

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7285354号
(P7285354)

(45)発行日 令和5年6月1日(2023.6.1)

(24)登録日 令和5年5月24日(2023.5.24)

(51)国際特許分類		F I			
B 2 5 J	5/00 (2006.01)	B 2 5 J	5/00	A	
G 0 5 D	1/02 (2020.01)	G 0 5 D	1/02	H	
		G 0 5 D	1/02	S	

請求項の数 4 (全19頁)

(21)出願番号	特願2022-38441(P2022-38441)	(73)特許権者	000146847 D M G 森精機株式会社 奈良県大和郡山市北郡山町106番地
(22)出願日	令和4年3月11日(2022.3.11)	(74)代理人	100104662 弁理士 村上 智司
審査請求日	令和4年3月22日(2022.3.22)	(74)代理人	100184631 弁理士 大久保 隆
早期審査対象出願		(72)発明者	長木 秀樹 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 D M G 森精機株式会社内
		(72)発明者	中川 昌昭 奈良県大和郡山市北郡山町106番地 D M G 森精機株式会社内
		審査官	稲垣 浩司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 走行ロボットシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

無人搬送車と、該無人搬送車の走行予定経路を決定する走行経路決定部と、該走行経路決定部により決定された走行予定経路に沿って前記無人搬送車を走行させる走行制御部と、前記無人搬送車に搭載されたロボットと、前記ロボットの動作を制御するロボット制御部とを備えた走行ロボットシステムであって、

前記無人搬送車に搭載され、該無人搬送車から所定範囲内に存在する物体を検出するとともに当該物体の位置を特定可能な位置情報出力する物体検出センサと、

前記物体検出センサにより検出された物体が、前記無人搬送車の走行可能領域に配置された障害物であるか否かを検出する障害物検出部と、

前記障害物検出部により前記物体が障害物であると検出された場合に、前記走行予定経路に沿った前記無人搬送車の通過予定領域を算出する通過領域算出部と、

前記通過領域算出部により算出された前記無人搬送車の通過予定領域と、前記物体検出センサより出力された前記障害物の位置情報とを基に、前記無人搬送車が前記走行予定経路に沿って走行し続けた場合に前記障害物と干渉するか否かを予測する干渉予測部とを備え、

前記走行制御部は、前記干渉予測部によって前記無人搬送車と前記障害物とが干渉すると予測される場合には、前記無人搬送車を該障害物と干渉する前に停車させるように構成され、

前記ロボット制御部は、前記干渉予測部によって前記無人搬送車と前記障害物とが干渉

すると予測される場合には、前記ロボットに当該障害物を指し示す障害物指定動作を実行させるように構成されており、

前記ロボットには、照明装置が取り付けられており、

前記障害物指定動作は、前記照明装置から出射される光が前記干渉予測部により無人搬送車と干渉すると予測される障害物に照射されるとともに、当該照明装置の照明光の光軸が当該障害物の重心を通る、又は、当該障害物の側面の中心を通るように前記ロボット制御部が前記ロボットを制御する動作であることを特徴とする走行ロボットシステム。

【請求項 2】

無人搬送車と、該無人搬送車の走行予定経路を決定する走行経路決定部と、該走行経路決定部により決定された走行予定経路に沿って前記無人搬送車を走行させる走行制御部と、
前記無人搬送車に搭載されたロボットと、前記ロボットの動作を制御するロボット制御部とを備えた走行ロボットシステムであって、

10

前記無人搬送車に搭載され、該無人搬送車から所定範囲内に存在する物体を検出するとともに当該物体の位置を特定可能な位置情報を出力する物体検出センサと、

前記物体検出センサにより検出された物体が、前記無人搬送車の走行可能領域に配置された障害物であるか否かを検出する障害物検出部と、

前記障害物検出部により前記物体が障害物であると検出された場合に、前記走行予定経路に沿った前記無人搬送車の通過予定領域を算出する通過領域算出部と、

前記通過領域算出部により算出された前記無人搬送車の通過予定領域と、前記物体検出センサより出力された前記障害物の位置情報とを基に、前記無人搬送車が前記走行予定経路に沿って走行し続けた場合に前記障害物と干渉するか否かを予測する干渉予測部とを備え、

20

前記走行経路決定部は、前記干渉予測部により前記無人搬送車と前記障害物とが干渉すると予測された場合には、該干渉を回避し得る回避経路が存在するか否かを判定して、存在すると判定した場合には、現時点の走行予定経路を当該回避経路に更新するように構成され、

前記走行制御部は、前記走行経路決定部により前記干渉を回避し得る回避経路が存在しないと判定された場合には、前記無人搬送車を前記障害物と干渉する前に停車させるように構成され、

前記ロボット制御部は、前記走行経路決定部により前記干渉を回避し得る回避経路が存在しないと判定された場合には、前記ロボットに、該干渉を生じさせると予測される前記障害物を指し示す障害物指定動作を実行させるように構成されており、

30

前記ロボットには、照明装置が取り付けられており、

前記障害物指定動作は、前記照明装置から出射される光が前記干渉予測部により無人搬送車と干渉すると予測される障害物に照射されるとともに、当該照明装置の照明光の光軸が当該障害物の重心を通る、又は、当該障害物の側面の中心を通るように前記ロボット制御部が前記ロボットを制御する動作であることを特徴とする走行ロボットシステム。

【請求項 3】

前記ロボットは多関節ロボットであり、

前記ロボットには、カメラが取り付けられており、

前記照明装置は、前記カメラによる撮像時の照度を確保するために当該カメラに取付けられた照明装置と兼用されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の走行ロボットシステム。

40

【請求項 4】

無人搬送車と、該無人搬送車の走行予定経路を決定する走行経路決定部と、該走行経路決定部により決定された走行予定経路に沿って前記無人搬送車を走行させる走行制御部と、前記無人搬送車に搭載されたロボットと、前記ロボットの動作を制御するロボット制御部とを備えた走行ロボットシステムであって、

前記無人搬送車に搭載され、該無人搬送車から所定範囲内に存在する物体を検出するとともに当該物体の位置を特定可能な位置情報を出力する物体検出センサと、

50

前記物体検出センサにより検出された物体が、前記無人搬送車の走行可能領域に配置された障害物であるか否かを検出する障害物検出部と、

前記障害物検出部により前記物体が障害物であると検出された場合に、前記走行予定経路に沿った前記無人搬送車の通過予定領域を算出する通過領域算出部と、

前記通過領域算出部により算出された前記無人搬送車の通過予定領域と、前記物体検出センサより出力された前記障害物の位置情報とを基に、前記無人搬送車が前記走行予定経路に沿って走行し続けた場合に前記障害物と干渉するか否かを予測する干渉予測部とを備え、

前記走行制御部は、前記干渉予測部によって前記無人搬送車と前記障害物とが干渉すると予測される場合には、前記無人搬送車を該障害物と干渉する前に停車させるように構成され、

10

前記ロボット制御部は、前記干渉予測部によって前記無人搬送車と前記障害物とが干渉すると予測される場合には、前記ロボットに当該障害物を指し示す障害物指定動作を実行させるように構成されており、

前記ロボットはハンドを備えた多関節ロボットであり、

前記障害物指定動作は、前記ロボットのハンドが取り付けられているアームの先端部が前記干渉予測部により無人搬送車と干渉すると予測される障害物と対向するとともに、当該アームの軸線が当該障害物の重心を通る、又は、障害物の側面の中心を通るように前記ロボット制御部が前記ロボットを制御する動作であることを特徴とする走行ロボットシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無人搬送車と、該無人搬送車に搭載されたロボットとを備えた走行ロボットシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、上述した走行ロボットシステムの一例として、特開2004-042148号公報（下記特許文献1）に開示された走行ロボットシステムが知られている。この走行ロボットシステムでは、環境地図が記憶された記憶部と、環境地図における自己位置から移動目的地までの走行予定経路を決定する走行経路決定部と、走行経路決定部により決定された走行予定経路に沿って無人搬送車を走行させる走行制御部と、障害物を検出する障害物検出部とを備えている。走行制御部は、障害物検出部により障害物が検出されると、無人搬送車を回避経路に沿って走行させる。そうして、障害物の検出と回避経路の探索とを繰り返しながら、無人搬送車が障害物を回避しつつ移動目的地まで走行する。一方、走行制御部により回避経路を見つけることができない場合には、無人搬送車は障害物付近で停車することとなる。

30

【0003】

特許文献1に示す走行ロボットシステムでは、無人搬送車は障害物を回避するための回避走行を行うように構成されているが、例えば、障害物検出部により障害物が検出された場合には回避経路を探索することなく無人搬送車を即時停車させるシステムも知られている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2004-042148号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した従来 of 走行ロボットシステムにおいて、障害物が原因で無人搬送車が停車した

50

場合には、作業者が当該障害物を撤去することで無人搬送車の走行を再開させることができる。しかし、例えば無人搬送車の周囲に障害物が複数存在する場合には、作業者はいずれの障害物が原因で無人搬送車が停車しているかを容易に判断することができず、障害物の撤去作業を効率的に行うことができないという問題がある。

【0006】

また、従来の走行ロボットシステムでは、無人搬送車が停車している場合に、作業者は、その原因が無人搬送車の故障によるものか又は障害物の存在によるものかを判断することができず復旧作業に手間取るという問題がある。

【0007】

本発明は、以上の実情に鑑みてなされたものであって、無人搬送車が障害物と干渉すると予測される場合には無人搬送車を自動的に停車させつつ、その停車の原因及び除去すべき障害物を周囲の作業者に容易に認識させることが可能な走行ロボットシステムを提供することを、その目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、無人搬送車と、該無人搬送車の走行予定経路を決定する走行経路決定部と、該走行経路決定部により決定された走行予定経路に沿って前記無人搬送車を走行させる走行制御部と、前記無人搬送車に搭載されたロボットと、前記ロボットの動作を制御するロボット制御部とを備えた走行ロボットシステムであって、

前記無人搬送車に搭載され、該無人搬送車から所定範囲内に存在する物体を検出するとともに当該物体の位置を特定可能な位置情報を出力する物体検出センサと、

前記物体検出センサにより検出された物体が、前記無人搬送車の走行可能領域に配置された障害物であるか否かを検出する障害物検出部と、

前記障害物検出部により前記物体が障害物であると検出された場合に、前記走行予定経路に沿った前記無人搬送車の通過予定領域を算出する通過領域算出部と、

前記通過領域算出部により算出された前記無人搬送車の通過予定領域と、前記物体検出センサより出力された前記障害物の位置情報とを基に、前記無人搬送車が前記走行予定経路に沿って走行し続けた場合に前記障害物と干渉するか否かを予測する干渉予測部とを備え、

前記走行制御部は、前記干渉予測部によって前記無人搬送車と前記障害物とが干渉すると予測される場合には、前記無人搬送車を該障害物と干渉する前に停車させるように構成され、

前記ロボット制御部は、前記干渉予測部によって前記無人搬送車と前記障害物とが干渉すると予測される場合には、前記ロボットに当該障害物を指し示す障害物指定動作を実行させるように構成されている走行ロボットシステムに係る。

【0009】

第1の発明によれば、無人搬送車に搭載された物体検出センサにより無人搬送車から所定範囲内にある物体が検出されると、障害物検出部にて当該物体が走行可能領域に配置された障害物であるか否かが判定され、障害物であると判定された場合には、通過領域算出部により無人搬送車の走行予定経路に沿った通過予定領域が算出される。そして、通過領域算出部が算出した無人搬送車の通過予定領域と、前記物体検出センサより出力された障害物の位置情報とを基に、無人搬送車が当該障害物と干渉するか否かが干渉予測部にて予測される。干渉予測部にて無人搬送車が障害物に干渉すると予測された場合には、走行制御部による制御の下、無人搬送車が走行を停止するとともに、ロボット制御部による制御の下、ロボットが障害物指定動作を実行する。この障害物指定動作はロボットが障害物を指し示す動作であり、周囲の作業者は、ロボットが障害物指定動作を実行した場合には、無人搬送車の停車原因が故障等ではなく障害物であると認識できるとともに、無人搬送車の走行を再開させるために除去すべき障害物を容易に特定することができる。

【0010】

しかも、障害物指定動作は、無人搬送車に搭載されている既存のロボットにより実行されるので、干渉を生じさせる障害物を報知するための表示モニタやスピーカ等を別途設け

10

20

30

40

50

る必要がなく、したがってシステム全体を安価に構成することができる。

【0011】

第2の発明は、無人搬送車と、該無人搬送車の走行予定経路を決定する走行経路決定部と、該走行経路決定部により決定された走行予定経路に沿って前記無人搬送車を走行させる走行制御部と、前記無人搬送車に搭載されたロボットと、前記ロボットの動作を制御するロボット制御部とを備えた走行ロボットシステムであって、

前記無人搬送車に搭載され、該無人搬送車から所定範囲内に存在する物体を検出するとともに当該物体の位置を特定可能な位置情報を出力する物体検出センサと、

前記物体検出センサにより検出された物体が、前記無人搬送車の走行可能領域に配置された障害物であるか否かを検出する障害物検出部と、

前記障害物検出部により前記物体が障害物であると検出された場合に、前記走行予定経路に沿った前記無人搬送車の通過予定領域を算出する通過領域算出部と、

前記通過領域算出部により算出された前記無人搬送車の通過予定領域と、前記物体検出センサより出力された前記障害物の位置情報とを基に、前記無人搬送車が前記走行予定経路に沿って走行し続けた場合に前記障害物と干渉するか否かを予測する干渉予測部とを備え、

前記走行経路決定部は、前記干渉予測部により前記無人搬送車と前記障害物とが干渉すると予測された場合には、該干渉を回避し得る回避経路が存在するか否かを判定して、存在すると判定した場合には、現時点の走行予定経路を当該回避経路に更新するように構成され、

前記走行制御部は、前記走行経路決定部により前記干渉を回避し得る回避経路が存在しないと判定された場合には、前記無人搬送車を前記障害物と干渉する前に停車させるように構成され、

前記ロボット制御部は、前記走行経路決定部により前記干渉を回避し得る回避経路が存在しないと判定された場合には、前記ロボットに、該干渉を生じさせると予測される前記障害物を指し示す障害物指定動作を実行させるように構成されている走行ロボットシステムに係る。

【0012】

第2の発明によれば、干渉予測部により無人搬送車が障害物と干渉すると予測された場合には、走行経路決定部において該干渉を回避し得る回避経路が存在するか否かが判定され、回避経路が存在すると判定された場合には、現時点の走行予定経路が回避経路に更新され、走行制御部による制御の下、無人搬送車は更新された回避経路に沿って走行する。一方、走行経路決定部において無人搬送車と障害物との干渉を回避する回避経路が存在しないと判定された場合には、現時点の走行予定経路は更新されない。この場合、無人搬送車は、走行制御部による制御の下、回避走行を行うことなく停車し、ロボットは、ロボット制御部による制御の下、無人搬送車との干渉を生じさせると予測される障害物を指し示す障害物指定動作を実行する。したがって、第1の発明と同様の作用効果を得ることができる。

【0013】

第3の発明では、前記ロボットは、所定作業を行う多関節ロボットであり、前記障害物指定動作は、前記ロボットの作業側の先端部を、前記干渉予測部により無人搬送車と干渉すると予測される障害物に対向させるか又は当該障害物の上側に位置させる動作とされている。

【0014】

第3の発明によれば、無人搬送車が停車してロボットにより障害物指定動作が実行された場合に、作業者は、ロボットの作業側の先端部が指し示す障害物を見て、無人搬送車の停車原因となった障害物を容易に認識することができる。

【0015】

第4の発明では、前記ロボットは多関節ロボットであり、前記ロボットには、照明装置を装備したカメラが取付けられており、前記障害物指定動作は、前記照明装置の照明光が

10

20

30

40

50

、前記干渉予測部により無人搬送車と干渉すると予測される障害物に向くような姿勢をロボットに取らせる動作とされている。

【 0 0 1 6 】

第 4 の発明によれば、無人搬送車が停車してロボットにより障害物指定動作が実行された場合に、作業者は、照明装置の照明光の照らす先を見て、無人搬送車の停車原因となった障害物を容易に認識することができる。また、照明装置として、例えばロボットが把持対象物を認識するために使用するカメラの照明装置を利用することでシステム全体を安価に構成することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

以上のように、本発明に係る走行ロボットシステムによれば、物体検出センサにより検出された物体が、無人搬送車の走行可能領域に配置された障害物であるか否かを判定し、走行可能領域に配置された障害物であると判定した場合には、走行予定経路に沿った無人搬送車の通過予定領域を算出し、算出した通過予定領域と、物体検出センサより出力された障害物の位置情報とを基に、無人搬送車が前記走行予定経路に沿って走行し続けた場合に前記障害物と干渉するか否かを予測し、干渉すると予測した場合には、無人搬送車を停車させるとともに、ロボットに当該障害物を指し示す障害物指定動作を実行させるようにしたこと、無人搬送車を障害物と干渉する前に自動的に停車させつつ、その停車の原因及び除去すべき障害物を周囲の作業者に容易に認識させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】実施形態に係る走行ロボットシステムの概略構成及び動作例を説明するための説明図である。

【図 2】ロボットを搭載した無人搬送車を示す外観斜視図である。

【図 3】制御システムの概略構成を示すブロック図である。

【図 4 A】ロボットによる障害物指定動作を示す平面図である。

【図 4 B】ロボットによる障害物指定動作を示す車両左側から見た側面図である。

【図 5】障害物指定制御の一例を示すフローチャートである。

【図 6】変形例 1 を示す図 4 B 相当図である。

【図 7 A】変形例 2 を示す図 4 A 相当図である。

【図 7 B】変形例 2 を示す図 4 B 相当図である。

【図 8】他の実施形態に係る走行ロボットシステムの動作例を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

《実施形態》

図 1 は、実施形態に係る走行ロボットシステム 1 の概略構成を説明するための説明図である。この走行ロボットシステム 1 は、無人搬送車 10 と、無人搬送車 10 の上部に搭載されたロボット 20 とを備えていて、後述するように、無人搬送車 10 が障害物 5 と干渉すると予測される場合には、無人搬送車 10 を停車させるとともにロボット 20 に当該障害物 5 を指し示す障害物指定動作を実行させるように構成されている。

【 0 0 2 0 】

走行ロボットシステム 1 は、無人搬送車 10 の搬送車本体 11 に収容された車載制御装置 30 (図 3 参照) と、工場の建屋内に設置され、車載制御装置 30 との間で無線通信を行いながら無人搬送車 10 及びロボット 20 を制御する上位制御装置 40 とをさらに備えている。無人搬送車 10 は、上位制御装置 40 からの指令を受けた車載制御装置 30 による制御の下、建屋内に設置された各作業ステーション 3a, 3b に隣接する作業位置 P1, P2 を経由するように走行する。各作業ステーション 3a, 3b は、例えば工作機械等により構成される。ロボット 20 は、車載制御装置 30 による制御の下、無人搬送車 10 が各作業ステーション 3a, 3b の作業位置 P1, P2 に停車すると、ワークの着脱作業

10

20

30

40

50

(所定作業の一例)を実行する。尚、図1に示す作業ステーション3や障害物5は一例であり、その形状や数及び配置位置は図1の例に限定されない。

【0021】

図2は、ロボット20を搭載した無人搬送車10を示す外観斜視図である。以下の説明において、特に断らない限り、前側、後側は、車両前後方向の前側、後側を意味し、左側、右側は、車幅方向の左側、右側を意味するものとする。同図に示すように、無人搬送車10は、車両前後方向に長い直方体状の搬送車本体11を有している。搬送車本体11は、その内部に前記車載制御装置30を収容するとともに、上面に前記ロボット20を搭載している。搬送車本体11の下端部の四隅には、前後左右の4つの駆動輪12が取付けられている。4つの駆動輪12は、それぞれの車軸に連結された走行モータ13a(図3参照)によって独立に回転駆動される。また、各駆動輪12は、鉛直に延びる操舵軸(図示省略)を有していて、該操舵軸に連結された操舵モータ13bによって鉛直軸回りに操舵可能に構成されている。無人搬送車10は、車載制御装置30による制御の下、操舵モータ13bにより各駆動輪12の操舵角を変更することで直進、横行又は旋回が可能になっている。以下の説明では、走行モータ13a及び操舵モータ13bを特に区別しない場合には走行用アクチュエータ13と称する。

10

【0022】

搬送車本体11の前側面には距離センサ14(物体検出センサの一例)が取付けられている。距離センサ14は、他の物体との距離を測定するためのセンサであって、例えばLIDAR(Light Detection and Ranging)装置により構成される。ここで、他の物体の一例として、例えば建屋内に設置された工作機械等の固定設置物や、無人搬送車10の走行可能領域(固定設置物を除く領域)に置かれた障害物5などが挙げられる。距離センサ14は、光出射部を有していて、該光出射部から出射されるレーザー光を上下方向及び水平方向に走査させることで無人搬送車10の前方の所定範囲内に存在する物体にレーザー光を照射する。そして、距離センサ14は、レーザー光が物体に反射して返って来るまでの時間を計測することで物体表面の光照射位置までの距離を計測し、計測した距離と該計測時の光の走査角の情報とを対応付けて距離データとして出力する。この距離データは、物体の位置を特定するための位置情報に相当し、車載制御装置30を介して上位制御装置40にリアルタイムで送信される。

20

【0023】

前記ロボット20は、搬送車本体11の上面における前側端部に搭載されている。搬送車本体11の上面におけるロボット20の後側には、加工前及び加工後のワークを保持するパレット4が積載されている。ロボット20は、第1アーム21、第2アーム22及び第3アーム23と、6つの軸A1~A6とを有する6軸の多関節ロボットであり、第3アーム23の先端部には作業用のハンド24が装着されている。ハンド24は、その中心部に対して径方向にスライド可能な3つの把持爪24aを有していて、該3つの把持爪24aによりワークを径方向の外側から挟み込んで把持する。

30

【0024】

ハンド24の上部には、把持対象となるワークを撮像するためのハンド装着カメラ25(照明装置を備えたカメラに相当)が取付けられている。ハンド装着カメラ25は、カメラ本体25aと、カメラ本体25aに対してその光軸と同軸に取付けられたリング照明25b(照明装置の一例)とを有している。リング照明25bは、カメラ本体25aによる撮像時の照度を確保するために設けられている。カメラ本体25a及びリング照明25bは後述するロボット制御部31bにより制御される。ハンド装着カメラ25は、カメラ本体25aにより撮像した画像データをロボット制御部31bに送信する。

40

【0025】

次に、図3を参照して、走行ロボットシステム1を制御する制御システム100の説明を行う。この制御システム100は、前記車載制御装置30及び上位制御装置40を含んでいる。

【0026】

50

車載制御装置 30 は、CPU、ROM 及び RAM 等を有するマイクロコンピュータであって、図 3 に示すように、CPU 31 と、無線通信部 32 とを有している。

【0027】

無線通信部 32 は、送信回路と受信回路と送受信アンテナとを有していて、CPU 31 からの指令を受けて上位制御装置 40 との間で無線通信により各種信号及びデータの送受信を行う。このデータの一例として、例えば距離センサ 14 により検出した物体の距離データが挙げられる。

【0028】

CPU 31 は、走行用アクチュエータ 13、距離センサ 14、ロボット 20、及びハンド装着カメラ 25 に信号の授受可能に接続されている。CPU 31 は、ROM 等に記憶されたコンピュータプログラムを実行することで走行制御部 31a 及びロボット制御部 31b として機能する。

10

【0029】

走行制御部 31a は、後述する上位制御装置 40 の走行経路決定部 41b により算出される走行予定経路 V に沿って無人搬送車 10 が走行するように走行用アクチュエータ 13 を制御する。

【0030】

ロボット制御部 31b は、ロボット 20 に作業用動作又は障害物指定動作を実行させる。作業用動作は、ロボット 20 が各作業ステーション 3 に対して行う所定の動作であって、例えばワークの着脱作業等が含まれる。本例では、ロボット制御部 31b は、ロボット 20 に作業用動作を実行させる際に、ハンド装着カメラ 25 による撮像画像を基に、作業姿勢を補正することでワークに対するハンド 24 の位置補正を行うように構成されている。障害物指定動作は、無人搬送車 10 の停車原因が障害物 5 である場合にロボット 20 によって当該障害物 5 を指し示す動作である。障害物指定動作の詳細は後述する。

20

【0031】

上位制御装置 40 は、CPU、ROM 及び RAM 等を有するマイクロコンピュータであって、CPU 41 と、無線通信部 42 と、マップデータ記憶部 43 とを有している。

【0032】

無線通信部 42 は、送信回路と受信回路と送受信アンテナとを有していて、CPU 41 からの指令を受けて車載制御装置 30 との間で無線通信により各種信号及びデータの送受信を行う。

30

【0033】

マップデータ記憶部 43 は、マップデータを記憶する機能部であって、例えば磁気ディスク等の記憶媒体により構成されている。マップデータは、建屋内における無人搬送車 10 の走行可能領域の情報を含んでいる。走行可能領域とは、工作機械等の固定設置物を除く領域であって無人搬送車 10 が物理的に走行可能な領域である。本例では、このマップデータは、距離センサ 14 から出力される前記距離データを基に自動生成される。マップデータの生成方法はこれに限ったものではなく、例えば、作業者が無人搬送車 10 に設けられたタッチパネル等の操作盤（図示省略）を操作することで手動で生成するようにしてもよい。

40

【0034】

CPU 41 は、前記 ROM 等に記憶されたコンピュータプログラムを実行することでジョブ生成部 41a、走行経路決定部 41b、障害物検出部 41c、通過領域算出部 41d、及び干渉予測部 41e として機能する。

【0035】

ジョブ生成部 41a は、無人搬送車 10 における搬送物の積載状況、及び、各作業ステーション 3 おける搬送物の滞留状況を取得して、取得した状況を基に無人搬送車 10 の移動開始地及び移動目的地を決定する。

【0036】

走行経路決定部 41b は、ジョブ生成部 41a により決定された移動開始地から移動目

50

的地までの走行予定経路Vを決定(算出)する。この走行予定経路Vは、マップデータに規定された走行可能領域内において無人搬送車10の移動距離が最短になるように決定される。尚、移動距離が最短になるとの条件に限らず、例えば、消費電力が最小になるとの条件を採用するなどしてもよい。

【0037】

障害物検出部41cは、車載制御装置30より受信した物体の距離データと、前記マップデータとを基に、当該物体が、無人搬送車10の走行可能領域に配置された障害物5であるか否かを検出する。走行可能領域とは、上述したように、マップデータに示された工作機械等の固定設置物を除く領域であり、障害物検出部41cは、既にマップデータ上に存在する工作機械等の固定物は障害物5として検出せず、走行可能領域に配置された物体のみを障害物5として検出する。

10

【0038】

通過領域算出部41dは、障害物検出部41cにより障害物5が検出された場合には、走行経路決定部41bにより決定された走行予定経路Vに沿った無人搬送車10の通過予定領域Rを算出する。本例では、通過領域算出部41dは、無人搬送車10の平面形状が通過すると予測される領域を通過予定領域Rとして算出する。尚、通過予定領域Rは、無人搬送車10の立体形状を考慮した三次元領域であってもよい。

【0039】

干渉予測部41eは、通過領域算出部41dにより算出された無人搬送車10の通過予定領域Rと、距離センサ14より出力された障害物5の距離データ(位置情報)とを基に、無人搬送車10が走行予定経路Vに沿って走行し続けた場合に障害物5と干渉するか否かを予測する。具体的には、干渉予測部41eは、距離センサ14より出力された障害物5の距離データを基に、当該障害物5のマップデータ上における座標位置を特定する。そして、干渉予測部41eは、障害物5の少なくとも一部が、平面視で前記算出した通過予定領域Rと重なるか否かを判定し、重なると判定した場合には、無人搬送車10と障害物5とが今後干渉すると予測し、重ならないと判定した場合には両者の干渉は発生しないと予測する。干渉予測部41eによる予測結果は、無線通信部42を介して車載制御装置30の走行制御部31a及びロボット制御部31bに送信される。

20

【0040】

走行制御部31aは、干渉予測部41eより無人搬送車10が障害物5と干渉すると予測された場合には、無人搬送車10の走行モータ13aの駆動を停止して無人搬送車10を停車させる。無人搬送車10を停車させるタイミングは、例えば、無人搬送車10と障害物5との離間距離が予め定めた距離以下(例えば1m以下)になったときとすることが好ましい。

30

【0041】

ロボット制御部31bは、干渉予測部41eより無人搬送車10が障害物5と干渉すると予測された場合には、ロボット20に障害物指定動作を実行させる。

【0042】

本例の障害物指定動作は、ロボット20の第3アーム23に取付けられたリング照明25bから障害物5に向けて照明光を出射する動作である。図4A及び図4Bは、障害物指定動作を実行する際のロボット20の動作姿勢を示しており、図4Aがロボット20を上側から見た平面図であり、図4Bがロボット20を左側から見た側面図である。

40

【0043】

ロボット制御部31bは、ロボット20に障害物指定動作を実行させる際には、ロボット20に先ず予め定めた前傾姿勢(例えば図2に示す姿勢)を取らせる。この前傾姿勢時における各アーム21~23の傾動角度は予めティーチング操作を行うことにより不図示の記憶部に記憶されている。そして、ロボット制御部31bは、ロボット20にこの前傾姿勢を基準として、ロボット20全体を軸A1回りに回転させるとともに第3アーム23を軸A6回りに回転させることで、ハンド装着カメラ25に装備されたリング照明25bの光照射方向を障害物5に向ける(図4A及び図4B参照)。本例では、ロボット制御部

50

3 1 b は、リング照明 2 5 b の光軸（リング照明 2 5 b の中心軸）が、障害物 5 の重心位置 G を通るようにロボット 2 0 の軸 A 1 及び軸 A 6 回りの回転角度を決定する。ここで、障害物 5 の重心位置 G は、距離センサ 1 4 により検出された距離データから推定される障害物 5 の立体形状を基に算出すればよい。また、重心位置 G に替えて、障害物 5 の無人搬送車 1 0 側の側面の中心位置 C を算出し、リング照明 2 5 b の光軸が該中心位置 C を通るようにロボット 2 0 の軸 A 1 及び軸 A 6 回りの回転角度を決定するようにしてもよい。

【 0 0 4 4 】

そして、ロボット制御部 3 1 b は、リング照明 2 5 b の光軸を障害物 5 の重心位置 G に向けた状態で、リング照明 2 5 b から該障害物 5 に向けて照明光を出射させる。本例では、リング照明 2 5 b から障害物 5 に向けて照明光を継続的に出射する。尚、照明光の出射態様はこれに限ったものではなく、例えば、点灯と消灯とを交互に繰り返す（つまり点滅させる）ようにしてもよい。

10

【 0 0 4 5 】

図 5 は、上位制御装置 4 0 と車載制御装置 3 0 との協働により実行される障害物指定制御の一例を示すフローチャートである。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 では、走行経路決定部 4 1 b が無人搬送車 1 0 の移動開始地から移動目的地までの走行予定経路 V を決定（算出）する。走行予定経路 V の決定に際しては、例えば遺伝的アルゴリズムを用いて多数の経路候補を生成し、生成した多数の経路候補の中から最短となる経路を走行予定経路 V として算出する。

20

【 0 0 4 7 】

ステップ S 2 では、走行制御部 3 1 a が、ステップ S 1 で決定された走行予定経路 V に沿って無人搬送車 1 0 の走行を開始させるべく走行用アクチュエータ 1 3 を制御する。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 3 では、障害物検出部 4 1 c にて障害物 5 が検出されたか否かを判定し、この判定が N O である場合にはリターンする一方、Y E S である場合にはステップ S 4 に進む。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 4 では、通過領域算出部 4 1 d が、ステップ S 1 で算出された走行予定経路 V に沿った無人搬送車 1 0 の通過予定領域 R を算出する。

30

【 0 0 5 0 】

ステップ S 5 では、干渉予測部 4 1 e が、ステップ S 4 で算出された無人搬送車 1 0 の通過予定領域 R と、距離センサ 1 4 から出力された前記障害物 5 の距離データとを基に、無人搬送車 1 0 が走行予定経路 V に沿って走行し続けた場合に当該障害物 5 と干渉するかどうかを予測する。この判定が N O である場合にはリターンする一方、Y E S である場合にはステップ S 6 に進む。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 6 では、走行制御部 3 1 a が、距離センサ 1 4 から出力される障害物 5 の距離データを基に、無人搬送車 1 0 と障害物 5 との距離が所定距離以下（例えば 1 m 以下）であるか否かを判定し、この判定が N O である場合にはリターンする一方、Y E S である場合にはステップ S 7 に進む。

40

【 0 0 5 2 】

ステップ S 7 では、走行制御部 3 1 a が無人搬送車 1 0 を停車させるべく走行モータ 1 3 a の駆動を停止する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 8 では、ロボット制御部 3 1 b がロボット 2 0 に上述した障害物指定動作を実行させ、しかる後にリターンする。尚、本例では、無人搬送車 1 0 の停車後にロボット 2 0 による障害物指定動作の実行を開始するようにしているが、これに限ったものではなく、無人搬送車 1 0 の停車前又は停車と同時に障害物指定動作の実行を開始してもよい。

【 0 0 5 4 】

50

以上のように構成された走行ロボットシステム 1 の動作例を、図 1 を参照しながら説明する。図 1 は、無人搬送車 10 の移動開始地が、第 1 の作業ステーション 3 a に対して設定された作業位置 P 1 であり、移動目的地が、第 2 の作業ステーション 3 b に対して設定された作業位置 P 2 である例を示している。先ず、走行経路決定部 4 1 b により、移動開始地である作業位置 P 1 から移動目的地である作業位置 P 2 までの走行予定経路 V が算出され、次いで、走行制御部 3 1 a による制御の下、無人搬送車 10 が走行予定経路 V に沿って走行を開始する。走行開始後、中間位置 P 3 において、障害物検出部 4 1 c により障害物 5 が検出されると、通過領域算出部 4 1 d により無人搬送車 10 の通過予定領域 R が算出され、次いで、干渉予測部 4 1 e において、通過領域算出部 4 1 d が算出した通過予定領域 R と距離センサ 1 4 から出力される障害物 5 の距離データとを基に、無人搬送車 10 が走行予定経路 V に沿って走行し続けた場合に障害物 5 と干渉するか否かが予測される。図 1 の例では、干渉が生じると予測されるのでその旨の予測結果が干渉予測部 4 1 e より車載制御装置 3 0 に送信される。車載制御装置 3 0 では、この予測結果を受けて、走行制御部 3 1 a が無人搬送車 10 を停車させるとともに、ロボット制御部 3 1 b がロボット 2 0 に障害物指定動作を実行させる。この結果、無人搬送車 10 が障害物 5 と干渉する前に中間位置 P 3 にて停車するとともに、ロボット 2 0 の第 3 アーム 2 3 に取付けられたリング照明 2 5 b の光軸が障害物 5 に向けられて、リング照明 2 5 b より該障害物 5 に向けて照明光が射出される。これにより、周囲の作業者は、リング照明 2 5 b からの照明光が照射された障害物 5 を無人搬送車 10 の停車原因であると認識して、当該障害物 5 を除去するなど適切な対策を講じることができる。

10

20

【 0 0 5 5 】

以上説明したように、本実施形態では、無人搬送車 10 が障害物 5 と干渉すると予測される場合には、無人搬送車 10 を停車させるとともに、無人搬送車 10 に搭載されたロボット 2 0 に障害物指定動作を実行させるようにしたことで、無人搬送車 10 と障害物 5 との干渉を回避しつつ、無人搬送車 10 の停車原因となった障害物 5 を周囲の作業者に容易に認識させることができる。また、無人搬送車 10 に搭載された既存のロボット 2 0 を利用して無人搬送車 10 の停車の原因となった障害物 5 を周囲の作業者に報知することができるので、表示モニタやスピーカなどの報知手段を別途設ける必要がなく、システム全体を安価に構成することができる。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態では、リング照明 2 5 b により無人搬送車 10 の停車原因となった障害物 5 が照らし出されるため、単にアームの先端等で障害物 5 を指し示す場合に比べて、無人搬送車 10 の停車原因となった障害物 5 をより一層明確に周囲の作業者に認識させることができる。また、リング照明 2 5 b は、ハンド装着カメラ 2 5 に付属する照明装置であるため、専用の照明装置を別途設ける場合に比べてシステム全体を安価に構成することができる。

30

【 0 0 5 7 】

《 変形例 1 》

図 6 は変形例 1 を示している。この変形例では、ロボット 2 0 による障害物指定動作が前記実施形態とは異なっている。尚、この点を除く他のハードウェア構成や制御処理は前記実施形態と同様であるため詳細な説明を省略する。

40

【 0 0 5 8 】

すなわち、本変形例では、ロボット 2 0 による障害物指定動作は、ロボット 2 0 の第 3 アーム 2 3 の先端部に装着されたハンド 2 4 (ロボット 2 0 の作業側の先端部に相当) を障害物 5 に対向させる動作とされている。

【 0 0 5 9 】

この障害物指定動作では、ハンド 2 4 における把持爪 2 4 a 側の面が障害物 5 に対向することが好ましい。また、この障害物指定動作では、第 3 アーム 2 3 の軸線が障害物 5 の重心位置 G を通るようにロボット 2 0 を動作させることが好ましい。尚、重心位置 G に替えて、障害物 5 の無人搬送車 10 に近い側の側面の中心位置 C を採用してもよい。

50

【 0 0 6 0 】

本変形例によれば、無人搬送車 1 0 が停車した場合に、ロボット 2 0 が、第 3 アーム 2 3 に装着されたハンド 2 4 を障害物 5 に対向させる姿勢を取っていれば、作業者は、このロボット 2 0 の姿勢を見て、無人搬送車 1 0 の停車原因が当該障害物 5 であると一目で認識することができる。また、前記実施形態のように障害物指定動作の実行に際してリング照明 2 5 b を作動させる必要がないので省エネ性を向上させることができる。

【 0 0 6 1 】

《変形例 2》

図 7 A 及び図 7 B は変形例 2 を示している。この変形例では、ロボット 2 0 による障害物指定動作が前記実施形態及び変形例 1 とは異なっている。尚、この点を除く他のハードウェア構成や制御処理は前記実施形態と同様であるため詳細な説明を省略する。

10

【 0 0 6 2 】

すなわち、本変形例では、ロボット 2 0 による障害物指定動作は、ロボット 2 0 の第 3 アーム 2 3 の先端部に装着されたハンド 2 4 (ロボット 2 0 の作業側の先端部に相当) を障害物 5 の上側に位置させる動作とされている。この障害物指定動作は、ハンド 2 4 と障害物 5 の上面との間に隙間が確保されるように実行することが好ましい。また、この障害物指定動作は、障害物 5 における無人搬送車 1 0 に近い側の端部の上側にハンド 2 4 が位置するように実行することが好ましい。

【 0 0 6 3 】

本変形例によれば、無人搬送車 1 0 が停車した場合に、ハンド 2 4 が障害物 5 の上側に位置するような姿勢をロボット 2 0 が取っていれば、作業者は、このロボット 2 0 の姿勢を見て、無人搬送車 1 0 の停車原因が当該障害物 5 であることを一目で認識することができる。特に、本変形例の障害物指定動作では、ハンド 2 4 を障害物 5 の上側に位置させるようにしているので、前記実施形態及び変形例 1 に比べて、無人搬送車 1 0 の停車原因となっている障害物 5 をより一層明確に指し示すことができる。また、前記実施形態のように障害物指定動作の実行に際してリング照明 2 5 b を作動させる必要がないので省エネ性を向上させることができる。

20

【 0 0 6 4 】

《他の実施形態》

前記実施形態及び各変形例では、干渉予測部 4 1 e により無人搬送車 1 0 が障害物 5 と干渉すると予測される場合には、回避経路を探索することなく無人搬送車 1 0 を停車させるようにしているが、これに限ったものではなく、例えば、走行経路決定部 4 1 b にて、無人搬送車 1 0 と障害物 5 との干渉を回避するための回避経路が存在するか否かを判定して、回避経路が存在すると判定した場合には、現時点の走行予定経路 V を当該回避経路に更新する一方、回避経路が存在しないと判定した場合には、現時点の走行予定経路 V を更新しないようにしてもよい。これによれば、障害物検出部 4 1 c により障害物 5 が検出された後、走行経路決定部 4 1 b にて障害物 5 を回避する回避経路が存在しないと判定されて初めて無人搬送車 1 0 が停車し、それに伴い、ロボット制御部 3 1 b による制御の下、ロボット 2 0 が障害物指定動作を実行することとなる。

30

【 0 0 6 5 】

このような走行ロボットシステム 1 によれば、例えば、図 8 に示すように 2 つの障害物 5 a , 5 b が無人搬送車 1 0 の走行路を形成する左右の側壁から交互に突出して配置されている場合に、無人搬送車 1 0 は、両障害物 5 a , 5 b の間を縫って走行することが可能になる。このとき、図 8 の実線で示すように、無人搬送車 1 0 が 2 つの障害物 5 a , 5 b の間で停車してしまうと、従来の走行ロボットシステムでは、2 つの障害物 5 a , 5 b のうちいずれが原因で無人搬送車 1 0 が停車したかを周囲の作業者が認識することができないという問題があった。これに対して、本発明の走行ロボットシステム 1 では、無人搬送車 1 0 が 2 つの障害物 5 a , 5 b の間で停車した場合であっても、ロボット制御部 3 1 b による制御の下、ロボット 2 0 が障害物指定動作を実行して無人搬送車 1 0 の停車原因となった障害物 5 (図 8 の例では障害物 5 a) を指し示す。したがって、周囲の作業者は、

40

50

ロボット 20 が指し示す障害物 5 a が原因で無人搬送車 10 が停車したことを一目で認識することができる。

【0066】

前記実施形態及び各変形例では、無人搬送車 10 は、無軌道で自律走行するように構成されているが、これに限ったものではない。無人搬送車 10 は、例えば、磁気テープや光反射テープなどの誘導体に沿って有軌道で走行するように構成されていてもよい。

【0067】

前記実施形態及び各変形例では、制御システム 100 は、上位制御装置 40 と車載制御装置 30 とで構成されているが、これに限ったものではなく、上位制御装置 40 の各機能部を車載制御装置 30 に集約してもよいし、これとは逆に、車載制御装置 30 の各機能部を上位制御装置 40 に集約して無人搬送車 10 をリモート制御するようにしてもよい。

10

【0068】

前記実施形態及び各変形例では、ロボット 20 の第 3 アーム 23 の先端にはハンド 24 が装着されているが、必ずしもハンド 24 は必要ではない。例えば、ロボット 20 が行う作業がエアブロー動作である場合には、ハンド 24 に替えてエアブロー装置を装着してもよい。この場合、エアブロー装置がロボット 20 の作業側の先端部に相当する。

【0069】

前記実施形態及び各変形例では、距離センサ 14 は、レーザ光を水平方向及び上下方向に走査させるように構成されているが、例えば水平方向にのみ走査させるように構成されていてもよい。この場合であっても、距離センサ 14 より出力される距離データを基に障害物 5 の平面的な位置は特定できるので、この障害物 5 の平面的な位置を基に、ロボット 20 に当該障害物 5 を指し示す動作（障害物指定動作）を実行させることは可能である。

20

【0070】

前記実施形態及び各変形例では、距離センサ 14 により無人搬送車 10 の前側の所定範囲内に存在する物体を検出するようにしているが、これに限ったものではなく、例えば無人搬送車 10 の左側、右側又は後側の所定範囲内に存在する物体を検出するようにしてもよい。

【0071】

前記実施形態及び各変形例では、物体検出センサは距離センサ 14 とされているが、これに限ったものではなく、例えば画像センサであってもよい。この場合、画像センサから出力される各画素の座標位置及びそれぞれの輝度値が、物体の位置を特定するための位置情報として機能する。

30

【0072】

また、本発明には、前記実施形態及び各変形例の任意の組み合わせが含まれる。

【0073】

尚、上述した実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではない。当業者にとって変形および変更が適宜可能である。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲内と均等の範囲内での実施形態からの変更が含まれる。

【符号の説明】

40

【0074】

- R 通過予定領域
- V 走行予定経路
- 1 走行ロボットシステム
- 5 障害物
- 5 a 障害物
- 5 b 障害物
- 10 無人搬送車
- 14 距離センサ（物体検出センサ）
- 20 ロボット

50

- 2 4 ハンド（ロボットの作業側の先端部）
- 2 5 ハンド装着カメラ（カメラ）
- 2 5 b リング照明（照明装置）
- 3 1 a 走行制御部
- 3 1 b ロボット制御部
- 4 1 a ジョブ生成部
- 4 1 b 走行経路決定部
- 4 1 c 障害物検出部
- 4 1 d 通過領域算出部
- 4 1 e 干渉予測部

10

【要約】

【課題】無人搬送車が障害物と干渉すると予測される場合には無人搬送車を自動的に停車させつつ、その停車の原因及び除去すべき障害物を周囲の作業者に容易に認識させることが可能な走行ロボットシステムを提供する。

【解決手段】走行ロボットシステムは、物体検出センサにより検出された物体が、無人搬送車の走行可能領域に配置された障害物であるか否かを判定し（ステップS3）、走行可能領域に配置された障害物であると判定した場合には、走行予定経路Vに沿った無人搬送車の通過予定領域を算出し（ステップS4）、算出した通過予定領域と、物体検出センサより出力された障害物の位置情報とを基に、無人搬送車が前記障害物と干渉するか否かを予測し（ステップS5）、干渉すると予測した場合には、無人搬送車を停車させるとともに、ロボットに当該障害物を差し示す障害物指定動作を実行させる（ステップS7及びS8）。

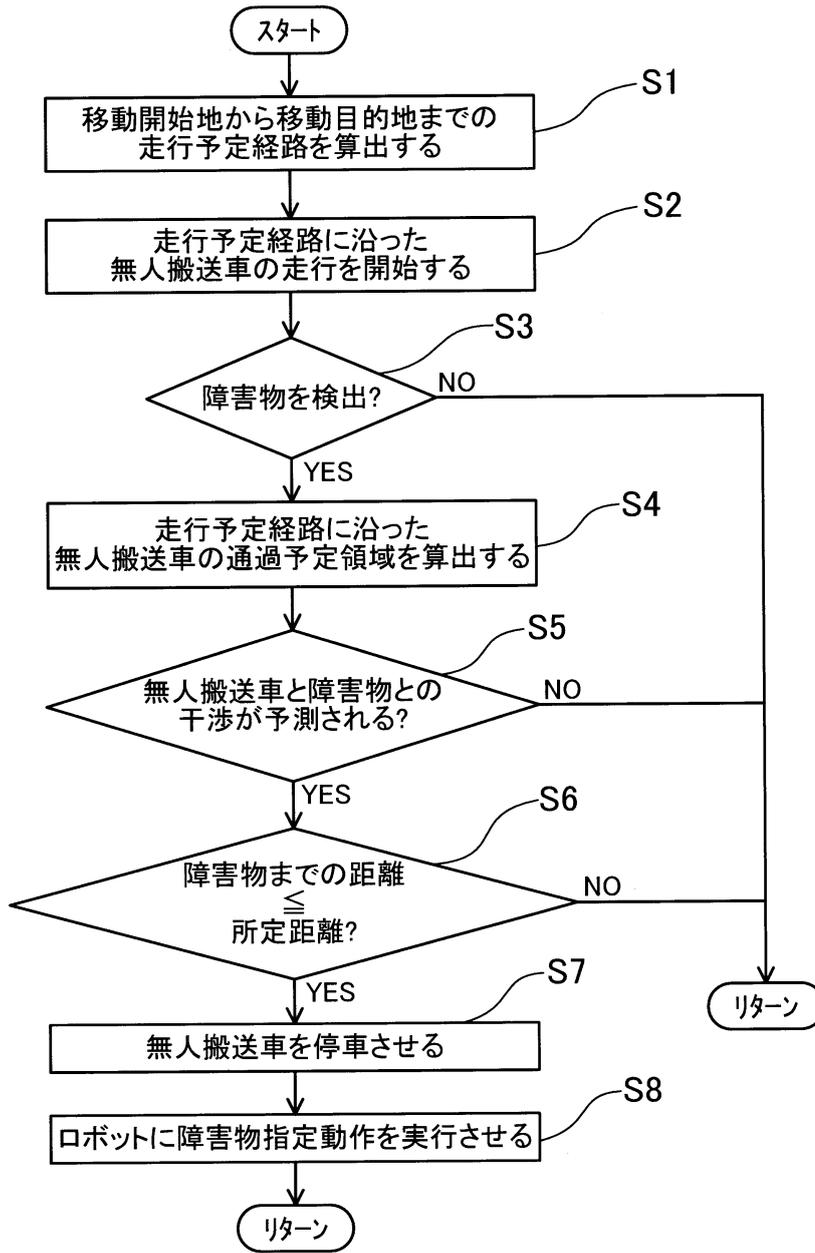
20

【選択図】図5

30

40

50



10

20

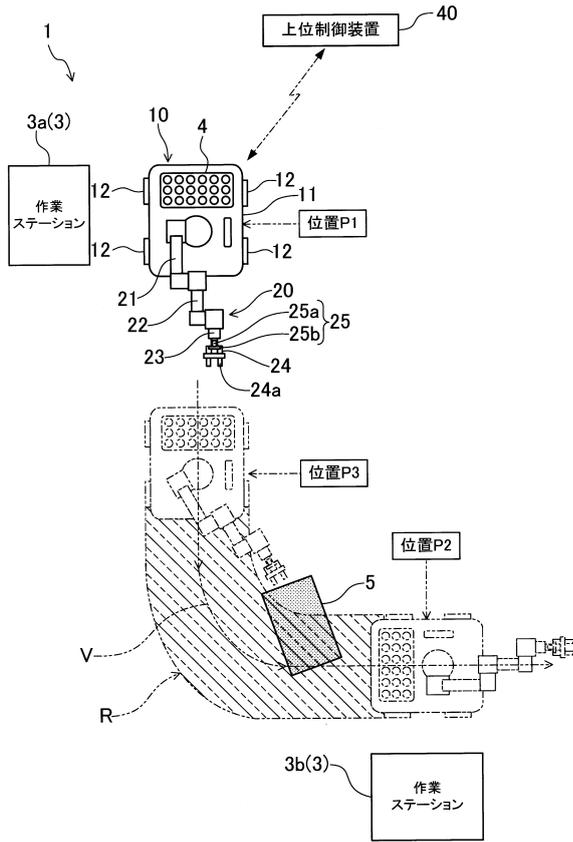
30

40

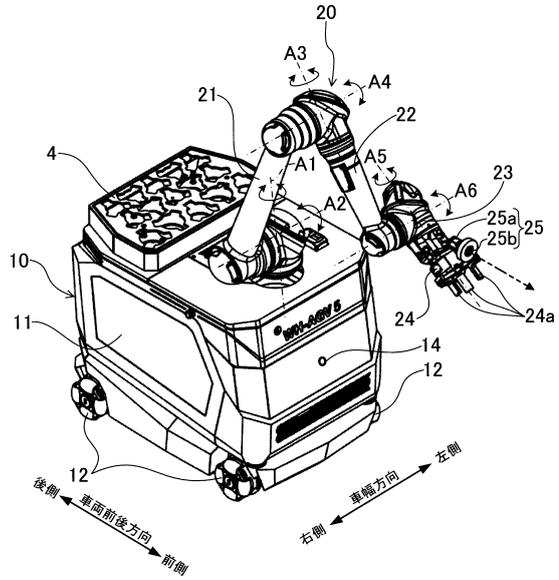
50

【図面】

【図 1】



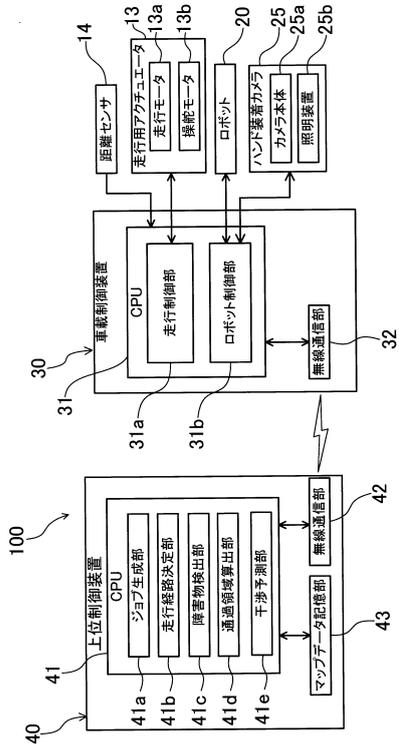
【図 2】



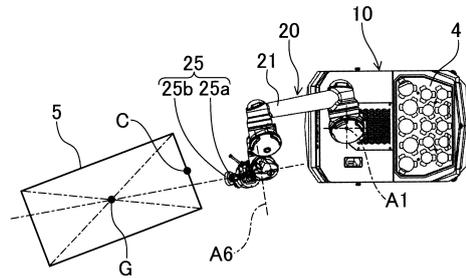
10

20

【図 3】



【図 4 A】

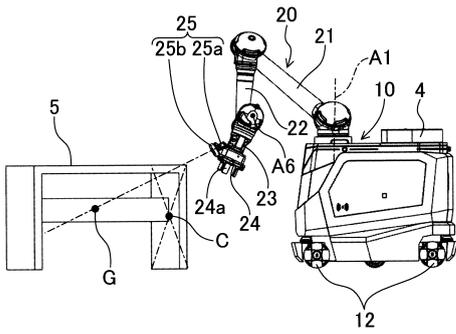


30

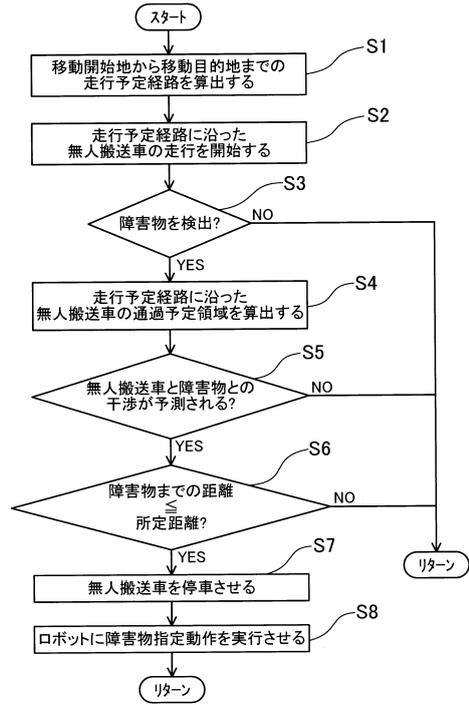
40

50

【 図 4 B 】



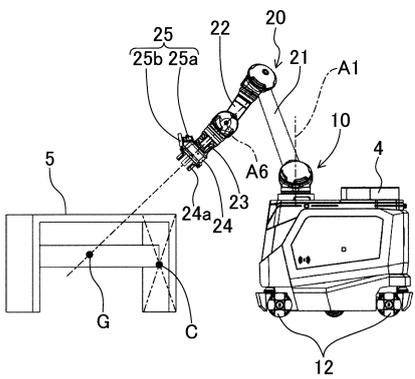
【 図 5 】



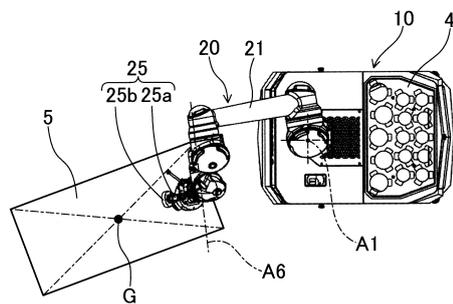
10

20

【 図 6 】



【 図 7 A 】

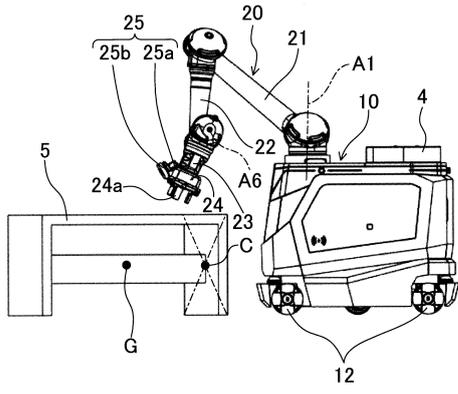


30

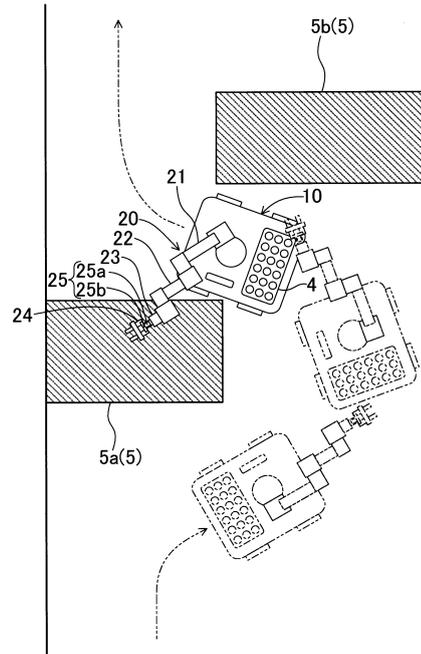
40

50

【 図 7 B 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 9 - 2 6 8 2 6 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 1 3 1 9 0 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|---------|
| B 2 5 J | 5 / 0 0 |
| G 0 5 D | 1 / 0 2 |