

(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3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201868 A1

(51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2020.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/013090

(22) 国際出願日: 2023年3月30日(30.03.2023)

(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: 株式会社 S U B A R U (SUBARU CORPORATION) [JP/JP]; 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 吉田 優(YOSHIDA Yu); 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社 S U B A R U 内 Tokyo (JP). 大野 翼(ONO Tsubasa); 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社 S U B A R U 内 Tokyo (JP). 渡邊 圭一(WATANABE Keiichi); 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社 S U B A R U 内 Tokyo (JP).

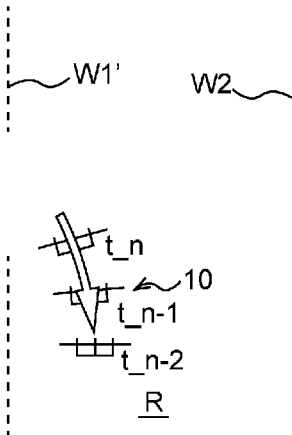
(74) 代理人: 弁理士法人太田特許事務所 (OHTA PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒1640012 東京都中野区本町1丁目23-9 N I Dビル6F Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: MEASUREMENT SYSTEM, MEASUREMENT DEVICE, MEASUREMENT DEVICE CONTROL METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 計測システム、計測装置、計測装置の制御方法及び記録媒体



(57) Abstract: In the present invention, a control device for capturing an image of a measurement target by an imaging device while autonomously driving a measurement device is configured to: autonomously drive the measurement device along a measurement path on the basis of guide information detected by an ambient environment sensor; estimate the position of the measurement device on the basis of detection information from an inertial measurement sensor; and if the guide information becomes unable to be detected by the ambient environment sensor, move the measurement device backward to a specific position where the guide information is detected by the ambient environment sensor and the result of estimating the position of the measurement device is recorded, and then autonomously drive the measurement device along the measurement path on the basis of the detection information from the inertial measurement sensor.

(57) 要約: 計測装置を自律走行させながら撮像装置により計測対象を撮影する制御装置は、周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて計測装置を計測経路に沿って自律走行させ、慣性計測センサの検出情報に基づいて計測装置の位置を推定し、周囲環境センサによりガイド情報が検出されなくなった場合、周囲環境センサによりガイド情報が検出され、かつ、計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで計測装置を後退させた後、慣性計測センサの検出情報に基づいて計測装置を計測経路に沿って自律走行させる。

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)）

明 細 書

発明の名称：

計測システム、計測装置、計測装置の制御方法及び記録媒体

技術分野

[0001] 本開示は、計測システム、計測装置、計測装置の制御方法及び記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 相互に重なり合う重複領域を有する複数の撮像データを合成して合成データを生成する技術が種々用いられている。例えば特許文献1には、複数のステレオ撮像手段により移動体の走行面を撮像した奥行方向の距離情報を含む複数の撮像画像を取得し、各ステレオ撮像画像から抽出される特徴点をマッチングして、取得した複数の撮像画像を重複させて走行面の幅員方向に繋ぐ制御装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-164138号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで、撮像データを収集するための装置（計測装置）を自律走行可能にすることにより、合成データを生成するために用いる撮像データを自動で収集することが可能になる。計測装置を自律走行可能にするには、計測装置を計測経路に沿って移動させることが必要になる。例えばGPS（Global Positioning System）等の衛星システムを活用することで、計測装置を計測経路に沿って自律走行させることができる。しかしながら、例えばトンネル内などの衛星信号を受信できない環境下においては計測装置を自律走行させることができない。

[0005] 一方、衛星システムを活用する代わりに、計測対象の環境内に存在する側

壁などの、センサにより検出可能な固定物との相対位置関係を活用して計測装置を自律走行させることも考えられる。しかしながら、計測装置を自律走行させている間に、そのような側壁等が途切れてしまった場合には、計測装置が計測経路から外れてしまったり、自律走行が不可能になったりするおそれがある。

[0006] 本開示は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本開示の目的とするところは、計測環境内にある固定物との相対位置関係を活用して計測装置を自律走行させている間に、当該固定物が検出されなくなった場合であっても、計測装置の自律走行を継続可能な計測システム、計測装置、計測装置の制御方法及び記録媒体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示のある観点によれば、計測対象を撮影した複数の撮像データを合成し、上記計測対象のモデルのデータを生成する計測システムにおいて、上記計測対象を撮影し上記撮像データを生成する撮像装置と、上記撮像装置を搭載した計測装置と、上記計測装置の周囲環境を検出する周囲環境センサと、上記計測装置の加速度及び角速度を検出する慣性計測センサと、上記計測装置を自律走行させながら上記撮像装置により上記計測対象を撮影する制御装置と、上記撮像装置により撮像された上記複数の撮像データを取得し、取得した上記複数の撮像データを合成して上記計測対象のモデルのデータを生成する情報処理装置と、を備え、上記制御装置は、上記計測装置を移動させる計測経路の情報を取得し、上記周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて上記計測装置を上記計測経路に沿って自律走行させる自律走行制御処理と、上記慣性計測センサの検出情報に基づいて上記計測装置の位置を推定する自己位置推定処理と、を実行し、上記自律走行制御処理において上記周囲環境センサにより上記ガイド情報が検出されなくなった場合、上記周囲環境センサにより上記ガイド情報が検出され、かつ、上記計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで上記計測装置を後退させた後、上記慣性計測センサの検出情報に基づいて上記

計測装置を上記計測経路に沿って自律走行させる計測システムが提供される。

[0008] また、上記課題を解決するために本開示の別の観点によれば、計測対象を撮影した複数の撮像データを合成し、上記計測対象のモデルのデータを生成するための上記撮像データを収集する計測装置において、上記計測対象を撮影し上記撮像データを生成する撮像装置と、上記撮像装置を搭載した計測装置と、上記計測装置の周囲環境を検出する周囲環境センサと、上記計測装置の加速度及び角速度を検出する慣性計測センサと、上記計測装置を自律走行させながら上記撮像装置により上記計測対象を撮影する制御装置と、を備え、上記制御装置は、上記計測装置を移動させる計測経路の情報を取得し、上記周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて上記計測装置を上記計測経路に沿って自律走行させる自律走行制御処理と、上記慣性計測センサの検出情報に基づいて上記計測装置の位置を推定する自己位置推定処理と、を実行し、上記自律走行制御処理において上記周囲環境センサにより上記ガイド情報が検出されなくなった場合、上記周囲環境センサにより上記ガイド情報が検出され、かつ、上記計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで上記計測装置を後退させた後、上記慣性計測センサの検出情報に基づいて上記計測装置を上記計測経路に沿って自律走行させる計測装置が提供される。

[0009] また、上記課題を解決するために本開示の別の観点によれば、計測対象を撮影した複数の撮像データを合成し、上記計測対象のモデルのデータを生成するための上記撮像データを収集する計測装置の制御方法において、上記計測装置は、上記計測対象を撮影し上記撮像データを生成する撮像装置と、上記計測装置の周囲環境を検出する周囲環境センサと、上記計測装置の加速度及び角速度を検出する慣性計測センサと、上記計測装置を自律走行させながら上記撮像装置により上記計測対象を撮影する制御装置と、を備え、上記制御装置は、上記計測装置を移動させる計測経路の情報を取得し、上記周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて上記計測装置を上記計測経

路に沿って自律走行させる自律走行制御処理と、上記慣性計測センサの検出情報に基づいて上記計測装置の位置を推定する自己位置推定処理と、を実行し、上記自律走行制御処理において上記周囲環境センサにより上記ガイド情報が検出されなくなった場合、上記周囲環境センサにより上記ガイド情報が検出され、かつ、上記計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで上記計測装置を後退させた後、上記慣性計測センサの検出情報に基づいて上記計測装置を上記計測経路に沿って自律走行させる計測装置の制御方法が提供される。

[0010] また、上記課題を解決するために本開示の別の観点によれば、計測対象を撮影した複数の撮像データを合成し、上記計測対象のモデルのデータを生成するための上記撮像データを収集する計測装置を制御するプログラムであって、上記計測装置は、上記計測対象を撮影し上記撮像データを生成する撮像装置と、上記撮像装置を搭載した計測装置と、上記計測装置の周囲環境を検出する周囲環境センサと、上記計測装置の加速度及び角速度を検出する慣性計測センサと、上記計測装置を自律走行させながら上記撮像装置により上記計測対象を撮影する制御装置と、を備え、コンピュータに、上記計測装置を移動させる計測経路の情報を取得し、上記周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて上記計測装置を上記計測経路に沿って自律走行させることと、上記慣性計測センサの検出情報に基づいて上記計測装置の位置を推定することと、上記自律走行させる間に上記周囲環境センサにより上記ガイド情報が検出されなくなった場合、上記周囲環境センサにより上記ガイド情報が検出され、かつ、上記計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで上記計測装置を後退させた後、上記慣性計測センサの検出情報に基づいて上記計測装置を上記計測経路に沿って自律走行させることと、を実行させるプログラムを記録した、非一時的な有形の記録媒体が提供される。

発明の効果

[0011] 以上説明したように本開示によれば、計測環境内にある固定物との相対位置関係を活用して計測装置を自律走行させている間に、当該固定物が検出さ

れなくなった場合であっても、計測装置の自律走行を継続することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の一実施形態に係る計測システムの概要を説明するために示す図である。

[図2]同実施形態に係る計測装置を側方から見た説明図である。

[図3]同実施形態に係る計測装置を上方から見た説明図である。

[図4]同実施形態に係る計測システムの構成例を示すブロック図である。

[図5]同実施形態に係る制御装置の処理部の処理動作のフローチャートである。

[図6]同実施形態に係る制御装置の処理部の処理動作のフローチャートである。

[図7]同実施形態に係る制御装置の記憶部に記録される検出情報の時系列のデータの例を示す説明図である。

[図8]同実施形態に係る測距センサの検出情報に基づくガイド情報の検出の成否を示す説明図である。

[図9]同実施形態に係る制御装置の自己位置推定部による自己位置推定処理のフローチャートである。

[図10]同実施形態に係る制御装置の自律走行制御部による自律走行制御処理のフローチャートである。

[図11]同実施形態に係る制御装置の自律走行制御部により計測装置を後退させる動作を示す説明図である。

[図12]同実施形態に係る制御装置の自律走行制御部により自律走行を再開させる動作を示す説明図である。

[図13]同実施形態に係る制御装置の自律走行制御部により自律走行を再開させる動作を示す説明図である。

[図14]同実施形態に係る情報処理装置のデータ処理部によるモデル生成処理のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0014] << 1. 計測システムの概要 >>

はじめに、本開示の実施形態に係る計測システムの概要を説明する。

[0015] 図1は、本開示の計測システムの用途の一例を説明するために示す図である。

図1に示した例において、計測システム1は、撮像装置を搭載した計測装置10と、計測装置10と通信可能に接続された情報処理装置100とを備えている。計測装置10と情報処理装置100とは、例えばクラウドコンピューティングの技術を用いて通信可能に接続される。

[0016] 計測装置10は、計測対象としての道路Rの路面を撮像装置により撮像して路面撮像データαを生成し、生成した路面撮像データαを、逐次又は撮像終了後に、情報処理装置100へ送信する。情報処理装置100は、路面撮像データαを取得し、取得した路面撮像データαに基づいて、路面の凹凸状態を示す三次元データである路面モデルを生成する。

[0017] 例えば計測装置10は、道路Rを三つの領域D1～D3に分けて路面の撮像を行う。計測装置10は、それぞれの領域D1～D3を自律走行しながら時系列の路面撮像データαを生成する。道路Rの計測範囲の全体が撮像範囲から漏れることのないように、隣り合う領域D1～D3同士が一部重複するように設定されている。

[0018] また、計測装置10は、移動方向（前後方向）に直交する方向（左右方向）に沿って配列した複数の撮像装置を有している。複数の撮像装置は、計測装置10がそれぞれの領域D1～D3を自律走行する間にそれぞれ路面を撮像し、複数の路面撮像データαを生成する。それぞれの領域D1～

D 3の全体が撮像範囲から漏れることのないように、隣り合う撮像装置の撮像範囲P 1～P 6同士が一部重複するように、複数の撮像装置が設置されている。

[0019] また、計測装置10の移動速度は、それぞれの撮像装置により生成される時系列の路面撮像データαが一部重複するように設定されている。つまり、時刻t__nにおける撮像範囲は、前回の時刻t__n-1及び次の回の時刻t__n+1における撮像範囲とそれぞれ一部重複する。ただし、例えば計測装置の移動速度が低速で、ある演算周期（時刻t__n）の撮像範囲と、2回前あるいはそれ以前の演算周期（時刻t__n-2, t__n-3・・・）の撮像範囲、及び、2回後あるいはそれ以降の演算周期（時刻t__n+2, t__n+3・・・）の撮像範囲とが重複してもよい。

[0020] なお、図1では、計測対象の道路Rが直線的に延び、計測装置10が直進する例を示したが、計測対象の形状は湾曲していてもよく、計測装置10が直進する例に限定されない。また、計測対象の道路Rを計測する際の領域の分け方や領域の走行順序、計測装置10の進路についても上記の例に限定されない。また、撮像装置の数についても、特に限定されるものではない。

[0021] 情報処理装置100は、取得した複数の路面撮像データαから特徴点を抽出し、路面撮像データα間で特徴点を位置合わせする特徴点マッチング処理を実行する。特徴点マッチング処理は、例えばS f M (Structure from Motion) 処理を用いて行われる。また、情報処理装置100は、特徴点マッチング処理により複数の路面撮像データαを合成し、路面の凹凸状態の情報を示す路面モデルを生成する。路面モデルの生成は、例えばM V S (Multi-View Stereo) 処理を用いて行われる。

[0022] <<2. 計測システムの構成>>

以下、本開示の実施の形態に係る計測システム1の構成を具体的に説明する。

[0023] <2-1. 計測装置の構成例>

まず、本実施形態に係る計測システム1に用いられる計測装置10の構成

例を説明する。

[0024] 図2及び図3は、計測装置10の構成例を示す説明図である。図2は、計測装置10を側方から見た図であり、図3は、計測装置10を上方から見た図である。なお、図2及び図3中には、計測装置10の基本的な前進方向が「前」、後退方向が「後」として示されている。以下、計測装置10の前後方向、左右方向及び高さ方向は、当該「前」及び「後」を基準とした前後方向、左右方向及び高さ方向を示す。

[0025] 計測装置10は、計測対象としての路面を撮像した複数の路面撮像データαを生成し、生成した路面撮像データαを情報処理装置100へ送信する。本実施形態に係る計測装置10は、無人で路面上を移動可能（自律走行可能）に構成されている。計測装置10は、本体部3、撮像部5、周囲状況検出部7及び制御装置50を備えている。

[0026] 本体部3は、フレーム11、車輪13（13F、13R）、駆動力源15及び操舵装置17を備えている。車輪13（13F、13R）、駆動力源15及び操舵装置17は、計測装置10の位置を移動させる駆動装置に相当する。フレーム11は、本体部3の骨格を形成する。図2及び図3に示したフレーム11の構造や全体形状は一例にすぎず、フレーム11の構成は特に制限されるものではない。車輪13は、それぞれ左右の前輪13F及び後輪13Rを有する。

[0027] 駆動力源15は、後輪13Rを回転させる駆動力を出力する。駆動力源15としては、代表的には駆動モータが例示されるが、これ以外にも後輪13Rを回転駆動する動力を出力可能なものであれば特に限定されるものではない。

[0028] 操舵装置17は、前輪13Fの舵角を調節する。操舵装置17としては、例えばモータによりピニオンギヤを回転させ、ピニオンギヤの回転によりラックを左右に移動させる構成の操舵装置が例示されるが、操舵装置17の構成は特に限定されるものではない。

[0029] なお、本体部3は、撮像部5及び周囲状況検出部7を支持可能であり、か

つ、移動方向を調節しながら走行可能なものであれば、具体的な構成は特に限定されるものではない。例えば本体部 3 の車輪 1 3 は四つである必要はなく、三つであってもよく、五つ以上であってもよい。また、駆動力源 1 5 から出力される動力により回転駆動する車輪 1 3 は前輪 1 3 F であってもよく、前輪 1 3 F 及び後輪 1 3 R のすべてが回転駆動してもよい。また、駆動力源 1 5 は、四つの車輪 1 3 をそれぞれ駆動する四つの駆動モータであってもよい。

[0030] また、操舵装置 1 7 により舵角を調節する車輪は後輪 1 3 R であってもよく、前輪 1 3 F 及び後輪 1 3 R すべてであってもよい。四つの駆動モータが四つの車輪 1 3 をそれぞれ駆動する場合、駆動モータの出力を制御することで計測装置の進行方向を調節可能に構成される場合、操舵装置を省略することもできる。

[0031] また、本体部 3 は、車輪速センサ 4 1 を備える。車輪速センサ 4 1 は、後輪 1 3 R の回転速度に応じたセンサ信号を出力する。車輪速センサ 4 1 は、前輪 1 3 F の回転速度に応じたセンサ信号を出力してもよい。

[0032] 撮像部 5 は、複数の撮像装置 2 1 a ~ 2 1 f (以下、特に区別を要しない場合、撮像装置 2 1 と総称する)、照射ランプ 2 5 a ~ 2 5 f (以下、特に区別を要しない場合、照射ランプ 2 5 と総称する) 及びリフレクタ 2 3 を備え、本体部 3 の後部に設けられている。

[0033] 複数の撮像装置 2 1 は、CCD (Charge Coupled Device) 又は CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を備え、路面を撮像した路面撮像データ $img_α$ ($α = 1, 2 \cdots M$) (M は撮像装置 2 1 の台数) を生成する。撮像装置 2 1 は、本体部 3 の左右方向に沿って配置されている。それぞれの撮像装置 2 1 は、高さ及び設置角度 (撮像方向の向き) が均一に設置されている。本実施形態の計測装置 1 0 では、6 つの撮像装置 2 1 a ~ 2 1 f が本体部 3 の左右方向に沿って等間隔に配置されている。それぞれの撮像装置 2 1 は、撮像方向を路面の方向に向けて設置されている。撮像装置 2 1 は、隣り合う撮像装置 2 1 同士の撮像範囲が重複す

るように設置される。

[0034] ただし、複数の撮像装置 2 1 の設置位置及び設置角度は、隣り合う撮像装置 2 1 同士の撮像範囲の重複度合いが維持できる限りにおいて、均一となっていなくてもよい。例えば左右両側の撮像装置の撮像方向の向きが中央に向けられていてもよい。

[0035] 撮像装置 2 1 は、設定された時間間隔ごとに路面を撮像し、生成した路面撮像データ $img_α$ ($α = 1, 2 \cdots M$) を処理部 5 1 へ出力する。撮像の時間間隔は、計測装置 1 0 の移動速度の設定範囲を考慮して、それぞれの撮像装置 2 1 の時系列の路面撮像データ $img_α$ ($α = 1, 2 \cdots M$) の撮像範囲が相互に重複するように設定される。つまり、処理部 5 1 が取得する時系列の路面撮像データ $img_α$ ($α = 1, 2 \cdots M$) は上下及び左右が相互に重複（オーバーラップ）する。これにより、撮像装置 2 1 は、計測対象の路面全体を漏れなく撮像可能となっている。

[0036] なお、撮像装置 2 1 の数は 6 つに限られるものではない。また、撮像装置 2 1 は、等間隔に配置されていなくてもよい。ただし、撮像装置 2 1 が等間隔に配置されていることにより、隣り合う撮像装置 2 1 によって生成される撮像データの相対位置関係が同一になり、演算を容易にすることができる。

[0037] 照射ランプ 2 5 は、撮像装置 2 1 により撮像される計測対象の路面を照明するための光源である。本実施形態の計測装置 1 0 では、照射ランプ 2 5 から発出された光がリフレクタ 2 3 により反射されて計測対象の路面を照明する。なお、それぞれの撮像装置 2 1 により撮像される路面の明るさ（照度あるいは明度）が均一にされる限り、照射ランプ 2 5 の数は特に限定されるものではない。また、計測対象の路面を照明する手段は、本実施形態の構成例に限定されるものではなく、任意の構成を有してよい。

[0038] 周囲状況検出部 7 は、計測装置 1 0 の周囲の状況を検出可能な少なくとも 1 つ以上のセンサを有する。本実施形態では、周囲状況検出部 7 は、測距センサ 3 1 a, 3 1 b（以下、特に区別を要しない場合、測距センサ 3 1 と総称する）及びカメラセンサ 3 3 a, 3 3 b（以下、特に区別を要しない場合

、カメラセンサ33と総称する)を有している。測距センサ31は、例えばLiDAR(Light Detection And Ranging)であってよいが、そのほか、レーダセンサ又は超音波センサであってもよい。カメラセンサ33は、CCD又はCMOS等の撮像素子を備え、撮像データを生成する。

[0039] 図2及び図3に示した計測装置10では、測距センサ31a, 31bは、それぞれ計測範囲の中心を計測装置10の左右前方に向けて設置されている。測距センサ31a, 31bは、主として計測装置10の左右の物体等の検出対象を検知可能に設置されている。また、カメラセンサ33a, 33bは、それぞれ撮像範囲の中心を計測装置10の前方に向けて設置されている。カメラセンサ33a, 33bは、計測装置10の前方を広く撮像可能に設置されている。

[0040] 制御装置50は、計測装置10を自動で移動させる機能及び撮像装置21を制御する機能を有する一つ又は複数のプロセッサと、当該一つ又は複数のプロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数の記憶装置とを備える。また、制御装置50は、情報処理装置100と通信するための通信インタフェースを備える。制御装置50は、計測装置10に備えられた各種センサ及び電子制御機器と通信可能に接続されている。

[0041] <2-2. 制御装置>

続いて、計測装置10に備えられた制御装置50を具体的に説明する。

[0042] (2-2-1. 制御装置の構成)

図4は、計測システム1の構成例を示すブロック図である。

制御装置50は、処理部51、記憶部53及び通信部57を備えている。処理部51は、CPU(Central Processing Unit)又はGPU(Graphics Processing Unit)等の一つ又は複数のプロセッサや種々の周辺部品を備えて構成される。処理部51の一部又は全部は、ファームウェア等の更新可能なもので構成されてもよく、また、CPU等からの指令によって実行されるプログラムモジュール等であってもよい。

[0043] 処理部51は、一つ又は複数のプロセッサがコンピュータプログラムを実

行することで以下に説明する機能を実現する装置として機能する。当該コンピュータプログラムは、処理部 51 が実行すべき後述する動作をプロセッサに実行させるためのコンピュータプログラムである。プロセッサにより実行されるコンピュータプログラムは、制御装置 50 に備えられた記憶部（メモリ） 53 として機能する記録媒体に記録されていてもよく、処理部 51 に内蔵された記録媒体又は制御装置 50 に外付け可能な任意の記録媒体に記録されていてもよい。

[0044] コンピュータプログラムを記録する記録媒体としては、ハードディスク、フロッピーディスク及び磁気テープ等の磁気媒体、CD-ROM、DVD、及びBlu-ray（登録商標）等の光記録媒体、フロプティカルディスク等の磁気光媒体、RAM及びROM等の記憶素子、並びにUSBメモリ及びSSD等のフラッシュメモリ、その他のプログラムを格納可能な媒体であってよい。

[0045] 処理部 51 には、駆動力源 15、操舵装置 17、撮像装置 21、照射ランプ 25、測距センサ 31、カメラセンサ 33、車輪速センサ 41、入力部 81 及び通知部 83 が通信可能に接続されている。

[0046] 入力部 81 は、ユーザによる入力操作を受け付ける部分である。入力部 81 は、例えばキーボード、マウス、タッチパッド及びマイクロフォンのうちの少なくとも一つを備えて構成される。ただし、入力部 81 の種類は特に限定されるものではない。

[0047] 通知部 83 は、ユーザに対して所定の通知を行う部分である。通知部 83 は、例えば表示装置及びスピーカのうちの少なくとも一つを備えて構成される。ただし、通知部 83 の種類は特に限定されるものではない。

[0048] 記憶部 53 は、処理部 51 と通信可能に接続された一つ又は複数のRAM又はROM等の記憶素子により構成される。ただし、記憶部 53 の種類や数は特に限定されない。記憶部 53 は、処理部 51 により実行されるコンピュータプログラムや、演算処理に用いられる種々のパラメータ、検出データ、演算結果等の情報を記憶する。記憶部 53 の一部は、ワーク領域として用い

られる。

[0049] 通信部 57 は、処理部 51 が情報処理装置 100 との間で通信を行うためのインタフェースである。通信部 57 は、例えば移動体通信を介して情報処理装置 100 と通信を行うためのインタフェースであってよいが、情報処理装置 100 との通信方式は特に限定されるものではない。

[0050] また、制御装置 50 は、処理部 51 と通信可能に接続された加速度センサ 43、角速度センサ 45、GNSS (Global Navigation Satellite System) センサ 47 及び地図データ記憶部 55 を備えている。なお、加速度センサ 43、角速度センサ 45、GNSS (Global Navigation Satellite System) センサ 47 及び地図データ記憶部 55 のうちの一部又は全部は、制御装置 50 とは別に設けられていてもよい。

[0051] 加速度センサ 43 及び角速度センサ 45 は、慣性計測センサとして機能する。加速度センサ 43 は、計測装置 10 の前後方向、左右方向及び高さ方向に沿った三軸方向それぞれの加速度に応じたセンサ信号を出力する。角速度センサ 45 は、計測装置 10 の前後方向、左右方向及び高さ方向に沿った三軸それぞれの軸周りの角速度に応じたセンサ信号を出力する。なお、加速度センサ 43 及び角速度センサ 45 は、IMU センサ (慣性計測装置) として一体化されたセンサであってもよく、個別に設けられたセンサであってもよい。

[0052] GNSS センサ 47 は、GPS (Global Positioning System) 衛星等の測位衛星からの衛星信号を受信し、衛星信号に含まれる計測装置 10 の位置情報を処理部 51 へ送信する。位置情報は、緯度及び経度の情報であってよい。なお、GNSS センサ 47 は、GPS 衛星以外の他の衛星システムからの衛星信号を受信可能に構成されていてもよい。

[0053] 地図データ記憶部 55 は、処理部 51 と通信可能に接続された RAM 又は ROM 等の記憶素子、あるいは、HDD や CD、DVD、SSD、USB フラッシュ、ストレージ装置等の記憶媒体により構成される。地図データ記憶部 55 に記憶される地図データは、緯度及び経度の情報に関連付けられてお

り、処理部 5 1 は、GNSS センサ 3 5 から送信される計測装置 1 0 の緯度及び経度の情報に基づいて地図データ上の計測装置 1 0 の位置を特定することができる。

[0054] (2-2-2. 処理部の構成)

続いて、処理部 5 1 の構成を説明する。

処理部 5 1 は、撮像装置 2 1 により路面の撮像を開始し、撮像データを情報処理装置 1 0 0 へ送信する処理を実行する。

[0055] 処理部 5 1 は、取得部 6 1、撮像条件設定部 6 3、自律走行制御部 6 7、自己位置推定部 6 5 及び撮像装置駆動部 6 9 を備えている。これらの各部は、一つ又は複数のプロセッサによるコンピュータプログラムの実行により実現される機能である。ただし、取得部 6 1、撮像条件設定部 6 3、自律走行制御部 6 7、自己位置推定部 6 5 及び撮像装置駆動部 6 9 の一部又は全部が、アナログ回路を用いて構成されていてもよい。

[0056] (2-2-2-1. 取得部)

取得部 6 1 は、撮像装置 2 1 により生成された路面撮像データを取得する。取得部 6 1 は、設定された時間間隔で撮像装置 2 1 により生成された路面撮像データを取得する。また、取得部 6 1 は、測距センサ 3 1、カメラセンサ 3 3、車輪速センサ 4 1、加速度センサ 4 3、角速度センサ 4 5 及び GNSS センサ 4 7 それぞれから出力される検出データあるいはセンサ信号（以下、まとめて「検出情報」ともいう）を取得する。取得部 6 1 は、所定の演算周期ごとにそれぞれのセンサから出力される検出情報を取得する。

[0057] (2-2-2-2. 撮像条件設定部)

撮像条件設定部 6 3 は、撮像装置 2 1 の作動条件としての撮像条件を設定する。具体的に、撮像条件設定部 6 3 は、撮像装置 2 1 の移動速度、すなわち、計測装置 1 0 の移動速度を設定する。撮像条件設定部 6 3 は、それぞれの撮像装置 2 1 により撮像される路面撮像データのピクセルサイズに対応する路面の長さ、撮像装置 2 1 による撮像の時間間隔とに基づいて、時系列で取得される路面撮像データの撮像範囲が一部重なる移動速度に設定する。

また、撮像条件設定部63は、撮像装置21の絞り（F値）、シャッター速度及びISO感度を設定する。

[0058] 撮像条件を設定するための情報は、ユーザにより指定されたものであってよい。ユーザは、取得した撮像条件のうちの一部又は全部を手動で設定してもよい。また、撮像条件設定部63は、照射ランプ25の出力（照度あるいは明るさ）を設定してもよい。なお、他の条件に関わらず固定される条件については、撮像条件設定部63は、設定処理を行わなくてもよい。

[0059] （2-2-2-3. 自己位置推定部）

自己位置推定部65は、所定の三次元座標系上での計測装置10の位置（以下、「自己位置」ともいう）を推定する。自己位置推定部65は、GNSSセンサ47から計測装置10の位置情報を取得できない場合、所定の演算により計測装置10の自己位置を推定する。計測装置10の自己位置は、例えば計測処理の開始位置を原点とする所定の三次元座標系上での計測装置10の位置を示す。計測装置10の自己位置は、計測装置10内に任意に設定される基準点（ x_0 , y_0 , z_0 ）の位置であってよく、例えば計測装置10の重心の位置であってもよく、複数の撮像装置21a~21fのうちのいずれかの撮像装置21の位置であってもよい。

[0060] 本実施形態において、自己位置推定部65は、測距センサ31の計測データに基づいてガイド情報が検出されている場合、当該ガイド情報と、車輪速センサ41、加速度センサ43及び角速度センサ45の検出情報とに基づいて計測装置10の自己位置を推定する。本実施形態では、測距センサ31が、請求の範囲に記載された周囲環境センサに相当する。ガイド情報とは、例えば側壁や縁石、ガードレール等の道路に沿って所定以上の連続性を有して設置された、速度を持たない立体物であり、計測装置10を移動させる際の基準となり得る対象をいう。

[0061] また、本実施形態において、自己位置推定部65は、測距センサ31の計測データに基づいてガイド情報を検出できない場合、カメラセンサ33により生成される画像データに基づいてガイド情報を検出可能であれば、当該ガ

イド情報と、車輪速センサ４１、加速度センサ４３及び角速度センサ４５の検出情報とに基づいて計測装置１０の自己位置を推定する。本実施形態では、カメラセンサ３３が、請求の範囲に記載された他のセンサに相当する。

[0062] 一方、自己位置推定部６５は、測距センサ３１及びカメラセンサ３３のいずれによってもガイド情報を検出できない場合、車輪速センサ４１、加速度センサ４３及び角速度センサ４５の検出情報とに基づいて計測装置１０の自己位置を推定する。

[0063] なお、本実施形態では、測距センサ３１により計測される物体の検出精度及び物体までの距離の計測精度が、カメラセンサ３３により計測される物体及び物体までの距離の計測精度よりも高いことを前提に構成されている。このため、自己位置推定部６５は、カメラセンサ３３よりも測距センサ３１を優先的に用いて、計測装置１０の自己位置を推定する。また、カメラセンサ３３によってもガイド情報を検出できない場合には、車輪速センサ４１、加速度センサ４３及び角速度センサ４５の検出情報のみに基づいて計測装置１０の自己位置を推定する。ただし、自己位置推定部６５が用いるセンサの優先度は、それぞれのセンサの計測精度に応じて任意に設定されていてもよい。

[0064] (２－２－２－４．自律走行制御部)

自律走行制御部６７は、計測装置１０の自律走行を制御する。自律走行とは、プロセッサ等が検出情報に基づいて駆動力源１５及び操舵装置１７の駆動を制御することにより、計測装置１０が所定の目標経路に沿って移動する走行状態をいう。

[0065] 本実施形態では、自律走行制御部６７は、基本的にはＧＮＳＳセンサ４７により検出される計測装置１０の位置情報と、地図データ上に設定された計測経路の情報とに基づいて、計測装置１０を計測経路に沿って移動させる。ＧＮＳＳセンサ４７が衛星信号を受信可能なエリアである限り、自律走行制御部６７は、ＧＮＳＳセンサ４７により検出される位置情報を用いて計測装置１０をあらかじめ設定された計測経路に沿って移動させることができる。

[0066] ただし、トンネル内等の衛星信号が届かないエリアあるいは届きにくいエリアでは、GNSSセンサ47により検出される位置情報を用いることができない。このため、本実施形態では、そのようなエリアで路面計測が行われる場合、自律走行制御部67は、自己位置推定部65により推定される計測装置10の自己位置の情報を用いて計測装置10を移動させる。例えば自律走行制御部67は、そのようなガイド情報と計測装置10との間の距離を所定の設定距離に保ちながら計測装置10を計測経路に沿って移動させる処理を実行する。

[0067] (2-2-2-5. 撮像装置駆動部)

撮像装置駆動部69は、撮像装置21の駆動を制御する。撮像装置駆動部69は、撮像条件設定部63により設定された撮像条件（絞り（F値）、シャッター速度及びISO感度にしたがって撮像装置21による撮像を制御する。

[0068] (2-2-3. 処理部の処理動作)

続いて、制御装置50の処理部51による処理動作を説明する。

[0069] 図5～図6は、処理部51の処理動作のフローチャートを示す。以下に説明するフローチャートは、GNSSセンサ47が衛星信号を受信できない等、GNSSセンサ47の位置情報を取得できない場合に実行されるフローチャートである。処理部51がGNSSセンサ47から位置情報を取得できる場合、公知の技術を利用して、GNSSセンサ47の位置情報に基づいて計測装置10を計測経路に沿って移動させながら撮像装置21により路面撮像データを取得すればよい。ため、詳しい説明は省略する。

[0070] 撮像装置駆動部69は、撮像条件設定部63により設定された撮像条件（絞り（F値）、シャッター速度及びISO感度）を取得する（ステップS11）。次いで、自律走行制御部67は、計測経路の情報を取得する（ステップS13）。計測経路は、少なくとも計測開始位置及び計測終了位置の情報を含む。計測経路の情報は、あらかじめユーザにより設定されてもよく、指定された計測範囲に基づいて自律走行制御部67が設定したものであっても

よい。

- [0071] 次いで、自己位置推定部65は、計測装置10の自己位置を算出する際の基準となる開始位置を記録する（ステップS15）。例えば自己位置推定部65は、計測処理の開始時の計測装置10の基準位置（ x_0 , y_0 , z_0 ）の位置座標を開始位置として記録する。なお、記録される基準位置は、具体的な緯度及び経度の情報により特定される必要はなく、任意の三次元座標の任意の点（例えば三次元座標系の原点）として記録されてよい。
- [0072] また、自己位置推定部65は、計測装置10が開始位置に位置するときの計測装置10とガイド情報との間の第1距離を記録する。計測装置10とガイド情報との間の第1距離は、測距センサ31により計測される距離の値であってもよく、測距センサ31により計測される距離の値を、計測装置10内に設定した基準位置からガイド情報までの距離の値に変換した値であってもよい。
- [0073] 次いで、撮像装置駆動部69は、撮像装置21の駆動を制御する（ステップS17）。撮像装置駆動部69は、設定された撮像条件で撮像装置21の駆動を制御し、計測対象の路面を撮像する処理を実行する。次いで、撮像装置駆動部69は、撮像装置21により生成された路面撮像データ α を、撮像装置21の番号 α （ $\alpha = 1, 2, \dots, M$ ）の情報とともに記憶部53に保存する（ステップS19）。
- [0074] 次いで、自己位置推定部65は、測距センサ31、カメラセンサ33、車輪速センサ41、加速度センサ43及び角速度センサ45から出力される検出情報を取得する（ステップS21）。測距センサ31のセンサ信号は、検出範囲内に存在する物体による反射点（計測点）が位置する方向及び反射点までの距離の情報を含む。加速度センサ43の検出情報は、計測装置10の前後方向、左右方向及び高さ方向それぞれに沿った三軸方向の加速度を示す情報を含む。また、角速度センサ45の検出情報は、計測装置10の前後方向、左右方向及び高さ方向それぞれに沿った三軸の軸周りの角速度を示す情報を含む。取得された検出情報は、時系列のデータとして記憶部53に記録

される。

[0075] 図7は、記憶部53に記録される検出情報の時系列のデータの例を示す説明図である。

各時刻 t_n で取得される検出情報は、駆動力源15のトルク (Tq_n)、車輪13の舵角 (SA_n)、三軸方向それぞれの加速度 (Ax_n , Ay_n , Az_n)、三軸それぞれの軸周りの角速度 (Gx_n , Gy_n , Gz_n) 及び車輪速 (rpm_n) の情報を含む。駆動力源15のトルク (Tq_n) 及び車輪13の舵角 (SA_n) の情報は、駆動力源15及び操舵装置17に対する指令値であってもよく、駆動力源15のトルク (Tq_n) あるいは車輪13の舵角 (SA_n) を検出するセンサの検出情報であってもよい。

[0076] 図5に戻り、次いで、自己位置推定部65は、取得した測距センサ31の検出情報に基づいて、ガイド情報を探索する(ステップS23)。具体的に、自己位置推定部65は、測距センサ31から出力された計測点のデータ中に、ガイド情報に相当する検出対象が含まれているかを判定する。例えば自己位置推定部65は、ガイド情報が存在すると想定される方向に、ステップS13で記録した第1距離を空けて、少なくとも計測装置10の移動方向に沿った速度がゼロの検出対象が含まれているかを判定する。

[0077] 図8は、測距センサ31の検出情報に基づいてガイド情報が検出された例及び検出されない例を示す説明図である。

図8で示す例は、トンネル内の道路Rを撮影する場合の例を示している。ガイド情報が検出された例では、計測装置10は、左右両側の側壁W1, W2を検出している。一方、ガイド情報が検出されない例では、計測装置10は、左右両側の側壁の一方W1'又は両方W1', W2'が途中で途絶えている。ガイド情報が検出されない例は、側壁の検出エラーである場合もあれば、実際に側壁が存在しない場合もあり得る。

[0078] 図6に戻り、次いで、自己位置推定部65は、取得した測距センサ31の検出情報に基づいてガイド情報を検出できたか否かを判定する(ステップS

25)。自己位置推定部65は、ガイド情報を発見できたと判定した場合（S25／Yes）、測距センサ31、加速度センサ43及び角速度センサ45の検出情報を用いて計測装置10の自己位置を推定する（ステップS27）。具体的に、自己位置推定部65は、測距センサ31の検出情報から得られる計測装置10からガイド情報までの距離と、加速度センサ43及び角速度センサ45の検出情報に基づいて求められる、前回の演算周期からの移動距離及び移動方向の変化とに基づいて、所定の三次元座標系上での計測装置10の自己位置を推定する。

[0079] 図9は、自己位置推定部65による自己位置推定処理のフローチャートを示す。

自己位置推定部65は、測距センサ31の検出情報に基づいて計測装置10からガイド情報までの距離を取得する（ステップS51）。次いで、自己位置推定部65は、今回の演算周期で取得した加速度センサ43及び角速度センサ45の検出情報から得られる加速度及び角速度の情報を取得する（ステップS53）。

[0080] 次いで、自己位置推定部65は、計測装置10からガイド情報までの距離の情報と、計測装置10の加速度及び角速度の情報と、前回の演算周期で算出された計測装置10の位置の情報とに基づいて、計測装置10の自己位置を含むオドメトリ情報を演算する（ステップS55）。例えば自己位置推定部65は、ステップS15で記録した開始位置を原点とする三次元座標上における計測装置10の位置を算出する。

[0081] 次いで、自己位置推定部65は、今回の演算周期（ t_n ）で算出した計測装置10の位置（自己位置の位置座標） $P_n(x_n, y_n)$ のデータを記憶部53に記録する（ステップS57）。

[0082] 図6に戻り、一方、自己位置推定部65は、ガイド情報を発見できたと判定しない場合（S25／No）、カメラセンサ33から出力される画像データに基づいて、計測装置10の周辺の状況を認識可能か否かを判定する（ステップS29）。具体的に、自己位置推定部65は、カメラセンサ33から

出力される画像データに基づいて、計測装置 10 を計測経路に沿って移動させる際の目印となり得る白線や黄色線、境界線、ガードレール等を認識可能か否かを判定する。これらの白線等を認識可能か否かは、公知の画像マッチング処理を用いて判定することができる。

[0083] 自己位置推定部 65 は、カメラセンサ 33 から出力される画像データに基づいて、計測装置 10 の周辺の状況を認識可能と判定した場合（S 29 / Yes）、カメラセンサ 33 の画像データと、加速度センサ 43 及び角速度センサ 45 の検出情報とを用いて計測装置 10 の自己位置を推定する（ステップ S 31）。具体的に、自己位置推定部 65 は、計測経路に沿って計測装置 10 を導くための情報をガイド情報から、カメラセンサ 33 により検出される白線等の代替ガイド情報に切り替え、さらに加速度センサ 43 及び角速度センサ 45 の検出情報に基づいて求められる、前回の演算周期からの移動距離及び移動方向の変化に基づいて、所定の三次元座標系上での計測装置 10 の自己位置を推定する。自己位置推定処理は、図 8 に示した自己位置推定処理のステップ S 51 で取得するガイド情報までの距離を代替ガイド情報までの距離に置き換えて行われる。

[0084] ステップ S 27 又はステップ S 31 で計測装置 10 の自己位置が推定された後、自律走行制御部 67 は、ガイド情報又は代替ガイド情報と計測経路情報とに基づいて、計測装置 10 を自律走行させる（ステップ S 33）。

[0085] 図 10 は、自律走行制御部 67 による計測装置 10 の自律走行制御処理を示すフローチャートである。

自律走行制御部 67 は、計測経路の情報を取得する（ステップ S 61）。次いで、自律走行制御部 67 は、計測装置 10 の現在位置（ x , y ）及び移動方向の情報を取得する（ステップ S 63）。自律走行制御部 67 は、計測装置 10 からガイド情報までの距離の情報と、自己位置推定部 65 により推定されたオドメトリ情報とに基づいて、所定の二次元座標系上での計測装置 10 の現在位置（ x , y ）及び移動方向の情報を取得する。

[0086] 次いで、自律走行制御部 67 は、駆動力源 15 及び操舵装置 17 の駆動量

を設定する（ステップS 6 5）。例えば自律走行制御部 6 7 は、車輪速センサ 4 1 の検出情報に基づいて算出される計測装置 1 0 の移動速度が、撮像条件設定部 6 3 が設定した移動速度となるように、駆動力源 1 5 の駆動量を設定する。また、自律走行制御部 6 7 は、計測装置 1 0 の現在の移動方向の情報と、計測装置 1 0 からガイド情報までの距離の情報と、計測経路の情報とに基づいて操舵角の変化の角速度（操舵角速度）を設定し、操舵角速度に応じて操舵装置 1 7 の駆動量を設定する。

[0087] 次いで、自律走行制御部 6 7 は、ステップS 6 5 で設定した駆動量にしたがって駆動力源 1 5 及び操舵装置 1 7 の駆動を制御する（ステップS 6 7）。

[0088] 一方、上記のステップS 2 9 において、自己位置推定部 6 5 は、カメラセンサ 3 3 から出力される画像データに基づいて、計測装置 1 0 の周辺の状況を認識可能と判定しない場合（S 2 9 / N o）、自律走行制御部 6 7 は、現在時刻以前の検出情報の時系列のデータが保存されているか否かを判定する（ステップS 3 7）。つまり、自律走行制御部 6 7 は、記憶部 5 3 に、図 7 に示した検出情報の時系列のデータが保存されているか否かを判定する。

[0089] 自律走行制御部 6 7 が現在時刻以前の検出情報の時系列のデータが保存されていると判定しない場合（S 3 7 / N o）、計測装置 1 0 の位置の推定結果が記録されているいずれかの位置まで計測装置 1 0 を戻すための情報が存在しないか、あるいは、計測装置 1 0 の位置の推定結果が存在しないことから、処理部 5 1 は、処理動作を停止させる（ステップS 4 3）。つまり、処理部 5 1 は、路面の計測を強制的に終了する。

[0090] 一方、自律走行制御部 6 7 は、現在時刻以前の検出情報の時系列のデータが保存されていると判定した場合（S 3 7 / Y e s）、保存済みの検出情報に基づいて、ガイド情報が検出され、かつ、自己位置の推定結果が記録されている所定の位置まで計測装置 1 0 を後退させる（ステップS 3 9）。次いで、自律走行制御部 6 7 は、加速度センサ 4 3 及び角速度センサ 4 5 の検出情報に基づいて、計測装置 1 0 を自律走行させる（ステップS 4 1）。つま

り、自律走行制御部 67 は、ガイド情報を用いずに、計測装置 10 の加速度及び角速度の情報を用いて、計測装置 10 を計測経路に沿って走行させる。

[0091] 図 11 及び図 12 は、計測装置 10 を後退させた後に、ガイド情報を用いずに計測装置 10 の自律走行を再開する例を示す説明図である。

図 11 の時刻 t_{n-1} において、自律走行制御部 67 が、ガイド情報（側壁 $W1'$ ）の検出をできなくなったとする。この時刻 t_{n-1} において、自律走行制御部 67 は、図 7 に示した検出情報の時系列のデータのうち、前回以前の演算周期（ t_{n-1} , t_{n-2} ・・・）の検出情報のデータを読み出す。自律走行制御部 67 は、前回以前の演算周期を遡るようにして、駆動力源 15 のトルク及び車輪 13 の舵角を制御し、計測装置 10 の自己位置の推定結果が記録されている所定の位置まで計測装置 10 を後退させる（図 13 の白矢印）。

[0092] このとき、車輪 13 の舵角は、前回以前の演算周期を遡るようにして、保存された値に調節する。また、駆動力源 15 の駆動量は、前回以前の演算周期を遡るようにして、保存された値のマイナス値に調節する。これにより、自律走行制御部 67 は、走行してきた軌道に沿って計測装置 10 を後退させることができる。図 11 では、時刻 t_{n-2} における計測装置 10 の位置まで計測装置 10 が後退している。

[0093] 図 12 に示すように、自律走行制御部 67 は、計測装置 10 を所定の位置まで後退させた後、今度は加速度センサ 43 及び角速度センサ 45 の検出情報に基づいて、計測装置 10 を計測経路に沿って自律走行させる（図 13 の黒矢印）。この場合、図 13 に示すように、自律走行制御部 67 は、加速度センサ 43 及び角速度センサ 45 の検出情報からそれぞれの時刻 t における計測装置 10 の加速度の向き及び角速度の向きを求め、計測装置 10 を計測経路に沿って移動させるための舵角 SA を設定する。

[0094] また、自律走行制御部 67 は、駆動力源 15 のトルク、すなわち、計測装置 10 の移動速度は、ガイド情報に基づいて自律走行させていたときに比べて小さくしてもよい。これにより、ガイド情報を用いることができずに、加

速度センサ 43 及び角速度センサ 45 の検出情報のみによって自律走行させる場合に、計測経路からのずれが大きくなることを防ぐことができる。

[0095] 図 6 に戻り、自律走行制御部 67 は、ステップ S 35 又はステップ S 41 において計測装置 10 の自律走行を制御した後、計測が終了したか否かを判定する（ステップ S 35）。例えば自律走行制御部 67 は、計測装置 10 が計測終了位置に到達したときに計測が終了したと判定する。この他、自律走行制御部 67 は、ユーザ等により非常停止操作が行われたときに計測が終了したと判定してもよい。

[0096] 自律走行制御部 67 が計測が終了したと判定しない場合（S 35 / No）、処理部 51 は、ステップ S 17 に戻ってここまでに説明した各ステップの処理を継続する。一方、自律走行制御部 67 が計測が終了したと判定した場合（S 35 / Yes）、処理部 51 は、処理動作を終了する。

[0097] <2-3. 情報処理装置>

続いて、情報処理装置 100 を詳しく説明する。

[0098] （2-3-1. 情報処理装置の構成）

図 4 に示したように、情報処理装置 100 は、通信部 101、データ処理部 103 及び記憶部 105 を備えている。通信部 101 は、データ処理部 103 が制御装置 50 との間で通信を行うためのインタフェースである。通信部 101 は、例えば移動体通信を介して制御装置 50 と通信を行うためのインタフェースであってよいが、制御装置 50 との通信方式は特に限定されるものではない。

[0099] データ処理部 103 は、CPU (Central Processing Unit) 又は GPU (Graphics Processing Unit) 等の一つ又は複数のプロセッサや種々の周辺部品を備えて構成される。処理部 51 の一部又は全部は、ファームウェア等の更新可能なもので構成されてもよく、また、CPU 等からの指令によって実行されるプログラムモジュール等であってもよい。

[0100] データ処理部 103 は、一つ又は複数のプロセッサがコンピュータプログラムを実行することで以下に説明する機能を実現する装置として機能する。

当該コンピュータプログラムは、データ処理部 103 が実行すべき後述する動作をプロセッサに実行させるためのコンピュータプログラムである。プロセッサにより実行されるコンピュータプログラムは、情報処理装置 100 に備えられた記憶部（メモリ） 105 として機能する記録媒体に記録されていてもよく、データ処理部 103 に内蔵された記録媒体又は情報処理装置 100 に外付け可能な任意の記録媒体に記録されていてもよい。

[0101] コンピュータプログラムを記録する記録媒体としては、ハードディスク、フロッピーディスク及び磁気テープ等の磁気媒体、CD-ROM、DVD、及びBlu-ray（登録商標）等の光記録媒体、フロッピカルディスク等の磁気光媒体、RAM及びROM等の記憶素子、並びにUSBメモリ及びSSD等のフラッシュメモリ、その他のプログラムを格納可能な媒体であってよい。

[0102] 記憶部 105 は、データ処理部 103 と通信可能に接続された一つ又は複数のRAM又はROM等の記憶素子あるいはHDD又はSSD等の記憶媒体により構成される。ただし、記憶部 105 の種類や数は特に限定されない。記憶部 105 は、データ処理部 103 により実行されるコンピュータプログラムや、演算処理に用いられる種々のパラメータ、検出データ、演算結果等の情報を記憶する。記憶部 105 の一部は、ワーク領域として用いられる。

[0103] （2-3-2. データ処理部）

データ処理部 103 は、路面撮像データ $img_α$ を受信し、受信した路面撮像データ $img_α$ ($α = 1, 2 \dots M$) から特徴点を抽出するとともに、SfM処理を用いて特徴点をマッチングし、路面撮像データ $img_α$ ($α = 1, 2 \dots M$) を位置合わせする。また、データ処理部 103 は、位置合わせをした路面撮像データ $img_α$ ($α = 1, 2 \dots M$) に、特徴点として現れた路面の凹凸状態を示すデータを反映した三次元の路面モデルを生成する。

[0104] （モデル生成処理）

図 14 は、データ処理部 103 によるモデル生成処理のフローチャートを

示す。なお、以下に示すフローチャートは、制御装置50が所定の演算周期ごとに撮像装置21により撮像した路面撮像データ α を情報処理装置100へ逐次送信する例を示す。

[0105] データ処理部103は、制御装置50から送信された路面撮像データ α _n ($\alpha = 1, 2 \dots M$)を取得する(ステップS71)。本実施形態の計測システム1で用いる計測装置10は、6台の撮像装置21a~21fを備えており、データ処理部103は、今回の演算周期(t_n)においてそれぞれの撮像装置21a~21fが生成した路面撮像データ α _n ($\alpha = 1, 2 \dots 6$)を取得する。データ処理部103は、取得した路面撮像データ α _n ($\alpha = 1, 2 \dots 6$)を記憶部105へ保存する。

[0106] 次いで、データ処理部103は、取得した路面撮像データ α _n ($\alpha = 1, 2 \dots M$)から特徴点を抽出する(ステップS73)。特徴点は、路面撮像データ α _nの隣り合うピクセル間の輝度の変化量(特徴量)が所定の閾値以上となる点であってよいが、他の特徴量を用いてもよい。撮像データから特徴点を抽出する方法は従来公知の方法であってよい。ため、詳しい説明は省略する。

[0107] 次いで、データ処理部103は、抽出した特徴点を路面撮像データ α ($\alpha = 1, 2 \dots M$)間でマッチングする処理を実行する(ステップS75)。当該マッチング処理は、今回の演算周期(t_n)において取得した路面撮像データ α _n ($\alpha = 1, 2 \dots M$)間での特徴点のマッチングだけでなく、記憶部105に保存されている前回以前の演算周期において取得した路面撮像データ α ($\alpha = 1, 2 \dots M$)間での特徴点のマッチングを含む。撮像データ間で特徴点をマッチングする処理は、従来公知の手法により実行されてよい。ため、詳しい説明は省略する。

[0108] 次いで、データ処理部103は、特徴点マッチング処理により位置合わせした路面撮像データ α ($\alpha = 1, 2 \dots M$)を用いて、三角測量の原理により復元された三次元点群データを構築し、路面モデルを生成する。

(ステップS 7 7)。本実施形態において、データ処理部 1 0 3 は、MVS (Multi-View Stereo) 処理により三次元点群データを構築し、路面モデルを生成する。ただし、三次元点群データにより構成される路面モデルを生成する手法は特に限定されるものではない。

[0109] 次いで、データ処理部 1 0 3 は、モデル生成処理を終了するか否かを判定する (ステップS 7 9)。例えばデータ処理部 1 0 3 は、制御装置 5 0 からの路面撮像データ $Img_α$ の送信がなくなってから所定時間経過したときにモデル生成処理を終了すると判定してもよい。この他、データ処理部 1 0 3 は、制御装置 5 0 から計測終了を示す信号が送信されたときにモデル生成処理を終了すると判定してもよい。

[0110] データ処理部 1 0 3 は、モデル生成処理を終了すると判定しない場合 (S 7 9 / No)、ステップS 7 1 に戻ってモデル生成処理を継続する。一方、データ処理部 1 0 3 は、モデル生成処理を終了すると判定した場合 (S 7 9 / Yes)、モデル生成処理を終了する。

[0111] 以上説明したように、本実施形態に係る計測システム 1 は、路面モデルを生成するための路面撮像データを取得するために、撮像装置を搭載した計測装置 1 0 をガイド情報に基づいて計測経路に沿って自律走行させながら路面を撮影することができる。また、計測システム 1 は、計測装置 1 0 の自己位置推定機能を備え、ガイド情報が検出されなくなった場合に自己位置の推定結果が記録されている所定の位置まで計測装置 1 0 を後退させた後、慣性計測センサの検出情報に基づいて計測装置 1 0 の自律走行を継続することができる。したがって、ガイド情報と計測装置 1 0 との相対位置関係を利用して路面の撮像データを自動で収集している間にガイド情報が検出されなくなったとしても、撮影を継続することができる。

[0112] また、本実施形態に係る計測システム 1 は、ガイド情報が検出されなくなった場合、保存されている計測装置 1 0 の駆動量の記録に基づいて計測装置 1 0 を所定の位置まで後退させる。したがって、計測装置 1 0 が移動した軌跡に沿って計測装置 1 0 を所定の位置まで後退させることができ、その後に

自律走行を再開するときの計測装置 10 の位置のずれを抑制することができる。

[0113] また、本実施形態に係る計測システム 1 は、L i D A R 等の測距センサ 31 によりガイド情報が検出されなくなった場合、カメラセンサ 33 により周辺の状況を認識できる場合には代替となるガイド情報に基づいて計測装置 10 を計測経路に沿って自律走行させる。したがって、慣性計測センサの検出情報のみを用いて計測装置 10 を自律走行させる前に、カメラセンサ 33 の認識結果を併せて活用する計測装置 10 の自律走行を試みることができ、計測経路に沿った計測装置 10 の自律走行の精度を相対的に高く維持することができる。

[0114] また、本実施形態に係る計測システム 1 は、慣性計測センサの検出情報を用いて計測装置 10 を自律走行させる場合、測距センサ 31 の検出情報を用いる場合に比べて計測装置 10 の移動速度を低下させる。したがって、慣性計測センサの検出情報のみを用いて計測装置 10 を自律走行させる場合の計測経路とのずれを抑制することができる。

[0115] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0116] 例えば上記実施形態では、撮像条件として、撮像装置の移動速度、F 値、シャッター速度及び I S O 感度を設定したが、撮像条件は上記の例に限定されない。例えば特徴点の現れ方や特徴点のマッチング精度は、画像の明るさによっても変わり得ることから、撮像条件が照射ランプの出力（照度あるいは明るさ）を含んでいてもよい。これにより、特徴点のマッチング精度をさらに高めることができる。

[0117] また、上記実施形態の計測システムは、計測対象としての路面の凹凸状態

の三次元モデルを生成する計測システムとして構成されていたが、計測対象は路面に限定されるものではなく、任意の計測対象であってよい。また、上記実施形態の計測システムで用いられる計測装置は、路面を走行可能な計測装置として構成されていたが、計測装置は、無人又は有人の飛行体として構成されていてもよい。この場合、計測装置は、三次元空間上の自己位置及び姿勢を特定することで、それぞれの撮像データの撮像範囲、撮像装置から計測対象までの距離等の計算が可能となり、本開示の技術を適用することができる。

[0118] また、上記実施形態の計測システムは、主として撮像データを取得する計測装置と、主としてデータ処理を実行する情報処理装置とが通信可能に接続されて構成されていたが、本開示の技術は上記の例に限定されない。情報処理装置のデータ処理部の機能の一部が計測装置に備えられていてもよい。あるいは、情報処理装置が計測装置に搭載されるか、情報処理装置のデータ処理部の機能の全部が計測装置の制御装置に備えられ、計測装置のみにより計測システムが構成されていてもよい。

[0119] また、本開示の技術は、上記実施形態に記載された制御装置を搭載した計測装置、制御装置による計測装置の制御方法、上記の情報処理装置により実行される情報処理方法、コンピュータを上記の制御装置及び情報処理装置のうちの少なくとも一方として機能させるコンピュータプログラム、及び当該コンピュータプログラムを記録した非一時的な有形の記録媒体としても実現することができる。

符号の説明

- [0120] 1 : 計測システム
1 0 : 計測装置
1 3 : 車輪
1 5 : 駆動力源
1 7 : 操舵装置
2 1 : 撮像装置

2 3	: リフレクタ
2 5	: 照射ランプ
3 1	: 測距センサ
3 3	: カメラセンサ
3 5	: G N S S センサ
4 1	: 車輪速センサ
4 3	: 加速度センサ
4 5	: 角速度センサ
4 7	: G N S S センサ
5 0	: 制御装置
5 1	: 処理部
5 3	: 記憶部
5 5	: 地図データ記憶部
5 7	: 通信部
6 1	: 取得部
6 3	: 撮像条件設定部
6 5	: 自己位置推定部
6 7	: 自律走行制御部
6 9	: 撮像装置駆動部
8 1	: 入力部
8 3	: 通知部
1 0 0	: 情報処理装置
1 0 1	: 通信部
1 0 3	: データ処理部
1 0 5	: 記憶部
R	: 道路
W 1	: 側壁
W 2	: 側壁

請求の範囲

- [請求項1] 計測対象を撮影した複数の撮像データを合成し、前記計測対象のモデルのデータを生成する計測システムにおいて、
- 前記計測対象を撮影し前記撮像データを生成する撮像装置と、
- 前記撮像装置を搭載した計測装置と、
- 前記計測装置の周囲環境を検出する周囲環境センサと、
- 前記計測装置の加速度及び角速度を検出する慣性計測センサと、
- 前記計測装置を自律走行させながら前記撮像装置により前記計測対象を撮影する制御装置と、
- 前記撮像装置により撮像された前記複数の撮像データを取得し、取得した前記複数の撮像データを合成して前記計測対象のモデルのデータを生成する情報処理装置と、を備え、
- 前記制御装置は、
- 前記計測装置を移動させる計測経路の情報を取得し、前記周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させる自律走行制御処理と、
- 前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置の位置を推定する自己位置推定処理と、を実行し、
- 前記自律走行制御処理において前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出されなくなった場合、前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出され、かつ、前記計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで前記計測装置を後退させた後、前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させる、
- 計測システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記自律走行制御処理において、
- 前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出されなくなった場合、保存されている前記計測装置の駆動量の記録に基づいて、前記計

測装置を前記所定の位置まで後退させる、

請求項 1 に記載の計測システム。

[請求項3]

前記制御装置は、前記自律走行制御処理において

前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出されなくなった場合、前記周囲環境センサ以外の所定のセンサにより取得される情報に基づいて前記計測装置の周辺の状況を認識することができるか否かを判定し、

前記所定のセンサにより取得される情報に基づいて前記計測装置の周辺の状況を認識することができる場合、代替となるガイド情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させ、

前記所定のセンサにより取得される情報に基づいて前記計測装置の周辺の状況を認識することができない場合、所定の位置まで前記計測装置を後退させた後、前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させる、

請求項 1 に記載の計測システム。

[請求項4]

前記制御装置は、前記自律走行制御処理において、

前記所定の位置から前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置を自律走行させる場合、前記ガイド情報に基づいて前記計測装置を自律走行させる場合と比べて、移動速度を低下させる、

請求項 1 に記載の計測システム。

[請求項5]

計測対象を撮影した複数の撮像データを合成し、前記計測対象のモデルのデータを生成するための前記撮像データを収集する計測装置において、

前記計測対象を撮影し前記撮像データを生成する撮像装置と、

前記撮像装置を搭載した計測装置と、

前記計測装置の周囲環境を検出する周囲環境センサと、

前記計測装置の加速度及び角速度を検出する慣性計測センサと、

前記計測装置を自律走行させながら前記撮像装置により前記計測対

象を撮影する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、

前記計測装置を移動させる計測経路の情報を取得し、前記周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させる自律走行制御処理と、

前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置の位置を推定する自己位置推定処理と、を実行し、

前記自律走行制御処理において前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出されなくなった場合、前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出され、かつ、前記計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで前記計測装置を後退させた後、前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させる、

計測装置。

[請求項6]

計測対象を撮影した複数の撮像データを合成し、前記計測対象のモデルのデータを生成するための前記撮像データを収集する計測装置の制御方法において、

前記計測装置は、

前記計測対象を撮影し前記撮像データを生成する撮像装置と、

前記計測装置の周囲環境を検出する周囲環境センサと、

前記計測装置の加速度及び角速度を検出する慣性計測センサと、

前記計測装置を自律走行させながら前記撮像装置により前記計測対象を撮影する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、

前記計測装置を移動させる計測経路の情報を取得し、前記周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させる自律走行制御処理と、

前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置の位置を推

定する自己位置推定処理と、を実行し、

前記自律走行制御処理において前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出されなくなった場合、前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出され、かつ、前記計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで前記計測装置を後退させた後、前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させる、

計測装置の制御方法。

[請求項7]

計測対象を撮影した複数の撮像データを合成し、前記計測対象のモデルのデータを生成するための前記撮像データを収集する計測装置を制御するプログラムであって、

前記計測装置は、

前記計測対象を撮影し前記撮像データを生成する撮像装置と、

前記撮像装置を搭載した計測装置と、

前記計測装置の周囲環境を検出する周囲環境センサと、

前記計測装置の加速度及び角速度を検出する慣性計測センサと、

前記計測装置を自律走行させながら前記撮像装置により前記計測対象を撮影する制御装置と、を備え、

コンピュータに、

前記計測装置を移動させる計測経路の情報を取得し、前記周囲環境センサにより検出されるガイド情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させることと、

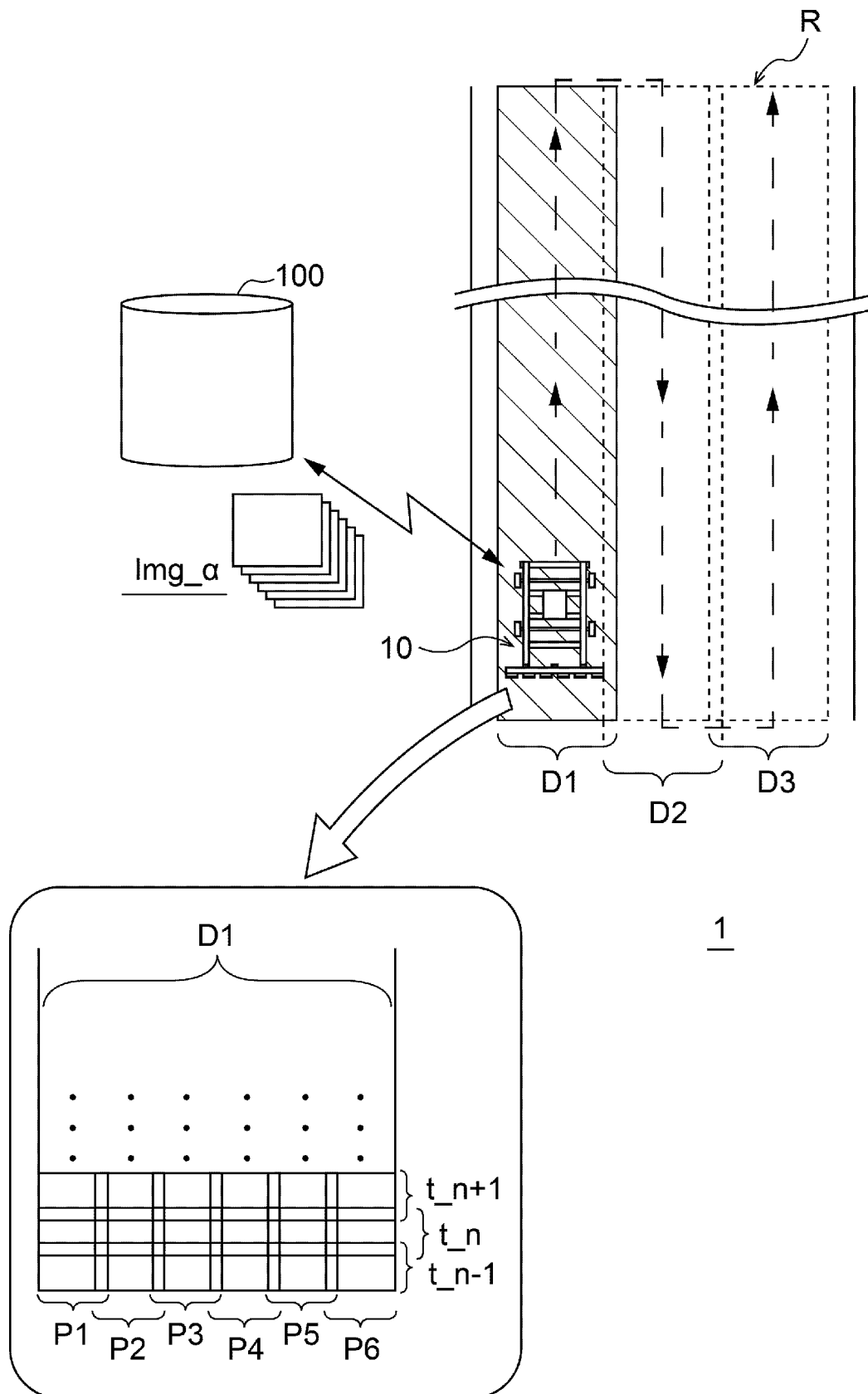
前記慣性計測センサの検出情報に基づいて前記計測装置の位置を推定することと、

前記自律走行させる間に前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出されなくなった場合、前記周囲環境センサにより前記ガイド情報が検出され、かつ、前記計測装置の位置の推定結果が記録されている所定の位置まで前記計測装置を後退させた後、前記慣性計測センサ

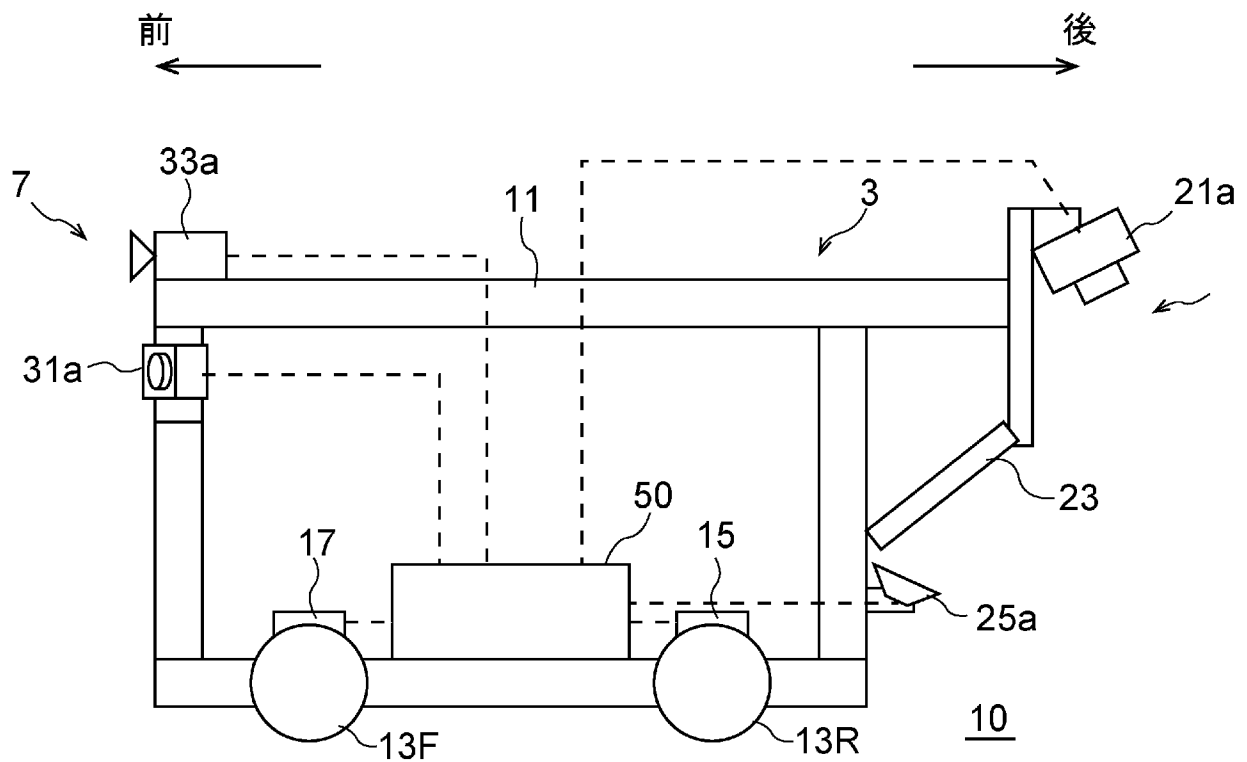
の検出情報に基づいて前記計測装置を前記計測経路に沿って自律走行させることと、

を実行させるプログラムを記録した、非一時的な有形の記録媒体。

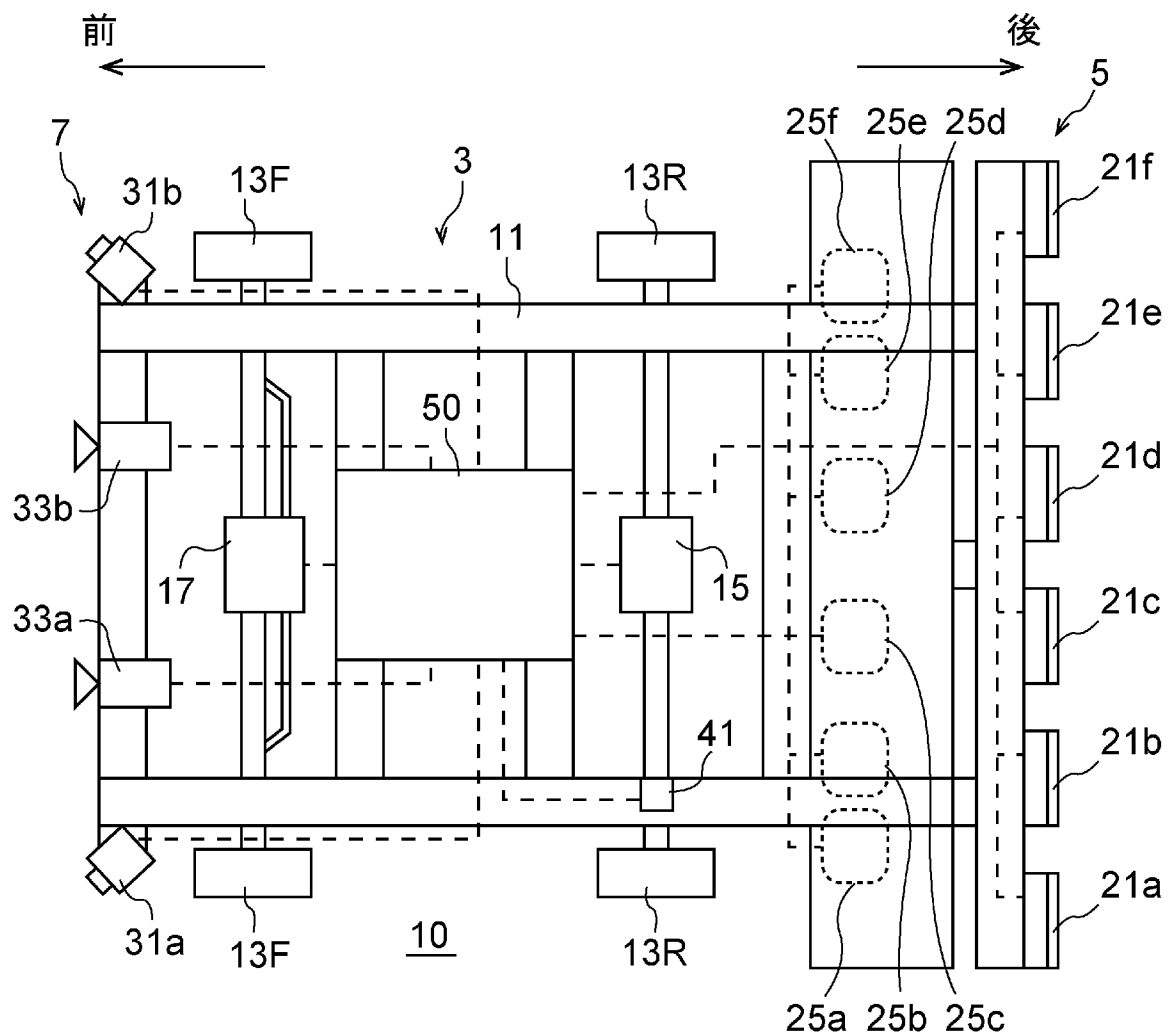
[図1]

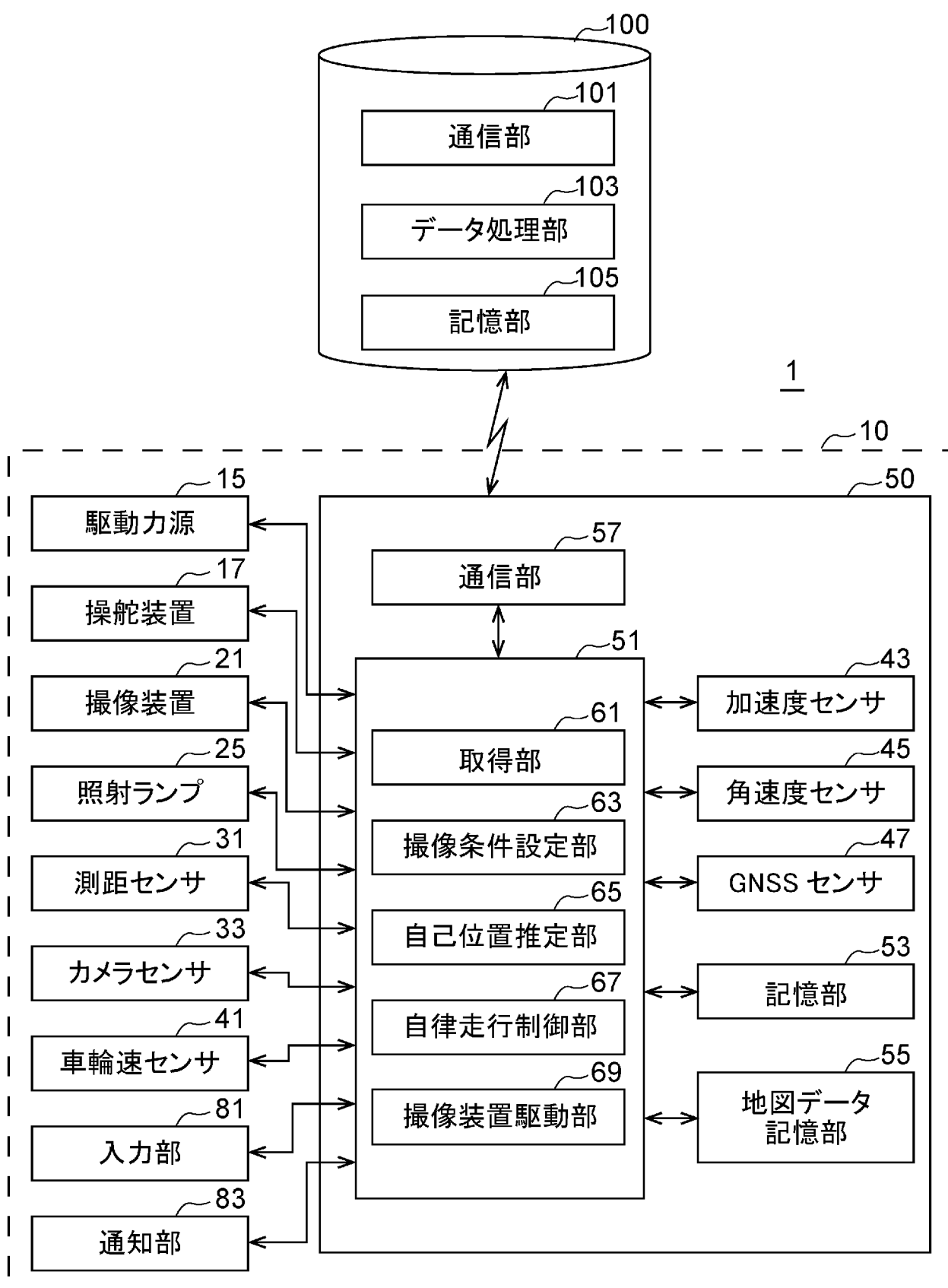


[図2]

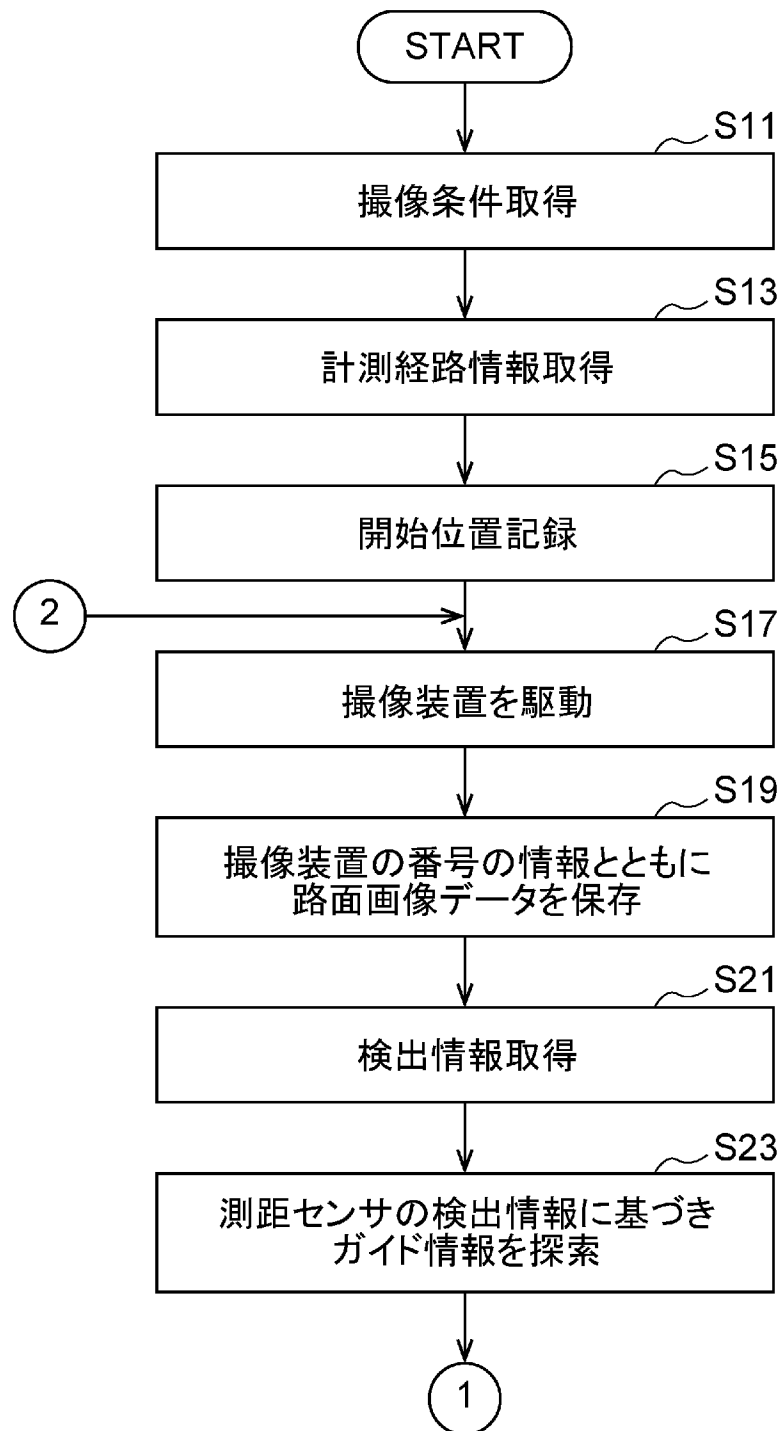


[図3]

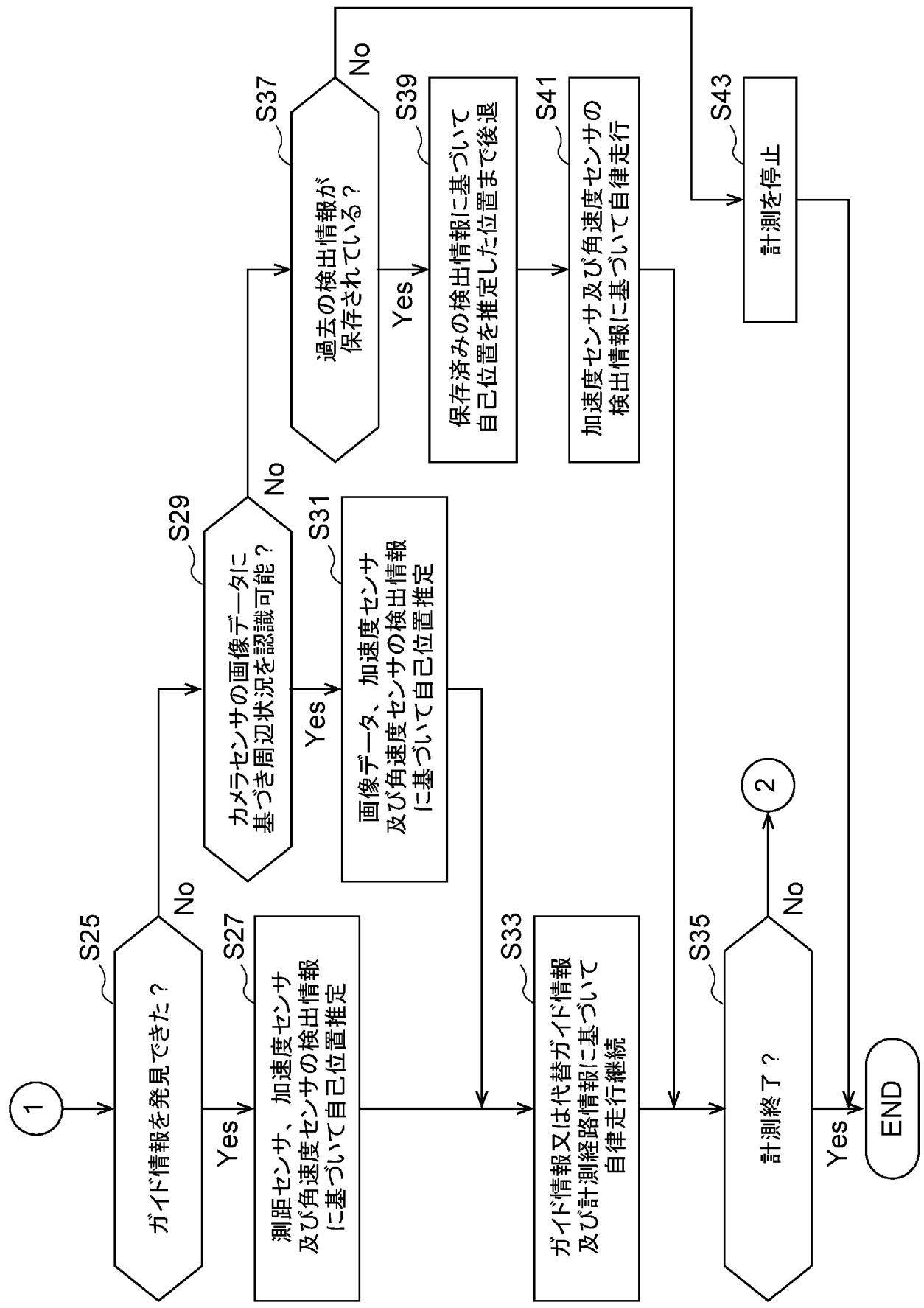




[図5]



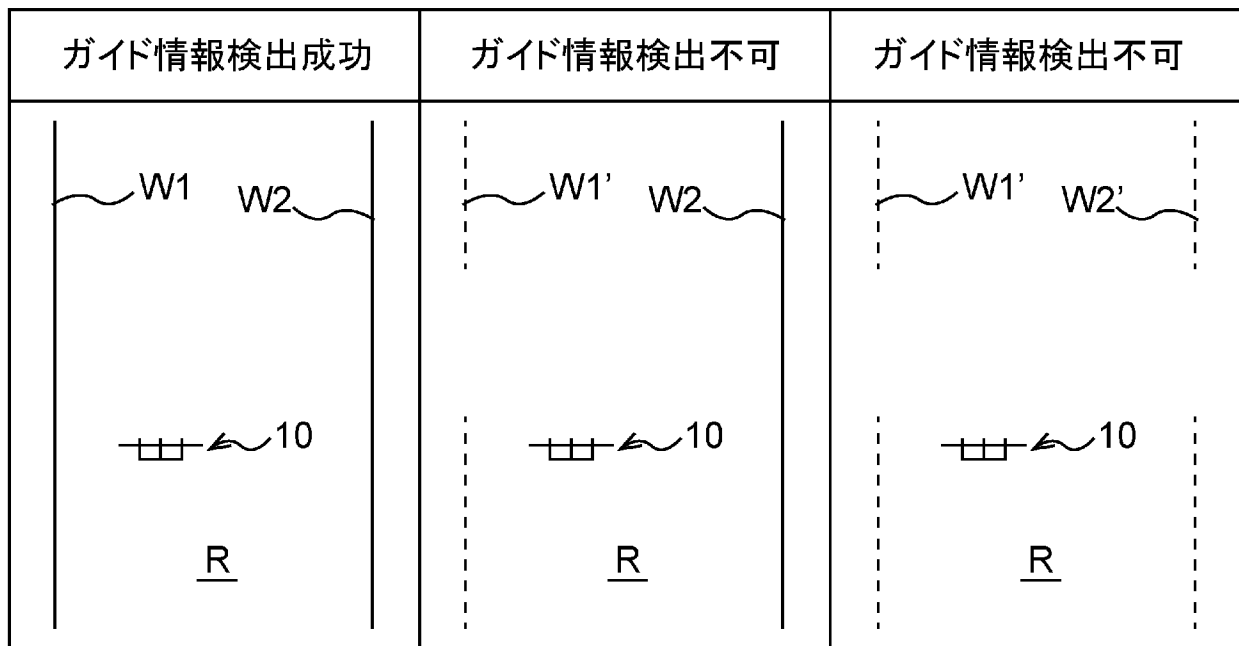
[図6]



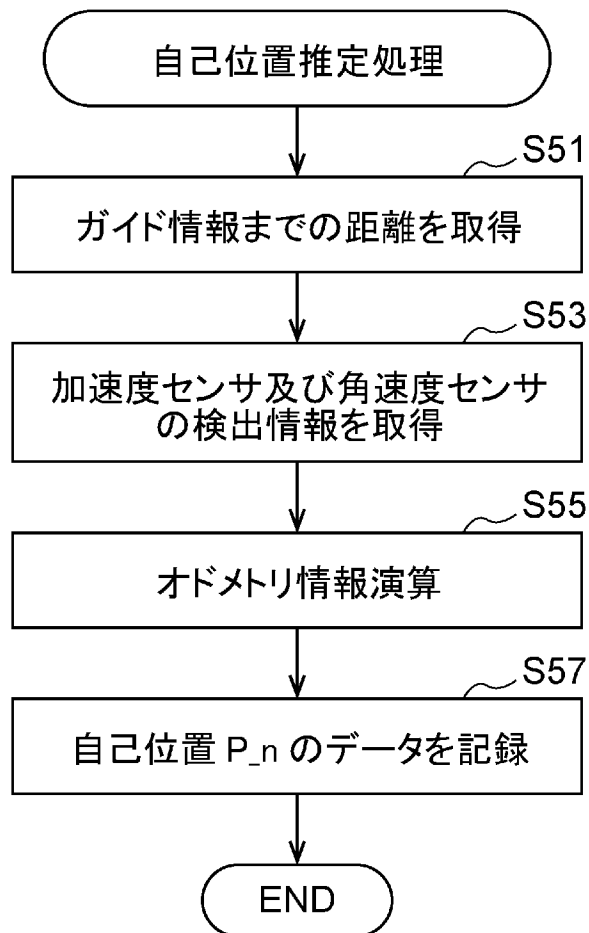
[図7]

時刻	トルク	舵角	加速度			角速度			車輪速
			x	y	z	x	y	z	
t_0	Tq_0	SA_0	Ax_0	Ay_0	Az_0	Gx_0	Gy_0	Gz_0	rpm_0
t_1	Tq_1	SA_1	Ax_1	Ay_1	Az_1	Gx_1	Gy_1	Gz_1	rpm_1
t_2	Tq_2	SA_2	Ax_2	Ay_2	Az_2	Gx_2	Gy_2	Gz_2	rpm_2
t_3	Tq_3	SA_3	Ax_3	Ay_3	Az_3	Gx_3	Gy_3	Gz_3	rpm_3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
t_n-2	Tq_n-2	SA_n-2	Ax_n-2	Ay_n-2	Az_n-2	Gx_n-2	Gy_n-2	Gz_n-2	rpm_n-2
t_n-1	Tq_n-1	SA_n-1	Ax_n-1	Ay_n-1	Az_n-1	Gx_n-1	Gy_n-1	Gz_n-1	rpm_n-1
t_n	Tq_n	SA_n	Ax_n	Ay_n	Az_n	Gx_n	Gy_n	Gz_n	rpm_n

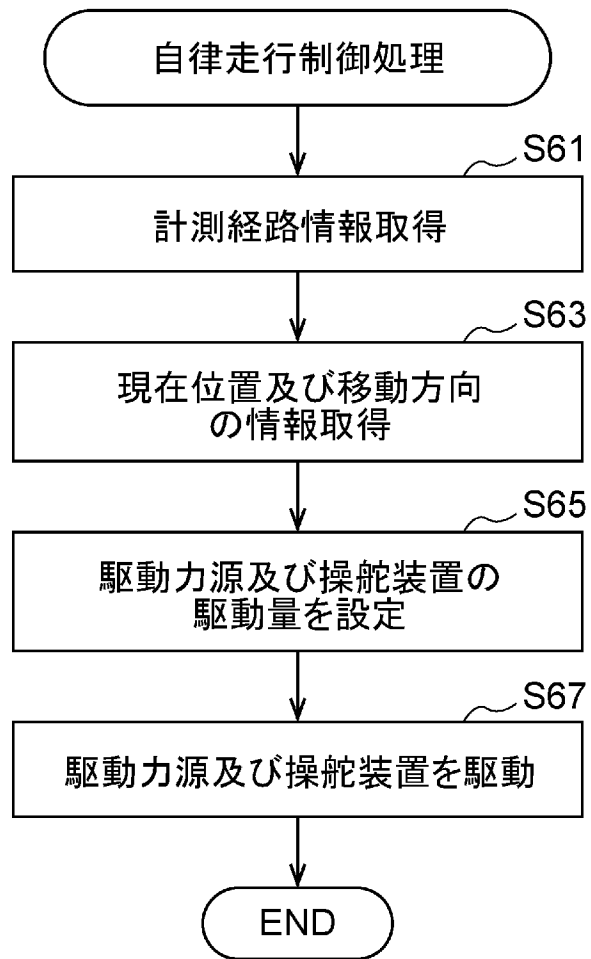
[図8]



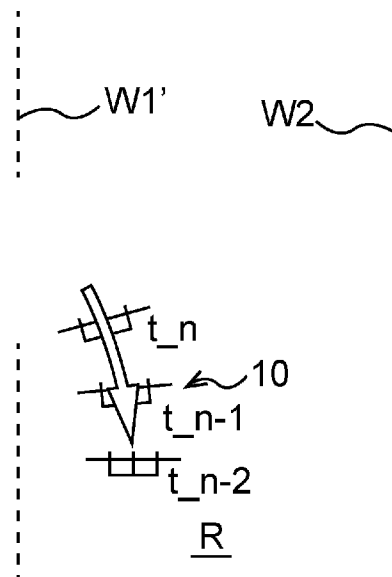
[図9]



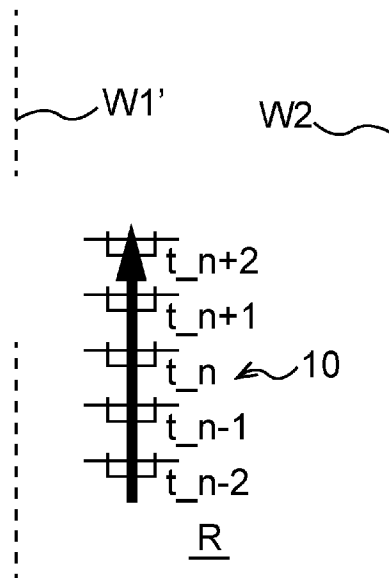
[図10]



[図11]



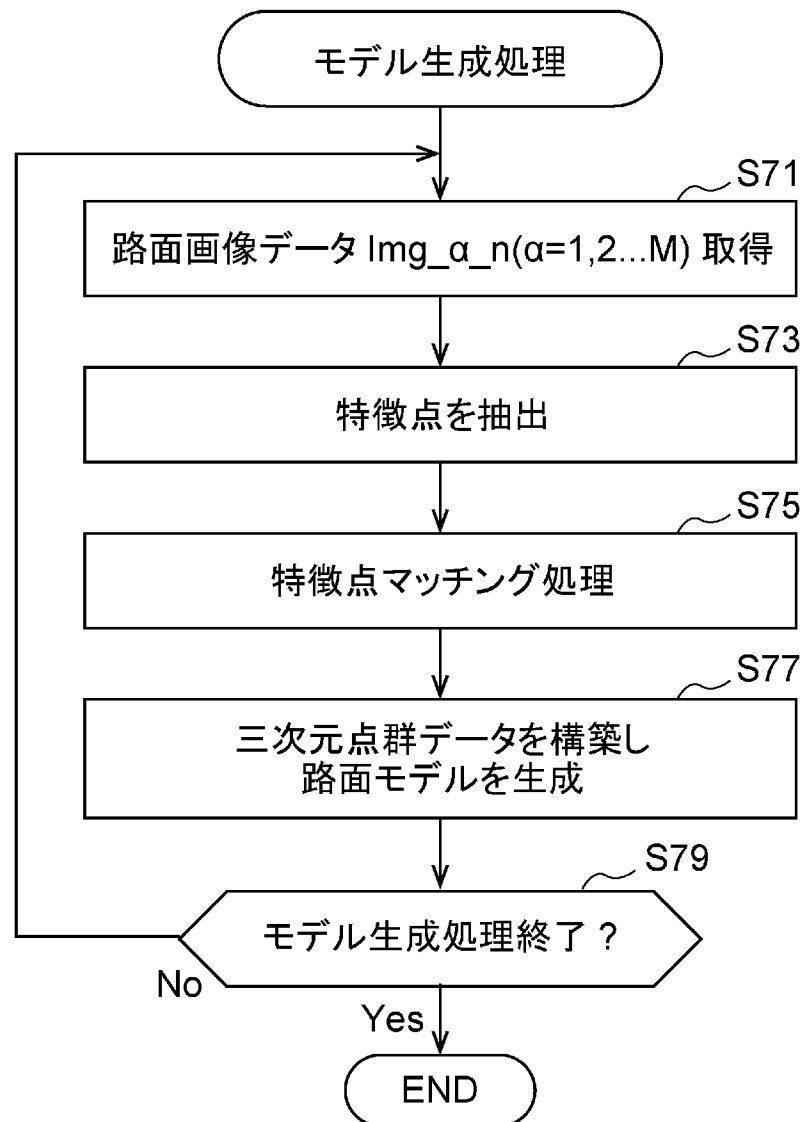
[図12]



[図13]

時刻	トルク	舵角	加速度			角速度			車輪速
			x	y	z	x	y	z	
t_0	Tq_0	SA_0	Ax_0	Ay_0	Az_0	Gx_0	Gy_0	Gz_0	rpm_0
t_1	Tq_1	SA_1	Ax_1	Ay_1	Az_1	Gx_1	Gy_1	Gz_1	rpm_1
t_2	Tq_2	SA_2	Ax_2	Ay_2	Az_2	Gx_2	Gy_2	Gz_2	rpm_2
t_3	Tq_3	SA_3	Ax_3	Ay_3	Az_3	Gx_3	Gy_3	Gz_3	rpm_3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
t_{n-2}	Tq_{n-2}	SA_{n-2}	Ax_{n-2}	Ay_{n-2}	Az_{n-2}	Gx_{n-2}	Gy_{n-2}	Gz_{n-2}	rpm_{n-2}
t_{n-1}	Tq_{n-1}	SA_{n-1}	Ax_{n-1}	Ay_{n-1}	Az_{n-1}	Gx_{n-1}	Gy_{n-1}	Gz_{n-1}	rpm_{n-1}
t_n	Tq_n	SA_n	Ax_n	Ay_n	Az_n	Gx_n	Gy_n	Gz_n	rpm_n
t_{n+1}	Tq_{n+1}	SA_{n+1}	Ax_{n+1}	Ay_{n+1}	Az_{n+1}	Gx_{n+1}	Gy_{n+1}	Gz_{n+1}	rpm_{n+1}
t_{n+2}	Tq_{n+2}	SA_{n+2}	Ax_{n+2}	Ay_{n+2}	Az_{n+2}	Gx_{n+2}	Gy_{n+2}	Gz_{n+2}	rpm_{n+2}

[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/013090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05D 1/02**(2020.01)i

FI: G05D1/02 J

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)

G05D1/02

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.
A	JP 2022-134119 A (NAVER LABS CORPORATION) 14 September 2022 (2022-09-14) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2020-500767 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 16 January 2020 (2020-01-16) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2021-177144 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 11 November 2021 (2021-11-11) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2008-9930 A (SECOM CO., LTD.) 17 January 2008 (2008-01-17) entire text, all drawings	1-7
A	US 10395117 B1 (TRIFO, INC.) 27 August 2019 (2019-08-27) entire text, all drawings	1-7

☐ 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

26 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/013090

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-134119	A	14 September 2022	US 2022/0283310 A1 entire text, all drawings KR 10-2022-0124051 A	
JP	2020-500767	A	16 January 2020	US 2018/0246515 A1 entire text, all drawings WO 2018/159177 A1 CN 110312912 A	
JP	2021-177144	A	11 November 2021	US 2021/0348927 A1 entire text, all drawings	
JP	2008-9930	A	17 January 2008	(Family: none)	
US	10395117	B1	27 August 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05D 1/02(2020.01)i FI: G05D1/02 J		
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）） G05D1/02 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
A	JP 2022-134119 A（ネイパーラボス コーポレーション）14.09.2022（2022 - 09 - 14） 全文, 全図	1-7
A	JP 2020-500767 A（三菱電機株式会社）16.01.2020（2020 - 01 - 16） 全文, 全図	1-7
A	JP 2021-177144 A（キヤノン株式会社）11.11.2021（2021 - 11 - 11） 全文, 全図	1-7
A	JP 2008-9930 A（セコム株式会社）17.01.2008（2008 - 01 - 17） 全文, 全図	1-7
A	US 10395117 B1（TRIFO, INC.）27.08.2019（2019 - 08 - 27） 全文, 全図	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。		
* 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 26.05.2023	国際調査報告の発送日 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） 大古 健一 3U 1180 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

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/JP2023/013090

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2022-134119	A	14.09.2022	US 2022/0283310 A1 全文, 全図 KR 10-2022-0124051 A	
JP	2020-500767	A	16.01.2020	US 2018/0246515 A1 全文, 全図 WO 2018/159177 A1 CN 110312912 A	
JP	2021-177144	A	11.11.2021	US 2021/0348927 A1 全文, 全図	
JP	2008-9930	A	17.01.2008	(ファミリーなし)	
US	10395117	B1	27.08.2019	(ファミリーなし)	