

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7655883号
(P7655883)

(45)発行日 令和7年4月2日(2025.4.2)

(24)登録日 令和7年3月25日(2025.3.25)

(51)国際特許分類

F I

G 0 5 D 1/43 (2024.01)

G 0 5 D 1/43

E 0 2 F 9/24 (2006.01)

E 0 2 F 9/24

Z

請求項の数 6 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-55272(P2022-55272)	(73)特許権者	000005522
(22)出願日	令和4年3月30日(2022.3.30)		日立建機株式会社
(65)公開番号	特開2023-147640(P2023-147640 A)	(74)代理人	東京都台東区東上野二丁目16番1号 110001829
(43)公開日	令和5年10月13日(2023.10.13)		弁理士法人開知
審査請求日	令和6年7月16日(2024.7.16)	(72)発明者	一野瀬 昌則
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	塚田 庸子
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	森木 秀一
			茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
		(72)発明者	関根 和也
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

左右一対の車輪を有する前車体と、前記前車体に対して左右方向に回動可能に連結され、左右一対の車輪を有する後車体と、前記前車体の前方に設けられた作業機とを備え、前記前車体と前記後車体とが屈曲可能に設けられた作業車両において、

前記作業車両の周囲に存在する障害物の位置及び形状を検出する障害物検出装置と、前記前車体と前記後車体の屈曲角を制御する制御装置とを備え、前記制御装置は、前記前車体と前記後車体の屈曲角の変化によって前記作業車両が占める領域である最大車体占有領域を演算し、

前記最大車体占有領域に前記障害物が存在すると判定した場合には、前記障害物検出装置により検出された検出結果に基づいて前記作業車両と前記障害物との距離を算出し、算出された前記距離に基づいて前記作業車両が前記障害物と接触しない前記屈曲角の限界値を算出し、前記前車体と前記後車体の屈曲角が前記限界値を越えないように制御することを特徴とする作業車両。

【請求項2】

請求項1記載の作業車両において、前記制御装置は、予め定めた走行軌跡に沿って前記作業車両が走行するように、前記前車体と前記後車体の屈曲角を制御する際に、前記屈曲角が前記限界値を越えないように制御することを特徴

とする作業車両。

【請求項 3】

請求項 1 記載の作業車両において、
前記制御装置は、
現在の屈曲角から将来の予測走行軌跡を算出し、
前記障害物検出装置からの検出結果と前記予測走行軌跡とに基づいて、前記作業車両と前記障害物との予想距離を算出し、
前記予想距離に基づいて、前記予測走行軌跡での走行によって前記作業車両が前記障害物と接触しない前記屈曲角の限界値を算出し、
前記屈曲角が前記限界値を越えないように制御することを特徴とする作業車両。

10

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の作業車両において、
前記制御装置は、前記作業車両の周辺について予め作成された周囲地図に含まれる障害物の位置及び形状の情報を取得することを特徴とする作業車両。

【請求項 5】

請求項 2 又は 3 に記載の作業車両において、
前記制御装置は、前記作業車両の近傍に存在する他の作業車両から送信される前記他の作業車両の位置及び姿勢の情報に基づいて、障害物の位置及び形状の情報を取得することを特徴とする作業車両。

【請求項 6】

請求項 2 又は 3 に記載の作業車両において、
前記制御装置は、前記作業車両の作業機の姿勢情報に基づいて、前記作業車両と前記障害物との距離を算出することを特徴とする作業車両。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホイールローダ等の車体が屈曲して操舵される作業車両に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、作業機を構成するリフトアームと、リフトアームの先端に傾斜可能に取り付けられたバケットとを有し、このバケットにより土砂などを掬う掘削、掬った土砂の移動および掬った土砂の運搬車両などへの積み込みを行う、ホイールローダのような作業車両が知られている。ホイールローダは、作業機の他に車両を走行させるための走行装置及び車体の屈曲により操舵させる操舵装置を備えている。ホイールローダに取り付けられるバケットは、幅寸法が長いものが使用されることから移動する範囲の広い作業機を周囲の障害物に接触させないように走行を制御する必要がある。特に、自律運転機能を備えた作業車両においては障害物回避が要求される重要な機能となる。

30

【0003】

このような障害物回避に係る従来技術としては、例えば、特許文献 1 に記載のものが知られている。特許文献 1 には、障害物近くの走行範囲を車両の横方向位置について狭く制限することにより車体と障害物の間隔を確保し、障害物との接触を回避する技術が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第 2017/163790 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来技術においては、車体の代表位置と障害物の間隔を確保するの

50

みであり、車体の幅方向の占有幅が変化するようなホイールローダ等の車両については考慮されていない。具体的には、車両の前輪と後輪の間の屈曲機構によって車体を屈曲させることで操舵を実現する屈曲式の作業車両においては、屈曲により車体の幅方向への張り出し量が増加するため、車体の幅方向位置について規制するのみでは障害物への接触を回避できない虞がある。特に、幅寸法が長いバケットを有した作業機を備えた作業車両においては、屈曲点から作業機までのオーバーハング量が大きくなるために屈曲による横方向への車体の張り出し量がより大きくなることから、障害物への接触回避はさらに難しくなる。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記に鑑みてなされたものであり、車体を屈曲させることで操舵を実現する作業車両において障害物への接触を抑制することができる作業車両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】

【 0 0 0 7 】

本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、左右一对の車輪を有する前車体と、前記前車体に対して左右方向に回動可能に連結され、左右一对の車輪を有する後車体と、前記前車体の前方に設けられた作業機とを備え、前記前車体と前記後車体とが屈曲可能に設けられた作業車両において、前記作業車両の周囲に存在する障害物の位置及び形状を検出する障害物検出装置と、前記前車体と前記後車体の屈曲角を制御する制御装置とを備え、前記制御装置は、前記前車体と前記後車体の屈曲角の変化によって前記作業車両が占める領域である最大車体占有領域を演算し、前記最大車体占有領域に前記障害物が存在すると判定した場合には、前記障害物検出装置により検出された検出結果に基づいて前記作業車両と前記障害物との距離を算出し、算出された前記距離に基づいて前記作業車両が前記障害物と接触しない前記屈曲角の限界値を算出し、前記前車体と前記後車体の屈曲角が前記限界値を越えないように制御するものとする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、車体を屈曲させることで操舵を実現する作業車両において障害物への接触を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】作業車両の一例であるホイールローダの外観を概略的に示す側面図である。

【図 2】ホイールローダの屈曲角を制御する制御装置の全体構成を関連構成とともに概略的に示す図である。

【図 3】最大車体占有領域の例を示す図である。

【図 4】車体の屈曲角の制御に係る処理のフローチャートである。

【図 5】作業車両が行う作業の一例として、ホッパへの土砂投入の様子を模式的に示す図である。

【図 6】第 2 の実施の形態に係るホイールローダの屈曲角を制御する制御装置の全体構成を関連構成とともに概略的に示す図である。

【図 7】作業現場において自車両と他車両が稼働している様子を模式的に示す図である。

【図 8】ホイールローダにおける作業機の角度の違いによるオーバーハング量の違いを示す図である。

【図 9】オーバーハング量の違いによる最大車体占有領域の違いを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。なお、本実施の形態においては、作業車両の一例としてアーティキュレート式のホイールローダを示して説明するが、アーティキュレート式のダンプトラックのような他の作業車両においても本願発明を適用することが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

< 第 1 の実施の形態 >

本発明の第 1 の実施の形態を図 1 ~ 図 5 を参照しつつ説明する。

【 0 0 1 2 】

図 1 は、本実施の形態に係る作業車両の一例であるホイールローダの外観を概略的に示す側面図である。

【 0 0 1 3 】

図 1 に示すように、ホイールローダ 1 は、左右一対の前輪 4 a (車輪) を有するフロントボディ 1 1 (前車体) と、フロントボディ 1 1 に対して左右方向に屈曲可能 (回動可能) に連結され、左右一対の後輪 4 b (車輪) を有するリアボディ 1 2 (後車体) と、フロントボディ 1 1 の前方に設けられたリフトアーム 2 及びバケット 3 からなる作業機とを備えたアーティキュレート式の作業車両である。リアボディ 1 2 には、運転室 5、エンジン 6 が載置されるエンジン室等が含まれる。なお、以降、フロントボディ 1 1 やリアボディ 1 2、バケット 3、前輪 4 a、後輪 4 b など、ホイールローダ 1 を構成する部材をまとめて「車体」と称することがある。

【 0 0 1 4 】

ホイールローダ 1 は、フロントボディ 1 1 の前端に左右一対のリフトシリンダ 7 により上下方向に揺動自在に取り付けられた左右一対のリフトアーム 2 と、リフトアーム 2 の先端部分に上下方向に回転自在に連結されてバケットシリンダ 8 により上下方向に回動駆動されるバケット 3 とにより構成された作業機を有する。バケット 3 は、ベルクランク 9 及びバケットリンク 1 0 を介して接続されたバケットシリンダ 8 の伸縮により上下方向に回動することで開口の向きが上下する。

【 0 0 1 5 】

リフトシリンダ 7 は、ボトム室に圧油が供給されると伸長してリフトアーム 2 を上方向に回動 (リフト上げ) させ、ロッド室に圧油が供給されると縮退してリフトアーム 2 を下方向に回動 (リフト下げ) させる。バケットシリンダ 8 は、ボトム室に圧油が供給されると伸長してバケット 3 を上方向に回動 (チルト) させ、ロッド室に圧油が供給されると縮退してバケット 3 を下方向に回動 (ダンプ) させる。

【 0 0 1 6 】

フロントボディ 1 1 とリアボディ 1 2 はセンターピン 1 3 により左右方向に回転可能 (屈曲可能) に接続されている。フロントボディ 1 1 には左右一対の前輪 4 a が設けられ、リアボディ 1 2 には左右一対の後輪 4 b が設けられている。フロントボディ 1 1 とリアボディ 1 2 の接続部 (センターピン 1 3 の左右) には、フロントボディ 1 1 とリアボディ 1 2 との間に左右一対のステアリングシリンダ 1 4 が設けられており、ステアリングシリンダ 1 4 の伸縮によりフロントボディ 1 1 とリアボディ 1 2 が相対的に左右方向に回動することでホイールローダ 1 を操舵することができる。例えば、右側のステアリングシリンダ 1 4 が縮退し、左側のステアリングシリンダ 1 4 が伸長すると、ホイールローダ 1 は右側に屈曲する。また、右側のステアリングシリンダ 1 4 が伸長し、左側のステアリングシリンダ 1 4 が縮退すると、ホイールローダ 1 は左側に屈曲する。ホイールローダ 1 が屈曲したときの、センターピン 1 3 回りの回転角を屈曲角と称し、屈曲していない状態をゼロとして右側への屈曲をプラスに取ることとする。

【 0 0 1 7 】

ホイールローダ 1 は、前輪 4 a 及び後輪 4 b (以降、まとめて車輪 4 a , 4 b と称することがある) を回転させることで走行を行う。一般的なトルコン式走行駆動システムを搭載したホイールローダ 1 では、前後の車輪 4 a , 後輪 4 b は、エンジン 6 及び図示しないドライブトレイン、すなわちトルクコンバータ、変速機プロペラシャフトディファレンシャルなどを介して回転可能に接続されている。エンジン 6 によって発生したトルクをトルクコンバータ等で構成されるパワートレインを介して車輪 4 a , 4 b に伝達することでホイールローダ 1 を前後に走行させることが出来る。また、ホイールローダ 1 の屈曲動作により、走行中の操舵を実現している。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

ホイールローダ 1 の、例えば、運転室 5 の上部などのように周囲が見通せる位置には、ホイールローダ 1 の周囲の障害物の位置及び形状を検出する障害物検知装置 1 5 が設置されている。障害物検知装置 1 5 には、例えば、障害物の計測方法については周囲に照射したレーザ光の反射が戻るまでの時間により距離を、照射角度から方位を計測する L i D A R や、主に複数の画像の解析から距離と方位を算出するカメラ等が用いられる。ただし、計測方法はこれらに限定されるものではなく、周囲障害物の距離と方位のデータ群から障害物の位置及び形状を計測可能であれば、他の計測方法を用いても良い。障害物検知装置 1 5 の車体に対する取付位置は設計情報等から既知であるため、車体に対する障害物の相対位置を検知することが可能である。

10

【 0 0 1 9 】

運転室 5 後方のリアボディ 1 2 の上部には、ホイールローダ 1 の作業現場における位置を検出する車体位置計測装置 1 6 が設けられている。車体位置計測装置 1 6 は、現場座標系（或いは、地球座標系）における座標を計測するものであり、例えば、G N S S（Global Navigation Satellite System、全球測位衛星システム）などである。車体位置計測装置 1 6 の車体に対する取付位置、すなわち、計測位置は設計情報等から既知であるため、現場座標系における車体の各部の位置を算出することが可能である。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、ホイールローダの屈曲角を制御する制御装置の全体構成を関連構成とともに概略的に示す図である。

20

【 0 0 2 1 】

図 2 に示すように、ホイールローダ 1 は、自律運転機能を実現する自律走行システム 3 0 0 を有している。制御装置 2 0 0 は、自律走行システム 3 0 0 からの情報に基づいて、車体と障害物との位置関係を考慮したホイールローダ 1 の屈曲角（操舵角度）を算出し、算出した操舵角度を自律走行システム 3 0 0 に返すことにより、障害物への接触をより確実に防止するものである。制御装置 2 0 0 は、軌跡追従部 2 0 1、障害物位置算出部 2 0 2、障害物干渉判定部 2 0 3、クリアランス算出部 2 0 4、限界屈曲角算出部 2 0 5、及び目標屈曲角設定部 2 0 6 を備えている。

【 0 0 2 2 】

軌跡追従部 2 0 1 は、自律走行システム 3 0 0 から提示されるホイールローダ 1 の走行軌跡に基づいて、ホイールローダ 1 が走行軌跡に追従する（走行軌跡に沿って走行する）ための車体の屈曲角を算出する。自律走行システム 3 0 0 から提示される走行軌跡は、作業現場においてホイールローダ 1 が一連の作業において走行すべき経路であり、現場地図情報上に連続する座標情報などの形式で予め定められている。軌跡追従部 2 0 1 では、例えば、前方注視モデルに基づいた操舵量の算出を行う。これはホイールローダ 1 が進むべき通過点として、走行すべき走行軌跡上かつこれはホイールローダ 1 の前方に設定した前方注視点を決し、前方注視点とこれはホイールローダ 1 の自己位置及び方位とを比較した方位差分に基づいて操舵量を決定する操舵モデルである。なお、軌跡追従のための操舵モデルは多数提案されており、操舵モデルは前方注視モデルに限定されるものではない。軌跡追従部 2 0 1 は、操舵モデル等で算出した操舵量から車体の屈曲角を算出し、目標屈曲角として目標屈曲角設定部 2 0 6 に出力する。

30

40

【 0 0 2 3 】

障害物位置算出部 2 0 2 は、障害物検知装置 1 5 からの検知結果に基づいて、車体に対する障害物の相対的な位置および形状を算出する。障害物検知装置 1 5 の車体に対する取付位置は設計情報等から既知であるため、障害物検知装置 1 5 の検知結果から、車体に対する障害物の相対位置を算出することが可能である。障害物位置算出部 2 0 2 は、算出した障害物の位置及び形状を障害物干渉判定部 2 0 3 及びクリアランス算出部 2 0 4 に出力する。

【 0 0 2 4 】

障害物干渉判定部 2 0 3 は、障害物位置算出部 2 0 2 からの算出結果に基づいて、障害

50

物と車体との干渉可能性の有無を判定する。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、最大車体占有領域の例を示す図である。

【 0 0 2 6 】

障害物干渉判定部 2 0 3 は、例えば、図 3 に示すように、ホイールローダ 1 の車体の屈曲角が最大限に変化した場合、すなわち、屈曲角が 0 (ゼロ) の状態 (基準線 3 0 1 参照) からセンターピン 1 3 を中心に左最大屈曲時の車体の状態 3 0 2 から右最大屈曲時の車体の状態 3 0 3 への変化時に車体が通過する領域を最大車体占有領域 3 0 4 として演算し算出する。すなわち、最大車体占有領域 3 0 4 は、屈曲角の変化によってホイールローダ 1 の車体が占める領域、すなわち、車体を上面からみたときの平面上の車体が占める領域

10

である。そして、最大車体占有領域 3 0 4 と障害物位置算出部 2 0 2 で算出された障害物の位置及び形状から求まる障害物の占有領域とが重複するか否かを判定することで、車体と障害物とが干渉する可能性があるか否かを判定する。障害物干渉判定部 2 0 3 は、判定結果を目標屈曲角設定部 2 0 6 に出力する。

【 0 0 2 7 】

クリアランス算出部 2 0 4 は、障害物位置算出部 2 0 2 からの算出結果に基づいて、現在の車体の状態 (屈曲角) における車体と障害物との距離 (クリアランス情報) を算出する。クリアランス算出部 2 0 4 は、現在の車体の屈曲状態における車体輪郭と障害物との最近傍距離をクリアランス情報として算出する。クリアランス情報では、車体から見て障害物が存在する向きについても符号などにより表現される。例えば、右屈曲を正と定義した場合には、車体の右側の障害物までの間隔を正、左側の障害物までの距離を負として表現する。クリアランス算出部 2 0 4 は、算出結果を限界屈曲角算出部 2 0 5 に出力する。

20

【 0 0 2 8 】

限界屈曲角算出部 2 0 5 は、クリアランス算出部 2 0 4 からの算出結果、すなわち、車体と障害物との間隔に基づいて、障害物に接触しない条件での車体の最大の屈曲角、すなわち、車体の屈曲角の限界値 (限界屈曲角) を決定する。限界屈曲角算出部 2 0 5 は、算出結果を目標屈曲角設定部 2 0 6 に出力する。

【 0 0 2 9 】

目標屈曲角設定部 2 0 6 は、障害物干渉判定部 2 0 3 の判定結果が、いかなる屈曲角においても周囲の障害物と車体とが干渉しない (干渉の可能性がない) とするものである場合には、軌跡追従部 2 0 1 から入力された目標屈曲角をそのまま採用し、目標屈曲角の設定値として自律走行システム 3 0 0 に出力する。一方で、障害物干渉判定部 2 0 3 の判定結果が、車体と障害物とが干渉する可能性があるとするものである場合には、限界屈曲角算出部 2 0 5 で算出された限界屈曲角に基づいて、目標屈曲角の制限を行う。すなわち、目標屈曲角設定部 2 0 6 は、軌跡追従部 2 0 1 から入力された目標屈曲角と限界屈曲角のうち同符号で絶対値の小さい側の角度を目標屈曲角の設定値として採用し、自律走行システム 3 0 0 に出力する。

30

【 0 0 3 0 】

自律走行システム 3 0 0 は、目標屈曲角設定部 2 0 6 にて設定された目標屈曲角に基づいて、ステアリングシリンダ 1 4 を制御して車体の屈曲角を制御することにより、ホイールローダ 1 が走行軌跡を追従するよう所望の操舵を実現しつつ屈曲による障害物への接触を抑制する。

40

【 0 0 3 1 】

図 4 は、車体の屈曲角の制御に係る処理のフローチャートである。

【 0 0 3 2 】

図 4 に示すように、まず、軌跡追従部 2 0 1 は、軌跡に追従するための操舵屈曲角を算出する (ステップ S 4 0 0) 。

【 0 0 3 3 】

次に、障害物検知装置 1 5 は、障害物の位置及び形状を計測し、障害物位置算出部 2 0 2 は、車体に対する相対的な障害物の位置及び形状を算出する (ステップ S 4 1 0)

50

次に、障害物干渉判定部 203 は、障害物位置算出部 202 で算出した障害物の位置及び形状に基づいて、障害物と車体との干渉可能性の有無を判定し（ステップ S 420）、判定結果が障害物と車体との干渉が有るとするものであるか否かを判定する（ステップ S 430）。

【0034】

ステップ S 430 での判定結果が NO の場合、すなわち、車体と障害物との干渉可能性無しと判定された場合には、目標屈曲角設定部 206 は、目標屈曲角の設定値として自律走行システム 300 から入力した操舵角（すなわち、目標屈曲角）を自律走行システム 300 に返し（ステップ S 461）、自律走行システム 300 は目標屈曲角設定部 206 からの目標屈曲角の設定値に基づいてステアリングシリンダ 14 の制御を行い（ステップ S 480）、処理を終了する。

10

【0035】

また、ステップ S 430 での判定結果が YES の場合、すなわち、車体と障害物との干渉可能性ありと判定された場合には、クリアランス算出部 204 は車体と障害物の間隔を算出し（ステップ S 440）、限界屈曲角算出部 205 は、算出された車体と障害物の間隔に基づき、車体が障害物に接触しない車体屈曲角の限界値（限界屈曲角）を決定する（ステップ S 450）。

【0036】

続いて、自律走行システム 300 から入力された操舵角（目標屈曲角）が限界屈曲角よりも大きいか否かを判定し（ステップ S 460）、判定結果が NO の場合、すなわち、車体が障害物に接触しない場合には、目標屈曲角設定部 206 は、目標屈曲角の設定値として自律走行システム 300 から入力した操舵角（すなわち、目標屈曲角）を自律走行システム 300 に返し（ステップ S 461）、自律走行システム 300 は目標屈曲角設定部 206 からの目標屈曲角の設定値に基づいてステアリングシリンダ 14 の制御を行い（ステップ S 480）、処理を終了する。

20

【0037】

また、ステップ S 460 での判定結果が YES の場合、すなわち、車体が障害物に接触する可能性がある場合には、目標屈曲角設定部 206 は、限界屈曲角を上限として制限するため、限界屈曲角を目標屈曲角の設定値として自律走行システム 300 に返し（ステップ S 461）、自律走行システム 300 は目標屈曲角設定部 206 からの目標屈曲角の設定値に基づいてステアリングシリンダ 14 の制御を行い（ステップ S 480）、処理を終了する。

30

【0038】

以上のように構成した本実施の形態における効果、すなわち、車体と障害物との接触の抑制効果について説明する。

【0039】

図 5 は、作業車両が行う作業の一例として、ホッパへの土砂投入の様子を模式的に示す図である。

【0040】

図 5 に示すように、作業車両であるホイールローダ 1 の作業としては、土砂などの移動が最も重要な作業であり、例えば、ストックパイルの土砂を掘削・運搬してダンプトラックの荷台に積み込むという作業が代表的である。また、プラントなどへ材料となる土砂を投入する作業では、建屋に設置されたホッパ 503 への土砂投入作業も多く見られる。その場合、ダンプトラックのように積み込まれる対象の位置が積み込む毎に変化する可能性はないが、ダンプトラックの荷台に比べて小さい領域に正確に土砂を投入しなければならない。また、ホッパ 503 は建屋の中に設置されることも多く、雨除けの屋根が設置されていることも多いため、ホッパ周囲には雨除けを支持する柱 502a, 502b, 502c, 502d などが存在することもある。この場合には作業機のバケット 3 の幅と柱 502a, 502b 間の間隔に十分な余裕をとれない場合が多い。このようなホッパ 503 へのアプローチ走行時には、バケット 3 と建屋の間隔 504 は非常に狭く、操舵による横方向

40

50

の張り出しによって車体が建屋に接触する可能性はかなり高い状況である。本実施の形態においては、このような作業環境において、パケット 3 と建屋（例えば、柱 5 0 2 a）の間隔 5 0 4 に基づいて、車体と障害物の接触が生じないように車体の屈曲角を制限することが出来るため、ホイールローダ 1 と建屋の柱 5 0 2 a 等への接触を効果的に抑制することが可能となる。

【 0 0 4 1 】

< 第 2 の実施の形態 >

本発明の第 2 の実施の形態を図 6 を参照しつつ説明する。

【 0 0 4 2 】

第 1 の実施の形態においては、自律走行システム 3 0 0 により提示される走行軌跡に基づいて、車体の目標屈曲角を算出するように構成したのに対して、本実施の形態では、外部より与えられた操舵指令によって為された現在の屈曲角から将来の走行軌跡を予測し、予測された将来の走行軌跡周囲、すなわち走行によって車体が移動する軌跡周囲の車体可動範囲内において車体と障害物が干渉するか否かを判定することで、現在の車両周囲だけでなく将来の車両位置周囲の障害物との干渉の有無を判定するものである。また、本実施の形態においては、車体の屈曲角を決定する操舵指令が外部より与えられる構成であるため、自律走行を行う場合だけでなくオペレータによる手動操舵走行時にも適用が可能となる。

10

【 0 0 4 3 】

本実施の形態において、第 1 の実施の形態と同様の構成には同じ符号を付し、説明を省略する。

20

【 0 0 4 4 】

図 6 は、本実施の形態に係るホイールローダの屈曲角を制御する制御装置の全体構成を関連構成とともに概略的に示す図である。

【 0 0 4 5 】

図 6 に示すように、ホイールローダ 1 は、運転機能を実現する走行システム 3 0 0 A を有している。制御装置 2 0 0 A は、運転室 5 に設置されたハンドル 5 0 7 からの情報に基づいて、車体と障害物との位置関係を考慮したホイールローダ 1 の屈曲角（操舵角度）を算出し、算出した操舵角度を走行システム 3 0 0 A に出力することにより、障害物への接触をより確実に防止するものである。制御装置 2 0 0 A は、走行軌跡予測部 5 0 1、障害物位置算出部 2 0 2、障害物干渉判定部 2 0 3 a、クリアランス算出部 2 0 4 a、限界屈曲角算出部 2 0 5 a、及び目標屈曲角設定部 2 0 6 a を備えている。

30

【 0 0 4 6 】

走行軌跡予測部 5 0 1 は、現在の車体屈曲角に基づき、ホイールローダ 1 の将来の走行軌跡の予測値を算出する。なお、ここでは詳述しないが、屈曲型の作業車両における旋回時の幾何学的関係から、走行軌跡の曲率は車体の屈曲角に概比例して算出されるため、例えば、この関係を用いて将来の走行軌跡の予測値を定式化可能である。走行軌跡予測部 5 0 1 は、算出した走行軌跡予測値を障害物干渉判定部 2 0 3 a 及びクリアランス算出部 2 0 4 a に出力する。

【 0 0 4 7 】

40

障害物位置算出部 2 0 2 は、障害物検知装置 1 5 からの検知結果に基づいて、車体に対する障害物の相対的な位置および形状を算出する。障害物検知装置 1 5 の車体に対する取付位置は設計情報等から既知であるため、障害物検知装置 1 5 の検知結果から、車体に対する障害物の相対位置を算出することが可能である。障害物位置算出部 2 0 2 は、算出した障害物の位置及び形状を障害物干渉判定部 2 0 3 a 及びクリアランス算出部 2 0 4 a に出力する。

【 0 0 4 8 】

障害物干渉判定部 2 0 3 a は、障害物位置算出部 2 0 2 からの算出結果に基づいて、走行軌跡予測部 5 0 1 からの走行軌跡予測値と照合し、障害物と車体との干渉可能性の有無を判定する。障害物干渉判定部 2 0 3 a は、判定結果を目標屈曲角設定部 2 0 6 a に出力

50

する。

【 0 0 4 9 】

クリアランス算出部 2 0 4 a は、障害物位置算出部 2 0 2 からの算出結果に基づいて、走行軌跡予測部 5 0 1 からの走行軌跡予測値と照合し、将来の車体と障害物との距離（クリアランス情報）を算出する。クリアランス算出部 2 0 4 a は、算出結果を限界屈曲角算出部 2 0 5 a に出力する。

【 0 0 5 0 】

限界屈曲角算出部 2 0 5 a は、クリアランス算出部 2 0 4 a からの算出結果、すなわち、将来の車体と障害物との間隔に基づいて、障害物に接触しない条件での車体の最大の屈曲角、すなわち、車体の屈曲角の限界値（限界屈曲角）を決定する。限界屈曲角算出部 2 0 5 a は、算出結果を目標屈曲角設定部 2 0 6 a に出力する。

10

【 0 0 5 1 】

目標屈曲角設定部 2 0 6 a は、障害物干渉判定部 2 0 3 a の判定結果が、ホイールローダ 1 の予測される走行軌跡において周囲の障害物と車体とが干渉しない（干渉の可能性がない）とするものである場合には、ハンドル 5 0 7 から入力された目標屈曲角をそのまま採用し、目標屈曲角の設定値として走行システム 3 0 0 A に出力する。一方で、障害物干渉判定部 2 0 3 a の判定結果が、ホイールローダ 1 の予測される走行軌跡において車体と障害物とが干渉する可能性があるとするものである場合には、限界屈曲角算出部 2 0 5 a で算出された限界屈曲角に基づいて、目標屈曲角の制限を行う。すなわち、目標屈曲角設定部 2 0 6 a は、ハンドル 5 0 7 によって入力された目標屈曲角と限界屈曲角のうち同符号で絶対値の小さい側の角度を目標屈曲角の設定値として採用し、走行システム 3 0 0 A に出力する。

20

【 0 0 5 2 】

走行システム 3 0 0 A は、目標屈曲角設定部 2 0 6 a にて設定された目標屈曲角に基づいて、ステアリングシリンダ 1 4 を制御して車体の屈曲角を制御することにより、ホイールローダ 1 がオペレータの所望する操舵を実現しつつ屈曲による障害物への接触を抑制する。

【 0 0 5 3 】

その他の構成は第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 0 5 4 】

以上のように構成した本実施の形態においても第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

30

【 0 0 5 5 】

なお、本実施の形態においては、手動操舵走行を行う作業車両において障害物との干渉を回避する場合を例示しているが、操舵指令の入力を図示しない自律走行システムから与えるように構成することで、自律走行システムにも本願発明を適用可能である。

【 0 0 5 6 】

< 第 1 及び第 2 の実施の形態の変形例 >

本発明の第 1 及び第 2 の実施の形態の変形例について説明する。本変形例において、第 1 及び第 2 の実施の形態と同様の構成には同じ符号を用い、説明を省略する。

40

【 0 0 5 7 】

第 1 及び第 2 の実施の形態においては、運転室 5 の上部など周囲が見通せる位置に、周囲に照射したレーザ光の反射が戻るまでの時間により距離を、照射角度から方位を計測する L I D A R や、主に複数の画像の解析から距離と方位を算出するカメラ等の障害物検知装置 1 5 を接地する場合を例示して説明した。これに対して、本変形例においては、予め作成した車両周囲地図に記載された障害物情報を用いる。

【 0 0 5 8 】

例えば、位置及び形状が予め明確に分かっている建屋などの固定障害物情報は予め地図に記載しておいて、自車両位置と照合することで周囲障害物の位置及び形状を再構成することが可能である。また、自車両に搭載していない障害物計測装置、具体的には周囲車両

50

が収集した障害物情報であるとか、地上に固定した計測装置を用いて収集した障害物情報等を用いて作成した地図をデータ通信などを介して供給し、利用することも可能である。この場合、収集した障害物情報を集約して地図として統合する処理装置を、地上基地局に備えることなどが考えられる。

【 0 0 5 9 】

その他の構成は第 1 及び第 2 の実施の形態と同様である。

【 0 0 6 0 】

以上のように構成した本変形例においても第 1 及び第 2 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 1 】

なお、第 1 及び第 2 の実施の形態で示した障害物検知装置からの検知結果と、本変形例で示した地図上に予め記載した障害物情報とを併せて用いることで、障害物を検知するように構成しても良い。

【 0 0 6 2 】

< 第 3 の実施の形態 >

本発明の第 3 の実施の形態を図 7 を参照しつつ説明する。

【 0 0 6 3 】

第 1 及び第 2 の実施の形態においては、運転室 5 の上部など周囲が見通せる位置に、周囲に照射したレーザ光の反射が戻るまでの時間により距離を、照射角度から方位を計測する L i D A R や、主に複数の画像の解析から距離と方位を算出するカメラ等の障害物検知装置 1 5 を接地する場合を例示して説明した。また、第 1 及び第 2 の実施の形態の変形例においては予め作成された地図に基づいて障害物情報を得るものとした。これに対して、本実施の形態は、自車両の近傍に存在する他の車両から無線通信手段などを介して送付される位置及び姿勢情報に基づいて、障害物情報を取得するものである。

【 0 0 6 4 】

本実施の形態においては、第 1 及び第 2 の実施の形態と同様の構成には同じ符号を付し、説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

図 7 は、作業現場において自車両と他車両が稼働している様子を模式的に示す図である。

【 0 0 6 6 】

図 7 に示すように、作業現場においては、自車両であるホイールローダ 1 などの作業車両の他に、ダンプトラック 1 A , 1 B などの他の作業車両が稼働している。すなわち、作業現場においては、自車両であるホイールローダ 1 の周囲で協働して作業を遂行する他の作業車両が障害物となる状況も考えられる。例えば、自車両であるホイールローダ 1 が掘削移動した土砂などを運搬するダンプトラック 1 A , 1 B などが障害物となる場合である。

【 0 0 6 7 】

自律作業を行う現場であれば、ダンプトラック 1 A , 1 B などの他車両も自律走行をする必要性から、車体位置計測装置 1 6 a , 1 6 b などによって、それぞれの車両の自己位置及び姿勢情報を計測することが必須となる。若しくは、有人手動走行であっても車両管理の観点から位置及び姿勢情報を計測することが考えられる。

【 0 0 6 8 】

そこで、本実施の形態におけるホイールローダ 1 では、他の車両（ダンプトラック 1 A , 1 B など）の位置及び姿勢情報と、予め分かっている当該車両の寸法情報とを通信装置 9 0 5 , 9 0 5 a , 9 0 5 b を介して取得し、取得した情報から他の車両の輪郭情報を算出し、障害物の位置及び形状を示す情報として用いる。そして、他の車両から取得した情報より得られる障害物情報と自車両であるホイールローダ 1 の輪郭情報（図 3 の最大車体占有領域 3 0 4 を参照）とを照合することで、車体（自車両）と障害物（他車両）の干渉可能性を判定することができる。

【 0 0 6 9 】

その他の構成は第 1 及び第 2 の実施の形態、及びその変形例と同様である。

【 0 0 7 0 】

以上のように構成した本実施の形態においても第 1 及び第 2 の実施の形態、及びその変形例と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 7 1 】

< 第 4 の実施の形態 >

本発明の第 4 の実施の形態を図 8 及び図 9 を参照しつつ説明する。

【 0 0 7 2 】

本実施の形態においては、車体前後のオーバーハング量の変化を考慮して、最大車体占有領域を算出するものである。本実施の形態において、第 1 及び第 2 の実施の形態と同様の構成には同じ符号を付し、説明を省略する。

10

【 0 0 7 3 】

図 8 は、ホイールローダにおける作業機の角度の違いによるオーバーハング量の違いを示す図である。

【 0 0 7 4 】

図 8 に示すように、ホイールローダ 1 では、リフトアーム 2 及びバケット 3 により構成される作業機の角度によって車体の前方におけるオーバーハング量が変化する。例えば、センターピン 1 3 の位置を基準とした場合、リフトアーム下げ時のオーバーハング量 7 1 は、リフトアーム上げ時のオーバーハング量 7 2 よりも大きくなる。また、オーバーハング量が変化すると、車体の大きさを用いてから求められる最大車体占有領域（例えば、図 3 の最大車体占有領域 3 0 4 を参照）も変化する。

20

【 0 0 7 5 】

図 9 は、オーバーハング量の違いによる最大車体占有領域の違いを示す図である。

【 0 0 7 6 】

図 9 に示すように、リフトアーム下げ時のバケット 3 の位置 8 0 2 では、センターピン 1 3 からの距離が遠くなるため、最大車体占有領域 8 0 4 が得られる。また、リフトアーム上げ時のバケット 3 の位置 8 0 3 は、センターピン 1 3 からの距離が相対的に近くなるため、最大車体占有領域 8 0 5 が得られる。

【 0 0 7 7 】

そこで、例えば、リフトアーム 2 のフロントボディ 1 1 側の回動軸に設けた角度センサ 7 0 からの検出結果と、車体の寸法情報とに基づいてオーバーハング量を算出し、このオーバーハング量から最大車体占有領域を算出する。これにより、より正確な最大車体占有領域を算出することができる。また、このようにして算出した最大車体占有領域を用いることにより、障害物干渉判定部 2 0 3 , 2 0 3 a での判定をより高精度に行うことができる。

30

【 0 0 7 8 】

その他の構成は第 1 及び第 2 の実施の形態と同様である。

【 0 0 7 9 】

以上のように構成した本実施の形態においても第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 0 】

40

< 付記 >

なお、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内の様々な変形例や組み合わせが含まれる。また、本発明は、上記の実施の形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。また、上記の各構成、機能等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等により実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 1 】

1 ... ホイールローダ、 1 A , 1 B ... ダンプトラック、 2 ... リフトアーム、 3 ... バケット

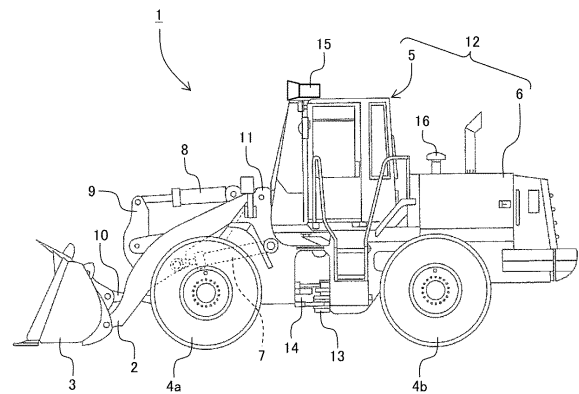
50

、 4 a ... 前輪、 4 b ... 後輪、 5 ... 運転室、 6 ... エンジン、 7 ... リフトシリンダ、 8 ... バケ
ットシリンダ、 9 ... ペルクランク、 10 ... バケットリンク、 11 ... フロントボディ、 12
... リアボディ、 13 ... センターピン、 14 ... ステアリングシリンダ、 15 ... 障害物検知装
置、 16 , 16 a , 16 b ... 車体位置計測装置、 70 ... 角度センサ、 71 , 72 ... オーバ
ーハング量、 200 , 200 A ... 制御装置、 201 ... 軌跡追従部、 202 ... 障害物位置算
出部、 203 , 203 a ... 障害物干渉判定部、 204 , 204 a ... クリアランス算出部、
205 , 205 a ... 限界屈曲角算出部、 206 , 206 a ... 目標屈曲角設定部、 300 ...
自律走行システム、 300 A ... 走行システム、 304 ... 最大車体占有領域、 501 ... 走行
軌跡予測部、 502 a , 502 b , 502 c , 502 d ... 柱、 503 ... ホッパ、 504 ...
間隔、 507 ... ハンドル、 804 , 805 ... 最大車体占有領域、 905 , 905 a , 90
5 b ... 通信装置

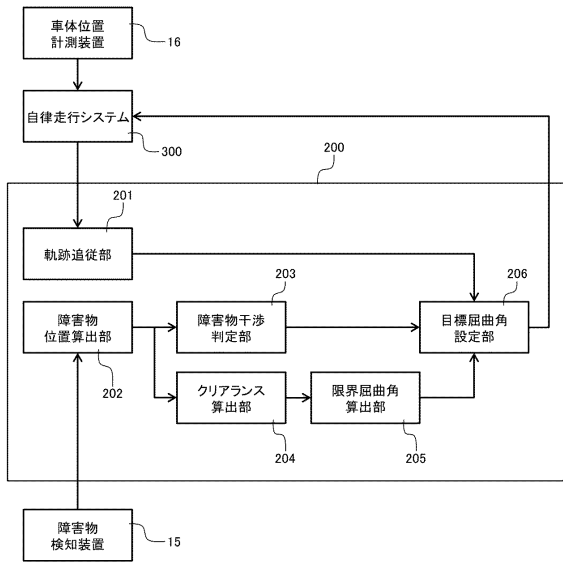
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



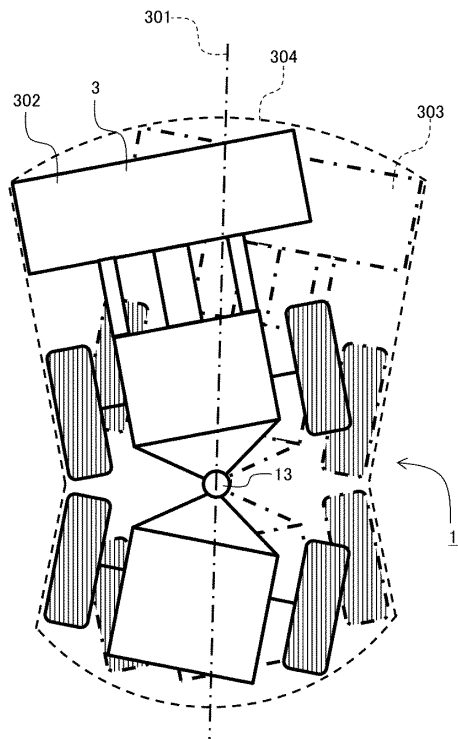
20

30

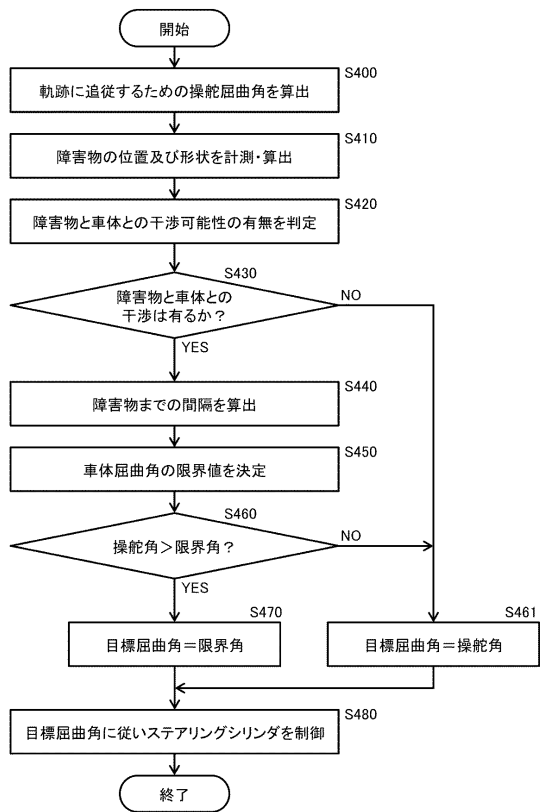
40

50

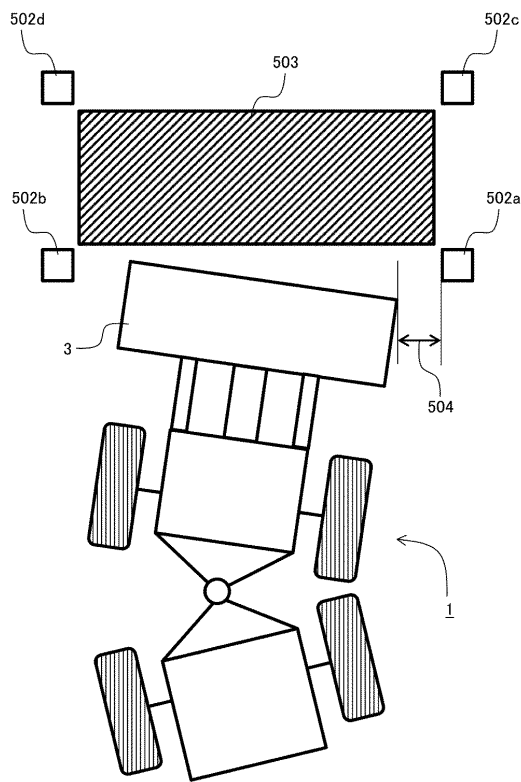
【図 3】



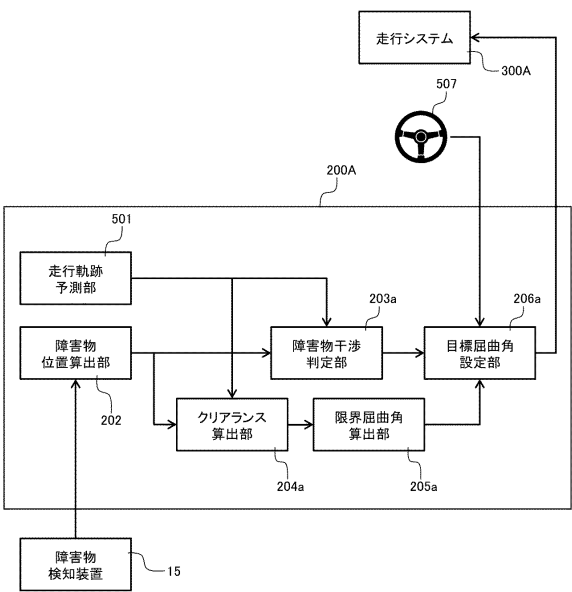
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

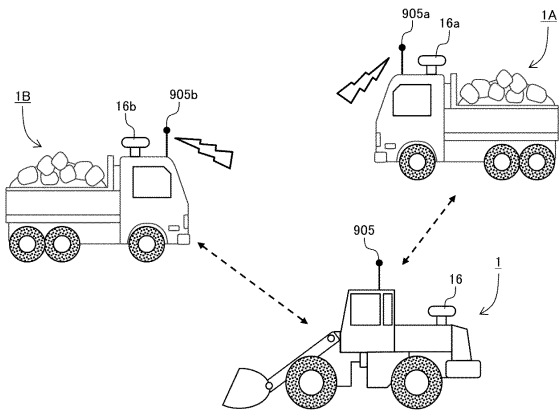
20

30

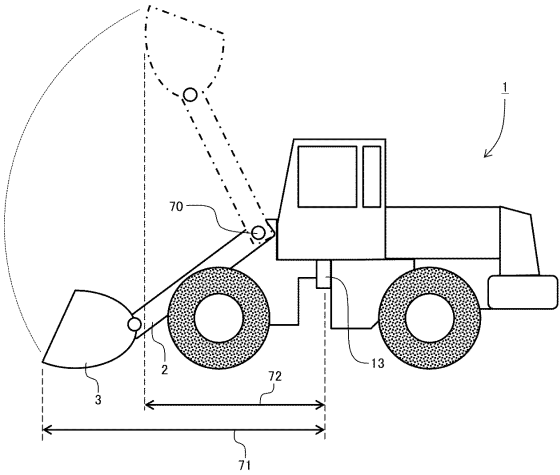
40

50

【図 7】

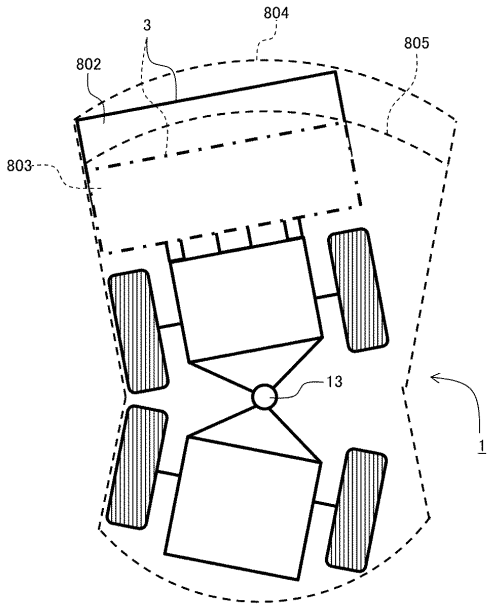


【図 8】



10

【図 9】



20

30

40

50

フロントページの続き

茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地

日立建機株式会社 土浦工場内

審査官 田中 友章

(56)参考文献 国際公開第 2 0 2 1 / 1 9 2 2 7 7 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 7 / 1 3 1 2 4 3 (W O , A 1)

特開 2 0 1 9 - 4 9 1 5 0 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 5 D 1 / 4 3

E 0 2 F 9 / 2 4