

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年11月16日(16.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/218526 A1

(51) 国際特許分類:
B60W 40/103 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/019805

(22) 国際出願日: 2022年5月10日(10.05.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:北野 弘明(KITANO Hiroaki); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 亀岡 翔太

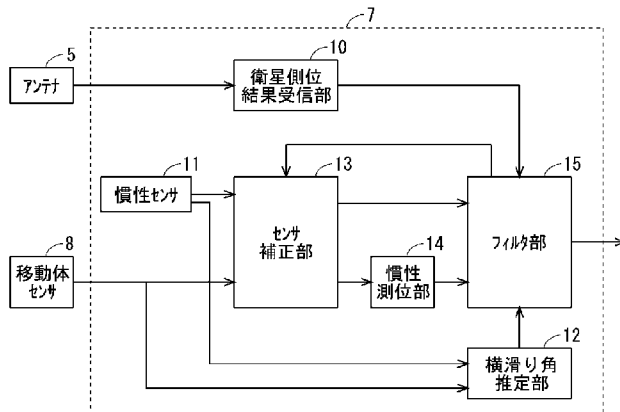
(KAMEOKA Shota); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 元岡 範純(MOTOOKA Norizumi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 酒井 雅也(SAKAI Masaya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 島 岳也(SHIMA Takeya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪府中央区域見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (JP).

(54) Title: MOBILE OBJECT POSITIONING DEVICE

(54) 発明の名称: 移動体測位装置

[図2]



5 Antenna
8 Mobile object sensor
10 Satellite positioning result reception unit
11 Inertial sensor
12 Sideslip angle estimation unit
13 Sensor correction unit
14 Inertial positioning unit
15 Filter unit

(57) Abstract: The purpose of the present disclosure is to provide a mobile object positioning device that performs positioning of a mobile object by means of a sensor with high accuracy. A mobile object positioning device (7) according to the present disclosure comprises a sensor information acquisition unit that acquires a sensor value related to a mobile object detected by a sensor, a sideslip angle estimation unit (12) that estimates the sideslip angle of the mobile object using the sensor value, and an inertial positioning unit (14) that performs inertial positioning of the mobile object using the sensor value and the sideslip angle. The sideslip angle estimation unit (12) estimates the sideslip angle on the basis of the sensor value and a mixed model (f) obtained by weighting and integrating a plurality of motion models (f1, f2) related

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

to the mobile object on the basis of a state quantity of the mobile object.

(57) 要約: 本開示は、センサによる移動体の測位を高精度に行う移動体測位装置を提供することを目的とする。本開示に係る移動体測位装置(7)は、センサにより検出された移動体に関するセンサ値を取得するセンサ情報取得部と、センサ値を用いて移動体の横滑り角を推定する横滑り角推定部(12)と、センサ値と横滑り角とを用いて移動体の慣性測位を行う慣性測位部(14)と、を備え、横滑り角推定部(12)は、移動体に関する複数の運動モデル(f_1 , f_2)を移動体の状態量に基づき重みづけして統合することにより得られた混合モデル(f)と、センサ値とに基づき、横滑り角を推定する。

明 細 書

発明の名称：移動体測位装置

技術分野

[0001] 本開示は、移動体の測位に関する。

背景技術

[0002] 移動体の自動走行を行うためには、移動体が走行すべき領域を検出し、移動体が走行すべき経路である走行経路を生成し、生成した走行経路に従って走行するように移動体を制御する必要がある。

[0003] 従来、GNSS (Global Navigation Satellite System) による衛星測位結果と高精度に測量されている地図データとを用いて、道路を検出するシステムが考えられている。特に近年では、準天頂衛星およびネットワーク型RTK (Real Time Kinematic) に代表される高精度に車両位置を測位するシステムも実用化されつつある。

[0004] 特許文献1では、速度センサにより検出された自車の速度と、角速度センサにより検出された前記自車の角速度と、測位装置により検出された前記自車の位置及び姿勢角とを取得する取得部と、前記取得部が取得した前記自車の速度と、前記自車の角速度と、予め求められた車体横滑り角とに基づいて、前記自車の位置である第2位置を推定する第2自己位置推定部と、前記取得部によって前記自車の位置が取得された場合、前記第2自己位置推定部により推定された前記第2位置と、前記取得部が取得した前記自車の位置との偏差とに基づいて、姿勢角補正値を算出する姿勢角補正量算出部と、前記取得部によって前記自車の位置が取得されなかった場合、前記取得部が取得した前記自車の速度、前記自車の角速度、及び前記取得部によって前回取得された前記自車の位置及び姿勢角と、前記姿勢角補正量算出部により算出された前記姿勢角補正値と、前記車体横滑り角とに基づいて前記自車の位置である第1位置を推定する第1自己位置推定部と、を含む自己位置推定装置が記

載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2020-112490号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら特許文献1に記載の構成においては、移動体の横滑り角を考慮して位置および姿勢角を推定するものの、操舵角と車速に基づき予め定められたテーブルを参照するか、あるいは操舵角の変化しない定常円旋回を仮定して横滑り角を推定しており、時々刻々操舵角が変化する状況に対しては姿勢角の推定精度が低下するおそれがあった。

[0007] 本開示の技術は上記課題を解決するためのものであり、センサによる移動体の測位を高精度に行う移動体測位装置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

[0008] 本開示の1つの移動体測位装置は、センサにより検出された移動体に関するセンサ値を取得するセンサ情報取得部と、センサ値を用いて移動体の横滑り角を推定する横滑り角推定部と、センサ値と横滑り角とを用いて移動体の慣性測位を行う慣性測位部と、を備え、横滑り角推定部は、移動体に関する複数の運動モデルを移動体の状態量に基づき重みづけして統合することにより得られた混合モデルと、センサ値とに基づき、横滑り角を推定する。

発明の効果

[0009] 本開示の移動体測位装置は、複数の運動モデルを統合して得られた混合モデルにより横滑り角を高精度に推定するため、移動体の測位を高精度に行うことができる。本開示の目的、特徴、態様、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1に係る移動体測位装置を搭載した車両の全体構成を示す図

である。

[図2]実施の形態1に係る移動体測位装置の構成を示すブロック図である。

[図3]実施の形態1に係る移動体測位装置の処理を示すフローチャートである。

[図4]第一運動モデルを示す模式図である。

[図5]第二運動モデルを示す模式図である。

[図6]重み関数の説明図である。

[図7]第一運動モデル、第二運動モデル、および混合モデルの比較図である。

[図8]実施の形態1の変形例に係る移動体測位装置の構成を示すブロック図である。

[図9]実施の形態1の変形例に係る移動体測位装置の構成を示すブロック図である。

[図10]実施の形態1の変形例に係る移動体測位装置の構成を示すブロック図である。

[図11]移動体測位装置のハードウェア構成を示す図である。

[図12]移動体測位装置のハードウェア構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] < A. 実施の形態1 >

< A-1. 構成 >

図1は実施の形態1に係る移動体測位装置7を搭載した車両1の全体構成を示す図である。車両1は移動体の例である。図1に示されるように車両1は、ハンドル2、操舵アクチュエータ3、アンテナ5、駆動装置6、移動体測位装置7、移動体センサ8および車両制御装置9を備える。また、図1には図示されていないが、車両1は車両1を制動させるためのブレーキを備える。

[0012] 操舵アクチュエータ3は、前輪の2つのタイヤを操作するハンドル2に取付けられている。操舵アクチュエータ3は、例えば、EPS (Electric Power Steering : 電動パワーステアリング) 用モータ

およびECU (Electronic Control Unit) を備える。操舵アクチュエータ3は、車両制御装置9からの操舵指令に従って動作することで、ハンドル2および前輪の回転を制御することができる。操舵アクチュエータ3は、車両制御装置9から入力された操舵指令値に従って、車両1が道路に沿って走行するように操舵制御を行う。

[0013] 駆動装置6は、車両1の前輪軸に備えられ、車両1を駆動する。駆動装置6は、例えば駆動用モータ、ECUおよびブレーキにより構成される。駆動装置6は、車両制御装置9から入力された速度または加速度の指令値に従って動作することで、車両1の制動および駆動を行うことができる。駆動装置6は、車両制御装置9から入力された速度または加速度の指令値に従って、車両1が交通状況に応じた速度となるように車両1の制動および駆動を制御する。

[0014] アンテナ5は、衛星4からの衛星信号を受信し、受信した衛星信号を移動体測位装置7へ送信する。衛星4は、例えば、複数のGPS (Global Positioning System) 衛星により構成される。但し、衛星4はGPS衛星に限定されない。GLONASS (Global Navigation Satellite System) 等の他の測位衛星を衛星4として用いることもできる。

[0015] 移動体センサ8は、操舵角または車速などの車両1の状態量を検出し、検出した状態量を移動体測位装置7へ送信する。

[0016] 移動体測位装置7は、アンテナ5で受信した衛星信号と、移動体センサ8で検出した車両1の状態量とに基づき、車両1の位置を測定し、測定した車両1の位置を車両制御装置9に送信する。

[0017] 車両制御装置9は、移動体測位装置7が測定した車両1の位置、移動体センサ8が検出した車両1の状態量、および図示しないカメラまたはミリ波レーダー等の認知結果に基づき、操舵アクチュエータ3および駆動装置6へ指令値を出力する。

[0018] 次に、実施の形態1に係る移動体測位装置7の構成について、図2を参照

して説明する。図2は、実施の形態1の移動体測位装置7の構成を示すブロック図である。

[0019] 図2に示すように移動体測位装置7は、衛星測位結果受信部10、慣性センサ11、横滑り角推定部12、センサ補正部13、慣性測位部14、およびフィルタ部15を備えている。この他、移動体測位装置7は図2に示されないセンサ情報取得部を備えている。また、移動体測位装置7には、アンテナ5および移動体センサ8が接続されている。

[0020] 衛星測位結果受信部10は、アンテナ5からの出力である衛星信号を緯度、経度または方位等のデータに変換し、衛星測位結果としてフィルタ部15に出力する。衛星測位結果は、例えばGPGGAフォーマット等の移動体測位装置7内で使用可能な形式で表される。

[0021] 慣性センサ11は、移動体測位装置7に搭載された角速度センサであって、車両1の旋回に伴い発生する角速度（ヨーレート）を出力する。本実施の形態では慣性センサ11を移動体測位装置7に搭載されたものとしている。しかし、慣性センサ11は移動体測位装置7外の車両1に搭載され、検出結果を移動体測位装置7へ入力する構成であってもよい。これにより、移動体測位装置7のコストを削減することが可能となる。

[0022] 横滑り角推定部12は、移動体センサ8から入力された車速および操舵角と、慣性センサ11から入力されたヨーレートとに基づいて、複数の運動モデルの重み付けにより横滑り角を推定し、フィルタ部15へ横滑り角推定結果を出力する。センサ補正部13は、移動体センサ8および慣性センサ11からのセンサ値を取得し、センサ値に含まれるスケールファクタまたはバイアスなどのセンサ誤差を補正して慣性測位部14およびフィルタ部15に出力する。すなわち、センサ補正部13は、移動体センサ8および慣性センサ11からのセンサ値を取得するセンサ情報取得部としても機能する。

[0023] 慣性測位部14は、センサ補正部13で補正されたセンサ値を用いて、車両1の測位結果である位置、姿勢および速度などの慣性測位演算を行い、慣性測位結果をフィルタ部15に出力する。

[0024] フィルタ部 15 は、慣性測位部 14 から入力された慣性測位結果を用いて、慣性測位結果および移動体センサ 8 が出力するセンサ値の誤差推定を行う。

[0025] < A - 2. 動作 >

次に図 3 に示すフローチャートを用いて実施の形態 1 の移動体測位装置 7 の処理フローについて説明する。

[0026] 移動体測位装置 7 が動作を開始すると、ステップ S 101 においてセンサ補正部 13 が慣性センサ 11 から慣性センサ値を、移動体センサ 8 から移動体センサ値をそれぞれ取得する。ここで、慣性センサ値は、車両 1 の現在の角速度および加速度を含む。角速度はヨーレート、ピッチレートおよびロールレートを含み、加速度は、前後加速度、横加速度および上下加速度を含む。また、移動体センサ値は、車両 1 の現在の操舵角および車速を含む。

[0027] 次に、ステップ S 102 においてセンサ補正部 13 は、フィルタ部 15 から前回周期において演算されたセンサ補正值を取得する。電源投入直後など何らかの理由により前回のセンサ補正值が存在しない場合、センサ補正部 13 は事前に設定された初期値（0 または出荷時の値）を用いる。

[0028] 次に、ステップ S 103 においてセンサ補正部 13 は、ステップ S 102 で取得したセンサ補正值を用いて、ステップ S 101 で取得した慣性センサ値および移動体センサ値の誤差を補正し、フィルタ部 15 へ出力する。

[0029] 次に、ステップ S 104 において横滑り角推定部 12 は、移動体センサ 8 から入力された車両 1 の操舵角および車速、ならびに慣性センサ 11 から入力された車両 1 のヨーレートに基づき、車両 1 の横滑り角を演算し、慣性測位部 14 へ出力する。

[0030] ここで、横滑り角推定部 12 における横滑り角の推定方法について説明する。横滑り角推定部 12 は、複数の車両運動モデルと重み関数を用いて車両 1 の状態を演算する。本実施の形態では、横滑り角推定部 12 が 2 つの車両運動モデルと 1 つの重み関数を用いて車両 1 の状態を演算することについて説明する。しかし、横滑り角推定部 12 は車両 1 の状態演算にあたり 3 つ以

上の車両運動モデルを用いても良いし、複数の重み関数を用いてもよい。

[0031] 図4は第一運動モデルを模式的に表した図である。第一運動モデルは車両の横方向と回転の運動方程式を用いた動力学モデルである。このモデルによれば、タイヤが発生する力に応じた車両運動を計算できるため、特に旋回時に横加速度が生じるような高車速時の車両運動を精度よく表せる。まず、第一運動モデル f_1 における車両状態量 x と入力 u を下記のように設定する。

[0032] [数1]

$$x = [X, Y, \theta, V, \gamma, \beta, \delta, a_x]^T \cdots (1)$$

$$u = [\omega, j_x]^T \cdots (2)$$

[0033] 式(1)において、 X 、 Y 、 θ は慣性座標系での車両1の重心位置と方位角を表し、 V は車速、 γ はヨーレート、 β は横滑り角、 δ は前輪舵角、 a_x は前後加速度を表す。式(2)において ω は前輪舵角速度、 j_x は前後ジャークを表す。

[0034] 式(1)と式(2)の変数を使って第一運動モデル f_1 は以下の式で表される。

[0035] [数2]

$$\dot{x} = f_1(x, u) = \begin{bmatrix} V \cos(\theta + \beta) \\ V \sin(\theta + \beta) \\ \gamma \\ a_x \\ \frac{2}{I} (l_f Y_f - l_r Y_r) \\ -\gamma + \frac{2}{MV} (Y_f + Y_r) \\ \omega \\ j_x \end{bmatrix} \cdots (3)$$

[0036] ここで、 M は車両質量、 V は車速、 I は車両のヨー慣性モーメント、 l_f は車両重心と前車軸との距離、 l_r は車両重心と後車軸までの距離である。 Y_f

、 Y_r は前後輪のコーナリングフォースであり、前後輪のコーナリングステイフネス K_f 、 K_r を用いて以下の式で表される。

[0037] [数3]

$$Y_f = -K_f \left(\beta + \frac{l_f}{V} \gamma - \delta \right) \quad \dots (4)$$

$$Y_r = -K_r \left(\beta - \frac{l_r}{V} \gamma \right) \quad \dots (5)$$

[0038] 式(4)および式(5)を用いて式(3)を整理すると、動的運動モデル f は次式のようになる。

[0039] [数4]

$$\dot{x} = f_1(x, u) = \begin{bmatrix} V \cos(\theta + \beta) \\ V \sin(\theta + \beta) \\ \gamma \\ a_x \\ -\frac{2}{IV} \left(K_f l_f^2 + K_r l_r^2 \right) \gamma - \frac{2}{I} (K_f l_f - K_r l_r) \beta + \frac{2}{I} K_f l_f \delta \\ - \left(1 + \frac{2(K_f l_f - K_r l_r)}{MV^2} \right) \gamma - \frac{2}{MV} (K_f + K_r) \beta + \frac{2 K_f}{MV} \delta \\ \omega \\ j_x \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

[0040] 図5は第二運動モデルを模式的に表した図である。第二運動モデルは車両の幾何学的な関係から導出される幾何学モデルである。このモデルは、第一運動モデルとは異なりタイヤが発生する力を考慮しておらず、タイヤの方向に沿って車両が旋回するような低車速時の車両運動を精度よく表せる。第二運動モデルの車両状態量 x と入力 u は第一運動モデルと同じに設定する。式(1)と式(2)の変数を使って第二運動モデル f_2 は以下の式で表される。

[0041]

[数5]

$$\dot{x} = f_2(x, u) = \begin{bmatrix} V \cos(\theta + \beta) \\ V \sin(\theta + \beta) \\ \gamma \\ a_x \\ \frac{\gamma_{km} - \gamma}{\tau} \\ \frac{\beta_{km} - \beta}{\tau} \\ \omega \\ j_x \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

[0042] ここで、 τ はヨーレート γ と横滑り角 β の時定数であり、ヨーレート γ と横滑り角 β に対して別々の値が用いられてもよい。また、 γ_{km} 、 β_{km} は幾何学的な関係を用いた二輪モデルで計算できるヨーレートと横滑り角であり、それぞれ以下の式で表される。

[0043] [数6]

$$\gamma_{km} = \frac{V}{l_f + l_r} \tan(\delta) \quad \dots (8)$$

$$\beta_{km} = \tan^{-1} \left(\frac{l_r}{l_f + l_r} \tan(\delta) \right) \quad \dots (9)$$

[0044] 式(8)、(9)を用いて式(7)を整理すると、動的運動モデル f_2 は次式のようにになる。

[0045] [数7]

$$\dot{x} = f_2(x, u) = \begin{bmatrix} V \cos(\theta + \beta) \\ V \sin(\theta + \beta) \\ \gamma \\ a_x \\ -\frac{\gamma}{\tau} + \frac{1}{\tau} \frac{V}{l_f + l_r} \tan(\delta) \\ -\frac{\beta}{\tau} + \frac{1}{\tau} \tan^{-1} \left(\frac{l_r}{l_f + l_r} \tan(\delta) \right) \\ \omega \\ j_x \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

[0046] 式(6)で表される第一運動モデル f_1 と式(10)で表される第二運動モ

デル f_2 は、同じ車両状態量 x と入力 u を持つが、ヨーレート γ と横滑り角 β に関する微分方程式が異なる。なお、第一運動モデルと第二運動モデルは、同じ車両状態量 x と入力 u を持ち、少なくとも 1 つの車両状態量について異なる微分方程式を持つ運動モデルであれば、上記のモデルに限らない。

[0047] 例えば、第二運動モデルは、定常円旋回時における車両の横方向と回転の運動方程式を用いた動力学モデルであってもよい。このモデルは、第一運動モデルとは異なり過渡的な運動を表すことができないが、低車速時の車両運動を精度よく表せる。このモデルを使うと第二運動モデルは、以下の式で表される。

[0048] [数8]

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} V \cos(\theta + \beta) \\ V \sin(\theta + \beta) \\ \gamma \\ a_x \\ \frac{\gamma_{sst} - \gamma}{\tau} \\ \frac{\beta_{sst} - \beta}{\tau} \\ \omega \\ j_x \end{bmatrix} \quad \dots (11)$$

[0049] ここで、 γ_{sst} 、 β_{sst} は定常円旋回でのヨーレートおよび横滑り角であり、それぞれ以下の式で表される。

[0050] [数9]

$$\gamma_{sst} = \frac{l}{l + AV^2} \frac{V}{l} \delta \quad \dots (12)$$

$$\beta_{sst} = \frac{l + \frac{m l_f}{2 l r k_r} V^2}{l + AV^2} \frac{l_r}{l} \delta \quad \dots (13)$$

[0051] ここで A はスタビリティファクタと呼ばれ、以下の式で表される。

[0052] [数10]

$$A = - \frac{m}{2 l^2} \frac{l_f K_f - l_r K_r}{K_f K_r} \quad \dots (14)$$

[0053] 本実施の形態では、第一運動モデルには高車速時に精度がよいモデル、第二運動モデルには低車速時に精度がよいモデルを用いている。このように、特性が異なるモデルを第一運動モデルと第二運動モデルに設定することで、後述する重み関数を用いた重みづけにより、第一運動モデルと第二運動モデルの両方のメリットが得られる。

[0054] 重み関数は第一運動モデルと第二運動モデルを重みづけする関数であり、0から1の間の値をとるように設定される。本実施の形態における第一運動モデルは車速による除算を含むため、0 km/h付近において値が発散し、0 km/h付近の精度が悪い。一方で第二運動モデルは操舵角によってヨーレート γ および横滑り角 β が発生するモデルとなっており、車両に発生する力を考慮していない。そのため、第二運動モデルは旋回時に遠心力が生じるような高い車速での精度が悪い。そこで、重み関数を速度の関数とし、高速では第一運動モデル、低速では第二運動モデルの重みが大きくなるよう、以下の式で表す。

[0055] [数11]

$$\alpha = \frac{V^2}{V^2 + V_s^2} \quad \dots(15)$$

[0056] V_s は重み関数のパラメータであり、 $V = V_s$ の時に第一運動モデルと第二運動モデルの重みが同じとなる。この速度による重み関数の例を図6に示す。第一運動モデルと第二運動モデルとこの重み関数を用いて新たな車両運動モデル f を構築する。

[0057] [数12]

$$\dot{x} = f(x, u) = \alpha f_1(x, u) + (1 - \alpha) f_2(x, u) \quad \dots(16)$$

[0058] これを整理すると以下の式になる。

[0059]

[数13]

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \frac{V^2}{V^2 + V_S^2} \left(-\frac{2}{IV} (K_f |l_f|^2 + K_r |l_r|^2) \gamma - \frac{2}{I} (K_f |l_f - K_r |l_r|) \beta + \frac{2}{I} K_f |l_f| \delta \right) + \frac{V_S^2}{V^2 + V_S^2} \left(-\frac{\gamma}{\tau} + \frac{1}{\tau} \frac{V}{|l_f + l_r|} \tan(\delta) \right) \\ \frac{V^2}{V^2 + V_S^2} \left(-\left(1 + \frac{2(K_f |l_f - K_r |l_r|)}{MV^2} \right) \gamma - \frac{2}{MV} (K_f + K_r) \beta + \frac{2K_f}{MV} \delta \right) + \frac{V_S^2}{V^2 + V_S^2} \left(-\frac{\beta}{\tau} + \frac{1}{\tau} \tan^{-1} \left(\frac{l_r}{l_f + l_r} \tan(\delta) \right) \right) \\ \gamma \\ a_x \\ \omega \\ j_x \end{bmatrix} \dots (17)$$

[0060] この車両運動モデル $\mathbf{f}$ は、第一運動モデル $\mathbf{f}_1$ および第二運動モデル $\mathbf{f}_2$ と同じ車両状態量 $\mathbf{x}$ および入力 $\mathbf{u}$ を持つ微分方程式により構築される。以降こ

の車両運動モデル f を混合モデルと呼ぶ。このように車両運動モデルを構築することで、図 7 に示すように、車速が高いときには第一運動モデル f_1 により車両状態量が演算され、車速が低いときには第二運動モデル f_2 により車両状態量が演算されるため、どの車速においても高精度に車両状態量を演算できる。さらに第一運動モデル f_1 と第二運動モデル f_2 が重み関数 α により連続的に遷移するため、滑らかに車両状態量を演算できる。さらに車両状態量 x 、制御入力 u の数は第一運動モデル f_1 、第二運動モデル f_2 と変わらないため、車両状態量を増やした高精度な運動モデルに比べて計算量の増加を抑制できる。すなわち、横滑り角推定部 12 は、車両 1 の速度に基づいて複数の運動モデルを重みづけして混合モデルを作成する。

[0061] 本実施の形態では、重み関数 α を分子および分母にそれぞれ車速 V の 2 次項を持つ関数とした。しかし、重み関数 α は 0 から 1 の間の値をとる限りにおいて、多項式関数または指数関数など、どのような関数であってもよい。また、重み関数 α は車速 V を変数とする関数としたが、第一運動モデルと第二運動モデルに応じて異なる変数の関数であってもよい。また、計算する車両状態量毎に異なる重み関数 α が用いられてもよい。例えば、ヨーレート γ の重み関数の切換の速度を V_{s1} 、横滑り角 β の重み関数の切換の速度を V_{s2} とすれば、混合モデル f は以下のように表される。

[0062]

[数14]

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \begin{bmatrix} \frac{V^2}{V^2 + V_{S1}^2} \left(-\frac{2}{IV} (K_f |f|^2 + K_r |r|^2) \gamma - \frac{2}{I} (K_f |f - K_r |r|) \beta + \frac{2}{I} K_f |f| \delta \right) + \frac{V_S^2}{V^2 + V_{S1}^2} \left(-\frac{\gamma}{\tau} + \frac{1}{\tau} \frac{V}{|f| + |r|} \tan(\delta) \right) \\ \frac{V^2}{V^2 + V_{S2}^2} \left(-\left(1 + \frac{2(K_f |f - K_r |r|)}{MV^2} \right) \gamma - \frac{2}{MV} (K_f + K_r) \beta + \frac{2K_f}{MV} \delta \right) + \frac{V_S^2}{V^2 + V_{S2}^2} \left(-\frac{\beta}{\tau} + \frac{1}{\tau} \tan^{-1} \left(\frac{|r|}{|f| + |r|} \tan(\delta) \right) \right) \\ \vdots \end{bmatrix} \quad \dots (18)$$

$\begin{matrix} V \cos(\theta + \beta) \\ V \sin(\theta + \beta) \\ \gamma \\ a_x \\ \omega \\ j_x \end{matrix}$

[0063] このように混合モデル f により得られた横滑り角 β の変化量を積分することにより、現在の横滑り角 β を推定することができる。

- [0064] これにより、停車時から高速時まで連続的に横滑り角 β が得られ、精度良く車両1の測位を行うことが可能となる。
- [0065] 図3に戻る。ステップS104の後、ステップS105において慣性測位部14は、センサ補正部13から入力されたセンサ補正值を用いて、車両1の位置および姿勢の変化量を演算して更新し、慣性測位結果としてフィルタ部15へ出力する。
- [0066] 次に、フィルタ部15は、ステップS106からステップS108において、慣性測定結果と衛星測位結果受信部10から出力される衛星測位結果とを用いて、慣性測位結果、慣性センサ出力および移動体センサ出力の誤差を推定し、車両制御装置9へと出力する。
- [0067] 具体的には、ステップS106において、フィルタ部15は今回の演算周期において衛星測位結果が更新されているか否かを判定する。
- [0068] 一般的に、衛星測位の演算周期は慣性センサ11および移動体センサ8の測定周期に対して同等程度または遅い。そのため、衛星測位結果が更新されていない場合、フィルタ部15は慣性センサ11および移動体センサ8に対してセンサ補正量を更新せず、前回推定されたセンサ補正量と、慣性センサ値、移動体センサ値および横滑り角推定結果とに基づいて測位演算結果を出力する（ステップS107）。
- [0069] フィルタ部15の演算時に衛星測位結果が更新されている場合、フィルタ部15は衛星測位結果、慣性センサ値および移動体センサ値を用いてセンサ補正量を演算する（ステップS108）。
- [0070] 具体的には、フィルタ部15は拡張カルマンフィルタにより構成されたフィルタを用い、ルースカップリングと呼ばれる衛星測位結果と慣性測位結果の誤差に対して、慣性センサ11および移動体センサ8のセンサ補正量を決定するフィルタを用いる。
- [0071] 図4および図5に示したように、車両の進行方向 ϕ は車両の方位角 θ と横滑り角 β を用いて以下の式で表される。
- [0072]

[数15]

$$\psi = \theta + \beta \quad \cdots (19)$$

[0073] 衛星測位による方位角はアンテナの移動量または移動速度により決定されるため、車両の方位角 θ は式(19)を用いて下式で表される。

[0074] [数16]

$$\theta = \psi - \beta \quad \cdots (20)$$

[0075] このようにして得られた横滑り角 β を考慮した車両1の方位角 θ を用いて、慣性測位部14は例えば次のように状態変数を定義して慣性測位結果を計算する。

[0076] [数17]

$$y_d = [\lambda_d \quad \phi_d \quad h_d \quad \theta_d]^T \quad \cdots (21)$$

[0077] 式(21)における y_d は、慣性測位に関する状態変数をまとめた慣性測位に関する状態ベクトルを表している。また、 λ_d は慣性測位演算で得られた緯度、 ϕ_d は慣性測位演算で得られた経度、 h_d は慣性測位演算で得られた楕円体高、 θ_d は式(20)で得られた横滑り角 β を考慮した方位角を表す。

[0078] 式(21)における y_d を時間微分したベクトルを

[数18]

$$\dot{y}_d = g(y_d, u)$$

とし、入力

[数19]

$$[\hat{V}, \hat{\gamma}]^T$$

をベクトル u として表す。

[0079] [数20]

$$\hat{V}, \hat{\gamma}$$

はそれぞれ、センサ補正部13により誤差を補正された車速 V およびヨーレート γ を表す。この

[数21]

$$g(y_d, u)$$

に対し1ステップ前の y_d と入力 u を代入し、時々刻々積分を行うことによって慣性測位結果を得ることができる。

[0080] 上記のようにして求められた横滑り角 β を考慮した慣性測位結果を用いて、フィルタ部15はカルマンフィルタにより状態量およびセンサの誤差を推定する。

[0081] 具体的にはセンサモデルを下記として、推定を行う。

[0082] [数22]

$$V = (I + s_V)V_t \quad \cdots (22)$$

$$\gamma = (I + s_\gamma)(\gamma_t + b_\gamma) \quad \cdots (23)$$

[0083] 式(22)は、車速の真値 V_t に対して車速のスケールファクタ s_V が掛ったモデルである。式(23)は、ヨーレートの真値 γ_t に対してヨーレートセンサのバイアス b_γ が重畳し、ヨーレートのスケールファクタ s_γ が掛ったモデルである。

[0084] この例では、フィルタ部15は、 s_V 、 s_γ および b_γ のそれぞれの推定値 s_{Ve} 、 $s_{\gamma e}$ および $b_{\gamma e}$ をセンサ誤差として推定する。センサ補正部13は、フィルタ部15が推定したセンサ誤差の推定値を用いて、以下の式によって移動体センサ8および慣性センサ11のセンサ値を補正する。

[0085] [数23]

$$V_e = \frac{I}{(I + s_{Ve})} V \quad \cdots (24)$$

$$\gamma_e = \frac{I}{I + s_\gamma} \gamma - b_{\gamma e} \quad \cdots (25)$$

[0086] フィルタ部15は、以下の式に示すように状態ベクトルを定義する。

[0087] [数24]

$$x = [\lambda \quad \phi \quad h \quad \theta \quad s_V \quad s_\gamma \quad b_\gamma]^T \quad \cdots (26)$$

[0088] 車速のスケールファクタ s_v およびヨーレートのスケールファクタ s_γ が微小であるとする、式 (24) および式 (25) により、車速の真値 V_t およびヨーレートの真値 γ_t は、それぞれ以下の式で近似できる。

[0089] [数25]

$$V_t = (I - s_v)V \quad \cdots (27)$$

$$\gamma_t = (I - s_\gamma)\gamma - b_\gamma \quad \cdots (28)$$

[0090] 車速のスケールファクタ s_v 、ヨーレートのスケールファクタ s_γ およびヨーレートセンサのバイアス b_γ の動的なモデルを、以下の式で表す。現在の状態から次の状態を予測する 1 次マルコフ過程で駆動するものとする。

[0091] [数26]

$$\dot{s}_v = (-s_v + w_{s_v}) / \tau_{s_v} \quad \cdots (29)$$

$$\dot{s}_\gamma = (-s_\gamma + w_{s_\gamma}) / \tau_{s_\gamma} \quad \cdots (30)$$

$$\dot{b}_\gamma = (-b_\gamma + w_{b_\gamma}) / \tau_{b_\gamma} \quad \cdots (31)$$

[0092] 式 (29) から式 (31) において、

[数27]

$$\dot{s}_v$$

は s_v の時間微分、

[数28]

$$\dot{s}_\gamma$$

は s_γ の時間微分、

[数29]

$$\dot{b}_\gamma$$

は b_γ の時間微分である。また、 τ_{s_v} は車速スケールファクタのモデルパラメ

ータ値、 W_{sv} は車速スケールファクタの時間遷移に関する雑音、 $\tau_{s\gamma}$ はヨーレートスケールファクタのモデルパラメータ値、 $W_{s\gamma}$ はヨーレートスケールファクタの時間遷移に関する雑音、 $\tau_{b\gamma}$ はヨーレートバイアスのモデルパラメータ値、 $w_{b\gamma}$ はヨーレートバイアスの時間遷移に関する雑音である。

[0093] 式(29)から式(31)をまとめると、状態方程式は以下の式(32)で表される。

[0094] [数30]

$$\dot{x} = f(x, u) \quad \cdots (32)$$

[0095] 式(32)において、

[数31]

$$\dot{x}$$

は状態ベクトル x を時間微分したベクトルを表す。また、 u は入力ベクトル

[数32]

$$[V, \gamma]^T$$

を表す。

[0096] 次に衛星測位結果受信部10から得られるカルマンフィルタの観測値に関して説明する。衛星測位結果受信部10からはアンテナ5の緯度、経度および高度などの座標情報が出力される。以下ではGNSSセンサの観測値を($\lambda_m, \phi_m, h_m, \phi_m$)とする。一方、慣性測位結果によってもこれらの座標情報が得られるが、慣性測位結果は車両の航法中心の座標であるため、車両航法中心からアンテナ5の位置までのオフセット量を用いて、GNSSセンサの観測値が予測される。すなわち、車両の航法座標系で表現された車両航法中心からアンテナ5までのオフセット量を($\Delta x, \Delta y, \Delta z$)とすると、予測されたGNSSセンサの観測値($\lambda_p, \phi_p, h_p, \phi_p$)は、慣性測位値 y_d とオフセット量 $v(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ とにより、座標変換関数 $c(y_d, v)$ を用いて以下の式(33)のように求められる。

[0097]

[数33]

$$\begin{bmatrix} \lambda_p \\ \phi_p \\ h_p \\ \psi_p \end{bmatrix} = c(y_d, v) \quad \cdots (33)$$

[0098] このように、式(32)の状態方程式および式(33)の観測方程式を用いて、拡張カルマンフィルタを適用して状態推定を行い、式(26)の状態ベクトルの推定値が与えられ、位置誤差およびセンサ誤差を求めることが可能となる。

[0099] 上記のように横滑り角を考慮した方位角を慣性測位部14で用いることで、慣性測位結果の精度が向上し、フィルタ部15における状態量およびセンサ誤差推定の精度も向上する。

[0100] 上記で説明したように、実施の形態1に係る移動体測位装置7は、移動体である車両1に搭載されたセンサである移動体センサ8および慣性センサ11により検出された車両1の操舵角、車速、角速度を含むセンサ値を取得するセンサ情報取得部と、センサ値を用いて車両1の慣性測位を行う慣性測位部14と、センサ値を用いて車両1の横滑り角を推定する横滑り角推定部12と、を備える。そして、横滑り角推定部12は、車両1の少なくとも1つの状態量について異なる微分方程式を有する複数の運動モデル f_1 、 f_2 を車両1の状態量に基づき重みづけして統合することにより得られた混合モデル f と、センサ値とに基づき、横滑り角を推定する。従って、移動体測位装置7によれば、車両1が定常状態でない場合にも精度よく車両1の横滑り角を推定することが可能となり、車両1の位置および姿勢を精度よく推定することができる。これにより、例えば移動体測位装置7が自動運転などのアプリケーションに用いられる場合には、車両1の制御の安全性および乗り心地が向上する。

[0101] また、移動体測位装置7は、慣性測位の結果および横滑り角を用いて、セ

ンサ値に含まれるセンサ誤差を推定するフィルタ部 15 と、センサ値に含まれるセンサ誤差を補正するセンサ補正部 13 と、を備え、慣性測位部 14 はセンサ補正部 13 で補正されたセンサ値を用いて慣性測位を行ってもよい。

[0102] < A-3. 変形例 >

図 2 に示される構成では、移動体センサ 8 および慣性センサ 11 のセンサ値が横滑り角推定部 12 に入力された。しかし、図 8 に示されるように、センサ補正部 13 により補正されたセンサ値が横滑り角推定部 12 に入力されてもよい。すなわち、横滑り角推定部 12 は、センサ補正部 13 で補正されたセンサ値に基づき横滑り角を推定してもよい。これにより、横滑り角推定部 12 の入力に含まれる誤差が小さくなり、横滑り角の推定精度が向上する。

[0103] 図 2 に示される構成では、横滑り角推定部 12 による横滑り角の推定結果がフィルタ部 15 へ出力された。しかし、図 9 に示されるように、横滑り角推定部 12 による横滑り角の推定結果は慣性測位部 14 に出力されてもよい。すなわち、慣性測位部 14 は、横滑り角を用いて、横滑り角を考慮した慣性測位を行ってもよい。

[0104] 具体的には、GNSS センサの観測値 ($\lambda_m, \phi_m, h_m, \psi_m$) を、横滑り角 β を考慮した値、すなわち ($\lambda_m, \phi_m, h_m, \psi_m - \beta$) とすることで、慣性測位部 14 は、横滑り角 β を考慮して慣性測位演算を行う。これにより、慣性測位による方位角の推定精度が向上する。

[0105] また、図 10 に示されるように、慣性測位部 14 が横滑り角推定部 12 を備えていてもよい。つまり、横滑り角推定部 12 において横滑り角の推定に用いられるモデルを、慣性測位部 14 における慣性測位の計算に用いてもよい。すなわち、移動体測位装置 7 は、車両 1 に搭載されたセンサである移動体センサ 8 および慣性センサ 11 により検出された車両 1 の操舵角、車速、角速度を含むセンサ値を取得するセンサ情報取得部と、センサ値に含まれるセンサ誤差を補正するセンサ補正部 13 と、センサ補正部 13 で補正されたセンサ値を用いて車両 1 の慣性測位を行う慣性測位部 14 と、慣性測位の結

果および移動体の横滑り角を用いて、センサ値に含まれるセンサ誤差を推定するフィルタ部15と、を備えてもよい。また、慣性測位部14は、車両1の少なくとも1つの状態量について異なる微分方程式を有する複数の運動モデル f_1 、 f_2 を車両1の状態量に基づき重みづけして統合することにより得られた混合モデル f と、センサ値とに基づき、横滑り角を推定してもよい。

[0106] 具体的には、カルマンフィルタへの入力

[数34]

$$[\hat{V}, \hat{\gamma}]^T$$

に前輪舵角 δ を追加し、さらにカルマンフィルタで用いる状態方程式

[数35]

$$\dot{x} = f(x, u)$$

における車両1の方位角 θ のモデルを、ヨーレートの積分だけではなく式(18)に示すように、より詳細なモデルとしてもよい。このように慣性測位部14において複数の運動モデルを重みづけして推定することにより、慣性測位で用いる運動モデルが高精度となり、推定精度が向上する。

[0107] なお、本実施の形態では、GNSSセンサにより測位演算された緯度、経度、高度、および方位などをGNSSによる観測値としている。しかし、GNSSセンサによっては、擬似距離やドップラー、搬送波位相などの生データを出力することができるため、これらを観測値として利用するタイトカップリングを用いてもよい。この場合は、状態変数にGNSSセンサの受信機時刻のドリフトなどを追加し、受信機時刻についての誤差推定も実施する必要がある。しかし、可視衛星数が例えば1基のみなど少数の場合でも、GNSSによる観測値を生成することが可能である。これにより可視衛星数が少ない場合においても、精度の高い測位が可能となる。

[0108] また、本実施の形態ではアンテナ5を一つとしていたが、アンテナを複数個備える構成として、各アンテナの位置、速度を用いて方位を計算する構成

としてもよい。すなわち、フィルタ部 15 は、車両 1 に搭載された複数のアンテナ 5 が衛星 4 から受信した衛星信号により、車両 1 の進行方向を推定し、慣性測位の結果、横滑り角、および車両 1 の進行方向に基づき、センサ誤差を推定する。これにより、フィルタ部 15 は、各アンテナ 5 の相互位置から車両の移動または回転を計算することが可能となり、より精度よく方位を推定することが可能となる。

[0109] < A - 4 . ハードウェア構成 >

上述した移動体測位装置 7 における、衛星測位結果受信部 10、横滑り角推定部 12、センサ補正部 13、慣性測位部 14 およびフィルタ部 15 は、図 11 に示す処理回路 81 により実現される。すなわち、処理回路 81 は、衛星測位結果受信部 10、横滑り角推定部 12、センサ補正部 13、慣性測位部 14 およびフィルタ部 15（以下、「横滑り角推定部 12 等」と称する）を備える。処理回路 81 には、専用のハードウェアが適用されても良いし、メモリに格納されるプログラムを実行するプロセッサが適用されても良い。プロセッサは、例えば中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP (Digital Signal Processor) 等である。

[0110] 処理回路 81 が専用のハードウェアである場合、処理回路 81 は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせたものが該当する。横滑り角推定部 12 等の各部の機能それぞれは、複数の処理回路 81 で実現されてもよいし、各部の機能をまとめて一つの処理回路で実現されてもよい。

[0111] 処理回路 81 がプロセッサである場合、横滑り角推定部 12 等の機能は、ソフトウェア等（ソフトウェア、ファームウェアまたはソフトウェアとファームウェア）との組み合わせにより実現される。ソフトウェア等はプログラムとして記述され、メモリに格納される。図 12 に示すように、処理回路 8

1 に適用されるプロセッサ 8 2 は、メモリ 8 3 に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各部の機能を実現する。すなわち、移動体測位装置 7 は、処理回路 8 1 により実行されるときに、移動体測位装置 7 の各部の機能が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ 8 3 を備える。換言すれば、このプログラムは、横滑り角推定部 1 2 等の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。ここで、メモリ 8 3 は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) などの、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、HDD (Hard Disk Drive)、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disk) 及びそのドライブ装置等、または、今後使用されるあらゆる記憶媒体であってもよい。

[0112] 以上、横滑り角推定部 1 2 等の各機能が、ハードウェア及びソフトウェア等のいずれか一方で実現される構成について説明した。しかしこれに限ったものではなく、横滑り角推定部 1 2 等の一部を専用のハードウェアで実現し、別の一部をソフトウェア等で実現する構成であってもよい。

[0113] なお、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。上記の説明は、すべての態様において、例示である。例示されていない無数の変形例が想定され得るものと解される。

[0114] また、移動体として車両 1 が例示されたが、移動体は車両に限定されない。移動体として、例えば各種点検用ロボットおよびパーソナルモビリティなどがある。

符号の説明

[0115] 1 車両、2 ハンドル、3 操舵アクチュエータ、4 衛星、5 アンテナ、6 駆動装置、7 移動体測位装置、8 移動体センサ、9 車両制

御装置、 1 0 衛星測位結果受信部、 1 1 慣性センサ、 1 2 横滑り角推定部、 1 3 センサ補正部、 1 4 慣性測位部、 1 5 フィルタ部。

請求の範囲

- [請求項1] センサにより検出された移動体に関するセンサ値を取得するセンサ情報取得部と、
- 前記センサ値を用いて前記移動体の横滑り角を推定する横滑り角推定部と、
- 前記センサ値と前記横滑り角とを用いて前記移動体の慣性測位を行う慣性測位部と、を備え、
- 前記横滑り角推定部は、前記移動体に関する複数の運動モデルを前記移動体の状態量に基づき重みづけして統合することにより得られた混合モデルと、前記センサ値とに基づき、前記横滑り角を推定する、移動体測位装置。
- [請求項2] センサにより検出された移動体に関するセンサ値を取得するセンサ情報取得部と、
- 前記センサ値に含まれるセンサ誤差を補正するセンサ補正部と、
- 前記センサ補正部で補正された前記センサ値を用いて前記移動体の慣性測位を行う慣性測位部と、
- 前記慣性測位の結果および前記移動体の横滑り角を用いて、前記センサ値に含まれるセンサ誤差を推定するフィルタ部と、を備え、
- 前記慣性測位部は、前記移動体に関する複数の運動モデルを前記移動体の状態量に基づき重みづけして統合することにより得られた混合モデルと、前記センサ値とに基づき、前記横滑り角を推定し、前記横滑り角を用いて前記慣性測位を行う、
- 移動体測位装置。
- [請求項3] 前記慣性測位の結果および前記横滑り角を用いて、前記センサ値に含まれるセンサ誤差を推定するフィルタ部と、
- 前記センサ値に含まれるセンサ誤差を補正するセンサ補正部と、を備え、
- 前記慣性測位部は前記センサ補正部で補正された前記センサ値を用

いて前記慣性測位を行う、

請求項 1 に記載の移動体測位装置。

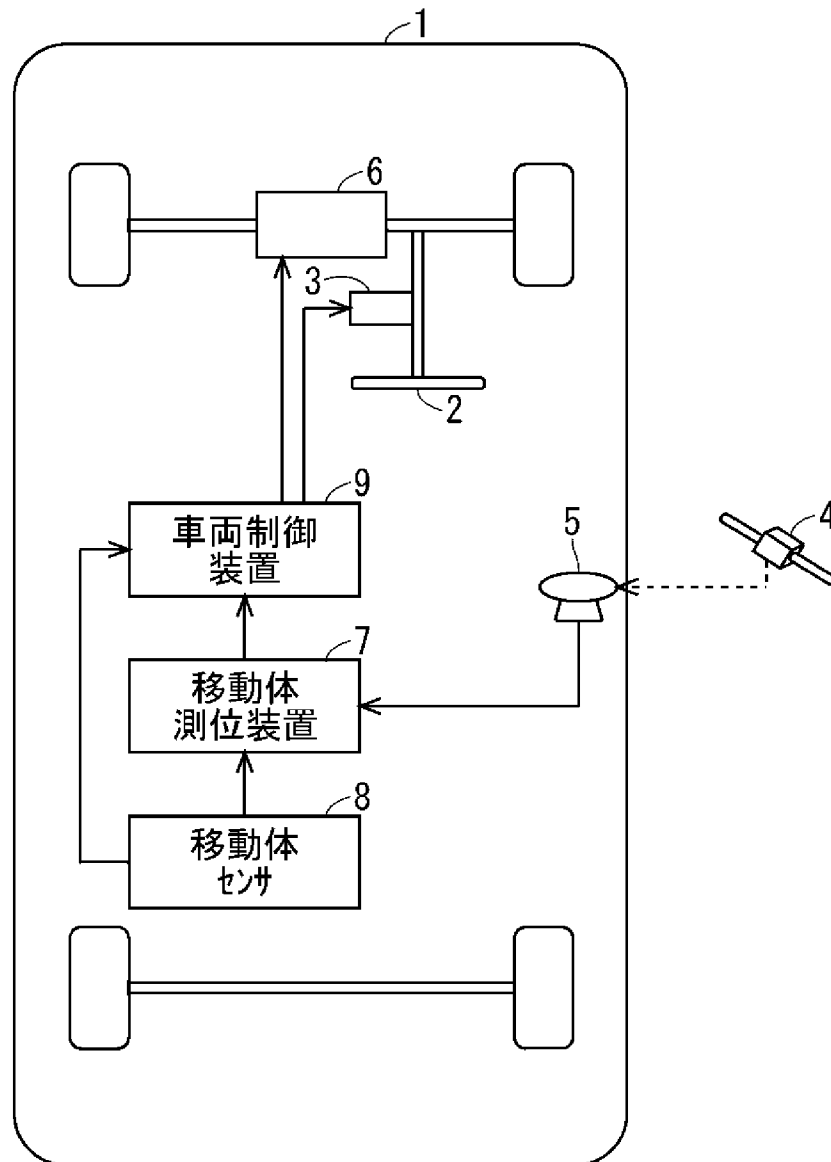
[請求項4] 前記横滑り角推定部は、前記センサ補正部で補正された前記センサ値を用いて前記横滑り角を推定する、
請求項 3 に記載の移動体測位装置。

[請求項5] 前記横滑り角推定部は、前記移動体の速度に基づいて前記複数の運動モデルを重みづけして前記混合モデルを作成する、
請求項 1, 3, 4 のいずれか 1 項に記載の移動体測位装置。

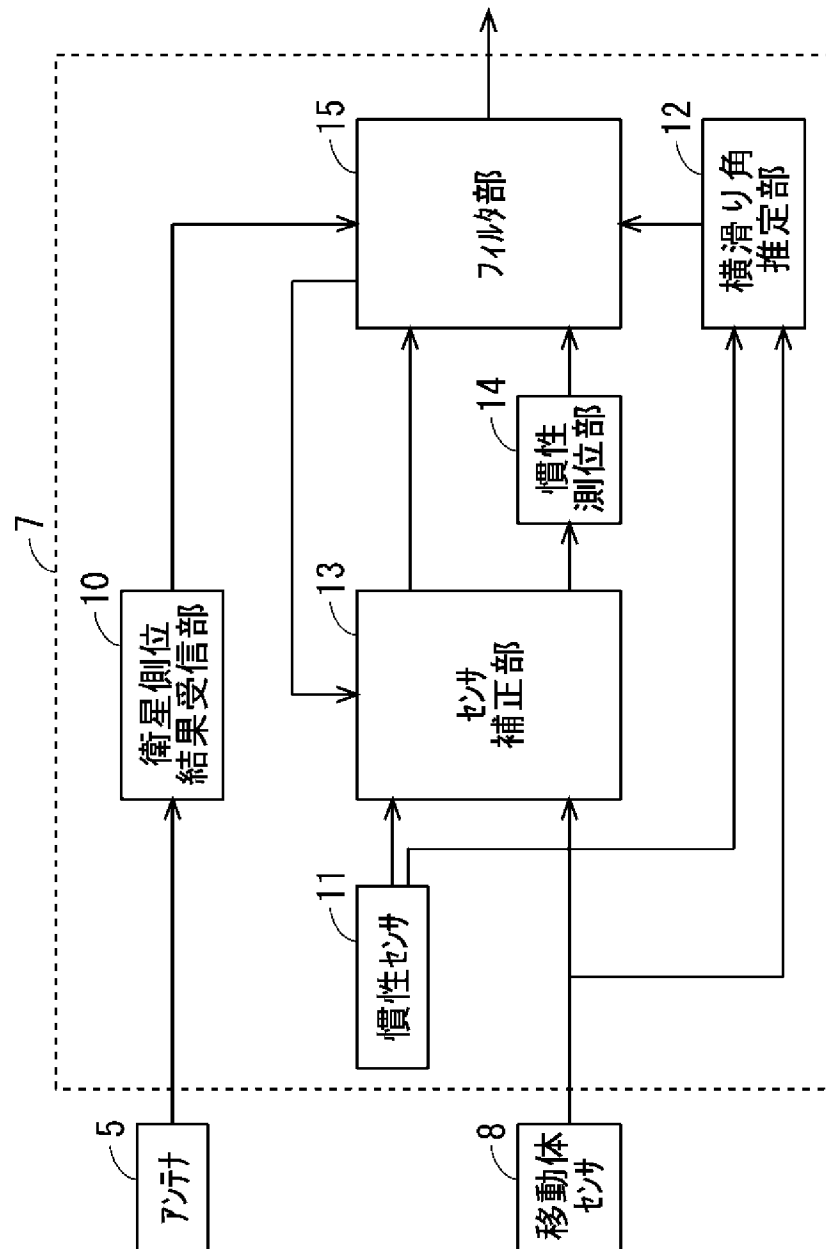
[請求項6] 前記フィルタ部は、前記移動体に搭載された複数のアンテナが衛星から受信した衛星信号により、前記移動体の進行方向を推定し、前記慣性測位の結果、前記横滑り角、および前記移動体の進行方向に基づき、前記センサ誤差を推定する、
請求項 2 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の移動体測位装置。

[請求項7] 前記慣性測位部は、前記移動体の速度に基づいて前記複数の運動モデルを重みづけして前記混合モデルを作成する、
請求項 2 に記載の移動体測位装置。

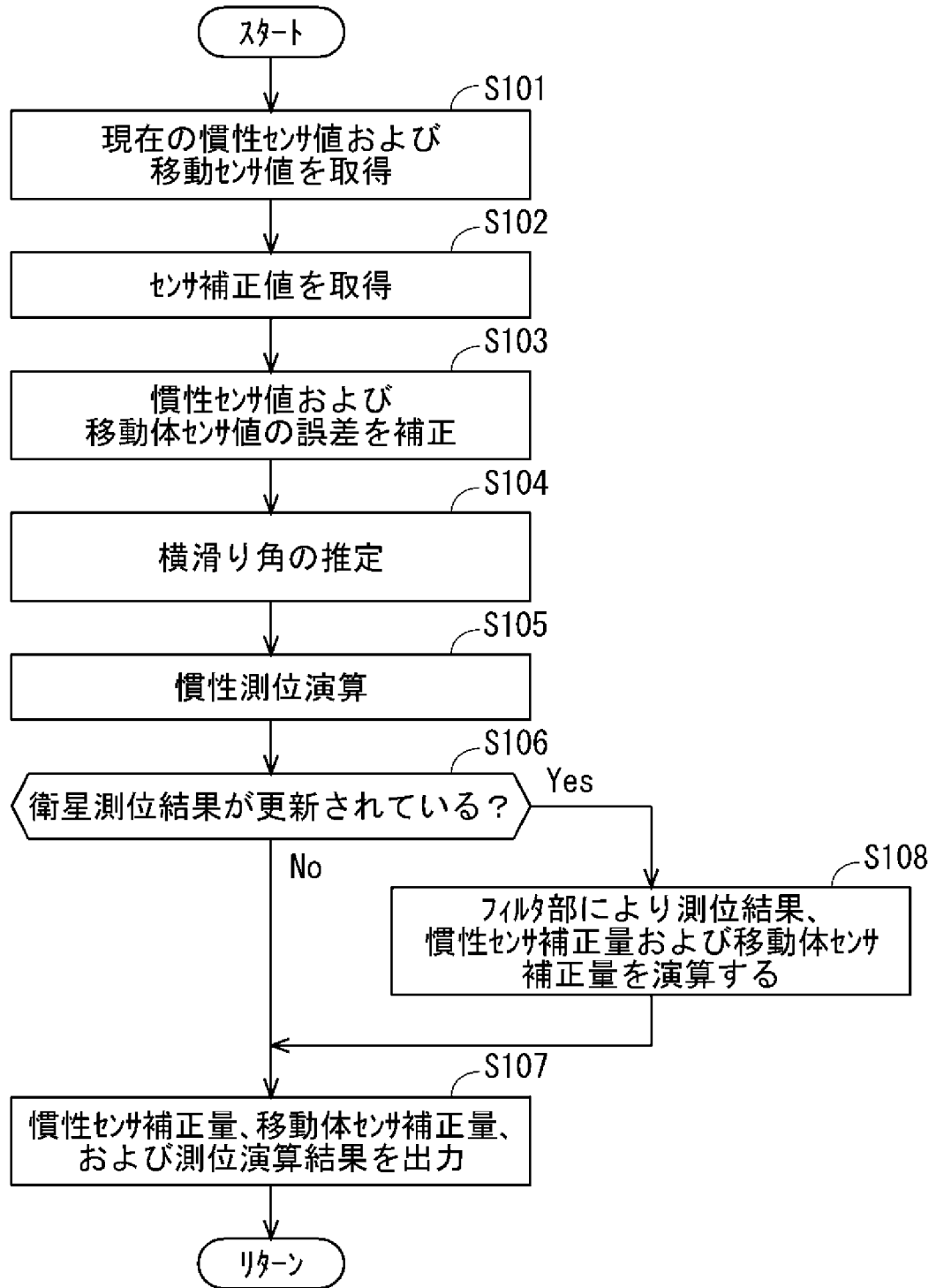
[図1]



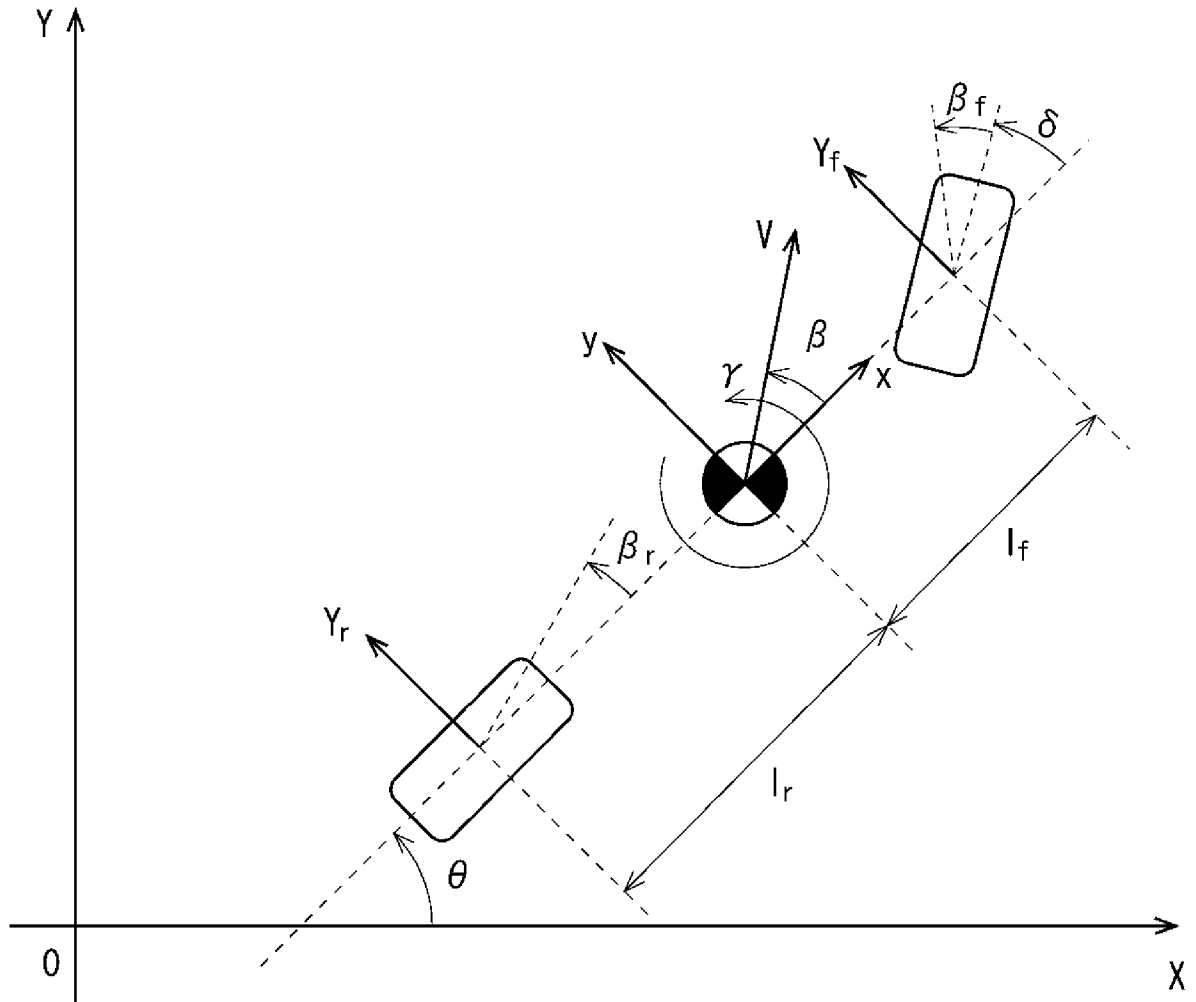
[図2]



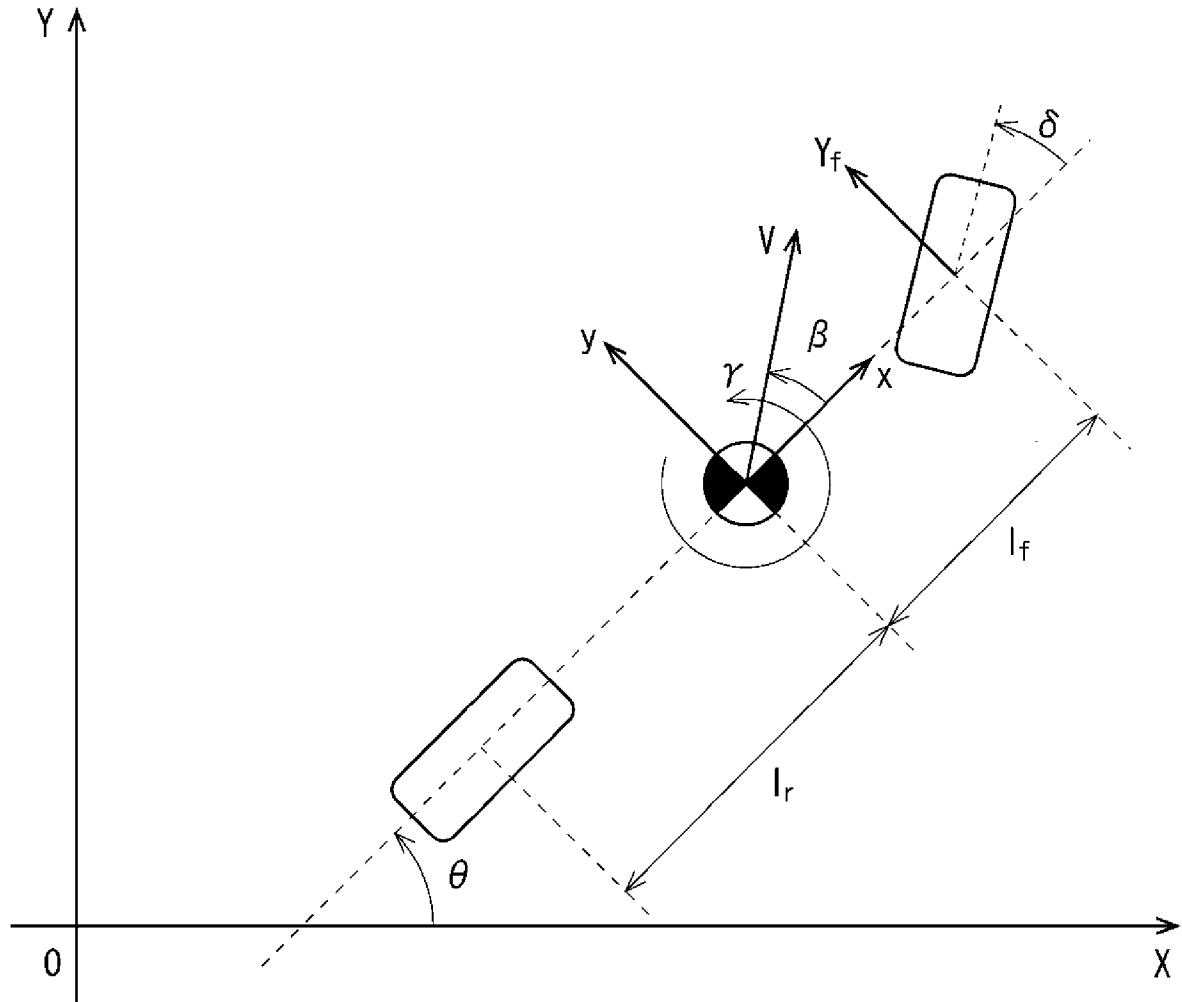
[図3]



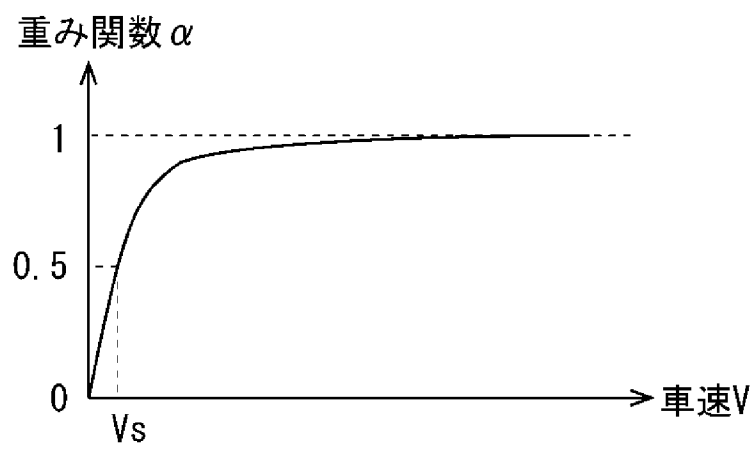
[図4]



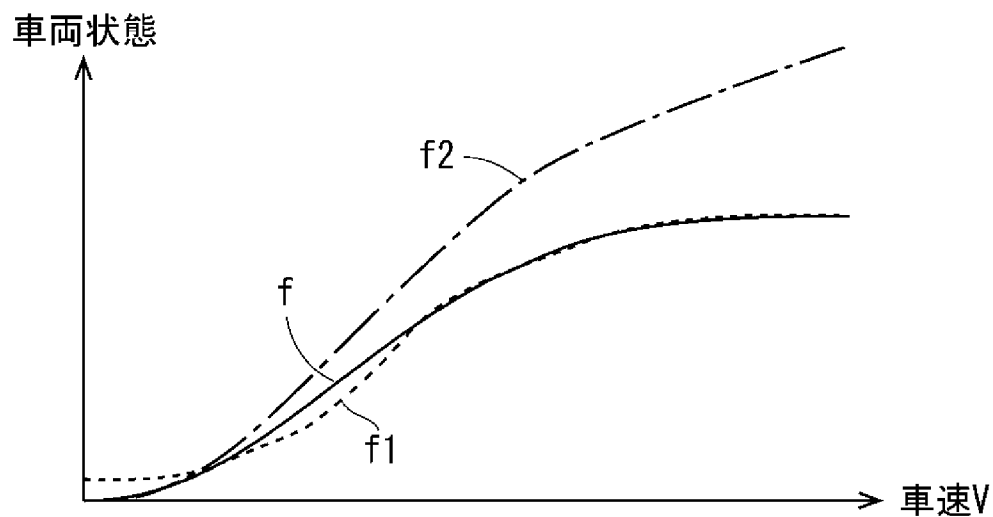
[図5]



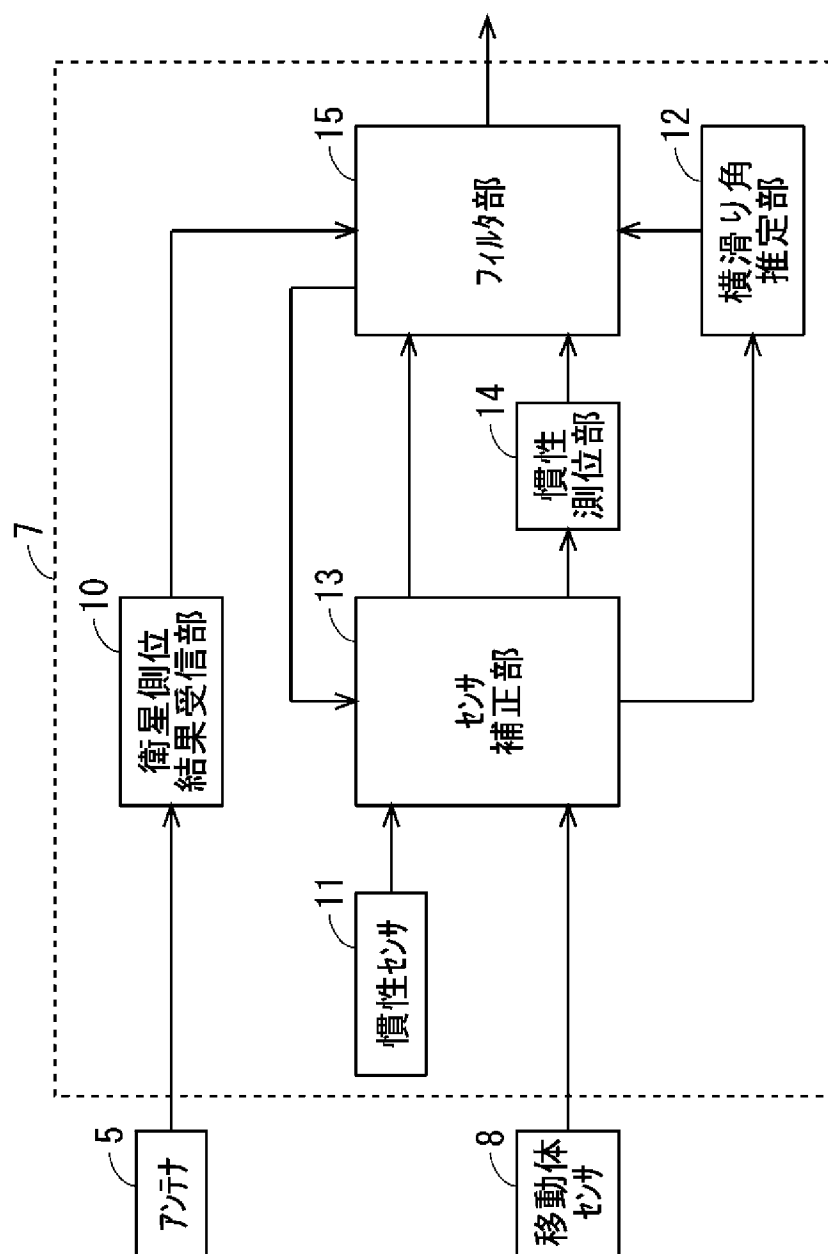
[図6]



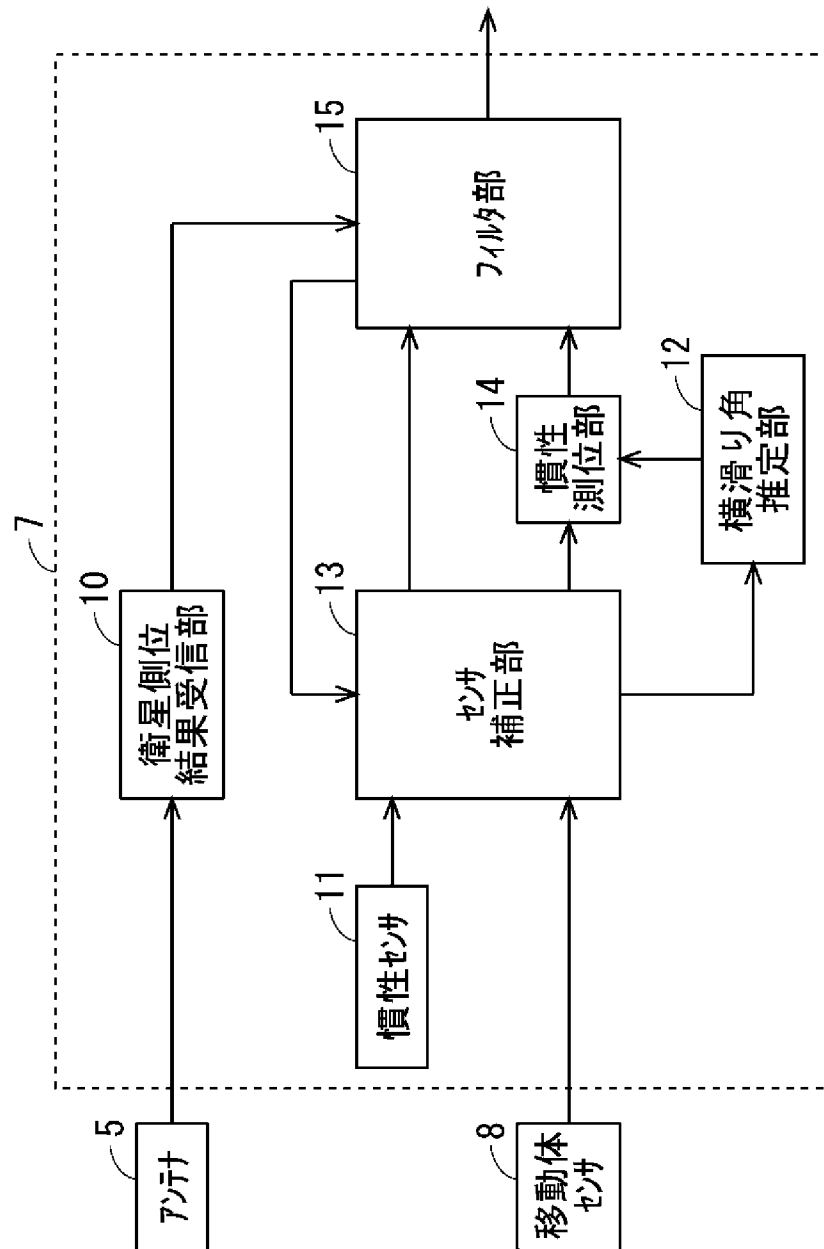
[図7]



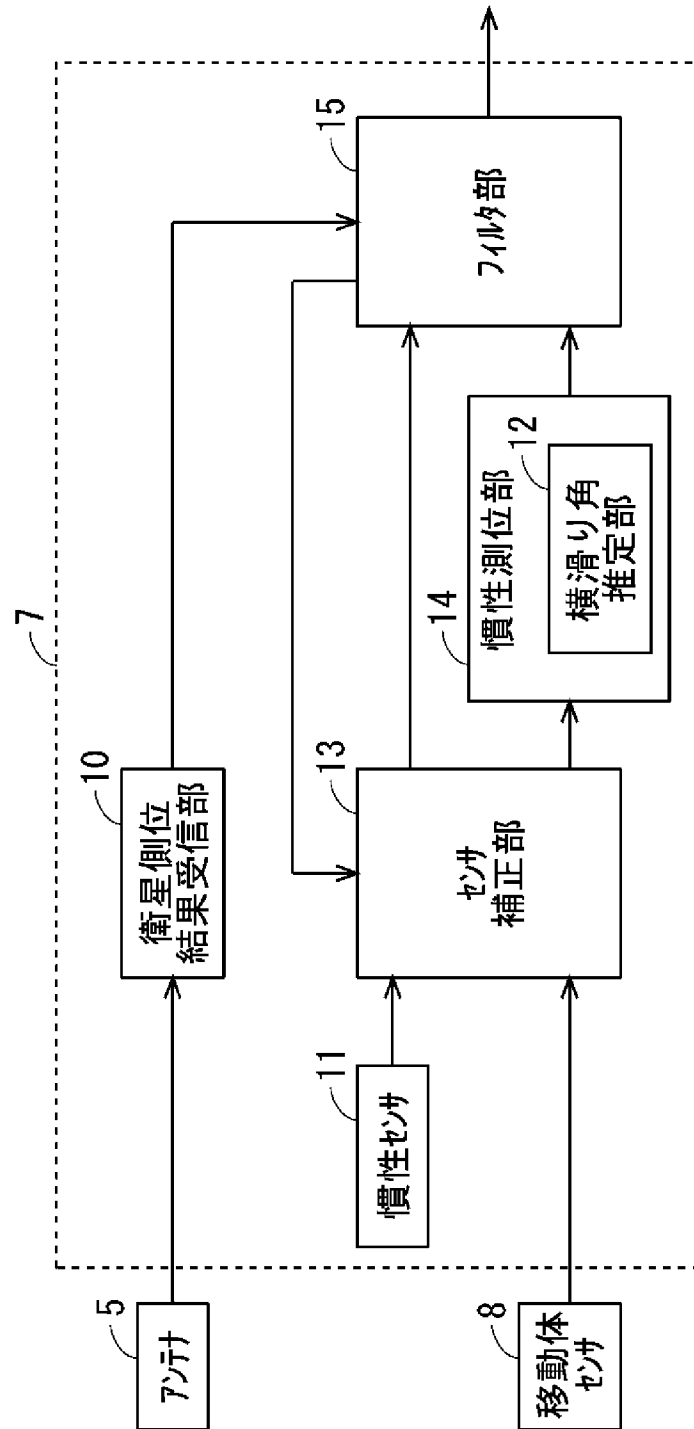
[図8]



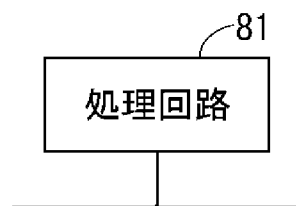
[図9]



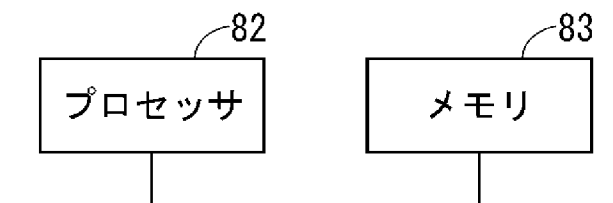
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60W 40/103**(2012.01)i

FI: B60W40/103

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60W40/103

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2020-125058 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 20 August 2020 (2020-08-20)	1, 5
A	paragraphs [0015]-[0016], [0062], [0075], fig. 1-3	2-4, 6-7
A	JP 2022-065602 A (NTN CORPORATION) 27 April 2022 (2022-04-27)	1-7
	paragraphs [0035]-[0037], fig. 1-2	
A	JP 9-311042 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) 02 December 1997 (1997-12-02)	1-7
	paragraphs [0018]-[0021], fig. 1	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 July 2022

Date of mailing of the international search report

02 August 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/019805

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-125058	A	20 August 2020	(Family: none)	
JP	2022-065602	A	27 April 2022	(Family: none)	
JP	9-311042	A	02 December 1997	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60W 40/103(2012.01)i FI: B60W40/103														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B60W40/103 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2020-125058 A（日産自動車株式会社）20.08.2020（2020 - 08 - 20） 段落 [0015] - [0016] , [0062] , [0075] , 第1-3図	1, 5												
A		2-4, 6-7												
A	JP 2022-065602 A（NTN株式会社）27.04.2022（2022 - 04 - 27） 段落 [0035] - [0037] , 第1-2図	1-7												
A	JP 9-311042 A（株式会社豊田中央研究所）02.12.1997（1997 - 12 - 02） 段落 [0018] - [0021] , 第1図	1-7												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 21.07.2022	国際調査報告の発送日 02.08.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 竹村 秀康 3G 3524 電話番号 03-3581-1101 内線 3355													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/019805

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-125058	A	20.08.2020	(ファミリーなし)	
JP	2022-065602	A	27.04.2022	(ファミリーなし)	
JP	9-311042	A	02.12.1997	(ファミリーなし)	