

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2025-57115
(P2025-57115A)

(43)公開日 令和7年4月9日(2025.4.9)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

B 6 5 G 1/00 (2006.01) B 6 5 G 1/00 5 0 1 C 3 F 0 2 2

B 6 5 G 1/10 (2006.01) B 6 5 G 1/10 Z

審査請求		未請求	請求項の数	19	O L	(全21頁)
(21)出願番号	特願2023-166787(P2023-166787)					
(22)出願日	令和5年9月28日(2023.9.28)					
(71)出願人	315014671 東京ロボティクス株式会社 東京都文京区水道一丁目12番15号					
(74)代理人	100098899 弁理士 飯塚 信市					
(74)代理人	100163865 弁理士 飯塚 健					
(72)発明者	松尾 雄希 東京都文京区水道一丁目12番15号 東京ロボティクス株式会社内					
F ターム (参考)	3F022 FF24 JJ11 KK18 MM01 NN36 NN57 QQ11					

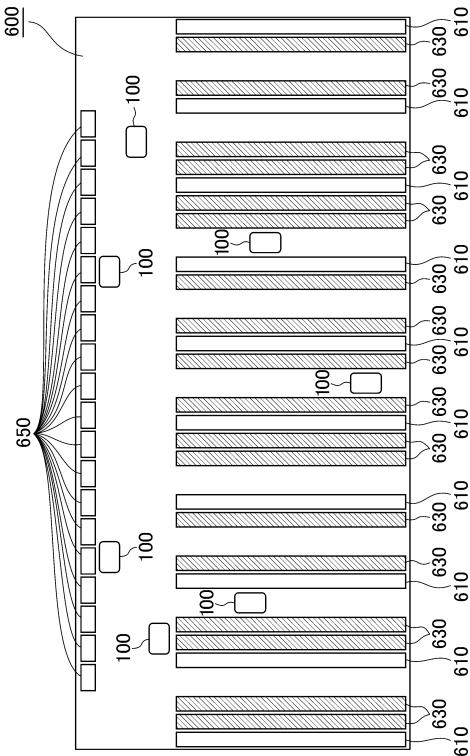
(54)【発明の名称】 物体搬送システム、制御方法及び制御プログラム

(57)【要約】 (修正有)

【課題】物体の保管効率が良好でありながら設置コストが低減された物体搬送システムを提供する。

【解決手段】所定位置に固定された、固定棚と、無軌道型の第1移動手段により移動する、移動棚と、無軌道型の第2移動手段により前記固定棚及び／又は前記移動棚によって定義される通路を含む経路を移動し、前記固定棚又は前記移動棚への又は前記固定棚又は前記移動棚からの物体の搬送を行う、搬送ロボットと、前記移動棚の移動を制御する、移動棚制御部と、前記搬送ロボットの移動を制御する、搬送ロボット制御部と、を備える、物体搬送システム。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定位置に固定された、固定棚と、
無軌道型の第 1 移動手段により移動する、移動棚と、
無軌道型の第 2 移動手段により前記固定棚及び／又は前記移動棚によって定義される通路を含む経路を移動し、前記固定棚又は前記移動棚への又は前記固定棚又は前記移動棚からの物体の搬送を行う、搬送ロボットと、
前記移動棚の移動を制御する、移動棚制御部と、
前記搬送ロボットの移動を制御する、搬送ロボット制御部と、
を備える、物体搬送システム。

10

【請求項 2】

前記固定棚及び／又は前記移動棚で定義される通路から、前記搬送ロボットが進入する通路を選択する、通路選択部と、
選択した前記通路に基づいて、前記搬送ロボットの移動経路を生成する、移動経路生成部と、をさらに備え、
前記搬送ロボット制御部は、前記移動経路に基づいて、前記搬送ロボットの移動を制御する、請求項 1 に記載の物体搬送システム。

【請求項 3】

前記通路選択部は、さらに、
進入可能な通路を判定する、進入可能通路判定部と、
前記進入可能な通路のうち前記移動棚が存在しない空き通路を特定する、空き通路特定部と、
前記空き通路において前記搬送ロボットが所定の目的を達成できる場合、前記空き通路を進入する前記通路として選択する、空き通路選択部と、
前記空き通路において前記搬送ロボットが前記目的を達成できない場合、前記搬送ロボットにおいて前記目的が達成されるよう前記移動棚が存在する占有通路から進入する前記通路を選択し、かつ前記占有通路を空けるよう前記移動棚に対して移動指令を行う、移動指令部と、を備え、
前記移動棚制御部は、前記移動指令に基づいて前記移動棚の移動を制御する、請求項 2 に記載の物体搬送システム。

20

30

【請求項 4】

前記進入可能通路判定部は、他の搬送ロボットが進入し又は進入を予定している通路を進入不可能と判定する、請求項 3 に記載の物体搬送システム。

【請求項 5】

前記目的は、前記搬送ロボットが前記固定棚又は前記移動棚に格納されている目標物体をピックアップして搬送することであり、
前記通路選択部は、さらに、
1 又は複数の前記通路を含むよう設定された 1 又は複数の領域から、前記目標物体が含まれる 1 つの領域を選択する、目標物体存在領域選択部を備える、請求項 3 に記載の物体搬送システム。

40

【請求項 6】

前記目的は、前記搬送ロボットが物品を前記固定棚又は前記移動棚の目標空き位置へと補充することであり、
前記通路選択部は、さらに、
1 又は複数の前記通路を含むよう設定された 1 又は複数の領域から、前記目標空き位置が含まれる 1 つの領域を選択する、目標空き位置存在領域選択部を備える、請求項 3 に記載の物体搬送システム。

【請求項 7】

進入する前記通路を選択した場合、その通路について他の前記搬送ロボットの進入を禁止する予約状態とする、請求項 2 に記載の物体搬送システム。

50

【請求項 8】

前記搬送ロボット制御部は、さらに、

前記固定棚及び／又は前記移動棚で定義される 1 又は複数の通路を含むよう設定された 1 又は複数の領域から、前記搬送ロボットが所定の目標を達成可能な 1 つの領域を選択する、領域選択部と、

前記領域に含まれる前記通路から、前記搬送ロボットが進入する通路を選択する、通路選択部と、

選択した通路に基づいて、前記搬送ロボットの移動経路を生成する、移動経路生成部と、を備え、

前記搬送ロボット制御部は、前記移動経路に基づいて、前記搬送ロボットの移動を制御する、請求項 1 に記載の物体搬送システム。

10

【請求項 9】

各前記領域は 1 つの前記通路を含む、請求項 8 に記載の物体搬送システム。

【請求項 10】

各前記領域は、前記固定棚をその端部に配置することにより定義される、請求項 8 に記載の物体搬送システム。

【請求項 11】

前記移動棚は、さらに、

周辺環境を検出する、センサと、

前記センサの出力に基づいて認識処理を行い認識結果を生成する、認識部と、

20

前記認識結果に基づいて、前記移動棚の自己位置を推定する、位置推定部と、を備え、

前記移動棚制御部は、推定された前記自己位置に基づいて前記移動棚の移動を制御する、請求項 1 に記載の物体搬送システム。

【請求項 12】

前記センサは、L i D A R 装置である、請求項 11 に記載の物体搬送システム。

【請求項 13】

前記移動棚は、さらに、

複数の車輪と、

各前記車輪を駆動する複数のモータと、

各前記モータを駆動する複数の駆動部と、を備え、

30

各前記駆動部は通信線により直列に接続されている、請求項 1 に記載の物体搬送システム。

【請求項 14】

前記搬送ロボットは、さらに、

物体のピックアップ又は載置を行う、物体操作部と、

前記物体操作部を変位させる、変位機構と、を備える、請求項 1 に記載の物体搬送システム。

【請求項 15】

前記搬送ロボットは、さらに、

周辺環境を検出する、センサと、

40

前記センサの出力に基づいて認識処理を行い認識結果を生成する、認識部と、

前記認識結果に基づいて、前記搬送ロボットの自己位置を推定する、位置推定部と、を備え、

前記搬送ロボット制御部は、前記自己位置に基づいて前記搬送ロボットの移動を制御する、請求項 1 に記載の物体搬送システム。

【請求項 16】

前記センサは、前記固定棚及び前記移動棚の高さよりも高い位置を検出可能に前記搬送ロボットに配置される L i D A R 装置である、請求項 15 に記載の物体搬送システム。

【請求項 17】

前記センサは、カメラであり、

50

前記認識部は、前記カメラから取得された画像に基づいて、前記搬送ロボットが進入し得る領域の床面に配置されたマーカを認識する、請求項 15 に記載の物体搬送システム。

【請求項 18】

所定位置に固定された、固定棚と、

無軌道型の第 1 移動手段により移動する、移動棚と、

無軌道型の第 2 移動手段により前記固定棚及び／又は前記移動棚によって定義される通路を含む経路を移動し、前記固定棚又は前記移動棚への又は前記固定棚又は前記移動棚からの物体の搬送を行う、搬送ロボットと、を備えた物体搬送システムの制御方法であって、

前記移動棚の移動を制御する、移動棚制御ステップと、

10

前記搬送ロボットの移動を制御する、搬送ロボット制御ステップと、を備える、制御方法。

【請求項 19】

所定位置に固定された、固定棚と、

無軌道型の第 1 移動手段により移動する、移動棚と、

無軌道型の第 2 移動手段により前記固定棚及び／又は前記移動棚によって定義される通路を含む経路を移動し、前記固定棚又は前記移動棚への又は前記固定棚又は前記移動棚からの物体の搬送を行う、搬送ロボットと、を備えた物体搬送システムの制御プログラムであって、コンピュータに、

前記移動棚の移動を制御する、移動棚制御ステップと、

20

前記搬送ロボットの移動を制御する、搬送ロボット制御ステップと、を実行させる、制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、物体搬送システム、特に、倉庫等の施設で利用可能な物体搬送システム等に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、倉庫等の内部に棚を設け当該棚へと商品等の物体を保管し、必要に応じて、ロボットが棚から物体を出荷し、又は棚へと補充を行う物体搬送システムの活用が進められている。

30

【0003】

ところで、この種のシステムでは、物体の保管効率（又は容積効率）の向上の観点から移動棚が用いられることがある（特許文献 1、2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2023-045436 号公報

【特許文献 2】特開 2003-081410 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従前のこの種の移動棚を備える搬送システムでは、倉庫等の施設内に対して移動棚を移動させるための設備、例えば、レールや大型の棚移動機構等を導入しなければならず、設置コストが高かった。

【0006】

本発明は上述の技術的背景に鑑みてなされたものであり、その目的は、物体の保管効率が良好でありながら設置コストが低減された物体搬送システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【0007】

上述の技術的課題は、以下の構成を有する物体搬送システム、その制御方法、プログラム等により解決することができる。

【0008】

すなわち、本開示に係る物体搬送システムは、所定位置に固定された、固定棚と、無軌道型の第1移動手段により移動する、移動棚と、無軌道型の第2移動手段により前記固定棚及び／又は前記移動棚によって定義される通路を移動し、前記固定棚又は前記移動棚への又は前記固定棚又は前記移動棚からの物体の搬送を行う、搬送ロボットと、前記移動棚の移動を制御する、移動棚制御部と、前記搬送ロボットの移動を制御する、搬送ロボット制御部と、を備えている。

10

【0009】

このような構成によれば、対象空間内に搬送ロボットがアクセス可能な態様のより多くの棚を配置することができ、施設における物体の保管効率を向上させることができる。また、移動棚だけでなく固定棚を含むので、搬送システムのコストの低減、制御処理の複雑化防止を実現することができる。さらに、移動棚は無軌道型の移動手段を備えることから、施設内には移動棚の移動に要する設備、例えば、レール、段差又は溝等が不要となる。そのため、物体搬送システムの設置コストを低減することができると共に、搬送ロボットの移動の障害となり得る設備が無くなるため搬送効率を良好なものとすることができる。すなわち、物体の保管効率と搬送効率が良好でありながら設置コストが低減された物体搬送システムを提供することができる。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、物体の保管効率と搬送効率が良好でありながら設置コストが低減された物体搬送システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、物体搬送システムの全体構成の一例を示す平面図である。

【図2】図2は、物体搬送システムのネットワーク構成の一例を示す説明図である。

【図3】図3は、モバイルマニピュレータの全体構成を示す外観斜視図である。

【図4】図4は、物体操作部を拡大した外観斜視図である。

30

【図5】図5は、WCSサーバの機能ブロック図である。

【図6】図6は、モバイルマニピュレータの機能ブロック図である。

【図7】図7は、移動棚の機能ブロック図である。

【図8】図8は、移動機構部の構成例である。

【図9】図9は、棚上の物体を出荷する動作に関するゼネラルフローチャートである。

【図10】図10は、物体出荷動作に係る経路計画処理の詳細フローチャートである。

【図11】図11は、本実施形態に係るエリアの説明図である。

【図12】図12は、エリアの他の設定例に関する説明図である。

【図13】図13は、進入可能通路に関する説明図である。

【図14】図14は、移動棚の移動に関する説明図である。

40

【図15】図15は、棚へと物体を補充する動作に関するゼネラルフローチャートである。

。

【図16】図16は、物体補充動作に係る経路計画処理の詳細フローチャートである。

【図17】図17は、マーカを用いて自己位置推定を行う場合の変形例に係る説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の好適な実施の形態について添付の図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0013】

(1. 第1の実施形態)

50

第１の実施形態として、本発明を倉庫内に設けられる物体搬送システムに対して適用した例について説明する。なお、物体搬送システムの適用対象となる施設は倉庫に限定されず、同種の機能が求められるあらゆる施設を含むものである。

【００１４】

（１．１ 物体搬送システムの構成）

図１は、本実施形態に係る倉庫６００内に設けられた物体搬送システム９００の全体構成の一例を示す平面図である。同図から明らかな通り、倉庫６００内には、複数の固定棚６１０と複数の移動棚６３０が互いに平行に整列している。なお、本実施形態において、各棚は、複数の棚を一列に連結して構成されている。また、倉庫６００の壁際には、複数のかご車６５０が一列に並んでいる。さらに、棚の間又は棚とかご車６５０の間には物体操作機能を有する移動式搬送ロボットであるモバイルマニピュレータ１００が複数配置されている。

10

【００１５】

複数のモバイルマニピュレータ１００のそれぞれは、固定棚６１０又は移動棚６３０とかご車６５０との間において物体を搬送する。本実施形態において、モバイルマニピュレータ１００は、物体出荷タスク実行の際は、固定棚６１０又は移動棚６３０から物体を取得（又はピックアップ）して、かご車６５０へと載置（プレイス）する。一方、物体入荷（又は物体補充）タスク実行の際は、かご車６５０から物体を取得し、固定棚６１０又は移動棚６３０の空き位置へと載置（プレイス）する。

【００１６】

このような構成によれば、施設内にモバイルマニピュレータ１００がアクセス可能な態様のより多くの棚を配置することができ、施設における物体の保管効率を向上させることができる。また、移動棚６３０だけでなく固定棚６１０を含むので、物体搬送システム９００のコストの低減、制御処理の複雑化防止を実現することができる。

20

【００１７】

なお、本実施形態では、棚から取得した物体を載置する対象又は棚へと補充する物体を取得する対象としてかご車６５０を例示したものの、本開示はそのような構成に限定されない。従って、例えば、かご車６５０に代えてコンベア等を配置してもよい。

【００１８】

図２は、物体搬送システム９００のネットワーク構成の一例を示す説明図である。同図から明らかな通り、物体搬送システム９００は、ＷＣＳ（Warehouse Control System）サーバ７００と、ＷＭＳ（Warehouse Management System）サーバ８００と、複数のモバイルマニピュレータ１００と、移動棚６３０を備え、それらは互いにインターネット等のネットワークを介して接続されている。

30

【００１９】

ＷＭＳサーバ８００は、商品等の物体の入出荷に関する情報を管理するＷＣＳサーバ７００の上位システムに関するサーバであり、ＷＣＳサーバ７００との間で通信を行う。

【００２０】

ＷＣＳサーバ７００は、物体の処理単位であるバッチの生成／管理、モバイルマニピュレータ１００のジョブ（例えば、物体出荷タスク又は物体補充タスク）の生成／管理、倉庫内の物体（在庫）管理、棚上の空き位置の管理、モバイルマニピュレータ１００の位置管理、進入通路の選択等の処理を行う。なお、モバイルマニピュレータ１００と移動棚６３０は、現地位置情報をそれぞれＷＣＳサーバ７００へと提供する。

40

【００２１】

モバイルマニピュレータ１００は、後述の通り、ＷＣＳサーバ７００との間で通信を行うことで、移動、ピックアップ、載置等の動作を実行する。また、移動棚６３０は、後述の通り、ＷＣＳサーバ７００との間で通信を行うことで、移動を行う。

【００２２】

なお、ネットワーク構成は例示であって、種々の変更が可能である。例えば、ＷＣＳサ

50

ーバ 700 と WMS サーバ 800 を 1 つのサーバで構成してもよい。

【0023】

図 3 は、本実施形態に係るモバイルマニピュレータ 100 の全体構成を示す外観斜視図である。同図左下には、互いに直交する 3 軸（x 軸、y 軸、z 軸）から成る座標系が表示され、以下では、x 軸の正方向を前方向、負方向を後ろ方向、y 軸の正方向を左方向、負方向を右方向、z 軸の正方向を上方向、負方向を下方向と呼ぶことがある。

【0024】

同図から明らかな通り、モバイルマニピュレータ 100 は、上下方向に長辺を有する略直方体の全体形状を有する本体部 10 と、本体部 10 の上端の前方端部に取り付けられた多関節ロボットアーム部 30 と、多関節ロボットアーム部 30 の先端に取り付けられた物体操作部 50 を備えている。なお、本体部 10 の左右の側面は x 軸（x-z 平面）に平行であり、前面及び背面は y 軸（y-z 平面）に平行である。また、本実施形態においては、多関節ロボットアーム部 30 と物体操作部 50 とを分けて称呼するものの、それらを含めて、単に、多関節ロボットアームと称呼してもよい。

【0025】

同図から明らかな通り、本実施形態において多関節ロボットアーム部 30 は、本体部 10 の左右方向の幅の中心線上に配置されている。

【0026】

このような構成によれば、モバイルマニピュレータ 100 の左右の重量バランスが良好となる。また、側面に多関節ロボットアーム部 30 を取り付ける場合等に比べて、モバイルマニピュレータの左右の幅を小さくすることができる。

【0027】

本体部 10 の前面には、物体を収納するための 7 つの直方体の空間をそれぞれ備えた物体収容部 15 がその開口部を前方に向けて鉛直方向に整列している。なお、物体収容部 15 のそれぞれの空間は、少なくとも 1 つの物体を収容可能な程度の大きさを有している。

【0028】

このような構成によれば、物体収容部 15 が複数の収容空間を備えていることから、複数の物体を同時に搬送することができる。また、物体を収容する空間が鉛直方向に並んでいることからモバイルマニピュレータ 100 の横幅を抑制することができる。これにより、狭い通路等の移動が可能となる。

【0029】

なお、多関節ロボットアーム部 30 は、前記物体収容部 15 より上（鉛直上方）に取り付けられている。

【0030】

このような構成によれば、多関節ロボットアーム部 30 を用いて、物体収容部 15 へと上方からアクセスすることができる。

【0031】

本体部 10 の天面には、上下逆さの U 字形状の棒状の支持部材 12 を介して、本体部 10 より高い位置に、各棚より高い位置を検出可能な態様で L i D A R 装置 13 が設置されている。L i D A R 装置 13 は、例えば L i D A R ユニット等であり、対象物までの距離や位置、形状等を検出することができる。

【0032】

このような構成によれば、高い位置から L i D A R 装置 13 を用いてセンシングを行うことができる。これにより、周囲に変化する環境、例えば、移動する棚等が存在する場合であっても、より確実に自己位置推定等を行うことができる。

【0033】

本体部 10 の底面には、移動機構部 20 として、2 つの車輪から構成され左右独立に制御及び駆動される差動二輪（W1、W2）が備えられている。また、底面の四隅には、受動的に回転する受動車輪 W' が配置されている。

【0034】

10

20

30

40

50

このような構成によれば、差動二輪を利用して、低コストに移動機構を実現することができる。

【0035】

多関節ロボットアーム部30は、本実施形態においては4つの回転駆動される関節(J1~J4)を備えている。棒状の第1リンク31の一端(又は基端)は、第1関節(J1)を介して、本体部10の上端かつ前方の端部に対して、揺動可能に結合されている。このとき、第1関節(J1)の回動中心軸は、左右方向に延びる水平軸(又はピッチ軸)である。

【0036】

棒状の第2リンク32の一端(又は基端)は、第2関節(J2)を介して、第1リンク31の他端(又は先端)に揺動可能に結合されている。このとき、第2関節(J2)の回動中心軸は、左右方向に延びる水平軸(又はピッチ軸)である。

【0037】

第1リンク31、第2リンク32と比べて短く屈曲した第3リンク33の一端(基端)は、第3関節(J3)を介して、第2リンク32の他端(又は先端)に揺動可能に結合されている。このとき、第3関節(J3)の回動中心軸は、左右方向に延びる水平軸(又はピッチ軸)である。

【0038】

このような構成によれば、第3リンク33の手先位置を本体部10の側面に平行な面(x-z平面)上において自在に配置することができる。これにより、物体操作部50の配置の自由度を高めることができる。

【0039】

第3リンク33の先端には、第4関節(J4)を介して、物体操作部50が回動可能に取り付けられている。第4関節(J4)の回動中心軸は、物体操作部50の天面に対する法線に平行であり、同図の例にあって鉛直軸に平行である。

【0040】

第4関節(J4)の回動中心軸の延長線は、基体51に形成された物体の載置部(後述)を通過する。同図の例にあっては、第4関節(J4)の延長線は載置部の形成する面に直交する。

【0041】

このような構成によれば、基体51を第4関節(J4)において回転させたときの回転半径を小さくすることができる。これにより、狭い空間での作業等が可能となる。特に、第4関節(J4)の回動中心軸が載置部の平面に対して直交する場合には、位置関係を簡略化することができるので、例えば、姿勢計算等が行いやすくなる。

【0042】

物体操作部50は、本実施形態においては4つの駆動関節(J5~J8)を備えている。

【0043】

図4は、物体操作部50を拡大した外観斜視図である。本実施形態において、物体操作部50は、同図において横倒しになった略U字形状の基体51を備えている。基体51の底面側の一辺上には、第1直動関節(JL1)(又は第5関節(J5))を介して、第1スライド部材52がスライド可能に取り付けられている。

【0044】

第1スライド部材52の天面側には、第2直動関節(JL2)(又は第6関節(J6))を介して、第2スライド部材53がスライド可能に取り付けられている。なお、第1直動関節(JL1)と第2直動関節(JL2)の軸は互いに平行である。

【0045】

このとき、第1直動関節(JL1)と第2直動関節(JL2)とは独立に制御され、連動しない。

【0046】

10

20

30

40

50

このような構成によれば、物体の把持態様を自在に制御できると共に、第1スライド部材52が把持しようとする物体へと干渉すること等を防止することができる。

【0047】

本実施形態において、第2スライド部材53は、エンドエフェクタとして、左右の爪(55L、55R)とそれらを開閉方向に直動させる左右の駆動部(551L、551R)を備えたグリッパを備えている。これらの駆動部(551L、551R)は、それぞれ、第3直動関節(JL3)(又は第7関節(J7))と第4直動関節(又は第8関節(J8))を構成する。なお、左右の爪(55L、55R)には図示しない接触又は力を検出するセンサが備えられている。

【0048】

基体51の上端部には、第1直動軸(JL1)又は第2直動軸(JL2)に平行な軸方向に向けられた第1カメラ56が備えられている。第1カメラ56は、例えば、RGBカメラとしての機能と、ToF(Time of Flight)カメラとしての機能を有する。後述するように、この第1カメラ56を用いて、マーカの認識、物体や物体の周辺空間(隙間)の認識等を行うことができる。

【0049】

第2スライド部材53、特にグリッパの中心付近には、第1直動軸(JL1)又は第2直動軸(JL2)に平行な軸方向に向けられた距離センサ58が備えられている。この距離センサ58を利用することで、物体とグリッパとの間の相対的距離を検出することができる。これにより、物体を把持する際に、物体と爪55との間で滑りが生じていないか等を検出することができる。

【0050】

また、距離センサ58の直上には、第1直動軸(JL1)又は第2直動軸(JL2)に平行な軸方向に向けられた第2カメラ57が備えられている。第2カメラ57は、例えば、モノクロカメラであり、物体に付されたバーコード等の識別子を撮影する。この撮影画像に基づいて、例えば、物体又はその内容物等の識別又は認識処理等が行われる。なお、第2カメラ57として、第1カメラ56よりも、高解像度であって画角が狭いものを選択してもよい。

【0051】

なお、物体操作部50に取り付けられるセンサは、これらのセンサ(第1カメラ56、第2カメラ57、距離センサ58)に限定されない。従って、公知の種々のセンサをさらに採用してもよい。

【0052】

図5は、WCSサーバ700の機能ブロック図である。同図から明らかな通り、WCSサーバ700は、制御部701と、記憶部702と、通信部703と、表示出力部705と、音声出力部706、及び入力部708を備え、それらは互いにバスを介して接続されている。

【0053】

制御部701は、CPU等の演算装置であり、記憶部702から読み出したプログラムに応じて後述の種々の処理を実行する。記憶部702は、ROM、RAM、フラッシュメモリ等の記憶装置であり、プログラムや種々のデータを記憶する。通信部703は、無線通信を行うための通信ユニットであり、外部装置との間で情報の授受を行う。表示出力部705は、制御部701による制御に応じて、ディスプレイ等の表示手段へと画像を出力する処理を行う。音声出力部706は、制御部701による制御に応じて、スピーカ等の音声出力手段へと音声信号を出力する処理を行う。入力部708は、キーボード、マウス等の入力手段を通じた入力を処理して制御部701等へと提供する処理を行う。

【0054】

なお、WMSサーバ800も図5に示したものと同様の構成を備えているため、詳細な説明を省略する。

【0055】

10

20

30

40

50

図 6 は、モバイルマニピュレータ 100 の機能ブロック図である。同図から明らかな通り、モバイルマニピュレータ 100 は、制御部 101、記憶部 102、通信部 103、LiDAR 装置 13、移動機構部 20、多関節ロボットアーム部 30、物体操作部 50 を備え、それらは互いにバスを介して接続されている。

【0056】

制御部 101 は、CPU 等の演算装置であり、記憶部 102 から読み出したプログラムに応じて後述の種々の処理を実行する。記憶部 102 は、ROM、RAM、フラッシュメモリ等の記憶装置であり、プログラムや種々のデータを記憶する。通信部 103 は、無線通信を行うための通信ユニットであり、外部装置との間で情報の授受を行う。LiDAR 装置 13 は、センサユニットであり、環境の距離、位置、形状等を取得する。取得した情報は記憶部 102 等に記憶され、制御部 101 により利用される。

10

【0057】

多関節ロボットアーム部 30 には、関節駆動に用いられるアクチュエータを含むアーム駆動部と、多関節ロボットアーム部 30 の関節角度などの状態を取得するアームセンサが設けられている。

【0058】

移動機構部 20 は、レール等を要しない無軌道式の移動機構であり、駆動輪 (W1、W2) を駆動するための駆動回路である車輪駆動部と、駆動輪 (W1、W2) の回転状態等を検出する車輪センサを備えている。センサを介して検出された情報は、記憶部 102 に記憶され、又は制御部 101 で利用される。

20

【0059】

物体操作部 50 は、左右の爪 (55L、55R) の各関節 (JL3、JL4) を独立に駆動するため、左爪駆動部と右爪駆動部を備えている。また、第 1 直動関節 (JL1) と第 2 直動関節 (JL2) を駆動するため、それぞれを駆動する回路である第 1 直動軸駆動部と第 2 直動軸駆動部を備えている。なお、この他に、物体操作部 50 は、爪 55 に働く力又は接触を検出するセンサを備えている。

【0060】

また、物体操作部 50 は、種々のセンサ、すなわち、第 1 カメラ 56、第 2 カメラ 57、及び距離センサ 58 を備えており、センサを介して取得された情報は、記憶部 102 に記憶され、又は制御部 101 で利用される。

30

【0061】

図 7 は、移動棚 630 の機能ブロック図である。同図から明らかな通り、移動棚 630 は、制御部 631、記憶部 632、通信部 633、LiDAR 装置 635、移動機構部 636 を備え、それらは互いにバスを介して接続されている。

【0062】

制御部 631 は、CPU 等の演算装置であり、記憶部 632 から読み出したプログラムに応じて後述の種々の処理を実行する。記憶部 632 は、ROM、RAM、フラッシュメモリ等の記憶装置であり、プログラムや種々のデータを記憶する。通信部 633 は、無線通信を行うための通信ユニットであり、外部装置との間で情報の授受を行う。LiDAR 装置 635 は、センサユニットであり、環境の距離、位置、形状等を取得する。取得した情報は記憶部 632 等に記憶され、制御部 631 により利用される。

40

【0063】

移動機構部 636 は、レール等を要しない無軌道の移動手段である。すなわち、移動機構部 636 は、移動棚 630 を移動させる複数の車輪と、各車輪を駆動する複数のモータと、各モータを駆動する複数のモータ駆動回路と、を備えている。

【0064】

このような構成によれば、倉庫 600 内には移動棚 630 の移動に要する設備、例えば、レール、段差又は溝等が不要となる。そのため、物体搬送システム 900 の設置コストを低減することができると共に、モバイルマニピュレータ 100 の移動の障害となり得る設備が無くなるため搬送効率を良好なものとすることができる。

50

【0065】

図8は、移動機構部636の構成例である。同図から明らかな通り、移動機構部636は、3つの車輪（不図示）と、各車輪を駆動する3つのモータ6362と、各モータを駆動する3つのモータ駆動回路6361と、を備え、複数のモータ駆動回路6361は、互いに通信線で直列に接続されている。このとき、通信規格として、例えば、Ethernet等を採用してもよい。

【0066】

なお、以上の構成は例示であって、構成に関して追加、変更、削除するなどして、様々に変形して構成してもよい。

【0067】

(1.2 物体搬送システムの動作)

(棚からの物体出荷に係る動作)

図9は、棚上の物体を出荷する動作に関するゼネラルフローチャートである。

【0068】

同図から明らかな通り、処理が開始すると、WCSサーバ700は、棚から取得する目標物体及びその棚上の位置を特定する処理を行う(S11)。より詳細には、WCSサーバ700は、WMSサーバ800から、物体の入出荷に関する情報を取得して、棚から取得してかご車650へと載置する物体を特定する。

【0069】

物体の特定が完了すると、WCSサーバ700は、倉庫600内にある複数のモバイルマニピュレータ100のうちから1つのモバイルマニピュレータ100を選択する処理を行う(S12)。この選択は任意の基準により行ってもよいが、例えば、作業（又はジョブ）が課されていないモバイルマニピュレータ100から任意に選択してもよい。

【0070】

モバイルマニピュレータ100の選択処理の後、WCSサーバ700は、現在位置から棚上にある目標物体の前までのモバイルマニピュレータ100の移動経路を計画する処理を行う(S13)。経路計画処理の詳細については後述する。

【0071】

経路計画処理の後、WCSサーバ700は、生成された移動経路に基づいて、選択したモバイルマニピュレータ700に対して移動指令を行う(S15)。モバイルマニピュレータ100は、指令された移動経路に従って移動処理を行う(S16)。移動処理の手法としては、種々の手法を適用可能であるが、本実施形態では、LiDAR装置13を用いて自己位置推定を行い自律移動する移動手法を採用する。目標位置まで移動すると、モバイルマニピュレータ100は、移動完了を示す信号をWCSサーバ700へと送信する(S16)。

【0072】

移動完了信号を受信すると、WCSサーバ700は、モバイルマニピュレータ100の前にある物体をピックアップ（又は取得）する指令を生成し、モバイルマニピュレータ100に対して送信する処理を行う(S17)。このピックアップ指令を受けて、モバイルマニピュレータ100は、多関節ロボットアーム部30と物体操作部50を用いて目標物体をピックアップしてモバイルマニピュレータ100の物体収容部15へと格納する処理を行う(S18)。これにより、物体の搬送準備が完了する。ピックアップが完了すると、モバイルマニピュレータ100は、ピックアップ完了を示す信号をWCSサーバ700へと送信する処理を行う(S18)。

【0073】

ピックアップ完了信号を受信すると、WCSサーバ700は、棚の前からかご車650へと移動することを指令する信号を生成し、モバイルマニピュレータ100に対して送信する(S19)。この移動指令を受けて、モバイルマニピュレータ100は、かご車650に向けて移動を行う(S20)。この移動が完了し、かご車650の前にモバイルマニピュレータ100が移動すると、モバイルマニピュレータ100は、WCSサーバ700に

10

20

30

40

50

対して、移動完了信号を送信する（S 2 0）。

【0 0 7 4】

移動完了信号を受信すると、W C Sサーバ7 0 0は、格納している物体を取り出してかご車6 5 0へとプレイス（載置）する指令、すなわちドロップオフ指令を生成し、モバイルマニピュレータ1 0 0へと送信する（S 2 1）。ドロップオフ指令を受信すると、モバイルマニピュレータ1 0 0は、多関節ロボットアーム部3 0と物体操作部5 0を用いて、物体収容部1 5に格納されている物体を取り出してかご車6 5 0へとプレイス（載置）する動作を行う（S 2 2）。このドロップオフ処理が完了すると、モバイルマニピュレータ1 0 0は、ドロップオフ完了を示す信号をW C Sサーバ7 0へと送信し（S 2 2）、再び待機状態となる（S 2 3）。

10

【0 0 7 5】

図1 0は、物体出荷動作に係る経路計画処理の詳細フローチャートである。同図から明らかな通り、処理が開始すると、予め倉庫6 0 0内に設定された複数の仮想的なエリアのうちから1つのエリアを選択する処理を行う（S 1 3 1）。なお、各エリアには、1又は複数の固定棚6 1 0又は移動棚6 3 0が含まれていると共に、固定棚6 1 0又は移動棚6 3 0で定義される通路が形成されている。

【0 0 7 6】

図1 1は、本実施形態に係るエリアの説明図である。同図においては、破線で囲われた領域が1つのエリア6 8 0を表している。同エリア6 8 0の左右の端には固定棚6 1 0が配置されると共に、固定棚6 1 0の間には移動棚6 3 0が複数配置されている。また、移動棚6 3 0の間には、モバイルマニピュレータ1 0 0が物理的に進入できる4つの空き通路（図中符号1～4）が形成されている。すなわち、同図の例にあっては、1のエリア6 8 0内に複数の通路が形成されている。

20

【0 0 7 7】

このように固定棚6 1 0がエリア6 8 0の端に設けられる構成によれば、固定棚6 1 0を基準として用いることができるので、制御処理の無用な複雑化を防止することができる。なお、エリアは様々な態様で設定することができる。

【0 0 7 8】

図1 2は、エリアの他の設定例に関する説明図である。同図においては、隣り合う固定棚6 1 0の間にまたがるように3つのエリア（6 9 0 a、6 9 0 b、6 9 0 c）が設定されている。同図の例にあっては、各エリア6 9 0には、2つの移動棚6 3 0と、1つの空き通路が含まれている。

30

【0 0 7 9】

このように各エリア6 8 0に1つの通路が設けられる構成によれば、通路選択に関する処理を簡素化することができ、高速な処理等が可能となる。

【0 0 8 0】

図9に戻り、エリアの選択処理が完了すると、W C Sサーバ7 0 0は、選択された参照エリア内の棚にある物体を検索し、同エリア内に目標物体が存在するか否かを判定する（S 1 3 2）。目標物体が存在しない場合（S 1 3 2 N O）、参照エリアを変更する処理を行って（S 1 3 3）、新たな参照エリアについて判定処理（S 1 3 2）を行う。一方、同エリア内に目標物体が存在する場合、W C Sサーバ7 0 0は、進入可能通路の確認処理を行う（S 1 3 5）。ここで、本実施形態において、進入可能通路とは、他のモバイルマニピュレータ1 0 0によって予約（及び占有）がされていない通路である。

40

【0 0 8 1】

このような構成によれば、物体のピックアップタスクを行う場合に、領域単位で物体の有無を判定することができるので、効率的な通路選択を行うことができる。

【0 0 8 2】

図1 3は、進入可能通路に関する説明図である。同図においては、4つの空き通路のうち、左から1番目の通路に他のモバイルマニピュレータ1 0 0が通路を予約（及び占有）している。この状態においては、左から1番目の空き通路が他のモバイルマニピュレータ

50

100により予約されているため同通路は進入不可能と確認され、その他の通路のみが進入可能と確認される。

【0083】

進入可能通路の確認処理の後、WCSサーバ700は、進入可能通路が存在するか否かを判定する(S136)。進入可能通路が存在しない場合、参照エリアの変更処理(S133)を行って、当該エリアについて再び目標物体に関する判定処理を行う(S132)。一方、進入可能通路が存在する場合、WCSサーバ700は、移動棚630の現在位置の取得処理を行う(S137)。

【0084】

取得処理の後、移動棚630の現在位置に基づき、現在の進入可能な空き通路において目標物体をピックアップすることができるか否かを判定する(S138)。

【0085】

判定処理の結果、現在の進入可能な空き通路において目標物体をピックアップできる場合(S138YES)、当該条件を満たす通路のうち、モバイルマニピュレータ100から最も近い通路を選択する処理を行う(S141)。この通路の選択処理の後、WCSサーバ700は、他のモバイルマニピュレータ100の進入を禁止するよう当該通路を予約する(S142)。予約処理の後、WCSサーバ700は、モバイルマニピュレータ100の現在位置から予約した通路を通り棚上の目標物体の前まで移動する経路を生成する処理を行う(S143)。その後、処理は終了する。

【0086】

一方、判定処理の結果、現在の進入可能な空き通路において目標物体をピックアップできない場合(S138NO)、移動棚630によって占有されているものの目標物体をピックアップすることができる通路のうちモバイルマニピュレータ100から最も近い通路を選択する処理を行う(S145)。この通路の選択処理の後、WCSサーバ700は、他のモバイルマニピュレータ100の進入を禁止するよう当該通路を予約する(S146)。予約処理の後、WCSサーバ700は、予約した当該通路を空き通路とするよう、移動棚630に対して移動指令を行う(S147)。この移動指令を受けて、移動棚630は、予約した当該通路を空き通路とするよう移動する処理を行う(図9のS14)。移動が完了すると、移動棚630は、WCSサーバ700に対して、移動完了信号を送信する(S14)。

【0087】

図14は、移動棚630の移動に関する説明図である。同図(A)は、移動棚630が移動する前の状態を示し、同図(B)は、移動棚630が移動した後の状態を示す。同図の例にあっては、左から6番目の棚(移動棚630a)が右へ一列分平行移動し、それにより、同移動棚630aの左側に空き通路が形成される。なお、この空き通路は既に予約状態にある。これにより、モバイルマニピュレータ100は、左から5番目の棚(移動棚630)上の物体に対してアクセスすることができる。

【0088】

図10に戻り、移動棚630の移動が完了するまで待機状態(S148NO)にあったWCSサーバ700は、移動完了信号を受信すると(S148YES)、モバイルマニピュレータ100の現在位置から予約した通路を通り棚上の目標物体の前まで移動する経路を生成する処理を行う(S143)。その後、処理は終了する。

【0089】

以上の構成によれば、物体の保管効率と搬送効率が良好でありながら設置コストが低減された物体搬送システム900を提供することができる。

【0090】

(棚への物体補充に係る動作)

図15は、棚へと物体を補充する動作に関するゼネラルフローチャートである。

【0091】

同図から明らかな通り、処理が開始すると、WCSサーバ700は、棚へと補充する物

10

20

30

40

50

体及び棚上の空き位置を特定する処理を行う（S31）。より詳細には、WCSサーバ700は、WMSサーバ800から、物体の入出荷に関する情報を取得して、かご車650から取得して棚へと載置する物体と、棚上の空き位置を特定する。

【0092】

特定処理が完了すると、WCSサーバ700は、倉庫600内にある複数のモバイルマニピュレータ100のうちから1つのモバイルマニピュレータ100を選択する処理を行う（S32）。この選択は任意の基準により行ってもよいが、例えば、作業（又はジョブ）が課されていないモバイルマニピュレータ100から任意に選択してもよい。

【0093】

モバイルマニピュレータ100の選択処理の後、WCSサーバ700は、モバイルマニピュレータ100が現在位置から所定のかご車650の前へと移動する指令を生成する処理を行い、モバイルマニピュレータ100へと送信する（S33）。モバイルマニピュレータ100は、指令された移動経路に従って移動処理を行う（S35）。移動処理の手法としては、種々の手法を適用可能であるが、本実施形態では、LiDAR装置13を用いて自己位置推定を行い自律移動する移動手法を採用する。目標位置まで移動すると、モバイルマニピュレータ100は、移動完了を示す信号をWCSサーバ700へと送信する（S35）。

【0094】

移動完了信号を受信すると、WCSサーバ700は、モバイルマニピュレータ100の前にある物体をピックアップ（又は取得）する指令を生成し、モバイルマニピュレータ100に対して送信する処理を行う（S36）。このピックアップ指令を受けて、モバイルマニピュレータ100は、多関節ロボットアーム部30と物体操作部50を用いて目標物体をピックアップしてモバイルマニピュレータ100の物体収容部15へと格納する処理を行う（S37）。これにより、物体の搬送準備が完了する。ピックアップが完了すると、モバイルマニピュレータ100は、ピックアップ完了を示す信号をWCSサーバ700へと送信する処理を行う（S37）。

【0095】

ピックアップ完了信号を受信すると、WCSサーバ700は、モバイルマニピュレータ100が現在位置から棚上にある目標空き位置の前までの移動経路を計画する処理を行う（S38）。経路計画処理の詳細については後述する。

【0096】

経路計画処理の後、WCSサーバ700は、生成された移動経路に基づいて、選択したモバイルマニピュレータ700に対して移動指令を行う（S42）。モバイルマニピュレータ100は、指令された移動経路に従って移動処理を行う（S43）。目標位置まで移動すると、モバイルマニピュレータ100は、移動完了を示す信号をWCSサーバ700へと送信する（S43）。

【0097】

移動完了信号を受信すると、WCSサーバ700は、格納している物体を棚上の目標空き位置へとプレイス（載置）する指令、すなわちドロップオフ指令を生成し、モバイルマニピュレータ100へと送信する（S45）。ドロップオフ指令を受信すると、モバイルマニピュレータ100は、多関節ロボットアーム部30と物体操作部50を用いて、物体収容部15に格納されている物体を取り出して目標空き位置へとプレイス（載置）する動作を行う（S46）。このドロップオフ処理が完了すると、モバイルマニピュレータ100は、ドロップオフ完了を示す信号をWCSサーバ700へと送信し（S46）、再び待機状態となる（S47）。

【0098】

図16は、物体補充動作に係る経路計画処理の詳細フローチャートである。同図から明らかな通り、処理が開始すると、予め倉庫600内に設定された複数の仮想的なエリアのうちから1つのエリアを選択する処理を行う（S381）。なお、各エリアには、1又は複数の固定棚610又は移動棚630が含まれていると共に、固定棚610又は移動棚6

10

20

30

40

50

30で定義される通路が形成されている。

【0099】

エリアの選択処理が完了すると、WCSサーバ700は、選択された参照エリア内を検索し、同エリア内に目標空き位置が存在するか否かを判定する(S382)。目標空き位置が存在しない場合(S382NO)、参照エリアを変更する処理を行って(S383)、新たな参照エリアについて判定処理(S382)を行う。一方、同エリア内に目標空き位置が存在する場合、WCSサーバ700は、進入可能通路の確認処理を行う(S385)。ここで、本実施形態において、進入可能通路とは、他のモバイルマニピュレータ100によって予約(及び占有)がされていない通路である。

【0100】

このような構成によれば、物体の補充タスクを行う場合に、領域単位で空き位置の有無を判定することができるので、効率的な通路選択を行うことができる。

【0101】

進入可能通路の確認処理の後、WCSサーバ700は、進入可能通路が存在するか否かを判定する(S386)。進入可能通路が存在しない場合、参照エリアの変更処理(S383)を行って、当該エリアについて再び目標空き位置に関する判定処理を行う(S382)。一方、進入可能通路が存在する場合、WCSサーバ700は、移動棚630の現在位置の取得処理を行う(S387)。

【0102】

取得処理の後、移動棚630の現在位置に基づき、現在の進入可能な空き通路において目標空き位置へとアクセスすることができるか否かを判定する(S388)。

【0103】

判定処理の結果、現在の進入可能な空き通路において目標空き位置へとアクセスすることができる場合(S388YES)、当該条件を満たす通路のうち、モバイルマニピュレータ100から最も近い通路を選択する処理を行う(S391)。この通路の選択処理の後、WCSサーバ700は、他のモバイルマニピュレータ100の進入を禁止するよう当該通路を予約する(S392)。予約処理の後、WCSサーバ700は、モバイルマニピュレータ100の現在位置から予約した通路を通り棚上の目標空き位置の前まで移動する経路を生成する処理を行う(S393)。その後、処理は終了する。

【0104】

一方、判定処理の結果、現在の進入可能な空き通路において目標空き位置へとアクセスすることができない場合(S388NO)、移動棚630によって占有されているものの目標空き位置へとアクセスすることができる通路のうちモバイルマニピュレータ100から最も近い通路を選択する処理を行う(S395)。この通路の選択処理の後、WCSサーバ700は、他のモバイルマニピュレータ100の進入を禁止するよう当該通路を予約する(S396)。予約処理の後、WCSサーバ700は、予約した当該通路を空き通路とするよう、移動棚630に対して移動指令を行う(S397)。この移動指令を受けて、移動棚630は、予約した当該通路を空き通路とするよう移動する処理を行う(図15のS41)。移動が完了すると、移動棚630は、WCSサーバ700に対して、移動完了信号を送信する(S41)。

【0105】

移動棚630の移動が完了するまで待機状態(S398NO)にあったWCSサーバ700は、移動完了信号を受信すると(S398YES)、モバイルマニピュレータ100の現在位置から予約した通路を通り棚上の目標空き位置の前まで移動する移動経路を生成する処理を行う(S393)。その後、処理は終了する。

【0106】

以上の構成によれば、物体の保管効率と搬送効率が良好でありながら設置コストが低減された物体搬送システム900を提供することができる。

【0107】

(2. 変形例)

10

20

30

40

50

上述の実施形態においては、モバイルコンピュータ１００及び移動棚６３０は、ＬｉＤＡＲ装置（１３、６３５）を用いて、自己位置推定を行ったが、本開示はそのような構成に限定されない。従って、公知の種々の手法を採用することができる。

【０１０８】

図１７は、マーカ６３０１を用いて自己位置推定を行う場合の変形例に係る説明図である。同図の例にあっては、固定棚６１０の配置領域以外の領域の床面には、一定間隔でマーカ６３０１が配置されている。モバイルコンピュータ１００又は移動棚６３０は、このマーカ６３０１をセンサ（例えば、カメラ等）で検出することにより、自己位置推定を行ってもよい。このとき、マーカ６３０１は、少なくとも、移動棚６３０が移動することにより空き通路となり得るすべての通路の床面に配置されている。

10

【０１０９】

このような構成によれば、移動棚６３０がどのように移動しても、マーカ６３０１を検出することができる。

【０１１０】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。また、上記の実施形態は、矛盾が生じない範囲で適宜組み合わせ可能である。

【産業上の利用可能性】

【０１１１】

本発明は、ロボット等を製造する産業において利用可能である。

20

【符号の説明】

【０１１２】

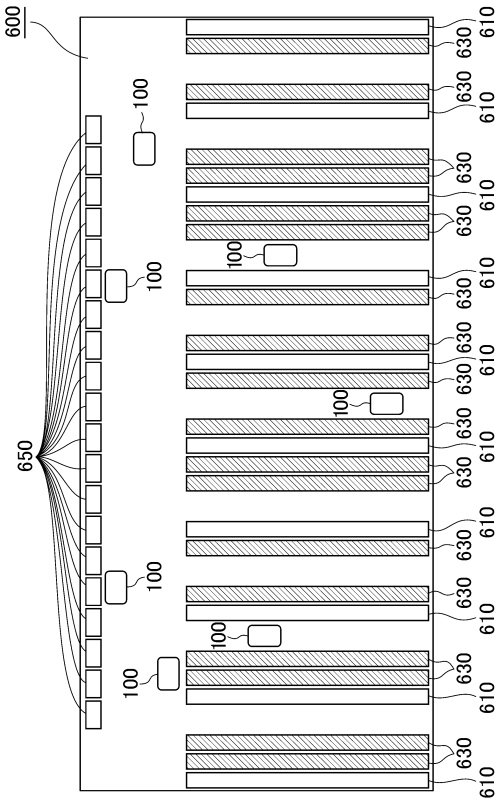
- １００ モバイルコンピュータ（搬送ロボット）
- ６００ 倉庫
- ６１０ 固定棚
- ６３０ 移動棚
- ６５０ かご車
- ７００ ＷＣＳサーバ
- ８００ ＷＭＳサーバ
- ９００ 物体搬送システム

30

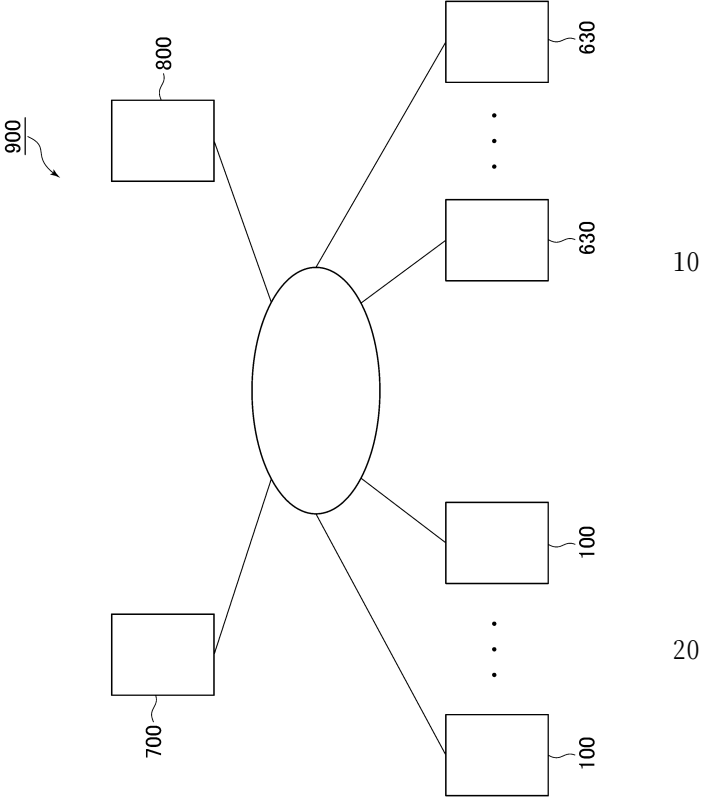
40

50

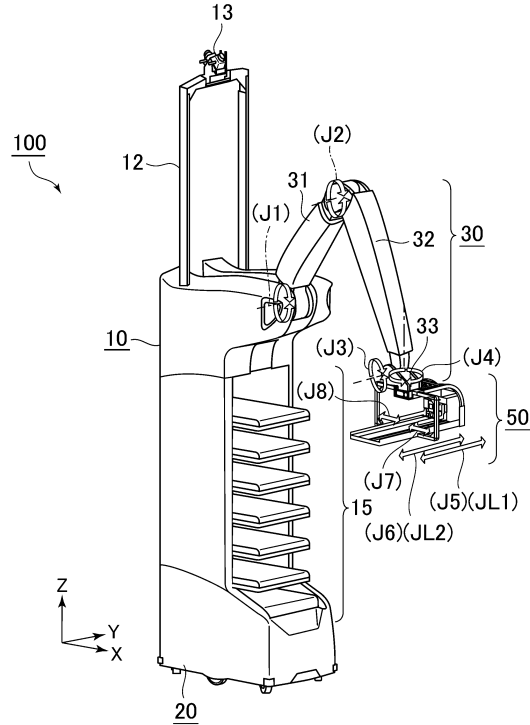
【図面】
【図 1】



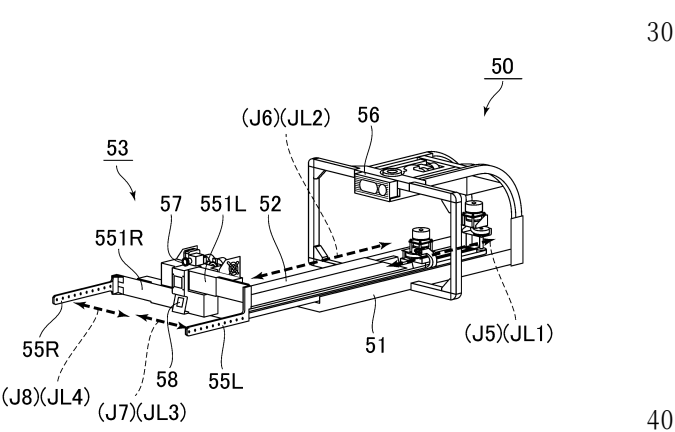
【図 2】



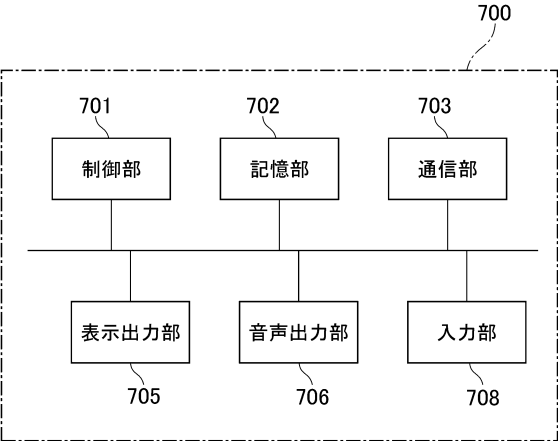
【図 3】



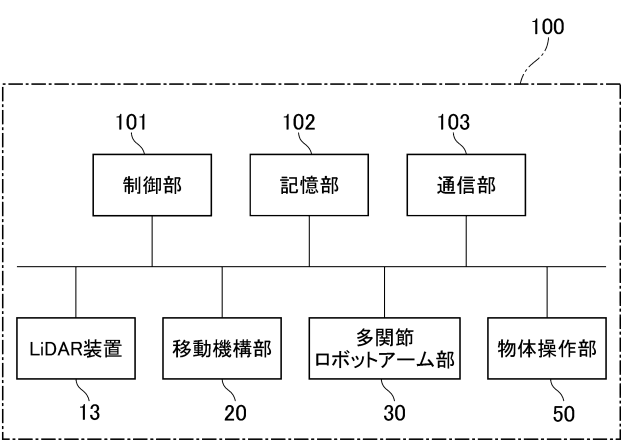
【図 4】



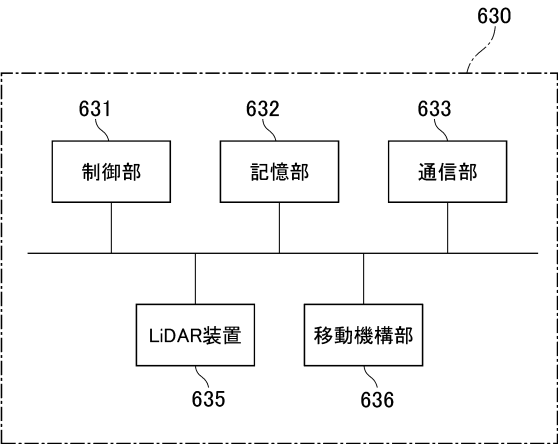
【図 5】



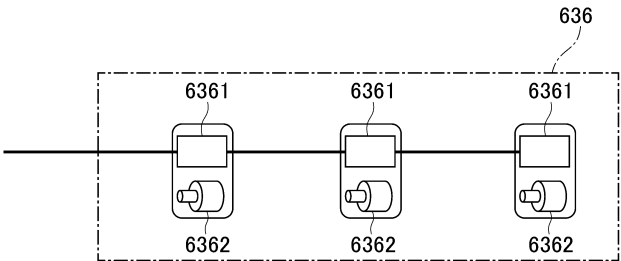
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

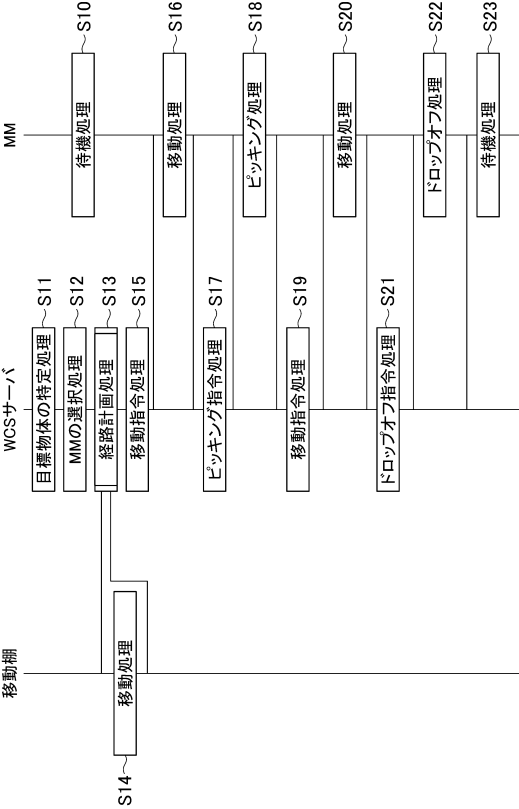
20

30

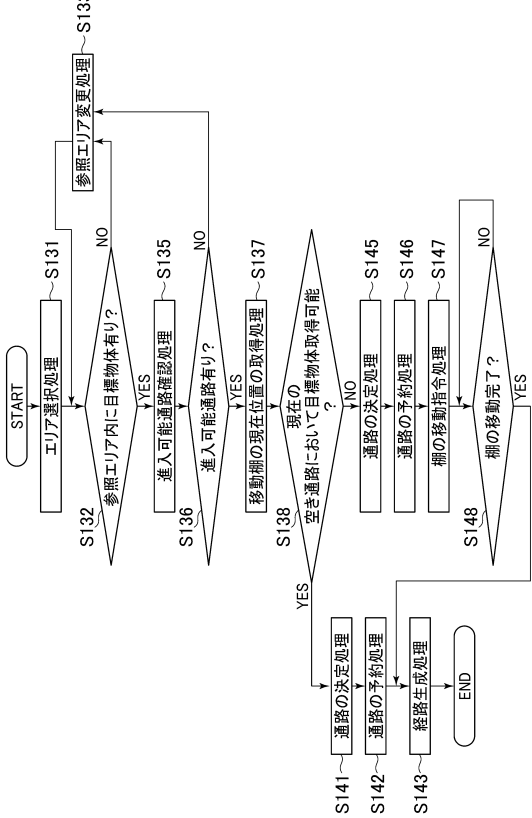
40

50

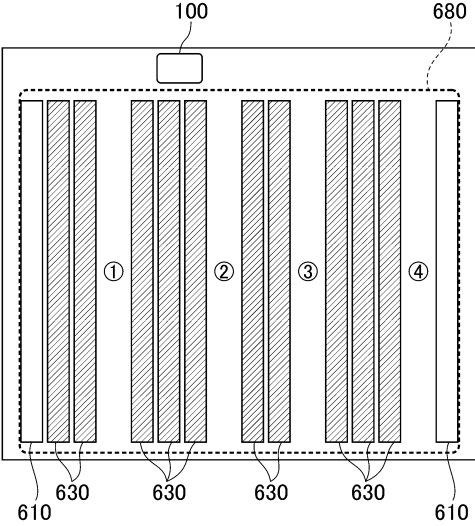
【図 9】



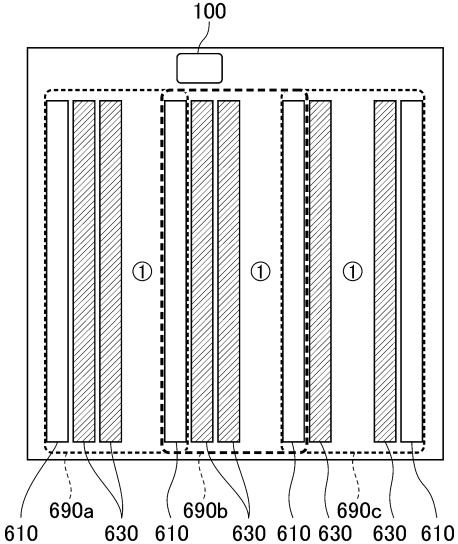
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

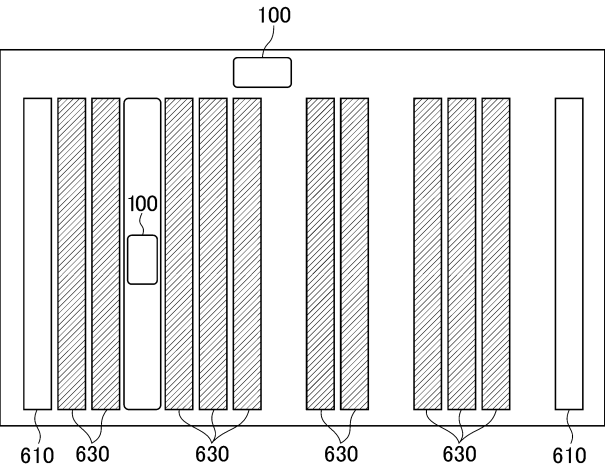
20

30

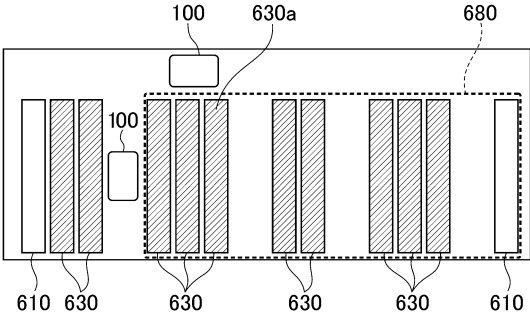
40

50

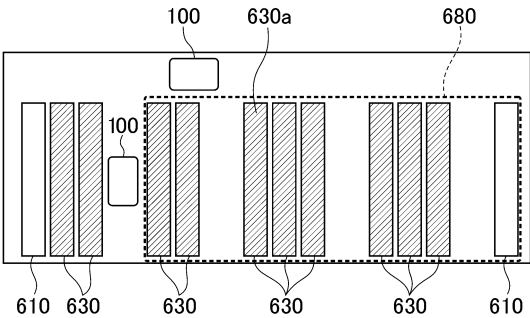
【図 1 3】



【図 1 4】

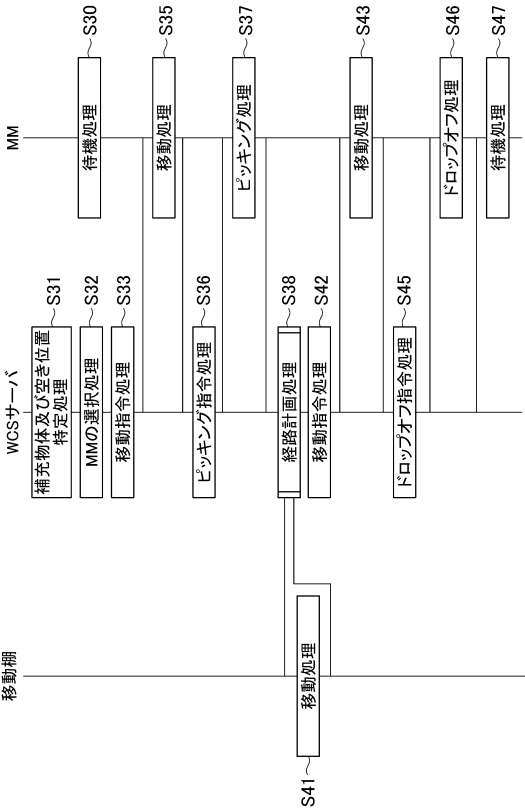


(A) 移動前

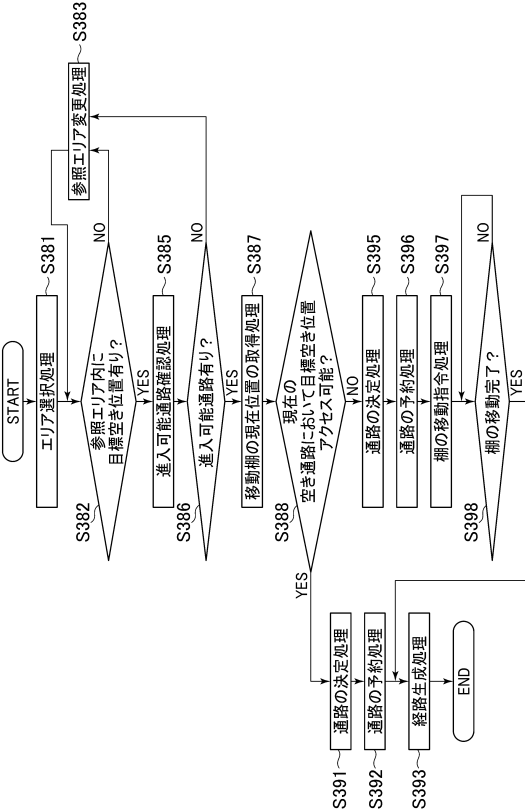


(B) 移動後

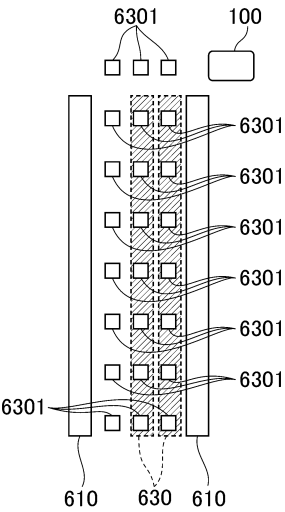
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 17】



10

20

30

40

50