

(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
2024年10月17日(17.10.2024)



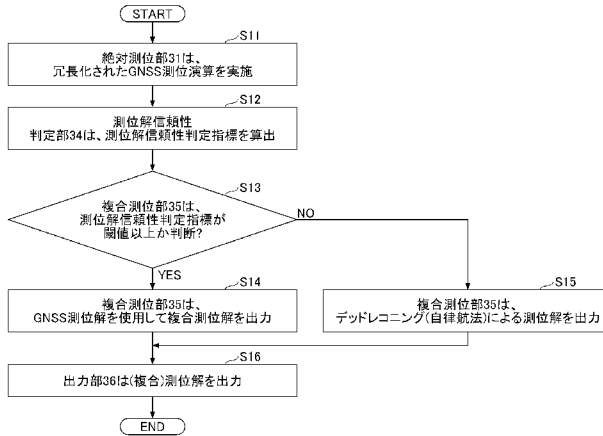
(10) 国際公開番号
WO 2024/214215 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 19/43 (2010.01) *G01S 19/49* (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/014885
- (22) 国際出願日: 2023年4月12日(12.04.2023)
- (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: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉田 誠史(YOSHIDA, Seiji); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).
- (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, CV, 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,

(54) Title: POSITIONING DEVICE, POSITIONING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 測位装置、測位方法、及びプログラム

[図4]



S11 Absolute positioning unit 31 executes GNSS positioning calculation configured to have redundancy
S12 Positioning solution reliability determination unit 34 calculates positioning solution reliability determination index
S13 Does composite positioning unit 35 determine that positioning solution reliability determination index is threshold value or higher?
S14 Composite positioning unit 35 uses GNSS positioning solution to output composite positioning solution
S15 Composite positioning unit 35 outputs positioning solution obtained through dead reckoning (autonomous navigation)
S16 Output unit 36 outputs (composite) positioning solution

(57) Abstract: The present disclosure has the objective of maintaining positioning accuracy even in environments where GNSS satellite signals are difficult to receive. The present disclosure is a positioning device 3 that executes positioning for a moving body, the positioning device comprising: an absolute positioning unit 31 that executes GNSS positioning calculation to obtain a GNSS positioning solution; a positioning solution reliability determination unit 34 that calculates a positioning solution reliability determination index through positioning solution reliability determination of determining

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, 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, ME, 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))

whether or not the GNSS positioning solution is an effective solution close to a true value; and a composite positioning unit 35 that, on the basis of the positioning solution reliability determination index, outputs a composite positioning solution which uses the GNSS positioning solution combined with relative positioning or outputs a positioning solution through dead reckoning without using the GNSS positioning solution.

(57) 要約 : 本開示は、GNSS衛星信号の難受信環境においても、測位精度を維持することを目的とする。そこで、本開示は、移動体の測位を行う測位装置 3 であって、GNSS測位演算を実施してGNSS測位解を得る絶対測位部 3 1 と、前記GNSS測位解が真値に近い有効解であるか否かの測位解信頼性判定を行うことで、測位解信頼性判定指標を算出する測位解信頼性判定部 3 4 と、前記測位解信頼性判定指標に基づいて、前記GNSS測位解を使用して相対測位との複合測位解を出力するか、または前記GNSS測位解を使用せずにデッドレコニングの測位解を出力する複合測位部 3 5 と、を有する測位装置である。

明 細 書

発明の名称：測位装置、測位方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、屋外環境において高精度に移動体の位置を計測する方法に関する。

背景技術

[0002] 航法衛星システム(GNSS:Global Navigation Satellite Systems)は屋外環境において物体の絶対位置を計測する手段として利用される。航法衛星システムはGPS以外にもGLONASS、Galileo、BeiDou、QZSS、NAVICが運用されており、利用可能な航法衛星数が増大している。衛星システム間のクロックバイアス(時刻誤差)を補正すれば複数の航法衛星システムの衛星信号を混在して使用する、マルチコンスタレーションGNSS(multi-constellation GNSS:以下、マルチGNSS)の利用形態による衛星測位を行うことができる。測位に使用する衛星数が増大することによりGNSS衛星信号の難受信環境における衛星測位の可用性が向上する。ここで難受信環境とは衛星信号の受信位置の周辺に衛星信号を遮る建造物等の構造物が存在する受信環境である。

[0003] こうした受信環境において測位精度が劣化する要因としては大きく2つ挙げられる。一つは、構造物によって天空上の開空間領域が減少し、衛星信号を直接波として受信可能な衛星(可視衛星またはLOS(Line-of-sight)衛星)の数が減少する上、天空上の見通しエリアにある可視衛星の天空上の幾何学的な位置が偏るためである。

[0004] 衛星数や天空上の衛星位置による測位精度劣化への影響はDOP(Dilution of Precision: 精度低下率)と呼ばれる指標で定量的に推定することができる。測位精度が劣化するその他の要因は構造物により衛星信号が反射、回折して受信位置に到達する、マルチパスによる影響である。マルチパスには直接波を伴う可視衛星信号のマルチパスと直接波を伴わない不可視衛星またはNLOS(Non Line-of-sight)衛星のマルチパスの種別があり、測位精度の劣化に

及ぼす影響が大きいのは後者である。その理由は可視衛星信号を受信する際のマルチパスの影響はGNSSレシーバ内部の相関器における信号処理で有効に取り除くことができるのに対し、不可視衛星信号の反射・回折に伴う伝搬遅延は衛星信号の疑似距離計測に直接的な誤差を与えるためである。

[0005] GNSSの測位方式には航法メッセージに含まれる衛星固有のコード(疑似ランダムビット列)を手掛かりとして衛星位置から受信位置までの疑似距離(Pseudo-range)を計測し、4機以上の衛星信号の疑似距離から受信位置の3次元座標値とGNSSレシーバのクロックバイアス(衛星システムに対する時刻オフセット)の4つの未知数を算出するコード測位方式と、疑似距離に加えて衛星信号の搬送波位相情報を使用し、精密な測位演算を行う搬送波位相測位方式がある。

[0006] 搬送波位相測位方式では、衛星軌道誤差、衛星クロックバイアス、電離層や対流圏における伝搬遅延といった、受信環境に依存しない系統誤差を補正した上で衛星位置から受信位置までの搬送波の波数アンビギュイティを解決することにより測位分解能を向上する。コード測位方式では、例えばGPSのL1信号の航法メッセージのチップ長(1チップに相当する時間に光速をかけた距離)は約300mであり、この約1/100の3m程度が測位精度の限界の目安となる。これに対し、L1信号の搬送波の波長は約19cmであるため、搬送波位相測位方式では理想的な受信環境においてミリメートルオーダーの測位精度を実現することができる。

[0007] 搬送波位相測位方式では波数アンビギュイティ解決に成功した場合に出力される厳密解としてのFIX(収束)解の他、波数アンビギュイティが解けない場合の推定解としてのFloat解が出力される。搬送波位相測位方式には、位置が既知の基準局の観測データを使用して系統誤差を補正し、基線ベクトルを算出するRTK(Real time Kinematic)-GNSS測位方式や要素ごとに個別に生成された補正データ(衛星軌道、クロック又は伝搬遅延の補正データ)を使用するPPP(Precise Point Positioning)-RTK方式が知られる。

[0008] GNSS衛星信号の難受信環境においてはコード測位方式及び搬送波位相測位

方式のいずれにおいても測位精度が劣化する。難受信環境における測位精度を改善する方策としてGNSSによる絶対測位手段とセンサによる相対測位手段を組み合わせた複合測位方式が考案されている。相対測位手段として加速度センサおよび角速度（ジャイロ）センサにより、3軸の変位および姿勢角を計測するIMU(Inertial Measurement Unit:慣性計測装置)を使用した複合測位システムはINS(Inertial Navigation System:慣性航法装置)と呼ばれる。INSではGNSS測位による位置データとセンサデータの離散時間の時系列データのカップリング処理を行う、状態空間モデルに基づくフィルタ(カルマンフィルタ等)によって状態推定を行うことにより、誤差を含む観測値から状態(位置の真値)を推定し、複合測位解を出力する。

先行技術文献

非特許文献

- [0009] 非特許文献1：岩瀬竜也 他，「INSによるGPSマルチパス誤差の排除と測位の信頼度について」自動車技術会論文集 Vol.44, No.1, January, 2013

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 受信位置の周囲にGNSS衛星信号を遮る構造物の存在しない理想的な受信環境(オープン・スカイ受信環境)の場合には、GNSS測位解の分布状態は、真値を中心としたガウス分布に近い(正規性白色雑音の)ばらつきを示す。これに対して、受信位置の周囲に構造物が存在する受信環境の場合には、衛星位置と構造物の相対的な位置関係に依存する可視衛星の天空上の位置の偏りやマルチパスの影響により、GNSS測位解の分布状態は、真値に対する誤差がゼロ中心となる正規性を示さない。さらに、衛星信号は天空上を周回するため、GNSS測位解の分布状態は経時的に変化する。また、カルマンフィルタ(Kalman filter)は、観測値が正規性誤差を有することを前提として状態推定を行うため、観測データが外れ値の誤差を含む場合には、位置の真値推定が有効に機能しないケースがある。

[0011] これに対する対処方法の一つはGNSS測位解の精度の期待値に応じて、複合測位演算に使用するGNSS測位解の重みづけを変える方法である。例えば、コード測位方式では、測位に使用される衛星のDOP値から算出される誤差楕円値から、複合測位演算時のGNSS測位解の重みづけを変える方法がしばしば行われている。またRTK-GNSS測位方式では、GNSS測位解の種別(FIX、Float等の種別)から、複合測位演算時のGNSS測位解の重みづけを変える方法がしばしば行われている。

[0012] ところで、建造物や地下埋設管路等の都市アセットのデジタルツインを構築する際の地中探査レーダーによる埋設管路等の地下埋設物探査やMMS（モバイルマッピングシステム）による環境地図(高精度3Dマップ)製作のデータ収集においては、デシメートルまたはセンチメートルのオーダーの測位精度が要求される。このため、RTK-GNSS等の搬送位相測位方式による真値に近い有効な測位解を使用する必要がある。

理想的な受信環境においてはRTK-GNSS測位のFIX解は、真値に近い有効解である蓋然性が高いが、難受信環境においては誤差を含むFIX測位解(いわゆる「ミスFIX解」)が出力されるケースはしばしばある。一方、Float測位解は、難受信環境ではコード測位解と同様に大きな誤差を生じる場合があるが、理想的な受信環境では真値に近いケースもある。そのため、FIX又はFloatの測位解の種別によってRTK-GNSS測位解が有効解であるか否かを十分な信頼性をもって判定することはできない。

[0013] なお、統計学的なデータアソシエーションの手法として位置の観測予測誤差のマハラノビス距離 (Mahalanobis' distance) を閾値と比較し、測位解を外れ値(アウトライヤ)と正常値(インライヤ)に仕分ける方法があるが、この手法を正規性を有しない、GNSS信号難受信環境における測位解に適用するのは必ずしも有効ではない。

[0014] 誤差を含むGNSS測位解を有効に排除することなく複合測位演算に取り込むと、複合測位解に誤差を生じるが、そのまま車両等がトンネルや地下駐車場等のGNSS衛星信号が受信できないエリアに侵入し、相対測位手段による自律

航法（推測航法）、すなわち、デッドレコニング（Dead Reckoning）状態に遷移した場合には、継続的に測位解にオフセット誤差を生じる課題がある。

[0015] 本開示は上記の課題に鑑み、GNSS衛星信号の難受信環境においても、車両等の移動体の測位精度を維持することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0016] 上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、移動体の測位を行う測位装置であって、GNSS測位演算を実施してGNSS測位解を得る絶対測位部と、前記GNSS測位解が真値に近い有効解であるか否かの測位解信頼性判定を行うことで、測位解信頼性判定指標を算出する測位解信頼性判定部と、前記測位解信頼性判定指標に基づいて、前記GNSS測位解を使用して相対測位との複合測位解を出力するか、または前記GNSS測位解を使用せずにデッドレコニングの測位解を出力する複合測位部と、を有する測位装置である。

発明の効果

[0017] 以上説明したように本発明によれば、GNSS衛星信号の難受信環境において移動体の高い測位精度を維持することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施形態の測位装置の構成図である。

[図2]実施形態の測位装置の電気的なハードウェア構成図である。

[図3]実施形態の絶対測位部の構成例を示す図である。

[図4]あるタイムエポックにおける測位装置の処理を示すフローチャートである。

[図5]第1の実施形態の処理を示すフローチャートである。

[図6]第1の実施形態に係り、複数のアンテナを使用して検定を行う例（その1）を示す図である。

[図7]第2の実施形態の処理を示すフローチャートである。

[図8]第2の実施形態に係り、複数のアンテナを使用して検定を行う例（その2）を示す図である。

[図9]第3の実施形態の処理を示すフローチャートである。

[図10]第3の実施形態に係り、経時的な冗長測位解の観測により検定(時間軸の冗長化演算)を行う例を示す図である。

[図11]第4の実施形態の処理を示すフローチャートである。

[図12]第4の実施形態に係り、それぞれの測位演算条件に対する測位解の振る舞い(負荷耐性)から信頼性の検定を行う例を示した図である。

[図13]第5の実施形態の処理を示すフローチャートである。

[図14]第5の実施形態に係り、冗長化基準局を使用して検定を行う例を示す図である。

[図15]第5の実施形態の変形例に係り、2つ以上の冗長化された基準局を使用して検定を行う例を示す図である。

[図16] (a) は従来の方式の複合測位によるデッドレコニング状態への状態遷移を示す図、(b) は各実施形態の方式の複合測位によるデッドレコニング状態への状態遷移を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明する。

[0020] [測位装置の構成図]

まずは、図1を用いて、本実施形態の測位装置の構成を説明する。図1は、実施形態の測位装置の構成図である。以下では、移動体の一例として、自動車等の車両について説明する。なお、移動体には、車両の他に、ドローン等の飛行体等も含まれる。

[0021] 図1に示すように、測位装置(複合測位装置)3は、測位演算条件設定部21、及び通信部22を有する。また、測位装置3は、GNSSアンテナ30、絶対測位部31、時計部32、相対測位部33、測位解信頼性判定部34、複合測位部35、及び出力部36を有する。

[0022] これらのうち、測位演算条件設定部21は、絶対測位部31が航法衛星を使用した測位演算を実行する際の演算条件を絶対測位部31および測位解信頼性判定部34へ出力する。測位演算条件設定部21には、演算条件を設定するためのヒューマンインタフェースや設定された演算条件を記憶するため

のストレージデバイスが実装されていてもよい。

- [0023] 通信部 22 は、RTK-GNSSの基準局から観測データ（補正データ）を受信して、絶対測位部 31 に出力する。
- [0024] GNSSアンテナ 30 は、GNSS衛星信号を受信して、絶対測位部 31 に出力する。
- [0025] 絶対測位部 31 は、航法衛星信号アンテナ(以下、「GNSSアンテナ」と示す)により受信された航法衛星信号を使用し、絶対位置(緯度、経度、高度)を算出する測位演算処理を行う。絶対測位部 31 は、GNSS受信装置(GNSSレシーバ)等で構成される。絶対測位部 31 がGNSS測位演算を行う際の測位方式は、コード測位方式または搬送波位相測位方式のいずれであってもよいが、主に後者が使用されることを想定する。
- [0026] また、絶対測位部 31 は複数の航法衛星システムの衛星を混在して測位演算を行うマルチGNSS測位に対応することを想定する。絶対測位部 31 はGNSS測位演算の結果から得られるGNSS測位解、および測位演算の中間過程で得られる観測データ(ドップラー周波数、疑似距離、搬送波位相等)を、測位解信頼性判定部 34 に出力する。
- [0027] 更に、絶対測位部 31 は、複数の測位演算処理を同時に実行することができる機能を有し、測位演算条件設定部 21 から入力された異なる条件での測位演算処理を実行する。
- [0028] また、絶対測位部 31 は、図 3 に示すように、その機能の一部がクラウド処理基盤上に配置されていてもよい。図 3 は、そのような実施形態の通信システムの全体構成図である。通信システム 1 は、絶対測位部 31 としてのGNSSレシーバ 31 A、及びサーバ 5 によって構築されている。サーバ 5 は測位エンジン 50 を有している。GNSSレシーバ 31 A とサーバ 5 は、携帯電話網、インターネット等の通信ネットワーク 100 を介してデータ通信を行うことができる。
- [0029] 例えば、GNSSレシーバ 31 A のRFフロントエンド処理回路を含むRF信号処理部 31 a およびベースバンド信号処理部 31 b が測位対象の車両等に設置

された端末内部に配置され、ここで出力された観測データがモバイル通信等の通信IF31cを介してネットワークで接続されたサーバ5（クラウド処理基盤）に転送され、サーバ5上で測位演算処理が実行される。測位演算結果はGNSSレシーバ31Aに送信され、測位装置3の各機能部に転送される。なお、絶対測位部31だけでなく、測位演算条件設定部21、又は測位解信頼性判定部34が、サーバ5側にあってもよい。

[0030] 時計部32は、絶対測位部31から、絶対測位部31で受信したGNSS衛星信号に時刻同期した時刻同期信号を取得し、各機能部にUTC(Coordinated Universal Time:協定世界時)に同期した高精度な時刻情報を供給する。時計部32はOCXO(Oven Controlled Crystal Oscillator)等の高精度発振器を搭載し、GNSS衛星信号が一時的に途絶した場合でも、ホールドオーバー動作により高精度な時刻を維持し、各部への時刻情報の供給を継続する。

[0031] 相対測位部33は、一例として、加速度センサおよび角速度（ジャイロ）センサにより3軸の変位および姿勢角を計測するIMU(慣性計測装置)で構成される。なお、ジャイロセンサは、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)またはiFOG(interferometric Fiber Optical Gyroscope:干渉型光ファイバジャイロ)等がアプリケーションの精度の要件に応じて使用される。

[0032] 相対測位部33は、各センサ（加速度センサ及び角速度センサ）の観測データ（検知データ）から算出した相対変位量、および各センサの観測データを複合測位部35へ出力する。なお、相対測位部33には、IMUの他にカメラによるVIO(Visual Inertial Odometry)やLiDARによるLIO(Lidar Inertial Odometry)が搭載されていてもよい。尚、後述のように相対測位部33から出力されるデータは測位解信頼性判定部34における測位解信頼性判定指標の導出において使用されてもよい。

[0033] 測位解信頼性判定部34は、絶対測位部31から入力されたデータから絶対測位部31により算出されたGNSS測位解が真値に近い有効解であるか否かの判定を行い、その判定結果をGNSS測位解信頼性判定指標（使用可または使用不可を示す情報）として複合測位部へ出力する。以下、「GNSS測位解信頼

性判定指標」は「測位解信頼性判定指標」としても示す。

[0034] 複合測位部35は、絶対測位部31から出力され、測位解信頼性判定部34を経由して入力されたGNSS測位による絶対測位解および観測データ、相対測位部33から入力された各センサによる相対測位計測結果および各センサの観測データを使用し、カルマンフィルタ(Kalman Filter)、拡張カルマンフィルタ、アンセンテッドカルマンフィルタ(Unscented Kalman Filter)、相補フィルタ等のベイズフィルタを使用した複合測位演算により複合測位解(複合しない場合は「測位解」)を出力する。複合測位部35は、複合測位演算を実行する際には、測位解信頼性判定部34から入力される測位解信頼性判定指標を参照する。

[0035] 複合測位部35は、を出力部36および絶対測位部31へ(複合)測位解を出力する。絶対測位部は、クローズドループにより入力された(複合)測位解をGNSS測位演算に使用する。

[0036] 出力部は、測位結果を使用する装置やアプリケーションに対して(複合)測位解を必要な形式、例えば、NMEA(National Marine Electronics Association 米国海洋電子機器協会)0183形式やECEF(Earth Centered Earth Fixed:地心地球固定座標系)で定められるXYZの直交座標系データ等に変換してデータを出力する。

[0037] [電氣的な構成]

図2は、測位装置の電氣的なハードウェア構成図である。なお、図1に示す構成の全部又は一部は、下記プログラムの実行によって実現されても良いし、回路等によって実現されてもよい。

[0038] 図2に示すように、測位装置3は、コンピュータとして、図2に示されているように、CPU301、ROM302、RAM303、SSD304、外部機器接続I/F(Interface)305、ネットワークI/F306、ディスプレイ307、入力デバイス308、メディアI/F309、及びバスライン310を備えている。

[0039] これらのうち、CPU301は、測位装置3全体の動作を制御する。RO

M302は、IPL等のCPU301の駆動に用いられるプログラムを記憶する。RAM303は、CPU301のワークエリアとして使用される。

[0040] SSD304は、CPU301の制御に従って各種データの読み出し又は書き込みを行う。なお、SSD304の代わりに、HDD(Hard Disk Drive)を用いてもよい。

[0041] 外部機器接続I/F305は、各種の外部機器を接続するためのインターフェースである。この場合の外部機器は、ディスプレイ、スピーカ、キーボード、マウス、USBメモリ、及びプリンタ等である。

[0042] ネットワークI/F306は、インターネット等の通信ネットワークを介してデータ通信をするためのインターフェースである。

[0043] ディスプレイ307は、各種画像を表示する液晶や有機EL(Electro Luminescence)などの表示手段の一種である。

[0044] 入力デバイス308は、各種指示の選択や実行、処理対象の選択、カーソルの移動などを行う入力手段の一種である。入力デバイス308の一例として、ポインティングデバイスが挙げられる。

[0045] メディアI/F309は、フラッシュメモリ等の記録メディア309mに対するデータの読み出し又は書き込み(記憶)を制御する。記録メディア309mには、DVDやBlu-ray Disc(登録商標)等も含まれる。

[0046] バスライン310は、図2に示されているCPU301等の各構成要素を電氣的に接続するためのアドレスバスやデータバス等である。

[0047] [実施形態の処理又は動作]

<処理又は動作の概略>

続いて、図4を用いて、本実施形態における処理又は動作の概略について説明する。図4は、あるタイムエポックにおける測位装置の処理を示すフローチャートである。

[0048] S11:絶対測位部31は、冗長化されたGNSS測位演算を実施することで、GNSS測位解を得る。この際に、絶対測位部31は、通信部22から観測データ(補正データ)を取得している場合には、観測データ(補正データ)を

使用してGNSS測位演算を実施する。そして、絶対測位部31は、測位解信頼性判定部34に対して、GNSS測位解を出力する。

[0049] S12：測位解信頼性判定部34は、GNSS測位解が真値に近い有効解であるか否かの測位解信頼性判定を行うことで、測位解信頼性判定指標を算出する。

[0050] S13：複合測位部35は、測位解信頼性判定指標に基づいて、GNSS測位解を使用した複合測位をするか又はデッドレコニング(自律航法)による測位をするかを判断する。例えば、複合測位部35は、測位解信頼性判定指標が閾値以上かを判断の根拠とする。

[0051] S14：処理S13において閾値以上の場合には(YES)、複合測位部35は、GNSS測位解を使用して複合測位解を出力する。

[0052] S15：処理S13において閾値未満の場合には(NO)、複合測位部35は、デッドレコニング(自律航法)による測位解を出力する。

[0053] S16：出力部36は、処理S14が行われた場合には複合測位解を出力し、処理S15が行われた場合には測位解を出力する。

[0054] <処理又は動作の詳細>

続いて、図5乃至図16を用いて、処理又は動作の詳細を説明する。

[0055] 絶対測位部31におけるGNSS測位演算に使用される搬送波位相測位方式としては、基準局のOSR (Observation State Representation:観測空間表現)形式の補正データを使用するRTK-GNSS方式やSSR (State Space Representation:状態空間表現)形式の補正データを使用するPPP-RTK方式などがあり、これらの測位演算で使用される補正データは、絶対測位部31において衛星通信、無線通信またはLAN等を用いて、通信部22により取得される。

[0056] 例えば、地中探査やMMS計測の用途では20cm~30cm程度以下の絶対位置精度が要求されるため、真値からの誤差が20cm~30cm程度以内の搬送波位相測位解が有効なGNSS測位解となる。GNSS測位解が有効解であるか否かを判定する統計学的な異常値検知の手法としては、位置に関する観測予測誤差のマハラノビス距離を閾値と比較することによって外れ値を検出する方法が知られる

が、難受信環境における測位解の有効性判定において十分な判定精度を得ることは困難である。そこで本実施形態では、以下に述べる方法によりGNSS測位解が有効解であるか、否かの信頼性判定を行う。

[0057] 絶対測位部31は、最終的に複合測位部35へ出力されるGNSS測位解の演算を含む、複数の冗長化された測位演算を行う。冗長化された測位演算を実行する手段として絶対測位部31において同時に測位演算を実行可能な複数の測位演算モジュールを備えてもよいし、共通の処理リソース(例えばCPU301)上で複数のインスタンスを同時に実行してもよい。また、決まった時間内に複数の測位演算処理を逐次的に実行してもよい。

[0058] 絶対測位部31は、測位演算条件設定部21から入力された測位演算条件に従って、複数の冗長化された測位演算を行う。測位解信頼性判定部34は、それぞれの冗長化された測位演算の結果から以下の(1)~(5)に述べる検定方法により、測位解の信頼性判定を行う。なお、これらの測位解信頼性検定方法のうちのどれか一つを使用して信頼性判定を行ってもよいし、複数の検定方法を組み合わせることにより信頼性判定を行ってもよい。

[0059] (1) 第1の実施形態

図5及び図6を用いて、複数のGNSSアンテナを使用した検定方法(その1)を説明する。図5は第1の実施形態の処理を示すフローチャートである。図6は、第1の実施形態に係り、複数のGNSSアンテナを使用して検定を行う例(その1)を示す図である。

[0060] 第1の実施形態では、測位対象となる車両に少なくとも3つのGNSSアンテナを互いに一定の距離以上の間隔を確保して設置する。なお、以降、GNSSアンテナは、単に「アンテナ」と示す。ここでは、複数のアンテナの位相中心位置の高さは一定であると想定する。図6(a)では、車両のルーフに4つのアンテナa, b, c, dを設置する例を示す。絶対測位部31は、4つのアンテナa, b, c, dのそれぞれで受信されたGNSS衛星信号を使用し、あるタイムエポック(時刻)において4つの冗長化されたGNSS測位演算を実行する。具体的な検定手順は以下の通りである。

- [0061] S 1 1 1 : 測位解信頼性判定部 3 4 は、4 つのアンテナ a, b, c, d のうちの所定の 2 つのアンテナによる全ての組み合わせについて、GNSS測位解から算出された距離と実際に設置されたアンテナの位相中心位置間の距離を比較し、その差が閾値以内であるかを検定する。なお、アンテナの位相中心位置は、アンテナの筐体内部で実際にGNSS衛星信号を受信する回路の設置位置を示す。
- [0062] S 1 1 2 : 測位解信頼性判定部 3 4 は、図 6 (b) に示すような、2 つのアンテナの測位解から算出される変位ベクトルがなす角度を、実際に設置されたアンテナの位相中心位置から得られる変位ベクトルのなす角度と比較し、その差が閾値以内であるかを検定する。
- [0063] S 1 1 3 : 測位解信頼性判定部 3 4 は、さらには4 つのアンテナ a, b, c, d の測位解の高さ値の差が閾値内にあるかを検定する。尚、4 つのアンテナの位相中心位置の高さは一定であるとしたが、意図的にアンテナの位相中心位置の高さを変え、測位解の高さ値の差が閾値内にあるかを信頼性判定の条件としてもよい。ここで測位解の高さ値を検定に使用する理由は、航法衛星による測位(三角測量)の原理から特に高さ方向に測位誤差を生じやすいためであるのと、測位解として高さ方向に誤差を含むミスFIX解を生じた場合は、処理 S 1 1 1, S 1 1 2 の検定だけでは、誤判定となるリスクがあるためである。
- [0064] 以上の処理 S 1 1 1 ~ S 1 1 3 の全ての検定をクリアした場合に、測位解信頼性判定部は測位解が有効解であることを示す測位解信頼性判定指標と共に、あらかじめ定めた代表アンテナの測位解を複合測位部に出力する。
- [0065] (2) 第 2 の実施形態
- 図 7 及び図 8 を用いて、複数のアンテナを使用した検定方法 (その 2) を説明する。図 7 は第 2 の実施形態の処理を示すフローチャートである。図 8 は、第 2 の実施形態に係り、複数のアンテナを使用して検定を行う例 (その 2) 示す図である。
- [0066] 上記第 1 の実施形態の検定方法では、GNSS測位解の信頼性判定精度を向上

するために複数のアンテナの位相中心位置の間に一定以上の離隔距離を確保することが必要となるが、GNSS信号の難受信環境においては例え、1 m程度の離隔であってもアンテナ間で衛星信号の受信状態に差分を生じる。第1の実施形態の検定方法による検定をクリアするためには、実質的に全てのアンテナのGNSS測位解が真値に近い有効解であることが条件となるため、GNSS信号の難受信環境においては検定通過率が低下することが想定される。その結果として、有効解の取得率が低下するデメリットがある。

[0067] これに対して、第2の実施形態では、以下の処理を行う。なお、車両の進行方向に沿って一定以上の距離の離隔を確保して複数のアンテナを設置する。図8(a)に2つのアンテナa, bを設置する例を示す。なお、アンテナaは第1のアンテナ、アンテナbは第2のアンテナの一例である。また、時刻 T_1 は第1の時刻の一例、時刻 T_2 は第2の時刻の一例である。

[0068] S121: 本検定方法では、測位解信頼性判定部34は、相対測位部33による車両の変位計測データを使用し、図8(b)に示すように相対変位の計測でアンテナbが、時刻 T_1 におけるアンテナaの位置に到達したと想定される時刻 T_2 におけるアンテナbのGNSS測位解と、時刻 T_1 におけるアンテナaのGNSS測位解を比較し、その差が閾値以内であれば検定をクリアしたと判定する。これにより、測位解信頼性判定部34は、いずれかのアンテナ、例えばアンテナbの位置も複合測位部35に出力する。

[0069] ここで最も簡単な例として車両が水平面上に直線的に移動する場合、時刻 T_2 は相対測位部33から出力される加速度センサの経時的なデータ値 $a(t)$ を時間積分して得られる距離 L がアンテナ間の距離 L と一致する時刻として算出される。距離 L は以下のように示される。

[0070] [数1]

$$\iint a(t) dt^2$$

車両が傾斜のある路面を走行する場合やカーブする場合には、測位解信頼

性判定部 34 は、相対測位部 33 から出力されるデータ（加速度センサ、ジャイロセンサの経時的なデータ）に基づいて算出される車両の変位を考慮して同様に時刻 T_2 を算出する。

[0071] なお、時刻 T_1 と時刻 T_2 の間に衛星位置は若干変動するが、この時間差は高々数秒以内であるためこの間の衛星位置の変動は実効的に検定精度に影響しない。

[0072] (3) 第3の実施形態

図9及び図10を用いて、経時的な冗長測位解の観測による検定方法(時間軸の冗長化演算)を説明する。図9は第3の実施形態の処理を示すフローチャートである。図10は、第3の実施形態に係り、経時的な冗長測位解の観測により検定(時間軸の冗長化演算)を行う例を示す図である。

[0073] 第3の実施形態では、図10に示す通り、測位解信頼性判定部34が、GNSS測位解の出力頻度(例えば1Hz)よりも高い頻度(例えば10Hz)で経時的に冗長化された測位演算を行い、出力対象のGNSS測位解(代表のGNSS測位解)と、このGNSS測位解の直近の他の出力対象のGNSS測位解(他の代表のGNSS測位解)の間で出力される複数の中間の測位解の振る舞い(測位解の揺らぎ度合い)に基づいて、出力対象のGNSS測位解の信頼性を判定することで、前記測位解信頼性判定指標を算出する。なお、測位解信頼性判定部34は、出力対象のGNSS測位解(代表のGNSS測位解)と、過去の複合測位解との整合性に基づいて、出力対象のGNSS測位解の信頼性を判定することで、前記測位解信頼性判定指標を算出してもよい。本検定方法は特に低速走行時や直線走行時において有効性が高い。

[0074] 低速走行時には出力測位解の周期 T (例えば1秒間)内においてGNSS衛星信号の受信環境はあまり変わらないと想定されるため、中間測位解が有効解でない場合は、当該周期における代表測位解の信頼性は低いと判定することに妥当性がある。具体的な検定方法を以下に示す。

[0075] S131: 測位解信頼性判定部34は、中間測位解の振る舞いに車両の動きと矛盾する点がないかという観点で検定する。例えば、同一周期 T_2 内ある

いは直近の周期 T_1 の他の測位解の経時的な軌跡と矛盾する変位がないかをチェックする。図10において、周期 T_1 では中間測位解の振る舞いに車両の動きと矛盾する点がないが、周期 T_2 では中間測位解の振る舞いに車両の動きと矛盾する点が生じている場合が示されている。

[0076] 尚、この際に、測位解信頼性判定部34は、中間測位解により算出される変位ベクトルを相対測位部の出力するデータによる変位ベクトルと比較してもよい。また、代表測位解が出力されない、または周期 T 内において代表測位解のみが異常値であると認められる場合には、測位解信頼性判定部34は、中間測位解を、代表測位解を代替する測位解として出力してもよい。さらに、複合測位部35は、中間測位解からカルマンフィルタの事前推定により得られる予測推定値を代表測位解の代わりに出力してもよい。

[0077] (4) 第4の実施形態

図11及び図12を用いて、測位解の負荷耐性による検定方法(測位演算条件の冗長化演算)を説明する。図11は第4の実施形態の処理を示すフローチャートである。図12は、第4の実施形態に係り、それぞれの測位演算条件に対する測位解の振る舞い(負荷耐性)から信頼性の検定を行う例を示した図である。具体的な検定方法を以下に示す。

[0078] S141: 測位解信頼性判定部34は、搬送波位相測位の有効解の出力期待値に影響するように敢えて演算条件を変えた、複数の測位演算条件(パラメータ設定)の演算を実行し、それぞれの測位演算条件における測位解の振る舞い(測位解の揺らぎ度合い)から測位解の信頼性を判定する。

[0079] 測位演算条件で変更するパラメータとしては、一例として航法衛星システム数、衛星数等がある。表1に測位演算条件の設定例を示す。

[0080]

[表1]

測位演算条件	測位演算に使用する航法衛星システム				
	GPS	GLONASS	Galileo	BeiDou	QZSS
#1	✓	✓	✓	✓	✓
#2	✓		✓	✓	✓
#3	✓		✓		✓
#4	✓				✓
#5	✓				

表1において、数字が大きくなるに従い測位演算に使用する航法衛星システム数が減少し、有効解の出力期待値が下がるように、言わば、有効解の出力に対する負荷が上がるように、複数の演算条件が設定されている。測位解

信頼性判定部34は、これらの条件の異なる冗長化された測位演算を実行し、図12(a)～(c)に示すように、それぞれの測位演算条件に対する測位解の振る舞い(負荷耐性)から信頼性の検定を行う。なお、図12(a)は信頼性が高い場合を示し、図12(b)は信頼性が中程度の場合を示し、図12(c)は信頼性が低い場合を示す。

[0081] (5) 第5の実施形態

図13乃至図15を用いて、冗長化基準局を使用する検定方法を説明する。図13は第5の実施形態の処理を示すフローチャートである。図14は、第5の実施形態に係り、冗長化基準局を使用して検定を行う例を示す図である。図15は、第5の実施形態の変形例に係り、2つ以上の冗長化された基準局を使用して検定を行う例を示す図である。

[0082] 第5の実施形態では、図14に示すようにRTK-GNSS測位演算で使用する基準局を冗長化することにより移動局の測位解の信頼性判定を行う。ここで使用される基準局の位置(基準局のGNSSアンテナの位相中心位置)は既知であることを前提とする。図14では、1つの冗長化基準局を使用して検定を行う例を示す。

[0083] S151: まず、測位解信頼性判定部34は、第1の基準局A1で取得される観測データ(補正データ)および第1の基準局A1の位置情報を使用して、移動局XのRTK-GNSS測位演算を行い、得られたGNSS測位解と観測データを使用して移動局Xから第2の基準局(冗長化された基準局)へ向かう基線ベクトル(相対位置)を算出する。

S152: 測位解信頼性判定部34は、この結果得られる第2の基準局B1の測位解を真値の位置と比較することによって移動局Xの測位解の信頼性判定を行う。

[0084] この場合、第1の基準局A1に対する移動局Xは、第2の移動局B1に対しては基準局となる。また、冗長化基準局である第2の基準局B1は、基準局(移動局X)に対する移動局になる。

[0085] (変形例)

図15に示すように、測位解信頼性判定部34は、移動局Yに対して、第1の基準局A2以外に少なくとも1つ以上の冗長化された基準局（ここでは、第2の基準局B2、第3の基準局C2）を使用してもよい。すなわち、絶対測位部31は、複数の基準局で取得される各観測データおよび当該複数の基準局の各位置情報を使用して、移動局のRTK-GNSS測位演算を行い、測位解信頼性判定部34はこれらの測位演算結果を比較することにより、前記測位解信頼性判定指標を算出してもよい。

[0086] 冗長化された基準局としては基線長が一定距離(例えば10km)以内の周辺の複数の電子基準点を使用してもよいし、都市部のアーバンキャニオン環境では建造物の屋上等の開空間が確保できる複数の環境に設置された基準局を使用してもよい。各基準局によるRTK-GNSS測位解を比較し、それらの一致の度合い（測位解の差が閾値以内にあるか、否か）から移動局の測位解の信頼性判定を行う。

[0087] (その他)

以上のいずれか1つの検定方法による測位解信頼性判定の結果、測位解信頼性判定部34によって出力される測位解信頼性判定指標は、使用可(USE)または使用不可(DO NOT USE)を示す2値を示しても良いし、信頼性の度合いにより複数の段階を表すインデックス値を示しても良い。また、測位解信頼性判定部34は、複数の検定方法を組み合わせて使用し、それらの検定結果のAND条件により2値の測位解信頼性判定指標を出力してもよいし、各検定の結果に基づき指標をスコア化してもよい。例えば、測位解信頼性判定部34は、1つ目の検定方法でスコア「3」を出力し、2つ目の検定方法でスコア「2」を出力する場合、最終的にスコア「5」を複合測位部35に出力する。

[0088] 一方、複合測位部35は、測位解信頼性判定部34からインデックス値（スコア値）を入力した場合には、これを複合測位におけるGNSS測位解に対する重み付けに使用してもよいし、閾値（例えば、「3」）以上か未満かで、測位解信頼性判定指標の使用可(USE)または使用不可(DO NOT USE)を決めても

よい。

[0089] また、上記各検定において、搬送波位相測位解がFIX解であることが検定をクリアする条件に加えられてもよい。また、搬送波位相測位解がFIX解またはFloat解であることが検定をクリアする条件に加えられてもよい。

[0090] こうした検定手法を実施するにあつては絶対測位部において衛星の仰角、衛星信号の強度(または搬送波対雑音密度比 (Carrier to Noise density ratio: CN_0) 値)、疑似距離残差、等に基づき、不可視衛星を有効に排除した上で、冗長化された測位演算を実施し、この結果に基づく判定を行うことにより、測位解信頼性判定精度が向上する。

[0091] 以上により、測位解信頼性判定部 34 は複合測位部 35 に対してGNSS測位解と共に測位解信頼性判定指標等を入力する。そして、複合測位部 35 は、タイムエポック毎に、GNSS測位解及び測位解信頼性判定指標等を入力して、測位解信頼性判定指標に基づき複合測位演算を行う (S 14, S 15 参照)。

[0092] [従来の方式による結果と本実施形態の方式による結果の比較]

続いて、図 16 を用いて、従来の方式による結果と本実施形態の方式による結果を説明する。図 16 (a) は従来の方式の複合測位によるデッドレコニング状態への状態遷移を示す図、図 16 (b) は各実施形態の方式の複合測位によるデッドレコニング状態への状態遷移を示す図である。

[0093] 従来、しばしばデッドレコニング状態への状態遷移はGNSS衛星信号の受信状態が極端に劣化したことを契機に行われていたが、図 16 (a) に示すように、デッドレコニング移行直前にGNSS信号受信環境の劣化により、GNSS測位解が大きな誤差を生じる場合 (図 16 (a) : P 11) には複合測位解に誤差を生じ、デッドレコニング状態においてオフセット誤差が継続する課題 (図 16 (a) : P 21) があつた。これに対し本実施形態では、図 16 (b) に示すようにGNSS測位解の信頼性判定に基づき、有効解のみを複合測位演算に使用し、有効解が得られない場合にはプロアクティブにデッドレコニング状態に遷移 (図 16 (b) : P 12) するため、このような問題は生じ

ない（図16（b）：P22）。

[0094] なお、出力部36は、複合測位解を使用する機器、アプリケーションに対して必要なデータ形式でデータを出力する。リアルタイムのデータ出力形式としては緯度、経度、高度の座標値、ECEF座標系データ、NMEA0183形式データ、ROS(Robot Operating System)Topicsデータ等で出力される。また、複合測位解のログデータとしてはKML(Keyhole Markup Language)形式やGPX(GPS eXchange Format)形式等が使用される。

[0095] また、複合測位部35から出力される複合測位解は、絶対測位部にフィードバックして入力されてもよい。その場合、絶対測位部では例えば複合測位解をRTK-GNSS測位演算における初期位置として使用される。複合測位解はGNSS受信環境に依らず、トンネル、高架下等のGNSS衛星信号が完全に遮断される環境においても継続して出力されるため、トンネル出口、高架下通過後のRTK-GNSS Fix解を出力するまでの復帰時間(TTFF: Time-to-First-Fix)を短縮することができるだけでなく、難受信環境が断続的に継続する都市部のアーバンキャニオン環境においてGNSS測位の有効解の取得率を向上することができる。

[0096] 尚、複合測位部35において、デッドレコニング状態が長時間継続するとセンサデータのドリフトにより誤差が累積するため、相対測位部33にはアプリケーションの要件により適切な性能を有するセンサを搭載し、複合測位部35はこのセンサデータを選択して使用してもよい。

[0097] [実施形態の効果]

以上説明したように、GNSS衛星信号の難受信環境において高い測位精度を維持することができるという効果を奏する。具体的には、測位解信頼性判定部34はGNSS測位解が真値に近い有効解であるか否かの測位解信頼性判定を行う。そして、複合測位部35は、有効解が得られた場合はGNSS測位解を使用して複合測位を行い、有効解が得られない場合はプロアクティブにデッドレコニングに遷移する。具体的には、車両がトンネル等に入る直前で良好でないGNSS衛星信号による、誤差を含むGNSS測位解を用いた複合測位により、

真値に近い位置を得られないままトンネル等に入ってデッドレコニング(自律航法)に遷移するのではなく、むしろ車両がトンネル等に入る直前でプロアクティブにデッドレコニング(自律航法)に遷移することにより、車両がトンネル等に入ってデッドレコニングが継続しても、極端に誤った測位をすることが無くなる。

[0098] 〔補足〕

以上、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく、例えば以下に示すように、種々の変更及び応用が可能である。

[0099] (1) 測位装置3は、コンピュータとプログラムによって実現できるが、このプログラムを(非一時的)記録媒体に記録することも、インターネット等の通信ネットワークを介して提供することも可能である。

[0100] (2) CPU301(マイクロプロセッサ)は、単一だけでなく、複数であってもよい。

[0101] 〔付記項〕

上記各実施形態は、以下のように示すことができる。

[0102] 〔付記項1〕

プロセッサを有し、移動体の測位を行う測位装置であって、前記プロセッサは、GNSS測位演算を実施してGNSS測位解を得る絶対測位処理と、前記GNSS測位解が真値に近い有効解であるか否かの測位解信頼性判定を行うことで、測位解信頼性判定指標を算出する測位解信頼性判定処理と、前記測位解信頼性判定指標に基づいて、前記GNSS測位解を使用して相対測位との複合測位解を出力するか、または前記GNSS測位解を使用せずにデッドレコニングによる測位解を出力する複合測位処理と、
を実行する測位装置。

[0103] 〔付記項2〕

前記測位解信頼性判定指標は、前記GNSS測位解を使用して複合測位を行うか、またはGNSS測位解を使用せずに測位を行うかを示す情報である、付記項

1 に記載の測位装置。

[0104] [付記項 3]

前記測位解信頼性判定指標は、前記GNSS測位解を使用する場合の当該GNSS測位解への重み付けを示す情報である、付記項 1 に記載の測位装置。

符号の説明

- [0105] 1 通信システム
- 3 測位装置
- 2 1 測位演算条件設定部
- 2 2 通信部
- 3 1 絶対測位部
- 3 2 時計部
- 3 3 相対測位部
- 3 4 測位解信頼性判定部
- 3 5 複合測位部
- 3 6 出力部

請求の範囲

- [請求項1] 移動体の測位を行う測位装置であって、
GNSS測位演算を実施してGNSS測位解を得る絶対測位部と、
前記GNSS測位解が真値に近い有効解であるか否かの測位解信頼性判定を行うことで、測位解信頼性判定指標を算出する測位解信頼性判定部と、
前記測位解信頼性判定指標に基づいて、前記GNSS測位解を使用して相対測位との複合測位解を出力するか、または前記GNSS測位解を使用せずにデッドレコニングの測位解を出力する複合測位部と、
を有する測位装置。
- [請求項2] 前記測位解信頼性判定部は、前記移動体に設置された少なくとも3つのアンテナのうちの所定の2つのアンテナによる全ての組み合わせについて、前記各アンテナのGNSS測位解から算出された所定の2つのアンテナ間の距離と、実際に設置されたアンテナの位相中心位置間の距離を比較し、当該比較による距離の差が閾値以内であることを検定することで、前記測位解信頼性判定指標を算出する、請求項1に記載の測位装置。
- [請求項3] 前記測位解信頼性判定部は、前記移動体の進行方向から順に前記移動体に設置された第1のアンテナ及び第2のアンテナのうち、前記第2のアンテナが第1の時刻における第1のアンテナの位置に到達したと想定される第2の時刻における第2のアンテナの測位解と、第1の時刻における第1のアンテナの測位解を比較し、当該比較による差が閾値以内であることを検定することで、前記測位解信頼性判定指標を算出する、請求項1に記載の測位装置。
- [請求項4] 前記測位解信頼性判定部は、前記GNSS測位解の出力頻度よりも高い頻度で経時的に冗長化された測位演算を行い、代表のGNSS測位解と当該代表のGNSS測位解の直近の代表のGNSS測位解との間で出力される複数の中間の測位解の振る舞いに基づいて、前記代表のGNSS測位解の信

信頼性を判定することで、前記測位解信頼性判定指標を算出する、請求項 1 に記載の測位装置。

[請求項5] 前記測位解信頼性判定部は、前記GNSS測位解の出力頻度よりも高い頻度で経時的に冗長化された測位演算を行い、前記GNSS測位解と過去の複合測位解との整合性に基づいて、前記GNSS測位解の信頼性を判定することで、前記測位解信頼性判定指標を算出する、請求項 1 に記載の測位装置。

[請求項6] 前記測位解信頼性判定部は、搬送波位相測位の有効解の出力期待値に影響するように演算条件を変えた、複数の測位演算条件の演算を実行し、それぞれの測位演算条件における測位解の振る舞いに基づいて、代表のGNSS測位解の信頼性を判定することで、前記測位解信頼性判定指標を算出する、請求項 1 に記載の測位装置。

[請求項7] 前記測位解信頼性判定部は、
第 1 の基準局で取得される観測データおよび当該第 1 の基準局の位置情報を使用して、移動局のRTK-GNSS測位演算を行い、得られたGNSS測位解と観測データを使用して前記移動局から第 2 の基準局へ向かう基線ベクトルを算出し、
前記基線ベクトルの算出により得られる前記第 2 の基準局の測位解を真値の位置と比較することによって、前記移動局におけるGNSS測位解の信頼性を判定することで、前記測位解信頼性判定指標を算出する、
請求項 1 に記載の測位装置。

[請求項8] 前記測位解信頼性判定部は、複数の基準局で取得される各観測データおよび当該複数の基準局の各位置情報を使用して、移動局のRTK-GNSS測位演算を行うことで、前記測位解信頼性判定指標を算出する、請求項 1 に記載の測位装置。

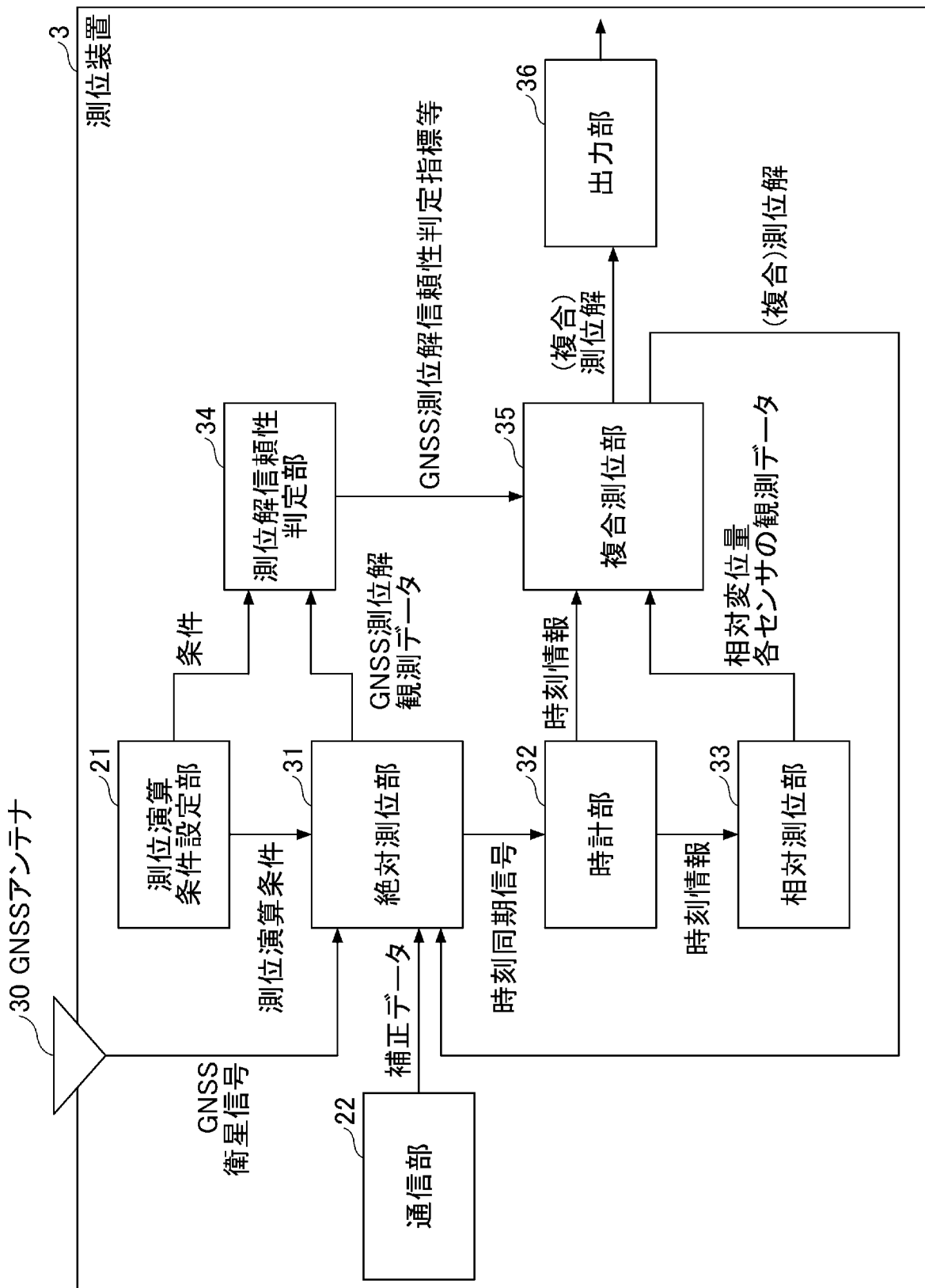
[請求項9] 移動体の測位を行う測位装置であって、
GNSS測位演算を実施するしてGNSS測位解を得る絶対測位処理と、

前記GNSS測位解が真値に近い有効解であるか否かの測位解信頼性判定を行うことで、測位解信頼性判定指標を算出する測位解信頼性判定処理と、

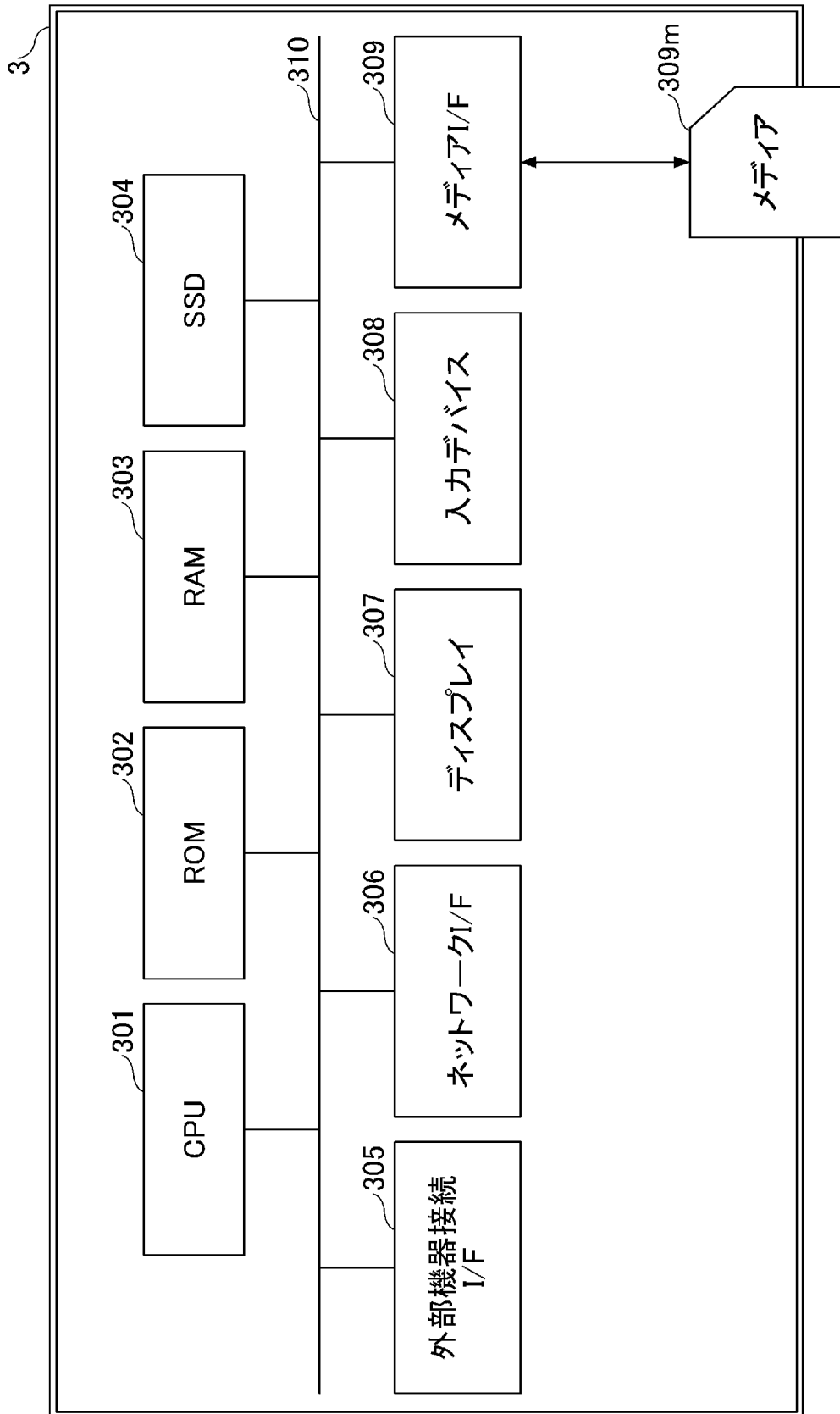
前記測位解信頼性判定指標に基づいて、前記GNSS測位解を使用して相対測位との複合測位解を出力するか、または前記GNSS測位解を使用せずにデッドレコニングの測位解を出力する複合測位処理と、
を実行する測位方法。

[請求項10] コンピュータに、請求項9に記載の方法を実行させるプログラム。

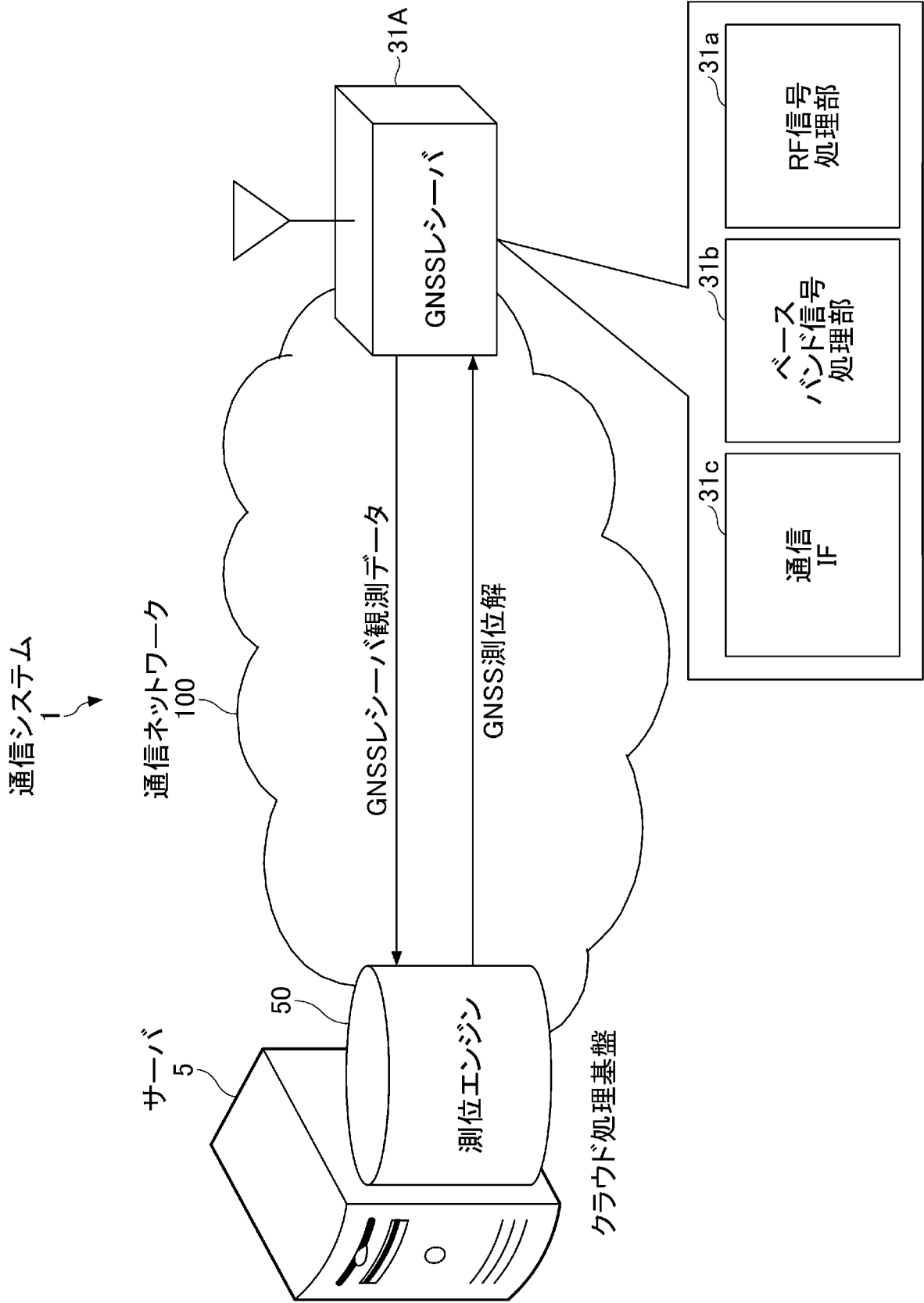
[図1]



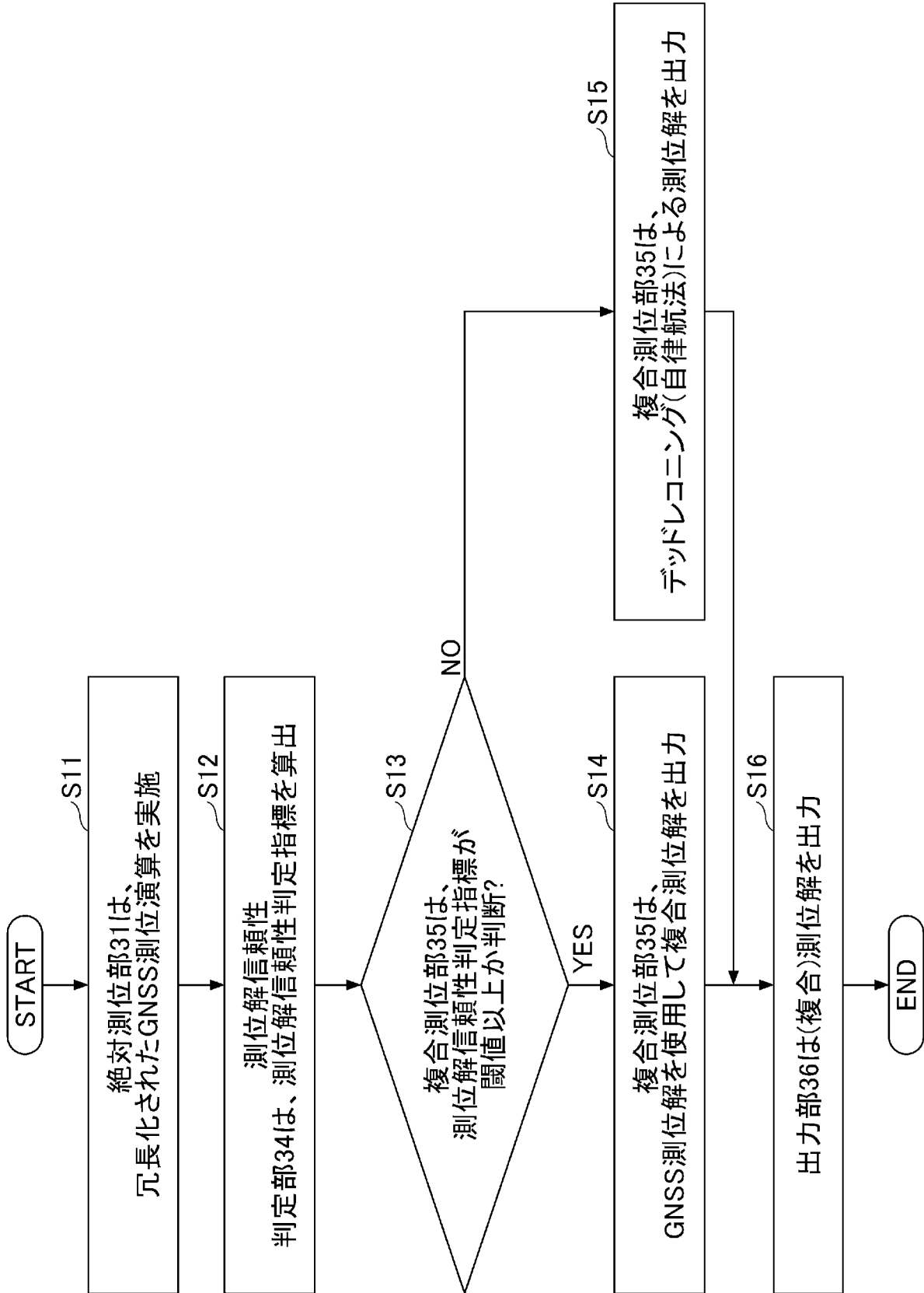
[図2]



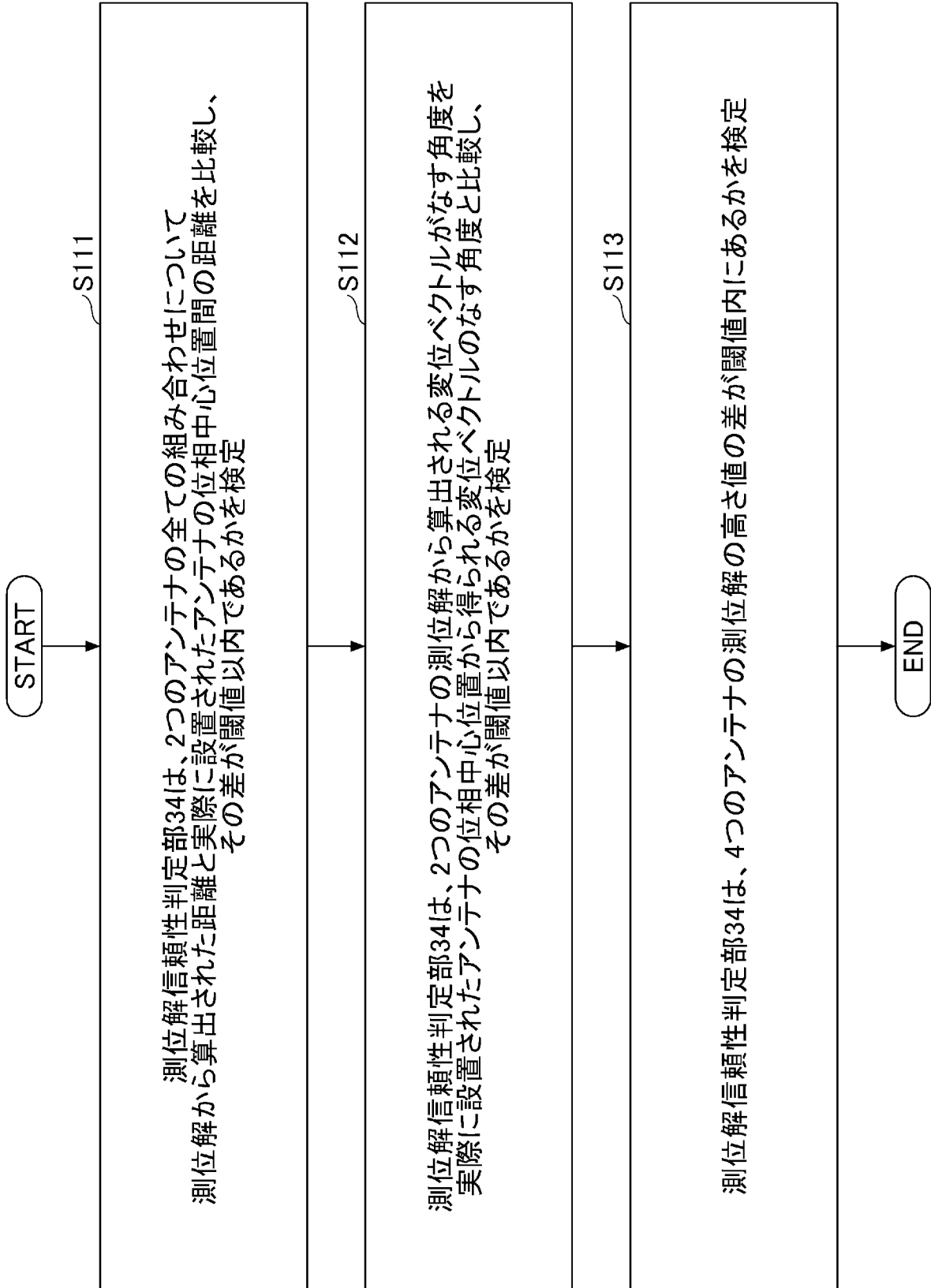
[図3]



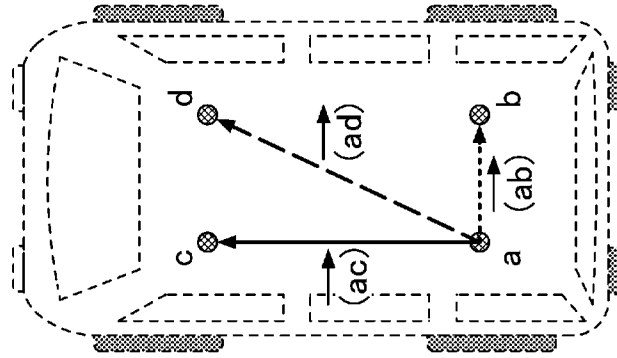
[図4]



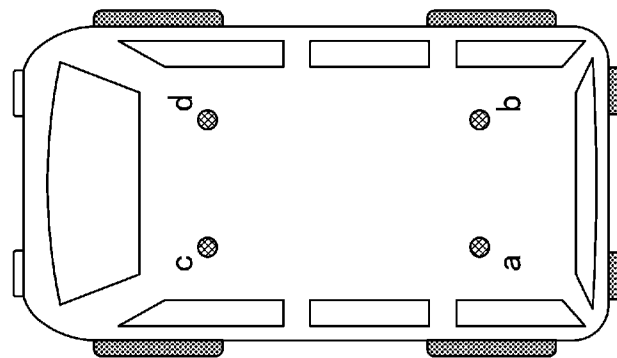
[図5]



[図6]

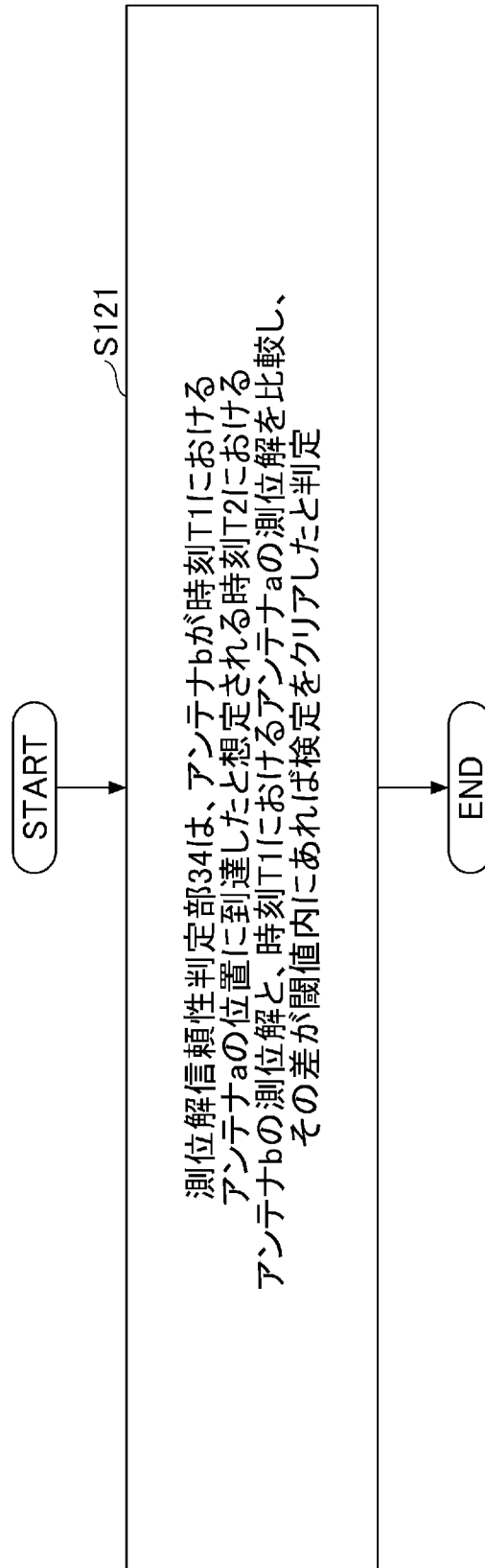


(b)

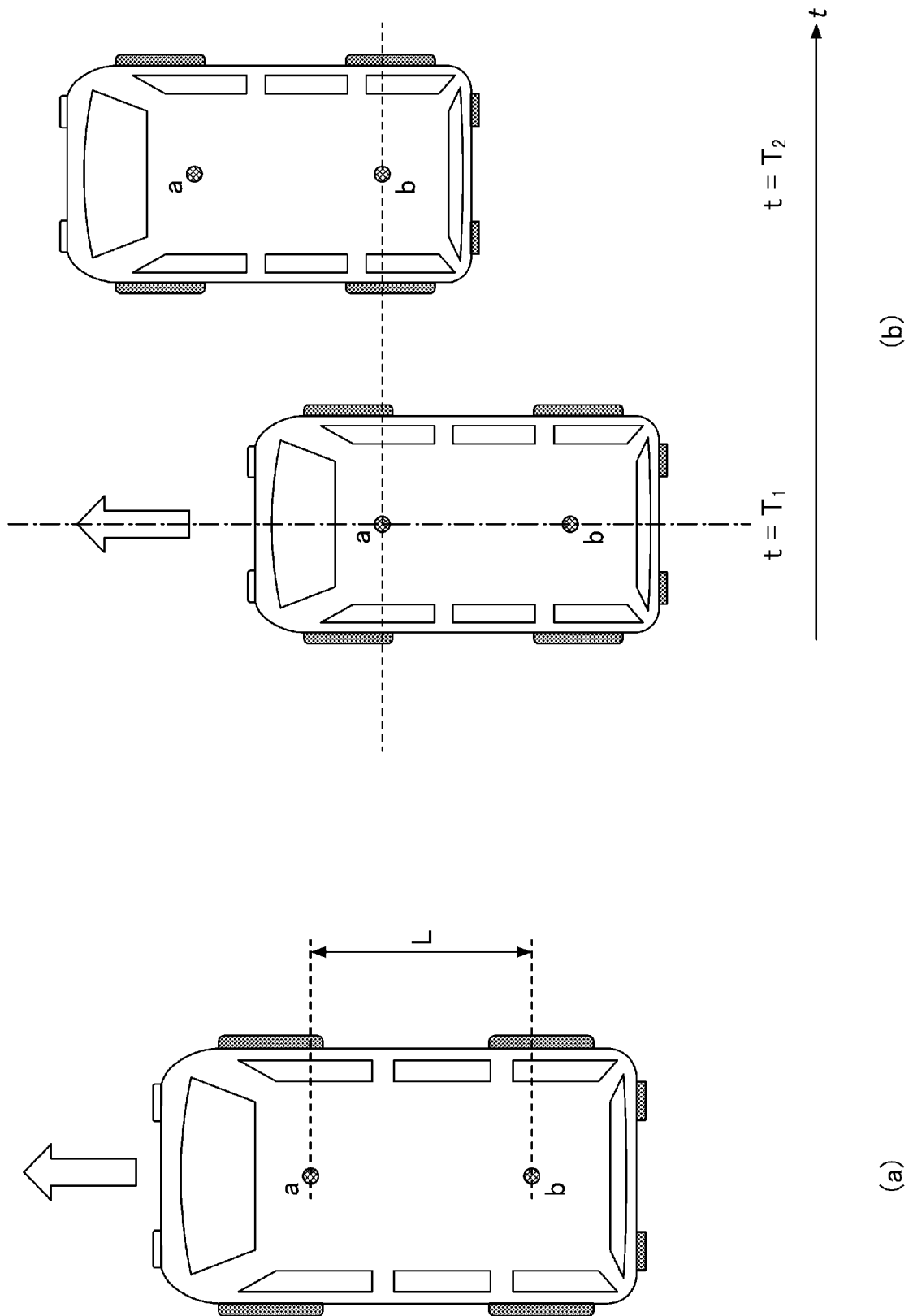


(a)

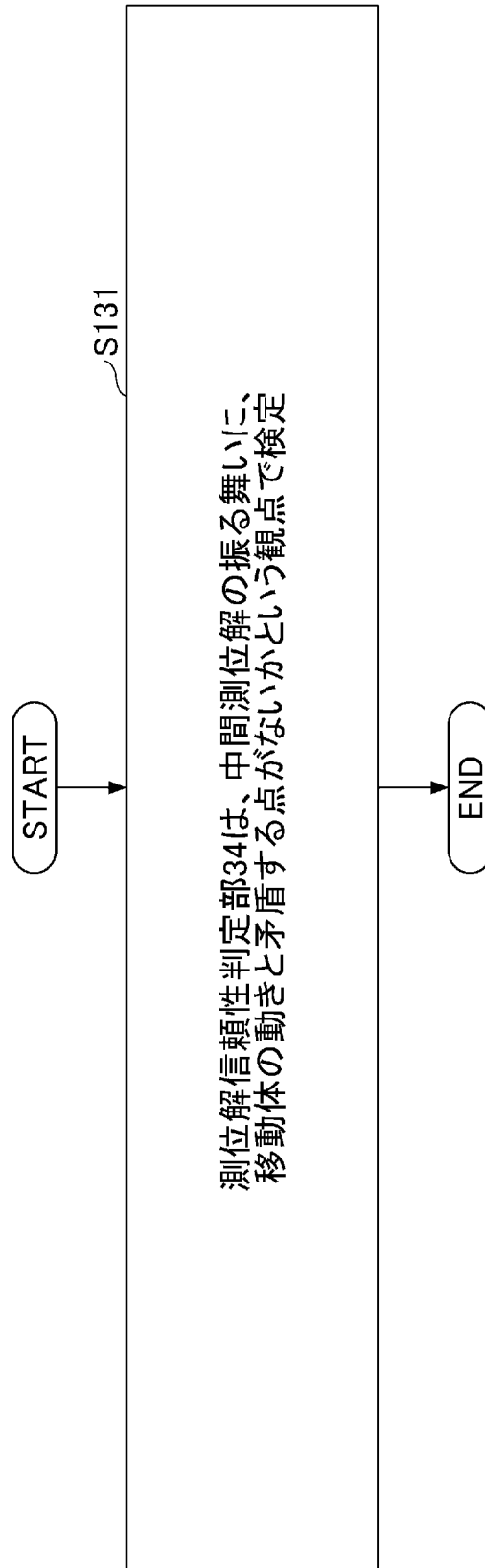
[図7]



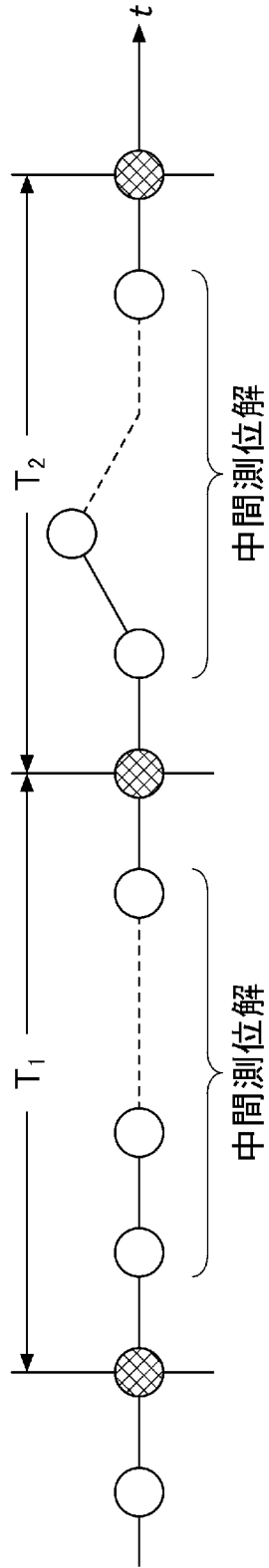
[図8]



[図9]

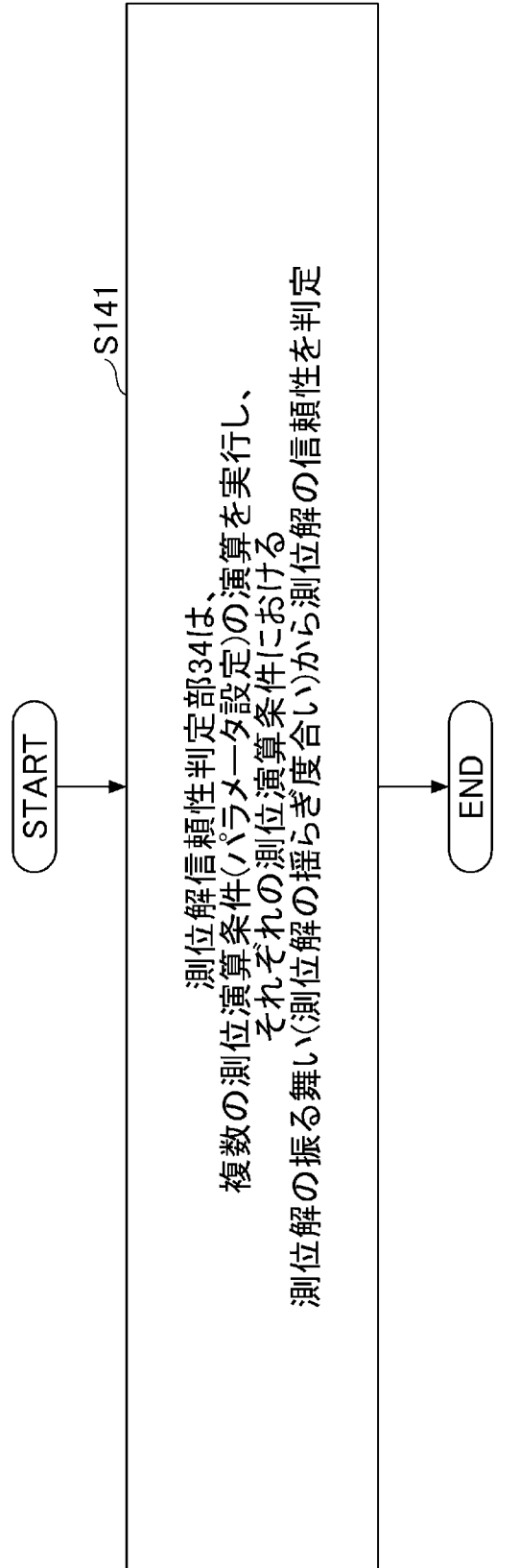


[図10]

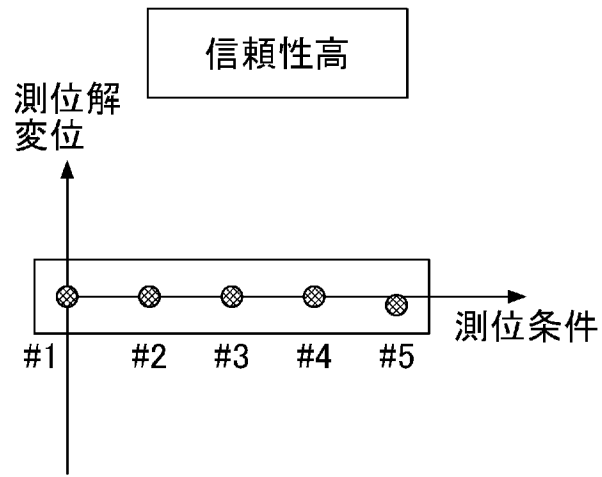


出力測位解(代表測位解)

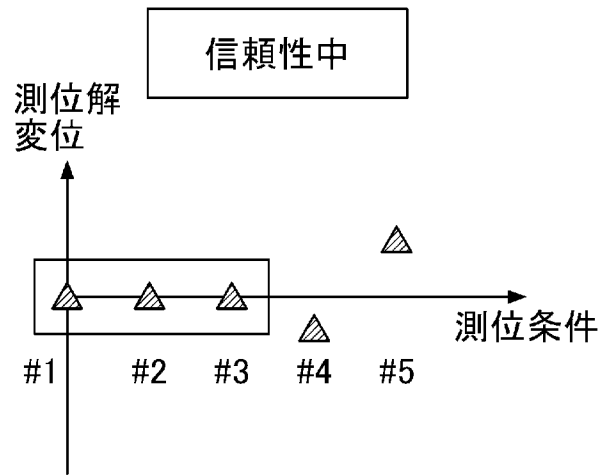
[図11]



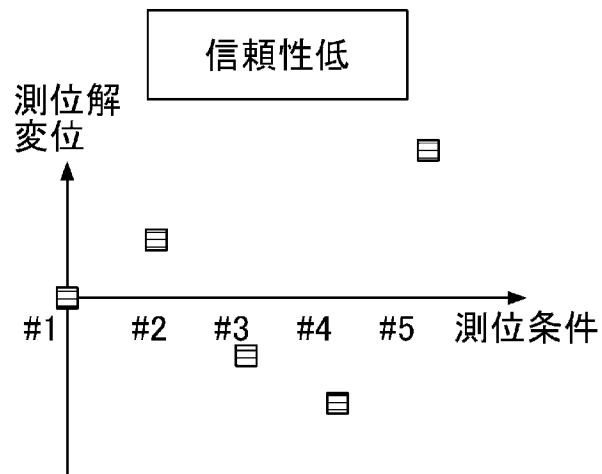
[図12]



(a)

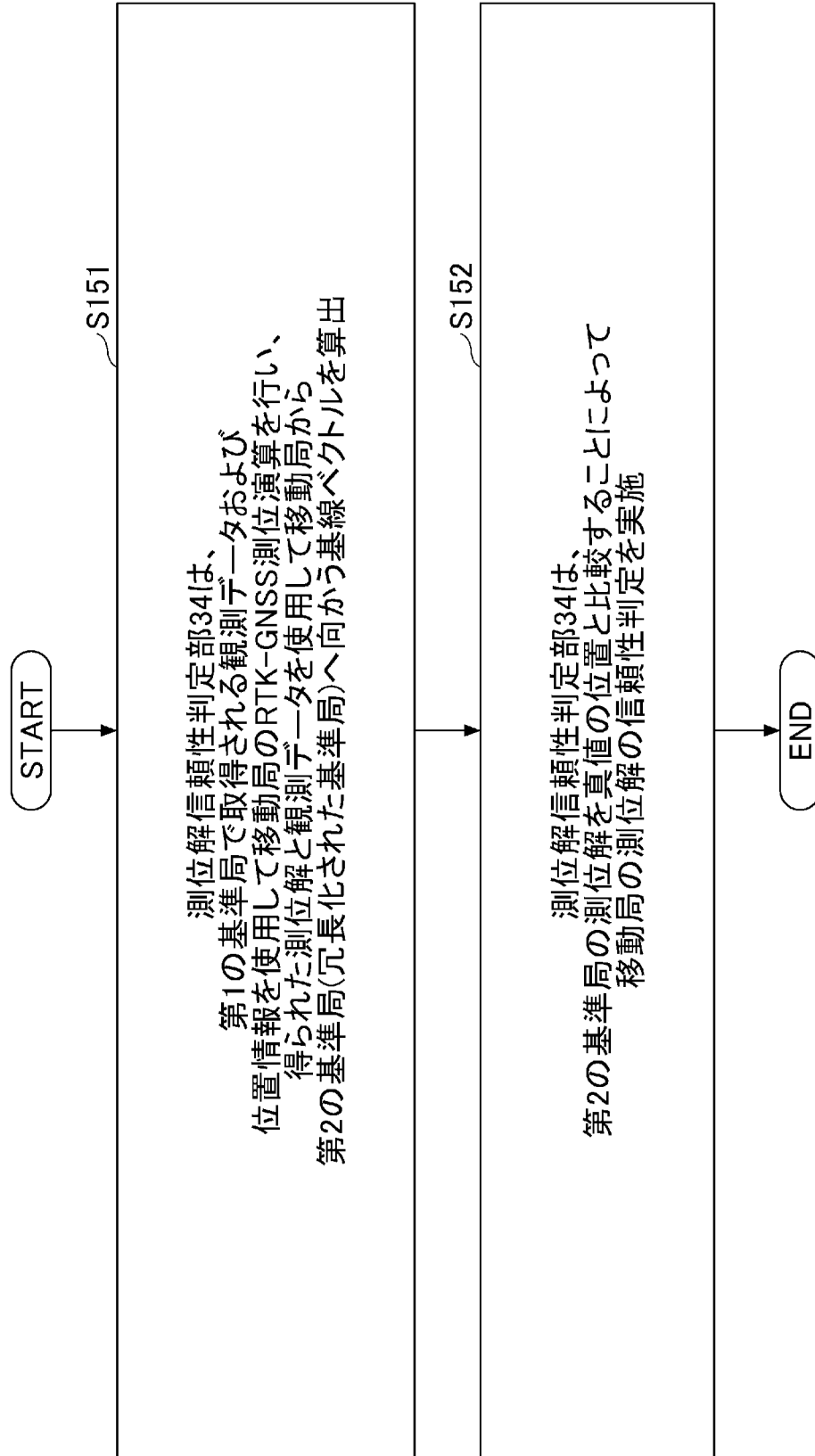


(b)

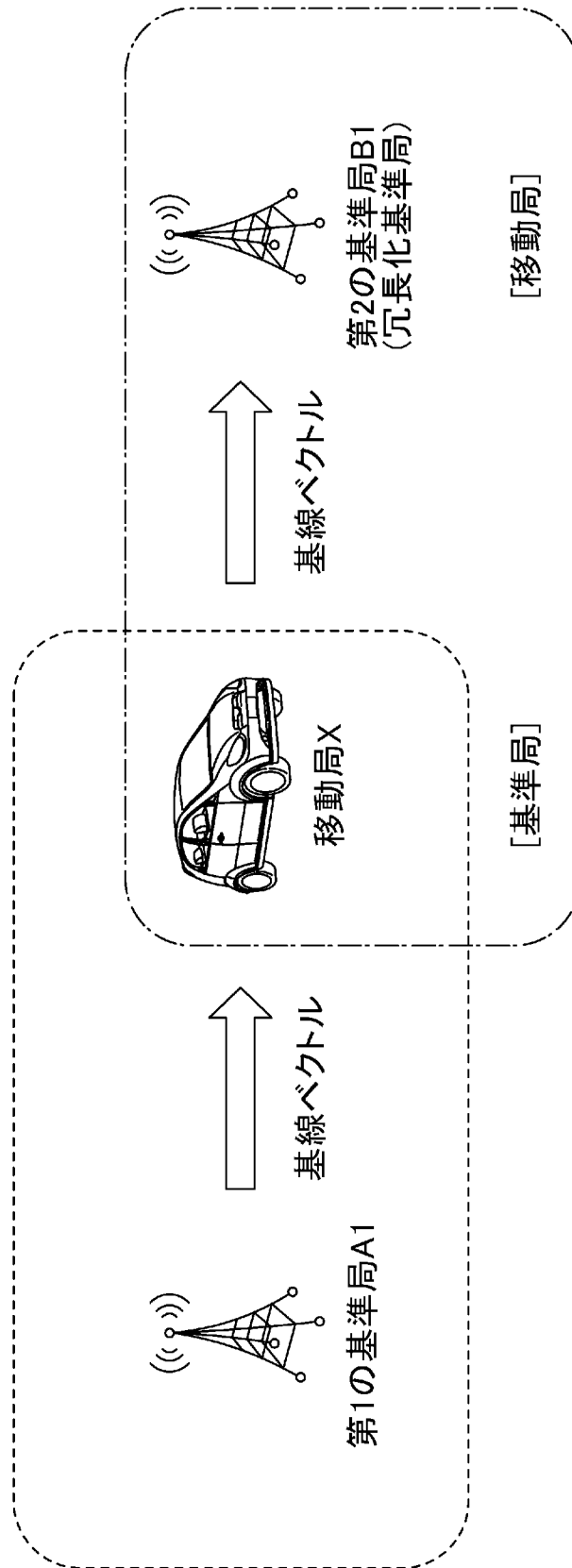


(c)

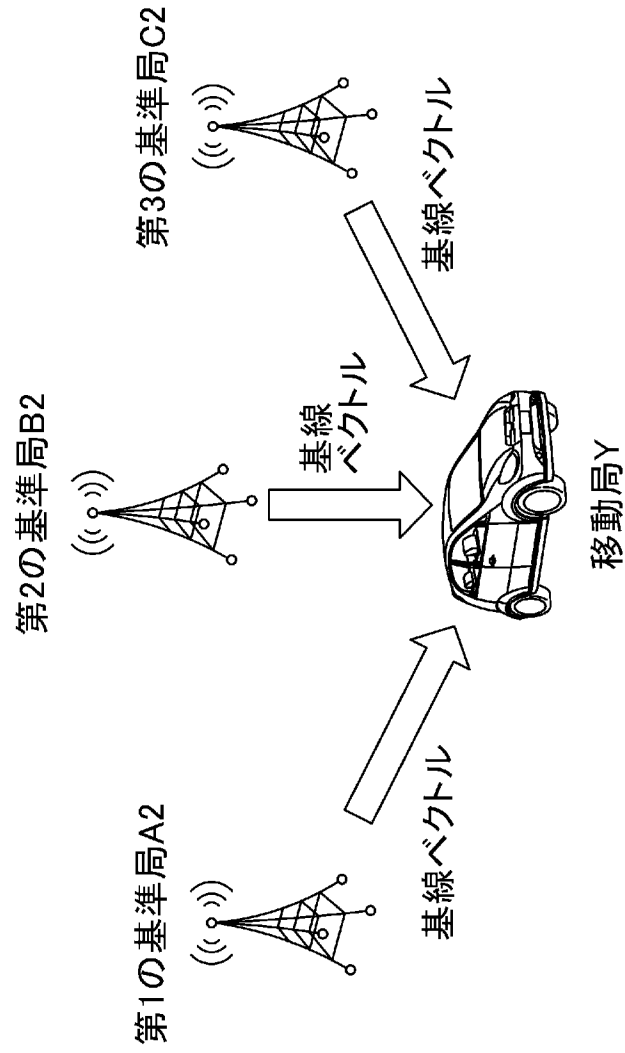
[図13]



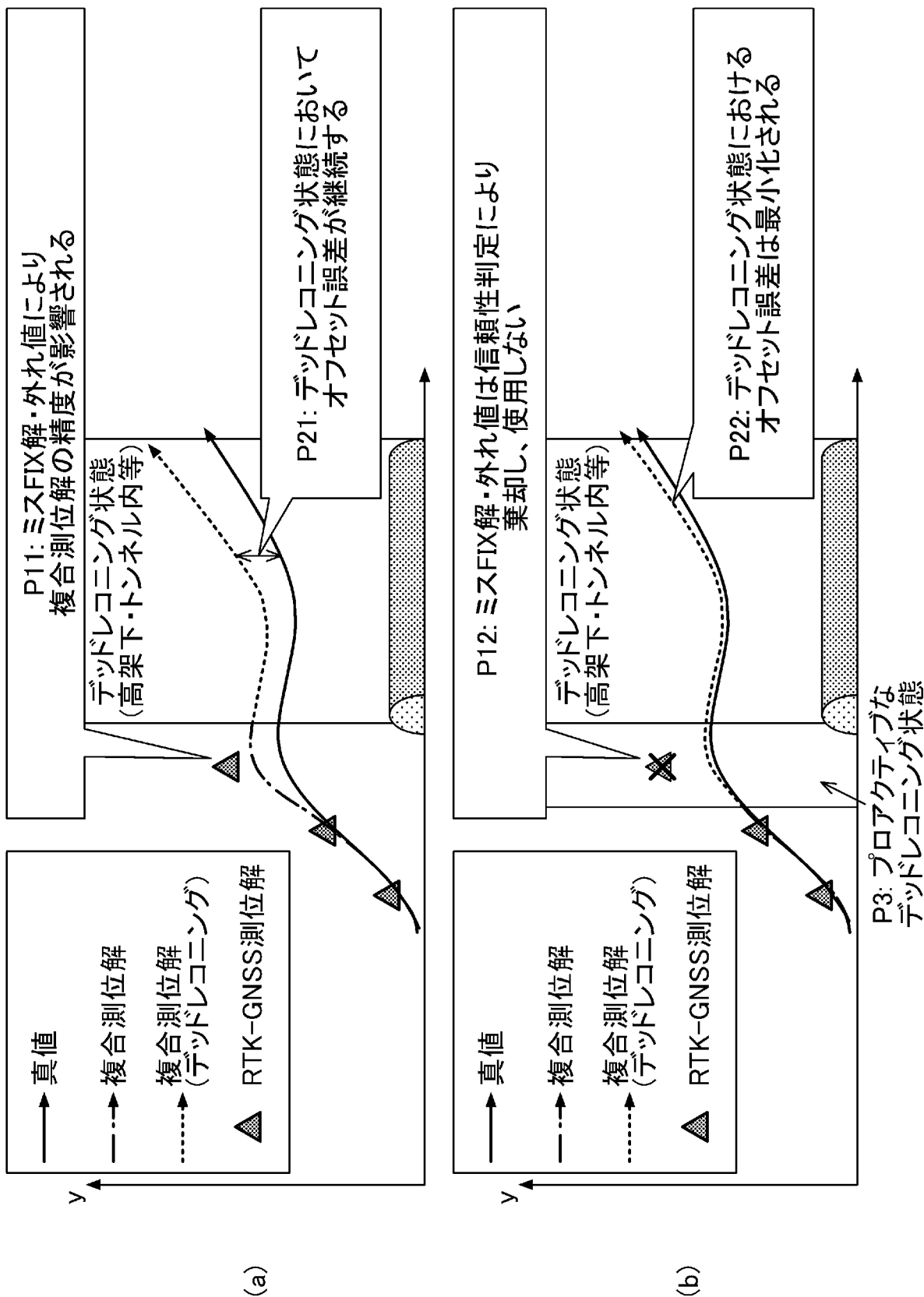
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/014885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 19/43</i> (2010.01)i; <i>G01S 19/49</i> (2010.01)i FI: G01S19/49; G01S19/43		
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) G01S5/00-5/14, 19/00-19/55; G01C21/00-21/36, 23/00-25/00		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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 2013-171044 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 02 September 2013 (2013-09-02) paragraphs [0018]-[0040], fig. 1, 2	1, 9-10
Y	paragraphs [0018]-[0040], fig. 1, 2	2, 4-5, 8
A	paragraphs [0018]-[0040], fig. 1, 2	3, 6-7
Y	WO 2016/121058 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 04 August 2016 (2016-08-04) paragraphs [0034], [0039], fig. 7, 9	2
Y	JP 2017-106842 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 15 June 2017 (2017-06-15) paragraphs [0021]-[0024]	4-5
Y	JP 2012-7939 A (AISIN AW CO., LTD.) 12 January 2012 (2012-01-12) paragraphs [0017], [0084]	5
Y	WO 2010/001940 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOPCON) 07 January 2010 (2010-01-07) paragraphs [0131]-[0134]	8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 11 May 2023		Date of mailing of the international search report 06 June 2023
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

International application No.

PCT/JP2023/014885**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-76671 A (CASIO COMPUTER CO., LTD.) 25 April 2013 (2013-04-25) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2011-125128 A (KYOSAN ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 23 June 2011 (2011-06-23) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2014-71005 A (JVC KENWOOD CORP.) 21 April 2014 (2014-04-21) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2007-107890 A (GEOGRAPHICAL SURVEY INST MINISTRY OF LAND INFRASTRUCTURE & TRANSPORT) 26 April 2007 (2007-04-26) entire text, all drawings	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/014885

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2013-171044 A	02 September 2013	US 2013/0214967 A1 paragraphs [0038]-[0059], fig. 1, 2 EP 2629116 A1 KR 10-2013-0095205 A CN 103257355 A	
WO 2016/121058 A1	04 August 2016	US 2017/0363746 A1 paragraphs [0068], [0077], fig. 7, 9 EP 3252503 A1	
JP 2017-106842 A	15 June 2017	(Family: none)	
JP 2012-7939 A	12 January 2012	US 2011/0320122 A1 paragraph [0092] EP 2400268 A1 CN 102298152 A	
WO 2010/001940 A1	07 January 2010	US 2011/0096957 A1 paragraphs [0163], [0164] EP 2309225 A1	
JP 2013-76671 A	25 April 2013	(Family: none)	
JP 2011-125128 A	23 June 2011	(Family: none)	
JP 2014-71005 A	21 April 2014	(Family: none)	
JP 2007-107890 A	26 April 2007	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 19/43(2010.01)i; G01S 19/49(2010.01)i FI: G01S19/49; G01S19/43		
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）） G01S5/00-5/14, 19/00-19/55; G01C21/00-21/36, 23/00-25/00 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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
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）		
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 2013-171044 A (三星電子株式会社) 02.09.2013 (2013-09-02) 段落[0018]-[0040], 図1, 2	1, 9-10
Y	段落[0018]-[0040], 図1, 2	2, 4-5, 8
A	段落[0018]-[0040], 図1, 2	3, 6-7
Y	WO 2016/121058 A1 (三菱電機株式会社) 04.08.2016 (2016-08-04) 段落[0034], [0039], 図7, 9	2
Y	JP 2017-106842 A (三菱重工業株式会社) 15.06.2017 (2017-06-15) 段落[0021]-[0024]	4-5
Y	JP 2012-7939 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 12.01.2012 (2012-01-12) 段落[0017], [0084]	5
Y	WO 2010/001940 A1 (株式会社トプコン) 07.01.2010 (2010-01-07) 段落[0131]-[0134]	8
A	JP 2013-76671 A (カシオ計算機株式会社) 25.04.2013 (2013-04-25) 全文全図	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “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 “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） “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 “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 “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
11.05.2023	06.06.2023	
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） 梶田 真也 2M 3303 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
A	JP 2011-125128 A (株式会社京三製作所) 23.06.2011 (2011 - 06 - 23) 全文全図	1-10
A	JP 2014-71005 A (株式会社 J V C ケンウッド) 21.04.2014 (2014 - 04 - 21) 全文全図	1-10
A	JP 2007-107890 A (国土交通省国土地理院長) 26.04.2007 (2007 - 04 - 26) 全文全図	1-10

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/JP2023/014885

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2013-171044 A	02.09.2013	US 2013/0214967 A1 段落[0038]-[0059], 図1, 2 EP 2629116 A1 KR 10-2013-0095205 A CN 103257355 A	
WO 2016/121058 A1	04.08.2016	US 2017/0363746 A1 段落[0068], [0077], 図7, 9 EP 3252503 A1	
JP 2017-106842 A	15.06.2017	(ファミリーなし)	
JP 2012-7939 A	12.01.2012	US 2011/0320122 A1 段落[0092] EP 2400268 A1 CN 102298152 A	
WO 2010/001940 A1	07.01.2010	US 2011/0096957 A1 段落[0163]-[0164] EP 2309225 A1	
JP 2013-76671 A	25.04.2013	(ファミリーなし)	
JP 2011-125128 A	23.06.2011	(ファミリーなし)	
JP 2014-71005 A	21.04.2014	(ファミリーなし)	
JP 2007-107890 A	26.04.2007	(ファミリーなし)	