

(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
2020年1月16日(16.01.2020)



(10) 国際公開番号

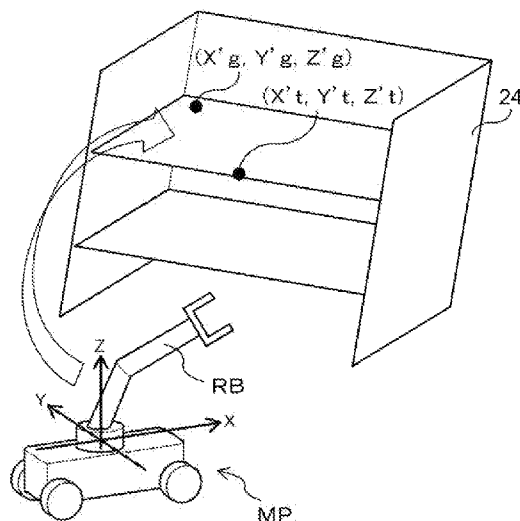
WO 2020/012710 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 9/10 (2006.01) *B25J 9/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/009707
- (22) 国際出願日: 2019年3月11日(11.03.2019)
- (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 2018-133438 2018年7月13日(13.07.2018) JP
- (71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 青木 豪(**AOKI, Go**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (**TAIYO, NAKAJIMA & KATO**); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 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, 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, 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,

(54) **Title:** MANIPULATOR CONTROL DEVICE, MANIPULATOR CONTROL METHOD, AND MANIPULATOR CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: マニピュレータ制御装置、マニピュレータ制御方法、及びマニピュレータ制御プログラム

[図10]



(57) **Abstract:** A manipulator control device (10) comprises: an inclination angle acquisition unit (30) that acquires the inclination angle, relative to a reference plane, of a moving body (M) provided with a robot (RB); a target position acquisition unit (32) that acquires a target position of the robot (RB) when the moving body (M) is not inclined relative to the reference plane; a correction unit (36) that, on the basis of the inclination angle measured by the inclination angle acquisition unit (30) and the target position acquired by the target position acquisition unit (32), corrects the target position to a corrected target position in accordance with the inclination angle; and a control unit (38) that controls the movements of the robot (RB) on the basis of the corrected target position.



QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: マニピュレータ制御装置 (10) は、ロボット (RB) が設けられた移動体 (M) の基準面に対する傾斜角を取得する傾斜角取得部 (30) と、移動体 (M) が基準面に対して傾斜していない状態でのロボット (RB) の目標位置を取得する目標位置取得部 (32) と、傾斜角取得部 (30) で測定された傾斜角、及び目標位置取得部 (32) で取得された目標位置に基づいて、目標位置を傾斜角に応じた補正目標位置に補正する補正部 (36) と、補正目標位置に基づいて、ロボット (RB) の動作を制御する制御部 (38) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

マニピュレータ制御装置、マニピュレータ制御方法、及びマニピュレータ制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、マニピュレータ制御装置、マニピュレータ制御方法、及びマニピュレータ制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] コンビニエンスストア等において商品を陳列棚に載置する作業を自動化する場合、マニピュレータが移動型ロボットに設けられた移動型マニピュレータを用いて商品のピックアッププレイスを行うことが考えられる。この場合、床自体に傾斜があったり、移動型ロボットが低い段差に乗り上げてしまったりしていると、移動型マニピュレータに傾きが生じる。このような状態で、傾きを考慮せずにマニピュレータを目標位置まで移動させると、傾きにより目標位置がずれるため正確に作業できない。例えば、陳列棚等の障害物の位置を予め定めた位置のままにして、傾きを考慮せずにマニピュレータを目標位置まで動作させた場合、陳列棚にマニピュレータが衝突してしまう等の作業ミスが発生する虞がある。

[0003] 従来、二次元のレーザレンジファインダを用いて周辺環境を計測しながら動作する移動型ロボットの傾斜角を計測し、計測した移動型ロボットの傾斜角を考慮して地図の生成及び自己位置姿勢の推定を行う技術が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

[0004] また、移動型ロボットの傾斜角を計測し、移動型ロボットに設けられた基体の傾斜角が減少するように制御することにより、基体に設けられた把持部が水平となるように制御する技術が提案されている（例えば特許文献 2 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 8 － 5 7 0 9 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 3 － 1 0 1 5 9 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 記載の技術は、計測した移動型ロボットの傾斜角は、地図の作成及び移動体の自己位置姿勢の推定に用いられるものであり、傾斜角に応じてマニピュレータの動作を補正するものではないため、商品をピックアップ・プレースするような装置に適用するのは困難である。

[0007] また、特許文献 2 記載の技術は、基体の水平を維持するための機構が大掛かりであるため、装置が大型化すると共にコストが高くなる、という問題があった。

[0008] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、マニピュレータが設けられた基体が基準面に対して傾斜している場合でも作業ミスを抑制することができるマニピュレータ制御装置、マニピュレータ制御方法、及びマニピュレータ制御プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係るマニピュレータ制御装置は、マニピュレータが設けられた基体の基準面に対する傾斜角を取得する傾斜角取得部と、前記基体が前記基準面に対して傾斜していない状態での前記マニピュレータの目標位置を取得する目標位置取得部と、前記傾斜角取得部で測定された傾斜角、及び前記目標位置取得部で取得された目標位置に基づいて、前記目標位置を前記傾斜角に応じた補正目標位置に補正する補正部と、前記補正目標位置に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御する制御部と、を備える。

[0010] なお、障害物の形状及び位置に関する予め定めた障害物情報を取得する障害物情報取得部を備え、前記補正部は、前記障害物の位置を前記傾斜角に応じた補正障害物位置に補正し、前記制御部は、前記補正目標位置及び前記補

正障害物位置に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御するようにしてもよい。

[0011] また、前記基体に設けられ、障害物の形状及び位置に関する障害物情報を検出する検出センサを備え、前記制御部は、前記補正目標位置及び前記障害物情報に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御するようにしてもよい。

[0012] また、前記制御部は、前記傾斜角が所定値以上の場合に報知する制御を行うようにしてもよい。

[0013] 本発明に係るマニピュレータ制御方法は、コンピュータが、マニピュレータが設けられた基体の基準面に対する傾斜角を取得する傾斜角取得工程と、前記マニピュレータが前記基準面に対して傾斜していない状態での前記マニピュレータの目標位置を取得する目標位置取得工程と、前記傾斜角取得工程で測定された傾斜角、及び前記目標位置取得工程で取得された目標位置に基づいて、前記目標位置を前記傾斜角に応じた補正目標位置に補正する補正工程と、前記補正目標位置に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御する制御工程と、を含む処理を実行する。

[0014] 本発明に係るマニピュレータ制御プログラムは、コンピュータを、マニピュレータが設けられた基体の基準面に対する傾斜角を取得する傾斜角取得部、前記マニピュレータが前記基準面に対して傾斜していない状態での前記マニピュレータの目標位置を取得する目標位置取得部、前記傾斜角取得部で測定された傾斜角、及び前記目標位置取得部で取得された目標位置に基づいて、前記目標位置を前記傾斜角に応じた補正目標位置に補正する補正部、及び、前記補正目標位置に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御する制御部、として機能させるための制御プログラムである。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、マニピュレータが設けられた基体が基準面に対して傾斜している場合でも作業ミスを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]ピックアンドブレース装置の概略構成図である。

[図2]垂直多関節ロボットの一例を示す斜視図である。

[図3]マニピュレータ制御装置のハードウェア構成の例を示す構成図である。

[図4]マニピュレータ制御装置の機能構成の例を示すブロック図である。

[図5]ピッチ傾斜角について説明するための図である。

[図6]ロール傾斜角について説明するための図である。

[図7]ピッチ軸及びロール軸について説明するための図である。

[図8]マニピュレータ制御処理のフローチャートである。

[図9]目標位置及び障害物位置の補正について説明するための図である。

[図10]目標位置及び障害物位置の補正について説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施形態の一例を、図面を参照しつつ説明する。なお、各図面において同一又は等価な構成要素及び部分には同一の参照符号を付与している。また、図面の寸法比率は、説明の都合上誇張されている場合があり、実際の比率とは異なる場合がある。

[0018] 図1は、本実施形態に係るピックアンドブレース装置1の構成図である。図1に示すように、ピックアンドブレース装置1は、移動型マニピュレータMP、画像センサS、及びマニピュレータ制御装置10を備える。

[0019] 移動型マニピュレータMPは、基体の一例としての移動体Mに、マニピュレータの一例としてのロボットRBが取り付けられた構成である。移動体Mは、図示しないモータの駆動力によって回転する4つの車輪Rを備え、マニピュレータ制御装置10の指示によりフロア内を移動する。

[0020] ロボットRBは、台20上に設けられた箱22に收容された図示しないワークを保持して棚24まで搬送し、棚24内に載置する。

[0021] 本実施形態では、一例としてロボットRBのロボットアームの先端にはエンドエフェクタとしてロボットハンドHが取り付けられており、ロボットハンドHで箱22内のワークを把持することによってワークを保持した状態となる。そして、ワークを保持した状態で棚24まで搬送し、ワークの保持を

解除してワークを載置する。なお、ワークを保持する部材は、ロボットハンドHに限らず、ワークを吸着する吸着パッドでもよい。

[0022] 箱22の上方には画像センサSが設置されている。画像センサSは、箱22内に收容されたワークの集合であるワーク集合を静止画として撮影する。

[0023] マニピュレータ制御装置10は、ロボットRBの任意の初期姿勢から目標姿勢までの経路を生成する。ここで、経路とは、ロボットRBを初期姿勢から目標姿勢まで動作させる場合の姿勢のリストである。具体的には、マニピュレータ制御装置10は、画像センサSから取得した撮影画像を画像処理し、画像処理の結果に基づいて保持すべきワークの位置及び姿勢を認識する。そして、マニピュレータ制御装置10は、箱22内のワークを撮影するためにロボットRBが画像センサSの視野範囲外の退避位置に退避した退避姿勢を初期姿勢とし、ロボットRBが箱22内のワークを保持する保持姿勢を目標姿勢とする第1の経路と、ロボットRBが箱22内のワークを保持した保持姿勢を初期姿勢とし、ロボットRBがワークを棚24に載置する載置姿勢を目標姿勢とする第2の経路と、ロボットRBがワークを棚24に載置した載置姿勢を初期姿勢とし、箱22内のワークを撮影するためにロボットRBが画像センサSの視野範囲外の退避位置に退避した退避姿勢を目標姿勢とする第3の経路と、を生成する。なお、棚24を撮影する画像センサを備えた構成とし、画像センサで撮影された撮影画像に基づいてワークを載置すべき位置を認識するようにしてもよい。そして、マニピュレータ制御装置10は、生成した経路に従ってロボットRBが動作するように動作指令値をロボットRBに出力する。

[0024] 次に、ロボットRBについて説明する。本実施形態では、一例としてロボットRBが垂直多関節ロボットである場合について説明するが、水平多関節ロボット（スカラーロボット）及びパラレルリンクロボット等にも本発明を適用可能である。

[0025] 図2は、垂直多関節ロボットであるロボットRBの構成を示す図である。図2に示すように、ロボットRBは、ベースリンクBL、リンクL1～L6

、ジョイントJ 1～J 6を備えた6自由度の6軸ロボットである。なお、ジョイントとは、リンク同士を接続する関節である。また、以下では、リンクL 1～L 6及びリンクL 6に接続されたロボットハンドHを含めてロボットアームと称する。

[0026] ベースリンクBLとリンクL 1とは、図2において鉛直軸S 1を中心として矢印C 1方向に回転するジョイントJ 1を介して接続されている。従って、リンクL 1は、ベースリンクBLを支点として矢印C 1方向に回転する。

[0027] リンクL 1とリンクL 2とは、図2において水平軸S 2を中心として矢印C 2方向に回転するジョイントJ 2を介して接続されている。従って、リンクL 2は、リンクL 1を支点として矢印C 2方向に回転する。

[0028] リンクL 2とリンクL 3とは、図2において軸S 3を中心として矢印C 3方向に回転するジョイントJ 3を介して接続されている。従って、リンクL 3は、リンクL 2を支点として矢印C 3方向に回転する。

[0029] リンクL 3とリンクL 4とは、図2において軸S 4を中心として矢印C 4方向に回転するジョイントJ 4を介して接続されている。従って、リンクL 4は、リンクL 3を支点として矢印C 4方向に回転する。

[0030] リンクL 4とリンクL 5とは、図2において軸S 5を中心として矢印C 5方向に回転するジョイントJ 5を介して接続されている。従って、リンクL 5は、リンクL 4を支点として矢印C 5方向に回転する。

[0031] リンクL 5とリンクL 6とは、図2において軸S 6を中心として矢印C 6方向に回転するジョイントJ 6を介して接続されている。従って、リンクL 6は、リンクL 5を支点として矢印C 6方向に回転する。なお、図2では図示は省略したが、リンクL 6にロボットハンドHが取り付けられる。

[0032] ジョイントJ 1～J 6は、予め定めた回転角度の範囲が可動域として各々設定されている。

[0033] ロボットRBの姿勢は、ジョイントJ 1～J 6の各々の回転角度によって定まる。従って、ロボットRBを動作させるための動作指令値は、ロボットRBが取るべき姿勢に対応したジョイントJ 1～J 6の各々の回転角度であ

る。

[0034] 図3は、本実施形態に係るマニピュレータ制御装置10のハードウェア構成を示すブロック図である。

[0035] 図3に示すように、マニピュレータ制御装置10は、CPU (Central Processing Unit) 11、ROM (Read Only Memory) 12、RAM (Random Access Memory) 13、ストレージ14、入力部15、モニタ16、光ディスク駆動装置17、及び通信インタフェース18を有する。各構成は、バス19を介して相互に通信可能に接続されている。

[0036] 本実施形態では、ROM12又はストレージ14には、マニピュレータ制御処理を実行するマニピュレータ制御プログラムが格納されている。CPU11は、中央演算処理ユニットであり、各種プログラムを実行したり、各構成を制御したりする。すなわち、CPU11は、ROM12又はストレージ14からプログラムを読み出し、RAM13を作業領域としてプログラムを実行する。CPU11は、ROM12又はストレージ14に記録されているプログラムに従って、上記各構成の制御及び各種の演算処理を行う。

[0037] ROM12は、各種プログラム及び各種データを格納する。RAM13は、作業領域として一時的にプログラム又はデータを記憶する。ストレージ14は、HDD (Hard Disk Drive) 又はSSD (Solid State Drive) により構成され、オペレーティングシステムを含む各種プログラム、及び各種データを格納する。

[0038] 入力部15は、キーボード151、及びマウス152等のポインティングデバイスを含み、各種の入力を行うために使用される。モニタ16は、例えば、液晶ディスプレイであり、各種の情報を表示する。モニタ16は、タッチパネル方式を採用して、入力部15として機能してもよい。光ディスク駆動装置17は、各種の記録媒体(CD-ROM又はブルーレイディスクなど)に記憶されたデータの読み込みや、記録媒体に対するデータの書き込み等を行う。

[0039] 通信インタフェース18は、ロボットRB及び画像センサS等の他の機器と通信するためのインタフェースであり、例えば、イーサネット（登録商標）、FDDI、Wi-Fi（登録商標）、USB（Universal Serial Bus）、及びIEEE1394等の規格が用いられる。

[0040] 次に、マニピュレータ制御装置10の機能構成について説明する。

[0041] 図4は、マニピュレータ制御装置10の機能構成の例を示すブロック図である。図4に示すように、マニピュレータ制御装置10は、機能構成として、傾斜角取得部30、目標位置取得部32、障害物情報取得部34、補正部36、制御部38、及び記憶部40を有する。各機能構成は、CPU11がROM12又はストレージ14に記憶されたマニピュレータ制御プログラムを読み出し、RAM13に展開して実行することにより実現される。

[0042] 傾斜角取得部30は、ロボットRBが設けられた移動体Mの基準面に対する傾斜角を取得する。なお、基準面は、本実施形態では一例として水平面である。

[0043] 図5、6に示すように、移動体MのロボットRBが搭載された面には、傾斜センサK1、K2が設けられている。

[0044] 図5に示すように、傾斜センサK1は、ロボットRBが設けられた移動体Mの水平面HRに対するピッチ傾斜角 $\theta 1$ を検出する。

[0045] ピッチ傾斜角 $\theta 1$ は、図7に示すように、X軸をピッチ軸、X軸と直交するY軸をロール軸とした場合に、ピッチ軸を中心とした回転方向における水平面に対する傾斜角である。

[0046] 図6に示すように、傾斜センサK2は、ロボットRBが設けられた移動体Mの水平面HRに対するロール傾斜角 $\theta 2$ を検出する。

[0047] ピッチ傾斜角 $\theta 1$ は、図7に示すように、X軸をピッチ軸、X軸と直交するY軸をロール軸とした場合に、ロール軸を中心とした回転方向における水平面に対する傾斜角である。

[0048] 傾斜角取得部30は、傾斜センサK1からピッチ傾斜角 $\theta 1$ を取得し、傾斜センサK2からロール傾斜角 $\theta 2$ を取得する。

- [0049] 目標位置取得部 32 は、移動体 M が水平面 H R に対して傾斜していない状態でのロボット R B の目標位置を取得する。
- [0050] 障害物情報取得部 34 は、予め定めた障害物の形状及び位置に関する障害物情報を取得する。
- [0051] 補正部 36 は、傾斜角取得部 30 で測定されたピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ と、目標位置取得部 32 で取得された目標位置と、障害物情報取得部 34 で取得された障害物情報と、に基づいて、目標位置をピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ に応じた補正目標位置に補正する。
- [0052] 制御部 38 は、ロボット R B の現在位置、及び補正目標位置に基づいて、補正部 36 で補正された補正目標姿勢に基づいて、ロボット R B の動作を制御する。
- [0053] 記憶部 40 は、マニピュレータ制御プログラム及び障害物情報等の各種情報を記憶する。
- [0054] 障害物情報は、障害物の形状及び位置に関する情報である。障害物は、本実施形態では台 20、箱 22、及び棚 24 等である。
- [0055] 次に、マニピュレータ制御装置 10 の作用について説明する。なお、以下では、説明を簡単にするため、移動体 M は移動せずに同じ場所に留まっているものとして説明する。
- [0056] 図 8 は、マニピュレータ制御装置 10 の CPU 11 により実行されるマニピュレータ制御処理の流れを示すフローチャートである。オペレータによりマニピュレータ制御処理の実行が指示されると、CPU 11 が ROM 12 又はストレージ 14 からマニピュレータ制御プログラムを読み出して、RAM 13 に展開し実行することにより、マニピュレータ制御処理が実行される。
- [0057] CPU 11 は、障害物情報取得部 34 として、障害物情報を記憶部 40 から読み出すことにより取得する（ステップ S 100）。
- [0058] CPU 11 は、傾斜角取得部 30 として、傾斜センサ K 1 からピッチ傾斜角 $\theta 1$ を取得し、傾斜センサ K 2 からロール傾斜角 $\theta 2$ を取得する（ステップ S 102）。

- [0059] CPU 11は、制御部38として、ピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ のうち少なくとも一方が予め定めた閾値以上であるか否かを判定する（ステップS104）。ここで、閾値は、移動型マニピュレータMPが転倒する可能性がある値に設定される。
- [0060] そして、ピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ のうち少なくとも一方が予め定めた閾値以上である場合（ステップS104：YES）、すなわち、移動型マニピュレータMPが転倒する虞がある場合はステップS105へ移行する。
- [0061] ステップS105では、CPU 11が、制御部38として、移動型マニピュレータMPが転倒する虞があることを報知する制御を行う。例えば、CPU 11は、移動型マニピュレータMPが転倒する虞があることを示す警告メッセージをモニタ16に表示させる。なお、図示しないブザーをマニピュレータ制御装置10に接続して、ブザーを鳴らすことで移動型マニピュレータMPが転倒する虞があることを報知するようにしてもよい。また、図示しない警告灯をマニピュレータ制御装置10に接続して、警告灯を点灯させることで移動型マニピュレータMPが転倒する虞があることを報知するようにしてもよい。
- [0062] 一方、ピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ の両方が予め定めた閾値未満である場合（ステップS104：NO）、すなわち、移動型マニピュレータMPが転倒する虞がない場合はステップS106へ移行する。
- [0063] CPU 11は、制御部38として画像センサSに撮影を指示し、画像センサSが撮影した撮影画像を取得する（ステップS106）。
- [0064] CPU 11は、目標位置取得部32として、撮影画像に基づいて、保持するワークの位置を選択し、選択された位置を、移動体Mが水平面に対して傾斜していない状態でのロボットRBの目標位置として取得する（ステップS108）。
- [0065] 保持するワークの選択基準としては、例えばワーク集合の中で最上部にあるワークを選択する、ワーク集合の中央に存在するワークを選択する、他の

ワークと重ならないワークを選択する等が挙げられるが、これらに限られるものではない。

[0066] CPU 11 は、補正部 36 として、ステップ S 102 で取得したピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ と、ステップ S 108 で取得した目標位置と、に基づいて、目標位置をピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ に応じた補正目標位置に補正する（ステップ S 110）。

[0067] 具体的には、ステップ S 108 で取得した目標位置を（ X_g 、 Y_g 、 Z_g ）、補正目標位置を（ X'_g 、 Y'_g 、 Z'_g ）とした場合、次式により補正目標位置を算出する。

[0068] [数1]

$$\begin{pmatrix} X'_g \\ Y'_g \\ Z'_g \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} X_g \\ Y_g \\ Z_g \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

[0069] ここで、 R は、下記に示すように、ピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ をパラメータとする 3 次回転行列である。

[0070] [数2]

$$R = \begin{pmatrix} \cos \theta 2 & 0 & \sin \theta 2 \\ \sin \theta 1 \sin \theta 2 & \cos \theta 1 & -\sin \theta 1 \cos \theta 2 \\ -\cos \theta 1 \sin \theta 2 & \sin \theta 1 & \cos \theta 1 \cos \theta 2 \end{pmatrix} \quad \dots (2)$$

[0071] CPU 11 は、補正部 36 として、ステップ S 100 で取得した障害物情報に基づいて、障害物の位置をピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ に応じた補正障害物位置に補正する（ステップ S 112）。

[0072] 具体的には、ステップ S 100 で取得した障害物としての箱 22 の位置を（ X_t 、 Y_t 、 Z_t ）、補正目標位置を（ X'_t 、 Y'_t 、 Z'_t ）とした場合、次式により補正障害物位置を算出する。

[0073]

[数3]

$$\begin{pmatrix} X'_t \\ Y'_t \\ Z'_t \end{pmatrix} = \mathbf{R} \begin{pmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{pmatrix} \quad \dots (3)$$

[0074] CPU 11は、制御部38として、ステップS110で算出した補正目標位置及びステップS112で算出した補正障害物位置に基づいて、ロボットRBが退避位置に退避した退避姿勢を初期姿勢とし、ロボットRBが箱22内でワークを保持する保持姿勢を目標姿勢とする第1の経路を生成する（ステップS114）。第1の経路の生成は、公知の経路計画法を用いることができる。後述する第2の経路及び第3の経路についても同様である。

[0075] CPU 11は、目標位置取得部32として、保持したワークを棚24に載置する際の載置位置を選択し、選択された載置位置を、移動体Mが水平面に対して傾斜していない状態でのロボットRBの目標位置とする（ステップS116）。

[0076] ロボットRBがワークを棚24に載置する載置位置については、以下のよう取得できる。例えば棚24に設けられた複数の載置場所を予めティーチングしておき、ティーチングした複数の載置場所の位置情報及び複数の載置場所にワークを載置する載置順序を記憶部40に記憶しておく。そして、載置順序に従って決められた載置位置をロボットRBの目標位置とする。なお、保持するワークを選択する場合と同様に、棚24を撮影する画像センサを設け、棚24を撮影した撮影画像に基づいてワークを載置する載置位置を選択してもよい。

[0077] CPU 11は、ステップS110と同様に、補正部36として、ステップS102で取得したピッチ傾斜角 θ_1 及びロール傾斜角 θ_2 と、ステップS116で取得した目標位置と、に基づいて、目標位置をピッチ傾斜角 θ_1 及びロール傾斜角 θ_2 に応じた補正目標位置に補正する（ステップS118）。

- [0078] CPU 11は、ステップS 112と同様に、補正部36として、ステップS 100で取得した障害物情報に基づいて、障害物としての棚24の位置を、ピッチ傾斜角 $\theta 1$ 及びロール傾斜角 $\theta 2$ に応じた補正障害物位置に補正する（ステップS 120）。
- [0079] CPU 11は、制御部38として、ステップS 118で算出した補正目標位置及びステップS 120で算出した補正障害物位置に基づいて、ロボットRBが箱22内のワークを保持した保持姿勢である初期姿勢から、ステップS 118で補正した補正目標位置における目標姿勢である載置姿勢までの第2の経路を生成する（ステップS 122）。
- [0080] CPU 11は、制御部38として、ロボットRBがワークを棚24に載置した載置姿勢である補正目標姿勢から退避姿勢までの第3の経路を生成する（ステップS 124）。
- [0081] CPU 11は、制御部38として、ロボットRBの第1～3の経路に基づいてロボットRBの動作指令値を生成し、ロボットRBに送信する（ステップS 126）。これにより、生成された第1～第3の経路に従ってロボットRBが移動する。すなわち、ロボットRBが、退避位置から移動して箱22の中のワークを保持し、棚24の所定位置に載置した後、退避位置に戻るよう動作する。
- [0082] CPU 11は、制御部38として、箱22内から全てのワークを棚24へ搬送したか否かを判定する（ステップS 128）。具体的には、例えば箱22内を撮影した撮影画像を取得してパターン認識処理等の公知の画像処理を実行し、撮影画像中にワークが存在するか否かを判定する。また、最初に箱22内に載置されていたワークの数が予め判っている場合には、ワークを搬送した回数が最初に箱22内に収容されていたワークの数に達したか否かを判定してもよい。そして、全てのワークを搬送した場合（ステップS 128：YES）、本ルーチンを終了する。一方、全てのワークを搬送していない場合（ステップS 128：NO）、ステップS 102へ移行し、全てのワークを搬送するまでステップS 102～S 120の処理を繰り返す。

[0083] このように、本実施形態では、ロボットRBの目標位置及び障害物の位置を補正してロボットRBの動作を制御する。このため、移動体Mが水平面に対して傾斜している場合でも作業ミスを抑制することができる。例えば、図9に示すように、ワークを棚24に載置する場合において、移動体Mが水平面に対して傾斜していない状態におけるロボットRBの目標位置を(X_g 、 Y_g 、 Z_g)、障害物としての棚24の原点位置を障害物位置(X_t 、 Y_t 、 Z_t)とする。この場合、ステップS118の処理により目標位置を補正すると共にステップS120の処理により障害物としての棚24の位置を補正することにより、図10に示すように、補正目標位置(X'_g 、 Y'_g 、 Z'_g)と補正障害物位置(X'_t 、 Y'_t 、 Z'_t)との相対的な位置関係は、補正前における目標位置(X_g 、 Y_g 、 Z_g)と障害物位置(X_t 、 Y_t 、 Z_t)との相対的な位置関係と同じになる。これにより、ワークを棚24に載置する際にロボットRBのロボットアームが棚24に衝突する等の作業ミスが抑制される。

[0084] マニピュレータ制御装置10は、上記の実施形態に限定されず、種々の改変が可能である。例えば、障害物情報を検出する検出センサとして例えばカメラを移動体Mに設けた構成とし、図8のステップS100の処理に代えて、カメラで撮影された撮影画像に基づいて障害物の形状及び位置を検出する処理を実行する。この場合、移動体Mが水平面に対して傾いている場合には、撮影画像における障害物も傾斜した状態となるため、障害物位置の補正は不要である。すなわち、図8のステップS112、S120の処理を省略することができる。

[0085] また、障害物を考慮する必要がない場合には、図8のステップS100、S112、S120の処理を省略してもよい。

[0086] また、本実施形態では、ロボットRBが移動体Mに設けられた場合について説明したが、ロボットRBが移動しない基体上に設けられた場合にも本発明を適用可能である。

[0087] なお、上記各実施形態でCPUがソフトウェア（プログラム）を読み込ん

で実行した経路計画を、CPU以外の各種のプロセッサが実行してもよい。この場合のプロセッサとしては、FPGA (Field-Programmable Gate Array) 等の製造後に回路構成を変更可能なPLD (Programmable Logic Device)、及びASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等の特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路等が例示される。また、経路計画を、これらの各種のプロセッサのうちの1つで実行してもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGA、及びCPUとFPGAとの組み合わせ等）で実行してもよい。また、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子等の回路素子を組み合わせた電気回路である。

[0088] また、上記各実施形態では、マニピュレータ制御プログラムがストレージ14又はROM12に予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、これに限定されない。プログラムは、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、DVD-ROM (Digital Versatile Disc Read Only Memory)、及びUSB (Universal Serial Bus) メモリ等の記録媒体に記録された形態で提供されてもよい。また、プログラムは、ネットワークを介して外部装置からダウンロードされる形態としてもよい。

符号の説明

- [0089] 1 ピックアンドプレイス装置
10 マニピュレータ制御装置
22 箱
24 棚
30 傾斜角取得部
32 目標位置取得部
34 障害物情報取得部

3 6 補正部

3 8 制御部

4 0 記憶部

請求の範囲

- [請求項1] マニピュレータが設けられた基体の基準面に対する傾斜角を取得する傾斜角取得部と、
- 前記基体が前記基準面に対して傾斜していない状態での前記マニピュレータの目標位置を取得する目標位置取得部と、
- 前記傾斜角取得部で測定された傾斜角、及び前記目標位置取得部で取得された目標位置に基づいて、前記目標位置を前記傾斜角に応じた補正目標位置に補正する補正部と、
- 前記補正目標位置に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御する制御部と、
- を備えたマニピュレータ制御装置。
- [請求項2] 障害物の形状及び位置に関する予め定めた障害物情報を取得する障害物情報取得部を備え、
- 前記補正部は、前記障害物の位置を前記傾斜角に応じた補正障害物位置に補正し、
- 前記制御部は、前記補正目標位置及び前記補正障害物位置に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御する
- 請求項1記載のマニピュレータ制御装置。
- [請求項3] 前記基体に設けられ、障害物の形状及び位置に関する障害物情報を検出する検出センサを備え、
- 前記制御部は、前記補正目標位置及び前記障害物情報に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御する
- 請求項1記載のマニピュレータ制御装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記傾斜角が所定値以上の場合に報知する制御を行う
- 請求項1～3の何れか1項に記載のマニピュレータ制御装置。
- [請求項5] コンピュータが、
- マニピュレータが設けられた基体の基準面に対する傾斜角を取得す

る傾斜角取得工程と、

前記マニピュレータが前記基準面に対して傾斜していない状態での前記マニピュレータの目標位置を取得する目標位置取得工程と、

前記傾斜角取得工程で測定された傾斜角、及び前記目標位置取得工程で取得された目標位置に基づいて、前記目標位置を前記傾斜角に応じた補正目標位置に補正する補正工程と、

前記補正目標位置に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御する制御工程と、

を含む処理を実行するマニピュレータ制御方法。

[請求項6]

コンピュータを、

マニピュレータが設けられた基体の基準面に対する傾斜角を取得する傾斜角取得部、

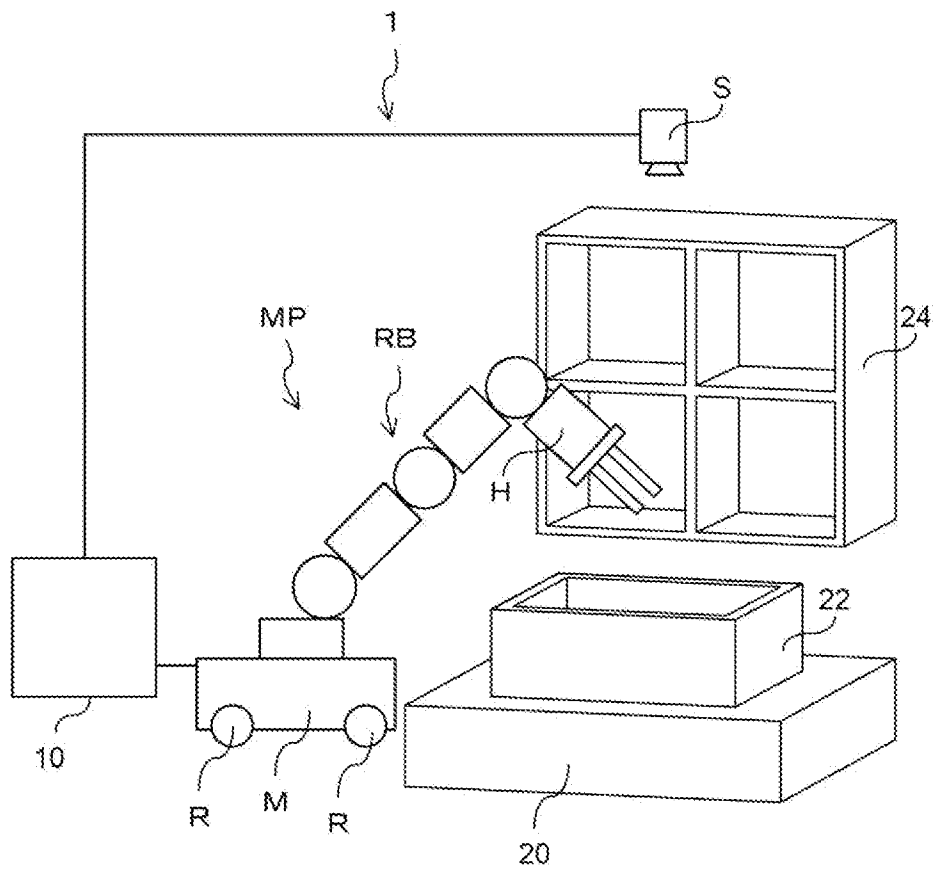
前記マニピュレータが前記基準面に対して傾斜していない状態での前記マニピュレータの目標位置を取得する目標位置取得部、

前記傾斜角取得部で測定された傾斜角、及び前記目標位置取得部で取得された目標位置に基づいて、前記目標位置を前記傾斜角に応じた補正目標位置に補正する補正部、及び、

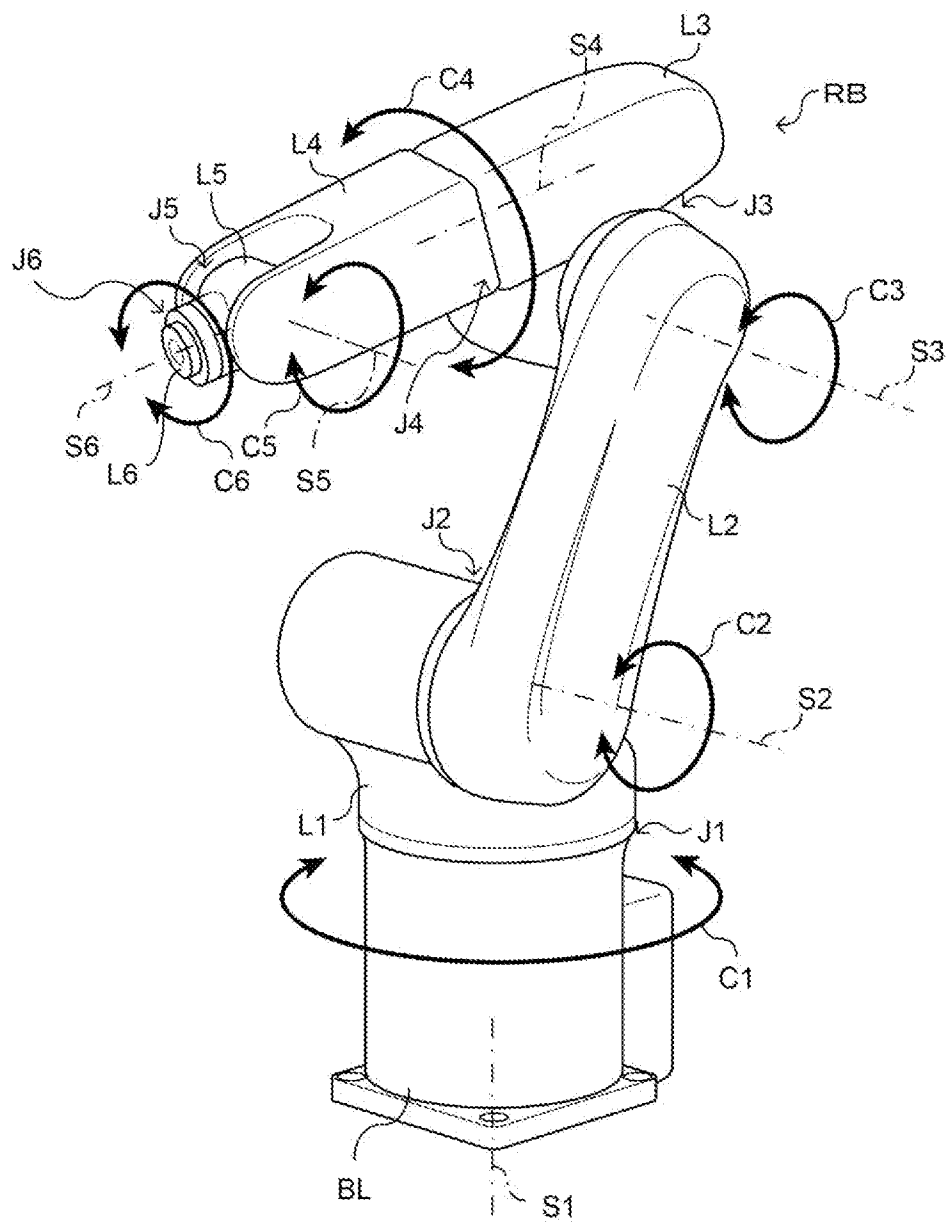
前記補正目標位置に基づいて、前記マニピュレータの動作を制御する制御部、

として機能させるためのマニピュレータ制御プログラム。

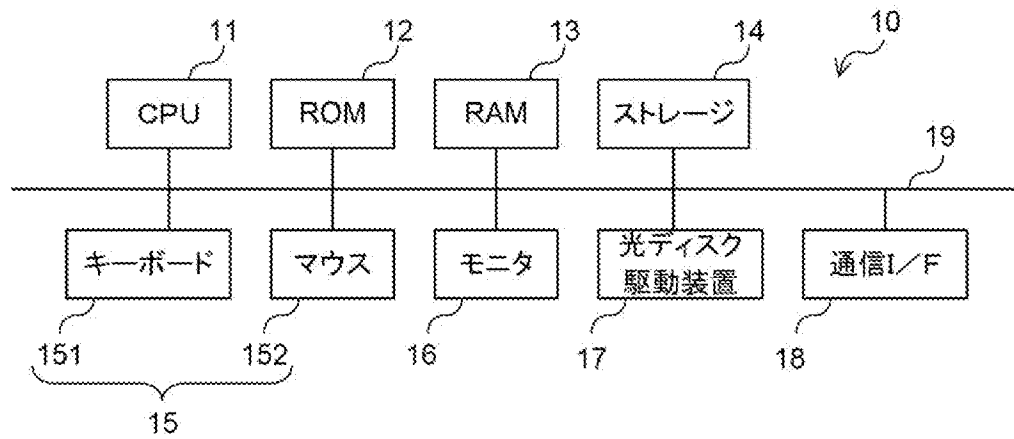
[図1]



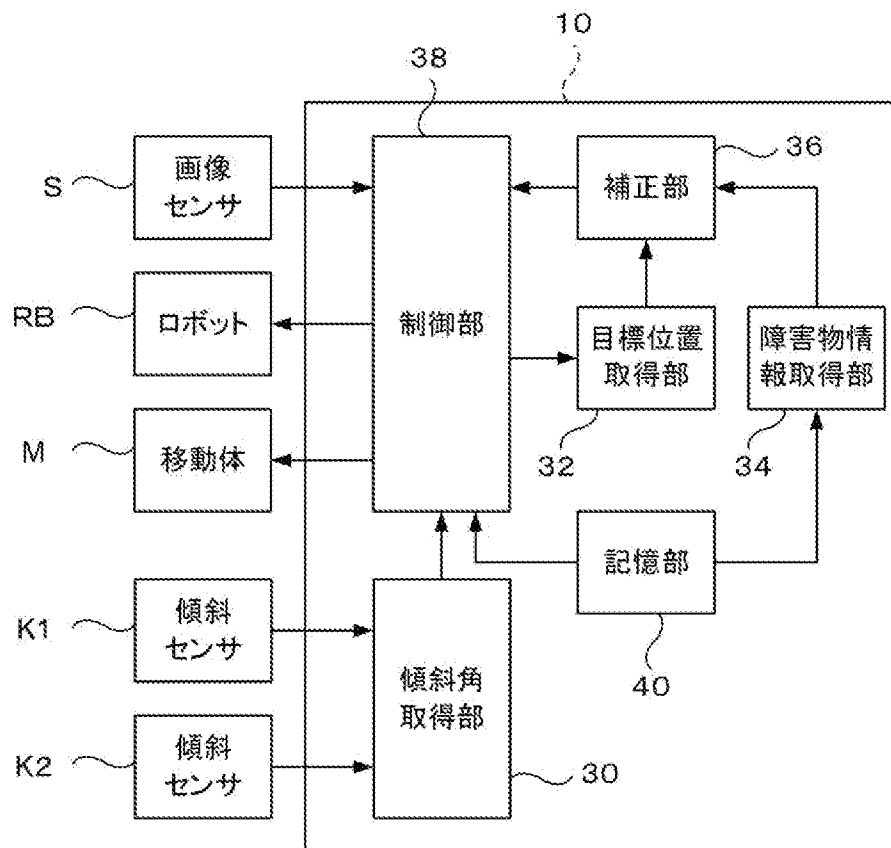
[図2]



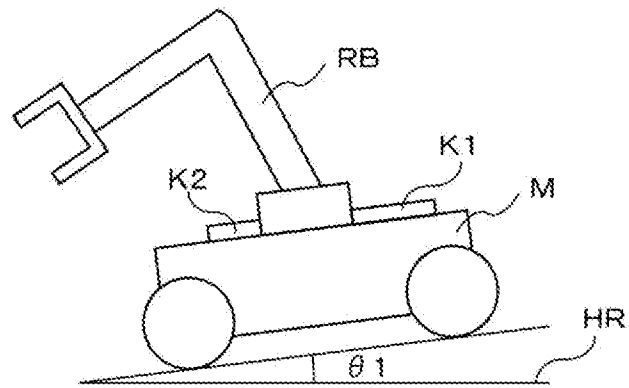
[図3]



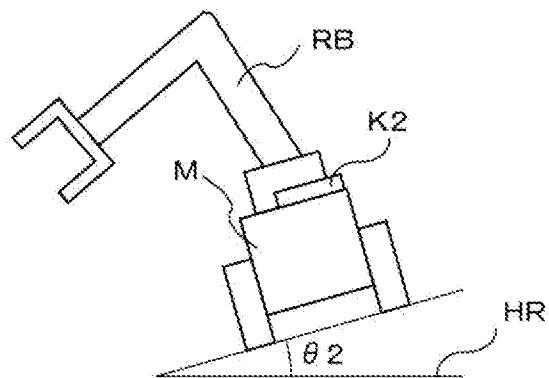
[図4]



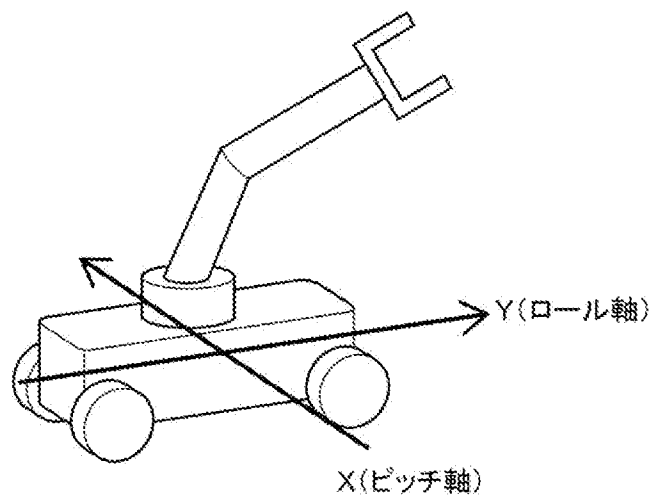
[図5]



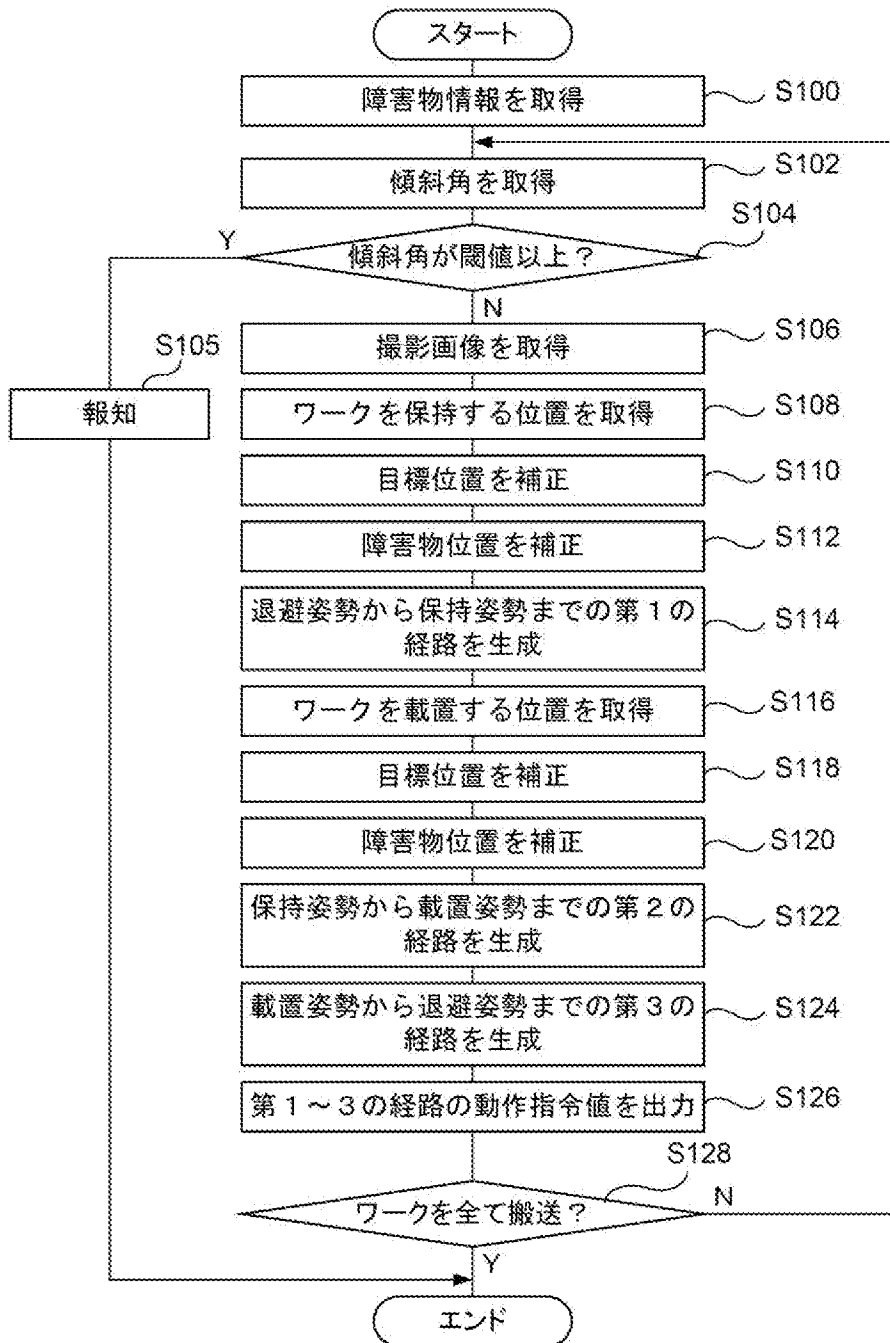
[図6]



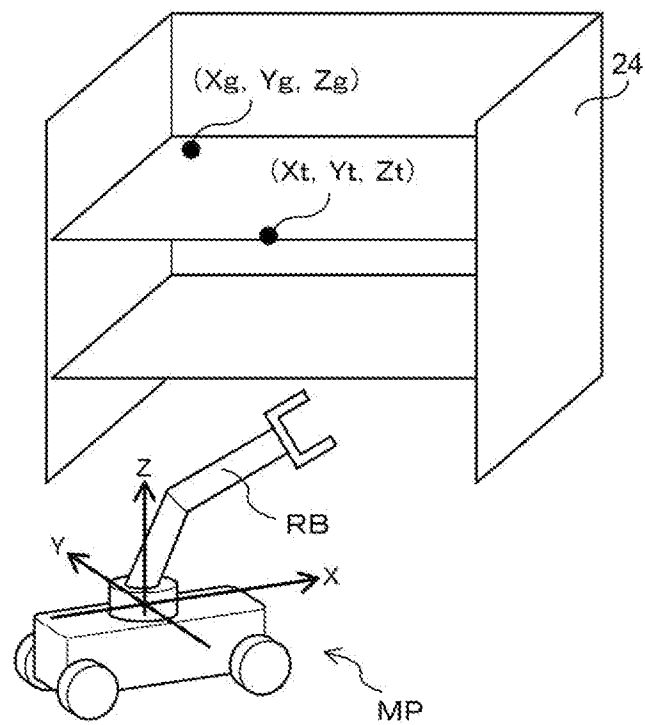
[図7]



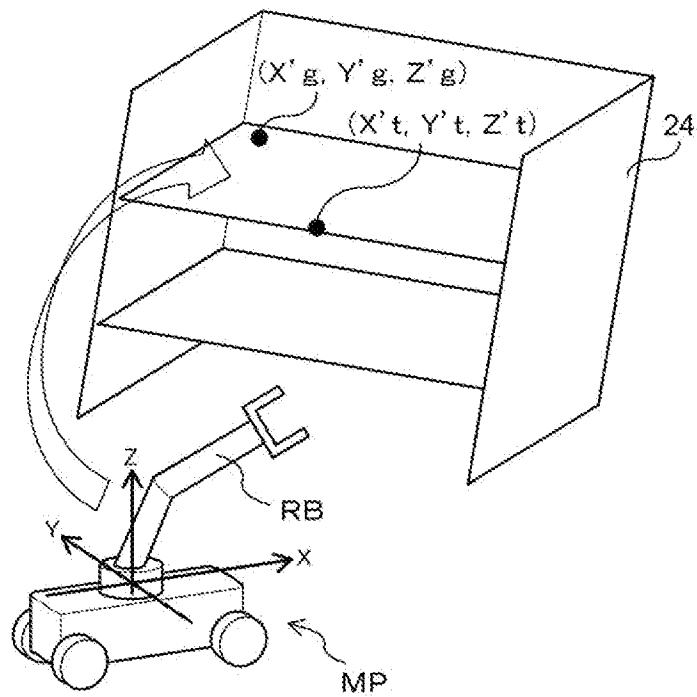
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/009707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B25J9/10(2006.01)i, B25J9/06(2006.01)i

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)

Int.Cl. B25J9/10, B25J9/06

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
Y	JP 2018-20423 A (HITACHI, LTD.) 08 February 2018, paragraphs [0012]-[0051], fig. 1-3 (Family: none)	1-6
Y	JP 60-143860 A (KOBE STEEL, LTD.) 30 July 1985, page 9, upper right column, line 13 to lower right column, line 15, fig. 1-2 (Family: none)	1-6
Y	JP 9-240521 A (KOMATSU LTD.) 16 September 1997, paragraph [0013] (Family: none)	4

☐ 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
09 May 2019 (09.05.2019)

Date of mailing of the international search report
21 May 2019 (21.05.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B25J9/10(2006.01)i, B25J9/06(2006.01)i

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））

Int.Cl. B25J9/10, B25J9/06

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y	JP 2018-20423 A（株式会社日立製作所）2018.02.08, 段落【0012】-【0051】、【図1】-【図3】（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 60-143860 A（株式会社神戸製鋼所）1985.07.30, 第9頁右上欄第13行から右下欄第15行、第1図-第2図（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 9-240521 A（株式会社小松製作所）1997.09.16, 段落【0013】（ファミリーなし）	4

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矛盾するものではなく、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

09.05.2019

国際調査報告の発送日

21.05.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

武市 匡紘

3U

4414

電話番号 03-3581-1101 内線 3364