(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10月15日(15.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/209333 A1

(51) 国際特許分類:
B65G 59/02 (2006.01)　*B25J 15/08* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2020/015970

(22) 国際出願日：　2020年4月9日(09.04.2020)

(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 2019-074447　2019年4月9日(09.04.2019)　JP

(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).

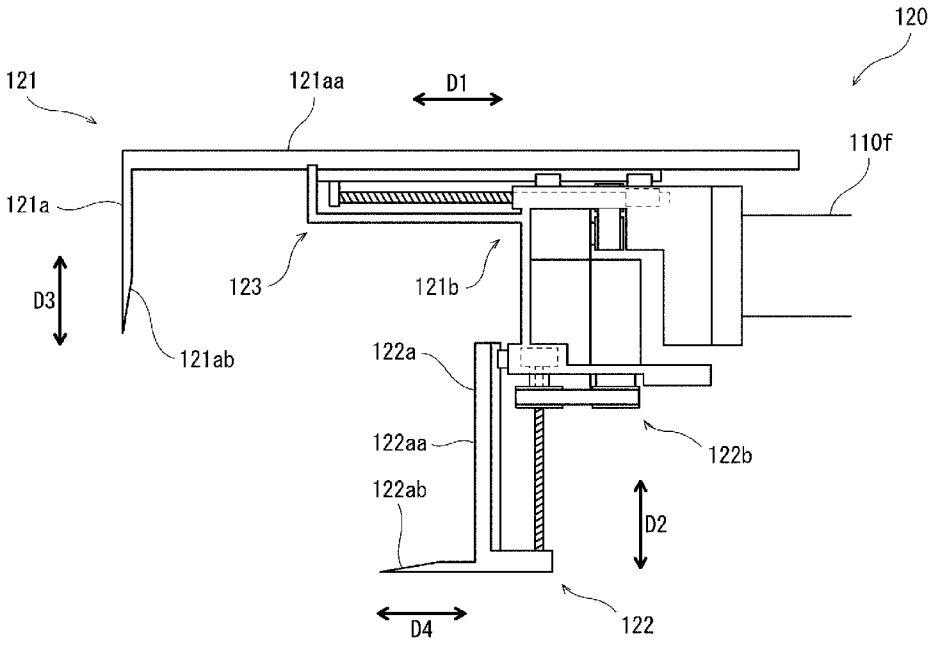
(72) 発明者：東 健太郎(**AZUMA, Kentaro**). 石崎 敬之(**ISHIZAKI, Takayuki**). 吉田 将崇(**YOSHIDA, Masataka**). 岡 光信(**OKA, Mitsunobu**). 鎌田 智志(**KAMATA, Satoshi**).

(74) 代理人：特許業務法人 有古特許事務所 (**PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE**)；〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町１２３番地の１ 貿易ビル３階 Hyogo (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,

(54) **Title:** ROBOT HAND, ROBOT, AND ROBOT SYSTEM

(54) 発明の名称： ロボットハンド、ロボット及びロボットシステム



(57) **Abstract:** A robot hand (120, 120A, 120B) for grasping an article is provided with a first grasping part (121, 121A) having a first claw (121ab), a second grasping part (122, 122A) for grasping the article by holding the article together with the first claw, and a first drive device (121b) for moving at least one of the first claw and the second grasping part in a first direction for bringing closer or separating the first claw and the second grasping part, the first claw having a shape allowing for insertion into a gap between articles placed next to each other.

WO 2020/209333 A1

［続葉有］

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, 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))

(57) 要約:物品を把持するロボットハンド(１２０;１２０Ａ;１２０Ｂ)は、第一爪部(１２１ａｂ)を有する第一把持部(１２１;１２１Ａ)と、前記第一爪部と共に物品を挟持することで前記物品を把持する第二把持部(１２２;１２２Ａ)と、前記第一爪部と前記第二把持部とを接近させる又は離す第一方向に、前記第一爪部及び前記第二把持部の少なくとも一方を移動させる第一駆動装置(１２１ｂ)とを備え、前記第一爪部は、隣り合って配置された前記物品間の隙間に挿入可能である形状を有する。

明　細　書

発明の名称 ： ロボットハンド、ロボット及びロボットシステム

技術分野

[0001] 本開示は、ロボットハンド、ロボット及びロボットシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、物品を移載する移載ロボットが知られている。例えば、特許文献１は、段ボールケース等の直方体の物品を移載する移載ロボット用のロボットハンドを開示している。このロボットハンドは、水平な下爪と、下爪に対向し上下に移動する水平な上爪と、下爪上を水平に移動する押出部材とを有する。ロボットハンドは、下爪と上爪との間で物品を挟持した状態でロボットアームにより所定の位置近傍に移動され、押出部材により物品を押し出して、物品を所定の位置に移載するように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平１０－２５０２９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、隣接して配置された複数の物品が、搬出のために移載される場合がある。これら物品は、物品間の隙間がない又は小さい状態で配置される場合がある。さらに、直方体状の物品の場合、物品の６面のうち隣接する２面又は３面しか露出していない場合が多い。このような物品を、特許文献１のロボットハンドを用いて取り出すことは困難である。

[0005] そこで、本開示は、隣接して配置された物品の容易な取り出しを可能にするロボットハンド、ロボット及びロボットシステ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

[0006] 上記目的を達成するために、本開示の一態様に係るロボットハンドは、物

品を把持するロボットハンドであって、第一爪部を有する第一把持部と、前記第一爪部と共に物品を挟持することで前記物品を把持する第二把持部と、前記第一爪部と前記第二把持部とを接近させる又は離す第一方向に、前記第一爪部及び前記第二把持部の少なくとも一方を移動させる第一駆動装置とを備え、前記第一爪部は、隣り合って配置された前記物品間の隙間に挿入可能である形状を有する。

[0007] 本開示の一態様に係るロボットは、本開示の一態様に係るロボットハンドと、前記ロボットハンドと接続されたロボットアームと、前記ロボットハンド及び前記ロボットアームの動作を制御する制御装置とを備える。

[0008] 本開示の一態様に係るロボットシステムは、本開示の一態様に係るロボットと、前記ロボットを操作するための操作装置とを備える。

発明の効果

[0009] 本開示の技術によれば、隣接して配置された物品を容易に取り出すことが可能になる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、実施の形態に係るロボットシステムの構成の一例を示す図である。

[図2]図２は、実施の形態に係るロボットの構成の一例を示す斜視図である。

[図3]図３は、実施の形態に係るロボットハンドの構成の一例を示す側面図である。

[図4]図４は、実施の形態に係るロボットハンドの第一把持部の構成の一例を示す側面図である。

[図5]図５は、実施の形態に係るロボットハンドの第二把持部の構成の一例を示す側面図である。

[図6]図６は、実施の形態に係る制御装置の機能的な構成の一例を示すブロック図である。

[図7]図７は、実施の形態に係る制御装置及び各駆動装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図8]図８は、実施の形態に係るロボットシステムの第一の動作の１つを示す側面図である。

[図9]図９は、実施の形態に係るロボットシステムの第一の動作の１つを示す側面図である。

[図10]図１０は、実施の形態に係るロボットシステムの第一の動作の１つを示す側面図である。

[図11]図１１は、実施の形態に係るロボットシステムの第一の動作の１つを示す側面図である。

[図12]図１２は、実施の形態に係るロボットシステムの第一の動作の１つを示す側面図である。

[図13]図１３は、実施の形態に係るロボットシステムの第一の動作の１つを示す側面図である。

[図14]図１４は、実施の形態に係るロボットシステムの第二の動作の１つを示す側面図である。

[図15]図１５は、実施の形態に係るロボットシステムの第二の動作の１つを示す側面図である。

[図16]図１６は、変形例１に係るロボットハンドの構成の一例を示す側面図である。

[図17]図１７は、変形例１に係るロボットハンドの構成の一例を示す上面図である。

[図18]図１８は、変形例２に係るロボットハンドの構成の一例を示す側面図である。

[図19]図１９は、変形例２に係るロボットシステムの第二の動作の１つを示す側面図である。

[図20]図２０は、変形例２に係るロボットシステムの第二の動作の１つを示す側面図である。

[図21]図２１は、変形例２に係るロボットシステムの第二の動作の１つを示す側面図である。

[図22]図２２は、変形例２に係るロボットシステムの第二の動作の１つを示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下において、本開示の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また、添付の図面における各図は、模式的な図であり、必ずしも厳密に図示されたものでない。さらに、各図において、実質的に同一の構成要素に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化される場合がある。

[0012] ＜ロボットシステム１＞

図１は、実施の形態に係るロボットシステム１の構成の一例を示す図である。図１に示すように、本実施の形態では、ロボットシステム１は、ロボット１００を用いて物品Ａを搬送するシステムである。例えば、ロボット１００は、搬送装置等によって搬送されてきた物品Ａを所定の場所に載置し積み上げることができる。また、ロボット１００は、所定の場所に積み上げられた物品Ａの山から物品Ａを取り出し、他の装置等に載置する。以下において、ロボット１００が搬送する物品Ａは、直方体状の段ボールケースであるとして説明するが、これに限定されない。搬送対象の物品は、後述するロボットハンド１２０が把持することができる物体であればよく、例えば、所定の形状を有する他の物体であってもよく、岩石等の所定の形状を有しない物体であってもよい。

[0013] ロボットシステム１は、ロボット１００と、ロボット１００を操作するための操作装置２１０とを備える。操作装置２１０は、ロボット１００から離れて配置され、オペレータＰは、操作装置２１０への入力を行うことによって、ロボット１００を遠隔操作することができる。さらに、ロボットシステム１は、ロボット１００の動作状態を撮像する撮像装置２２０と、撮像装置

２２０で撮像された情報を出力する出力装置２３０とを備える。さらに、ロボットシステム１は、ロボット１００のロボットアーム１１０が固定される搬送車２４０を備える。これに限定されないが、本実施の形態では、搬送車２４０は、電力を動力源とし、搬送車２４０を駆動するサーボモータを有する。例えば、搬送車２４０はＡＧＶ（無人搬送車：Automated Guided Vehicle）であってもよい。

[0014] また、ロボットシステム１は、搬送車２４０にコンベヤロボット２５０を備える。コンベヤロボット２５０は、ロボット１００によって搬送ベルト面上に載置された物品Ａをベルトコンベヤ３００等の他の装置に搬送する。また、コンベヤロボット２５０は、他の装置から物品Ａを受け取り、ロボット１００に搬送する。コンベヤロボット２５０は、ベルトコンベヤであるコンベヤ２５１と、搬送車２４０上でコンベヤ２５１を支持するアーム２５２とを備え、アーム２５２を用いて、コンベヤ２５１を任意の位置及び姿勢にすることができる。これに限定されないが、本実施の形態では、コンベヤ２５１及びアーム２５２はそれぞれ、電力を動力源とし、これらを駆動する電気モータとしてサーボモータを有する。なお、ロボットシステム１の上記の構成要素の全てが必須ではない。

[0015] ＜ロボット１００＞

図１に示すように、ロボット１００は、ロボットアーム１１０と、ロボットアーム１１０の先端に取り付けられるロボットハンド１２０と、ロボットアーム１１０及びロボットハンド１２０の動作を制御する制御装置１３０とを備える。本実施の形態では、ロボット１００は、垂直多関節型ロボットとして構成されるが、これに限定されない。

[0016] ＜操作装置２１０＞

図１に示すように、操作装置２１０は、オペレータＰによって入力される指令に基づきロボット１００、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０を遠隔操作する。操作装置２１０の具体的な構成は特に限定されないが、操作装置２１０はオペレータＰによる入力を受け付ける入力装置を備える。入力

装置の例は、ハンドル、レバー、ペダル、ボタン、タッチパネル、マイク及びカメラ等であるが、これらに限定されない。操作装置２１０は、入力装置を介して入力された操作に対応する指令を制御装置１３０に出力する。操作装置２１０は、有線通信又は無線通信を介して制御装置１３０と接続される。有線通信及び無線通信の形式はいかなる形式であってもよい。

[0017] 操作装置２１０は、オペレータＰによって入力される手動操作の各操作に対応する指令を制御装置１３０に出力してもよい。又は、操作装置２１０は、オペレータＰによって入力される自動操作の操作内容に対応する指令を制御装置１３０に出力してもよい。例えば、操作装置２１０は、入力される指令として、ハンドル又はレバー等の変位、方向、速度及び操作力等を受け付けてもよく、ボタンの押し下げを受け付けてもよく、タッチパネルの画面への接触、接触軌跡及び接触圧等を受け付けてもよく、スピーカによって集音される音声信号を受け付けてよく、カメラによって撮像されたオペレータＰの画像の解析結果を受け付けてもよい。操作力は、オペレータＰによってハンドル又はレバー等に加えられる力である。接触圧は、タッチパネルへの指等の押し付け力である。オペレータＰの画像の解析結果は、オペレータＰのジェスチャ等が示す指令を含む。

[0018] ＜撮像装置２２０＞

図１に示すように、撮像装置２２０は、ロボット１００、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０の動作状態を撮像し、撮像した画像の信号を出力装置２３０に出力する。撮像装置２２０によって撮像される画像は、静止画であってもよく動画であってもよい。撮像装置２２０の例は、デジタルカメラ及びデジタルビデオカメラである。撮像装置２２０は、有線通信又は無線通信を介して操作装置２１０及び出力装置２３０と接続される。撮像装置２２０は、操作装置２１０に入力される指令に従って、撮像の実行及び停止、並びに、撮像方向の変更等の動作を行ってもよい。

[0019] ＜出力装置２３０＞

図１に示すように、出力装置２３０は、撮像装置２２０から取得される画

像の信号を画像として出力しオペレータＰに表示する表示装置である。出力装置２３０の例は、液晶ディスプレイ（Liquid Crystal Display）及び有機又は無機ＥＬディスプレイ（Electro-Luminescence Display）であるが、これらに限定されない。出力装置２３０は、制御装置１３０によって出力される操作等のための画像を表示してもよい。

[0020] ＜ロボット１００の詳細な構成＞

［ロボットアーム１１０の構成］

ロボット１００のロボットアーム１１０の詳細な構成を説明する。図２は、実施の形態に係るロボット１００の構成の一例を示す斜視図である。図２に示すように、ロボット１００のロボットアーム１１０は、その基端部で搬送車２４０に固定されている。ロボットアーム１１０の先端部には、ロボットハンド１２０が接続されている。多関節型のロボットアーム１１０は、６つの関節軸ＪＴ１～ＪＴ６と、これらの関節軸によって順次連結される６つのリンク１１０ａ～１１０ｆとを有する。さらに、ロボットアーム１１０は、関節軸ＪＴ１～ＪＴ６それぞれを回転駆動するアーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６を有している。アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の動作は、制御装置１３０によって制御される。これに限定されないが、本実施の形態では、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６はそれぞれ、電力を動力源とし、これらを駆動する電気モータとしてサーボモータを有する。なお、ロボットアーム１１０の関節軸の数量は、６つに限定されず、７つ以上であってもよく、１つ以上５つ以下であってもよい。

[0021] 関節軸ＪＴ１は、搬送車２４０の基台２４１の上面とリンク１１０ａの基端部とを、当該上面に垂直である鉛直方向の軸周りに回転可能に連結する。関節軸ＪＴ２は、リンク１１０ａの先端部とリンク１１０ｂの基端部とを、水平方向の軸周りに回転可能に連結する。関節軸ＪＴ３は、リンク１１０ｂの先端部とリンク１１０ｃの基端部とを、水平方向の軸周りに回転可能に連結する。関節軸ＪＴ４は、リンク１１０ｃの先端部とリンク１１０ｄの基端部とを、リンク１１０ｃの長手方向の軸周りに回転可能に連結する。関節軸

ＪＴ５は、リンク１１０ｄの先端部とリンク１１０ｅの基端部とを、リンク１１０ｄの長手方向と直交する方向の軸周りに回転可能に連結する。関節軸ＪＴ６は、リンク１１０ｅの先端部とリンク１１０ｆの基端部とを、リンク１１０ｅに対する捻れ回転可能に連結する。リンク１１０ｆの先端部にロボットハンド１２０が取り付けられる。

[0022] ［ロボットハンド１２０の構成］

ロボット１００のロボットハンド１２０の詳細な構成を説明する。図３は、実施の形態に係るロボットハンド１２０の構成の一例を示す側面図である。図４は、実施の形態に係るロボットハンド１２０の第一把持部１２１の構成の一例を示す側面図である。図５は、実施の形態に係るロボットハンド１２０の第二把持部１２２の構成の一例を示す側面図である。

[0023] 図３に示すように、ロボットハンド１２０は、第一把持部１２１と、第二把持部１２２と、ベース１２３とを備える。ベース１２３は、ロボットアーム１１０のリンク１１０ｆの先端部に取り付けられる。第一把持部１２１及び第二把持部１２２は、ベース１２３に取り付けられ、ベース１２３によって支持される。なお、リンク１１０ｆは、後述するように第一方向Ｄ１に移動可能である第一把持部材１２１ａと干渉しないように、第一把持部材１２１ａに対して第二方向Ｄ２にずらした状態でベース１２３と接続されることが好ましい。

[0024] 図３及び図４に示すように、第一把持部１２１は第一把持部材１２１ａと第一駆動装置１２１ｂとを有する。第一把持部材１２１ａは、第一方向Ｄ１ａ及びＤ１ｂに移動可能に設けられ、ベース１２３によって支持される。第一把持部材１２１ａは、ベース１２３から第一方向Ｄ１ａに延びる第一本体部１２１ａａと、第一本体部１２１ａａの先端から第一方向Ｄ１ａと交差する第三方向Ｄ３ａに延びる第一爪部１２１ａｂとを一体的に含む。

[0025] 第一方向Ｄ１ａ及びＤ１ｂは、互いに反対の方向である。方向Ｄ１ａはベース１２３から離れる方向であり、方向Ｄ１ｂはベース１２３に接近する方向である。第一方向Ｄ１ａ及びＤ１ｂを区別しない場合「第一方向Ｄ１」と

呼ぶこともある。第三方向Ｄ３ａ及びＤ３ｂは、互いに反対の方向である。方向Ｄ３ａは、第一本体部１２１ａａから離れる方向であり、方向Ｄ３ｂは、第一本体部１２１ａａに接近する方向である。第三方向Ｄ３ａ及びＤ３ｂを区別しない場合「第三方向Ｄ３」と呼ぶこともある。本実施の形態では、第一方向Ｄ１ａ及びＤ１ｂと第三方向Ｄ３ａ及びＤ３ｂとは略垂直であるが、これに限定されない。

[0026] 第一爪部１２１ａｂは、隣り合う物品間の隙間、及び／又は、物品と床面との隙間に挿入可能な形状を有する。本実施の形態では、第一本体部１２１ａａ及び第一爪部１２１ａｂは、板状の外形を有し、例えば、板で構成されてもよく、当該外形を形成する枠で構成されてもよい。第一爪部１２１ａｂは、その先端に向かって先細になるテーパ形状を有する。例えば、第一方向Ｄ１での第一爪部１２１ａｂの厚さが先細になる。また、第一方向Ｄ１及び第三方向Ｄ３と垂直な奥行方向での第一爪部１２１ａｂの幅は略一定であるが先細になってもよい。

[0027] また、第一本体部１２１ａａは、第一方向Ｄ１に延びる帯状の凸部１２１ａｃを含み、凸部１２１ａｃは、ベース１２３に設けられたガイド部１２３ａの溝と第一方向Ｄ１にスライド可能に係合している。第一把持部材１２１ａは、凸部１２１ａｃ及びガイド部１２３ａを介して、ベース１２３によって支持され且つ第一方向Ｄ１の移動の案内を受ける。

[0028] 第一駆動装置１２１ｂは、第一アクチュエータ１２１ｃと第一駆動機構１２１ｄとを有する。第一駆動装置１２１ｂは、第一アクチュエータ１２１ｃが発生する駆動力によって、第一把持部材１２１ａを第一方向Ｄ１に移動させる。これに限定されないが、本実施の形態では、第一アクチュエータ１２１ｃは、電力を動力源とし、これを駆動する電気モータとしてサーボモータを有する。第一アクチュエータ１２１ｃは、ロボット１００、ロボット１００の電力供給源又はその他の電力供給源等から電力の供給を受けてもよい。第一駆動機構１２１ｄは、第一アクチュエータ１２１ｃの回転駆動力を直線駆動力に変換し第一把持部材１２１ａに伝達する。第一駆動機構１２１ｄは

、ねじ軸１２１ｄａと、ナット１２１ｄｂと、減速機１２１ｄｃと、プーリ１２１ｄｄ及び１２１ｄｅと、無端ベルト１２１ｄｆとを含む。

[0029] ねじ軸１２１ｄａは、第一本体部１２１ａａに固定され且つ第一方向Ｄ１に延びる。ねじ軸１２１ｄａ及びナット１２１ｄｂはボールねじを構成し、ナット１２１ｄｂのねじ穴のねじ溝は、ねじ軸１２１ｄａの外周面のねじ溝とボール（図示せず）を介して螺合する。ナット１２１ｄｂは、ねじ軸１２１ｄａの軸心周りに回転可能であるが第一方向Ｄ１に移動しないように、ベース１２３に固定されている。プーリ１２１ｄｅは、ナット１２１ｄｂと一体に回転するようにナット１２１ｄｂと連結されている。無端ベルト１２１ｄｆは、プーリ１２１ｄｄ及び１２１ｄｅに掛け渡される。プーリ１２１ｄｄ及び１２１ｄｅ、並びにナット１２１ｄｂは、第一方向Ｄ１の軸周りに回転する。

[0030] 減速機１２１ｄｃは、第一アクチュエータ１２１ｃの回転駆動力の回転速度を減速して当該回転駆動力をナット１２１ｄｂに伝達する。具体的には、減速機１２１ｄｃは、第三方向Ｄ３の軸周りの第一アクチュエータ１２１ｃの回転駆動力を、第一方向Ｄ１の軸周りの回転駆動力に変えて、プーリ１２１ｄｄに伝達する。

[0031] 上記構成により、第一アクチュエータ１２１ｃが発生する一方向の回転駆動力は、ナット１２１ｄｂを一方向に回転させ、それにより、ねじ軸１２１ｄａ及び第一把持部材１２１ａを一緒に第一方向Ｄ１ａに移動させる。第一アクチュエータ１２１ｃが発生する反対方向の回転駆動力は、ナット１２１ｄｂを反対方向に回転させ、それにより、ねじ軸１２１ｄａ及び第一把持部材１２１ａを一緒に第一方向Ｄ１ｂに移動させる。

[0032] なお、第一駆動装置１２１ｂの構成は、第一把持部材１２１ａを第一方向Ｄ１に移動できればよく、上記構成に限定されない。例えば、第一駆動機構１２１ｄが設けられず、第一アクチュエータ１２１ｃが直接的に第一把持部材１２１ａを移動させてもよい。このような第一アクチュエータ１２１ｃの例はリニアアクチュエータ等である。

[0033] 図３及び図５に示すように、第二把持部１２２は第二把持部材１２２ａと第二駆動装置１２２ｂとを有する。第二把持部材１２２ａは、第二方向Ｄ２ａ及びＤ２ｂに移動可能に設けられ、ベース１２３によって支持される。第二把持部材１２２ａは、ベース１２３から第二方向Ｄ２ａに延びる第二本体部１２２ａａと、第二本体部１２２ａａの先端から第二方向Ｄ２ａと交差する第四方向Ｄ４ａに延びる第二爪部１２２ａｂとを一体的に含む。

[0034] 第二方向Ｄ２ａ及びＤ２ｂは、互いに反対の方向である。方向Ｄ２ａはベース１２３から離れる方向であり、方向Ｄ３ａと同様の方向である。方向Ｄ２ｂは、ベース１２３に接近する方向であり、方向Ｄ３ｂと同様の方向である。第二方向Ｄ２ａ及びＤ２ｂを区別しない場合「第二方向Ｄ２」と呼ぶこともある。第四方向Ｄ４ａ及びＤ４ｂは、互いに反対の方向である。方向Ｄ４ａは、第二本体部１２２ａａから離れる方向であり、方向Ｄ１ａと同様の方向である。方向Ｄ４ｂは、第二本体部１２２ａａに接近する方向であり、方向Ｄ１ｂと同様の方向である。第四方向Ｄ４ａ及びＤ４ｂを区別しない場合「第四方向Ｄ４」と呼ぶこともある。

[0035] また、本実施の形態では、第二方向Ｄ２ａ及びＤ２ｂと第四方向Ｄ４ａ及びＤ４ｂとは略垂直であるが、これに限定されない。さらに、第二方向Ｄ２ａ及びＤ２ｂは第三方向Ｄ３ａ及びＤ３ｂと略平行であり、第四方向Ｄ４ａ及びＤ４ｂは第一方向Ｄ１ａ及びＤ１ｂと略平行であるが、これに限定されない。

[0036] 第二爪部１２２ａｂは、隣り合う物品間の隙間、及び／又は、物品と床面との隙間に挿入可能な形状を有する。本実施の形態では、第二本体部１２２ａａ及び第二爪部１２２ａｂは、板状の外形を有し、例えば、板で構成されてもよく、当該外形を形成する枠で構成されてもよい。第二爪部１２２ａｂは、その先端に向かって先細になるテーパ形状を有する。例えば、第二方向Ｄ２での第二爪部１２２ａｂの厚さが先細になる。また、第二方向Ｄ２及び第四方向Ｄ４と垂直な奥行方向での第二爪部１２２ａｂの幅は略一定であるが先細になってもよい。

[0037] また、第二本体部１２２ａａは、第二方向Ｄ２に延びる帯状の凸部１２２ａｃを含み、凸部１２２ａｃは、ベース１２３に設けられたガイド部１２３ｂの溝と第二方向Ｄ２にスライド可能に係合している。第二把持部材１２２ａは、凸部１２２ａｃ及びガイド部１２３ｂを介して、ベース１２３によって支持され且つ第二方向Ｄ２の移動の案内を受ける。

[0038] 第二駆動装置１２２ｂは、第二アクチュエータ１２２ｃと第二駆動機構１２２ｄとを有する。第二駆動装置１２２ｂは、第二アクチュエータ１２２ｃが発生する駆動力によって、第二把持部材１２２ａを第二方向Ｄ２に移動させる。これに限定されないが、本実施の形態では、第二アクチュエータ１２２ｃは、電力を動力源とし、これを駆動する電気モータとしてサーボモータを有する。第二アクチュエータ１２２ｃは、ロボット１００、ロボット１００の電力供給源又はその他の電力供給源等から電力の供給を受けてもよい。第二駆動機構１２２ｄは、第二アクチュエータ１２２ｃの回転駆動力を直線駆動力に変換し第二把持部材１２２ａに伝達する。第二駆動機構１２２ｄは、ねじ軸１２２ｄａと、ナット１２２ｄｂと、減速機１２２ｄｃと、プーリ１２２ｄｄ及び１２２ｄｅと、無端ベルト１２２ｄｆとを含む。

[0039] ねじ軸１２２ｄａは、第二把持部材１２２ａに固定され且つ第二方向Ｄ２に延びる。ねじ軸１２２ｄａ及びナット１２２ｄｂはボールねじを構成する。ナット１２２ｄｂは、ねじ軸１２２ｄａの軸心周りに回転可能であるが第二方向Ｄ２に移動しないように、ベース１２３に固定されている。プーリ１２２ｄｅは、ナット１２２ｄｂと一体に回転するようにナット１２２ｄｂと連結されている。無端ベルト１２２ｄｆは、プーリ１２２ｄｄ及び１２２ｄｅに掛け渡される。プーリ１２２ｄｄ及び１２２ｄｅ、並びにナット１２２ｄｂは、第二方向Ｄ２の軸周りに回転する。

[0040] 減速機１２２ｄｃは、第二アクチュエータ１２２ｃの回転駆動力の回転速度を減速して当該回転駆動力をナット１２２ｄｂに伝達する。具体的には、減速機１２２ｄｃは、第二方向Ｄ２の軸周りの回転駆動力を、プーリ１２２ｄｄに伝達する。

[0041] 上記構成により、第二アクチュエータ１２２ｃが発生する一方向の回転駆動力は、ナット１２２ｄｂを一方向に回転させ、それにより、ねじ軸１２２ｄａ及び第二把持部材１２２ａを一緒に第二方向Ｄ２ａに移動させる。第二アクチュエータ１２２ｃが発生する反対方向の回転駆動力は、ナット１２２ｄｂを反対方向に回転させ、それにより、ねじ軸１２２ｄａ及び第二把持部材１２２ａを一緒に第二方向Ｄ２ｂに移動させる。

[0042] なお、第二駆動装置１２２ｂの構成は、第二把持部材１２２ａを第二方向Ｄ２に移動できればよく、上記構成に限定されない。例えば、第二駆動機構１２２ｄが設けられず、第二アクチュエータ１２２ｃが直接的に第二把持部材１２２ａを移動させてもよい。

[0043] 上述のようなロボットハンド１２０は、第二把持部材１２２ａ及びベース１２３と第一爪部１２１ａｂとにより第一方向Ｄ１で物品Ａを挟持し、第一把持部材１２１ａ及びベース１２３と第二爪部１２２ａｂとにより第二方向Ｄ２で物品Ａを挟持することで、物品Ａを把持する。第一方向Ｄ１は、第一爪部１２１ａｂと第二把持部材１２２ａとを接近させる又は離す方向である。第二方向Ｄ２は、第一爪部１２１ａｂと第二把持部材１２２ａとにより挟持される物品Ａに第二爪部１２２ａｂを接近させる又は離す方向である。

[0044] ＜制御装置１３０＞

制御装置１３０の構成を説明する。制御装置１３０は、操作装置２１０から受け取る操作の指令等に基づき、予め記憶部（図示せず）に格納されるプログラムに従って、ロボットアーム１１０、ロボットハンド１２０、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０の動作を制御する。制御装置１３０は、ロボットアーム１１０、ロボットハンド１２０、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０の動作を個別に制御するのではなく互いにリンクさせて制御を行い、互いに連携させた動作を実現する。例えば、制御装置１３０は、ロボットアーム１１０、ロボットハンド１２０、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０の１つの制御に、他の３つから取得される情報を反映させる。

[0045] 図６は、実施の形態に係る制御装置１３０の機能的な構成の一例を示すブ

ロック図である。制御装置１３０は、操作情報処理部１３０ａと、第一把持部制御部１３０ｂと、第二把持部制御部１３０ｃと、爪位置検出部１３０ｄと、アーム制御部１３０ｅと、アーム位置検出部１３０ｆと、搬送車制御部１３０ｇと、搬送車位置検出部１３０ｈと、コンベヤ制御部１３０ｉと、情報出力部１３０ｊと、記憶部１３０ｋとを機能的な構成要素として含む。これらの機能的な構成要素は、他の構成要素が出力する情報を使用し、他の構成要素の動作とリンクした動作を行う。なお、上記機能的な構成要素の全てが必須ではない。

[0046] 操作情報処理部１３０ａ、第一把持部制御部１３０ｂ、第二把持部制御部１３０ｃ、爪位置検出部１３０ｄ、アーム制御部１３０ｅ、アーム位置検出部１３０ｆ、搬送車制御部１３０ｇ、搬送車位置検出部１３０ｈ、コンベヤ制御部１３０ｉ及び情報出力部１３０ｊの各構成要素の機能は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）などのプロセッサ、ＲＡＭ（Random Access Memory）などの揮発性メモリ及びＲＯＭ（Read-Only Memory）などの不揮発性メモリ等からなるコンピュータシステム（図示せず）により実現されてもよい。上記構成要素の一部又は全部の機能は、ＣＰＵがＲＡＭをワークエリアとして用いてＲＯＭに記録されたプログラムを実行することによって実現されてもよい。なお、上記構成要素の一部又は全部の機能は、上記コンピュータシステムにより実現されてもよく、電子回路又は集積回路等の専用のハードウェア回路により実現されてもよく、コンピュータシステム及びハードウェア回路の組み合わせにより実現されてもよい。

[0047] 記憶部１３０ｋは、種々の情報の格納することができ、且つ、格納した情報の読み出しを可能にする。記憶部１３０ｋは、揮発性メモリ及び不揮発性メモリなどの半導体メモリ、ハードディスク及びＳＳＤ（Solid State Drive）等の記憶装置によって実現される。記憶部１３０ｋは、各構成要素が用いるパラメータ及び閾値等を格納する。記憶部１３０ｋは、各構成要素が実行するプログラムを格納してもよい。

[0048] 操作情報処理部１３０ａは、操作装置２１０から取得される操作の指令を

、制御装置１３０の各構成要素に出力する。各構成要素は、当該指令に対応するプログラムに従って動作する。

[0049] 第一把持部制御部１３０ｂは、操作情報処理部１３０ａを介して取得される指令に従って、第一把持部１２１の第一駆動装置１２１ｂの動作を制御する。第一把持部制御部１３０ｂは、爪位置検出部１３０ｄから取得される第一爪部１２１ａｂの位置等に基づき、第一駆動装置１２１ｂに動作させる。第一把持部制御部１３０ｂは、第一駆動装置１２１ｂから第一アクチュエータ１２１ｃの出力電流の信号を取得することで負荷を検出し、この負荷が閾値以上である場合、第一把持部材１２１ａによる物品Ａの把持を検出してもよい。なお、物品Ａの存在を検知する光電センサ（「ビームセンサ」とも呼ばれる）、レーザセンサ及びリミットスイッチ等のセンサが第一把持部材１２１ａ等に配置され、第一把持部制御部１３０ｂは、当該センサの出力信号から物品Ａの把持を検出してもよい。

[0050] 第二把持部制御部１３０ｃは、操作情報処理部１３０ａを介して取得される指令に従って、第二把持部１２２の第二駆動装置１２２ｂの動作を制御する。第二把持部制御部１３０ｃは、爪位置検出部１３０ｄから取得される第二爪部１２２ａｂの位置等に基づき、第二駆動装置１２２ｂに動作させる。第二把持部制御部１３０ｃは、第二駆動装置１２２ｂから第二アクチュエータ１２２ｃの出力電流の信号を取得することで負荷を検出し、この負荷が閾値以上である場合、第二把持部材１２２ａによる物品Ａの把持を検出してもよい。なお、物品Ａの存在を検知する光電センサ、レーザセンサ及びリミットスイッチ等のセンサが第二把持部材１２２ａ等に配置され、第二把持部制御部１３０ｃは、当該センサの出力信号から物品Ａの把持を検出してもよい。

[0051] 爪位置検出部１３０ｄ及び制御装置１３０は検出装置の一例である。爪位置検出部１３０ｄは、物品Ａに対する第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの位置を検出する。具体的には、爪位置検出部１３０ｄは、ロボットアーム１１０のアーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６それぞれから出力電流の信号

を取得することで、各アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６に発生している出力負荷を検出する。さらに、爪位置検出部１３０ｄは、各アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６に発生させる入力負荷の情報をアーム制御部１３０ｅから取得する。爪位置検出部１３０ｄは、各アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の出力負荷と入力負荷との差異に基づき、第一爪部１２１ａｂ及び／又は第二爪部１２２ａｂの先端が物品Ａと接触しているか否かを検出する。例えば、爪位置検出部１３０ｄは、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６での負荷の差異が閾値以上である場合、爪部の先端が物品Ａと接触していることを検出してもよい。

[0052] ここで、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の出力電流、入力負荷及び出力負荷は、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の動作に関する情報の一例である。なお、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の動作に関する情報は、関節軸ＪＴ１～ＪＴ６及びリンク１１０ａ～１１０ｆのひずみ量等を含んでもよい。このようなひずみ量を用いて爪部の先端と物品Ａとの接触の有無を検出することも可能である。

[0053] さらに、爪位置検出部１３０ｄは、アーム位置検出部１３０ｆからロボットハンド１２０の位置、姿勢、移動方向及び移動速度等の情報を取得し、当該情報を用いて、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの位置を検出する。例えば、爪位置検出部１３０ｄは、第一爪部１２１ａｂ及び／又は第二爪部１２２ａｂが物品Ａに接触しつつ、その突出方向と交差する、具体的には直交する方向に移動していることを検出している最中に、当該爪部の非接触を検出すると、当該爪部が、隣り合って配置された物品Ａ間の隙間に対応する位置に位置することを検出する。例えば、隙間に対応する位置は、当該隙間の鉛直方向上方の位置であってもよく、当該隙間の水平方向側方の位置であってもよい。

[0054] アーム制御部１３０ｅは、操作情報処理部１３０ａを介して取得される指令に従って、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の動作を制御することで、ロボットアーム１１０に対応する動作をさせる。アーム制御部１３０ｅは、アーム位置検出部１３０ｆから取得されるロボットアーム１１０の各リンク１１

０ａ～１１０ｆの位置、姿勢、移動方向及び移動速度等に基づき、ロボットアーム１１０に動作させる。

[0055] アーム位置検出部１３０ｆは、ロボットアーム１１０の各リンク１１０ａ～１１０ｆの位置及び姿勢を検出する。具体的には、アーム位置検出部１３０ｆは、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６から回転量等の動作量の情報を取得し、当該動作量に基づき、各リンク１１０ａ～１１０ｆの位置及び姿勢を検出する。さらに、アーム位置検出部１３０ｆは、各リンク１１０ａ～１１０ｆの位置及び姿勢の変化から、各リンク１１０ａ～１１０ｆの移動方向及び移動速度を検出する。また、アーム位置検出部１３０ｆは、リンク１１０ｆの位置、姿勢、移動方向及び移動速度から、ロボットハンド１２０の位置、姿勢、移動方向及び移動速度を検出する。

[0056] 搬送車制御部１３０ｇは、操作情報処理部１３０ａを介して取得される指令に従って、搬送車２４０の搬送駆動装置２４０ａの動作を制御することで、搬送車２４０に対応する動作をさせる。搬送車制御部１３０ｇは、搬送車位置検出部１３０ｈから取得される搬送車２４０の位置及び向き等に基づき、搬送車２４０に動作させる。

[0057] 搬送車位置検出部１３０ｈは、搬送車２４０の位置及び向きを検出する。具体的には、搬送車位置検出部１３０ｈは、搬送駆動装置２４０ａからそのサーボモータの回転量等の動作量の情報を取得し、当該動作量に基づき、搬送車２４０の位置及び向きを検出する。なお、搬送車２４０は、ＧＰＳ（Global Positioning System）受信機及びＩＭＵ（慣性計測装置：Inertial Measurement Unit）等の位置計測装置を備えてもよい。搬送車位置検出部１３０ｈは、ＧＰＳ受信機の受信信号又はＩＭＵによって計測された加速度及び角速度等を用いて、搬送車２４０の位置及び向きを検出してもよい。搬送車位置検出部１３０ｈは、例えば、床面に埋設された電線から微弱な誘導電流を検出し、この検出値に基づき搬送車２４０の位置及び向きを検出してもよい。

[0058] コンベヤ制御部１３０ｉは、操作情報処理部１３０ａを介して取得される

指令に従って、コンベヤロボット２５０のコンベヤ２５１及びアーム２５２の動作を制御することで、コンベヤロボット２５０に対応する動作をさせる。

[0059] 情報出力部１３０ｊは、制御装置１３０の各構成要素の動作結果及び検出結果等の出力情報を、操作装置２１０及び／又は出力装置２３０に出力する。情報出力部１３０ｊは、ロボット１００の操作用の画面を操作装置２１０及び／又は出力装置２３０に出力する。

[0060] また、制御装置１３０と各駆動装置との関係の一例を説明する。図７は、実施の形態に係る制御装置１３０及び各駆動装置の構成の一例を示すブロック図である。図７に示すように、制御装置１３０は、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６のサーボモータ、第一駆動装置１２１ｂのサーボモータ、第二駆動装置１２２ｂのサーボモータ、搬送駆動装置２４０ａのサーボモータ、及びコンベヤロボット２５０のサーボモータに対して、情報及び指令を入出力するように構成されている。制御装置１３０は、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６、第一駆動装置１２１ｂ、第二駆動装置１２２ｂ、搬送駆動装置２４０ａ及びコンベヤロボット２５０の全てのサーボモータの動作を制御する。

[0061] 各サーボモータは、電気モータと、電気モータの回転子の回転角を検出するエンコーダとを備えている。各サーボモータは、制御装置１３０から出力される指令及び情報に従って、電気モータを動作させ、エンコーダの検出値を制御装置１３０に出力する。制御装置１３０は、各サーボモータからフィードバックされたエンコーダの検出値に基づき、当該サーボモータの回転子の回転量及び回転速度等を検出し、検出結果を用いて当該サーボモータの回転開始、回転停止、回転速度及び回転トルクを制御する。これにより、制御装置１３０は、各サーボモータを任意の回転位置で停止させることができ、任意の回転速度で回転させることができ、任意の回転トルクで動作させることができる。よって、制御装置１３０は、ロボットアーム１１０、ロボットハンド１２０、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０の全てを多様に且つ緻密に動作させることができる。

[0062] ＜ロボットシステム１の第一の動作＞

ロボットシステム１の第一の動作を説明する。第一の動作は、上下に積み上げられた物品Ａのうちの最上段の物品Ａ１を、ロボットハンド１２０を用いて搬出する動作である。第一の動作は、オペレータＰが操作装置２１０を用いて、ロボット１００及び搬送車２４０に各動作を行わせる、マスタースレーブ方式の動作であるとする。この場合、例えば、操作装置２１０は、オペレータＰの手元にあるマスターアームを構成し、ロボット１００は、遠隔のスレーブアームを構成してもよい。そして、オペレータＰによって与えられるマスターアームの動作を、スレーブアームがトレースするように構成される。これにより、オペレータＰが所望する動作をスレーブアームに正確に実現させることが容易である。また、オペレータＰは、マスターアームを介して、スレーブアームの動作を容易に知覚することができる。

[0063] 図８～図１３はそれぞれ、実施の形態に係るロボットシステム１の第一の動作の１つを示す側面図である。図１に示すように、まず、ロボット移動ステップにおいて、オペレータＰは、操作装置２１０に指令を入力することで、搬出対象の物品Ａ１を含む物品Ａの山へ搬送車２４０を移動させる。このとき、オペレータＰが目的地の位置の情報を操作装置２１０に入力し、制御装置１３０が当該情報に従って搬送車２４０を自動で走行させてもよい。又は、オペレータＰが、出力装置２３０に表示される画面等を介して視認しつつ操作装置２１０を操作して搬送車２４０を走行させてもよい。

[0064] 次いで、図８のハンド移動ステップに示すように、搬送車２４０が物品Ａ１の前に到着した後、オペレータＰは、出力装置２３０の画面等を介して視認しつつ操作装置２１０を操作することでロボットアーム１１０を動作させ、ロボットハンド１２０を物品Ａ１の上方に移動させる。制御装置１３０は、ロボットハンド１２０の姿勢の情報を操作装置２１０等に出力し、オペレータＰは、当該姿勢の情報に基づき、第一把持部材１２１ａの第一本体部１２１ａａが水平になるようにロボットハンド１２０の姿勢を調節する。

[0065] 次いで、図９の爪接触ステップに示すように、オペレータＰは、ロボット

ハンド１２０を下降させ、第一把持部材１２１ａの第一爪部１２１ａｂの下向きの先端を上方から物品Ａ１に接触させる。さらに、オペレータＰは、第一爪部１２１ａｂを接触させた状態でロボットハンド１２０を物品Ａ１の奥行き方向である第一方向Ｄ１ａに移動させる。制御装置１３０は、第一爪部１２１ａｂと物品Ａ１との接触の有無を示す情報を操作装置２１０等に出力する。なお、第二把持部材１２２ａの第二爪部１２２ａｂが物品Ａ１と接触しないように、第一把持部材１２１ａは第一方向Ｄ１ａに予め引き出されている。

[0066] 次いで、図１０の爪挿入ステップに示すように、オペレータＰは、第一爪部１２１ａｂと物品Ａ１とが非接触状態になると、第一方向Ｄ１ａへのロボットハンド１２０の移動を停止させる。このとき、第一爪部１２１ａｂは、物品Ａ１とその隣の物品Ａとの隙間の上方に位置する。なお、制御装置１３０が上記非接触状態を検出すると、ロボットハンド１２０の移動を自動的に停止させてもよい。

[0067] さらに、オペレータＰは、ロボットハンド１２０を下方である第二方向Ｄ２ａに移動させる。これにより、第一爪部１２１ａｂは、物品Ａ１とその隣の物品Ａとの隙間に挿入される。制御装置１３０は、第一爪部１２１ａｂが隙間に完全に挿入されたことを検出すると、検出結果を操作装置２１０等に出力する。制御装置１３０は、ロボットアーム１１０の各アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６に発生する負荷に基づき、第一把持部材１２１ａ又はベース１２３と物品Ａ１との当接を検出すると、第一爪部１２１ａｂの完全挿入を判定してもよい。

[0068] 図１１の第一把持ステップに示すように、第一爪部１２１ａｂの挿入後、オペレータＰは、ロボットハンド１２０の第一駆動装置１２１ｂを動作させ、第一把持部材１２１ａを第一方向Ｄ１ｂに引き寄せるように移動させる。これにより、第一把持部材１２１ａは、第一爪部１２１ａｂを用いて物品Ａ１を水平方向である第一方向Ｄ１ｂに引き出す。制御装置１３０は、物品Ａ１の引き出しの完了を検出すると、検出結果を操作装置２１０等に出力する

。制御装置１３０は、第一駆動装置１２１ｂに発生する負荷に基づき、物品Ａ１と第二把持部材１２２ａ又はベース１２３との当接を検出すると、引き出し完了を判定してもよい。引き出し完了後、オペレータＰが第一駆動装置１２１ｂを停止させるが、制御装置１３０が自動的に停止させてもよい。

[0069] 図１２の第二把持ステップに示すように、物品Ａ１の引き出し完了後、オペレータＰは、ロボットハンド１２０の第二駆動装置１２２ｂを動作させ、第二把持部材１２２ａを上方向である第二方向Ｄ２ｂに引き寄せるように移動させる。制御装置１３０は、第二把持部材１２２ａの移動の完了を検出すると、検出結果を操作装置２１０等に出力する。制御装置１３０は、第二駆動装置１２２ｂに発生する負荷に基づき、第二爪部１２２ａｂと物品Ａ１との当接を検出すると、移動完了を判定してもよい。移動完了後、オペレータＰが第二駆動装置１２２ｂを停止させるが、制御装置１３０が自動的に停止させてもよい。

[0070] 移動完了時、ロボットハンド１２０は、第一爪部１２１ａｂと第二把持部材１２２ａ又はベース１２３との間で水平方向に物品Ａ１を把持し、第二爪部１２２ａｂと第一把持部材１２１ａ又はベース１２３との間で鉛直方向に物品Ａ１を把持する。

[0071] 次いで、図１３の搬出ステップに示すように、第二把持部材１２２ａの移動完了後、オペレータＰは、ロボットアーム１１０を動作させ、ロボットハンド１２０で把持している物品Ａ１を物品Ａの山から搬出し、搬出先に移動する。

[0072] 上記において、各ステップの動作の少なくとも１つ、及び／又は、移動ステップ～搬出ステップの一連の動作の少なくとも一部が、制御装置１３０によって自動で行われてもよい。

[0073] ＜ロボットシステム１の第二の動作＞

ロボットシステム１の第二の動作を説明する。第二の動作は、床面に載置された物品Ａ１を、ロボットハンド１２０を用いて搬出する動作である。第二の動作も、マスタースレーブ方式の動作であるとする。図１４及び図１５

はそれぞれ、実施の形態に係るロボットシステム１の第二の動作の１つを示す側面図である。第二の動作におけるロボット移動ステップ、ハンド移動ステップ及び爪接触ステップは、第一の動作と同様である。

[0074] 図１４の爪挿入ステップに示すように、オペレータＰは、第一爪部１２１ａｂと物品Ａ１との状態が接触状態から非接触状態になると、ロボットハンド１２０を下降させ、第一爪部１２１ａｂを物品Ａ１とその隣の物品Ａとの隙間に挿入させる。第二方向Ｄ２ａへのロボットハンド１２０の下降中、制御装置１３０は、第二把持部材１２２ａの第二爪部１２２ａｂと床面との接触の有無を検出し、この検出結果を操作装置２１０等に出力する。

[0075] 第二爪部１２２ａｂと床面とが接触すると、オペレータＰは、第二駆動装置１２２ｂを動作させる。第二駆動装置１２２ｂは、第二把持部材１２２ａを第二方向Ｄ２ｂに移動させる。これにより、第一把持部材１２１ａが下降し、第一爪部１２１ａｂがさらに隙間に挿入される。制御装置１３０は、第二把持部材１２２ａの移動の完了を検出すると、検出結果を操作装置２１０等に出力する。制御装置１３０は、第二駆動装置１２２ｂに発生する負荷に基づき、第一把持部材１２１ａ又はベース１２３と物品Ａ１との当接を検出すると、移動完了を判定してもよい。移動完了後、オペレータＰがロボットハンド１２０の下降動作及び第二駆動装置１２２ｂの動作を停止させるが、制御装置１３０が自動的に停止させてもよい。

[0076] 次いで、図１５の把持ステップに示すように、動作停止後、オペレータＰは、第一の動作の第一把持ステップと同様に、第一駆動装置１２１ｂを動作させ、第一把持部材１２１ａを第一方向Ｄ１ｂに移動させる。このとき、第一爪部１２１ａｂが物品Ａ１を第一方向Ｄ１ｂに引き出す、又は、第二把持部材１２２ａが第一方向Ｄ１ａに移動し、それにより、第二爪部１２２ａｂが物品Ａ１と床面との間に挿入される。制御装置１３０は、物品Ａ１と第二把持部材１２２ａ又はベース１２３との当接を検出すると把持の完了を判定し、判定結果を操作装置２１０等に出力する。

[0077] 把持完了時、ロボットハンド１２０は、第一爪部１２１ａｂと第二把持部

材１２２ａ又はベース１２３との間で水平方向に物品Ａ１を把持し、第二爪部１２２ａｂと第一把持部材１２１ａ又はベース１２３との間で鉛直方向に物品Ａ１を把持する。

[0078] 次いで、搬出ステップにおいて、オペレータＰは、ロボットハンド１２０で把持している物品Ａ１を持ち上げ、搬出先に移動させる。

[0079] 上記において、各ステップの動作の少なくとも１つ、及び／又は、移動ステップ～搬出ステップの一連の動作の少なくとも一部が、制御装置１３０によって自動で行われてもよい。

[0080] ＜効果等＞

上述したように、実施の形態に係るロボットハンド１２０は、第一爪部１２１ａｂを有する第一把持部１２１と、第一爪部１２１ａｂと共に物品を挟持することで当該物品を把持する第二把持部１２２と、第一爪部１２１ａｂと第二把持部１２２とを接近させる又は離す第一方向Ｄ１に、第一爪部１２１ａｂを移動させる第一駆動装置１２１ｂとを備える。第一爪部１２１ａｂは、隣り合って配置された物品間の隙間に挿入可能である形状を有する。

[0081] 上記構成によると、ロボットハンド１２０は、第一爪部１２１ａｂを物品間の隙間に挿入し、第一爪部１２１ａｂを第一方向Ｄ１に移動させることで、第一爪部１２１ａｂ及び第二把持部１２２によって物品を把持することができる。よって、ロボットハンド１２０は隣接して配置された物品を容易に取り出すことができる。

[0082] また、実施の形態に係るロボットハンド１２０は、第二把持部１２２が有する第二爪部１２２ａｂを第二方向Ｄ２に移動させる第二駆動装置１２２ｂを備えてもよい。第二方向Ｄ２は、第一方向Ｄ１と交差する方向であり、且つ第一爪部１２１ａｂと第二把持部１２２とにより挟持される物品に第二爪部１２２ａｂを接近させる又は離す方向であってもよい。上記構成によると、ロボットハンド１２０は、第一爪部１２１ａｂと第二把持部１２２とにより第一方向Ｄ１で把持する物品を、第二爪部１２２ａｂを用いて第二方向Ｄ２からも把持することができる。よって、物品の確実な把持が可能になる。

[0083] また、実施の形態に係るロボットハンド１２０において、第二爪部１２２ａｂは、隣り合って配置された物品間の隙間に挿入可能である形状を有してもよい。上記構成によると、第二爪部１２２ａｂは、物品間の隙間及び物品と床面との隙間に挿入することができる。よって、ロボットハンド１２０は、第二爪部１２２ａｂを上記隙間に挿入して物品を把持することができる。

[0084] また、実施の形態に係るロボットハンド１２０において、第一駆動装置１２１ｂ及び第二駆動装置１２２ｂは、駆動力を発生するアクチュエータ１２１ｃ及び１２２ｃを有してもよい。さらに、アクチュエータ１２１ｃ及び１２２ｃは、電力を動力源としてもよい。上記構成によると、ロボットハンド１２０は、電力を動力源として第一駆動装置１２１ｂ及び第二駆動装置１２２ｂを駆動させ、物品を把持する。このため、第一駆動装置１２１ｂ及び第二駆動装置１２２ｂは、空気圧又は液体圧等を駆動源とする場合に必要となる配管を要しない。さらに、第一駆動装置１２１ｂ及び第二駆動装置１２２ｂは、ロボット１００等の電源から電力供給を受けることができる。よって、ロボットハンド１２０の設置及び移動の自由度が向上する。

[0085] また、実施の形態に係るロボットハンド１２０は、第一爪部１２１ａｂが隣り合って配置された物品間の隙間に対応する位置にあることを検出する検出装置としての制御装置１３０を備えてもよい。上記構成によると、第一爪部１２１ａｂを物品間の隙間に確実に挿入することが可能になる。

[0086] また、実施の形態に係るロボットハンド１２０は、サーボモータを有するアーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６によって駆動される複数の関節を有するロボットアーム１１０と接続され、制御装置１３０は、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の動作に関する情報を取得し、当該情報を用いて、第一爪部１２１ａｂが、隣り合って配置された物品間の隙間に対応する位置にあることを検出してもよい。上記構成によると、第一爪部１２１ａｂが物品間の隙間に対応する位置にあることを検出するための専用の装置が不要である。よって、ロボットハンド１２０の構成の簡略化が可能になる。

[0087] また、実施の形態に係るロボット１００は、ロボットハンド１２０と、ロ

ボットハンド１２０と接続されたロボットアーム１１０と、ロボットハンド１２０及びロボットアーム１１０の動作を制御する制御装置１３０とを備える。上記構成によると、実施の形態に係るロボットハンド１２０と同様の効果が得られる。

[0088] また、実施の形態に係るロボット１００において、ロボットアーム１１０は、サーボモータを有するアーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６によって駆動される複数の関節を有し、ロボットハンド１２０の第一駆動装置１２１ｂ及び第二駆動装置１２２ｂは、サーボモータを有するアクチュエータ１２１ｃ及び１２２ｃを有してもよい。さらに、制御装置１３０は、アクチュエータ１２１ｃ及び１２２ｃのサーボモータの動作と、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６のサーボモータの動作とを制御してもよい。上記構成によると、サーボモータは、任意の回転位置で回転子を停止させることができ、任意の回転速度で回転子を回転駆動させることができ、任意の回転トルクを発生することができる。よって、ロボットハンド１２０及びロボットアーム１１０は多様且つ緻密な動作をすることができる。

[0089] また、実施の形態に係るロボットシステム１は、ロボット１００と、ロボット１００を操作するための操作装置２１０とを備える。上記構成によると、実施の形態に係るロボットハンド１２０と同様の効果が得られる。

[0090] （変形例１）

実施の形態の変形例１に係るロボットハンド１２０Ａを説明する。変形例１に係るロボットハンド１２０Ａは、物体を検出するセンサを第一把持部１２１Ａ及び第二把持部１２２Ａに備える点で、実施の形態と異なる。以下、変形例１について、実施の形態と異なる点を中心に説明し、実施の形態と同様の点の説明を適宜省略する。

[0091] 図１６は、変形例１に係るロボットハンド１２０Ａの構成の一例を示す側面図である。図１７は、変形例１に係るロボットハンド１２０Ａの構成の一例を示す上面図である。図１６及び図１７に示すように、ロボットハンド１２０Ａは、第一把持部１２１Ａの第一把持部材１２１ａに、センサ１２４、

１２５及び１２６ａ～１２６ｃを備え、第二把持部１２２Ａの第二把持部材１２２ａに、センサ１２７を備える。センサ１２４、１２５、１２６ａ～１２６ｃ及び１２７は、物体の検知、及び／又は、当該物体までの距離の検知を行うセンサである。センサ１２４、１２５、１２６ａ～１２６ｃ及び１２７はそれぞれ、その検知信号を制御装置１３０に出力する。

[0092] センサ１２４及び１２７は、接触式センサであってもよく、非接触式センサであってもよい。センサ１２５及び１２６ａ～１２６ｃは、非接触式センサである。例えば、接触式センサは、バンパーセンサ、感圧センサ及び接触式変位センサ等の接触した物体からの反力を検知するセンサであってもよい。非接触式センサは、光電センサ、レーザセンサ、レーザライダ（Lidar）及び超音波センサ等の物体の接近又は物体までの距離を検知するセンサであってもよい。

[0093] 第一センサ１２４は、第一爪部１２１ａｂの第一方向Ｄ１ａに向いた側面に配置され、前方である第一方向Ｄ１ａの領域を検知対象とする。第一センサ１２４は、第一方向Ｄ１ａでの物体との接触、物体の接近、及び／又は、物体までの距離を検知する。

[0094] 第二センサ１２５は、第一把持部材１２１ａの第一本体部１２１ａａの第二方向Ｄ２ａに向いた下面に配置され、下方である第二方向Ｄ２ａの領域を検知対象とする。第二センサ１２５は、第一爪部１２１ａｂの近傍又は隣接して配置される。第二センサ１２５は、第二方向Ｄ２ａでの第一爪部１２１ａｂへの物体の接近、及び／又は、物体までの距離を検知する。

[0095] 第三センサ１２６ａ～１２６ｃは、第一本体部１２１ａａの第二方向Ｄ２ｂに向いた上面に配置され、上方である第二方向Ｄ２ｂの領域を検知対象とする。第三センサ１２６ａ～１２６ｃはそれぞれ、第二方向Ｄ２ｂでの物体の接近、及び／又は、物体までの距離を検知する。第三センサ１２６ａ～１２６ｃの少なくとも２つは、第一方向Ｄ１ａでずらした位置に配置されている。さらに、第三センサ１２６ａ～１２６ｃの少なくとも２つは、第五方向Ｄ５でずらした位置に配置されている。第五方向Ｄ５は、第一方向Ｄ１ａ及

びＤ１ｂに垂直であり且つ第一本体部１２１ａａの上面に平行である方向である。本変形例では、第三センサ１２６ａ～１２６ｃの全ての位置が、方向Ｄ１ａ及びＤ５でずれている。

[0096] 第四センサ１２７は、第二爪部１２２ａｂの第二方向Ｄ２ａに向いた底面に配置され、下方である第二方向Ｄ２ａの領域を検知対象とする。第四センサ１２７は、第二方向Ｄ２ａでの物体との接触、物体の接近、及び／又は、物体までの距離を検知する。

[0097] 制御装置１３０は、第一センサ１２４の検知信号に基づき、第一爪部１２１ａｂに対する物体の接触及び／又は接近を検出する。制御装置１３０は、第四センサ１２７の検知信号に基づき、第二爪部１２２ａｂに対する物体の接触及び／又は接近を検出する。例えば、制御装置１３０は、閾値である距離Ｌ１以内に存在する物体を検出すると、物体の接近を判定してもよい。距離Ｌ１は、例えば、１００ｍｍ等であってもよい。制御装置１３０は、物体の接触を検出すると、ロボットハンド１２０Ａの移動を停止させる又は移動速度を低下させてもよい。制御装置１３０は、物体の接近を検出すると、ロボットハンド１２０Ａの移動を停止させる又は移動速度を低下させてもよく、物体の接近及び／又は当該物体までの距離を操作装置２１０等に通知してもよい。これにより、ロボットハンド１２０Ａが物品Ａ又は床面等に衝突することが抑えられる。

[0098] 制御装置１３０は、第二センサ１２５の検知信号に基づき、隣り合う物品Ａ間の隙間を検出する。例えば、制御装置１３０は、第一方向Ｄ１ａ又はＤ１ｂでのロボットハンド１２０Ａの移動中、第二方向Ｄ２ａに存在する物品Ａを検出している状態から非検出の状態に変化する、又は、第二方向Ｄ２ａでの物品Ａまでの距離が急に増加すると、物品Ａ間の隙間が存在することを検出してもよい。制御装置１３０は、当該隙間を検出すると、ロボットハンド１２０Ａの移動を停止させてもよく、隙間の検出及び／又は隙間までの距離を操作装置２１０等に通知してもよい。これにより、第一爪部１２１ａｂが物品Ａ間の隙間に対応する位置に位置決めされる。

[0099] また、制御装置１３０は、第三センサ１２６ａ～１２６ｃの検知信号に基づき、第一本体部１２１ａａに対する物体の接触及び／又は接近を検出する。さらに、制御装置１３０は、第一本体部１２１ａａの姿勢を制御することでロボットハンド１２０Ａの姿勢を制御する。例えば、制御装置１３０は、第三センサ１２６ａ～１２６ｃの少なくとも１つが閾値である距離Ｌ２以内に存在する物体を検知すると、物体の接近を判定してもよい。距離Ｌ２は、例えば、１００ｍｍ等であってもよい。

[0100] また、制御装置１３０は、第三センサ１２６ａ～１２６ｃが検知する天井までの距離を用いて、ロボットハンド１２０Ａの位置及び姿勢を検出することができる。天井は、物品Ａが収容される収容スペースの天井であり、例えば、収容室の天井、車両の荷室の天井、及びコンテナの天井等であってもよい。制御装置１３０は、第三センサ１２６ｂ及び１２６ｃの検知距離から、第一方向Ｄ１ａの軸を中心とする、第一本体部１２１ａａ及びロボットハンド１２０Ａのローリング角を検出することができる。制御装置１３０は、第三センサ１２６ａ及び１２６ｃの検知距離から、方向Ｄ５の軸を中心とする、第一本体部１２１ａａ及びロボットハンド１２０Ａのピッチング角を検出することができる。制御装置１３０は、第三センサ１２６ａ～１２６ｃの検知距離から、天井に対する第一本体部１２１ａａの位置を検出することができる。

[0101] 制御装置１３０は、天井の接近、天井までの距離、ロボットハンド１２０Ａのローリング角及びピッチング角等を操作装置２１０等に通知してもよい。制御装置１３０は、ローリング角及びピッチング角に基づき、第一本体部１２１ａａの上面が天井に対して平行である水平近傍になるようにロボットハンド１２０Ａの姿勢を制御してもよく、ロボットハンド１２０Ａが天井に接近すると、ロボットハンド１２０Ａの移動を停止させる又は移動速度を低下させてもよい。これにより、ロボットハンド１２０Ａが天井に衝突することが抑えられる。また、第一本体部１２１ａａが水平近傍の姿勢に保持されるため、ロボットハンド１２０Ａによる物品Ａの把持が容易になる。

[0102] 上述のような変形例１に係るロボットハンド１２０Ａによれば、実施の形態と同様の効果が得られる。さらに、変形例１に係るロボットハンド１２０Ａは、センサ１２４、１２５、１２６ａ～１２６ｃ及び１２７を備えることで、周囲の物体との衝突を抑えることができる。また、ロボットハンド１２０Ａは、第三センサ１２６ａ～１２６ｃを備えることで、その姿勢制御を容易にする。

[0103] （変形例２）

実施の形態の変形例２に係るロボットハンド１２０Ｂを説明する。変形例２に係るロボットハンド１２０Ｂは、第三把持部１２８を備える点で、実施の形態及び変形例１と異なる。以下、変形例２について、実施の形態及び変形例１と異なる点を中心に説明し、実施の形態及び変形例１と同様の点の説明を適宜省略する。

[0104] ＜ロボットハンド１２０Ｂの構成＞

図１８は、変形例２に係るロボットハンド１２０Ｂの構成の一例を示す側面図である。図１８に示すように、ロボットハンド１２０Ｂは、第三把持部１２８を備え、第三把持部１２８は、ベース１２３に取り付けられ支持される。本変形例では、第三把持部１２８は、第一把持部材１２１ａと第二把持部材１２２ａとの間に配置される。第三把持部１２８は、制御装置１３０の制御に従って、第一把持部１２１及び第二把持部１２２から独立して動作する。

[0105] 第三把持部１２８は、第三把持部材１２８ａと第三駆動装置１２８ｂとを有する。第三把持部材１２８ａは、第一方向Ｄ１ａ及びＤ１ｂに移動可能に設けられる。第三把持部材１２８ａは、第一方向Ｄ１ａに延びる軸部１２８ａａと、軸部１２８ａａの先端の押圧部１２８ａｂと、押圧部１２８ａｂの表面の摩擦材１２８ａｃとを含む。押圧部１２８ａｂは、軸部１２８ａａよりも径方向に大きい表面を有する。摩擦材１２８ａｃは、押圧部１２８ａｂの表面よりも高い摩擦係数を有する部材である。摩擦材１２８ａｃの構成材料は、特に限定されないが、樹脂又はゴム等であってもよい。又は、摩擦材

１２８ａｃは、粗面加工等の表面処理を受けた材料であってもよい。又は、摩擦材１２８ａｃを用いずに、押圧部１２８ａｂの表面が粗面加工等の表面処理を受けていてもよい。第三把持部材１２８ａは、摩擦材１２８ａｃ及び押圧部１２８ａｂが第一爪部１２１ａｂの側面と第一方向Ｄ１で対向するように配置されている。なお、摩擦材１２８ａｃ及び押圧部１２８ａｂの表面処理は必須でない。

[0106] 第三駆動装置１２８ｂは、ベース１２３に固定され、軸部１２８ａａを第一方向Ｄ１ａ及びＤ１ｂに伸縮させる。第三駆動装置１２８ｂの例は、電動のリニアアクチュエータ、及び空気圧式又は液圧式のシリンダ等である。なお、第三駆動装置１２８ｂは、第一駆動装置１２１ｂ及び第二駆動装置１２２ｂのように回転駆動力を直線駆動力に変換するように構成されてもよい。第三駆動装置１２８ｂは、軸部１２８ａａを伸長させることによって、第三把持部材１２８ａに、第三把持部材１２８ａと第一爪部１２１ａｂとの間において第一方向Ｄ１で物品Ａを把持させる。このとき、摩擦材１２８ａｃは、物品Ａとの間の摩擦力によって、第三把持部材１２８ａに対する物品Ａの下降を抑制する。

[0107] ＜ロボットシステム１の動作＞

本変形例に係るロボットシステム１の動作を説明する。具体的には、第二の動作を説明する。図１９～図２２はそれぞれ、変形例２に係るロボットシステム１の第二の動作の１つを示す側面図である。本変形例におけるロボット移動ステップ、ハンド移動ステップ及び爪接触ステップは、実施の形態の第二の動作と同様である。

[0108] 図１９の爪挿入ステップに示すように、オペレータＰは、第一爪部１２１ａｂと物品Ａ１との接触状態が非接触状態に変わると、ロボットハンド１２０Ｂを下降させつつ、第二駆動装置１２２ｂを動作させる。これにより、第一爪部１２１ａｂが物品Ａ１とその隣の物品Ａとの隙間に挿入されつつ、第二把持部材１２２ａが第二方向Ｄ２ｂに移動される。なお、図１９～図２２において、図１４及び図１５と同様であるため、物品Ａの図示は省略されて

いる。制御装置１３０は、物品Ａ１と第一把持部材１２１ａ又はベース１２３との当接を検出すると、検出結果を操作装置２１０等に出力する。当接後、オペレータＰがロボットハンド１２０Ｂの下降及び第二駆動装置１２２ｂを停止させるが、制御装置１３０が自動的に停止させてもよい。次いで、オペレータＰは、第三把持部１２８の第三駆動装置１２８ｂを動作させる。第三把持部１２８は、第三把持部材１２８ａを伸長させ物品Ａ１に押し付ける。これにより、物品Ａ１は、第一爪部１２１ａｂ及び第三把持部材１２８ａによって把持される。

[0109] 次いで、図２０の傾斜ステップに示すように、オペレータＰは、ロボットハンド１２０Ｂを水平状態から傾斜させ、第二爪部１２２ａｂを床面から浮き上がらせる。これにより、物品Ａ１は傾斜し、物品Ａ１の第一爪部１２１ａｂ側の底部が床面に接地するが、第二爪部１２２ａｂ側の底部が床面から浮き上がる。

[0110] 次いで、図２１の把持ステップに示すように、オペレータＰは、第一駆動装置１２１ｂ及び第三駆動装置１２８ｂを動作させる。第一駆動装置１２１ｂは、第一把持部材１２１ａを第一方向Ｄ１ｂに移動させ、並行して、第三駆動装置１２８ｂは、第三把持部材１２８ａを第一方向Ｄ１ｂに収縮させる。制御装置１３０は、第一爪部１２１ａｂと第三把持部材１２８ａとの距離が略一定に維持されるように、第一駆動装置１２１ｂと第三駆動装置１２８ｂとを連携させて動作させる。

[0111] これにより、ロボットハンド１２０Ｂは、第一爪部１２１ａｂ及び第三把持部材１２８ａによって物品Ａ１を把持しつつ、ベース１２３及び第二把持部材１２２ａを第一方向Ｄ１ａに移動させ、第二爪部１２２ａｂを物品Ａ１の下に挿入する。制御装置１３０は、第二把持部材１２２ａ又はベース１２３と物品Ａ１との当接を検出すると、検出結果を操作装置２１０等に出力する。挿入完了後、オペレータＰが第一駆動装置１２１ｂ及び第三駆動装置１２８ｂを停止させるが、制御装置１３０が自動的に停止させてもよい。

[0112] 次いで、オペレータＰは、第二駆動装置１２２ｂを動作させる。第二駆動

装置１２２ｂは、第二把持部材１２２ａを第二方向Ｄ２ｂに移動させる。制御装置１３０は、第二爪部１２２ａｂと物品Ａ１との当接を検出すると、検出結果を把持の完了報告として操作装置２１０等に出力する。把持完了後、オペレータＰが第二駆動装置１２２ｂを停止させるが、制御装置１３０が自動的に停止させてもよい。なお、オペレータＰ又は制御装置１３０は、第一駆動装置１２１ｂ及び第三駆動装置１２８ｂを用いた把持動作と、第二駆動装置１２２ｂを用いた把持動作とを並行して行ってもよい。

[0113] 把持完了時、ロボットハンド１２０Ｂは、第一爪部１２１ａｂと第二把持部材１２２ａ又はベース１２３との間で第一方向Ｄ１で物品Ａ１を把持し、第二爪部１２２ａｂと第一把持部材１２１ａ又はベース１２３との間で第二方向Ｄ２で物品Ａ１を把持する。

[0114] 次いで、図２２の搬出ステップに示すように、オペレータＰは、ロボットアーム１１０を用いて、第一把持部材１２１ａの上面が水平になるようにロボットハンド１２０Ｂの姿勢を調節しつつ、物品Ａ１を持ち上げ、搬出先に移動する。

[0115] 上記において、各ステップの動作の少なくとも１つ、及び／又は、移動ステップ～搬出ステップの一連の動作の少なくとも一部が、制御装置１３０によって自動で行われてもよい。

[0116] また、第三把持部１２８は、ロボットハンド１２０Ｂに把持されている物品Ａ１を、第二爪部１２２ａｂ上から降ろすためにも用いることができる。例えば、ロボットハンド１２０Ｂは、第二爪部１２２ａｂを床面に接触させ且つ物品Ａ１を把持している状態で、第一把持部材１２１ａを第一方向Ｄ１ａに移動させ且つ第三把持部材１２８ａを伸長させることで、物品Ａ１を押圧し第二爪部１２２ａｂから床面上に降ろす。

[0117] また、第三把持部１２８が第二爪部１２２ａｂから物品Ａ１を降ろすためにのみに用いられる場合、押圧部１２８ａｂは、第一爪部１２１ａｂと対向していなくてもよい。この場合、例えば、第三把持部１２８は、第二把持部材１２２ａに設けられてもよい。

[0118] 上述のような変形例２に係るロボットハンド１２０Ｂによれば、実施の形態と同様の効果が得られる。さらに、変形例２に係るロボットハンド１２０Ｂは、第三把持部１２８を備えることで、床面上に載置された物品Ａ１を把持し持ち上げることを容易に且つ確実に行うことができる。

[0119] （その他の実施の形態）

以上、本開示の実施の形態の例について説明したが、本開示は、上記実施の形態及び変形例に限定されない。すなわち、本開示の範囲内で種々の変形及び改良が可能である。例えば、各種変形を実施の形態及び変形例に施したもの、及び、異なる実施の形態及び変形例における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本開示の範囲内に含まれる。

[0120] 例えば、実施の形態及び変形例において、ロボットハンド１２０の第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの形状は、その先端に向かって先細になる形状であったが、これに限定されない。第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの形状は、隣り合う物品間の隙間、及び／又は、物品と床面との隙間に挿入可能な形状であればよい。例えば、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの形状は、その先端に向かって厚さが略一定である形状であってもよく、その先端に向かって厚さがより大きい形状であってもよい。また、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの形状は、その先端に向かって幅がより大きい形状であってもよい。

[0121] また、実施の形態及び変形例において、制御装置１３０は、物品に対する第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの位置及び接触を、ロボットアーム１１０のアーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の負荷の変化、又は第二センサ１２５の検知信号に基づき検出していたが、これに限定されない。例えば、ロボットアーム１１０のリンク１１０ｆ等のリンク１１０ａ～１１０ｆに、力の大きさ及び方向を検知する力センサが設けられてもよい。そして、制御装置１３０は、力センサの検知信号に基づき、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの位置及び接触を検出してもよい。

[0122] 又は、制御装置１３０は、ロボットハンド１２０の第一駆動装置１２１ｂ

又は第二駆動装置１２２ｂの負荷の変化に基づき、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの位置及び接触を検出してもよい。又は、制御装置１３０は、アーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の負荷の変化と第一駆動装置１２１ｂ又は第二駆動装置１２２ｂの負荷の変化との組み合わせに基づき、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの位置及び接触を検出してもよい。

[0123] 又は、第二爪部１２２ａｂ又はその近傍に、光電センサ、レーザセンサ、レーザライダ及び超音波センサ等の非接触センサが設けられてもよい。制御装置１３０は、非接触センサの検知信号に基づき、第二爪部１２２ａｂの位置及び接触を検出してもよい。

[0124] 又は、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂに、当該爪部の先端を撮像する撮像装置が設けられてもよい。撮像装置の例はデジタルカメラ及びデジタルビデオカメラである。撮像装置は、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂの先端と当該先端に接近する物品とを含む画像を撮像することができるように配置されてもよい。制御装置１３０は、撮像装置によって撮像された画像を解析することで、物品を検出し、第一爪部１２１ａｂ及び第二爪部１２２ａｂと物品との距離等の位置関係を検出してもよい。

[0125] また、実施の形態及び変形例において、制御装置１３０は、ロボットハンドの各構成要素と物品との当接の有無を、第一駆動装置１２１ｂ又は第二駆動装置１２２ｂの負荷の変化に基づき検出していたが、これに限定されない。例えば、制御装置１３０は、ロボットアーム１１０のアーム駆動装置ＡＭ１～ＡＭ６の負荷、及び、ロボットアーム１１０に設けられた力センサの検知信号等を、第一駆動装置１２１ｂ及び第二駆動装置１２２ｂの負荷と併用して、又は、代替として用いてもよい。

[0126] また、実施の形態及び変形例に係るロボットハンドにおいて、第一把持部材１２１ａがベース１２３に対して第一方向Ｄ１に移動し、第二把持部材１２２ａがベース１２３に対して第二方向Ｄ２に移動するように構成されたが、これに限定されない。例えば、第一把持部材１２１ａがベース１２３に対して第二方向Ｄ２に移動し、第二把持部材１２２ａがベース１２３に対して

第一方向Ｄ１に移動するように構成されてもよい。又は、第一把持部材１２１ａ及び第二把持部材１２２ａの少なくとも一方が、第一方向Ｄ１及び第二方向Ｄ２の両方向に移動するように構成されてもよい。

[0127] また、実施の形態及び変形例に係るロボットハンドにおいて、第一駆動装置１２１ｂが第一把持部材１２１ａを移動し、第二駆動装置１２２ｂが第二把持部材１２２ａを移動するように構成されたが、これに限定されない。例えば、１つの駆動装置が、第一把持部材１２１ａ及び第二把持部材１２２ａを移動するように構成されてもよい。このような駆動装置は、第一把持部材１２１ａ及び第二把持部材１２２ａを同時に移動させるように構成されてもよく、一方を選択的に移動させるように構成されてもよい。

[0128] また、実施の形態及び変形例において、ロボット１００は、垂直多関節型ロボットであったが、これに限定されない。例えば、ロボット１００は、極座標型ロボット、円筒座標型ロボット、直角座標型ロボット、水平多関節型ロボット、又はその他のロボットとして構成されてもよい。

[0129] また、実施の形態及び変形例において、ロボット１００は、搬送車２４０に搭載され移動可能であったが、これに限定されず、床面等に固定されてもよい。また、搬送車２４０は、ロボット１００及びコンベヤロボット２５０を搭載していたが、ロボット１００のみを搭載してもよい。

[0130] また、実施の形態及び変形例において、ロボットシステム１は、撮像装置２２０及び出力装置２３０を備えていたが、これに限定されない。例えば、ロボットシステム１は、撮像装置２２０及び出力装置２３０を備えず、オペレータＰが直接視認するように構成されてもよい。

[0131] また、実施の形態及び変形例において、ロボットシステム１は、オペレータＰが操作装置２１０を用いてマスタースレーブ方式でロボット１００、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０を動作させるように構成されていたが、これに限定されない。例えば、ロボットシステム１は、全自動でロボット１００、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０を動作させるように構成されてもよい。この場合、例えば、オペレータＰが操作装置２１０に作業

内容等を示す指令を入力するだけで、ロボット１００、搬送車２４０及びコンベヤロボット２５０が自動的に動作してもよい。このような全自動のロボットシステムにおいて、例えば、制御装置は、ロボットアーム先端に設けられた近接センサの検知信号、及び、ロボットアームの先端に設けられたカメラの画像の解析値等に基づき、ロボットアーム及びロボットハンドそれぞれの動作を制御してもよい。

符号の説明

[0132] １　ロボットシステム

１００　ロボット

１１０　ロボットアーム

１２０，１２０Ａ，１２０Ｂ　ロボットハンド

１２１，１２１Ａ　第一把持部

１２１ａｂ　第一爪部

１２１ｂ　第一駆動装置

１２１ｃ，１２２ｃ　アクチュエータ

１２２，１２２Ａ　第二把持部

１２２ａｂ　第二爪部

１２２ｂ　第二駆動装置

１３０　制御装置（検出装置）

２１０　操作装置

ＡＭ１～ＡＭ６　アーム駆動装置

請求の範囲

[請求項1] 物品を把持するロボットハンドであって、

第一爪部を有する第一把持部と、

前記第一爪部と共に物品を挟持することで前記物品を把持する第二把持部と、

前記第一爪部と前記第二把持部とを接近させる又は離す第一方向に、前記第一爪部及び前記第二把持部の少なくとも一方を移動させる第一駆動装置とを備え、

前記第一爪部は、隣り合って配置された前記物品間の隙間に挿入可能である形状を有する

ロボットハンド。

[請求項2] 前記第二把持部が有する第二爪部を第二方向に移動させる第二駆動装置をさらに備え、

前記第二方向は、前記第一方向と交差する方向であり、且つ前記第一爪部と前記第二把持部とにより挟持される前記物品に前記第二爪部を接近させる又は離す方向である

請求項１に記載のロボットハンド。

[請求項3] 前記第二爪部は、隣り合って配置された前記物品間の隙間に挿入可能である形状を有する

請求項２に記載のロボットハンド。

[請求項4] 前記ロボットハンドの前記駆動装置は、駆動力を発生するアクチュエータを有する

請求項１～３のいずれか一項に記載のロボットハンド。

[請求項5] 前記アクチュエータは、電力を動力源とする

請求項４に記載のロボットハンド。

[請求項6] 前記第一爪部が、隣り合って配置された前記物品間の隙間に対応する位置にあることを検出する検出装置をさらに備える

請求項１～５のいずれか一項に記載のロボットハンド。

[請求項7] 前記ロボットハンドは、サーボモータを有するアーム駆動装置によって駆動される複数の関節を有するロボットアームと接続され、

前記検出装置は、

前記アーム駆動装置の動作に関する情報を取得し、

前記アーム駆動装置の動作に関する情報を用いて、前記第一爪部が、隣り合って配置された前記物品間の隙間に対応する位置にあることを検出する

請求項６に記載のロボットハンド。

[請求項8] 請求項１～７のいずれか一項に記載のロボットハンドと、

前記ロボットハンドと接続されたロボットアームと、

前記ロボットハンド及び前記ロボットアームの動作を制御する制御装置とを備える

ロボット。

[請求項9] 前記ロボットアームは、サーボモータを有するアーム駆動装置によって駆動される複数の関節を有し、

前記ロボットハンドの前記駆動装置は、駆動力を発生するアクチュエータとしてサーボモータを有し、

前記制御装置は、前記ロボットハンドの前記駆動装置の前記サーボモータの動作と、前記アーム駆動装置の前記サーボモータの動作とを制御する

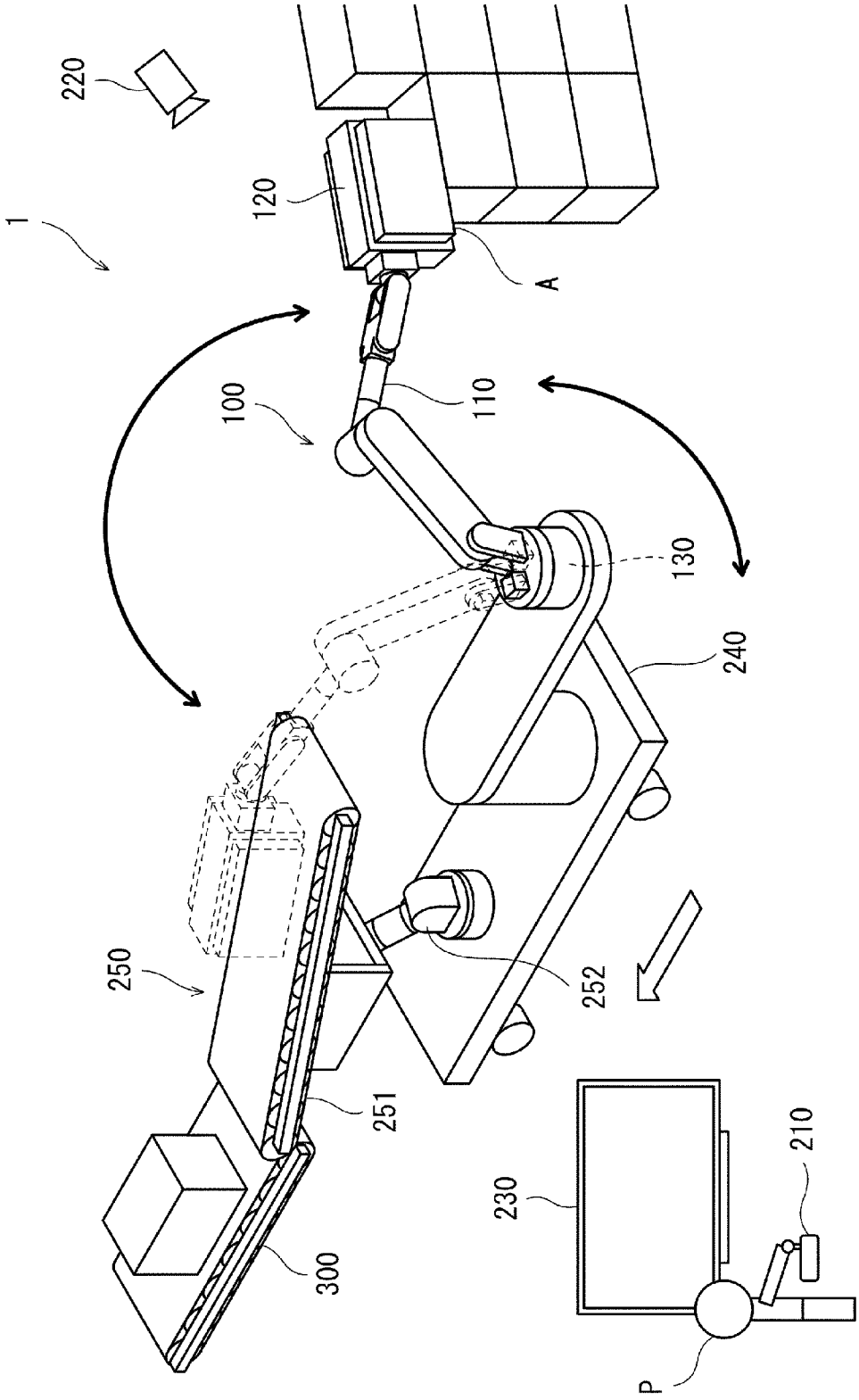
請求項８に記載のロボット。

[請求項10] 請求項８または９に記載のロボットと、

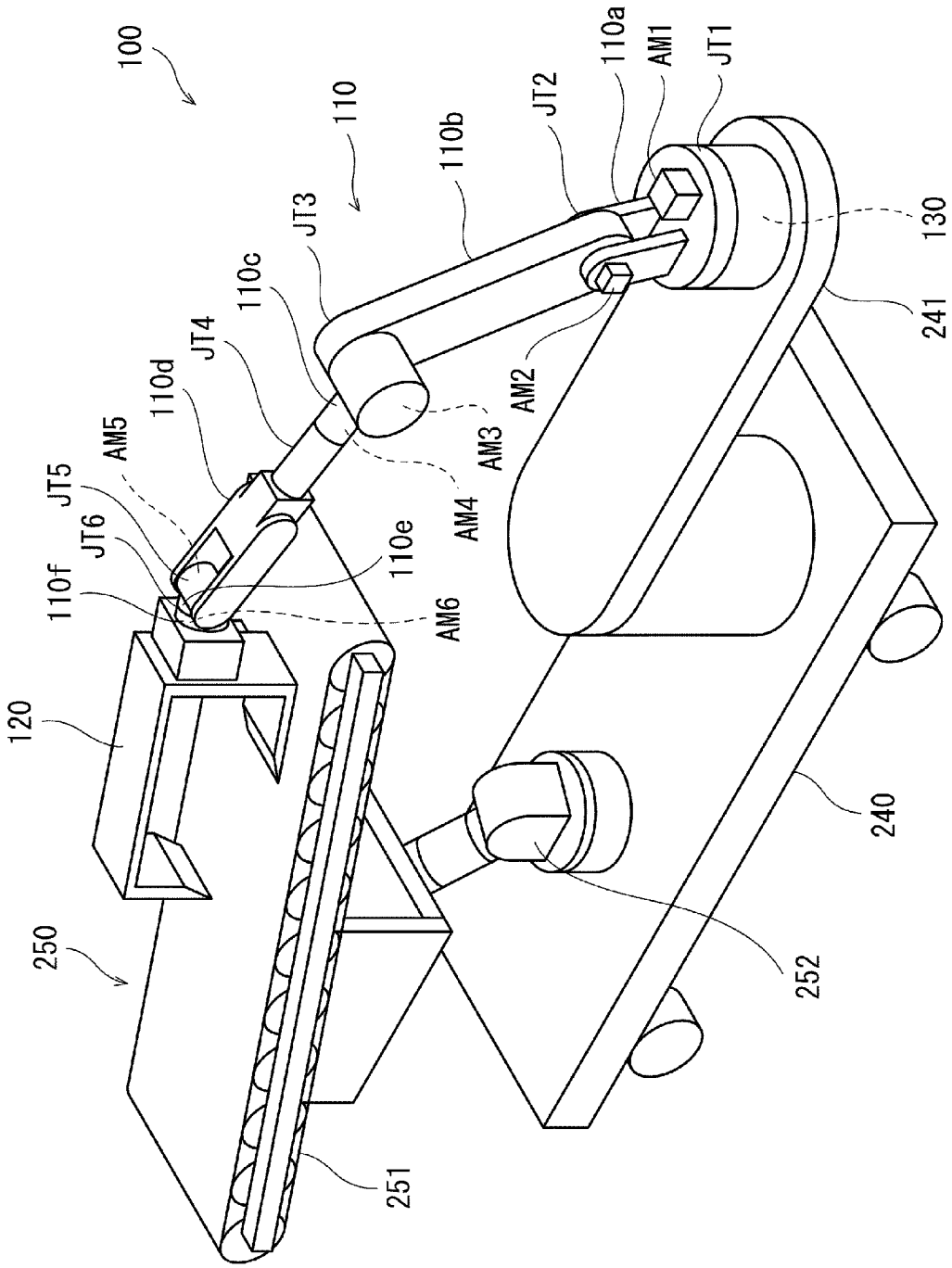
前記ロボットを操作するための操作装置とを備える

ロボットシステム。

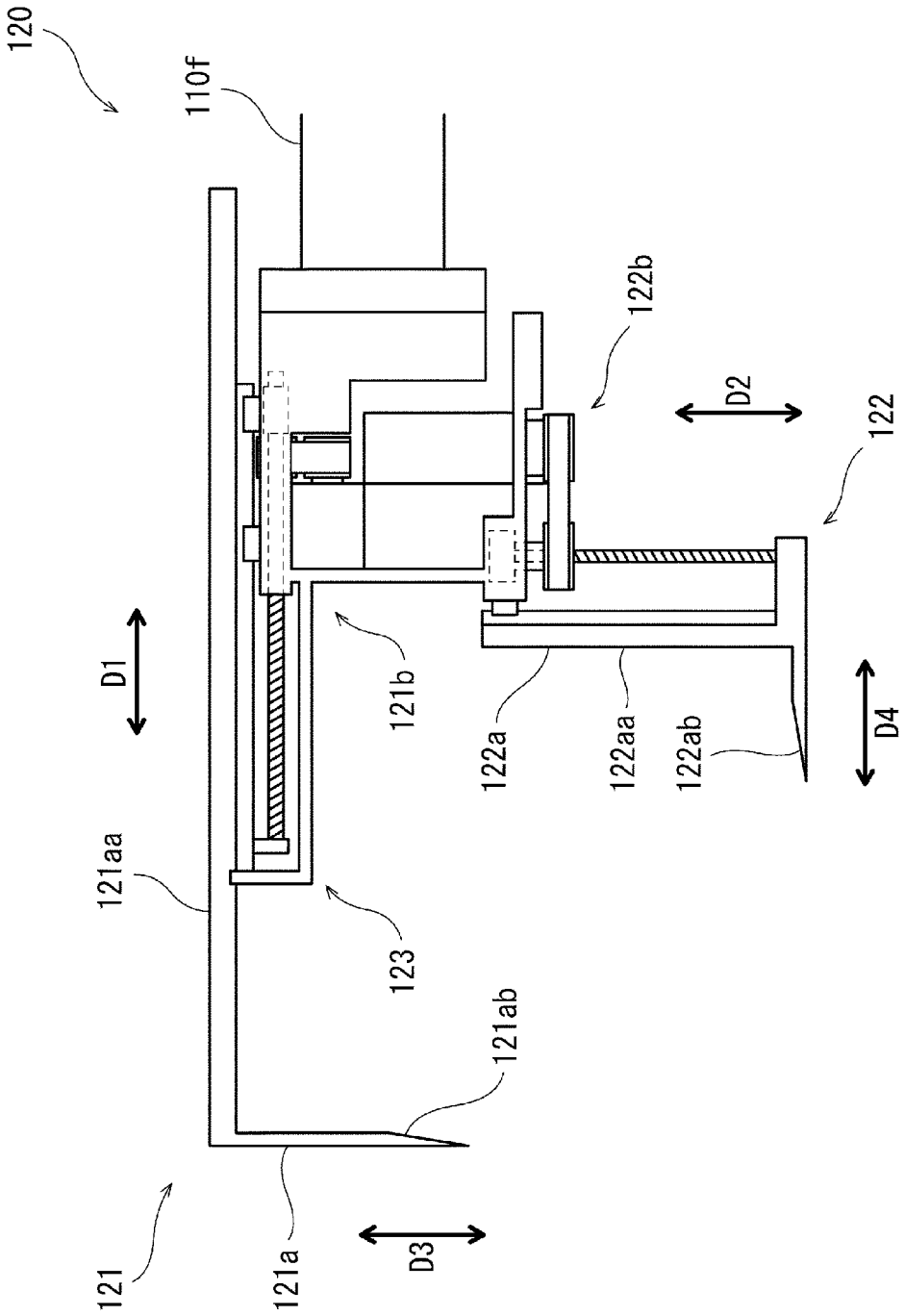
[図1]



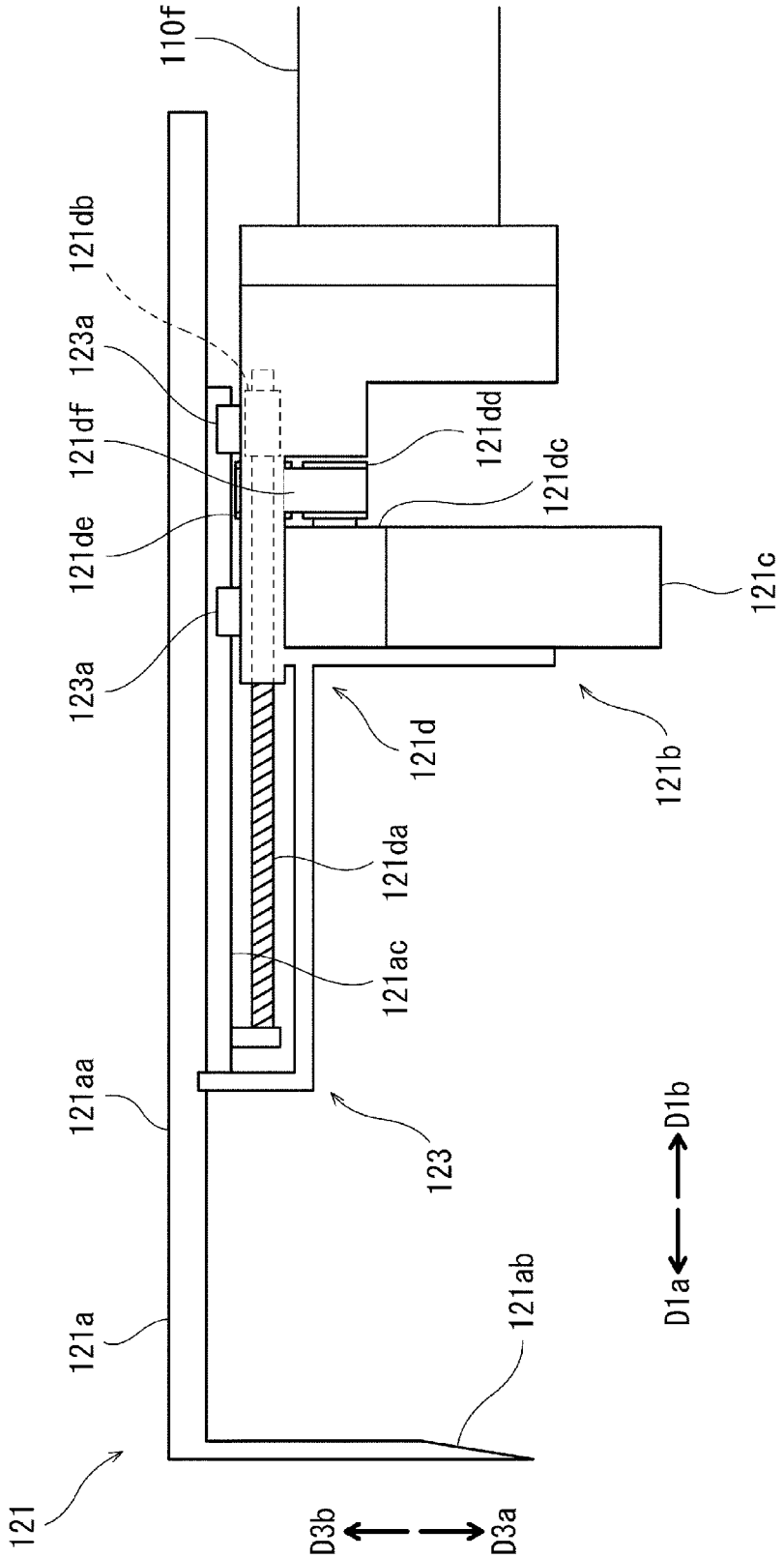
[図2]


100
110
110a
110b
110c
110d
110e
110f
120
130
240
241
250
251
252
AM1
AM2
AM3
AM4
AM5
AM6
JT1
JT2
JT3
JT4
JT5
JT6

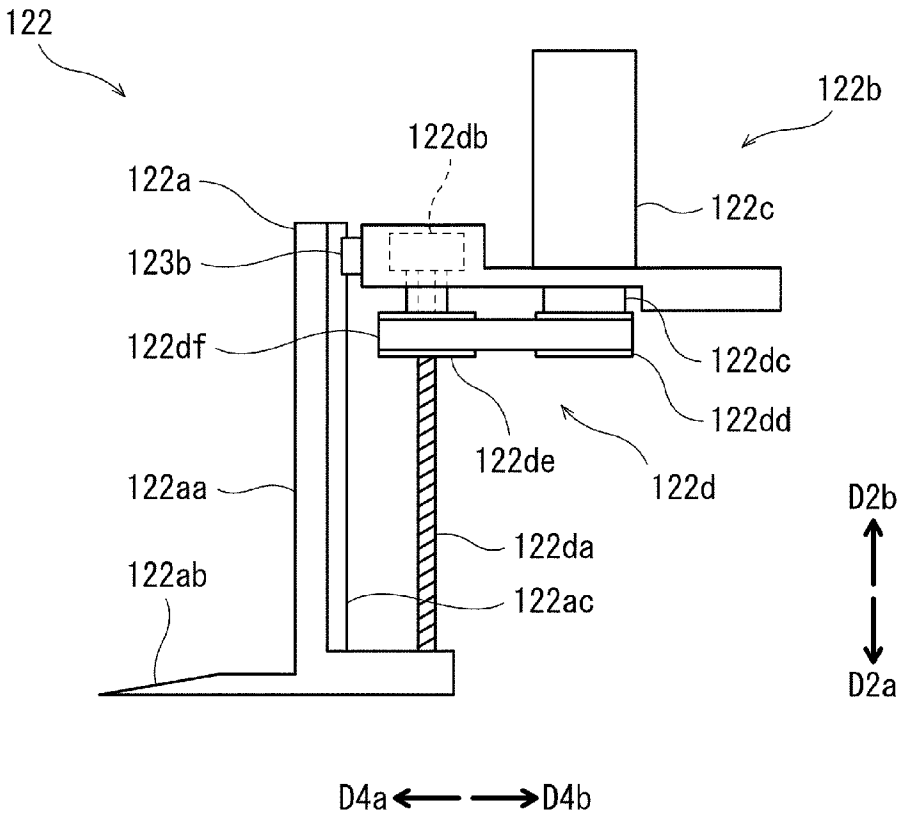
[図3]


120
110f
122b
D2
122
D1
121b
122a
122aa
122ab
D4
121aa
123
121ab
121
121a
D3

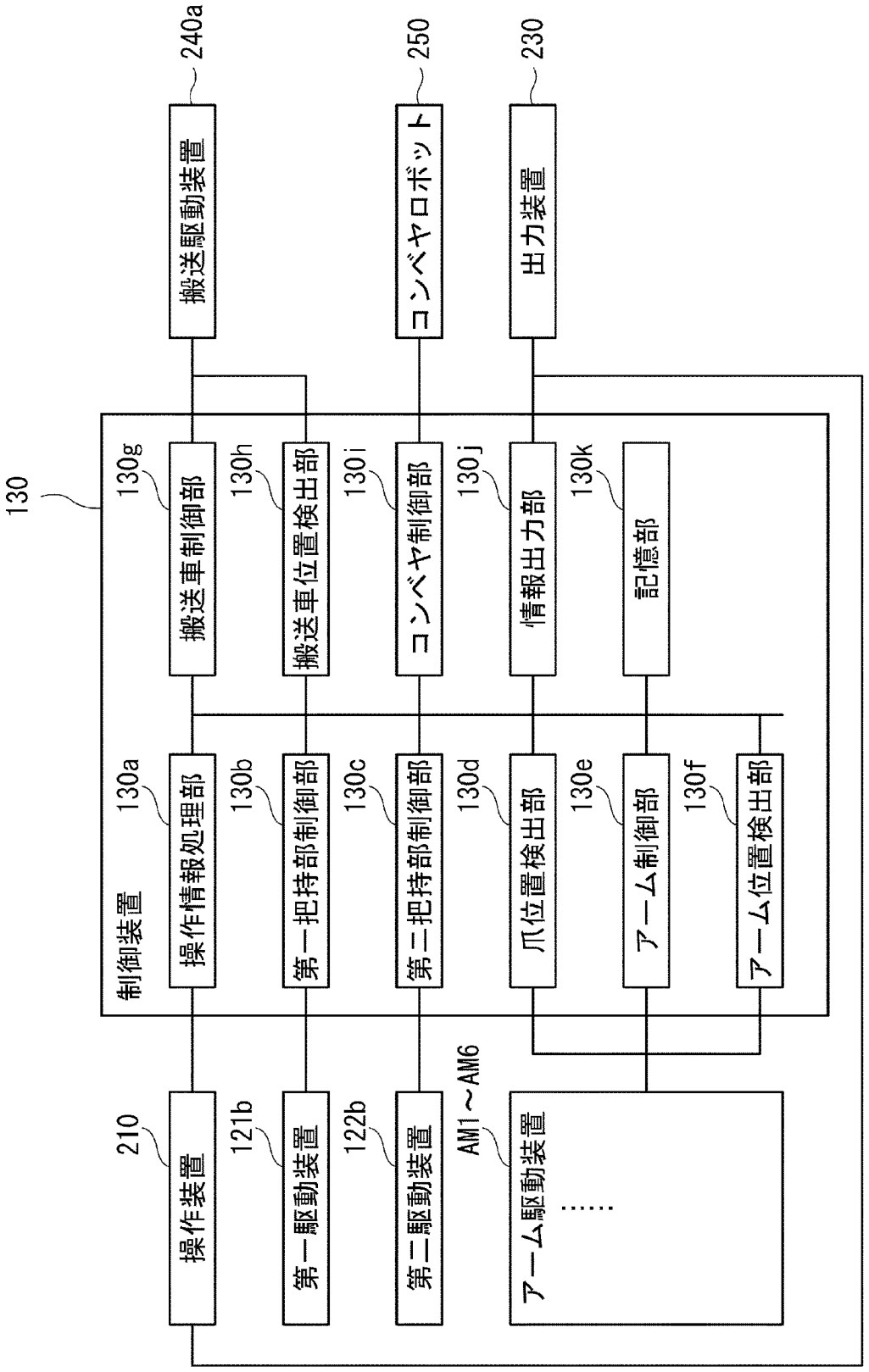
[図4]


110f
121db
123a
121df
121de
123a
121dd
121dc
121c
121d
121b
121da
121ac
121aa
123
121a
121ab
121
D3b
D3a
D1b
D1a

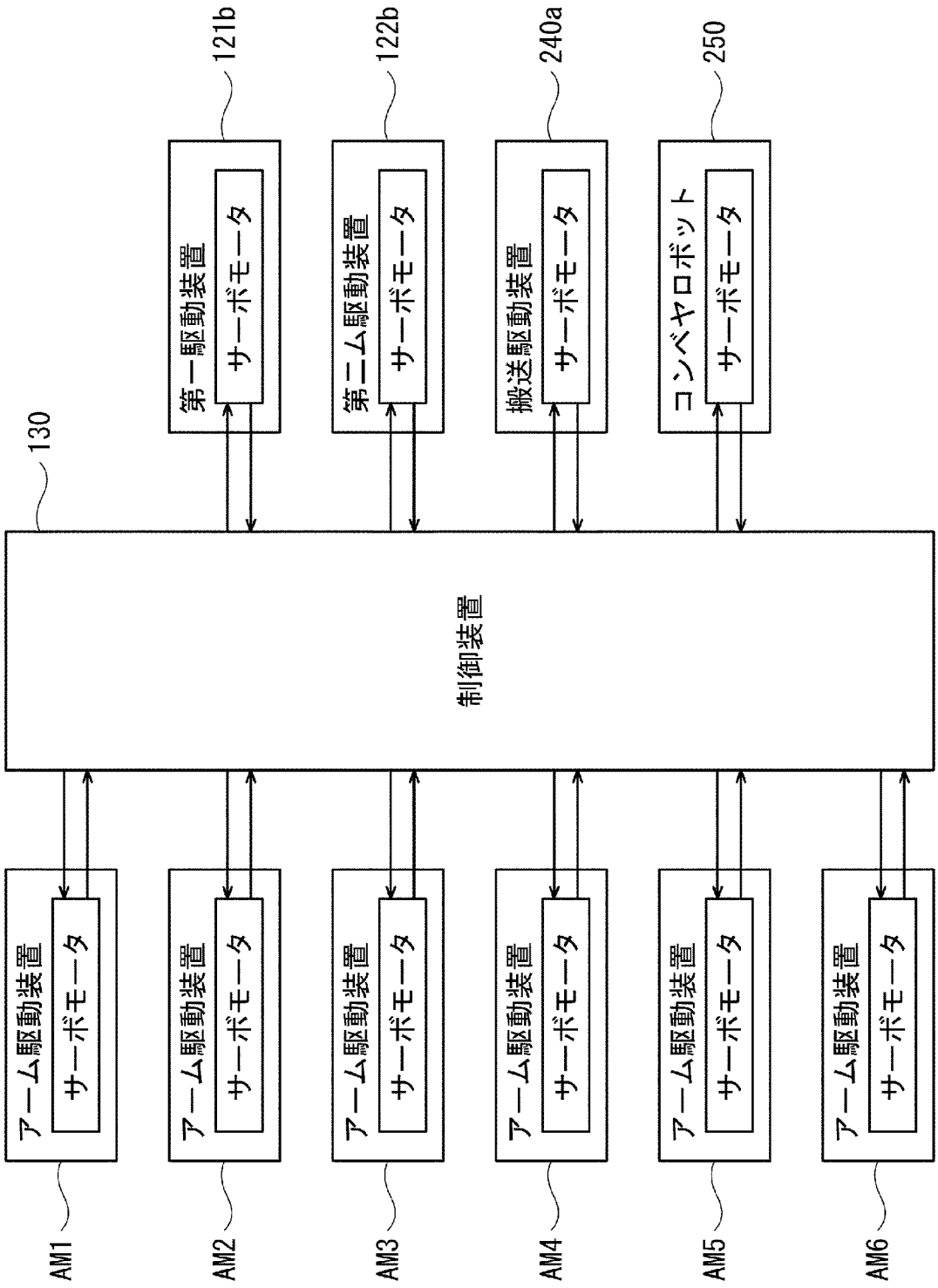
[図5]


122
122b
122db
122a
122c
123b
122df
122dc
122dd
122de
122d
122aa
122da
122ab
122ac
D2b
D2a
D4a
D4b

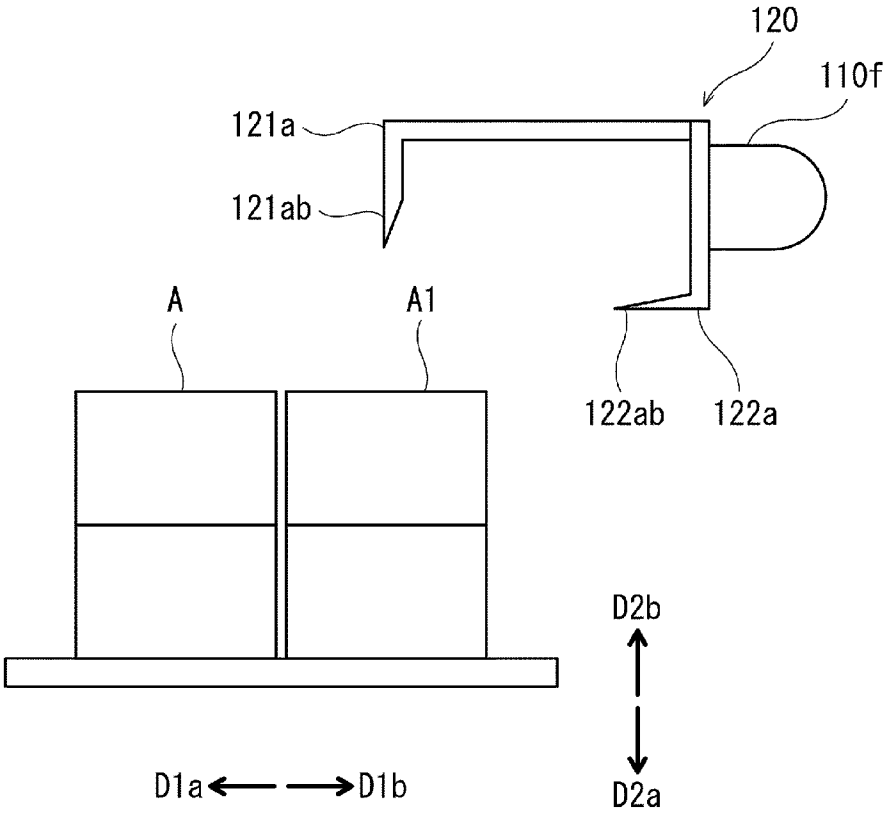
[図6]


130
制御装置
130a
操作情報処理部
130b
第一把持部制御部
130c
第二把持部制御部
130d
爪位置検出部
130e
アーム制御部
130f
アーム位置検出部
130g
搬送車制御部
130h
搬送車位置検出部
130i
コンベヤ制御部
130j
情報出力部
130k
記憶部
210
操作装置
121b
第一駆動装置
122b
第二駆動装置
AM1～AM6
アーム駆動装置
240a
搬送駆動装置
250
コンベヤロボット
230
出力装置

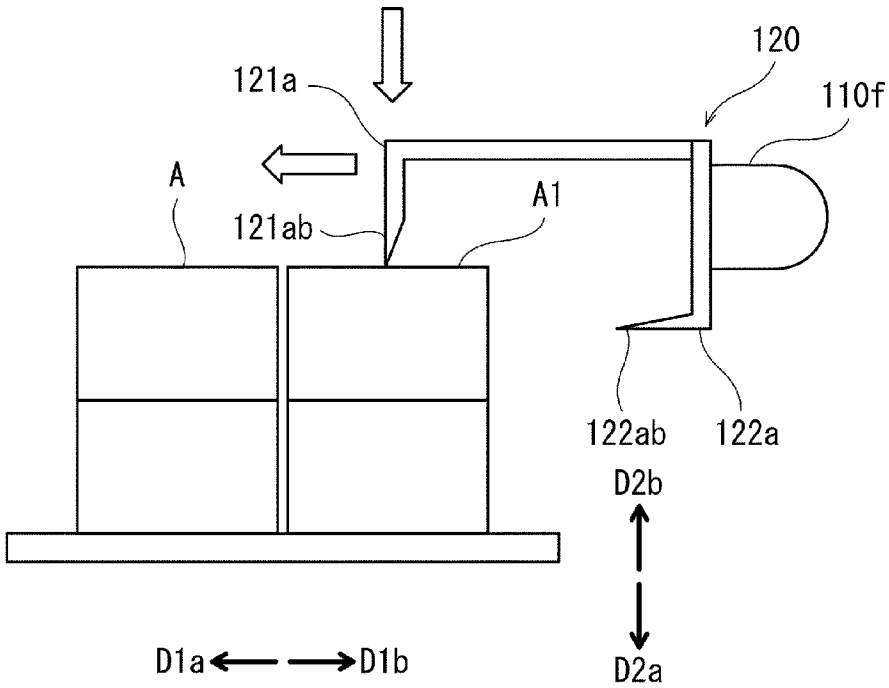
[図7]


130
制御装置
121b
第一駆動装置
サーボモータ
122b
第二アーム駆動装置
サーボモータ
240a
搬送駆動装置
サーボモータ
250
コンベヤロボット
サーボモータ
アーム駆動装置
サーボモータ
AM1
AM2
AM3
AM4
AM5
AM6

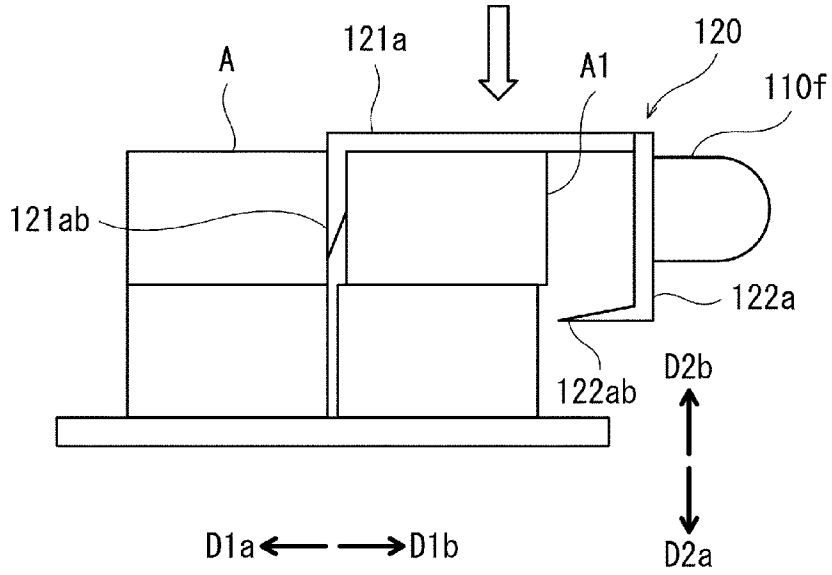
[図8]


120
110f
121a
121ab
A
A1
122ab
122a
D2b
D1a
D1b
D2a

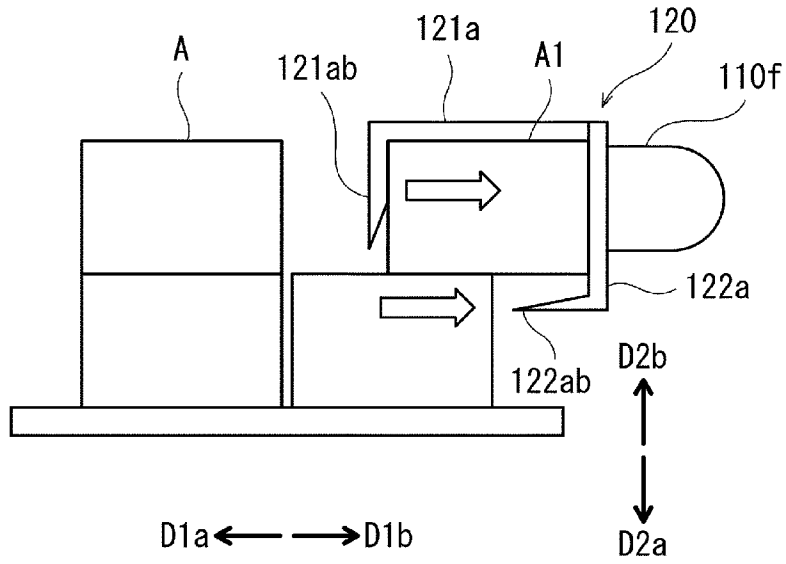
[図9]


120
121a
110f
A
A1
121ab
122ab
122a
D2b
D1a
D1b
D2a

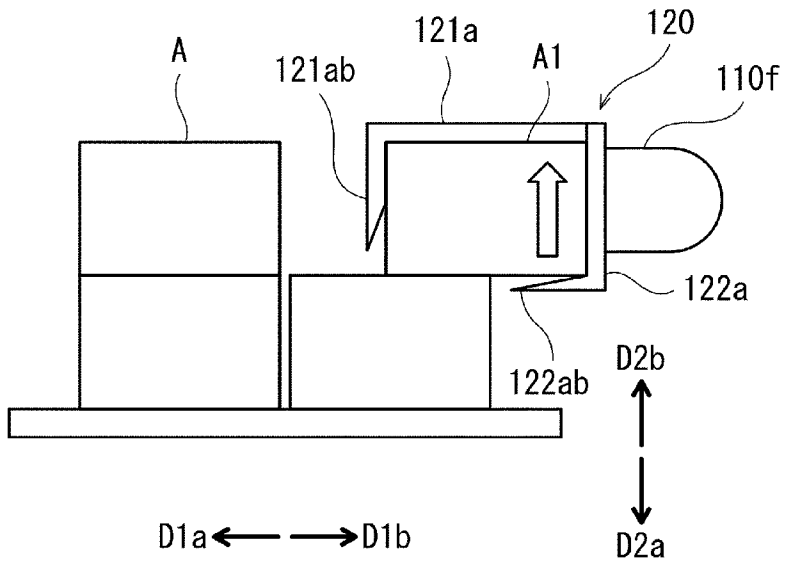
[図10]


A
121a
A1
120
110f
121ab
122a
122ab
D2b
D1a
D1b
D2a

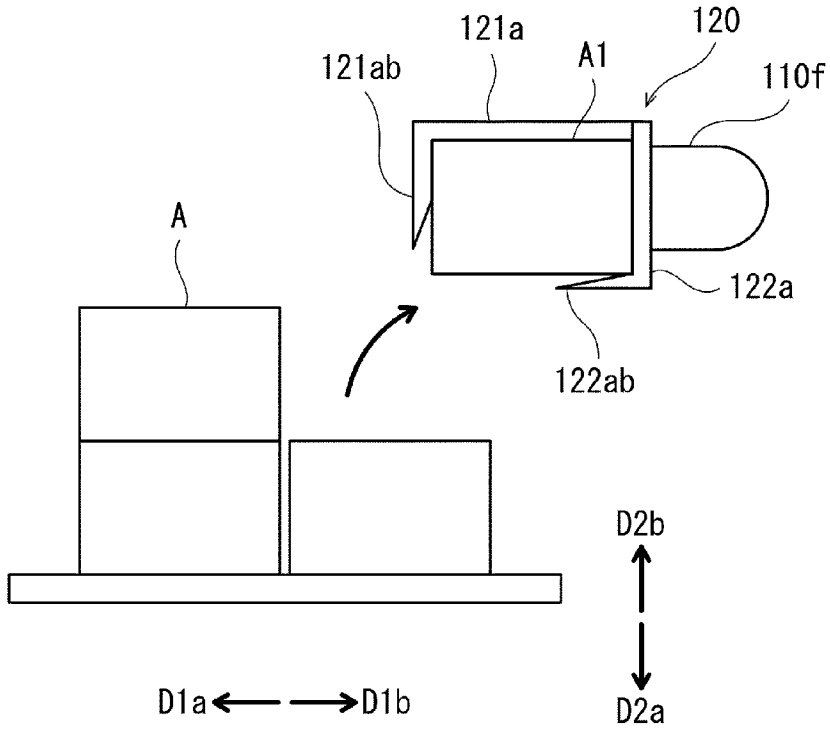
[図11]


A
121ab
121a
A1
120
110f
122a
122ab
D2b
D1a
D1b
D2a

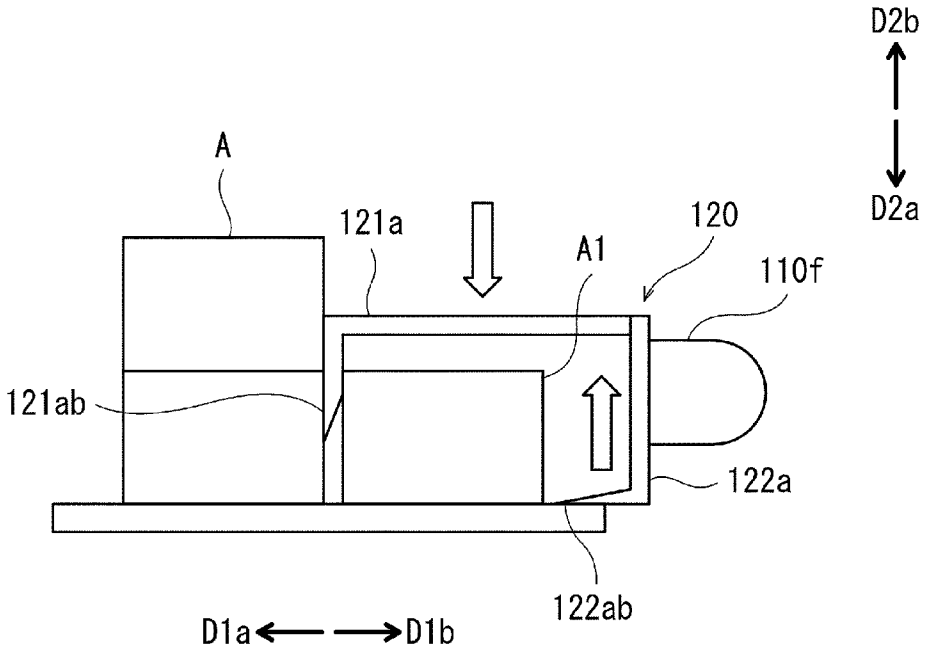
[図12]


A
121ab
121a
A1
120
110f
122a
122ab
D2b
D1a
D1b
D2a

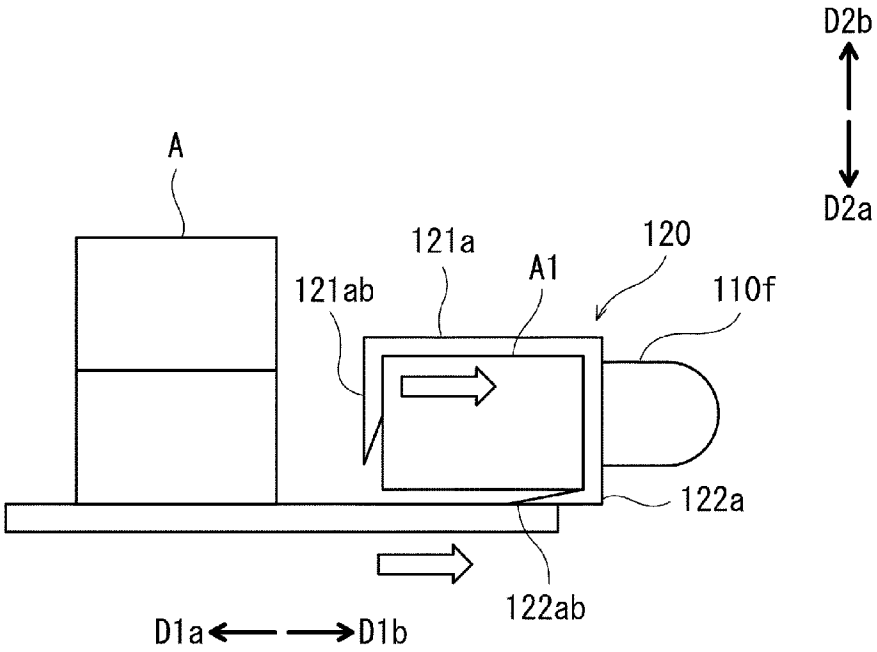
[図13]


121a
120
121ab
A1
110f
A
122a
122ab
D2b
D1a
D1b
D2a

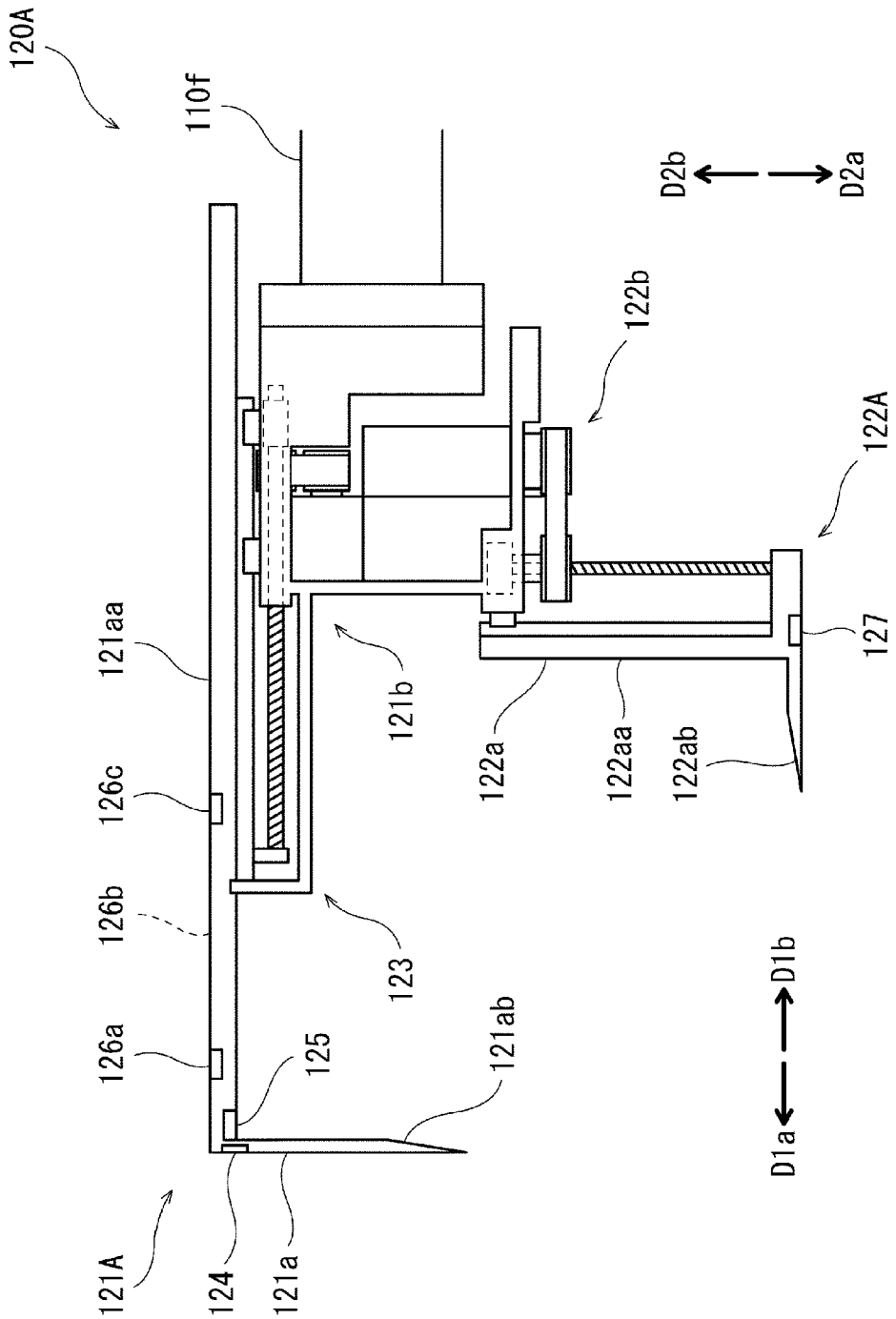
[図14]


D2b
D2a
A
121a
A1
120
110f
121ab
122a
122ab
D1a
D1b

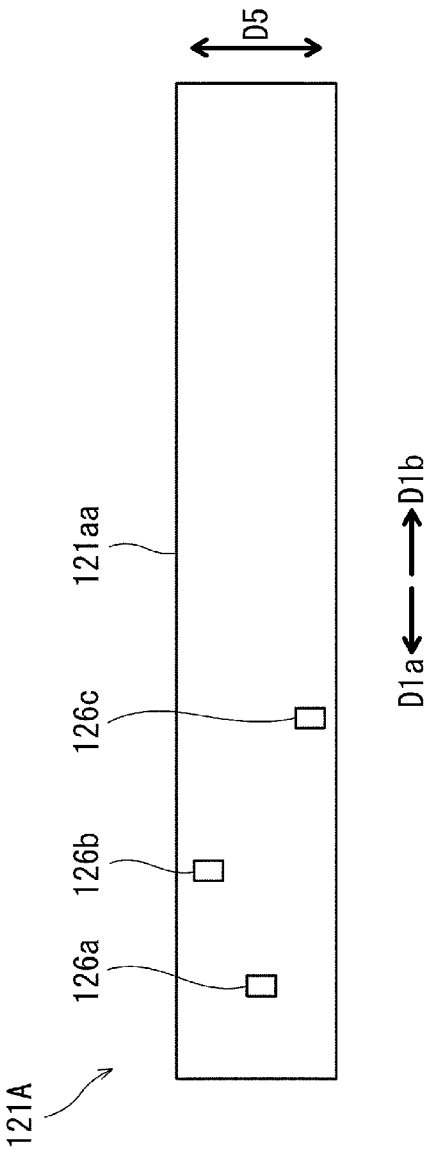
[図15]


D2b
D2a
A
121a
120
121ab
A1
110f
122a
122ab
D1a
D1b

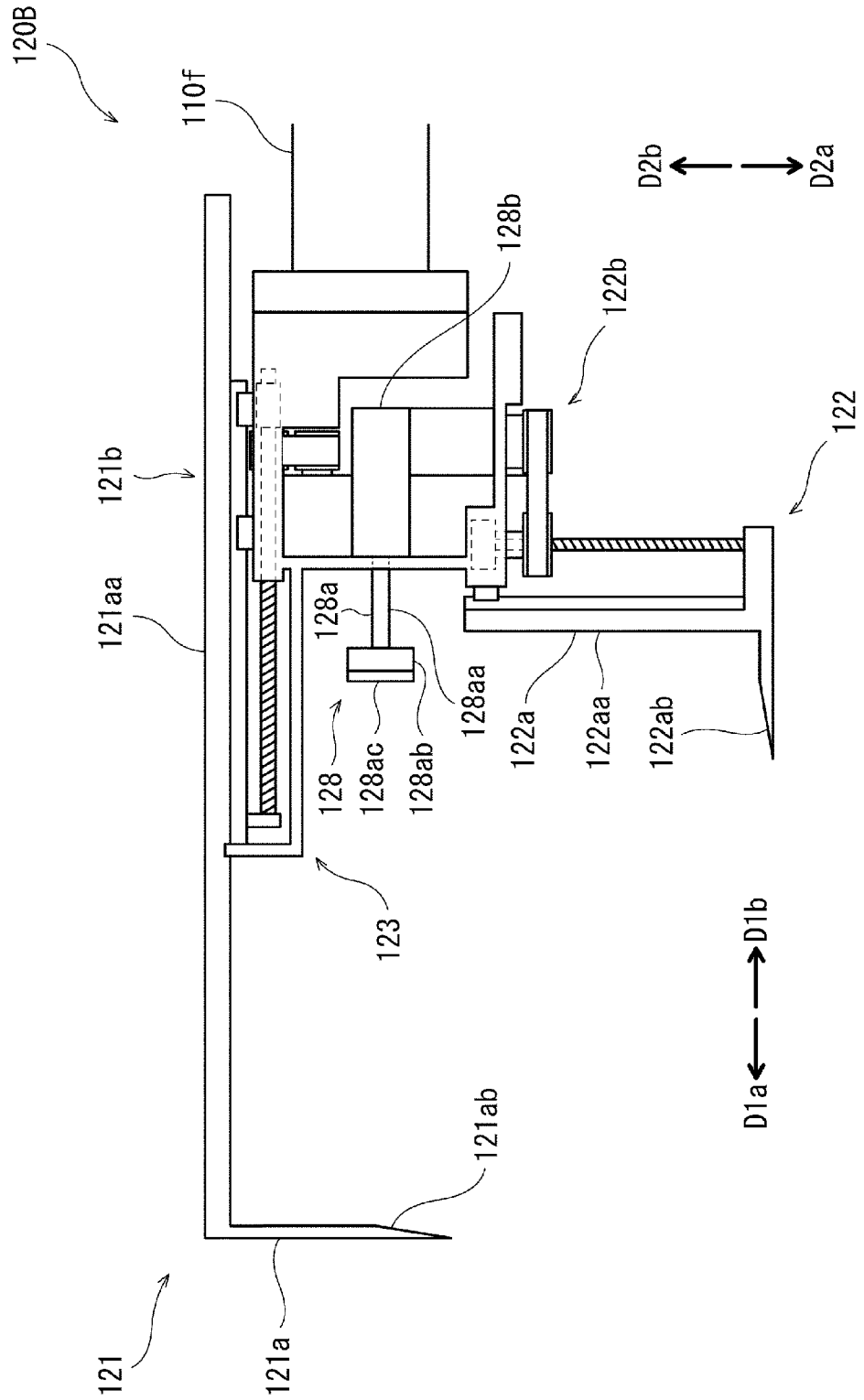
[図16]


120A
110f
D2b
D2a
122b
122A
121aa
121b
127
126c
122a
122aa
122ab
126b
123
D1b
126a
125
121ab
D1a
121A
124
121a

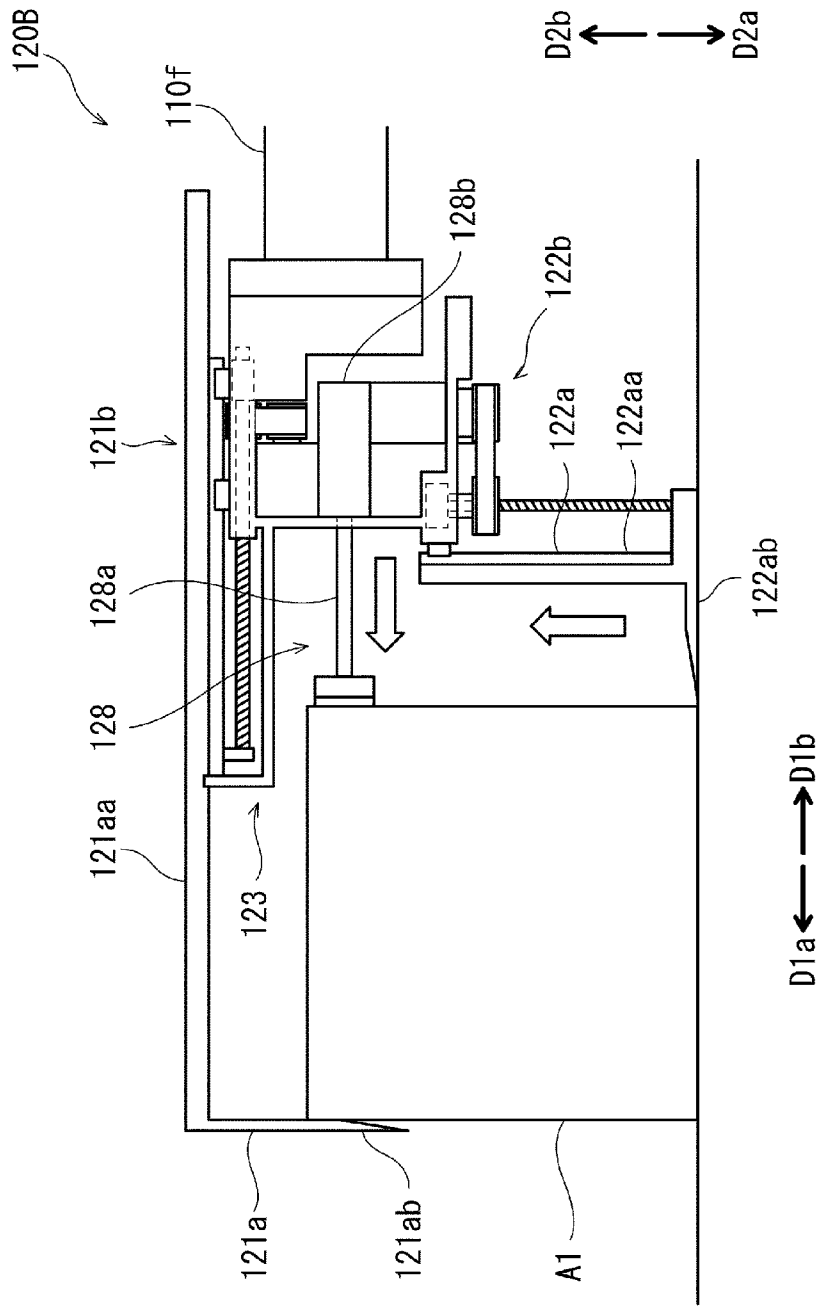
[図17]



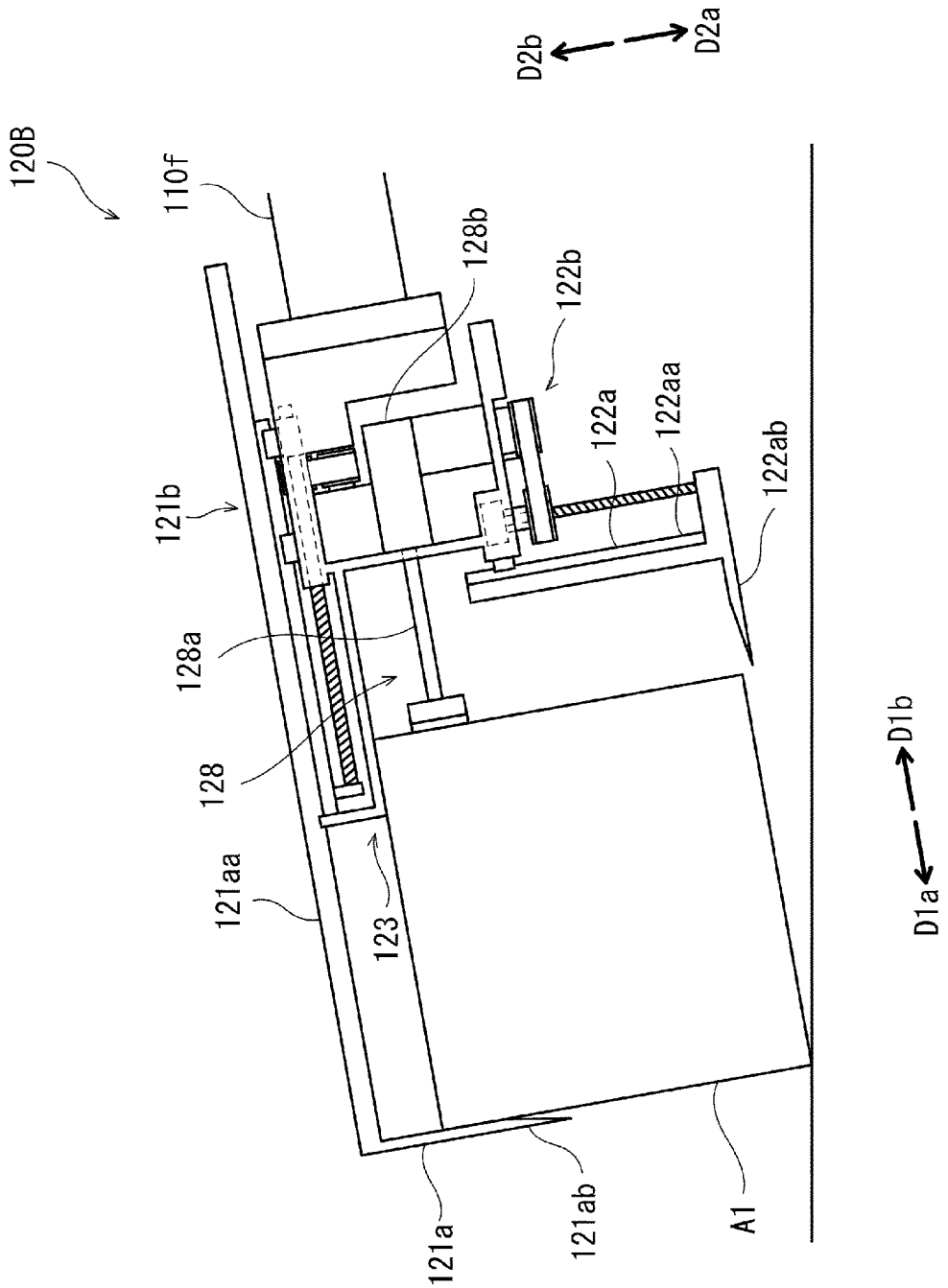
[図18]


120B
110f
D2b
D2a
128b
122b
122
121b
121aa
128a
128aa
122a
122aa
122ab
128
128ac
128ab
123
D1b
D1a
121ab
121
121a

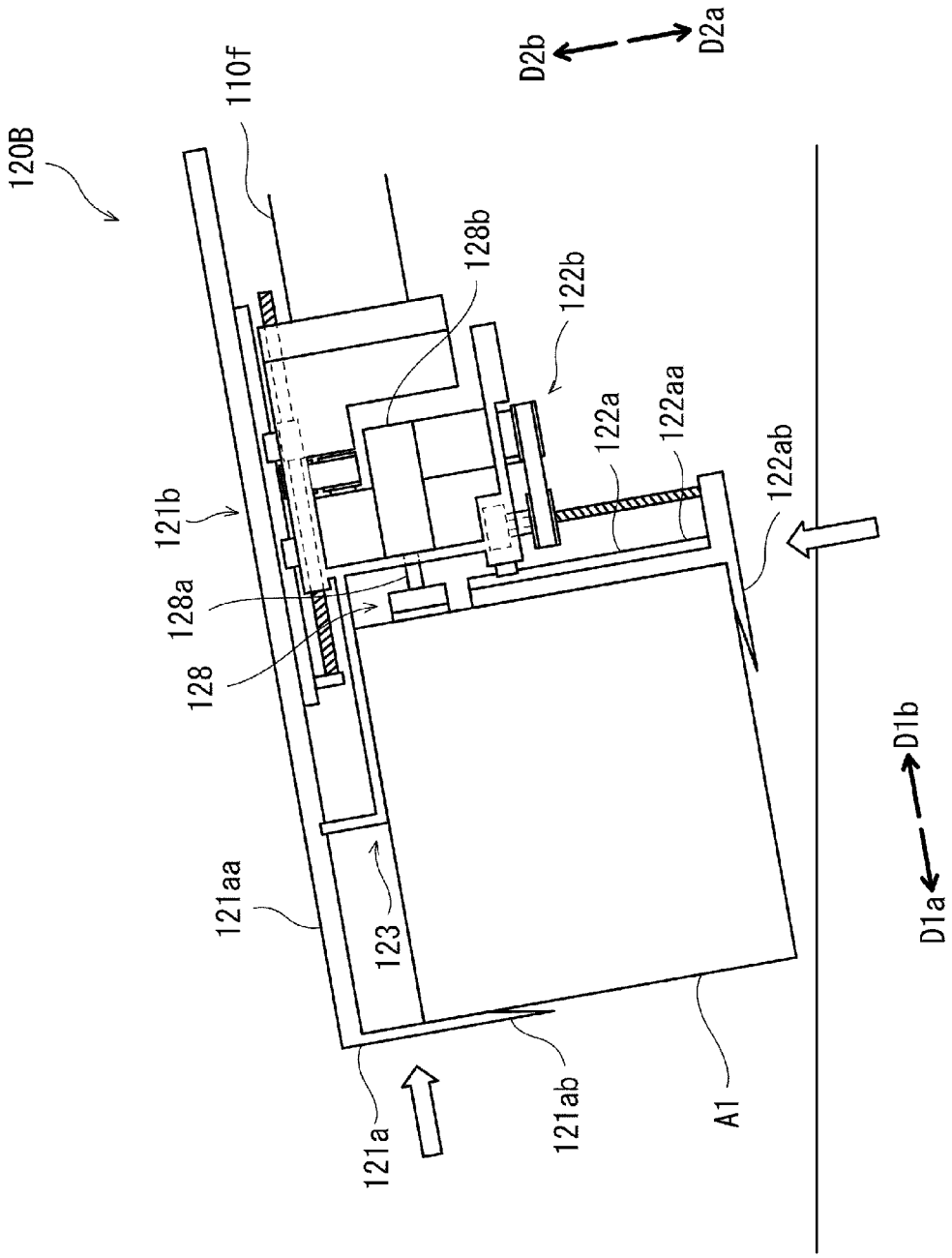
[図19]


120B
110f
D2b
D2a
128b
122b
121b
122a
122aa
128a
122ab
128
121aa
123
D1b
D1a
121a
121ab
A1

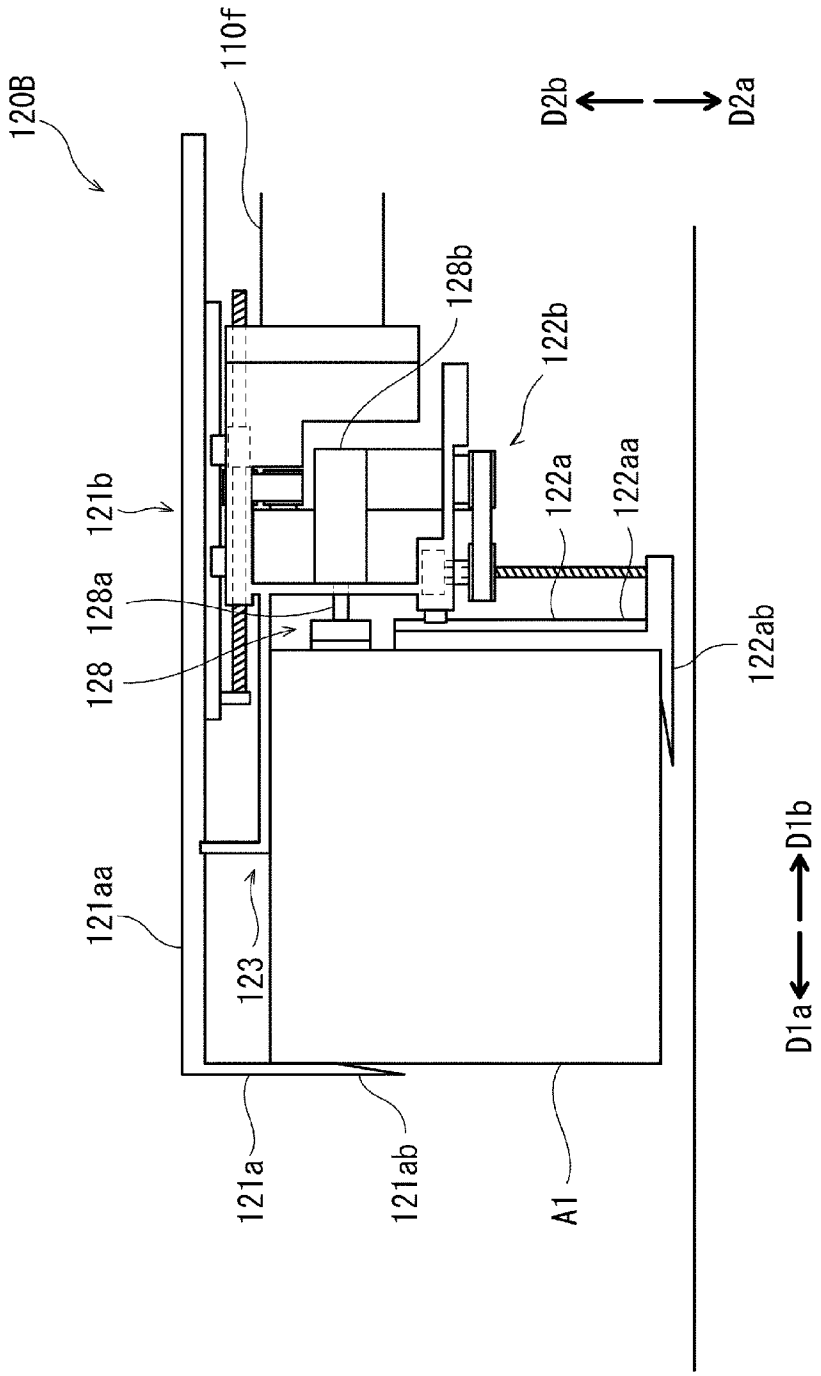
[図20]


D2b
D2a
120B
110f
128b
122b
122a
122aa
122ab
121b
128a
128
121aa
123
D1b
D1a
121a
121ab
A1

[図21]


120B
110f
D2b
D2a
128b
122b
122a
122aa
122ab
121b
128a
128
D1b
D1a
121aa
123
121a
121ab
A1

[図22]


120B
110f
D2b
D2a
128b
122b
121b
122a
122aa
128a
128
122ab
D1b
121aa
123
D1a
121a
121ab
A1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/015970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B65G 59/02(2006.01)i; B25J 15/08(2006.01)i
FI: B65G59/02 Z; B25J15/08 C

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)
B65G59/02; B25J15/08

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	1971-2020
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.
X	WO 2015/132720 A1 (SIR S.P.A.) 11.09.2015 (2015-09-11) column 4, lines 2-8, column 6, lines 7-25, column 11, line 27 to column 12, line 28, fig. 7-9	1, 4-6, 8-10
A	US 2007/0280812 A1 (AXIUM INC.) 06.12.2007 (2007-12-06) entire text, all drawings	1-10
A	WO 2017/060597 A1 (SAPELEM) 13.04.2017 (2017-04-13) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2018-47544 A (TOSHIBA CORP.) 29.03.2018 (2018-03-29) fig. 3	1-10
P, X	JP 2020-40788 A (TOSHIBA CORP.) 19.03.2020 (2020-03-19) paragraphs [0060]-[0061], fig. 6A-6B	1, 4-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
03 July 2020 (03.07.2020)	14 July 2020 (14.07.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/015970

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2015/132720 A1	11 Sep. 2015	EP 3114060 A1	
US 2007/0280812 A1	06 Dec. 2007	CA 2588175 A1	
WO 2017/060597 A1	13 Apr. 2017	FR 3041947 A1	
JP 2018-47544 A	29 Mar. 2018	US 2017/0137236 A1 fig. 3	
JP 2020-40788 A	19 Mar. 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/015970

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B65G 59/02(2006.01)i; B25J 15/08(2006.01)i
FI: B65G59/02 Z; B25J15/08 C

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））

B65G59/02; B25J15/08

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

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
X	WO 2015/132720 A1 (SIR S.P.A.) 11.09.2015 (2015-09-11) 第4欄第2-8行，第6欄第7-25行，第11欄第27行-第12欄第28行，図7-9	1，4-6，8-10
A	US 2007/0280812 A1 (AXIUM INC.) 06.12.2007 (2007-12-06) 全文，全図	1-10
A	WO 2017/060597 A1 (SAPELEM) 13.04.2017 (2017-04-13) 全文，全図	1-10
A	JP 2018-47544 A (株式会社東芝) 29.03.2018 (2018-03-29) 図3	1-10
P，X	JP 2020-40788 A (株式会社東芝) 19.03.2020 (2020-03-19) [0060]-[0061]，図6A-6B	1，4-10

☐ 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	国際調査報告の発送日
03.07.2020	14.07.2020

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）
福島　和幸 3F 9346
電話番号 03-3581-1101 内線 3351

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/JP2020/015970

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2015/132720 A1	11.09.2015	EP 3114060 A1	
US 2007/0280812 A1	06.12.2007	CA 2588175 A1	
WO 2017/060597 A1	13.04.2017	FR 3041947 A1	
JP 2018-47544 A	29.03.2018	US 2017/0137236 A1 図3	
JP 2020-40788 A	19.03.2020	（ファミリーなし）	