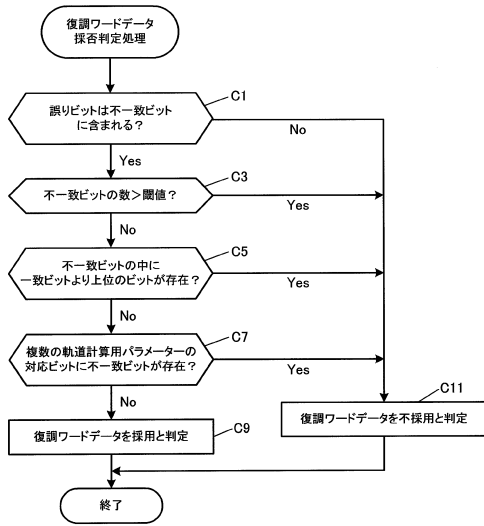
【図5】



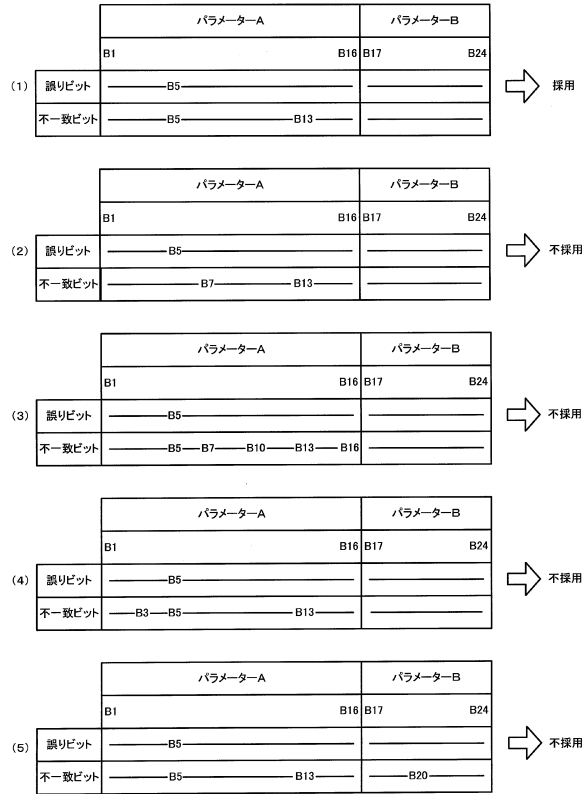
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-052987(JP,A)
特開2010-197189(JP,A)
特開2000-332739(JP,A)
特開2012-127893(JP,A)
特開2013-118470(JP,A)
特開2011-047922(JP,A)
特開2003-028948(JP,A)
特表2008-541629(JP,A)
特開2001-168731(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0234456(US,A1)
米国特許第07385929(US,B1)
米国特許出願公開第2011/0187596(US,A1)
特開2010-060489(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0142240(US,A1)
特表2002-530627(JP,A)
特表2004-506206(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0134349(US,A1)
米国特許出願公開第2012/0051402(US,A1)