

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-44271
(P2022-44271A)

(43)公開日 令和4年3月17日(2022.3.17)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
B 6 6 F 9/24 (2006.01)	B 6 6 F 9/24 J	3 F 3 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全19頁)

(21)出願番号	特願2020-149819(P2020-149819)	(71)出願人	000003078 株式会社東芝
(22)出願日	令和2年9月7日(2020.9.7)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74)代理人	100111121 弁理士 原 拓実
		(74)代理人	100149629 弁理士 柘 周作
		(74)代理人	100200148 弁理士 今野 徹
		(74)代理人	100152788 弁理士 手塚 史展
		(72)発明者	肥後 亮佑 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会 社東芝内
		(72)発明者	中本 秀一

最終頁に続く

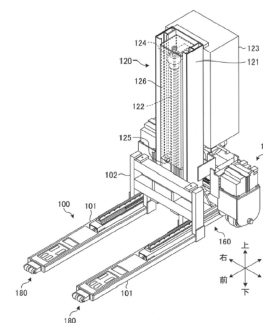
(54)【発明の名称】 運搬装置、制御方法、およびプログラム

(57)【要約】

【課題】本発明が解決しようとする課題は、積載重量の変動の影響を低減してスムーズな段差乗り上げ動作が可能な運搬装置、制御方法、およびプログラムを提供することである。

【解決手段】実施形態の運搬装置は、荷物を支えるフォーク部と、前記フォーク部を上下に駆動するリフト部と、前記リフト部を支持し、駆動輪の駆動により走行面を移動可能な移動台車部と、前記移動台車部に設けられ、前記フォーク部の長手方向に沿って移動可能であり、前記移動台車部に対する位置が可変である補助輪を有する補助脚部と、を含む車体と、前記荷物を搬送する前記車体の重心位置を算出する算出部と、前記走行面に段差がある場合、前記算出部で算出された重心位置に基づいて、前記移動台車部が前記段差に乗り上げるように、前記フォーク部、前記移動台車部、および前記補助脚部の動作を制御する制御部と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷物を支えるフォーク部と、
前記フォーク部を上下に駆動するリフト部と、
前記リフト部を支持し、駆動輪の駆動により走行面を移動可能な移動台車部と、
前記移動台車部に設けられ、前記フォーク部の長手方向に沿って移動可能であり、前記移動台車部に対する位置が可変である補助輪を有する補助脚部と、を含む車体と、
前記荷物を搬送する前記車体の重心位置を算出する算出部と、
前記走行面に段差がある場合、前記算出部で算出された重心位置に基づいて、前記移動台車部が前記段差に乗り上げるように、前記フォーク部、前記移動台車部、および前記補助脚部の動作を制御する制御部と、
を備える運搬装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記フォーク部を前記走行面に接触させ、前記補助脚部の前記補助輪を前記段差に乗り上げさせる、請求項 1 に記載の運搬装置。

【請求項 3】

前記フォーク部は車輪をさらに備え、
前記制御部は、前記リフト部が前記フォーク部を下方に駆動させ、前記車輪を前記段差に接触させることにより、前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせる、請求項 1 または請求項 2 に記載の運搬装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記補助脚部の前記補助輪にブレーキをかけ、前記補助脚部に沿って前記移動台車部を移動させ、前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせる、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の運搬装置。

【請求項 5】

前記フォーク部の先端側に設けられ、前記走行面に非接触の状態と前記走行面に接触する状態との切り替えが可能な先端支持機構部をさらに備える請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の運搬装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記リフト部が前記フォーク部を下方に駆動させ、前記先端支持機構部を前記段差に接触させることにより、前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせる、請求項 5 のいずれか一項に記載の運搬装置。

【請求項 7】

荷物を支えるフォーク部と、
前記フォーク部を上下に駆動するリフト部と、
前記リフト部を支持し、駆動輪の駆動により走行面を移動可能な移動台車部と、
前記フォーク部の先端側に設けられ、前記走行面に非接触の状態と前記走行面に接触する状態との切り替えが可能な先端支持機構部と、を含む車体と、
前記荷物を搬送する前記車体の重心位置を算出する算出部と、
前記走行面に段差がある場合、前記算出部で算出された重心位置に基づいて、前記移動台車部が前記段差を乗り上げるように、前記リフト部、前記移動台車部、および前記先端支持機構部の動作を制御する制御部と、
を備える運搬装置。

【請求項 8】

前記フォーク部は車輪をさらに備え、
前記制御部は、前記リフト部が前記フォーク部を下方に駆動させ、前記車輪を前記段差に接触させることにより、前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせる、請求項 7 に記載の運搬装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記リフト部が前記フォーク部を下方に駆動させ、前記先端支持機構部を

前記段差に接触させることにより、前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせる、請求項 7 または請求項 8 に記載の運搬装置。

【請求項 10】

前記移動台車部に設けられ、前記フォーク部の長手方向に沿って移動可能であり、前記移動台車部に対する位置が可変である補助輪を有する補助脚部をさらに備える請求項 7 乃至請求項 9 のいずれか一項に記載の運搬装置。

【請求項 11】

前記制御部は、前記フォーク部を前記走行面に接触させ、前記補助脚部の前記補助輪を前記段差に乗り上げさせる、請求項 10 に記載の運搬装置。

【請求項 12】

前記制御部は、前記補助脚部の前記補助輪にブレーキをかけ、前記補助脚部に沿って前記移動台車部を移動させ、前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせる、請求項 10 または請求項 11 に記載の運搬装置。

【請求項 13】

前記フォーク部の前方の状況を示す前方情報を取得する取得部をさらに備える請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の運搬装置。

【請求項 14】

前記前方情報に基づいて、前記走行面の段差を検知する段差検知部をさらに備える請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載の運搬装置。

【請求項 15】

請求項 1 乃至請求項 14 に記載の運搬装置が、段差に乗り上げるための制御方法であって、

前記フォーク部を下方に駆動させるステップと、
前記フォーク部の前記車輪を前記段差に接触させるステップと、
前記移動台車部の前記駆動輪が前記段差に乗り上げさせるステップと、
を含む制御方法。

【請求項 16】

前記補助脚部の前記補助輪にブレーキをかけさせるステップと、
前記補助脚部に沿って前記移動台車部を移動させるステップと、
前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせるステップと、
を含む請求項 15 に記載の制御方法。

【請求項 17】

前記フォーク部を下方に駆動させるステップと、
前記先端支持機構部を前記段差に接触させるステップと、
前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせるステップと、
を含む請求項 15 または請求項 16 に記載の制御方法。

【請求項 18】

請求項 1 乃至請求項 14 に記載の運搬装置が、段差に乗り上げる制御をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記フォーク部を下方に駆動させ、
前記フォーク部の前記車輪を前記段差に接触させ、
前記移動台車部の前記駆動輪が前記段差に乗り上げさせる、
プログラム。

【請求項 19】

前記補助脚部の前記補助輪にブレーキをかけさせ、
前記補助脚部に沿って前記移動台車部を移動させ、
前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせる、
請求項 18 に記載のプログラム。

【請求項 20】

前記フォーク部を下方に駆動させ、

10

20

30

40

50

前記先端支持機構部を前記段差に接触させ、
前記移動台車部の前記駆動輪を前記段差に乗り上げさせる、
請求項 18 または請求項 19 に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、運搬装置、制御方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

パレットを運搬する運搬装置において、車輪径が小さく、さらに駆動輪に必要なトルクが不足しているため、段差に乗り上げるのが困難であるという問題がある。これに対して、ハンドパレットトラックの車輪径を大きくする補助具が提案されている。しかし、補助具を装着した状態ではパレットにフォーク部を挿入することができないため、パレットを置く際に、この補助具を取り外す必要があり手間がかかってしまう。また、段差に応じた乗り換え方法を選択する移動ロボットが提案されているが、この機構はパレットトラックにそのまま適用できるものではない。

10

そのため、スムーズに段差に乗り上げることができる運搬装置が望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献 1】 特開 2006-190105 号公報

【特許文献 2】 登録実用新案第 3207541 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、積載重量の変動の影響を低減してスムーズな段差乗り上げ動作が可能な運搬装置、制御方法、およびプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態の運搬装置は、荷物を支えるフォーク部と、前記フォーク部を上下に駆動するリフト部と、前記リフト部を支持し、駆動輪の駆動により走行面を移動可能な移動台車部と、前記移動台車部に設けられ、前記フォーク部の長手方向に沿って移動可能であり、前記移動台車部に対する位置が可変である補助輪を有する補助脚部と、を含む車体と、前記荷物を搬送する前記車体の重心位置を算出する算出部と、前記走行面に段差がある場合、前記算出部で算出された重心位置に基づいて、前記移動台車部が前記段差に乗り上げるように、前記フォーク部、前記移動台車部、および前記補助脚部の動作を制御する制御部と、を備える。

30

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】 実施形態の運搬装置の全体構成を示す斜視図。

40

【図 2】 実施形態の運搬装置の全体構成を示す斜視図。

【図 3】 移動台車部の詳細を示す斜視図。

【図 4 A】 補助脚部の詳細を示す斜視図。

【図 4 B】 補助脚部の詳細を示す斜視図。

【図 4 C】 補助脚部の詳細を示す斜視図。

【図 5 A】 先端支持機構部の詳細を示す斜視図。

【図 5 B】 先端支持機構部の詳細を示す斜視図。

【図 6】 実施形態の運搬装置が備える各種センサの配置例を示す模式図。

【図 7】 実施形態の運搬装置の制御システムの構成例を示すブロック図。

【図 8】 段差乗り上げ動作を示す模式図。

50

【図 9】段差乗り上げ動作を示す模式図。

【図 10】段差乗り上げ制御部による処理の流れを示すフローチャート。

【図 11】段差乗り上げ動作の判断を示す模式図。

【図 12】先端指示機構部を利用した段差乗り上げ動作を示す模式図。

【図 13】先端指示機構部を利用した段差乗り上げ動作の流れを示すフローチャート。

【図 14】フォーク部を利用した段差乗り上げ動作を示す模式図。

【図 15】フォーク部を利用した段差乗り上げ動作の流れを示すフローチャート。

【図 16】補助脚部を利用した段差乗り上げ動作を示す模式図。

【図 17】補助脚部を利用した段差乗り上げ動作の流れを示すフローチャート。

【図 18】段差平面の長さが短い場合の段差乗り上げ動作を示す模式図。

10

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、実施形態の運搬装置について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、添付図面のうちの模式図においては、図の見易さを考慮して運搬装置を構成する各部を簡略化して図示しているため、これら各部の形状、寸法、配置などが必ずしも正確に図示されていない点に留意されたい。

【0008】

まず、実施形態の運搬装置の機械的な構成について説明する。図 1 および図 2 は、実施形態の運搬装置の全体構成を示す斜視図である。図 1 および図 2 に示すように、実施形態の運搬装置は、フォーク部 100 と、リフト部 120 と、移動台車部 140 と、補助脚部 160 と、先端支持機構部 180 とを備える。なお、この運搬装置における前後、左右、上下の各方向は、図に示す通りとする。

20

【0009】

フォーク部 100 は、運搬装置が運搬する荷物（パレットおよびパレット上に積載される積載物）を支えるものであり、左右一対のツメ 101 をホルダ 102 で保持した構成となっている。一対のツメ 101 は、それぞれ長手方向の先端側が運搬装置の前方に位置し、基端側にてホルダ 102 に固定されている。ホルダ 102 は、後述の接続部材 125 に接続される。一対のツメ 101 の間隔は、パレットのフォーク挿入孔の間隔に合せて定められている。一対のツメ 101 は、間隔が調整できるようにホルダ 102 に取り付けられた構造であってもよい。

30

【0010】

リフト部 120 は、フォーク部 100 を上下に駆動するものであり、上下方向に立設されたフレーム 121 内に油圧シリンダ 122 が配置された構成となっている。フレーム 121 には、油圧シリンダ 122 を動作させる作動油を貯留するタンク 123 が取り付けられている。

【0011】

油圧シリンダ 122 は、油圧モータの駆動によりタンク 123 から作動油が供給されることによって内部の圧力が高められ、この圧力によりピストンロッド 124 を押し上げる。ピストンロッド 124 は、フォーク部 100 のホルダ 102 が接続された接続部材 125 に連結されており、油圧シリンダ 122 を駆動してピストンロッド 124 を押し上げることで、フォーク部 100 が上昇する構造となっている（図 2 参照）。また、油圧シリンダ 122 の内部の作動油がタンク 123 に回収されると、油圧シリンダ 122 の内部の圧力が低下し、フォーク部 100 の重さによりピストンロッド 124 が押し下げられて、フォーク部 100 が下降する（図 1 参照）。

40

【0012】

なお、接続部材 125 の上側にはピストンロッド 124 と一体に動く筒状の保護カバー 126 が設けられており、油圧シリンダ 122 の駆動によって押し上げられたピストンロッド 124 の周囲がこの保護カバー 126 によって覆われることで、ピストンロッド 124 が保護される構成となっている（図 2 参照）。

【0013】

50

移動台車部 140 は、リフト部 120 を支持する移動体である。移動台車部 140 の詳細を図 3 に示す。図 3 に示すように、移動台車部 140 は、リフト部 120 のフレーム 121 が固定される台座 141 と、台座 141 上に配置された一对の駆動モータ 142 と、一对の駆動モータ 142 の出力軸に減速機を介して各々接続された左右一对の駆動輪 143 とを有する。移動台車部 140 は、一对の駆動モータ 142 を制御して左右一对の駆動輪 143 を駆動することにより、走行面上を直進移動したり旋回移動したりすることができる。

【0014】

左右一对の駆動輪 143 の上側は、それぞれ台座 141 に固定されたホイールカバー 144 で覆われている。そして、このホイールカバー 144 上に、運搬装置の全体の電源として使用されるバッテリー 145 が配置されている。これにより、移動台車部 140 の水平投影面積を小さくすることができる。

10

【0015】

補助脚部 160 は、フォーク部 100 のツメ 101 の長手方向（すなわち、運搬装置の前後方向）に沿って移動可能に移動台車部 140 に連結された構造体である。補助脚部 160 の詳細を図 4 A 乃至図 4 C に示す。なお、図 4 A および図 4 C は、補助脚部 160 を運搬装置の下側から見た様子を示し、図 4 B は、補助脚部 160 を運搬装置の上側から見た様子を示している。

【0016】

図 4 A および図 4 C に示すように、補助脚部 160 は、左右一对の補助脚 161 を連結部 162 で連結した構造を有する。補助脚部 160 は、左右一对の補助脚 161 の間隔がフォーク部 100 の一对のツメ 101 の間隔と略等しくなるように構成され、これら一对の補助脚 161 が上下方向に見て一对のツメ 101 と重なるように、移動台車部 140 の台座 141 の裏面側（リフト部 120 のフレーム 121 が固定される面とは逆側）に配置される。

20

【0017】

一对の補助脚 161 の先端側（運搬装置の前方側）と連結部 162 に接続される基端側（運搬装置の後方側）には、それぞれ走行面に接触する補助輪 163 が設けられている。補助脚部 160 は、これら 4 つの補助輪 163 が走行面に接触することで、運搬装置の荷重を移動台車部 140 の駆動輪 143 に集中させずに分散して支持する役割を持つ。なお、走行面に接触する補助輪 163 は、少なくとも一对の補助脚 161 の先端側（前方側）に設けられていればよく、一对の補助脚 161 の基端側（後方側）は走行面に接触しない構成であってもよい。

30

【0018】

また、補助脚部 160 は、補助輪 163 の回転を抑止するブレーキ機構を備えることが望ましい。例えば、補助輪 163 の回転軸に固定したディスクに対して電磁力により移動する摩擦板を押し当てることにより補助輪 163 の回転を抑止する構成のブレーキモジュールを補助脚部 160 に搭載するようにしてもよい。

【0019】

移動台車部 140 の台座 141 の裏面側には、両端部にピニオン（歯車）が取り付けられた回転シャフト 164 が、運搬装置の左右方向に沿って配置されている。また、台座 141 の裏面側には、回転シャフト 164 の両端部の近傍に位置して、後述のリニアレール 166 と係合する LM（Linear Motion）ブロック 165 が配置されている。一方、補助脚部 160 の一对の補助脚 161 には、図 4 B に示すように、長手方向（運搬装置の前後方向）に沿って、リニアレール 166 と、回転シャフト 164 の両端部に取り付けられたピニオン（歯車）に係合するラック 167 とが設けられている。

40

【0020】

台座 141 の裏面側に配置された回転シャフト 164 は、補助脚移動用モータ 168 の動力がウォームホイール 169 を介して伝達されることで回転する。この回転シャフト 164 の回転は、ラック 167 によって補助脚部 160 の直線運動に変換され、補助脚部 16

50

0がLMブロック165およびリニアレール166に案内されて前後方向に移動する。すなわち、補助脚移動用モータ168を制御することによって、図4Aおよび図4Cに示すように補助脚部160を前後方向に移動させて、走行面に接触する補助輪163の移動台車部140に対する相対的な位置を変化させることができる。

【0021】

なお、補助脚移動用モータ168の動力がウォームホイール169を介して回転シャフト164に伝達する構成とすることで、補助脚移動用モータ168が動作していないときに、外力などによって補助脚部160が想定外の動きをすることを有効に抑制できる。その結果、運搬装置の安定性を高めて転倒を防止することができる。

【0022】

なお、補助脚部160は、運搬装置に必ずしも備わっている必要はない。

【0023】

先端支持機構部180は、フォーク部100の一对のツメ101の先端側に各々設けられ、走行面に非接触の状態と走行面に接触する状態との切り替えが可能な機構を有する。先端支持機構部180の詳細を図5Aおよび図5Bに示す。なお、図5Aおよび図5Bは、先端支持機構部180を運搬装置の下側から見た様子を示している。

【0024】

図5Aおよび図5Bに示すように、先端支持機構部180は、フォーク部100のツメ101の裏側に収納されたホルダ181と、このホルダ181に固定された回転軸182に基端側が挿通され、回転軸182の軸周りに回転可能にホルダ181に支持された先端アーム183とを有する。先端アーム183の先端側には、車輪184が設けられている。

【0025】

また、先端アーム183を回転させる動力源となる先端支持駆動用モータ185の出力軸に、ナット186が挿通されたボールねじ187が連結されている。ナット186にはナットリンク188が固定されており、ナットリンク188と先端アーム183とが中継リンク189を介して連結されている。中継リンク189は、一端側がフリージョイントでナットリンク188に接続され、他端側がフリージョイントで先端アーム183に接続されている。

【0026】

先端支持駆動用モータ185の駆動によりボールねじ187が回転すると、ナット186およびナットリンク188がボールねじ187の軸方向に直動する。ナットリンク188が直動すると、その動力が中継リンク189を介して先端アーム183に伝達され、先端アーム183が回転軸182の軸周りに回転する。すなわち、先端支持駆動用モータ185を制御することによって、先端支持機構部180の先端アーム183を、図5Aに示すようにフォーク部100のツメ101と平行に寝かせた状態と、図5Bに示すようにフォーク部100のツメ101に対して垂直に起立させた状態とに変化させることができる。図5Aに示す状態のとき、先端アーム183は走行面と接触することはないが、図5Bに示す状態のとき、先端アーム183は走行面と車輪184で接触することができる。

【0027】

なお、先端支持機構部180は、運搬装置に必ずしも備わっている必要はない。

【0028】

次に、実施形態の運搬装置の制御系の構成について説明する。図6は、実施形態の運搬装置が備える各種センサの配置例を示す模式図である。図6に示すように、実施形態の運搬装置は、加速度センサ201と、傾斜センサ202と、圧力センサ203と、荷重センサ204と、カメラ205と、距離センサ206とを備える。

【0029】

加速度センサ201は、例えば移動台車部140に設けられ、移動台車部140が移動する際の加速度や減速度（移動加減速度）を検知する。傾斜センサ202は、例えばリフト部120に設けられ、運搬装置の傾きを検知する。

【0030】

10

20

30

40

50

圧力センサ 203 は、リフト部 120 の油圧シリンダ 122 内部の圧力を検知することで、フォーク部 100 が支える荷物の重量を間接的に検知する。荷重センサ 204 は、フォーク部 100 に設けられ、荷物の重量を直接検知する。圧力センサ 203 と荷重センサ 204 は、フォーク部 100 が支える荷物の重量を検知する荷物重量検知部の一例である。

【0031】

カメラ 205 は、例えば先端支持機構部 180 に設けられ、運搬装置の前方の画像を撮影する。距離センサ 206 は、例えば、先端支持機構部 180 に設けられ、運搬装置の前方に存在する各種の物体までの距離を計測する。カメラ 205 が撮影する画像や距離センサ 206 が計測する距離の情報は、運搬装置の前方の状況を示す前方情報の一例であり、カメラ 205 や距離センサ 206 は、前方情報を取得する取得部の一例である。

10

【0032】

なお、図 6 に示す各種センサの位置は一例であり、運搬装置で各種センサを取り付ける位置は変えることができる。

【0033】

図 7 は、実施形態の運搬装置の制御システムの構成例を示すブロック図である。図 7 に示すように、運搬装置の制御システムは、移動台車部 140 を駆動する移動台車駆動部 301 と、リフト部 120 を駆動するリフト駆動部 302 と、補助脚部 160 を駆動する補助脚駆動部 303 と、先端支持機構部 180 を駆動する先端支持機構駆動部 304 と、これら各部の動作を制御する制御用プロセッサ 310 とを備える。移動台車駆動部 301 には上述の駆動モータ 142、リフト駆動部 302 には上述の油圧モータ 127、補助脚駆動部 303 には上述の補助脚移動用モータ 168、先端支持機構駆動部 304 には上述の先端支持駆動用モータ 185 がそれぞれ含まれている。

20

【0034】

制御用プロセッサ 310 には、上述の加速度センサ 201、傾斜センサ 202、圧力センサ 203 と荷重センサ 204 を含む荷物重量検知部 305、カメラ 205 と距離センサ 206 を含む取得部 306 がそれぞれ接続されている。

【0035】

制御用プロセッサ 310 は、例えば CPU (Central Processing Unit) などの汎用プロセッサを用いて構成され、所定の制御プログラムに従って各種の演算を行うことにより、図 7 に示すように、移動制御部 311、持ち上げ制御部 312、段差検知部 313、段差乗り上げ制御部 314、重心位置算出部 315、転倒防止制御部 316 などの各種の制御機能を実現する。なお、制御用プロセッサ 310 は、これらの制御機能が実装された ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や FPGA (Field-Programmable Gate Array) などの専用ハードウェアを用いて構成されてもよい。

30

【0036】

移動制御部 311 は、取得部 306 により取得された前方情報 (カメラ 205 により撮影された画像や距離センサ 206 により計測された距離情報) に基づいて、移動台車駆動部 301 に制御指令を出力して、移動台車部 140 の走行面上での移動を制御する。持ち上げ制御部 312 は、パレットなどの荷物をフォーク部 100 で支えてバランスを取りながらリフト部 120 で持ち上げるように、リフト駆動部 302、先端支持機構駆動部 304 および補助脚駆動部 303 に制御指令を出力して、リフト部 120、先端支持機構部 180 および補助脚部 160 の動作を制御する。

40

【0037】

段差検知部 313 は、取得部 306 により取得された前方情報 (カメラ 205 により撮影された画像や距離センサ 206 により計測された距離情報) に基づいて、移動台車部 140 が移動する走行面の段差を検知する。段差乗り上げ制御部 314 は、段差検知部 313 により検知された段差を乗り上げるように、リフト駆動部 302、先端支持機構駆動部 304、および補助脚駆動部 303 に制御指令を出力して、先端支持機構部 180 および補助脚部 160 の動作を制御する。

【0038】

50

重心位置算出部 315 は、荷物重量検知部 305 により検知された荷物の重量に基づいて、荷物を搬送する運搬装置の重心位置を算出する。転倒防止制御部 316 は、重心位置算出部 315 により算出された重心位置と、事前に設定された移動台車部 140 の移動加減速度とに基づいて、運搬装置が荷物を搬送する際に転倒するか否かを判定し、転倒すると判定した場合は、転倒を防止するための制御を行う。転倒を防止するための制御は、例えば、走行面に非接触の状態の先端支持機構部 180 を走行面に接触させる、または、後方側の補助輪 163 が駆動輪 143 の後方で走行面に接触するように補助脚部 160 を移動させる、または、移動台車部 140 の移動加減速度を低下させるといった制御である。

【0039】

実施形態の運搬装置は、上述した構造と制御システムを有することにより、荷物の運搬に必要な様々な動作を無人で行うことが可能となっている。以下では、実施形態の運搬装置の動作で、運搬装置が段差を乗り越える動作について説明する。

【0040】

図 8 で、運搬装置の段差の検出方法と、運搬装置が段差に乗り越えられるかどうかの判断方法について述べる。運搬装置の上部に距離センサ 206 を取り付けた場合を考える。距離センサ 206 は、例えば、レーザー距離計などである。

【0041】

図 8 (a) に示すように、距離センサ 206 は、走行面に垂直な方向に対して、角度 θ の方向で、走行面と距離センサ 206 の間の距離を検出する。ここで、距離センサ 206 と垂直な方向において、走行面と距離センサ 206 の間の距離 D_1 は、 $D_1 = d_1 \cos \theta$ と求められる。その後、図 8 (b) に示すように、運搬装置が前進して、距離センサ 206 が段差を検出すると、距離センサ 206 は、走行面に垂直な方向に対して、角度 θ の方向で、段差と距離センサ 206 の間の距離 d_2 を検出する。ここで、距離センサ 206 と垂直な方向において、段差と距離センサ 206 の間の距離 D_2 は、 $D_2 = d_2 \cos \theta$ と求められる。段差の高さ h は $h = D_1 - D_2$ と求められる。

【0042】

段差乗り越え制御部 314 は、運搬装置が段差を乗り越えることができるかどうかを判断する。段差乗り越え制御部 314 は、距離センサ 206 で検出した段差の高さ h 、運搬装置の重量、駆動輪 143 の出せる最大トルク、および駆動輪 143 の半径に基づいて判断する。段差乗り越え制御部 314 は、予め CAD データなどから推定された運搬装置の重心位置と重量の推定値と、距離センサ 206 で検出した段差の高さ h を使用して、段差に乗り越えるために必要な駆動輪 143 のトルクを算出する。

【0043】

段差と駆動輪 143 の接触点において、走行面の垂直方向に力 F がかかっていたとする。駆動輪 143 の半径を r として、運搬装置が段差に乗り越えるのに必要なトルク τ は、 $\tau = F \sqrt{r^2 - (r - h)^2}$ と推定できる。段差乗り越え制御部 314 は、駆動モータ 142 の最大トルクがこの推定値を超えているならば、運搬装置が段差に乗り越えることが可能だと判断する。

【0044】

次に、段差乗り越え制御部 314 は、駆動輪 143 が段差に接触したかどうかを判定する。段差乗り越え制御部 314 は、距離センサ 206 で検出した段差情報と、駆動輪 143 の速度、駆動輪 143 の直径に基づいて、駆動輪 143 と段差の間の距離を算出する。

【0045】

走行面で平面を検出していた距離センサ 206 が、走行面の段差を検出すると、距離センサ 206 で検出する距離が変化する。段差乗り越え制御部 314 は、距離センサ 206 の出力と、距離センサ 206 と駆動輪 143 の間の距離に基づいて、駆動輪 143 と段差までの距離を算出する。

【0046】

次に、段差乗り越え制御部 314 は、駆動モータ 142 のエンコーダーを使用して、駆動輪 143 の回転速度 (rad/s) を計測する。駆動輪 143 の回転速度から、段差を検出した

10

20

30

40

50

際の駆動輪 1 4 3 の回転距離 R_d (rad) が求められる。駆動輪 1 4 3 の回転距離に、駆動輪 1 4 3 の半径 r をかけることで、進行方向への進んだ距離が $R_d r$ と求められる。段差乗り越え制御部 3 1 4 は、距離 $R_d r$ が、算出した駆動輪 1 4 3 と段差までの距離よりも大きくなったら、段差に駆動輪 1 4 3 が接触していると判断する。

【0047】

図 9 で、運搬装置の補助脚部 1 6 0 が段差に乗り上げる動作について述べる。

【0048】

図 9 (a) に示すように、運搬装置が段差に近づくと、段差乗り越え制御部 3 1 4 は、先端支持機構部 1 8 0 が段差の上に位置している状態でフォーク部 1 0 0 を下げる。フォーク部 1 0 0 を下げると、先端支持機構部 1 8 0 が段差の上面に接触する。先端支持機構部 1 8 0 が段差の上面に接触した状態で、さらにフォーク部 1 0 0 を下げると、補助脚部 1 6 0 の前方側の補助輪 1 6 3 が走行面から浮く。次に、図 9 (b) に示すように、補助脚部 1 6 0 の前方側の補助輪 1 6 3 が段差より高い位置まで浮いたら、駆動輪 1 4 3 が前進して段差に近づくことで、補助脚部 1 6 0 の前方側の補助輪 1 6 3 が段差の上に位置する。

10

【0049】

図 10 に運搬装置の段差乗り越え動作のフローチャートを示す。

【0050】

まず、運搬装置が段差に近づき、距離センサ 2 0 6 で段差の高さを検出する。これは図 8 (a) (b) で示した状態である (S 1 0 1)。

20

【0051】

次に、補助脚部 1 6 0 の前方側の補助輪 1 6 3 が段差の上に位置する。これは図 9 (a) (b) で示した状態である (S 1 0 2)。

【0052】

次に、重心位置算出部 3 1 5 は、荷物を積載した運搬装置の重心の位置を算出する。また、段差乗り越え制御部 3 1 4 は、駆動輪 1 6 3 の最大トルクを算出する (S 1 0 3)。

【0053】

段差乗り越え制御部 3 1 4 は、段差の高さ、荷物を積載した運搬装置の重心の位置、および駆動輪 1 6 3 の最大トルクに基づいて、駆動輪 1 6 3 で段差に乗り上げることが可能かどうかを判断する (S 1 0 4)。

30

【0054】

駆動輪 1 6 3 で段差に乗り上げることが可能である場合、運搬装置が前進して段差に乗り上げて (S 1 0 5)、終了となる (S 1 0 6)。

【0055】

S 1 0 4 で駆動輪 1 6 3 が段差に乗り上げることが不可能である場合、段差乗り越え制御部 3 1 4 は、荷物を積載した運搬装置の重心の位置が車体の前方に偏っているかどうかを判断する (S 1 0 7)。

【0056】

荷物を積載した運搬装置の重心の位置が車体の前方に偏っている場合、段差乗り越え制御部 3 1 4 は、先端支持機構部 1 8 0 を利用した方法で、運搬装置が段差に乗り上げるように制御する (S 1 0 8)。

40

【0057】

荷物を積載した運搬装置の重心の位置が車体の前方に偏っていない場合、段差乗り越え制御部 3 1 4 は、荷物を積載した運搬装置の重心の位置が車体の中心付近にあるかどうかを判断する (S 1 0 9)。

【0058】

荷物を積載した運搬装置の重心の位置が車体の中心付近にある場合、段差乗り越え制御部 3 1 4 は、フォーク部 1 0 0 を利用した方法で、運搬装置が段差に乗り上げるように制御する (S 1 1 0)。

【0059】

50

荷物を積載した運搬装置の重心の位置が車体の中心付近にない場合、段差乗り上げ制御部 314 は、補助脚部 160 を利用した方法で、運搬装置が段差に乗り上げるように制御する (S111)。

【0060】

運搬装置が段差に乗り上げるための、S108 の先端支持機構部 180 を利用した方法、S110 のフォーク部 100 を利用した方法、および S111 の補助脚部 160 を利用した方法について、以下詳細を述べる。

【0061】

図 11 で、段差乗り上げ制御部 314 が、上述の 3 つの段差に乗り上げる方法のいずれを選択するか判断について説明する。

【0062】

図 11 は、運搬装置の駆動輪 143 の回転軸を 0 として、運搬装置の側面に沿って x 軸を考えた図である。例えば、荷物を積載していない運搬装置の重心を重心 A とし、x 軸での位置を D_w とする。例えば、x 軸方向において、運搬装置の長さを L とする。 D_w から +x 軸方向に $L/3$ の位置にある点を D_1 、 D_w から -x 軸方向に $L/3$ の位置にある点を D_2 とする。

【0063】

次に運搬装置に荷物を積載した場合を考える。荷物を積載した運搬装置の重心を重心 B とし、x 軸での位置を D_{ww} とする。

【0064】

例えば、重心 B の位置 D_{ww} が D_1 よりも +x 方向側にある場合、重心 B が運搬装置の車体の前方に偏っている。そのため、段差乗り上げ制御部 314 は、先端支持機構部 180 を利用した段差乗り上げ方法を選択する。

【0065】

例えば、重心 B の位置 D_{ww} が D_1 と D_2 の間にある場合、重心 B が運搬装置の車体の中心付近にある。そのため、段差乗り上げ制御部 314 は、フォーク部 100 を利用した段差乗り上げ方法を選択する。

【0066】

例えば、重心 B の位置 D_{ww} が D_2 よりも -x 方向側にある場合、重心 B が運搬装置の車体の後方に偏っている。そのため、段差乗り上げ制御部 314 は、補助脚部 160 を利用した段差乗り上げ方法を選択する。

【0067】

なお、重心 B の位置 D_{ww} と、 D_1 、 D_2 の位置関係により、段差乗り上げ制御部 314 はどの段差乗り上げ方法にするかを選択したが、この選択基準は変えてもよい。たとえば、重心の位置 D_{ww} が D_1 よりも +x 方向側にある場合、段差乗り上げ制御部 314 は、フォーク部 100 を利用した段差乗り上げ方法を選択してもよい。

【0068】

また、重心 A の位置 D_w から +x 軸方向に $L/3$ の位置にある点を D_1 、 D_w から -x 軸方向に $L/3$ の位置にある点を D_2 としたが、重心の位置 D_w から D_1 、 D_2 までの距離も変えて良い。

【0069】

図 12 (a) 乃至図 12 (c) を参照して、実施形態の運搬装置が先端支持機構部 180 を利用した段差の乗り上げ動作を説明する。

【0070】

まず、補助脚部 160 の前方側の補助輪 163 が段差の上に乗上げた状態 (図 9 (b) 参照) で、運搬装置は段差に向かって前進し、駆動輪 143 を段差に接触させる。駆動輪 143 が段差に接触したら、運搬装置は前進の動作を停止する (図 12 (a) 参照)。

【0071】

運搬装置はフォーク部 100 を下げる。運搬装置がフォーク部 100 を下げると、段差に先端支持機構部 180 が段差に接触する。先端支持機構部 180 が段差に接触したら、運

10

20

30

40

50

搬装置は先端支持機構部 180 の車輪 184 にブレーキをかける（図 12（b）参照）。

【0072】

先端支持機構部 180 の関節を回転させると同時に、駆動輪 143 を段差に向かって前進させる。駆動輪 143 のトルクと、先端支持機構部 180 によって発生した引っ張る力の 2 つが同時に発生するため、運搬装置が駆動輪 143 のみを動作させて段差に乗り上げるようにするよりも、大きな力で段差に乗り上げることができる（図 12（c）参照）。

【0073】

なお、先端支持機構部 180 の先端に車輪 184 が存在しない場合、段差に接触可能な部分を接触させれば良い。

【0074】

次に、制御用プロセッサ 310 の制御機能により実行される処理の具体例について説明する。まず、図 13 を参照して、上述の運搬装置が先端支持機構部 180 を利用した段差の乗り上げ動作における移動制御部 311 および段差乗り上げ制御部 314 による処理を説明する。図 13 は、先端支持機構部 180 を利用した段差の乗り上げ動作における移動制御部 311 および段差乗り上げ制御部 314 による処理の流れを示すフローチャートである。

【0075】

まず、補助脚部 160 の前方の補助輪 163 が段差に乗り上げている状態で（S201）、移動制御部 311 は運搬装置の駆動輪 143 を段差に向かって前進させる（S202）。段差乗り上げ制御部 314 は、駆動輪 143 が段差と接触したかどうかを判定する。段差乗り上げ制御部 314 は、距離センサ 206 で検知した段差と運搬装置との距離、および駆動輪 143 の半径に基づいて算出された駆動輪 143 が進んだ距離を用いて、駆動輪 143 が段差と接触したかどうかを判定する（S203）。駆動輪 143 が段差と接触していない場合、移動制御部 311 は駆動輪 143 を段差に向かって前進させる。駆動輪 143 が段差と接触した場合、移動制御部 311 は運搬装置のフォーク部 100 を段差に向かって下げる（S204）。段差乗り上げ制御部 314 は、先端支持機構部 180 と段差が接触したかどうかを判定する。段差乗り上げ制御部 314 は、段差の高さ、フォーク部 100 の位置、先端支持機構部 180 の回転量、運搬装置の姿勢から、先端支持機構部 180 と段差が接触したかどうかを判定する（S205）。先端支持機構部 180 と段差が接触していない場合、フォーク部 100 を段差に向かって下げ続ける。先端支持機構部 180 と段差が接触した場合、先端支持機構部 180 の車輪 184 にブレーキをかける（S206）。先端支持機構部 180 とフォーク部 100 の間の関節を回転させると同時に、駆動輪 143 を段差に向かって前進させる（S207）。駆動輪 143 が段差に乗り上げるにより、運搬装置の段差乗り上げ動作は終了する（S208）。

【0076】

図 14（a）乃至図 14（c）を参照して、実施形態の運搬装置がフォーク部 100 を利用した段差の乗り上げ動作を説明する。フォーク部 100 で運搬装置の重量を支えることで、駆動輪 143 にかかる荷重を減らすことのできるため、運搬装置が段差に乗り上げることが可能となる。フォーク部 100 の出せる力よりも、運搬装置にかかる荷重のほうが小さい場合に有効である。

【0077】

まず、補助脚部 160 の前方側の補助輪 163 が段差の上に乗り上げた状態（図 9（b）参照）で、運搬装置は段差に向かって前進し、駆動輪 143 を段差に接触させる。駆動輪 143 が段差に接触したら、運搬装置は前進の動作を停止する（図 14（a）参照）。

【0078】

運搬装置はフォーク部 100 を下げる。運搬装置がフォーク部 100 を下げると、段差に車輪 105 が段差に接触する（図 14（b）参照）。

【0079】

さらにフォーク部 100 を下げると同時に、駆動輪 143 を回転させる。フォーク部 100 の車輪 105 が段差に接触することで、駆動輪 143 にかかる負荷が減るため、乗り上

10

20

30

40

50

げが完了する（図 14（c）参照）。

【0080】

次に、制御用プロセッサ 310 の制御機能により実行される処理の具体例について説明する。まず、図 15 を参照して、上述の運搬装置がフォーク部 100 を利用した段差の乗り上げ動作における移動制御部 311 および段差乗り上げ制御部 314 による処理を説明する。図 15 は、フォーク部 100 を利用した段差の乗り上げ動作における移動制御部 311 および段差乗り上げ制御部 314 による処理の流れを示すフローチャートである。

【0081】

まず、補助脚部 160 の前方の補助輪 163 が段差に乗り上げている状態で（S301）、移動制御部 311 は運搬装置の駆動輪 143 を段差に向かって前進させる（S302）。段差乗り上げ制御部 314 は、駆動輪 143 が段差と接触したかどうかを判定する。段差乗り上げ制御部 314 は、距離センサ 206 で検知した段差と運搬装置との距離、および駆動輪 143 の半径に基づいて算出された駆動輪 143 が進んだ距離を用いて、駆動輪 143 が段差と接触したかどうかを判定する（S303）。駆動輪 143 が段差と接触していない場合、移動制御部 311 は駆動輪 143 を段差に向かって前進させる。駆動輪 143 が段差と接触した場合、移動制御部 311 は運搬装置のフォーク部 100 を段差に向かって下げる（S304）。段差乗り上げ制御部 314 は、フォーク部 100 の車輪 105 と段差が接触したかどうかを判定する。段差乗り上げ制御部 314 は、フォーク部 100 の位置、運搬装置の姿勢（傾き具合）から、車輪 105 と段差が接触したかどうかを判定する（S305）。フォーク部 100 の車輪 105 と段差が接触していない場合、フォーク部 100 を段差に向かって下げ続ける。先フォーク部 100 の車輪 105 と段差が接触した場合、さらにフォーク部 100 を下げつつ、駆動輪 143 を回転させる（S306）。駆動輪 143 が段差に乗り上げるにより、運搬装置の段差乗り上げ動作は終了する（S307）。

【0082】

図 16（a）乃至図 16（c）を参照して、実施形態の運搬装置が補助脚部 160 を利用した段差の乗り上げ動作を説明する。

【0083】

まず、補助脚部 160 の前方側の補助輪 163 が段差の上に乗り上げた状態（図 9（b）参照）で、補助脚部 160 の前方の補助輪 163 が段差に乗り上げている状態で、補助輪 163 にブレーキをかける（図 16（a）参照）。

【0084】

運搬装置は、補助脚部 160 に沿って前進する。運搬装置の駆動輪 143 は、走行面から離れ、補助脚部 160 に沿って前進し、段差に接触する（図 16（b）参照）。

【0085】

運搬装置の駆動輪 143 が段差に接触した後に、駆動輪 143 を回転させる。駆動輪 143 は段差に乗り上げが完了する（図 16（c）参照）。

【0086】

次に、制御用プロセッサ 310 の制御機能により実行される処理の具体例について説明する。まず、図 17 を参照して、上述の運搬装置が補助脚部 160 を利用した段差の乗り上げ動作における移動制御部 311 および段差乗り上げ制御部 314 による処理を説明する。図 17 は、補助脚部 160 を利用した段差の乗り上げ動作における移動制御部 311 および段差乗り上げ制御部 314 による処理の流れを示すフローチャートである。

【0087】

まず、補助脚部 160 の前方の補助輪 163 が段差に乗り上げている状態で（S401）、移動制御部 311 は運搬装置の補助脚部 160 の補助輪 163 にブレーキをかける（S402）。段差乗り上げ制御部 314 は、補助脚部 160 に沿って、運搬装置を前進させる（S403）。段差乗り上げ制御部 314 は、駆動輪 143 が段差と接触したかどうかを判定する（S404）。駆動輪 143 が段差と接触していない場合、段差乗り上げ制御部 314 は、補助脚部 160 に沿って、さらに運搬装置を前進させる。駆動輪 143 が段

10

20

30

40

50

差と接触した場合、段差乗り上げ制御部 314 は、駆動輪 143 を回転させる (S405)。駆動輪 143 が段差に乗り上げることにより、運搬装置の段差乗り上げ動作は終了する (S406)。

【0088】

なお、運搬装置が段差に乗り上げるための、先端支持機構部 180 を利用した方法、フォーク部 100 を利用した方法、および補助脚部 160 を利用した方法を説明したが、補助脚部 160 が運搬装置に備わっていない場合、運搬装置は補助脚部 160 を利用して段差に乗り上げることはできない。また、先端支持機構部 180 が運搬装置に備わっていない場合、運搬装置は先端支持機構部 180 を利用して段差に乗り上げることはできない。

【0089】

ここまで、水平方向において、段差の長さが、先端支持機構部 180 とフォーク部 100 が接触可能である程度にある場合を説明したが、段差の長さが短く、また段差の高さが運搬装置よりも低い場合に、運搬装置が段差に乗り上げる方法を説明する。

【0090】

図 18 (a) 乃至図 18 (c) を参照して、水平方向において、段差の長さが短く、また段差の高さが運搬装置よりも十分に低い場合に、運搬装置が段差に乗り上げる方法を説明する。

【0091】

まず、段差は運搬装置よりも高さが十分に低いため、リフト部 100 は段差の上側に位置している場合を考える。運搬装置がフォーク部 100 を下げると、段差を超えた先にある走行面に先端支持機構部 180 の車輪 184 が接触する。この時に、補助脚部 160 の前側の補助輪 163 は走行面を離れている状態になる (図 18 (a) 参照)。駆動輪 143 を段差に向かって前進させる (図 18 (b) 参照)。駆動輪 143 が段差に接触した後に、駆動輪 143 をさらに回転させ、運搬装置は段差の上に乗上げて、完了する (図 18 (c) 参照)。段差の高さが運搬装置よりも低い場合は、駆動輪 143 の力だけで乗り上げることが可能である。

【0092】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0093】

100 フォーク部
105 車輪
120 リフト部
140 移動台車部
143 駆動輪
160 補助脚部
163 補助輪
180 先端支持機構部
184 車輪
206 距離センサ
305 荷物重量検知部
306 取得部
310 制御用プロセッサ
311 移動制御部
312 持ち上げ制御部
313 段差検知部

10

20

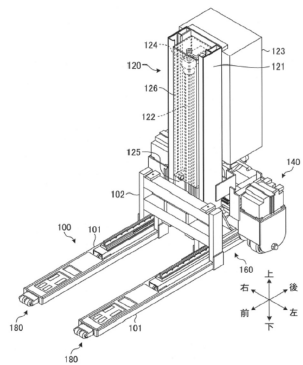
30

40

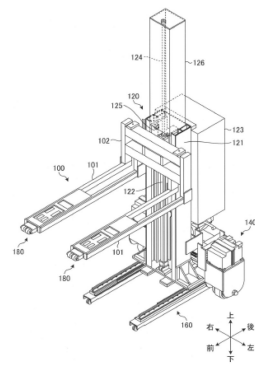
50

- 3 1 4 段差乗り上げ制御部
- 3 1 5 重心位置算出部
- 3 1 6 転倒防止制御部

【図面】
【図 1】

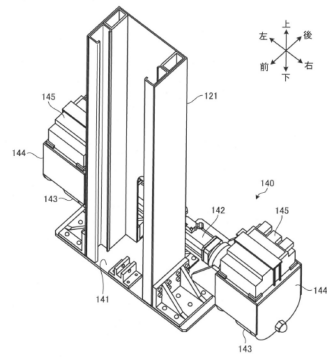


【図 2】

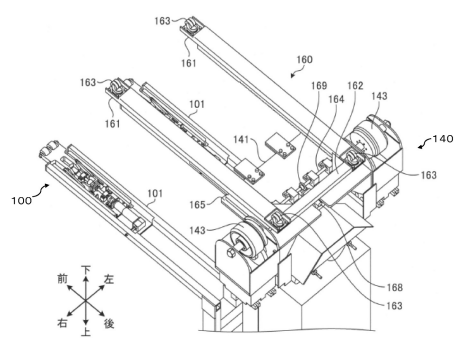


10

【図 3】

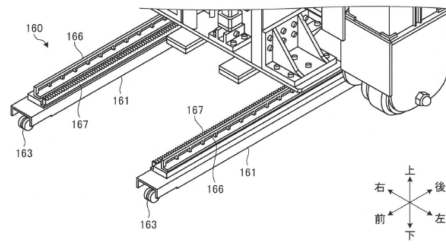


【図 4 A】

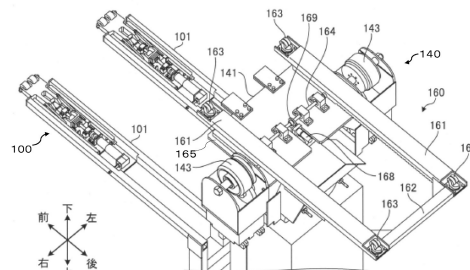


20

【図 4 B】



【図 4 C】

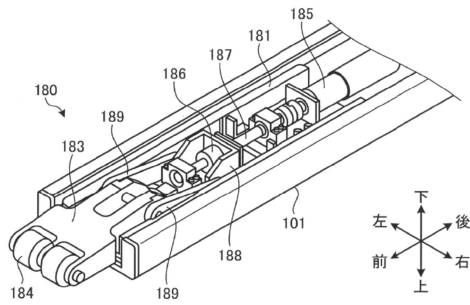


30

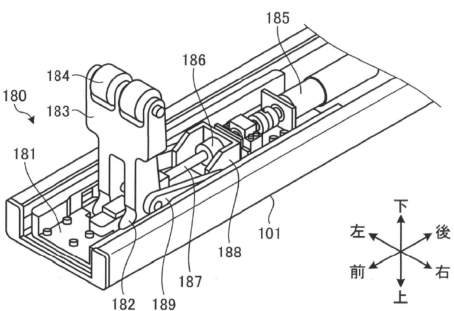
40

50

【図 5 A】

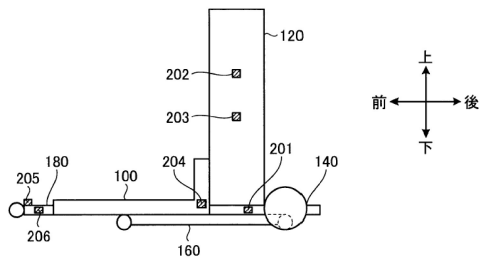


【図 5 B】

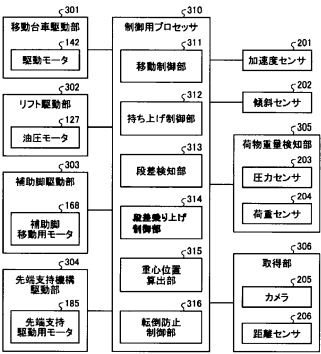


10

【図 6】

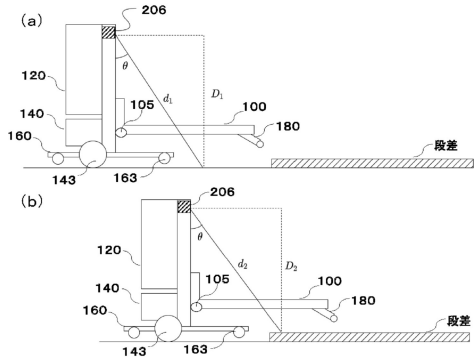


【図 7】

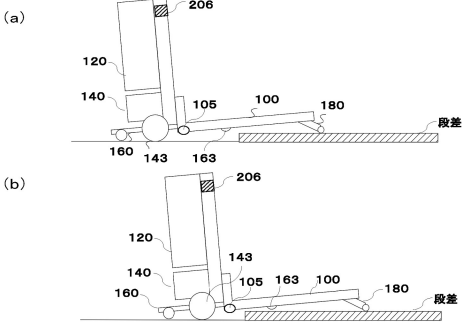


20

【図 8】



【図 9】

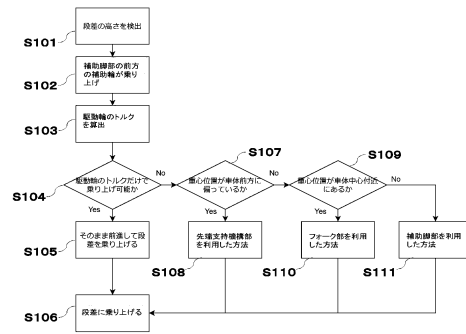


30

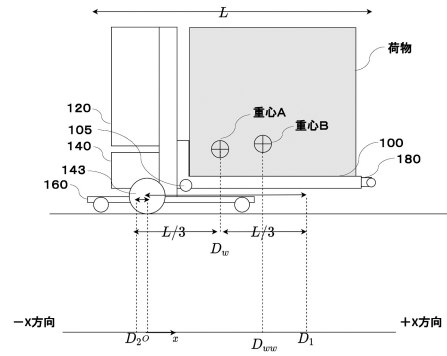
40

50

【図 10】

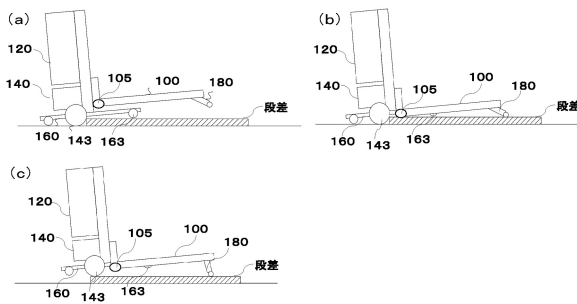


【図 11】

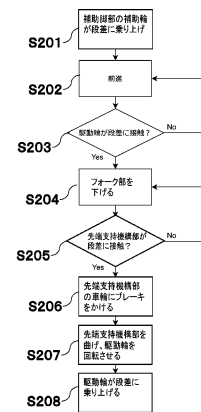


10

【図 12】

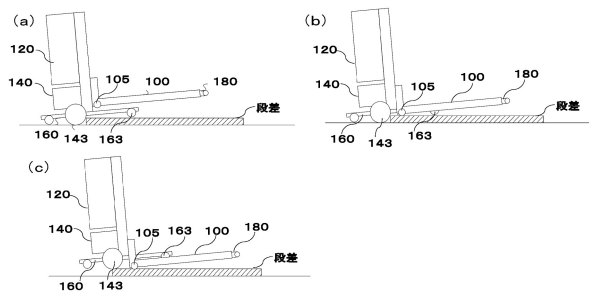


【図 13】

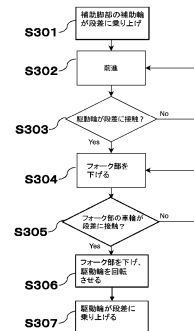


20

【図 14】



【図 15】

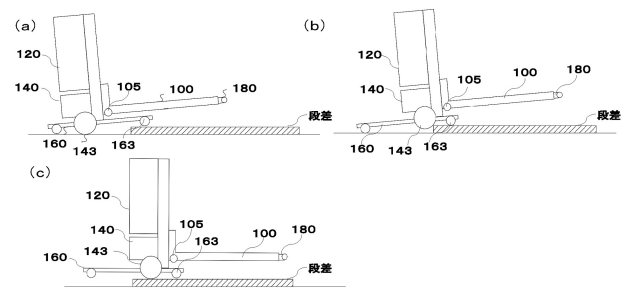


30

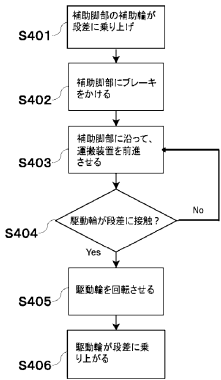
40

50

【図 16】

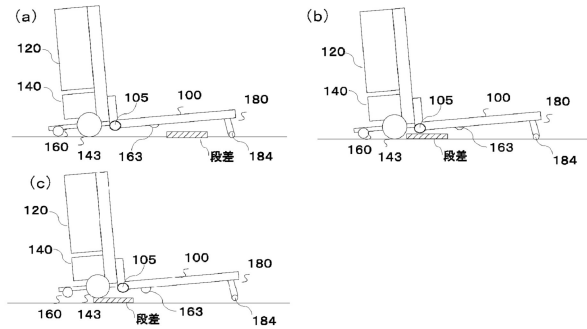


【図 17】



10

【図 18】



20

30

40

50

フロントページの続き

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内

(72)発明者 高橋 博

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内

F ターム (参考) 3F333 AA02 FA09 FA20 FA21 FD06 FD20