

(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
2021年4月15日(15.04.2021)



(10) 国際公開番号

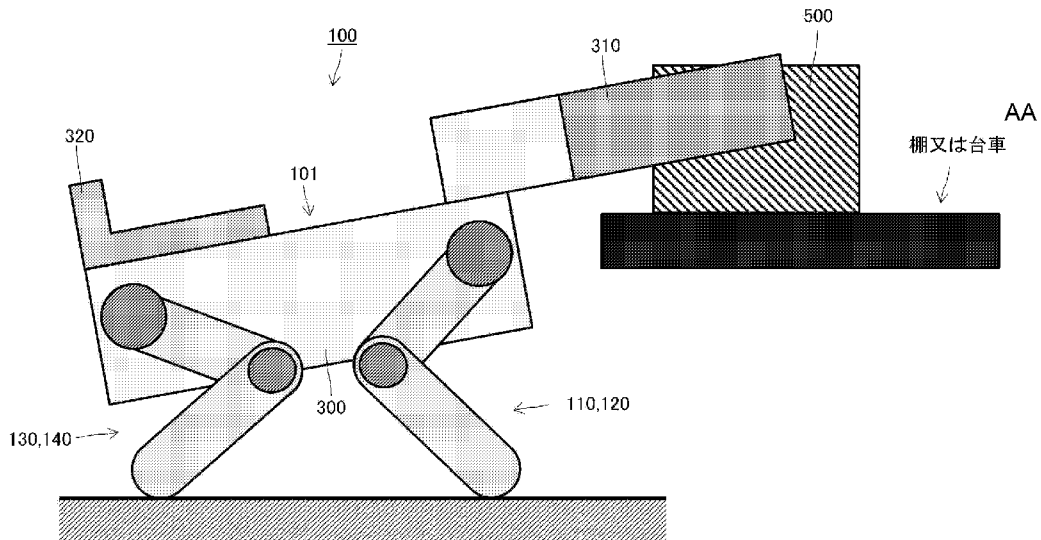
WO 2021/070439 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 5/00 (2006.01) *G05D 1/02* (2020.01)
B65G 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027055
- (22) 国際出願日: 2020年7月10日(10.07.2020)
- (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 2019-187523 2019年10月11日(11.10.2019) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 神川 康久 (KAMIKAWA, Yasuhisa); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 甲斐 寿光 (KAI, Toshimitsu); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 木下 将也 (KINOSHITA, Masaya); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). コヌス ウィリアムアレクサンドル (CONUS, William Alexandre); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮田 正昭, 外 (MIYATA, Masaaki et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目2番9号

(54) Title: ROBOT DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING SAME

(54) 発明の名称: ロボット装置及びその制御方法

[図5]



AA Rack or trolley

(57) Abstract: Provided is a robot device that enables discharging or unloading of goods onto a load carrying tray with less degrees of freedom. The robot device is provided with: a loading unit on which goods are loaded; a position changing unit that changes the position of the loading unit; a moving unit that moves the loading unit; a removing unit that removes the goods loaded on the goods receiving surface and moves the goods to the loading unit; and a control unit that controls operations of the position changing unit and the moving unit. The control unit force-controls the position changing unit

[続葉有]



WO 2021/070439 A1

号 Daiwa 八丁堀駅前ビル西館 8 階 特許
業務法人 大同特許事務所 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, IT, 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,
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))

to cause the loading unit to follow the goods receiving surface, and thereafter controls the removing unit to remove the goods loaded on the goods receiving surface and to move the goods to the loading unit.

(57) 要約：荷台への荷物の荷降ろし又は荷揚げをより少ない自由度で実現するロボット装置を提供する。ロボット装置は、荷物を載せる積載部と、前記積載部の姿勢を変更する姿勢変更部と、前記積載部を移動させる移動部と、前記荷物受面に載せられた荷物を取り出して前記積載部に移動させる取り出し部と、前記姿勢変更部及び移動部の動作を制御する制御部を具備する。前記制御部は、前記姿勢変更部を力制御して前記積載部を前記荷物受面に倣わせた後に、前記荷物受面に載せられた荷物を取り出して前記積載部に移動させるように前記取り出し部を制御する。

明 細 書

発明の名称： ロボット装置及びその制御方法

技術分野

[0001] 本明細書で開示（以下、「本開示」とする）する技術は、例えば荷物の搬送に適用されるロボット装置及びその制御方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば物流分野において、荷物の搬送に適用される移動ロボットの導入が進められている。この種の移動ロボットには、例えば、棚や台車に載せられた荷物を取り出して配送する自律動作を実現することが期待される。

[0003] アームを使って荷物の取り出しを行う搬送ロボットについて提案がなされている（例えば、特許文献1及び2を参照のこと）。しかしながら、小型のアームでは重量物の持ち上げや荷降ろしが非常に困難である。また、重量物の取り出しを考慮して高出力のアームを用いると、アームが大型化するとともにコストが増大する。また、荷物をグリップで摩擦力を利用して把持するタイプのアームは、重量物の取り出しの際には大きな把持力で把持するが、段ボールのような柔らかい箱に梱包された荷物の場合、グリップの把持力で箱を押し潰してしまうおそれもある。

[0004] また、物流のラストワンマイルは、屋外環境を含むため、工場や倉庫などとは相違して路面状況が一定とは限らない。水平から傾斜した設置面に荷物が置かれている場合、荷物の姿勢が不定であるから、多自由度アームなどを用いなければ荷物を掴むことが非常に難しい。例えば、アーム先端のエンドエフェクタで力検出し、力制御によりエンドエフェクタの倣い動作を実現するロボットについて提案がなされている（特許文献3を参照のこと）。しかしながら、このような倣い動作を行うには、姿勢制御が可能な6自由度のアームが必要となり、アーム重量が大きくなるため、小型のロボットに搭載することが困難になる。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2015-178141号公報
特許文献2：特開2008-23639号公報
特許文献3：特開2015-208836号公報
特許文献4：特公平4-45310号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 本開示に係る技術の目的は、荷台への荷物の荷降ろし又は荷揚げをより少ない自由度で実現するロボット装置及びその制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本開示に係る技術は、上記課題を参酌してなされたものであり、その第1の側面は、
荷物を載せる積載部と、
前記積載部の姿勢を変更する姿勢変更部と、
前記積載部を移動させる移動部と、
前記姿勢変更部及び移動部の動作を制御する制御部と、
を具備し、
前記制御部は、前記積載部が荷物受面に俵うように前記姿勢変更部を力制御する、
ロボット装置である。
- [0008] 第1の側面に係るロボット装置は、前記荷物受面に載せられた荷物を取り出して前記積載部に移動させる取り出し部をさらに備える。また、前記制御部は、前記姿勢変更部を力制御して前記積載部を前記荷物受面に俵わせた後に、前記荷物受面に載せられた荷物を取り出して前記積載部に移動させるように前記取り出し部を制御する。
- [0009] また、本開示に係る技術の第2の側面は、

荷物を載せる積載部と、前記積載部の姿勢を変更する姿勢変更部と、前記積載部を移動させる移動部を備えたロボット装置の制御方法であって、

前記積載部が荷物受面に倣うように前記姿勢変更部を力制御するステップと、

前記荷物受面に載せられた荷物を取り出すステップと、
を有するロボット装置の制御方法である。

発明の効果

[0010] 本開示に係る技術によれば、力制御により荷台の姿勢を倣い制御して、荷物の荷降ろし又は荷揚げをより少ない自由度で実現するロボット装置及びその制御方法を提供することができる。

[0011] なお、本明細書に記載された効果は、あくまでも例示であり、本開示に係る技術によりもたらされる効果はこれに限定されるものではない。また、本開示に係る技術が、上記の効果以外に、さらに付加的な効果を奏する場合もある。

[0012] 本開示に係る技術のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]図1は、ロボット装置100の自由度構成例を示した図である。
[図2]図2は、ロボット装置100の電気系統の構成例を示した図である。
[図3]図3は、ロボット装置100の外観構成（右側面）を示した図である。
[図4]図4は、ロボット装置100の外観構成（正面）示した図である。
[図5]図5は、ロボット装置100が荷物を積み込む動作を示した図である。
[図6]図6は、ロボット装置100が荷物を積み込む動作を示した図である。
[図7]図7は、ロボット装置100が荷物を積み込む動作を示した図である。
[図8]図8は、ロボット装置100が荷物を積み込む動作を示した図である。
[図9]図9は、ロボット装置100が荷物を積載部101に積み込む際の動作手順を示したフローチャートである。
[図10]図10は、複数の荷物を載せた台車1000を示した図である。

[図11]図11は、ロボット装置100が台車1000に収納された荷物を搬出する様子を示した図である。

[図12]図12は、ロボット装置100が荷物をグリッパ310で把持する様子を示した図である。

[図13]図13は、ロボット装置100がグリッパ310と荷物を把持した後に、荷物をすくい上げて積載部101に移し替える様子を示した図である。

[図14]図14は、ロボット装置100がグリッパ310と荷物を把持した後に、荷物をすくい上げて積載部101に移し替える様子を示した図である。

[図15]図15は、ロボット装置100がグリッパ310と荷物を把持した後に、荷物をすくい上げて積載部101に移し替える様子を示した図である。

[図16]図16は、昇降式のリフト1600を備えたロボット装置100の外観構成例を示した図である。

[図17]図17は、昇降式のリフト1600を備えたロボット装置100の動作例を示した図である。

[図18]図18は、昇降式のリフト1600を備えたロボット装置100の動作例を示した図である。

[図19]図19は、昇降式のリフト1600を備えたロボット装置100の動作例を示した図である。

[図20]図20は、突起部2000を備えたロボット装置100の外観構成例を示した図である。

[図21]図21は、フォーク形のトレイ2100に荷物を載せた様子を示した図である。

[図22]図22は、突起部2000を備えたロボット装置100の動作例を示した図である。

[図23]図23は、吸着部2300を備えたロボット装置100の外観構成例を示した図である。

[図24]図24は、昇降動作が可能なリフト2400を介してグリッパ2401を取り付けたロボット装置100の外観構成例を示した図である。

[図25]図25は、図24に示したロボット装置100の動作例を示した図である。

[図26]図26は、図24に示したロボット装置100の動作例を示した図である。

[図27]図27は、図24に示したロボット装置100の動作例を示した図である。

[図28]図28は、車輪と平行リンク機構を用いたロボット装置2800の外観構成例を示した図である。

[図29]図29は、図5に示したロボット装置100の歩容に関する変形例を示した図である。

[図30]図30は、前足にグリッパ3001を備えたロボット装置3000の構成例を示した図である。

[図31]図31は、複数台のロボット装置が協働して1つの荷物3100を搬出している変形例を示した図である。

[図32]図32は、ロボット装置100がバラ積みされた複数の荷物の中から1つの荷物3200を引き出す様子を示した図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照しながら本開示に係る技術の実施形態について詳細に説明する。

[0015] A. 装置構成

図1には、本開示に係る技術が適用されるロボット装置100の自由度構成例を模式的に示している。図示のロボット装置100は、4本の可動脚を備えた4足歩行ロボットとして構成される。すなわち、ロボット装置100は、歩行ロボットの胴体に相当する積載部101と、積載部101の四隅にそれぞれ連結された4本の可動脚110、120、130、140を備えている。ここで、脚110は左前脚(LF)、脚120は右前脚(RF)、脚130は左後足(LR)、脚140は右後足(RR)とする。ロボット装置100は、脚110、120、130、140を同期的に動作させて(立脚

と遊脚を交互に切り替えながら)、歩行することができる。そして、ロボット装置100は、積載部101に載せた荷物を搬送することを想定している。ロボット装置100は、物流分野に適用され、例えば最終拠点から配送時までの荷物の搬送を行う。

[0016] 脚110は、2本のリンク111及び112と、リンク111とリンク112間を接続する関節部113を備えている。リンク111の他端(下端)は足底に相当し、床面に設置している。また、リンク112の上端は、関節部114を介して積載部101に取り付けられている。関節部113は、ピッチ軸回りの回転自由度を有し、ピッチ軸回転モータなどのアクチュエータ(図示しない)によって、リンク112に対してリンク111をピッチ軸回りに駆動させることができる。また、関節部114は、少なくともピッチ軸及びロール軸回りの回転自由度を有し、ピッチ軸回転モータなどのアクチュエータ(図示しない)によって、積載部101に対してリンク112をピッチ軸及びロール軸回りに駆動させることができる。なお、積載部101に近い順に、リンク112を第1リンク、リンク111を第2リンクとも呼ぶことにする。また、積載部101に近い順に、尻又は股関節に相当する関節部114を第1関節、膝に相当する関節部113を第2関節とも呼ぶことにする。

[0017] また、脚120は、2本のリンク121及び122と、リンク121とリンク122間を接続する関節部123を備えている。リンク121の他端(下端)は足底に相当し、床面に設置している。また、リンク122の上端は、関節部124を介して積載部101に取り付けられている。関節部123は、ピッチ軸回りの回転自由度を有し、ピッチ軸回転モータなどのアクチュエータ(図示しない)によって、リンク122に対してリンク121をピッチ軸回りに駆動させることができる。また、関節部124は、少なくともピッチ軸及びロール軸回りの回転自由度を有し、ピッチ軸回転モータなどのアクチュエータ(図示しない)によって、積載部101に対してリンク122をピッチ軸及びロール軸回りに駆動させることができる。なお、積載部10

1に近い順に、リンク122を第1リンク、リンク121を第2リンクとも呼ぶことにする。また、積載部101に近い順に、尻又は股関節に相当する関節部124を第1関節、膝に相当する関節部123を第2関節とも呼ぶことにする。

[0018] また、脚130は、2本のリンク131及び132と、リンク131とリンク132間を接続する関節部133を備えている。リンク131の他端（下端）は足底に相当し、床面に設置している。また、リンク132の上端は、関節部134を介して積載部101に取り付けられている。関節部133は、ピッチ軸回りの回転自由度を有し、ピッチ軸回転モータなどのアクチュエータ（図示しない）によって、リンク132に対してリンク131をピッチ軸回りに駆動させることができる。また、関節部134は、少なくともピッチ軸及びロール軸回りの回転自由度を有し、ピッチ軸回転モータなどのアクチュエータ（図示しない）によって、積載部101に対してリンク132をピッチ軸及びロール軸回りに駆動させることができる。なお、積載部101に近い順に、リンク132を第1リンク、リンク131を第2リンクとも呼ぶことにする。また、積載部101に近い順に、尻又は股関節に相当する関節部134を第1関節、膝に関節部133を第2関節とも呼ぶことにする。

[0019] また、脚140は、2本のリンク141及び142と、リンク141とリンク142間を接続する関節部143を備えている。リンク141の他端（下端）は足底に相当し、床面に設置している。また、リンク142の上端は、関節部144を介して積載部101に取り付けられている。関節部143は、ピッチ軸回りの回転自由度を有し、ピッチ軸回転モータなどのアクチュエータ（図示しない）によって、リンク142に対してリンク141をピッチ軸回りに駆動させることができる。また、関節部144は、少なくともピッチ軸及びロール軸回りの回転自由度を有し、ピッチ軸回転モータなどのアクチュエータ（図示しない）によって、積載部101に対してリンク142をピッチ軸及びロール軸回りに駆動させることができる。なお、積載部10

1に近い順に、リンク142を第1リンク、リンク141を第2リンクとも呼ぶことにする。また、積載部101に近い順に、尻又は股関節に相当する関節部144を第1関節、膝に関節部143を第2関節とも呼ぶことにする。

[0020] 可動脚110、120、130、140はそれぞれ、第1関節のピッチ軸回りの回転自由度と第2関節のロール及びピッチ軸回りに回転自由度の3自由度を備えており、ロボット装置100全体では12自由度を持つ構成となっている。図1に示すロボット装置100は4脚で構成されるが、2脚又は3脚、あるいは5脚以上を装備していても、本明細書で開示する技術を適用可能であることを理解されたい。

[0021] なお、積載部101には、棚や台車に載せられた荷物をすくい上げて積載部101に移動させる取り出し部や、荷物が積載部101から滑り落ちないようにするストッパなどが装備されるが、図1では簡素化のため図示を省略している。また、積載部101には、カメラやスピーカなどを備えた頭部や、作業用のアームなども装備されていてもよい。

[0022] 図2には、ロボット装置100の電気システムの構成例を示している。

[0023] ロボット装置100は、外部センサ部210として、ロボット装置100の左右の「目」として機能するカメラ211L及び211R、「耳」として機能するマイクロホン212、並びにタッチセンサ213などがそれぞれ所定位置に配設されている。カメラ211L及び211Rには、例えばCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) やCCD (Charge Coupled Device) などの撮像素子で構成されるカメラが用いられる。

[0024] なお、図示を省略するが、外部センサ部210は、その他のセンサをさらに含んでもよい。例えば、外部センサ部210は、各脚110、120、130、140の第1関節及び第2関節に作用する回転トルクを検出するトルクセンサ並びに関節角度を検出するエンコーダ、各脚110、120、130、140の足底に作用する床反力などを計測する足底センサなどを含

んでいる。各足底センサは、例えば6DOF (Degree Of Freedom) の力センサなどで構成される。

[0025] また、外部センサ部210は、LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging)、TOF (Time Of Flight) センサ、レーザーレンジセンサといった所定のターゲットの方向並びに距離を測定又は推定可能なセンサを備えていてもよい。また、外部センサ部210は、GPS (Global Positioning System) センサや、赤外線センサ、温度センサ、湿度センサ、照度センサなどを含んでもよい。

[0026] また、ロボット装置100は、出力部としてスピーカ221や表示部222などが、それぞれ所定位置に配設されている。スピーカ221は、音声を出力して、例えば音声ガイダンスを行う機能する。また、表示部222には、ロボット装置100の状態や、ユーザに対する応答を表示する。

[0027] 制御ユニット230内には、メイン制御部231と、バッテリー232と、バッテリーセンサ233A及び加速度センサ233Bなどからなる内部センサ部233と、外部メモリ234と、通信部235が配設されている。

[0028] 外部センサ部210のカメラ211L及び211Rは、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号S1Aを、メイン制御部231に送出する。マイクロホン212は、ユーザから音声入力を集音し、得られた音声信号S1Bを、メイン制御部231にそれぞれ送出する。ユーザからロボット装置100に与えられる入力音声には、起動ワードや、「歩け」、「右へ曲がれ」、「急げ」、「止まれ」などの各種命令音声（音声コマンド）なども含まれる。なお、図2では1個のマイクロホン82しか描いていないが、左右の耳のように、2個以上のマイクロホンを備えて、音源方向を推定するようにしてもよい。

[0029] また、外部センサ部の210のタッチセンサ213は、例えば積載部101の載置面に敷設されており、荷物が載せられた場所で受けた圧力を検出して、その検出結果を、圧力検出信号S1Cとしてメイン制御部231に送出

する。

- [0030] 内部センサ部233のバッテリーセンサ233Aは、所定の周期毎にバッテリー232のエネルギー残量を検出して、検出結果をバッテリー残量検出信号S2Aとして、メイン制御部231に送出する。
- [0031] 加速度センサ233Bは、ロボット装置100の移動について、所定の周期毎に3軸方向（x（ロール）軸、y（ピッチ）軸及びz（ヨー）軸）の加速度を検出して、その検出結果を、加速度検出信号S2Bとして、メイン制御部231に送出する。加速度センサ233Bは、例えば、3軸のジャイロ及び3方向の加速度センサなどを搭載したIMU（Inertial Measurement Unit）であってもよい。IMUを用いて、ロボット装置100本体又は積載部101の角度や加速度を計測することができる。
- [0032] 外部メモリ234は、プログラムやデータ、及び制御パラメータなどを記憶しており、そのプログラムやデータを必要に応じてメイン制御部231に内蔵されるメモリ231Aに供給する。また、外部メモリ234は、データなどをメモリ231Aから受け取り、記憶する。なお、外部メモリ234は、例えばSDカードのようなカートリッジ式のメモリカードとして構成され、ロボット装置100本体（若しくは、制御ユニット230）から着脱可能であってもよい。
- [0033] 通信部235は、例えばWi-Fi（登録商標）やLTE（Long Term Evolution）などの通信方式に基づいて外部とデータ通信を行う。例えば、メイン制御部231で実行するアプリケーションなどのプログラムや、プログラムの実行に必要なデータを、通信部235を介して外部から取得することができる。
- [0034] メイン制御部231は、メモリ231Aを内蔵している。メモリ231Aは、プログラムやデータを記憶しており、メイン制御部231は、メモリ231Aに記憶されたプログラムを実行することで、各種の処理を行う。すなわち、メイン制御部231は、外部センサ部210のカメラ211L及び2

11R、マイクロホン212、及びタッチセンサ213からそれぞれ供給される、画像信号S1A、音声信号S1B、及び圧力検出信号S1C（以下、これらをまとめて外部センサ信号S1と称する）と、内部センサ部233のバッテリーセンサ233A及び加速度センサ233Bなどからそれぞれ供給される、バッテリー残量検出信号S2A及び加速度検出信号S2B（以下、これらをまとめて内部センサ信号S2と称する）に基づいて、ロボット装置100の周囲及び内部の状況や、ユーザからの指令、又はユーザからの働きかけの有無などを判断する。なお、メモリ231A内には、ロボット装置100本体の重量や重心位置（但し、積載部101に荷物を置いていない状態）の情報があらかじめ格納されていてもよい。

[0035] そして、メイン制御部231は、ロボット装置100の周囲及び内部の状況や、ユーザからの指令、又はユーザからの働きかけの有無の判断結果と、内部メモリ231Aにあらかじめ格納されている制御プログラム、あるいはそのとき装填されている外部メモリ234に格納されている各種制御パラメータなどに基づいて、ロボット装置100の行動やユーザに対して発動する表出動作を決定し、その決定結果に基づく制御コマンドを生成して、各サブ制御部241、242、…に送出する。

[0036] サブ制御部241、242、…は、それぞれロボット装置100内の各サブシステムの動作制御を担当しており、メイン制御部231から供給された制御コマンドに基づいて、サブシステムを駆動する。上述した可動脚110、120、130、140、及び荷物をすくい上げる取り出し部（前述）はサブシステムに相当し、それぞれ対応するサブ制御部241、242、243、244、…によって駆動制御される。具体的には、サブ制御部241、242、243、244、…は、関節部113、123、133、143の駆動制御や、取り出し部の駆動制御を実施する。取り出し部は、棚や台車に載せられた荷物をすくい上げて積載部101に移動させるといった動作を行う。

[0037] B. 荷物の搬送動作

ロボット装置100は、物流分野に適用され、例えば最終拠点から配送先までのラストワンマイルにおいて荷物の搬送を行うことを想定している。したがって、ロボット装置100は、最終拠点において、棚や台車に載せられた荷物をすくい上げて積載部101に載せ、その後、配送先まで移動するという動作を自律的に行う。

[0038] 物流のラストワンマイルは、屋外環境を含むため、工場や倉庫などとは相違して路面状況が一定とは限らない。このため、ロボット装置100は、水平から傾斜した設置面に置かれて姿勢が不定の荷物をすくい上げなければならない場合もある。

[0039] 例えば、アームを用いて棚や台車から荷物をすくい上げるロボットについて提案がなされている。しかしながら、任意姿勢の荷物を掴むには、アームには多自由度が必要となるため、アーム重量が大きくなり、ロボットの小型化が難しくなる。また、荷物をグリップで摩擦力を利用して把持するタイプのアームは、重量物の取り出しの際には大きな把持力で把持するが、段ボールのような柔らかい箱に梱包された荷物の場合、グリップの把持力で箱を押し潰してしまうおそれもある。

[0040] そこで、本開示に係る技術では、積載部101を荷物が載せられた面に倣うようにロボット装置100の姿勢制御を行った後に、荷物をすくい上げて積載部101の上に荷物を移動させるようにする。ここで、荷物が載せられた面とは、例えば荷物を積んだ棚や台車である。また、複数の可動脚110～140を用いてロボット装置100の姿勢制御を力制御により行うことで、積載部101を荷物が載せられた面に倣わせることができる。そして、荷物を積む積載部101が、棚や台車など荷物が載せられた面に既に倣っていることから、グリップを積載部101に引き込むことで、荷物を比較的容易に積載部101に移動させることができる。

[0041] 開閉自由度と1方向の移動自由度しか持たない簡単な構成のグリップでも十分に荷物の移動が可能であり、ロボット装置100は多自由度のアームを必要とせず、言い換えれば、ロボット装置100を小型化且つ軽量化するこ

とができるとともに、コストを削減することができる。

[0042] 図3及び図4には、本開示に係るロボット装置100の外観構成を示している。但し、図3は右側面から眺めた様子を示し、図4は正面から眺めた様子を示している。図3及び図4において、図1中の対応する構成要素については同じ参照番号を付けているので、これらの構成要素については詳細な説明を省略する。

[0043] 胴体部300には、制御ユニット230やサブ制御部241、242、243、244…などの回路コンポーネントが内蔵されている。前脚110は、肩関節又は股関節に相当する第1関節114で胴体部300に連結され、前脚120も第1関節124で胴体部300に連結されている。また、図4では隠れているが、後脚130及び後脚140も、それぞれ第1関節134及び144で胴体部300に連結されている。

[0044] 胴体部300の上面は、荷物を載せる積載部101を構成している。図1及び図2では省略したが、図3を参照すると、積載部101の前方にはグリップ310が配設されている。図4を参照すると、グリップ310は、一対の爪311及び312を含み、これら爪311及び312が平行開閉動作することで、物体を把持することができる。グリップ310は、棚や台車に載せられた荷物をすくい上げて積載部101に移動させるために使用される。再び図3を参照すると、積載部101の後端付近には、荷物の滑落を防ぐストッパ320が配設されている。

[0045] 後述するように、積載部101を荷物が載せられた面に倣うようにロボット装置100の姿勢制御を力制御により行った後に、荷物をすくい上げて積載部101の上に荷物を移動させるようにする。このため、グリップ310は開閉自由度と前後方向に移動する自由度のみを有していれば十分であり、その他の自由度は不要である。但し、グリップ310の移動自由度は、積載部101の積載面に平行な方向とする。また、荷物が載せられた面に倣った状態で荷物を荷物受け面から積載部101へ移し替える作業を行うので、重量物を取り出す際であっても大きな把持力は不要である。例えば、荷物を梱

包した段ボール箱や精密梱包を、グリッパの把持力で押し潰すことなく、静かに引き出したり置いたりすることができる。

[0046] なお、ロボット装置100の左右の「目」として機能するカメラ211L及び211R（前述）は、図3及び図4には図示しないが、ロボット装置100の前方が視線方向となるように取り付けられていることが好ましい。カメラ211L及び211Rで撮影した画像を画像認識することで、荷物並びに荷物を載せている棚や棚を検出することができる。参考のため、図3には、カメラ211L及び211Rの視野角を例示している。また、カメラ以外のLIDARやTOFセンサを用いて荷物並びに荷物を載せている棚や棚を検出するようにしてもよい。

[0047] 図5～図8には、ロボット装置100が、グリッパを用いて荷物を積載部101に積み込む動作を示している。

[0048] ロボット装置100は、カメラ211L及び211Rで撮影した画像、さらにはLIDARやTOFセンサの検出結果に基づいて、搬送の対象とする荷物を探索する。図5～図8に示す例では、棚501の上に載せられている荷物500を搬送の対象とするものとする。

[0049] まず、図5に示すように、ロボット装置100は、荷物500に接近するとともに、カメラ211L及び211Rの撮影画像の画像認識などにより、荷物500を載せた棚501の荷物受面の傾きをラフ検出する。そして、ロボット装置100は、胴体部300と一体に取り付けられたグリッパ310と荷物受面が接触した後の、積載部101を荷物受面に倣わせるための胴体部300の姿勢の回転方向を決定して、グリッパ310の軌道計画を策定すると、その計画した軌道を実行する。図5～図8に示す例では、荷物受面が接触した後に紙面時計回りに回転するような胴体部300の軌道計画を策定すると、その軌道を実行して、積載部101を荷物受面に倣わせるように力制御を行う。

[0050] 図6に示すように、胴体部300と一体に取り付けられたグリッパ310が荷物受面と接触すると、積載部101が荷物受面に倣うように、胴体部3

00の姿勢を力制御する。ロボット装置100は、各脚110、120、130、140を使って胴体部300の姿勢制御を行っている全身力制御に基づいて、グリップ310と荷物受面との接触点位置（すなわち、荷物受面から接触力が加わる位置）を推定することができる。そして、接触点位置がグリップ310と荷物受面との接触面の中心付近に移動するように、胴体部300の姿勢制御を実施し、接触点位置が接触面の中心付近に入ったときに、胴体部300が荷物受面に触ったと判定する。

[0051] グリップ310が荷物受面に接触したとき、ロボット装置100の全身力制御から、胴体部300の基点に作用する外力 F_b 及びモーメント M_b を求めることができる。ここで言う胴体部300の基点は、胴体部300に取り付けられたグリップ310の根元部とする。ロボット装置100は、胴体部300の基点の力学（ F_b 、 M_b ）に基づいて、グリップ310と荷物受面との接触点位置 x で、グリップ310が荷物受面から受ける接触力 F_c とを推定することができる。ここでは、胴体部300の基点から接触点までの距離を接触点位置 x とする。グリップ310が最初に荷物受面に接触する接触点位置 x を x_1 とする。

[0052] ロボット装置100は、接触力 F_c が所定の設定値 F_1 となるまで、各脚110、120、130、140を駆動する。なお、接触力 F_c は基点に作用する外力 F_b と等しく、また、接触点位置 x は下式（1）が成り立つ。

[0053] [数1]

$$\left. \begin{array}{l} F_b = F_c \\ x = \frac{M_b}{F_b} \end{array} \right\} \quad \dots(1)$$

[0054] その後、胴体部300の基点に作用する接触力 F_c を所定の設定値 F_1 に保ちながら、各脚110、120、130、140を駆動させて、既に決めた胴体部300の軌道計画の回転方向に向かって胴体部300の姿勢を力制御する。

[0055] 接触力 F_c を所定の設定値 F_1 に保ちながら、軌道計画に従って回転させる

ように、胴体部300の姿勢を力制御し続けると、図7に示すように、胴体部300の姿勢（若しくは、胴体部300上面の積載部101）が荷物受面に倣い始める。その結果、グリッパ310と荷物受面との接触点位置 x が変動し始める。

[0056] ここで、図7において、グリッパ310が最初に荷物受面に接触する接触点位置 x を x_1 とし、グリッパ310の先端と荷物受面との接触点位置 x_2 とする。なお、接触点位置 x_2 は、グリッパ310が最後に荷物受面に接触する接触点位置であり、荷物受面に倣わなくなる接触点位置と言うこともできる。そして、例えば $(x_1+x_2)/2$ を閾値として、接触点位置がこの閾値に到達すると、接触点位置が接触面の中心付近に入ったことになり、胴体部300又は積載部101がほぼ完全に荷物受面に倣ったと判定する。

[0057] 図7に示すロボット装置100の姿勢では、胴体部300又は積載部101が荷物受面にほぼ完全に倣っている。そこで、ロボット装置100は、グリッパ310の2つの爪311及び312が荷物に接触するまで閉じて、荷物500を把持する。そして、図8に示すように、荷物500を把持した状態を保ちながら、グリッパ310をロボット装置100本体の方向に引き込めることで、荷物500を積載部101まで移動させることができる。ロボット装置100は、グリッパ310で把持した荷物を胴体部300まで引き込むことで、荷物を含めたロボット装置100全体の重量重心が支持多角形の中心付近に移動するので、姿勢が安定化し、転倒するリスクが低い。なお、荷物500の引き込みのために、グリッパ310にベルトコンベアや直動機構を備えていてもよい。

[0058] 図5～図8からも分かるように、グリッパ310は開閉自由度と前後方向に移動する自由度のみを有していれば十分であり、その他の自由度は不要である。また、荷物が載せられた面に倣った状態で荷物を荷物受け面から積載部101へ移し替える作業を行うので、重量物を取り出す際であっても大きな把持力は不要である。例えば、荷物を梱包した段ボール箱や精密梱包を、グリッパの把持力で押し潰すことなく、静かに引き出したり置いたりするこ

とができる。

- [0059] 図9には、ロボット装置100が荷物を積載部101に積み込む際の動作手順をフローチャートの形式で示している。この動作手順は、例えば、制御ユニット230内のメイン制御部231が外部センサ部210から入力されるセンサ情報に基づいて各サブ制御部241、242、243、244、…に制御コマンドを送出するという形態で実現される。
- [0060] まず、ロボット装置は、カメラ211L及び211Rの撮影画像の画像認識などに基づいて、荷物500を載せた棚501の荷物受面の傾きをラフ検出する（ステップS901）。例えば図5を参照されたい。
- [0061] 次に、ロボット装置100は、ロボット装置100は、胴体部300と一体に取り付けられたグリッパ310と荷物受面が接触した後の、積載部101を荷物受面に倣わせるための胴体部300の姿勢の回転方向を決定して、グリッパ310の軌道計画を策定する（ステップS902）。そして、ロボット装置100は、その軌道計画を実行する（ステップS903）。例えば、図5を参照されたい。
- [0062] ロボット装置100は、グリッパ310と荷物受面が接触した状態で、策定した軌道計画に従って胴体部300の姿勢を回転させている間（例えば図6を参照のこと）、胴体部300の基点に作用する外力 F_b 及びモーメント M_b を、ロボット装置100の全身力制御に基づいて求める。次に、ロボット装置100は、胴体部300の基点の力学（ F_b 、 M_b ）に基づいて、グリッパ310と荷物受面との接触点位置 x で、グリッパ310が荷物受面から受ける接触力 F_c とを推定する。そして、ロボット装置100は、接触力 F_c が所定の設定値 F_1 となるまで、胴体部300の姿勢の回転を続ける（ステップS904）。
- [0063] その後、ロボット装置100は、所定の設定値 F_1 となるまで、胴体部300の基点に作用する接触力 F_c を所定の設定値 F_1 に保ちながら、ロボット装置100の全身力制御により、ステップS902で決めた胴体部300の軌道計画の回転方向に向かって胴体部300の姿勢を回転する（ステップS

- 905)。例えば、図6を参照されたい。
- [0064] 胴体部300の姿勢（若しくは、胴体部300上面の積載部101）が荷物受面に倣い始めると、グリッパ310と荷物受面との接触点位置 x が変動し始める。そして、ロボット装置100は、接触点位置が接触面に中心付近に入ったときに、胴体部300又は積載部101がほぼ完全に荷物受面に倣ったと判定する（ステップS906）。例えば、図7を参照されたい。
- [0065] 次いで、ロボット装置100は、グリッパ310の2つの爪311及び312が荷物に接触するまで閉じて、荷物500を把持する（ステップS907）。
- [0066] そして、図8に示すように、荷物500を把持した状態を保ちながら、グリッパ310をロボット装置100本体の方向に引き込めることで、荷物500を積載部101まで移動させる（ステップS908）。
- [0067] 図9に示す動作手順に従えば、ロボット装置100は、全身力制御により胴体部300の姿勢制御を行うことができ、且つ、開閉自由度と前後方向の移動自由度を有するグリッパ310を装備していれば荷物の積み込みを行うのに十分である。また、荷物が載せられた面に倣った状態で荷物を荷物受け面から積載部101へ移し替える作業を行うので、重量物を取り出す際であっても大きな把持力は不要である。例えば、荷物を梱包した段ボール箱や精密梱包を、グリッパの把持力で押し潰すことなく、静かに引き出したり置いたりすることができる。
- [0068] 図5～図8では、ロボット装置100が棚の上に置かれた荷物を搬出する例を示した。ロボット装置100は、棚だけではなく、さまざまな荷物受面に置かれた荷物を搬出することができる。例えば、図10に示すような、多段（図示の例では2段）の棚を有する台車1000に複数の荷物が載せられている場合であっても、ロボット装置100は、図9に示した動作手順に従って、対象とする荷物が載せられている荷物受面のラフ検出と、全身力制御による胴体部300の力制御を通じて積載部101を荷物受け面に倣わせて、グリッパ310で比較的小さな把持力により荷物を把持して、台車100

0から積載部101へ荷物を移動させることができる。台車1000は、荷物を載せて運搬移動するための台であり、底面の四隅にキャスターが付いている。

[0069] 図11には、ロボット装置100が台車1000に収納された荷物を搬出する様子を示している。但し、ここでは、ロボット装置100が台車1000の側面から荷物にアクセスする様子を示している。ロボット装置100は、傾斜のある路面上で、台車1000から荷物を搬出する作業を行うことも想定される。図12には、対象とする荷物をグリッパ310で把持する様子を示している。図12に示すように、荷物受面がグリッパ310の開閉方向で傾斜していることも想定される。

[0070] ロボット装置100は、カメラ211L及び211Rで撮影した画像、さらにはLIDARやTOFセンサの検出結果に基づいて、台車1000に収納された複数の荷物の中から、搬出すべき荷物を探索する。ロボット装置100は、対象とする荷物が載せられている荷物受面の傾きをラフ検出すると、積載部101を荷物受面に倣わせるための胴体部300の姿勢の回転方向を決定して、グリッパ310の軌道計画を策定し、その軌道計画を実行する。

[0071] グリッパ310が荷物受面に接触した後、ロボット装置100は、全身力制御に基づいて胴体部300の基点に作用する外力 F_b 及びモーメント M_b を推定し、グリッパ310が荷物受面から受ける接触力 F_c を所定の設定値 F_1 に保ちながら胴体部300の姿勢を力制御し続ける。そして、ロボット装置100は、グリッパ310と荷物受面の接触点が接触面の中心付近に入ったことを検出すると、胴体部300又は積載部101がほぼ完全に荷物受面に倣ったと判定して、グリッパ310で荷物を把持する。

[0072] なお、台車1000が傾斜した路面上にある場合、ロボット装置100が荷物にアプローチしている期間中にも台車1000が動き出すおそれがある。そこで、図11に示すように、前脚110又は120などの遊脚を使ってキャスターを抑えて、台車1000が滑り落ちないようにしてもよい。

[0073] 図13～図15には、グリッパ310と荷物を把持した後に、荷物をすくい上げて積載部101に移し替える様子を示している。例えば図13に示すように、各脚110、120、130、140の駆動により、胴体部300が傾斜する姿勢とすることによって、荷物を荷物受面から持ち上げることができる。そして、図14に示すように、胴体部300の傾斜を保ちながら、台車1000から後退するように各脚110、120、130、140を駆動して、ロボット装置100は台車1000から荷物を持ち出す。

[0074] 図4や図12からも分かるように、グリッパ310の爪311及び312は断面がLの字の形状をしている。したがって、グリッパ310を閉じて荷物を把持すると、爪311及び312の先端が荷物の底面と荷物受面の間（すなわち、対象とする荷物の下）に挿入して、荷物を荷物受け面から浮かすことができる。その際、グリッパ310は荷物を軽く把持するだけでよい。さらに、荷物を台車1000から持ち出した後に、図15に示すように、後脚130及び140を大きく屈曲させることによって、胴体部300並びにグリッパ310をロボット装置100の後方に大きく傾けることができる。このような姿勢では、グリッパ310に軽く把持されている荷物は、爪311及び312のL字の先端からなる傾斜面を滑り落ちて、積載部101まで移動する。また、積載部101の後端縁にはストッパ320が設けられているので、グリッパ310から滑り落ちてきた荷物がさらに積載部101の後端から落下することはない。なお、荷物の積載面への引き込みのために、グリッパ310にベルトコンベアや直動機構を備えていてもよい。

[0075] C. 変形例(1)

図16には、荷物受面に置かれた荷物を取り出す取り出し部として、グリッパに代えて、昇降式のリフト1600を備えたロボット装置100の外観構成例を示している。図16に示す例では、ロボット装置100の胴体部300の前面部分にリフト1600が配設されている。リフト1600はL字の形状をしたフォークを有しており、床に設置された荷物の荷揚げに適している。この変形例では、荷物が置かれた床面を荷物受け面とし、ロボット装

置100は、図9に示したフローチャートと同様の動作手順に従って、床に載せられた荷物をすくい上げて搬出することができる。

- [0076] ロボット装置100は、まず、カメラを用いた画像認識などにより床面をラフ検出して、リフト1600のフォーク部分が床面と接触した後の胴体部300の姿勢の回転方向を決定して、リフト1600の軌道計画を策定する。ロボット装置100は、その軌道計画を実行して、リフト1600のフォーク部分が床面と接触すると、ロボット装置100の全身力制御から求められる胴体部300の基点に作用する外力 F_b 及びモーメント M_b に基づいて、リフト1600が床面から受ける接触力 F_c を推定する。
- [0077] そして、ロボット装置100は、床面からの接触力 F_c が所定の設定値 F_1 となるまで、各脚110、120、130、140の駆動により胴体部300の姿勢を回転させる。さらに、ロボット装置100は、接触力 F_c が所定の設定値 F_1 を保つように胴体部300の姿勢を回転させて、リフト1600のフォーク部分と床面との接触点がリフト1600のフォーク部分の接触面の中心付近に入ると、リフト1600のフォーク部分が荷物受面としての床面に倣ったと判定する。
- [0078] その後、図17に示すように、ロボット装置100は、各脚110、120、130、140を用いて、対象とする荷物に向かって歩行動作して、リフト1600のフォーク部分を荷物の底面と床面との間に挿入させる。次いで、図18に示すように、ロボット装置100は、昇降式のリフト1600を上昇させることによって、フォーク部分で荷物をすくい上げる。荷物を胴体部300の上面の積載部101と同じ高さまで上昇させると、図19に示すように、後脚130及び140を大きく屈曲させることによって、胴体部300並びにグリッパ310をロボット装置100の後方に大きく傾ける。すると、持ち上げられた荷物はリフト1600のフォーク部分から滑り落ちて、積載部101まで移動する。また、積載部101の後端縁にはストッパ320が設けられているので、グリッパ310から滑り落ちてきた荷物がさらに積載部101の後端から落下することはない。なお、荷物の積載面への

引き込みのために、ベルトコンベアや直動機構を備えていてもよい。

[0079] D. 変形例 (2)

図20には、荷物受面に置かれた荷物を取り出す取り出し部として、胴体部300の上面から出沒する突起部2000を備えたロボット装置100の外観構成例を示している。図20に示すロボット装置100は、例えば図21に示すようなフォーク形のトレイ2100に載せられた荷物をトレイ2100から取り出して搬送することを想定して設計されている。図21では、荷物を載せたフォーク形のトレイ2100を上面から眺めた様子を示している。フォーク形のトレイ2100は、フォークの2本の歯で荷物の側縁を支持している。

[0080] 図20に示すロボット装置100は、フォーク形のトレイ2100の下に潜り込み、対象とする荷物2101の直下で、胴体部300の上面から突起部2000を上昇させて荷物2101をトレイ2100から持ち上げた状態で、歩行動作によりフォークの開口部分の方向に進むことで、荷物2101をトレイ2100から搬出することができる。図22には、ロボット装置100が、トレイ2100の下側から突起部2000を上昇させて、荷物2101を突き上げている様子を示している。この変形例では、荷物2101が置かれたトレイ2100の裏面を荷物受面とし、ロボット装置100は、図9に示したフローチャートと同様の動作手順に従って、フォーク形のトレイ2100に載せられた荷物を持ち上げて搬出することができる。なお、トレイ2100は、図22に示す例のように、水平から傾いていることも想定される。

[0081] ロボット装置100は、まず、カメラを用いた画像認識などによりトレイ2100の裏面をラフ検出して、胴体部300の上面の積載部101がトレイ2100の裏面と接触した後の胴体部300の姿勢の回転方向を決定して、胴体部300の軌道計画を策定する。ロボット装置100は、その軌道計画を実行して、積載部101がトレイ2100の裏面と接触すると、ロボット装置100の全身力制御から求められる胴体部300の基点に作用する外

力 F_b 及びモーメント M_b に基づいて、積載部101がトレイ2100の裏面から受ける接触力 F_c を推定する。

[0082] そして、ロボット装置100は、トレイ2100の裏面からの接触力 F_c が所定の設定値 F_1 となるまで、各脚110、120、130、140の駆動により胴体部300の姿勢を回転させる。さらに、ロボット装置100は、接触力 F_c が所定の設定値 F_1 を保つように胴体部300の姿勢を回転させて、積載部101とトレイ2100の裏面との接触点が積載部101の中心付近に入ると、積載部101が荷物受面としてのトレイ2100の裏面に倣ったと判定する。

[0083] その後、図21に示すように、ロボット装置100は、突起部2000を上昇させることによって、荷物2101をトレイ2100から持ち上げる。そして、ロボット装置100は、荷物2101を持ち上げた状態のまま、各脚110、120、130、140を用いて、フォークの開口部分に向かって歩行動作して、荷物2101をトレイ2100から搬出する。ロボット装置100は、トレイ2100から脱出した後、突起部2000を下降させることで、荷物2101を積載部101に積んだ状態となる。

[0084] E. 変形例(3)

図23には、棚などに載せられた荷物を取り出す取り出し部として、胴体部300の正面に配設された吸着部2300を備えたロボット装置100の外観構成例を示している。この変形例に係るロボット装置100は、図23に示すように、対象とする荷物2301の壁面を空気圧などにより吸着して持ち上げて、棚などから取り出して搬送することを想定して設計されている。

[0085] 図23に示すロボット装置100は、棚や台車に載せられた荷物2301に向かって前進して、荷物2301の壁面に倣うようにして吸着部2300を接触させることで、高い精度で荷物2301を吸着することができる。この変形例でも、ロボット装置100は、図9に示したフローチャートと同様の動作手順に従って、荷物2301を持ち上げて搬出することができる。な

お、荷物 3301 は、図 23 に示す例のように、水平から傾いていることも想定される。

[0086] ロボット装置 100 は、まず、カメラを用いた画像認識などにより荷物 2301 の壁面をラフ検出して、吸着部 2300 の吸着口が荷物 2301 の壁面と接触した後の胴体部 300 の姿勢の回転方向を決定して、吸着部 2300 の軌道計画を策定する。ロボット装置 100 は、その軌道計画を実行して、吸着部 2300 の吸着口が荷物 2301 の壁面と接触すると、ロボット装置 100 の全身力制御から求められる胴体部 300 の基点に作用する外力 F_b 、及びモーメント M_b に基づいて、吸着部 2300 が荷物 2301 の壁面から受ける接触力 F_c を推定する。

[0087] そして、ロボット装置 100 は、荷物 2301 の壁面からの接触力 F_c が所定の設定値 F_1 となるまで、各脚 110、120、130、140 の駆動により胴体部 300 の姿勢を回転させる。さらに、ロボット装置 100 は、接触力 F_c が所定の設定値 F_1 を保つように胴体部 300 の姿勢を回転させて、吸着部 2300 の吸着口と荷物 2301 の壁面との接触点が吸着部 2300 の吸着口の接触面の中心付近に入ると、吸着部 2300 の吸着口が荷物 2301 の壁面に倣ったと判定する。

[0088] その後、ロボット装置 100 は、空気圧などにより吸着部 2300 で荷物 2301 を吸着させるとともに、各脚 110、120、130、140 を用いた歩行動作によって、荷物 2301 を載せていた棚や台車から退いて、荷物の搬送先へ移動する。

[0089] F. 変形例 (4)

図 5～図 8、並びに図 11～図 15 には、荷物受面に置かれた荷物を取り出す取り出し部として、胴体部 300 に取り付けられたグリッパを備えたロボット装置 100 の構成並びに動作について示した。グリッパが胴体部 300 に固定されている場合、各脚 110、120、130、140 を屈曲させたときのグリッパの高さと、各脚 110、120、130、140 を真直ぐに伸ばしたときのグリッパの高さの範囲でしか荷物の取り出しを行うことが

できない。

- [0090] これに対し、図24に示すロボット装置100は、胴体部300に、昇降動作が可能なリフト2400を介してグリッパ2401が取り付けられている。したがって、ロボット装置100は、リフト2400の動作範囲となる高さの荷物をグリッパ2401で把持して取り出すことが可能となる。この変形例でも、ロボット装置100は、図9に示したフローチャートと同様の動作手順に従って、高い棚などに載せられた荷物をすくい上げて搬出することができる。
- [0091] ロボット装置100は、まず、カメラを用いた画像認識などにより荷物受面をラフ検出して、荷物受面にアクセスするためのリフト2400の高さとグリッパ2401が荷物受面と接触した後の胴体部300の姿勢の回転方向を決定して、リフト2400の昇降動作を含んだ胴体部300の軌道計画を策定する。ロボット装置100は策定した軌道計画を実行して、図25に示すように、リフト2400を昇降動作させるとともに、歩行動作によりグリッパ2401を荷物受面上の荷物に近付ける。そして、グリッパ2401が荷物受面と接触すると、ロボット装置100の全身力制御から求められる胴体部300の基点に作用する外力 F_b 及びモーメント M_b に基づいて、グリッパ2401が荷物受面から受ける接触力 F_c を推定する。
- [0092] そして、ロボット装置100は、荷物受面からの接触力 F_c が所定の設定値 F_1 となるまで、各脚110、120、130、140の駆動により胴体部300の姿勢を回転させる。さらに、ロボット装置100は、接触力 F_c が所定の設定値 F_1 を保つように胴体部300の姿勢を回転させて、グリッパ2401と荷物受面との接触点がグリッパ2401の接触面の中心付近に入ると、グリッパ2401が荷物受面としての床面に倣ったと判定する。
- [0093] ロボット装置100は、グリッパ2401を閉じて荷物を把持するとともに、リフト2400をさらに少し上昇させることによって、荷物を荷物受面から持ち上げることができる。次いで、ロボット装置100は、歩行動作により荷物が載せられていた棚などから退いた後、図26に示すようにリフト

2400を降下さて、グリッパ2401を胴体部300の上面の積載部101と同じ高さに揃える。次いで、ロボット装置100は、図27に示すように、後脚130及び140を大きく屈曲させることによって、胴体部300並びにグリッパ310をロボット装置100の後方に大きく傾ける。すると、持ち上げられた荷物はグリッパ2401から滑り落ちて、積載部101まで移動する。また、積載部101の後端縁にはストッパ320が設けられているので、グリッパ310から滑り落ちてきた荷物がさらに積載部101の後端から落下することはない。なお、荷物の積載面への引き込みのために、グリッパ2401にベルトコンベアや直動機構を備えていてもよい。

[0094] F. 変形例(4)

これまで説明してきたロボット装置100はいずれも、胴体部300又は積載部101の姿勢の変更とロボット装置100本体の移動を各脚110、120、130、140の駆動により実現していた。

[0095] これに対し、図28に示すロボット装置2800は、車輪2801を使って移動を行うとともに、平行リンク2802を用いて積載部101の姿勢変更を行うように構成されている。なお、図28に示す例では、荷物の取り出しにグリッパを用いているが、もちろん、フォーク形のリフトや突起、昇降リフト付きのグリッパを適用することもできる。また、図28に示すロボット装置2800においても、図9に示したフローチャートと同様の動作手順に従って、さまざまな荷物受面に載せられた荷物をすくい上げて搬出することができる。

[0096] なお、平行リンクは、並列に配置した複数のリンク機構で出力端(図28に示す例では、積載部101に相当)を支持する機構からなり、各リンク機構の駆動を同時に制御することで出力端の動きを決めることができる。平行リンク機構は、動作範囲が比較的広く、高速且つ高精度な動作制御が可能といった特徴がある。平行リンク機構の詳細については、例えば特許文献4を参照されたい。

[0097] G. 変形例(5)

図29には、図5などに示したロボット装置100の、荷物を把持する際の歩容に関する変形例を示している。

[0098] ロボット装置100の前方のグリッパ310で荷物2900を把持すると、荷物2900を含んだロボット装置100全体の重量重心位置が、ロボット装置100単体の場合よりも前方にシフトする。荷物2900の重量が重くなると、重心位置は前方により大きくシフトする。この結果、重心位置と支持多角形の境界までのマージンが小さくなるため、ロボット装置100が転倒するリスクが高まる。そこで、図29に示すように、ロボット装置100は、荷物2900を把持する際には、前足をなるべく前方に突き出した脚110及び120の歩容に修正するようにしてもよい。図29には、修正前の脚110及び120の歩容を点線で示している。このように前足を突き出すことで、ロボット装置100の支持多角形は前方に拡大するので、荷物2900を把持した際に転倒するリスクを軽減することができる。

[0099] H. 変形例(6)

図30には、前足にグリッパ3001を備えたロボット装置3000の構成例を示している。このロボット装置3000では、脚は、移動と姿勢変更に加え、荷物の取り出しの役割も果たすことになる。ロボット装置3000は、足先のグリッパ3001を荷物受面としての床面に倣わせることにより、図9に示したフローチャートと同様の動作手順に従って荷物をすくい上げて搬出することができる。

[0100] ロボット装置3000は、まず、カメラを用いた画像認識などにより荷物受面としての床面をラフ検出して、足先のグリッパ3001が荷物受面と接触した後の胴体部の姿勢の回転方向を決定して、胴体部の軌道計画を策定する。ロボット装置3000は策定した軌道計画を実行して、脚の動作によりグリッパ3001を床上の荷物3002に近付ける。そして、グリッパ3001が荷物受面と接触すると、ロボット装置3000の全身力制御から求められる胴体部の基点に作用する外力 F_b 及びモーメント M_b に基づいて、グリッパ3001が荷物受面から受ける接触力 F_c を推定する。

[0101] そして、ロボット装置3000は、床面からの接触力 F_c が所定の設定値 F_1 となるまで、各脚の駆動により胴体部の姿勢を回転させる。さらに、ロボット装置3000は、接触力 F_c が所定の設定値 F_1 を保つように胴体部又は足先の姿勢を回転させて、グリッパ3001と床面との接触点がグリッパ3001の接触面の中心付近に入ると、グリッパ3001が床面に倣ったと判定する。そして、ロボット装置3000は、グリッパ3001を閉じて荷物を把持するとともに、足先を上昇させることによって、荷物3002を床面から持ち上げることができる。

[0102] ロボット装置3000は、胴体部の姿勢制御と脚の自由度を利用して、足先のグリッパ3001を荷物受面に倣わせて、荷物3002を把持し、さらに荷物を胴体部に移動させることで荷物を引き出せる範囲が拡大する。ロボット装置3000は、胴体部の前方、後方、又は下部に荷物を載せる空間を備えていれば、床に置かれた荷物3002を直接引き上げることができる。

[0103] I. 変形例(7)

図31には、複数台のロボット装置(図示の例では、ロボット装置3101とロボット装置3102の2台)が協働して1つの荷物3100を搬出している変形例を示している。各ロボット装置3101及び3102を全身力制御により姿勢制御して、互いの積載面が同じ平面となるように倣わせることで、2台のロボット装置3101及び3102を跨いで、大容量の荷物3100を安定して積むことができる。また、1台では重くて運べない荷物3100であっても、2台のロボット装置3101及び3102を使うことで運搬が可能になる。

[0104] J. 変形例(7)

図32には、図5などに示したロボット装置100が、バラ積みされた複数の荷物の中から1つの荷物3200を引き出す様子を示している。この場合、ロボット装置100は、荷物3200を載せている直下の荷物3201の上面に胴体部300又は積載部101を倣わせることで、図9に示したフローチャートと同様の動作手順に従って荷物3200をすくい上げて搬出す

ることができる。

- [0105] ロボット装置100は、まず、カメラを用いた画像認識などにより荷物受面をラフ検出して、グリッパ310が荷物受面と接触した後の胴体部300の姿勢の回転方向を決定して、胴体部300の軌道計画を策定する。ここで言う荷物受面は、荷物3200を載せている直下の荷物3201の上面である。
- [0106] ロボット装置100は策定した軌道計画を実行して、リ歩行動作によりグリッパ310を荷物受面上の荷物受面に近付ける。そして、グリッパ2401が荷物受面と接触すると、ロボット装置100の全身力制御から求められる胴体部300の基点に作用する外力 F_b 及びモーメント M_b に基づいて、グリッパ310が荷物受面から受ける接触力 F_c を推定する。
- [0107] そして、ロボット装置100は、荷物受面からの接触力 F_c が所定の設定値 F_1 となるまで、各脚110、120、130、140の駆動により胴体部300の姿勢を回転させる。さらに、ロボット装置100は、接触力 F_c が所定の設定値 F_1 を保つように胴体部300の姿勢を回転させて、グリッパ310と荷物受面との接触点がグリッパ310の接触面の中心付近に入ると、グリッパ310が荷物受面としての床面に倣ったと判定する。
- [0108] ロボット装置100は、グリッパ310を閉じて荷物3200を把持するとともに、荷物3200を荷物受面から持ち上げる。次いで、ロボット装置100は、歩行動作により荷物3200がバラ積みされていた場所などから退いた後、後脚130及び140を大きく屈曲させることによって、胴体部300並びにグリッパ310をロボット装置100の後方に大きく傾ける。すると、持ち上げられた荷物はグリッパ310から滑り落ちて、積載部101まで移動する。また、積載部101の後端縁にはストッパ320が設けられているので、グリッパ310から滑り落ちてきた荷物3200がさらに積載部101の後端から落下することはない。
- [0109] K. その他の変形例

これまで説明してきたロボット装置はいずれも、基本的にはロボット装置

(又は胴体部)の前方にグリッパなどの取り出し部を装備して、胴体部の上面の積載部に荷物を引き込む構造である。これに対し、胴体部の後方や下部に荷物を収容する空間を設けて、胴体部の底面の姿勢を床面に倣わせるようにしてその空間に荷物を引き込むように、ロボット装置を構成することも可能である。

[0110] L. まとめ

最後に、本開示に係る技術を適用したロボット装置によりもたらされる効果についてまとめておく。

[0111] (1) ロボット装置は、1又は複数の荷物を載せた棚や台車などから、対象とする荷物を個別に取り出すことができる。

(2) ロボット装置は、多自由度のアームを使用せずに荷物受面から荷物を取り出すことができるので、装置コストを削減できるとともに、小型且つ軽量のロボット装置を構成することができる。

(3) 荷物受面の傾きが不明であったり、荷物の底面の精度が不十分であったりする不確定な状況においても、ロボット装置は、全身力制御により積載部を荷物受面に倣わすことで、荷物を確実にすくい上げることができる。

(4) ロボット装置は、全身力制御により積載部を荷物受面に倣わすことで、小さな把持力で段ボールのような柔らかい箱に梱包された荷物や精密梱包を押し潰さずに、静かに引き出したり置いたりすることができる。

(5) ロボット装置は、グリッパなどで把持した荷物を胴体部まで引き込むことで、荷物を含めたロボット装置全体の重量重心が支持多角形の中心付近に移動するので、姿勢が安定化し、転倒するリスクが低い。

(6) ロボット装置は、荷物の下から持ち上げるで、追加のグリッパや引き込み機構などが不要であり、荷物を荷物受面から取り出す構造を簡素化することができる。

(7) ロボット装置は、空気圧などによる吸着作用を持つ吸着部と組み合わせることで、荷物の壁面を確実に吸着することが可能である。

(8) ロボット装置は、昇降動作が可能なりフトを介してグリッパを取り付

けることで、荷物受面が高くても低くても簡単に荷物を引き出すことができる。

(9) ロボット装置は、荷物を把持する際に前脚の足先を前方に移動させて、支持多角形を前方に拡大することによって、荷物を含んだ重量重心位置が前方にシフトしても、転倒のリスクを軽減することができる。

(10) ロボット装置は、胴体部の前方、後方、又は下部に荷物を載せる空間を備えていれば、床に置かれた荷物を直接引き上げることができる。

(11) ロボット装置は、脚の足先にグリップなどの取り出し部を備えていれば、足先を荷物受面に俵わせて、荷物を把持することができ、さらに荷物を胴体部に移動させることで荷物を引き出せる範囲が拡大する。

(12) 複数のロボット装置の各胴体姿勢を全身力制御により俵わせることで、協働しながら安定して大きな荷物を運ぶことができる。

(13) ロボット装置は、バラ積みされた荷物の中から、対象とする荷物の直下の荷物の上面に俵わせることで、確実に荷物をすくい上げることができる。

産業上の利用可能性

[0112] 以上、特定の実施形態を参照しながら、本開示に係る技術について詳細に説明してきた。しかしながら、本開示に係る技術の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施形態の修正や代用を成し得ることは自明である。

[0113] 本開示に係る技術は、脚以外の複数の移動手段を備えたロボット装置若しくは移動体装置にも同様に適用することができる。例えば、複数の車輪を備えた車輪式の移動体装置（自動運転車を含む）に、複数の機構を並列に配置し且つ最終出力先を荷台として構成されたパラレルリンクを搭載する構成であってもよい。

[0114] 要するに、例示という形態により本開示に係る技術について説明してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈するべきではない。本開示に係る技術の要旨を判断するためには、特許請求の範囲を参酌すべきである。

[0115] なお、本開示に係る技術は、以下のような構成をとることも可能である。

- [0116] (1) 荷物を載せる積載部と、
前記積載部の姿勢を変更する姿勢変更部と、
前記積載部を移動させる移動部と、
前記姿勢変更部及び移動部の動作を制御する制御部と、
を具備し、
前記制御部は、前記積載部が荷物受面に俵うように前記姿勢変更部を力制御する、
ロボット装置。
- [0117] (2) 前記姿勢変更部は、前記積載部を支持する複数のリンク構造体からなる、
上記(1)に記載のロボット装置。
- [0118] (3) 前記姿勢変更部及び前記移動部は、複数の可動脚からなる、
上記(1)又は(2)のいずれかに記載のロボット装置。
- [0119] (4) 前記姿勢変更部は平行リンクからなり、前記移動部は車輪からなる、
上記(1)又は(2)のいずれかに記載のロボット装置。
- [0120] (5) 前記荷物受面に載せられた荷物を取り出して前記積載部に移動させる
取り出し部をさらに備える、
上記(1)乃至(4)のいずれかに記載のロボット装置。
- [0121] (6) 前記制御部は、前記姿勢変更部を力制御して前記積載部を前記荷物受面に俵わせた後に、前記荷物受面に載せられた荷物を取り出して前記積載部に移動させるように前記取り出し部を制御する、
上記(5)に記載のロボット装置。
- [0122] (7) 前記制御部は、前記姿勢変更部の姿勢を変更する力制御に基づいて、前記取り出し部と前記荷物受面との接触点位置を推定し、前記接触点位置が前記取り出し部と前記荷物受面との接触面の中心付近に移動するように前記姿勢変更部による前記積載部の姿勢制御を実施し、前記接触点位置が前記接触面の中心付近に入ったときに前記積載部が前記荷物受面に俵ったと判定す

る、

上記（６）に記載のロボット装置。

[0123] （８）前記取り出し部は、開閉式のグリッパ、昇降式のリフト、昇降式のリフトに取り付けられた開閉式のグリッパのうち少なくとも１つを含む、
上記（５）乃至（７）のいずれかに記載のロボット装置。

[0124] （９）前記取り出し部は、前記積載部から出沒する突起部を含み、
前記制御部は、前記姿勢変更部を力制御して前記積載部を前記荷物受面に
俵わせた後に、前記荷物受面に設けられた開口から前記突起部を突き出させ
て荷物をすくい上げるように制御する、
上記（５）に記載のロボット装置。

[0125] （１０）前記取り出し部は、吸着部を含み、
前記姿勢変更部を力制御して前記吸着部を前記荷物の壁面に俵わせた後に、
前記吸着部で前記荷物の壁面を吸着して前記荷物受面から前記荷物を取り出
すように制御する、
上記（５）に記載のロボット装置。

[0126] （１１）前記取り出し部は、昇降式のリフトと前記リフトに取り付けられた
開閉式のグリッパを含む、
上記（５）に記載のロボット装置。

[0127] （１２）前記制御部は、前記取り出し部で前記荷物を取り出す際に、前記荷
物の方向に支持多角形が拡大するように前記姿勢変更部又は前記移動部を制
御する、
上記（５）乃至（１１）のいずれかに記載のロボット装置。

[0128] （１３）前記移動部は可動脚を備え、
前記取り出し部は、前記可動脚の足先に取り付けられたグリッパを含み、
前記制御部は、前記可動脚を力制御して前記脚先のグリッパを床面に俵わ
せた後に、床面に置かれた荷物をグリッパで把持するように制御する、
上記（５）に記載のロボット装置。

[0129] （１４）バラ積みされた荷物から特定の荷物を取り出す際に、

前記制御部は、前記姿勢変更部を力制御して前記積載部を前記特定の荷物の直下の荷物の上面に俵わせた後に、前記特定の荷物を取り出して前記積載部に移動させるように前記取り出し部を制御する、

上記（５）に記載のロボット装置。

[0130] （１５）荷物を載せる積載部と、前記積載部の姿勢を変更する姿勢変更部と、前記積載部を移動させる移動部を備えたロボット装置の制御方法であって、

前記積載部が荷物受面に俵うように前記姿勢変更部を力制御するステップと、

前記荷物受面に載せられた荷物を取り出すステップと、
を有するロボット装置の制御方法。

符号の説明

[0131] １００…ロボット装置、１０１…積載部
 １１０…可動脚
 １１１…リンク（第２リンク）、１１２…リンク（第１リンク）
 １１３…関節部（第２関節）、１１４…関節部（第１関節）
 １２０…可動脚
 １２１…リンク（第２リンク）、１２２…リンク（第１リンク）
 １２３…関節部（第２関節）、１２４…関節部（第１関節）
 １３０…可動脚
 １３１…リンク（第２リンク）、１３２…リンク（第１リンク）
 １３３…関節部（第２関節）、１３４…関節部（第１関節）
 １４０…可動脚
 １４１…リンク（第２リンク）、１４２…リンク（第１リンク）
 １４３…関節部（第２関節）、１４４…関節部（第１関節）
 ２１０…外部センサ部、２１１Ｌ、２１１Ｒ…カメラ
 ２１２…マイクロホン、２１３…タッチセンサ
 ２２１…スピーカ、２２２…表示部

230…制御ユニット、231…メイン制御部、232…バッテリー
233…内部センサ部
233A…バッテリーセンサ、233B…加速度センサ
234…外部メモリ、235…通信部
241、242、243、244、…サブ制御部
300…胴体部、310…グリッパ、311、312…爪
320…ストッパ
1000…台車、1600…リフト、2100…フォーク形トレイ
2300…吸着部、2400…昇降式リフト、2401…グリッパ
2800…ロボット装置、2801…車輪、2802…平行リンク
3101、3102…ロボット装置

請求の範囲

- [請求項1] 荷物を載せる積載部と、
前記積載部の姿勢を変更する姿勢変更部と、
前記積載部を移動させる移動部と、
前記姿勢変更部及び移動部の動作を制御する制御部と、
を具備し、
前記制御部は、前記積載部が荷物受面に俵うように前記姿勢変更部を力制御する、
ロボット装置。
- [請求項2] 前記姿勢変更部は、前記積載部を支持する複数のリンク構造体からなる、
請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項3] 前記姿勢変更部及び前記移動部は、複数の可動脚からなる、
請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項4] 前記姿勢変更部は平行リンクからなり、前記移動部は車輪からなる、
請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項5] 前記荷物受面に載せられた荷物を取り出して前記積載部に移動させる取り出し部をさらに備える、
請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項6] 前記制御部は、前記姿勢変更部を力制御して前記積載部を前記荷物受面に俵わせた後に、前記荷物受面に載せられた荷物を取り出して前記積載部に移動させるように前記取り出し部を制御する、
請求項5に記載のロボット装置。
- [請求項7] 前記制御部は、前記姿勢変更部の姿勢を変更する力制御に基づいて、前記取り出し部と前記荷物受面との接触点位置を推定し、前記接触点位置が前記取り出し部と前記荷物受面との接触面の中心付近に移動するように前記姿勢変更部による前記積載部の姿勢制御を実施し、前

記接触点位置が前記接触面の中心付近に入ったときに前記積載部が前記荷物受面に俵ったと判定する、
請求項6に記載のロボット装置。

[請求項8] 前記取り出し部は、開閉式のグリッパ、昇降式のリフト、昇降式のリフトに取り付けられた開閉式のグリッパのうち少なくとも1つを含む、
請求項5に記載のロボット装置。

[請求項9] 前記取り出し部は、前記積載部から出沒する突起部を含み、
前記制御部は、前記姿勢変更部を力制御して前記積載部を前記荷物受面に俵わせた後に、前記荷物受面に設けられた開口から前記突起部を突き出させて荷物をすくい上げるように制御する、
請求項5に記載のロボット装置。

[請求項10] 前記取り出し部は、吸着部を含み、
前記姿勢変更部を力制御して前記吸着部を前記荷物の壁面に俵わせた後に、前記吸着部で前記荷物の壁面を吸着して前記荷物受面から前記荷物を取り出すように制御する、
請求項5に記載のロボット装置。

[請求項11] 前記取り出し部は、昇降式のリフトと前記リフトに取り付けられた開閉式のグリッパを含む、
請求項5に記載のロボット装置。

[請求項12] 前記制御部は、前記取り出し部で前記荷物を取り出す際に、前記荷物の方向に支持多角形が拡大するように前記姿勢変更部又は前記移動部を制御する、
請求項5に記載のロボット装置。

[請求項13] 前記移動部は可動脚を備え、
前記取り出し部は、前記可動脚の足先に取り付けられたグリッパを含み、
前記制御部は、前記可動脚を力制御して前記脚先のグリッパを床面

に倣わせた後に、床面に置かれた荷物をグリッパで把持するように制御する、

請求項5に記載のロボット装置。

[請求項14]

バラ積みされた荷物から特定の荷物を取り出す際に、

前記制御部は、前記姿勢変更部を力制御して前記積載部を前記特定の荷物の直下の荷物の上面に倣わせた後に、前記特定の荷物を取り出して前記積載部に移動させるように前記取り出し部を制御する、

請求項5に記載のロボット装置。

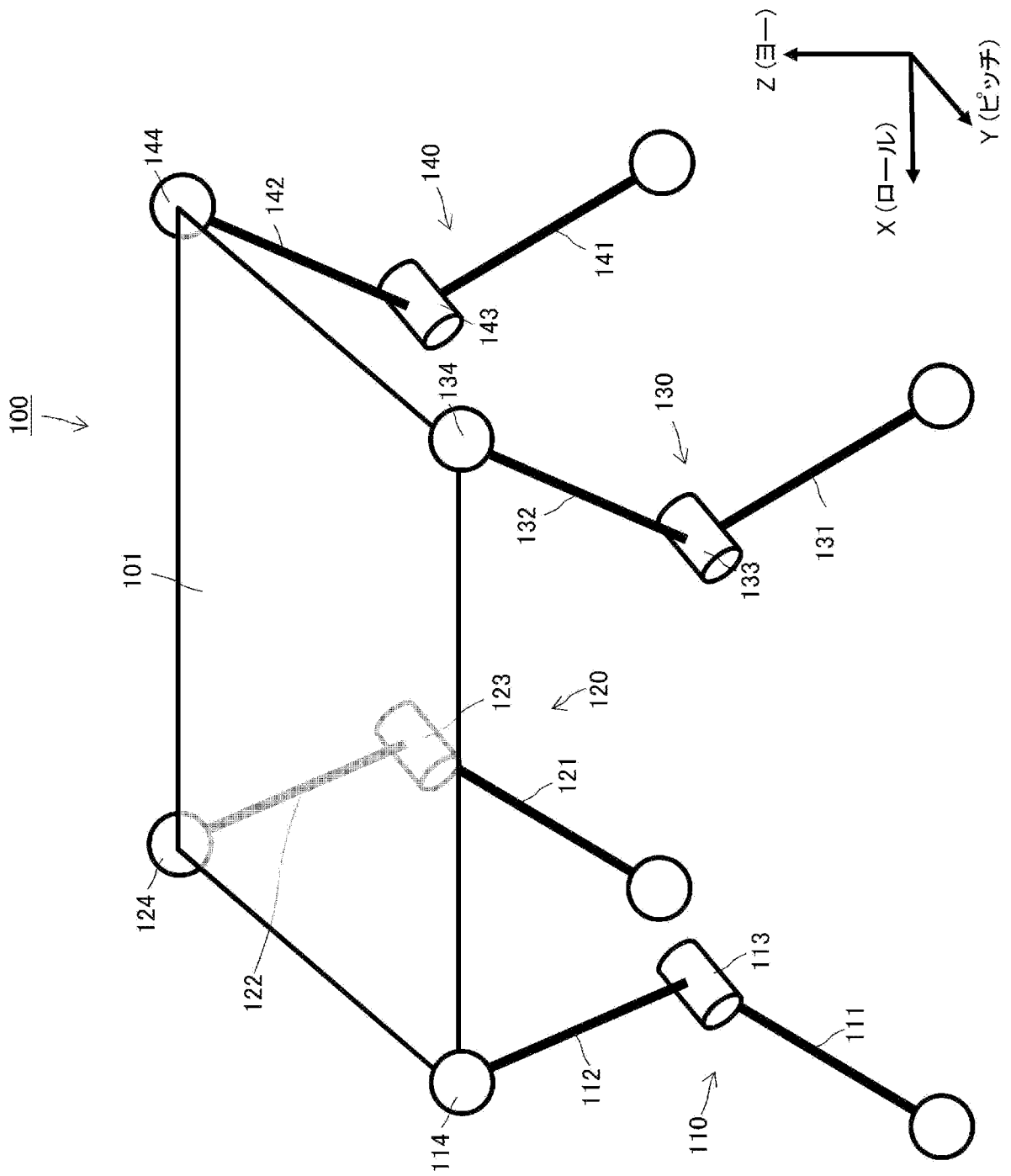
[請求項15]

荷物を載せる積載部と、前記積載部の姿勢を変更する姿勢変更部と、前記積載部を移動させる移動部を備えたロボット装置の制御方法であって、

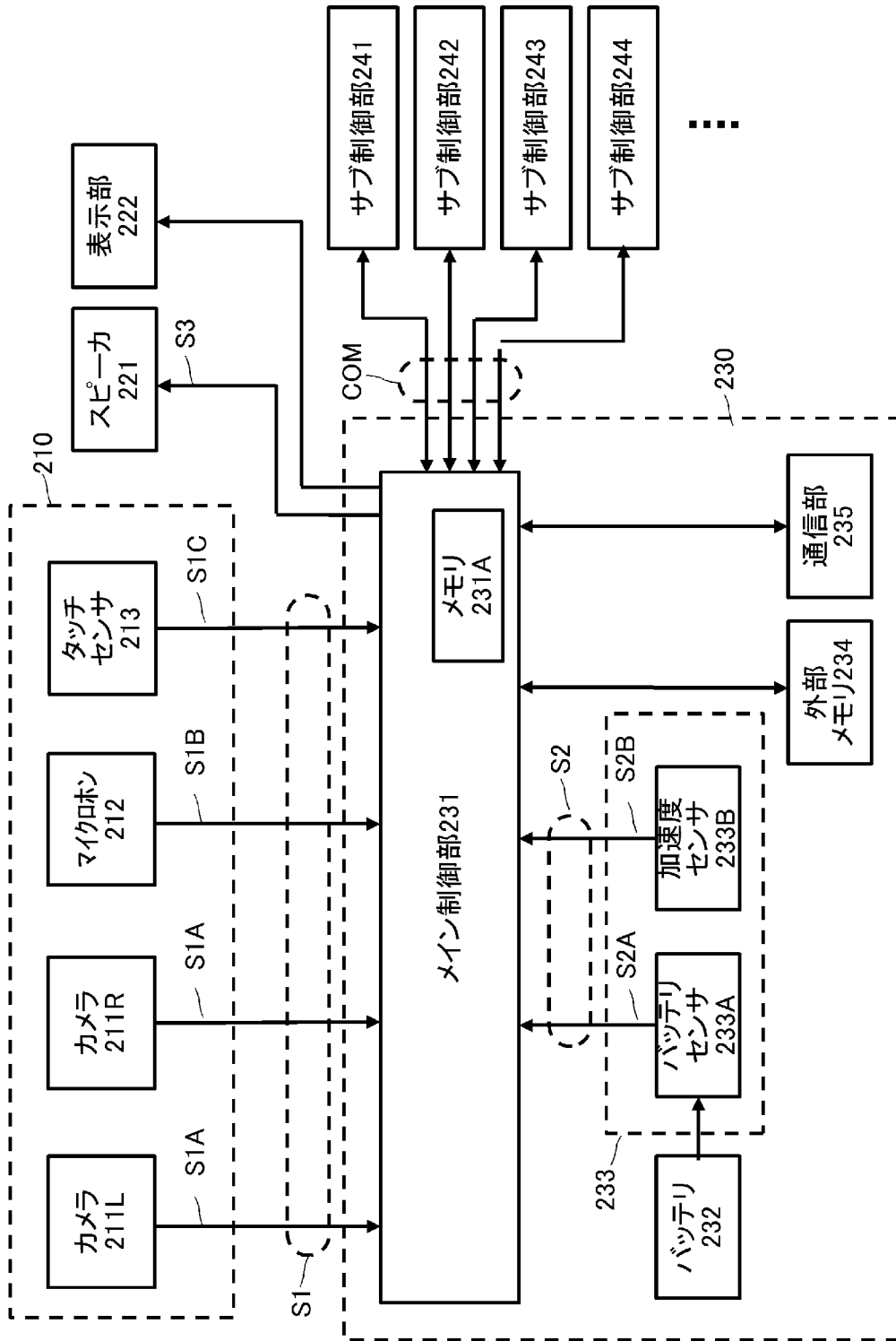
前記積載部が荷物受面に倣うように前記姿勢変更部を力制御するステップと、

前記荷物受面に載せられた荷物を取り出すステップと、
を有するロボット装置の制御方法。

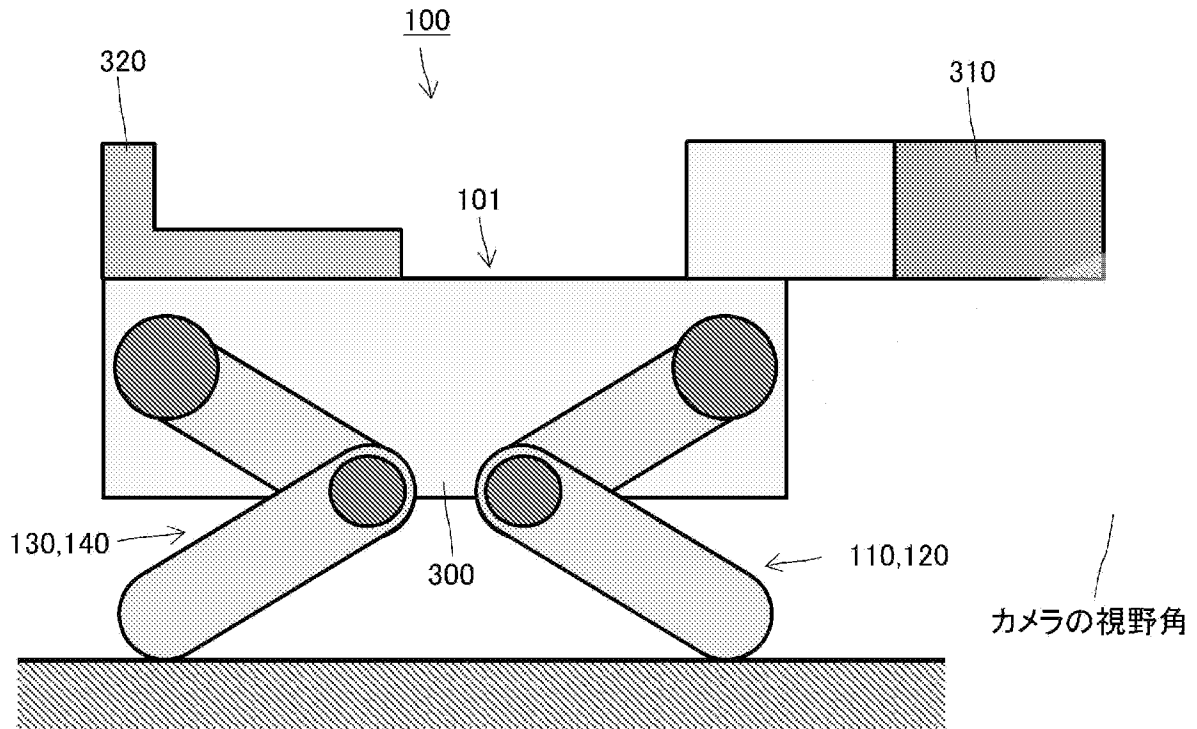
[図1]



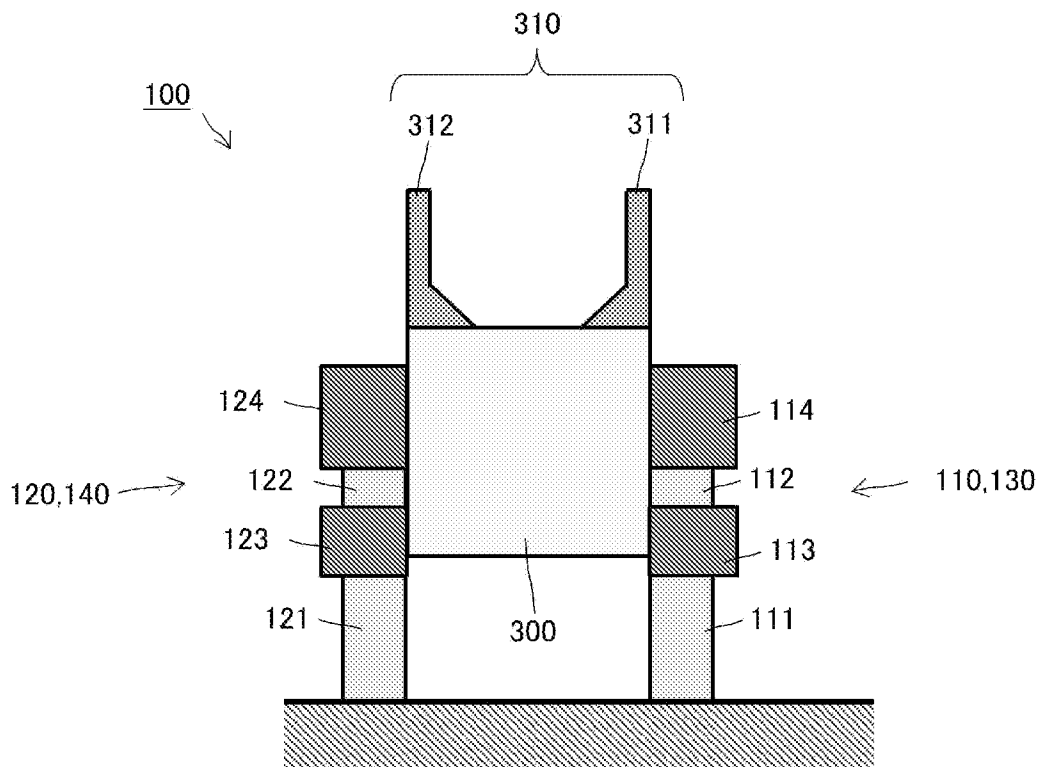
[図2]



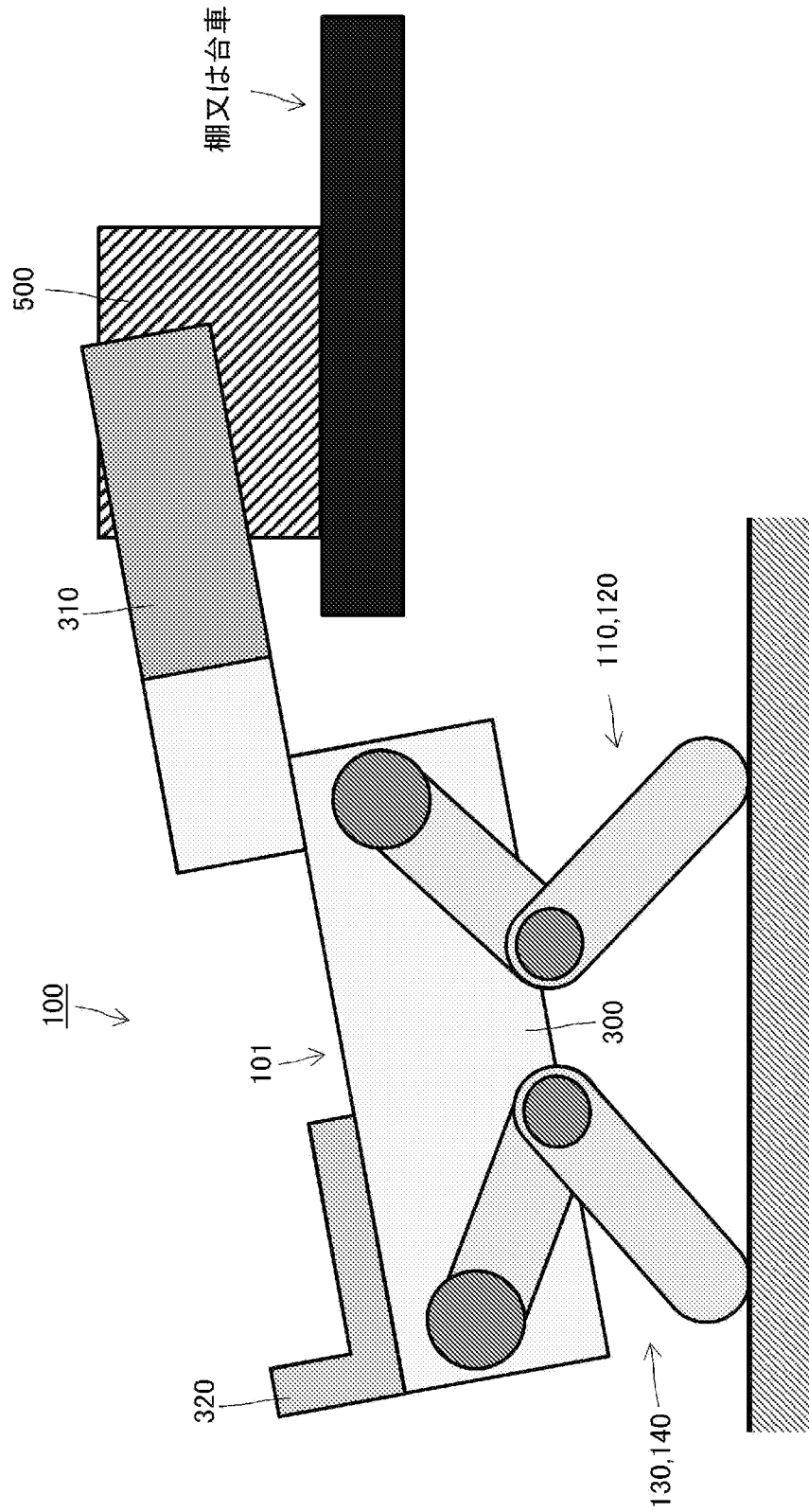
[図3]



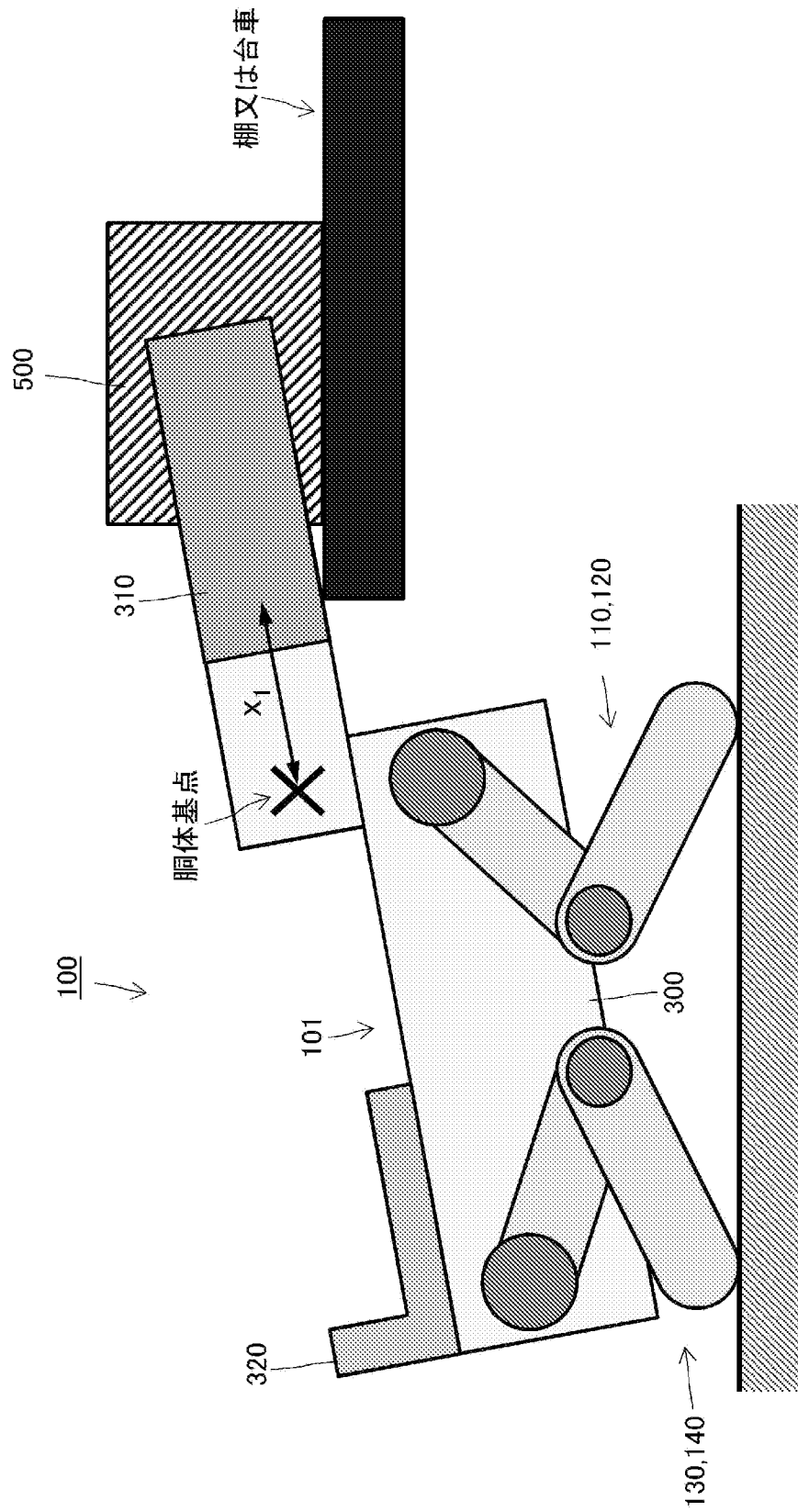
[図4]



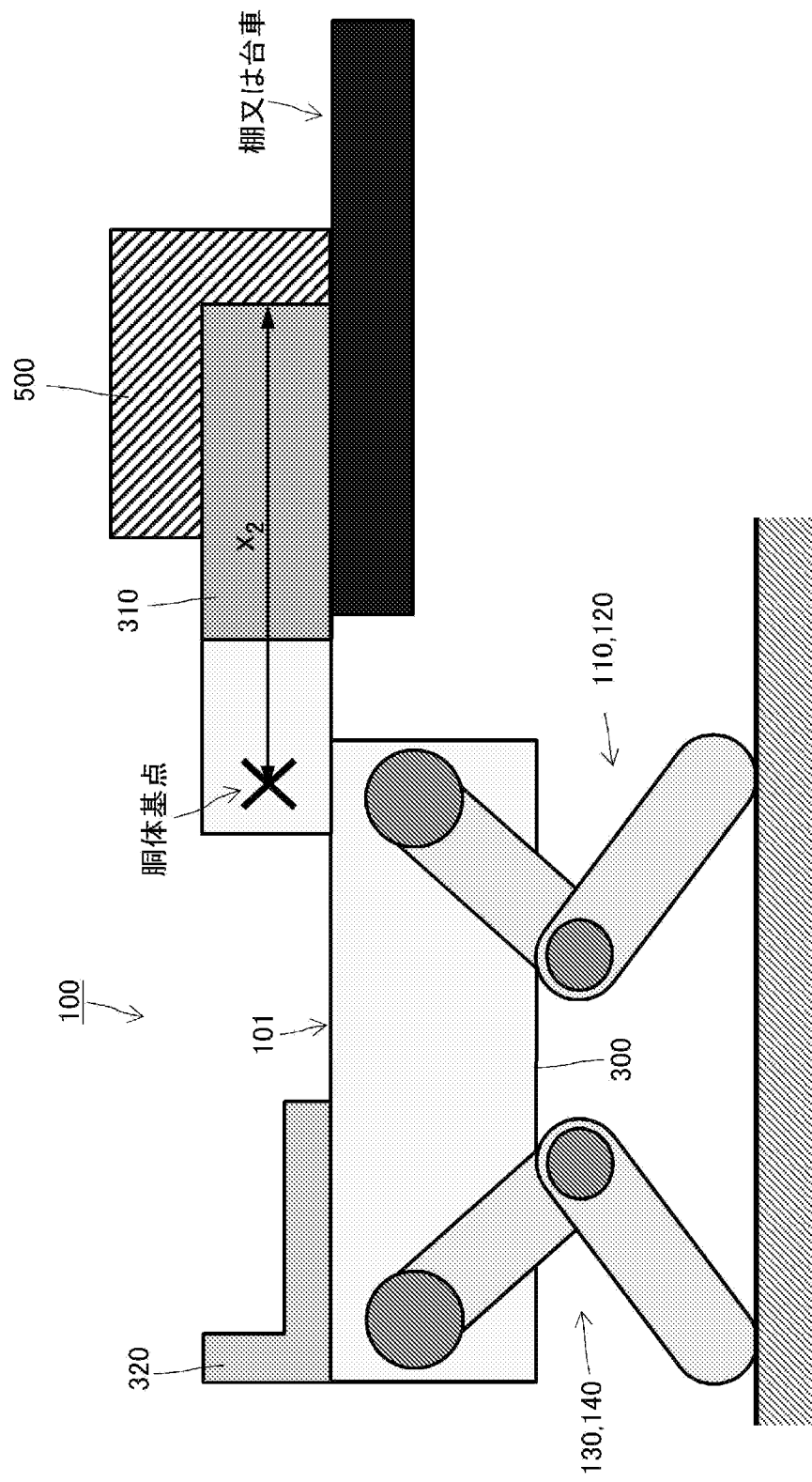
[図5]



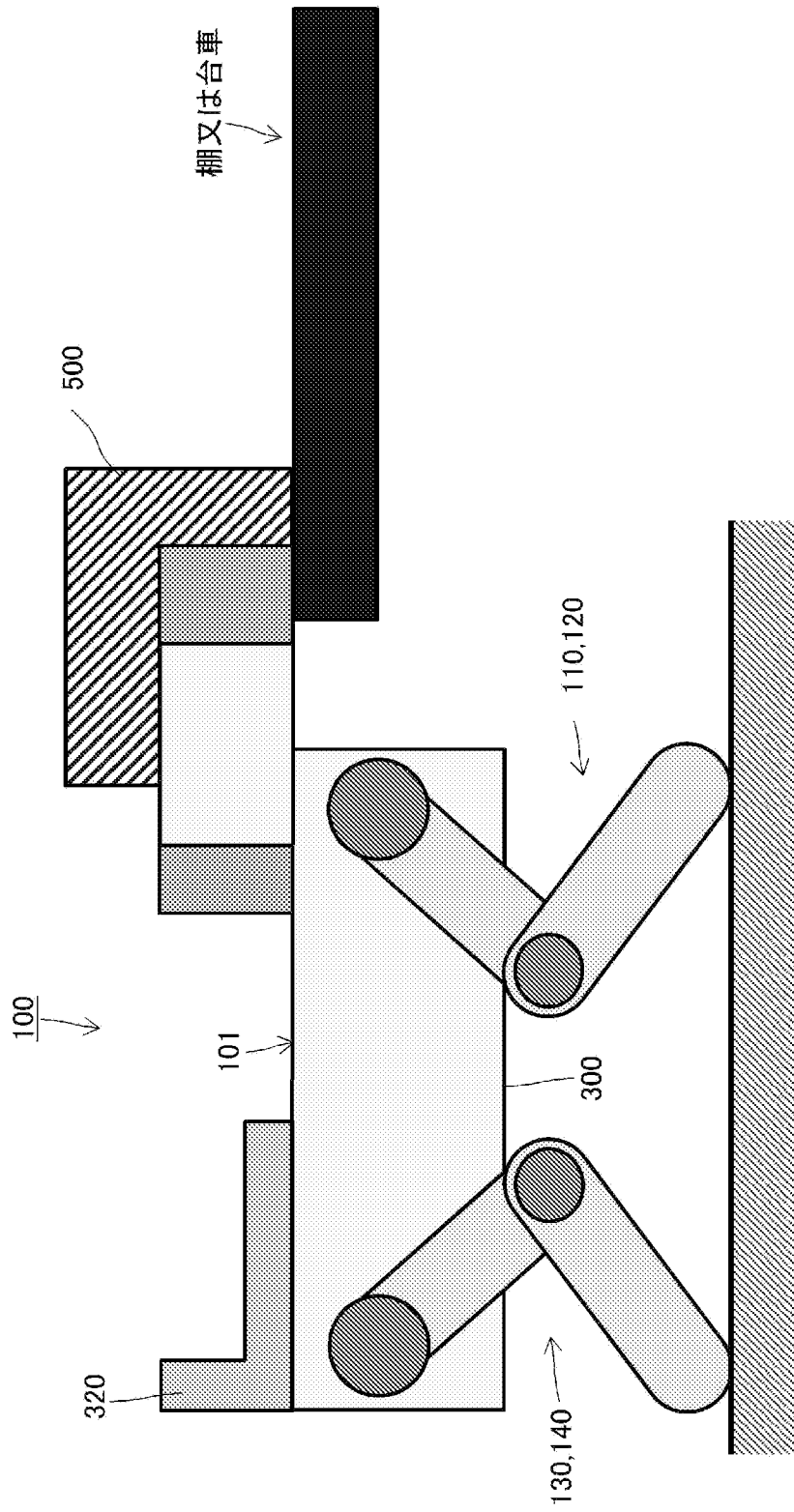
[図6]



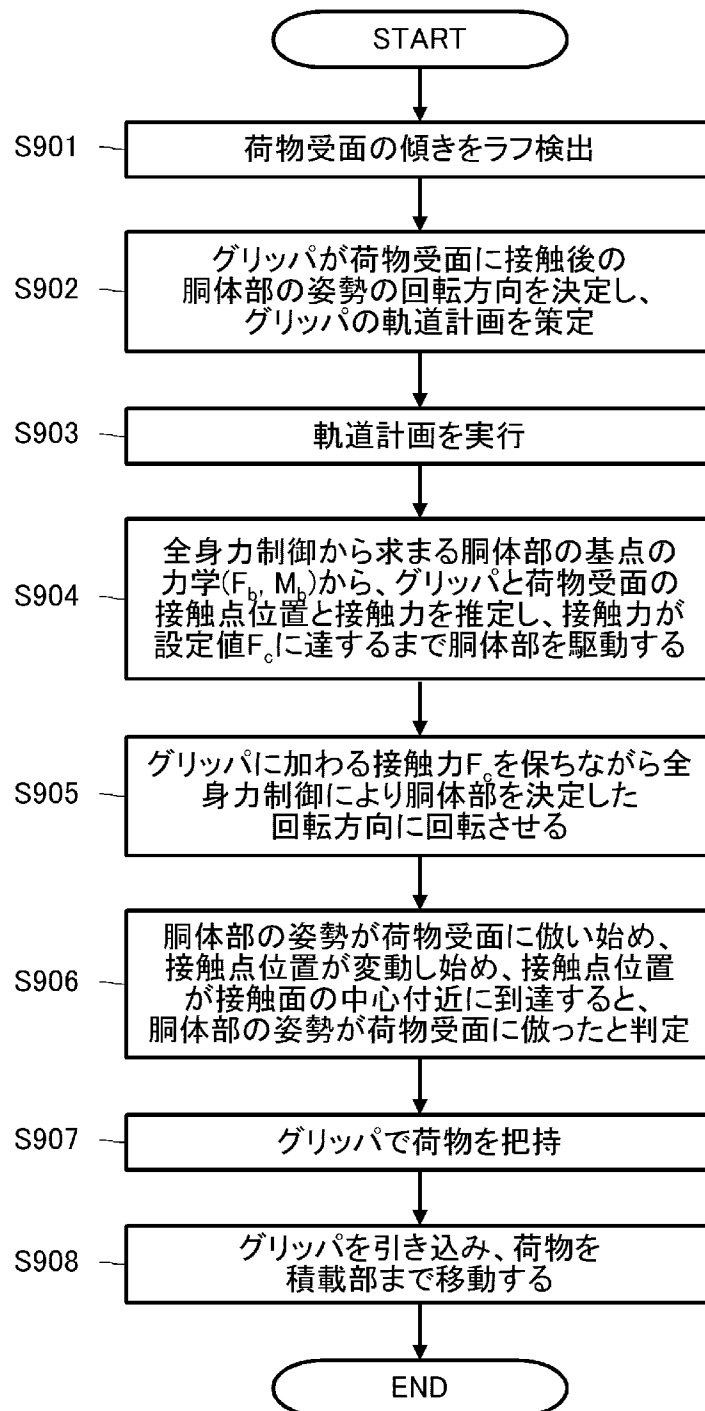
[図7]



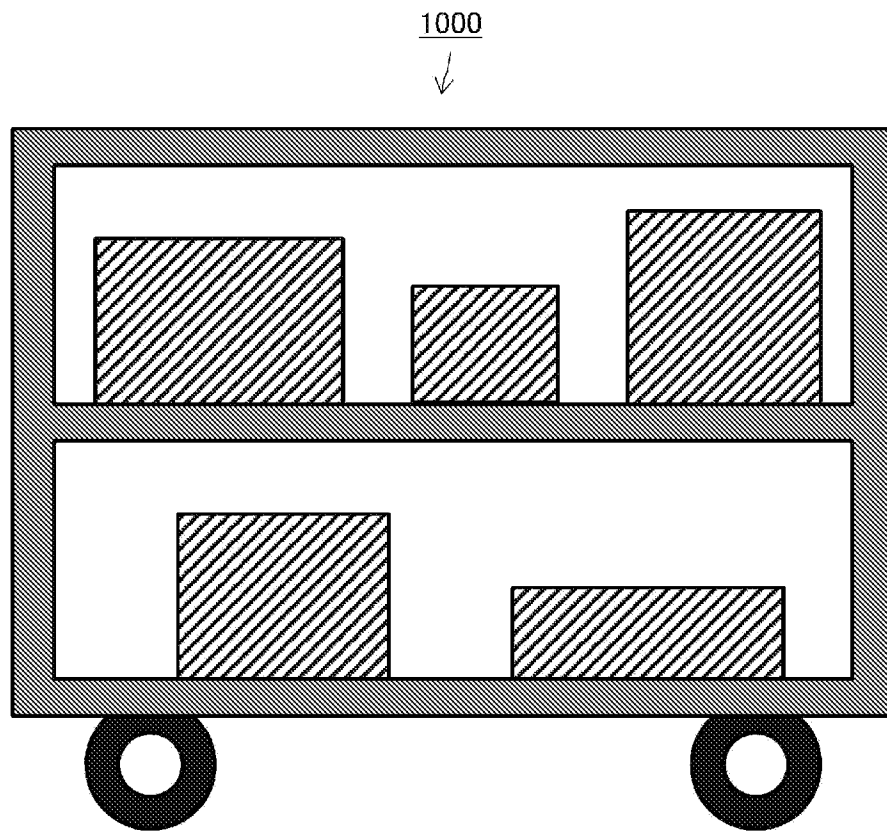
[図8]



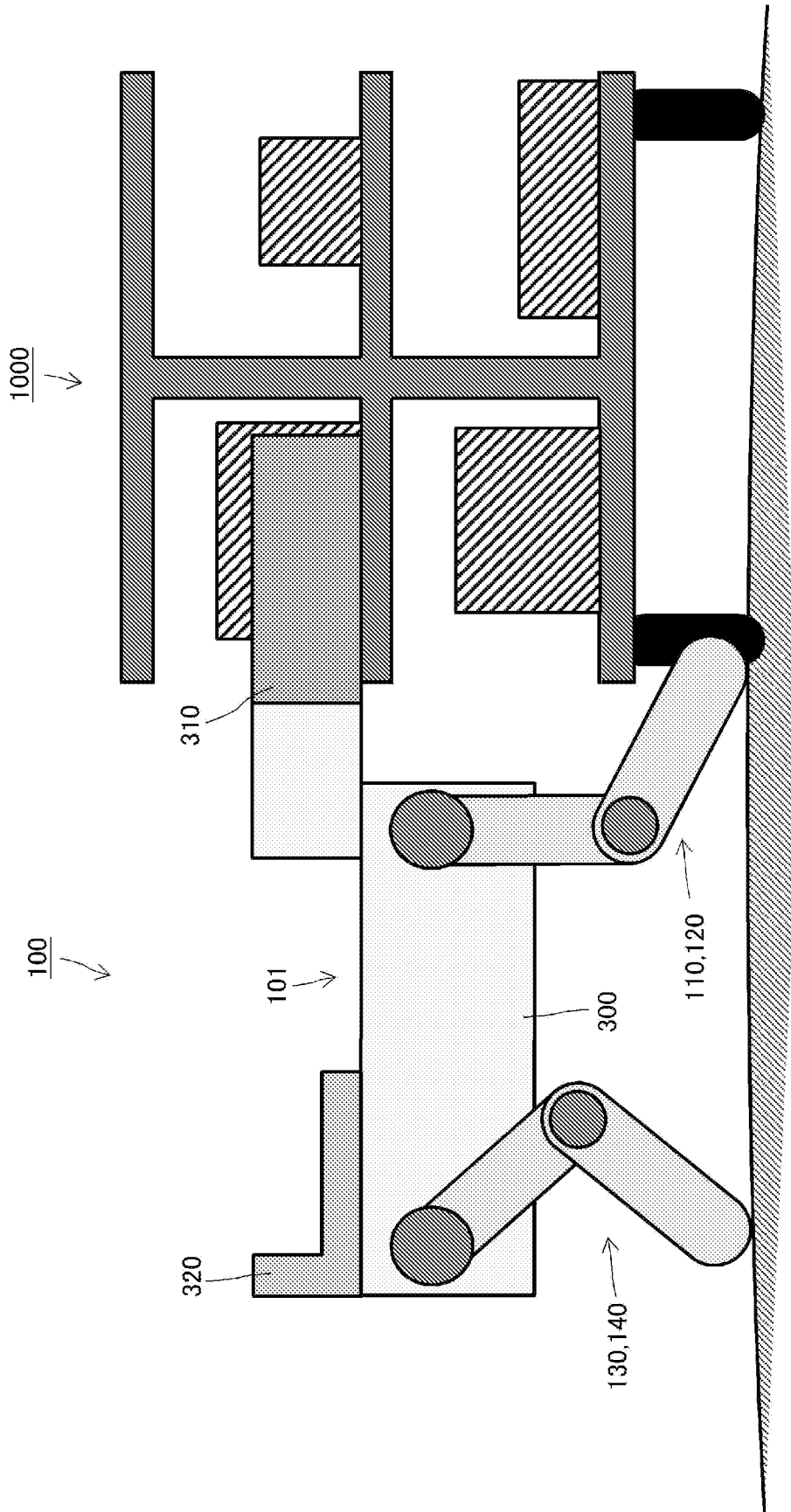
[図9]



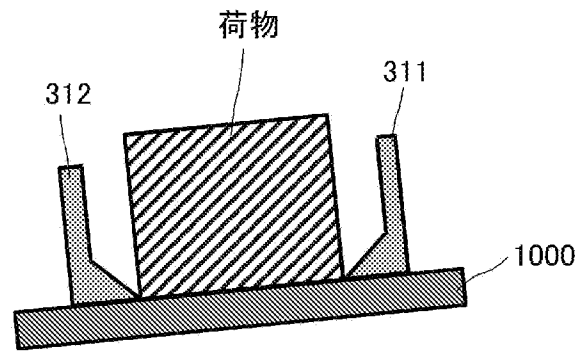
[図10]



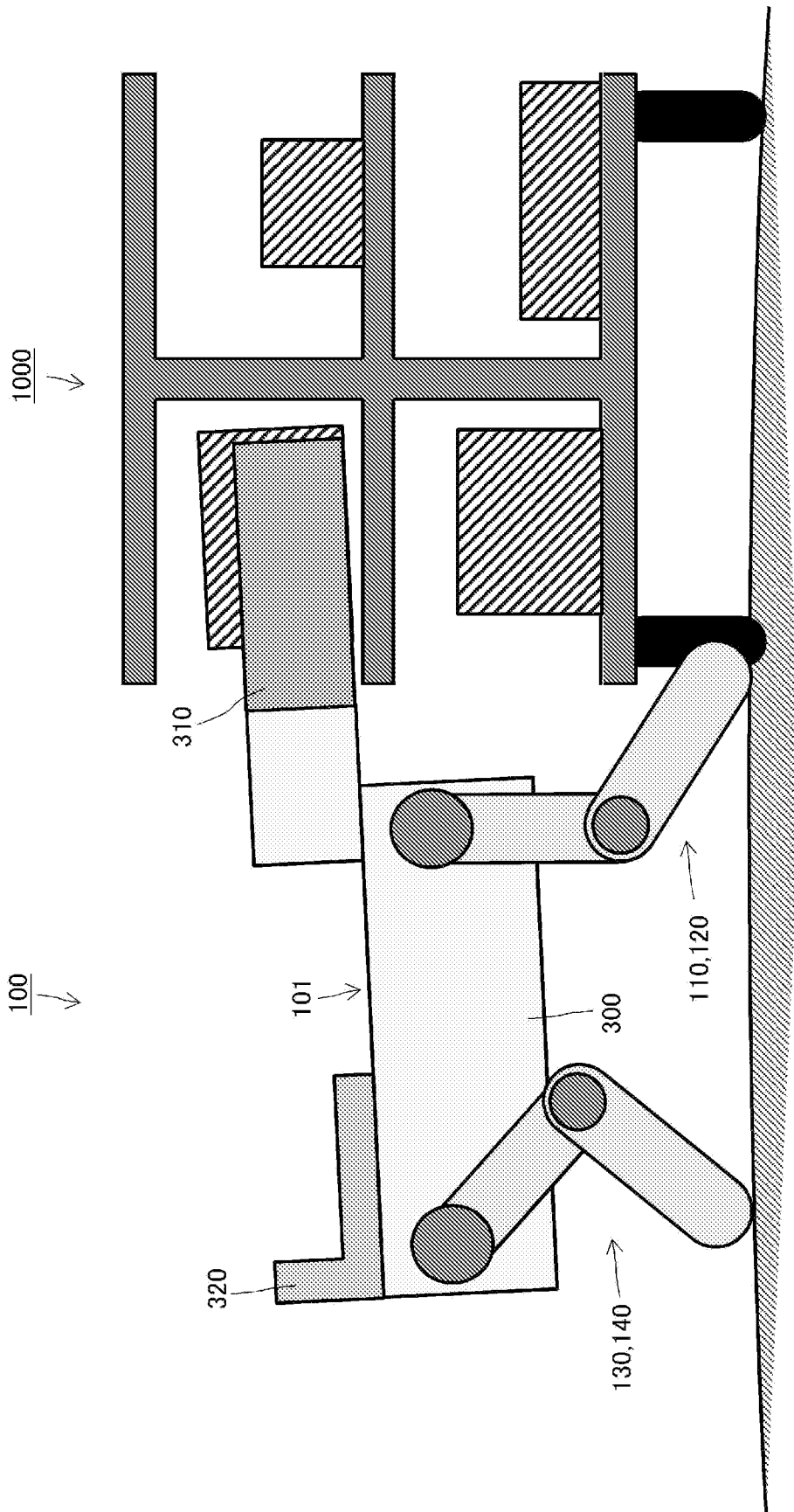
[図11]



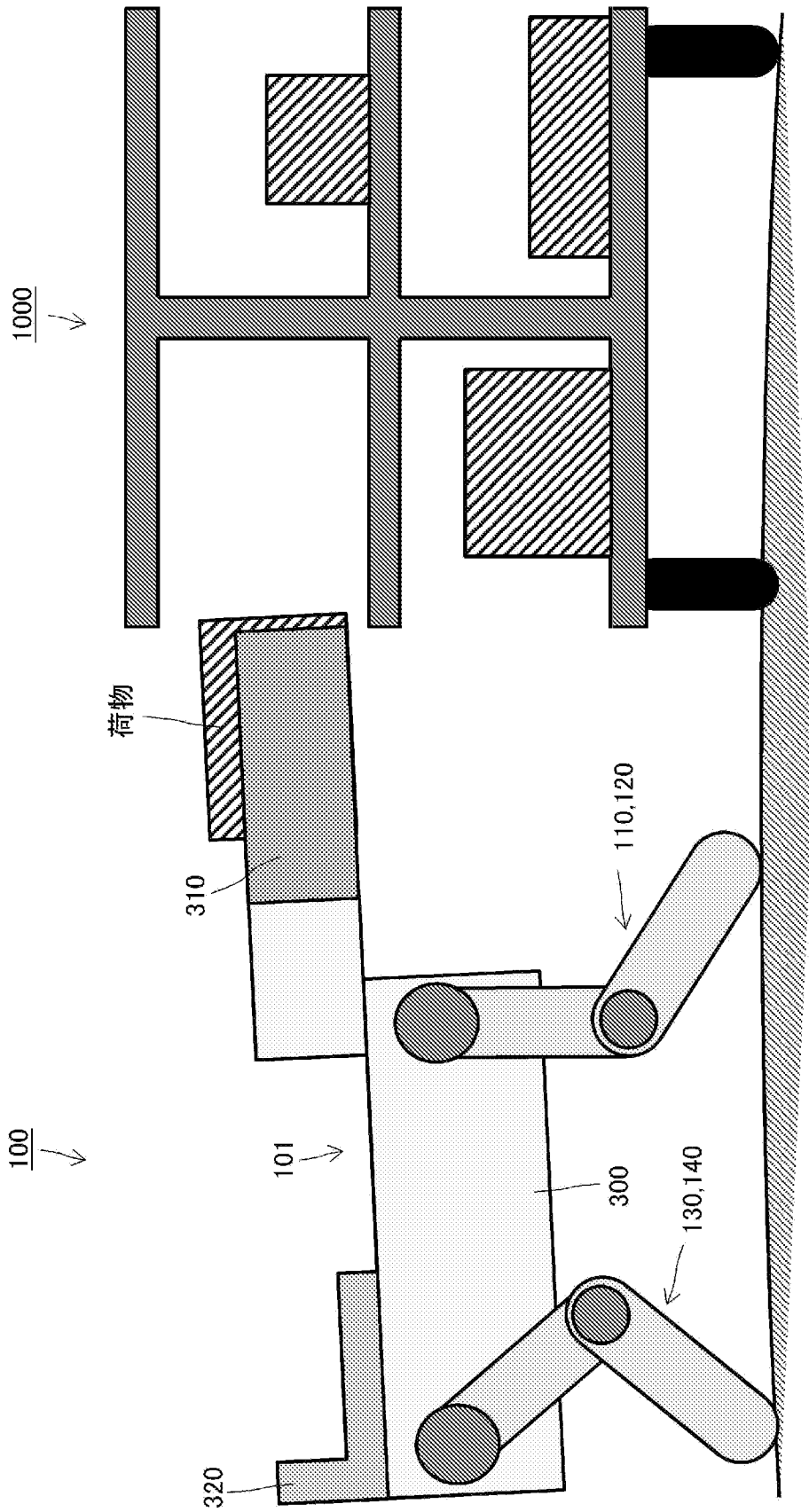
[図12]



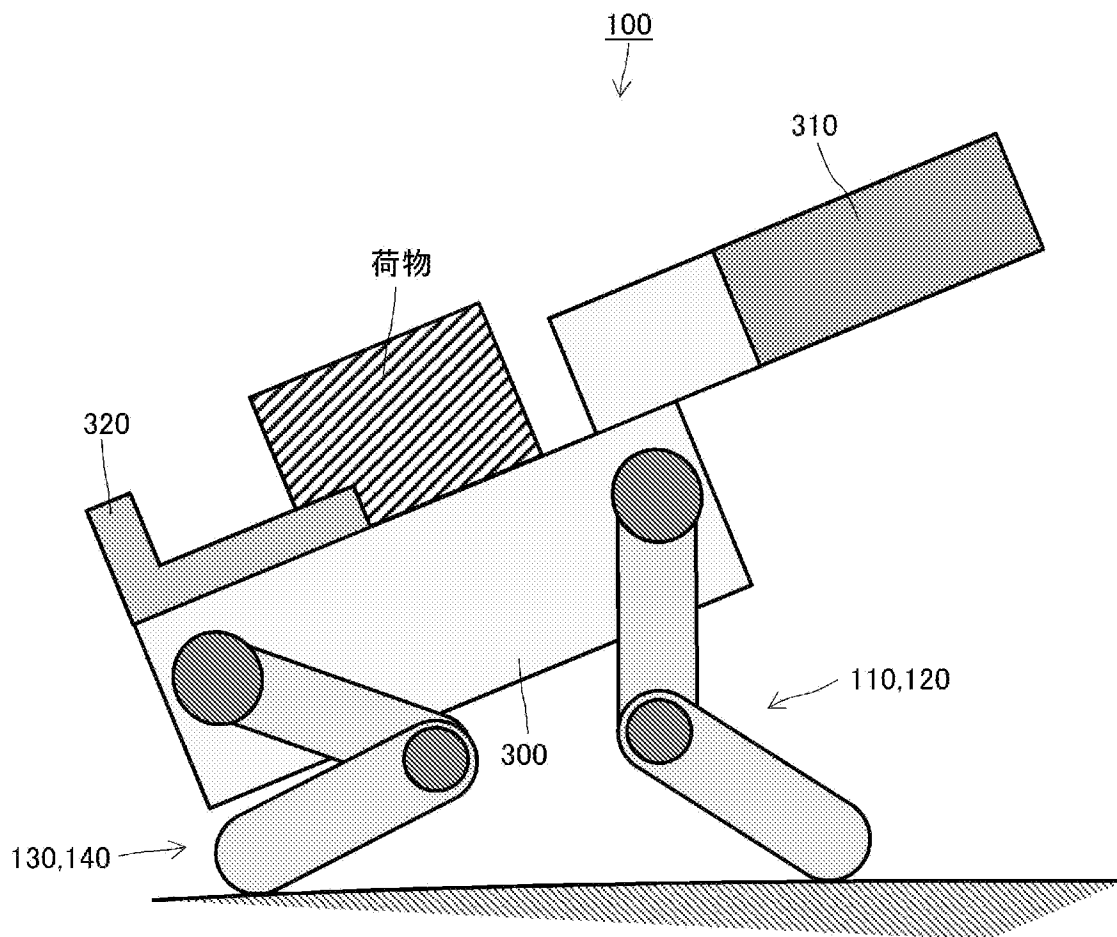
[図13]



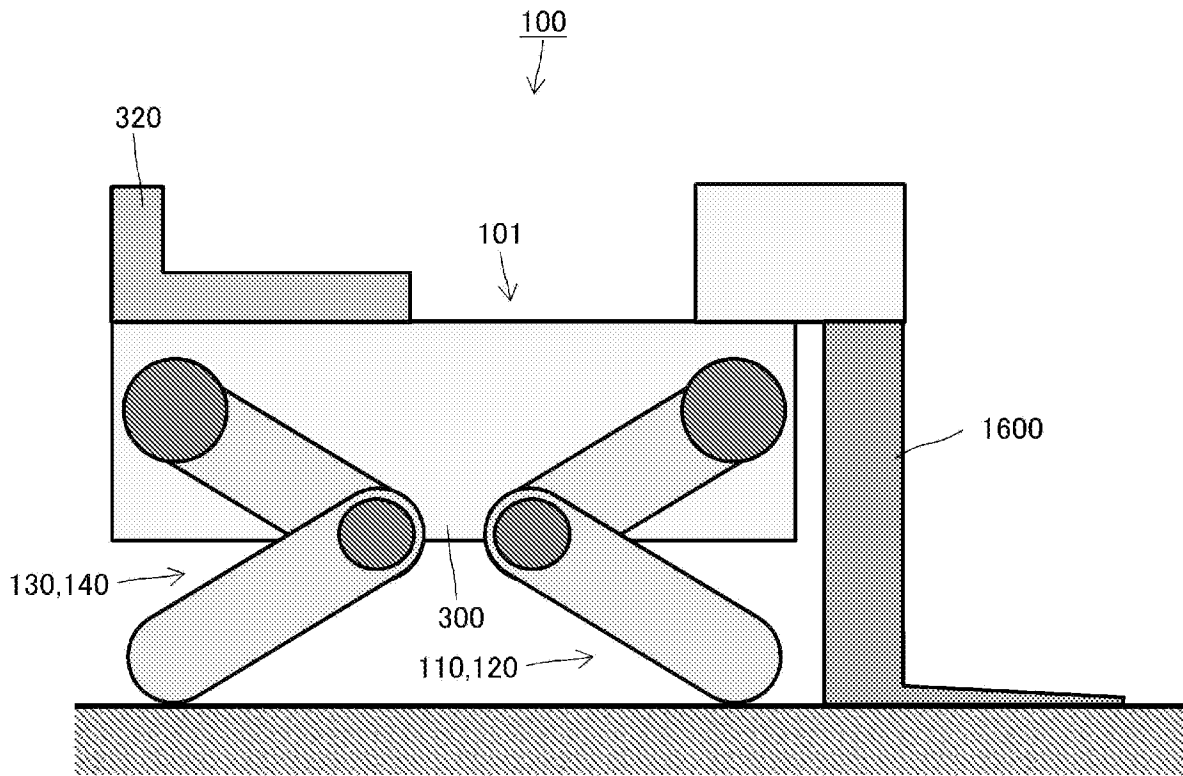
[図14]



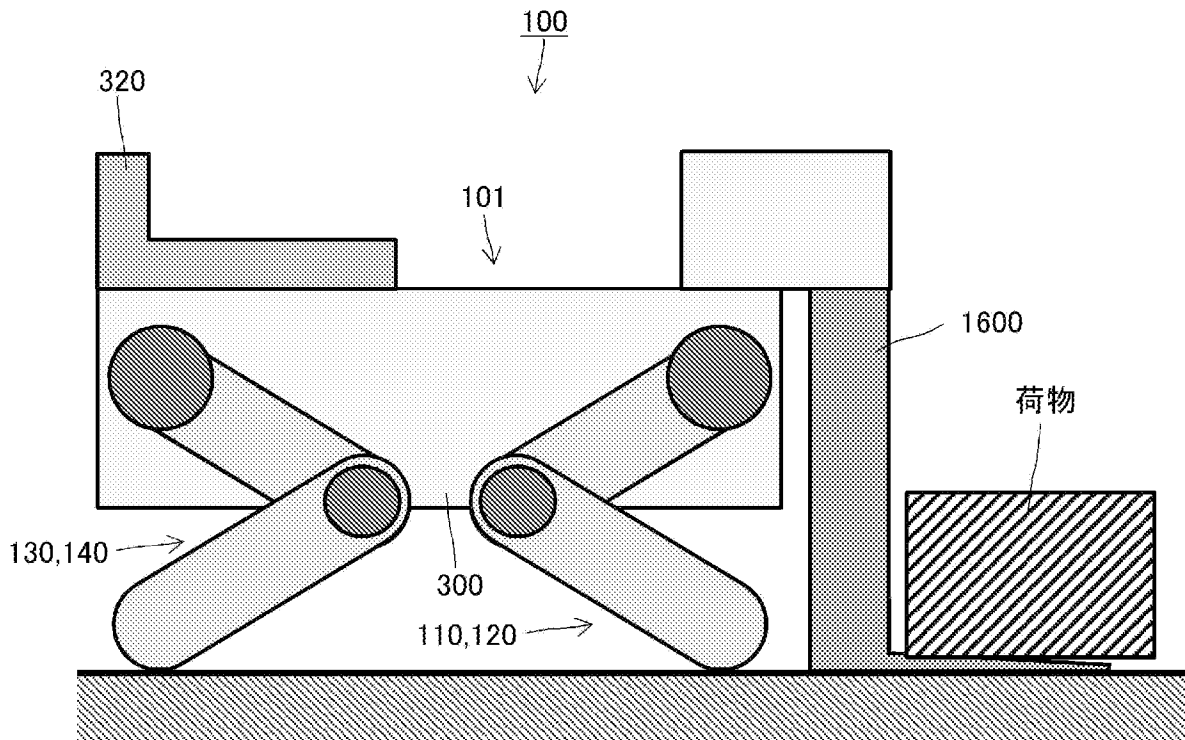
[図15]



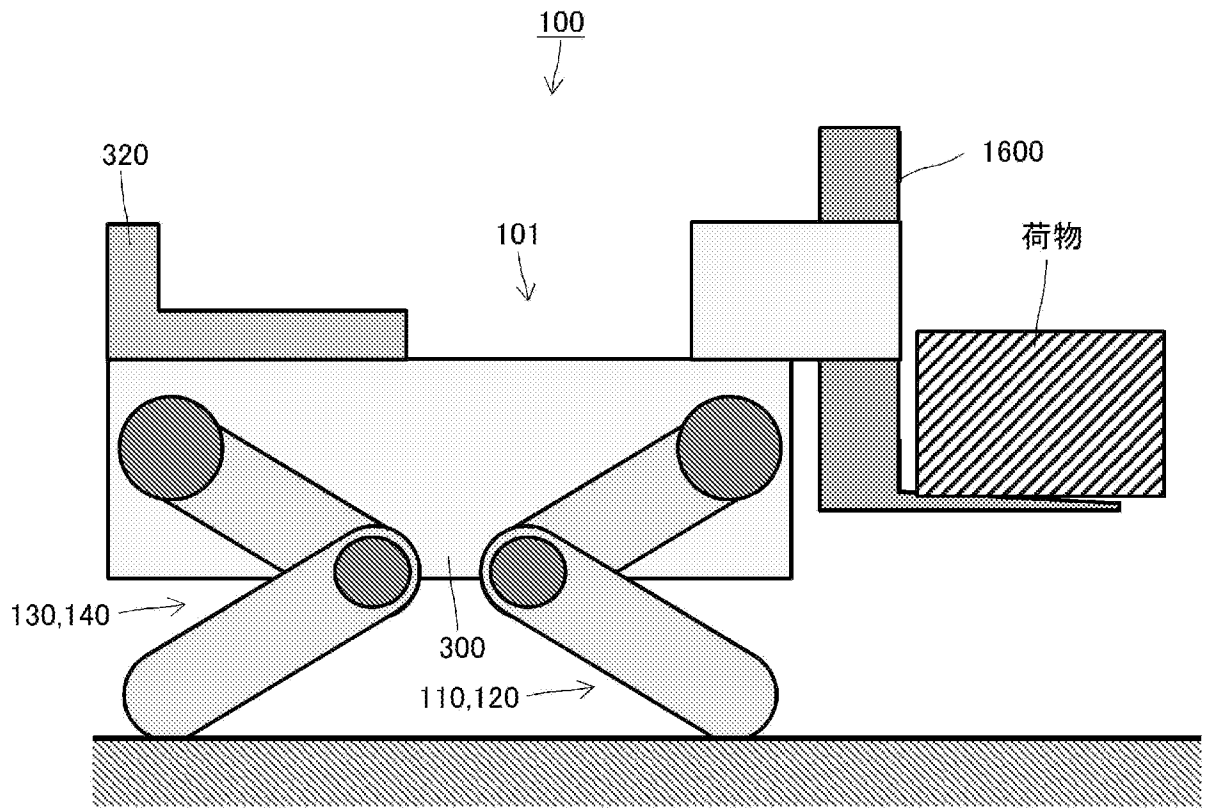
[図16]



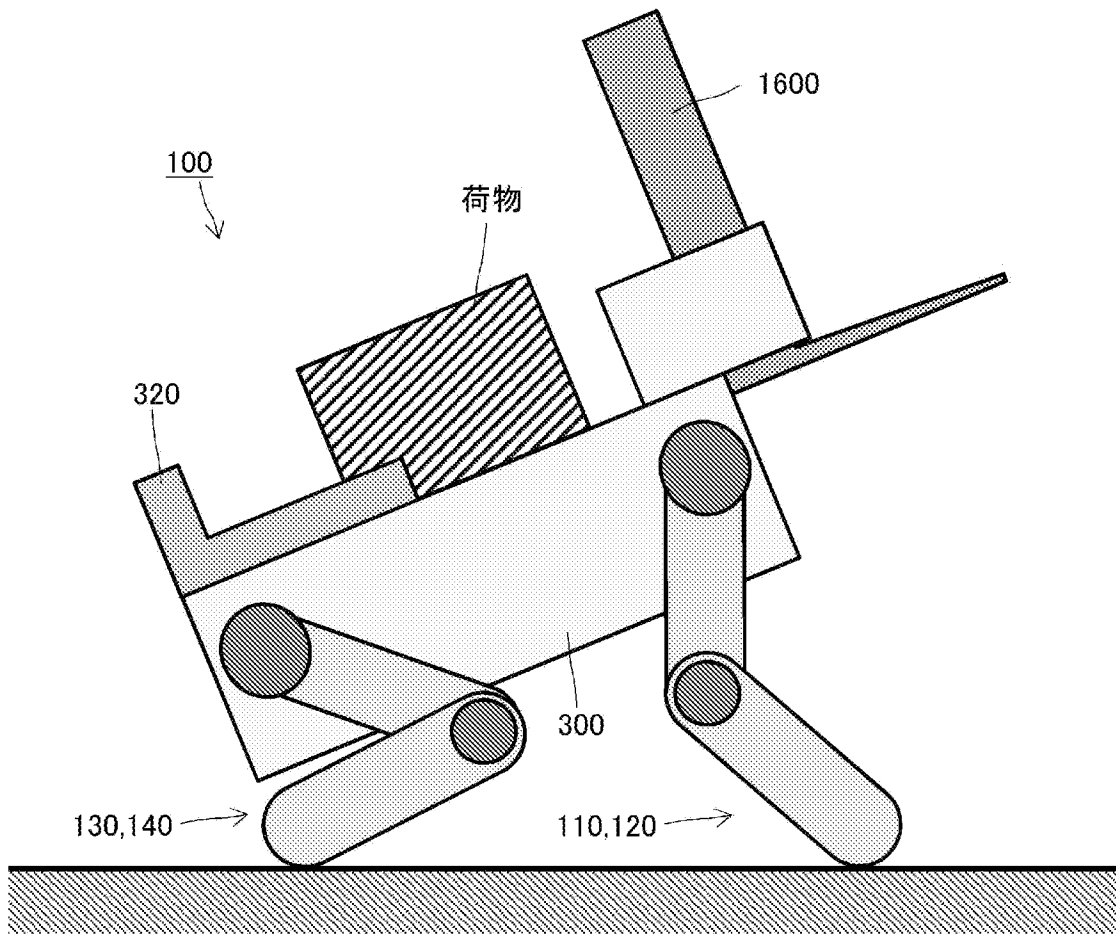
[図17]



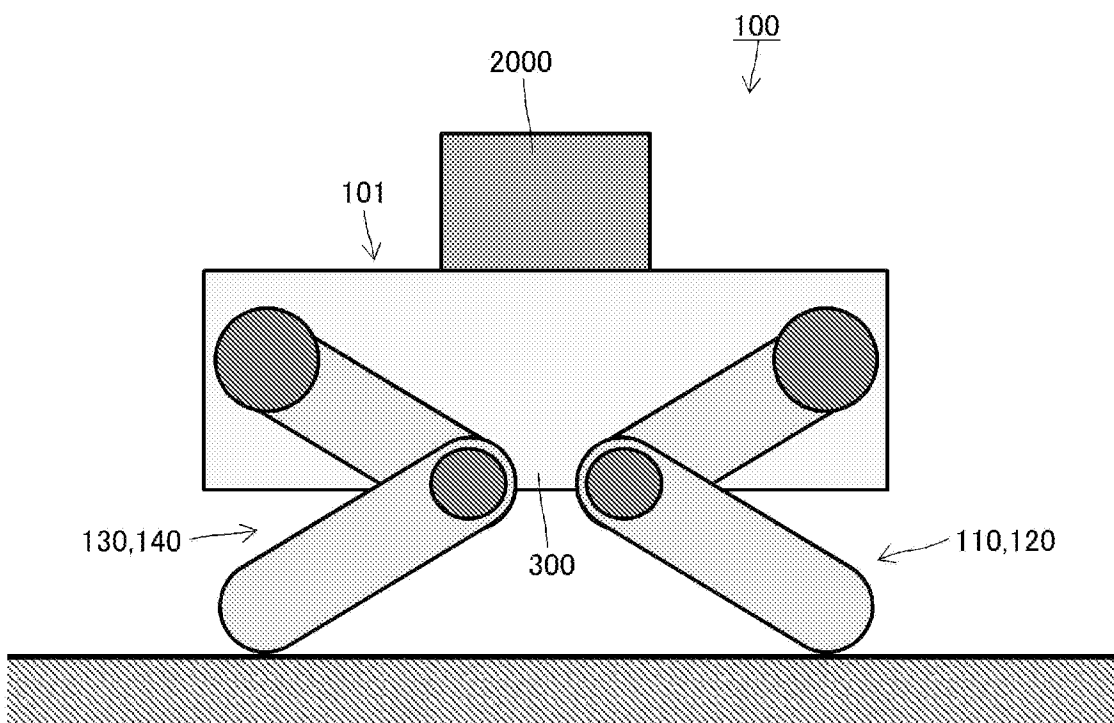
[図18]



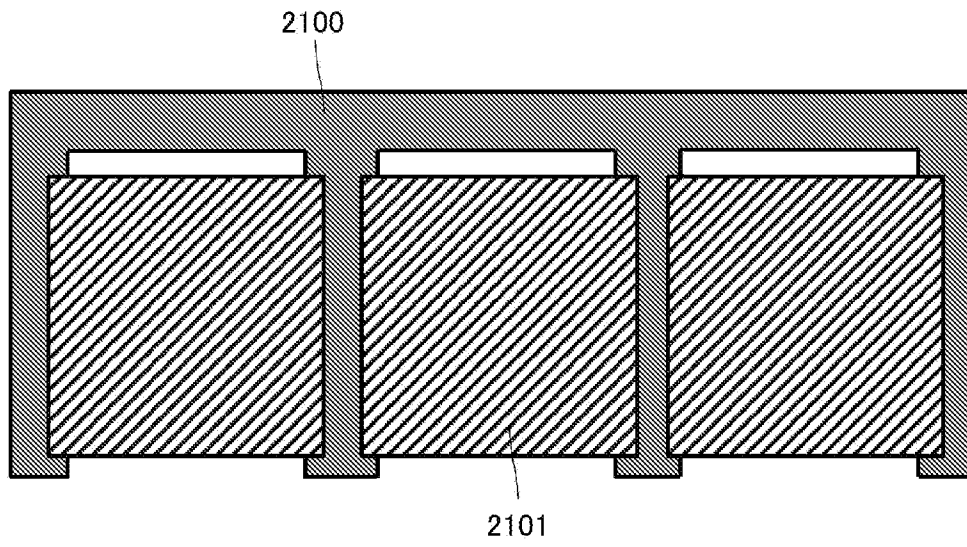
[図19]



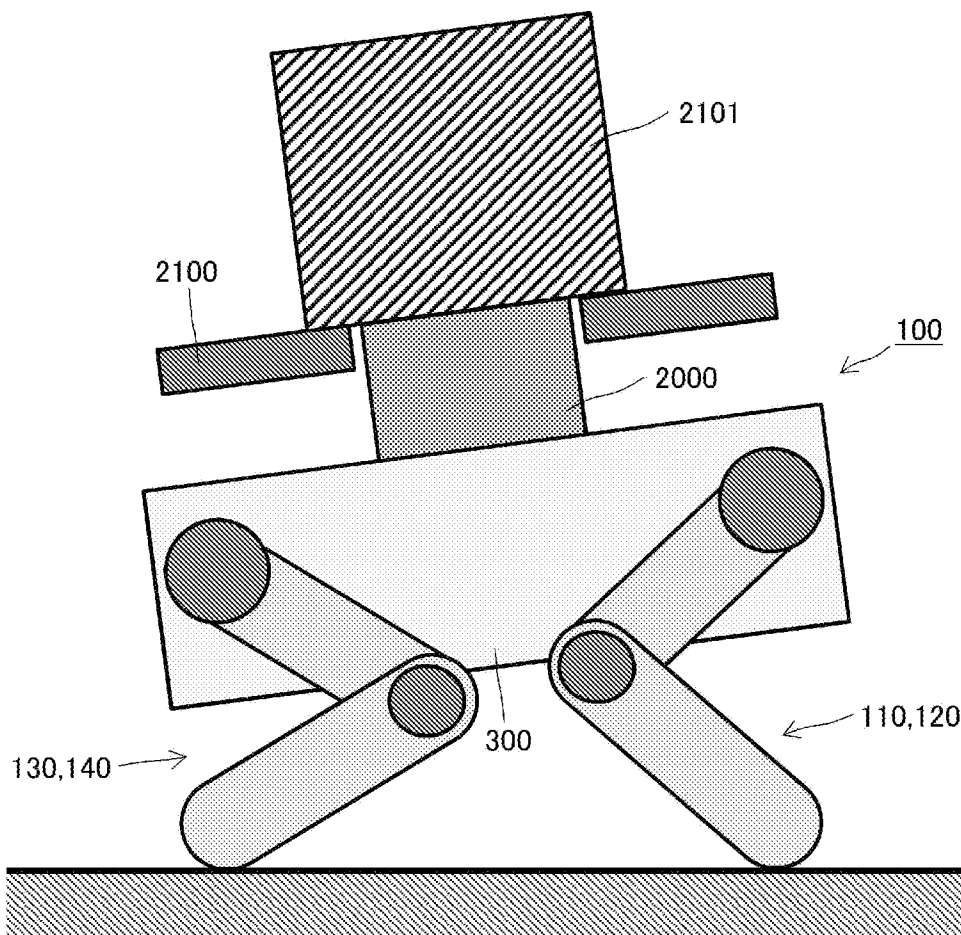
[図20]



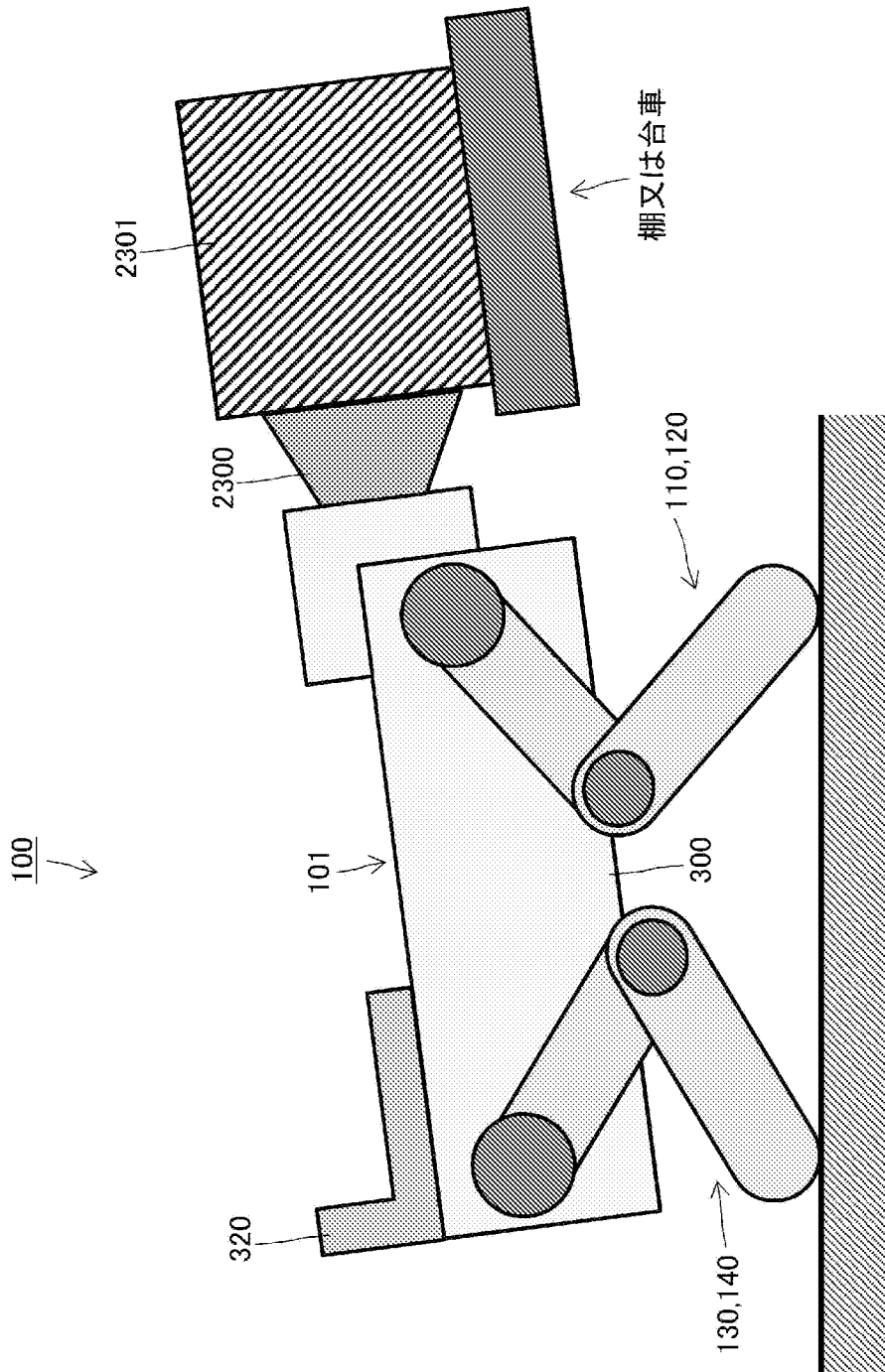
[図21]



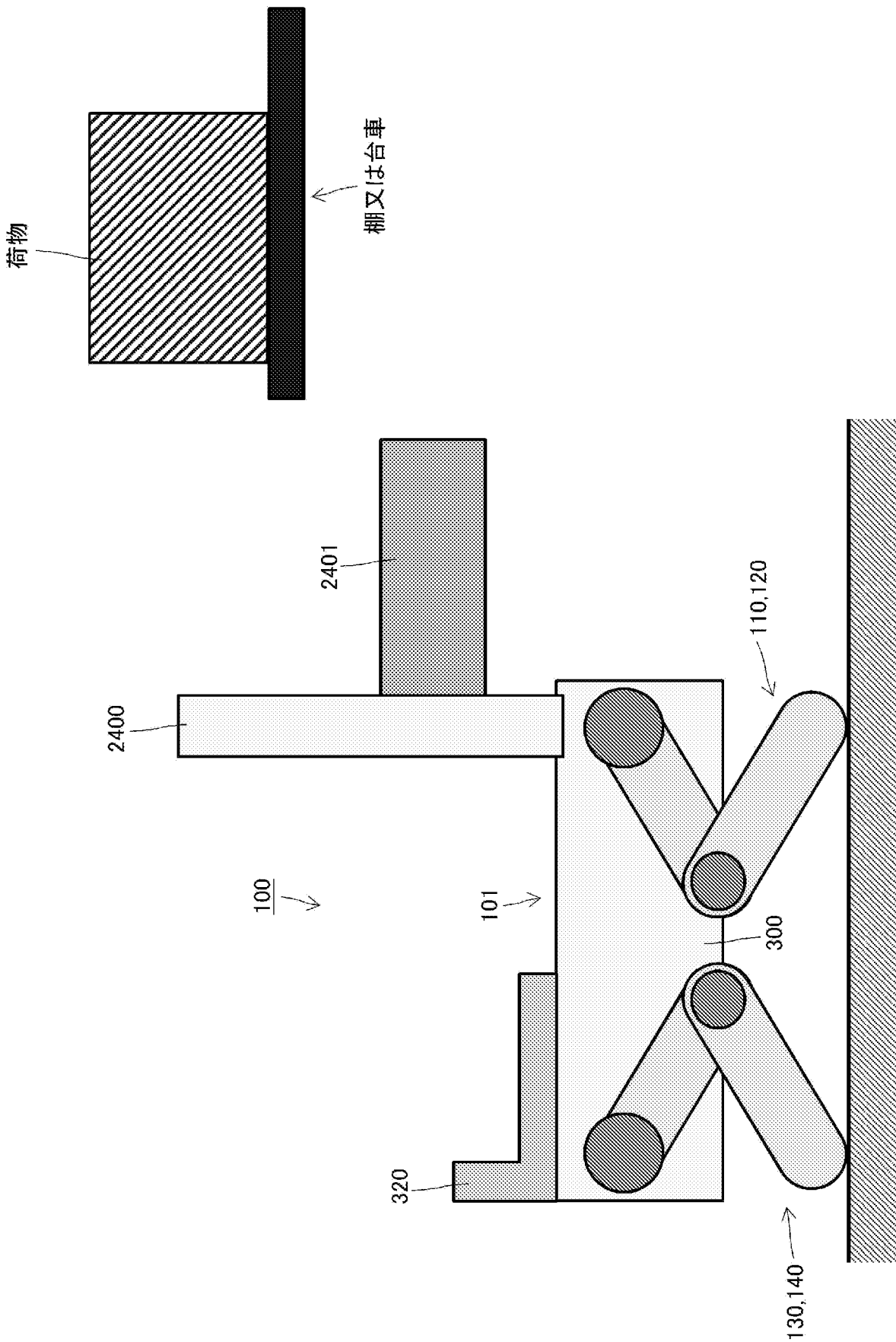
[図22]



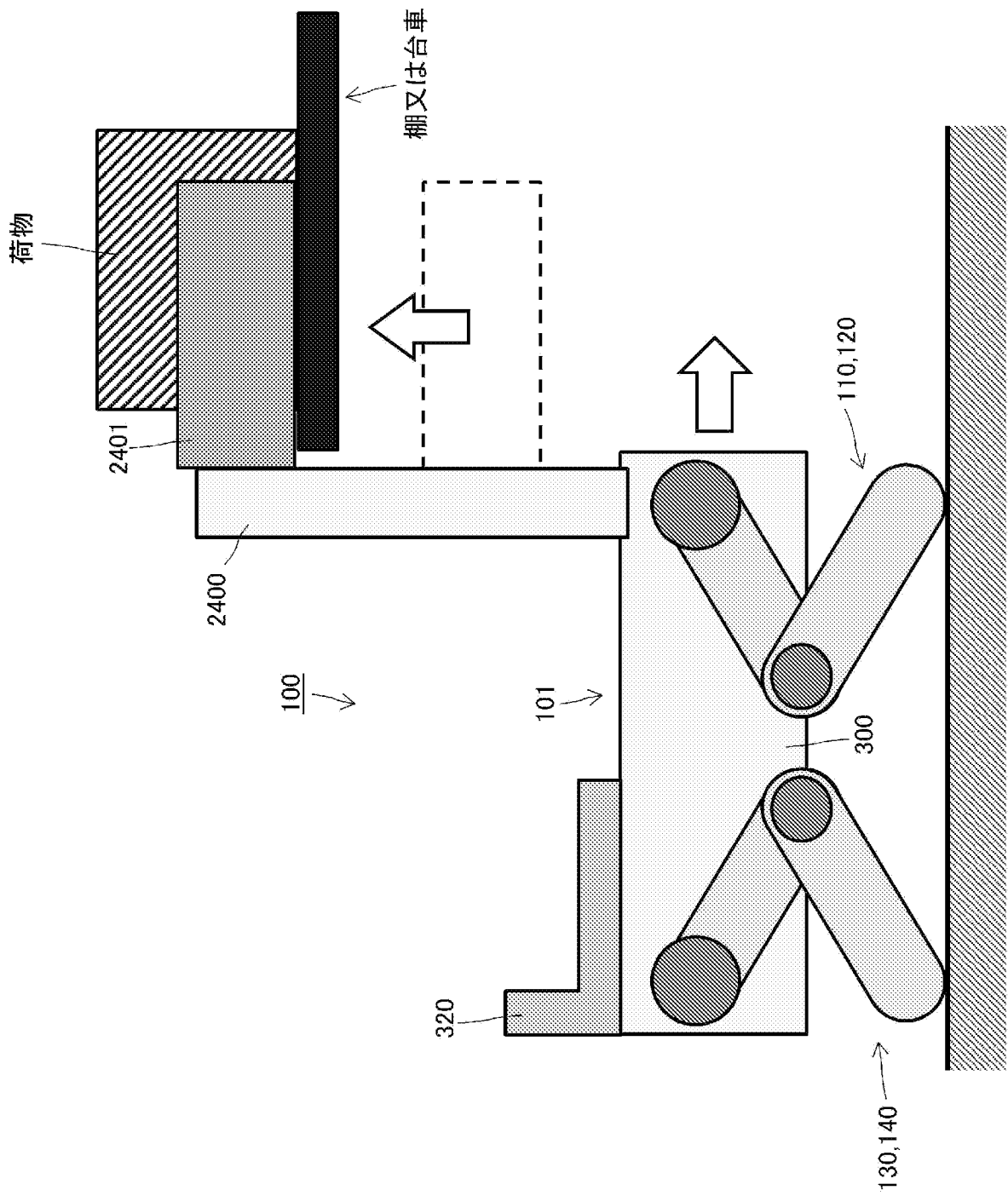
[図23]



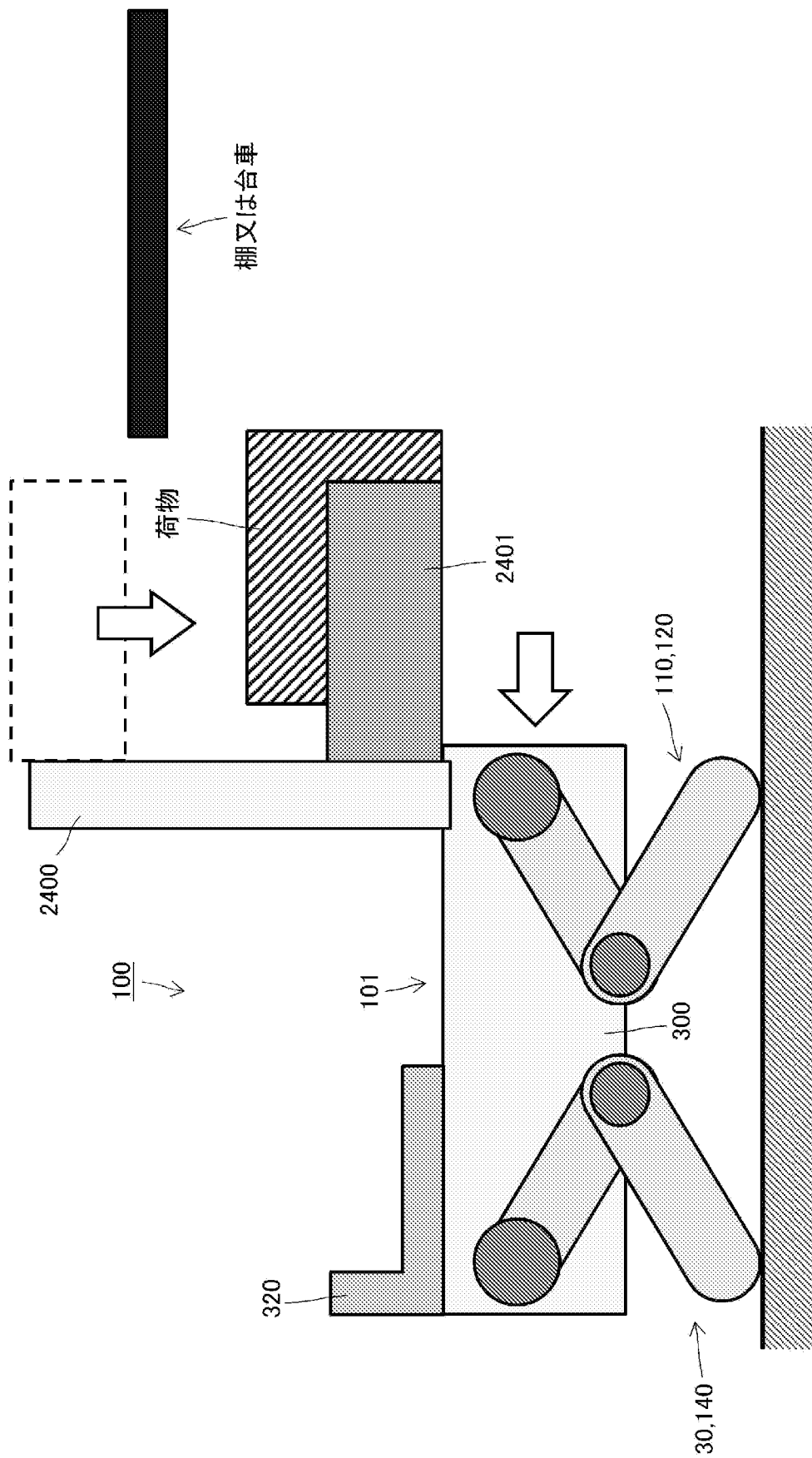
[図24]



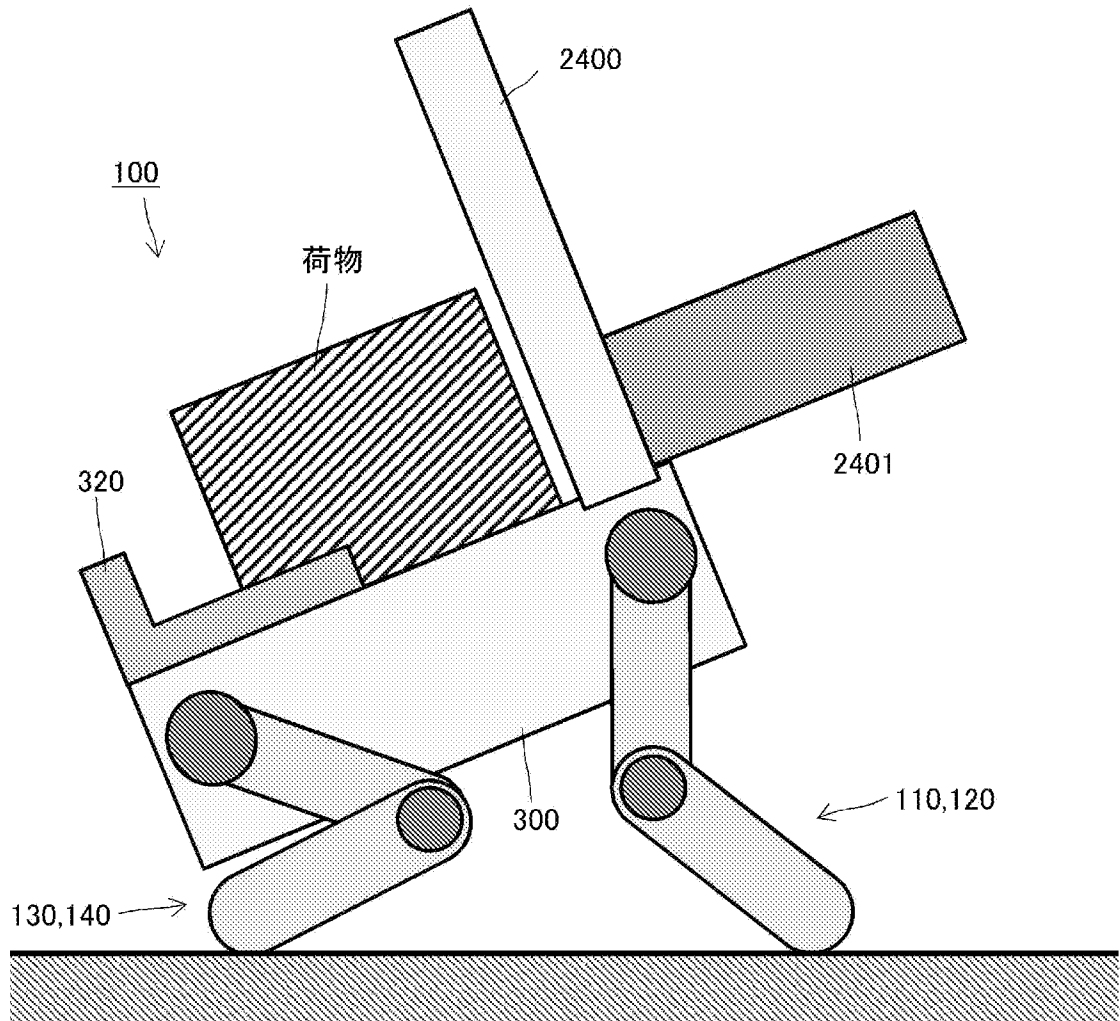
[図25]



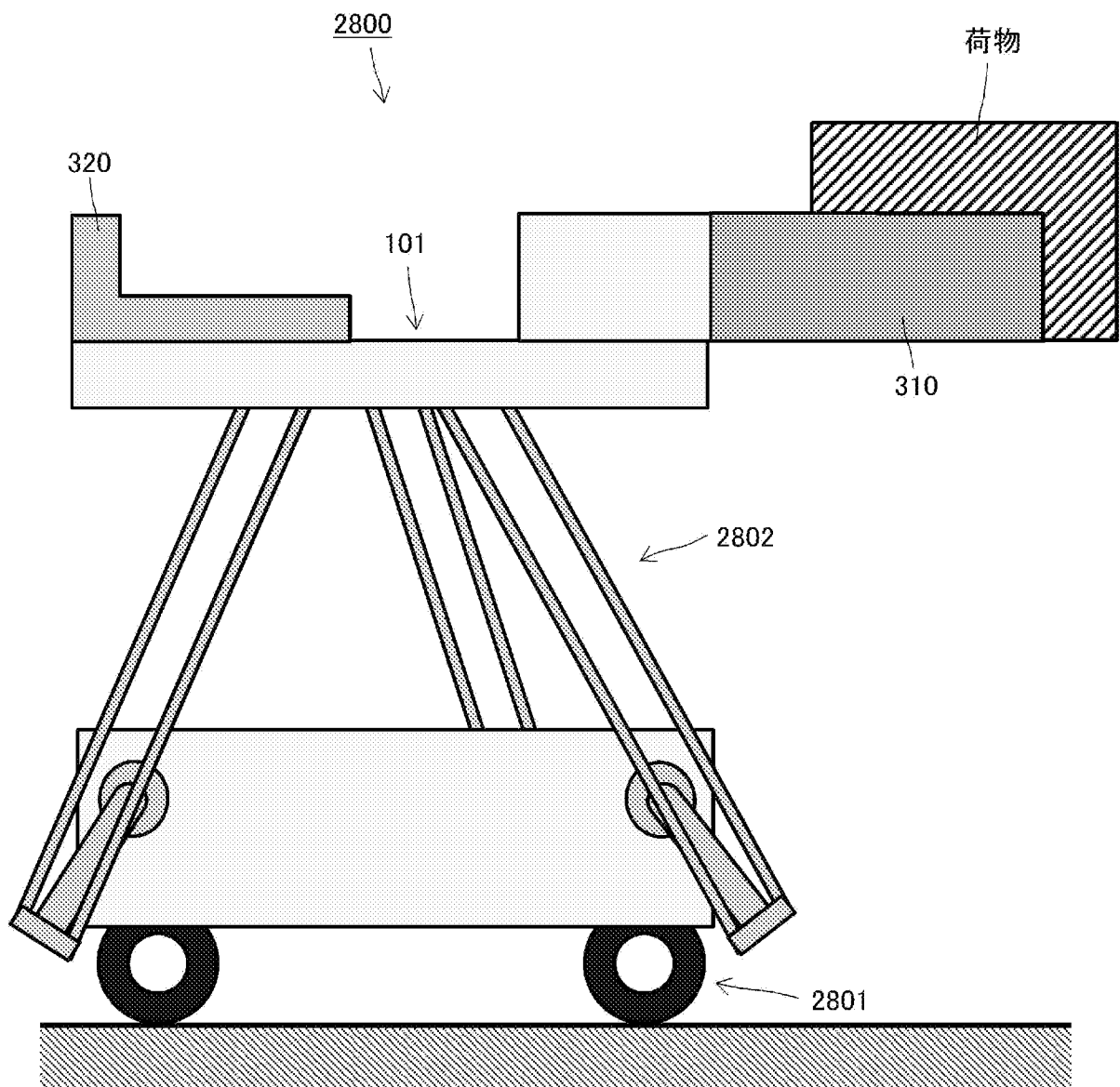
[図26]



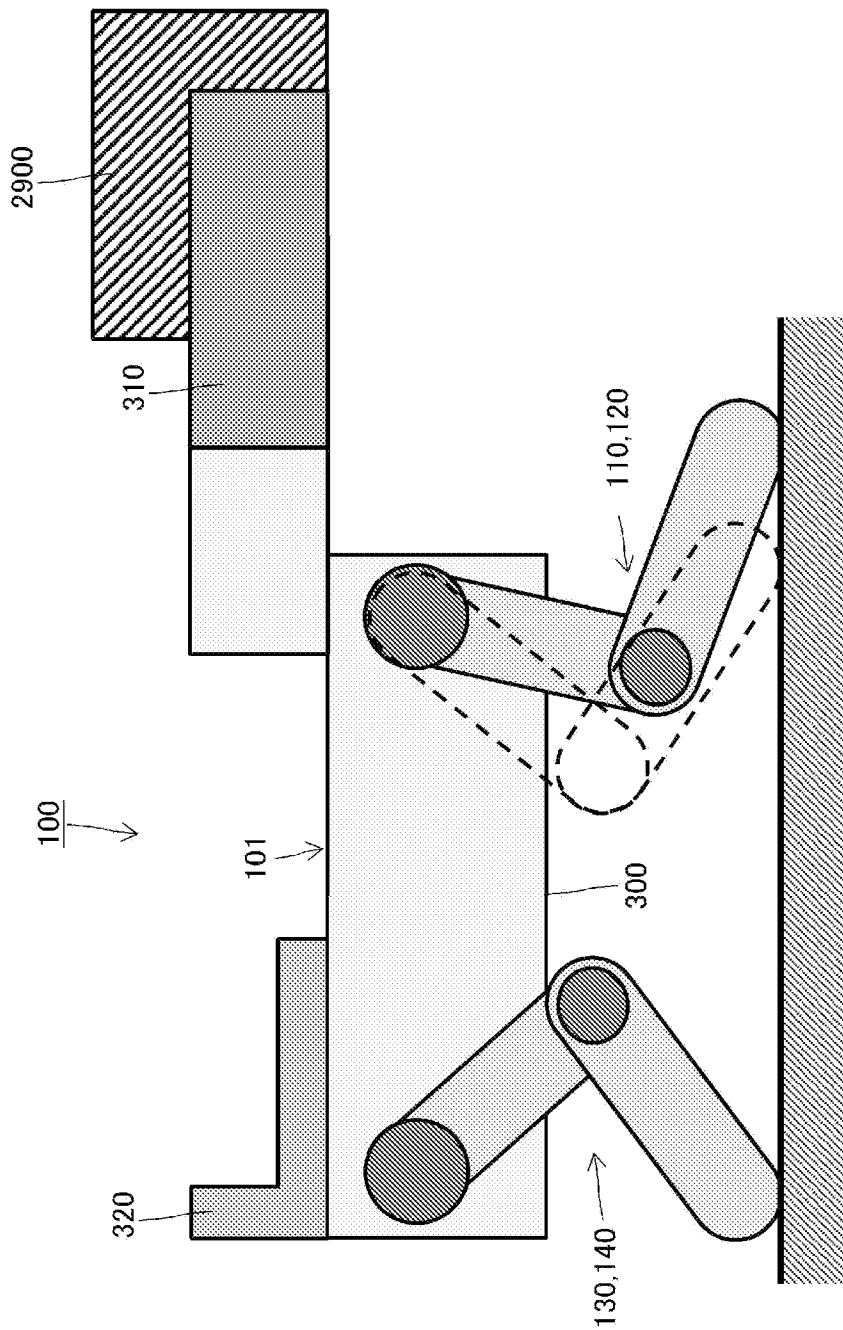
[図27]



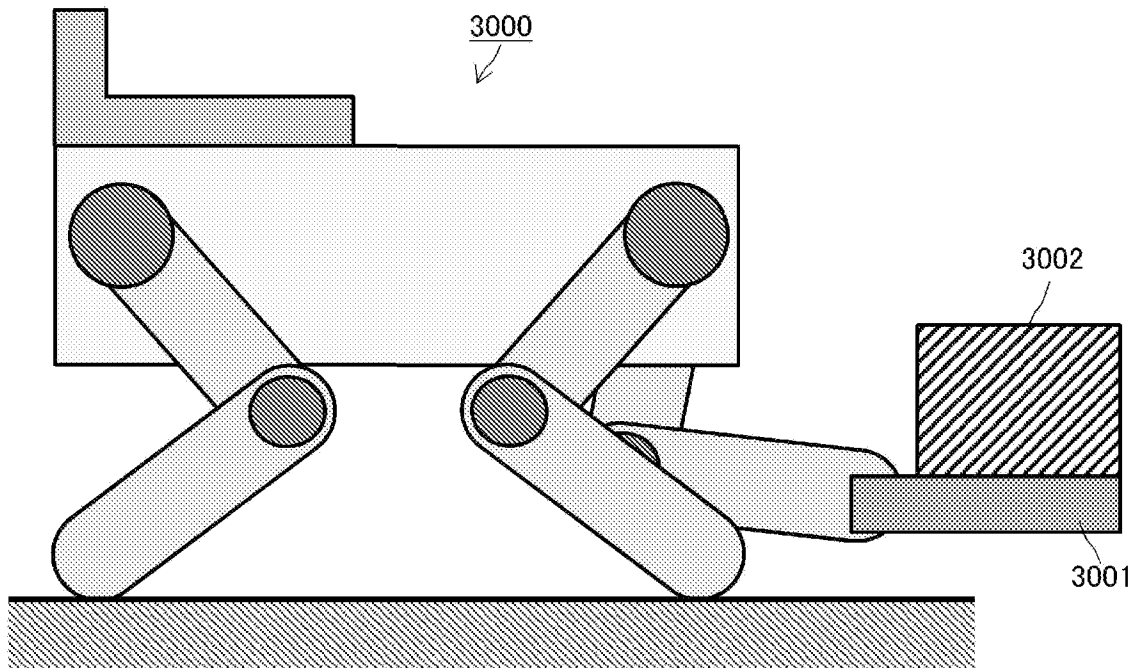
[図28]



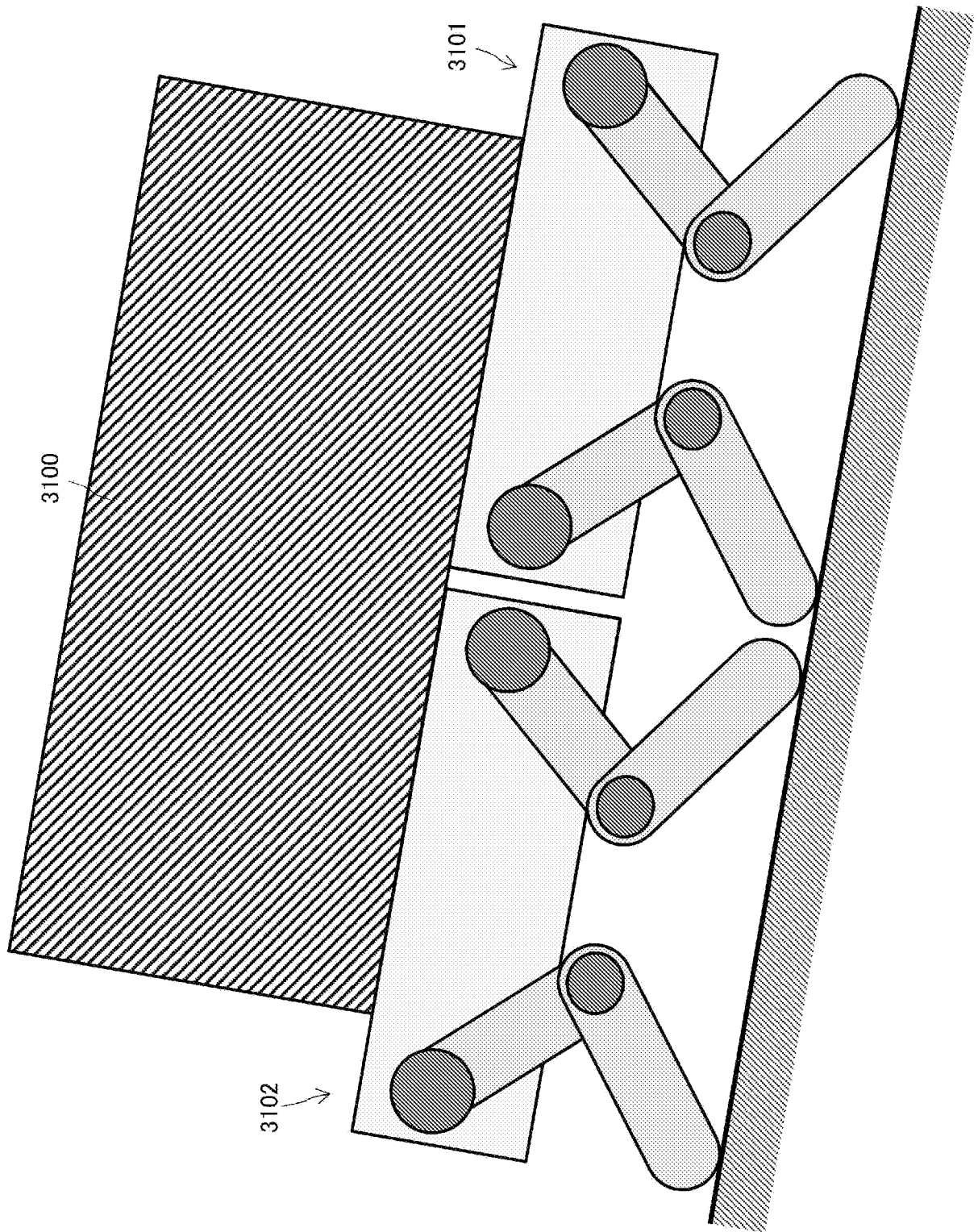
[29]



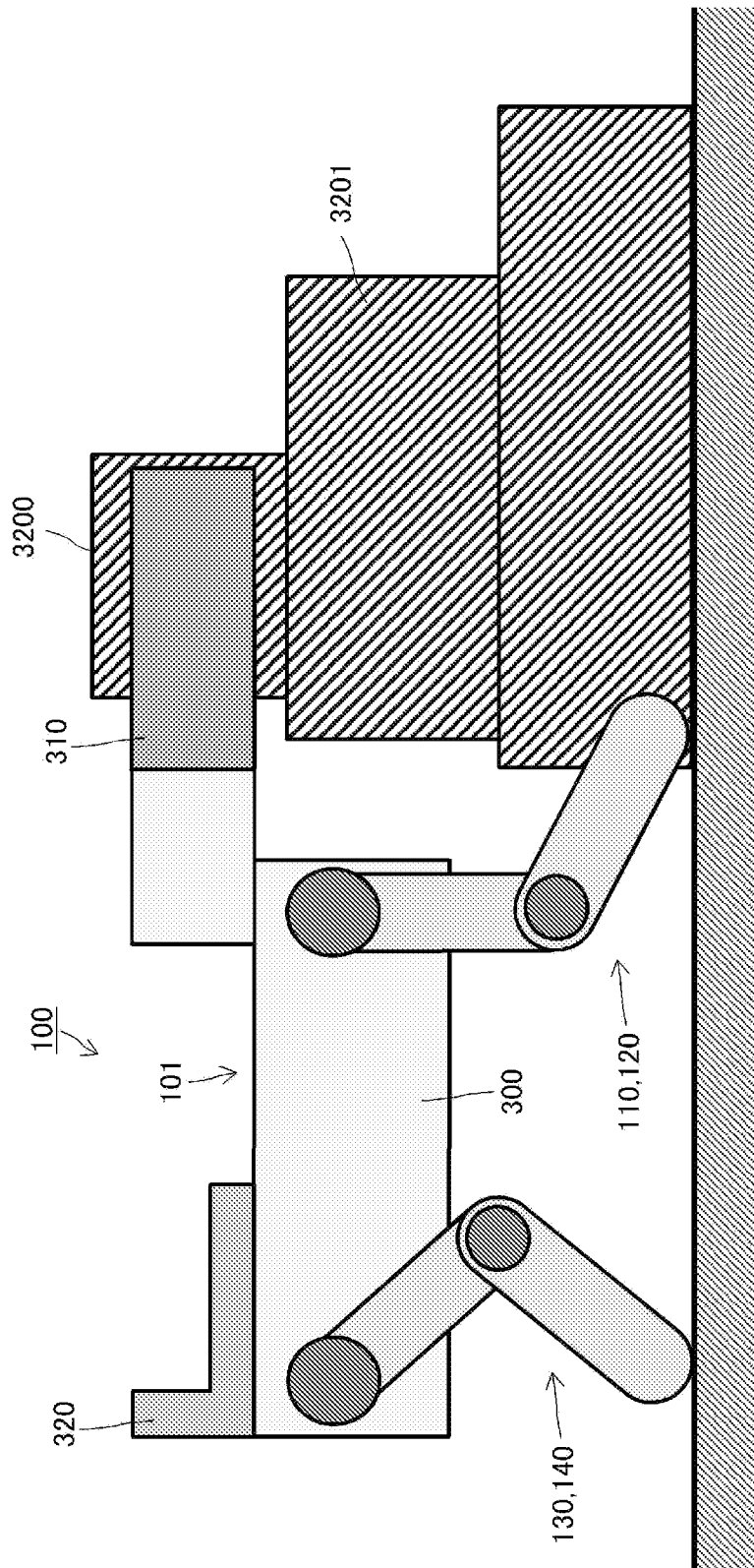
[図30]



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027055

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B25J5/00 (2006.01) i, B65G1/00 (2006.01) i, G05D1/02 (2020.01) i
 FI: B25J5/00C, B65G1/00501C, G05D1/02H

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. B25J5/00, B65G1/00, 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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2015-178141 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 08.10.2015 (2015-10-08), entire text, all drawings	1-15
A	JP 2008-23639 A (FUJITSU LIMITED) 07.02.2008 (2008-02-07), entire text, all drawings	1-15
A	JP 2012-56661 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 22.03.2012 (2012-03-22), entire text, all drawings	1-15
A	JP 2017-109294 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO., LTD.) 22.06.2017 (2017-06-22), entire text, all drawings	1-15
A	JP 2016-20103 A (TOSHIBA CORPORATION) 04.02.2016 (2016-02-04), entire text, all drawings	1-15
A	JP 2016-74060 A (TOSHIBA CORPORATION) 12.05.2016 (2016-05-12), entire text, all drawings	1-15

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
 24.09.2020

Date of mailing of the international search report
 06.10.2020

Name and mailing address of the ISA/
 Japan Patent Office
 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/JP2020/027055

JP 2015-178141 A	08.10.2015	(Family: none)
JP 2008-23639 A	07.02.2008	(Family: none)
JP 2012-56661 A	22.03.2012	(Family: none)
JP 2017-109294 A	22.06.2017	(Family: none)
JP 2016-20103 A	04.02.2016	(Family: none)
JP 2016-74060 A	12.05.2016	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 5/00(2006.01)i; B65G 1/00(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i FI: B25J5/00 C; B65G1/00 501C; G05D1/02 H		
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）） B25J5/00; B65G1/00; 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2015-178141 A (トヨタ自動車株式会社) 08.10.2015 (2015-10-08) 全文, 全図	1-15
A	JP 2008-23639 A (富士通株式会社) 07.02.2008 (2008-02-07) 全文, 全図	1-15
A	JP 2012-56661 A (株式会社豊田自動織機) 22.03.2012 (2012-03-22) 全文, 全図	1-15
A	JP 2017-109294 A (清水建設株式会社) 22.06.2017 (2017-06-22) 全文, 全図	1-15
A	JP 2016-20103 A (株式会社東芝) 04.02.2016 (2016-02-04) 全文, 全図	1-15
A	JP 2016-74060 A (株式会社東芝) 12.05.2016 (2016-05-12) 全文, 全図	1-15
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 24.09.2020	国際調査報告の発送日 06.10.2020	
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） 貞光 大樹 3U 3629 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/027055

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2015-178141 A	08.10.2015	(ファミリーなし)	
JP 2008-23639 A	07.02.2008	(ファミリーなし)	
JP 2012-56661 A	22.03.2012	(ファミリーなし)	
JP 2017-109294 A	22.06.2017	(ファミリーなし)	
JP 2016-20103 A	04.02.2016	(ファミリーなし)	
JP 2016-74060 A	12.05.2016	(ファミリーなし)	