

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7201219号

(P7201219)

(45)発行日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(24)登録日 令和4年12月26日(2022.12.26)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 S 19/45 (2010.01)

G 0 1 S 19/45

G 0 1 S 19/47 (2010.01)

G 0 1 S 19/47

G 0 1 S 19/52 (2010.01)

G 0 1 S 19/52

請求項の数 8 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-220142(P2018-220142)	(73)特許権者	000003609 株式会社豊田中央研究所 愛知県長久手市横道4 1 番地の1
(22)出願日	平成30年11月26日(2018.11.26)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1 丁目1 番地
(65)公開番号	特開2020-85650(P2020-85650A)	(74)代理人	100079049 弁理士 中島 淳
(43)公開日	令和2年6月4日(2020.6.4)	(74)代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
審査請求日	令和3年7月16日(2021.7.16)	(72)発明者	下岡 和也 愛知県長久手市横道4 1 番地の1 株式 会社豊田中央研究所内
		(72)発明者	鈴木 徳祥 愛知県長久手市横道4 1 番地の1 株式 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測位装置、速度測定装置、及びプログラム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所の地球上の位置を計算する測位装置であって、

複数の衛星の各々から送信された前記衛星の各々の位置に関する情報及び前記衛星の各々と前記移動体との距離に関する情報を含む衛星情報を取得する衛星情報取得部と、

前記移動体の姿勢を検出する姿勢検出部と、

前記検出された前記移動体の姿勢に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所との位置関係を計算する位置関係計算部と、

前記計算された前記位置関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の位置を計算する位置計算部と、

を含み、

前記位置計算部は、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の位置及び前記複数の衛星アンテナの各々の時刻誤差を未知数として含む方程式であって、前記測位対象箇所の位置及び前記位置関係を用いて前記複数の衛星アンテナの設置箇所の位置を記述した方程式の前記未知数を、前記複数の衛星アンテナの各々の設置箇所を観測された疑似距離に基づいて解くことにより、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の位置を算出し、

前記測位対象箇所の位置は、3次元座標であり、前記衛星アンテナの個数はNであり、少なくとも(3+N)個の衛星について取得した前記衛星情報に基づいて、前記方程式の

前記未知数の値が求められる測位装置。

【請求項 2】

前記姿勢検出部によって検出された前記移動体の姿勢の信頼度を判定する信頼度判定部を更に含み、

前記位置計算部は、前記信頼度判定部により前記姿勢の信頼度が低いと判定された場合には、前記移動体における前記複数の衛星アンテナの設置箇所と前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所とが同一であると仮定して、地球上における前記測位対象箇所の位置を計算する請求項 1 記載の測位装置。

【請求項 3】

前記位置関係計算部は、予め求められた、前記地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所との間の距離と、前記衛星アンテナの設置箇所の角度と、前記検出された前記移動体の姿勢とに基づいて、前記位置関係を計算する請求項 1 又は 2 記載の測位装置。

【請求項 4】

移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所の地球上の速度を計算する速度測定装置であって、

複数の衛星の各々から送信された前記衛星の各々の位置に関する情報及び前記衛星の各々に対する前記移動体の相対速度に関する情報を含む衛星情報を取得する衛星情報取得部と、

前記移動体の姿勢を検出する姿勢検出部と、

前記移動体の角速度を検出する角速度検出部と、

前記検出された前記移動体の姿勢及び角速度に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所との速度関係を計算する速度関係計算部と、

前記計算された前記速度関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度を計算する速度計算部と、

を含み、

前記速度計算部は、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度及び前記複数の衛星アンテナの各々の時刻誤差の変化量を未知数として含む方程式であって、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度及び前記速度関係を用いて前記複数の衛星アンテナの設置箇所の速度を記述した方程式の前記未知数を、前記複数の衛星アンテナの各々の設置箇所で観測されたドップラー周波数から得られる前記衛星との相対速度に基づいて解くことにより、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度を算出し、

前記測位対象箇所の速度は、3次元の速度であり、前記衛星アンテナの個数はNであり、少なくとも $(3 + N)$ 個の衛星について取得した前記衛星情報に基づいて、前記方程式の前記未知数の値が求められる速度測定装置。

【請求項 5】

前記姿勢検出部によって検出された前記移動体の姿勢及び前記角速度検出部によって検出された前記移動体の角速度の信頼度を判定する信頼度判定部を更に含み、

前記速度計算部は、前記信頼度判定部により前記信頼度が低いと判定された場合には、前記移動体における前記複数の衛星アンテナの設置箇所の速度と前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度とが同一であると仮定して、地球上における前記測位対象箇所の速度を計算する請求項 4 記載の速度測定装置。

【請求項 6】

前記速度関係計算部は、予め求められた、前記地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所との間の距離と、前記衛星アンテナの設置箇所の角度と、前記検出された前記移動体の姿勢及び角速度とに基づいて、前記速度関係を計算する請求項 4 又は 5 記載の速度測定装置。

【請求項 7】

移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所の地球上の位置

10

20

30

40

50

を計算するためのプログラムであって、  
コンピュータを、

複数の衛星の各々から送信された前記衛星の各々の位置に関する情報及び前記衛星の各々と前記移動体との距離に関する情報を含む衛星情報を取得する衛星情報取得部と、

前記移動体の姿勢を検出する姿勢検出部、

前記検出された前記移動体の姿勢に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所との位置関係を計算する位置関係計算部、及び

前記計算された前記位置関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の位置を計算する位置計算部

として機能させるためのプログラムであって、

前記位置計算部は、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の位置及び前記複数の衛星アンテナの各々の時刻誤差を未知数として含む方程式であって、前記測位対象箇所の位置及び前記位置関係を用いて前記複数の衛星アンテナの設置箇所の位置を記述した方程式の前記未知数を、前記複数の衛星アンテナの各々の設置箇所を観測された疑似距離に基づいて解くことにより、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の位置を算出し、

前記測位対象箇所の位置は、3次元座標であり、前記衛星アンテナの個数はNであり、少なくとも $(3 + N)$ 個の衛星について取得した前記衛星情報に基づいて、前記方程式の前記未知数の値が求められるプログラム。

【請求項 8】

移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所の地球上の速度を計算するためのプログラムであって、

コンピュータを、

複数の衛星の各々から送信された前記衛星の各々の位置に関する情報及び前記衛星の各々に対する前記移動体の相対速度に関する情報を含む衛星情報を取得する衛星情報取得部、

前記移動体の姿勢を検出する姿勢検出部、

前記移動体の角速度を検出する角速度検出部、

前記検出された前記移動体の姿勢及び角速度に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所との速度関係を計算する速度関係計算部、及び

前記計算された前記速度関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度を計算する速度計算部

として機能させるためのプログラムであって、

前記速度計算部は、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度及び前記複数の衛星アンテナの各々の時刻誤差の変化量を未知数として含む方程式であって、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度及び前記速度関係を用いて前記複数の衛星アンテナの設置箇所の速度を記述した方程式の前記未知数を、前記複数の衛星アンテナの各々の設置箇所を観測されたドップラー周波数から得られる前記衛星との相対速度に基づいて解くことにより、前記設置箇所とは異なる前記測位対象箇所の速度を算出し、

前記測位対象箇所の速度は、3次元の速度であり、前記衛星アンテナの個数はNであり、少なくとも $(3 + N)$ 個の衛星について取得した前記衛星情報に基づいて、前記方程式の前記未知数の値が求められるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測位装置、速度測定装置、及びプログラムに係り、特に、衛星情報から移動体の測位又は速度測定を行う測位装置、速度測定装置、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、飛翔体の外周に複数のGPSアンテナを設置することにより、当該飛翔体の位

10

20

30

40

50

置を算出する測位装置が知られている（特許文献１）。この測位装置では、各GPSアンテナは、独立した個別のGPS受信機に接続されているものとする。ここで、飛翔体の特定位置（例えば、機体の中心位置）は、各アンテナの平均位置で近似して表すことができるとしている。これにより、未知数は、各アンテナの平均位置 $(x,y,z)$ 、および、設置された $n$ 個のGPS受信機の時計誤差、合計 $3+n$ 個となり、 $3+n$ 台以上の衛星を補足して疑似距離が取得できれば、最小二乗法を用いることで測位結果の取得が可能となる。

【０００３】

また、車両のルーフトップ以外の左右、または、前後などに複数設置したGPSアンテナにより、当該車両の位置を算出する車両用GPS航法装置が知られている（特許文献２）。この車両用GPS航法装置では、衛星の軌道データ、アンテナの取り付け位置、および、方向センサーから検出される車両の進行方向に基づき、各アンテナが受信可能な衛星を選択する。これにより、実際の受信結果に基づいて受信感度の高い衛星を判断するための計算時間が不要となり、予め受信衛星が決定されるため、測位演算を確実・迅速に行うことが可能となる。なお、測位演算については、「衛星位置と疑似距離観測結果を用いて航法方程式を解くことにより自車位置を計算する」と記載されているのみで、自車位置（測位対象箇所）と各アンテナ設置箇所との位置関係については、考慮していない。

【０００４】

また、観測されたドップラー周波数から得られる衛星との相対速度に基づいて、車両速度を算出する方法が知られている（非特許文献１）。なお、車両に設置するGNSSアンテナは「１つ」であることを想定しており、複数アンテナを設置した場合については考慮していない。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【０００５】

【文献】Y. Kojima, "Proposal for a new localization method using tightly coupled integration based on a precise estimation of trajectory from GPS Doppler", Proceedings of AVEC2010, Loughborough UK, 2010.

【特許文献】

【０００６】

【文献】特開2009-145283号公報  
特開平2-196975号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

車両デザインなどの都合により、従来のようにGNSSアンテナを設置するのではなく、車室内などに設置した場合においても、従来と同等の測位精度が要求される。車室内では、衛星信号がルーフやピラーなどで遮蔽されるため、ルーフ設置時と比べ、可視衛星数が減少することは明らかである。これに対する１つの解決策として、車室内に、複数のGNSSアンテナを、互いの遮蔽領域を補うように設置することが考えられる。複数のGNSSアンテナを設置する際の機器構成としてはいくつか考えられるが、安価かつ設置自由度の高い機器構成とするため、「各GNSSアンテナと受信機との組」が、完全独立となる機器構成とすることが考えられる。

【０００８】

上記特許文献１では、上記の機器構成とした場合における、複数のGPSアンテナを用いた測位手法が提案されている。しかし、上記特許文献１の記載の技術では、測位対象箇所（上記の例では、機体の中心位置）を、各アンテナの平均位置で近似できると仮定している。このことは、「測位対象箇所が、全アンテナ設置箇所のほぼ重心にある」ことを仮定している。したがって、この仮定が成立しない場合、例えば、自動車を対象に、測位対象箇所を、車両のヘッドライトの中心（車両前方の先端）とし、アンテナ設置箇所を、車室内の前後に１機ずつとした場合、上記特許文献１の技術では、車室内の中央周辺の位置が

10

20

30

40

50

算出されるため、実際に求められている位置とは、2m程度の誤差が生じることになる。

【0009】

また、上記特許文献2でも、同様に、上記の機器構成とした場合における、複数のGPSアンテナを用いた測位手法が提案されている。

【0010】

しかし、上記特許文献2に記載の技術では、測位対象箇所と各アンテナ設置箇所との位置関係については考慮されておらず、「各アンテナ設置箇所を観測された疑似距離が、あたかも、測位対象箇所を観測されたもの」であるとして測位演算を行っている。

【0011】

したがって、測位対象箇所とアンテナ設置箇所との距離が大きいほど、測位誤差は大きくなってしまふ。

10

【0012】

また、上記非特許文献1では、上記の特許文献1、2とは異なり、GNSS受信機により観測されたドップラー周波数から得られる衛星との相対速度に基づく「車速」の推定アルゴリズムが提案されている。しかし、上記非特許文献1に記載の技術では、設置されたアンテナが1つであることを想定しており、複数アンテナを用いた場合については対象としていない。

【0013】

ここで、複数のアンテナが設置され、測位対象箇所と各アンテナ設置箇所が異なる場合、カーブを旋回中などでは、角速度、および、それらの箇所の間の距離に応じて、それらの箇所の速度ベクトルは異なっている。

20

【0014】

したがって、複数アンテナを用いて車両速度を推定するにあたり単純に従来技術を適用する、つまり、「各アンテナ設置箇所を観測されたドップラー周波数から得られる衛星との相対速度が、あたかも、測位対象箇所を観測されたもの」であるとして車両速度を算出すると、上記速度ベクトルの違いが考慮されないため、測位対象箇所とアンテナ設置箇所との距離が大きい場合や、頻繁にカーブを通過する場合などで、速度算出の誤差が大きくなってしまふ。

【0015】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所について、地球上の位置を精度よく計算することができる測位装置及びプログラムを提供することを目的とする。

30

【0016】

また、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所について、地球上の速度を精度よく計算することができる速度測定装置及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記目的を達成するために、第1の発明の測位装置は、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所の地球上の位置を計算する測位装置であって、複数の衛星の各々から送信された前記衛星の各々の位置に関する情報、及び前記衛星の各々と前記移動体との距離に関する情報を含む衛星情報を取得する衛星情報取得部と、前記移動体の姿勢を検出する姿勢検出部と、前記検出された前記移動体の姿勢に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記測位対象箇所との位置関係を計算する位置関係計算部と、前記計算された前記位置関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の位置を計算する位置計算部と、を含んで構成されている。

40

【0018】

また、第2の発明のプログラムは、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所の地球上の位置を計算するためのプログラムであって、コンピュータ

50

を、複数の衛星の各々から送信された前記衛星の各々の位置に関する情報、及び前記衛星の各々と前記移動体との距離に関する情報を含む衛星情報を取得する衛星情報取得部、前記移動体の姿勢を検出する姿勢検出部、前記検出された前記移動体の姿勢に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記測位対象箇所との位置関係を計算する位置関係計算部、及び前記計算された前記位置関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の位置を計算する位置計算部として機能させるためのプログラムである。

【 0 0 1 9 】

第 1 の発明及び第 2 の発明によれば、前記検出された前記移動体の姿勢に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記測位対象箇所との位置関係を計算し、前記計算された前記位置関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の位置を計算することにより、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所について、地球上の位置を精度よく計算することができる。

10

【 0 0 2 0 】

第 3 の発明の速度測定装置は、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所の地球上の速度を計算する速度測定装置であって、複数の衛星の各々から送信された前記衛星の各々の位置に関する情報、及び前記衛星の各々に対する前記移動体の相対速度に関する情報を含む衛星情報を取得する衛星情報取得部と、前記移動体の姿勢を検出する姿勢検出部と、前記移動体の角速度を検出する角速度検出部と、前記検出された前記移動体の姿勢及び角速度に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記測位対象箇所との速度関係を計算する速度関係計算部と、前記計算された前記速度関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の速度を計算する速度計算部と、を含んで構成されている。

20

【 0 0 2 1 】

第 4 の発明のプログラムは、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所の地球上の速度を計算するためのプログラムであって、コンピュータを、複数の衛星の各々から送信された前記衛星の各々の位置に関する情報、及び前記衛星の各々に対する前記移動体の相対速度に関する情報を含む衛星情報を取得する衛星情報取得部、前記移動体の姿勢を検出する姿勢検出部、前記移動体の角速度を検出する角速度検出部、前記検出された前記移動体の姿勢及び角速度に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記測位対象箇所との速度関係を計算する速度関係計算部、及び前記計算された前記速度関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の速度を計算する速度計算部として機能させるためのプログラムである。

30

【 0 0 2 2 】

第 3 の発明及び第 4 の発明によれば、前記検出された前記移動体の姿勢及び角速度に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記測位対象箇所との速度関係を計算し、前記計算された前記速度関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の速度を計算することにより、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所について、地球上の速度を精度よく計算することができる。

40

【 0 0 2 3 】

なお、本発明のプログラムを記憶する記憶媒体は、特に限定されず、ハードディスクであってもよいし、ROMであってもよい。また、CD-ROMやDVDディスク、光磁気ディスクやICカードであってもよい。更にまた、該プログラムを、ネットワークに接続されたサーバ等からダウンロードするようにしてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 4 】

50

以上説明したように、本発明の測位装置及びプログラムによれば、前記検出された前記移動体の姿勢に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記測位対象箇所との位置関係を計算し、前記計算された前記位置関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の位置を計算することにより、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所について、地球上の位置を精度よく計算することができる、という効果が得られる。

#### 【 0 0 2 5 】

本発明の速度測定装置及びプログラムによれば、前記検出された前記移動体の姿勢及び角速度に基づいて、前記複数の衛星アンテナの各々について、地球上における前記衛星アンテナの設置箇所と、前記測位対象箇所との速度関係を計算し、前記計算された前記速度関係と、前記取得した前記衛星情報とを用いて、地球上における前記測位対象箇所の速度を計算することにより、移動体における複数の衛星アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所について、地球上の速度を精度よく計算することができる、という効果が得られる。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 2 6 】

【図 1】第 1 の実施の形態に係る測位装置を示すブロック図である。

【図 2】測位対象箇所を車両中心とし、2 つの G P S アンテナを設置した場合の例を示す図である。

【図 3】ある時刻における車両の姿勢角算出結果の例を示す図である。

20

【図 4】E N U 座標系における、測位対象箇所とアンテナ設置箇所との位置関係算出手法を説明するための図である。

【図 5】第 1 の実施の形態に係る測位装置のコンピュータにおける測位処理ルーチンの内容を示すフローチャートである。

【図 6】第 2 の実施の形態に係る測位装置を示すブロック図である。

【図 7】第 2 の実施の形態に係る測位装置のコンピュータにおける測位処理ルーチンの内容を示すフローチャートである。

【図 8】第 3 の実施の形態に係る速度測定装置を示すブロック図である。

【図 9】ある時刻における車両の角速度及び姿勢角算出結果の例を示す図である。

【図 1 0】E N U 座標系における、測位対象箇所とアンテナ設置箇所との速度関係算出手法を説明するための図である。

30

【図 1 1】第 3 の実施の形態に係る速度測定装置のコンピュータにおける速度測定処理ルーチンの内容を示すフローチャートである。

【図 1 2】第 4 の実施の形態に係る速度測定装置を示すブロック図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【 0 0 2 7 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本実施の形態では、車両に搭載され、G P S 衛星から発信された G P S 情報を取得して測位を行う測位装置に、本発明を適用した場合を例に説明する。

#### 【 0 0 2 8 】

40

#### < 本発明の実施の形態の概要 >

複数の GNSS アンテナを用いて測位を行う場合、測位対象箇所と、観測値が得られる GNSS アンテナ設置箇所とは一致していない。

#### 【 0 0 2 9 】

本発明の実施の形態では、測位対象箇所と各 GNSS アンテナ設置箇所との、位置関係や速度関係を適切に考慮するため、測位対象箇所とは異なる箇所で得られた観測値を用いても、高精度に、測位対象箇所の位置、および速度の算出が可能となる。

#### 【 0 0 3 0 】

#### < 第 1 の実施の形態 >

図 1 に示すように、第 1 の実施の形態に係る測位装置 1 0 は、G P S 衛星からの電波を

50

受信するための複数のGPSアンテナ12A、12Bと、複数のGPSアンテナ12A、12BによってGPS衛星からの受信信号を取得する複数の受信機14A、14Bと、姿勢角センサ16と、複数の受信機14A、14Bによって受信されたGPS衛星からの受信信号、及び姿勢角センサ16の検出値に基づいて、自車両の位置を推定する測位処理を実行するコンピュータ18と、出力部20とを備えている。

#### 【0031】

複数のGPSアンテナ12A、12Bは、例えば、自車両50の車室内に設置されており、測位対象箇所とは異なる箇所に設置されている(図2参照)。本実施の形態では、測位対象箇所を車両中心とし、2台のGPSアンテナ12A、12B、および受信機14A、14Bを、それぞれ図1に示す位置に設置した場合を考える。ここで、それぞれのGPS

10

#### 【0032】

受信機14A、14Bは、GPSアンテナ12A、12B毎に設けられており、受信機14A、14Bは、GPSアンテナ12A、12Bを介して複数のGPS衛星からの電波を受信して、受信した全てのGPS衛星からの受信信号から、GPS衛星の情報として、GPS衛星の衛星番号、GPS衛星の軌道情報(エフェメリス)、GPS衛星が電波を送信した時刻、受信信号の強度、周波数などを取得し、コンピュータ18に出力する。

姿勢角センサ16は、一例として、地磁気センサであり、地磁気を検出する。

#### 【0033】

20

コンピュータ18は、CPU、後述する測位処理ルーチンを実現するためのプログラムを記憶したROM、データを一時的に記憶するRAM、及びHDD等の記憶装置で構成されている。

#### 【0034】

コンピュータ18を機能ブロックで表すと、図1に示すように、各受信機14A、14Bから、電波を受信した全てのGPS衛星について、GPS衛星の情報を取得すると共に、GPS疑似距離データ、ドップラー周波数、及びGPS衛星の位置座標を算出して取得する衛星情報取得部30と、姿勢角センサ16の検出値から自車両の姿勢角を算出する姿勢角算出部32と、算出された自車両の姿勢角に基づいて、GPSアンテナ12A、12Bの各々について、地球上におけるGPSアンテナの設置箇所と、測位対象箇所との位置

30

関係を計算する位置関係算出部34と、計算された位置関係と、取得した衛星情報とを用いて、地球上における測位対象箇所の位置を計算する位置算出部36とを備えている。

#### 【0035】

衛星情報取得部30は、各受信機14A、14Bから、電波を受信した全てのGPS衛星について、GPS衛星の情報を取得すると共に、GPS衛星が電波を送信した時刻及び自車両で電波を受信した時刻に基づいて、GPS疑似距離データを算出する。また、衛星情報取得部30は、各GPS衛星から送信される信号の既知の周波数と、各GPS衛星から受信した受信信号の周波数とに基づいて、各GPS衛星からの受信信号のドップラー周波数を各々算出する。なお、ドップラー周波数は、GPS衛星と自車両との相対速度による、搬送波周波数のドップラーシフト量を観測したものである。また、衛星情報取得部30は、GPS衛星の軌道情報及びGPS衛星が電波を送信した時刻に基づいて、GPS衛星の位置座標を各々算出する。

40

#### 【0036】

姿勢角算出部32は、姿勢角センサ16の検出値を用いることにより、当該時刻の自車両の姿勢角を算出する。なお、本実施の形態では、姿勢角センサ16として地磁気センサを用いて自車両の姿勢角を算出する場合を例に説明しているが、これに限定されるものではなく、例えば、ドップラー周波数に基づいて算出される車両の速度ベクトルや、6軸ジャイロセンサから検出される車両の加速度及び角速度などを用いて、自車両の姿勢角を算出してもよい。以降では、図3に示すように、ある時刻における自車両50の姿勢角が、ヨー角= (真北をゼロとして時計回りを正)、ピッチ角= 、ロール角= ゼロであったと

50



する。

【 0 0 3 7 】

位置関係算出部 3 4 は、予め求められた、地球上における各 G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と、測位対象箇所との間の距離と、各 G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の角度と、検出された自車両の姿勢角とに基づいて、測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、地球上における絶対位置の関係を算出する。具体的には、以下の手順で算出する。なお、ここでは、G P S アンテナ 1 2 A を対象とした場合について説明する。

【 0 0 3 8 】

（手順 1）以下に示す式(1)により、ENU（East-North-Up）座標系における位置関係を算出する（図 4（A）、（B）、（C）参照）。 10

【 0 0 3 9 】

【数 1】

$$\begin{aligned} E_A &= E_0 + L_1 \cos \alpha \sin \theta - L_2 \cos \theta \\ N_A &= N_0 + L_1 \cos \alpha \cos \theta + L_2 \sin \theta \\ U_A &= U_0 + L_1 \sin \alpha \end{aligned}$$

（ 1 ）

20

【 0 0 4 0 】

（手順 2）以下に示す式(2)により、ENU座標系からECEF（Earth-Centered Earth-Fixed）座標系に変換することにより、地球上における絶対位置の関係を算出する。同様に、G P S アンテナ 1 2 B の設置箇所についても、測位対象箇所との位置関係を算出する。以降では、このようにして得られた位置関係の算出結果を、「G P S アンテナ 1 2 A の設置箇所 = F<sub>A</sub>(測位対象箇所)」のように表記する。

【 0 0 4 1 】

【数 2】

$$\begin{aligned} x_A &= x_{base} + Fx(E_A, N_A, U_A) \\ y_A &= y_{base} + Fy(E_A, N_A, U_A) \\ z_A &= z_{base} + Fz(N_A, U_A) \end{aligned}$$

30

（ 2 ）

【 0 0 4 2 】

ここで、

40

50

$(x_{base}, y_{base}, z_{base})$  : ENU座標の基準点

$$Fx(E_A, N_A, U_A) = -E_A * s_1 - N_A * c_1 * s_2 + U_A * c_1 * c_2$$

$$Fy(E_A, N_A, U_A) = -E_A * c_1 - N_A * s_1 * s_2 + U_A * s_1 * c_2$$

$$Fz(N_A, U_A) = N_A * c_2 + U_A * s_2$$

$$s_1 = \sin L$$

$$c_1 = \cos L$$

$$s_2 = \sin B$$

$$c_2 = \cos B$$

$$L = \tan^{-1} \frac{y_{base}}{x_{base}}$$

$$B = \tan^{-1} \frac{z + e'^2 b \sin(t)^3}{\sqrt{x_{base}^2 + y_{base}^2} - e^2 a \cos(t)^3}$$

$$b = a(1 - f)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$t = \tan^{-1} \left( \frac{z_{base}}{\sqrt{x_{base}^2 + y_{base}^2}} * \frac{a}{b} \right)$$

【 0 0 4 3 】

また、 $a$  は地球の長半径[m]であり、 $f$  は扁平率である。

【 0 0 4 4 】

位置算出部 3 6 は、測位対象箇所の位置、及び複数の G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々の時刻誤差を未知数とし、測位対象箇所の位置、及び測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、地球上における絶対位置の関係を用いて、複数の G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の位置を記述した方程式と、複数の G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々により、複数の G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々の設置箇所で観測された疑似距離とに基づいて、測位対象箇所の位置を算出する。

【 0 0 4 5 】

具体的には、測位対象箇所の ECEF 座標系における 3 次元位置ベクトル  $(x, y, z)$ 、および、2 台の受信機 1 4 A、1 4 B の時刻誤差（以降、クロックバイアスと表記）の合計 5 個を未知数とし、各 G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の ECEF 座標系における 3 次元位置ベクトルを  $F_A(x, y, z)$ 、および  $F_B(x, y, z)$  とした上で、従来（1 台の G P S アンテナに

10

20

30

40

50

よる測位)と同様、各GPSアンテナ12A、12B毎及び衛星毎に式(3)を立式することにより(ここでは、GPSアンテナ12Aについてのみ記載。GPSアンテナ12Bについても同様)、GPSアンテナ12A、12Bの合計5個以上の衛星による観測結果を用いて、測位対象箇所の位置(x, y, z)を算出する。なお、設置されたGPSアンテナがN個である場合には、合計(N+3)個以上の衛星による観測結果を用いて、測位対象箇所の位置(x, y, z)を算出する。

【0046】

【数3】

$$PR_i = \sqrt{(X_{si} - x_A)^2 + (Y_{si} - y_A)^2 + (Z_{si} - z_A)^2} + Cb_A \quad 10$$

・・・(3)

【0047】

ここで、GPSアンテナ12Aの位置は以下の式で表される。

$$(x_A, y_A, z_A) = F_A(x, y, z)$$

【0048】

また、(x, y, z)は測位対象箇所の位置であり、Cb<sub>A</sub>は、GPSアンテナ12Aの受信機14Aのクロックバイアス[m](光速をかけて距離に換算したもの)である。また、PR<sub>i</sub>は、衛星iについて観測された疑似距離[m]であり、(X<sub>si</sub>, Y<sub>si</sub>, Z<sub>si</sub>)は、衛星iの位置である。

20

【0049】

このように、測位対象箇所とアンテナ設置箇所との位置関係を適切に考慮することにより、測位対象箇所とは異なる位置で観測された疑似距離を用いても、高精度に、測位対象箇所の位置を算出することが可能となる。

【0050】

次に、第1の実施の形態に係る測位装置10の作用について説明する。

【0051】

30

姿勢角センサ16によって地磁気を検出すると共に、GPSアンテナ12A、12B、受信機14A、14Bによって、複数のGPS衛星から電波を受信しているときに、コンピュータ18において、図5に示す測位処理ルーチンが繰り返し実行される。

【0052】

ステップS100で、GPS受信機14A、14Bから複数のGPS衛星の情報を取得すると共に、複数のGPS衛星のGPS疑似距離データ、ドップラー周波数、GPS衛星の位置座標を算出して取得する。同一時刻に取得された複数のGPS衛星分のGPS情報を、GPS情報群として取得する。

【0053】

次に、ステップS102で、姿勢角センサ16からの検出値に基づいて、自車両の姿勢角を算出する。

40

【0054】

次に、ステップS104で、予め求められた、地球上における各GPSアンテナ12A、12Bの設置箇所と、測位対象箇所との間の距離と、各GPSアンテナ12A、12Bの設置箇所の角度と、検出された自車両の姿勢角とに基づいて、測位対象箇所(車両中心)と各アンテナ設置箇所との、ECF座標系における位置関係を算出する。

【0055】

ステップS106では、測位対象箇所の位置、及び複数のGPSアンテナ12A、12Bの各々の時刻誤差を未知数とし、測位対象箇所の位置、及び測位対象箇所(車両中心)と各アンテナ設置箇所とのECF座標系における位置関係を用いて、複数のGPSアン

50

テナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の位置を記述した方程式と、複数の G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々により、複数の G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々の設置箇所で観測された疑似距離とに基づいて、測位対象箇所の位置を算出し、出力部 2 0 により出力して、上記ステップ S 1 0 0 へ戻る。

【 0 0 5 6 】

以上説明したように、第 1 の実施の形態に係る測位装置によれば、検出された自車両の姿勢角に基づいて、複数の G P S アンテナの各々について、地球上における G P S アンテナの設置箇所と、測位対象箇所との位置関係を計算し、計算された位置関係と、取得した衛星情報とを用いて、地球上における測位対象箇所の位置を計算することにより、車両における複数の G P S アンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所について、地球上の位置を精度よく計算することができる。

10

【 0 0 5 7 】

また、測位対象箇所が、各 G P S アンテナ設置箇所の重心ではない場合、あるいは、測位対象箇所と各 G P S アンテナ設置箇所が離れている場合であっても、高精度に、測位対象箇所の位置及び速度の算出が可能である。

【 0 0 5 8 】

また、G P S アンテナ毎に独立に測位計算するよりも、観測すべき衛星数が少なくてすむ。また、測位対象箇所が、G P S アンテナの設置箇所の重心でなくもよいため、G P S アンテナの設置箇所の自由度が向上する。

【 0 0 5 9 】

20

< 第 2 の実施の形態 >

次に、第 2 の実施の形態について説明する。なお、第 2 の実施の形態の測位装置について、第 1 の実施の形態の測位装置 1 0 と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 6 0 】

第 2 の実施の形態では、算出される姿勢角の信頼度が低い場合に、複数の G P S アンテナの設置箇所と測位対象箇所とが同一であるとして、E C E F 座標系における測位対象箇所の位置を計算する点が、第 1 の実施の形態と主に異なっている。

【 0 0 6 1 】

図 6 に示すように、第 2 の実施の形態に係る測位装置 2 1 0 のコンピュータ 2 1 8 は、衛星情報取得部 3 0 と、姿勢角算出部 3 2 と、信頼度判定部 2 3 2 と、位置関係算出部 2 3 4 と、位置算出部 2 3 6 とを備えている。

30

【 0 0 6 2 】

信頼度判定部 2 3 2 は、姿勢角算出部 3 2 によって算出された自車両の姿勢角の信頼度を判定する。具体的には、走行距離や算出された姿勢角の変動に応じて姿勢角の信頼度を判定すればよく、例えば、走行距離が短いほど、姿勢角の信頼度を低く判定したり、姿勢角の変動が大きいほど、姿勢角の信頼度を低く判定すればよい。

【 0 0 6 3 】

位置関係算出部 2 3 4 は、信頼度判定部 2 3 2 によって判定された姿勢角の信頼度が閾値以上である場合には、上記第 1 の実施の形態と同様に、予め求められた、地球上における各 G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と、測位対象箇所との間の距離と、各 G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の角度と、検出された自車両の姿勢角とに基づいて、測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、地球上における絶対位置の関係を算出する。

40

【 0 0 6 4 】

一方、信頼度判定部 2 3 2 によって判定された姿勢角の信頼度が閾値未満である場合には、G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と測位対象箇所とが同一であるとする。

【 0 0 6 5 】

位置算出部 2 3 6 は、位置関係算出部 2 3 4 により算出された位置関係を用いて、測位対象箇所の位置を算出する。

50

## 【 0 0 6 6 】

具体的には、信頼度判定部 2 3 2 によって判定された姿勢角の信頼度が閾値以上である場合には、位置関係算出部 2 3 4 により算出された位置関係を用いて、上記第 1 の実施の形態と同様に、測位対象箇所的位置を算出する。

## 【 0 0 6 7 】

一方、信頼度判定部 2 3 2 によって判定された姿勢角の信頼度が閾値未満である場合には、GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と測位対象箇所とが同一であるとして、E C E F 座標系における測位対象箇所的位置を計算する。例えば、上記特許文献 2 と同様の考え方にに基づき、測位対象箇所的位置を算出すればよい。

## 【 0 0 6 8 】

次に、第 2 の実施の形態に係る測位装置 2 1 0 の作用について説明する。なお、第 1 の実施の形態と同様の処理となる部分については、同一符号を付して詳細な説明を省略する。

## 【 0 0 6 9 】

姿勢角センサ 1 6 によって地磁気を検出すると共に、GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B、受信機 1 4 A、1 4 B によって、複数の GPS 衛星から電波を受信しているときに、コンピュータ 2 1 8 において、図 7 に示す測位処理ルーチンが繰り返し実行される。

## 【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 0 0 で、GPS 受信機 1 4 A、1 4 B から複数の GPS 衛星の情報を取得すると共に、複数の GPS 衛星の GPS 疑似距離データ、ドップラー周波数、GPS 衛星の位置座標を算出して取得する。同一時刻に取得された複数の GPS 衛星分の GPS 情報を、GPS 情報群として取得する。

## 【 0 0 7 1 】

次に、ステップ S 1 0 2 で、姿勢角センサ 1 6 からの検出値に基づいて、自車両の姿勢角を算出する。ステップ S 2 0 0 で、上記ステップ S 1 0 2 で算出された自車両の姿勢角の信頼度が、閾値以上であるか否かを判定する。

## 【 0 0 7 2 】

算出された自車両の姿勢角の信頼度が、閾値以上である場合には、ステップ S 1 0 4 へ移行し、予め求められた、地球上における各 GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と、測位対象箇所との間の距離と、各 GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の角度と、検出された自車両の姿勢角とに基づいて、測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、E C E F 座標系における位置関係を算出する。

## 【 0 0 7 3 】

一方、算出された自車両の姿勢角の信頼度が、閾値未満である場合には、ステップ S 2 0 2 へ移行し、GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と測位対象箇所とが同一であると仮定する。

## 【 0 0 7 4 】

ステップ S 2 0 4 では、上記ステップ S 1 0 4 又は S 2 0 2 で得られた GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と測位対象箇所を用いて、測位対象箇所的位置を算出し、出力部 2 0 により出力して、上記ステップ S 1 0 0 へ戻る。

## 【 0 0 7 5 】

以上説明したように、第 2 の実施の形態に係る測位装置によれば、検出された自車両の姿勢角の信頼度が低い場合には、GPS アンテナの設置箇所と測位対象箇所とが同一であると仮定して、地球上における測位対象箇所的位置を計算することにより、測位対象箇所について、地球上の位置を安定して計算することができる。

## 【 0 0 7 6 】

## &lt; 第 3 の実施の形態 &gt;

次に、第 3 の実施の形態について説明する。第 3 の実施の形態では、自車両の速度を算出する速度測定装置に、本発明を適用した場合を例に説明する。なお、第 3 の実施の形態の速度測定装置について、第 1 の実施の形態の測位装置 1 0 と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 7 】

図 8 に示すように、第 3 の実施の形態に係る速度測定装置 3 1 0 は、複数の G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B と、複数の受信機 1 4 A、1 4 B と、姿勢角センサ 1 6 と、ジャイロセンサ 3 1 6 と、複数の受信機 1 4 A、1 4 B によって受信された G P S 衛星からの受信信号、及び姿勢角センサ 1 6、ジャイロセンサ 3 1 6 の検出値に基づいて、自車両の速度を推定する速度推定処理を実行するコンピュータ 3 1 8 と、出力部 2 0 とを備えている。

## 【 0 0 7 8 】

コンピュータ 3 1 8 を機能ブロックで表すと、図 8 に示すように、衛星情報取得部 3 0 と、姿勢角算出部 3 2 と、ジャイロセンサ 3 1 6 の検出値から自車両の角速度を算出する角速度算出部 3 3 2 と、算出された自車両の姿勢角及び角速度に基づいて、G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々について、地球上における G P S アンテナの設置箇所と、測位対象箇所との速度関係を計算する速度関係算出部 3 3 4 と、計算された速度関係と、取得した衛星情報とを用いて、地球上における測位対象箇所の速度を計算する速度算出部 3 3 6 とを備えている。

10

## 【 0 0 7 9 】

姿勢角算出部 3 2 は、姿勢角センサ 1 6 の検出値を用いることにより、当該時刻の自車両の姿勢角を算出する。また、角速度算出部 3 3 2 は、ジャイロセンサ 3 1 6 の検出値を用いることにより、当該時刻の自車両の角速度を算出する。以降では、図 9 に示すように、ある時刻における角速度が、ヨーレート＝、ピッチレート＝ゼロ、ロールレート＝ゼロ、また、姿勢角が、ヨー角＝（真北をゼロとして時計回りを正）、ピッチ角＝、ロール角＝ゼロであったとする。

20

## 【 0 0 8 0 】

速度関係算出部 3 3 4 は、予め求められた、地球上における各 G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と、測位対象箇所との間の距離と、各 G P S アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の角度と、検出された自車両の姿勢角及び角速度とに基づいて、測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、地球上における速度関係を算出する。具体的には、以下の手順で算出する。なお、ここでは、G P S アンテナ 1 2 A を対象とした場合について説明する。

## 【 0 0 8 1 】

（手順 1）以下に示す式（4）により、ENU（East-North-Up）座標系における速度関係を算出する（図 1 0（A）、（B）、（C）参照）。

30

## 【 0 0 8 2 】

## 【数 4】

$$VE_A = VE_0 + D\omega_E$$

$$VN_A = VN_0 + D\omega_N$$

$$VU_A = VU_0 + D\omega_U$$

ここで

40

$$D\omega_E = D\omega \sin \mu \cos \theta + D\omega \cos \mu \cos \alpha \sin \theta$$

$$D\omega_N = D\omega \cos \mu \cos \alpha \cos \theta - D\omega \sin \mu \sin \theta$$

$$D\omega_U = D\omega \cos \mu \sin \alpha$$

$$\cos \mu = L_2/D$$

$$\sin \mu = L_1/D$$

50

( 4 )

【 0 0 8 3 】

( 手順 2 ) 以下に示す式 ( 5 ) により、ENU座標系からECEF ( Earth-Centered Earth-Fixed ) 座標系に変換することにより、地球上における速度関係を算出する。同様に、GPSアンテナ 1 2 B の設置箇所についても、測位対象箇所との速度関係を算出する。以降では、このようにして得られた速度関係の算出結果を、「GPSアンテナ 1 2 A の設置箇所の速度 =  $G_A$ (測位対象箇所の速度)」のように表記する。

【 0 0 8 4 】

【 数 5 】

$$Vx_A = Gx(VE_A, VN_A, VU_A)$$

10

$$Vy_A = Gy(VE_A, VN_A, VU_A)$$

$$Vz_A = Gz(VN_A, VU_A)$$

( 5 )

【 0 0 8 5 】

ここで、

20

30

40

50

$(x_{base}, y_{base}, z_{base})$  : ENU座標の基準点

$$Gx(VE_A, VN_A, VU_A) = -VE_A * s_1 - VN_A * c_1 * s_2 + VU_A * c_1 * c_2$$

$$Gy(VE_A, VN_A, VU_A) = -VE_A * c_1 - VN_A * s_1 * s_2 + VU_A * s_1 * c_2$$

$$Gz(VN_A, VU_A) = VN_A * c_2 + VU_A * s_2$$

$$s_1 = \sin L$$

$$c_1 = \cos L$$

$$s_2 = \sin B$$

$$c_2 = \cos B$$

$$L = \tan^{-1} \frac{y_{base}}{x_{base}}$$

$$B = \tan^{-1} \frac{z + e'^2 b \sin(t)^3}{\sqrt{x_{base}^2 + y_{base}^2} - e^2 a \cos(t)^3}$$

$$b = a(1 - f)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$t = \tan^{-1} \left( \frac{z_{base}}{\sqrt{x_{base}^2 + y_{base}^2}} * \frac{a}{b} \right)$$

【 0 0 8 6 】

また、 $a$  は地球の長半径[m]であり、 $f$  は扁平率である。

【 0 0 8 7 】

速度算出部 3 3 6 は、測位対象箇所（車両中心）の速度、及び複数の GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々の時刻誤差を未知数とし、測位対象箇所の速度、及び測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、地球上における速度関係を用いて、複数の GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の速度を記述した方程式と、複数の GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々により、複数の GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の各々の設置箇所で観測されたドップラー周波数から得られる衛星との相対速度とに基づいて、測位対象箇所の速度を算出する。

【 0 0 8 8 】

具体的には、測位対象箇所の ECEF 座標系における 3 次元速度ベクトル  $(V_x, V_y, V_z)$ 、および、2 台の受信機 1 4 A、1 4 B のクロックバイアスの変化量（以降、クロックドリフトと表記）の合計 5 個を未知数とし、各 GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所の ECEF 座標系における 3 次元速度ベクトルを  $G_A(V_x, V_y, V_z)$ 、および  $G_B(V_x, V_y, V_z)$  とした上で、上記非特許文献 1（1 台の GPS アンテナによる速度算出）と同様、各 GPS

10

20

30

40

50



アンテナ 1 2 A、1 2 B 毎及び衛星毎に式(6)を立式することにより（ここでは、GPS アンテナ 1 2 A についてのみ記載。GPS アンテナ 1 2 B についても同様）、GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の合計5個以上の衛星による観測結果を用いて、測位対象箇所の速度( $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ )を算出する。なお、設置されたGPS アンテナがN個である場合には、合計（N + 3）個以上の衛星による観測結果を用いて、測位対象箇所の速度( $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ )を算出する。

【0089】

【数6】

$$\frac{\partial PR_i}{\partial t} = \frac{(X_{si} - x_A)(V_{xsi} - V_{x_A})}{r_i} + \frac{(Y_{si} - y_A)(V_{ysi} - V_{y_A})}{r_i} + \frac{(Z_{si} - z_A)(V_{zsi} - V_{z_A})}{r_i} + Cbv_A$$

$$= -D_i \frac{C}{f_1}$$

10

・・・(6)

【0090】

ここで、GPS アンテナ 1 2 A の速度は以下の式で表される。

$$(V_{x_A}, V_{y_A}, V_{z_A}) = G_A(V_x, V_y, V_z)$$

20

【0091】

また、( $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ )は測位対象箇所の速度であり、 $Cbv_A$ は、GPS アンテナ 1 2 A の受信機 1 4 A のクロックドリフト[m/s]（光速をかけて速度に換算したもの）である。( $x_A$ ,  $y_A$ ,  $z_A$ )は、GPS アンテナ 1 2 A の位置である。また、 $D_i$ は、衛星 i について観測されたドップラー周波数[Hz]であり、( $X_{si}$ ,  $Y_{si}$ ,  $Z_{si}$ )は、衛星 i の位置であり、 $r_i$ は、以下の式で表わされる。

$$r_i = \sqrt{(X_{si} - x)^2 + (Y_{si} - y)^2 + (Z_{si} - z)^2}$$

30

【0092】

また、 $f_1$ は、搬送波周波数( $1575.42 \times 10^6$ )[Hz]であり、Cは光速( $2.99792458 \times 10^8$ )[m/s]であり、( $V_{xsi}$ ,  $V_{ysi}$ ,  $V_{zsi}$ )は、衛星 i の速度である。

【0093】

このように、測位対象箇所とアンテナ設置箇所との速度関係を適切に考慮することにより、測位対象箇所とは異なる位置で観測されたドップラー周波数を用いても、高精度に、測位対象箇所の速度を算出することが可能となる。

【0094】

40

次に、第3の実施の形態に係る速度測定装置 3 1 0 の作用について説明する。

【0095】

姿勢角センサ 1 6 によって地磁気を検出し、ジャイロセンサ 3 1 6 によって角加速度を検出すると共に、GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B、受信機 1 4 A、1 4 B によって、複数のGPS 衛星から電波を受信しているときに、コンピュータ 3 1 8 において、図 1 1 に示す速度測定処理ルーチンが繰り返し実行される。

【0096】

ステップ S 1 0 0 で、GPS 受信機 1 4 A、1 4 B から複数のGPS 衛星の情報を取得すると共に、複数のGPS 衛星のGPS 疑似距離データ、ドップラー周波数、GPS 衛星の位置座標を算出して取得する。同一時刻に取得された複数のGPS 衛星分のGPS 情報

50

を、GPS情報群として取得する。

【0097】

次に、ステップS300で、ジャイロセンサ316からの検出値に基づいて、自車両の角速度を算出する。そして、ステップS102で、姿勢角センサ16からの検出値に基づいて、自車両の姿勢角を算出する。

【0098】

次に、ステップS302で、予め求められた、地球上における各GPSアンテナ12A、12Bの設置箇所と、測位対象箇所との間の距離と、各GPSアンテナ12A、12Bの設置箇所の角度と、検出された自車両の姿勢角及び角速度とに基づいて、測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、地球上における速度関係を算出する。

10

【0099】

ステップS304では、測位対象箇所の速度、及び複数のGPSアンテナ12A、12Bの各々の時刻誤差を未知数とし、測位対象箇所の速度、及び測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、地球上における速度関係を用いて、複数のGPSアンテナ12A、12Bの設置箇所の速度を記述した方程式と、複数のGPSアンテナ12A、12Bの各々により、複数のGPSアンテナ12A、12Bの各々の設置箇所で観測されたドップラー周波数から得られる衛星との相対速度とに基づいて、測位対象箇所の速度を算出し、出力部20により出力して、上記ステップS100へ戻る。

【0100】

以上説明したように、第3の実施の形態に係る速度測定装置によれば、検出された自車両の姿勢及び角速度に基づいて、複数のGPSアンテナの各々について、地球上におけるGPSアンテナの設置箇所と、測位対象箇所との速度関係を計算し、計算された速度関係と、取得した衛星情報とを用いて、地球上における測位対象箇所の速度を計算することにより、車両における複数のGPSアンテナの設置箇所とは異なる測位対象箇所について、地球上の速度を精度よく計算することができる。

20

【0101】

<第4の実施の形態>

次に、第4の実施の形態について説明する。なお、第4の実施の形態の速度測定装置について、第3の実施の形態の速度測定装置310と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

30

【0102】

第4の実施の形態では、算出される姿勢角及び角速度の信頼度が低い場合に、複数のGPSアンテナの設置箇所と測位対象箇所との速度が同一であるとして、ECF座標系における測位対象箇所の速度を計算する点が、第3の実施の形態と主に異なっている。

【0103】

図12に示すように、第4の実施の形態に係る速度測定装置410のコンピュータ418は、衛星情報取得部30と、姿勢角算出部32と、角速度算出部332と、信頼度判定部432と、速度関係算出部434と、速度算出部436とを備えている。

【0104】

信頼度判定部432は、姿勢角算出部32によって算出された自車両の姿勢角及び角速度算出部332によって算出された自車両の角速度の信頼度を判定する。具体的には、走行距離や算出された姿勢角の変動及び角速度の変動に応じて姿勢角及び角速度の信頼度を判定すればよく、例えば、走行距離が短いほど、姿勢角及び角速度の信頼度を低く判定したり、姿勢角の変動及び角速度の変動が大きいほど、姿勢角及び角速度の信頼度を低く判定すればよい。

40

【0105】

速度関係算出部434は、信頼度判定部432によって判定された姿勢角及び角速度の信頼度が閾値以上である場合には、上記第3の実施の形態と同様に、予め求められた、地球上における各GPSアンテナ12A、12Bの設置箇所と、測位対象箇所との間の距離と、各GPSアンテナ12A、12Bの設置箇所の角度と、検出された自車両の姿勢角及

50

び角速度とに基づいて、測位対象箇所（車両中心）と各アンテナ設置箇所との、地球上における速度関係を算出する。

【 0 1 0 6 】

一方、信頼度判定部 4 3 2 によって判定された姿勢角及び角速度の信頼度が閾値未満である場合には、GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と測位対象箇所との速度が同一であるとする。

【 0 1 0 7 】

速度算出部 4 3 6 は、速度関係算出部 4 3 4 により算出された速度関係を用いて、測位対象箇所の速度を算出する。

【 0 1 0 8 】

具体的には、信頼度判定部 4 3 2 によって判定された姿勢角及び角速度の信頼度が閾値以上である場合には、速度関係算出部 4 3 4 により算出された速度関係を用いて、上記第 1 の実施の形態と同様に、測位対象箇所の速度を算出する。

【 0 1 0 9 】

一方、信頼度判定部 4 3 2 によって判定された姿勢角及び角速度の信頼度が閾値未満である場合には、GPS アンテナ 1 2 A、1 2 B の設置箇所と測位対象箇所との速度が同一であるとして、E C E F 座標系における測位対象箇所の速度を計算する。例えば、上記非特許文献 1 と同様の考え方にに基づき、測位対象箇所の速度を算出すればよい。

【 0 1 1 0 】

なお、第 4 の実施の形態に係る速度測定装置 4 1 0 の他の構成及び作用については、第 2 の実施の形態、第 3 の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【 0 1 1 1 】

以上説明したように、第 4 の実施の形態に係る速度測定装置によれば、検出された自車両の姿勢角及び角速度の信頼度が低い場合には、GPS アンテナの設置箇所と測位対象箇所との速度が同一であると仮定して、地球上における測位対象箇所の速度を計算することにより、測位対象箇所について、地球上の速度を安定して計算することができる。

【 0 1 1 2 】

なお、上記の実施の形態において、車両に搭載される測位装置又は速度測定装置に、本発明を適用する場合を例に説明したが、本発明の測位装置又は速度測定装置が搭載される移動体は車両に限定されない。例えば、測位装置又は速度測定装置をロボットに搭載してもよい。

【 0 1 1 3 】

また、衛星航法システムとして GPS を用いた場合を例に説明したが、他の衛星測位システム（GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS）を用いてもよいし、これらを併用してもよい。

【符号の説明】

【 0 1 1 4 】

1 0、2 1 0 測位装置  
 1 2 A、1 2 B GPS アンテナ  
 1 4 A、1 4 B 受信機  
 1 6 姿勢角センサ  
 1 8、2 1 8、3 1 8、4 1 8 コンピュータ  
 2 0 出力部  
 3 0 衛星情報取得部  
 3 2 姿勢角算出部  
 3 4、2 3 4 位置関係算出部  
 3 6、2 3 6 位置算出部  
 2 3 2、4 3 2 信頼度判定部  
 3 1 0、4 1 0 速度測定装置  
 3 1 6 ジャイロセンサ

10

20

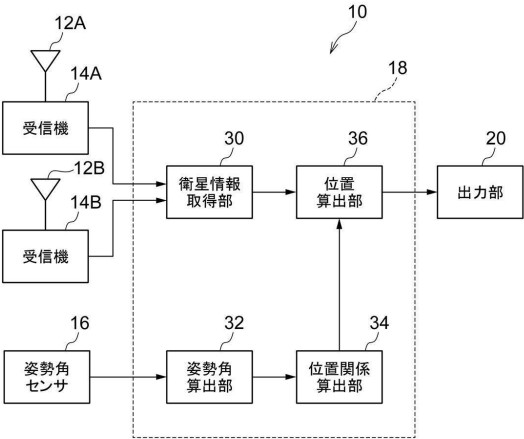
30

40

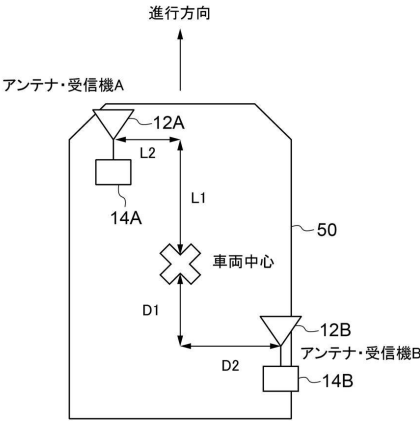
50

3 3 2 角速度算出部  
3 3 4、4 3 4 速度関係算出部  
3 3 6、4 3 6 速度算出部

【図面】  
【図 1】



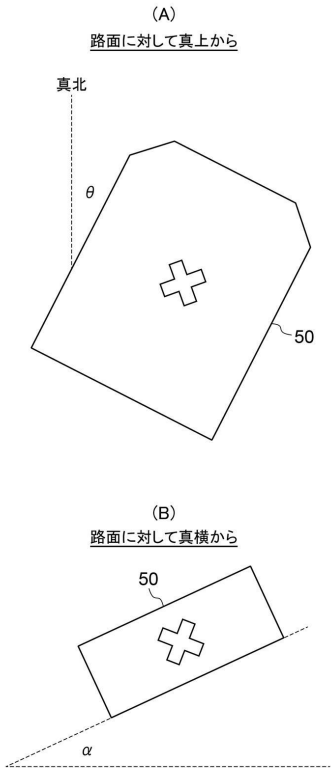
【図 2】



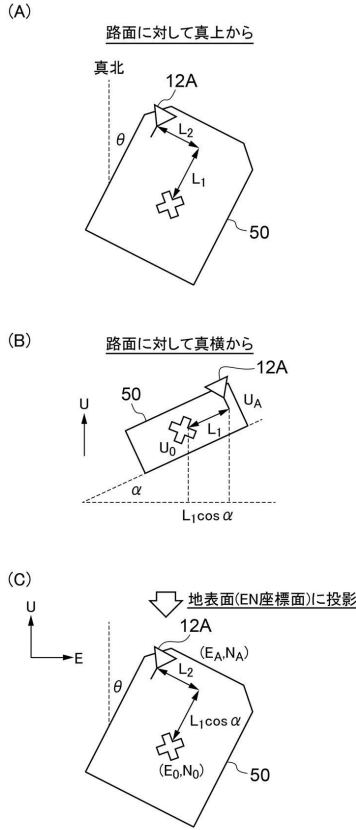
10

20

【図 3】



【図 4】

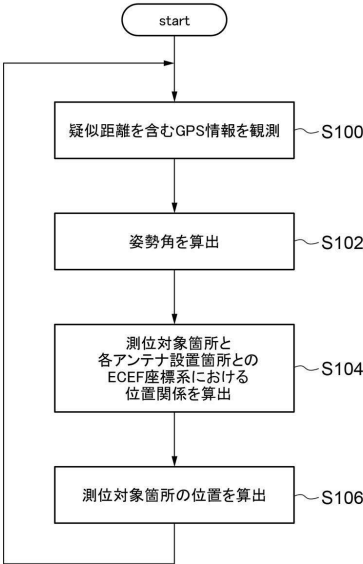


30

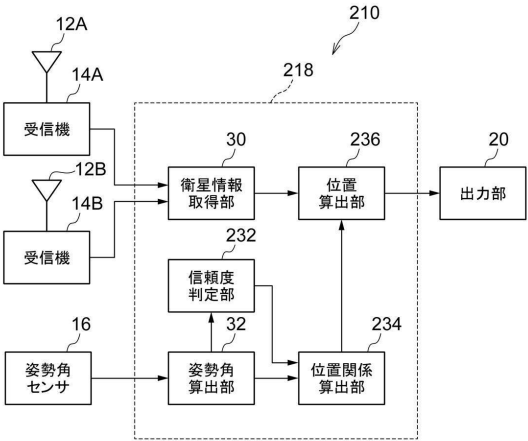
40

50

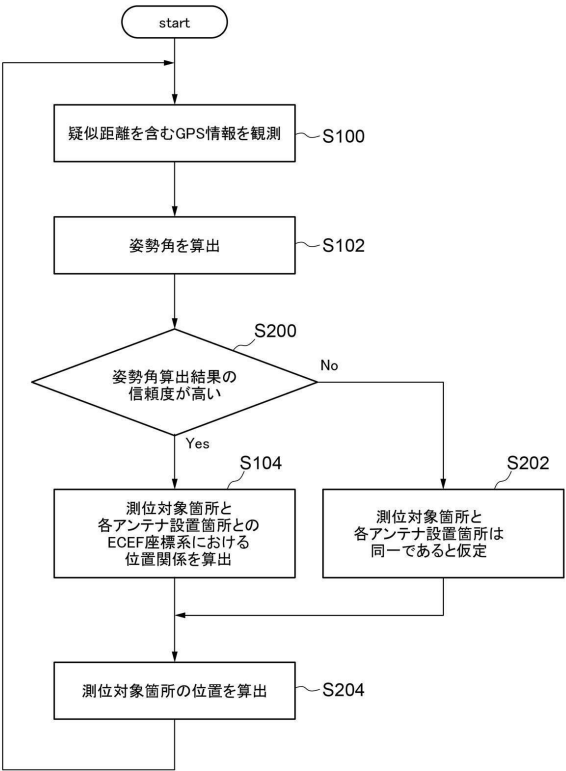
【図 5】



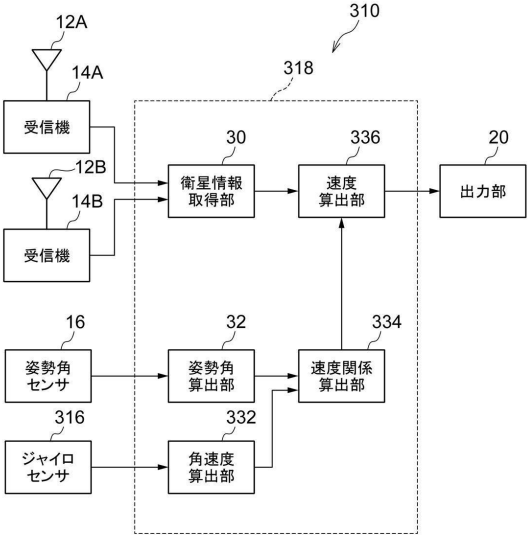
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

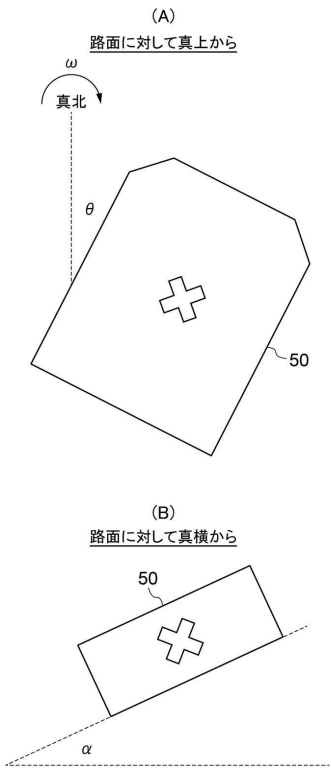
20

30

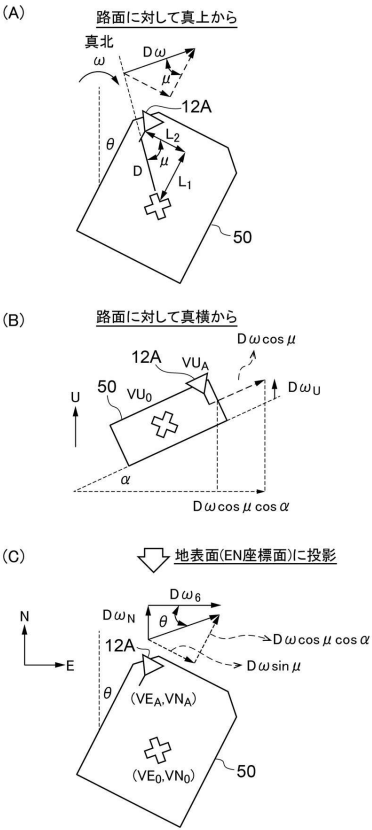
40

50

【図 9】



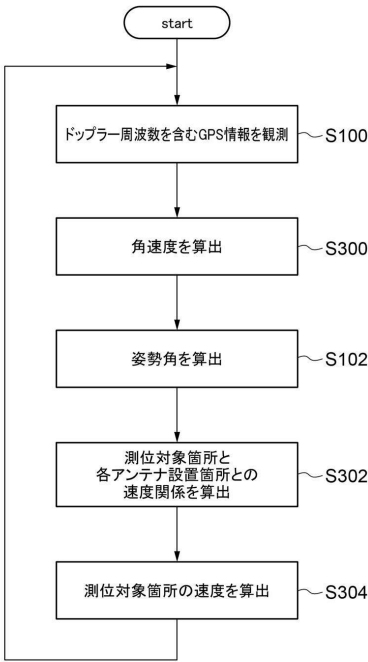
【図 10】



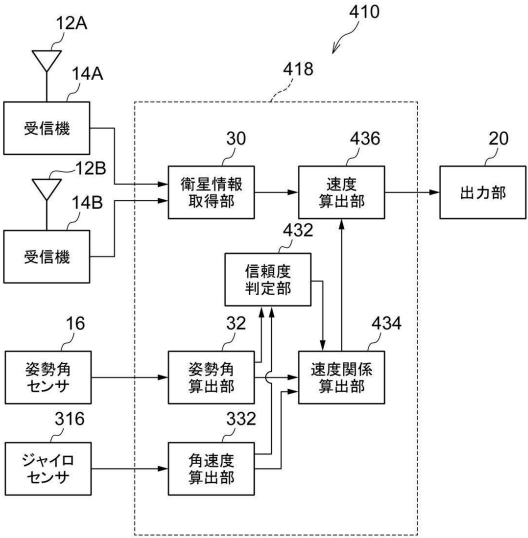
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

---

フロントページの続き

会社豊田中央研究所内

(72)発明者 宮島 朗

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

審査官 九鬼 一慶

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

登録実用新案第 3 1 7 8 9 3 8 ( J P , U )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 S 1 9 / 0 0 - 1 9 / 5 5