

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7349277号
(P7349277)

(45)発行日 令和5年9月22日(2023.9.22)

(24)登録日 令和5年9月13日(2023.9.13)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 5 D 1/02 (2020.01)	G 0 5 D	1/02	S	
A 0 1 B 69/00 (2006.01)	G 0 5 D	1/02	N	
	A 0 1 B	69/00	3 0 1	
	A 0 1 B	69/00	3 0 3 Z	

請求項の数 4 (全28頁)

(21)出願番号	特願2019-128308(P2019-128308)	(73)特許権者	000006781 ヤンマーパワーテクノロジー株式会社 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号
(22)出願日	令和1年7月10日(2019.7.10)	(74)代理人	100167302 弁理士 種村 一幸
(65)公開番号	特開2021-15340(P2021-15340A)	(74)代理人	100135817 弁理士 華山 浩伸
(43)公開日	令和3年2月12日(2021.2.12)	(74)代理人	100141298 弁理士 今村 文典
審査請求日	令和4年2月25日(2022.2.25)	(74)代理人	100181869 弁理士 大久保 雄一
		(74)代理人	100167830 弁理士 仲石 晴樹
		(74)代理人	100154726 弁理士 宮地 正浩

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業車両用の自動走行システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

障害物を検出する障害物検出ユニットが備えられた作業車両を自動走行させる自動走行制御部を有し、

前記障害物検出ユニットには、前記作業車両から所定方向の設定範囲を撮像する撮像部と、前記作業車両から前記撮像部と同じ所定方向の設定範囲を測定対象とするアクティブセンサとが含まれており、

前記障害物検出ユニットが、前記撮像部の情報から前記障害物を検出し、かつ、当該障害物との離隔距離を前記アクティブセンサの情報から取得している場合は、前記自動走行制御部が、前記アクティブセンサの情報から取得した前記障害物との離隔距離に基づいて、前記作業車両と前記障害物との衝突を回避する第1衝突回避制御を実行し、

前記障害物検出ユニットが、前記撮像部の情報から前記障害物を検出しているのに対し、当該障害物との離隔距離を前記アクティブセンサの情報から取得することができない場合は、前記自動走行制御部が、前記第1衝突回避制御よりも衝突を回避しやすい衝突回避制御を実行する作業車両用の自動走行システム。

【請求項2】

前記障害物検出ユニットが、前記撮像部の情報から前記障害物を検出しているのに対し、当該障害物との離隔距離を前記アクティブセンサの情報から取得することができない場合は、前記自動走行制御部が、前記撮像部の情報から取得した前記障害物との離隔距離に基づいて、前記第1衝突回避制御よりも衝突回避率の高い第2衝突回避制御を実行する請

求項 1 に記載の作業車両用の自動走行システム。

【請求項 3】

前記障害物検出ユニットが、前記撮像部の情報から前記障害物を検出しているのに対し、前記アクティブセンサの情報からは前記障害物との離隔距離を取得することができず、前記障害物周辺との離隔距離を取得している場合は、前記自動走行制御部が、前記アクティブセンサが取得した前記障害物周辺との離隔距離に基づいて前記作業車両と前記障害物との衝突を回避する第 3 衝突回避制御を実行する請求項 1 又 2 に記載の作業車両用の自動走行システム。

【請求項 4】

前記自動走行制御部は、前記アクティブセンサに対する測定障害物の付着率が所定条件を満たした場合に、前記作業車両の車速を超低速状態まで低下させた超低速走行状態を所定時間継続し、所定時間が経過するまでの間に前記付着率が前記所定条件を満たさなくなった場合は、前記作業車両の車速を超低速状態から元の車速に復帰させ、一方、所定時間が経過するまでの間、前記付着率が前記所定条件を満たし続けた場合は、前記作業車両の自動走行を停止させる請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の作業車両用の自動走行システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業車両の自動走行を可能にする作業車両用の自動走行システムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

作業車両においては、作業車両の周囲に存在する障害物を検知して当該障害物の相対位置を取得する複数の障害物検知センサと、作業車両の周囲の画像を取得する複数のカメラと、複数のカメラによって取得される複数の画像に基づいて作業車両の周囲の俯瞰画像を取得する俯瞰画像取得部と、障害物の存在を運転者に対して警告する必要がある警告領域を設定する警告領域設定部と、俯瞰画像上において障害物の相対位置が警告領域内に位置する場合に障害物の存在を運転者に警告する警告部と、を備えて作業車両の周辺を監視するように構成された周辺監視装置が装備されたものがある（例えば特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第 2012/169361 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前述した特許文献 1 に記載の周辺監視装置においては、障害物検知センサとして物体判別精度の低いレーダ装置が採用されている。そのため、前述した警告領域にて背の高い草が生えている場合や、警告領域にて埃や粉塵などが浮遊物として舞い上がった場合などにおいては、その背の高い草や浮遊物などを障害物検知センサが障害物として誤検出することがある。このような誤検出が生じると、作業車両の走行に支障を来たす障害物が存在していないにもかかわらず、警告部が、警告領域内に障害物が存在することを運転者に警告することになる。

40

【0005】

そして、このような周辺監視装置を自動走行可能な作業車両に備えた場合には、警告領域にて背の高い草が生えている場合や、警告領域にて埃や粉塵などが浮遊物として舞い上がった場合には、周辺監視装置が、それらを障害物として誤検出することに起因して、自動走行中の作業車両が不必要な走行停止などの衝突回避動作を行うことになる。

【0006】

この実情に鑑み、本発明の主たる課題は、障害物を精度良く検出できるようにして、作

50

業車両が不必要な衝突回避動作を行うことなく障害物との衝突を回避させることができる作業車両用の自動走行システムを提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1特徴構成は、作業車両用の自動走行システムにおいて、

障害物を検出する障害物検出ユニットが備えられた作業車両を自動走行させる自動走行制御部を有し、

前記障害物検出ユニットには、前記作業車両から所定方向の設定範囲を撮像する撮像部と、前記作業車両から前記撮像部と同じ所定方向の設定範囲を測定対象とするアクティブセンサが含まれており、

10

前記障害物検出ユニットが、前記撮像部の情報から前記障害物を検出し、かつ、当該障害物との離隔距離を前記アクティブセンサの情報から取得している場合は、前記自動走行制御部が、前記アクティブセンサの情報から取得した前記障害物との離隔距離に基づいて、前記作業車両と前記障害物との衝突を回避する第1衝突回避制御を実行する点にある。

【0008】

本構成によれば、障害物検出ユニットは、物体判別精度の高い撮像部の情報から、作業地に存在する人物や樹木などを障害物として精度よく検出することができる。又、障害物検出ユニットは、その検出した人物や樹木などの障害物との離隔距離を測距精度の高いアクティブセンサの情報から高い精度で取得することができる。そして、自動走行制御部は、アクティブセンサの情報から取得した精度の高い人物や樹木などの障害物との離隔距離に基づいて、それらの障害物に作業車両が衝突する虞を精度よく回避することができる。

20

【0009】

その結果、障害物を精度良く検出することができ、作業車両が不必要な衝突回避動作を行うことなく障害物との衝突を回避させることができる作業車両用の自動走行システムを提供することができる。

【0010】

本発明の第2特徴構成は、

前記障害物検出ユニットが、前記撮像部の情報から前記障害物を検出しているのに対し、当該障害物との離隔距離を前記アクティブセンサの情報から取得することができない場合は、前記自動走行制御部が、前記撮像部の情報から取得した前記障害物との離隔距離に基づいて、前記第1衝突回避制御よりも衝突回避率の高い第2衝突回避制御を実行する点にある。

30

【0011】

本構成によれば、自動走行制御部は、例えばアクティブセンサのセンサ表面に汚れなどの測定障害物が付着することや、アクティブセンサの周辺にて埃や塵埃などの測定障害物が舞い上がることに起因して、障害物との離隔距離をアクティブセンサの情報から取得することができない場合であっても、撮像部の情報から取得する障害物との離隔距離に基づいて、作業車両が障害物に衝突する虞を回避することができる。

【0012】

又、撮像部の情報から取得する障害物との離隔距離は、アクティブセンサの情報から取得する障害物との離隔距離よりも精度が低いことから、自動走行制御部は、第1衝突回避制御よりも衝突回避率の高い第2衝突回避制御を実行することで、測距精度の低下を補いながら、作業車両が障害物に衝突する虞を好適に回避することができる。

40

【0013】

尚、衝突回避率は、例えば、作業車両が減速又は停止を開始する障害物との離隔距離を長くする、あるいは、衝突回避時の車速を低くする、などの手立てを講じることで高くすることができる。

【0014】

本発明の第3特徴構成は、

前記障害物検出ユニットが、前記撮像部の情報から前記障害物を検出しているのに対し

50

、前記アクティブセンサの情報からは前記障害物との離隔距離を取得することができず、前記障害物周辺との離隔距離を取得している場合は、前記自動走行制御部が、前記アクティブセンサが取得した前記障害物周辺との離隔距離に基づいて前記第1衝突回避制御を実行する点にある。

【0015】

本構成によれば、自動走行制御部は、例えば撮像部の情報から検出した障害物が周辺の草などに紛れていることなどに起因して、その障害物との距離をアクティブセンサが測定することができず、その障害物の周辺に位置する草などの測定対象物との距離を測定している場合には、その障害物との離隔距離に略等しい障害物周辺の測定対象物との離隔距離に基づいて、作業車両が障害物に衝突する虞を回避することができる。これにより、作業車両が障害物に衝突する虞を比較的高い精度で回避することができる。

10

【0016】

本発明の第4特徴構成は、

前記自動走行制御部は、前記アクティブセンサに対する測定障害物の付着率が所定条件を満たした場合に、前記作業車両の車速を超低速状態まで低下させた超低速走行状態を所定時間継続し、所定時間が経過するまでの間に前記付着率が前記所定条件を満たさなくなった場合は、前記作業車両の車速を超低速状態から元の車速に復帰させ、一方、所定時間が経過するまでの間、前記付着率が前記所定条件を満たし続けた場合は、前記作業車両の自動走行を停止させる点にある。

【0017】

本構成によれば、単に、アクティブセンサに対する測定障害物の付着率が所定条件を満たした場合に作業車両の自動走行を停止させるのではなく、付着率が所定条件を満たした状態が所定時間継続される条件を付加することで、所定条件を満たしている測定障害物が、アクティブセンサに対する汚れなどの付着物か、アクティブセンサの周辺にて舞い上がっている埃や塵埃などの浮遊物かを判定することができ、その判定結果に応じて、作業車両の走行を制御することができる。

20

【0018】

しかも、付着率が所定条件を満たしてから所定時間が経過するまでの間は、作業車両を超低速走行状態で走行させることから、単に低速走行状態で走行させる場合に比較して、付着率が所定条件を満たしてから所定時間、つまり、付着物か否かの判定時間を長くすることができる。これにより、所定条件を満たしている測定障害物が埃や塵埃などの浮遊物である場合に、作業車両が停止する不都合の発生を抑制することができる。

30

【0019】

又、作業車両を超低速走行状態で走行させることで、付着物か否かの判定中に作業車両が障害物に衝突する不都合の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】作業車両用の自動走行システムの概略構成を示す図

【図2】各カメラの撮像範囲を示すトラクタの平面図

【図3】各ライダーセンサ及びソナーの測定範囲などを示すトラクタの側面図

【図4】各ライダーセンサ及びソナーの測定範囲などを示すトラクタの平面図

【図5】自動走行用の目標経路の一例を示す平面図

【図6】作業車両用の自動走行システムの概略構成を示すブロック図

【図7】作業車両用の障害物検知ユニットの概略構成を示すブロック図

【図8】前ライダーセンサの距離画像における障害物の検出範囲と非検出範囲とを示す図

【図9】後ライダーセンサの距離画像における作業装置下降状態での障害物の検出範囲と非検出範囲とを示す図

【図10】後ライダーセンサの距離画像における作業装置上昇状態での障害物の検出範囲と非検出範囲とを示す図

【図11】画像処理における画像処理装置の処理手順を示すフローチャート

40

50

【図12】各カメラの搭載位置と車体座標原点及び距離算出基準点との位置関係などを示す平面図

【図13】検出状態判定制御における情報統合処理部の処理手順を示すフローチャート

【図14】障害物未検出状態での前カメラの画像を示す図

【図15】障害物検出状態での前カメラの画像を示す図

【図16】障害物検出状態での前カメラの画像を示す図

【図17】障害物未検出状態での前ライダーセンサの距離画像を示す図

【図18】障害物検出状態での前ライダーセンサの距離画像を示す図

【図19】障害物検出状態での前ライダーセンサの距離画像を示す図

【図20】測定障害物による障害物未検出状態での前ライダーセンサの距離画像を示す図

10

【図21】測定障害物による障害物未検出状態での前ライダーセンサの距離画像を示す図

【図22】第1衝突回避制御における自動走行制御部の処理手順を示すフローチャート

【図23】汚れ付着判定制御における自動走行制御部の処理手順を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明を実施するための形態の一例として、本発明に係る作業車両用の自動走行システムを、作業車両の一例であるトラクタに適用した実施形態を図面に基づいて説明する。

尚、本発明に係る作業車両用の自動走行システムは、トラクタ以外の、例えば乗用草刈機、乗用田植機、コンバイン、運搬車、除雪車、ホイールローダ、などの乗用作業車両、及び、無人草刈機などの無人作業車両に適用することができる。

20

【0022】

図1～4に示すように、本実施形態に例示されたトラクタ1は、その後部に3点リンク機構2を介して、作業装置の一例であるロータリ耕耘装置3が昇降可能かつローリング可能に連結されている。これにより、このトラクタ1はロータリ耕耘仕様に構成されている。トラクタ1は、作業車両用の自動走行システムを使用することにより、作業地の一例である図5に示す圃場Aなどにおいて自動走行することができる。

尚、トラクタ1の後部には、ロータリ耕耘装置3に代えて、プラウ、ディスクハロー、カルチベータ、サブソイラ、播種装置、散布装置、草刈装置、などの各種の作業装置を連結することができる。

30

【0023】

図6に示すように、自動走行システムには、トラクタ1に搭載された自動走行ユニット4と、自動走行ユニット4と無線通信可能に通信設定された無線通信機器の一例である携帯通信端末5とが含まれている。携帯通信端末5には、自動走行に関する各種の情報表示や入力操作などを可能にするマルチタッチ式の表示デバイス（例えば液晶パネル）50などが含まれている。

尚、携帯通信端末5には、タブレット型のパーソナルコンピュータやスマートフォンなどを採用することができる。又、無線通信には、Wi-Fi（登録商標）などの無線LAN（Local Area Network）やBluetooth（登録商標）などの近距離無線通信などを採用することができる。

40

【0024】

図1～3、図6に示すように、トラクタ1には、駆動可能で操舵可能な左右の前輪10、駆動可能な左右の後輪11、搭乗式の運転部12を形成するキャビン13、コモンレールシステムを有する電子制御式のディーゼルエンジン（以下、エンジンと称する）14、エンジン14などを覆うボンネット15、エンジン14からの動力を変速する変速ユニット16、左右の前輪10を操舵する全油圧式のパワーステアリングユニット17、左右の後輪11を制動するブレーキユニット18、ロータリ耕耘装置3への伝動を断続する電子油圧制御式の作業クラッチユニット19、ロータリ耕耘装置3を昇降駆動する電子油圧制御式の昇降駆動ユニット20、ロータリ耕耘装置3をロール方向に駆動する電子油圧制御式のローリングユニット21、トラクタ1における各種の設定状態や各部の動作状態など

50

を検出する各種のセンサやスイッチなどを含む車両状態検出機器 22、及び、各種の制御部を有する車載制御ユニット 23、などが備えられている。

尚、エンジン 14 には、電子ガバナを有する電子制御式のガソリンエンジンなどを採用してもよい。又、パワーステアリングユニット 17 には、操舵用の電動モータを有する電動式を採用してもよい。

【0025】

図 1、図 3 に示すように、運転部 12 には、手動操舵用のステアリングホイール 25 と、搭乗者用の座席 26 と、各種の情報表示や入力操作などを可能にするマルチタッチ式の液晶モニタ 27 とが備えられている。図示は省略するが、運転部 12 には、アクセルレバーや変速レバーなどの操作レバー類、及び、アクセルペダルやクラッチペダルなどの操作ペダル類、などが備えられている。

10

【0026】

図示は省略するが、変速ユニット 16 には、エンジン 14 からの動力を変速する電子制御式の無段変速装置、及び、無段変速装置による変速後の動力を前進用と後進用とに切り換える電子油圧制御式の前後進切換装置、などが含まれている。無段変速装置には、静油圧式無段変速装置 (HST: Hydro Static Transmission) よりも伝動効率が高い油圧機械式無段変速装置の一例である I-HMT (Integrated Hydro-static Mechanical Transmission) が採用されている。前後進切換装置には、前進動力断続用の油圧クラッチと、後進動力断続用の油圧クラッチと、それらに対するオイルの流れを制御する電磁バルブとが含まれている。

20

尚、無段変速装置には、I-HMT の代わりに、油圧機械式無段変速装置の一例である HMT (Hydraulic Mechanical Transmission)、静油圧式無段変速装置、又は、ベルト式無段変速装置、などを採用してもよい。又、変速ユニット 16 には、無段変速装置の代わりに、複数の変速用の油圧クラッチとそれらに対するオイルの流れを制御する複数の電磁バルブとを有する電子油圧制御式の有段変速装置が含まれていてもよい。

【0027】

図示は省略するが、ブレーキユニット 18 には、左右の後輪 11 を個別に制動する左右のブレーキ、運転部 12 に備えられた左右のブレーキペダルの踏み込み操作に連動して左右のブレーキを作動させるフットブレーキ系、運転部 12 に備えられたパーキングレバーの操作に連動して左右のブレーキを作動させるパーキングブレーキ系、及び、左右の前輪 10 の設定角度以上の操舵に連動して旋回内側のブレーキを作動させる旋回ブレーキ系、などが含まれている。

30

【0028】

車両状態検出機器 22 は、トラクタ 1 の各部に備えられた各種のセンサやスイッチなどの総称である。図 7 に示すように、車両状態検出機器 22 には、トラクタ 1 の車速を検出する車速センサ 22A、前後進切り換え用のリバーサレバーの操作位置を検出するリバーサセンサ 22B、及び、前輪 10 の操舵角を検出する舵角センサ 22C、が含まれている。又、図示は省略するが、車両状態検出機器 22 には、エンジン 14 の出力回転数を検出する回転センサ、アクセルレバーの操作位置を検出するアクセルセンサ、及び、変速レバーの操作位置を検出する変速センサ、などが含まれている。

40

【0029】

図 6 ~ 7 に示すように、車載制御ユニット 23 には、エンジン 14 に関する制御を行うエンジン制御部 23A、トラクタ 1 の車速や前後進の切り換えに関する制御を行う車速制御部 23B、ステアリングに関する制御を行うステアリング制御部 23C、ロータリ耕耘装置 3 などの作業装置に関する制御を行う作業装置制御部 23D、液晶モニタ 27 などに対する表示や報知に関する制御を行う表示制御部 23E、自動走行に関する制御を行う自動走行制御部 23F、及び、圃場内に区分けされた走行領域に応じて生成された自動走行用の目標経路 P (図 5 参照)などを記憶する不揮発性の車載記憶部 23G、などが含まれている。各制御部 23A ~ 23F は、マイクロコントローラなどが集積された電子制御コ

50

ニットや各種の制御プログラムなどによって構築されている。各制御部 23A ~ 23F は、CAN (Controller Area Network) を介して相互通信可能に接続されている。

尚、各制御部 23A ~ 23F の相互通信には、CAN 以外の通信規格や次世代通信規格である、例えば、車載 Ethernet や CAN-FD (CAN with Flexible Data rate) などを採用してもよい。

【0030】

エンジン制御部 23A は、アクセルセンサからの検出情報と回転センサからの検出情報とに基づいて、エンジン回転数をアクセルレバーの操作位置に応じた回転数に維持するエンジン回転数維持制御、などを実行する。

10

【0031】

車速制御部 23B は、変速センサからの検出情報と車速センサ 22A からの検出情報などに基づいて、トラクタ 1 の車速が変速レバーの操作位置に応じた速度に変更されるように無段変速装置の作動を制御する車速制御、及び、リバーサセンサ 22B からの検出情報に基づいて前後進切換装置の伝動状態を切り換える前後進切り換え制御、などを実行する。車速制御には、変速レバーが零速位置に操作された場合に、無段変速装置を零速状態まで減速制御してトラクタ 1 の走行を停止させる減速停止処理が含まれている。

【0032】

作業装置制御部 23D には、PTO スイッチの操作などに基づいて作業クラッチユニット 19 の作動を制御する作業クラッチ制御、昇降スイッチの操作や高さ設定ダイヤルの設定値などに基づいて昇降駆動ユニット 20 の作動を制御する昇降制御、及び、ロール角設定ダイヤルの設定値などに基づいてローリングユニット 21 の作動を制御するローリング制御、などを実行する。PTO スイッチ、昇降スイッチ、高さ設定ダイヤル、及び、ロール角設定ダイヤルは、車両状態検出機器 22 に含まれている。

20

【0033】

図 6 に示すように、トラクタ 1 には、トラクタ 1 の現在位置や現在方位などを測定する測位ユニット 30 が備えられている。測位ユニット 30 には、衛星測位システムの一例である GNSS (Global Navigation Satellite System) を利用してトラクタ 1 の現在位置と現在方位とを測定する衛星航法装置 31、及び、3 軸のジャイロスコープ及び 3 方向の加速度センサなどを有してトラクタ 1 の姿勢や方位などを測定する慣性計測装置 (IMU: Inertial Measurement Unit) 32、などが含まれている。GNSS を利用した測位方法には、DGNS (Differential GNSS: 相対測位方式) や RTK-GNSS (Real Time Kinematic GNSS: 干渉測位方式) などがある。本実施形態においては、移動体の測位に適した RTK-GNSS が採用されている。そのため、図 1 に示すように、圃場周辺の既知位置には、RTK-GNSS による測位を可能にする基準局 6 が設置されている。

30

【0034】

図 1、図 6 に示すように、トラクタ 1 と基準局 6 とのそれぞれには、測位衛星 7 (図 1 参照) から送信された電波を受信する GNSS アンテナ 33, 60、及び、トラクタ 1 と基準局 6 との間における測位情報を含む各情報の無線通信を可能にする通信モジュール 34, 61、などが備えられている。これにより、測位ユニット 30 の衛星航法装置 31 は、トラクタ側の GNSS アンテナ 33 が測位衛星 7 からの電波を受信して得た測位情報と、基地局側の GNSS アンテナ 60 が測位衛星 7 からの電波を受信して得た測位情報とに基づいて、トラクタ 1 の現在位置及び現在方位を高い精度で測定することができる。又、測位ユニット 30 は、衛星航法装置 31 と慣性計測装置 32 とを有することにより、トラクタ 1 の現在位置、現在方位、姿勢角 (ヨー角、ロール角、ピッチ角) を高精度に測定することができる。

40

【0035】

このトラクタ 1 において、測位ユニット 30 の慣性計測装置 32、GNSS アンテナ 3

50

3、及び、通信モジュール34は、図1に示すアンテナユニット35に含まれている。アンテナユニット35は、キャビン13の前面側における上部の左右中央箇所に配置されている。そして、トラクタ1におけるGNSSアンテナ33の取り付け位置が、GNSSを利用してトラクタ1の現在位置などを測定するときの測位対象位置となっている。

【0036】

図6に示すように、携帯通信端末5には、マイクロコントローラなどが集積された電子制御ユニットや各種の制御プログラムなどを有する端末制御ユニット51などが備えられている。端末制御ユニット51には、表示デバイス50などに対する表示や報知に関する制御を行う表示制御部51A、自動走行用の目標経路Pを生成する目標経路生成部51B、及び、目標経路生成部51Bが生成した目標経路Pなどを記憶する不揮発性の端末記憶部51C、などが含まれている。端末記憶部51Cには、目標経路Pの生成に使用する各種の情報として、トラクタ1の旋回半径や作業幅などの車体情報、及び、前述した測位情報から得られる圃場情報、などが記憶されている。圃場情報には、圃場Aの形状や大きさなどを特定する上において、トラクタ1を圃場Aの外周縁に沿って走行させたときにGNSSを利用して取得した圃場Aにおける複数の形状特定地点(形状特定座標)となる4つの角部地点Ap1~Ap4(図5参照)、及び、それらの角部地点Ap1~Ap4を繋いで圃場Aの形状や大きさなどを特定する矩形状の形状特定線AL(図5参照)、などが含まれている。

10

【0037】

図6に示すように、トラクタ1及び携帯通信端末5には、車載制御ユニット23と端末制御部3Bとの間における測位情報などを含む各情報の無線通信を可能にする通信モジュール28,52が備えられている。トラクタ1の通信モジュール28は、携帯通信端末5との無線通信にWi-Fiが採用される場合には、通信情報をCANとWi-Fiとの双方向に変換する変換器として機能する。端末制御部3Bは、車載制御ユニット23との無線通信にてトラクタ1の現在位置や現在方位などを含むトラクタ1に関する各種の情報を取得することができる。これにより、携帯通信端末5の表示デバイス3Aにて、目標経路Pに対するトラクタ1の現在位置や現在方位などを含む各種の情報を表示させることができる。

20

【0038】

目標経路生成部51Bは、車体情報に含まれたトラクタ1の旋回半径や作業幅、及び、圃場情報に含まれた圃場Aの形状や大きさ、などに基づいて目標経路Pを生成する。

30

例えば、図5に示すように、矩形状の圃場Aにおいて、自動走行の開始地点p1と終了地点p2とが設定され、トラクタ1の作業走行方向が圃場Aの短辺に沿う方向に設定されている場合は、目標経路生成部51Bは、先ず、圃場Aを、前述した4つの角部地点Ap1~Ap4と矩形状の形状特定線ALとに基づいて、圃場Aの外周縁に隣接するマージン領域A1と、マージン領域A1の内側に位置する走行領域A2とに区分けする。

次に、目標経路生成部51Bは、トラクタ1の旋回半径や作業幅などに基づいて、走行領域A2に、圃場Aの長辺に沿う方向に作業幅に応じた所定間隔をあけて並列に配置される複数の並列経路P1を生成するとともに、走行領域A2における各長辺側の外縁部に配置されて複数の並列経路P1をトラクタ1の走行順に接続する複数の旋回経路P2を生成する。

40

そして、走行領域A2を、走行領域A2における各長辺側の外縁部に設定される一对の非作業領域A2aと、一对の非作業領域A2aの間に設定される作業領域A2bとに区分けするとともに、各並列経路P1を、一对の非作業領域A2aに含まれる非作業経路P1aと、作業領域A2bに含まれる作業経路P1bとに区分けする。

これにより、目標経路生成部51Bは、図5に示す圃場Aにおいてトラクタ1を自動走行させるのに適した目標経路Pを生成することができる。

【0039】

図5に示す圃場Aにおいて、マージン領域A1は、トラクタ1が走行領域A2の外周部を自動走行するときに、ロータリ耕耘装置3などが圃場Aに隣接する畦などの他物に接触

50

することを防止するために、圃場 A の外周縁と走行領域 A 2 との間に確保された領域である。各非作業領域 A 2 a は、トラクタ 1 が圃場 A の畦際において現在の作業経路 P 1 b から次の作業経路 P 1 b に巡回移動するための畦際巡回領域である。

【 0 0 4 0 】

図 5 に示す目標経路 P において、各非作業経路 P 1 a と各巡回経路 P 2 は、トラクタ 1 が耕耘作業を行わずに自動走行する経路であり、前述した各作業経路 P 1 b は、トラクタ 1 が耕耘作業を行いながら自動走行する経路である。各作業経路 P 1 b の始端地点 p 3 は、トラクタ 1 が耕耘作業を開始する作業開始地点であり、各作業経路 P 1 b の終端地点 p 4 は、トラクタ 1 が耕耘作業を停止する作業停止地点である。各非作業経路 P 1 a は、トラクタ 1 が巡回経路 P 2 にて巡回走行する前の作業停止地点 p 4 と、トラクタ 1 が巡回経路 P 2 にて巡回走行した後の作業開始地点 p 3 とを、トラクタ 1 の作業走行方向で揃えるための位置合せ経路である。各並列経路 P 1 と各巡回経路 P 2 との各接続地点 p 5 , p 6 のうち、各並列経路 P 1 における終端側の接続地点 p 5 はトラクタ 1 の巡回開始地点であり、各並列経路 P 1 における始端側の接続地点 p 6 はトラクタ 1 の巡回終了地点である。

10

【 0 0 4 1 】

尚、図 5 に示す目標経路 P はあくまでも一例であり、目標経路生成部 5 1 B は、トラクタ 1 の機種や作業の種類などに応じて異なる車体情報、及び、圃場 A に応じて異なる圃場 A の形状や大きさなどの圃場情報、などに基づいて、それらに適した種々の目標経路 P を生成することができる。

【 0 0 4 2 】

目標経路 P は、車体情報や圃場情報などに関連付けされた状態で端末記憶部 5 1 C に記憶されており、携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 にて表示することができる。目標経路 P には、各並列経路 P 1 におけるトラクタ 1 の目標車速、各巡回経路 P 2 b におけるトラクタ 1 の目標車速、各並列経路 P 1 における前輪操舵角、及び、各巡回経路 P 2 b における前輪操舵角、などが含まれている。

20

【 0 0 4 3 】

端末制御ユニット 5 1 は、車載制御ユニット 2 3 からの送信要求指令に応じて、端末記憶部 5 1 C に記憶されている圃場情報や目標経路 P などを車載制御ユニット 2 3 に送信する。車載制御ユニット 2 3 は、受信した圃場情報や目標経路 P などを車載記憶部 2 3 G に記憶する。目標経路 P の送信に関しては、例えば、端末制御ユニット 5 1 が、トラクタ 1 が自動走行を開始する前の段階において、目標経路 P の全てを端末記憶部 5 1 C から車載制御ユニット 2 3 に一挙に送信するようにしてもよい。又、端末制御ユニット 5 1 が、目標経路 P を所定距離ごとの複数の分割経路情報に分割して、トラクタ 1 が自動走行を開始する前の段階からトラクタ 1 の走行距離が所定距離に達するごとに、トラクタ 1 の走行順位に応じた所定数の分割経路情報を端末記憶部 5 1 C から車載制御ユニット 2 3 に逐次送信するようにしてもよい。

30

【 0 0 4 4 】

車載制御ユニット 2 3 において、自動走行制御部 2 3 F には、車両状態検出機器 2 2 に含まれた各種のセンサやスイッチなどからの検出情報が、車速制御部 2 3 B やステアリング制御部 2 3 C などを介して入力されている。これにより、自動走行制御部 2 3 F は、トラクタ 1 における各種の設定状態や各部の動作状態などを監視することができる。

40

【 0 0 4 5 】

自動走行制御部 2 3 F は、搭乗者や管理者などのユーザにより、各種の自動走行開始条件を満たすための手動操作が行われてトラクタ 1 の走行モードが自動走行モードに切り換えられた状態において、携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 が操作されて自動走行の開始が指令された場合に、測位ユニット 3 0 にてトラクタ 1 の現在位置や現在方位などを取得しながら目標経路 P に従ってトラクタ 1 を自動走行させる自動走行制御を開始する。

【 0 0 4 6 】

自動走行制御部 2 3 F は、自動走行制御の実行中に、例えば、ユーザにより携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 が操作されて自動走行の終了が指令された場合や、運転部 1 2 に

50

搭乗しているユーザによってステアリングホイール 2 5 やアクセルペダルなどの手動操作具が操作された場合は、自動走行制御を終了するとともに走行モードを自動走行モードから手動走行モードに切り換える。このように自動走行制御が終了された後に自動走行制御を再開させる場合は、先ず、ユーザが運転部 1 2 に乗り込んで、トラクタ 1 の走行モードを自動走行モードから手動走行モードに切り換える。次に、各種の自動走行開始条件を満たすための手動操作を行ってから、トラクタ 1 の走行モードを手動走行モードから自動走行モードに切り換える。そして、この状態において、携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 を操作して自動走行の開始を指令することで、自動走行制御を再開させることができる。

【 0 0 4 7 】

自動走行制御部 2 3 F による自動走行制御には、エンジン 1 4 に関する自動走行用の制御指令をエンジン制御部 2 3 A に送信するエンジン用自動制御処理、トラクタ 1 の車速や前後進の切り換えに関する自動走行用の制御指令を車速制御部 2 3 B に送信する車速用自動制御処理、ステアリングに関する自動走行用の制御指令をステアリング制御部 2 3 C に送信するステアリング用自動制御処理、及び、ロータリ耕耘装置 3 などの作業装置に関する自動走行用の制御指令を作業装置制御部 2 3 D に送信する作業用自動制御処理、などが含まれている。

10

【 0 0 4 8 】

自動走行制御部 2 3 F は、エンジン用自動制御処理においては、目標経路 P に含まれた設定回転数などに基づいてエンジン回転数の変更を指示するエンジン回転数変更指令、などをエンジン制御部 2 3 A に送信する。エンジン制御部 2 3 A は、自動走行制御部 2 3 F から送信されたエンジン 1 4 に関する各種の制御指令に応じてエンジン回転数を自動で変更するエンジン回転数変更制御、などを実行する。

20

【 0 0 4 9 】

自動走行制御部 2 3 F は、車速用自動制御処理においては、目標経路 P に含まれた目標車速に基づいて無段変速装置の変速操作を指示する変速操作指令、及び、目標経路 P に含まれたトラクタ 1 の進行方向などに基づいて前後進切換装置の前後進切り換え操作を指示する前後進切り換え指令、などを車速制御部 2 3 B に送信する。車速制御部 2 3 B は、自動走行制御部 2 3 F から送信された無段変速装置や前後進切換装置などに関する各種の制御指令に応じて、無段変速装置の作動を自動で制御する自動車速制御、及び、前後進切換装置の作動を自動で制御する自動前後進切り換え制御、などを実行する。自動車速制御には、例えば、目標経路 P に含まれた目標車速が零速である場合に、無段変速装置を零速状態まで減速制御してトラクタ 1 の走行を停止させる自動減速停止処理などが含まれている。

30

【 0 0 5 0 】

自動走行制御部 2 3 F は、ステアリング用自動制御処理においては、目標経路 P に含まれた前輪操舵角などに基づいて左右の前輪 1 0 の操舵を指示する操舵指令、などをステアリング制御部 2 3 C に送信する。ステアリング制御部 2 3 C は、自動走行制御部 2 3 F から送信された操舵指令に応じて、パワーステアリングユニット 1 7 の作動を制御して左右の前輪 1 0 を操舵する自動操舵制御、及び、左右の前輪 1 0 が設定角度以上に操舵された場合に、ブレーキユニット 1 8 を作動させて旋回内側のブレーキを作動させる自動ブレーキ旋回制御、などを実行する。

40

【 0 0 5 1 】

自動走行制御部 2 3 F は、作業用自動制御処理においては、目標経路 P に含まれた作業開始地点 p 3 に基づいてロータリ耕耘装置 3 の作業状態への切り換えを指示する作業開始指令、及び、目標経路 P に含まれた作業停止地点 p 4 に基づいてロータリ耕耘装置 3 の非作業状態への切り換えを指示する作業停止指令、などを作業装置制御部 2 3 D に送信する。作業装置制御部 2 3 D は、自動走行制御部 2 3 F から送信されたロータリ耕耘装置 3 に関する各種の制御指令に応じて、作業クラッチユニット 1 9 と昇降駆動ユニット 2 0 の作動を制御して、ロータリ耕耘装置 3 を作業高さまで下降させて作動させる自動作業開始制御、及び、ロータリ耕耘装置 3 を停止させて非作業高さまで上昇させる自動作業停止制御、などを実行する。

50

【 0 0 5 2 】

つまり、前述した自動走行ユニット 4 には、パワーステアリングユニット 17、ブレーキユニット 18、作業クラッチユニット 19、昇降駆動ユニット 20、ローリングユニット 21、車両状態検出機器 22、車載制御ユニット 23、測位ユニット 30、及び、通信モジュール 28、34、などが含まれている。そして、これらが適正に作動することにより、トラクタ 1 を目標経路 P に従って精度よく自動走行させることができるとともに、ロータリ耕耘装置 3 による耕耘を適正に行うことができる。

【 0 0 5 3 】

図 6 ~ 7 に示すように、トラクタ 1 には、トラクタ 1 の周囲を監視して、その周囲に存在する障害物を検出する障害物検出ユニット 80 が備えられている。障害物検出ユニット 80 が検出する障害物には、圃場 A にて作業する作業者などの人物や他の作業車両、及び、圃場 A に既存の電柱や樹木などが含まれている。

10

【 0 0 5 4 】

図 1 ~ 4、図 7 に示すように、障害物検出ユニット 80 には、トラクタ 1 の周囲を撮像する撮像ユニット 80A、トラクタ 1 の周囲に存在する測定対象物までの距離を測定するアクティブセンサユニット 80B、及び、撮像ユニット 80A からの情報とアクティブセンサユニット 80B からの測定情報とを統合して処理する情報統合処理部 80C、が含まれている。

【 0 0 5 5 】

撮像ユニット 80A には、キャビン 13 から前方の第 1 撮像範囲 R i 1 が撮像範囲に設定された前カメラ（撮像部の一例）81、キャビン 13 から後方の第 2 撮像範囲 R i 2 が撮像範囲に設定された後カメラ（撮像部の一例）82、キャビン 13 から右方の第 3 撮像範囲 R i 3 が撮像範囲に設定された右カメラ（撮像部の一例）83、キャビン 13 から左方の第 4 撮像範囲 R i 4 が撮像範囲に設定された左カメラ（撮像部の一例）84、及び、各カメラ 81 ~ 84 からの画像を処理する画像処理装置 85、が含まれている。

20

【 0 0 5 6 】

図 1、図 3 ~ 4、図 7 に示すように、アクティブセンサユニット 80B には、キャビン 13 から前方の第 1 測定範囲 R m 1 が測定範囲に設定された前ライダーセンサ（アクティブセンサの一例）86、キャビン 13 から後方の第 2 測定範囲 R m 2 が測定範囲に設定された後ライダーセンサ（アクティブセンサの一例）87、及び、キャビン 13 から右方の第 3 測定範囲 R m 3 とキャビン 13 から左方の第 4 測定範囲 R m 4 とが測定範囲に設定されたソナー（アクティブセンサの一例）88、が含まれている。各ライダーセンサ 86、87 は、測定光の一例であるレーザ光（例えばパルス状の近赤外レーザ光）を使用して第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 での測定を行う測定部 86A、87A と、測定部 86A、87A からの測定情報に基づいて距離画像の生成などを行うライダー制御部 86B、87B と、が含まれている。ソナー 88 には、右超音波センサ 88A と左超音波センサ 88B と単一のソナー制御部 88C とが含まれている。

30

【 0 0 5 7 】

情報統合処理部 80C、画像処理装置 85、各ライダー制御部 86B、87B、及び、ソナー制御部 88C は、マイクロコントローラなどが集積された電子制御ユニットや各種の制御プログラムなどによって構築されている。情報統合処理部 80C、画像処理装置 85、各ライダー制御部 86B、87B、及び、ソナー制御部 88C は、車載制御ユニット 23 に CAN を介して相互通信可能に接続されている。

40

【 0 0 5 8 】

前カメラ 81 及び後カメラ 82 は、トラクタ 1 の左右中心線上に配置されている。前カメラ 81 は、キャビン 13 の前端側における上部の左右中央箇所に、トラクタ 1 の前方側を斜め上方側から見下ろす前下がり姿勢で配置されている。これにより、前カメラ 81 は、トラクタ 1 の左右中心線を対称軸とする車体前方側の所定範囲が第 1 撮像範囲 R i 1 に設定されている。後カメラ 82 は、キャビン 13 の後端側における上部の左右中央箇所に、トラクタ 1 の後方側を斜め上方側から見下ろす後下がり姿勢で配置されている。これに

50

より、後カメラ 8 2 は、トラクタ 1 の左右中心線を対称軸とする車体後方側の所定範囲が第 2 撮像範囲 R i 2 に設定されている。右カメラ 8 3 は、キャビン 1 3 の右端側における上部の前後中央箇所に、トラクタ 1 の右方側を斜め上方側から見下ろす右下がり姿勢で配置されている。これにより、右カメラ 8 3 は、車体右方側の所定範囲が第 3 撮像範囲 R i 3 に設定されている。左カメラ 8 4 は、キャビン 1 3 の左端側における上部の前後中央箇所に、トラクタ 1 の左方側を斜め上方側から見下ろす左下がり姿勢で配置されている。これにより、左カメラ 8 4 は、車体左方側の所定範囲が第 4 撮像範囲 R i 4 に設定されている。

【 0 0 5 9 】

各ライダーセンサ 8 6 , 8 7 において、各測定部 8 6 A , 8 7 A は、照射したレーザ光が測距点に到達して戻りまでの往復時間に基づいて測距点までの距離を測定する T O F (Time Of Flight) 方式により、各測定部 8 6 A , 8 7 A から第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 の各測距点 (測定対象物の一例) までの距離を測定する。各測定部 8 6 A , 8 7 A は、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 の全体にわたって、レーザ光を高速で縦横に走査して、走査角 (座標) ごとの測距点までの距離を順次測定することで、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 において 3 次元の測定を行う。各測定部 8 6 A , 8 7 A は、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 の全体にわたってレーザ光を高速で縦横に走査したときに得られる各測距点からの反射光の強度 (以下、反射強度と称する) を順次測定する。各測定部 8 6 A , 8 7 A は、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 の各測距点までの距離や各反射強度などをリアルタイムで繰り返し測定する。各ライダー制御部 8 6 B , 8 7 B は、各測定部 8 6 A , 8 7 A が測定した各測距点までの距離や各測距点に対する走査角 (座標) などの測定情報から、距離画像を生成するとともに障害物と推定される測距点群を抽出し、抽出した測距点群に関する測定情報を、障害物候補に関する測定情報として情報統合処理部 8 0 C に送信する。

【 0 0 6 0 】

各ライダー制御部 8 6 B , 8 7 B は、各測定部 8 6 A , 8 7 A が測定した各測距点の距離値が無効条件に適合するか否かを判定し、無効条件に適合する距離値を無効値として情報統合処理部 8 0 C に送信する。

具体的には、各ライダー制御部 8 6 B , 8 7 B は、各ライダーセンサ 8 6 , 8 7 からの至近距離に存在するという各ライダーセンサ 8 6 , 8 7 におけるセンサ表面の汚れの特徴を利用して、その特徴を有する測距点の距離値を無効値とする。これにより、センサ表面の汚れに関する測距点の距離値が、情報統合処理部 8 0 C において障害物に関する情報として使用されることを防止している。

各ライダー制御部 8 6 B , 8 7 B は、各ライダーセンサ 8 6 , 8 7 の近距離に存在しながら反射強度が非常に弱いという埃や霧などの浮遊物の特徴を利用して、その特徴を有する測距点の距離値を無効値とする。これにより、浮遊物に関する測距点の距離値が、情報統合処理部 8 0 C において障害物に関する情報として使用されることを防止している。

【 0 0 6 1 】

図 1、図 3 ~ 4 に示すように、前ライダーセンサ 8 6 及び後ライダーセンサ 8 7 は、前カメラ 8 1 及び後カメラ 8 2 と同様にトラクタ 1 の左右中心線上に配置されている。前ライダーセンサ 8 6 は、キャビン 1 3 の前端側における上部の左右中央箇所に、トラクタ 1 の前方側を斜め上方側から見下ろす前下がり姿勢で配置されている。これにより、前ライダーセンサ 8 6 は、トラクタ 1 の左右中心線を対称軸とする車体前方側の所定範囲が測定部 8 6 A による第 1 測定範囲 R m 1 に設定されている。後ライダーセンサ 8 7 は、キャビン 1 3 の後端側における上部の左右中央箇所に、トラクタ 1 の後方側を斜め上方側から見下ろす後下がり姿勢で配置されている。これにより、後ライダーセンサ 8 7 は、トラクタ 1 の左右中心線を対称軸とする車体後方側の所定範囲が測定部 8 7 A による第 2 測定範囲 R m 2 に設定されている。

【 0 0 6 2 】

前ライダーセンサ 8 6 及び後ライダーセンサ 8 7 は、変速ユニット 1 6 の前後進切換装

置が前進伝動状態に切り換えられたトラクタ 1 の前進走行時には、その切り換えに連動して、前ライダーセンサ 8 6 が作動状態になり、後ライダーセンサ 8 7 が作動停止状態になる。又、変速ユニット 1 6 の前後進切換装置が後進伝動状態に切り換えられたトラクタ 1 の後進走行時には、その切り換えに連動して、前ライダーセンサ 8 6 が作動停止状態になり、後ライダーセンサ 8 7 が作動状態になる。

【 0 0 6 3 】

図 1、図 3 ~ 4、図 7 に示すように、ソナー 8 8 において、ソナー制御部 8 8 C は、左右の超音波センサ 8 8 A、8 8 B による超音波の送受信に基づいて、第 3 測定範囲 R m 3 又は第 4 測定範囲 R m 4 における測定対象物の存否を判定する。ソナー制御部 8 8 C は、発信した超音波が測距点に到達して戻るまでの往復時間に基づいて測距点までの距離を測定する T O F (T i m e O f F l i g h t) 方式により、各超音波センサ 8 8 A、8 8 B から測定対象物までの距離を測定し、測定した測定対象物までの距離と測定対象物の方向とを、障害物候補に関する測定情報として情報統合処理部 8 0 C に送信する。

10

【 0 0 6 4 】

図示は省略するが、右超音波センサ 8 8 A は、右側の前輪 1 0 と右側の後輪 1 1 との間に配置された右側の乗降ステップに車体右外向き姿勢で取り付けられている。これにより、右超音波センサ 8 8 A は、車体右外側の所定範囲が第 3 測定範囲 R m 3 に設定されている。図 1 ~ 3 に示すように、左超音波センサ 8 8 B は、左側の前輪 1 0 と左側の後輪 1 1 との間に配置された左側の乗降ステップ 2 4 に車体左外向き姿勢で取り付けられている。これにより、左超音波センサ 8 8 B は、車体左外側の所定範囲が第 4 測定範囲 R m 4 に設定されている。

20

【 0 0 6 5 】

図 4、図 8 ~ 1 0 に示すように、各ライダー制御部 8 6 B、8 7 B は、各測定部 8 6 A、8 7 A の測定範囲 R m 1、R m 2 に対して車体情報などに基づくカット処理とマスキング処理とを施すことにより、前述した障害物候補を検出対象とする第 1 検出範囲 R d 1 と第 2 検出範囲 R d 2 とを設定している。各ライダー制御部 8 6 B、8 7 B は、カット処理においては、車載制御ユニット 2 3 との通信によってロータリ耕耘装置 3 を含む車体の最大左右幅（本実施形態ではロータリ耕耘装置 3 の左右幅）を取得し、この車体の最大左右幅に所定の安全帯域を加えることで障害物候補の検出対象幅 W d を設定している。そして、第 1 測定範囲 R m 1 及び第 2 測定範囲 R m 2 において、検出対象幅 W d から外れる左右の範囲をカット処理による第 1 非検出範囲 R n d 1 に設定して各検出範囲 R d 1、R d 2 から除外する。各ライダー制御部 8 6 B、8 7 B は、マスキング処理においては、第 1 測定範囲 R m 1 に対してトラクタ 1 の前端側が入り込む範囲、及び、第 2 測定範囲 R m 2 に対してロータリ耕耘装置 3 の後端側が入り込む範囲に所定の安全帯域を加えた範囲をマスキング処理による第 2 非検出範囲 R n d 2 に設定して各検出範囲 R d 1、R d 2 から除外する。これにより、各ライダーセンサ 8 6、8 7 による障害物候補の検出対象範囲が第 1 検出範囲 R d 1 と第 2 検出範囲 R d 2 とに制限されている。そして、この制限により、各ライダーセンサ 8 6、8 7 が、検出対象幅 W d から外れていてトラクタ 1 と衝突する虞のない障害物候補を検出することによる検出負荷の増大や、第 1 測定範囲 R m 1 又は第 2 測定範囲 R m 2 に入り込んでいるトラクタ 1 の前端側やロータリ耕耘装置 3 などのトラクタ 1 の後端側を障害物候補として誤検出する虞を回避している。

30

40

【 0 0 6 6 】

尚、図 8 に示す第 2 非検出範囲 R n d 2 は、左右の前輪 1 0 やボンネット 1 5 が存在する車体の前部側に適した非検出範囲の一例である。図 9 に示す第 2 非検出範囲 R n d 2 は、車体の後部側においてロータリ耕耘装置 3 を作業高さまで下降させた作業状態に適した非検出範囲の一例である。図 1 0 に示す第 2 非検出範囲 R n d 2 は、車体の後部側においてロータリ耕耘装置 3 を退避高さまで上昇させた非作業状態に適した非検出範囲の一例である。車体後部側の第 2 非検出範囲 R n d 2 は、ロータリ耕耘装置 3 の昇降に連動して適正に切り換わる。

【 0 0 6 7 】

50

第1検出範囲R d 1、第2検出範囲R d 2、第1非検出範囲R n d 1、及び、第2非検出範囲R n d 2に関する情報は、前述した距離画像に含まれており、前述した距離画像とともに情報統合処理部80Cに送信されている。

【0068】

図4に示すように、各ライダーセンサ86、87の検出範囲R d 1、R d 2は、衝突予測時間が設定時間（例えば3秒）になる衝突判定処理に基づいて、停止制御範囲R s cと減速制御範囲R d cと報知制御範囲R n cとに区画されている。停止制御範囲R s cは、各ライダーセンサ86、87から衝突判定処理の判定基準位置までの範囲に設定されている。減速制御範囲R d cは、判定基準位置から減速開始位置までの範囲に設定されている。報知制御範囲R n cは、減速開始位置からライダーセンサ86、87の測定限界位置までの範囲に設定されている。各判定基準位置は、ロータリ耕耘装置3を含む車体の前端又は後端から車体前後方向に一定の離隔距離L（例えば2000mm）を置いた位置に設定されている。

10

【0069】

画像処理装置85は、各カメラ81～84から順次送信される画像に対して画像処理を行う。

尚、画像処理装置85には、圃場Aにて作業する作業者などの人物や他の作業車両、及び、圃場Aに既存の電柱や樹木などを障害物として認識するための学習処理が施されている。

【0070】

以下、図11に示すフローチャートに基づいて、画像処理における画像処理装置85の処理手順について説明する。

20

【0071】

画像処理装置85は、各カメラ81～84から順次送信される画像に対して、先ず、全カメラ81～84からの画像を合成してトラクタ1の全周囲画像（例えばサウンドビュー）を生成する全周囲画像生成処理を行い（ステップ#1）、生成した全周囲画像や各カメラ81～84からの画像を、トラクタ側の表示制御部23Eや携帯通信端末側の表示制御部51Aに送信する画像送信処理を行う（ステップ#2）。

これにより、全周囲画像生成部86Aが生成した全周囲画像やトラクタ1の走行方向の画像などを、トラクタ1の液晶モニタ27や携帯通信端末5の表示デバイス50などにおいて表示することができる。そして、この表示により、トラクタ1の周囲の状況や走行方向の状況をユーザに視認させることができる。

30

【0072】

次に、画像処理装置85は、各カメラ81～84から順次送信される画像（図14～16参照）に基づいて、各カメラ81～84のいずれかの撮像範囲R i 1～R i 4においてトラクタ1の走行に影響を及ぼす障害物Oが存在するか否かを判別する障害物判別処理を行う（ステップ#3）。障害物Oが存在する場合は、障害物Oが存在する画像上での障害物Oの座標（図15に示す座標x、y）を求める座標算出処理を行い（ステップ#4）、求めた障害物Oの座標を、各カメラ81～84の搭載位置や搭載角度などに基づいて、車体座標原点を基準にした座標に変換する座標変換処理を行う（ステップ#5）。そして、その変換後の座標と予め設定した距離算出基準点とにわたる直線距離を、距離算出基準点から障害物Oまでの距離として求める距離算出処理を行い（ステップ#6）、変換後の座標と求めた障害物Oまでの距離とを障害物Oに関する情報として情報統合処理部80Cに送信する障害物情報送信処理を行う（ステップ#7）。その後、ステップ#1に戻る。一方、障害物Oが存在しない場合は、障害物Oが未検出であることを情報統合処理部80Cに送信する未検出送信処理を行い（ステップ#8）、その後、ステップ#1に戻る。

40

【0073】

このように、各カメラ81～84の撮像範囲R i 1～R i 4のいずれかに障害物が存在する場合は、画像処理装置85が、障害物に関する情報を情報統合処理部80Cに送信することから、情報統合処理部80Cは、その障害物に関する情報を受け取ることにより、

50

各カメラ 8 1 ~ 8 4 のいずれかの撮像範囲 $R_{i1} \sim R_{i4}$ に障害物が存在することを把握することができるとともに、その障害物の位置及び障害物までの距離を取得することができる。又、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の撮像範囲 $R_{i1} \sim R_{i4}$ のいずれにも障害物が存在しない場合は、画像処理装置 8 5 が、障害物の未検出を情報統合処理部 8 0 C に送信することから、情報統合処理部 8 0 C は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の撮像範囲 $R_{i1} \sim R_{i4}$ のいずれにも障害物が存在しないことを把握することができる。

【 0 0 7 4 】

上記の座標変換処理における車体座標原点、及び、距離算出処理における距離算出基準点は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の搭載位置に応じて設定されている。具体的には、図 1 2 に示すように、前カメラ 8 1 に対しては、その搭載位置に応じて車体座標原点 O_1 と距離算出基準点 R_{p1} とが設定されている。後カメラ 8 2 に対しては、その搭載位置に応じて車体座標原点 O_2 と距離算出基準点 R_{p2} とが設定されている。右カメラ 8 3 に対しては、その搭載位置に応じて車体座標原点 O_3 と距離算出基準点 R_{p3} とが設定されている。左カメラ 8 4 に対しては、その搭載位置に応じて車体座標原点 O_4 と距離算出基準点 R_{p4} とが設定されている。

10

【 0 0 7 5 】

これにより、画像処理装置 8 5 は、例えば、前カメラ 8 1 の第 1 撮像範囲 R_{i1} において障害物が存在する場合は、障害物が存在する前カメラ 8 1 の画像上での障害物の座標を求め（座標算出処理）、求めた障害物の座標を、前カメラ 8 1 の搭載位置や搭載角度などに基づいて、図 1 2 に示す車体座標原点 O_1 を基準にした座標（ x 、 y ）に変換し（座標変換処理）、変換後の座標（ x 、 y ）と距離算出基準点 R_{p1} とにわたる直線距離を、距離算出基準点 R_{p1} から障害物 O までの距離 L_a として求める（距離算出処理）。

20

【 0 0 7 6 】

尚、前述した車体座標原点 $O_1 \sim O_4$ と距離算出基準点 $R_{p1} \sim R_{p4}$ と各カメラ 8 1 ~ 8 4 の搭載位置との関係は種々の設定変更が可能である。

【 0 0 7 7 】

画像処理装置 8 5 は、前述した障害物判別処理においては、各カメラ 8 1 ~ 8 4 から順次送信される画像に対して、毎秒数十コマ（例えば 3 0 コマ）の超高速で障害物の存否を判別する。画像処理装置 8 5 は、各カメラ 8 1 ~ 8 4 に対する障害物判別処理を時分割方式で行う。画像処理装置 8 5 は、時分割方式における各カメラ 8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を、トラクタ 1 の走行方向と車速に応じて変更する。

30

【 0 0 7 8 】

これにより、画像処理装置 8 5 は、処理負荷の大きい各カメラ 8 1 ~ 8 4 からの画像に対する障害物判別処理を順次滞りなく速やかに行える。又、画像処理装置 8 5 は、トラクタ 1 の走行方向に応じて、トラクタ 1 の走行方向を撮像範囲とする各カメラ 8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を早くし、トラクタ 1 の走行方向を撮像範囲としない各カメラ 8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を遅くすることが可能になる。よって、処理負荷を大きくすることなく、トラクタ 1 の走行方向における障害物の存否判別を重点的に行うことができる。更に、画像処理装置 8 5 は、トラクタ 1 の車速が速くなるほど、トラクタ 1 の走行方向を撮像範囲とする各カメラ 8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を早くし、かつ、トラクタ 1 の走行方向を撮像範囲としない各カメラ 8 1 ~ 8 4 に対する単位時間あたりの処理対象周期を遅くすることが可能になる。よって、処理負荷を大きくすることなく、トラクタ 1 の車速が速くなるほど、トラクタ 1 の走行方向における障害物の存否判別を重点的に行うことができる。その結果、障害物に対する衝突回避が行い易くなる。

40

【 0 0 7 9 】

尚、図 7 に示すように、画像処理装置 8 5 は、車速制御部 2 3 B を介して、車速センサ 2 2 A が検出するトラクタ 1 の車速を取得する。画像処理装置 8 5 は、車速制御部 2 3 B を経由して得られるリバーサレバーの操作位置と、ステアリング制御部 2 3 C を経由して得られる前輪 1 0 の操舵角とに基づいて、トラクタ 1 の走行方向を判別する。

50

【 0 0 8 0 】

情報統合処理部 8 0 C は、測距精度は低いが物体の判別精度が高い撮像ユニット 8 0 A からの情報と、物体の判別精度は低いが測距精度が高いアクティブセンサユニット 8 0 B からの測定情報とに基づいて、撮像ユニット 8 0 A 及びアクティブセンサユニット 8 0 B による障害物の検出状態を判定する検出状態判定制御を実行する。

【 0 0 8 1 】

以下、図 1 3 に示すフローチャート及び図 1 4 ~ 2 1 に基づいて、検出状態判定制御における情報統合処理部 8 0 C の制御作動について説明する。

尚、ここでは、撮像ユニット 8 0 A からの情報とアクティブセンサユニット 8 0 B からの測定情報とに基づいて、撮像ユニット 8 0 A の前カメラ 8 1 及びアクティブセンサユニット 8 0 B の前ライダーセンサ 8 6 による障害物の検出状態を判定する場合での情報統合処理部 8 0 C の制御作動についてのみ説明する。そして、これ以外の、後カメラ 8 2 及び後ライダーセンサ 8 7 による障害物の検出状態、右カメラ 8 3 及び右超音波センサ 8 8 A による障害物の検出精度、及び、左カメラ 8 4 及び左超音波センサ 8 8 B による障害物の検出精度、を判定する場合における情報統合処理部 8 0 C の制御作動も、前カメラ 8 1 及び前ライダーセンサ 8 6 による障害物の検出精度を判定する場合と同様であることから、これらの場合における情報統合処理部 8 0 C の制御作動について説明は省略する。

【 0 0 8 2 】

情報統合処理部 8 0 C は、撮像ユニット 8 0 A からの情報に基づいて前カメラ 8 1 の画像から障害物 O が検出されているか否かを判定する第 1 判定処理を行う（ステップ # 1 1 、図 1 4 ~ 1 6 参照）。

尚、図 1 4 には、前カメラ 8 1 の画像から障害物 O が検出されていない状態が例示されている。図 1 5 には、前カメラ 8 1 の画像から障害物（人物）O が検出されている状態が例示されている。図 1 6 には、前カメラ 8 1 の画像から作物や草などに紛れた状態の障害物（人物）O が検出されている状態が例示されている。

【 0 0 8 3 】

情報統合処理部 8 0 C は、アクティブセンサユニット 8 0 B からの測定情報に基づいて前ライダーセンサ 8 6 の距離画像に障害物候補 O c が含まれているか否かを判定する第 2 判定処理を行う（ステップ # 1 2 ）。

【 0 0 8 4 】

情報統合処理部 8 0 C は、第 1 判定処理にて前カメラ 8 1 の画像から障害物 O （図 1 5 参照）が検出され、かつ、ステップ # 2 の第 2 判定処理にて前ライダーセンサ 8 6 の距離画像に障害物候補 O c （図 1 8 参照）が含まれている場合には、前述した障害物 O の位置と障害物候補 O c の位置とが一致しているか否かを判定する第 3 判定処理を行う（ステップ # 1 3 ）。

【 0 0 8 5 】

情報統合処理部 8 0 C は、障害物 O の位置と障害物候補 O c の位置とが一致している場合は、前カメラ 8 1 及び前ライダーセンサ 8 6 による障害物 O （障害物候補 O c ）の検出状態が、双方で同じ障害物 O （障害物候補 O c ）を適正に検出している適正検出状態であると認定する適正状態認定処理を行い（ステップ # 1 4 ）、前カメラ 8 1 の画像から検出された障害物 O に前ライダーセンサ 8 6 が測定した障害物候補 O c の距離情報を適用した適正な障害物検出情報を出力する適正情報出力処理を行う（ステップ # 1 5 ）。

【 0 0 8 6 】

情報統合処理部 8 0 C は、障害物 O の位置と障害物候補 O c の位置とが一致していない場合は、障害物候補 O c の距離情報において、前カメラ 8 1 の画像における障害物 O の位置に対応する位置の測定値が有効か否かを判定する第 4 判定処理を行う（ステップ # 1 6 ）。

【 0 0 8 7 】

情報統合処理部 8 0 C は、第 4 判定処理にて前述した測定値が有効である場合は、前カメラ 8 1 及び前ライダーセンサ 8 6 による障害物 O （障害物候補 O c ）の検出状態が、前

10

20

30

40

50

カメラ 8 1 の画像からは障害物 O が適正に検出され、かつ、前ライダーセンサ 8 6 による測定は適正に行われているが、例えば図 1 9 に示すように障害物（人物）の殆どが周囲の作物や草などに紛れていて、前ライダーセンサ 8 6 の距離画像からはその障害物を障害物候補 O c として特定することができない準適正検出状態であると認定する準適正状態認定処理を行う（ステップ # 1 7）。そして、情報統合処理部 8 0 C は、前カメラ 8 1 の画像から検出された障害物 O（図 1 6 参照）に、前カメラ 8 1 が示す障害物 O の位置に相当する測定対象物 O m（図 1 9 にて四角の枠で囲まれた測定対象物（人物） O m）に対して前ライダーセンサ 8 6 が測定した距離情報を適用した障害物検出情報を出力する準適正情報出力処理を行う（ステップ # 1 8）。これにより、準適正情報出力処理では、障害物 O の周辺に位置する測定対象物 O m の距離情報を出力している。

10

【 0 0 8 8 】

情報統合処理部 8 0 C は、第 4 判定処理にて前述した測定値が有効でない場合は、前カメラ 8 1 及び前ライダーセンサ 8 6 による障害物 O（障害物候補 O c）の検出状態が、前カメラ 8 1 の画像からは障害物 O を適正に検出しているが、前ライダーセンサ 8 6 の距離画像においては、例えば図 2 0 に示すような前カメラ 8 1 が示す障害物 O の位置に相当する測定対象位置での埃や霧などの浮遊物の発生、又は、前ライダーセンサ 8 6 のセンサ表面での汚れの付着により、前カメラ 8 1 が示す障害物 O の位置に相当する測定対象物 O m に対する測定値が無効になっていることから、前カメラ 8 1 による単独検出状態であると認定する単独検出状態認定処理を行う（ステップ # 1 9）。そして、情報統合処理部 8 0 C は、前カメラ 8 1 の画像から検出された障害物 O（図 1 6 参照）に、前カメラ 8 1 の画像から算出した障害物 O に対する距離情報を適用した障害物検出情報を出力するカメラ情報出力処理を行う（ステップ # 2 0）。

20

【 0 0 8 9 】

自動走行制御部 2 3 F は、情報統合処理部 8 0 C からの障害物検出情報に基づいて障害物との衝突を回避する衝突回避制御を実行する。

具体的には、自動走行制御部 2 3 F は、情報統合処理部 8 0 C からの適正情報出力処理又は準適正情報出力処理による障害物検出情報を取得した場合は、衝突回避制御として第 1 衝突回避制御を実行する。自動走行制御部 2 3 F は、情報統合処理部 8 0 C からのカメラ情報出力処理による障害物検出情報を取得した場合は、衝突回避制御として、第 1 衝突回避制御よりも衝突回避率の高い第 2 衝突回避制御を実行する。

30

【 0 0 9 0 】

以下、図 2 2 に示すフローチャートに基づいて、第 1 衝突回避制御における自動走行制御部 2 3 F の制御作動について説明する。

尚、ここでは、前ライダーセンサ 8 6 の第 1 検出範囲 R d 1 に障害物が位置する場合を例示して説明する。

【 0 0 9 1 】

自動走行制御部 2 3 F は、障害物検出情報に含まれた障害物との距離に基づいて、障害物が、図 4 に示す第 1 検出範囲 R d 1 のうちの報知制御範囲 R n c に位置しているか否かを判定する第 5 判定処理と、減速制御範囲 R d c に位置しているか否かを判定する第 6 判定処理と、停止制御範囲 R s c に位置しているか否かを判定する第 7 判定処理とを行う（ステップ # 2 1 ~ 2 3）。ここで、障害物検出情報に含められた障害物との距離について、適正情報出力処理にて出力される障害物との距離は、前ライダーセンサ 8 6 が測定した障害物候補 O c の距離情報となっている。これに対し、準適正情報出力処理にて出力される障害物との距離は、前ライダーセンサ 8 6 が測定した障害物 O の周辺に位置する測定対象物 O m の距離情報となっている。

40

【 0 0 9 2 】

自動走行制御部 2 3 F は、第 5 判定処理にて第 1 検出範囲 R d 1 の報知制御範囲 R n c に障害物が位置することを検知した場合は、報知制御範囲 R n c に障害物が位置することを、トラクタ 1 の液晶モニタ 2 7 や携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 にて報知させるための報知指令を、車載制御ユニット 2 3 の表示制御部 2 3 E と端末制御ユニット 5 1 の表

50

示制御部 5 1 A とに指令する第 1 報知指令処理を行う (ステップ # 2 4)。

これにより、トラクタ 1 に対する第 1 検出範囲 R d 1 の報知制御範囲 R n c に障害物が位置することを、運転部 1 2 の搭乗者や車外の管理者などのユーザに知らせることができる。

【 0 0 9 3 】

自動走行制御部 2 3 F は、第 6 判定処理にて第 1 検出範囲 R d 1 の減速制御範囲 R d c に障害物が位置することを検知した場合は、減速制御範囲 R d c に障害物が位置することを、トラクタ 1 の液晶モニタ 2 7 や携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 にて報知させるための報知指令を、車載制御ユニット 2 3 の表示制御部 2 3 E と端末制御ユニット 5 1 の表示制御部 5 1 A とに指令する第 2 報知指令処理を行う (ステップ # 2 5)。又、自動走行制御部 2 3 F は、減速制御範囲 R d c に位置する障害物がトラクタ 1 に近づくほどトラクタ 1 の車速を低下させるための減速指令を車速制御部 2 3 B に指令する減速指令処理を行う (ステップ # 2 6)。

10

これにより、トラクタ 1 に対する第 1 検出範囲 R d 1 の減速制御範囲 R d c に障害物が位置することを、運転部 1 2 の搭乗者や車外の管理者などのユーザに知らせることができる。又、車速制御部 2 3 B の制御作動により、トラクタ 1 が障害物に近づくに連れてトラクタ 1 の車速を適正に低下させることができる。

【 0 0 9 4 】

自動走行制御部 2 3 F は、第 7 判定処理にて第 1 検出範囲 R d 1 の停止制御範囲 R s c に障害物が位置することを検知した場合は、停止制御範囲 R s c に障害物が位置することを、トラクタ 1 の液晶モニタ 2 7 や携帯通信端末 5 の表示デバイス 5 0 にて報知させるための報知指令を、車載制御ユニット 2 3 の表示制御部 2 3 E と端末制御ユニット 5 1 の表示制御部 5 1 A とに指令する第 3 報知指令処理を行う (ステップ # 2 7)。又、自動走行制御部 2 3 F は、障害物が停止制御範囲 R s c に位置する間にトラクタ 1 を減速停止させるための減速停止指令を車速制御部 2 3 B に指令する減速停止指令処理を行う (ステップ # 2 8)。

20

これにより、トラクタ 1 に対する第 1 検出範囲 R d 1 の停止制御範囲 R s c に障害物が位置することを、運転部 1 2 の搭乗者や車外の管理者などのユーザに知らせることができる。又、車速制御部 2 3 B の制御作動により、障害物が停止制御範囲 R s c に位置する間においてトラクタ 1 を減速停止させることができ、よって、トラクタ 1 が障害物に衝突する虞を回避することができる。

30

【 0 0 9 5 】

次に、第 2 衝突回避制御における自動走行制御部 2 3 F の制御作動について説明すると、自動走行制御部 2 3 F は、前述した第 1 衝突回避制御の場合よりも、前述した第 1 検出範囲 R d 1 の判定基準位置から減速制御範囲 R d c と停止制御範囲 R s c との境界までの距離、及び、判定基準位置から報知制御範囲 R n c と減速制御範囲 R d c との境界までの距離が長くなるように、減速制御範囲 R d c 及び停止制御範囲 R s c の前後長さを長くした状態で、第 1 衝突回避制御におけるステップ # 2 1 ~ 2 8 の制御処理と同じ制御処理を行う。これにより、第 2 衝突回避制御は、第 1 衝突回避制御よりも早いタイミングで障害物との衝突を回避するための衝突回避制御となっている。

40

【 0 0 9 6 】

これにより、自動走行制御部 2 3 F は、アクティブセンサユニット 8 0 B からの測定情報よりも測距精度が低い撮像ユニット 8 0 A からの測定情報に基づいて障害物との衝突を回避する第 2 衝突回避制御においては、第 1 衝突回避制御よりも衝突回避率を高めた状態で障害物との衝突を回避する。その結果、測距精度が低い撮像ユニット 8 0 A からの測定情報に基づく障害物との衝突回避を良好に行うことができる。

【 0 0 9 7 】

自動走行制御部 2 3 F の自動走行制御には、各ライダーセンサ 8 6 , 8 7 のセンサ表面に汚れの付着を検知した場合に、トラクタ 1 の自動走行を停止させる汚れ付着判定処理が含まれている。

50

【 0 0 9 8 】

以下、図 2 3 に示すフローチャートに基づいて、汚れ（測定障害物）付着判定処理における自動走行制御部 2 3 F の制御作動について説明する。

尚、ここでも、前ライダーセンサ 8 6 の場合を例示して説明する。

【 0 0 9 9 】

自動走行制御部 2 3 F は、前ライダーセンサ 8 6 の測定範囲 R m 1 に対してライダーセンサ 8 6 からの測定情報に含まれている、汚れなどの測定障害物に起因した無効値の占める割合が 5 0 % 以上か否かを判定する第 8 判定処理を行う（ステップ # 3 1）。

【 0 1 0 0 】

自動走行制御部 2 3 F は、第 8 判定処理にて無効値の占める割合が 5 0 % 以上である場合（事前に設定された汚れ付着判定用の所定条件を満たした場合）は、トラクタ 1 の車速を、トラクタ 1 の超低速走行状態を維持することが可能な超低速まで低下させるための超減速指令を車速制御部 2 3 B に指令する超減速指令処理を行う（ステップ # 3 2）。

10

【 0 1 0 1 】

自動走行制御部 2 3 F は、第 8 判定処理にて無効値の占める割合が 5 0 % 以上でない場合は、トラクタ 1 の車速を、現在の車速に維持するための車速維持指令を車速制御部 2 3 B に指令する車速維持指令処理を行う（ステップ # 3 3）。

【 0 1 0 2 】

自動走行制御部 2 3 F は、超減速指令処理を行った後、トラクタ 1 の超低速走行状態が所定時間継続されたか否かを判定する第 9 判定処理を行う（ステップ # 3 4）。そして、自動走行制御部 2 3 F は、超低速走行状態が所定時間継続されるまでの間において前述した第 8 判定処理を行い（ステップ # 3 5）、この第 8 判定処理にて無効値の占める割合が 5 0 % 未満に低下した場合は、前ライダーセンサ 8 6 のセンサ表面に汚れが付着しているのではなく、前ライダーセンサ 8 6 の周辺にて埃や霧などの浮遊物が舞っただけであると判定して、トラクタ 1 の車速を、超低速まで低下させる前の元の車速に復帰させるための車速復帰指令を車速制御部 2 3 B に指令する車速復帰指令処理を行い（ステップ # 3 6）、その後、ステップ # 3 1 に戻る。

20

【 0 1 0 3 】

自動走行制御部 2 3 F は、超低速走行状態が所定時間継続された場合は、前ライダーセンサ 8 6 のセンサ表面に汚れが付着していると判定して、直ちにトラクタ 1 を走行停止させるための走行停止指令を車速制御部 2 3 B に指令する走行停止指令処理を行う（ステップ # 3 7）。

30

【 0 1 0 4 】

以上の構成により、自動走行制御部 2 3 F の自動走行制御にてトラクタ 1 が自動走行している場合において、障害物検出ユニット 8 0 が、各カメラ 8 1 ~ 8 4 の情報から障害物を検出し、かつ、その障害物との離隔距離を前後のライダーセンサ 8 6 , 8 7 又はソナー 8 8 の情報から取得している場合は、自動走行制御部 2 3 F が、前後のライダーセンサ 8 6 , 8 7 又はソナー 8 8 の情報から取得した障害物との離隔距離に基づいて、第 1 衝突回避制御を実行してトラクタ 1 と障害物との衝突を回避する。

【 0 1 0 5 】

つまり、障害物検出ユニット 8 0 は、物体判別精度の高い各カメラ 8 1 ~ 8 4 の情報から、作業地に存在する人物や樹木などを障害物として精度よく検出することができる。又、障害物検出ユニット 8 0 は、その検出した人物や樹木などの障害物との離隔距離を測距精度の高い前後のライダーセンサ 8 6 , 8 7 又はソナー 8 8 の情報から高い精度で取得することができる。これにより、障害物検出ユニット 8 0 は前述した適正検出状態となる。そして、自動走行制御部 2 3 F は、前後のライダーセンサ 8 6 , 8 7 又はソナー 8 8 の情報から取得した精度の高い人物や樹木などの障害物との離隔距離に基づいて、それらの障害物にトラクタ 1 が衝突する虞を精度よく回避することができる。

40

【 0 1 0 6 】

その結果、障害物を精度良く検出することができる上に、トラクタ 1 が不必要な衝突回

50

避動作を行うことなく障害物との衝突を精度よく回避させることができる。

【0107】

又、障害物検出ユニット80が、各カメラ81～84の情報から障害物を検出しているのに対し、その障害物との離隔距離を前後のライダーセンサ86, 87又はソナー88から取得することができない場合(前述した単独検出状態)は、自動走行制御部23Fが、各カメラ81～84の情報から取得した障害物との離隔距離に基づいて、第1衝突回避制御よりも衝突回避率の高い第2衝突回避制御を実行する。

【0108】

これにより、自動走行制御部23Fは、例えば各ライダーセンサ86, 87などのセンサ表面に汚れなどの測定障害物が付着することや、各ライダーセンサ86, 87などの周辺にて埃や塵埃などの測定障害物が舞い上がることに起因して、障害物との離隔距離を各ライダーセンサ86, 87などの情報から取得することができない場合であっても、各カメラ81～84の情報から取得する障害物との離隔距離に基づいて、トラクタ1が障害物に衝突する虞を回避することができる。

10

【0109】

又、各カメラ81～84の情報から取得する障害物との離隔距離は、各ライダーセンサ86, 87又はソナー88の情報から取得する障害物との離隔距離よりも精度が低いことから、自動走行制御部23Fは、第1衝突回避制御よりも衝突回避率の高い第2衝突回避制御を実行することで、測距精度の低下を補いながら、トラクタ1が障害物に衝突する虞を好適に回避することができる。

20

【0110】

更に、障害物検出ユニット80が、各カメラ81～84の情報から障害物を検出しているのに対し、各ライダーセンサ86, 87又はソナー88の情報からは障害物との離隔距離を取得することができず、障害物周辺との離隔距離を取得している場合(前述した準適正検出状態)は、自動走行制御部23Fが、障害物検出ユニット80が取得した前記障害物周辺との離隔距離に基づいて第1衝突回避制御を実行する。

【0111】

これにより、自動走行制御部23Fは、例えば各カメラ81～84の情報から検出した障害物が周辺の草などに紛れていることなどに起因して、その障害物との距離を各ライダーセンサ86, 87又はソナー88が測定することができず、その障害物の周辺に位置する草などの測定対象物との距離を測定している場合には、その障害物との離隔距離に略等しい障害物周辺の測定対象物との離隔距離に基づいて、トラクタ1が障害物に衝突する虞を回避することができる。その結果、トラクタ1が障害物に衝突する虞を比較的高い精度で回避することができる。

30

【0112】

その上、自動走行制御部23Fは、各ライダーセンサ86, 87などのセンサ表面に対する汚れなどの測定障害物の付着率(汚れなどの測定障害物に起因した無効値の占める割合)が所定条件(50%以上)を満たした場合に、前記トラクタ1の車速を超低速状態まで低下させた超低速走行状態を所定時間継続する。そして、自動走行制御部23Fは、所定時間が経過するまでの間に付着率が所定条件を満たさなくなった場合は、トラクタ1の車速を超低速状態から元の車速に復帰させ、又、所定時間が経過するまでの間、付着率が所定条件を満たし続けた場合は、トラクタ1の自動走行を停止させる。

40

【0113】

これにより、単に、各ライダーセンサ86, 87又はソナー88のセンサ表面に対する測定障害物の付着率が所定条件を満たした場合にトラクタ1の自動走行を停止させるのではなく、付着率が所定条件を満たした状態が所定時間継続される条件を付加することで、所定条件を満たしている測定障害物が、センサ表面に対する汚れなどの付着物が、各ライダーセンサ86, 87又はソナー88の周辺にて舞い上がっている埃や塵埃などの浮遊物を判定することができ、その判定結果に応じてトラクタ1の走行を制御することができる。

50

【 0 1 1 4 】

しかも、付着率が所定条件を満たしてから所定時間が経過するまでの間は、トラクタ 1 を超低速走行状態で走行させることから、単に低速走行状態で走行させる場合に比較して、付着率が所定条件を満たしてからの所定時間、つまり、付着物か否かの判定時間を長くすることができる。これにより、所定条件を満たしている測定障害物が埃や塵埃などの浮遊物である場合に、トラクタ 1 が停止する不都合の発生を抑制することができる。

【 0 1 1 5 】

又、トラクタ 1 を超低速走行状態で走行させることで、付着物か否かの判定中にトラクタ 1 が障害物に衝突する不都合の発生を抑制することができる。

【 0 1 1 6 】

〔別実施形態〕

本発明の別実施形態について説明する。

尚、以下に説明する各別実施形態の構成は、それぞれ単独で適用することに限らず、他の別実施形態の構成と組み合わせて適用することも可能である。

【 0 1 1 7 】

(1) 作業車両の構成は種々の変更が可能である。

例えば、作業車両は、左右の後輪 1 1 に代えて左右のクローラを備えるセミクローラ仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両は、左右の前輪 1 0 及び左右の後輪 1 1 に代えて左右のクローラを備えるフルクローラ仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両は、エンジン 1 4 の代わりに電動モータを備える電動仕様に構成されていてもよい。

例えば、作業車両は、エンジン 1 4 と走行用の電動モータとを備えるハイブリッド仕様に構成されていてもよい。

【 0 1 1 8 】

(2) アクティブセンサ 8 6 ~ 8 8 として、ライダーセンサ 8 6 , 8 7 やソナー 8 8 に代えて、レーダーセンサを採用してもよい。又、全てのアクティブセンサ 8 6 ~ 8 8 にライダーセンサを採用してもよい。

【 0 1 1 9 】

(3) アクティブセンサ 8 6 ~ 8 8 は、それらの測定範囲 R m 1 ~ R m 4 において画像処理装置 8 5 にて障害物が検出された場合に、障害物までの距離を測定するように構成されていてもよい。

この構成によると、アクティブセンサ 8 6 ~ 8 8 は、それらの測定範囲 R m 1 ~ R m 4 での測定を常時行う必要がなく、それらの測定範囲 R m 1 ~ R m 4 において画像処理装置 8 5 にて障害物が検知された場合にのみ、障害物までの距離を測定することから、測距に要する負荷の軽減を図りながら、障害物に対する測距の精度を高くすることができる。

【 0 1 2 0 】

(4) 撮像部 8 1 ~ 8 4 には、ステレオカメラなどを採用してもよい。

又、撮像部 8 1 ~ 8 4 として、前述した前カメラ 8 1、後カメラ 8 2、右カメラ 8 3、左カメラ 8 4 に加えて、前カメラ 8 1 と画角の異なる前カメラを備えるようにしてもよい。

【符号の説明】

【 0 1 2 1 】

- 1 作業車両
- 2 3 F 自動走行制御部
- 8 0 障害物検出ユニット
- 8 1 撮像部 (前カメラ)
- 8 2 撮像部 (後カメラ)
- 8 3 撮像部 (右カメラ)
- 8 4 撮像部 (左カメラ)
- 8 6 アクティブセンサ (前ライダーセンサ)

10

20

30

40

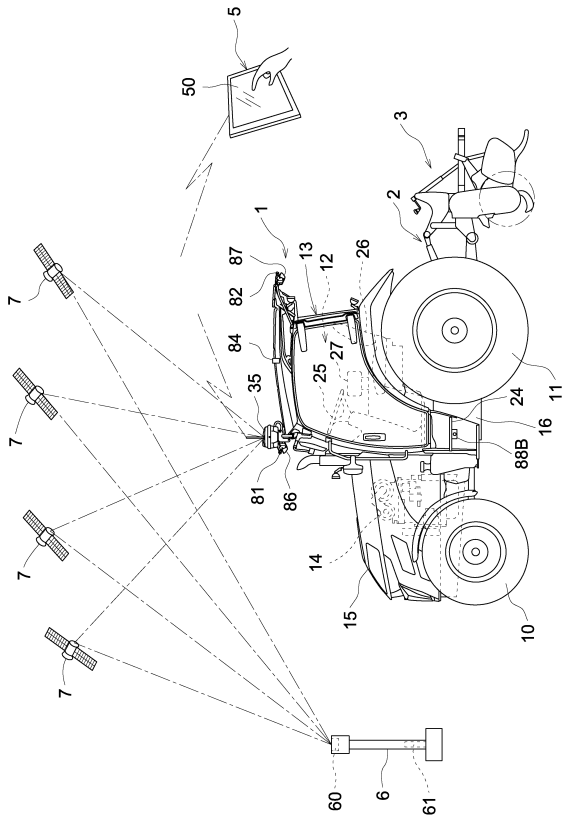
50

- 8 7 アクティブセンサ（後ライダーセンサ）
- 8 8 アクティブセンサ（ソナー）
- 障害物
- R i 1 設定範囲（第 1 撮像範囲）
- R i 2 設定範囲（第 2 撮像範囲）
- R i 3 設定範囲（第 3 撮像範囲）
- R i 4 設定範囲（第 4 撮像範囲）
- R m 1 設定範囲（第 1 測定範囲）
- R m 2 設定範囲（第 2 測定範囲）
- R m 3 設定範囲（第 3 測定範囲）
- R m 4 設定範囲（第 4 測定範囲）

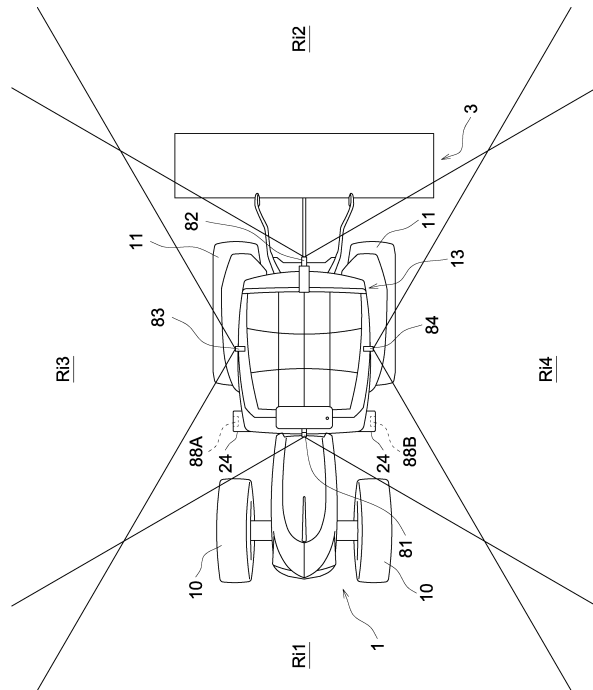
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



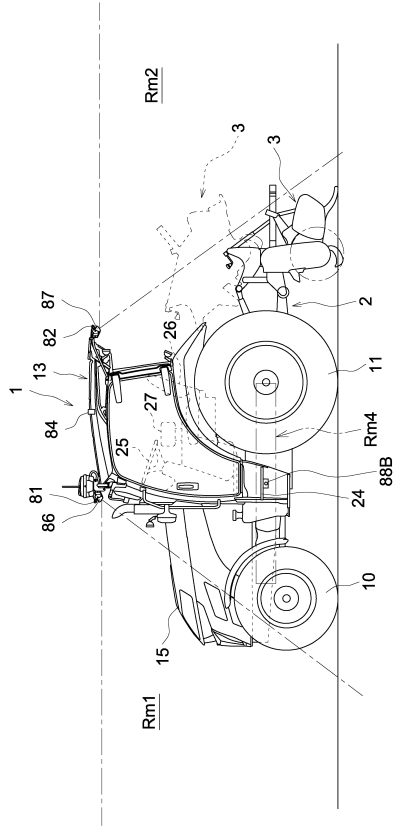
20

30

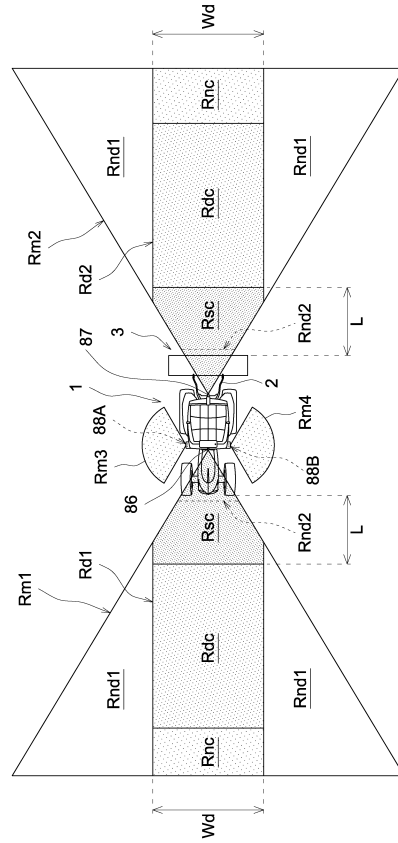
40

50

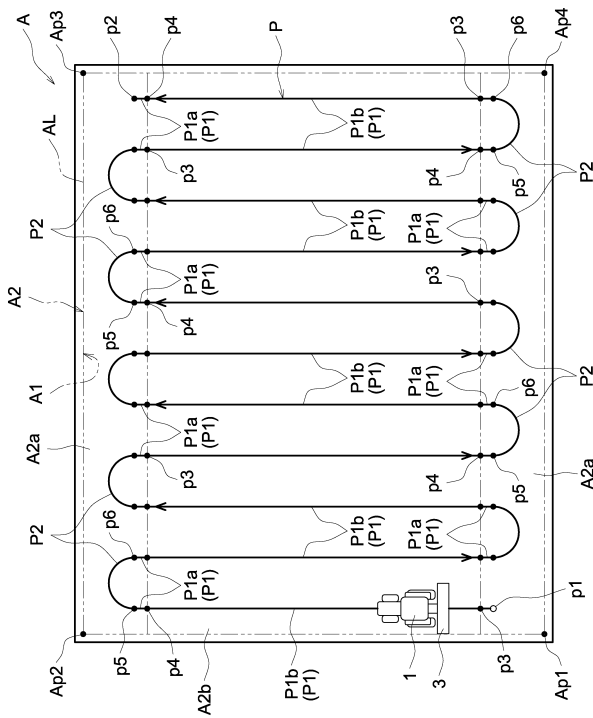
【図3】



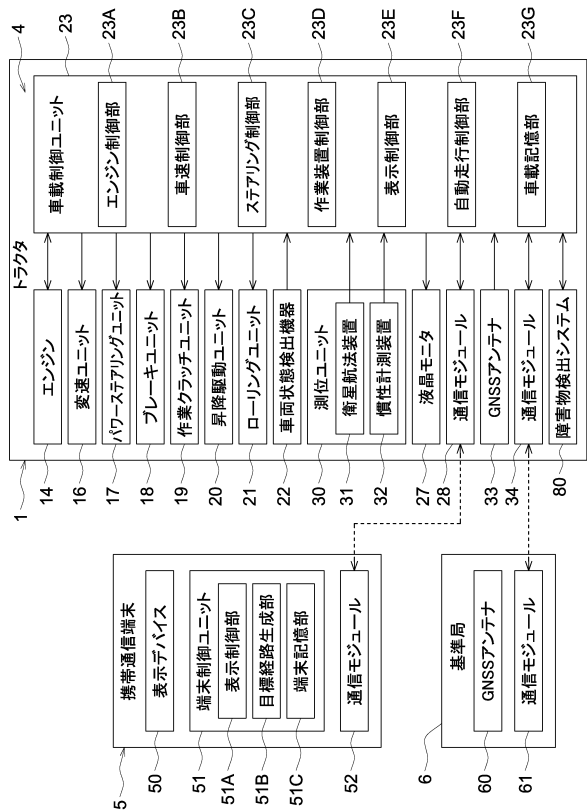
【図4】



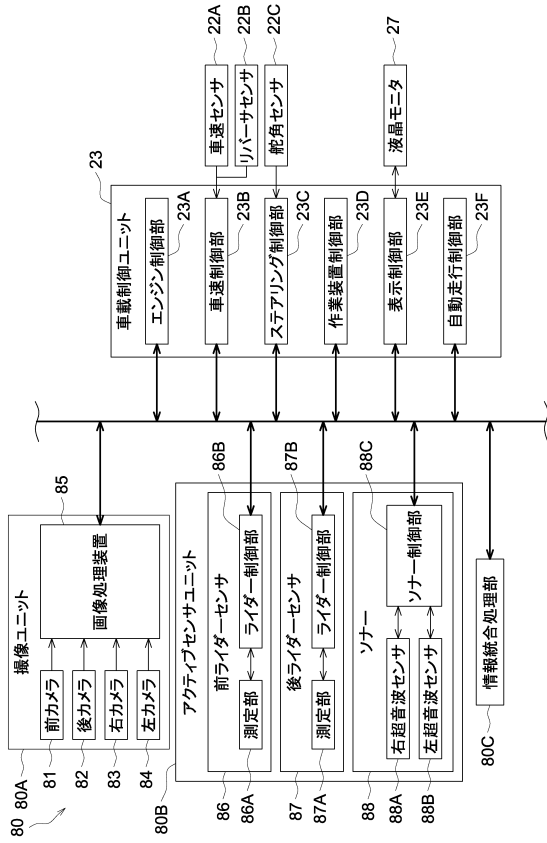
【図5】



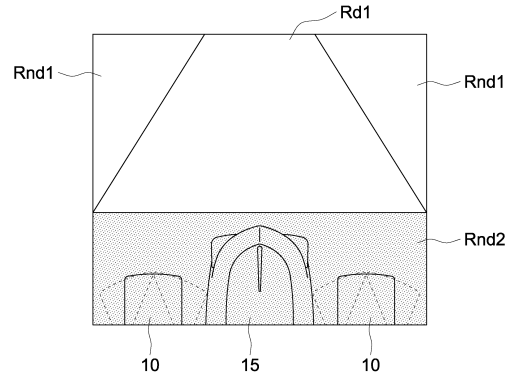
【図6】



【図 7】



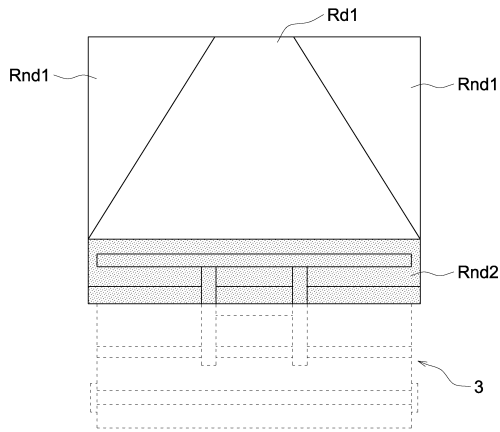
【図 8】



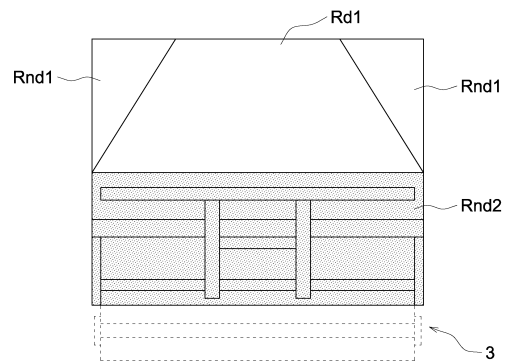
10

20

【図 9】



【図 10】

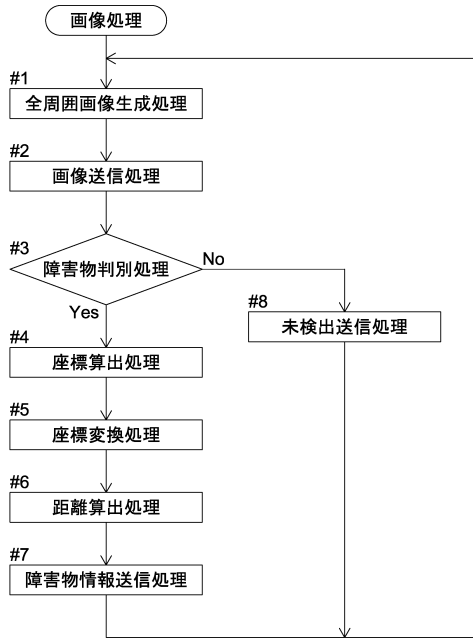


30

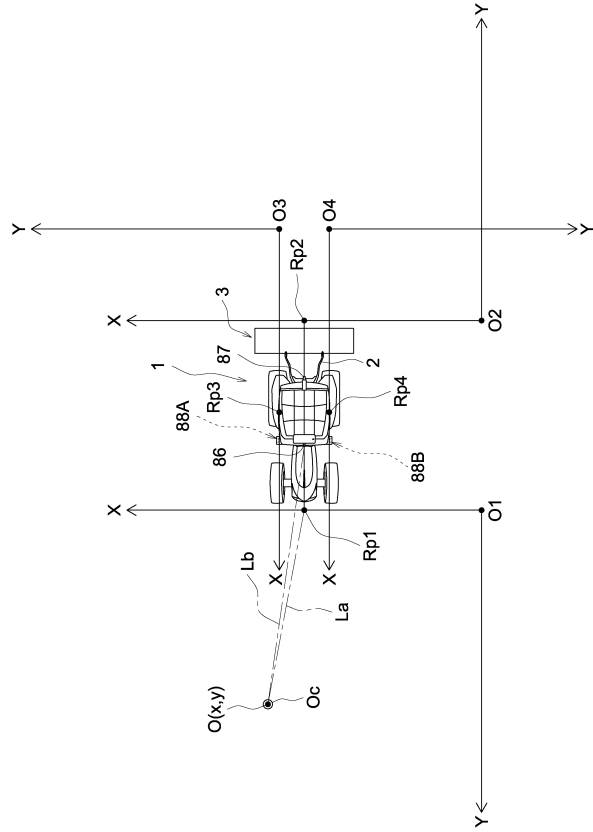
40

50

【図 1 1】



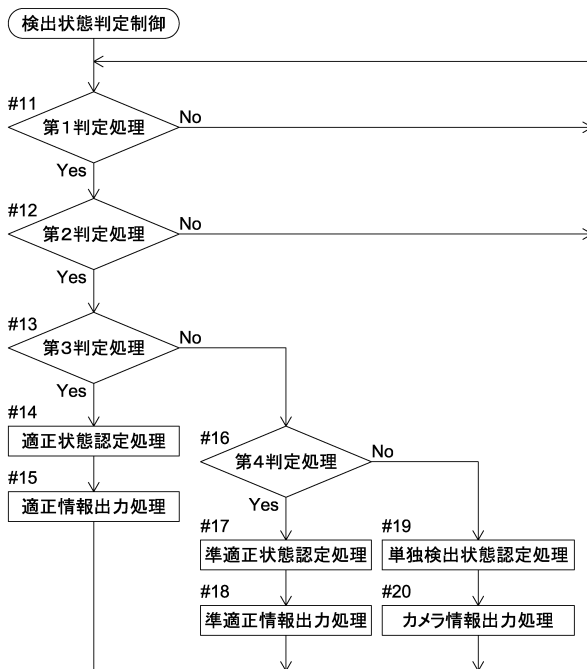
【図 1 2】



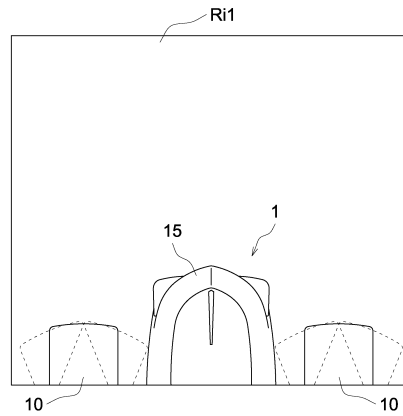
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

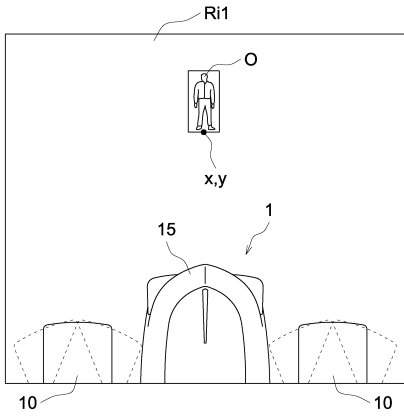


30

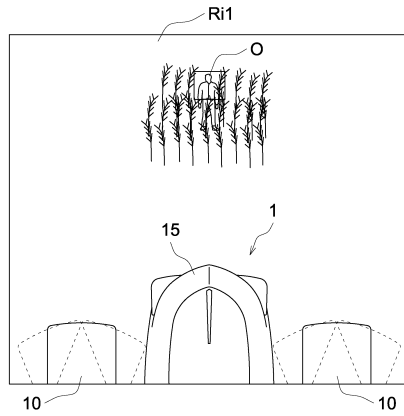
40

50

【図 15】

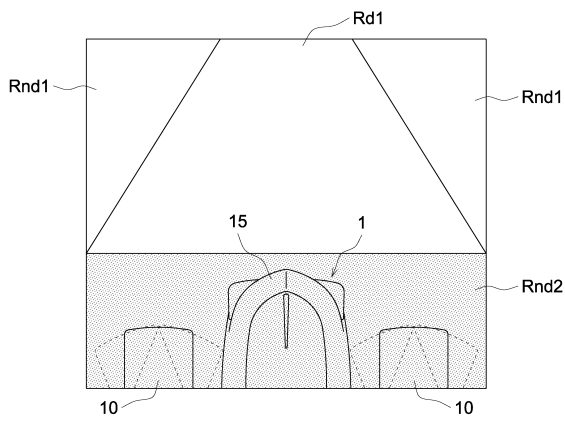


【図 16】

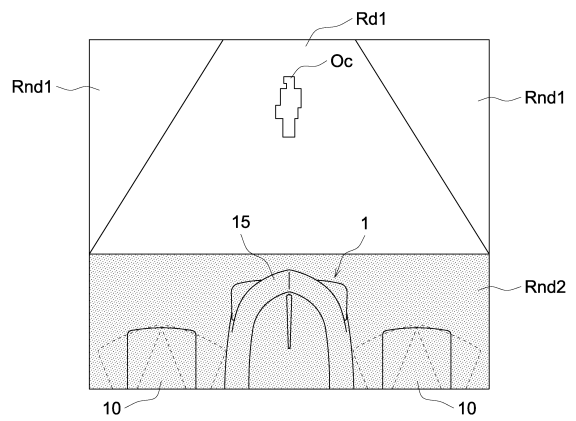


10

【図 17】

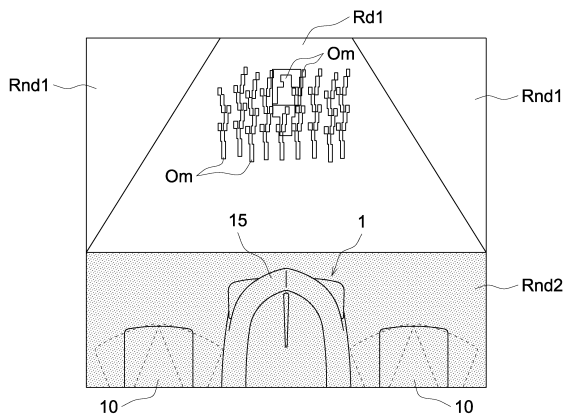


【図 18】

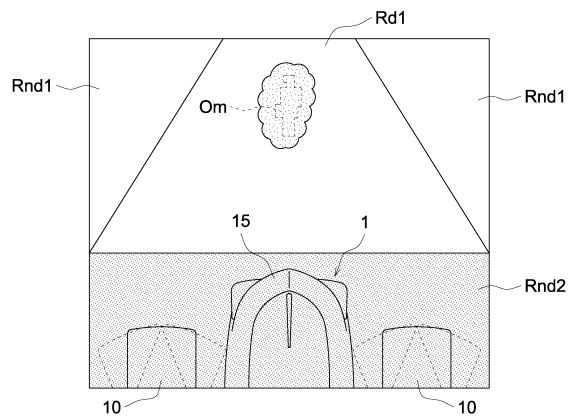


20

【図 19】



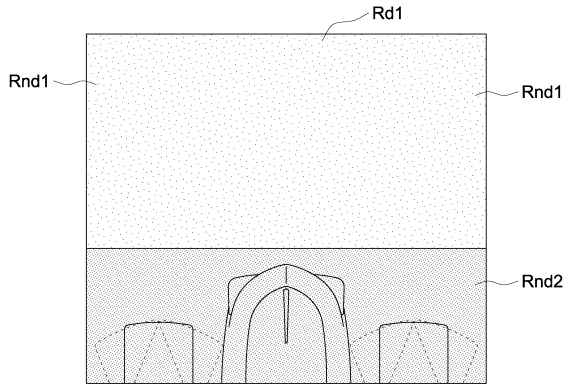
【図 20】



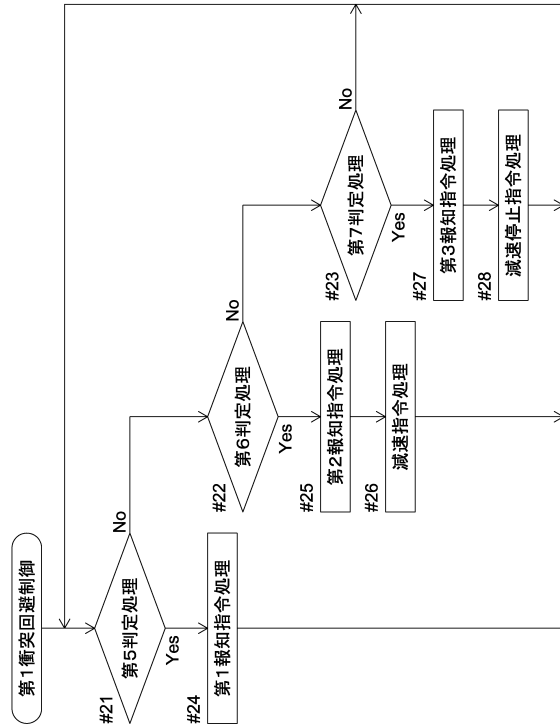
30

40

【図 2 1】



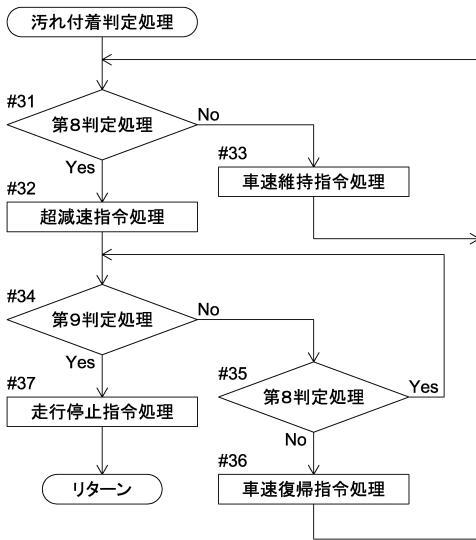
【図 2 2】



10

20

【図 2 3】



30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 岩瀬 卓也
大阪府大阪市北区鶴野町1番9号 ヤンマーアグリ株式会社内
- (72)発明者 杉 田 士郎
大阪府大阪市北区鶴野町1番9号 ヤンマーアグリ株式会社内
- (72)発明者 西別府 慎也
大阪府大阪市北区鶴野町1番9号 ヤンマーアグリ株式会社内
- 審査官 今井 貞雄
- (56)参考文献 特開2016-024685(JP,A)
特開2007-078476(JP,A)
特開2018-120421(JP,A)
特開2017-156177(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0083982(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G05D 1/02