

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7532246号
(P7532246)

(45)発行日 令和6年8月13日(2024.8.13)

(24)登録日 令和6年8月2日(2024.8.2)

(51)国際特許分類		F I	
A 0 1 B	69/00 (2006.01)	A 0 1 B	69/00 3 0 3 G
G 0 6 Q	50/02 (2024.01)	G 0 6 Q	50/02
A 0 1 B	59/04 (2006.01)	A 0 1 B	59/04
B 6 4 C	27/04 (2006.01)	B 6 4 C	27/04
B 6 4 C	39/02 (2006.01)	B 6 4 C	39/02
請求項の数 8 (全32頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-219872(P2020-219872)	(73)特許権者	000001052
(22)出願日	令和2年12月29日(2020.12.29)		株式会社クボタ
(65)公開番号	特開2022-104736(P2022-104736 A)		大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番4号
(43)公開日	令和4年7月11日(2022.7.11)	(74)代理人	110003041
審査請求日	令和4年12月29日(2022.12.29)		安田岡本弁理士法人
		(72)発明者	木下 知洋
			大阪府堺市堺区石津北町6-4番地 株式会社クボタ 堺製造所内
		(72)発明者	森本 孝紀
			大阪府堺市堺区石津北町6-4番地 株式会社クボタ 堺製造所内
		審査官	竹中 靖典
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 農業支援システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

センシング装置と、測位衛星の電波に基づいて位置を検出する位置検出装置と、を有する無人飛行体と、
圃場を走行可能な農業機械と、
を備え、前記無人飛行体と前記農業機械とが連携しながら前記圃場の作業を行う農業支援システムであって、
前記無人飛行体は、
前記作業時に前記位置検出装置で検出された前記位置に基づいて前記圃場の上空を飛行し、
前記測位衛星からの電波の受信強度が閾値未満となった経過時間が所定時間以上である場合は異常、前記所定時間未満である場合は不調と判断し、
前記異常の場合、前記位置による飛行を停止して前記センシング装置でセンシングした情報に基づいて予め定められた帰還場所に向けて飛行して前記帰還場所に着陸し、
前記不調の場合、飛行中における前記農業機械との距離が制限距離以上になるように前記農業機械に追従しながら飛行を継続する農業支援システム。

【請求項2】

前記無人飛行体は、前記不調の場合、前記経過時間に応じて飛行中における前記農業機械との前記制限距離を変更する請求項1に記載の農業支援システム。

【請求項3】

前記無人飛行体は、前記農業機械との水平距離を演算し、前記水平距離が前記制限距離以

上になるように飛行する請求項 1 又は 2 に記載の農業支援システム。

【請求項 4】

前記無人飛行体は、前記不調の場合、前記位置検出装置で検出された当該無人飛行体の前記位置を、前記センシング装置でセンシングした情報に基づいて当該無人飛行体の位置を推定した推定位置により補正した飛行位置で飛行する請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の農業支援システム。

【請求項 5】

前記無人飛行体は、前記不調の場合、前記位置と前記推定位置との中間点を前記飛行位置として採用する請求項 4 に記載の農業支援システム。

【請求項 6】

前記無人飛行体は、前記不調の場合、前記位置の推移を参照し、前記位置が比較的大きく変化している場合は、前記推定位置を前記飛行位置として採用する請求項 5 に記載の農業支援システム。

【請求項 7】

前記農業機械は、前記農業機械に連結された作業装置に動力を伝達する P T O 軸と、前記作業装置を昇降する昇降装置と、走行装置とを有し、前記作業時には当該作業に応じて前記 P T O 軸の回転、前記昇降装置及び走行装置を作動させ、前記異常時には少なくとも前記 P T O 軸の回転、前記昇降装置及び走行装置のいずれかを停止する請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の農業支援システム。

【請求項 8】

前記電波の受信強度の前記閾値は、前記作業装置に応じて変更する請求項 7 に記載の農業支援システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、農業支援システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、農業機械上にドローンを飛行させる技術として、特許文献 1 が知られている。特許文献 1 の作業車両の管理システムでは、圃場を走行する作業車両と、カメラを搭載し作業車両に対応して空中を飛行する無人航空機と、作業車両と無人航空機と通信する携帯端末装置とを備え、携帯端末装置は表示部に無人航空機から受信したカメラ映像に作業車両から受信した車両情報を同時に表示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2019-38535 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 では、農業機械の上空をドローンなどの無人航空機を飛行させることが開示されているものの、ドローンに異常又は不調であった場合などの状況は考慮されていないのが実情である。

本発明は、このような実情に鑑みて、農業機械と無人飛行体とが連携しながら圃場の作業を行うという場合に、無人飛行体に異常があった場合に適正に対処を行うことができる農業支援システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

農業支援システムは、センシング装置と、測位衛星の電波に基づいて位置を検出する位置検出装置と、を有する無人飛行体と、圃場を走行可能な農業機械と、を備え、前記無人

10

20

30

40

50

飛行体と前記農業機械とが連携しながら前記圃場の作業を行う農業支援システムであって、前記無人飛行体は、前記作業時に前記位置検出装置で検出された前記位置に基づいて前記圃場の上空を飛行し、前記測位衛星からの電波の受信強度が閾値未満となった経過時間が所定時間以上である場合は異常、前記所定時間未満である場合は不調と判断し、前記異常の場合、前記位置による飛行を停止して前記センシング装置でセンシングした情報に基づいて予め定められた帰還場所に向けて飛行して前記帰還場所に着陸し、前記不調の場合、飛行中における前記農業機械との距離が制限距離以上になるように前記農業機械に追従しながら飛行を継続する。

前記無人飛行体は、前記不調の場合、前記経過時間に応じて飛行中における前記農業機械との前記制限距離を変更する。

【0006】

前記無人飛行体は、前記農業機械との水平距離を演算し、前記水平距離が前記制限距離以上になるように飛行する。

前記無人飛行体は、前記不調の場合、前記位置検出装置で検出された当該無人飛行体の前記位置を、前記センシング装置でセンシングした情報に基づいて当該無人飛行体の位置を推定した推定位置により補正した飛行位置で飛行する。

【0007】

前記無人飛行体は、前記不調の場合、前記位置と前記推定位置との中間点を前記飛行位置として採用する。

前記無人飛行体は、前記不調の場合、前記位置の推移を参照し、前記位置が比較的大きく変化している場合は、前記推定位置を前記飛行位置として採用する。

【0008】

前記農業機械は、前記農業機械に連結された作業装置に動力を伝達するPTO軸と、前記作業装置を昇降する昇降装置と、走行装置とを有し、前記作業時には当該作業に応じて前記PTO軸の回転、前記昇降装置及び走行装置を作動させ、前記異常時には少なくとも前記PTO軸の回転、前記昇降装置及び走行装置のいずれかを停止する。

前記電波の受信強度の前記閾値は、前記作業装置に応じて変更する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、農業機械と無人飛行体とが連携しながら圃場の作業を行うという場合に、無人飛行体に異常があった場合に適正に対処を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1実施形態におけるトラクタの全体平面図である。

【図2】トラクタの全体側面図である。

【図3】昇降装置の斜視図である。

【図4】制御ブロック図である。

【図5A】無人飛行体のスキッドを示す図である。

【図5B】図5Aとは異なるスキッドを示す図である。

【図5C】図5A及び図5Bとは異なるスキッドを示す図である。

【図6A】自動走行を説明する説明図である。

【図6B】飛行位置D3、D4を推定する説明図である。

【図7A】無人飛行体をトラクタの前方に飛行させている側面図である。

【図7B】無人飛行体を作業装置の後方に飛行させている側面図である。

【図8】トラクタと無人飛行体との連携（連動）しながら飛行する動作を示すフローである。

【図9A】トラクタの前進中に生体M1を検出した状態を示す図である。

【図9B】トラクタの旋回中等に生体M1を検出した状態を示す図である。

【図9C】作業装置を水平に移動したときの無人飛行体の飛行位置を示す図である。

【図10】トラクタの前進中に物体M3を検出した状態を側面から見た図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1 A】トラクタの前進中に物体 M 3 を検出した状態を上面から見た図である。

【図 1 1 B】物体 M 3 に向けて検出エリア A 1 をフォーカスした図である。

【図 1 2】図 8 とは異なるトラクタと無人飛行体との連携をしながら飛行する動作フローを示している。

【図 1 3】電波 W E 1 の受信強度の一例を示す図である。

【図 1 4】トラクタと無人飛行体との水平距離 L 3 0 を示す図である。

【図 1 5】図 8 及び図 1 2 とは異なるトラクタと無人飛行体との連携をしながら飛行する動作フローを示している。

【図 1 6】第 2 実施形態における離着陸ステーションを有するトラクタ全体平面図である。

【図 1 7】離着陸ステーションを有するトラクタ全体側面図である。

【図 1 8 A】無人飛行体のスキッドと、着陸ステーションとを示す図である。

【図 1 8 B】図 1 8 A とは異なるスキッドと、着陸ステーションとを示す図である。

【図 1 8 C】図 1 8 A 及び図 1 8 B とは異なるスキッドと、着陸ステーションとを示す図である。

【図 1 9】着陸ステーションの拡大図である。

【図 2 0】巻き取り機を示す図である。

【図 2 1】第 2 実施形態において、トラクタが走行及び作業を開始したときの無人飛行体の飛行を示す図である。

【図 2 2】不適正範囲 W 5 0 を示す図である。

【図 2 3】選択部の一例を示す図である。

【図 2 4】第 2 実施形態における制御ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 1】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面に基づいて説明する。

[第 1 実施形態]

図 1、図 2 は、農業機械の全体を示している。農業機械は、トラクタ、コンバイン、田植機等である。トラクタ 1 を例にとり、農業機械について説明する。

図 1、図 2 に示すように、トラクタ 1 は、車体（走行車体）3 と、原動機 4 と、変速装置 5 とを備えている。車体 3 には、走行装置 7 が設けられている。走行装置 7 は、車体 3 を走行可能に支持しており、前輪 7 F 及び後輪 7 R を有している。前輪 7 F 及び後輪 7 R は、本実施形態の場合はタイヤ型であるが、クローラ型であってもよい。原動機 4 は、エンジン（ディーゼルエンジン、ガソリンエンジン）、電動モータ等である。変速装置 5 は、変速によって走行装置 7 の推進力を切り換え可能であると共に、走行装置 7 の前進、後進の切り換えが可能である。車体 3 には運転席 1 0 が設けられている。運転席 1 0 は、保護装置 9 により保護されている。保護装置 9 は、運転席 1 0 を保護するキャビン、又は、少なくとも運転席 1 0 の上方を覆うことにより運転席 1 0 を保護するロプス等である。

【0 0 1 2】

図 1、2 に示すように、保護装置 9 は、車体 3 に固定された複数の支柱 9 a と、複数の支柱 9 a によって支持され且つ運転席 1 0 の上方に配置されたルーフ 9 b とを含んでいる。保護装置 9 がキャビンである場合、複数の支柱 9 a の間にガラス、ドア等が設けられ、ガラス及びドア等によって運転席 1 0 を覆っている。保護装置 9 の下方には、フェンダ 1 3 が取り付けられており、フェンダ 1 3 は後輪 7 R の上部を覆っている。

【0 0 1 3】

図 1 に示すように、車体 3 は、車体フレーム 2 0 を有している。車体フレーム 2 0 は、左側に設けられた車体フレーム 2 0 L と、右側に設けられた車体フレーム 2 0 R とを含む。車体フレーム 2 0 L 及び車体フレーム 2 0 R は、それぞれは変速装置 5 側から前方に延設されていて、原動機 4 の下部を支持している。車体フレーム 2 0 L と車体フレーム 2 0 R とは車体幅方向に離間している。車体フレーム 2 0 L の前端部と車体フレーム 2 0 R の前端部とは、前連結板 2 0 F により連結されている。車体フレーム 2 0 L の中途部と車体フレーム 2 0 R の中途部とは、中途連結板 2 0 M により連結されている。車体フレーム 2

10

20

30

40

50

０Ｌ及び車体フレーム２０Ｒは、前車軸ケース２９を支持している。前車軸ケース２９内には、前輪７Ｆを回転自在に支持する前車軸が収容されている。つまり、本実施形態の場合、車体フレーム２０は、前車軸を支持する前車軸フレームである。なお、車体フレーム２０は、前車軸ケース２９以外の構造体を支持するフレーム（前車軸フレーム以外のフレーム）であってもよい。

【００１４】

図１、図２に示すように、車体フレーム２０の上方にはボンネット２５が設けられている。ボンネット２５は、車体フレーム２０に沿って前後方向に延設されている。ボンネット２５は、保護装置９の幅方向の中央部の前方に配置されている。ボンネット２５は、左側に設けられた左側壁２５Ｌと、右側に設けられた右側壁２５Ｒと、左側壁２５Ｌと右側壁２５Ｒとの上部を連結する上壁部２５Ｕとを有している。左側壁２５Ｌ、右側壁２５Ｒ及び上壁部２５Ｕによってエンジンルームが形成され、エンジンルームに原動機４、冷却ファン、ラジエータ、バッテリー等が収容されている。左側壁２５Ｌの左側方と右側壁２５Ｒの右側方には、それぞれ前輪７Ｆが配置されている。

【００１５】

ボンネット２５の前側、即ち、車体フレーム２０Ｌ、２０Ｒの前側には、ウエイト２６が設けられている。ウエイト２６は、車体３の前部に設けられたウエイトブラケット（ウエイト取付部）２７に取り付けられている。ウエイトブラケット２７は、車体フレーム２０Ｌの前連結板２０Ｆにボルト等の締結具により取り付けられている。

なお、トラクタ１は、車体３の後部に突出したＰＴＯ軸を備え、ＰＴＯ軸の動力を作業装置２に伝達することによって作業装置２は駆動する。ＰＴＯ軸の駆動は、原動機４からＰＴＯ軸に動力が伝達され、ＰＴＯ軸の中途部にはＰＴＯ駆動装置が設けられている。ＰＴＯ駆動装置は、油圧クラッチ等であってＰＴＯ軸に動力を伝達する伝達位置と、ＰＴＯ軸に動力を伝達しない遮断位置とに切換え可能である。ＰＴＯ駆動装置（油圧クラッチ）を遮断位置に切り換えることによってＰＴＯ軸の回転を停止することができる。

【００１６】

車体３の後部には、連結装置８が設けられている。連結装置８は、車体３に作業装置（インプルメント等）２を着脱可能に連結する装置である。連結装置８は、作業装置２と車体３とを連結し且つ昇降を行わないスイングドローバ、３点リンク機構等で構成されて昇降を行う昇降装置等である。なお、作業装置２は、耕耘する耕耘装置、肥料を散布する肥料散布装置、農薬を散布する農薬散布装置、収穫を行う収穫装置、畝立てをする畝立装置、牧草等の刈取を行う刈取装置、牧草等の拡散を行う拡散装置、牧草等の集草を行う集草装置、牧草等の成形を行う成形装置等である。

【００１７】

図３は、昇降装置で構成した連結装置８を示している。図３に示すように、連結装置（昇降装置）８は、リフトアーム８ａ、ロアリンク８ｂ、トップリンク８ｃ、リフトロッド８ｄ、リフトシリンダ８ｅを有している。リフトアーム８ａの前端部は、変速装置５を収容するケース（ミッションケース）の後上部に上方又は下方に揺動可能に支持されている。リフトアーム８ａは、リフトシリンダ８ｅの駆動によって揺動（昇降）する。リフトシリンダ８ｅは、油圧シリンダから構成されている。リフトシリンダ８ｅは、制御弁３６を介して油圧ポンプと接続されている。制御弁３６は、電磁弁等であって、リフトシリンダ８ｅを伸縮させる。

【００１８】

ロアリンク８ｂの前端部は、変速装置５の後下部に上方又は下方に揺動可能に支持されている。トップリンク８ｃの前端部は、ロアリンク８ｂよりも上方において、変速装置５の後部に上方又は下方に揺動可能に支持されている。リフトロッド８ｄは、リフトアーム８ａとロアリンク８ｂとを連結している。ロアリンク８ｂの後部及びトップリンク８ｃの後部には、作業装置２が連結される。リフトシリンダ８ｅが駆動（伸縮）すると、リフトアーム８ａが昇降するとともに、リフトロッド８ｄを介してリフトアーム８ａと連結されたロアリンク８ｂが昇降する。これにより、作業装置２がロアリンク８ｂの前部を支点と

10

20

30

40

50

して、上方又は下方に揺動（昇降）する。

【0019】

図1、図2に示すように、トラクタ1は、位置検出装置30を備えている。位置検出装置30は、保護装置9のルーフ9bの前方に装着体31を介して装着されている。但し、位置検出装置30の装着位置は、図示の位置には限定されず、保護装置9のルーフ9b上に装着してもよいし、車体3の別の場所に装着してもよい。また、位置検出装置30は、上述した耕耘装置等の作業装置2に装着されていてもよい。

【0020】

位置検出装置30は、衛星測位システムによって自己の位置（緯度、経度を含む測位情報）を検出する装置である。即ち、位置検出装置30は、測位衛星から送信された信号（測位衛星の位置、送信時刻、補正情報等）を受信し、受信した信号に基づいて位置（緯度、経度）を検出する。位置検出装置30は、測位衛星からの信号を受信可能な基地局（基準局）からの補正等の信号に基づいて補正した位置を、自己の位置（緯度、経度）として検出してもよい。また、位置検出装置30がジャイロセンサや加速度センサ等の慣性計測装置を有し、慣性計測装置によって補正した位置を、自己の位置として検出してもよい。位置検出装置30によって、トラクタ1の車体3の位置（走行位置）を検出することができる。

【0021】

図1に示すように、トラクタ1は、複数の障害物検出装置45を備えている。複数の障害物検出装置45のそれぞれは、トラクタ1の周囲に存在する物体、即ち、障害物を検出可能である。複数の障害物検出装置45のうち、少なくとも1つは、保護装置9の前方で且つボンネット25の外方に設けられている。即ち、少なくとも1つの障害物検出装置45は、トラクタ1の保護装置9の前方の領域において、ボンネット25の左側壁25Lよりも左側の領域、或いは、ボンネット25の右側壁25Rよりも右側の領域に配置されている。本実施形態の場合、複数の障害物検出装置45は、車体3の左側（ボンネット25の左側）に設けられた障害物検出装置45Lと、車体3の右側（ボンネット25の右側）に設けられた障害物検出装置45Rとを含む。

【0022】

障害物検出装置45は、レーザスキャナ45A、ソナー45B等である。レーザスキャナ45Aは、検出波としてレーザを照射することによって物体（障害物）を検出する。レーザスキャナ45Aは、レーザの照射から受光までの時間に基づいて障害物までの距離を検出する。ソナー45Bは、検出波として音波を照射することによって物体（障害物）を検出する。なお、上述した実施形態の複数の障害物検出装置45は、ボンネット25の外方に設けられていなくてもよく、複数の障害物検出装置45の配置等は、限定されない。

【0023】

図4に示すように、トラクタ1は、操舵装置11を備えている。操舵装置11は、ハンドル（ステアリングホイール）11aと、ハンドル11aの回転に伴って回転する回転軸（操舵軸）11bと、ハンドル11aの操舵を補助する補助機構（パワーステアリング機構）11cと、を有している。補助機構11cは、油圧ポンプ21と、油圧ポンプ21から吐出した作動油が供給される制御弁22と、制御弁22により作動するステアリングシリンダ23とを含む。制御弁22は、制御信号に基づいて作動する電磁弁である。制御弁22は、例えば、スプール等の移動によって切り換え可能な3位置切換弁である。また、制御弁22は、操舵軸11bの操舵によっても切り換え可能である。ステアリングシリンダ23は、前輪7Fの向きを変えるアーム（ナックルアーム）に接続されている。

【0024】

したがって、ハンドル11aを操作すれば、ハンドル11aに応じて制御弁22の切換位置及び開度が切り換わり、制御弁22の切換位置及び開度に応じてステアリングシリンダ23が左又は右に伸縮することによって、前輪7Fの操舵方向を変更することができる。なお、上述した操舵装置11は一例であり、操舵装置11の構成は上述した構成に限定されない。

10

20

30

40

50

【0025】

図4に示すように、トラクタ1は、制御装置40と表示装置50と、通信装置51とを備えている。制御装置40は、CPU、電気回路、電子回路等で構成されていて、トラクタ1の様々な制御を行う。表示装置50は、液晶パネル、有機ELパネル等を有していて様々な情報を表示する。通信装置51は、外部との通信を行う装置である。通信装置51は、外部機器に対して直接通信及び間接通信のいずれかを行う通信装置（通信モジュール）であって、例えば、通信規格であるIEEE802.11シリーズのWi-Fi（Wireless Fidelity、登録商標）、BLE（Bluetooth（登録商標） Low Energy）、LPWA（Low Power, Wide Area）、LPWAN（Low-Power Wide-Area Network）等により無線通信を行うことができる。また、通信装置51は、携帯電話通信網又はデータ通信網などにより無線通信を行う通信装置（通信モジュール）であってもよい。

10

【0026】

制御装置40には、トラクタ1の駆動状態等を検出する状態検出装置41が接続されている。

状態検出装置41は、例えば、走行系の状態を検出する装置等であって、例えば、クラックセンサ、カムセンサ、エンジン回転センサ、アクセルセンサ、車速センサ、操舵角センサ、位置検出装置30）等の状態を検出する。状態検出装置41は、走行系の状態以外を検出する装置、例えば、昇降操作部材の操作方向、操作量等を検出する昇降操作検出センサ、PTO回転検出センサ等も含んでいる。

【0027】

20

図4に示すように、制御装置40は、トラクタ1における走行系、作業系の制御を行う。制御装置40は、走行制御部40Aと、昇降制御部40Bとを備えている。走行制御部40A及び昇降制御部40Bは、制御装置40に設けられた電気電子回路、制御装置40に格納されたプログラム等から構成されている。

図6Aに示すように、走行制御部40Aは、自動走行制御を行う。走行制御部40Aは、自動走行制御において、少なくとも車体3の走行位置（位置検出装置30で検出された位置）P1と、予め設定された走行予定ライン（走行経路）L1が一致するように、制御弁22の切換位置及び開度を設定する。言い換えれば、制御装置40は、トラクタ1の走行位置P1と走行予定ラインとが一致するように、ステアリングシリンダ23の移動方向及び移動量（前輪7Fの操舵方向及び操舵角）を設定する。

30

【0028】

詳しくは、走行制御部40Aは、車体3の走行位置P1と、走行予定ラインL1とを比較し、走行位置P1と走行予定位置とが一致している場合は、操舵装置11におけるハンドル11aの操舵角及び操舵方向（前輪7Fの操舵角及び操舵方向）を変更せずに保持する（制御弁22の開度及び切換位置を変更せずに維持する）。走行制御部40Aは、走行位置P1と走行予定ラインL1とが一致していない場合、当該走行位置P1と走行予定ラインL1との偏差（ズレ量）が零となるように、操舵装置11におけるハンドル11aの操舵角及び／又は操舵方向を変更する（制御弁22の開度及び／又は切換位置を変更する）。

【0029】

40

なお、上述した実施形態では、走行制御部40Aは、自動走行制御において、走行位置と走行予定ラインL1との偏差に基づいて操舵装置11の操舵角を変更するものであるが、走行予定ラインの方位とトラクタ1（車体3）の進行方向（走行方向）の方位（車体方位）とが異なる場合、走行制御部40Aは、車体方位が走行予定ラインの方位に一致するように操舵角を設定してもよい。また、走行制御部40Aは、自動走行制御において、偏差（位置偏差）に基づいて求めた操舵角と、方位偏差に基づいて求めた操舵角とに基づいて、自動走行制御における最終の操舵角を設定してもよい。また、上記した自動走行制御における操舵角の設定方法とは異なる方法で操舵角を設定してもよい。

【0030】

また、走行制御部40Aは、自動走行制御において、トラクタ1（車体3）の実際の車

50

速が、予め設定された走行予定ラインに対応する車速に一致するように、走行装置 7、即ち、前輪 7 F 及び／又は後輪 7 R の回転数を制御してもよい。

また、走行制御部 40 A は、障害物検出装置 45 による障害物の検出結果に基づいて自動走行を制御する。例えば、障害物検出装置 45 が障害物を検出していない場合は自動走行を継続して行い、障害物検出装置 45 が障害物を検出した場合に自動走行を停止する。より具体的には、障害物検出装置 45 が障害物を検出した場合に、走行制御部 40 A は、障害物とトラクタ 1 との距離が予め定められた閾値（停止閾値）以下である場合に、トラクタ 1 の走行を停止することで自動走行を停止する。

【0031】

上述した実施形態では、走行制御部 40 A は、障害物とトラクタ 1 との距離が予め定められた閾値（停止閾値）以下である場合に、自動走行において、トラクタ 1 の走行を停止していたが、障害物を回避してもよいし、速度を低下させて徐行を行ってもよい。

また、走行制御部 40 A は、自動走行時において着座検出装置 43 が着座していると検出している場合は自動走行を継続し且つ、着座検出装置 43 が着座していないと検出した場合は自動走行を停止する。

【0032】

昇降制御部 40 B は、昇降制御を行う。昇降制御部 40 B は、手動昇降機能が有効である場合、昇降操作部材が上昇させる方向（上昇側）に操作された場合、制御弁 34 を制御することでリフトシリンダ 8 e を伸長させ、リフトアーム 8 a の後端部（作業装置 2 側の端部）を上昇させる。昇降制御では、手動昇降機能が有効である場合、昇降操作部材が下降させる方向（下降側）に操作された場合、制御弁 34 を制御することでリフトシリンダ 8 e を収縮させ、リフトアーム 8 a の後端部（作業装置 2 側の端部）を下降させる。連結装置（昇降装置）8 によって作業装置 2 を上昇させている場合に、当該作業装置 2 の位置、即ち、リフトアーム 8 a の角度が高さ設定ダイヤルで設定された上限（高さ上限値）に達すると、連結装置（昇降装置）8 における上昇動作を停止する。

【0033】

昇降制御では、バックアップ機能が有効である場合、車体 3 が後進した場合に自動的に制御弁 34 を制御することでリフトシリンダ 8 e を伸長させ、リフトアーム 8 a の後端部（作業装置 2 側の端部）を上昇させる。昇降制御では、オートアップ機能が有効である場合、操舵装置 11 の操舵角が所定以上になると、自動的に制御弁 34 を制御することでリフトシリンダ 8 e を伸長させ、リフトアーム 8 a の後端部（作業装置 2 側の端部）を上昇させる。

【0034】

図 4 は、無人飛行体 70 がトラクタ 1 に連動して飛行位置を変更する農業支援システムを示している。無人飛行体 70 は、例えば、マルチコプターである。

以下、マルチコプターを例にとり、無人飛行体 70 について説明する。

図 1、2 に示すように、無人飛行体（マルチコプター）70 は、本体 70 a と、本体 70 a に設けられたアーム 70 b と、アーム 70 b に設けられた複数の回転翼 70 c と、本体 70 a に設けられたスキッド 70 d とを有している。複数の回転翼 70 c は、飛行するための揚力を発生させる装置である。無人飛行体 70 には、少なくとも 2 以上、好ましくは、4 以上の回転翼 70 c が設けられている。複数の回転翼 70 c のそれぞれは、回転力を付与するロータとロータの駆動によって回転するブレード（プロペラ）とを含んでいる。

【0035】

図 5 A ～図 5 C は、スキッド 70 d の一例を示している。この実施形態では、無人飛行体 70 は、図 5 A ～図 5 C に示したいずれかのスキッド 70 d を有しているが、スキッド 70 d の構造は、図 5 A ～図 5 C に限定されない。

図 5 A に示すように、スキッド 70 d は、複数の脚部 80 a、80 b を含んでいる。複数の脚部 80 a、80 b の基端部は、本体 70 a に固定されていて、脚部 80 a、80 b の先端部は、自由端となっている。複数の脚部 80 a、80 b は、金属等で構成されていて、変形不能である。複数の脚部 80 a、80 b のそれぞれは、本体 70 a から離れるに

10

20

30

40

50

したがって徐々に外側に移行していて、脚部 80a、80b によって逆 V 字状になっている。

【0036】

図 5B は、図 5A とは異なるスキッド 70d を示している。図 5B に示すように、スキッド 70d は、複数の脚部 80a、80b と、アクチュエータ 81a、81b と、を含んでいる。

複数の脚部 80a、80b の基端部は、本体 70a に揺動自在に取り付けられていて、脚部 80a、80b の先端部は、自由端となっている。

【0037】

アクチュエータ 81a、81b は、複数の脚部 80a、80b を揺動させる装置であって、例えば、電動等によって伸縮自在なシリンダ等で構成されている。アクチュエータ 81a の基端部は、本体 70a に固定されていて、アクチュエータ 81a の先端部は、脚部 80a に連結している。また、アクチュエータ 81b の基端部は、本体 70a に固定されていて、アクチュエータ 81b の先端部は、脚部 80b に連結している。

【0038】

したがって、アクチュエータ 81a を伸縮すると、脚部 80a が基端部を揺動支点として当該アクチュエータ 81a の伸縮によって揺動する。また、アクチュエータ 81b を伸縮すると、脚部 80b が基端部を揺動支点として当該アクチュエータ 81b の伸縮によって揺動する。

図 5C は、図 5A 及び図 5B とは異なるスキッド 70d を示している。複数の脚部 80a、80b を含んでいる。複数の脚部 80a、80b の基端部は、本体 70a に固定されていて、脚部 80a、80b の先端部は、自由端となっている。複数の脚部 80a、80b は、金属、又は、樹脂等で構成されていて、変形自在となっている。複数の脚部 80a、80b のそれぞれは、図 5A 及び図 5B とは異なっていて、本体 70a から離れるにしたがって徐々に外側に移行した後、中途部から先端部に行くにしたがって内側に移行していて、脚部 80a、80b によって円弧状になっている。

【0039】

図 4 に示すように、無人飛行体 70 は、蓄電装置 71 と、センシング装置 72 と、位置検出装置 73 と、記憶装置 74 と、通信装置 75 と、制御装置 76 とを有している。蓄電装置 71 は、バッテリー、コンデンサ等であって電力を蓄電する装置である。蓄電装置 71 は、例えば、本体 70a の内部、又は、本体 70a に取り付けられている。

センシング装置 72 は、CCD カメラ、赤外線カメラ等で構成され、本体 70a の下部に着脱自在、或いは、本体 70a にブラケット（図示省略）を介して設けられている。センシング装置 72 は、ブラケットに対して垂直方向又は水平方向に揺動自在であって、センシングする方向を変更することができる。なお、センシング装置 72 の水平方向、垂直方向の揺動の制御は、制御装置 76 によって行うことができる。例えば、遠隔操縦装置によって無人飛行体 70 を操縦する場合、制御装置 76 は、遠隔操縦装置から送信された制御信号を、通信装置 75 を介して取得すると、取得した制御信号に応じてセンシング装置 72 を水平方向又は垂直方向に揺動させる。

【0040】

例えば、無人飛行体 70 を圃場上に飛行させると、センシング装置 72 によって圃場をセンシングすることができる。センシング装置 72 が CCD カメラである場合、例えば、圃場の上空約 100m の高さから、当該圃場を空撮することによって、圃場の断片画像を数十枚～数百枚撮像する。空撮した複数枚の画像、即ち、センシング装置 72 で撮像した複数枚の画像（空撮画像）は、無人飛行体 70 に設けられた記憶装置 74 に記憶される。無人飛行体 70 の記憶装置 74 に記憶された複数枚の空撮画像は通信装置 75 によって外部に出力することができる。

【0041】

また、位置検出装置 73 は、位置検出装置 30 と同様に、衛星測位システムによって自己の位置（緯度、経度を含む測位情報）を検出する装置であり位置検出装置 30 と同様の

10

20

30

40

50

構成である。位置検出装置 73 で検出した自己の位置のことを「飛行位置」ということができる。また、位置検出装置 73 によって、高さ情報、即ち、高度を検出することができる。

【0042】

通信装置 75 は、外部機器に対して直接通信及び間接通信のいずれかを行う通信装置（通信モジュール）であって、例えば、通信規格である IEEE 802.11 シリーズの Wi-Fi (Wireless Fidelity、登録商標)、BLE (Bluetooth(登録商標) Low Energy)、LPWA (Low Power, Wide Area)、LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) 等により無線通信を行うことができる。また、通信装置 75 は、携帯電話通信網又はデータ通信網などにより無線通信を行う通信装置（通信モジュール）であってもよい。

【0043】

制御装置 76 は、複数の回転翼 70c を制御する装置であり、CPU 等から構成されている。制御装置 76 は、無人飛行体 70 が、少なくとも 2 つの回転翼 70c を有している場合、ロータに制御信号を出力することにより、一方側のブレードの回転数を、他方のブレードの回転数よりも小さくすることによって、一方側のブレード側に無人飛行体を進行させたり、他方側のブレードの回転数を、一方のブレードの回転数よりも小さくすることによって、他方側のブレード側に無人飛行体を進行させる。即ち、制御装置 76 は、複数のブレードのうち、進行方向側のブレードの回転数を、進行方向とは反対側のブレードの回転数よりも小さくすることによって、無人飛行体 70 の進行方向を制御する。また、制御装置 76 は、複数のブレードの回転数を一定にすることによって、無人飛行体 70 をホバリングさせる。

【0044】

なお、無人飛行体 70 は、遠隔操縦装置によって操縦される飛行体であっても、自立して飛行する飛行体であってもよく、限定されない。

さて、無人飛行体 70 は、トラクタ 1 と連動して飛行を行う飛行体である。例えば、トラクタ 1 が圃場を走行しながら作業装置 2 によって作業を行っている場合、無人飛行体 70 は、センシング装置 72 によってトラクタ 1 の周囲、トラクタ 1、作業装置 2 をセンシングしながら飛行を行う。

【0045】

無人飛行体 70 の制御装置 76 は、トラクタ 1 の動作に連動して、当該無人飛行体 70 の飛行位置を変更する。無人飛行体 70 は、トラクタ 1 の自動走行の開始前等に予め定められた離陸場所 100（図 6A 参照）からトラクタ 1 が作業を行っている圃場 H1 に飛行する。トラクタ 1 の自動走行が開始され、当該トラクタ 1 が作業を開始すると、無人飛行体 70 はトラクタ 1 又は作業装置 2 等の周囲を飛行する。

【0046】

例えば、図 6A に示すように、トラクタ 1 が走行予定ライン L1 の直進部 L1a を走行しながら作業装置 2 によって対地作業を行っている場合、即ち、連結装置（昇降装置）8 を下降させて作業装置 2 によって圃場に対して耕耘等の対地作業を行っている場合、図 6A 及び図 7A に示すように、無人飛行体 70 は、トラクタ 1 の進行方向の前方を飛行して、トラクタ 1 の前方の飛行位置 D2 において、トラクタ 1 の進行方向側の周囲をセンシングする。即ち、センシング装置 72 は、トラクタ 1 の自動走行中であって作業中は進行方向をセンシングする。即ち、無人飛行体 70 の制御装置 76 は、作業装置 2 が対地作業を行う際は車体 3 の進行方向側をセンシング可能な位置に飛行位置を変更する。

【0047】

一方、トラクタ 1 が走行予定ライン L1 の旋回部 L1b を走行しているとき、即ち、連結装置（昇降装置）8 を上昇させて作業装置 2 によって耕耘等の対地作業を行っていない場合、図 6A 及び図 7B に示すように、無人飛行体 70 は、トラクタ 1 の前方から作業装置 2 の後方に移動し、作業装置 2 の後方である飛行位置 D2 において、作業装置 2 の周囲をセンシングする。

【0048】

また、無人飛行体 70 は、トラクタ 1 が停止しているとき、例えば、トラクタ 1 が作業

開始前に作業開始地点 P 2 にて停止しているとき、或いは、トラクタ 1 が何らかの事情によって圃場 H 1 で停止しているときは、当該トラクタ 1 の周囲をセンシング可能な位置に飛行位置を変更する。

図 8 は、トラクタと無人飛行体との連携（連動）しながら飛行する動作を示すフローである。

【0049】

図 8 に示すように、トラクタ 1 が駆動すると、当該トラクタ 1 の通信装置 5 1 は、位置検出装置 3 0 が検出した走行位置 P 1 と、当該トラクタ 1 の作業を行う圃場 H 1 の位置を含む圃場情報を無人飛行体 7 0 に送信する（S 1）。加えて、トラクタ 1 の通信装置 5 1 は、当該トラクタ 1 の車速、連結装置（昇降装置）8 が上昇しているのか下降しているかなどの稼働情報を、無人飛行体 7 0 に送信する（S 2）。つまり、トラクタ 1 は、走行位置 P 1、圃場情報、稼働情報等の当該トラクタ 1 の作業に関する作業情報を無人飛行体 7 0 に送信する。

【0050】

一方、無人飛行体 7 0 の通信装置 7 5 は、トラクタ 1 から送信された作業情報（走行位置 P 1、圃場情報、稼働情報）を受信する（S 3）と、作業情報に基づいて、飛行などの動作を決定する。例えば、制御装置 7 6 は、作業情報を参照し、作業情報から走行位置 P 1 が作業を行う圃場 H 1 に近づいていると判断した場合（S 4、Yes）、制御装置 7 6 は、回転翼 7 0 c を制御することにより、無人飛行体 7 0 を離陸場所 1 0 0 から離陸させてから、トラクタ 1 の作業を行う圃場 H 1 に飛行を行う（S 5）。

【0051】

制御装置 7 6 は、作業情報を参照し、作業情報からトラクタ 1 が所定時間以上停車していると判断した場合（S 6、Yes）、無人飛行体 7 0 によってトラクタ 1 の周り（トラクタ 1 から数メートル離れた範囲）をセンシングする制御を行う。（S 7：第 1 センシング）。第 1 センシングでは、センシング装置 7 2 をトラクタ 1 側に向けて、トラクタ 1 から数メートル離れた範囲を撮像して、動物、人間などの生体 M 1 が範囲に居るか否かを監視する。第 1 センシングにおいて、生体 M 1 が検出された場合、通信装置 7 5 は、通信装置 5 1 に警告信号を送信する（S 8）。トラクタ 1 の走行制御部 4 0 A は、通信装置 5 1 を介して警告信号を取得すると、自動走行の開始を行わず停止を維持する（S 9）。トラクタ 1 の走行制御部 4 0 A は、所定時間以上、警告信号を取得しなかったり、或いは、無人飛行体 7 0 から警告を解除する解除信号を受信した場合、自動走行を開始する（S 10）。

【0052】

制御装置 7 6 は、作業情報を参照し、作業情報からトラクタ 1 が対地作業を行いながら走行していると判断した場合（S 11、Yes）、制御装置 7 6 は、無人飛行体 7 0 の飛行位置をトラクタ 1 の前方にして当該トラクタ 1 の前方をセンシングする制御を行う（S 12：第 2 センシング）。

第 2 センシングでは、図 7 A に示すように、センシング装置 7 2 をトラクタ 1 側の前方に向けて、トラクタ 1 の前方を撮像して、生体 M 1 や障害物などが当該トラクタ 1 の前方に居るか否かを監視する。第 2 センシングにおいて、生体 M 1 又は障害物が検出された場合、通信装置 7 5 は、通信装置 5 1 に警告信号を送信する（S 13）。トラクタ 1 の走行制御部 4 0 A は、通信装置 5 1 を介して警告信号を取得すると、自動走行を停止して、トラクタ 1 を停止させる（S 14）。トラクタ 1 の走行制御部 4 0 A は、所定時間以上、警告信号を取得しなかったり、或いは、無人飛行体 7 0 から警告を解除する解除信号を受信した場合、自動走行を再開する（S 15）。

【0053】

制御装置 7 6 は、作業情報を参照し、作業情報からトラクタ 1 が対地作業を行わずに走行していると判断した場合（S 16、Yes）、制御装置 7 6 は、無人飛行体 7 0 の飛行位置を作業装置 2 の後方にして当該作業装置 2 をセンシングする制御を行う（S 17：第 3 センシング）。

第 3 センシングでは、図 7 B に示すように、センシング装置 7 2 を作業装置 2 側に向け

10

20

30

40

50

て、作業装置 2 の周囲を撮像して、生体 M 1 や障害物 M 2 が周囲に居るか否かを監視する。第 3 センシングにおいて、生体 M 1 又は障害物 M 2 が検出された場合、通信装置 7 5 は、通信装置 5 1 に警告信号を送信する (S 1 8)。トラクタ 1 の制御装置 4 0 は、通信装置 5 1 を介して警告信号を取得すると、P T O 軸等の駆動を停止する、或いは、トラクタ 1 を停止させる (S 1 9)。トラクタ 1 の制御装置 4 0 は、所定時間以上、警告信号を取得しなかったり、或いは、無人飛行体 7 0 から警告を解除する解除信号を受信した場合、P T O 軸の駆動又は、自動走行を再開する (S 2 0)。

【0054】

以上のように、無人飛行体 7 0 をトラクタ 1 に連動させながら飛行することによって、トラクタ 1 が自動走行しながら作業を行うにあたって、スムーズに作業を行うことができる。即ち、トラクタ 1 又は作業装置 2 の死角を無人飛行体 7 0 のセンシングによって補うことができ、作業性を向上させることができる。

10

さて、上述した実施形態では、無人飛行体 7 0 が生体 M 1 又は障害物 M 2 を検出した場合に、トラクタ 1 に警告信号を出力していたが、図 4、図 9 A、図 9 B に示すように、無人飛行体 7 0 が警告を出力する (発生させる) 警告装置 7 9 を備えていてもよい。警告装置 7 9 は、光源 (光) を発生させるライト、音声、音などを発生させるスピーカ等である。

【0055】

図 9 A に示すように、トラクタ 1 の走行中で且つセンシング装置 7 2 がトラクタ 1 の前方を撮像している状況、即ち、第 2 センシング中に、センシング装置 7 2 が生体 M 1 を検出した場合は、無人飛行体 7 0 は、生体 M 1 に近づいて、警告装置 7 9 によって警告を発生させる。

20

或いは、図 9 B に示すように、トラクタ 1 の走行中で且つセンシング装置 7 2 が作業装置 2 を撮像している状況、即ち、第 3 センシング中に、センシング装置 7 2 が生体 M 1 を検出した場合は、無人飛行体 7 0 は、生体 M 1 に近づいて、警告装置 7 9 によって警告を発生させる。

【0056】

また、上述したように、トラクタ 1 が停止中で且つセンシング装置 7 2 が作業装置 2 を撮像している状況、即ち、第 1 センシング中に、センシング装置 7 2 が生体 M 1 を検出した場合は、無人飛行体 7 0 は、生体 M 1 に近づいて、警告装置 7 9 によって警告を発生させる。

30

上述した実施形態では、作業装置 2 において、無人飛行体 7 0 は、対地作業を行っているときは、トラクタ 1 の前方を飛行していたが、作業装置 2 がブラウ等である場合には、対地作業時にトラクタ 1 の後方を飛行してもよい。

【0057】

また、作業装置 2 の昇降に応じて無人飛行体 7 0 の飛行位置を変更していたが、作業装置 2 の水平方向の動作する際に、無人飛行体 7 0 の飛行位置を変更してもよい。図 9 C に示すように、例えば、作業装置 2 がブラウなどであって圃場を耕耘している状態で圃場の端で旋回をすることによって、作業装置 2 をトラクタ 1 の進行方向の左側から進行方向の右側に変更した場合、無人飛行体 7 0 も、トラクタ 1 の進行方向の左側から進行方向の右側に水平方向に飛行位置を変更する。

40

【0058】

また、無人飛行体 7 0 のセンシング装置 7 2 が複数の生体 M 1 を検出した場合には、無人飛行体 7 0 は、トラクタ 1 (車体 3) に最も近い生体 M 1 に優先的に警告をするか、或いは、生体 M 1 が移動している場合は当該生体 M 1 の移動速度が最も早い生体 M 1 に優先的に警告をする。また、無人飛行体 7 0 は、生体 M 1 が人間、動物、鳥の場合は、人間を優先的に警告を行う。

【0059】

無人飛行体 7 0 は、本体 7 0 a と、本体 7 0 a に設けられたアーム 7 0 b と、アーム 7 0 b に設けられた回転翼 7 0 c と、農業機械 (トラクタ 1) の周囲を飛行したときに、農業機械 (トラクタ 1) をセンシング可能なセンシング装置 7 2 と、回転翼 7 0 c を制御す

50

ることで飛行位置を変更可能な制御装置 7 6 と、を備え、制御装置 7 6 は、農業機械（トラクタ 1）の動作に連動して飛行位置を変更する。これによれば、農業機械（トラクタ 1）が圃場で作業を行うときに無人飛行体 7 0 が農業機械（トラクタ 1）の動作に連動して飛行位置を変更することができるため、農業機械（トラクタ 1）の作業に応じて監視を行うことができる。即ち、農業機械（トラクタ 1）の動作に連動しながら飛行位置を変更することで無人飛行体 7 0 における監視の精度を向上させることができる。

【0060】

農業機械（トラクタ 1）は、作業装置を昇降可能な走行車体 3 を備え、制御装置 7 6 は、作業装置 2 が昇降する際、又は、又は、水平方向に動作する際は、作業装置 2 側に飛行位置を変更する。例えば、作業装置 2 が上昇又は下降する際は、無人飛行体 7 0 の制御装置 7 6 は、無人飛行体 7 0 を作業装置 2 の周囲を飛行させることで作業装置 2 の全体をセンシングしたり、作業装置 2 が上昇位置から下降するときは、無人飛行体 7 0 の飛行位置を作業装置 2 の下方にすることで、作業装置 2 の死角を中心にセンシングすることができる。

10

【0061】

或いは、無人飛行体 7 0 の制御装置 7 6 は、作業装置 2 が水平方向に動作したときに、無人飛行体 7 0 の飛行位置を変更するため、作業装置 2 における対地作業が変化しても当該対地作業を確認することができる。

農業機械（トラクタ 1）は、作業装置 2 を昇降可能な走行車体 3 を備え、制御装置 7 6 は、作業装置 2 が対地作業を行う際は走行車体 3 の進行方向側をセンシング可能な位置に飛行位置を変更する。これによれば、作業装置 2 が対地作業を行っているときは、農業機械（トラクタ 1）の進行方向側を監視することで、作業装置 2 の作業前の状況を把握することができる。

20

【0062】

制御装置 7 6 は、農業機械（トラクタ 1）が停止時には、当該農業機械（トラクタ 1）の周囲をセンシング可能な位置に飛行位置を変更する。これによれば、農業機械（トラクタ 1）が停止中は、周囲を監視することができる。

無人飛行体 7 0 は、警告を出力する警告装置 7 9 を備え、センシング装置 7 2 は、農業機械（トラクタ 1）の停止又は走行中に、農業機械（トラクタ 1）の周囲を撮像し、警告装置 7 9 は、センシング装置 7 2 が生体を検出した場合は、警告を出力する。これによれば、動物や人間など生体が農業機械（トラクタ 1）にいることを検知した場合には、警告を出力することで、農業機械（トラクタ 1）から生体を遠ざけることができる。

30

【0063】

制御装置 7 6 は、センシング装置 7 2 が生体を検出した場合は、生体の周囲に飛行位置を変更する。これによれば、無人飛行体 7 0 が生体に近づいて警告をすることができる。

農業機械（トラクタ 1）が走行中にセンシング装置 7 2 が生体を検出した場合は、農業機械（トラクタ 1）に走行の停止を送信する通信装置 7 5 を備えている。これによれば、農業機械（トラクタ 1）が走行中に生体を検出した場合は、無人飛行体 7 0 によって農業機械（トラクタ 1）を停止させることができる。

【0064】

40

農業支援システムは、センシング装置 7 2 を備えた無人飛行体 7 0 と、作業装置 2 を連結可能な走行車体 3 を有する農業機械（トラクタ 1）と、を備え、無人飛行体 7 0 は、農業機械（トラクタ 1）の動作に連動して農業機械（トラクタ 1）に対する飛行位置を変更する。

これによれば、農業機械（トラクタ 1）が圃場で作業を行うときに無人飛行体 7 0 が農業機械（トラクタ 1）の動作に連動して飛行位置を変更することができるため、農業機械（トラクタ 1）の作業に応じて監視を行うことができる。

【0065】

農業支援システムは、警告を出力する警告装置 7 9 を備え、センシング装置 7 2 は、農業機械（トラクタ 1）の停止又は走行中に、農業機械（トラクタ 1）の周囲を撮像し、警

50

告装置 7 9 は、センシング装置 7 2 が生体を検出した場合は、警告を出力する。これによれば、動物や人間など生体が農業機械（トラクタ 1）にいることを検知した場合には、警告を出力することで、農業機械（トラクタ 1）から生体を遠ざけることができる。

【0066】

さて、上述した実施形態では、トラクタ 1 の自動走行中に、無人飛行体 7 0 のセンシング装置 7 2 によって、トラクタ 1 の進行方向の状況をセンシングしていたが、トラクタ 1 の障害物検出装置 4 5 は、無人飛行体 7 0 のセンシング装置 7 2 でセンシングした結果に基づいて障害物 M 2 を検出する検出エリアを変更する。

図 1 0、図 1 1 A に示すように、トラクタ 1 の走行中で且つセンシング装置 7 2 がトラクタ 1 の前方を撮像している状況において、センシング装置 7 2 が生体 M 1、障害物 M 2 などの物体 M 3 を検出すると、物体 M 3 を検出したことを示す情報、例えば、物体 M 3 の大きさ（高さ H 1 0、幅 L 1 0、奥行き W 1 0）及び位置を、検出結果として、無人飛行体 7 0 の通信装置 7 5 は、トラクタ 1 に送信する。

【0067】

障害物検出装置 4 5 L、4 5 R は、物体 M 3 の大きさ（高さ H 1 0、幅 L 1 0、奥行き W 1 0）及び位置に基づいて、検出エリア A 1 を変更する。例えば、センシング装置 7 2 が物体 M 3 を検出していないときの検出エリア A 1 が「A 1 1」である場合、障害物検出装置 4 5 L、4 5 R は、物体 M 3 を検出したときの検出エリア A 1 を「A 1 2」に変更する。

【0068】

より詳しくは、障害物検出装置 4 5 L、4 5 R は、物体 M 3 の大きさ（高さ H 1 0、幅 L 1 0、奥行き W 1 0）及び位置から、物体 M 3 の全体が入るようなエリアを演算し、演算したエリアを検出エリア A 1 2 として設定する。つまり、センシング装置 7 2 が物体 M 3 を検出したときの検出エリア A 1 2 は、センシング装置 7 2 が物体 M 3 を検出しなかったときの検出エリア A 1 1 に比べて、物体 M 3 の全体が入るようなエリアに設定される。

【0069】

図 1 0 に示すように、無人飛行体 7 0 は、照射装置 9 3 を備えていてもよい。照射装置 9 3 は、光源（光）を発生させるライト、レーザ等である。照射装置 9 3 は、センシング装置 7 2 が検出した物体 M 3 の大きさ（高さ H 1 0、幅 L 1 0、奥行き W 1 0）が所定以上である場合、例えば、物体 M 3 の高さ H 1 0、幅 L 1 0、奥行き W 1 0 のそれぞれが、所定以上である場合、照射装置 9 3 は、物体 M 3 に向けて光源を照射する。即ち、照射装置 9 3 は、物体 M 3 の方向に向けられて、当該照射装置 9 3 から光が照射される。

【0070】

障害物検出装置 4 5 L、4 5 R は、物体 M 3 に光源（光）が照射された場合、物体 M 3 への光が検出エリア A 1 2 に入るように、当該検出エリア A 1 2 を調整する。つまり、障害物検出装置 4 5 L、4 5 R は、物体 M 3 及び照射装置 9 3 からの照射光が検出エリア A 1 2 に入るようにする。

上述した実施形態では、無人飛行体 7 0 の照射装置 9 3 は、物体 M 3 を検出したときに、物体 M 3 に向けて光を照射していたが、物体 M 3 を検出しない状態、即ち、トラクタ 1 に追従して無人飛行体 7 0 が飛行している状態において、トラクタ 1 の進行方向に向けて光源を照射してもよい。

【0071】

図 1 2 は、無人飛行体 7 0 とトラクタ 1 との連動における動作フローを示している。図 1 2 では、説明の便宜上、無人飛行体 7 0 はトラクタ 1 の走行に追従して当該トラクタ 1 の進行方向と同じ方向に飛行しているものとする。

図 1 2 に示すように、無人飛行体 7 0 のセンシング装置 7 2 が物体 M 3 を検出すると（S 3 0）、物体 M 3 を検出した検出結果をトラクタ 1 に送信する（S 3 1）。トラクタ 1 は、無人飛行体 7 0 から物体 M 3 を検出した検出結果を取得したか否かを判断し（S 3 2）、検出結果を取得した場合（S 3 2、Yes）は、検出結果に基づいて、検出エリア A 1 1 から検出エリア A 1 2 に変更を行う（S 3 3）。一方、トラクタ 1 は、無人飛行体 7

10

20

30

40

50

0 から物体 M 3 を検出した検出結果を取得しなかった場合 (S 3 2、N o) は、検出エリア A 1 1 を保持する (S 3 4)。

【0072】

なお、無人飛行体 7 0 が照射装置 9 3 を有する場合、当該無人飛行体 7 0 は、物体 M 3 に光を照射したか否かの情報も検出結果としてトラクタ 1 に送信する。トラクタ 1 は、照射装置 9 3 から物体 M 3 に向けて光が照射されたことを取得すると、少なくとも物体 M 3 に照射した一部の光と物体 M 3 とが入るように検出エリア A 1 2 を設定する。

また、照射装置 9 3 は、例えば、無人飛行体 7 0 が物体を検出していないとき、或いは、トラクタ 1 の周りが暗くなったときなどに、トラクタ 1 の進行方向に向けて光源を照射してもよい。

【0073】

農業支援システムは、農業機械 (トラクタ 1) に設けられ且つ障害物を検出する障害物検出装置 4 5 と、農業機械 (トラクタ 1) に設けられ且つ障害物検出装置 4 5 が障害物を検出していない場合に当該農業機械 (トラクタ 1) の自動走行を行い且つ障害物を検出した場合に自動走行を変更する走行制御部 4 0 A と、無人飛行体 7 0 に設けられ且つ農業機械 (トラクタ 1) の自動走行時に当該農業機械 (トラクタ 1) の進行方向の状況をセンシングするセンシング装置 7 2 と、を備え、障害物検出装置 4 5 は、センシング装置 7 2 でセンシングした結果に基づいて障害物を検出する検出エリアを変更する。これによれば、農業機械 (トラクタ 1) が自動走行中において、まず、無人飛行体 7 0 によって農業機械 (トラクタ 1) の進行方向の状況をセンシングすることで、農業機械 (トラクタ 1) の進行方向の状況を先に監視することができ、無人飛行体 7 0 が状況を判断したうえで、農業機械 (トラクタ 1) の障害物検出装置 4 5 は、障害物がないかを把握することができ、スムーズに自動走行を行うことができる。即ち、農業機械 (トラクタ 1) の自動走行時において無人飛行体 7 0 のセンシング装置 7 2 によってセンシングした結果で障害物検出装置 4 5 は障害物を検出する検出エリアを変更するため、自動走行の障害物の検知をより向上させることができる。

【0074】

農業支援システムは、無人飛行体 7 0 に設けられ且つセンシング装置 7 2 でセンシングした結果を農業機械 (トラクタ 1) に送信する通信装置 7 5 を備えている。これによれば、簡単に、農業機械 (トラクタ 1) の進行方向の状況を無人飛行体 7 0 から知らせることができる。

通信装置は、結果として、センシングした物体の大きさ及び位置に関する情報を農業機械 (トラクタ 1) に送信し、障害物検出装置 4 5 は、物体の大きさ及び位置に基づいて、検出エリアを変更する。これによれば、障害物検出装置 4 5 による物体の検出の精度を向上させることができる。

【0075】

農業支援システムは、無人飛行体 7 0 に設けられ且つセンシング装置 7 2 がセンシングした物体の大きさが所定以上である場合、物体に向けて光源を照射する照射装置 9 3 を備えている。これによれば、照射装置 9 3 によって物体に光源を照射することで、センシング装置 7 2 が物体の輪郭等を把握しやすくなり、検出の精度を向上させることができる。

障害物検出装置 4 5 は、物体に光源が照射された場合、物体に検出エリアを設定する。これによれば、物体が障害物であるか否かをより正確に判断することができる。

【0076】

農業支援システムは、無人飛行体 7 0 に設けられ且つ農業機械 (トラクタ 1) の進行方向に向けて光源を照射する照射装置 9 3 を備えている。これによれば、夜など暗い場所で作業を行うときに、照射装置 9 3 の光源によって、農業機械 (トラクタ 1) の進行方向の状況を把握しやすくなる。ことができる。

上述した実施形態では、図 1 1 A に示したように、障害物検出装置 4 5 L、4 5 R は、物体 M 3 を検出したときの検出エリア A 1 2 に変更していたが、図 1 1 B に示すように、物体 M 3 をフォーカスするように、検出エリア A 1 2 を絞ることで検出精度を向上させて

10

20

30

40

50

もよい。また、上述した照射装置 93 において、赤外光を物体 M3 に照射することによって、トラクタ 1 に搭載したカメラ等から物体 M3 を認識しやすいようにしてもよい。

【0077】

上述した実施形態では、無人飛行体 70 とトラクタ 1 とを連動（連携）させながら作業を行っていたが、圃場の作業時での連携中に無人飛行体 70 に異常が発生した場合、無人飛行体 70 又はトラクタ 1 は、作業時の動作と異なる動作を行う。

上述したように、無人飛行体 70 は、圃場 H1 においてトラクタ 1 の作業時（トラクタ 1 が圃場 H1 を走行中）は、位置検出装置 73 で検出された飛行位置 D2 に基づいて圃場 H1 の上空を飛行し、異常時には飛行位置 D2 による飛行を停止して、センシング装置 72 でセンシングした情報に基づいて飛行を行う。

【0078】

具体的には、無人飛行体 70 の制御装置 76 は、当該無人飛行体 70 の飛行中に、図 13 に示すように、測位衛星からの電波 WE1 の受信強度を監視している。制御装置 76 は、電波 WE1 の受信強度が閾値 V1 未満となった場合、当該受信強度が閾値 V1 未満となった経過時間 T1 を演算する。制御装置 76 は、経過時間 T1 が所定時間 T2 以上である場合に異常であると判断し、経過時間 T1 が所定時間 T2 未満である場合に異常ではなく不調であると判断する。

【0079】

上述したように、電波 WE1 の受信強度が閾値 V1 以下の経過時間 T1 が長いと、位置検出装置 73 によって正確に飛行位置 D2 を検出することができないため、制御装置 76 は、無人飛行体 70 に異常が発生したと判断し、センシング装置 72 で無人飛行体 70 の進行方向をセンシングする。例えば、センシング装置 72 は、無人飛行体 70 の進行方向の撮像画像を取得して、図 6B に示すように、制御装置 76 は、撮像画像から無人飛行体 70 の少なくとも飛行位置 D3 を推定し、予め定められた帰還場所 101 に向けて飛行する。制御装置 76 は、帰還場所 101 の上空に到達すると、無人飛行体 70 を帰還場所 101 に着陸させる。なお、制御装置 76 による撮像画像からの飛行位置 D3 の推定は、例えば、予め記憶装置 74 に、圃場、構造物（道路、建物、電柱）、地形（山、川）等を有する地図データを格納しておき、地図データと撮像画像とを比較してマッチング等を行うことで飛行位置 D3 を推定してもよいし、撮像画像の変化に基づいて現在位置からの飛行方向及び飛行位置 D3 を計算することで飛行位置 D3 を求めてもよく限定されない。

【0080】

一方、制御装置 76 は、無人飛行体 70 が不調である場合、位置検出装置 73 で検出された飛行位置 D2 と、センシング装置 72 でセンシングした情報に基づいて、無人飛行体 70 の飛行を行ってもよい。例えば、制御装置 76 は、位置検出装置 73 で検出された飛行位置 D2 を取得する一方、センシング装置 72 でセンシングした撮像画像などの情報を取得する。制御装置 76 は、撮像画像の変化から現在位置からの飛行方向及び飛行位置を演算して、演算した飛行位置（第 1 推定位置）D3 と、位置検出装置 73 で検出された飛行位置（第 2 推定位置）D2 を比較し、第 1 推定位置 D3 と第 2 推定位置 D2 との差が閾値以下であれば、第 2 推定位置 D2 を採用して飛行の制御を続ける。図 6B に示すように、制御装置 76 は、第 1 推定位置 D3 と第 2 推定位置 D2 との差が閾値よりも大きい場合、例えば、第 1 推定位置 D3 と第 2 推定位置 D2 とを結ぶ中間点を飛行位置 D4 として補正し、補正した飛行位置 D4 で飛行の制御を続ける。或いは、第 1 推定位置 D3 と第 2 推定位置 D2 との差が閾値よりも大きい場合、制御装置 76 は、数秒前の第 2 推定位置 D2 の推移を参照して、第 2 推定位置 D2 が大きく変化している場合は、第 1 推定位置 D3 を飛行位置 D4 として採用し、採用した飛行位置 D4 で飛行の制御を続ける。なお、上述した飛行位置の推定等は、一例であり限定されない。

【0081】

さて、制御装置 76 は、無人飛行体 70 が不調である場合、経過時間 T1 に応じて飛行中におけるトラクタ 1 との距離を制限する。図 14 に示すように、制御装置 76 は、無人飛行体 70 が不調である場合、第 1 推定位置 D3 及び第 2 推定位置 D2 によって得られた

10

20

30

40

50

飛行位置 D 4 と、トラクタ 1 から送信された走行位置 P 1 とに基づいて、トラクタ 1 と無人飛行体 7 0 との水平距離 L 3 0 を演算する。制御装置 7 6 は、演算した水平距離 L 3 0 が制限距離以下であるか否かを判断する。制御装置 7 6 は、水平距離 L 3 0 が制限距離以下である場合、トラクタ 1 から遠ざかるように無人飛行体 7 0 を飛行させる。一方、制御装置 7 6 は、水平距離 L 3 0 が制限距離以下でない場合は、第 1 推定位置 D 3 及び第 2 推定位置 D 2 によって得られた飛行位置を参照しながら飛行を継続する。なお、制御装置 7 6 は、制限距離を経過時間 T 1 に応じて増減しており、経過時間 T 1 が短くなるほど制限距離は長く、経過時間 T 1 が長くなるほど、制限距離を短く設定する。

【0082】

なお、トラクタ 1 は、作業装置 2 に動力を伝達する P T O 軸と、作業装置 2 を昇降する昇降装置 8 と、走行装置 7 とを有し、作業時には当該作業に応じて P T O 軸の回転、昇降装置 8 及び走行装置 7 を作動させる。無人飛行体 7 0 が異常時には、トラクタ 1 は、少なくとも P T O 軸の回転、昇降装置 8 及び走行装置 7 のいずれかを停止する。なお、P T O 軸の回転、昇降装置 8 及び走行装置 7 の作動及び停止の制御は、制御装置 4 0 によって行うことができる。

【0083】

図 1 5 は、無人飛行体 7 0 とトラクタ 1 との連動における動作フローを示している。図 1 5 でも、説明の便宜上、不調又は異常が発生していない場合は、無人飛行体 7 0 はトラクタ 1 の走行に追従して当該トラクタ 1 の進行方向と同じ方向に飛行しているものとする。

図 1 5 に示すように、無人飛行体 7 0 は、トラクタ 1 の前方をセンシング装置 7 2 によってセンシングを行いながら飛行を行っている状況下において、制御装置 7 6 は、測位衛星からの電波 W E 1 の受信強度を監視する (S 4 0) 。制御装置 7 6 は、電波 W E 1 の受信強度が閾値 V 1 以下になった経過時間 T 1 を演算する (S 4 1) 。制御装置 7 6 は、経過時間 T 1 が所定時間 T 2 以上であるかを判断する (S 4 2) 。制御装置 7 6 は、経過時間 T 1 が所定時間 T 2 以上である場合 (S 4 2 、 Y e s) 、異常であると判断し (S 4 3) 、センシング装置 7 2 による飛行位置の推定を行う (S 4 4) 。制御装置 7 6 は、飛行位置の推定を行いながら飛行の制御を続け、無人飛行体 7 0 を帰還場所 1 0 1 に着陸させる (S 4 5) 。一方で、制御装置 7 6 は、経過時間 T 1 が所定時間 T 2 未満である場合 (S 4 2 、 N o) 、不調であると判断し (S 4 6) 、第 1 推定位置 D 3 と第 2 推定位置 D 2 を用いて飛行位置 D 4 を推定して、無人飛行体 7 0 をトラクタ 1 に追従させながらの飛行を続ける (S 4 7) 。制御装置 7 6 は、飛行位置 D 4 と走行位置 P 1 との水平距離 L 3 0 を演算し (S 4 8) 、水平距離 L 3 0 が制限距離以下である場合 (S 4 9 、 Y e s) 、無人飛行体 7 0 をトラクタ 1 から遠ざけるように飛行させる (S 5 0) 。

【0084】

上述した実施形態では、受信強度に基づいて異常又は不調等を判断していたが、受信強度の代わりに、蓄電装置 7 1 の残量 (充電残量) に基づいて異常又は不調等を判断してもよい。この場合、受信強度を充電残量に読み替えればよい。

また、作業条件によって、受信強度又は充電残量に対応する閾値 V 1 を変更してもよい。例えば、作業装置 2 がハロー、田植機等であり、水がある場所で作業する場合は、閾値 V 1 を増加させることで、基準を厳しくする。

【0085】

農業支援システムは、センシング装置 7 2 を備えた無人飛行体 7 0 と、作業装置 2 を連結可能な走行車体 3 し且つ、圃場を走行可能な農業機械 (トラクタ 1) と、を備え、無人飛行体 7 0 と農業機械 (トラクタ 1) とが連携しながら圃場の作業を行っている際に、当該無人飛行体 7 0 に異常が発生した場合、無人飛行体 7 0 又は農業機械 (トラクタ 1) は、作業時の動作と異なる動作を行う。これによれば、無人飛行体 7 0 と農業機械 (トラクタ 1) とが連携しながら圃場の作業を行っている状況において、無人飛行体 7 0 又は農業機械 (トラクタ 1) は、作業時の動作と異なる動作を行うことによって互いが干渉してしまうことを抑制することができる。即ち、農業機械 (トラクタ 1) と無人飛行体 7 0 とが

10

20

30

40

50

連携しながら圃場の作業を行うという場合に、無人飛行体に異常があった場合に適正に対処を行うことができる。

【0086】

無人飛行体70は、位置を検出する位置検出装置73を備え、作業時には位置検出装置73で検出された位置に基づいて圃場の上空を飛行し且つ異常時には位置による飛行を停止してセンシング装置72でセンシングした情報に基づいて飛行を行う。これによれば、無人飛行体70が位置検出装置73によって位置を検出しながら飛行を行う場合に、異常の場合は位置による飛行ではなくセンシング装置72でセンシングした情報に基づいて飛行を行うことで、無人飛行体70の飛行を安定化させることができる。

【0087】

無人飛行体70は、異常時には情報に基づいて予め定められた帰還場所に向けて飛行して帰還場所に着陸する。これによれば、異常時には、無人飛行体70を帰還場所に帰還させることができる。

位置検出装置73は、測位衛星の電波に基づいて位置を検出する装置であり、無人飛行体70は、測位衛星からの電波の受信強度が閾値未満となった経過時間に基づいて異常であるか否かを判断する。これによれば、測位衛星の電波の受信強度の変化、即ち、受信強度が閾値未満になって正確な位置が求められない場合に異常と判断することで、無人飛行体70の飛行を通常とは異なる状態に素早くかえることができる。

【0088】

無人飛行体70は、経過時間が所定時間以上である場合に異常であると判断し、経過時間が所定未満である場合に異常ではなく不調であると判断する。これによれば、無人飛行体70が異常であるか不調であるかを素早く判断することができる。

無人飛行体70は、不調である場合、位置検出装置73で検出された位置と、センシング装置72でセンシングした情報に基づいて飛行を行う。これによれば、無人飛行体70が不要である場合には、安定した飛行を継続することができる。

【0089】

無人飛行体70は、不調である場合、経過時間に応じて飛行中における農業機械（トラクタ1）との距離を制限する。これによれば、無人飛行体70と農業機械（トラクタ1）とが干渉してしまうことを防止することができる。

農業機械（トラクタ1）は、作業装置2に動力を伝達するPTO駆動装置と、作業装置2を昇降する昇降装置8と、走行装置7とを有し、作業時には当該作業に応じてPTO駆動装置、昇降装置8及び走行装置7を作動させ、異常時には少なくともPTO駆動装置、昇降装置8及び走行装置7のいずれかを停止する。これによれば、PTO駆動装置、昇降装置8及び走行装置7のいずれかを停止することで、簡単に作業を停止することができる。

〔第2実施形態〕

図16～図19は、第2実施形態における農業機械（トラクタ1）を示している。なお、図16～図19に示すトラクタ1等を第1実施形態に適用してもよい。

【0090】

トラクタ1は、離着陸ステーション60を備えている。離着陸ステーション60は、保護装置9のルーフ9bに設けられ、無人飛行体70が着陸したときにスキッド70dを規制可能である。離着陸ステーション60は、図18A～図18Cに示すように、無人飛行体70が離着したときには、当該離着陸ステーション60の一部が、スキッド70dの脚部80a、80bに接触することによって、スキッド70dの水平方向の移動を規制することが可能である。

【0091】

図16、図17に示すように、具体的には、離着陸ステーション60は、支持部材61と、アーム62とを有している。支持部材61は、アーム62を保護装置9のルーフ9bに支持する部材であって、ルーフ9bの前側及び後側にそれぞれ設けられている。アーム62は、支持部材61を介してルーフ9b上に支持されていて、水平方向に延びている。詳しくは、アーム62の一端は、ルーフ9bの前端に位置し、アーム62の他端は、ルー

10

20

30

40

50

フ９bの後端に位置している。

【００９２】

アーム６２は、例えば、円弧状又は四角状の筒体で構成されていて、中空状であって、空間部６３が形成されている。図１８Ａ～図１８Ｃに示すように、無人飛行体７０において、着陸時における一方の脚部８０aから他方の脚部８０bまでの距離Ｌ４０を基準にした場合、アーム６２の幅Ｌ４１は、距離Ｌ４０以下に設定されている。

図１６に示すように、アーム６２は、無人飛行体７０が視認可能なマーカ６４を有している。マーカ６４は、アーム６２の外面に形成されていて、当該アーム６２を平面視したときに、上方から無人飛行体７０のセンシング装置７２によって認識することが可能である。

10

無人飛行体７０が着陸を行うにあたって、まず、圃場の上空からセンシング装置７２によってトラクタ１の有無、即ち、アーム６２に設けたマーカ６４の位置を認識する。無人飛行体７０の制御装置７６は、マーカ６４を認識すると、当該マーカ６４の位置に向けて無人飛行体７０を飛行させ、マーカ６４の上空に達したところで、無人飛行体７０の高度を徐々に下げながら、アーム６２（マーカ６４）に向けて着陸を行う。

スキッド７０dが図１８Ａの場合、無人飛行体７０は、スキッド７０dの脚部８０a、８０bをアーム６２に接触したところで着陸を終了する。また、スキッド７０dが図１８Ｂの場合、無人飛行体７０は、スキッド７０dがアーム６２に達した時点で、アクチュエータ８１a、８１bの伸縮によって、脚部８０a、８０bをアーム６２に向けて揺動させ、脚部８０a、８０bがアーム６２に接触したところで着陸を終了する。なお、アクチュエータ８１a、８１bの伸縮は、制御装置７６がアクチュエータ８１a、８１bに制御信号を出力することによって行う。

20

スキッド７０dが図１８Ｃの場合、無人飛行体７０は、スキッド７０dがアーム６２に達して脚部８０a、８０bが接触すると、当該脚部８０a、８０bがアーム６２への接触によって変形する。無人飛行体７０は、脚部８０a、８０bによってアーム６２を挟み込んだところで着陸を終了する。

以上のように、トラクタ１に離着陸ステーション６０を設けることによって、無人飛行体７０を当該トラクタ１に着陸させることができる。

さて、無人飛行体７０がケーブル７７を有してもよい。次に、無人飛行体７０がケーブル７７を有している場合について説明する。

30

ケーブル７７は、無人飛行体７０に電力を供給するケーブルである。図２４に示すように、ケーブル７７の一端は、本体７０aの内部に設けられていて、制御装置７６等に電力を供給する電源ラインＰＷ１にコネクタ等を介して接続されている。或いは、ケーブル７７の一端は、蓄電装置７１に接続されていてもよい。また、ケーブル７７の他端は、制御装置４０等に電力を供給する電源ラインＰＷ２にコネクタ等を介して接続されている。ケーブル７７の他端は、トラクタ１に設けられたバッテリー等に接続されていてもよい。

したがって、ケーブル７７を介して、トラクタ１の電力を無人飛行体７０に供給することができ、長時間にわたって、無人飛行体７０を飛行させることができる。

図１８Ａ～図１８Ｃ及び図１９に示すように、離着陸ステーション６０のアーム６２には、ケーブル７７を通す、貫通穴６５が設けられ、アーム６２の空間部６３がケーブル７７を収容可能な収容部とされている。収容部には、ケーブル７７を巻き取る巻き取り機６６が設けられている。図２０に示すように、巻き取り機６６は、回転自在に支持され且つ回転によってケーブル７７を巻き取る筒状のポビン（巻取部）６６aと、ポビン６６aを回転させるモータ６６bと、を備えている。ケーブル７７は、ポビン６６aの回転軸６６cを通過して、トラクタ１の内部に至っている。

40

したがって、巻き取り機６６のポビン６６aをモータ６６bによって回転させることにより、ケーブル７７を巻き取ることができる。ポビン６６aにケーブル７７を巻き取った状態において、無人飛行体７０の移動によってケーブル７７が引っ張られると、引っ張り力によってポビン６６aが任意に回転してケーブル７７を繰り出すことができる。巻き取り機６６において、モータ６６bの回転軸とポビン６６aの回転軸６６cとの接続を遮断す

50

ることができるクラッチ 66d を設けてもよい。

以上のように、巻き取り機 66 を設けた場合、トラクタ 1 の制御装置 40 は、モータ 66b に制御信号を出力して、モータ 66b の回転軸を、ケーブル 77 を巻き取る方向（巻き取り方向）に回転させる。モータ 66b の回転軸を巻き取り方向に回転させている状況において、モータ 66b の回転軸へ作用する力（第 1 負荷）又はボビン 66a の回転軸 66c へ作用する力（第 2 負荷）を参照する。例えば、無人飛行体 70 の移動によってケーブル 77 が引っ張られ、第 1 負荷又は第 2 負荷が所定以上になると、制御装置 40 は、モータ 66b の駆動を停止、即ち、モータ 66b を巻き取る方向に回転させることを停止する。或いは、第 1 負荷又は第 2 負荷が所定以上になると、制御装置 40 は、モータ 66b の回転の方向を巻き取り方向と反対側に回転させて、ケーブル 77 を繰り出す。つまり、制御装置 40 は、巻き取り機 66 を駆動させることによって、ケーブル 77 に作用するテンションが略一定になるようにする。

10

【0093】

さて、無人飛行体 70 は、トラクタ 1 が自動走行によって、圃場 H1 で作業を行う前、即ち、作業装置 2 によって圃場 H1 に対して対地作業を行う前に、トラクタ 1 の上空から圃場 H1 をセンシングする。例えば、無人飛行体 70 は、トラクタ 1 が圃場 H1 にて停止している状態で、トラクタ 1 から離陸し、センシング装置 72 によって、例えば、圃場 H1 の作業前の状態、例えば、圃場 H1 の土壌状態を撮像する。

【0094】

また、図 21 に示すように、トラクタ 1 が走行及び作業を開始する（自動走行を開始する）と、無人飛行体 70 は、作業装置 2 の後方側にセンシング装置 72 を向けて、作業中又は作業後の圃場 H1 の状態をセンシングする。例えば、無人飛行体 70 は、トラクタ 1 が圃場 H1 を走行し且つ作業装置 2 によって作業を行っている場合、トラクタ 1 の走行に追従しながら飛行する一方で、センシング装置 72 にて、圃場 H1 の作業後の状態、例えば、圃場 H1 の土壌状態（表面の凸凹の状態）を撮像する。即ち、無人飛行体 70 は、トラクタ 1 の作業中又は作業後の撮像画像を取得する。

20

【0095】

無人飛行体 70 が撮像した作業中の撮像画像（作業中画像）、作業後の撮像画像（作業後画像）は、それぞれ通信装置 75 等を介してトラクタ 1 に送信される。

トラクタ 1 は、無人飛行体 70 が圃場 H1 をセンシングしたときの圃場 H1 の状態（作業前の表面の凸凹の状態、作業中の表面の凸凹の状態、作業後の表面の凸凹の状態）に基づいて、作業装置 2 による作業を行う。具体的には、トラクタ 1 は、作業前に作業前画像を取得すると、作業前画像に基づいて、作業装置 2 の設定を行う。例えば、制御装置 40 は、作業前画像から、土壌の硬さ、土壌の凹凸の度合、土壌の地質等を推定する。なお、土壌の硬さ、土壌の凹凸の度合、土壌の地質の推定は、予め制御装置 40 等に格納された土壌情報のデータベースと、作業前画像とを比較することにより推定を行う。土壌情報には、過去の撮像画像と、土壌の硬さ、土壌の凹凸の度合、土壌の地質等が対応付けられていて、これにより、作業前画像から、土壌の硬さ、土壌の凹凸の度合、土壌の地質等を推定することができる。なお、作業前画像を、土壌の硬さ、土壌の凹凸の度合、土壌の地質を推定する学習済みモデルに適用することによって、土壌の硬さ、土壌の凹凸の度合、土壌の地質を推定してもよい。

30

40

【0096】

作業装置 2 が耕耘装置である場合、土壌の硬さが閾値以上であると推定される場合は、作業装置 2 で行う耕耘の速度（耕耘爪の回転数）を予め定められた設定値よりも小さくし、土壌の硬さが閾値未満であれば、耕耘の速度を設定値に設定する。或いは、作業装置 2 が耕耘装置である場合、制御装置 40 は、土壌の凹凸の度合いが閾値以上である場合、作業装置 2 は、単位時間当たりの耕耘の面積、即ち、耕耘装置の移動速度を予め定められた設定値よりも小さくし、土壌の凹凸の度合いが閾値未満であれば、耕耘装置の移動速度を設定値に設定する。上述した実施形態では、耕耘装置を例にとり説明をしたが、作業装置 2 は何でもよく、限定されない。

50

【0097】

図24に示すように、トラクタ1の制御装置40は、作業判断部40Cを備えている。作業判断部40Cは、制御装置40に設けられた電気電子回路、制御装置40に格納されたプログラム等から構成されている。

作業判断部40Cは、作業中又は作業後の圃場H1の状態に基づいて、作業装置2による作業の適正を判断する。具体的には、作業判断部40Cは、作業中画像又は作業後画像を取得し、作業中画像又は作業後画像から作業の適正を判断する。

【0098】

作業装置2が散布装置（肥料散布装置、農薬散布装置）である場合、作業判断部40Cは作業中画像から肥料散布又は薬剤散布が適正に行われているか否かを判断する。例えば、作業判断部40Cは、作業中画像から散布状態を監視し、肥料散布又は薬剤散布を行うノズルから、肥料又は薬剤が適正に散布されている場合は、作業は適正であると判断する。一方、作業判断部40Cは、肥料散布又は薬剤散布を行うノズルから、肥料又は薬剤が放出されていなかったり、肥料散布又は薬剤散布を行うノズルから放出される肥料又は薬剤が規定よりも少なかったりすると、作業は適正でないと判断する。

【0099】

或いは、作業装置2が耕耘装置、収穫装置、畝立装置等である場合、作業判断部40Cは作業後画像から耕耘、収穫、畝立て等が適正に行われているか否かを判断する。例えば、作業判断部40Cは、作業後画像から耕耘状態、収穫状態、畝立状態のそれぞれを監視し、耕耘状態、収穫状態、畝立状態が、予め定められた状態と略同じ場合は、作業は適正であると判断し、耕耘状態、収穫状態、畝立状態が、予め定められた状態と大きく異なる場合は、作業は適正でないと判断する。

【0100】

なお、耕耘状態、収穫状態、畝立状態が適正であるか否かは、予め適正とされる耕耘状態、耕耘状態、収穫状態、畝立状態を示す作業状態が予めデータベースとして制御装置40等に格納されていて、データベースの耕耘状態、収穫状態、畝立状態と、作業後画像から得られた耕耘状態、収穫状態、畝立状態とをマッチングさせることで判断することができる。或いは、作業判断部40Cは、作業後画像を、耕耘状態、収穫状態、畝立状態のそれぞれを推定することができる学習済みモデルに適用することで、作業後の耕耘状態、収穫状態、畝立状態が適正であるか否かを判断してもよい。

【0101】

トラクタ1は、作業が適正である場合は作業を継続し、作業判断部40Cが、作業が適正でないと判断した場合に、当該適正でない作業の位置に戻って作業装置2による再作業を行う。図22に示すように、トラクタ1が自動走行しながら作業を行っている状況において、作業が適正でない位置が連続した圃場H1の不適正範囲W50がある場合、トラクタ1は、現在の作業装置2の作業を停止して、作業装置2の作業を停止した状態で不適正範囲W50まで戻り、不適正範囲W50の作業開始点W50aで作業装置2を再開し、不適正範囲W50の作業開終了点W50bまで走行しながら再作業を行う。

【0102】

図23に示すように、農業支援システムは、選択部46を備えている。選択部46は、トラクタ1に設けられた表示装置50又は、トラクタ1と接続を行うことができるスマートフォン、タブレット、ノートパソコン等の携帯型コンピュータの携帯端末に設けられている。具体的には、表示装置50又は携帯端末に設けられたハードウェアスイッチ、又は、ソフトウェアスイッチである。例えば、表示装置50又は携帯端末に選択部46が設けられている場合、所定の操作を行うと、図23に示すように、表示装置50又は携帯端末に、選択部46が表示される。選択部46は、自動走行の終了後に再作業を行うか、自動走行中に再作業を行うかを選択するスイッチであって、「自動走行終了後」、「自動走行中」のいずれかを選択することができる。自動走行終了後を選択した場合は、図22に示すように、自動走行の終了点E1を通過した後に、トラクタ1は、不適正範囲W50に自動的に移動して再作業を行う。自動走行中を選択した場合は、図22に示すように、トラ

10

20

30

40

50

クタ１は、不適正範囲Ｗ５０があったことを作業判断部４０Ｃから取得後に、不適正範囲Ｗ５０に自動的に戻り再作業を行う。

【０１０３】

農業支援システムは、センシング装置７２を備えた無人飛行体７０と、作業装置２を連結可能な走行車体３し且つ、圃場を走行可能な農業機械（トラクタ１）と、を備え、農業機械（トラクタ１）は、無人飛行体７０が圃場をセンシングしたときの当該圃場の状態に基づいて作業装置２による作業を行う。これによれば、作業装置２は、無人飛行体７０が圃場のセンシングした状態に応じて作業を行うことができるため、作業性を向上させることができる。

【０１０４】

農業機械（トラクタ１）は、作業前の圃場の状態を取得した場合は作業装置２の設定を行い、作業中又は作業後の圃場の状態を取得した場合は圃場の状態に基づいて作業を行う。これによれば、作業前、作業中、作業後のいずれであっても、無人飛行体７０が検出した圃場の状態に応じて作業を行うことができる。

農業支援システムは、作業中又は作業後の圃場の状態に基づいて、作業装置２による作業の適正を判断する作業判断部４０Ｃを備え、農業機械（トラクタ１）は、作業判断部４０Ｃが、作業が適正でないと判断した場合に、当該適正でない作業の位置に戻って作業装置２による再作業を行う。これによれば、作業装置２によって作業を行った後に、当該作業が適正でないかを簡単に判断することができ、作業が適正でない場合には、再作業を行うことで、最終的に圃場の全体の適正な作業度合いを向上させることができる。

【０１０５】

農業機械（トラクタ１）は、自動走行を制御する走行制御部４０Ａと、自動走行の終了後に再作業を行うか又は、自動走行中に再作業を行うかを選択する選択部４６と、を備えている。これによれば、自動走行で作業を行う場合に、自走走行後、自動走行中のいずれかで再作業を行うかを簡単に変更することができる。

農業機械（トラクタ１）は、圃場を飛行している無人飛行体７０に電力を供給するケーブル７７を備えている。これによれば、無人飛行体７０を長時間に亘って飛行させることができる。

【０１０６】

農業機械（トラクタ１）は、無人飛行体７０が離着陸する離着陸ステーション６０を備え、無人飛行体７０は、少なくとも作業前、作業中及び作業後のいずれかに離着陸ステーション６０から離陸し、センシング装置７２によって作業中及び作業後の圃場の状態をセンシングする。これによれば、作業前、作業中及び作業後のいずれの場合にも、農業機械（トラクタ１）から無人飛行体７０を離陸させることができ、必要であるときに、圃場、農業機械等の監視を行うことができる。

【０１０７】

以上、本発明の実施形態について説明したが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【０１０８】

- １ ： 農業機械（トラクタ）
- ２ ： 作業装置
- ７ ： 走行装置
- ８ ： 昇降装置
- ７０ ： 無人飛行体
- ７２ ： センシング装置
- ７３ ： 位置検出装置
- １０１ ： 帰還場所

10

20

30

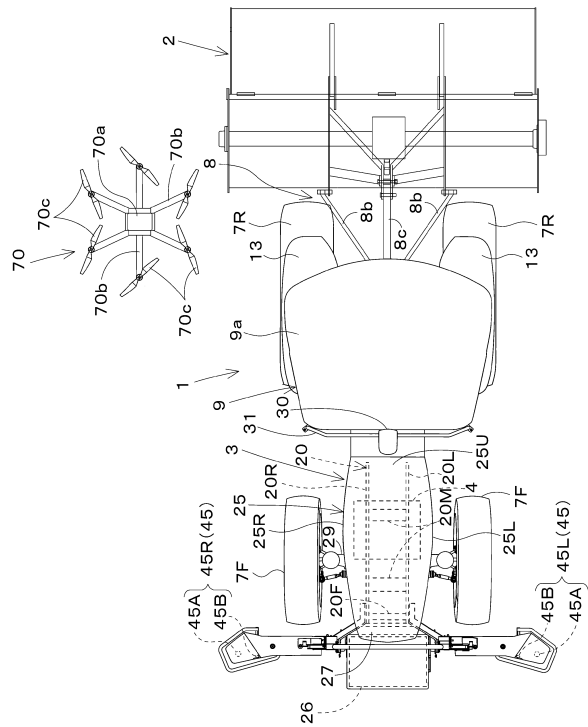
40

50

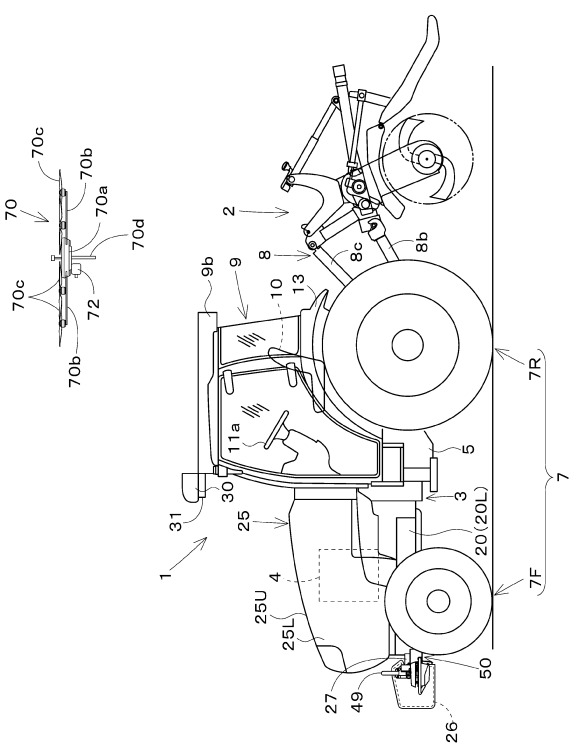
H 1 : 圖場
T 1 : 經過時間
T 2 : 所定時間
V 1 : 閾值
W E 1 : 電波

【圖面】

【圖 1】



【圖 2】



10

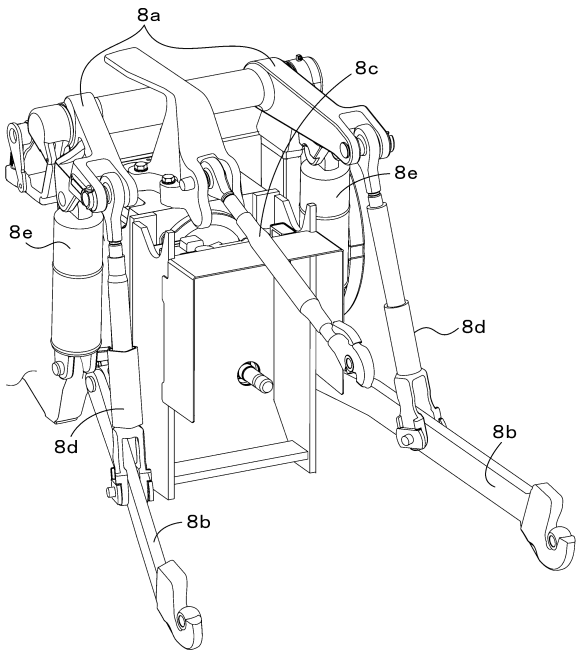
20

30

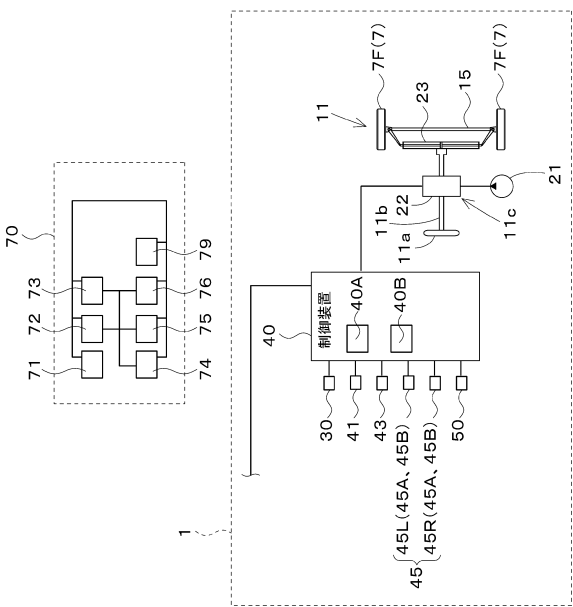
40

50

【図 3】



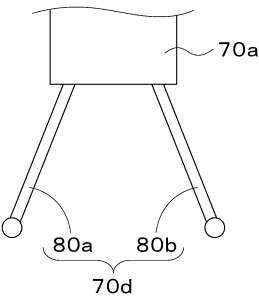
【図 4】



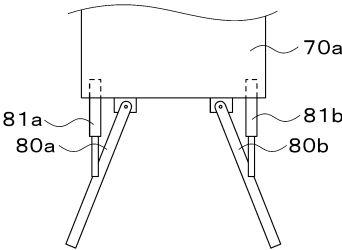
10

20

【図 5 A】



【図 5 B】

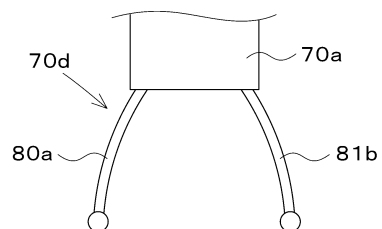


30

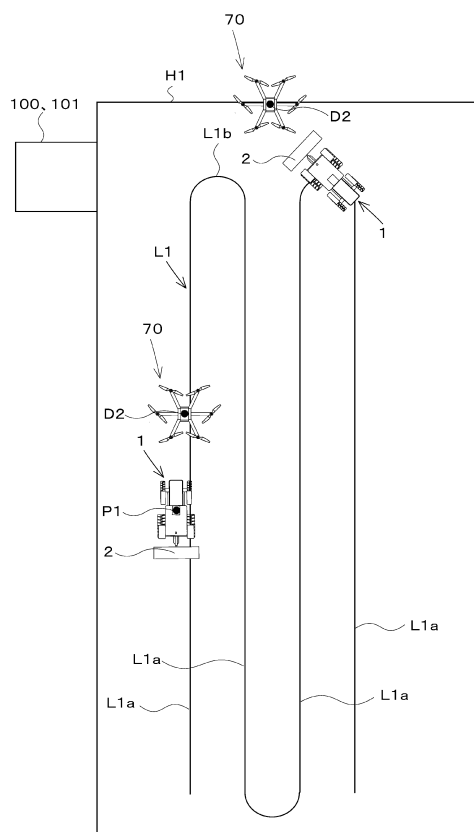
40

50

【図 5 C】



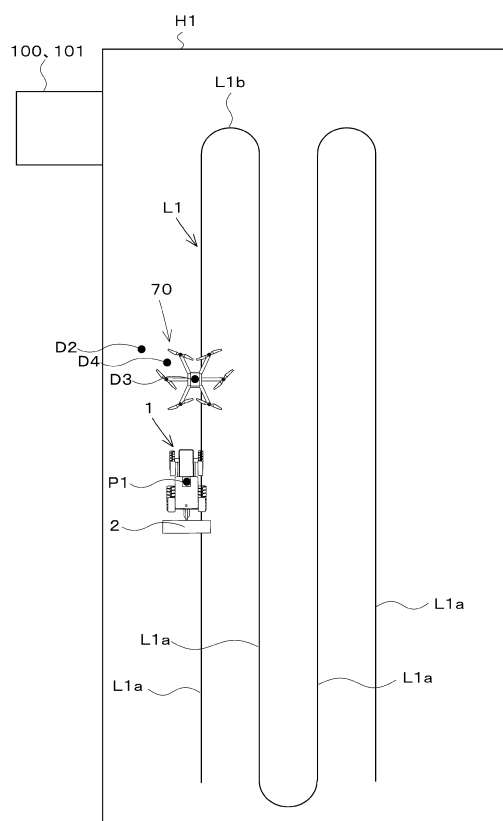
【図 6 A】



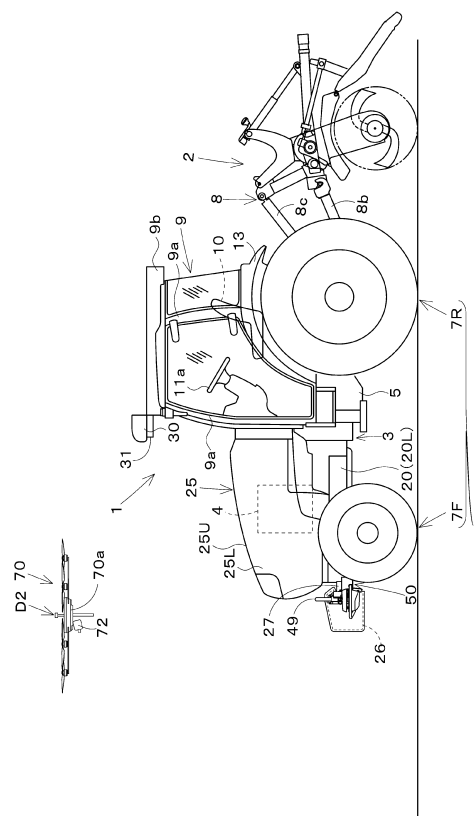
10

20

【図 6 B】



【図 7 A】

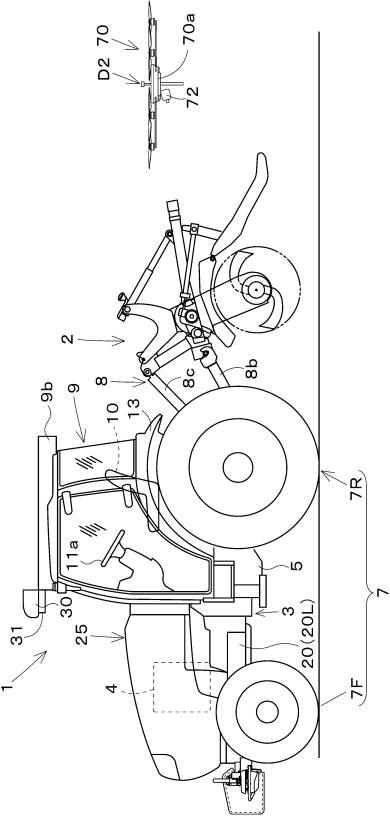


30

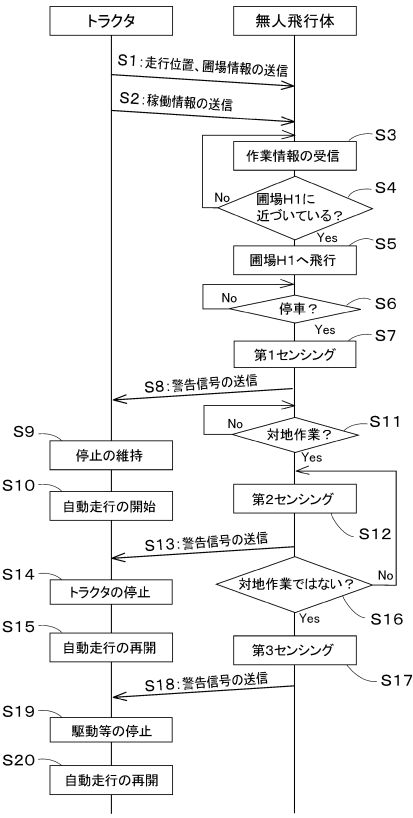
40

50

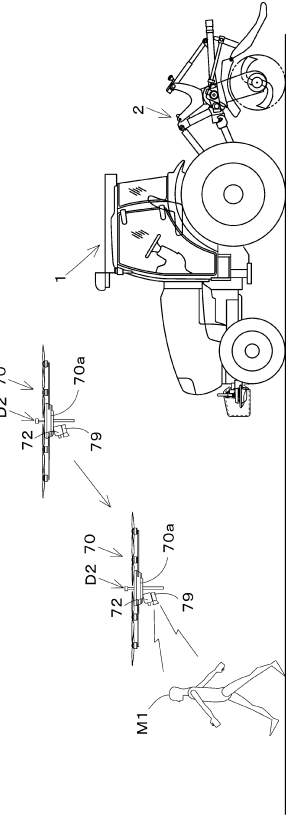
【図 7 B】



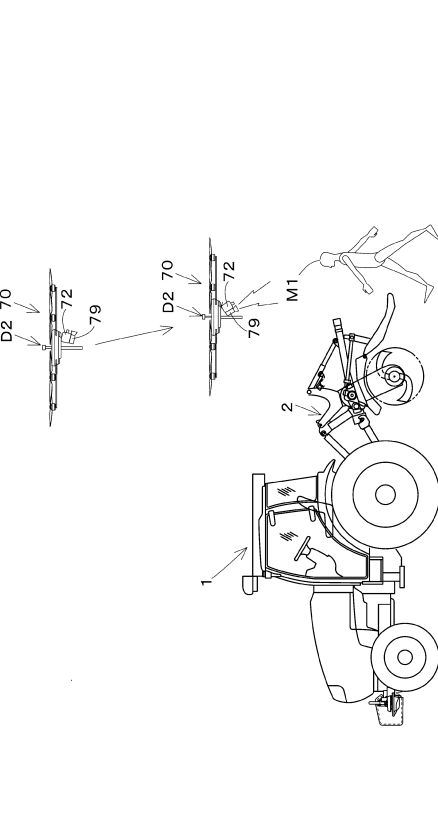
【図 8】



【図 9 A】



【図 9 B】



10

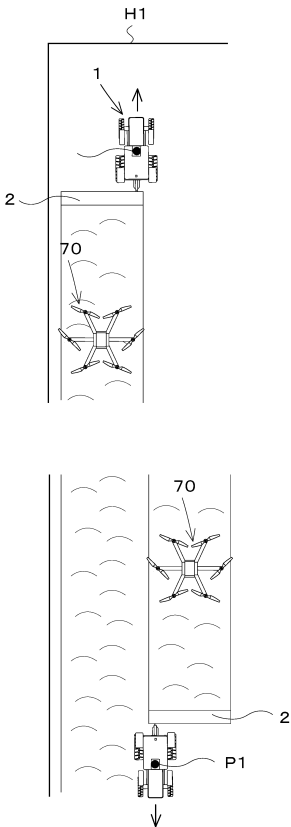
20

30

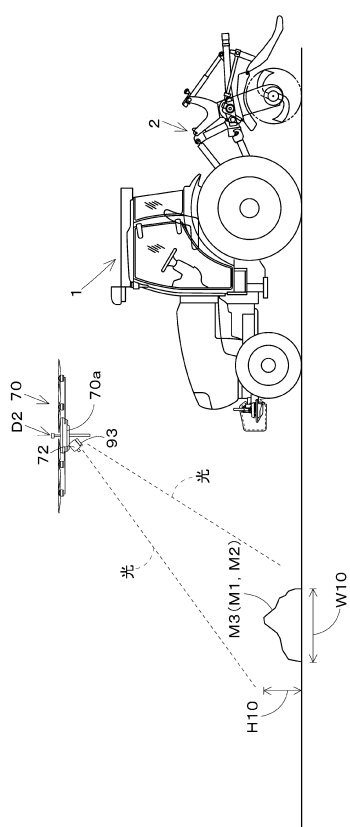
40

50

【図 9 C】



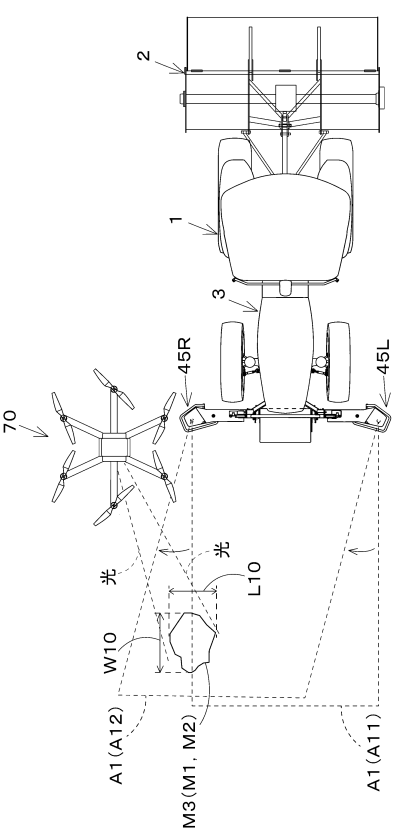
【図 1 0】



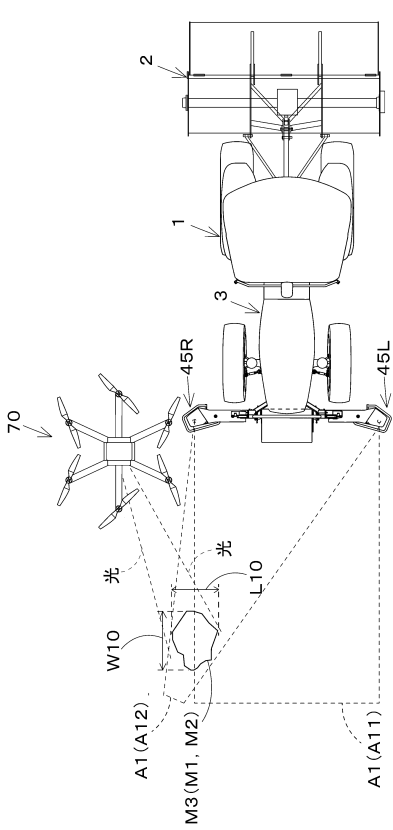
10

20

【図 1 1 A】



【図 1 1 B】

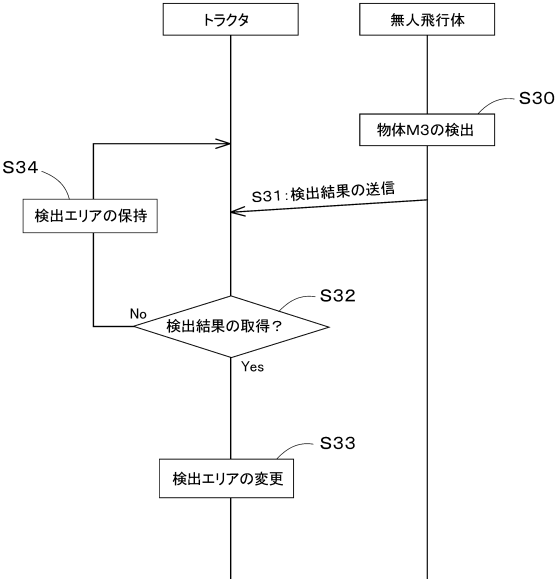


30

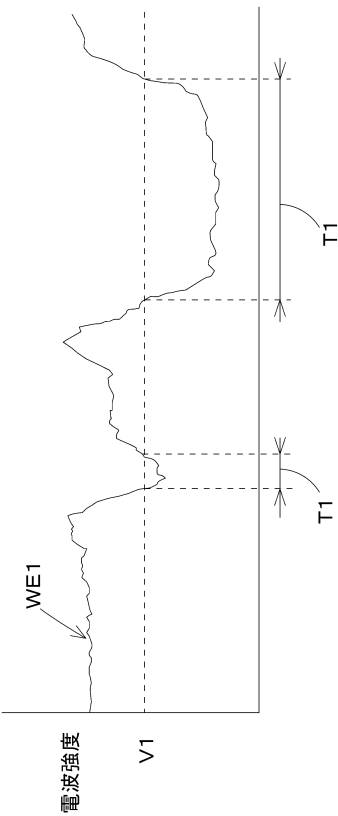
40

50

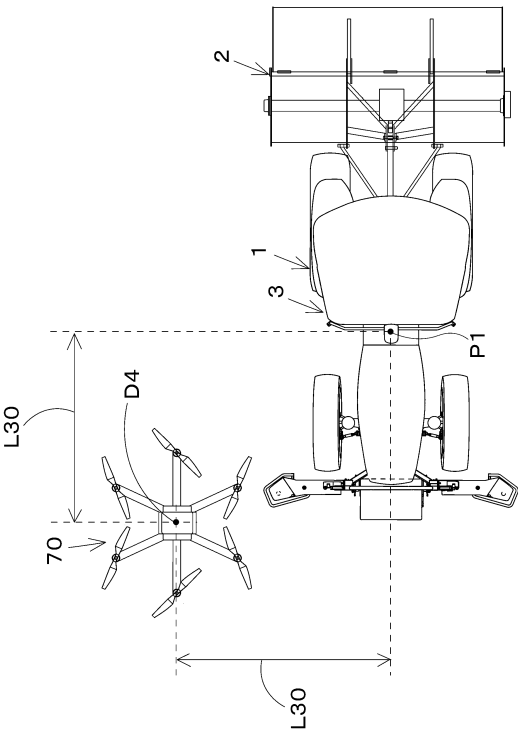
【図 1 2】



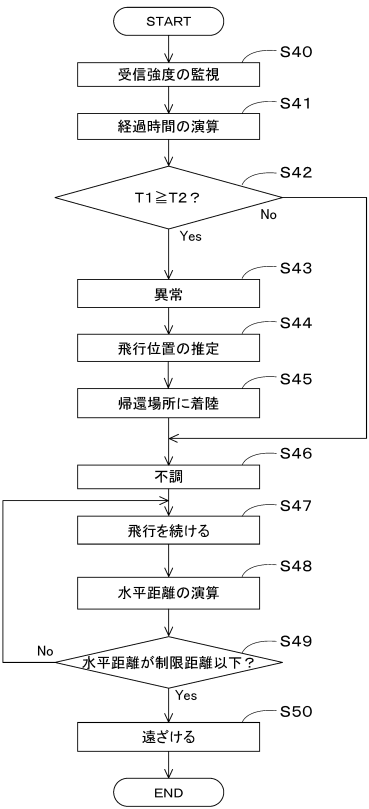
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



10

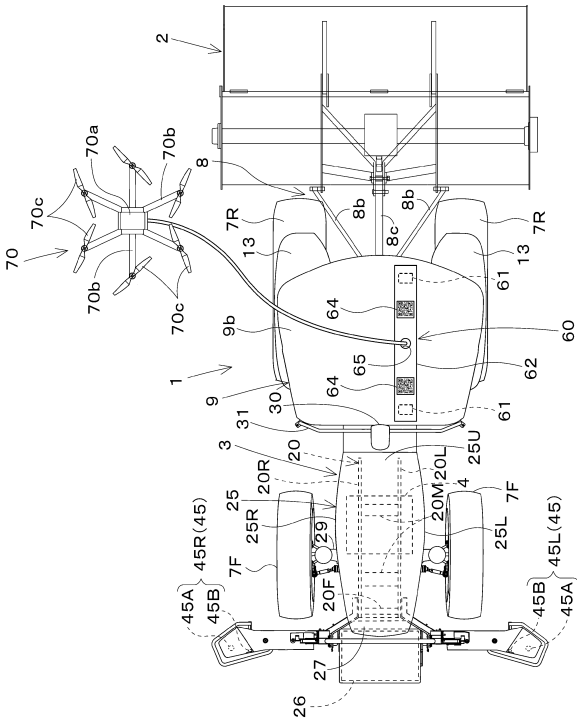
20

30

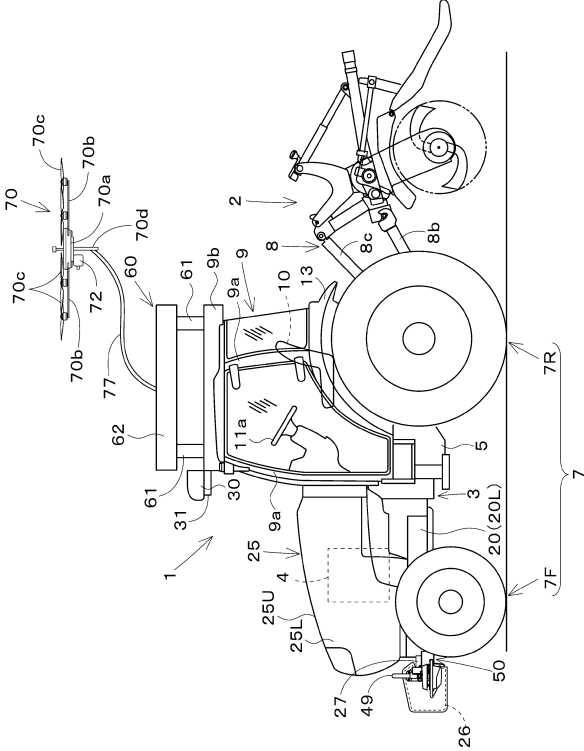
40

50

【図 1 6】



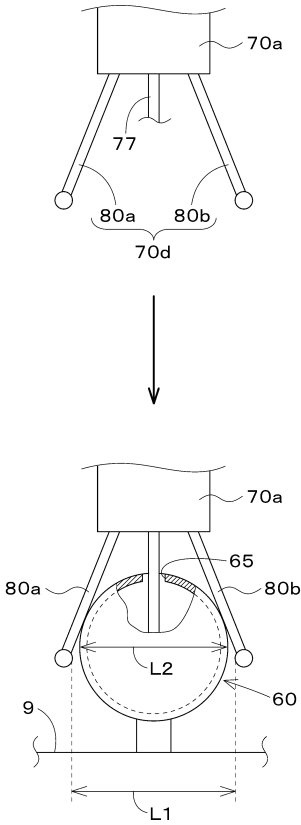
【図 1 7】



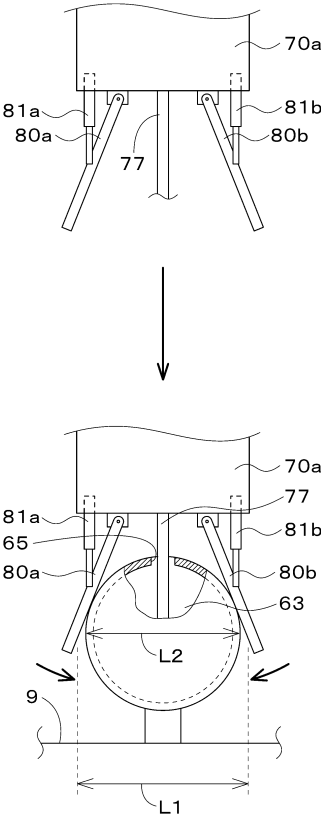
10

20

【図 1 8 A】



【図 1 8 B】

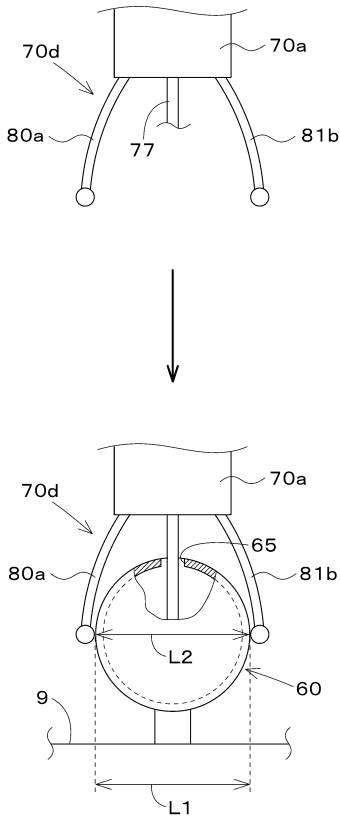


30

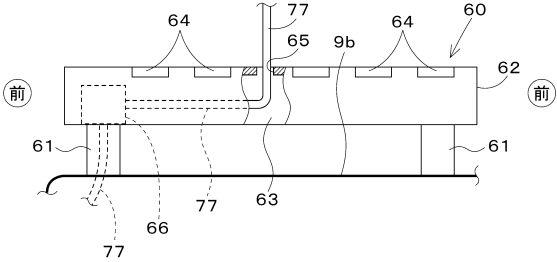
40

50

【図 18 C】



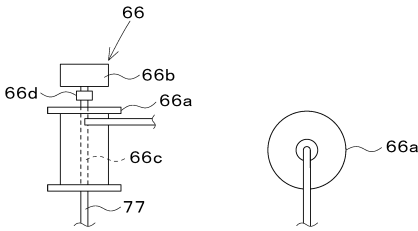
【図 19】



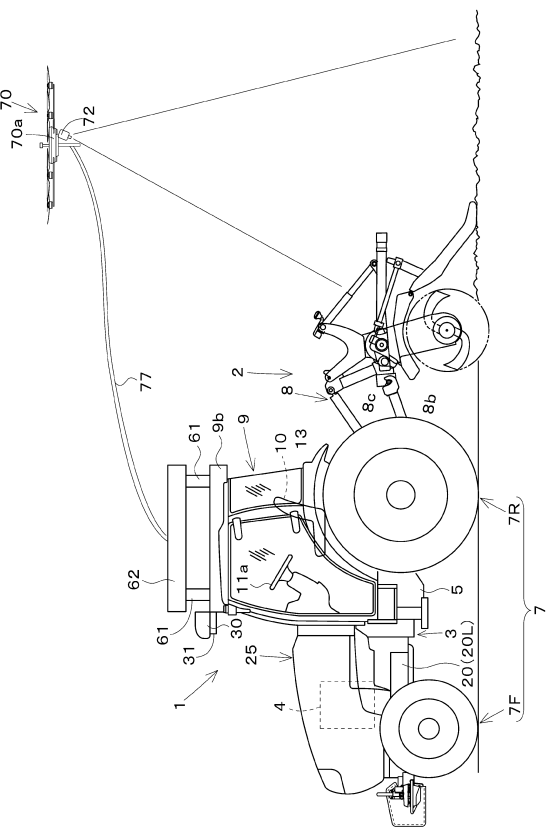
10

20

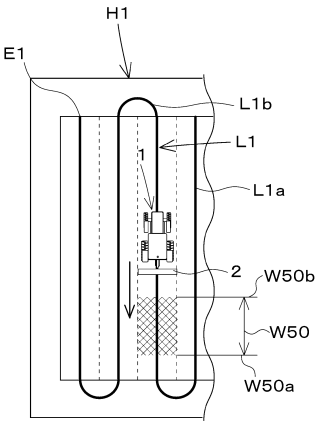
【図 20】



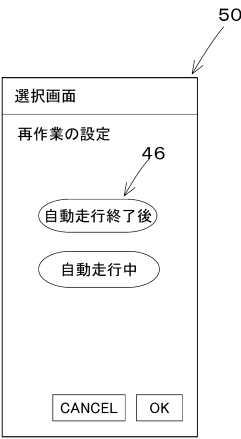
【図 21】



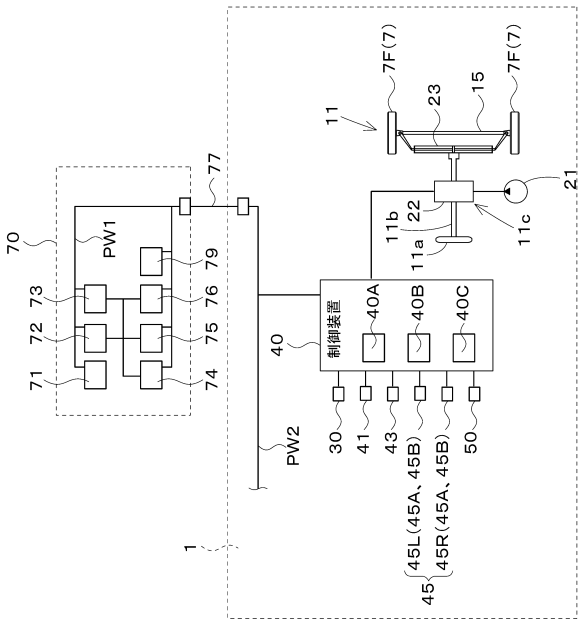
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (51)国際特許分類

B 6 4 D

25/00

(2006.01)

F I

B 6 4 D

25/00
- (56)参考文献

特開 2 0 1 8 - 1 7 0 9 9 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 9 / 1 6 8 0 4 2 (W O , A 1)
- (58)調査した分野

(Int.Cl., D B 名)

A 0 1 B 6 9 / 0 0 - 6 9 / 0 8
G 0 6 Q 5 0 / 0 2
G 0 5 D 1 / 4 3
G 0 5 D 1 / 4 6
A 0 1 B 5 9 / 0 4
B 6 4 C 2 7 / 0 4
B 6 4 C 3 9 / 0 2
B 6 4 D 2 5 / 0 0