

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-284013

(P2007-284013A)

(43) 公開日 平成19年11月1日(2007.11.1)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 1 L 25/02 (2006.01)	B 6 1 L 25/02	G 2 F 1 2 9
G O 1 S 5/14 (2006.01)	G O 1 S 5/14	5 H 1 6 1
G O 1 C 21/00 (2006.01)	G O 1 C 21/00	E 5 H 1 8 0
G O 8 G 1/0969 (2006.01)	G O 8 G 1/0969	5 J O 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-116677 (P2006-116677)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成18年4月20日 (2006.4.20)		三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	100113077
			弁理士 高橋 省吾
		(74) 代理人	100112210
			弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人	100108431
			弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100128060
			弁理士 中鶴 一隆
		(72) 発明者	雲井 一成
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		最終頁に続く	

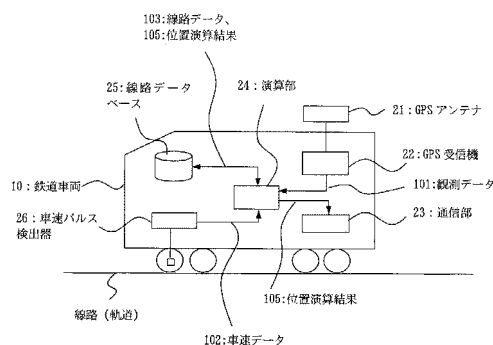
(54) 【発明の名称】 車両位置測位装置及び車両位置測位方法

(57) 【要約】

【課題】 軌道上を走る車両において通常の衛星測位を実施すると、軌道位置の考慮がされないため、軌道を外れた位置に測位結果が算出されることがある。

【解決手段】 GPS衛星から観測データを受信するGPS受信機と、前記車両の車両速度を検出する車速検出器と、前記軌道上に所定の間隔で設けられた複数のポイントにおける位置座標と前記位置座標における前記軌道の方角とを対応させて記憶する線路データベースと、前記観測データと、前記車両速度と、前記線路データベースの中から抽出した自らの位置に最も近い前記位置座標に対応した前記軌道方向とを入力し、前記車両速度と前記軌道方向とを用いた慣性航法による航法演算を行って、前記観測データを用いたGPS航法による位置演算を補完して前記車両の位置を演算する演算部とを備えたようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軌道上を走行する車両に搭載され前記車両の位置を測位する車両位置測位装置であって、
GPS (Global Positioning System) 衛星から観測データを受信する GPS 受信機と、

前記車両の車両速度を検出する車速検出器と、

前記軌道上に所定の間隔で設けられた複数のポイントにおける位置座標と前記位置座標における前記軌道の方角とを対応させて記憶する線路データベースと、

前記観測データと、前記車両速度と、前記線路データベースの中から抽出した自らの位置に最も近い前記位置座標に対応した前記軌道の方角とを入力し、前記車両速度と前記軌道方向とを用いた慣性航法による航法演算を行って、前記観測データを用いた GPS 航法による位置演算を補正して前記車両の位置を演算する演算部とを備えた車両位置測位装置

10

【請求項 2】

前記演算部は、前記 GPS 衛星から送信される擬似距離情報と前記車速検出器から出力される車速度情報を利用して、GPS 航法と慣性航法の両航法の演算誤差を推定するカルマンフィルタを備えたことを特徴とする請求項 1 記載の車両位置測位装置。

【請求項 3】

軌道上を走行する車両の位置を測位する車両位置測位方法であって、
GPS (Global Positioning System) 衛星から観測データを受信するステップと、

20

前記車両の車両速度を検出するステップと、

前記軌道上に所定の間隔で設けられた複数のポイントにおける位置座標と前記位置座標における前記軌道の方角とを対応させて記憶する線路データベースから自らの位置に最も近い前記位置座標に対応した前記軌道方向を抽出するステップと、

前記車両速度と前記軌道方向とを用いて慣性航法による航法演算を行って、前記観測データを用いた GPS 航法による位置演算を補完して前記車両の位置を演算するステップとを備えた車両位置測位方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、軌道上を走行する鉄道車両などの車両位置を測位する装置及びその測位方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、軌道上を走行する鉄道車両（列車あるいは単に車両ともいう）の位置認識については、鉄道車両が走行中の状態に対応して保安信号を次々に更新して行く情報を、同時に中央制御室に送って運行パネルに表示される方式が一般的である。つまり、レール 2 本の間を走る鉄道車両の車軸によりレール間が短絡される、軌道回路の短絡を検知する方法である。この場合は、レールの継ぎ目の間隔が車両の位置検出の最小分解能を決め、平均で 300 メートル、ロングレール等による長い部分で 1 キロメートルの分解能しか得られない。そのため鉄道車両の位置で警報鳴動の開始を行う踏切では、十分に安全な開閉を行うために、かなり長時間に渡って踏切を閉鎖している。

40

また運行管理センタにおける鉄道車両運行管理では、模式図的なデフォルメ地図を用いているので、それとは別の国土地理院による精密日本地図上に描かれた踏切やポイント等の施設との位置関係が正確には判らない。

特に分岐を含む複数の線路が平行する部分において、車両が正確にどの線路（レール）を走行しているかを知りたい場合には、遥かに精度のよい車両位置の把握が要求される。また更に、現行の中央運行管理システムは上記の精密日本地図上に描かれていず、独自の線路表示を用いているので、日本地図と対応させた表示が出来ない。

50

従来、走行中の車両の位置検出精度を上げる改良方式として、線路近傍に複数の地上マーカを設置してこれらを緯度、経度と関連付けて記憶させ、またGPS (Global Positioning System) 衛星からのGPS信号を受信して測位演算を行うGPS航法により、車両の位置を確定する方法が知られている(例えば、特許文献1参照)。

【0003】

一方、道路を走行する車などの移動体の移動体位置測位においては、移動体の加速度変化を計測する加速度計と角速度変化を計測するジャイロを備えて、これらの加速度と角速度の情報を基に移動体の移動を積算して移動体の位置を慣性航法計算で求めるINS (Inertial Navigation System) 航法と呼ばれる航法が知られている。 10

また、これらの複合航法として、INS航法とGPSから得られるそれぞれの位置情報を入力し、入力的时间的な差分をもとに補正用の誤差推定値や状態推定値を演算して出力するカルマンフィルタを用いて、この出力をINS航法に入力する構成も知られている。

【0004】

【特許文献1】特開2003-267220号公報(第13頁、第1図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の改良方式の位置検出方法によれば、走行する線路の近傍に多数の地上マーカを常に設置しておく必要があり、システム規模が大きくなるという課題があった。地上マーカとして既存の設備を利用することも述べられているが、そうするとそれらの設備で位置分解能が制限されるという課題があった。 20

【0006】

また、GPSによる測位では、建造物や山岳斜面による電波の回折や反射の影響により伝播時間に遅延が発生し、測位結果に誤差が生ずるという課題があった。また、トンネル等GPS信号を受信できない場所では、測位結果が得られないという課題があった。

【0007】

また、従来のINS航法やINS航法を利用した複合航法では、ジャイロなどの方向検出機器が必要であり、測位装置が高価となるとう課題があった。 30

【0008】

この発明に係る課題を解決するためになされたものであり、軌道上を走行する鉄道車両などの車両位置を、ジャイロなどの方向検出機器を用いる必要なく、安価に精度よく測位可能な測位装置を得ることを目的とする。これにより、例えば線路が複数ある複雑な区間においても、車両の走行する線路を識別することができる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明に係る車両位置測位装置は、GPS衛星から観測データを受信するGPS受信機と、前記車両の車両速度を検出する車速検出器と、前記軌道上に所定の間隔で設けられた複数のポイントにおける位置座標と前記位置座標における前記軌道の方角とを対応させて記憶する線路データベースと、前記観測データと、前記車両速度と、前記線路データベースの中から抽出した自らの位置に最も近い前記位置座標に対応した前記軌道方向とを入力し、前記車両速度と前記軌道方向とを用いた慣性航法による航法演算を行って、前記観測データを用いたGPS航法による位置演算を補完して前記車両の位置を演算する演算部とを備えるようにした。 40

【発明の効果】

【0010】

この発明によれば、高価なジャイロ等の角速度センサを用いる必要なく、軌道上を走行する鉄道車両などの車両位置を、安価に精度よく測位することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

実施の形態 1 .

以下、本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は、この実施の形態における車両位置測位装置の構成を示す図である。図において、線路（軌道ともいう）上を走行する鉄道車両 1 0 に搭載される位置測位装置は、GPS アンテナ 2 1 と、GPS アンテナからの GPS 観測情報を受ける GPS 受信機 2 2 と、設置されている線路上で所定の間隔で設けられたポイントにおける緯度や経度等の位置座標と、その位置座標における線路の方角とを対応させて記憶する線路データベース 2 5 と、鉄道車両 1 0 の速度を計算する車速パルス検出器 2 6 と、車速パルス検出器 2 6 と GPS 受信機 2 2 からの情報を入力し線路データベース 2 5 を参照して鉄道車両位置を演算する演算部 2 4 と、鉄道車両の運行状況を管理する中央センターとの間で鉄道車両位置などの情報を送受する通信部 2 3 とを備える。 10

【 0 0 1 2 】

線路データベース 2 5 に記憶されている線路の方角とは、その位置座標における線路の設置方向であり、すなわち線路上を走行する鉄道車両が進行する方向のことを意味する。

また、演算部 2 4 は、慣性航法（INS 航法）による位置演算と GPS 航法による位置演算とを併用して複合処理して位置演算結果 1 0 5 を出力する処理を行う演算処理部である。

通信部 2 3 は位置演算結果 1 0 5 を、鉄道車両の運行状況を管理する中央センター（図示せず）に出力する。 20

【 0 0 1 3 】

GPS 受信機 2 2 は、GPS アンテナ 2 1 を経由して L 1 搬送波（1575.42 MHz）の搬送波位相データ、衛星測位時間データ、エフェメリスデータ、アルマナックデータ、及び擬似距離データなどの観測データ 1 0 1 を取得し、観測データ 1 0 1 を出力する機器である。

【 0 0 1 4 】

車速パルス検出器 2 6 は、単位時間に車輪が回る回数を検出し、車輪の周囲長を掛けることで車両の速度を検出して、車速データ 1 0 2 を周期的に出力する機器である。

【 0 0 1 5 】

次に、線路データベース 2 5 に登録されている線路データ 1 0 3 を説明する。図 2（a）は、線路データ 1 0 3 の一例を示したものである。図 2（b）は線路データベース 2 5 に登録された線路 4 上のポイントとそのポイントにおける線路の方角を説明するため図である。 30

【 0 0 1 6 】

図 2（b）で、線路 4 上には所定の間隔でポイント P（図 2（b）の例では、ポイント P 1 ~ P 5）が設定されている。

線路データベース 2 5 には、そのポイントごとに、ポイントの例えば緯度、経度の位置データと、ポイント P における線路の方角のデータが格納されている。線路の方角のデータとは、所定の基準方向に対して線路上の鉄道車両が進行する方角であり、例えば方位角で示されるデータである。この位置データおよび線路の方角は、例えば線路の地図データから求めたものであり、または、実際に線路上を走行して測定により得たデータである。 40

【 0 0 1 7 】

次に、動作について説明する。図 3 は、実施の形態 1 の車両位置測位装置の動作を説明するための説明図である。

【 0 0 1 8 】

GPS 受信機 2 2 は、GPS 衛星から GPS 信号を受信して擬似距離データなどの観測データ 1 0 1 を周期的に取得する。

演算部 2 4 は、GPS 受信機 2 2 から観測データ 1 0 1 を定期的に入力する。

【 0 0 1 9 】

車速パルス検出器 2 6 は、単位時間に車輪が回る回数を検出し、車輪の周囲長を掛ける 50

ことで鉄道車両の速度を検出する。

演算部 24 は、車速パルス検出器 26 から鉄道車両の車速データ 102 を定期的に入力する。

【0020】

演算部 24 は、線路データベース 25 から線路データ 103 を定期的に入力する。

【0021】

演算部 24 は、入力した観測データ 101 と車速データ 102 と線路データ 103 とを利用して、所謂 GPS / INS 複合航法演算により鉄道車両の現在位置を演算し、その位置演算結果 105 を通信部 23 と線路データベース 25 に出力する。

【0022】

次に、線路データベース 25 が演算部 24 に対して線路データ 103 を出力するまでの動作について説明する。図 4 は、線路データベース 25 が鉄道車両の進行方向を示す線路データ 103 を演算部 24 に出力するまでのフローチャートを示した図である。

図 4 のフローチャートで、S101 において線路データベース 25 は、演算部 24 が直前に行った演算処理により得た位置演算結果 105 (位置座標 (X_t , Y_t)) を入力する。

S102 において、演算部 24 は線路データベース 25 に格納された線路データ 103 のポイント位置 (X_n , Y_n) と位置演算結果 105 (X_t , Y_t) とを比較し、線路データ 103 の中から位置演算結果 105 (X_t , Y_t) に最も近い位置にあるポイント P_s (X_s , Y_s) を抽出する。

S103 において、演算部 24 は線路データベース 25 に基づきポイント P_s に対応する、ポイント P_s での線路の方角 θ_s を抽出する。

S104 において、抽出した線路の方角 θ_s を線路データ 103 として演算部 24 に出力する。

【0023】

このようにして、演算部 24 は線路データベース 25 から鉄道車両の進行方向を示す線路データ 103 を入手する。演算部 24 は、このようにして入力した線路データ 103 と観測データ 101 と車速データ 102 とを利用して、所謂 GPS / INS 複合航法演算により鉄道車両の現在位置を演算する。

【0024】

GPS / INS 複合航法のアルゴリズムとしては、例えば、各 GPS 衛星から送信される擬似距離情報と慣性航法の車速度情報を利用してカルマンフィルタに基づくアルゴリズムで慣性航法と GPS 測位航法の両システムの誤差を推定する、密結合 (タイトカップリング) と呼ばれるアルゴリズムがある (詳細な情報については、特開 2005 - 195395 号を参照)。また、慣性航法の出力である速度と位置、GPS 航法からの速度と位置との両者を入力とし、カルマンフィルタの出力を慣性航法に帰還する疎結合と呼ばれるアルゴリズムがある。

演算部 24 は、例えば、これらの GPS / INS 複合航法のアルゴリズムにより、現在位置を演算する。

【0025】

従来、慣性航法による位置演算と GPS 航法による位置演算とを併用した所謂 GPS / INS 複合航法においては、角速度変化を計測するジャイロ等の角度 (方向) 検出装置を搭載して、車両の進行方向に関する情報を取得し位置演算を行っていた。

本発明では線路データベース 25 を設け、この線路データベース 25 から角度 (方向) に関する情報を取得するようにした。鉄道車両は道路を走行する車とは異なり必ず線路 (軌道) 上を走行することから、線路情報を利用することで現在の鉄道車両位置から鉄道車両の方向の情報を入手することができる。このように、線路上を走行する鉄道車両においては、鉄道車両が進行している角度 (方向) に関する情報をジャイロ等の角度 (方向) 検出装置を用いる必要なく線路の情報から取得することが可能となる。

【0026】

10

20

30

40

50

なお、実施の形態 1 では、演算部 24 は線路データベース 25 に格納された線路データ 103 から、位置演算結果 105 ((X_t, Y_t)) に最も近い位置にあるポイント P_s ((X_s, Y_s)) を抽出するようにしたが、位置演算結果 105 ((X_t, Y_t)) から線路 4 の軌跡上に垂線をおろし、垂線と線路 4 の軌跡との交点に最も近いポイント P_s ((X_s, Y_s)) を抽出するようにしてもよい。

【0027】

このように、実施の形態 1 では、設置されている線路の位置座標とその位置座標において線路の方角との対応を記憶する線路データベース 25 を備え、演算部 24 は、GPS 受信機 22 からの観測データ 101 と、車速パルス検出器 26 からの車速データ 102 と、線路データベース 25 からの鉄道車両の進行方向の情報を含む線路データ 103 とを入力し、慣性航法と GPS 航法との複合処理により鉄道車両の位置演算結果 105 を出力するようにした。

これにより、線路上を走行する鉄道車両などの鉄道車両の位置を、ジャイロなどの角度検出装置を用いる必要なく、安価に精度よく測位することができる。

【0028】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 では、慣性航法と GPS 航法とを併用して位置演算結果 105 を出力する別の実施例について説明する。実施の形態 1 で示した構成と同一あるいは相当する構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0029】

図 5 は実施の形態 2 の車両位置測位装置の構成を示す図である。

【0030】

図 5 において、演算部 24 は、測位結果データと鉄道車両の速度と進行する方角から次の時刻の位置 (時間外挿位置データ 201) を計算する時間外挿部 911 と、時間外挿部 911 から出力された時間外挿位置データ 201 と GPS 受信機 22 から出力された擬似距離データ 202 とから両者の差 (擬似距離残差データ 203) を計算する擬似距離残差計算部 931 と、擬似距離残差計算部 931 から出力される擬似距離残差データ 203 と GPS 受信機 22 から出力される衛星信号品質データ 204 とから時間外挿位置データ 201 に反映することが必要な修正量を算出し測位結果 105 を出力する衛星測位修正部 941 とを備える。

【0031】

次に、実施の形態 2 の車両位置測位装置の動作を説明する。

【0032】

測位計算を開始するとき、時間外挿部 911 において前時刻の測位結果データと現時刻での速度データと方位データから時間外挿位置データの算出を行う。

【0033】

図 6 は、前の時刻の測位結果データ X_0 から時間外挿位置 X_1 を算出する方法を示す図である。

【0034】

前時刻の測位結果データを線路データベース 25 に入力し、その時点での線路方向データを抽出することにより、線路 (軌道) が向いている移動の方角 θ を求められる。

【0035】

その方角 θ に速度データ v と時間差 Δt を掛けることにより移動ベクトル ΔX が求まる。

【0036】

前時刻の測位結果データ X_0 に移動ベクトル ΔX を加え、時間外挿位置 X_1 の算出を行う。

【0037】

移動後の測位点が、必ず線路方向に移動することになるので線路上からの差が最小の測位結果が算出される。

10

20

30

40

50

【0038】

このため、実施の形態2では反射や回折の影響を受けた衛星信号は擬似距離残差が大きくなり、残差棄却されやすくなるため、影響を受けない衛星信号のみを残すことができ、正確な測位結果を算出できるようになる。

【0039】

実施の形態3.

以下、この発明の一実施の形態を図によって説明する。

【0040】

図7は、この発明の実施の形態3に係る車両位置測位装置の構成を示す図である。実施の形態1、2で示した構成と同一あるいは相当する構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。 10

【0041】

実施の形態3では、実施の形態2と同様に時間外挿部911において時間外挿位置データを算出し、その後擬似距離残差計算部931において擬似距離残差データを求め、衛星測位修正部941において修正を行い測位結果データを算出する。

【0042】

衛星測位修正を行うとき、線路データベース25に時間外挿位置データを入力し、その時間外挿位置での線路の方位データを抽出する。

【0043】

図8は、この状態における擬似距離残差と線路の方位、残差修正ベクトルの関係を示し、衛星測位修正後の位置である測位結果データを算出する方法を示したものである。 20

【0044】

図8のように擬似距離残差ベクトルから線路方向の成分ベクトルを抽出し、そのベクトルに係数を乗じて修正ベクトルを求める。

【0045】

このように実施の形態3では、修正による移動が必ず線路の方向に移動することになるので、修正後の測位結果も線路上での結果が得られる。

【0046】

実施の形態4.

以下、この発明の一実施の形態を図によって説明する。 30

【0047】

図9はこの発明にかかる測位方法の一例を示す図である。実施の形態1～3で示した構成と同一あるいは相当する構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0048】

図9のように擬似距離残差計算部931に対し、線路データベース25から線路の方位データを入力する。

【0049】

擬似距離残差データを算出するとき、各衛星の方向と線路方向を比較し、線路の左右方向にある衛星の擬似距離残差データを算出せず、線路の前後方向に在位する衛星の擬似距離残差データのみを衛星測位修正部941に出力する。 40

【0050】

衛星測位修正部941で擬似距離残差から衛星測位修正量を算出するとき、従来の装置は擬似距離残差の大きさで判断し、残差量の大きい衛星信号を棄却しているのみであったのを、衛星が在位する方角からも棄却を行う。

【0051】

棄却基準となる角度を設定し、衛星が在位する方角が線路の方角と基準角度以上離れている場合、残差量に関わらず棄却を行う。

【0052】

このように実施の形態4では、線路の方向付近の残差データが入力されることになるので、進行方向の信頼度が高いデータだけで残差修正ができることになる。 50

【 0 0 5 3 】

実施の形態 5 .

以下、この発明の一実施の形態を説明する。実施の形態 1 ~ 4 で示した構成と同一あるいは相当する構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

実施の形態 5 の車両位置測位装置は、実施の形態 4 と同様に図のように擬似距離残差データを算出し、衛星測位修正部 9 4 1 に出力する。

【 0 0 5 5 】

衛星測位修正部 9 4 1 で擬似距離残差から衛星測位修正量を算出するとき、従来の装置は衛星信号の信号雑音比や衛星の俯仰角から修正時の重み付けを算出し修正量を算出していたのを、衛星が在位する方角からも重み付けを行う。 10

【 0 0 5 6 】

衛星が在位する方角が線路の方角との差による角度に応じ、角度の大きい衛星信号の重み付けを小さくし、衛星測位修正量を算出する。

【 0 0 5 7 】

このように実施の形態 5 では、線路の方向付近の残差データによる修正効果が大きく反映されることになるので、進行方向の信頼度が高い残差修正が可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 8 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態 1 に係る車両位置測位装置の構成を示す図である。 20

【 図 2 】 この発明の実施の形態 1 に係る線路データベース 2 5 を説明する図である。

【 図 3 】 この発明の実施の形態 1 に係る演算部 2 4 の動作を説明する図である。

【 図 4 】 この発明の実施の形態 1 に係る演算部 2 4 の動作のフローチャートを説明する図である。

【 図 5 】 この発明の実施の形態 2 に係る車両位置測位装置の構成を示す図である。

【 図 6 】 この発明の実施の形態 2 に係る時間外挿部 9 1 1 が測位結果データ X 0 から時間外挿位置 X 1 を算出する方法を示す図である。

【 図 7 】 この発明の実施の形態 3 に係る車両位置測位装置の構成を示す図である。

【 図 8 】 この発明の実施の形態 3 に係る時間外挿部 9 1 1 が衛星測位修正後の位置である測位結果データを算出する方法を示したものである。 30

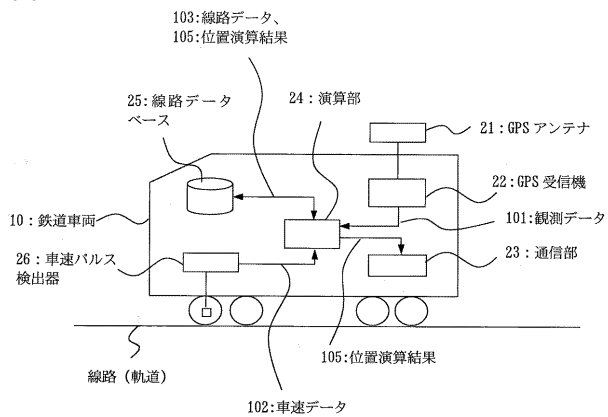
【 図 9 】 この発明の実施の形態 4 に係る車両位置測位装置の構成を示す図である。

【 符号の説明 】

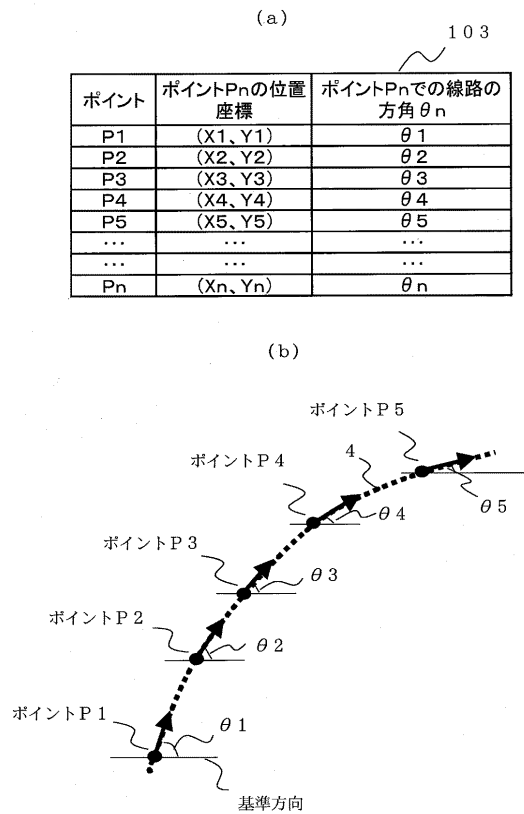
【 0 0 5 9 】

1 0 鉄道車両、 2 1 GPS アンテナ、 2 2 GPS 受信機、 2 3 通信部、 2 4 演算部、 2 5 線路データベース、 2 6 車速パルス検出器、 4 2 線路、 1 0 1 観測データ、 1 0 2 車速データ、 1 0 3 線路データ、 1 0 5 位置演算結果、 2 0 1 時間外挿位置データ、 2 0 2 擬似距離データ、 2 0 3 擬似距離残差データ、 2 0 4 衛星信号品質データ、 9 1 1 時間外挿部、 9 3 1 擬似距離残差計算部、 9 4 1 衛星測位修正部

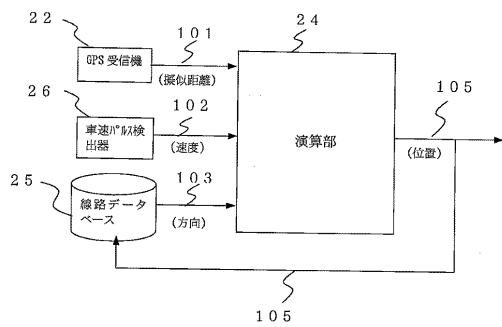
【 図 1 】



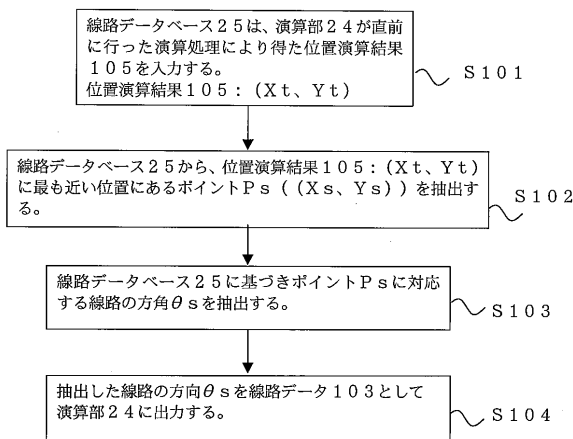
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F129 AA08 BB03 BB20 BB47 BB48 BB49 BB51 BB66 FF20 FF57
5H161 AA01 BB02 CC13 DD23 GG04 GG12 GG22
5H180 AA20 BB04 CC12 CC30 FF04 FF05 FF07 FF37
5J062 AA06 BB01 CC07 DD23 DD25 EE00 FF01 FF04