

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6689126号  
(P6689126)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月9日(2020.4.9)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>G 0 5 D 1/02 (2020.01)</b>	G O 5 D 1/02 T
<b>A O 1 B 69/00 (2006.01)</b>	G O 5 D 1/02 N
	G O 5 D 1/02 R
	A O 1 B 69/00 3 O 3 Z

請求項の数 4 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-87920 (P2016-87920)	(73) 特許権者	000006781
(22) 出願日	平成28年4月26日 (2016.4.26)		ヤンマー株式会社
(65) 公開番号	特開2017-199107 (P2017-199107A)		大阪府大阪市北区茶屋町1番32号
(43) 公開日	平成29年11月2日 (2017.11.2)	(74) 代理人	100118784
審査請求日	平成30年12月19日 (2018.12.19)		弁理士 桂川 直己
		(72) 発明者	平松 敏史
			大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン マー株式会社内
		審査官	松井 裕典

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業車両制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

予め定められた走行経路に沿って自律走行を行う第1作業車両の位置情報、及び、当該第1作業車両の後続側を走行し前記第1作業車両と協調して作業を行う第2作業車両の位置情報を取得する位置情報取得部と、

前記第1作業車両と前記第2作業車両との離間距離を特定する離間距離特定部と、

前記離間距離が第1閾値を超えた場合に前記第1作業車両を緊急停止させる緊急停止部と、

前記離間距離が、前記第1閾値よりも小さい第2閾値以上であり、かつ前記第1閾値以下である場合に、前記第1作業車両を減速させあるいは前記第1作業車両を一時停止させる離間距離調整部と、

を備え、

前記一時停止とは、所定の初期化作業を要さず前記第1作業車両の走行及び作業を再開することが可能な停止態様であり、

前記緊急停止とは、前記所定の初期化作業を行わなければ前記第1作業車両の走行及び作業を再開することが不能な停止態様であることを特徴とする作業車両制御システム。

【請求項2】

請求項1に記載の作業車両制御システムであって、

前記離間距離調整部は、

前記離間距離が、前記第2閾値よりも大きく前記第1閾値よりも小さい第3閾値以上で

あり、かつ前記第 1 閾値以下である場合には、前記第 1 作業車両を一時停止させ、

前記離間距離が前記第 2 閾値以上かつ前記第 3 閾値未満である場合には、前記第 1 作業車両を減速させることを特徴とする作業車両制御システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の作業車両制御システムであって、

前記第 2 作業車両の進行方向情報を取得する進行方向情報取得部を備え、

前記離間距離調整部は、

前記第 2 作業車両から見て当該第 2 作業車両の進行方向の反対側に前記第 1 作業車両が位置する場合には、前記の両車両の進行方向が同じ場合に前記第 2 閾値として設定される第 1 の値よりも小さい第 2 の値を、前記第 2 閾値として設定することを特徴とする作業車両制御システム。

10

【請求項 4】

請求項 1 から 3 までの何れか一項に記載の作業車両制御システムであって、

前記走行経路は、前記第 1 作業車両により作業が行われる複数の作業経路と、各作業経路を接続する接続経路とを含み、

前記離間距離調整部は、

前記作業経路における前記第 1 作業車両の走行態様が特殊態様である場合に、前記離間距離の如何を問わず前記接続経路で前記第 1 作業車両を一時停止させることが可能であることを特徴とする作業車両制御システム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業車両の走行を制御する作業車両制御システムに関する。詳細には、第 1 作業車両と第 2 作業車両の離間距離を制御する作業車両制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、走行する 2 台の車両の間の距離を制御する車両制御システムが知られている。特許文献 1 は、この種のシステムである車両制御システムを開示する。

【0003】

この特許文献 1 の車両制御システムは、自車両に搭載されて当該自車両と他車両の車間距離を検出する距離センサと、この距離センサが取得した車間距離に基づいて予め設定された車間距離以内に他車両が接近したか否かを判定する車間距離判定部とを有し、この車間距離判定部が、予め設定された車間距離以内に車両が接近したと判定したときに、接近した車両の車間距離制御装置を強制的に動作させて、車間距離を確保することができるようになっている。

30

【0004】

特許文献 1 は、この構成により、自車両の後方を他車両が走行する場合において、他車両のドライバーが煽り運転や居眠り運転を行った場合でも、当該他車両から十分な距離だけ離れるように制御することができるとする。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 24118 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、例えば圃場で農作業を行う場合の作業効率を高めるために、1 つの走行領域において 2 台以上の作業車両が互いに協調して作業を行うことがある。例えば、先行側となる第 1 作業車両に自律走行（無人走行）を行わせるとともに、後続側となる第 2 作業車両をユーザが手動で走行（有人走行）させて、2 台の作業車両で協調して作業を行うこと

50

が考えられる。この例において、第1作業車両と第2作業車両との間で無線による通信が可能に構成されており、第2作業車両に搭乗するユーザが、第1作業車両に対して自律走行の開始/停止等を指示することができるようになっている。

【0007】

この場合に、第1作業車両と第2作業車両の離間距離(車間距離)が大きくなり過ぎると、第1作業車両と第2作業車両との間の無線通信が途絶えて第1作業車両が緊急停止してしまったり、第2作業車両で操作を行うユーザによる第1作業車両の監視が十分に行き届かなくなってしまうたりするおそれがある。この点、特許文献1の構成は車間距離を増加させる制御を行うことしかできないため、上記の課題を解決することはできない。

【0008】

本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、第1作業車両と第2作業車両の離間距離が大きくなり過ぎることを防止して、第1作業車両が緊急停止となる事態を効果的に防止できる作業車両制御システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段及び効果】

【0009】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

【0010】

本発明の観点によれば、以下の構成の作業車両制御システムが提供される。即ち、この作業車両制御システムは、位置情報取得部と、離間距離特定部と、緊急停止部と、離間距離調整部と、を備える。前記位置情報取得部は、予め定められた走行経路に沿って自律走行を行う第1作業車両の位置情報、及び、当該第1作業車両の後続側を走行し前記第1作業車両と協調して作業を行う第2作業車両の位置情報を取得する。前記離間距離特定部は、前記第1作業車両と前記第2作業車両との離間距離を特定する。前記緊急停止部は、前記離間距離が第1閾値を超えた場合に前記第1作業車両を緊急停止させる。前記離間距離調整部は、前記離間距離が、前記第1閾値よりも小さい第2閾値以上であり、かつ前記第1閾値以下である場合に、前記第1作業車両を減速させあるいは前記第1作業車両を一時停止させる。前記一時停止とは、所定の初期化作業を要さず前記第1作業車両の走行及び作業を再開することが可能な停止態様である。前記緊急停止とは、前記所定の初期化作業を行わなければ前記第1作業車両の走行及び作業を再開することが不能な停止態様である。

【0011】

これにより、例えば、第1閾値を無線通信の限界距離とし、第2閾値をそれよりも若干小さい距離とすることにより、第1作業車両と第2作業車両との離間距離が無線通信の限界距離となった場合には第1作業車両を緊急停止させ、緊急停止させるほどではないが離間距離がある程度大きくなった場合には第1作業車両を減速させあるいは一時停止させることができる。よって、第1作業車両と第2作業車両の離間距離が大きくなり過ぎることを防止して、緊急停止となる事態を効果的に防ぐことができ、作業効率を向上させることができる。所定の初期化作業を行わないと当該第1作業車両の走行及び作業を再開できない緊急停止となる事態を極力回避することができる。よって、作業効率を向上させることができる。

【0012】

前記の作業車両制御システムにおいては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、離間距離調整部は、前記離間距離が、前記第2閾値よりも大きく前記第1閾値よりも小さい第3閾値以上であり、かつ前記第1閾値以下である場合には、前記第1作業車両を一時停止させる。また、離間距離調整部は、前記離間距離が前記第2閾値以上かつ前記第3閾値未満である場合には、前記第1作業車両を減速させる。

【0013】

これにより、第1作業車両と第2作業車両との離間距離が、第1作業車両を一時停止させるほどではないがある程度大きくなった場合には、第1作業車両を減速させて、例えば

10

20

30

40

50

作業を続行することができる。よって、一時停止となる事態を効果的に防ぐことができるので、圃場を傷めることを抑制することができ、また作業効率を向上させることができる。

【0014】

前記の作業車両制御システムにおいては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、この作業車両制御システムは、前記第2作業車両の進行方向情報を取得する進行方向情報取得部を備える。前記離間距離調整部は、前記第2作業車両から見て当該第2作業車両の進行方向の反対側に前記第1作業車両が位置する場合には、前記の両車両の進行方向が同じ場合に前記第2閾値として設定される第1の値よりも小さい第2の値を、前記第2閾値として設定する。

10

【0015】

これにより、以下の効果が奏される。即ち、協調して作業を行う過程では、互いに逆向きに走行する第1作業車両と第2作業車両とがすれ違った後、第2作業車両から見て当該第2作業車両の進行方向の反対側に第1作業車両が位置するが生じる。この位置関係では、第2作業車両に搭乗するユーザの視界に第1作業車両が入りにくくなる。そこで、このような場合には、通常の場合よりも小さい離間距離となった時点で第1作業車両を減速又は一時停止させることにより、第1作業車両に対するユーザの監視が行き届き易くなるので、円滑な協調作業を実現することができる。

【0016】

前記の作業車両制御システムにおいては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、前記走行経路は、前記第1作業車両により作業が行われる複数の作業経路と、各作業経路を接続する接続経路とを含む。前記離間距離調整部は、前記作業経路における前記第1作業車両の走行態様が特殊態様である場合に、前記離間距離の如何を問わず前記接続経路で前記第1作業車両を一時停止させることが可能である。

20

【0017】

これにより、以下の効果が奏される。即ち、第1作業車両の走行態様が通常と異なる特殊態様の場合、第2作業車両が第1作業車両に円滑について行くことが難しい。そこで、このような場合には、第1作業車両を、例えば特殊態様での走行を終えた後の接続経路で一時停止させることとすることにより、第1作業車両と第2作業車両の足並みの乱れを防止することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施形態に係る作業車両制御システムにより制御されるロボットトラクタ及びこれと協調して作業を行う有人のトラクタを示す側面図。

【図2】ロボットトラクタの全体的な構成を示す側面図。

【図3】ロボットトラクタの平面図。

【図4】ユーザにより操作され、ロボットトラクタと無線通信することが可能な無線通信端末を示す図。

【図5】ロボットトラクタ、有人トラクタ、及び無線通信端末の主要な電氣的構成を示すブロック図。

40

【図6】ロボットトラクタと有人のトラクタが協調して作業を行う様子を示す図。

【図7】ロボットトラクタと有人トラクタの離間距離を制御するために作業車両制御システムが行う処理を示すフローチャート。

【図8】ロボットトラクタと有人トラクタの離間距離と、当該離間距離に応じて行われる制御と、の関係を示す説明図。

【図9】ロボットトラクタと有人トラクタの向き及び位置関係の例を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。以下では、図面の各図において同一の部材には同一の符号を付し、重複する説明を省略することがある。また、同一の符

50

号に対応する部材等の名称が、簡略的に言い換えられたり、上位概念又は下位概念の名称で言い換えられたりすることがある。

【0022】

本発明は、予め定められた圃場内で複数台の作業車両を走行させて、圃場内における農作業の全部又は一部を実行させるときに、作業車両の走行を制御する作業車両制御システムに関する。本実施形態では、作業車両としてトラクタを例に説明するが、作業車両としては、トラクタの他、田植機、コンバイン、土木・建築作業装置、除雪車等、乗用型作業機に加え、歩行型作業機も含まれる。本明細書において自律走行とは、トラクタが備える制御部（ECU）によりトラクタが備える走行に関する構成が制御されて予め定められた経路に沿ってトラクタが走行することを意味し、自律作業とは、トラクタが備える制御部によりトラクタが備える作業に関する構成が制御されて、予め定められた経路に沿ってトラクタが作業を行うことを意味する。これに対して、手動走行・手動作業とは、トラクタが備える各構成がユーザにより操作され、走行・作業が行われることを意味する。

10

【0023】

以下の説明では、自律走行・自律作業されるトラクタを「無人（の）トラクタ」又は「ロボットトラクタ」と称することがあり、手動走行・手動作業されるトラクタを「有人（の）トラクタ」と称することがある。圃場内において農作業の一部が無人トラクタにより実行される場合、残りの農作業は有人トラクタにより実行される。単一の圃場における農作業を無人トラクタ及び有人トラクタで実行することを、農作業の協調作業、追従作業、随伴作業等と称することがある。本明細書において無人トラクタと有人トラクタの違いは、ユーザによる操作の有無であり、各構成は基本的に共通であるものとする。即ち、無人トラクタであってもユーザが搭乗（乗車）して操作することが可能であり（即ち有人トラクタとして使用することができ）、あるいは有人トラクタであってもユーザが降車して自律走行・自律作業させることが可能である（即ち、無人トラクタとして使用することができる）。なお、農作業の協調作業としては、「単一圃場における農作業を無人車両及び有人車両で実行すること」に加え、「隣接する圃場等の異なる圃場における農作業を同時期に無人車両及び有人車両で実行すること」が含まれてもよい。

20

【0024】

次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る作業車両制御システム60により制御されるロボットトラクタ1及びこれと協調して作業を行う有人のトラクタ1Xを示す側面図である。図2は、ロボットトラクタ1の全体的な構成を示す側面図である。図3は、ロボットトラクタ1の平面図である。図4は、ユーザにより操作され、ロボットトラクタ1と無線通信することが可能な無線通信端末46を示す図である。図5は、ロボットトラクタ1、有人トラクタ1X、及び無線通信端末46の主要な電氣的構成を示すブロック図である。

30

【0025】

本発明の実施の一形態に係る作業車両制御システム60は、図1に示すロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lを調整するようにロボットトラクタ1の走行を制御するものである。作業車両制御システム60の各構成は、図5に示すように、主としてロボットトラクタ1に備えられる。

40

【0026】

初めに、ロボットトラクタ（以下、単に「トラクタ」と称する場合がある。）1について、主として図2及び図3を参照して説明する。

【0027】

トラクタ1は、圃場領域内を自律走行する車体部としての走行機体2を備える。走行機体2には、図2及び図3に示す作業機3が着脱可能に取り付けられている。この作業機3としては、例えば、耕耘機（管理機）、プラウ、施肥機、草刈機、播種機等の種々の作業機があり、これらの中から必要に応じて所望の作業機3を選択して走行機体2に装着することができる。走行機体2は、装着された作業機3の高さ及び姿勢を変更可能に構成されている。

50

## 【 0 0 2 8 】

トラクタ 1 の構成について図 2 及び図 3 を参照して説明する。トラクタ 1 の走行機体 2 は、図 1 に示すように、その前部が左右 1 対の前輪 7 , 7 で支持され、その後部が左右 1 対の後輪 8 , 8 で支持されている。

## 【 0 0 2 9 】

走行機体 2 の前部にはボンネット 9 が配置されている。このボンネット 9 内にはトラクタ 1 の駆動源であるエンジン 1 0 や燃料タンク（不図示）等が収容されている。このエンジン 1 0 は、例えばディーゼルエンジンにより構成することができるが、これに限るものではなく、例えばガソリンエンジンにより構成してもよい。また、駆動源としてエンジン 1 0 に加えて、又は、代えて電気モータを採用してもよい。

10

## 【 0 0 3 0 】

ボンネット 9 の後方には、ユーザが搭乗するためのキャビン 1 1 が配置されている。このキャビン 1 1 の内部には、ユーザが操向操作するためのステアリングハンドル 1 2 と、ユーザが着座可能な座席 1 3 と、各種の操作を行うための様々な操作装置と、が主として設けられている。ただし、作業車両は、キャビン 1 1 付きのものに限るものではなく、キャビン 1 1 を備えないものであってもよい。

## 【 0 0 3 1 】

上記の操作装置としては、図 3 に示すモニタ装置 1 4 、スロットルレバー 1 5 、主変速レバー 2 7 、複数の油圧操作レバー 1 6 、 P T O スイッチ 1 7 、 P T O 変速レバー 1 8 、副変速レバー 1 9 、及び作業機昇降スイッチ 2 8 等を例として挙げることができる。これらの操作装置は、座席 1 3 の近傍、又はステアリングハンドル 1 2 の近傍に配置されている。

20

## 【 0 0 3 2 】

モニタ装置 1 4 は、トラクタ 1 の様々な情報を表示可能に構成されている。スロットルレバー 1 5 は、エンジン 1 0 の出力回転数を設定するための操作具である。主変速レバー 2 7 は、トラクタ 1 の走行速度を無段階で変更するための操作具である。油圧操作レバー 1 6 は、図略の油圧外部取出バルブを切換操作するための操作具である。 P T O スイッチ 1 7 は、トランスミッション 2 2 の後端から突出した図略の P T O 軸（動力伝達軸）への動力の伝達 / 遮断を切換操作するための操作具である。即ち、 P T O スイッチ 1 7 が O N 状態であるとき P T O 軸に動力が伝達されて P T O 軸が回転し、作業機 3 が駆動される一方、 P T O スイッチ 1 7 が O F F 状態であるとき P T O 軸への動力が遮断されて P T O 軸が回転せず、作業機 3 が停止される。 P T O 変速レバー 1 8 は、作業機 3 に入力される動力の変更操作を行うものであり、具体的には P T O 軸の回転速度の変速操作を行うための操作具である。副変速レバー 1 9 は、トランスミッション 2 2 内の走行副変速ギア機構の変速比を切り換えるための操作具である。作業機昇降スイッチ 2 8 は、走行機体 2 に装着された作業機 3 の高さを所定範囲内で昇降操作するための操作具である。

30

## 【 0 0 3 3 】

図 2 に示すように、走行機体 2 の下部には、トラクタ 1 のシャーシ 2 0 が設けられている。当該シャーシ 2 0 は、機体フレーム 2 1 、トランスミッション 2 2 、フロントアクスル 2 3 、及びリアアクスル 2 4 等から構成されている。

40

## 【 0 0 3 4 】

機体フレーム 2 1 は、トラクタ 1 の前部における支持部材であって、直接、又は防振部材等を介してエンジン 1 0 を支持している。トランスミッション 2 2 は、エンジン 1 0 からの動力を変化させてフロントアクスル 2 3 及びリアアクスル 2 4 に伝達する。フロントアクスル 2 3 は、トランスミッション 2 2 から入力された動力を前輪 7 に伝達するように構成されている。リアアクスル 2 4 は、トランスミッション 2 2 から入力された動力を後輪 8 に伝達するように構成されている。

## 【 0 0 3 5 】

図 5 に示すように、トラクタ 1 は、走行機体 2 の動作（前進、後進、停止及び旋回等）及び作業機 3 の動作（昇降、駆動及び停止等）を制御するための制御部 4 を備える。制御

50

部4は、図示しないCPU、ROM、RAM、I/O等を備えて構成されており、CPUは、各種プログラム等をROMから読み出して実行することができる。制御部4には、トラクタ1が備える各構成（例えば、エンジン10等）を制御するためのコントローラ、及び、他の無線通信機器と無線通信可能な無線通信部40等がそれぞれ電氣的に接続されている。

【0036】

上記のコントローラとして、トラクタ1は少なくとも、図略のエンジンコントローラ、車速コントローラ、操向コントローラ及び昇降コントローラを備える。それぞれのコントローラは、制御部4からの電気信号に応じて、トラクタ1の各構成を制御することができる。

10

【0037】

エンジンコントローラは、エンジン10の回転数等を制御するものである。具体的には、エンジン10には、当該エンジン10の回転数を変更させる図略のアクチュエータを備えたガバナ装置41が設けられている。エンジンコントローラは、ガバナ装置41を制御することで、エンジン10の回転数を制御することができる。また、エンジン10には、エンジン10の燃焼室内に噴射（供給）する燃料の噴射時期・噴射量を調整する燃料噴射装置52が付設されている。エンジンコントローラは、燃料噴射装置52を制御することで、例えばエンジン10への燃料の供給を停止させ、エンジン10の駆動を停止させることができる。

【0038】

20

車速コントローラは、トラクタ1の車速を制御するものである。具体的には、トランスミッション22には、例えば可動斜板式の油圧式無段変速装置である変速装置42が設けられている。車速コントローラは、変速装置42の斜板の角度を図略のアクチュエータによって変更することで、トランスミッション22の変速比を変更し、所望の車速を実現することができる。

【0039】

操向コントローラは、ステアリングハンドル12の回動角度を制御するものである。具体的には、ステアリングハンドル12の回転軸（ステアリングシャフト）の中途部には、操向アクチュエータ43が設けられている。この構成で、予め定められた経路をトラクタ1が（無人トラクタとして）走行する場合、制御部4は、当該経路に沿ってトラクタ1が走行するようにステアリングハンドル12の適切な回動角度を計算し、得られた回動角度となるように操向コントローラに制御信号を出力する。操向コントローラは、制御部4から入力された制御信号に基づいて操向アクチュエータ43を駆動し、ステアリングハンドル12の回動角度を制御する。

30

【0040】

昇降コントローラは、作業機3の昇降を制御するものである。具体的には、トラクタ1は、作業機3を走行機体2に連結している3点リンク機構の近傍に、油圧シリンダ等からなる昇降アクチュエータ44を備えている。この構成で、昇降コントローラは、制御部4から入力された制御信号に基づいて昇降アクチュエータ44を駆動して作業機3を適宜に昇降動作させることにより、所望の高さで作業機3により農作業を行うことができる。この制御により、作業機3を、退避高さ（農作業を行わない高さ）及び作業高さ（農作業を行う高さ）等の所望の高さで支持することができる。

40

【0041】

なお、上述した図略の複数のコントローラは、制御部4から入力される信号に基づいてエンジン10等の各部を制御していることから、制御部4が実質的に各部を制御していると把握することができる。

【0042】

上述のような制御部4を備えるトラクタ1は、ユーザがキャビン11内に搭乗して各種操作をすることにより、当該制御部4によりトラクタ1の各部（走行機体2、作業機3等）を制御して、圃場内を走行しながら農作業を行うことができるように構成されている。

50

加えて、本実施形態のトラクタ1は、ユーザがトラクタ1に搭乗しなくても、無線通信端末46により出力される所定の制御信号により自律走行及び自律作業させることが可能となっている。

【0043】

具体的には、図5等に示すように、トラクタ1は、自律走行・自律作業を可能とするための各種の構成を備えている。例えば、トラクタ1は、測位システムに基づいて自ら（走行機体2）の位置情報を取得するために必要な測位用アンテナ6等の構成を備えている。このような構成により、トラクタ1は、測位システムに基づいて自らの位置情報を取得して、圃場を自律的に走行することが可能となっている。

【0044】

次に、自律走行を可能とするためにトラクタ1が備える構成について、図5等を参照して詳細に説明する。具体的には、本実施形態のトラクタ1は、測位用アンテナ6、無線通信アンテナ48、及び記憶部55等を備える。また、これらに加えて、トラクタ1には、走行機体2の姿勢（ロール角、ピッチ角、ヨー角）を特定することが可能な図略の慣性計測ユニット（IMU）が備えられている。

【0045】

測位用アンテナ6は、例えば衛星測位システム（GNSS）等の測位システムを構成する測位衛星からの信号を受信するものである。図2に示すように、測位用アンテナ6は、トラクタ1のキャビン11が備えるルーフ92の上面に配置されている。測位用アンテナ6で受信された測位信号は、図5に示す位置情報算出部49に入力される。位置情報算出部49は、トラクタ1の走行機体2（厳密には測位用アンテナ6）の位置情報を、例えば緯度・経度情報として算出する。当該位置情報算出部49で算出された位置情報は、制御部4に入力されて、自律走行に利用される。

【0046】

なお、本実施形態ではGNSS-RTK法を利用した高精度の衛星測位システムが用いられているが、これに限られるものではなく、高精度の位置座標が得られる限りにおいて他の測位システムを用いてもよい。例えば、相対測位方式（DGPS）、又は静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）を使用することが考えられる。

【0047】

無線通信アンテナ48は、ユーザが操作する無線通信端末46からの信号を受信したり、無線通信端末46への信号を送信したりするものである。図2に示すように、無線通信アンテナ48は、トラクタ1のキャビン11が備えるルーフ92の上面に配置されている。無線通信アンテナ48で受信した無線通信端末46からの信号は、図5に示す無線通信部40で信号処理され、制御部4に入力される。また、制御部4から無線通信端末46に送信する信号は、無線通信部40で信号処理された後、無線通信アンテナ48から送信されて無線通信端末46で受信される。

【0048】

記憶部55は、トラクタ1を自律走行させる経路である、直線状又は折れ線状の作業経路（農作業を行う経路）P1と、旋回用の円弧状の接続経路P2と、を交互に繋いでなる走行経路（パス）Pを記憶したり、自律走行中のトラクタ1（厳密には、測位用アンテナ6）の位置の推移（走行軌跡）を記憶したりするメモリである。その他にも、記憶部55は、トラクタ1を自律走行・自律作業させるために必要な様々な情報を記憶している。

【0049】

無線通信端末46は、図4に示すように、タブレット型のパーソナルコンピュータとして構成される。本実施形態では、有人のトラクタ1Xを操作するユーザが無線通信端末46を持って有人トラクタ1Xに搭乗し、例えば無線通信端末46を有人トラクタ1X内の適宜の支持部にセットして操作する。ユーザは、無線通信端末46のディスプレイ37に表示された情報（例えば、ロボットトラクタ1に取り付けられた各種センサからの情報）を参照して確認することができる。また、ユーザは、ディスプレイ37の近傍に配置されたハードウェアキー38、及びディスプレイ37を覆うように配置された図示しないタッ

10

20

30

40

50

チパネル等を操作して、トラクタ1の制御部4に、トラクタ1を制御するための制御信号を送信することができる。なお、無線通信端末46が制御部4に出力する制御信号としては、自律走行・自律作業の経路に関する信号や自律走行・自律作業の開始信号、停止信号、終了信号、緊急停止信号、一時停止信号及び一時停止後の再開信号等が考えられるが、これに限定されない。

**【0050】**

無線通信端末46は、ディスプレイ37に表示する画面を適宜切り替える制御を行う表示制御部31や、走行経路を生成する経路生成部47や、ユーザが登録した圃場及び走行領域の情報並びに経路生成部47で生成した走行経路の情報等を記憶する記憶部32等を備えている。

10

**【0051】**

なお、無線通信端末46はタブレット型のパーソナルコンピュータに限るものではなく、これに代えて、例えばノート型のパーソナルコンピュータで構成することも可能である。あるいは、ロボットトラクタ1と協調作業を行う有人のトラクタ1Xに搭載されるモニタ装置を無線通信端末とすることもできる。

**【0052】**

このように構成されたトラクタ1は、無線通信端末46を用いるユーザの指示に基づいて、圃場上の経路に沿って走行しつつ、作業機3による農作業を行うことができる。

**【0053】**

具体的には、ユーザは、無線通信端末46を用いて各種設定を行うことにより、図6に示すような走行経路(パス)Pを経路生成部47により生成することができる。この走行経路Pは、農作業を行う直線状又は折れ線状の作業経路(トラクタ1が農作業を行う経路)P1と、当該作業経路の端同士を繋ぐ円弧状の接続経路(トラクタ1が旋回を行う経路)P2と、を交互に繋いだ一連の経路として構成される。そして、このようにして生成した走行経路Pの情報を、記憶部32に記憶した後、トラクタ1の制御部4に電氣的に接続された記憶部55に入力(転送)して所定の操作をすることにより、当該制御部4によりトラクタ1を制御して、当該トラクタ1を走行経路Pに沿って自律走行させながら作業機3により自律作業させることができる。

20

**【0054】**

図6に示すように、本実施形態では、走行経路Pに沿って自律走行・自律作業を行うロボットトラクタ(第1作業車両)1と協調して、有人のトラクタ(第2作業車両)1Xは手動走行・手動作業を行う。図6は、ロボットトラクタ1と有人のトラクタ1Xが協調して作業を行う様子を示す図である。具体的には、本実施形態では、隣接する2つの作業経路P1のうち、一方の作業経路P1をロボットトラクタ1が、他方の作業経路P1を有人トラクタ1Xが、それぞれ走行しながら作業を行う。

30

**【0055】**

この協調作業にあたっては、有人トラクタ1Xに搭乘するユーザがロボットトラクタ1を直接視認し易いように、ロボットトラクタ1が先行側を走行し、有人トラクタ1Xが後続側を走行する。言い換えれば、有人トラクタ1Xは、ロボットトラクタ1の右斜め後ろ又は左斜め後ろを走行する。有人トラクタ1Xに搭乘したユーザは手動走行・手動作業を行うとともに、先行側のロボットトラクタ1を監視し、必要に応じて無線通信端末46を操作して、ロボットトラクタ1に対して自律走行に関する指示を行う。

40

**【0056】**

なお、本実施形態では図5に示すように、有人トラクタ1Xにも、測位用アンテナ6、位置情報算出部49、無線通信部40、及び無線通信用アンテナ48等が備えられている。また、有人トラクタ1Xには、位置情報算出部49によって取得した位置情報をロボットトラクタ1側に出力することが可能な位置情報出力部58が備えられている。この構成で、有人トラクタ1Xは、測位システムに基づいて自ら(走行機体2)の位置を取得し、当該位置を無線通信によりロボットトラクタ1に送信することができる。

**【0057】**

50

そして、本実施形態のロボットトラクタ1には、図5に示すように、有人トラクタ1Xとの間の離間距離(車間間隔)を調整するようにロボットトラクタ1の走行を制御するための作業車両制御システム60が備えられている。作業車両制御システム60は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離が大きくなり過ぎたときに、離間距離をこれ以上大きくしないための、あるいは小さくするための制御を行う。

【0058】

以下では、作業車両制御システム60の構成について、図5を参照して詳細に説明する。作業車両制御システム60は、位置情報取得部62、離間距離特定部63、減速停止判定部64、緊急停止部65、離間距離調整部66、及び進行方向情報取得部67等を備える。

10

【0059】

ロボットトラクタ1の制御部4は、上述したようにコンピュータとして構成されており、CPU、ROM、RAM等を備える。また、前記ROMには、ロボットトラクタ1に自律走行を行わせるための適宜のプログラム等が記憶されている。このソフトウェアとハードウェアの協働により、位置情報取得部62、離間距離特定部63、減速停止判定部64、緊急停止部65、離間距離調整部66、及び進行方向情報取得部67等が構成される。

【0060】

図5に示す位置情報取得部62は、ロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの位置情報を取得するものである。位置情報取得部62は、ロボットトラクタ1の位置情報算出部49で算出されたロボットトラクタ1の位置情報を、制御部4を介して取得する。また、位置情報取得部62は、有人トラクタ1Xの位置情報算出部49で算出された有人トラクタ1Xの位置情報を、位置情報出力部58、無線通信用アンテナ48、無線通信部40、及び制御部4等を介して取得する。

20

【0061】

離間距離特定部63は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離(車間距離)を特定するものである。離間距離特定部63は、位置情報取得部62で取得したロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの位置情報に基づいて、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離を計算により取得(特定)する。

【0062】

進行方向情報取得部67は、ロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの進行方向情報を取得するものである。進行方向情報取得部67は、位置情報取得部62で取得されたロボットトラクタ1の位置の推移に基づいて、ロボットトラクタ1の進行方向を算出する。また、進行方向情報取得部67は、位置情報取得部62で取得された有人トラクタ1Xの位置の推移に基づいて、有人トラクタ1Xの進行方向を算出する。

30

【0063】

減速停止判定部64は、ロボットトラクタ1を緊急停止させる制御を行うか、一時停止させる制御を行うか、減速させる制御を行うか、あるいはそれらの何れの制御も行わないかを判定するものである。ここで、一時停止とは、所定の初期化作業を要さずロボットトラクタ1の走行及び作業を再開することが可能な停止態様を指す。一方、緊急停止とは、所定の初期化作業を行わなければロボットトラクタ1の走行及び作業を再開することが不

40

【0064】

減速停止判定部64は、離間距離特定部63から取得したロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離と、進行方向情報取得部67から取得したロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの進行方向情報と、に基づいて、ロボットトラクタ1を緊急停止させる制御を行うか、一時停止させる制御を行うか、減速させる制御を行うか、あるいはそれらの何れの制御も行わないかの判定を行う。

【0065】

緊急停止部65は、ロボットトラクタ1の走行を緊急停止させる制御を行うものである。具体的には、本実施形態の緊急停止部65は、制御部4により変速装置42を制御する

50

ことによって前記斜板の角度を調整し、車速を0とすることによってロボットトラクタ1の走行を停止させる。これと略同時に、緊急停止部65は、ロボットトラクタ1のPTO軸への動力の伝達を遮断する。そのため、本実施形態では、緊急停止部65の制御によりロボットトラクタ1が緊急停止した場合には、ロボットトラクタ1が停止した場所までユーザが移動して、PTOスイッチ17等进行操作することによりPTO軸への動力の伝達を再開可能とする初期化作業(所定の初期化作業)をしなければ、ロボットトラクタ1の走行及び作業を再開することはできない。

#### 【0066】

離間距離調整部66は、ロボットトラクタ1の走行速度を減速、又は走行を一時停止させる制御を行うものである。具体的には、本実施形態の離間距離調整部66は、制御部4により変速装置42を制御することによって前記斜板の角度を調整し、変速比を減速側に、又は0となるように変更する。なお、このとき、離間距離調整部66は、ロボットトラクタ1のPTO軸への動力の伝達を遮断しない。そのため、本実施形態では、離間距離調整部66の制御によりロボットトラクタ1が一時停止した場合には、上記の初期化作業を行わなくても、ユーザが無線通信端末46を操作して作業再開信号を制御部4に出力することにより、ロボットトラクタ1の走行及び作業を容易に再開することができる。

#### 【0067】

次に、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離が大きくなり過ぎないようにするために作業車両制御システム60等が行う処理の流れについて、図7から図9までを参照しながら詳細に説明する。図7は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lを制御するために作業車両制御システム60が行う処理を示すフローチャートである。図8は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離と、当該離間距離に応じて行われる制御と、の関係を示す説明図である。図9は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの向き及び位置関係の例を示す模式図である。

#### 【0068】

初めに、図7に示すステップS101において、作業車両制御システム60は、ロボットトラクタ1又は有人トラクタ1Xの少なくとも何れかが接続経路(旋回路)P2上に位置しているか否かを判断する。

#### 【0069】

ロボットトラクタ1又は有人トラクタ1Xの何れか又は両方が接続経路P2に位置している場合(ステップS101, Yes)、ロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xのうち少なくとも何れかの進行方向が短時間後に大きく変化する可能性が高いため、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離を調整する意義が乏しい。そこで、この場合は、作業車両制御システム60は離間距離の調整制御を行わずに、ロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの両方が作業経路P1上に位置するようになるまで待機する。

#### 【0070】

一方、ステップS101の判断の結果、ロボットトラクタ1又は有人トラクタ1Xの何れも接続経路P2に位置していない場合(ステップS101, No)、作業車両制御システム60は、ステップS102以降の処理を行う。

#### 【0071】

ステップS102において、作業車両制御システム60は、ロボットトラクタ1が特殊態様での走行を行っているか否かを判断する。特殊態様での走行とは、通常とは異なる態様での走行を意味し、具体例としては、農作業を行わずに作業経路を走行するダミーラン走行が行われる場合、作業経路を何列おきに走行するかを表すスキップ数が通常から変更されて走行が行われる場合、障害物を回避するために当該障害物を迂回する経路を走行する場合等が考えられる。具体的には、作業車両制御システム60は、昇降アクチュエータ44の作動状態や、ロボットトラクタ1の位置情報の推移等を、制御部4を介して取得することにより、特殊態様での走行が行われているか否かを判断する。

#### 【0072】

ステップS102での判断の結果、ロボットトラクタ1が特殊態様で走行を行っている

10

20

30

40

50

場合（ステップS102, Yes）、作業車両制御システム60は、ロボットトラクタ1を、次に到達する接続経路P2の終点（即ち、次に作業を行う作業経路P1の始点）で一時停止させる（ステップS103）。具体的には、作業車両制御システム60の離間距離調整部66は、ロボットトラクタ1が次に到達する接続経路P2の終点で一時停止するように、制御部4を介して変速装置42を制御して、適時に変速比を0に変更する。これにより、特殊態様で走行するロボットトラクタ1について行く有人トラクタ1Xがもたついても、ロボットトラクタ1が接続経路P2の終点で一時停止して待機しているため、有人トラクタ1Xがロボットトラクタ1に追いつくことができる。また、本実施形態では、ロボットトラクタ1が、次に作業を開始する作業経路P1の始点で一時停止するため、有人トラクタ1Xのユーザが、次にどの作業経路P1で作業を行うのかを容易に把握  
10

【0073】

一方、ステップS102での判断の結果、ロボットトラクタ1が特殊態様でなく通常の走行を行っている場合（ステップS102, No）、作業車両制御システム60は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離及び進行方向に応じてロボットトラクタ1の走行を制御するために、ステップS104以降の処理に移行する。

【0074】

ステップS104において、作業車両制御システム60の進行方向情報取得部67は、ロボットトラクタ1の進行方向と、有人トラクタ1Xの進行方向とが、同じであるか否かを判断する。  
20

【0075】

ステップS104の判断の結果、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの進行方向が図9(a)のように同じである場合（ステップS104, Yes）、ステップS105において、作業車両制御システム60の離間距離特定部63は、位置情報取得部62で取得したロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの位置情報に基づいて、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lを特定（算出）し、取得する。

【0076】

ステップS106において、作業車両制御システム60の減速停止判定部64は、離間距離Lが第1閾値を上回るか否かを判断する。本実施形態では図8に示すように、第1閾値として、これ以上距離が大きくなるとロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの間の無線通信が途絶えてしまうおそれがあるという無線通信の限界距離（例えば、100m）が設定されている。  
30

【0077】

ステップS106の判断において、離間距離Lが第1閾値を上回っていた場合（ステップS106, Yes）、作業車両制御システム60の緊急停止部65は、ロボットトラクタ1を緊急停止させる制御を行う（ステップS107）。具体的には、緊急停止部65は、制御部4を介して変速装置42を制御することによって、車速を0としてロボットトラクタ1の走行を直ちに停止させる。これにより、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lが無線通信の限界距離を上回った場合に、直ちにロボットトラクタ1を緊急停止させることができるので、有人トラクタ1Xとの通信が途絶えたり、ユーザの監視が行き届かなくなったりしてしまふことを防止することができる。なお、この際、作業車両制御システム60は、無線通信端末46の表示制御部31に信号を送信して、当該無線通信端末46のディスプレイ37に、例えば「車間距離が大き過ぎるためロボットトラクタが緊急停止しました」というような内容の報知メッセージを表示させてもよい。なお、ロボットトラクタ1が緊急停止した後、走行及び作業を再開させるためには、ユーザが有人トラクタ1Xから降車し、ロボットトラクタ1の配置される場所まで移動して上記の初期化作業をする必要がある。  
40

【0078】

一方、ステップS106の判断において、離間距離Lが第1閾値以下である場合（ステ  
50

ップS106, No)、作業車両制御システム60の減速停止判定部64は、離間距離Lが第3閾値以上かつ第1閾値以下であるか否かを判断する(ステップS108)。

【0079】

ステップS108の判断の結果、離間距離Lが第3閾値以上かつ第1閾値以下である場合(ステップS108, Yes)、作業車両制御システム60の離間距離調整部66は、ロボットトラクタ1を一時停止させる制御を行う(ステップS109)。具体的には、離間距離調整部66は、制御部4を介して変速装置42を制御することにより、変速比を0にする。これにより、本実施形態では、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lが、無線通信の限界距離ほどではないがある程度大きくなった場合(例えば、90m以上かつ100m以下。即ち、本実施形態において、第3閾値は90mに設定されている。)に、ロボットトラクタ1を一時停止させることができ、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lがこれ以上大きくなってロボットトラクタ1を緊急停止せざるを得なくなってしまう事態を未然に防ぐことができる。なお、この際、作業車両制御システム60は、無線通信端末46の表示制御部31に信号を送信して、当該無線通信端末46のディスプレイ37に、例えば「車間距離が大きいためロボットトラクタが一時停止しました」というような内容の報知メッセージを表示させてもよい。ロボットトラクタ1が一時停止した後、走行及び作業を再開させる場合には、ユーザが無線通信端末46を操作して作業再開信号を制御部4に出力するだけで足りる。

10

【0080】

一方、ステップS108の判断の結果、離間距離Lが第3閾値未満である場合(ステップS107, No)、ステップS110において、減速停止判定部64は、離間距離Lが第2閾値以上かつ第3閾値未満であるか否かを判断する。本実施形態において、第2閾値は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離として適切な距離の上限の値(例えば、80m)に設定されている。

20

【0081】

ステップS110の判断の結果、離間距離Lが第2閾値以上かつ第3閾値未満である場合(ステップS110, Yes)、減速停止判定部64はロボットトラクタ1を減速する制御を行う(ステップS111)。具体的には、離間距離調整部66は、制御部4を介して変速装置42を制御することにより、変速比を減速側に変更する。これにより、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lが(ロボットトラクタ1を一時停止させるほどではないが)やや大きい場合に、ロボットトラクタ1を減速させることができるので、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lがこれ以上大きくなるのを抑制することができる。なお、この際、作業車両制御システム60は、無線通信端末46の表示制御部31に信号を送信して、当該無線通信端末46のディスプレイ37に、例えば「車間距離がやや大きいためロボットトラクタが減速しました」というような内容の報知メッセージを表示させてもよい。

30

【0082】

一方、ステップS110の判断の結果、離間距離Lが第2閾値未満である場合(ステップS110, No)、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lが適切な大きさであることを意味する。よって、この場合は、作業車両制御システム60はロボットトラクタ1を減速も停止もさせないこととし、緊急停止部65や離間距離調整部66には特に指示は出さずに、ステップS101の処理に戻る。

40

【0083】

ステップS104の判断の結果、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの進行方向が異なる場合(ステップS104, No)、作業車両制御システム60は、ステップS112において、有人トラクタ1Xから見て当該有人トラクタ1Xの進行方向の反対側(後方側)にロボットトラクタ1が位置するか否かを判断する。

【0084】

ステップS112の判断の結果、図9(c)に示すように有人トラクタ1Xから見て当該有人トラクタ1Xの進行方向の反対側にロボットトラクタ1が位置する場合(ステップ

50

S 1 1 2 , Y e s )、ユーザの視界にロボットトラクタ 1 が入りにくく、また、両車両の車間間隔が急激に増大してユーザの監視が行き届かなくなるおそれがある。そこで、この場合、作業車両制御システム 6 0 は、通常値 (第 1 の値。例えば、8 0 m) よりも小さい値 (第 2 の値。例えば、5 m) を第 2 閾値として設定する (ステップ S 1 1 3)。これにより、ロボットトラクタ 1 と有人トラクタ 1 X の進行方向が同じ向きの場合よりも小さい離間距離 L (例えば、5 m) だけ両車両の車間間隔が離れた時点でロボットトラクタ 1 を減速させることができ、ユーザの監視が行き届かなくなることを効果的に防止できる。

【 0 0 8 5 】

一方、ステップ S 1 1 2 の判断の結果、図 9 ( b ) に示すように有人トラクタ 1 X から見て当該有人トラクタ 1 X の進行方向にロボットトラクタ 1 が位置する場合、ユーザはロボットトラクタ 1 を容易に視認することができ、また、両車両の車間間隔が大きくなり過ぎることは想定しにくい。そこで、この場合、作業車両制御システム 6 0 は離間距離を調整する制御は行わずに、ステップ S 1 0 1 に戻る。

【 0 0 8 6 】

本実施形態では、作業車両制御システム 6 0 によって上述のような制御が行われることにより、ロボットトラクタ 1 と有人トラクタ 1 X の離間距離が大きくなり過ぎてしまうことを防止することができる。即ち、図 8 に示すように、ロボットトラクタ 1 と有人トラクタ 1 X の離間距離 L が無線通信の限界距離となった場合 (第 1 閾値を超えた場合) にはロボットトラクタ 1 を緊急停止させることとしている。一方、緊急停止させるほどではないが離間距離 L がある程度大きい場合 (第 2 閾値以上かつ第 1 閾値以下の場合) には、ロボットトラクタ 1 を減速させあるいは一時停止させることとしている。これにより、ロボットトラクタ 1 と有人トラクタ 1 X の離間距離が大きくなり過ぎることを防止しつつ、ユーザが所定の初期化作業をしないと走行及び作業が再開できない緊急停止となる事態を効果的に防ぐことができ、作業効率を向上させることができる。

【 0 0 8 7 】

また、本実施形態では、作業車両制御システム 6 0 によって上述のような制御が行われることにより、ロボットトラクタ 1 で特殊態様での走行が行われた後には、当該ロボットトラクタ 1 が次の接続経路の終点で一時停止し、ユーザの指示を待って次の走行・作業を開始することとなる。これにより、ロボットトラクタ 1 が特殊態様で走行したときに、有人トラクタ 1 X を操作するユーザが不慣れであるためにもたついてしまっても、有人トラクタ 1 X がロボットトラクタ 1 に近づくまでロボットトラクタ 1 を一時停止させておくことができる。よって、ロボットトラクタ 1 と有人トラクタ 1 X の足並みの乱れを防止して、円滑な協調作業を実現することができる。

【 0 0 8 8 】

以上に説明したように、本実施形態の作業車両制御システム 6 0 は、位置情報取得部 6 2 と、離間距離特定部 6 3 と、緊急停止部 6 5 と、離間距離調整部 6 6 と、を備える。位置情報取得部 6 2 は、予め定められた走行経路 P に沿って自律走行を行うロボットトラクタ 1 の位置情報、及び、当該ロボットトラクタ 1 の後続側を走行しロボットトラクタ 1 と協調して作業を行う有人トラクタ 1 X の位置情報を取得する。離間距離特定部 6 3 は、ロボットトラクタ 1 と有人トラクタ 1 X との離間距離 L を特定する。緊急停止部 6 5 は、離間距離 L が第 1 閾値を超えた場合にロボットトラクタ 1 を緊急停止させる。離間距離調整部 6 6 は、離間距離 L が、第 1 閾値よりも小さい第 2 閾値以上であり、かつ第 1 閾値以下である場合に、ロボットトラクタ 1 を減速させあるいはロボットトラクタ 1 を一時停止させる。

【 0 0 8 9 】

これにより、例えば、第 1 閾値を無線通信の限界距離 (例えば、1 0 0 m) とし、第 2 閾値をそれよりも若干小さい距離 (例えば、8 0 m) とすることにより、ロボットトラクタ 1 と有人トラクタ 1 X との離間距離 L が無線通信の限界距離となった場合にはロボットトラクタ 1 を緊急停止させ、緊急停止させるほどではないが離間距離 L がある程度大きくなった場合にはロボットトラクタ 1 を減速させあるいは一時停止させることができる。よ

10

20

30

40

50

って、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lが大きくなり過ぎることを防止しつつ、作業再開時に所定の初期化作業が必要な緊急停止となる事態を効果的に防ぐことができるので、作業効率を向上させることができる。

【0090】

また、本実施形態の作業車両制御システム60においては、離間距離調整部66は、離間距離Lが、第2閾値よりも大きく第1閾値よりも小さい第3閾値以上であり、かつ第1閾値以下である場合には、ロボットトラクタ1を一時停止させる。また、離間距離調整部66は、離間距離Lが、第2閾値以上かつ第3閾値未満である場合には、ロボットトラクタ1を減速させる。

【0091】

これにより、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xとの離間距離Lが、ロボットトラクタ1を一時停止させるほどではないがある程度大きくなった場合（例えば、80m以上かつ90m未満である場合）には、ロボットトラクタ1を減速させて、例えば作業を続行することができる。よって、一時停止となる事態を効果的に防ぐことができるので、圃場を傷めないようにすることができ、また作業効率を向上させることができる。

【0092】

また、本実施形態の作業車両制御システム60は、有人トラクタ1Xの進行方向情報を取得する進行方向情報取得部67を備える。作業車両制御システム60は、有人トラクタ1Xから見て当該有人トラクタ1Xの進行方向の反対側にロボットトラクタ1が位置する場合には、前記の両車両の進行方向が同じ場合に第2閾値として設定される第1の値（例えば、80m）よりも小さい第2の値（例えば、5m）を、前記第2閾値として設定する。

【0093】

これにより、以下の効果が奏される。即ち、協調して作業を行う過程では、互いに逆向きに走行するロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xとがすれ違った後、図9(c)に示すように有人トラクタ1Xから見て当該有人トラクタ1Xの進行方向の反対側にロボットトラクタ1が位置する場合が生じる。この位置関係では、有人トラクタ1Xに搭乗するユーザの視界にロボットトラクタ1が入りにくくなる。そこで、このような場合には、離間距離が通常の場合よりも小さい離間距離（5m）となった時点でロボットトラクタ1を減速させることにより、ロボットトラクタ1に対するユーザの監視が行き届き易くなるので、円滑な協調作業を実現することができる。

【0094】

また、本実施形態の作業車両制御システム60においては、走行経路Pは、ロボットトラクタ1により作業が行われる複数の作業経路P1と、各作業経路P1を接続する接続経路P2とを含む。離間距離調整部66は、作業経路P1におけるロボットトラクタ1の走行態様が特殊態様である場合に、離間距離Lの如何を問わず接続経路P2でロボットトラクタ1を一時停止させることが可能である。

【0095】

これにより、以下の効果が奏される。即ち、ロボットトラクタ1の走行態様が通常と異なる特殊態様の場合、有人トラクタ1Xがロボットトラクタ1に円滑について行くことが難しい。そこで、このような場合には、ロボットトラクタ1を、例えば特殊態様での走行を終えた後の接続経路P2で一時停止させることとすることにより、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの足並みの乱れを防止することができる。

【0096】

また、本実施形態の作業車両制御システム60においては、一時停止とは、所定の初期化作業を要さずロボットトラクタ1の走行及び作業を再開することが可能な停止態様である。緊急停止とは、所定の初期化作業を行わなければロボットトラクタ1の走行及び作業を再開することが不能な停止態様である。

【0097】

これにより、所定の初期化作業（PTOスイッチ17の操作等）を行わないとロボット

10

20

30

40

50

トラクタ1の走行及び作業を再開できない緊急停止となる事態を極力回避することができる。よって、作業効率を向上させることができる。

【0098】

以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

【0099】

上記の実施形態では、作業車両制御システム60は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lが第2閾値以上かつ第3閾値未満である場合には、ロボットトラクタ1を減速(車速を減少)するものとしたが、これに代えて、離間距離Lが第2閾値以上かつ第3閾値未満である場合も、離間距離Lが第3閾値以上かつ第1閾値以下である場合と同様に、ロボットトラクタ1を一時停止させることとしてもよい。あるいは、これに代えて、離間距離Lが第2閾値以上かつ第3閾値未満である場合には、その旨(車間距離がやや大きい旨)をユーザに知らせる報知のみを行うものとしてもよい。

【0100】

上記の実施形態では、作業車両制御システム60は、離間距離Lが大きくなり過ぎた場合に、直ちにロボットトラクタ1を一時停止、緊急停止等させるものとした。しかしながら、これに限るものではなく、離間距離Lが大きくなり過ぎたと減速停止判定部64で判定されたら、次にロボットトラクタ1が到達する接続経路P2上で当該ロボットトラクタ1を一時停止又は緊急停止させることとしてもよい。このように構成した場合、ロボットトラクタ1を停止させたことに伴う圃場の荒れ等が、圃場での作物の生育等に影響を与えないようにすることができる。なお、ロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの少なくとも何れかの速度を考慮すると、ロボットトラクタ1を次に到達する接続経路P2まで走行させると離間距離Lが無線通信の限界距離(例えば、100m)を上回ってしまうことが予想される場合には、上記の実施形態のように、離間距離Lが大きくなり過ぎたと減速停止判定部64で判定された時点で直ちにロボットトラクタ1を緊急停止させることが好ましい。

【0101】

上記の実施形態では、有人トラクタ1Xも、ロボットトラクタ1と同様に、測位システムにより自らの位置を取得するための測位用アンテナ6や、自らの位置情報を算出するための位置情報算出部49等の構成を備えており、当該位置情報算出部49で算出された有人トラクタ1Xの位置情報が位置情報取得部62で取得されるものとした。しかしながら、これに限るものではなく、有人トラクタ1Xが測位システムにより自らの位置を取得するための構成を備えていなくてもよい。その場合、例えば、ロボットトラクタ1が自機の周囲(前方、後方等)を撮影するカメラを備える構成とし、当該カメラに映った有人トラクタ1Xの画像を作業車両制御システム60で解析することにより、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xとの相対的な位置情報を位置情報取得部62が取得するものとするることができる。

【0102】

あるいは、これに代えて、ロボットトラクタ1が赤外線センサや超音波センサ等の距離センサを備え、当該距離センサの検出結果に基づいてロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xとの相対的な位置情報を位置情報取得部62が取得するものとしてもよい。

【0103】

あるいは、これに代えて、有人トラクタ1Xが自らの走行距離を取得するための距離メータを備える構成とし、当該距離メータで取得された有人トラクタ1Xの走行距離と、測位システムで得られたロボットトラクタ1の走行軌跡あるいは車速設定や走行時間等に基づいて取得されたロボットトラクタ1の走行距離と、を比較することにより、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xとの相対的な位置情報を位置情報取得部62が取得するものとしてもよい。

【0104】

あるいは、ユーザが有人トラクタ1Xの車内に無線通信端末46を持ち込んでいるもの

と推定して、無線通信端末46が有する測位機能を用いて得られた位置情報を位置情報取得部62が取得して、これを有人トラクタ1Xの位置情報として取り扱うものとしてもよい。

【0105】

上記の実施形態では、作業車両制御システム60は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lが大き過ぎる場合にロボットトラクタ1を減速又は停止させる制御を行うものとしたが、これに加えて、離間距離Lが小さ過ぎる場合に、ロボットトラクタ1を加速(車速を上昇)させて車間距離を増大させるとともに警告を発する制御を併せて行うものとしてもよい。

【0106】

上記の実施形態では、作業車両制御システム60は、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離に応じて、ロボットトラクタ1を減速又は停止させる制御を行うものとしたが、これに加えて、あるいはこれに代えて、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離Lに応じて、異なる報知を行う制御を行うものとしてもよい。「異なる報知」としては、例えば、離間距離Lが小さ過ぎる場合に発する警告音と、緊急停止するほどではないが離間距離Lが大きき場合に発する警告音と、離間距離Lが大き過ぎて緊急停止する必要がある場合に発する警告音と、を異ならせることが考えられる。

【0107】

上記の実施形態では、ロボットトラクタ1又は有人トラクタ1Xの少なくとも何れかが接続経路P2上に位置している場合には、離間距離Lを調整しないものとした。しかしながら、これに代えて、例えば、ロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの両方が接続経路P2上に位置している場合には、第4閾値(例えば、5m)を設定し、離間距離Lが第4閾値未満であると離間距離特定部63で特定された場合には、減速停止判定部64でロボットトラクタ1の一時停止が必要と判定し、当該ロボットトラクタ1を直ちに一時停止することとしてもよい。これにより、接続経路P2でロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xが接近し過ぎることを防止することができる。

【0108】

上記の実施形態では、離間距離調整部66は、走行中の作業経路P1におけるロボットトラクタ1の走行態様が特殊態様である場合に、離間距離Lの如何を問わず次に到達する接続経路P2の終点でロボットトラクタ1を一時停止させるものとした。しかしながら、必ずしもこれに限るものではなく、例えばロボットトラクタ1が次に到達する接続経路P2の中途部でロボットトラクタ1を一時停止させてもよい。

【0109】

図7のステップS113の処理において、第2閾値だけでなく、第3閾値についても通常より小さい値を設定するように構成することもできる。

【0110】

図6に示すようにロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xが互いに異なる走行経路Pに沿って走行して協調作業を行うことに代えて、同一の走行経路Pに沿って走行して協調作業を行っても良い。この場合、ロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xは、同一の作業を行っても良いし、異なる作業を行っても良い。

【0111】

上記の実施形態では、作業車両制御システム60を構成する各部は、ロボットトラクタ1に備えられるものとしたが、必ずしもこれに限るものではなく、例えばこれに代えて、作業車両制御システム60を構成する各部のうちの一部又は全部を、有人のトラクタ1X又は無線通信端末46に備えられるものとしてもよい。

【0112】

上記のロボットトラクタ1と有人トラクタ1Xの離間距離を調整する制御に並行して、走行経路Pの往路と復路とでロボットトラクタ1及び有人トラクタ1Xの車速を自動で変更する制御が行われるものとしてもよい。具体的には、例えば、前記慣性計測ユニットの検出結果に基づいて走行機体2のピッチ角を取得して、上り坂の作業経路P1で走行・作

10

20

30

40

50

業を行っているときと、下り坂の作業経路 P 1 で走行・作業を行っているときと、で車速を異ならせることができる。あるいは、位置情報算出部 4 9 での算出結果から得られた圃場の高度情報に基づいて、上り坂の作業経路 P 1 と下り坂の作業経路 P 1 とを割り出して、それぞれで車速を異ならせることも可能である。これにより、農作業の仕上がりを均一にすることが可能となる。

#### 【 0 1 1 3 】

上記の実施形態では、ロボットトラクタ 1 を一時停止させる場合には P T O 軸への動力の伝達は遮断されない一方、ロボットトラクタ 1 を緊急停止させる場合には P T O 軸への動力の伝達が遮断されるものとした。しかしながら、必ずしもこれに限るものではなく、例えばこれに代えて、ロボットトラクタ 1 を一時停止させる場合にはエンジン 1 0 の駆動を停止しない一方、ロボットトラクタ 1 を緊急停止させる場合にはエンジン 1 0 の駆動を停止するものとしてもよい。その場合、「所定の初期化作業」とは、エンジン 1 0 を始動させるための作業を指すことになる。

10

#### 【 0 1 1 4 】

上記の実施形態では、第 1 閾値を無線通信の限界距離とし、無線通信の限界距離として 1 0 0 m を例示した。これは即ち、1 0 0 m を超えた場合に無線通信が限界を超える、言い換えれば、第 1 作業車両と第 2 作業車両の無線通信が切断されることを意味するが、無線通信の限界距離は数値（距離）で特定の値に定められるものではなく、電波の強度（送信電力）、及び、外部環境（例えば障害物の有無、天候等）など種々の要因により変動するものである。つまり、状況によっては、離間距離が 1 0 0 m に満たない 9 0 m であっても、無線通信ができなくなって第 1 作業車両が緊急停止することがありうる。このような場合、上記の実施形態のように第 3 閾値として 9 0 m を設定していたとしても、緊急停止が優先され、一時停止が行われないこととなってしまう。

20

#### 【 0 1 1 5 】

この点については、一時停止を行う第 3 閾値を第 1 閾値に対して十分に余裕をもって定めれば良いが、当該第 3 閾値を制御部 4 が状況に応じて変更するように構成することもできる。具体的には、第 1 作業車両と第 2 作業車両の無線通信が切断された際における第 1 作業車両と第 2 作業車両の離間距離  $L_x$  と、第 1 閾値とを比較し、離間距離  $L_x$  が第 1 閾値よりも所定値以上小さい場合に、第 3 閾値を新たな値に変更することとすればよい。変更後の第 3 閾値は少なくとも以下の数式 1 を満たす必要があるが、加えて、数式 2 を満たすことが望ましい。

30

（変更後の第 3 閾値） < （無線切断時の離間距離  $L_x$ ） ……（数式 1）

（変更後の第 3 閾値） < （変更前の第 3 閾値） - 値 D ……（数式 2）

なお、値 D は、値 D = 第 1 閾値 - 離間距離  $L_x$  を満たす値である。また、上記第 3 閾値の変更に伴って、制御部 4 が第 1 閾値を上記の離間距離  $L_x$  と同一の値に変更することとしてもよい。

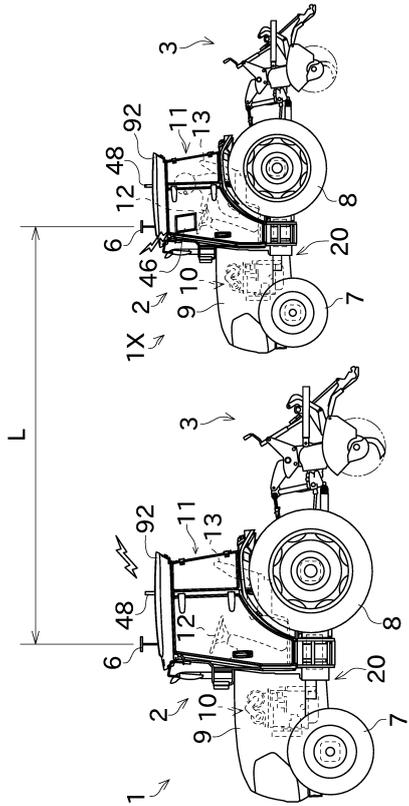
#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 1 1 6 】

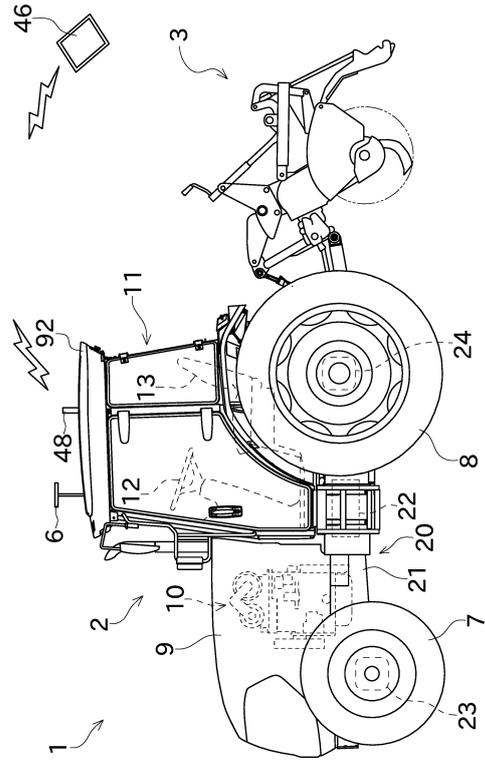
- 6 0 作業車両制御システム
- 6 2 位置情報取得部
- 6 3 離間距離特定部
- 6 5 緊急停止部
- 6 6 離間距離調整部
- L 離間距離
- P 走行経路

40

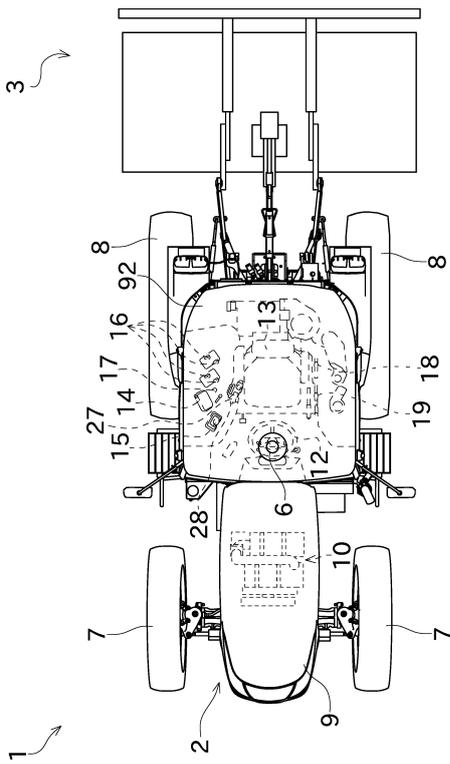
【 図 1 】



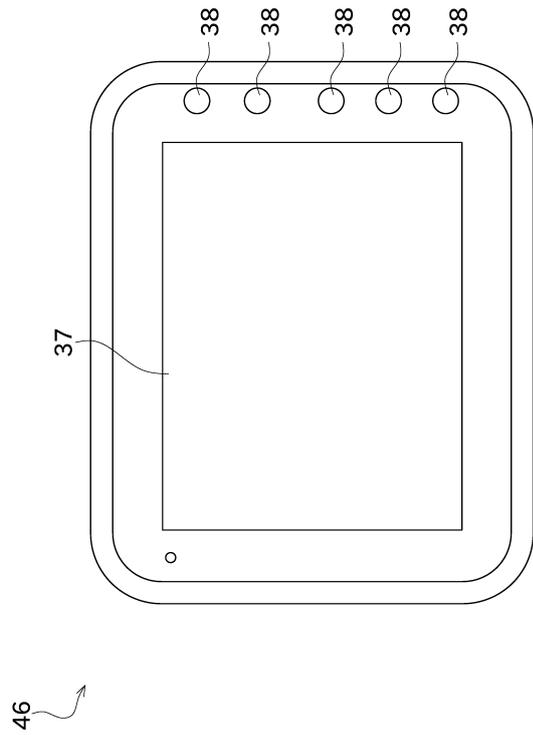
【 図 2 】



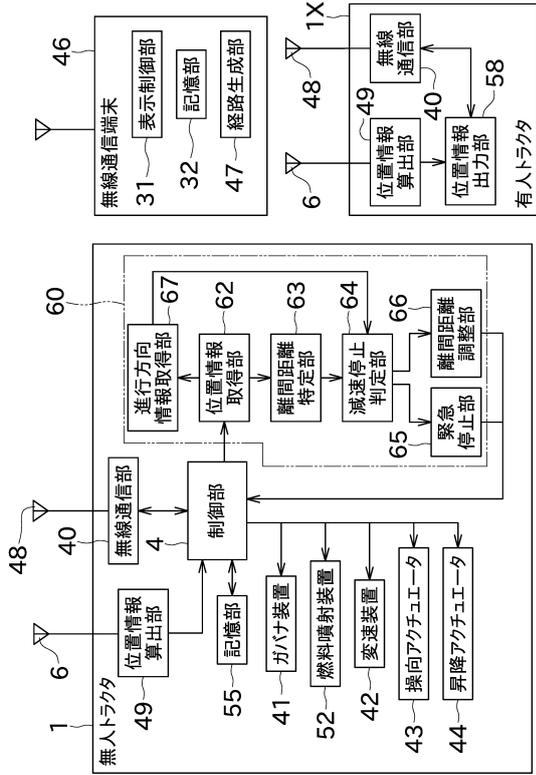
【 図 3 】



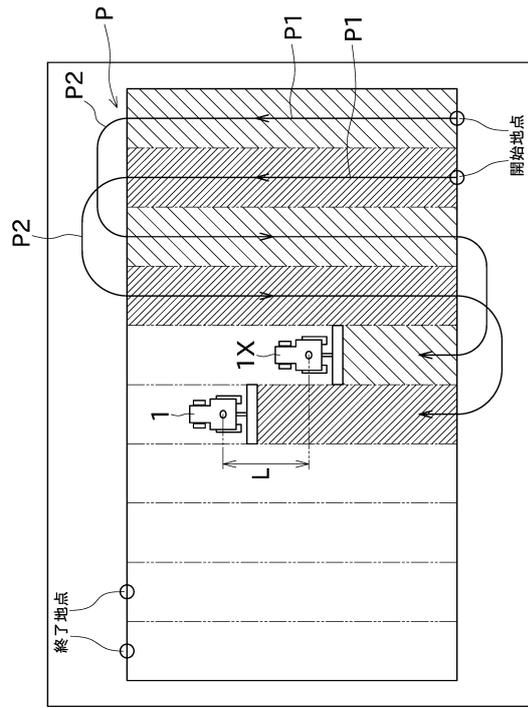
【 図 4 】



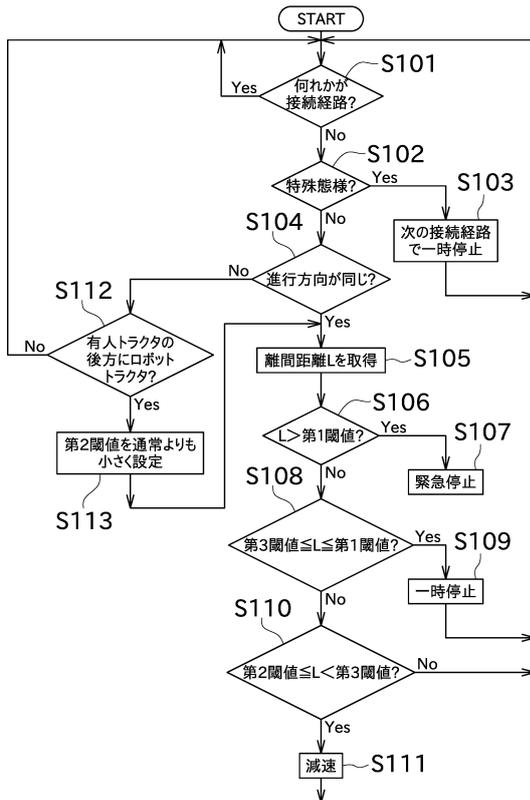
【図5】



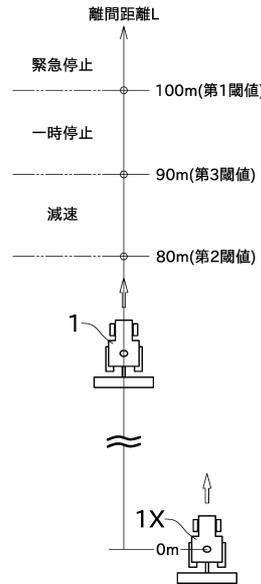
【図6】



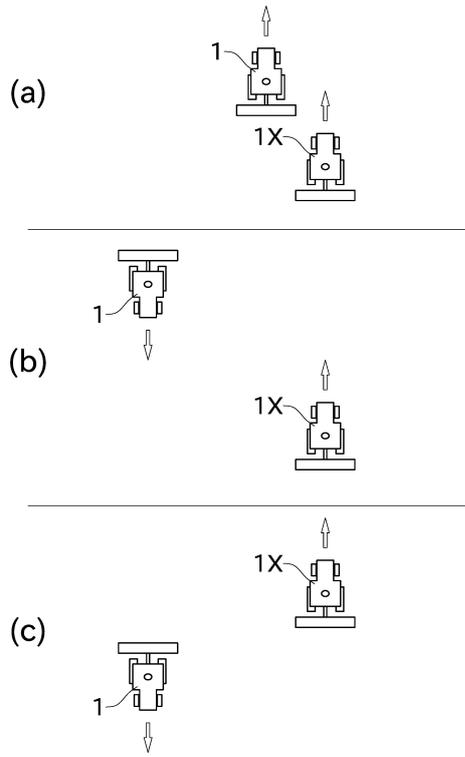
【図7】



【図8】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-295204(JP,A)  
国際公開第2015/119263(WO,A1)  
特開平06-242823(JP,A)  
特開2016-017881(JP,A)  
特開2015-036822(JP,A)  
特開平08-282326(JP,A)  
特開2014-164315(JP,A)  
特開2002-052952(JP,A)  
特開2015-195796(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 1/00 - 1/12  
A01B 69/00 - 69/08