

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年1月11日(11.01.2024)



(10) 国際公開番号

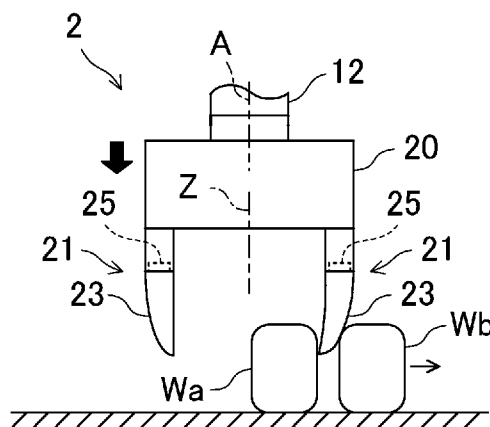
WO 2024/009408 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 13/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/026760
- (22) 国際出願日: 2022年7月5日(05.07.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 入江 響 (**IRIE Kyo**). 高山 裕規 (**TAKAYAMA Yuki**). 本間 敏行 (**HOMMA Toshiyuki**). 松田 吉平 (**MATSUDA Kippe**).
- (74) 代理人: 寺園 健一, 外 (**TERAZONO Kenichi et al.**); 〒5300055 大阪府大阪市北区野崎町9番13号 梅田扇町通ビル 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, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, 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, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

(54) **Title:** ROBOT SYSTEM, ROBOT CONTROL METHOD, AND ROBOT CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: ロボットシステム、ロボット制御方法及びロボット制御プログラム



(57) **Abstract:** A robot system 100 includes: a robot arm 11; a hand 2 connected to the robot arm 11 and provided with a plurality of fingers 21 that perform an opening/closing operation; and a control device 4 that causes the robot arm 11 and the hand 2 to execute a gripping operation of gripping, with the hand 2, a target workpiece Wa from among a plurality of workpieces W. The control device 4 causes the robot arm 11 and the hand 2 to execute a shifting operation of shifting at least one of the target workpiece Wa and a workpiece Wb around the target workpiece Wa with the fingers 21 to create an entry space for the fingers 21 around the target workpiece Wa, and then causes the robot arm 11 and the hand 2 to execute the gripping operation.



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：ロボットシステム 1 0 0 は、ロボットアーム 1 1 と、開閉動作を行う複数の指 2 1 が設けられ、ロボットアーム 1 1 に連結されたハンド 2 と、複数のワーク W の中から対象ワーク W a をハンド 2 によって把持する把持動作をロボットアーム 1 1 及びハンド 2 に実行させる制御装置 4 とを備えている。制御装置 4 は、対象ワーク W a 及び対象ワーク W a の周囲のワーク W b の少なくとも一方を指 2 1 でずらすことによって対象ワーク W a の周囲に指 2 1 の進入スペースを形成するずらし動作をロボットアーム 1 1 及びハンド 2 に実行させてから、把持動作をロボットアーム 1 1 及びハンド 2 に実行させる。

明 細 書

発明の名称：

ロボットシステム、ロボット制御方法及びロボット制御プログラム

技術分野

[0001] ここに開示された技術は、ロボットシステム、ロボット制御方法及びロボット制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、ハンドによってワークを把持するロボットシステムが知られている。特許文献1に開示されたロボットシステムは、ハンドが設けられたロボットアームを備えている。ハンドには、開閉動作を行う複数の指が設けられている。このロボットシステムは、ロボットアームによってハンドを適宜移動させ、ハンドによってワークを把持する。ハンドは、ハンドにおける指の姿勢を変更可能に構成されている。ロボットシステムは、把持すべきワークの状況に応じて指の姿勢を切り替えることによって、ワークの適切な把持を実現している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-230513号公報

発明の概要

[0004] 複数のワークの中から対象ワークをピックアップする場合、ワークの密集の度合い等の対象ワークの周囲の状況に応じて、ワークの把持の難易度が異なる。そのような状況においてワークを効率よくピックアップするために様々な工夫がなされている。特許文献1のハンドの改良もその1つである。

[0005] ここに開示された技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、複数のワークのピックアップ作業を効率よく行うことにある。

[0006] 本開示のロボットシステムは、ロボットアームと、開閉動作を行う複数の

指が設けられ、前記ロボットアームに連結されたハンドと、複数のワークの中から対象ワークを前記ハンドによって把持する把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させる制御装置とを備え、前記制御装置は、対象ワーク及び対象ワークの周囲のワークの少なくとも一方を前記指でずらすことによって対象ワークの周囲に前記指の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させてから、前記把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させる。

[0007] 本開示のロボット制御方法は、ロボットアームと開閉動作を行う複数の指が設けられ、前記ロボットアームに連結されたハンドとを備えたロボットを制御するロボット制御方法であって、複数のワークのうち対象ワーク及び対象ワークの周囲のワークの少なくとも一方を前記指でずらすことによって対象ワークの周囲に前記指の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させることと、前記ずらし動作の後に対象ワークを把持する把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させることとを含む。

[0008] 本開示のロボット制御プログラムは、ロボットアームと開閉動作を行う複数の指が設けられ、前記ロボットアームに連結されたハンドとを備えたロボットを制御する機能をコンピュータに実現させるためのロボット制御プログラムであって、複数のワークのうち対象ワーク及び対象ワークの周囲のワークの少なくとも一方を前記指でずらすことによって対象ワークの周囲に前記指の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させる機能と、前記ずらし動作の後に対象ワークを把持する把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させる機能とをコンピュータに実現させる。

[0009] 本開示のロボットシステムによれば、複数のワークのピッキング作業を効率よく行うことができる。

[0010] 本開示のロボット制御方法によれば、複数のワークのピッキング作業を効率よく行うことができる。

[0011] 本開示のロボット制御システムによれば、複数のワークのピッキング作業を効率よく行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、ロボットシステムの構成を示す模式図である。

[図2]図2は、ハンドの模式的な正面図である。

[図3]図3は、制御装置の概略的なハードウェア構成を示す図である。

[図4]図4は、制御部の制御システムの構成を示す機能ブロック図である。

[図5]図5は、ピッキング作業のフローチャートである。

[図6]図6は、第2把持動作のフローチャートである。

[図7]図7は、第1把持動作のフローチャートである。

[図8]図8は、第1把持動作において指がワークに接触した状態を示すハンドの模式図である。

[図9]図9は、第1把持動作の第1ずらし動作において指が周囲ワークをずらす状態を示すハンドの模式図である。

[図10]図10は、第1ずらし動作において指が把持位置に到達した状態を示すハンドの模式図である。

[図11]図11は、第1ずらし動作後に指がワークを把持する状態を示すハンドの模式図である。

[図12]図12は、第1ずらし動作によってワークがずれない状態を示すハンドの模式図である。

[図13]図13は、第1把持動作の第2ずらし動作において指が対象ワークをずらす状態を示すハンドの模式図である。

[図14]図14は、第2ずらし動作において指が把持位置に到達した状態を示すハンドの模式図である。

[図15]図15は、第2ずらし動作後に指がワークを把持する状態を示すハンドの模式図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、例示的な実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、ロボ

ットシステム１００の構成を示す模式図である。

- [0014] ロボットシステム１００は、ロボット１と制御装置４とを備えている。ロボットシステム１００は、複数のワークＷの中から対象ワークＷ_aをロボット１によって把持して搬送するピッキング作業を行う。複数のワークＷは、第１容器Ｃ１に收容されている。複数のワークＷは、例えば、第１容器Ｃ１内にバラ積みされている。例えば、ワークＷは、注文された商品、部品およびアセンブリ等である。ロボットシステム１００は、ワークＷを第１容器Ｃ１から第２容器Ｃ２へ搬送する。
- [0015] ロボット１は、産業用ロボットである。ロボット１は、ロボットアーム１１と、開閉動作を行う指２１が設けられ、ロボットアーム１１に連結されたハンド２とを有している。
- [0016] ロボットアーム１１は、三次元状に動作するように構成されている。ロボットアーム１１は、ハンド２の位置及び姿勢を変更する。ロボットアーム１１は、垂直多関節型のロボットアームである。ロボットアーム１１は、複数のリンク１２と、複数のリンク１２を接続する関節１３と、複数の関節１３を回転駆動するサーボモータ１４（図３参照）と、サーボモータ１４の回転位置を検出するエンコーダ３１（図３参照）とを有している。例えば、ロボットアーム１１の一端部に位置するリンク１２は、関節１３を介して、鉛直方向に延びる回転軸回りに回転可能にベース１０に連結されている。尚、ロボットアーム１１は、水平多関節型、平行リンク型、直角座標型、又は極座標型のロボットアーム等であってもよい。
- [0017] ハンド２は、ロボットアーム１１のエンドエフェクタである。ハンド２は、ロボットアーム１１の先端に連結されている。具体的には、ハンド２は、複数のリンク１２のうちベース１０に連結されているリンク１２とは反対側の端部のリンク１２に連結されている。ハンド２は、ロボットアーム１１の動作によって様々な姿勢をとることができる。
- [0018] ロボットシステム１００は、複数のワークＷを撮影するビジョンセンサ５１をさらに備えていてもよい。ビジョンセンサ５１は、複数のワークＷの三

次元情報を取得する。例えば、ビジョンセンサ51は、ステレオ方式で三次元情報を取得する。ビジョンセンサ51は、例えば、三次元情報として点群データ、即ち、物品の表面の多数の点の三次元座標を取得する。ビジョンセンサ51は、第1容器C1内の複数のワークWの三次元情報を取得できる位置、例えば、第1容器C1の上方に配置されている。ビジョンセンサ51は、取得された三次元情報を制御装置4へ出力する。尚、ビジョンセンサ51は、TOF (Time of Flight) 方式等の任意の方式で三次元情報を取得してもよい。

[0019] 図2は、ハンド2の模式的な正面図である。ハンド2は、ハンド本体20と、ハンド本体20に設けられた2本の指21を有している。ハンド本体20は、ロボットアーム11のリンク12に対して所定の回転軸A回りに回転可能に連結されている。2本の指21は、所定の開閉方向Xに並んで配置されている。具体的には、2本の指21は、開閉方向Xに略直交する中心軸Zに対して対称に配置されている。中心軸Zは、回転軸Aと略直線上に並んでいる。2本の指21は、開閉方向Xへ開閉動作を行う。以下、中心軸Zと平行な方向を中心軸Z方向という。

[0020] ハンド2は、2本の指21に開閉動作を行わせるサーボモータ24と、サーボモータ24の回転位置を検出するエンコーダ32とをさらに有している。ハンド2では、各指21に一組のサーボモータ24及びエンコーダ32が設けられている。2本の指21は、それぞれ独立して開閉方向Xへ移動する。

[0021] 指21は、開閉方向Xと交差する方向、具体的には、中心軸Z方向へ延びている。指21は、弾性部材によって形成されている。詳しくは、指21は、第1部分22と第2部分23とを有している。第1部分22は、開閉方向Xへ移動可能にハンド本体20に連結されている。第2部分23は、第1部分22に連結されている。第1部分22及び第2部分23は、中心軸Z方向へ並んでいる。第2部分23は、第1部分22に比べて柔軟に形成されている。第2部分23の弾性率は、第1部分22の弾性率よりも低い。例えば、

第 1 部分 2 2 は、金属によって形成されている。第 2 部分 2 3 は、弾性部材によって形成されている。一例として、第 2 部分 2 3 は、エラストマ、ゴム又は樹脂によって形成されている。

[0022] 第 1 部分 2 2 と第 2 部分 2 3 との連結部分には、第 2 部分 2 3 に作用する力を検出する力センサ 2 5 が設けられている。力センサ 2 5 は、少なくとも中心軸 Z 方向の力と開閉方向 X の力とを検出する。この例では、力センサ 2 5 は、中心軸 Z 方向と開閉方向 X とを含む直交する 3 軸方向の力と該 3 軸回りのモーメントとを検出する。

[0023] 図 3 は、制御装置 4 の概略的なハードウェア構成を示す図である。制御装置 4 は、複数のワーク W の中から対象ワーク W a をハンド 2 によって把持する把持動作をロボットアーム 1 1 及びハンド 2 に実行させる。制御装置 4 には、エンコーダ 3 1、エンコーダ 3 2 及び力センサ 2 5 の検出結果が入力される。制御装置 4 は、サーボモータ 1 4 及びサーボモータ 2 4 を制御することによって、ロボットアーム 1 1 及びハンド 2 を動作させる。また、制御装置 4 には、ビジョンセンサ 5 1 の三次元情報が入力される。制御装置 4 は、複数のワーク W の中から対象ワーク W a をビジョンセンサ 5 1 からの三次元情報に基づいて決定すると共に、ロボットアーム 1 1 及びハンド 2 の動作をビジョンセンサ 5 1 からの三次元情報に基づいて決定する。

[0024] 制御装置 4 は、主制御装置 4 0 と第 1 サーボアンプ 4 1 と第 2 サーボアンプ 4 2 とを有している。主制御装置 4 0 は、第 1 サーボアンプ 4 1 を介してロボットアーム 1 1 を制御し、第 2 サーボアンプ 4 2 を介してハンド 2 を制御する。

[0025] 例えば、主制御装置 4 0 は、ロボットアーム 1 1 の各サーボモータ 1 4 の回転位置、回転速度又は回転加速度に関する指令値を第 1 サーボアンプ 4 1 に出力する。第 1 サーボアンプ 4 1 は、主制御装置 4 0 からの指令値に応じたモータ電流を各サーボモータ 1 4 へ印加する。このとき、第 1 サーボアンプ 4 1 は、各エンコーダ 3 1 の検出結果に基づいてモータ電流をフィードバック制御する。これにより、制御装置 4 は、ハンド 2 を目標位置へ移動させ

る。また、主制御装置４０は、ハンド２の各サーボモータ２４の回転位置、回転速度又は回転加速度に関する指令値を第２サーボアンプ４２に出力する。第２サーボアンプ４２は、主制御装置４０からの指令値に応じたモータ電流を各サーボモータ２４へ印加する。このとき、第２サーボアンプ４２は、各エンコーダ３２の検出結果に基づいてモータ電流をフィードバック制御する。これにより、制御装置４は、指２１に開閉動作を実行させる。

[0026] 主制御装置４０は、制御部４３と、記憶部４４と、メモリ４５とを有している。

[0027] 制御部４３は、主制御装置４０の全体を制御する。制御部４３は、各種の演算処理を行う。例えば、制御部４３は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）等のプロセッサで形成されている。制御部４３は、ＭＣＵ（Micro Controller Unit）、ＭＰＵ（Micro Processor Unit）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）、ＰＬＣ（Programmable Logic Controller）、システムＬＳＩ等で形成されていてもよい。

[0028] 記憶部４４は、制御部４３で実行されるプログラム及び各種データを格納している。具体的には、記憶部４４は、ロボット制御プログラム４４ａ及び認識モデル４４ｂを格納している。また、記憶部４４は、ロボット１を動作させるための教示データを格納している。記憶部４４は、不揮発性メモリ、ＨＤＤ（Hard Disc Drive）又はＳＳＤ（Solid State Drive）等で形成される。

[0029] メモリ４５はそれぞれ、データ等を一時的に格納する。例えば、メモリ４５は、揮発性メモリで形成される。

[0030] 図４は、制御部４３の制御システムの構成を示す機能ブロック図である。制御部４３は、記憶部４４からロボット制御プログラム４４ａをメモリ４５に読み出して展開することによって、各種機能を実現する。具体的には、制御部４３は、センサ制御部４６と、スペース認識部４７と、動作制御部４８として機能する。

[0031] センサ制御部４６は、ビジョンセンサ５１を制御する。センサ制御部４６

は、ビジョンセンサ51に三次元情報を取得させ、ビジョンセンサ51から三次元情報を受け取る。

[0032] スペース認識部47は、複数のワークWの三次元情報に基づいてワークWの周囲のスペースを認識する。具体的には、スペース認識部47は、認識モデル44bを用いて、三次元情報からワークWの把持位置と他のワークWと干渉することなく把持できる確度（以下、「把持確度」という）とを求める。

[0033] 認識モデル44bは、三次元情報に基づいて、ハンド2によって把持できるワークWを認識すると共に、把持できるワークWの把持位置及び把持確度を求める。認識モデル44bは、機械学習による学習済みモデルであり、予め生成されて記憶部44に記憶されている。学習済みモデルは、AI（Artificial Intelligence）、分類器又は分類学習器と呼ばれることもある。機械学習は、公知の種々の手法を利用可能であり、例えば、強化学習又は深層学習である。例えば、認識モデル44bは、ニューラルネットワークを含んでいる。具体的には、ニューラルネットワークは、畳み込みニューラルネットワーク（CNN：Convolutional Neural Network）である。ワークWの位置情報が三次元情報なので、認識モデル44bは、ハンド2のアクセス方向は鉛直方向に限定されず、鉛直方向に対して傾斜する方向からハンド2がアクセスすることも想定して、ワークWの把持の可否を識別する。把持位置には、把持位置の三次元情報に加えて、把持位置へのアクセス方向も含まれ得る。

[0034] 認識モデル44bは、把持確度を求める際に、ワークWの周囲のスペースの大きさも考慮している。周囲のスペースが大きいほど、把持確度は高くなる。つまり、把持確度は、ワークWの周囲のスペースの大きさと相関がある。言い換えると、スペース認識部47は、複数のワークWの三次元情報に基づいて、把持確度という形式でワークWの周囲のスペースを求める。

[0035] 動作制御部48は、ロボット1に把持動作を実行させる。把持動作には、把持位置までのハンド2の移動と、把持位置における指21によるワークWの把持とが少なくとも含まれる。

[0036] 例えば、ハンド2の移動においては、動作制御部48は、ハンド2の指令位置を算出し、ハンド2が指令位置に移動するように第1サーボアンプ41に各サーボモータ14へモータ電流を印加させる。それにより、ハンド2が指令位置に位置するようにロボットアーム11が動作する。このとき、動作制御部48は、ロボットアーム11又はハンド2の速度又は加速度の上限を設定し、ロボットアーム11又はハンド2の速度又は加速度が一定以下となるように制御する。

[0037] さらに、動作制御部48は、ワークWへの指21の押付力を制御する力制御を実行している。例えば、動作制御部48は、指21がワークWに接触した場合に力制御を実行する。より詳しくは、動作制御部48は、指21の接触力が所定の力閾値以上となった場合に力制御を実行する。例えば、動作制御部48は、慣性力、粘性力及び弾性力を考慮した以下の運動方程式に基づいてハンド2の指令位置を算出する。

[0038] [数1]

$$m_d \cdot x_d'' + c_d \cdot x_d' + k_d \cdot x_d = f_m + f_s \quad \cdots (1)$$

ここで、 x_d は、指令位置である。 m_d は、慣性係数である。 c_d は、粘性係数である。 k_d は、剛性係数である。 f_m は、ハンド2に加えられる力であり、制御上の仮想の力である。 f_s は、ハンド2の接触力である。例えば、 f_s は、力センサ25によって検出される力である。尚、「 $'$ 」は1回微分を表し、「 $''$ 」は2回微分を表す。

[0039] つまり、ハンド2に加えられる力 f_m とハンド2の接触力 f_s との合力に基づいてハンド2の指令位置が算出される。動作制御部48は、指令位置を各サーボモータ14の指令回転位置に換算して第1サーボアンプ41へ出力する。第1サーボアンプ41は、各サーボモータ14の回転位置が指令回転位置となるように、各エンコーダ31の検出結果に応じて各サーボモータ14へのモータ電流をフィードバック制御する。動作制御部48は、ハンド2に加えられる力 f_m の上限値を設定することによって、ワークWへのハンド2の押付力が一定値以下となるように力制御を実行する。

- [0040] 動作制御部48は、ワークWの把持においては、指21の指令位置を算出し、指21が指令位置に移動するように第2サーボアンプ42に各サーボモータ24へモータ電流を印加させる。それにより、指21が指令位置に位置するように移動する。このとき、動作制御部48は、指21の速度又は加速度の上限を設定し、指21の速度又は加速度が一定以下となるように制御する。動作制御部48による指21の位置制御は、ハンド2の位置制御と同様である。
- [0041] 動作制御部48は、指21を開閉動作させる際にも、ハンド2の移動と同様の力制御を実行する。動作制御部48は、力制御に基づいて指21の指令位置を算出し、指令位置に対応する指令回転位置を第2サーボアンプ42へ出力する。第2サーボアンプ42は、各サーボモータ24の回転位置が指令回転位置となるように、各エンコーダ32の検出結果に応じて各サーボモータ24へのモータ電流をフィードバック制御する。
- [0042] 動作制御部48は、ロボット1の把持動作を対象ワークW_aの周囲のスペースに基づいて変更する。具体的には、把持動作には、動作内容の異なる第1把持動作と第2把持動作とが含まれる。第2把持動作は、第1把持動作に比べて高速化されている。例えば、第2把持動作では、ロボットアーム11又はハンド2の移動速度及び加速度の少なくとも一方が第1把持動作に比べて速くなっている。動作制御部48は、把持動作を第1把持動作と第2把持動作とで対象ワークの周囲のスペースに基づいて切り替える。より詳しくは、動作制御部48は、対象ワークW_aの周囲のスペースが所定のスペース閾値以下の場合には、ロボット1に第1把持動作を実行させる。動作制御部48は、対象ワークW_aの周囲のスペースがスペース閾値よりも大きい場合には、ロボット1に第2把持動作を実行させる。例えば、スペース閾値は、指21が進入できる程度のスペースに相当する。この例では、動作制御部48は、スペース認識部47からの把持確度によって対象ワークW_aの周囲のスペースの大きさを判定する。把持確度が所定の確度閾値以下の場合にはロボット1に第1把持動作を実行せる一方、把持確度が確度閾値よりも大きい場

合にはロボット1に第2把持動作を実行させる。すなわち、確度閾値は、スペース閾値に対応している。

[0043] また、第1把持動作は、ハンド2の移動中にずらし動作をさらに含んでいる。ずらし動作では、ロボット1は、把持対象のワークWである対象ワークWa及び対象ワークWaの周囲のワークWである周囲ワークWbの少なくとも一方に指21を接触させ、指21で対象ワークWa及び周囲ワークWbの少なくとも一方をずらすことによって、対象ワークWaの周囲のスペースを拡大して対象ワークの周囲に指21の進入スペースを形成する。つまり、ロボット1は、対象ワークWaと周囲ワークWbとの隙間に指21を押し込んで、対象ワークWa及び周囲ワークWbの少なくとも一方をずらして、対象ワークWaの周囲に指21の進入スペースを形成する。第1把持動作では、ロボット1は、ずらし動作を行ってから対象ワークWaを把持する。ずらし動作では、指21がワークWに接触する。そのため、動作制御部48は、前述のロボットアーム11の力制御を行う。尚、第2把持動作は、ずらし動作を含んでいない。

[0044] ずらし動作は、指21を開閉させることなくハンド2をワークWへ接近させる第1ずらし動作と、指21を開閉方向へ移動させながらハンド2をワークWへ接近させる第2ずらし動作とを含む。第2ずらし動作においては、指21を開閉動作させることによって、対象ワークWa又は周囲ワークWbの移動、即ち、指21の進入スペースの形成が促進される。

[0045] 以下、ロボット1によるワークWのピッキング作業について、図5、図6及び図7を参照しながら詳しく説明する。図5は、ピッキング作業のフローチャートである。図6は、第2把持動作のフローチャートである。図7は、第1把持動作のフローチャートである。

[0046] まず、ステップS101において、センサ制御部46は、ビジョンセンサ51に複数のワークWの三次元情報を取得させる。ビジョンセンサ51は、第1容器C1の上方から第1容器C1内の複数のワークWの三次元情報を取得する。

- [0047] 次に、ステップS 1 0 2において、スペース認識部4 7は、ビジョンセンサ5 1からの三次元情報に基づいて、ハンド2によって把持できるワークWを認識すると共に、把持できるワークWの把持位置及び把持確度を求める。把持確度を求めることは、複数のワークWのうち対象ワークW aの周囲のスペースを取得することに相当する。
- [0048] 続いて、動作制御部4 8は、ステップS 1 0 3において、複数のワークWの中から把持する対象ワークW aを選択する。動作制御部4 8は、第1容器C 1内のワークWのうち把持確度が最も高いワークWを対象ワークW aとして選択する。
- [0049] 動作制御部4 8は、ステップS 1 0 4において、対象ワークW aの把持確度が所定の確度閾値 α よりも大きいかな否かを判定する。尚、確度閾値 α は、把持位置におけるワークWの周囲に指2 1の進入できる程度のスペースが存在する場合の把持確度に相当する。言い換えると、動作制御部4 8は、対象ワークW aの把持位置において、対象ワークW aの周囲に指2 1の進入できる程度のスペースが存在するか否かを判定している。
- [0050] 対象ワークW aの把持確度が確度閾値 α よりも大きい場合には、動作制御部4 8は、ステップS 1 0 5において、ロボット1に第2把持動作を実行させる。一方、対象ワークW aの把持確度が確度閾値 α 以下の場合には、動作制御部4 8は、ステップS 1 0 7において、ロボット1に第1把持動作を実行させる。ステップS 1 0 4は、前記把持動作を第1把持動作と前記第1把持動作に比べて高速化された第2把持動作とで対象ワークW aの周囲のスペースに基づいて切り替えることに相当する。これらステップS 1 0 5及びS 1 0 7は、複数のワークWの中から対象ワークW aを把持する把持動作を前記ロボットアーム1 1及び前記ハンド2に実行させることに相当する。
- [0051] 第2把持動作では、動作制御部4 8は、ステップS 2 0 1において、ハンド2を所定の把持位置へ向けて移動させる。把持位置は、指2 1でワークWを把持できる位置までワークWが複数の指2 1の間に入り込んだハンド2の位置である。このとき、ロボットアーム1 1は、ハンド2の中心軸Zが対象

ワークW aの把持位置に対応するアクセス方向を向くようにハンド2の姿勢を調整し、ハンド2を該アクセス方向へ移動させる。また、動作制御部48は、指21を対象ワークW aよりも大きく開いた状態とする。動作制御部48は、指21と対象ワークW aとの接触を避けるべく、指21が対象ワークW aの外側へ移動するようにハンド2の位置を調整する。

[0052] 前述の如く、第2把持動作は、第1把持動作に比べて高速化されている。例えば、第2把持動作におけるロボットアーム11又はハンド2の移動速度及び加速度の少なくとも一方が第1把持動作に比べて速くなっている。そのため、第2把持動作においては、第1把持動作に比べて、ハンド2が把持位置へ向かって迅速に移動する。

[0053] 動作制御部48は、ハンド2の移動中に、ステップS202において、指21の接触力が所定の上限値 β より大きいかな否かを判定する。指21の接触力は、指21に中心軸Z方向へ作用する力である。動作制御部48は、力センサ25によって検出される、中心軸Z方向の力が上限値 β より大きいかな否かを判定する。指21の接触力が上限値 β よりも大きい場合には、動作制御部48は、対象ワークW aを把持不能であると判断して、第2把持動作を終了して、ピッキング作業のフローチャートに戻る。

[0054] 指21の接触力が上限値 β 以下の場合には、動作制御部48は、ステップS203において、ハンド2が把持位置に到達したかな否かを判定する。ハンド2が把持位置に到達していない場合には、動作制御部48は、ステップS201へ戻り、前述の処理を繰り返す。つまり、動作制御部48は、指21の接触力が上限値 β を越えないように監視しながら、ハンド2の把持位置への移動を継続する。

[0055] ハンド2が把持位置に到達すると、動作制御部48は、ステップS204において指21による対象ワークW aの把持を実行させる。詳しくは、ハンド2は、複数の指21を閉方向に移動させ、複数の指21で対象ワークW aを把持する。ハンド2による把持が完了すると、第2把持動作が完了する。

[0056] 第2把持動作が完了すると、動作制御部48は、ピッキング作業のフロー

チャートに戻り、ステップS 1 0 6において対象ワークW aの搬出をロボット1に実行させる。詳しくは、ロボットアーム11は、指21で対象ワークW aを把持した状態のハンド2を第2容器C 2まで移動させる。ハンド2が第2容器C 2まで移動し、対象ワークW aの把持を解除すると、一の対象ワークW aに対するピッキング作業が完了する。

[0057] 一の対象ワークW aに対するピッキング作業が完了すると、ロボット1は、次の対象ワークW aのピッキング作業を実行する。第2把持動作を含むピッキング作業の完了した後は、動作制御部48は、ステップS 1 0 3に戻って、対象ワークW aの選択を実行する。第2把持動作によって対象ワークW aを把持した後は、第1容器C 1内の対象ワークW a以外の他のワークWの配置を変化させていない可能性が高い。そのため、動作制御部48は、新たに第1容器C 1内の複数のワークWの三次元情報を取得してワークWの周囲のスペースの認識をやり直すことなく、既に得られているワークWの把持位置及び把持確度に基づいて対象ワークW aを選択する。動作制御部48は、既に搬出されたワークWを除く、第1容器C 1内のワークWの中から把持確度が最も高いワークWを対象ワークW aとして選択する。

[0058] その後、ステップS 1 0 4以降の処理が繰り返される。確度閾値 α よりも大きい把持確度を有するワークWが第1容器C 1内に存在する間は、ステップS 1 0 3, S 1 0 4, S 1 0 5及びS 1 0 6が繰り返されることによって、第2把持動作を介してワークWが第1容器C 1から搬送され続ける。第1容器C 1内のワークWは、把持確度が高いワークWから順番にロボット1に搬出されていく。

[0059] 尚、第2把持動作において指21の接触力が上限値 β を越えることによって第2把持動作が終了した場合には、センサ制御部46は、ステップS 1 0 1に戻り、第1容器C 1内の複数のワークWの三次元情報の取得からやり直してもよい。指21の接触力が大きい場合には、指21が対象ワークW a又は他のワークWに接触して、第1容器C 1内のワークWの配置が変化している可能性があるためである。

- [0060] やがて、確度閾値 α よりも大きい把持確度を有するワークWが第1容器C1内に存在しなくなる。その場合、動作制御部48は、ステップS104において、対象ワークW_aの把持確度が確度閾値 α 以下であると判定し、ステップS107へ進み、ロボット1に第1把持動作を実行させる。
- [0061] 第1把持動作では、動作制御部48は、ステップS301において、ハンド2を把持位置へ向けて移動させる。このとき、ハンド2の姿勢、移動方向及び把持位置は、第2把持動作と同様である。ただし、第1把持動作は、第2把持動作に比べて低速化されている。例えば、ロボットアーム11又はハンド2の移動速度及び加速度の少なくとも一方が第2把持動作に比べて遅くなっている。そのため、第1把持動作においては、第2把持動作に比べて、ハンド2が把持位置へ向かって低速で移動する。
- [0062] 動作制御部48は、ハンド2の移動中に、ステップS302において、指21の接触力が所定の力閾値 γ より大きいかな否かを判定する。動作制御部48は、力センサ25によって検出される、中心軸Z方向の力が力閾値 γ より大きいかな否かを判定する。例えば、力閾値 γ は、第2把持動作における上限値 β よりも小さい。
- [0063] 指21の接触力が力閾値 γ 以下の場合には、動作制御部48は、ステップS303において、ハンド2が把持位置に到達したかな否かを判定する。ハンド2が把持位置に到達していない場合には、動作制御部48は、ステップS301へ戻り、ステップS301からの処理を繰り返す。つまり、動作制御部48は、指21の接触力が力閾値 γ を越えないように監視しながら、ハンド2の把持位置への移動を継続する。
- [0064] 図8は、第1把持動作において指21がワークWに接触した状態を示すハンド2の模式図である。図9は、第1把持動作の第1ずらし動作において指21が周囲ワークW_bをずらす状態を示すハンド2の模式図である。図10は、第1ずらし動作において指21が把持位置に到達した状態を示すハンド2の模式図である。第1把持動作は、対象ワークW_aの周囲のスペースが比較的小さい場合に実行される。そのため、ハンド2を把持位置へ移動させる

際に指 2 1 がワーク W、具体的には、対象ワーク W a 及び周囲ワーク W b の少なくとも一方に接触する可能性がある。ハンド 2 の把持位置への移動においては、指 2 1 は対象ワーク W a よりも開いた状態となり且つ指 2 1 は対象ワーク W a の外側へ位置するようにハンド 2 が移動するので、指 2 1 は、図 8 に示すように、対象ワーク W a よりも周囲ワーク W b に接触する可能性が高い。このとき、指 2 1 のうち第 2 部分 2 3 が周囲ワーク W b に接触する。第 2 部分 2 3 は弾性部材によって形成されているので、指 2 1 及び周囲ワーク W b に加わる衝撃が低減される。

[0065] 仮に、ハンド 2 が周囲ワーク W b に接触したとしても、指 2 1 の接触力が力閾値 γ を越えない限りは、ハンド 2 の把持位置への移動が継続される。指 2 1 が周囲ワーク W b に接触しても、周囲ワーク W b が側方へずれることが可能な場合には、図 9 に示すように、ハンド 2 の移動に伴って周囲ワーク W b が指 2 1 に押されて、指 2 1 の進行方向に対して側方へ周囲ワーク W b がずれる。この場合、指 2 1 の接触力は過度に大きくならないので、指 2 1 の接触力は力閾値 γ 以下の範囲に収まり、ハンド 2 の移動が継続され得る。このとき、指 2 1 の第 2 部分 2 3 は、適宜弾性変形する。これにより、指 2 1 及び周囲ワーク W b に加わる衝撃が低減される。

[0066] このロボットアーム 1 1 及びハンド 2 の動作がずらし動作であり、より詳しくは、第 1 ずらし動作である。第 1 ずらし動作は、指 2 1 を開閉方向 X へ移動させることなく、ハンド 2 を中心軸 Z 方向へのみ移動させることによってワーク W をずらす動作である。周囲ワーク W b がずれると、対象ワーク W a と周囲ワーク W b との間に指 2 1 の進入スペースが形成されていく。その結果、図 10 に示すように、指 2 1 が周囲ワーク W b を側方へ押しのけつつ、ハンド 2 が把持位置へ到達し得る。

[0067] 第 1 把持動作は、第 2 把持動作に比べて低速化されている。そのため、指 2 1 がワーク W に接触する際の衝撃が低減される。それに加えて、指 2 1、より具体的には第 2 部分 2 3 は、弾性部材によって形成されている。第 2 部分 2 3 は、指 2 1 のうち先端側の部分であり、第 1 把持動作においてワーク

Wに接触し得る部分である。このため、指21がワークWに接触する際の衝撃が緩和される。

[0068] 尚、認識モデル44bによる把持位置の認識精度又はハンド2の位置精度によっては、指21は、対象ワークWaにも接触し得る。その場合、指21は、対象ワークWaを指21の進行方向に対して側方へずらす。対象ワークWaがずれることが可能な場合には、前述のように指21が対象ワークWaを側方へ押しのけつつ、ハンド2が把持位置へ到達し得る。指21が対象ワークWaと周囲ワークWbとの両方に接触する場合には、指21は、対象ワークWaと周囲ワークWbとの両方を側方に押しのけ得る。

[0069] 図11は、第1ずらし動作後に指21がワークWを把持する状態を示すハンド2の模式図である。ハンド2が把持位置に到達すると、動作制御部48は、ステップS304において指21による対象ワークWaの把持を実行させる。詳しくは、ハンド2は、図11に示すように、複数の指21を閉方向に移動させ、複数の指21で対象ワークWaを把持する。ハンド2による把持が完了すると、第1把持動作が完了する。

[0070] 一方、指21が接触したワークWがずれることができない場合もある。図12は、第1ずらし動作によってワークWがずれない状態を示すハンド2の模式図である。例えば、図12に示すように、周囲ワークWbの外側、即ち、対象ワークWaと反対側に別のワークWが位置している場合などには、周囲ワークWbが移動できない場合がある。その場合、指21の接触力が力閾値 γ より大きくなり得る。

[0071] 指21の接触力が力閾値 γ を越えると、動作制御部48は、ステップS305において、指21を閉動作させる。指21が閉動作を行う間も、動作制御部48は、ハンド2の把持位置への移動を継続する。このロボットアーム11及びハンド2の動作が第2ずらし動作である。第2ずらし動作は、指21を開閉方向Xへ移動させつつ、ハンド2を中心軸Z方向へ移動させることによってワークWをずらす動作である。動作制御部48は、第1把持動作においてロボットアーム11及びハンド2にまず第1ずらし動作を実行させ、

第1ずらし動作では指21の進入スペースを形成できない場合にロボットアーム11及びハンド2に第2ずらし動作を実行させる。

[0072] 図13は、第1把持動作の第2ずらし動作において指21が対象ワークW_aをずらす状態を示すハンド2の模式図である。具体的には、動作制御部48は、ワークWに接触している可能性がある方の指21を開動作させる。これにより、指21は、開閉方向Xの内側へ対象ワークW_aをずらすことによって対象ワークW_aと周囲ワークW_bとのスペースを拡大する。

[0073] 尚、第2ずらし動作においては、動作制御部48は、ロボットアーム11の力制御を実行する。ただし、第1ずらし動作においても、動作制御部48は、ロボットアーム11の力制御を実行してもよい。

[0074] そして、動作制御部48は、ステップS306において、開動作させた指21に作用する開閉方向Xの力が所定の上限値 θ より大きいかな否かを判定する。動作制御部48は、対応する指21の力センサ25によって検出される、開閉方向Xの力が上限値 θ より大きいかな否かを判定する。動作制御部48は、指21に開閉方向Xへ作用する力によって対象ワークW_aが円滑にずれているかな否かを判定する。対象ワークW_aは、他のワークWとの干渉等の理由で移動できない場合もある。その場合、指21に開閉方向Xへ作用する力が増大する。指21に開閉方向Xへ作用する力が上限値 θ を越えた場合には、動作制御部48は、対象ワークW_aを把持不能であると判断して、第1把持動作を終了して、ピッキング作業のフローチャートに戻る。

[0075] 対象ワークW_aが円滑にずれている場合、即ち、指21に開閉方向Xへ作用する力が上限値 θ 以下の場合は、動作制御部48は、ステップS307において、指21の接触力が上限値 ε より大きいかな否かを判定する。上限値 ε は、力閾値 γ よりも大きい。動作制御部48は、力センサ25によって検出される、中心軸Z方向の接触力が上限値 ε より大きいかな否かを判定する。指21の接触力が上限値 ε よりも大きいことは、第2ずらし動作を行っても周囲ワークW_bへの指21の接触力が増大していることを意味する。指21の接触力が上限値 ε よりも大きい場合には、動作制御部48は、対象ワークW

aを把持不能であると判断して、第1把持動作を終了して、ピッキング作業のフローチャートに戻る。

[0076] 指21の接触力が上限値 ε 以下である場合には、指21の開動作が有効である可能性が高い。その場合、動作制御部48は、第1把持動作を開始してから所定の制限時間を経過したか否か、即ち、タイムアウトとなったか否かを判定する。制限時間を経過することは、ワークWが円滑にずれず、指21の進入スペースの形成が不調であったことを意味する。タイムアウトの場合には、動作制御部48は、対象ワークW aを把持不能であると判断して、第1把持動作を終了して、ピッキング作業のフローチャートに戻る。

[0077] タイムアウトになっていない場合には、動作制御部48は、ステップS309において、ハンド2が把持位置に到達したか否かを判定する。ハンド2が把持位置に到達していない場合には、動作制御部48は、ステップS305へ戻り、ステップS305からの処理を繰り返す。つまり、動作制御部48は、指21に作用する開閉方向Xの力が上限値 θ を越えないように且つ指21の接触力が上限値 ε を越えないように監視しながら、第2ずらし動作を継続する。

[0078] 対象ワークW aがずれると、対象ワークW aと周囲ワークW bとの間に指21の進入スペースが形成されていく。図14は、第2ずらし動作において指21が把持位置に到達した状態を示すハンド2の模式図である。その結果、図14に示すように、指21が対象ワークW aを側方へ押しのけつつ、ハンド2が把持位置へ到達し得る。

[0079] 図15は、第2ずらし動作後に指21がワークWを把持する状態を示すハンド2の模式図である。ハンド2が把持位置に到達すると、動作制御部48は、ステップS309において指21による対象ワークW aの把持を実行させる。詳しくは、ハンド2は、図15に示すように、複数の指21を開方向に移動させ、複数の指21で対象ワークW aを把持する。ハンド2による把持が完了すると、第1把持動作が完了する。

[0080] これらステップS301, S302, S303, S305, S306, S

307, S308及びS309は、複数のワークWのうち対象ワークWa及び対象ワークWaの周囲のワークWbの少なくとも一方を前記指21でずらすことによって前記指21の進入スペースを対象ワークWaの周囲に形成するずらし動作を前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に実行させることに相当する。

[0081] 第1把持動作が完了すると、動作制御部48は、ピッキング作業のフローチャートに戻り、ステップS108において対象ワークWaの搬出をロボット1に実行させる。ステップS108の処理は、ステップS106と同様である。

[0082] 一の対象ワークWaに対するピッキング作業が完了すると、ロボット1は、次の対象ワークWaのピッキング作業を実行する。第1把持動作を含むピッキング作業を完了した後は、動作制御部48は、ステップS101に戻って、第1容器C1内の複数のワークWの三次元情報の取得からやり直す。第1把持動作によって第1容器C1内のワークWの配置が変わっている可能性があるため、新たに第1容器C1内の複数のワークWの三次元情報を取得してワークWの周囲のスペースの認識をやり直す。

[0083] 新たに第1容器C1内のワークWの周囲のスペースの認識を実行した結果、確度閾値 α よりも大きい把持確度を有するワークWが存在する場合には、ステップS103及びS104を経て、ステップS105の第2把持動作が実行される。確度閾値 α よりも大きい把持確度を有するワークWが存在しない場合には、ステップS107の第1把持動作が繰り返される。

[0084] こうして、第1把持動作又は第2把持動作によるピッキング作業が繰り返され、把持確度が高いワークWから順番に第1容器C1から第2容器C2へ搬出されていく。第1容器C1内からワークWがなくなると、全てのピッキング作業が完了する。

[0085] このようにロボットシステム100によれば、ロボット1による把持動作を第1把持動作と第1把持動作よりも高速化された第2把持動作とで対象ワークWaの周囲のスペースに基づいて切り替える。これにより、複数のワー

クWのピッキング作業を効率よく行うことができる。

[0086] 詳しくは、対象ワークW aの周囲のスペースが比較的小さい場合には第1把持動作が実行される。対象ワークW aの周囲のスペースが比較的小さい場合には、ハンド2が把持位置まで移動する際に指2 1が対象ワークW a及び周囲ワークW bに干渉する可能性がある。そのため、ハンド2を低速化することによって、指2 1とワークWとが接触した場合であっても、指2 1及びワークWに作用する衝撃を低減することができる。一方、対象ワークW aの周囲のスペースが比較的大きい場合には第2把持動作が実行される。対象ワークW aの周囲のスペースが比較的大きい場合には、ハンド2が把持位置まで移動する際に指2 1が対象ワークW a及び周囲ワークW bに干渉する可能性が低い。そのため、ハンド2が迅速に動作しても、ハンド2又はワークWに衝撃を与える可能性が低い。把持動作が高速化されているため、ピッキング作業の処理能力が向上する。

[0087] このように、ワークWが複数存在する場合に、全てのワークWに対して同様の把持動作を行うのではなく、対象ワークW aの周囲のスペースに応じて低衝撃の第1把持動作と迅速な第2把持動作とを使い分けることによって、ピッキング作業の効率を向上させることができる。特に、複数のワークがバラ積みされた状態であっても、指2 1及びワークWに大きな衝撃が加わることを回避しつつ、ワークWを迅速にピッキングすることができる。

[0088] さらに、第1把持動作においてはずらし動作が実行される。指2 1によって対象ワークW a及び周囲ワークW bの少なくとも一方をずらすことによって、対象ワークW aと周囲ワークW bとの間に指2 1の進入スペースを形成することができ、対象ワークW aの把持を実現することができる。ずらし動作によれば、ハンド2を複雑に動作させたり、ハンド2でワークWを持ち直したりしなくても、簡便な動作で対象ワークW aの把持を実現することができる。ずらし動作は、ハンド2の動作が簡便なため、迅速な把持にも寄与する。

[0089] それに加えて、第1把持動作は、第2把持動作に比べて低速化されている

。ずらし動作では、指21がワークWに接触する。このときのハンド2の動作が比較的低速になっているため、指21及びワークWに加わる衝撃が低減される。つまり、ずらし動作は、指21及びワークWへの衝撃を低減しつつ、ワークWをずらすことができる。

[0090] また、指21が弾性部材によって形成されているため、指21及びワークWに加わる衝撃がより一層低減される。

[0091] さらに、ずらし動作では、指21に作用する接触力が高くなり過ぎないように力制御が実行されている。これにより、ずらし動作時の指21及びワークWへの衝撃をより低減することができる。

[0092] また、ずらし動作では、ハンド2のみを移動させる第1ずらし動作と、ハンド2の移動に加えて指21を開閉させる第2ずらし動作とが含まれる。第1ずらし動作の方が第2ずらし動作に比べて動作が単純であるため、第1ずらし動作が優先的に実行される。これにより、単純な動作で対象ワークWaの把持を実現することができる。ただし、第1ずらし動作では指21の進入スペースの形成が不調である場合には、第2ずらし動作が実行される。第2ずらし動作によれば、ワークWをずらす方向に指21が動くので、ワークWのずれが促進され、指21の進入スペースの形成が促進される。さらには、ワークWに対する指21の位置が変化するので、指21とワークWとの間で相互に作用する力が緩和され得る。

[0093] また、第1把持動作と第2把持動作とでは、第2把持動作が優先的に実行される。第2把持動作では指21とワークWとの接触の可能性が低いので、複数のワークWの配置を変化させる可能性が低い。ワークWの配置に変化がない場合には、ワークWの周囲のスペースの認識又は検出を更新しなくても、ワークWのピッキングを繰り返すことができる。つまり、第2把持動作を優先的に実行することによって、ピッキング作業をより効率よく行うことができる。

[0094] さらに、周囲のスペースが大きいワークWから順にピッキングされる。これにより、第2把持動作又は第1把持動作の中でも他のワークWへの影響

を低減しながらピッキング作業を繰り返すことができ、ピッキング作業をより効率よく行うことができる。

[0095] また、ロボットシステム１００は、ビジョンセンサ５１を備えているので、複数のワークＷの三次元情報を必要に応じて取得して、ワークＷの周囲のスペースを新たに取得し直すことができる。例えば、第１把持動作では指２１がワークＷに接触するので、複数のワークＷの配置が変化する可能性がある。第１把持動作後に次の把持動作が実行される場合には、ワークＷの周囲のスペースが変化している可能性がある。そのような場合に、ロボットシステム１００は、ワークＷの周囲のスペースを容易に取得し直すことができる。つまり、ロボットシステム１００は、ワークＷの周囲のスペースを正確に評価して、第１把持動作及び第２把持動作を実行することができる。

[0096] 《その他の実施形態》

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、前記実施形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。また、前記実施形態で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施の形態とすることも可能である。また、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、前記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

[0097] 指２１は、弾性部材によって形成されていなくてもよい。指２１の本数は、２本に限定されず、３本以上であってもよい。

[0098] 指２１の接触力を検出するセンサは、力センサ２５に限定されない。例えば、ハンド２とロボットアーム１１との連結部分に、力センサが設けられ、この力センサによって指２１の接触力を検出してもよい。あるいは、サーボモータ１４の電流を検出する電流センサ又はサーボモータ１４のトルクを検

出するトルクセンサ等によって、指21の接触力を判定してもよい。

[0099] ビジョンセンサ51は、固定的に配置されるのではなく、ロボットアーム11に取り付けられていてもよい。ビジョンセンサ51によってワークWの三次元情報を取得する際に、ビジョンセンサ51が所定の取得位置に位置するようにロボットアーム11が移動させられてもよい。

[0100] 複数のワークWの三次元情報は、点群データに限定されない。三次元情報は、RGB-D画像、デプス画像、ボクセル等であってもよい。

[0101] ワークWの周囲のスペースは、複数のワークWの三次元情報ではなく、複数のワークWの画像、即ち、二次元画像から求められてもよい。例えば、ロボットシステム100は、ビジョンセンサ51に代えて、二次元画像を撮像するカメラを備えていてもよい。その場合、制御装置4は、二次元画像に基づいて、ハンド2によって把持できるワークW及びワークWの周囲のスペースを認識してもよい。制御装置4は、二次元画像とワークWのテンプレートとを照らし合わせて、パターンマッチング等の手法によって二次元画像中のワークWを抽出し得る。

[0102] また、ロボットシステム100は、ビジョンセンサ51等の複数のワークWの三次元情報又は画像を取得する装置を備えていなくてもよい。例えば、ロボットシステム100は、複数のワークWの三次元情報又は画像が入力されてもよい。さらには、ロボットシステム100は、複数のワークWの位置及びワークWの周囲のスペースに関する情報が入力されてもよい。

[0103] 第2把持動作が第1把持動作よりも高速化されていれば、第1把持動作及び第2把持動作の動作内容は、前述のものに限定されない。例えば、第1把持動作においては、第1ずらし動作だけが実行され、第2ずらし動作が実行されなくてもよい。

[0104] また、第1把持動作においては、周囲ワークWbではなく、対象ワークWaを優先的にずらすように、即ち、指21がまず対象ワークWaに接触するように、ロボット1が制御されてもよい。その場合、第2ずらし動作においては、指21は閉方向ではなく、開方向に移動してもよい。

- [0105] 第2把持動作においてもロボットアーム11の力制御を実行してもよい。その場合、第2把持動作における力制御の応答性は、第1把持動作に比べて高くてもよい。例えば、第2把持動作においては、前述のロボットアーム11の力制御におけるインピーダンス特性、例えば、慣性係数 m_d 、粘性係数 c_d 及び剛性係数 k_d が、第1把持動作に比べて応答性が高くなる方向へ調整される。こうすることによっても、第2把持動作を第1把持動作に比べて高速化することができる。
- [0106] 第2把持動作を含むピッキング作業が完了するごとに、センサ制御部46は、ステップS101に戻り、第1容器C1内の複数のワークWの三次元情報の取得からやり直してもよい。ワークWが減ることによって、第2把持動作の対象となるワークWが増える可能性があるためである。
- [0107] 前述のブロック図は一例であり、複数のブロックを1つのブロックとして実現したり、1つのブロックを複数のブロックに分割したり、一部の機能を別のブロックに移したりしてもよい。
- [0108] 本開示の技術は、ロボット制御プログラム44aが記録された非一時的なコンピュータ読み取り可能な記録媒体であってもよい。また、ロボット制御プログラム44aは、インターネット等の伝送媒体を介して流通させることができるものであってもよい。
- [0109] フローチャートは、一例に過ぎない。フローチャートにおけるステップを適宜、変更、置き換え、付加、省略等を行ってもよい。また、フローチャートにおけるステップの順番を変更したり、直列的な処理を並列的に処理したりしてもよい。
- [0110] 本明細書中に記載されている構成要素により実現される機能は、当該記載された機能を実現するようにプログラムされた、汎用プロセッサ、特定用途プロセッサ、集積回路、ASICs (Application Specific Integrated Circuits)、CPU (a Central Processing Unit)、従来型の回路、及び／又はそれらの組合せを含む、回路 (circuitry) 又は演算回路 (processing circuitry) において実装されてもよい。プロセッサは、トランジスタ及びその

他の回路を含み、回路又は演算回路とみなされる。プロセッサは、メモリに格納されたプログラムを実行する、プログラマブルプロセッサ (programmed processor) であってもよい。

[0111] 本明細書において、回路 (circuitry)、ユニット、手段は、記載された機能を実現するようにプログラムされたハードウェア、又は実行するハードウェアである。当該ハードウェアは、本明細書に開示されているあらゆるハードウェア、又は、当該記載された機能を実現するようにプログラムされた、又は、実行するものとして知られているあらゆるハードウェアであってもよい。

[0112] 当該ハードウェアが回路 (circuitry) のタイプであるとみなされるプロセッサである場合、当該回路、手段、又はユニットは、ハードウェアと、当該ハードウェア及び又はプロセッサを構成する為に用いられるソフトウェアの組合せである。

[0113] 本開示の技術をまとめると、以下のようになる。

[0114] [1] ロボットシステム100は、ロボットアーム11と、開閉動作を行う複数の指21が設けられ、前記ロボットアーム11に連結されたハンド2と、複数のワークWの中から対象ワークWaを前記ハンド2によって把持する把持動作を前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に実行させる制御装置4とを備え、前記制御装置4は、対象ワークWa及び対象ワークWaの周囲のワークWbの少なくとも一方を前記指21でずらすことによって対象ワークWaの周囲に前記指21の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に実行させてから、前記把持動作を前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に実行させる。

[0115] この構成によれば、ずらし動作によって対象ワークWaの周囲に指21の進入スペースが形成されるので、周囲のスペースが小さかった対象ワークWaもハンド2によって把持することができる。ずらし動作は、ワークWをずらすだけなので、ハンド2を複雑に動作させたり、ハンド2で対象ワークWaを持ち直したり、ハンド2で周囲ワークWbを把持して移動させたりする

ことに比べて簡便な動作で対象ワークW aの把持を実現することができる。
その結果、ピッキング作業を効率よく行うことができる。ハンド2の動作が簡便なため、迅速な把持にも寄与する。

[0116] [2]

[1]に記載のロボットシステム100において、前記制御装置4は、第1把持動作と前記第1把持動作に比べて高速化された第2把持動作とで前記把持動作を対象ワークW aの周囲のスペースに基づいて切り替え、前記第1把持動作中に前記ずらし動作を前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に実行させる。

[0117] この構成によれば、第2把持動作は、第1把持動作に比べて高速化されているため、対象ワークW aの把持を迅速に実行することができる。一方、第1把持動作は、第2把持動作に比べると、指21がワークWに接触した場合の衝撃が低減される。対象ワークW aの周囲のスペースは、指21で対象ワークW aを円滑に把持できるか否かに影響を与え得る。低衝撃の第1把持動作と高速の第2把持動作とを対象ワークW aの周囲のスペースに基づいて切り替えることによって、指21及びワークWの衝撃を低減しつつ、ピッキング作業を効率よく行うことができる。さらに、第1把持動作にずらし動作が含まれるので、ずらし動作時に指21がワークWに与える衝撃を低減することができる。つまり、ずらし動作では指21が対象ワークW a又は周囲ワークW bに接触し得る。このときロボットアーム11及びハンド2の動作が低速化されているので、指21がワークWに与える衝撃が低減させる。

[0118] [3]

[1]又は[2]に記載のロボットシステム100において、前記ずらし動作は、前記指21を開閉させることなく前記ハンド2をワークWへ接近させる第1ずらし動作と、前記指21を開閉方向へ移動させながら前記ハンド2をワークWへ接近させる第2ずらし動作の少なくとも一方を含む。

[0119] この構成によれば、第1ずらし動作は、第2ずらし動作に比べて動作が簡便であるため、効率のよい把持を実現することができる。一方、第2ずらし

動作は、第1ずらし動作に比べてワークWの移動が促進されるので、様々な状況の対象ワークW aの把持を実現できる。

[0120] [4]

[1]乃至[3]の何れか1つに記載のロボットシステム100において、前記制御装置4は、前記第1把持動作において前記ロボットアーム11及び前記ハンド2にまず前記第1ずらし動作を実行させ、前記第1ずらし動作では前記指21の進入スペースを形成できない場合に前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に前記第2ずらし動作を実行させる。

[0121] この構成によれば、第1ずらし動作が優先され、第1ずらし動作で対応できない場合に第2ずらし動作が実行される。簡便な動作の第1ずらし動作をできるだけ使ってピッキング作業を実行することによって、ピッキング作業の効率をより向上させることができる。第1ずらし動作と第2ずらし動作とを適切に使い分けることによって、ピッキング作業の効率を向上させつつ、様々な状況のワークWの把持を実現することができる。

[0122] [5]

[1]乃至[4]の何れか1つに記載のロボットシステム100において、前記制御装置4は、ワークWに対する前記指21の接触力が所定の力閾値 γ 以下の場合には、前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に前記第1把持動作において前記第1ずらし動作を実行させる一方、ワークWに対する前記指21の接触力が前記力閾値 γ より大きい場合には、前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に前記第1把持動作において前記第2ずらし動作を実行させる。

[0123] この構成によれば、第1把持動作において、指21の接触力が比較的小さい場合には第1ずらし動作が実行され、指21の接触力が比較的大きい場合には第2ずらし動作が実行される。つまり、第1ずらし動作によってワークWが順調にずれている場合には、指21の接触力はあまり増大しない。第1ずらし動作によってワークWが順調にずれない場合には、指21の接触力が増大し得る。指21の接触力が増大した場合には、第1ずらし動作が第2ず

らし動作に切り替えられる。第2ずらし動作により指21の開閉動作が追加されることによって、ワークWのずらしが促進される。

[0124] [6]

[1]乃至[5]の何れか1つに記載のロボットシステム100において、前記ロボットアーム11及び前記ハンド2は、前記第1ずらし動作では対象ワークWaの周囲の周囲ワークWbを前記指21でずらす一方、前記第2ずらし動作では対象ワークWaを前記指21でずらす。

[0125] この構成によれば、第1ずらし動作は周囲ワークWbをずらす一方、第2ずらし動作は対象ワークWaをずらす。つまり、対象ワークWaよりも周囲ワークWbの方が優先的にずらされる。把持の対象は対象ワークWaであるため、対象ワークWaの位置があまり変わらない方が対象ワークWaの適切な把持を実現しやすい。

[0126] [7]

[1]乃至[6]の何れか1つに記載のロボットシステム100において、前記制御装置4は、前記第1把持動作において、ワークWへの前記指21の押付力を制御する力制御を行いながら前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に前記ずらし動作を実行させる。

[0127] この構成によれば、指21及びワークWへ作用する力が管理され、指21及びワークWへ過度な力が作用することが回避される。

[0128] [8]

[1]乃至[7]の何れか1つに記載のロボットシステム100において、前記制御装置4は、前記第1把持動作及び前記第2把持動作のうち前記第2把持動作を前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に優先的に実行させる。

[0129] この構成によれば、迅速に把持できるワークWから先に搬出することができる。つまり、迅速なピッキング作業の観点からは、より多くのワークWを第2把持動作で把持して搬出することが好ましい。第1把持動作では指21がワークWに接触するので、第2把持動作で把持できたはずのワークWが第

2把持動作で把持できない状態となる可能性がある。そこで、複数のワークWの中に第2把持動作で把持できるワークWが存在する間は、第2把持動作で優先的にワークWを把持して搬出することによって、より多くのワークWを第2把持動作で把持して搬出することができる。さらに、ワークWの個数が減少すると、ワークの周囲のスペースが拡大される可能性もある。つまり、第2把持動作で把持できなかったワークWが第2把持動作で把持できるようになる可能性もある。それにより、第2把持動作で把持できるワークWが増加する。その結果、ピッキング作業が全体として迅速に実行される。

[0130] [9]

[1]乃至[8]の何れか1つに記載のロボットシステム100において、前記制御装置4は、対象ワークWa及び対象ワークWaの周囲の周囲ワークWbを含む画像又は三次元情報から対象ワークWaの周囲のスペースを求める。

[0131] この構成によれば、ロボットシステム100は、対象ワークWaの周囲のスペースに関する情報を外部から与えられなくても、画像又は三次元情報から対象ワークWaの周囲のスペースを求めることができる。例えば、対象ワークWaの周囲のスペースに関する情報をユーザがロボットシステム100に入力する必要がないので、ピッキング作業を効率よく行うことができる。

[0132] [10]

[1]乃至[9]の何れか1つに記載のロボットシステム100において、前記指21は、弾性部材によって形成されている。

[0133] この構成によれば、把持動作において指21がワークWに接触したとしても、指21及びワークWに加わる衝撃を低減することができる。

[0134] [11]

ロボット制御方法は、ロボットアーム11と開閉動作を行う複数の指21が設けられ、前記ロボットアーム11に連結されたハンド2とを備えたロボット1を制御するロボット制御方法であって、複数のワークWのうち対象ワークWa及び対象ワークの周囲のワークの少なくとも一方を前記指でずらす

ことによって対象ワークの周囲に前記指の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させることと、前記ずらし動作の後に対象ワークW aを把持する把持動作を前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に実行させることとを含む。

[0135] この構成によれば、ずらし動作によって対象ワークW aの周囲に指21の進入スペースが形成されるので、周囲のスペースが小さかった対象ワークW aもハンド2によって把持することができる。ずらし動作は、ワークWをずらすだけなので、ハンド2を複雑に動作させたり、ハンド2で対象ワークW aを持ち直したり、ハンド2で周囲ワークW bを把持して移動させたりすることに比べて簡便な動作で対象ワークW aの把持を実現することができる。その結果、ピッキング作業を効率よく行うことができる。ハンド2の動作が簡便なため、迅速な把持にも寄与する。

[0136] [12]

ロボット制御プログラム44 aは、ロボットアーム11と開閉動作を行う複数の指21が設けられ、前記ロボットアーム11に連結されたハンド2とを備えたロボット1を制御する機能を制御装置4（コンピュータ）に実現させるためのロボット制御プログラムであって、複数のワークWのうち対象ワークW a及び対象ワークの周囲のワークの少なくとも一方を前記指でずらすことによって対象ワークの周囲に前記指の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させる機能と、前記ずらし動作の後に対象ワークW aを把持する把持動作を前記ロボットアーム11及び前記ハンド2に実行させる機能とを制御装置4に実現させる。

[0137] この構成によれば、ずらし動作によって対象ワークW aの周囲に指21の進入スペースが形成されるので、周囲のスペースが小さかった対象ワークW aもハンド2によって把持することができる。ずらし動作は、ワークWをずらすだけなので、ハンド2を複雑に動作させたり、ハンド2で対象ワークW aを持ち直したり、ハンド2で周囲ワークW bを把持して移動させたりすることに比べて簡便な動作で対象ワークW aの把持を実現することができる。

その結果、ピッキング作業を効率よく行うことができる。ハンド2の動作が簡便なため、迅速な把持にも寄与する。

符号の説明

[0138]	1 0 0	ロボットシステム
	1 1	ロボットアーム
	1	ロボット
	2	ハンド
	2 1	指
	4	制御装置
	4 4 a	ロボット制御プログラム

請求の範囲

[請求項1]

ロボットアームと、

開閉動作を行う複数の指が設けられ、前記ロボットアームに連結されたハンドと、

複数のワークの中から対象ワークを前記ハンドによって把持する把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させる制御装置とを備え、

前記制御装置は、対象ワーク及び対象ワークの周囲のワークの少なくとも一方を前記指でずらすことによって対象ワークの周囲に前記指の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させてから、前記把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させるロボットシステム。

[請求項2]

請求項1に記載のロボットシステムにおいて、

前記制御装置は、第1把持動作と前記第1把持動作に比べて高速化された第2把持動作とで前記把持動作を対象ワークの周囲のスペースに基づいて切り替え、前記第1把持動作中に前記ずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させるロボットシステム。

[請求項3]

請求項2に記載のロボットシステムにおいて、

前記ずらし動作は、前記指を開閉させることなく前記ハンドをワークへ接近させる第1ずらし動作と、前記指を開閉方向へ移動させながら前記ハンドをワークへ接近させる第2ずらし動作との少なくとも一方を含むロボットシステム。

[請求項4]

請求項3に記載のロボットシステムにおいて、

前記制御装置は、前記第1把持動作において前記ロボットアーム及び前記ハンドにまず前記第1ずらし動作を実行させ、前記第1ずらし動作では前記指の進入スペースを形成できない場合に前記ロボットアーム及び前記ハンドに前記第2ずらし動作を実行させるロボットシステム。

- [請求項5] 請求項4に記載のロボットシステムにおいて、
前記制御装置は、ワークに対する前記指の接触力が所定の力閾値以下の場合には、前記ロボットアーム及び前記ハンドに前記第1把持動作において前記第1ずらし動作を実行させる一方、ワークに対する前記指の接触力が前記力閾値より大きい場合には、前記ロボットアーム及び前記ハンドに前記第1把持動作において前記第2ずらし動作を実行させるロボットシステム。
- [請求項6] 請求項3乃至5の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、
前記ロボットアーム及び前記ハンドは、前記第1ずらし動作では対象ワークの周囲のワークを前記指でずらす一方、前記第2ずらし動作では対象ワークを前記指でずらすロボットシステム。
- [請求項7] 請求項2乃至5の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、
前記制御装置は、前記第1把持動作において、ワークへの前記指の押付力を制御する力制御を行いながら前記ロボットアーム及び前記ハンドに前記ずらし動作を実行させるロボットシステム。
- [請求項8] 請求項1乃至5の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、
前記制御装置は、前記第1把持動作及び前記第2把持動作のうち前記第2把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに優先的に実行させるロボットシステム。
- [請求項9] 請求項1乃至5の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、
前記制御装置は、対象ワーク及び対象ワークの周囲のワークを含む画像又は三次元情報から対象ワークの周囲のスペースを求めるロボットシステム。
- [請求項10] 請求項1乃至5の何れか1つに記載のロボットシステムにおいて、
前記指は、弾性部材によって形成されているロボットシステム。
- [請求項11] ロボットアームと開閉動作を行う複数の指が設けられ、前記ロボットアームに連結されたハンドとを備えたロボットを制御するロボット制御方法であって、

複数のワークのうち対象ワーク及び対象ワークの周囲のワークの少なくとも一方を前記指でずらすことによって対象ワークの周囲に前記指の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させることと、

前記ずらし動作の後に対象ワークを把持する把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させることとを含むロボット制御方法。

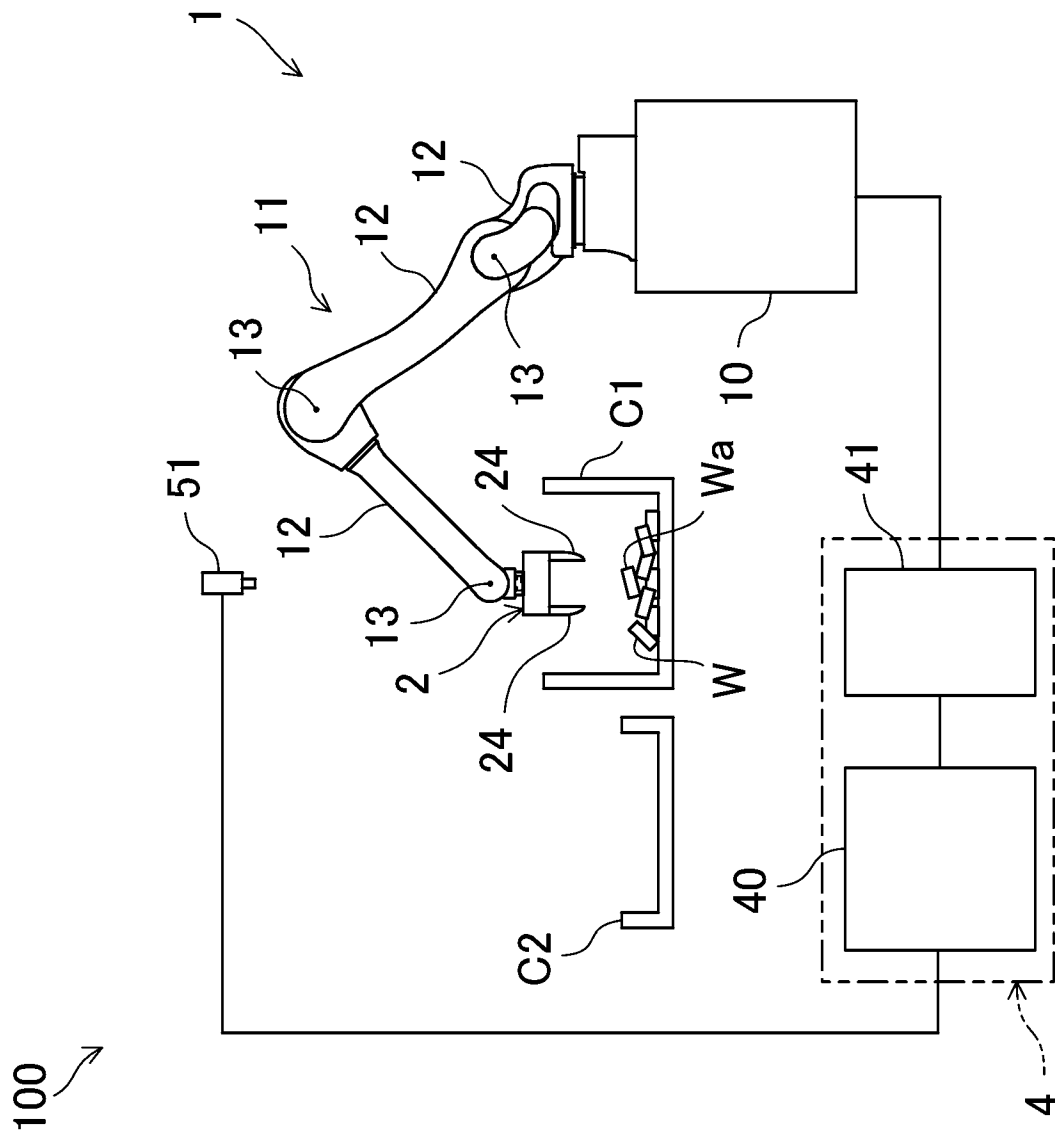
[請求項12]

ロボットアームと開閉動作を行う複数の指が設けられ、前記ロボットアームに連結されたハンドとを備えたロボットを制御する機能をコンピュータに実現させるためのロボット制御プログラムであって、

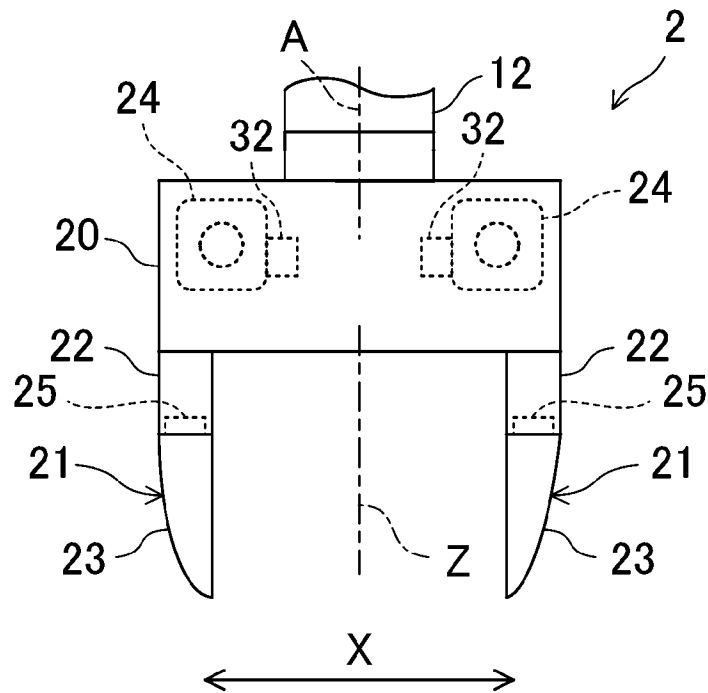
複数のワークのうち対象ワーク及び対象ワークの周囲のワークの少なくとも一方を前記指でずらすことによって対象ワークの周囲に前記指の進入スペースを形成するずらし動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させる機能と、

前記ずらし動作の後に対象ワークを把持する把持動作を前記ロボットアーム及び前記ハンドに実行させる機能とをコンピュータに実現させるためのロボット制御プログラム。

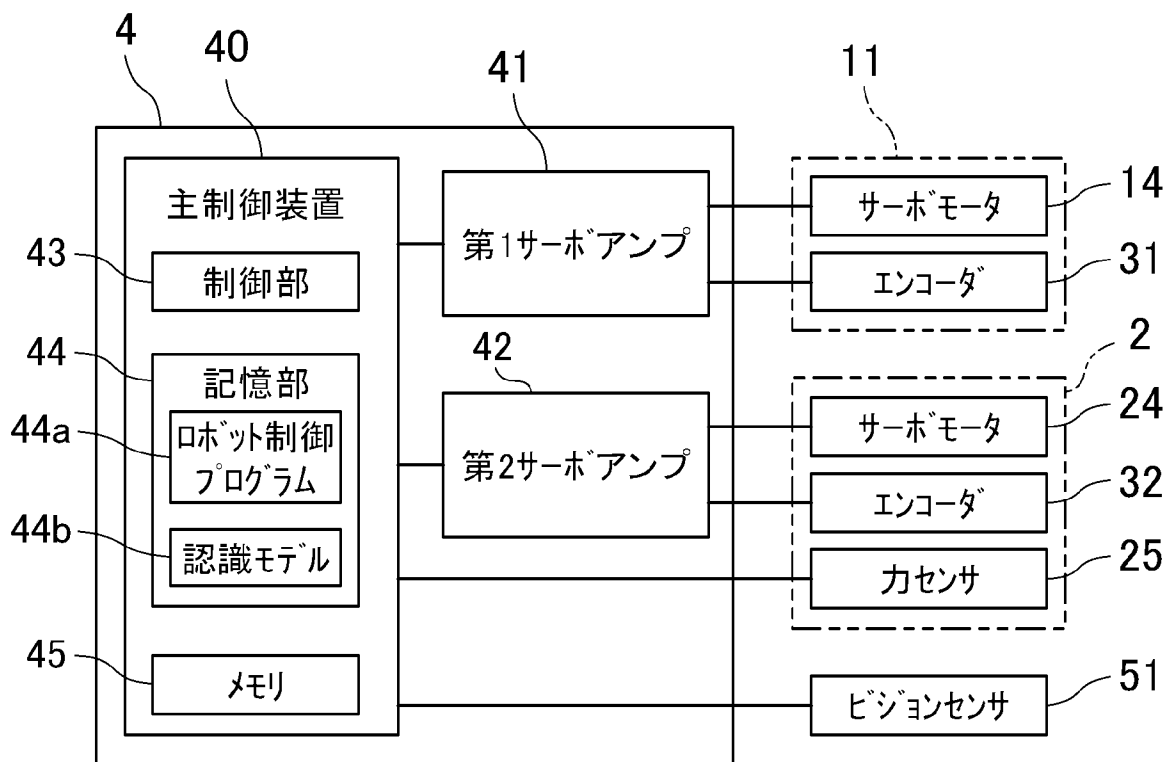
[図1]



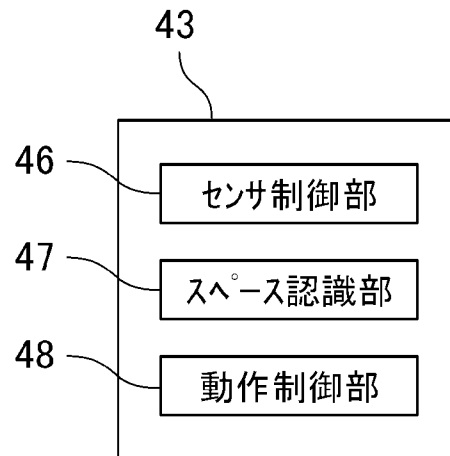
[図2]



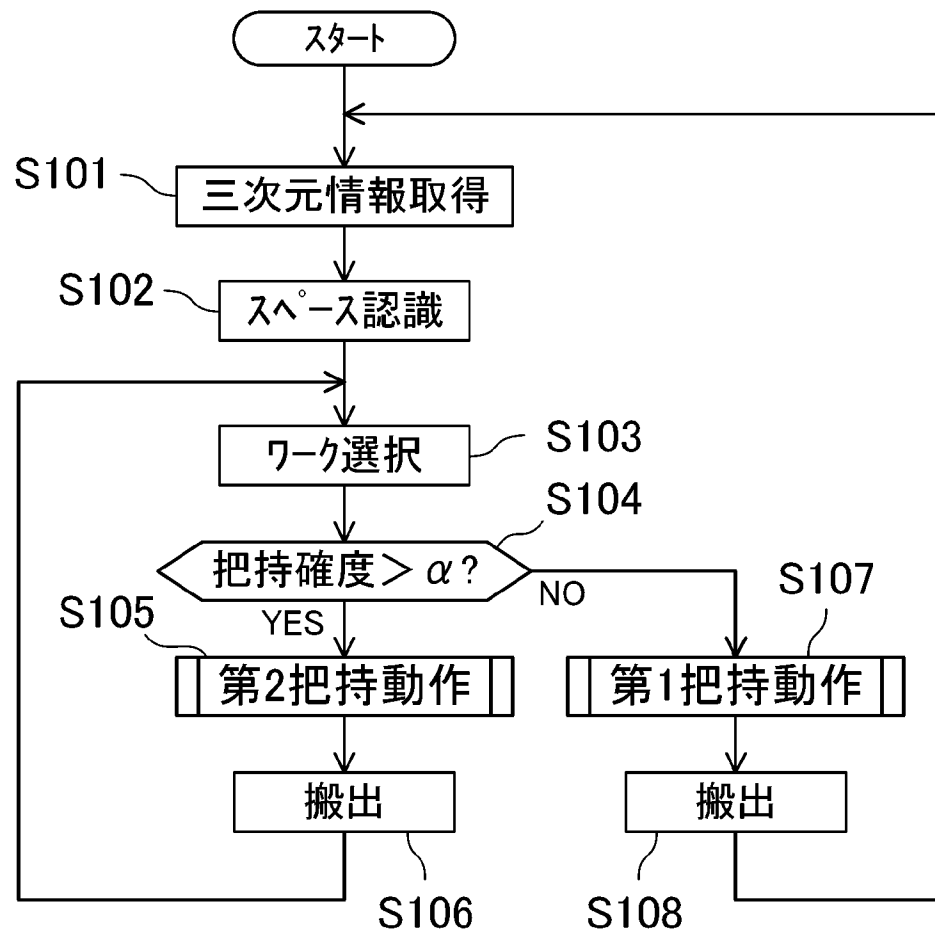
[図3]



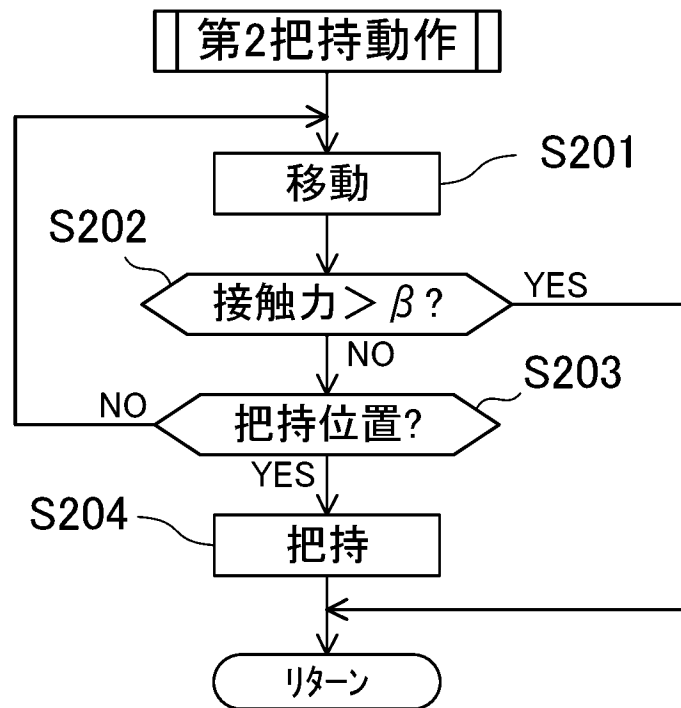
[図4]



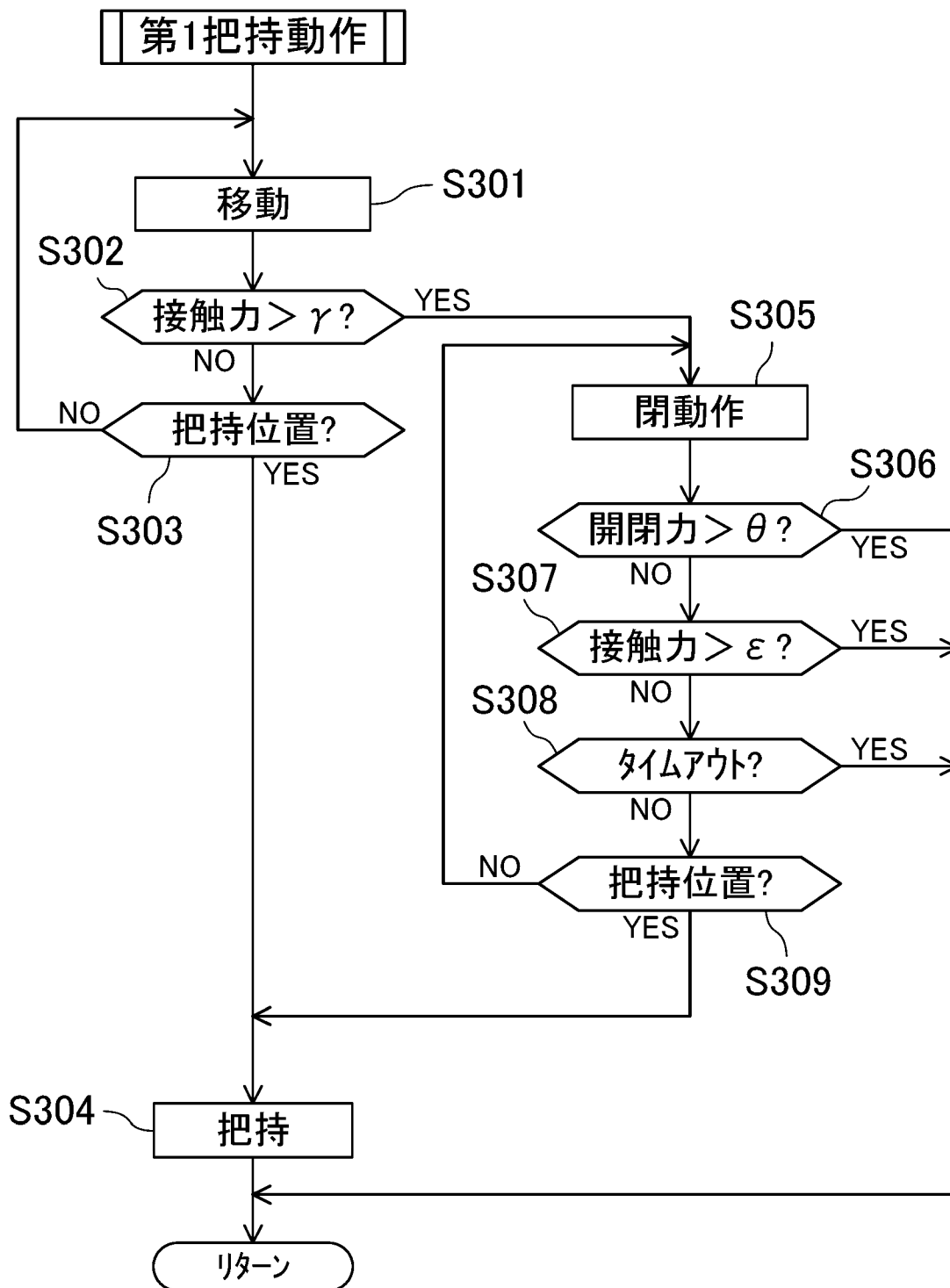
[図5]



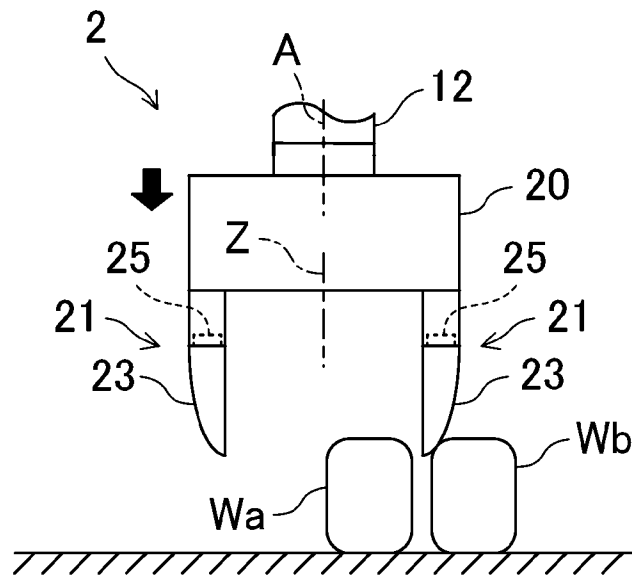
[図6]



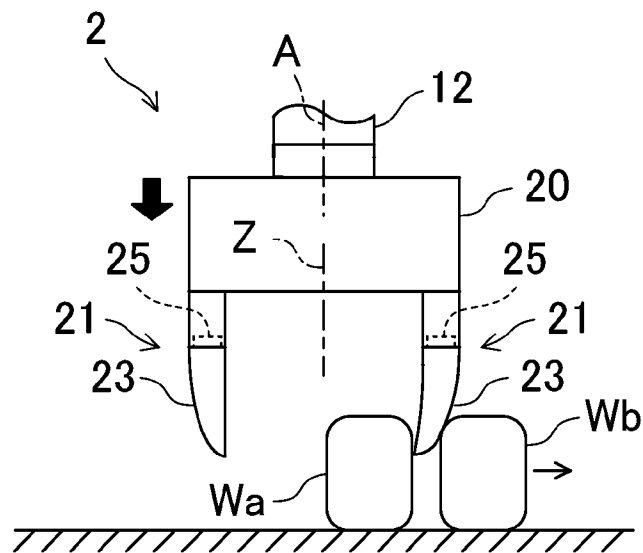
[図7]



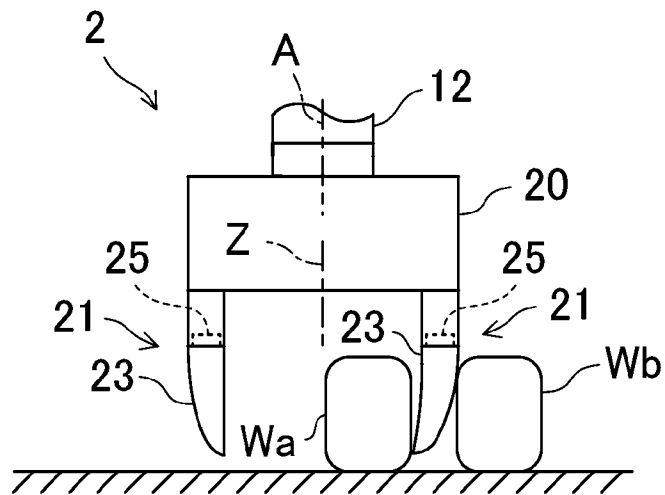
[図8]



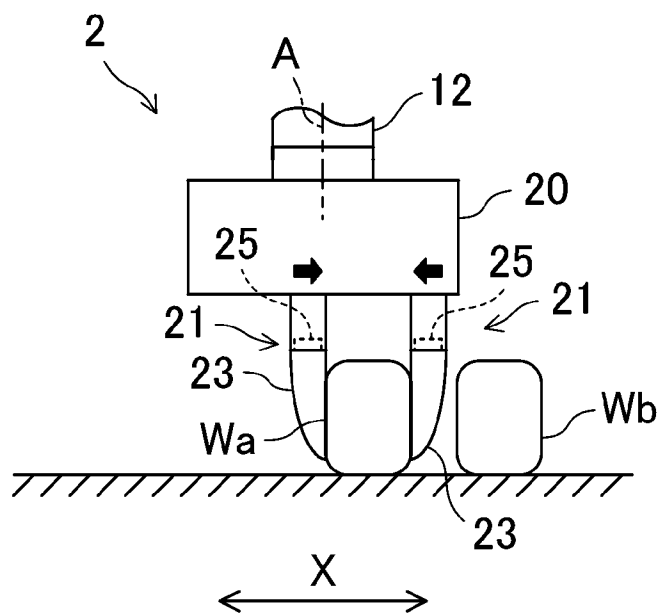
[図9]



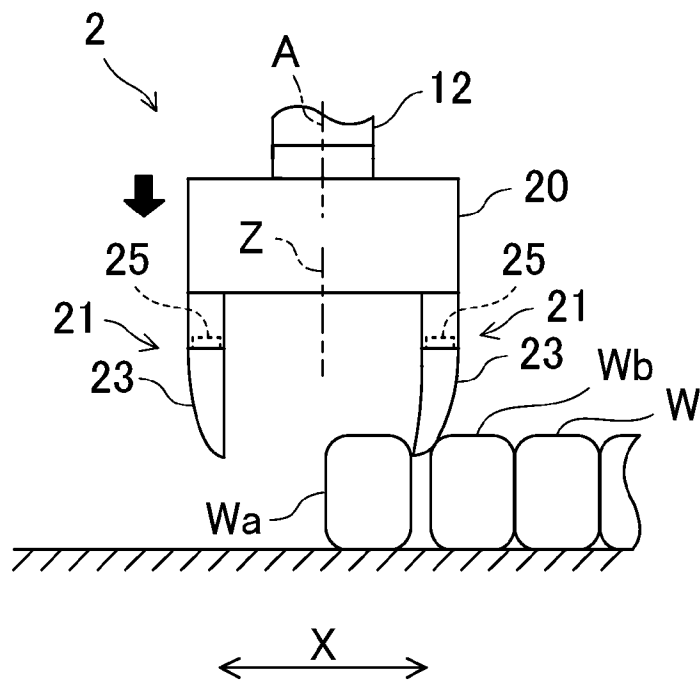
[図10]



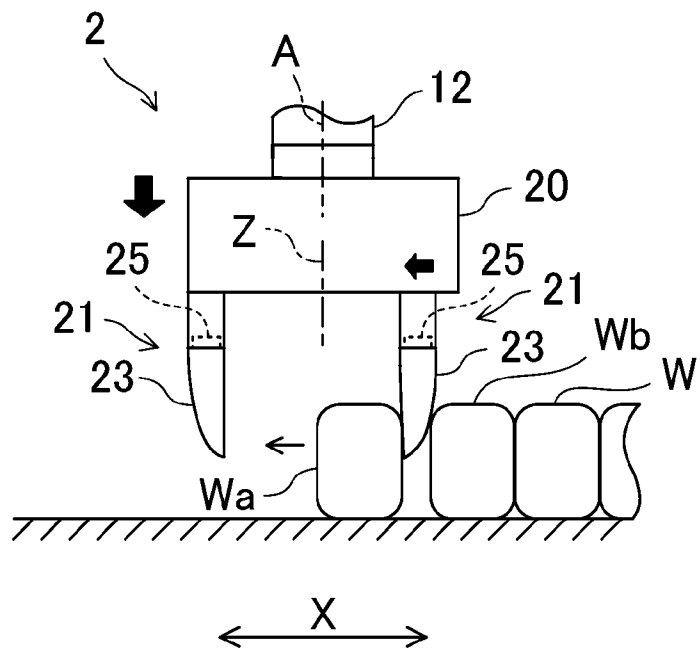
[図11]



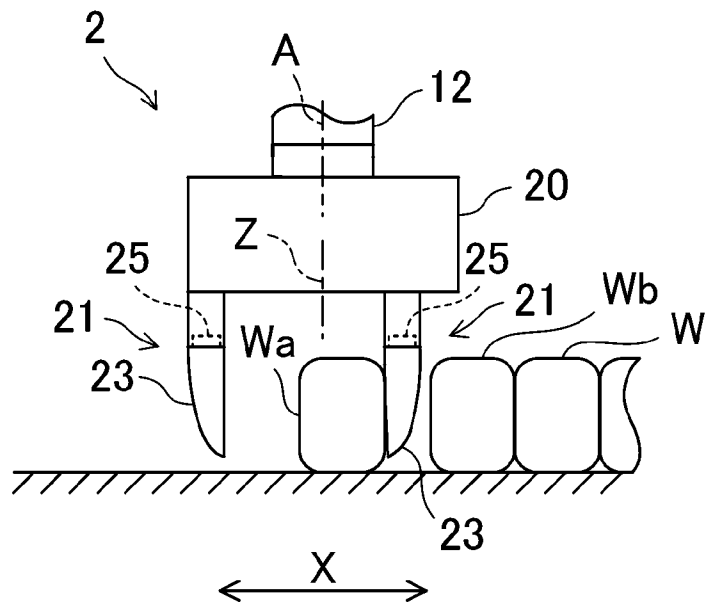
[図12]



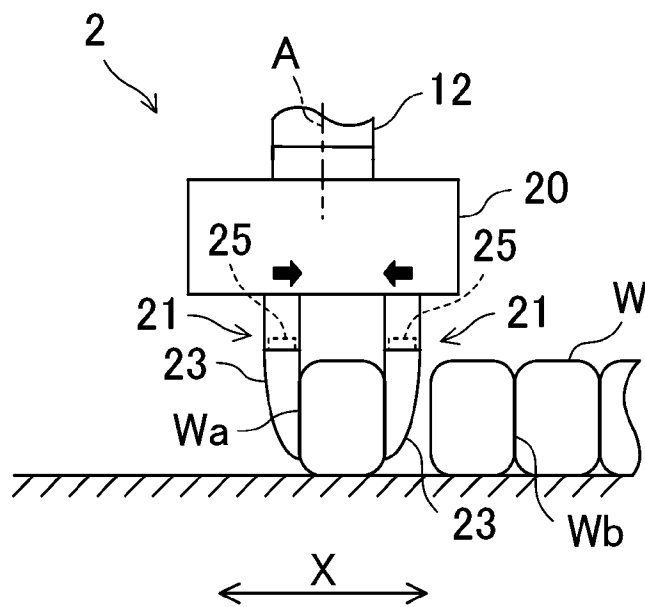
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/026760

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 13/08**(2006.01)i

FI: B25J13/08 A

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)

B25J13/08

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.
X	JP 2009-125879 A (FANUC LTD) 11 June 2009 (2009-06-11) paragraphs [0028]-[0031], fig. 11-13	1, 11-12
X	JP 2001-179669 A (MEIDENSHA CORP) 03 July 2001 (2001-07-03) paragraphs [0010]-[0016], fig. 1-8	1, 9, 11-12
X	JP 2011-115930 A (YASKAWA ELECTRIC CORP) 16 June 2011 (2011-06-16) paragraphs [0019]-[0032], fig. 1-11	1, 9, 11-12
X	JP 2020-082253 A (THK CO LTD) 04 June 2020 (2020-06-04) paragraphs [0031]-[0039], fig. 9-13	1, 9, 11-12
X	JP 2008-149444 A (YASKAWA ELECTRIC CORP) 03 July 2008 (2008-07-03) paragraphs [0016]-[0019], [0023], fig. 1-4, 11	1, 10-12
A	JP 09-323281 A (SHINKO ELECTRIC CO LTD) 16 December 1997 (1997-12-16) entire text, all drawings	1-12



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

12 September 2022

Date of mailing of the international search report

20 September 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

International application No.

PCT/JP2022/026760**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-023185 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 04 February 2010 (2010-02-04) entire text, all drawings	1-12
A	EP 1340700 A1 (FERRARI & CIGARINI S.R.L.) 03 September 2003 (2003-09-03) entire text, all drawings	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/026760

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2009-125879	A	11 June 2009	(Family: none)	
JP	2001-179669	A	03 July 2001	(Family: none)	
JP	2011-115930	A	16 June 2011	US 2011/0098859 A1 paragraphs [0028]-[0053], fig. 1-11	
				EP 2314425 A2	
				CN 102049778 A	
JP	2020-082253	A	04 June 2020	US 2022/0009092 A1 paragraphs [0066]-[0075], fig. 9-13	
				WO 2020/105295 A1	
				DE 112019005825 T5	
				CN 113165187 A	
JP	2008-149444	A	03 July 2008	US 2010/0010670 A1 paragraphs [0038]-[0047], [0072], fig. 1-4, 11	
				WO 2008/123271 A1	
				TW 200902259 A	
JP	09-323281	A	16 December 1997	(Family: none)	
JP	2010-023185	A	04 February 2010	(Family: none)	
EP	1340700	A1	03 September 2003	IT MO20020050 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 13/08(2006.01)i FI: B25J13/08 A										
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）） B25J13/08 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								
X	JP 2009-125879 A（ファナック株式会社）11.06.2009（2009-06-11） 段落[0028]-[0031]，図11-13	1, 11-12								
X	JP 2001-179669 A（株式会社明電舎）03.07.2001（2001-07-03） 段落[0010]-[0016]，図1-8	1, 9, 11-12								
X	JP 2011-115930 A（株式会社安川電機）16.06.2011（2011-06-16） 段落[0019]-[0032]，図1-11	1, 9, 11-12								
X	JP 2020-082253 A（THK株式会社）04.06.2020（2020-06-04） 段落[0031]-[0039]，図9-13	1, 9, 11-12								
X	JP 2008-149444 A（株式会社安川電機）03.07.2008（2008-07-03） 段落[0016]-[0019]，[0023]，図1-4，11	1, 10-12								
A	JP 09-323281 A（神鋼電機株式会社）16.12.1997（1997-12-16） 全文、全図	1-12								
A	JP 2010-023185 A（国立大学法人東京工業大学）04.02.2010（2010-02-04） 全文、全図	1-12								
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 12.09.2022		国際調査報告の発送日 20.09.2022								
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） 白井 卓巳 3U 4550 電話番号 03-3581-1101 内線 3364								

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	EP 1340700 A1 (FERRARI & CIGARINI S.R.L.) 03.09.2003 (2003 - 09 - 03) 全文、全図	1-12

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/JP2022/026760

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2009-125879	A	11.06.2009	(ファミリーなし)	
JP	2001-179669	A	03.07.2001	(ファミリーなし)	
JP	2011-115930	A	16.06.2011	US 2011/0098859	A1
				段落[0028]-[0053], FIGS. 1-11	
				EP 2314425	A2
				CN 102049778	A
JP	2020-082253	A	04.06.2020	US 2022/0009092	A1
				段落[0066]-[0075], FIGS. 9-13	
				WO 2020/105295	A1
				DE 112019005825	T5
				CN 113165187	A
JP	2008-149444	A	03.07.2008	US 2010/0010670	A1
				段落[0038]-[0047], [0072], Figs. 1-4, 11	
				WO 2008/123271	A1
				TW 200902259	A
JP	09-323281	A	16.12.1997	(ファミリーなし)	
JP	2010-023185	A	04.02.2010	(ファミリーなし)	
EP	1340700	A1	03.09.2003	IT M020020050	A1