

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7522016号
(P7522016)

(45)発行日 令和6年7月24日(2024.7.24)

(24)登録日 令和6年7月16日(2024.7.16)

(51)国際特許分類

F I

B 2 5 J 5/00 (2006.01)

B 2 5 J 5/00 A

B 2 5 J 9/16 (2006.01)

B 2 5 J 9/16

B 2 5 J 13/02 (2006.01)

B 2 5 J 13/02

請求項の数 8 (全30頁)

(21)出願番号	特願2020-198526(P2020-198526)	(73)特許権者	000000974
(22)出願日	令和2年11月30日(2020.11.30)		川崎重工業株式会社
(65)公開番号	特開2022-73837(P2022-73837A)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番
(43)公開日	令和4年5月17日(2022.5.17)		1号
審査請求日	令和5年9月28日(2023.9.28)	(74)代理人	110000556
(31)優先権主張番号	特願2020-183351(P2020-183351)		弁理士法人有古特許事務所
(32)優先日	令和2年10月30日(2020.10.30)	(72)発明者	橋本 康彦
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番
			1号 川崎重工業株式会社内
		審査官	樋口 幸太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無人配送システム及び無人配送方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

自走ロボットと、
荷物を届ける途中の地点まで当該荷物を輸送するための無人航空機と、を備え、
前記自走ロボットは、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けるよう、当該自走ロボットを制御するよう構成されたロボット制御器を備え、
前記自走ロボットは、ロボットアーム部と、ベースユニットと、前記自走ロボットを移動させる移動部と、の3つの組み立てユニットを備え、
前記ベースユニットの上面に前記ロボットアーム部が取り付けられ、前記ベースユニットの側面に前記移動部が取り付けられ、
前記ベースユニットは、上面に、前記ベースユニットの上面から垂直に延びる胴部を含む第1ロボットアーム部と、前記ベースユニットの上面に直接取り付けられ、前記ベースユニットの上面に近接して沿うように延びることが可能な第2ロボットアーム部と、を選択的に取り付けることが可能であり、且つ、側面に、前記自走ロボットを走行させる走行部と、前記自走ロボットを高所歩行させる脚部と、を選択的に取り付けることが可能であるように構成されている、無人配送システム。

【請求項2】

自走ロボットと、
荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び前記自走ロボットを輸送するための無人航空機と、を備え、

前記自走ロボットは、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けるよう、当該自走ロボットを制御するよう構成されたロボット制御器を備え、
前記無人航空機は、搭載した物体を地上に降下させ且つ地上の物体を搭載することが可能な昇降装置を備えており、
前記ロボット制御器は、前記自走ロボットが、自身を前記昇降装置に固定するとともに自身が固定されたことを確認するよう構成されている、無人配送システム。

【請求項 3】

自走ロボットと、
荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び前記自走ロボットを輸送するための無人航空機と、を備え、
前記自走ロボットは、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けるよう、当該自走ロボットを制御するよう構成されたロボット制御器を備え、

10

前記ロボット制御器は、前記自走ロボットが前記無人航空機に搭載されたら、前記自走ロボットが所定の格納姿勢を取り、且つ、自身の蓄電器を前記無人航空機によって充電するように当該自走ロボットを制御するよう構成されている、無人配送システム。

【請求項 4】

自走ロボットと、
荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び前記自走ロボットを輸送するための無人航空機と、を備え、
前記自走ロボットは、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けるよう、当該自走ロボットを制御するよう構成されたロボット制御器を備え、
前記自走ロボットは、ロボットアーム部と、ベースユニットと、前記自走ロボットを移動させる移動部と、の 3 つの組み立てユニットを備え、
前記ベースユニットの上面に前記ロボットアーム部が取り付けられ、前記ベースユニットの側面に前記移動部が取り付けられ、

20

前記ベースユニットは、上面に、前記ベースユニットの上面から垂直に延びる胴部を含む第 1 ロボットアーム部と、前記ベースユニットの上面に直接取り付けられ、前記ベースユニットの上面に近接して沿うように延びることが可能な第 2 ロボットアーム部と、を選択的に取り付けることが可能であり、且つ、側面に、前記自走ロボットを走行させる走行部と、前記自走ロボットを高所歩行させる脚部と、を選択的に取り付けることが可能であるように構成されている、無人配送システム。

30

【請求項 5】

前記ロボット制御器は、前記自走ロボットを、自律運転と遠隔運転との間で切り替えて制御するよう構成されている、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の無人配送システム。

【請求項 6】

複数の前記自走ロボットと、
前記複数の自走ロボットを遠隔操作するためのロボット操作器と、を備え、
前記複数の自走ロボット及び前記ロボット操作器は、1 つのロボット操作器によって、前記複数の自走ロボットを操作することが可能なように構成されている、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の無人配送システム。

40

【請求項 7】

搭載した物体を地上に降下させ且つ地上の物体を搭載することが可能な昇降装置を備える無人航空機によって、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び自走ロボットを輸送することと、
前記自走ロボットによって、自身を前記昇降装置に固定するとともに自身が固定されたことを確認することと、

前記自走ロボットによって、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けることと、を含む、無人配送方法。

【請求項 8】

無人航空機によって、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び自走ロボットを輸送する

50

ことと、

前記自走ロボットが前記無人航空機に搭載されたら、前記自走ロボットによって、自身の所定の格納姿勢を取り、且つ、自身の蓄電器を前記無人航空機によって充電することと、前記自走ロボットによって、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けることと、を含む、無人配送方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無人配送システム及び無人配送方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ドローンを用いた配送システムが知られている。例えば、特許文献1に開示された配送システムでは、車両によって目的地の近辺まで荷物を輸送し、そこから目的地までドローンによって荷物を輸送する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2020-083600号公開特許公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来の配送システムでは、最終的に無人の飛行体によって荷物を目的地に届けるので、現行の車両とそのドライバーによる宅配システムと比べると、受取人に対する荷物の受け渡しを円滑に行うことが難しい。

【0005】

本発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、受取人に対する荷物の受け渡しを円滑に行うことが可能な配送システム及び配送方法を提供することを目的としている。

【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、本開示のある形態(aspect)に係る無人配送システムは、自走ロボットと、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物を輸送するための無人航空機と、を備え、前記自走ロボットは、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けるよう、当該自走ロボットを制御するよう構成されたロボット制御器を備える。

【0007】

また、本開示の他の形態(aspect)に係る無人配送システムは、自走ロボットと、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び前記自走ロボットを輸送するための無人航空機と、を備え、前記自走ロボットは、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けるよう、当該自走ロボットを制御するよう構成されたロボット制御器を備える。

【0008】

また、本開示のさらなる他の形態(aspect)に係る無人配送方法は、無人航空機によって、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物を輸送することと、自走ロボットによって、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けることを、含む。

【0009】

また、本開示のさらなる他の形態(aspect)に係る無人配送方法は、無人航空機によって、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び自走ロボットを輸送することと、前記自走ロボットによって、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けることと、を含む。

【発明の効果】

【0010】

10

20

30

40

50

本発明は、受取人に対する荷物の受け渡しを円滑に行うことが可能な配送システム及び配送方法を提供できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】図 1 は、本開示の実施形態 1 に係る無人配送システムの概略の構成の一例を示す模式図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の操作ユニットの詳細な構成の一例を示す斜視図である。

【図 3】図 3 は、図 1 の自走ロボットの構成の一例を示す側面図である。

【図 4】図 4 は、図 1 の無人配送システムの制御系統の構成の一例を示す機能ブロック図である。

10

【図 5】図 5 は、ロボット制御器の記憶部に格納された配送用データの一例を示す模式図である。

【図 6】図 6 は、自律運転 / 遠隔運転切替制御の内容の一例を示すフローチャートである。

【図 7】図 7 は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を示すフローチャートである。

【図 8 A】図 8 A は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 B】図 8 B は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 C】図 8 C は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 D】図 8 D は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 E】図 8 E は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 F】図 8 F は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

20

【図 8 G】図 8 G は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 H】図 8 H は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 I】図 8 I は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 J】図 8 J は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 K】図 8 K は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 8 L】図 8 L は、図 1 の無人配送システムの動作の一例を順に示す模式図である。

【図 9 A】図 9 A は、本開示の実施形態 2 に係る無人配送システムに用いられる自走ロボットの構成の一例を示す側面図である。

【図 9 B】図 9 B は、本開示の実施形態 2 に係る無人配送システムに用いられる自走ロボットの構成の一例を示す平面図である。

30

【図 1 0】図 1 0 は、本開示の実施形態 4 に係る無人配送システムに用いられる移動ロボットの構成の一例を示す分解図である。

【図 1 1】図 1 1 は、図 1 0 の移動ロボットがデリバリロボットとして構成された自走ロボットの第 1 構成及び使用態様を示す斜視図である。

【図 1 2】図 1 2 は、図 1 0 の移動ロボットがデリバリロボットとして構成された自走ロボットの第 2 構成及び使用態様を示す斜視図である。

【図 1 3】図 1 3 は、図 1 0 の移動ロボットがデリバリロボットとして構成された自走ロボットの第 3 構成及び使用態様を示す斜視図である。

【図 1 4】図 1 4 は、図 1 0 の移動ロボットがメンテナンスロボットとして構成された高所歩行ロボットの第 1 構成及び使用態様を示す斜視図である。

40

【図 1 5】図 1 5 は、図 1 0 の移動ロボットがメンテナンスロボットとして構成された高所歩行ロボットの第 2 構成及び使用態様を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

本開示のある形態 (aspect) に係る無人配送システムは、自走ロボットと、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物を輸送するための無人航空機と、を備え、前記自走ロボットは、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けるよう、当該自走ロボットを制御するよう構成されたロボット制御器を備える。ここで、「無人航空機」とは、人が搭乗しない航空機を意味し、ドローン (drone) の通称で呼ばれることがあり。「航空機」として、飛行機、ヘリコプターが例示される。飛行機は、通常の滑走により離着陸するも

50

のその他、V T O L 機 (Vertical Take-Off and Landing aircraft、垂直離着陸機) を含む。

【 0 0 1 3 】

この構成によれば、自走ロボットは、地上走行し、且つ、荷物を扱うことができるので、受取人に対する荷物の受け渡しを円滑に行うことができる。

【 0 0 1 4 】

本開示の他の形態 (aspect) に係る無人配送システムは、自走ロボットと、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び前記自走ロボットを輸送するための無人航空機と、を備え、前記自走ロボットは、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けるよう、当該自走ロボットを制御するよう構成されたロボット制御器を備える。

10

【 0 0 1 5 】

この構成によれば、自走ロボットは、地上走行し、且つ、荷物を扱うことができるので、受取人に対する荷物の受け渡しを円滑に行うことができる。さらに、自走ロボットを荷物と一緒に無人航空機によって荷物を届ける途中の地点まで輸送するので、自走ロボットが配置されていない場所を含む広範囲な地域に荷物を無人で届けることができる。

【 0 0 1 6 】

前記ロボット制御器は、前記自走ロボットを、自律運転と遠隔運転との間で切り替えて制御するよう構成されていてもよい。

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、比較的容易な業務を自立運転で行うとともに比較的難しい作業業務を遠隔運転で行うことにより、無人配送をより容易に行うことができる。

20

【 0 0 1 8 】

前記無人配送システムは、複数の前記自走ロボットと、前記複数の自走ロボットを遠隔操作するためのロボット操作器と、を備え、前記複数の自走ロボット及び前記ロボット操作器は、1つのロボット操作器によって、前記複数の自走ロボットを操作することが可能のように構成されていてもよい。

【 0 0 1 9 】

この構成によれば、効率良く無人配送を行うことができる。

【 0 0 2 0 】

前記無人航空機は、搭載した物体を地上に降下させ且つ地上の物体を搭載することが可能な昇降装置を備えており、前記ロボット制御器は、前記自走ロボットが、自身を前記昇降装置に固定するとともに自身が固定されたことを確認するよう構成されていてもよい。

30

【 0 0 2 1 】

この構成によれば、自走ロボットを安全に無人飛行機に搭載することができる。

【 0 0 2 2 】

前記ロボット制御器は、前記自走ロボットが前記無人航空機に搭載されたら、前記自走ロボットが所定の格納姿勢を取り、且つ、自身の蓄電器を無人航空機によって充電するように当該自走ロボットを制御するよう構成されていてもよい。

【 0 0 2 3 】

この構成によれば、自走ロボットが所定の格納姿勢を取ることによって荷物の収容スペースを増加させることができ、且つ、自身の蓄電器を無人航空機によって充電することによって、自走ロボットを確実に動作させることができる。

40

【 0 0 2 4 】

前記自走ロボットは、ロボットアーム部と、ベースユニットと、前記自走ロボットを移動させる移動部と、の3つの組み立てユニットを備え、前記ベースユニットの上面に前記ロボットアーム部が取り付けられ、前記ベースユニットの側面に前記移動部が取り付けられていてもよい。

【 0 0 2 5 】

この構成によれば、自走ロボットを、簡単に組み立てることが可能である。

【 0 0 2 6 】

50

前記ベースユニットは、上面に、前記ベースユニットの上面から垂直に延びる胴部を含む第1ロボットアーム部と、前記ベースユニットの上面に直接取り付けられ、前記ベースユニットの上面に近接して沿うように延びることが可能な第2ロボットアーム部と、を選択的に取り付けることが可能であり、且つ、側面に、前記自走ロボットを走行させる走行部と、前記自走ロボットを高所歩行させる脚部と、を選択的に取り付けることが可能であるように構成されていてもよい。

【0027】

この構成によれば、ベースユニットの上面に第1ロボットアーム部を取り付けるとともにベースユニットの側面に走行部を取り付けることによって、例えば、配送用の自走ロボットを構成できる。また、ベースユニットの上面に第2ロボットアーム部を取り付けるとともにベースユニットの側面に脚部を取り付けることによって、例えば、高層構造物のメンテナンス用の高所歩行ロボットを構成できる。

10

【0028】

本開示のさらなる他の形態 (aspect) に係る無人配送方法は、無人航空機によって、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物を輸送することと、自走ロボットによって、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けることを、含む。

【0029】

この構成によれば、受取人に対する荷物の受け渡しを円滑に行うことができる。

【0030】

本開示のさらなる他の形態 (aspect) に係る無人配送方法は、無人航空機によって、荷物を届ける途中の地点まで当該荷物及び自走ロボットを輸送することと、前記自走ロボットによって、前記途中の地点に降ろされた前記荷物を前記届け先に届けることと、を含む。

20

【0031】

この構成によれば、受取人に対する荷物の受け渡しを円滑に行うことができる。また、自走ロボットが配置されていない場所を含む広範囲な地域に荷物を無人で届けることができる。

【0032】

以下、本開示の具体的な実施形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下では全ての図面を通じて同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。また、以下の図は、本開示を説明するための図であるので、本開示に無関係な要素が省略される場合、誇張等のために寸法が正確でない場合、簡略化される場合、複数の図において互いに対応する要素の形態が一致しない場合等がある。また、本開示は、以下の実施形態に限定されない。

30

【0033】

(実施形態1)

図1は、本開示の実施形態1に係る無人配送システム100の概略の構成の一例を示す模式図である。

【0034】

[ハードウェアの構成]

図1を参照すると、実施形態1の無人配送システム100は、無人航空機(以下、ドローンと呼ぶ)1と、自走ロボット2と、操作ユニット3と、を含む。

40

【0035】

無人配送システム100は、ドローン1によって、荷物を集配拠点5から届け先4に至る配送経路の途中の地点(荷物を届ける途中の地点)まで当該荷物を輸送し、自走ロボット2によって、この途中の地点に降ろされた荷物を届け先4に届けるよう、構成されている。なお、以下では、簡略化のために、「自走ロボット」を単に「ロボット」と呼ぶ場合がある。

【0036】

以下、これらの構成要素を詳しく説明する。

【0037】

50

< ドローン 1 >

図 1 を参照すると、ドローン 1 は、配送する荷物と自走ロボット 2 を輸送することができ、ものである。ドローン 1 として、飛行機、ヘリコプターが例示される。飛行機は、通常の滑走により離着陸するものの他、V T O L 機 (Vertical Take-Off and Landing aircraft、垂直離着陸機) を含む。ドローン 1 は、ここでは、V T O L 機で構成される。

【 0 0 3 8 】

このドローン 1 は、内部に格納庫 1 6 (図 8 C 参照) が形成されている。図 8 C を参照すると、格納庫 1 6 には、中央空間を囲むように荷置き棚 1 7 が配置されている。格納庫 1 6 は、この中央空間に自走ロボット 2 が格納され、且つ、自走ロボット 2 が荷置き棚 1 7 への荷物の出し入れ作業を行えるように構成されている。

10

【 0 0 3 9 】

ドローン 1 の後部の側壁には、下端部を支点に前後方向に回動して開閉する搬出入扉 1 3 が設けられている (図 8 A 参照)。搬出入扉 1 3 の内面は平坦に形成されていて、搬出入扉 1 3 は、開いて先端が着地すると、荷物 G 等の搬出入経路になる。また、ドローン 1 には、昇降装置 1 1 が設けられている (図 8 B 参照)。昇降装置 1 1 は、ここでは、ウインチで構成されている (以下、ウインチ 1 1 と表記する)。このウインチ 1 1 のために、ドローン 1 の底壁には、下方に向かって左右に開閉する昇降扉 1 5 が設けられていて、物体をウインチ 1 1 で昇降させる場合には、この昇降扉 1 5 が開放される。なお、ドローン 1 には、ドローン制御器 1 0 1 が配置されている。ドローン制御器 1 0 1 は、プロセッサ P r 3 及びメモリ M e 3 を備える。

20

【 0 0 4 0 】

< 操作ユニット 3 >

図 2 は図 1 の操作ユニット 3 の詳細な構成の一例を示す斜視図である。図 3 は、図 1 の自走ロボット 2 の構成の一例を示す側面図である。

【 0 0 4 1 】

図 2 を参照すると、例えば、操作室 3 9 に操作ユニット 3 が配置されている。操作ユニット 3 の配置場所は特に限定されない。操作ユニット 3 は、自走ロボット 2 を操作するロボット操作器 3 1 と、ドローン 1 を操作するドローン操作器 3 2 と、操作者用表示器 3 3 と、操作者マイク 3 4 と、操作者スピーカ 3 5 と、操作者カメラ 3 6 と、を備える。

30

【 0 0 4 2 】

図 1 乃至図 3 を参照すると、ロボット操作器 3 1 は、自走ロボット 2 の走行部 (台車) 2 1 を操作する走行部操作器 3 1 A と、自走ロボット 2 のロボットアーム 2 2 を操作するアーム操作器 3 1 B とを含む。このアーム操作器 3 1 B には、顧客用表示器 2 3 を支持する表示器ロボットアーム 2 7 を操作するための操作部 (不図示) が設けられている。ロボット操作器 3 1 は、種々の操作器で構成され得る。ここでは、例えば、ジョイスティックで構成される。ロボット操作器 3 1 は机 3 7 の上に配置される。

【 0 0 4 3 】

ドローン操作器 3 2 は、例えば、航空機を操縦する各種の操縦桿で構成される。ここでは、ドローン操作器 3 2 は、ジョイスティック状の操縦桿で構成される。ドローン操作器 3 2 には、ドローン 1 を操縦するための各種の操作部 (不図示) が設けられている。ドローン操作器 3 2 は、机 3 7 の上に配置されている。

40

【 0 0 4 4 】

操作者用表示器 3 3 は、例えば、液晶ディスプレイで構成される。操作者用表示器 3 3 には、操作者 P 1 に提示することが必要な情報を含む画像が表示される。そのような画像として、自走ロボット 2 の視界カメラ 2 6 で撮像された画像、ドローン 1 の視界カメラ (不図示) で撮像された視界画像、ドローン 1 を操縦するのに必要な情報 (位置、速度、燃料量等)、ナビゲーション画像等が例示される。

【 0 0 4 5 】

操作者用表示器 3 3 は机 3 7 の上に配置される。

50

【 0 0 4 6 】

操作者スピーカ 3 5 は、操作者 P 1 に必要な音声情報を提供する。操作者スピーカ 3 5 は、ここでは、ヘッドフォンで構成されているが、他の形態に構成されていてもよい。

【 0 0 4 7 】

操作者マイク 3 4 は、操作者 P 1 の音声を取得する。操作者マイク 3 4 は、ここでは、ヘッドフォン 3 5 に設けられているが、他の形態に構成されていてもよい。

【 0 0 4 8 】

操作者カメラ 3 6 は、操作者 P 1 を撮像する。操作者カメラ 3 6 は、ここでは、操作者用表示器 3 3 に設けられているが、他の場所に設けられてもよい。

【 0 0 4 9 】

机 3 7 には、操作ユニット制御器 3 0 1 が配置されている。操作ユニット制御器 3 0 1 は、プロセッサ P r 1 及びメモリ M e 1 を備える。

【 0 0 5 0 】

操作者 P 1 は、例えば、ドローン 1 の飛行時には、右手でドローン操作器 3 2 を操作して、ドローン 1 を操縦し、自走ロボット 2 の動作時には、左右の手で、それぞれ、走行部操作器 3 1 A 及びアーム操作器 3 1 B を操作して、自走ロボット 2 を操作する。操作者 P 1 は、例えば、宅配業者（宅配担当者）である。操作者 P 1 は、宅配担当者ではなく、専用のオペレータであってもよい。

【 0 0 5 1 】

< 自走ロボット 2 >

図 3 を参照すると、ロボット（自走ロボット）2 は、自力で走行可能で且つ荷物を扱うことが可能なロボットであればよい。ロボット 2 は、ここでは、自力で走行可能な走行部（台車）2 1 と走行部 2 1 の上に設けられたロボットアーム 2 2 とを備える。なお、荷物を扱う構成要素は、必ずしもロボットアームでなくてよい。図 3 のロボット 2 は、図面左方向及び右方向が、それぞれ、走行方向における前方向及び後方向である。

【 0 0 5 2 】

図 3 には、ロボット 2 が簡略化されて示されている。実際には、ロボット 2 のロボットアーム 2 2 は、実施形態 2 のロボット 2 A の双腕のロボットアーム 2 2 と同様に構成されている（図 9 A 及び 9 B 参照）。つまり、ロボット 2 のロボットアーム 2 2 は、双腕の垂直多関節型のロボットアームである。但し、実施形態 2 のロボット 2 A のロボットアーム 2 2 は、4 軸の垂直関節型のロボットアームであるが、図 3 のロボット 2 のロボットアーム 2 2 は、5 軸の垂直多関節型のロボットアームである。図 9 A 及び 9 B を参照すると、一対のロボットアーム 2 2 の先端には、それぞれ、3 本爪 2 2 2 を有する把持部 2 2 1（手首部）が設けられていて、一対のロボットアーム 2 2 は、これらの一対の把持部 2 2 1 によって、荷物 G を把持する。

【 0 0 5 3 】

図 3 を参照すると、ロボット 2 の走行部は、実際には、直方体状の車体フレーム（不図示）を備えていて、この車体フレームに荷物収容部 2 1 2 が前後方向に移動可能に設けられている。この車体フレームは、適宜なケースによって覆われていて、このケースの前面に荷物収容部 2 1 2 が出入りするための開口部が設けられて。荷物収容部 2 1 2 は、上面が開放された矩形の箱状に形成されていて、非荷物出し入れ時には、前端面が、このケースと面一になる後退位置に位置し、荷物出し入れ時には、前側の所定部分が前方に突出する前進位置に位置するように構成されている。

【 0 0 5 4 】

走行部 2 1 の底部には、一対の前輪 2 1 1 , 2 1 1 と一対の後輪 2 1 1 , 2 1 1 が設けられている。例えば、一対の前輪 2 1 1 , 2 1 1 及び一対の後輪 2 1 1 , 2 1 1 のいずれかが操舵輪であり、また、例えば、一対の前輪 2 1 1 , 2 1 1 及び一対の後輪 2 1 1 , 2 1 1 のいずれかが駆動輪である。走行部 2 1 には、蓄電池 2 8 とモータ（不図示）とが搭載されていて、蓄電池 2 8 を電源としてモータが駆動輪を駆動する。また、上述の荷物収容部 2 1 2 も所定の駆動機構によって、前後に摺動駆動される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

さらに、走行部 2 1 のロボットアーム 2 2 の後方には、表示器ロボットアーム 2 7 が設けられている。表示器ロボットアーム 2 7 の先端には、顧客用表示器 2 3 が取り付けられている。顧客用表示器 2 3 の適所に、顧客マイク 2 4、顧客スピーカ 2 5、及び視界カメラ 2 6 が設けられている。表示器ロボットアーム 2 7 は、例えば、垂直多関節型のロボットアームで構成されていて、任意の姿勢を取ることが可能であり、顧客用表示器 2 3、顧客マイク 2 4、顧客スピーカ 2 5、及び視界カメラ 2 6 を任意の方向に向けることが可能である。

【 0 0 5 6 】

顧客用表示器 2 3 は、例えば、液晶ディスプレイで構成される。顧客用表示器 2 3 には、受取人 P 2 (図 8 F 参照) に提示することが必要な情報を含む画像が表示される。そのような画像として、操作者カメラ 3 6 で撮像された画像等が例示される。

10

【 0 0 5 7 】

顧客スピーカ 2 5 は、受取人 P 2 に必要な音声情報 (例えば、操作者マイク 3 4 で取得された操作者 P 1 の声) を提供する。

【 0 0 5 8 】

操作者マイク 3 4 は、操作者 P 1 の音声を取得する。操作者マイク 3 4 は、ここでは、ヘッドフォン 3 5 に設けられているが、他の形態に構成されていてもよい。

【 0 0 5 9 】

操作者カメラ 3 6 は、操作者 P 1 を撮像する。操作者カメラ 3 6 は、ここでは、操作者用表示器 3 3 に設けられているが、他の場所に設けられてもよい。

20

【 0 0 6 0 】

さらに、走行部 2 1 には、ロボット制御器 2 0 1 が設けられている。ロボット制御器 2 0 1 は、プロセッサ P r 2 及びメモリ M e 2 を備える。

【 0 0 6 1 】

このように構成されたロボット 2 は、ロボット制御器 2 0 1 によって、自律運転又は遠隔運転するよう制御され、ロボットアーム 2 2 によって荷物 G を扱い、且つ、走行部 2 1 によって、所望の方向に移動することができる。

【 0 0 6 2 】

[制御システムの構成]

30

図 4 は、図 1 の無人配送システム 1 0 0 の制御システムの構成の一例を示す機能ブロック図である。

【 0 0 6 3 】

図 4 を参照すると、無人配送システム 1 0 0 は、操作ユニット制御器 3 0 1 と、ロボット制御器 2 0 1 と、ドローン制御器 1 0 1 と、を備える。

【 0 0 6 4 】

操作ユニット制御器 3 0 1 は、ロボット操作信号生成部 3 0 2、ドローン操作信号生成部 3 0 3、表示制御部 3 0 4、マイク I F 3 0 5、ヘッドフォン I F 3 0 6、操作ユニット通信部 3 0 7、及びカメラ制御部 3 0 8 を含む。

【 0 0 6 5 】

40

操作ユニット通信部 3 0 7 は、データ通信可能な通信器で構成される。操作ユニット制御器 3 0 1 は、ロボット操作信号生成部 3 0 2、ドローン操作信号生成部 3 0 3、表示制御部 3 0 4、マイク I F 3 0 5、ヘッドフォン I F 3 0 6、及びカメラ制御部 3 0 8 は、プロセッサ P r 1 とメモリ M e 1 とを有する演算器で構成される。これらは、この演算器において、メモリ M e 1 に格納された制御プログラムをプロセッサ P r 1 が実行することによって実現される機能ブロックである。この演算器は、具体的には、例えば、マイクロコントローラ、M P U、F P G A (Field Programmable Gate Array)、P L C (Programmable Logic Controller) 等で構成される。これらは、集中制御を行う単独の演算器で構成されてもよく、分散制御を行う複数の演算器で構成されてもよい。ロボット操作信号生成部 6 2 は、ロボット操作器 3 1 の操作に応じて、ロボット操作信号を生成する

50

。ドローン操作信号生成部 303 は、ドローン操作器 32 の操作に応じてドローン操作信号を生成する。表示制御部 304 は、操作ユニット通信部 307 から送信される画像信号に応じた画像を操作者用表示器 33 に表示させる。マイク I F 305 は、操作者マイク 34 で取得された音声を適宜な音声信号に変換する。ヘッドフォン I F 306 は、操作ユニット通信部 307 から送信される音声信号に応じ音声を操作者スピーカに放出させる。カメラ制御部 308 は、操作者カメラ 36 で撮像された画像の画像信号を生成する。

【0066】

操作ユニット通信部 307 は、ロボット操作信号生成部 302 から送信されるロボット操作信号、ドローン操作信号生成部 303 から送信されるドローン操作信号、マイク I F 305 から送信される音声信号、及びカメラ制御部 308 から送信される画像信号を無線通信信号に変換して無線送信する。また、操作ユニット通信部 307 は、ロボット通信部 202 から送信される無線通信信号を受信して画像信号又は音声信号に変換し、画像信号を表示制御部 304 に送信し、音声信号をマイク I F 305 に送信する。また、操作ユニット通信部 307 は、ドローン通信部 102 から送信される無線通信信号を受信して、情報信号に変換し、これを表示制御部 304 に送信する。

10

【0067】

ロボット制御器 201 は、ロボット通信部 202、ロボット制御部 203、及び記憶部 204 を含む。ロボット通信部 202 は、データ通信可能な通信器で構成される。ロボット制御部 203 及び記憶部 204 は、プロセッサ P r 2 とメモリ M e 2 とを有する演算器で構成される。ロボット制御部 203 及び記憶部 204 は、この演算器において、メモリ M e 2 に格納された制御プログラムをプロセッサ P r 2 が実行することによって実現される機能ブロックである。この演算器は、具体的には、例えば、マイクロコントローラ、M P U、F P G A (Field Programmable Gate Array)、P L C (Programmable Logic Controller) 等で構成される。これらは、集中制御を行う単独の演算器で構成されてもよく、分散制御を行う複数の演算器で構成されてもよい。

20

【0068】

ロボット通信部 202 は、操作ユニット通信部 307 から送信される無線通信信号を受信して、ロボット操作信号、画像信号、又は音声信号に変換し、これらの信号をロボット制御部 203 に送信する。ロボット制御部 203 は、ロボット操作信号に応じて、ロボット 2 の動作を制御し、画像信号に応じた画像を顧客用表示器 23 に表示させ、且つ、音声信号に応じた音声を顧客スピーカに放出させる。

30

【0069】

ドローン制御器 101 は、ドローン通信部 102 及びドローン制御部 103 を含む。ドローン通信部 102 はデータ通信可能な通信器で構成される。ドローン制御部 103 は、プロセッサ P r 3 とメモリと M e 3 を有する演算器で構成される。ドローン制御部 103 は、この演算器において、メモリ M e 3 に格納された制御プログラムをプロセッサ P r 3 が実行することによって実現される機能ブロックである。この演算器は、具体的には、例えば、マイクロコントローラ、M P U、F P G A (Field Programmable Gate Array)、P L C (Programmable Logic Controller) 等で構成される。これらは、集中制御を行う単独の演算器で構成されてもよく、分散制御を行う複数の演算器で構成されてもよい。

40

【0070】

ドローン通信部 102 は、操作ユニット通信部 65 から送信される無線通信信号を受信してドローン操作信号に変換し、これをドローン制御部 103 に送信する。また、ドローン通信部 102 は、ドローン制御部 103 から送信される情報信号を無線通信信号に変換し、これを無線送信する。

【0071】

ドローン制御部 103 は、ドローン側通信部 82 から送信されるドローン操作信号に応じて、ドローン 1 のドローン本体 12 及び昇降装置 11 の動作を制御する。ドローン制御部 103 は、ドローン 1 の視界カメラ (不図示) で撮像された視界画像、ドローン 1 を操縦するのに必要な情報 (位置、速度、燃料量等)、ナビゲーション画像等を情報信号として

50

ドローン通信部 102 に送信する。

【0072】

ここで、本明細書で開示する要素の機能は、開示された機能を実行するよう構成又はプログラムされた汎用プロセッサ、専用プロセッサ、集積回路、ASIC (Application Specific Integrated Circuits)、従来の回路、及び/又は、それらの組み合わせ、を含む回路又は処理回路を使用して実行できる。プロセッサは、トランジスタやその他の回路を含むため、処理回路又は回路と見なされる。本開示において、「器」又は「部」は、列挙された機能を実行するハードウェアであるか、又は、列挙された機能を実行するようにプログラムされたハードウェアである。ハードウェアは、本明細書に開示されているハードウェアであってもよいし、あるいは、列挙された機能を実行するようにプログラム又は構成されているその他の既知のハードウェアであってもよい。ハードウェアが回路の一種と考えられるプロセッサである場合、「器」又は「部」は、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせであり、ソフトウェアは、ハードウェア及び/又はプロセッサの構成に使用される。

10

【0073】

< 配送用データ >

図5は、ロボット制御器201の記憶部204に格納された配送用データDの一例を示す模式図である。

【0074】

図5を参照すると、配送用データDは、例えば、配達先住所データD1、認証用顔画像データD2、及び地図データD3を含む。配達先住所データD1は、配達先住所のリストである。認証用顔画像データD2は、配達先の受取人P2の顔画像データであり、配達を受任する際に配達依頼主から取得され、ロボット制御器201の記憶部204に格納される。この認証用顔画像データは、配達先住所データD1と対応させて格納される。地図データD3は、ロボット2による配送に利用される。

20

【0075】

< 自律運転 / 遠隔運転切替制御 >

ロボット制御器201のロボット制御部203は、ロボット2を、自律運転と遠隔運転との間で切り替えて、制御する。遠隔運転は、ロボット操作器31の操作(ロボット操作信号)に従った運転を意味する。

30

【0076】

図6は、この自律運転 / 遠隔運転切替制御の内容の一例を示すフローチャートである。図6を参照すると、自律運転 / 遠隔運転切替制御が開始されると、ロボット制御部203は、ロボット2に自律動作(自律運転)をさせる(ステップS1)。

【0077】

次いで、ロボット制御部203は、遠隔指令が入力された否かを判定する(ステップS2)。遠隔指令は、ロボット操作信号に含まれている。

【0078】

遠隔指令が入力された場合(ステップS2でYES)、ロボット制御部203は、ロボット2に遠隔動作(遠隔運転)をさせる(ステップS5)。

40

【0079】

一方、遠隔指令が入力されない場合(ステップS2でNO)、ロボット制御部203は、所定条件が満たされるか否かを判定する(ステップS3)。この所定条件は、例えば、荷物の届け先4までの道程が悪路6(図8F参照)であること、又は、人がロボット2に接近したことである。

【0080】

所定条件が満たされる場合(ステップS3でYES)、ロボット制御部203は、ロボット2に遠隔動作(遠隔運転)をさせる(ステップS5)。

【0081】

一方、所定条件が満たされない場合(ステップS3でNO)、ロボット制御部203は

50

、終了指令が入力された否かを判定する（ステップ S 4）。終了指令はロボット操作信号に含まれている。

【 0 0 8 2 】

終了指令が含まれていない場合（ステップ S 4 で N O）、ロボット制御部 2 0 3 は、本制御をステップ S 1 に戻す。

【 0 0 8 3 】

一方、終了指令が含まれている場合、ロボット制御部 2 0 3 は、本制御を終了する。

【 0 0 8 4 】

上述のように、ステップ S で遠隔動作（遠隔運転）が行われると、ロボット制御部 2 0 3 は、自律指令が入力されたか否かを判定する（ステップ S 6）。自律指令は、ロボット操作信号に含まれている。

【 0 0 8 5 】

自律指令が含まれている場合（ステップ S 6 で Y E S）、ロボット制御部 2 0 3 は、本制御をステップ S 1 に戻す。

【 0 0 8 6 】

一方、自律指令が入力されない場合、ロボット制御部 2 0 3 は、認証指令が入力されたか否かを判定する（ステップ S 7）。認証指令は、ロボット操作信号に含まれている。

【 0 0 8 7 】

認証指令が含まれている場合（ステップ S 7 で Y E S）、ロボット制御部 2 0 3 は、顔認証を行う（ステップ S 8）。顔認証は、ロボット制御部 2 0 3 が、記憶部 2 0 4 に格納された顔画像データと視界カメラ 2 6 で撮像された受取人 P 2 の画像を照合することによって行われる。顔認証は周知の方法を用いることができる。それ故、その説明を省略する。

【 0 0 8 8 】

顔認証が終了すると、ロボット制御部 2 0 3 は、ロボット 2 を遠隔動作に戻す（ステップ S 5）。なお、この場合、顔認証が成立した場合、荷物の受け渡しが行われ、顔認証が成立しない場合、操作者 P 1 と受取人 P 2 との対話により、適宜、処理される。

【 0 0 8 9 】

一方、認証指令が入力されなかった場合（ステップ S 7 で N O）、ロボット制御部 2 0 3 は、終了指令が入力された否かを判定する（ステップ S 9）。

【 0 0 9 0 】

終了指令が含まれていない場合（ステップ S 9 で N O）、ロボット制御部 2 0 3 は、本制御をステップ S 5 に戻す。

【 0 0 9 1 】

一方、終了指令が含まれている場合、ロボット制御部 2 0 3 は、本制御を終了する。

【 0 0 9 2 】

このようにして、自律運転 / 遠隔運転切替制御が行われる。

【 0 0 9 3 】

< 人の回避制御 >

次に、人の回避制御について説明する。ロボット制御部 2 0 3 は、視界カメラ 2 6 で撮像された画像を画像処理して、当該画像内に人が存在するか否かを判定する。画像処理によって、画像内の人を抽出する方法は周知であるので、ここでは、その説明を省略する。ロボット制御部 2 0 3 は、視界カメラ 2 6 で撮像された画像から抽出された人の画像が視界カメラに接近する場合には、ロボット 2 を当該人の画像と反対方向に移動させる。人の画像が視界カメラに接近するか否かは、例えば、当該人の画像の大きさ及びその拡大速度によって判定される。

【 0 0 9 4 】

[無人配送システム 1 0 0 の動作（無人配送方法）]

次に、以上のように構成された無人配送システム 1 0 0 の動作（無人配送方法）を、図 1 乃至図 8 L を用いて説明する。図 7 は、図 1 の無人配送システム 1 0 0 の動作の一例を示すフローチャートである。図 8 A 乃至図 8 L は、図 1 の無人配送システム 1 0 0 の動作

10

20

30

40

50

の一例を順に示す模式図である。この無人配送システム 100 の動作では、ドローン 1 は、操作者 P 1 によって操作され、ロボット 2 は、ロボット制御器 201 のロボット制御部 203 によって、自律運転又は遠隔運転される。

【0095】

図 7 及び図 8 A 乃至 8 C を参照すると、まず、集配拠点 5 において、荷積みが行われる（ステップ S 11）。この荷積みには、3 つの態様がある。

【0096】

第 1 態様では、図 8 A に示すように、操作者 P 1 によりドローン 1 の搬出入扉 13 が開かれ、この搬出入扉 13 を通って、搬送車 14 により荷物 G がドローン 1 に搬入される。この場合、ロボット 2 は、搬出入扉 13 を通ってドローン 1 に搭乗する。

10

【0097】

第 2 態様では、荷物 G は、第 1 態様と同様に、搬送車 14 によりドローン 1 に搬入される。ロボット 2 は、図 8 B に示すように、ウインチ 11 によって、ドローン 1 に搭載される。この場合、ドローン 1 はホバリング状態（停止飛行状態）にされ、昇降扉 15 が開放される。ロボット 2 の走行部 21 の上面の 4 隅には、ウインチ 11 のワイヤの先端のフック（不図示）を掛ける掛け部（不図示）が設けられている。ウインチ 11 のワイヤが降下されると、ロボット 2 は、自律運転され、ワイヤの先端のフックを自ら上記掛け部に掛ける。また、ロボット 2 は、所定の格納姿勢を取る（図 8 B 参照）。ここで、ロボット 2 の走行部 21 の上記 4 つの掛け部にはセンサが設けられていて、ロボット制御部 203 は、ワイヤの先端のフックが上記掛け部に掛けられたことをセンサからの信号によって確認知

20

【0098】

第 3 態様では、ロボット 2 が荷物 G を収容部 212 に収容して、第 2 態様と同様に、ウインチ 11 によって、

図 8 C を参照すると、ロボット 2 は、遠隔運転により、格納庫 16 内において、搬入された荷物 G を荷置き棚 17 に置く。第 3 態様で自身の荷物収容部 212 に荷物 G を収容している場合には、収容部 212 から荷物 G を取り出して荷置き棚 17 に置く。

【0099】

30

作業が終了したら、ロボット 2 は、自律運転により、ドローン 1 から蓄電池 28 を充電し、その後、格納庫 16 に適宜な手段で自らを固定し、上記所定の格納姿勢を取る。

【0100】

図 7 を参照すると、次いで、荷物 G 及びロボット 2 が空輸される（ステップ S 12）。ここでは、図 8 D に示すように、複数の届け先 4 に荷物 G が届けられる。

【0101】

次に、以下、届け先 4 が郊外部の場合と都市部の場合とに分けて、説明する。

【0102】

< 届け先 4 が郊外部の場合 >

図 7 を参照すると、届け先 4 までの途中の地点で荷降ろしが行われる（ステップ S 13）。図 8 E を参照すると、この荷降ろしは、ドローン 1 をホバリング状態にして、ロボット 2 をウインチ 11 で降下させることによって行われる。この降下は、操作者 P 1 が、操作者用表示器 33 に表示される、ドローン 1 の視界カメラで撮像された視界画像で地上の様子を確認しながら行う。安全性を確保するためである。また、この場合、ドローン 1 の高度は所定以上とされる。所定高度は適宜設定されるが、例えば、20 m とされる。この場合、ロボット 2 は、自律運転によって格納姿勢を解いた後、遠隔運転により、これから配送すべき荷物 G を荷物収容部 212 に収容する。

40

【0103】

そして、ロボット 2 は、地上に降下された後、自律運転により、ウインチ 11 のワイヤの先端のフックを掛け部から外す。

50

【 0 1 0 4 】

図 7 を参照すると、荷物 G がロボット 2 によって届け先 4 まで地上輸送される（ステップ S 1 4）。ドローン 1 は、上空でロボット 2 の帰還を待機する。

【 0 1 0 5 】

図 8 F を参照すると、この場合、ロボット 2 は、自律運転により、地図データを参照しながら、郊外部の道路を走行する。そして、途中で、悪路 6 に遭遇すると、遠隔運転に切り替わり、操作者 P 1 の操作に従って、走行する。

【 0 1 0 6 】

図 7 を参照すると、ロボット 2 が届け先 4 に到着すると、荷物 G の受け渡しが行われる（ステップ S 1 5）。図 8 G を参照すると、この場合、ロボット 2 は、操作者 P 1 の操作により遠隔運転に切り替わり、届け先 4 のインタホンを押す等して、受取人（顧客）P 2 が現れると、ロボット 2 は、顔認証を行う。そして、受取人 P 2 が近づいたらロボット 2 は、自動的に停止し、トリガが無い限り動かない。そこからロボット 2 は、自動的に遠隔運転に切り替わり、荷物 G を受取人 P 2 に渡す。この際、ロボット 2 は、図 8 H に示すように、自動的に所定の荷物差出姿勢を取る。もし、受取人 P 2 が接近し過ぎたら、ロボット 2 は、自動的に受取人 P 2 と反対方向に移動する。この場合、ロボット 2 は、受取人 P 2 と対話する。具体的には、ロボット制御部 2 0 3 は、操作者マイク 3 4 で取得された操作者 P 1 の声を顧客スピーカ 2 5 に放出させ、操作者カメラ 3 6 で撮像された操作者 P 1 の画像を顧客用表示器 2 3 に表示させ、且つ、顧客マイク 2 4 で取得された受取人 P 2 の声を操作者スピーカ 3 5 に放出させ、視界カメラ 2 6 で撮像された受取人 P 2 の画像を顧客用表示器 2 3 に表示させ、それによって、受取人 P 2 と操作者 P 1 とを対話させる。この対話は、例えば、以下のようなものである。

【 0 1 0 7 】

操作者 P 1 が「お届けに参りました」と言い、受取人 P 2 が「ありがとうございます。とっても助かります」と言い、操作者 P 1 が「またのご利用をお待ちしております。」と言う。

【 0 1 0 8 】

図 7 を参照すると、ロボット 2 は、往路と同様にして、荷降りし地点に戻る（ステップ S 1 6）。そして、ロボット 2 が待機していたドローン 1 に搭載される（ステップ S 1 7）。ロボット 2 の搭載の態様は、ステップ S 1 1 における荷積みの第 2 態様と同じである。

【 0 1 0 9 】

< 届け先 4 が都市部の場合 >

図 8 I を参照すると、この場合、例えば、届け先 4 が高層マンションの一室である。ドローン 1 は、高層マンションの上空に到達すると、ロボット 2 を屋上に降下させる。この降下の態様は 2 つある。第 1 降下態様は、届け先 4 が郊外部の場合と同じである。第 2 降下態様では、ドローン 1 が屋上に着陸し、ロボット 2 が開放された搬出入庫 1 3 から屋上に降りる。

【 0 1 1 0 】

図 7 を参照すると、荷物 G がロボット 2 によって届け先 4 までマンション内を輸送される（地上輸送される）（ステップ S 1 4）。ドローン 1 は、上空でロボット 2 の帰還を待機する。この場合、ロボット 2 は遠隔運転される。図 8 K を参照すると、ロボット 2 は、高層マンションのエレベータを使って目的の階まで降りる。この場合、ロボット 2 の無線でエレベータのドアを開閉する。

【 0 1 1 1 】

図 8 K を参照すると、ロボット 2 は、届け先 4 である目的の部屋の近くまで来たら、操作者の操作で遠隔運転に切り替わる。この後の受け渡しは、届け先 4 が郊外部の場合と同じであり、その説明を省略する。

【 0 1 1 2 】

ロボット 2 は、適宜な遠隔運転を挟む自律運転により屋上に到着する。そして、ロボット 2 が待機していたドローン 1 に搭載される（ステップ S 1 7）。ロボット 2 の搭載の態様は、ステップ S 1 1 における荷積みの第 2 態様と同じである。

【 0 1 1 3 】

< 次の届け先 4 への配送及び帰還 >

1 つの届け先 4 への配達業務が終了すると、次の届け先 4 への配達業務が上記と同様に行われ、全ての届け先 4 への配達業務が終了すると、ドローン 1 は、集配拠点 5 に帰還する（ステップ S 1 8 , 1 9 ）。

【 0 1 1 4 】

{ 変形例 1 }

変形例 1 では、ロボット 2 が上述の届け先 4 までの途中の地点に配置されている。この場合、ロボット 2 は、現地にとどまってもよいし、ドローン 1 に回収されてもよい。

【 0 1 1 5 】

以上に説明した実施形態 1 によれば、受取人 P 2 に対する荷物 G の受け渡しを円滑に行うことができる。

【 0 1 1 6 】

(実施形態 2)

実施形態 2 の無人配送システムは、実施形態 1 のロボット 2 に代えてロボット 2 A が用いられる点で、実施形態 1 の無人配送システム 1 0 0 と異なり、その他の点は実施形態 1 の無人配送システム 1 0 0 と同じである。

【 0 1 1 7 】

図 9 A は、本開示の実施形態 2 に係る無人配送システムに用いられるロボット 2 A の構成の一例を示す側面図である。図 9 B は、本開示の実施形態 2 に係る無人配送システムに用いられるロボット 2 A の構成の一例を示す平面図である。

【 0 1 1 8 】

図 9 A 及び 9 B を参照すると、ロボット 2 A は、走行部（台車）2 1 と走行部 2 1 の上に設けられた一対のロボットアーム 2 2 とを備える。一対のロボットアーム 2 2 は、それぞれ、4 軸の垂直多関節型のロボットアームで構成されている。すなわち、各ロボットアーム 2 2 は、垂直な第 1 回動軸線 $A \times_1$ の周りに回動可能な第 1 リンク L 1 を有する。この第 1 リンク L 1 は双方のロボットアーム 2 2 に共通である。第 1 リンク L 1 の先端部に第 2 リンク L 2 の基端部が第 1 回動軸線 $A \times_1$ に垂直な第 2 回動軸線 $A \times_2$ の周りに回動可能に設けられている。第 2 リンク L 2 の先端部に第 3 リンク L 3 の基端部が第 2 回動軸線 $A \times_2$ に垂直な第 3 回動軸線 $A \times_3$ の周りに回動可能に設けられている。第 3 リンク L 3 の先端部に第 4 リンク L 4 の基端部が第 3 回動軸線 $A \times_3$ に垂直な第 4 回動軸線 $A \times_4$ の周りに回動可能に設けられている。そして、第 4 リンク L 4 の先端に 3 本爪 2 2 2 を有する把持部 2 2 1（手首部）が設けられている。一対のロボットアーム 2 2 は、これらの一対の把持部 2 2 1 によって、荷物 G を把持する。

【 0 1 1 9 】

ロボット 2 の走行部 2 1 は、台車状に形成されていて、前端部に荷物収容部 2 1 2 が設けられている。荷物収容部 2 1 2 は、底壁 2 1 2 a と側壁 2 1 2 b とを有する上面が開放された矩形の箱状に形成されている。なお、荷物収容部 2 1 2 の後側の側壁部は、上部が切り欠かれていて、一対のロボットアーム 2 2 がこの切り欠き部分から荷物収容部に荷物 G を入れることが可能になっている。走行部 2 1 の底部には、一対の前輪 2 1 1 , 2 1 1 と一対の後輪 2 1 1 , 2 1 1 が設けられている。例えば、一対の前輪 2 1 1 , 2 1 1 及び一対の後輪 2 1 1 , 2 1 1 のいずれかが操舵輪であり、また、例えば、一対の前輪 2 1 1 , 2 1 1 及び一対の後輪 2 1 1 , 2 1 1 のいずれかが駆動輪である。走行部 2 1 には、蓄電池 2 8 とモータ（不図示）とが搭載されていて、蓄電池 2 8 を電源としてモータが駆動輪を駆動する。さらに、走行部 2 1 の中央部の両側には、一対のアウトトリガ 2 1 3 が設けられている。このアウトトリガ 2 1 3 は、走行部 2 1 の内部に収容可能に構成されている。アウトトリガ 2 1 3 は、ロボット 2 A が停止して荷物 G の積み降ろしを行う時に、走行部 2 1 から左右に突出して地面に着地し、走行部 2 1 の移動を阻止する。

【 0 1 2 0 】

さらに、走行部 2 1 のロボットアーム 2 2 の後方には、表示器ロボットアーム 2 7 が設

10

20

30

40

50

けられている。この表示器ロボットアーム 27 は、実施形態 1 のものと同じであるので、その説明を省略する。

【0121】

このような実施形態 2 の無人配送システムによれば、実施形態 1 の無人配送システム 100 と同様の効果が得られる。

【0122】

(実施形態 3)

実施形態 3 では、実施形態 1 又は実施形態 2 において、操作者 P1 が複数のロボット 2 を操作することができる。その他の点は、実施形態 1 又は実施形態 2 と同様である。

【0123】

具体的には、図 4 を参照すると、実施形態 3 の無人配送システムは、複数のロボット 2 を備える。これらの複数のロボット 2 には、それぞれ、識別記号が付与されている。ロボット操作器 31 には、操作したいロボット 2 を指定する操作部（不図示）が設けられている。ロボット操作信号生成部 302 は、この操作部の操作に応じて、ロボット操作信号に指定されたロボット 2 の識別記号を付す。各ロボット 2 のロボット制御部 203 は、ロボット操作信号が、自身の属するロボット 2 の識別記号を含む場合に、当該ロボット操作信号に基づいてロボット 2 を制御する。

【0124】

これにより、操作者 P1 が、1 つのロボット操作器 31 によって、複数の自走ロボット 2 を操作することができる。

【0125】

このような実施形態 3 によれば、効率良く無人配送を行うことができる。

【0126】

(実施形態 4)

実施形態 4 の無人配送システムは、実施形態 1 のロボット 2 に代えてロボット 2B が用いられる点で、実施形態 1 の無人配送システム 100 と異なり、その他の点は実施形態 1 の無人配送システム 100 と同じである。

【0127】

図 10 は、本開示の実施形態 4 に係る無人配送システムに用いられる移動ロボット 1000 の構成の一例を示す分解図である。図 11 は、図 10 の移動ロボット 1000 がデリバリロボットとして構成された自走ロボット 2B の第 1 構成及び使用態様を示す斜視図である。図 12 は、図 10 の移動ロボット 1000 がデリバリロボットとして構成された自走ロボット 2B の第 2 構成及び使用態様を示す斜視図である。図 13 は、図 10 の移動ロボット 1000 がデリバリロボットとして構成された自走ロボット 2B の第 3 構成及び使用態様を示す斜視図である。図 14 は、図 10 の移動ロボット 1000 がメンテナンスロボットとして構成された高所歩行ロボット 2000 の第 1 構成及び使用態様を示す斜視図である。図 15 は、図 10 の移動ロボット 1000 がメンテナンスロボットとして構成された高所歩行ロボット 2000 の第 2 構成及び使用態様を示す斜視図である。

【0128】

図 10 を参照すると、移動ロボット 1000 は、配送に特化したデリバリロボットである自走ロボット 2B と、高層構造物のメンテナンスに特化したメンテナンスロボットである高所歩行ロボット 2000 とに構成され得る。このことを、以下、詳しく説明する。

【0129】

移動ロボット 1000 は、ベースユニット 310 と、ロボットアーム部 320、330 と、移動部 340、350 と、を備える。図 10 においては、中央部にベースユニット 310 が示され、左上部にロボットアーム部 320 及び運搬車 360 が示され、左下部に移動部 340 が示され、右上部にロボットアーム部 330 が示され、右下部に移動部 350 が示されている。

【0130】

ベースユニット 310 の上面にロボットアーム部 320 が取り付けられ、ベースユニッ

10

20

30

40

50

ト 3 1 0 の両端部の側面に移動部 3 4 0 が取り付けられることによって、デリバリロボットである自走ロボット 2 B が構成され（図 1 1 - 1 3 参照）、ベースユニット 3 1 0 の上面にロボットアーム部 3 3 0 が取り付けられ、ベースユニット 3 1 0 の両端部の側面に移動部 3 5 0 が取り付けられることによって、メンテナンスロボットである高所歩行ロボット 2 0 0 0 が構成される（図 1 4 - 1 5 参照）。

【 0 1 3 1 】

< ベースユニット 3 1 0 >

ベースユニット 3 1 0 は、移動ロボット 1 0 0 0 のボディ及びシャーシを構成する部分であり、略一定の厚みを有し、且つ長手方向の両端部に細幅部を有する形状に形成されている。ベースユニット 3 1 0 は、

10

ベースユニット 3 1 0 の中央部の上面に、ロボットアーム部 3 2 0 , 3 3 0 が取り付けられるロボットアーム部取り付け部 3 1 1 が設けられている。ロボットアーム部取り付け部 3 1 1 は、例えば、短円柱状に形成され、図示されないモータによって、ベースユニット 3 1 0 の中央部の上面に垂直な回転軸線 A 3 0 0 の周りに回転可能にベースユニット 3 1 0 の本体に設けられている。ロボットアーム部取り付け部 3 1 1 は、その上面がベースユニット 3 1 0 の中央部の上面と面一になるように設けられている。

【 0 1 3 2 】

また、ベースユニット 3 1 0 の各端部の細幅部の各側面に、移動部取り付け部 3 1 2 が設けられ、この移動部取り付け部 3 1 2 に開口部が形成されている。この開口部に、移動部 3 4 0 , 3 5 0 が連結される車軸の端部 3 1 3 が露出している。

20

【 0 1 3 3 】

ベースユニット 3 1 0 の両端部の細幅部に対応する 2 対の車軸の内の一方の車軸が操舵可能に構成されており、また、当該 2 対の車軸の内の一方の車軸が、図示されない駆動源によって駆動される駆動車軸であり、他方の車軸が従動車軸である。なお、双方の車軸を駆動車軸としてもよい。この駆動源は、例えば、モータで構成される。

【 0 1 3 4 】

ベースユニット 3 1 0 には、バッテリー 3 2 8 及びロボット制御器 1 2 0 1 が搭載されている。バッテリー 3 2 8 は、移動ロボット 1 0 0 0 を動作させるための電力を供給する。ロボット制御器 1 2 0 1 は、実施形態 1 のロボット制御器 2 0 1 と同様に構成されている。

【 0 1 3 5 】

30

なお、ベースユニット 3 1 0 に、移動部 3 4 0 C としてクローラが取り付けられる場合、ベースユニット 3 1 0 は全長に渡って、細幅に形成され、且つ、ロボットアーム部取り付け部 3 1 1 は本体と一体（回転不能）に形成される。また、一対の車軸は、非操舵車軸とされる。なお、この場合にも、ロボットアーム部取り付け部 3 1 1 を回転可能とし、ロボットアーム部 3 2 0 を、当該ロボットアーム部取り付け部 3 1 1 に取り付け可能な構造に構成してもよい。

【 0 1 3 6 】

また、ベースユニット 3 1 0 は、移動部取り付け部 3 1 2 に移動部 3 5 0 が取り付けられる場合には、各車軸が、ロボットアームの基端リンクとして、個別に、モータによって位置制御されながら駆動される。

40

【 0 1 3 7 】

< ロボットアーム部（第 1 ロボットアーム部） 3 2 0 >

ロボットアーム部 3 2 0 は、自走ロボット 2 B を構成するロボットアーム部である。配送される荷物を扱うためには、荷物をある程度の高さに持ち上げる必要があることから、ロボットアーム部 3 2 0 は、ロボットアーム部取り付け部 3 1 1 の上面に垂直に上方に延びる胴部 3 2 1 を備える。この胴部 3 2 1 の上端部に一対のロボットアーム 3 2 2 , 3 2 2 が設けられている。各ロボットアーム 3 2 2 は、多関節のロボットアーム（ここでは、多関節アーム）で構成されている。なお、ロボットアームの構成は特に限定されず、垂直多関節のアームのほか水平多関節アーム（いわゆるスカラアーム）としてもよい。ロボットアーム 3 2 2 の先端にはハンド 3 2 2 a が取り付けられている。ハンド 3 2 2 a の構成

50

は特に制限されない。ハンド 3 2 2 a は、ここでは、対象物を真空吸着する吸着ハンドで構成されている。ハンド 3 2 2 a が、例えば、対象物を両側から挟持するハンドで構成されてもよい。

【 0 1 3 8 】

胴部 3 2 1 の上端には、顧客用表示器 3 2 3 が設けられている。顧客用表示器 3 2 3 には、顧客マイク 3 2 4、顧客スピーカ 3 2 5、視界カメラ 3 2 6 が設けられている。顧客用表示器 3 2 3、顧客マイク 3 2 4、顧客スピーカ 3 2 5、及び視界カメラ 3 2 6 は、それぞれ、実施形態 1 の顧客用表示器 2 3、顧客マイク 2 4、顧客スピーカ 2 5、及び視界カメラ 2 6 と同様に構成されている。これらによって、自走ロボット 2 B と配送先の受取人（顧客）P 2 との対話が可能になる。

10

【 0 1 3 9 】

自走ロボット 2 B は、配送時に、配送される荷物を収容する運搬車 3 6 0 と連結される（図 1 1 - 1 3 参照）。運搬車 3 6 0 は、自走せずに、自走ロボット 2 B に押されて又は引かれて走行する。以下では、運搬車 3 6 0 の走行方向における前後方向を運搬車 3 6 0 の前後方向と呼ぶ。運搬車 3 6 0 は、直方体状の箱体からなる本体 3 6 1 を備える。この本体 3 6 1 の内部空間が配送される荷物の収容空間となっている。

【 0 1 4 0 】

本体 3 6 1 は、後端面の下部に前方に引っ込んだ段差部 3 6 5 を有する。本体 3 6 1 の後面の段差部 3 6 5 の上側部分に、開閉扉 3 6 4 が設けられている。この開閉扉 3 6 4 は、本体 3 6 1 の荷物収容空間に、配送する荷物を出し入れするためのものである。

20

【 0 1 4 1 】

本体 3 6 1 の底部の 4 隅には、車輪 3 6 2 がそれぞれ設けられている。

【 0 1 4 2 】

本体 3 6 1 の両側面に突部からなる一对の連結部 3 6 1 a が設けられている。一对の連結部 3 6 1 a の後端面には、それぞれ、自走ロボット 2 B の一对のハンド 3 3 2 a を受け入れる有底孔からなる連結孔（不図示）が形成されている。自走ロボット 2 B は、一对のハンド 3 3 2 a をこれらの一对の連結孔に挿入し、当該連結孔の底面を吸着することによって、運搬車 3 6 0 と連結される。なお、連結部 3 6 1 a とハンド 3 2 2 a との連結構造は、これに限定されない。当該連結構造は、連結部 3 6 1 a とハンド 3 2 2 a とを連結可能であればよく、例えば、連結部 3 6 1 a とハンド 3 2 2 a とに互いの係合部を設け、それによって、両者を連結してもよい。

30

【 0 1 4 3 】

運搬車 3 6 0 は、さらに、バッテリー 3 6 3 を備える。連結部 3 6 1 a には、バッテリー 3 6 3 と電氣的に接続された第 1 電気接点（不図示）が設けられ、且つ、自走ロボット 2 B のハンド 3 2 2 a にバッテリー 3 2 8 に電氣的に接続された第 2 電気接点（不図示）が設けられている。自走ロボット 2 B が運搬車 3 6 0 と連結されたときに、第 1 電気接点と第 2 電気接点とが接触して電氣的に導通し、自走ロボット 2 B のバッテリー 3 2 8 が、運搬車 3 6 0 のバッテリー 3 6 3 によって充電される。この充電は、ベースユニット 3 1 0 のロボット制御器 1 2 0 1 の制御により、必要に応じて、適切に実行される。これにより、自走ロボット 2 B の走行可能距離が、運搬車 3 6 0 がバッテリー 3 6 3 を備えない場合に比べて、長くなる。

40

【 0 1 4 4 】

< 移動部 3 4 0 >

移動部 3 4 0 は、移動ロボット 1 0 0 0 を走行させる 3 種類の走行部で構成される。

【 0 1 4 5 】

第 1 移動部 3 4 0 A は、第 1 走行部としての屋内用タイヤで構成される。屋内用タイヤは、例えば、トレッド（走行面）の凹凸が比較的小さく形成されている。屋内用タイヤは、その回転軸がベースユニット 3 1 0 の移動部取り付け部 3 1 2 の車軸の端部 3 1 3 に連結されるようにして、ベースユニット 3 1 0 に取り付けられる。

【 0 1 4 6 】

50

第2移動部340Bは、第2走行部としての屋外用タイヤで構成される。屋外用タイヤは、トレッド（走行面）の凹凸が比較的大きく形成されている。また、タイヤにサスペンションが取り付けられている。屋外タイヤは、その回転軸がベースユニット310の移動部取り付け部312の車軸の端部313に連結されるようにして、ベースユニット310に取り付けられる。また、サスペンションが、適宜、ベースユニット310に連結される。

【0147】

第3移動部340Cは、第3走行部としてのクローラ（キャタピラ）で構成される。クローラは、その駆動機構がベースユニット310の移動部取り付け部312の車軸の端部313に連結されるようにして、ベースユニット310に取り付けられる。

【0148】

10

<ロボットアーム部（第2ロボットアーム部）330>

ロボットアーム部330は、高所歩行ロボット2000を構成するロボットアーム部である。ロボットアーム部330は、一对のロボットアーム331、331を含む。各ロボットアーム331は、多関節のロボットアーム（ここでは、6軸ロボットアーム）で構成されている。ロボットアーム331の先端にはハンド331aが取り付けられている。ハンド331aの構成は特に制限されない。ハンド331aは、ここでは、対象物を真空吸着する吸着ハンドで構成されている。ハンド331aが、例えば、対象物を挟持するハンドで構成されてもよい。

【0149】

ロボットアーム部330は、高所でメンテナンスを行うためには、水平方向に伸びる長い腕が必要であることから、2つのロボットアーム331、331が、直接、それぞれ、ベースユニット310のロボットアーム部取り付け部311に取り付けられる。これにより、2つのロボットアーム331、331が、ベースユニット310の上面に近接して沿うように延びることができる。また、高所歩行ロボット2000を、高所に運び上げる必要があることから、ロボットアーム部330は、ロボットアーム331をコンパクトに折りたためるように構成されている（図14及び15参照）。

20

【0150】

ロボットアーム部330は、さらに、視界カメラ326を含む。視界カメラ326も、直接、ベースユニット310のロボットアーム部取り付け部311に取り付けられる。視界カメラ326は、実施形態1の視界カメラ26と同様に構成されている。その他、現地作業員との連携や、周辺情報収集のためのマイク、スピーカを設けるようにしてもよい。

30

【0151】

<移動部350>

移動部350は、移動ロボット1000を高所歩行させる2種類の脚部で構成される。

【0152】

第4移動部350Aは、第1脚部としてのショートレッグで構成される。ショートレッグは、例えば、5軸ロボットアームで構成される。この5軸ロボットアームは、基端リンク354が脚部の付け根部に相当し、先端部352が脚部の足部に相当する。基端リンク354は、ベースユニット310の移動部取り付け部312の車軸の端部313に連結される。先端部352は、連結先のリンクに対し振り回転可能に構成されている。この先端部352は、対象物に吸着するように構成されている。ここでは、先端部352は、電磁石を備えていて、電磁石をONさせることによって、先端部352を磁性の対象物に吸着させ、電磁石をOFFさせることによって、先端部352を磁性の対象物から解放させるように構成されている。従って、先端部352の振り回転軸線が基端リンク354の回転軸線に平行な状態で先端部352を対象物に吸着固定し、先端部352の振り回転をコンプライアンス制御した状態で、基端リンク354を回転させると、ベースユニット310が当該回転方向と反対方向に移動する。これにより、後述するように、高所歩行ロボット2000が尺取虫状に歩行することが可能になる。

40

【0153】

第4移動部350Aは、さらに、中空の固定カバー部材353を含む。固定カバー部材

50

３５３は、基端リンク３５４を回動自在に貫通せしめるようにしてベースユニット３１０の移動部取り付け部３１２に固定される。これにより、ショートレッグがベースユニット３１０に取り付けられる。

【０１５４】

第５移動部３５０Ｂは、第２脚部としてのロングレッグで構成される。ロングレッグは、例えば、７軸ロボットアームで構成される。これ以外の構成は、第４移動部３５０Ａと同様である。

【０１５５】

< 自走ロボット２Ｂの第１構成及び使用態様 >

図１１を参照すると、自走ロボット２Ｂの第１構成では、ベースユニット３１０のロボットアーム部取り付け部３１１にロボットアーム部３２０が取り付けられ、ベースユニット３１０の各移動部取り付け部３１２に第１移動部３４０Ａの屋内用タイヤが取り付けられる。これにより、自走ロボット２Ｂの第１構成として、屋内走行用のデリバリロボットが構成される。

【０１５６】

この自走ロボット２Ｂは、例えば、集配拠点（集配センター）５で、荷物を運搬するのに使用される。この場合、自走ロボット２Ｂは、例えば、以下のような集配作業を行う。

【０１５７】

まず、自走ロボット２Ｂは、一对のロボットアーム３２２の一对のハンド３２２ａを運搬車３６０の一对の連結部３６１ａの連結孔に挿入し、連結孔の底面をハンド３２２ａで吸着することによって、運搬車３６０を自身と連結する。この時、自走ロボット２Ｂのバッテリー３２８が運搬車３６０のバッテリー３６３によって充電される。また、自走ロボット２Ｂの前端部が、運搬車３６０の後面の段差部３６５に位置して、自走ロボット２Ｂが運搬車３６０に近接して連結される。

【０１５８】

次いで、自走ロボット２Ｂは、運搬車３６０を押したり引いたりしながら荷物置場まで自走する。次いで、自走ロボット２Ｂは、一对のハンド３２２ａの吸着を停止し、当該一对のハンド３２２ａを運搬車３６０の一对の連結部３６１ａの連結孔から抜いて、運搬車３６０を自身から切り離す。次いで、自走ロボット２Ｂは、自ら荷物を運搬車３６０に積み込む。すなわち、荷物を運ぶロボットと荷物を積み降ろしするロボットとが同じである。具体的には、自走ロボット２Ｂは、一对のロボットアーム３２２によって、運搬車３６０の開閉扉３６４を開け、荷物置場に置かれている荷物（図１１には不図示）を一对のロボットアーム３２２の一对のハンド３２２ａで保持し、それを運搬車３６０の収容空間に置く。この際、自走ロボット２Ｂは、必要に応じて、胴部３２１を回転させながら、当該作業を行う。自走ロボット２Ｂは、所要の荷物を運搬車３６０に収容したら、開閉扉３６４を閉じ、運搬車３６０を自身と連結して、所定の場所まで自走する。

【０１５９】

そして、自走ロボット２Ｂは、必要であれば、上記と逆の順に作業することによって、運搬車３６０を自身と切り離し、運搬車３６０から荷物を取り出す。

【０１６０】

自走ロボット２Ｂは、上記作業において、必要に応じて、顧客用表示器３２３、顧客マイク３２４、顧客スピーカ３２５、及び視界カメラ３２６によって、人と対話する。

【０１６１】

< 自走ロボット２Ｂの第２構成及び使用態様 >

図１２を参照すると、自走ロボット２Ｂの第２構成では、ベースユニット３１０のロボットアーム部取り付け部３１１にロボットアーム部３２０が取り付けられ、ベースユニット３１０の各移動部取り付け部３１２に第２移動部３４０Ｂの屋外用タイヤが取り付けられる。これにより、自走ロボット２Ｂの第２構成として、屋外走行用のデリバリロボットが構成される。

【０１６２】

この第2構成の自走ロボット2Bは、屋外用のタイヤを備えるので、荷物を最終的に届け先4に届ける配送用の自走ロボットとして好適に使用される。これ以外は、第1構成の自走ロボット2Bと同様である。

【0163】

<自走ロボット2Bの第3構成及び使用態様>

図13を参照すると、自走ロボット2Bの第3構成では、ベースユニット310のロボットアーム部取り付け部311にロボットアーム部320が取り付けられ、ベースユニット310の各移動部取り付け部312に第3移動部340Cのクローラが取り付けられる。これにより、自走ロボット2Bの第3構成として、悪路走行用のデリバリロボットが構成される。

10

【0164】

この第3構成の自走ロボット2Bは、クローラを備えるので、悪路を走行して、荷物を最終的に届け先4に届ける悪路配送用の自走ロボットとして好適に使用される。これ以外は、第1構成の自走ロボット2Bと同様である。悪路として、例えば、災害時の道路、不整地等が例示される。なお、第2構成の自走ロボット2Bは、片側のクローラの速度を落とす又は停止させる等して、方向を変える。

【0165】

<高所歩行ロボット2000の第1構成及び使用態様>

図14を参照すると、高所歩行ロボット2000の第1構成では、ベースユニット310のロボットアーム部取り付け部311にロボットアーム部330が取り付けられる。具体的には、例えば、ベースユニット310のロボットアーム部取り付け部311に、回転軸線A300に対称に位置するように、一対のロボットアーム331が、取り付けられる。そして、視界カメラ326が、一対のロボットアーム331の中央の前方に位置するように、ロボットアーム部取り付け部311に取り付けられる。また、現地作業員との連携や、周辺情報収集のためのマイク、スピーカが設けられる場合には、これらが、適宜、ロボットアーム部取り付け部311及び又は視界カメラ326に取り付けられる。そして、ベースユニット310の各移動部取り付け部312に第4移動部350Aのショートレッグが取り付けられる。これにより、高所歩行ロボット2000の第1構成として、高所を歩行してメンテナンスを行うメンテナンスロボットが構成される。

20

【0166】

この第1構成の高所歩行ロボット2000は、例えば、以下のように使用される。

30

【0167】

高所歩行ロボット2000は、例えば、実施形態1のドローンによって、高層建築物（例えば、鉄塔）のメンテナンス現場に輸送される。そして、例えば、高層構造物に、足場となる磁性の部材（以下、足場部材という）371（例えば、鉄塔の水平な梁部材）が存在する場合、高所歩行ロボット2000は、各ショートレッグの先端部352を足場部材371の側面に吸着させる。そして、視界カメラ326で作業対象物（例えば線材）372を確認しながら、当該作業対象物を一対のロボットアーム331の一対のハンド331aで吸着保持して、所要のメンテナンスを行う。

【0168】

この場合、高所歩行ロボット2000は、以下のようにして歩行する。

40

【0169】

高所歩行ロボット2000は、例えば、足場部材371に対し、少し隙間を有した状態で、各ショートレッグの先端部352の振り回転軸線が基端リンク354の回転軸線に平行な状態で先端部352を足場部材371に吸着させ、先端部352の振り回転をコンプライアンス制御した状態で、基端リンク354を後方に回転させる。すると、ベースユニット310が「平行リンク」の原理で、前方且つ下方に移動する。ベースユニット310が足場部材371に接触したら、高所歩行ロボット2000は、2対のショートレッグの先端部352を前方に移動させて、上記と同様に吸着固定させる。そして、上記と同様にして、基端リンク354を後方に回転させると、ベースユニット310が前方に移動し

50

ながら、上方に移動した後、下方に移動して、足場部材 3 7 1 に接触する。以降、この動作を繰り返すことによって、高所歩行ロボット 2 0 0 0 が尺取虫状に歩行する。

【 0 1 7 0 】

なお、足場部材 3 7 1 が水平でない場合、高所歩行ロボット 2 0 0 0 は、4 つのショートレッグを、いわゆる「3 点支持」の状態を維持しながら、順に前方に移動させることによって、尺取虫状に歩行することができる。

【 0 1 7 1 】

< 高所歩行ロボット 2 0 0 0 の第 2 構成及び使用態様 >

図 1 5 を参照すると、高所歩行ロボット 2 0 0 0 の第 2 構成では、ベースユニット 3 1 0 のロボットアーム部取り付け部 3 1 1 にロボットアーム部 3 3 0 が、上記と同様に取り付けられる。そして、ベースユニット 3 1 0 の各移動部取り付け部 3 1 2 に第 5 移動部 3 5 0 B のロングレッグが取り付けられる。これにより、高所歩行ロボット 2 0 0 0 の第 2 構成として、高所を歩行してメンテナンスを行うメンテナンスロボットが構成される。

10

【 0 1 7 2 】

第 2 構成の高所歩行ロボット 2 0 0 0 は、ショートレッグに比べて長く且つ太いロングレッグを有するので、より広範なメンテナンス作業を行うことができる。

【 0 1 7 3 】

上記説明から、当業者にとっては、多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきである。

【産業上の利用可能性】

20

【 0 1 7 4 】

本発明の配送システム及び配送方法は、受取人に対する荷物の受け渡しを円滑に行うことが可能な配送システム及び配送方法として有用である。

【符号の説明】

【 0 1 7 5 】

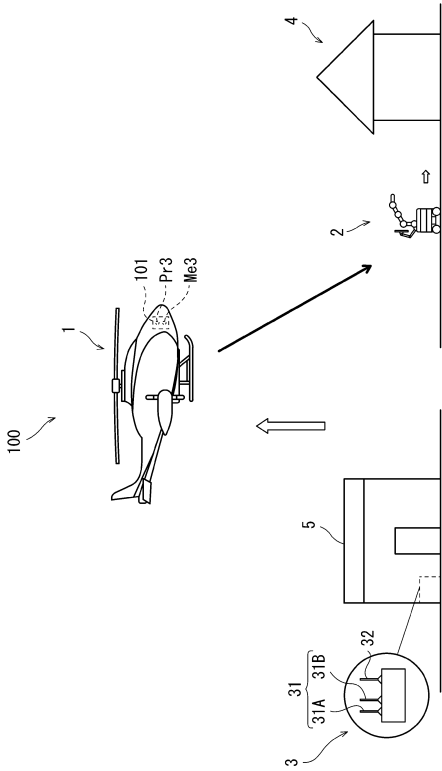
- 1 無人航空機（ドローン）
- 2 自走ロボット（ロボット）
- 3 操作ユニット
- 4 届け先
- 5 集配拠点
- 3 1 ロボット操作器
- 3 2 ドローン操作器
- 1 0 1 ドローン制御器
- 2 0 1 ロボット制御器
- 3 0 1 操作ユニット制御器
- 3 1 0 ベースユニット
- 3 2 0 ロボットアーム部
- 3 3 0 ロボットアーム部
- 3 4 0 移動部
- 3 5 0 移動部
- 3 6 0 運搬車

30

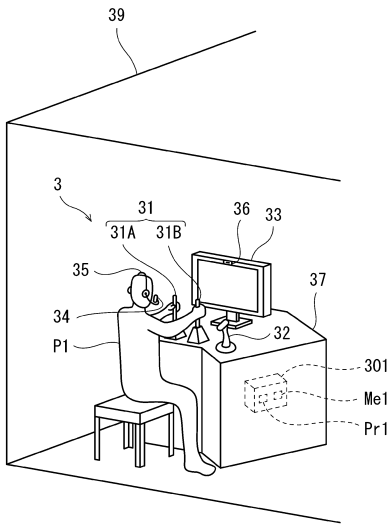
40

【図面】

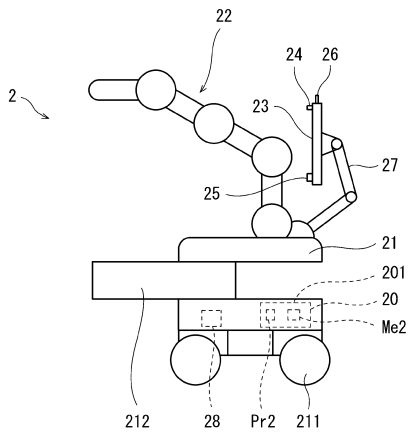
【図 1】



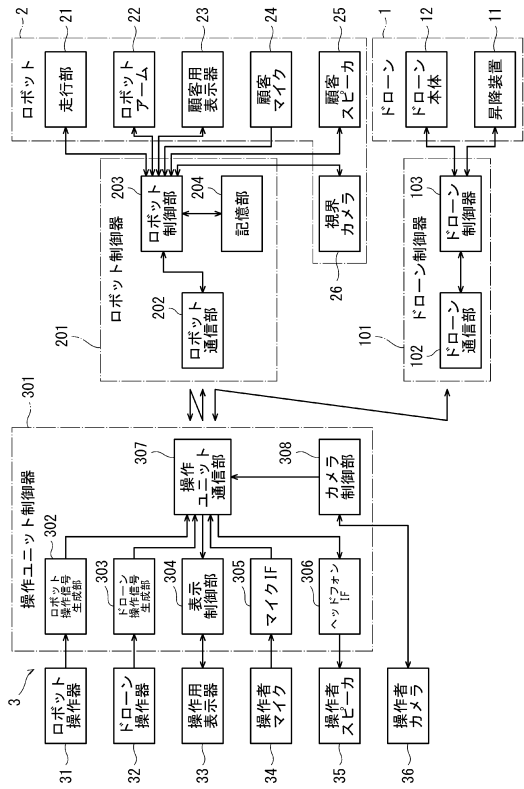
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

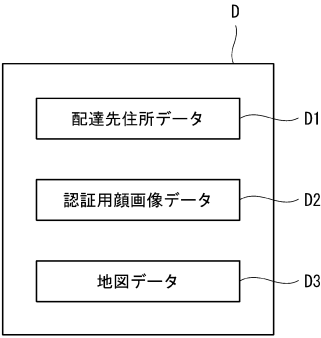
20

30

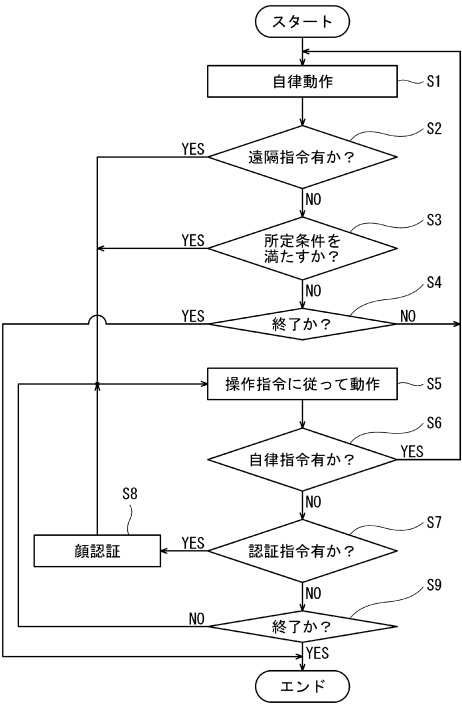
40

50

【図 5】



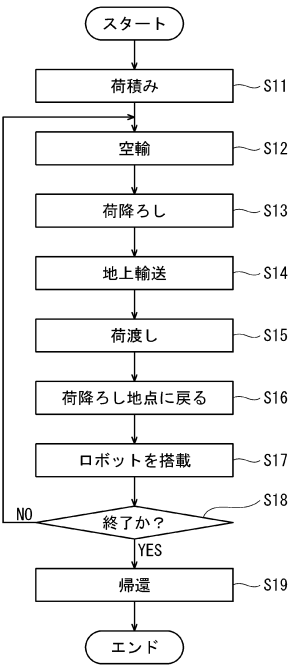
【図 6】



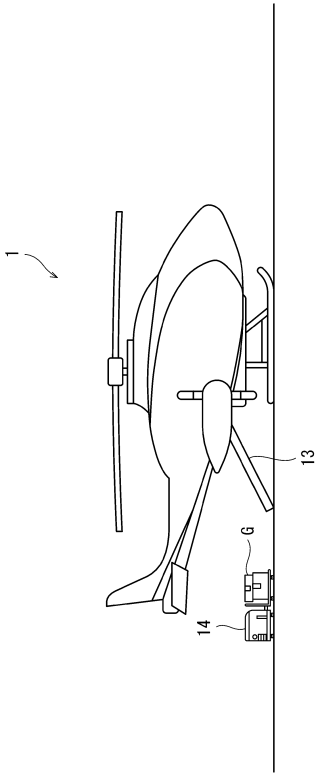
10

20

【図 7】



【図 8 A】

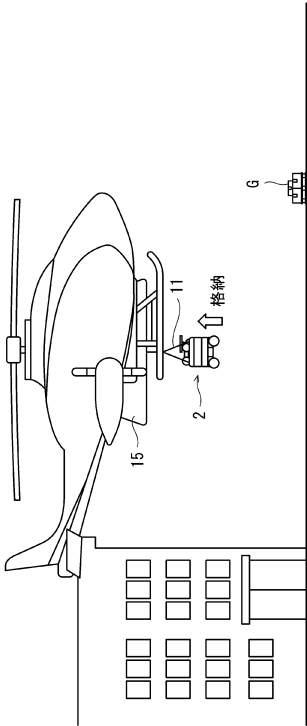


30

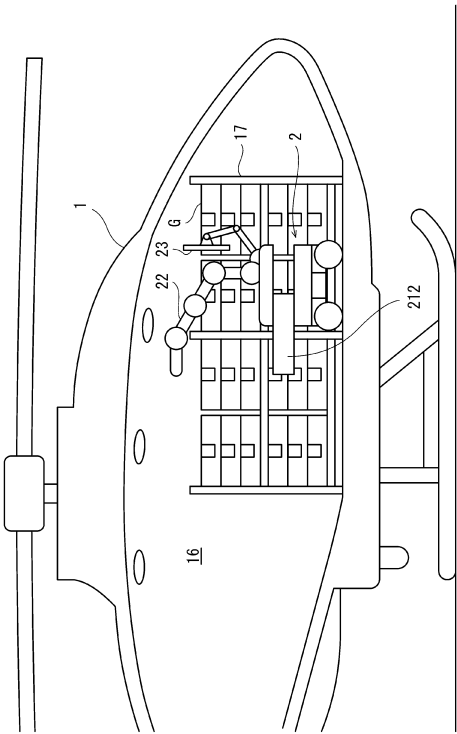
40

50

【図 8 B】



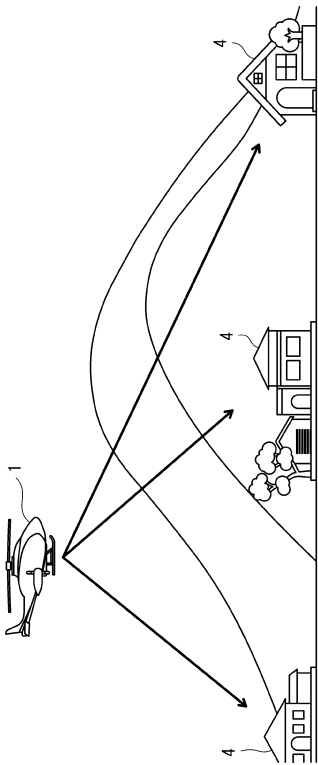
【図 8 C】



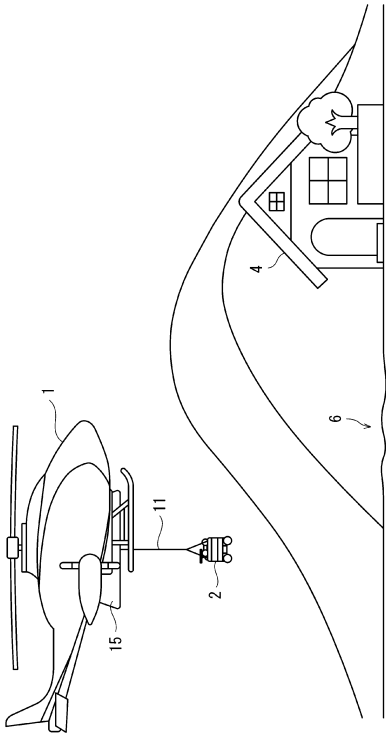
10

20

【図 8 D】



【図 8 E】

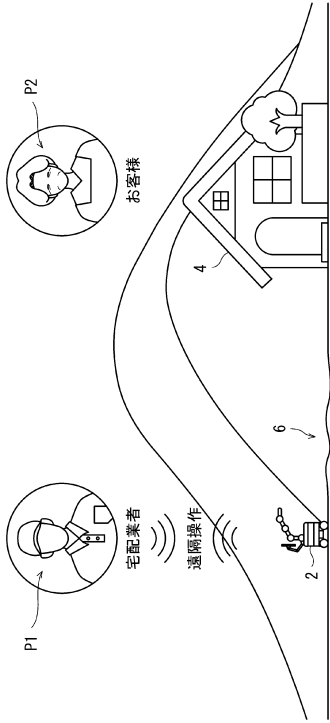


30

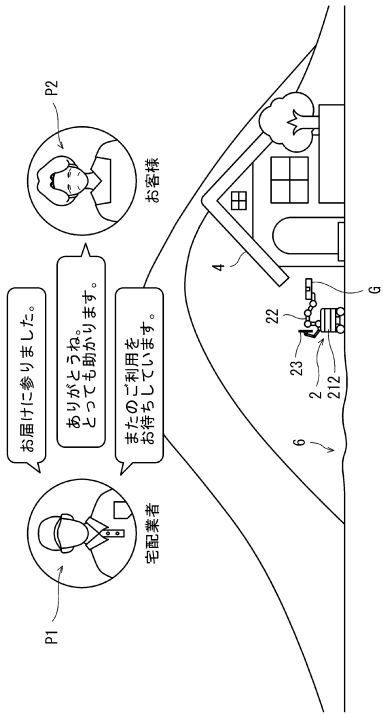
40

50

【図 8 F】



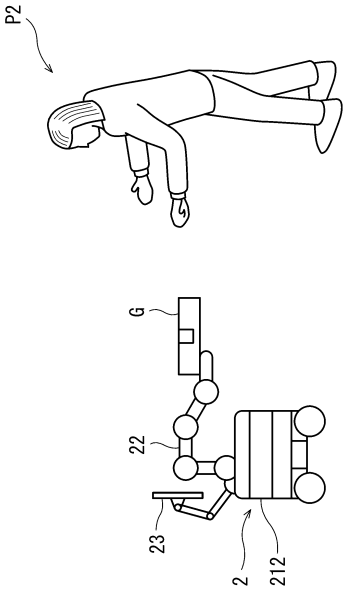
【図 8 G】



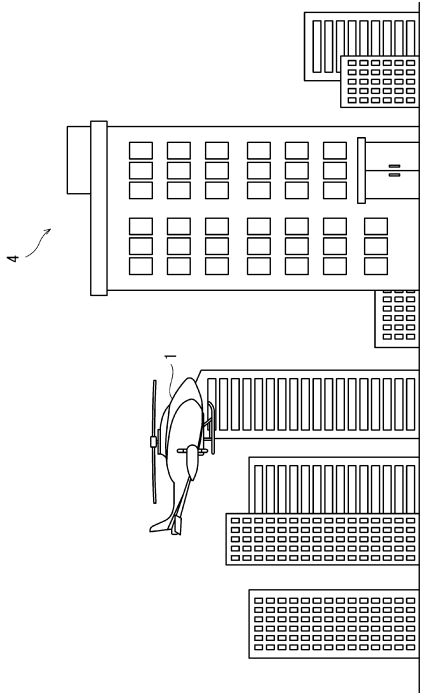
10

20

【図 8 H】



【図 8 I】

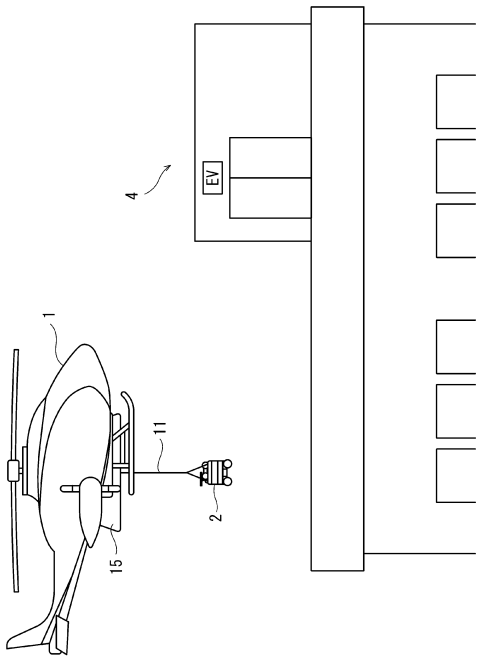


30

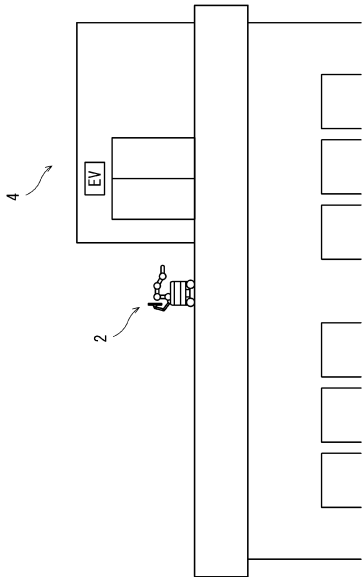
40

50

【図 8 J】



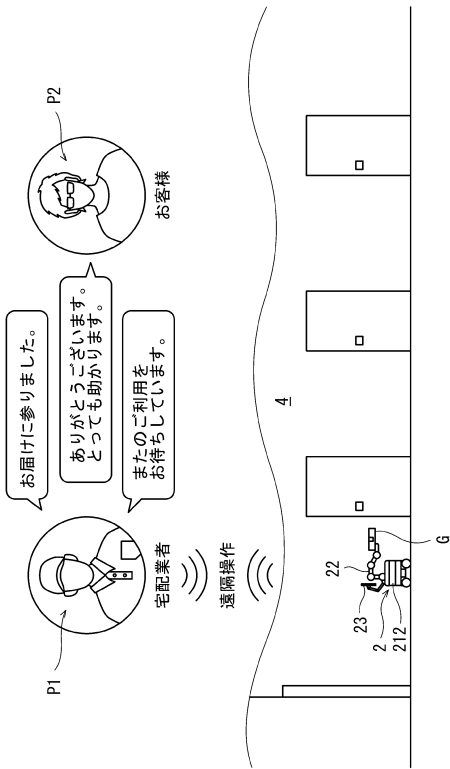
【図 8 K】



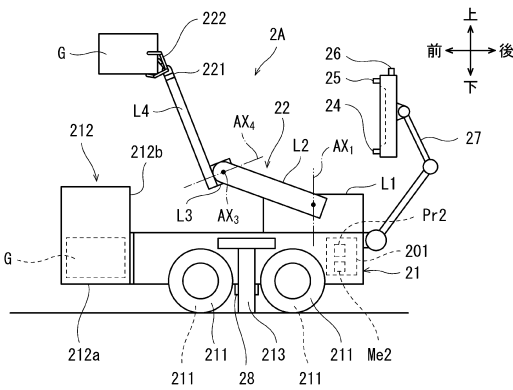
10

20

【図 8 L】



【図 9 A】

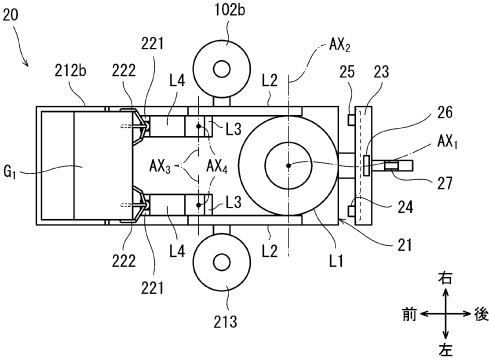


30

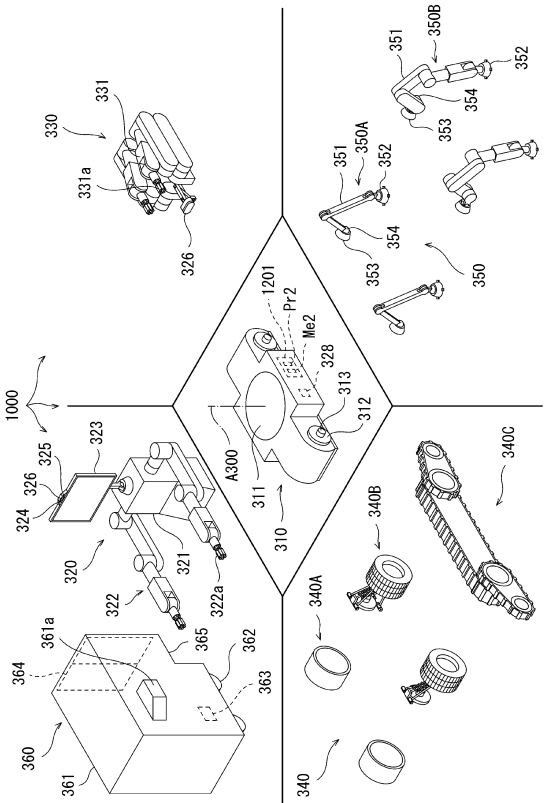
40

50

【図 9 B】



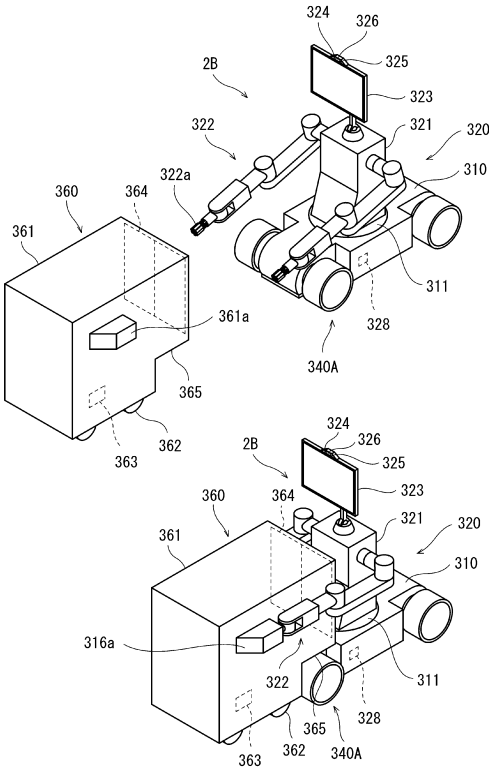
【図 1 0】



10

20

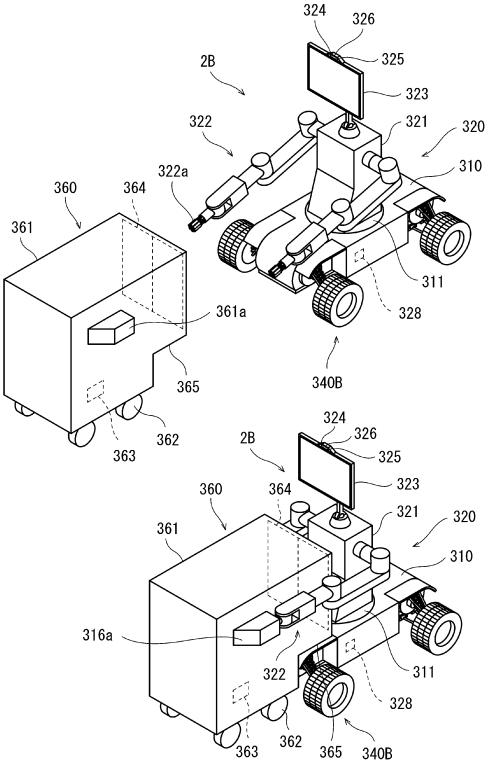
【図 1 1】



30

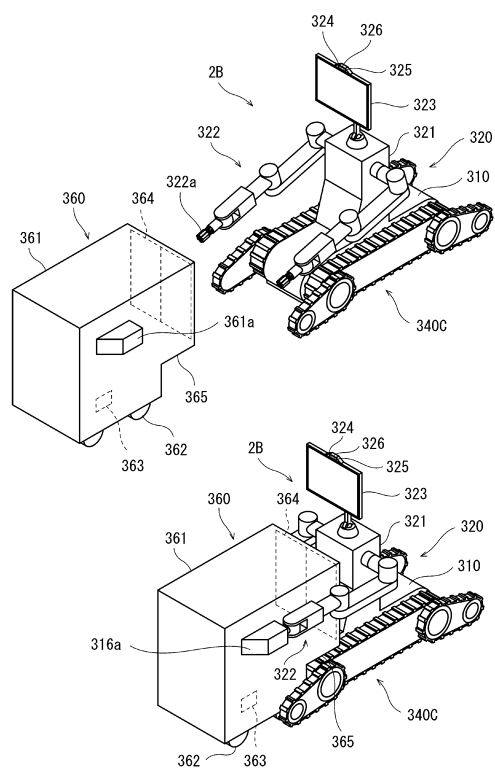
40

【図 1 2】

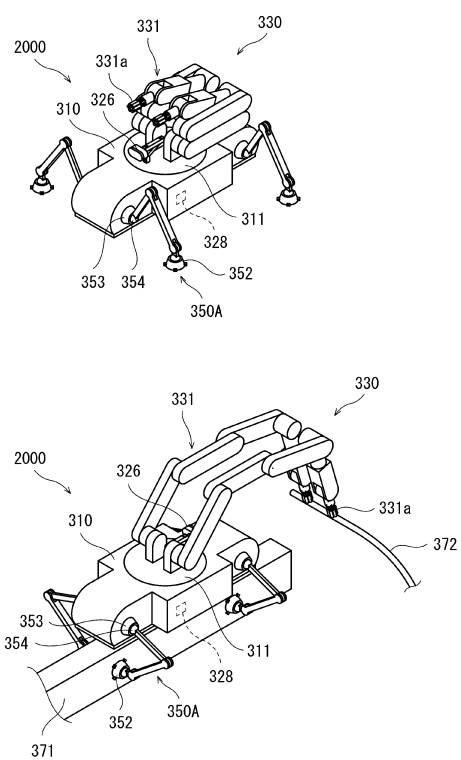


50

【 図 1 3 】



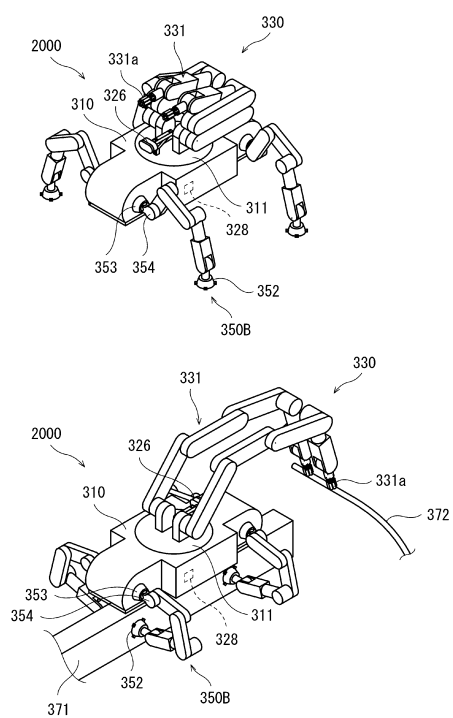
【圖 14】



10

20

【 図 1 5 】



30

40

フロントページの続き

- (56)参考文献
- 米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 2 5 4 8 9 6 (U S , A 1)
特開 2 0 1 9 - 0 2 3 0 2 0 (J P , A)
特表 2 0 1 9 - 5 3 4 8 1 4 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- B 2 5 J 5 / 0 0
B 2 5 J 9 / 1 6
B 2 5 J 1 3 / 0 2