

(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
2022年12月22日(22.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/264673 A1

(51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2020.01)

県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内 Nara (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/017887

(22) 国際出願日: 2022年4月15日(15.04.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2021-099351 2021年6月15日(15.06.2021) JP

(71) 出願人: DMG森精機株式会社(DMG MORI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 Nara (JP).

(72) 発明者: 長末 秀樹(NAGASUE, Hideki); 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内 Nara (JP). 足立 剛志(ADACHI, Takashi); 〒6391160 奈良

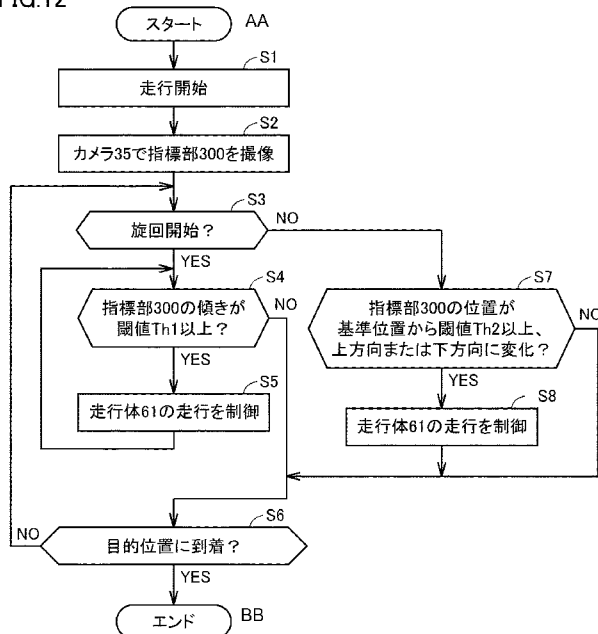
(74) 代理人: 弁理士法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, 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,

(54) Title: TRAVEL SYSTEM

(54) 発明の名称: 走行システム

FIG.12



S1 Start traveling
S2 Photograph indicator 300 by camera 35
S3 Has turning started?
S4 Is inclination of indicator 300 equal to or larger than threshold value Th1?
S5, S8 Control traveling of mobile object 61
S6 Has mobile object 61 reached destination position?
S7 Has position of indicator 300 changed from reference position in upper or lower direction by threshold value Th2 or more?
AA Start
BB End

(57) Abstract: This travel system has an autonomous mobile object (61), an indicator (300), a towed object to be towed by the mobile object (61), and a camera (35) or laser sensor, and comprises an acquisition unit that acquires position information of the indicator (300) with respect to the mobile object (61) while the mobile object (61) is traveling, and a travel control unit that controls traveling of the mobile object (61) on the basis of a change in position information of the indicator (300) acquired by the acquisition unit.

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, 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))

- (57) 要約: 走行システムは、自走可能な走行体(61)と、指標部(300)を有し、走行体(61)により牽引される被牽引体と、カメラ(35)またはレーザセンサを含み、走行体(61)の走行時に、走行体(61)に対する指標部(300)の位置情報を取得する取得部と、上記取得部において取得される指標部(300)の位置情報の変化に基づいて、走行体(61)の走行を制御する走行制御部とを備える。

明 細 書

発明の名称： 走行システム

技術分野

[0001] 本開示は、走行システムに関する。

背景技術

[0002] 工場などの生産システムにおいて、無人化が望まれている。無人化を実現するために、自走装置の開発が進められている。自走装置は、加工前のワークや工具などを各工作機械に搬送したり、各工作機械で加工が完了したワークや使用済の工具などを回収するために利用される。

[0003] 自走装置としては、たとえば、床の磁気テープ等のトラックに従って移動する無人搬送車（AGV：Automated Guided Vehicle）が知られている。また、近年、人や障害物を自動的に回避し自律走行する自律走行搬送ロボット（AMR：Autonomous Mobile Robot）も開発されている。このような自律走行搬送ロボットは、マップを元に自動で走行ルートを算出する。たとえば、ブラウザが搭載された情報機器（パーソナルコンピュータ、タブレット、スマートフォン等）によって自律走行搬送ロボットを遠隔制御することにより、マップが生成される。

[0004] 特開2019-8359号公報（特許文献1）には、自走装置として、投射光を出射する投射部を回転駆動させ、前記投射光が計測対象物で反射した反射光の受光に基づいて距離測定データを出力する距離測定装置と、距離測定データに基づいてマップ情報を作成するマップ作成部と、障害物を検知する障害物センサとを備える移動装置が開示されている。特許第6779398号公報（特許文献2）には、オムニホイールを備える自走装置が開示されている。特開2021-6359号公報（特許文献3）には、走行台車部とロボットアームとを備える自走装置が開示されている。

[0005] 特開2021-77054号公報（特許文献4）には、工作機械の周辺に配設される周辺装置と、周辺装置に係合して搬送する自走装置としての無人

搬送車とが開示されている。周辺装置として、材料ストッカと、製品ストッカと、測定器およびチャックストッカとが開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開 2 0 1 9 － 8 3 5 9 号公報
特許文献2：特許第 6 7 7 9 3 9 8 号公報
特許文献3：特開 2 0 2 1 － 6 3 5 9 号公報
特許文献4：特開 2 0 2 1 － 7 7 0 5 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 自走装置が台車等の被牽引体を牽引する自走システムにおいては、走行時に被牽引体が姿勢を崩すと、被牽引体が転倒する可能性もある。たとえば、曲線走行時に被牽引体が進行方向に向かって左右方向に大きく傾くと、被牽引体が横転する可能性がある。また、被牽引体が台車である場合、被牽引体が姿勢を崩すと、被牽引体が横転まではしなくても、被牽引体に積載した積載物が落下または転倒するおそれがある。このため、被牽引体の姿勢を保つように、自走装置（牽引体）を走行させる必要がある。
- [0008] 被牽引体の姿勢を保つために、たとえば、被牽引体に、慣性計測装置（IMU：Inertial Measurement Unit）を設置することが考えられる。この場合、被牽引体は、慣性計測装置によって被牽引体の姿勢を検知し、かつ、検知結果を無線通信等で自走装置に通知する。自走装置は、検知結果に基づき、走行速度等の走行条件を変化させる。
- [0009] しかしながら、慣性計測装置等の姿勢を検知する機器は、一般的には高価である。また、工場等の作業場では、数多くの被牽引体が利用される。それゆえ、被牽引体に慣性計測装置等の高価な機器を設置することは、コスト面からは得策とは言えない。
- [0010] 本開示は、上記の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、低コ

ストで被牽引体の姿勢を保つことが可能な自走システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0011] 本開示のある局面に従うと、走行システムは、自走可能な走行体と、指標部を有し、走行体により牽引される被牽引体と、カメラまたはレーザセンサを含み、走行体の走行時に、走行体に対する指標部の位置情報を取得する取得部と、取得部において取得される指標部の位置情報の変化に基づいて、走行体の走行を制御する走行制御部とを備える。
- [0012] このような構成によれば、取得部において取得される指標部の位置情報の変化に基づいて、走行体の走行を制御することによって、被牽引体の姿勢を保つことができる。たとえば、被牽引体の横転等を防止できる。この場合に、取得部にカメラまたはレーザセンサが利用されるため、慣性計測装置等の機器を用いる場合に比べて、低コストを実現することができる。
- [0013] 好ましくは、指標部の位置情報は、走行体の直線走行時に取得される第1位置情報と、走行体の曲線走行時に取得される第2位置情報とを含む。走行制御部は、走行体の曲線走行時、第1位置情報を基準とする第2位置情報の変化量が予め定められた閾値を超えた場合に、走行体の走行を制御する。このような構成によれば、走行体の曲線走行時に被牽引体が横転することを防止できる。
- [0014] 好ましくは、走行制御部は、走行体の走行を、走行体の停止、走行体の減速、および、走行体の曲線走行における曲率の減少のいずれかに制御する。このような構成によれば、走行体を停止させたり、減速させたり、曲線走行時における曲率を減少させたりすることによって、曲線走行時に被牽引体が横転することを防止できる。
- [0015] 好ましくは、被牽引体は、頂部と、車輪部とを含む。指標部は、上下方向において、車輪部よりも頂部寄りの位置に設けられる。このような構成によれば、走行体の曲率走行時、指標部の挙動がより大きくなるため、制御装置が、指標部の位置情報の変化を認識しやすくなる。

- [0016] 好ましくは、指標部の位置情報は、走行体が床面の段差を越える前に取得される第3位置情報と、走行体が床面の段差を越えた後に取得される第4位置情報とを含む。走行制御部は、走行体の走行時、第3位置情報を基準とする第4位置情報の変化量が予め定められた閾値を超えた場合に、走行体の走行を制御する。このような構成によれば、床面に段差があった場合に、被牽引体が横転することを防止できる。
- [0017] 好ましくは、走行制御部は、走行体が停止するように、走行体の走行を制御する。このような構成によれば、走行体を停止させることによって、床面に段差があった場合に、被牽引体が横転することを防止できる。
- [0018] 好ましくは、指標部は、被牽引体に付された特定の図形である。取得部は、カメラを含み、カメラにより撮像された図形の画像を取得することにより、指標部の位置情報を取得する。このような構成によれば、自走装置は、被牽引体に付された図形を用いて、被牽引体の姿勢を保つことができる。
- [0019] 好ましくは、被牽引体は、台車である。このように被牽引体が台車である場合、走行体により牽引する台車の種類が様々であったり、台車に積載する荷物の数および重量、荷物の積載位置が異なっていたりして、被牽引体の横転が生じる走行体の走行条件が都度変わる。このため、取得部において取得される指標部の位置情報の変化に基づいて、走行体の走行を制御することによって、被牽引体の横転を的確に防ぐことが可能となる。
- [0020] 好ましくは、取得部は、走行体の試走時に、走行体に対する指標部の位置情報をさらに取得する。試走は、台車の荷物の積載状態を一定または当該荷物が積載されていない状態で行なわれる。走行制御部は、試走時において取得部によって取得される指標部の位置情報の変化に基づいて走行体の実運用時の走行条件を設定し、かつ、走行体の実運用時に走行条件を満たすように走行体の走行を制御する。
- [0021] このような構成によれば、走行体を試走させることによって、台車の積載状態が特定の状態にあるときに、台車が横転することのない走行条件を設定できる。実運用時において、当該走行条件を満たすように走行体の走行を制

御し、かつ、取得部において取得される指標部の位置情報の変化に基づいて、走行体の走行を制御することによって、走行条件を予め設定しない場合に比べて、被牽引体の姿勢をより安定して保つことができる。

[0022] 本開示の他の局面に従うと、走行システムは、自走可能な走行体と、指標部を有し、走行体により牽引される被牽引体と、カメラまたはレーザセンサを含み、走行体の試走時に、走行体に対する指標部の位置情報を取得する取得部と、取得部において取得される指標部の位置情報の変化に基づいて、走行体の走行条件を設定し、かつ、走行体の実運用時に走行条件を満たすように走行体の走行を制御する走行制御部とを備える。

[0023] このような構成によれば、走行体を試走させることによって、被牽引体が横転することのない走行条件を設定できる。当該走行条件を満たすように走行体の走行を制御することにより、走行体の走行時に、被牽引体の姿勢を保つことが可能となる。

発明の効果

[0024] 本開示によれば、走行時において、低コストで被牽引体の姿勢を保つことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]走行システムの側面図である。

[図2]走行システムの上面図である。

[図3]走行本体部を示す上面図である。

[図4]自走装置の動作制御に関する装置構成を示す図である。

[図5]図2のv-v線矢視断面図である。

[図6]自走装置の機能的構成を説明するための機能ブロック図である。

[図7]自走装置が左旋回し始めたときの走行システムの上面図である。

[図8]図7のi-x-i-x線矢視断面図である。

[図9]左旋回時を開始する直前と直後とに得られる画像データを説明するための模式図である。

[図10]自走装置が段差を乗り越えた直後の走行システムの側面図である。

[図11]自走装置が段差を乗り越える前と、乗り越えた直後とに得られる画像データを説明するための模式図である。

[図12]自走装置で実行される処理の流れを説明するためのフロー図である。

[図13]他の形態の台車を示した図である。

[図14]走行システムを試走によって生成された走行条件を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、図面を参照しつつ、本発明に従う各実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品および構成要素には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、これらについての詳細な説明は繰り返さない。なお、以下で説明される各実施の形態および各変形例は、適宜選択的に組み合わせられてもよい。

[0027] また、以下では、自律走行搬送ロボット（AMR：Autonomous Mobile Robot）に、ロボットアームが組み合わされた自走装置を例に挙げて説明する。ロボットアームは、たとえば、協働ロボットである。なお、自走装置は、自律走行搬送ロボットの代わりに、無人搬送車（AGV：Automated Guided Vehicle）にロボットアームが組み合わされていてもよい。

[0028] また、自走装置は、自走可能な走行体を備えていればよく、ロボットアームを備えていなくてもよい。すなわち、自走装置は、単に、自律走行搬送ロボットまたは無人搬送車であってもよい。

[0029] また、以下では、自走装置に牽引される被牽引体の例として、台車を例に挙げて説明する。ただし、被牽引体は、台車に限定されず、車輪が付いた移動可能な周辺機器（たとえば、バッテリー駆動するバリ取り用の機械）であってもよい。

[0030] [実施の形態1]

< A. 走行システムの概略構成 >

図1は、本実施の形態の走行システム1の側面図である。図2は、走行システム1の上面図である。

[0031] 図1、図2および後出の図面には、前方、後方、右方、左方、上方および下方の6方向が適宜示されている。前方および後方は、自走装置100が直進走行する場合の進行方向であり、互いに反対方向である。右方は、自走装置100から前方を見た場合の右手方向である。左方は、自走装置100から前方を見た場合の左手方向であり、右方の反対方向である。上方は、自走装置100から見て空側であり、下方は、自走装置100が走行する床面側である。

[0032] なお、本実施の形態では、後述するトレイ66に対してロボットアーム11が位置する方向を前方といい、その反対方向を後方というが、いずれの方向を前方といい、いずれの方向を後方というかは、特に限定されない。

[0033] 図1および図2に示されるように、走行システム1は、自走装置100と、被牽引体としての台車200とを備える。自走装置100と、台車200とは、連結部45で連結されている。台車200は、自走装置100により牽引される。台車200は、典型的には、たとえば、材料ストッカ、製品ストッカ、測定器ストッカ、または、チャックストッカである。

[0034] 自走装置100は、図示しないサーバと双方向通信をする。当該通信は、たとえば、無線LAN (Local Area Network) により実現される。あるいは、上記の通信は、移動体用の無線システムにより実現される。移動体用の無線システムとして、たとえば、第4世代通信システム(4G)、第5世代通信システム(5G)を用いることができる。

[0035] 図1に示されるように、自走装置100は、走行体61と、ロボットアーム11と、カメラ35と、連結部45bとを有する。走行体61は、モータを用いた車輪駆動により走行可能(自走可能)に構成されている。ロボットアーム11は、走行体61に搭載されている。ロボットアーム11の先端部には、エンドエフェクタ40が装着されている。エンドエフェクタ40は、ロボットアーム11の先端に着脱可能に取り付けられ、対象物に対して作業を行なう。本例では、ロボットアーム11には、エンドエフェクタ40として、把持ハンドが接続される。自走装置100は、エンドエフェクタ40に

より、搬送対象物を把持可能に構成されている。

- [0036] 走行体 6 1 は、走行本体部 6 2 と、カバー部 6 3 とを有する。カバー部 6 3 は、走行本体部 6 2 上に設けられている。カバー部 6 3 は、走行本体部 6 2 上に内部空間を形成するカバー体からなり、その内部には、ロボットアーム 1 1 の駆動用モータ、自走装置 1 0 0 の動力源として設けられるバッテリー、または、自走装置 1 0 0 を制御するための各種制御部品などが収容されている。なお、走行本体部 6 2 の構造については、後に詳しく説明する。
- [0037] カバー部 6 3 は、頂面 6 5 を有する。頂面 6 5 上には、搬送対象物を載置するためのトレイ 6 6 が設けられている。ロボットアーム 1 1 は、頂面 6 5 に接続されている。ロボットアーム 1 1 は、頂面 6 5 から上方に向けて延出している。走行体 6 1 に対するロボットアーム 1 1 の接続位置は、トレイ 6 6 と前後方向に並んでいる。
- [0038] ロボットアーム 1 1 は、基台部 1 2 と、アーム部 1 3 とを有する。基台部 1 2 は、走行体 6 1 に対して回転可能に接続されている。アーム部 1 3 は、基台部 1 2 に対して接続されている。アーム部 1 3 は、基台部 1 2 からアーム状に延びている。
- [0039] ロボットアーム 1 1 は、プログラム制御型ロボットである。ロボットアーム 1 1 は、本例では、垂直多関節型ロボットである。詳しくは、本例では、ロボットアーム 1 1 は、6 自由度（6 つの可動部）を有する 6 軸ロボットである。なお、6 軸が制御可能なロボットアーム 1 1 の代わりに、走行体 6 1 に 6 軸以外の多軸制御可能なロボットアームが搭載されてもよい。
- [0040] 台車 2 0 0 は、本体部 2 0 5 と、複数の車輪 2 2 0 とを備える。詳しくは、台車 2 0 0 は、右側前輪 2 2 0 R f と、左側前輪 2 2 0 L f（図 3 参照）と、右側後輪 2 2 0 R b と、左側前輪（図示せず）とを備える。
- [0041] 台車 2 0 0 は、連結部 4 5 a をさらに備える。自走装置 1 0 0 と台車 2 0 0 とは、連結部 4 5 を構成する連結部 4 5 a と連結部 4 5 b とで、互いに連結される。
- [0042] 図 2 に示されるように、台車 2 0 0 の本体部 2 0 5 は、収容部 2 1 0 と、

複数の側壁部 251 とを備える。複数の側壁部 251 により収容部 210 が形成されている。詳しくは、台車 200 は、前側の側壁部 251 F と、後側の側壁部 251 B と、右側の側壁部 251 R と、左側の側壁部 251 L とを備える。本例では、各側壁部 251 の頂部 211 は、平らな形状となっている。各側壁部 251 によって、台車 200 の大きな傾き等により台車 200 に積載された荷物（積載物）が落下してしまうことを防いでいる。

[0043] 図 1 および図 2 に示されるように、カメラ 35 は、走行体 61 に設置されている。カメラ 35 は、自走装置 100 の後方を撮像可能に設置されている。詳しくは、カメラ 35 は、台車 200 を撮像可能な位置に設置されている。より詳しくは、カメラ 35 は、台車 200 の前側の側壁部 251 F を撮像可能な位置に設置されている。

[0044] 本例のように、自走装置 100 が台車 200 と連結されている場合には、カメラ 35 は、側壁部 251 F の少なくとも一部を含む領域を撮像する。図 2 の状態では、カメラ 35 の光軸 J と、側壁部 251 F とが略直交している。

[0045] カメラ 35 は、本例では、典型的には、デジタルカメラである。カメラ 35 は、少なくとも動画像を撮像可能である。なお、カメラ 35 の設置位置は、図示した位置に限定されるものではない。台車 200 に貼り付けられた後述する指標部 300 が撮像可能な位置であれば、特に限定されるものではない。

[0046] < B. 自走装置の走行本体部 >

図 3 は、走行本体部 62 を示す上面図である。

[0047] 図 3 に示されるように、走行本体部 62 は、第 1 駆動輪 71 と、第 1 走行用モータ 77 と、第 2 駆動輪 72 と、第 2 走行用モータ 78 と、複数の従動輪 51（51 R f, 51 L f, 51 R b, 51 L b）とを有する。従動輪 51 は、オムニホイールからなる。従動輪 51 は、ホイール 56 と、複数のローラ 60 とを有する。

[0048] 走行本体部 62 は、第 1 車軸 73 と、第 2 車軸 74 と、減速機 75 と、減

速機 7 6 とを有する。第 1 走行用モータ 7 7 は、減速機 7 5 を介して第 1 駆動輪 7 1 に接続されている。第 2 走行用モータ 7 8 は、減速機 7 6 を介して第 2 駆動輪 7 2 に接続されている。

[0049] 走行本体部 6 2 は、フレーム 8 6 と、第 1 支持アーム 9 3 と、第 2 支持アーム 9 4 と、第 1 支持軸 9 1 と、第 2 支持軸 9 2 と、第 3 支持アーム 8 8 と、第 3 支持軸 8 7 とをさらに有する。

[0050] 走行本体部 6 2 は、第 3 車軸 9 6 と、第 4 車軸 9 7 と、第 5 車軸 9 8 と、第 6 車軸 9 9 とをさらに有する。従動輪 5 1 R f は、第 3 車軸 9 6 を介して、第 1 支持アーム 9 3 に接続されている。従動輪 5 1 L f は、第 4 車軸 9 7 を介して、第 2 支持アーム 9 4 に接続されている。従動輪 5 1 R b は、第 5 車軸 9 8 を介して、第 3 支持アーム 8 8 に接続されている。従動輪 5 1 L b は、第 6 車軸 9 9 を介して、第 3 支持アーム 8 8 に接続されている。本例では、連結部 4 5 b は、フレーム 8 6 に接続されている。

[0051] このような走行本体部 6 2 のハードウェア構成は公知であるため、ここでは、当該構成についての詳細な説明は繰り返さない。以下、走行本体部 6 2 による走行体 6 1 の移動方向について、説明する。

[0052] 走行体 6 1 は、第 1 駆動輪 7 1 および第 2 駆動輪 7 2 に対して、互いに同じ回転が付与されることによって、前後方向に直進し、第 1 駆動輪 7 1 および第 2 駆動輪 7 2 に対して、互いに異なる回転が付与されることによって、左右方向に旋回動作する（差動 2 輪駆動方式）。第 1 駆動輪 7 1、第 2 駆動輪 7 2 および従動輪 5 1 は、左右に操舵不可である。

[0053] より具体的には、走行体 6 1 は、第 1 駆動輪 7 1 および第 2 駆動輪 7 2 を、互いに等しい回転数で、かつ、正転させることによって、前方に直進する（前進）。走行体 6 1 は、第 1 駆動輪 7 1 および第 2 駆動輪 7 2 を、互いに等しい回転数で、かつ、反転させることによって、後方に直進する（後進）。

[0054] 走行体 6 1 は、第 2 駆動輪 7 2 を正転させ、第 1 駆動輪 7 1 を第 2 駆動輪 7 2 よりも大きい回転数で正転させることによって、左方に旋回動作する（

左旋回)。走行体61は、第1駆動輪71を正転させ、第2駆動輪72を第1駆動輪71よりも大きい回転数で正転させることによって、右方に旋回動作する(右旋回)。

[0055] 走行体61は、第1駆動輪71を正転させ、第2駆動輪72を第1駆動輪71と同じ回転数で反転させることによって、回転動作する(左回転)。上面視における走行体61の回転中心は、理想的には、第1軸121および第2軸122の軸上であって、第1駆動輪71および第2駆動輪72の中心位置に対応している。

[0056] なお、第1駆動輪71を反転させ、第2駆動輪72を第1駆動輪71と同じ回転数で正転させた場合には、走行体61の回転動作の方向が上記の場合と逆転する(右回転)。本発明における「旋回動作」は、上記の右旋回、左旋回、および、回転(左回転、右回転)の動作を含む。

[0057] < C. 動作制御に関する装置構成 >

図4は、自走装置100の動作制御に関する装置構成を示す図である。

[0058] 図4に示されるように、自走装置100は、制御装置501と、ROM (Read Only Memory) 502と、RAM (Random Access Memory) 503と、通信インターフェイス504と、レーザセンサ505と、モータ駆動装置506と、記憶装置510と、ロボットアーム11と、アンテナ31と、カメラ35とを有する。これらのコンポーネントは、バス509に接続されている。

[0059] 制御装置501は、たとえば、少なくとも1つの集積回路によって構成されている。集積回路は、たとえば、少なくとも1つのCPU (Central Processing Unit)、少なくとも1つのGPU (Graphics Processing Unit)、少なくとも1つのASIC (Application Specific Integrated Circuit)、少なくとも1つのFPGA (Field Programmable Gate Array)、または、それらの組み合わせなどによって構成され得る。一例として、制御装置501は、PLC (Programmable Logic Controller) である。

[0060] 制御装置501は、制御プログラム511またはオペレーティングシステ

ムなどの各種プログラムを実行することによって、自走装置１００の動作を制御する。制御装置５０１は、制御プログラム５１１の実行命令を受け付けたことに基づいて、記憶装置５１０またはＲＯＭ５０２からＲＡＭ５０３に制御プログラム５１１を読み出す。ＲＡＭ５０３は、ワーキングメモリとして機能し、制御プログラム５１１の実行に必要な各種データを一時的に格納する。

[0061] 制御装置５０１は、走行体６１の走行制御を行なう。制御装置５０１は、ロボットアーム１１の動作を制御する。すなわち、制御装置５０１は、ロボットコントローラとしても機能する。なお、自走装置１００は、走行体６１の走行を制御する制御装置と、ロボットアーム１１の動作を制御する制御装置とを、別体として備えてもよい。

[0062] 通信インターフェイス５０４には、アンテナ３１などが接続されている。自走装置１００は、アンテナ３１および通信インターフェイス５０４を介して、自走装置１００および外部機器（たとえば、サーバ）の間の無線通信を実現する。

[0063] レーザセンサ５０５は、図１のカバー部６３に收容されている。レーザセンサ５０５は、自ら回転しながらレーザ光を周囲に照射し、当該レーザ光の反射光を受光することによって、レーザセンサ５０５の周囲にある物体を検出する。レーザセンサ５０５は、レーザセンサ５０５からレーザ光の走査面内に存在する物体までの距離を、レーザセンサ５０５の回転軸周りの角度別に表わした２次元距離データＤとして、制御装置５０１に出力する。レーザセンサ５０５の走査面は、水平面に対して傾いている。そのため、自走装置１００は、移動することで周囲を３次的にスキャンすることができる。

[0064] モータ駆動装置５０６は、制御装置５０１からのモータ駆動指令に従って、第１走行用モータ７７および第２走行用モータ７８の回転を制御する。モータ駆動指令は、たとえば、第１走行用モータ７７および第２走行用モータ７８の正転指令、第１走行用モータ７７および第２走行用モータ７８の逆転指令、ならびに、第１走行用モータ７７および第２走行用モータ７８の回転

数（回転速度）を含む。

[0065] 記憶装置 510 は、たとえば、ハードディスクまたはフラッシュメモリなどの記憶媒体である。記憶装置 510 は、自走装置 100 の動作制御するための制御プログラム 511、走行エリアの 3 次元マップ 512 などを格納する。詳しくは、制御プログラム 511 は、走行体 61 の走行を制御するためのプログラムと、ロボットアーム 11 の動作を制御するプログラムとを含む。なお、制御プログラム 511 および 3 次元マップ 512 は、記憶装置 510 に限定されず、制御装置 501 の記憶領域（たとえば、キャッシュメモリなど）、ROM 502、RAM 503、または、外部機器（たとえば、サーバー）などに格納されてもよい。

[0066] また、制御プログラム 511 は、単体のプログラムとしてではなく、任意のプログラムの一部に組み込まれて提供されてもよい。この場合、制御プログラム 511 による走行体 61 の走行制御処理およびロボットアーム 11 の動作制御処理は、任意のプログラムと協働して実現される。

[0067] このような一部のモジュールを含まないプログラムであっても、本実施の形態に従う制御プログラム 511 の趣旨を逸脱するものではない。さらに、制御プログラム 511 によって提供される機能の一部または全部は、専用のハードウェアによって実現されてもよい。さらに、少なくとも 1 つのサーバが制御プログラム 511 の処理の一部を実行する所謂クラウドサービスのよな形態で、自走装置 100 が構成されてもよい。

[0068] < D. 台車の指標部 >

図 5 は、図 2 の v-v 線矢視断面図である。

[0069] 図 5 に示されるように、指標部 300 は、台車 200 に付されている。指標部 300 は、台車 200 の側壁部 251 F に付されている。指標部 300 は、上下方向において、台車 200 の車輪 220 よりも頂部 211 に付されている。指標部 300 は、検出精度の観点から、平らな面に付されることがこのましい。

[0070] たとえば、指標部 300 は、側壁部 251 F に直に貼り付けられる。指標

部300の裏面は、粘着シートで構成されてもよい。または、指標部300は、側壁部251Fに取り付けられた透明のケースに入れられていてもよい。

[0071] 指標部300は、特定の図形である。指標部300は、本例では、マーカである。指標部300は、台車200の傾きを自走装置100が検出するために利用される。指標部300は、台車200の床面910（走行面）に対する傾きを検出するために利用される。詳しくは、指標部300は、本体部205の床面910に対する傾き（図8参照）を検出するために利用される。なお、傾きは、典型的には、傾斜角度で表される。

[0072] なお、本体部205だけではなく、自走装置100も同様に傾いたときには、指標部300によって、自走装置100に対する本体部205の傾きの度合いが検出されることになる。

[0073] 指標部300として、たとえば、AR（Augmented Reality）マーカを用いることができる。本例では、ARマーカの一つであるAprilTagを図示している。なお、AprilTagは、3次元上の物体の位置および姿勢を検出するアプリケーション用の視覚的なマーカである。AprilTagは、工作機械でも用いられている。AprilTagは、符号化するデータが少なくなるように設計されているため、より高速に復号化できる。よって、リアルタイム性を必要とする走行システム1に適している。

[0074] 本例では、AprilTagが台車200に付されているため、自走装置100に対する台車200の相対的位置および姿勢を、自走装置100が検出できる。

[0075] なお、指標部300は、ARマーカに限定されるものではない。後述するように、自走装置100は、少なくとも、カメラ35に対する指標部300の相対位置を検出できればよい。このため、指標部300は、自走装置100側のアプリケーションが認識できるものであればよい。指標部300は、アプリケーションが指標部300の位置を追従できるものであればよい。

[0076] < E. 自走装置の機能的構成 >

図6は、自走装置100の機能的構成を説明するための機能ブロック図である。

[0077] 図6に示されるように、制御装置501は、機能構成の一例として、走行制御部550と、ロボット制御部560と、データ処理部555とを含む。

[0078] ロボット制御部560は、ロボットアーム11およびエンドエフェクタ40の動作を制御するための機能構成である。ロボット制御部560は、ロボットアーム11の6つの可動部（6軸）の動作を制御する。具体的には、ロボット制御部560は、ロボットアーム11のアクチュエータ（図示せず）の動作（回転角、回転速度等）を制御する。

[0079] さらに、ロボット制御部560は、エンドエフェクタ40の電動ハンドの動きを制御する。ロボット制御部560は、電動ハンドの把持動作を制御する。具体的には、ロボット制御部560は、エンドエフェクタ40内のアクチュエータ（図示せず）の動作を制御する。

[0080] 走行制御部550は、自走装置100の走行を制御するための機能構成である。走行制御部550は、レーザセンサ505から入力される2次元距離データDと、3次元マップ512とを比較することにより、自走装置100の現在位置を特定する。制御装置501は、現在位置を特定することで、3次元マップ512上の予め定められた経路に沿って自走装置100を走行させる。なお、制御装置501は、3次元マップ512を生成することもできる。

[0081] さらに、走行制御部550は、自走装置100の駆動中にレーザセンサ505から順次取得される2次元距離データDに基づいて、自走装置100の周囲にある障害物を検知し、当該障害物との衝突を避けるように自走装置100の走行を制御する。当該障害物は、たとえば、人物や他の自走装置100などの移動体と、壁や棚などの静止体とを含む。

[0082] 走行制御部550は、障害物が検知されていない間、3次元マップ512上の予め定められた経路を走行するように自走装置100の走行を制御する。一方で、走行制御部550は、障害物が検知された場合には、当該障害物

との衝突を避けるように自走装置１００の走行を制御する。

[0083] ある局面において、障害物までの距離が所定距離以上である場合には、走行制御部５５０は、当該障害物を避けるように自走装置１００の走行を制御する。一方で、障害物までの距離が所定距離未満である場合には、走行制御部５５０は、自走装置１００の走行を停止する。

[0084] 次に、カメラ３５を用いた、制御装置５０１による走行体６１の制御について説明する。

[0085] 自走装置１００は、位置情報取得部５７０を備える。位置情報取得部５７０は、カメラ３５と、制御装置５０１内のデータ処理部５５５とを含む。走行制御部５５０は、記憶部５５１を含む。記憶部５５１は、閾値 T_h1 と、閾値 T_h2 とを記憶している。本例では、閾値 T_h1 は、角度の閾値である。閾値 T_h2 は、距離（長さまたはピクセル数）に関する閾値である。なお、記憶部５５１は、記憶装置５１０の一部である。

[0086] 図６に示されるように、位置情報取得部５７０は、カメラ３５を含み、走行体６１の走行時に、走行体６１に対する指標部３００の位置情報を取得する。詳しくは、カメラ３５は、指標部３００を連続的に撮像する。カメラ３５は、撮像により得られた画像データを、データ処理部５５５に逐次送信する。

[0087] データ処理部５５５は、当該画像データに基づいて、３次元空間上の指標部３００の位置および姿勢を算出する。詳しくは、データ処理部５５５は、指標部３００の位置（指標部３００の位置情報）を算出し、かつ、当該算出結果に基づき、指標部３００の姿勢を算出する。本例では、姿勢として、指標部３００の傾き（傾斜角度）が算出される。データ処理部５５５は、指標部３００の位置情報および指標部３００の傾きの情報を、走行制御部５５０に送る。なお、説明の便宜上、図５の状態における指標部３００の傾きは、 0° とする。

[0088] このように、位置情報取得部５７０は、カメラ３５により撮像された指標部３００の画像を取得することにより、指標部３００の位置情報および傾き

の情報を取得する。なお、データ処理部 555 は、全ての画像データにおける指標部 300 の位置および傾きを決定する必要は必ずしもない。データ処理部 555 は、所定の演算周期に従って、指標部 300 の位置および傾きを決定してもよい。

[0089] 走行制御部 550 は、データ処理部 555 から指標部 300 の位置情報および傾きの情報を逐次取得する。走行制御部 550 は、指標部 300 の位置情報の変化に基づいて、走行体 61 の走行を制御する。より詳しくは、走行制御部 550 は、指標部 300 の位置情報の変化および当該変化に基づく指標部 300 の傾きに基づいて、走行体 61 の走行を制御する。

[0090] 以下、指標部 300 の位置情報の変化に基づく制御例を 2 つ説明する。なお、自走装置 100 は、自律的に走行、あるいは指令された経路を走行するため、自走装置 100 は、前進、後進、左旋回、右旋回、左回転、右回転のいずれを行なっているかを把握している。

[0091] (1) 直線走行時から曲線走行時に切り替った場合

走行体 61 の走行ルートが直線走行時から曲線走行時に切り替った際における、走行制御部 550 による走行体 61 の制御について説明する。

[0092] 指標部 300 の位置情報は、走行体 61 の直線走行時に取得される位置情報 P1 と、走行体 61 の曲線走行時に取得される位置情報 P2 とを含む。走行制御部 550 は、走行体 61 の曲線走行時、位置情報 P1 を基準とする位置情報 P2 の変化量（以下、「変化量 $\Delta P12$ 」と称する）が予め定められた閾値 $Th1$ を超えた場合に、走行体 61 の走行を制御する。具体的には、本例では、変化量 $\Delta P12$ は、指標部 300 の傾き（傾斜角度）である。

[0093] 走行制御部 550 は、変化量 $\Delta P12$ が閾値 $Th1$ を越えると、走行体 61 の走行を停止させる。これに限定されず、走行制御部 550 は、上記変化量が閾値 $Th1$ を越えると、走行体 61 を減速させ、走行を続けさせてもよい。あるいは、走行制御部 550 は、上記変化量が閾値 $Th1$ を越えると、走行体 61 の曲線走行における曲率を減少させてもよい。走行制御部 550 が、いずれの制御を行なうかは、自走装置 100 において予め設定されてい

る。当該設定は、ユーザ操作に基づき行なうことができる。

[0094] また、走行制御部 550 は、走行体 61 の走行速度および／または曲線の曲率に応じて、3つの制御のうちから、適宜、制御方法を選択してもよい。また、走行制御部 550 は、走行体 61 の減速と、走行体 61 の曲線走行における曲率の減少とを同時におこなってもよい。

[0095] たとえば、走行速度が予め定められた速度よりも早いときには、走行制御部 550 は、走行体 61 を減速させる。曲率が予め定められた値よりも大きい場合には、走行制御部 550 は、走行体 61 の曲線走行における曲率を減少させればよい。走行速度が予め定められた速度よりも早く、かつ曲率が予め定められた値よりも大きい場合には、走行制御部 550 は、走行体 61 を減速と、走行体 61 の曲線走行における曲率を減少とを同時に行なってもよい。

[0096] 減速の制御は、予め定められた速度まで低下させる制御であってもよいし、所定の速度だけ走行速度を遅くする制御であってもよい。後者の制御の場合、走行制御部 550 は、変化量 $\Delta P12$ が閾値 $Th1$ 以下となるまで、所定の速度だけ走行速度を遅くする制御を繰り返す。

[0097] さらに、走行制御部 550 は、変化量 $\Delta P12$ と閾値 $Th1$ との差に基づき、制御方法を選択してもよい。

[0098] (2) 段差がある場合

走行体 61 が段差を越えた際における、走行制御部 550 による走行体 61 の制御について説明する。

[0099] 指標部 300 の位置情報は、走行体 61 が床面 910 の段差を越える前に取得される位置情報 $P3$ と、走行体 61 が床面 910 の段差を越えた後に取得される位置情報 $P4$ とを含む。走行制御部 550 は、走行体 61 の走行時、位置情報 $P3$ を基準とする位置情報 $P4$ の変化量（以下、「変化量 $\Delta P34$ 」と称する）が閾値 $Th2$ を超えた場合に、走行体 61 の走行を制御する。具体的には、本例では、変化量 $\Delta P34$ は、指標部 300 の位置の上下方向の位置の変化量である。

[0100] 走行制御部550は、変化量 $\Delta P34$ が閾値 $Th2$ を越えると、走行体61の走行を停止させる。これに限定されず、走行制御部550は、変化量 $\Delta P34$ が閾値 $Th2$ を越えると、走行体61を減速させ、走行を続けさせてもよい。走行制御部550が、いずれの制御を行なうかは、自走装置100において予め設定されている。当該設定は、ユーザ操作に基づき行なうことができる。

[0101] たとえば、走行速度が予め定められた速度よりも早いときには、走行制御部550は、走行体61を停止させる。走行速度が予め定められた速度よりも遅いときには、走行制御部550は、走行体61を減速させて、走行を続けさせる。

[0102] また、走行制御部550は、変化量 $\Delta P34$ と閾値 $Th2$ との差（すなわち、段差の大きさ）に基づき、制御方法を選択してもよい。たとえば、走行制御部550は、当該差が予め定められた値以上の場合には、走行体61の走行を停止させ、当該差が予め定められた値未満の場合には、走行体61を予め定められた速度まで減速させてもよい。

[0103] なお、走行体61を停止させた場合には、走行制御部550は、その後、走行体61を逆走（たとえば、後進）させる。たとえば、走行制御部550は、走行体61を停止させた後に所定の時間が経過したことを条件に、走行体61を後進させてもよい。

[0104] <F. カメラで取得される画像の例>

（1）直線走行時から曲線走行時に切り替った場合

図7は、自走装置100が左旋回し始めたときの走行システム1の上面図である。

[0105] 図7に示されるように、自走装置100が旋回を開始すると、台車の側壁部251Fのうち、カメラ35によって撮像される被写体領域が変化する。カメラ35の光軸Jと側壁部251Fとが交差する位置が、図2の位置から大きく変化する。

[0106] 図8は、図7の*i*×-*i*×線矢視断面図である。

図8に示されるように、本例では、台車200は、左側前輪220Lfが床面910から離間し、台車200が角度 θ だけ傾いている。台車200は、自走装置100が左旋回することにより、矢印の方向に傾いている。これにともない、側壁部251Fに付された指標部300も角度 θ だけ傾いた状態となっている。

[0107] 図9は、左旋回時を開始する直前と直後とに得られる画像データを説明するための模式図である。

[0108] 図9に示されるように、状態(A)では、走行体61および台車200が直進しているため、指標部300の画像300Gは傾いていない。また、画像300Gは、撮像により得られた画像データ501Gにおいて基準位置に存在する。なお、本例では、説明の便宜上、基準位置が画像データ501Gの中心となる場合を例に挙げている。

[0109] 状態(B)では、図7に示すように走行体61が左旋回を開始したため、台車200の状態が図8に示す状態となる。この場合、台車200の左側前輪220Lfが床面910から離間した状態で台車200が角度 θ 傾いているため、指標部300の画像300Gは、角度 θ だけ傾くことになる。

[0110] また、指標部300の画像300Gは、撮像により得られた画像データ502Gにおいて、デフォルトの位置からずれる。本例の場合には、画像300Gが、X軸の正方向に x_1 、Y軸の正方向に y_1 だけずれている。

[0111] ところで、上述したように、走行制御部550は、走行体61の曲線走行時、位置情報P1を基準とする位置情報P2の変化量 ΔP_{12} が閾値 T_{h1} を超えた場合に、走行体61の走行を制御する。当該変化量 ΔP_{12} は、指標部300としてAprilTagを用いているため、上述したように、変化量 ΔP_{12} を画像300Gの傾き（傾斜角度）とすることができる。閾値 T_{h1} は、たとえば、 3° とすることができる。

[0112] なお、指標部300として、傾斜角度を検知できない指標を用いる場合には、変化量 ΔP_{12} を、 y_1 を x_1 で除したときの値（ $= y_1 / x_1$ ）としてもよい。

[0113] (2) 段差がある場合

図10は、自走装置100が段差を乗り越えた直後の走行システム1の側面図である。

[0114] 図10に示されるように、自走装置100が段差Wを乗り越えると、台車の側壁部251Fのうち、カメラ35によって撮像される被写体領域が変化する。カメラ35の光軸Jと側壁部251Fとが交差する位置が、図2の位置から上方に変化する。

[0115] 図11は、自走装置100が段差Wを乗り越える前と、乗り越えた直後に得られる画像データを説明するための模式図である。なお、本例では、段差Wを乗り越える前後において、自走装置100および台車200は、前進しているものとする。

[0116] 図11に示されるように、状態(A)では、走行体61および台車200が直進しているため、指標部300の画像300Gは、撮像により得られた画像データ503Gにおいて、デフォルトの位置に存在する。本例においても、当該基準位置が、画像データ503Gの中心となる場合を例に挙げている。

[0117] 状態(B)では、図10に示すように自走装置100が段差Wを乗り越える一方で台車200は段差Wを乗り越えていないため、指標部300の画像300Gは、撮像により得られた画像データ504Gにおいて、デフォルトの位置からずれることになる。具体的には、本例の場合には、画像300Gが、Y軸の負方向にy2だけずれている。

[0118] 上述したように、走行制御部550は、走行体61の走行時、位置情報P3を基準とする位置情報P4の変化量 ΔP_{34} が閾値 T_{h2} を超えた場合に、走行体61の走行を制御する。本例では、変化量 ΔP_{34} は、Y座標の変化量とすることができる。

[0119] なお、図10の例では、段差Wによって、自走装置100の位置が上方に変化する場合を例に挙げて説明した。段差によって自走装置100の位置が下方に変化する場合には、指標部300の画像300Gは基準位置から上方

向に変化することになる。

[0120] <G. 制御構造および制御例>

図12は、自走装置100で実行される処理の流れを説明するためのフロー図である。

[0121] 図12に示されるように、ステップS1において、自走装置100は走行を開始する。これにより、台車200が自走装置100に牽引される。ステップS2において、制御装置501による制御に基づき、カメラ35による指標部300の撮像が開始される。ステップS3において、制御装置501は、旋回を開始したか否かを判断する。

[0122] 旋回を開始したと判断された場合（ステップS3においてYES）、制御装置501は、ステップS4において、指標部300の傾き（詳しくは、指標部300の画像300Gの傾き）が閾値Th1以上になったか否かを判断する。旋回を開始していないと判断された場合（ステップS3においてNO）、制御装置501は、ステップS7において、指標部300の位置（詳しくは、指標部300の画像300Gの位置）が基準位置から閾値Th2以上、上方向または下方向に変化したか否かを判断する。

[0123] ステップS4において肯定的な判断がなされた場合（ステップS4においてYES）、制御装置501は、ステップS5において、走行体61の走行を制御する。その後、制御装置501は、処理をステップS4に進める。ステップS4において否定的な判断がなされた場合（ステップS4においてNO）、制御装置501は、処理をステップS6に進める。

[0124] ステップS7において肯定的な判断がなされた場合（ステップS7においてYES）、制御装置501は、ステップS8において、走行体61の走行を制御する。その後、制御装置501は、処理をステップS6に進める。ステップS7において否定的な判断がなされた場合（ステップS7においてNO）、制御装置501は、処理をステップS6に進める。

[0125] ステップS6において、制御装置501は、自走装置100および台車200が、目的位置に到達したか否かを判断する。ステップS6において肯定

的な判断がなされた場合（ステップS 6においてYES）、制御装置5 0 1は、一連の処理を終了する。ステップS 6において否定的な判断がなされた場合（ステップS 6においてNO）、制御装置5 0 1は、処理をステップS 3に戻す。

[0126] <H. 小括>

走行システム1の構成の一部を小括すると、以下のとおりである。

[0127] （1）走行システム1は、自走可能な走行体6 1と、指標部3 0 0を有し、走行体6 1により牽引される台車2 0 0と、カメラ3 5を含み、走行体6 1の走行時に、走行体6 1に対する指標部3 0 0の位置情報を取得する位置情報取得部5 7 0と、位置情報取得部5 7 0において取得される指標部3 0 0の位置情報の変化に基づいて、走行体6 1の走行を制御する走行制御部5 5 0とを備える。

[0128] 走行体6 1により台車2 0 0を牽引する場合、台車2 0 0の転倒を防ぐことが求められる。また、台車2 0 0の姿勢を正す手段として慣性計測装置を用いた姿勢制御が考えられるが、高コストになる。

[0129] これに対して、位置情報取得部5 7 0において取得される指標部3 0 0の位置情報の変化に基づいて、走行体6 1の走行を制御することによって、台車2 0 0の転倒を防ぐことができる。この場合に、位置情報取得部5 7 0にカメラが利用されるため、低コストを実現することができる。

[0130] また、走行体6 1により牽引する台車2 0 0の種類が様々であったり、台車2 0 0に積載する荷物の数および重量、荷物の積載位置が異なっていたりして、台車2 0 0の転倒が生じる走行体6 1の走行条件が都度変わる。このため、位置情報取得部5 7 0において取得される指標部3 0 0の位置情報の変化に基づいて、走行体6 1の走行を制御することによって、台車の転倒を精度良く防止することが可能となる。

[0131] （2）指標部3 0 0の位置情報は、走行体6 1の直線走行時に取得される位置情報P 1と、走行体6 1の曲線走行時に取得される位置情報P 2とを含む。走行制御部5 5 0は、走行体6 1の曲線走行時、位置情報P 1を基準と

する位置情報 P_2 の変化量 ΔP_{12} が予め定められた閾値 Th_1 を超えた場合に、走行体 61 の走行を制御する。このような構成によれば、走行体 61 の曲線走行時に台車が横転することを防止できる。

[0132] たとえば、走行制御部 550 は、走行体 61 の走行を、走行体 61 の停止、走行体 61 の減速、および、走行体 61 の曲線走行における曲率の減少のいずれかに制御する。これによれば、走行体 61 を停止させたり、減速させたり、曲線走行時における曲率を減少させたりすることによって、曲線走行時に台車 200 が横転することを防止できる。

[0133] （３）台車 200 は、頂部 211 と、車輪 220 とを含む。指標部 300 は、上下方向において、車輪 220 よりも頂部 211 寄りの位置に設けられる。このような構成によれば、走行体 61 の曲率走行時に、指標部 300 の挙動がより大きくなるため、制御装置 501 が、指標部 300 の位置情報の変化を認識しやすくなる。

[0134] （４）指標部 300 の位置情報は、走行体 61 が床面 910 の段差 W を越える前に取得される位置情報 P_3 と、走行体 61 が床面 910 の段差 W を越えた後に取得される位置情報 P_4 とを含む。走行制御部 550 は、走行体 61 の走行時、位置情報 P_3 を基準とする位置情報 P_4 の変化量 ΔP_{34} が予め定められた閾値 Th_2 を超えた場合に、走行体 61 の走行を制御する。このような構成によれば、床面 910 に段差 W があった場合に、台車が転倒すること防止できる。

[0135] たとえば、走行制御部 550 は、走行体 61 が停止するように、走行体 61 の走行を制御する。走行体 61 を停止させることによって、床面 910 に段差 W があった場合に、台車 200 が横転することを防止できる。

[0136] （５）指標部 300 は、台車 200 に付された特定の図形（本例では、April Tag）である。位置情報取得部 570 は、カメラ 35 により撮像された当該図形の画像を取得することにより、指標部 300 の位置情報を取得する。

[0137] ＜Ⅰ．変形例＞

(1) 上記においては、指標部300を台車200の側壁部251Fに付けた場合を例に挙げて説明したが、これに限定されない。

[0138] 図13は、台車200Aを示した図である。図13に示されるように、台車200Aは、板状部材290を備える。板状部材290は、頂部211から上方に突き出るように本体部205に設置されている。本例では、板状部材290は、下端部が側壁部251Fに取り付けられている。

[0139] 板状部材290の上端部に、指標部300が付けられている。指標部300は、板状部材290のカメラ35側の表面に付けられている。このような構成によれば、台車200の場合に比べて、指標部300の位置を床面910から高い位置とすることができる。

[0140] 台車200Aと台車200とが同じ角度だけ傾いた場合には、台車200Aの方が、指標部300の移動量大きい。それゆえ、指標部300として傾斜角度を検知できない指標を用いる場合には、制御装置501は、台車200Aの傾きを、台車200のときよりも、精度よく検出することができる。

[0141] なお、この場合には、自走装置100のカメラ35の位置を、台車200のときよりも高い位置に設置する必要がある。また、板状部材290の代わりに、角ポールを用いてもよい。

[0142] (2) 上記においては、カメラ35によって、走行体61に対する指標部300の位置情報を取得したが、これに限定されるものではない。カメラ35の代わりに、レーザセンサ36(図1等参照)を用いてもよい。

[0143] (3) 上記においては、指標部300の傾き(傾斜角度)に関する閾値として、閾値 $Th1$ のみを用いた。しかしながら、これに限定されず、傾きに関する閾値として、複数の閾値を用いてもよい。たとえば、2つの閾値 $Th1\_a$ 、 $Th1\_b$ を用いる場合($Th1\_a > Th1\_b$)、走行制御部550は、変化量 $\Delta P12$ が $Th1\_a$ 以上となると走行体61の走行を停止させ、変化量 $\Delta P12$ が $Th1\_b$ 以上かつ $Th1\_a$ 未満の場合に走行体61を一定の速度まで減速させ、走行を継続してもよい。

[0144] [実施の形態 2]

実施の形態 1 では、走行制御部 550 は、位置情報取得部 570 において取得される指標部 300 の位置情報の変化に基づいて、走行体 61 の走行を制御した。すなわち、実施の形態 1 では、走行システム 1 の実運用時の制御について説明した。

[0145] 本実施の形態では、走行システム 1 を試走させて、台車 200 が走行条件を予め設定する。当該走行条件の設定に、指標部 300 の位置情報を利用する。走行条件は、本例では、台車 200 が転倒（たとえば、横転）しない条件である。

[0146] また、本実施の形態では、試走は、台車 200 に荷物を積載していない状態で行なうものとする。ただし、これに限定されず、台車 200 に都度同じ荷物を同じ数だけ同じ位置に載置する場合には、台車 200 に荷物を積載した状態で試走を行なうことが好ましい。

[0147] 詳しくは、位置情報取得部 570 は、走行体 61 の試走時に、走行体 61 に対する指標部 300 の位置情報を取得する。走行制御部 550 は、位置情報取得部 570 において取得される指標部 300 の位置情報の変化に基づいて、走行体 61 の走行条件を設定し、かつ、走行体 61 の実運用時に当該走行条件を満たすように走行体 61 の走行を制御する。

[0148] 走行体 61 の試走時には、走行速度と、走行経路となる曲線の曲率との各々を、様々に変化させる。また、試走時には、高さが異なる段差を、複数の走行速度で通過させる。このような試走により、台車 200 が転倒しない走行条件を見つけ出す。たとえば、台車 200 の傾斜角 θ が上記閾値 θ_1 を越えないような、走行速度と曲線の曲率との組み合わせをもとめる。また、台車 200 が段差を乗り越えられる走行速度を、段差の大きさ毎に見つけ出す。

[0149] このような構成によれば、多くの状況下で、実運用時において指標部 300 の位置情報の変化を監視する必要がなくなる。たとえば、特に、上述したように、台車 200 に荷物を積載した状態で試走させたときには、監視が不

要となる。

[0150] 図14は、走行システム1を試走によって生成された走行条件を説明するための図である。走行条件は、自走装置100によって生成されてもよいし、図示しないサーバによって生成されてもよい。走行条件は、上述したように、指標部300の位置情報の変化に基づき、実運用前に生成される。なお、走行条件は、走行制御部550の記憶部551（図6）に格納される。

[0151] 図14に示されるように、走行条件Pは、本例では、2つの走行条件P1、P2を含む。走行条件P1、P2は、台車200が転倒しない条件である。走行条件P1、P2は、台車200の種別、台車200に載置された部材の重さ等に基づき、個別に設定されることが好ましい。

[0152] 走行条件P1は、自走装置100の走行速度と、曲線の曲率との関係を示している。曲線の曲率とは、走行システム1の走行時の軌跡がある局面において円弧である場合の当該円弧の曲率である。

[0153] 走行条件P1は、本例では、関数により規定されている。グラフの領域は、当該関数によって、領域A1と領域B1とに区分される。領域A1は、曲率が関数の値（すなわち縦軸の曲率）以下の領域である。領域B1は、曲率が関数の値よりも大きい領域である。走行条件P1は、領域A1内の走行速度と曲率との組み合わせとして定義される。「走行条件P1を満たす」とは、走行速度と曲率とが領域A1内に収まっていることである。

[0154] 走行条件P2は、自走装置100の走行速度と、段差の大きさとの関係を示している。段差の大きさは、上下方向における、床面の高さの差（cm）である。

[0155] 走行条件P2は、走行条件P1と同様、関数により規定されている。グラフの領域は、当該関数によって、領域A2と領域B2とに区分される。領域A2は、曲率が関数の値（すなわち縦軸の曲率）以下の領域である。領域B2は、曲率が関数の値よりも大きい領域である。走行条件P2は、領域A2内の走行速度と曲率との組み合わせとして定義される。「走行条件P2を満たす」とは、走行速度と曲率とが領域A2内に収まっていることである。

[0156] このように、走行システム 1 の実運用時に走行条件 P を満たすように走行体 6 1 の走行を制御することにより、実運用時において、台車 2 0 0 が横転等することを防止できる。また、台車 2 0 0 から積載物が落下することも防止できる。

[0157] [実施の形態 3]

実施の形態 1 の制御と、実施の形態 2 で設定した走行条件 P に基づく制御とを組み合わせてもよい。

[0158] 実施の形態 2 で説明したように、走行システム 1 の試走により走行条件 P を予め設定しておく。実運用では、自走装置 1 0 0 は、走行条件 P を満たすように走行する。このような場合、大抵の場合には、台車 2 0 0 の横転等は起こらない。

[0159] しかしながら、台車 2 0 0 の種類が様々であったり、台車 2 0 0 に積載する荷物の数および重量、荷物の積載位置が異なっていたりしており、全てのケースにおいて走行条件 P を予め設定することは難しい場合もある。また、建物環境の変化、台車 2 0 0 の劣化、衝突回避等により、走行条件 P を必ずしも満たせない場合も生じうる。また、走行条件 P を設定する際に、試走で試すことができなかった走行状態もあり得る。

[0160] このような様々な場合を考慮し、制御装置 5 0 1 は、実運用においては、走行条件 P を満たすよう走行体 6 1 を制御する一方で、さらなる信頼性の確保の観点から、実施の形態 1 で説明した指標部 3 0 0 の位置情報の変化に基づく走行体 6 1 の走行制御を実行する。

[0161] 詳しくは、位置情報取得部 5 7 0 は、走行体 6 1 の試走時に、走行体 6 1 に対する指標部 3 0 0 の位置情報をさらに取得する。試走は、台車 2 0 0 の荷物の積載状態を一定または当該荷物が積載されていない状態で行なわれる。走行制御部 5 5 0 は、試走時において位置情報取得部 5 7 0 によって取得される指標部 3 0 0 の位置情報の変化に基づいて走行体 6 1 の実運用時の走行条件 P を設定し、かつ、走行体 6 1 の実運用時において走行条件 P を満たすように走行体 6 1 の走行を制御する。

- [0162] このような構成によれば、走行体 6 1 を試走させることによって、台車 2 0 0 の積載状態が特定の状態にあるときに、台車 2 0 0 が横転することのない走行条件 P を設定できる。実運用時において、走行制御部 5 5 0 は、走行条件 P を満たすように走行体の走行を制御し、かつ、位置情報取得部 5 7 0 において取得される指標部 3 0 0 の位置情報の変化に基づいて、走行体 6 1 の走行を制御することによって、走行条件 P を予め設定しない場合に比べて、台車 2 0 0 の姿勢をより安定して保つことができる。
- [0163] 具体的には、台車 2 0 0 の左右方向または前後方向の傾きによって台車 2 0 0 が転倒することをより一層防止することができる。また、台車 2 0 0 から荷物（積載物）が落下することも防止できる。
- [0164] 今回開示された実施の形態は例示であって、上記内容のみに制限されるものではない。本発明の範囲は請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0165] 1 走行システム、1 1 ロボットアーム、1 2 基台部、1 3 アーム部、3 1 アンテナ、3 5 カメラ、3 6, 5 0 5 レーザセンサ、4 0 エンドエフェクタ、4 5, 4 5 a, 4 5 b 連結部、5 1, 5 1 L b, 5 1 L f, 5 1 R b, 5 1 R f 従動輪、5 6 ホイール、6 0 ローラ、6 1 走行体、6 2 走行本体部、6 3 カバー部、6 5 頂面、6 6 トレイ、7 1 第 1 駆動輪、7 2 第 2 駆動輪、7 3 第 1 車軸、7 4 第 2 車軸、7 5, 7 6 減速機、7 7 第 1 走行用モータ、7 8 第 2 走行用モータ、8 6 フレーム、8 7 第 3 支持軸、8 8 第 3 支持アーム、9 1 第 1 支持軸、9 2 第 2 支持軸、9 3 第 1 支持アーム、9 4 第 2 支持アーム、9 6 第 3 車軸、9 7 第 4 車軸、9 8 第 5 車軸、9 9 第 6 車軸、1 0 0 自走装置、1 2 1 第 1 軸、1 2 2 第 2 軸、2 0 0, 2 0 0 A 台車、2 0 5 本体部、2 1 0 収容部、2 1 1 頂部、2 2 0 車輪、2 2 0 L f 左側前輪、2 2 0 R b 後輪、2 2 0 R f 右側前輪、2 5 1, 2 5 1 B, 2 5 1 F, 2 5 1 L, 2 5 1 R 側壁部、2 9 0 板状部材、3 0

0 指標部、300G 画像、501 制御装置、501G, 502G, 503G, 504G 画像データ、502 ROM、503 RAM、504 通信インターフェイス、506 モータ駆動装置、509 バス、510 記憶装置、511 制御プログラム、512 次元マップ、550 走行制御部、551 記憶部、555 データ処理部、560 ロボット制御部、570 位置情報取得部、910 床面、A1, A2, B1, B2 領域、D 次元距離データ、J 光軸、P, P1, P2 走行条件。

請求の範囲

- [請求項1] 自走可能な走行体と、
指標部を有し、前記走行体により牽引される台車と、
カメラまたはレーザセンサを含み、前記走行体の走行時に、前記走行体に対する前記指標部の位置情報を取得する取得部と、
前記取得部において取得される前記指標部の位置情報の変化に基づいて、前記走行体の走行を制御する走行制御部とを備え、
前記取得部は、前記走行体の試走時に、前記走行体に対する前記指標部の位置情報をさらに取得し、前記試走は、前記台車の荷物の積載状態を一定または当該荷物が積載されていない状態で行なわれ、
前記走行制御部は、前記試走時において前記取得部によって取得される前記指標部の位置情報の変化に基づいて前記走行体の実運用時の走行条件を設定し、かつ、前記走行体の実運用時に前記走行条件を満たすように前記走行体の走行を制御する、走行システム。
- [請求項2] 前記指標部の位置情報は、前記走行体の直線走行時に取得される第1位置情報と、前記走行体の曲線走行時に取得される第2位置情報とを含み、
前記走行制御部は、前記走行体の曲線走行時、前記第1位置情報を基準とする前記第2位置情報の変化量が予め定められた閾値を超えた場合に、前記走行体の走行を制御する、請求項1に記載の走行システム。
- [請求項3] 前記走行制御部は、前記走行体の走行を、前記走行体の停止、前記走行体の減速、および、前記走行体の曲線走行における曲率の減少のいずれかに制御する、請求項2に記載の走行システム。
- [請求項4] 前記台車は、頂部と、車輪部とを含み、
前記指標部は、上下方向において、前記車輪部よりも前記頂部寄りの位置に設けられる、請求項2または3に記載の走行システム。
- [請求項5] 前記指標部の位置情報は、前記走行体が床面の段差を越える前に取

得される第3位置情報と、前記走行体が床面の段差を越えた後に取得される第4位置情報とを含み、

前記走行制御部は、前記走行体の走行時、前記第3位置情報を基準とする前記第4位置情報の変化量が予め定められた閾値を超えた場合に、前記走行体の走行を制御する、請求項1から4のいずれか1項に記載の走行システム。

[請求項6] 前記走行制御部は、前記走行体が停止するように、前記走行体の走行を制御する、請求項5に記載の走行システム。

[請求項7] 前記指標部は、前記台車に付された特定の図形であり、
前記取得部は、前記カメラを含み、前記カメラにより撮像された前記図形の画像を取得することにより、前記指標部の位置情報を取得する、請求項1から6のいずれか1項に記載の走行システム。

[請求項8] 自走可能な走行体と、
指標部を有し、前記走行体により牽引される被牽引体と、
カメラまたはレーザセンサを含み、前記走行体の試走時に、前記走行体に対する前記指標部の位置情報を取得する取得部と、
前記取得部において取得される前記指標部の位置情報の変化に基づいて、前記走行体の走行条件を設定し、かつ、前記走行体の実運用時に前記走行条件を満たすように前記走行体の走行を制御する走行制御部とを備える、走行システム。

[図2]

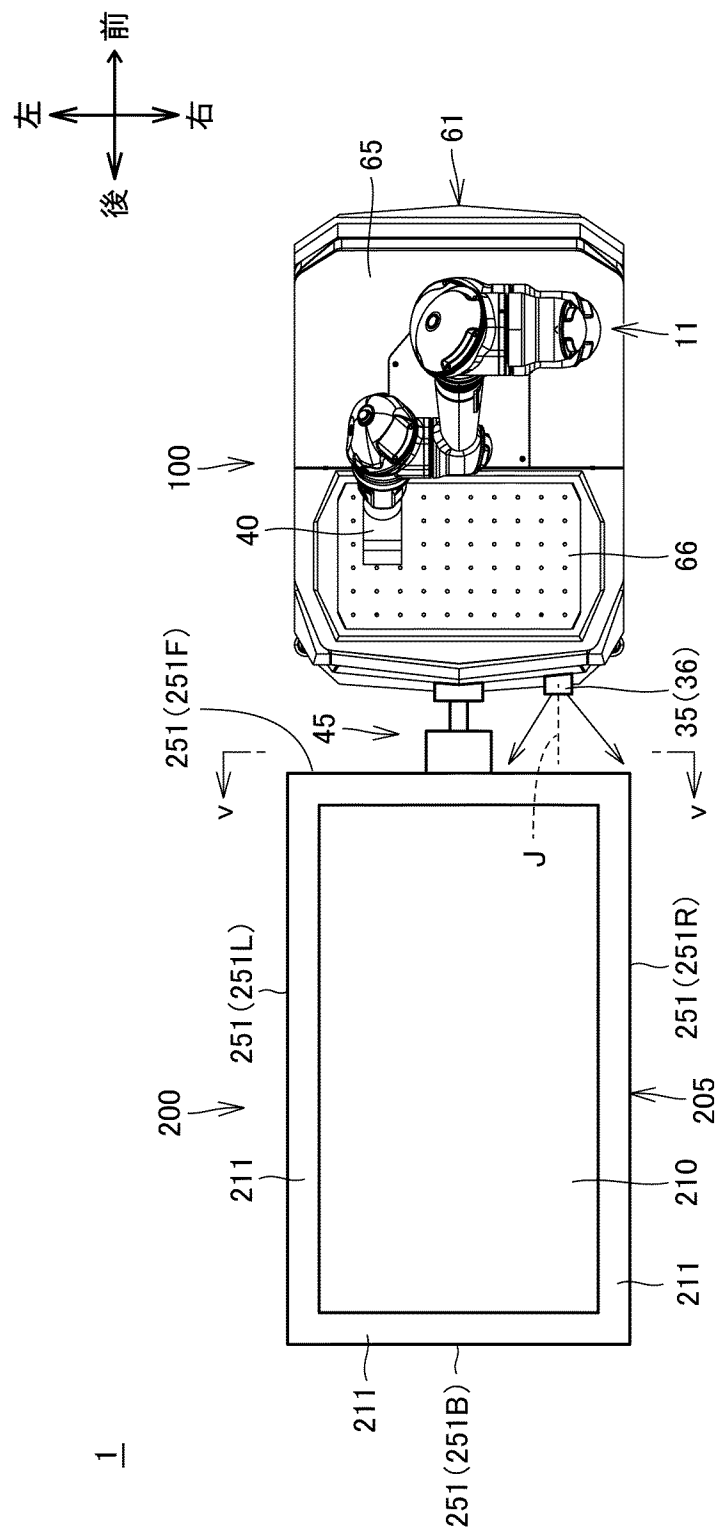


FIG.2

[図3]

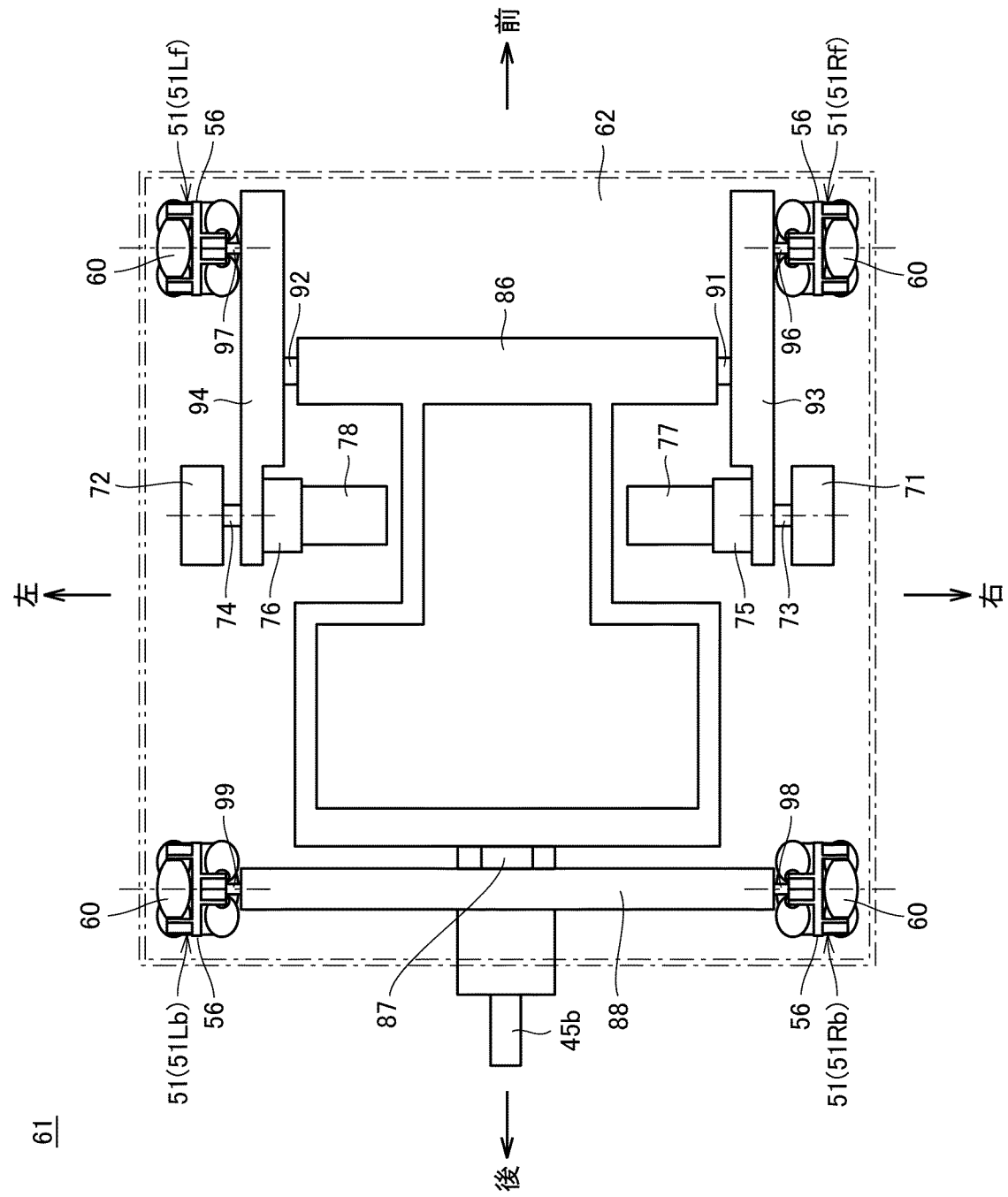
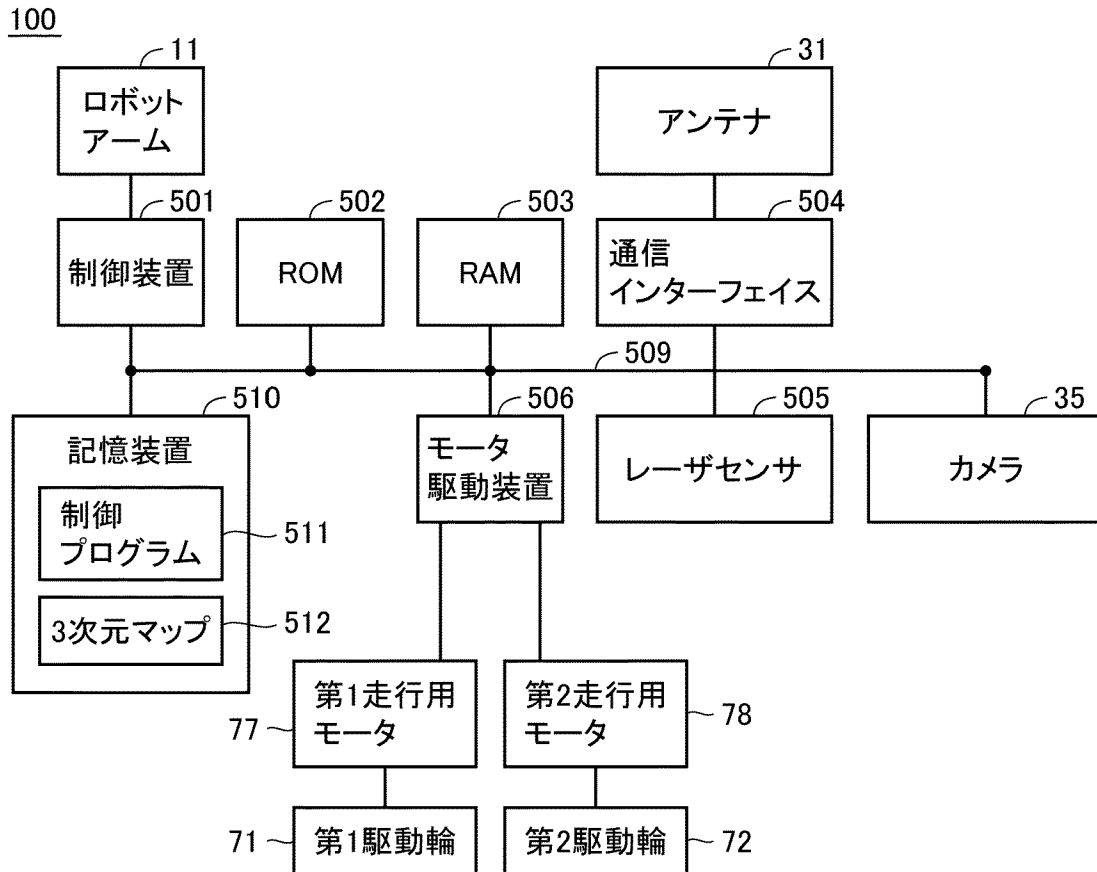


FIG.3

61

[図4]

FIG.4



[図5]

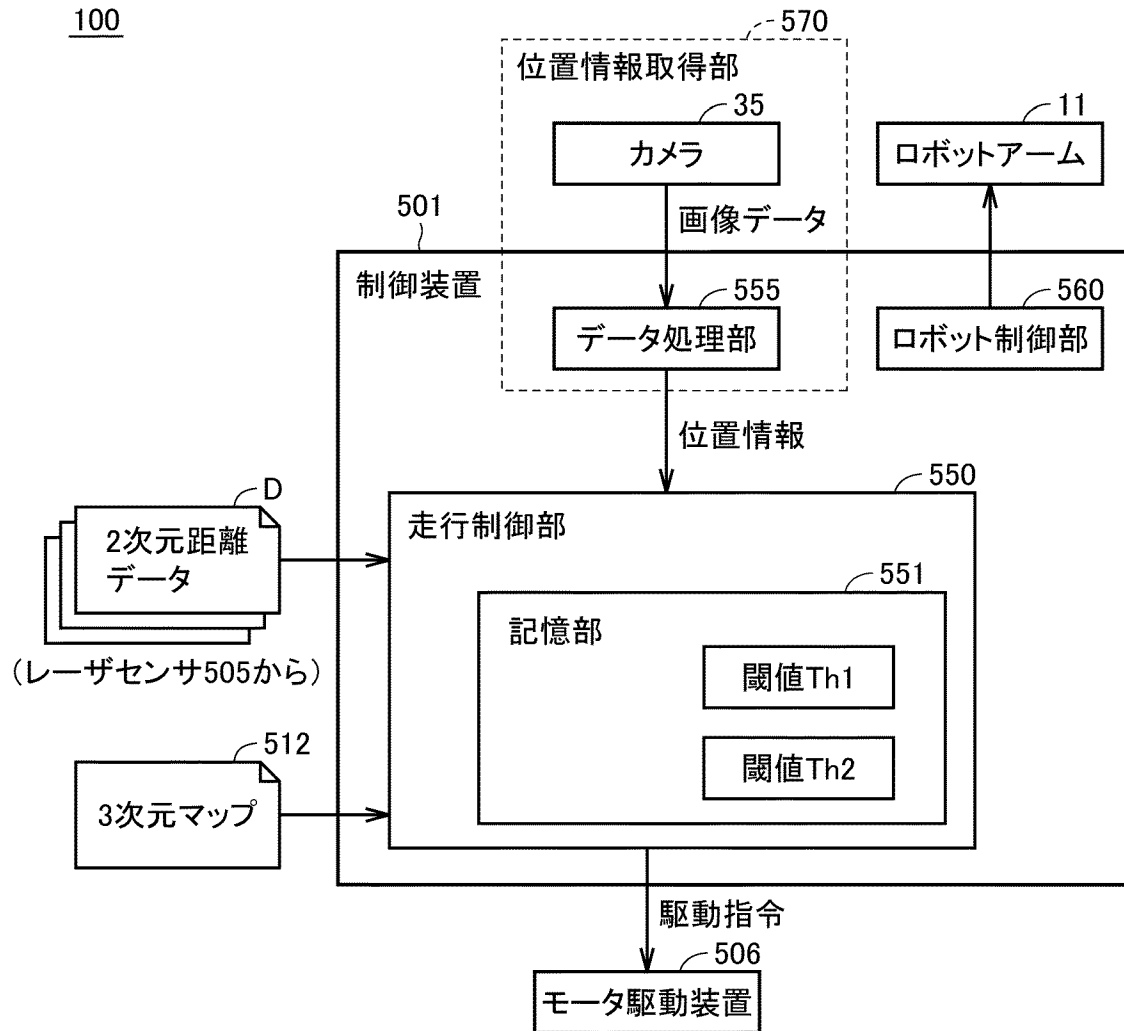
FIG.5



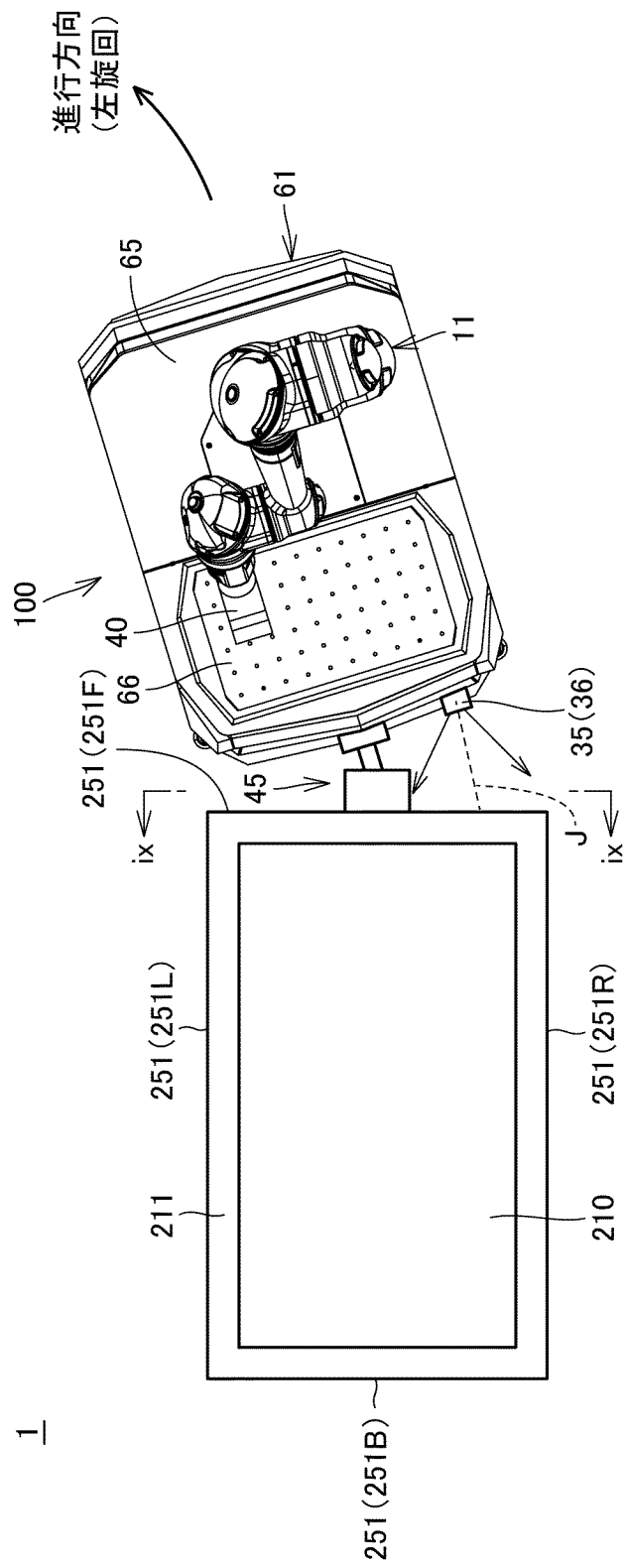
[図6]

FIG.6

100

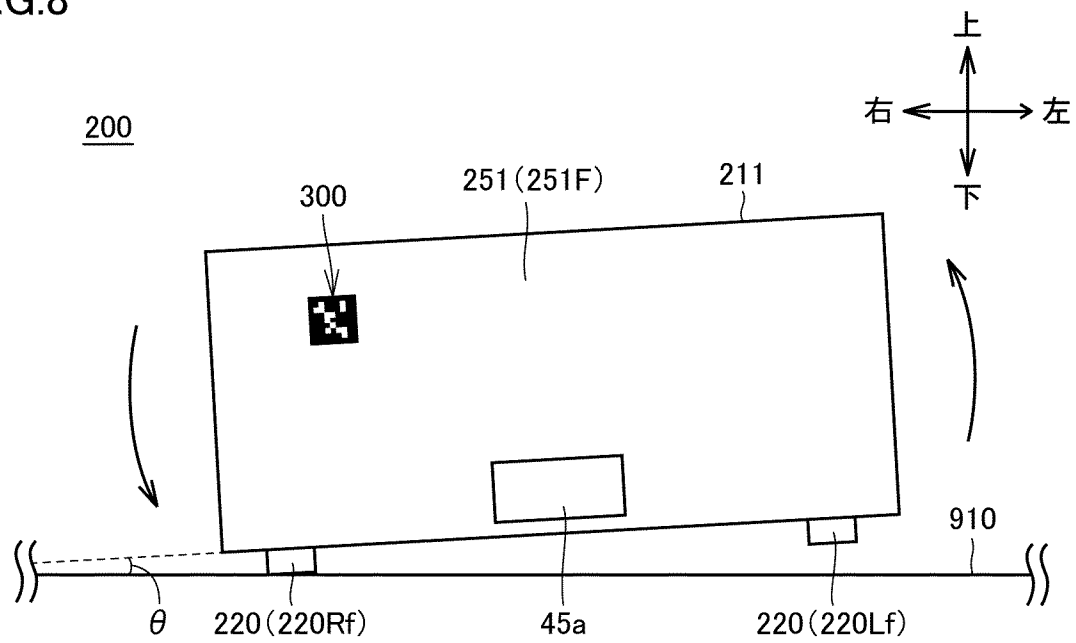


[図7]



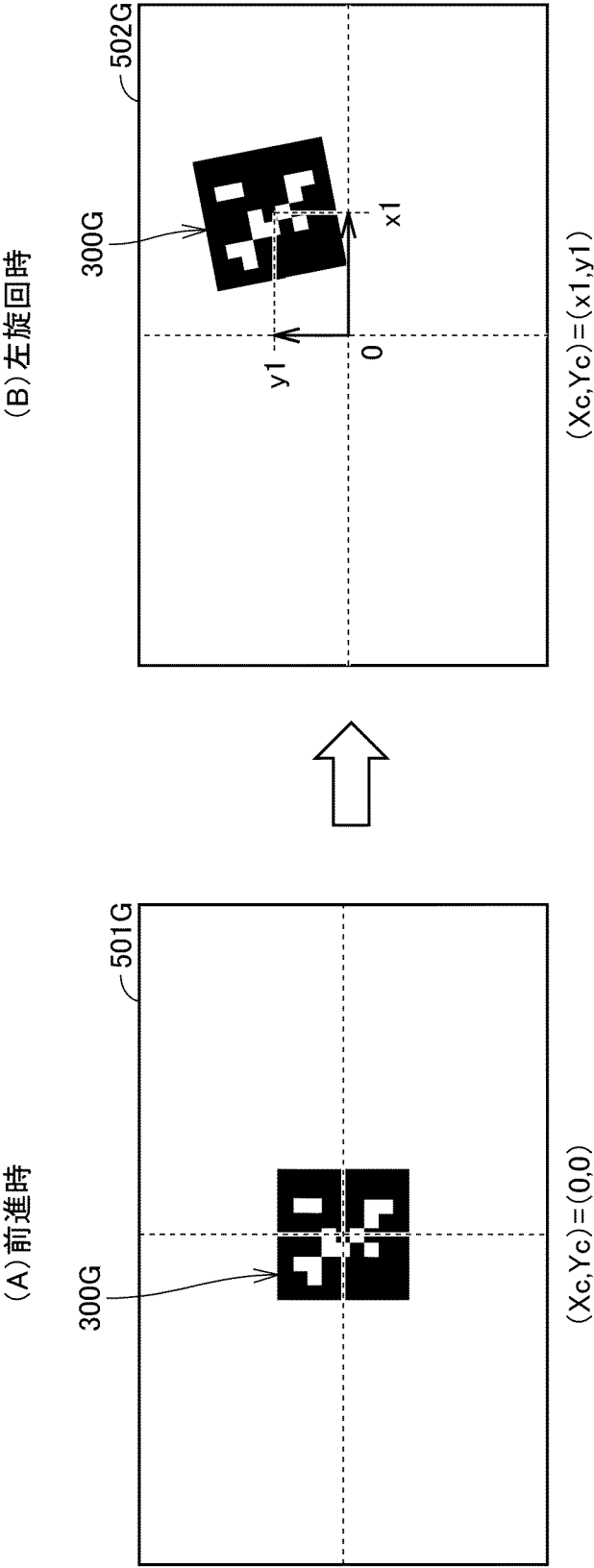
[図8]

FIG.8



[図9]

FIG.9



[図10]

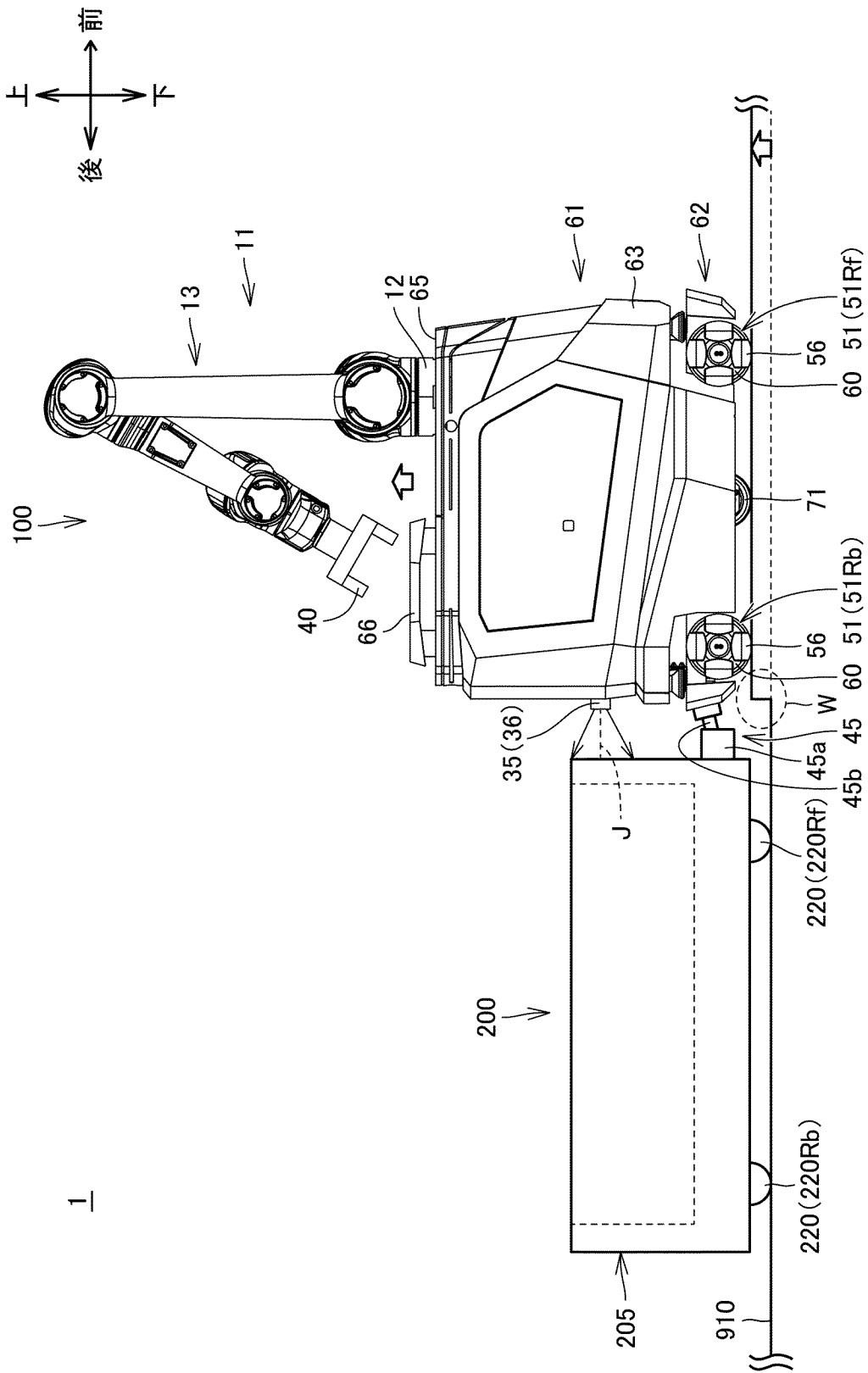
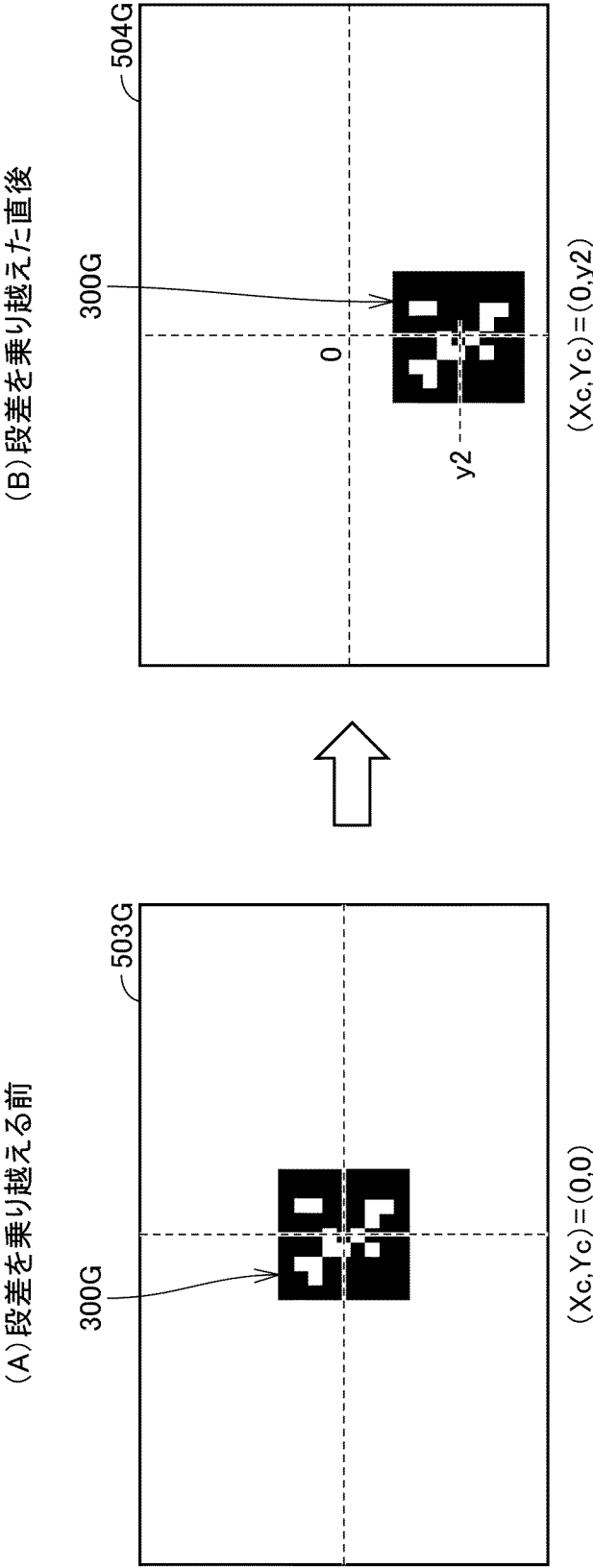


FIG.10

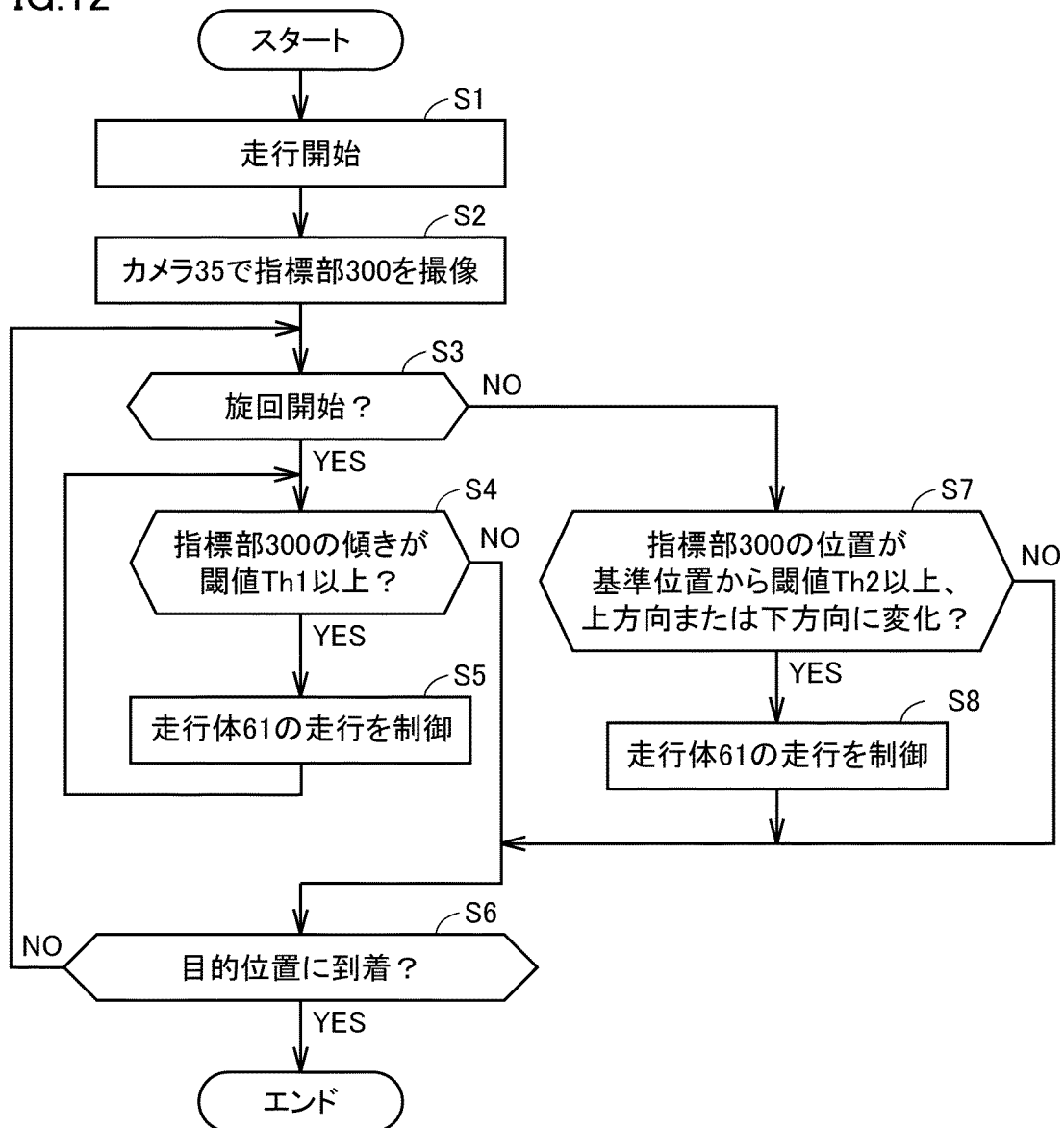
FIG.11

[図11]



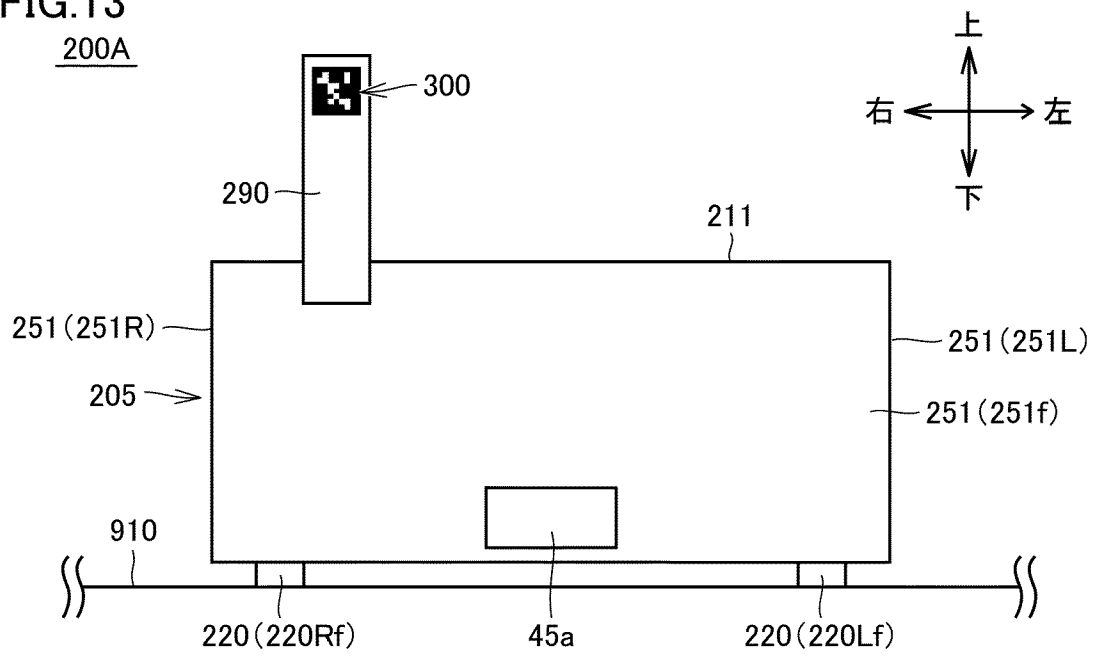
[図12]

FIG.12



[図13]

FIG.13

200A

[図14]

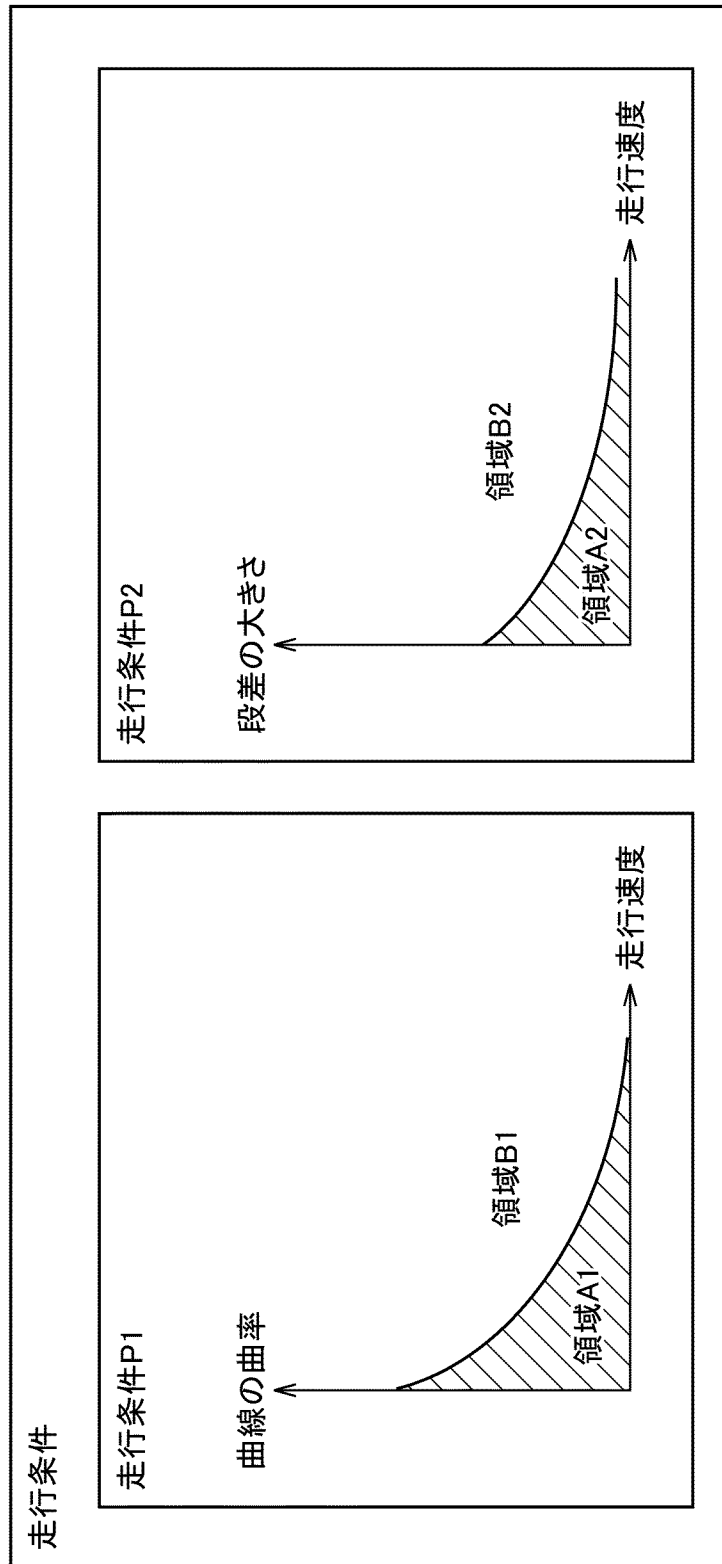


FIG.14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/017887

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

FI: G05D1/02 K

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 1971-2022

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.
A	JP 2019-156066 A (SUBARU CORP) 19 September 2019 (2019-09-19) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2018-188105 A (AISIN SEIKI) 29 November 2018 (2018-11-29) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2003-148938 A (HINO MOTORS LTD) 21 May 2003 (2003-05-21) entire text, all drawings	1-8



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

13 June 2022

Date of mailing of the international search report

12 July 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/JP2022/017887

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-156066	A	19 September 2019	(Family: none)	
JP	2018-188105	A	29 November 2018	US 2020/0164920 A1 entire text, all drawings WO 2018/207427 A1	
JP	2003-148938	A	21 May 2003	(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 K														
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 <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												
A	JP 2019-156066 A（株式会社SUBARU）19.09.2019（2019 - 09 - 19） 全文、全図	1-8												
A	JP 2018-188105 A（アイシン精機株式会社）29.11.2018（2018 - 11 - 29） 全文、全図	1-8												
A	JP 2003-148938 A（日野自動車株式会社）21.05.2003（2003 - 05 - 21） 全文、全図	1-8												
☐ 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 13.06.2022	国際調査報告の発送日 12.07.2022													
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） 堀内 亮吾 3U 4651 電話番号 03-3581-1101 内線 3363													

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/JP2022/017887

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-156066	A	19.09.2019	(ファミリーなし)	
JP	2018-188105	A	29.11.2018	US 2020/0164920 A1	
				全文、全図	
				WO 2018/207427 A1	
JP	2003-148938	A	21.05.2003	(ファミリーなし)	