

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6887351号  
(P6887351)

(45) 発行日 令和3年6月16日(2021.6.16)

(24) 登録日 令和3年5月20日(2021.5.20)

(51) Int. Cl. F 1  
 E O 2 F 9/26 (2006.01) E O 2 F 9/26 B  
 E O 2 F 9/20 (2006.01) E O 2 F 9/20 M

請求項の数 7 (全 28 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-172527 (P2017-172527)                  (22) 出願日 平成29年9月7日(2017.9.7)                  (65) 公開番号 特開2019-49103 (P2019-49103A)                  (43) 公開日 平成31年3月28日(2019.3.28)                  審査請求日 令和1年8月15日(2019.8.15)</p>	<p>(73) 特許権者 000005522                  日立建機株式会社                  東京都台東区東上野二丁目16番1号                  (74) 代理人 110001829                  特許業務法人開知国際特許事務所                  (72) 発明者 山野邊 洋祐                  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 星野 和則                  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</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業機械の荷重計測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両本体と、

前記車両本体に取り付けられ、回動可能に連結された複数のフロント部材からなる多関節型のフロント作業機と、

操作信号に基づいて前記フロント作業機の前記複数のフロント部材をそれぞれ駆動する複数の油圧アクチュエータと、

前記油圧アクチュエータの作業負荷を検出する作業負荷検出装置と、

前記複数のフロント部材及び前記車両本体のそれぞれの姿勢に関する情報である姿勢情報を検出する複数の姿勢情報検出装置と、

オペレータが搭乗する運転室内に配置された表示装置と、

制御装置と

を備えた作業機械の荷重計測システムにおいて、

前記制御装置は、

前記作業負荷検出装置の検出結果と前記複数の姿勢情報検出装置の検出結果とに基づいて、前記フロント作業機で保持している運搬物の重量である荷重値を演算する荷重値演算部と、

荷重閾値の複数の候補値と前記姿勢情報検出装置の検出結果に基づいて得られる、前記フロント作業機の姿勢に関する指標である姿勢指標値との関係を予め定めた荷重閾値テーブルを設定する荷重閾値設定部と、

前記姿勢指標値に応じて、前記荷重計測システムの再校正の要否の判定に用いる前記荷重閾値を前記荷重閾値設定部で設定された前記荷重閾値テーブルに基づいて変更する荷重閾値変更部と、

前記荷重値演算部の演算結果と前記荷重閾値とに基づいて、前記荷重計測システムの再校正の要否を判定し、判定結果を前記表示装置に表示させることによりオペレータに報知する再校正判定部と  
を有することを特徴とする作業機械の荷重計測システム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の作業機械の荷重計測システムにおいて、

前記制御装置は、前記複数の姿勢情報検出装置の検出結果に基づいて、前記フロント作業機の先端の前記車両本体に対して予め設定された車体座標系における位置を前記フロント作業機の姿勢指標値として演算する作業腕先端位置演算部を備え、

前記荷重閾値変更部は、前記作業腕先端位置演算部で演算された前記フロント作業機の先端の位置に応じて前記荷重閾値を変更することを特徴とする作業機械の荷重計測システム。

【請求項 3】

請求項 1 記載の作業機械の荷重計測システムにおいて、

前記制御装置は、前記複数の姿勢情報検出装置の検出結果に基づいて、前記フロント作業機の先端の前記車両本体に対して予め設定された車体座標系における移動速度を前記姿勢指標値として演算する作業腕動作速度演算部を備え、

前記荷重閾値変更部は、前記作業腕動作速度演算部で演算された前記フロント作業機の先端の移動速度に応じて前記荷重閾値を変更することを特徴とする作業機械の荷重計測システム。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の作業機械の荷重計測システムにおいて、

前記荷重閾値変更部は、前記荷重閾値を前記姿勢指標値に応じて複数の候補値のいずれか 1 つに選択的に変更することを特徴とする作業機械の荷重計測システム。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の作業機械の荷重計測システムにおいて、

前記荷重閾値変更部は、前記姿勢指標値と前記荷重閾値との関係を連続的に定めた前記荷重閾値テーブルを用いて前記姿勢指標値に対する前記荷重閾値を決定することにより、前記姿勢指標値に応じて前記荷重閾値を変更することを特徴とする作業機械の荷重計測システム。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の作業機械の荷重計測システムにおいて、

前記制御装置は、

予め定めた期間における前記姿勢指標値の平均値を演算する姿勢指標値平均値演算部と

、  
予め定めた期間における前記荷重値の平均値を演算する荷重値平均値演算部とを備え、  
前記荷重閾値変更部は、前記姿勢指標値平均値演算部の演算結果に応じて前記荷重閾値

を変更し、  
前記再校正判定部は、前記荷重値平均値演算部の演算結果と前記荷重閾値とに基づいて、前記荷重計測システムの再校正の要否を判定することを特徴とする作業機械の荷重計測システム。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の作業機械の荷重計測システムにおいて、

前記制御装置は、

前記フロント作業機で保持している運搬物の重量である荷重値の真値を設定する荷重真値設定部を備え、

前記再校正判定部は、前記荷重真値設定部で設定された前記荷重値の真値と前記荷重値

10

20

30

40

50

演算部で演算された前記荷重値の差分と、前記荷重閾値とに基づいて、前記荷重計測システムの再校正の要否を判定することを特徴とする作業機械の荷重計測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業機械の荷重計測システムに関する。

【背景技術】

【0002】

鉱山の掘削作業や土木作業では、多関節型のフロント作業機を有する作業機械などを用いて土砂を掘削し、トラックに積み込む掘削積込作業などが行われる。掘削積込作業においては作業効率の面からトラックに積み込む土砂はできるだけ多いことが望ましい。その一方でトラックには積載できる最大荷重が規定されており、最大荷重を超えて土砂を積み込んでしまうと、トラックの故障や寿命の低下に伴う作業効率の低下を招いてしまう。

10

【0003】

そこで、トラックの積荷荷重を計測する装置に関する技術として、例えば、特許文献1には、荷重値演算部において校正済みの空荷時の荷重値( )を予め記憶し、そこから荷重値がずれた場合に荷重値をオフセットさせて補正するリセット手段を操作者が動作させたときの荷重値( x )と の偏差  $E = x$  を算出して、Eが許容範囲bより小さい場合はゼロ点補正を行い、Eが許容範囲bより大きい場合はゼロ点補正を行わずに再校正を促す表示を出力するものが開示されている。また、トラックへの積載荷重を把握する技術として、例えば、引用文献2には、作業機械のフロント作業機で掘削した土砂の量を計測する装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第3129176号公報

【0005】

【特許文献2】特開平06-010378号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

ところで、上記従来技術のような荷重計測装置は、センサや計測機構の劣化により計測精度が悪化する場合がある。そのため、例えば、空荷時の荷重がゼロになるようにずれを補正する装置を使用したり、あるいは荷重計測に用いるセンサの再校正を行ったりする必要がある。もし、荷重計測装置の計測精度が悪化したまま使い続けるとトラックへの積載量が正確に把握できずに作業効率が低下してしまう。その一方で、頻繁に再校正を行うとメンテナンス時間や費用の増大による作業効率の低下やコストの増加を招いてしまう。したがって、荷重計測装置の計測精度が悪化したことを適切なタイミングで検知し、そのタイミングで再校正などを行うことが重要である。

【0007】

40

しかしながら、上記従来技術はトラックの荷重計測装置の校正に最適化されたものであり、フロント作業機を有する作業機械に適用するには、その計測原理の特性上、不都合が生じてしまう。例えば、フロント作業機を有する作業機械の荷重計測装置として、土砂を保持するフロント作業機自身がフロント作業機の根元回動部に発生させるトルクとフロント作業機の根元回動部を駆動する油圧シリンダによるトルクとのつり合いから荷重を計測する場合には、フロント作業機の根元回動部とフロント作業機で保持する土砂の重心との距離が短い姿勢では位置の誤差の影響が相対的に大きくなって計測精度が悪化する。また、フロント作業機の動作速度により油圧シリンダ内の摩擦抵抗が変化するため計測値に誤差が出る場合がある。すなわち、フロント作業機を有する作業機械の荷重計測装置は、原理的にフロント作業機の姿勢や動作で計測精度が変わるという特性があるため、フロント

50

作業機を有する作業機械に上記従来技術を適用しても計測精度の悪化を適切に検知することができない。

【0008】

本発明は上記に鑑みてなされたものであり、作業機械のフロント作業機の姿勢の違いによらず計測精度の悪化をより適切に検知することができる作業機械の荷重計測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】

【0009】

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、車両本体と、前記車両本体に取り付けられ、回動可能に連結された複数のフロント部材からなる多関節型のフロント作業機と、操作信号に基づいて前記フロント作業機の前記複数のフロント部材をそれぞれ駆動する複数の油圧アクチュエータと、前記油圧アクチュエータの作業負荷を検出する作業負荷検出装置と、前記複数のフロント部材及び前記車両本体のそれぞれの姿勢に関する情報である姿勢情報を検出する複数の姿勢情報検出装置と、オペレータが搭乗する運転室内に配置された表示装置と、制御装置とを備えた作業機械の荷重計測システムにおいて、前記制御装置は、前記作業負荷検出装置の検出結果と前記複数の姿勢情報検出装置の検出結果とに基づいて、前記フロント作業機で保持している運搬物の重量である荷重値を演算する荷重値演算部と、荷重閾値の複数の候補値と前記姿勢情報検出装置の検出結果に基づいて得られる、前記フロント作業機の姿勢に関する指標である姿勢指標値との関係を予め定めた荷重閾値テーブルを設定する荷重閾値設定部と、前記姿勢指標値に応じて、前記荷重計測システムの再校正の要否の判定に用いる前記荷重閾値を前記荷重閾値設定部で設定された前記荷重閾値テーブルに基づいて変更する荷重閾値変更部と、前記荷重値演算部の演算結果と前記荷重閾値とに基づいて、前記荷重計測システムの再校正の要否を判定し、判定結果を前記表示装置に表示させることによりオペレータに報知する再校正判定部とを有するものとする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、作業機械のフロント作業機の姿勢の違いによらず計測精度の悪化をより適切に検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施の形態に係る作業機械の一例である油圧ショベルの外観を模式的に示す側面図である。

【図2】コントローラの荷重計測システムに係る構成を模式的に示す機能ブロック図である。

【図3】荷重値演算部における荷重値の演算処理の原理を説明する図である。

【図4】作業腕先端位置演算部におけるフロント作業機の先端位置の演算処理の原理を説明する図である。

【図5】荷重閾値設定部で設定され、荷重閾値変更部での荷重閾値の変更処理に用いられる荷重閾値テーブルの一例を、油圧ショベルに対する作業腕先端位置の関係を示す側面図とともに示す図である。

【図6】荷重閾値テーブルにおける各値の規定方法の一例を説明する図である。

【図7】荷重閾値変更部における荷重閾値の変更処理を示すフローチャートである。

【図8】再校正判定部における再校正の判定処理の概念を示す図である。

【図9】再校正判定部における再校正の判定処理を示すフローチャートである。

【図10】外部入出力器とその表示例を概略的に示す図であり、再校正の判定処理を行うモードを選択した場合の表示例を示す図である。

【図11】外部入出力器とその表示例を概略的に示す図であり、再校正の判定処理の判定結果の表示例を示す図である。

【図12】第2の実施の形態のコントローラの荷重計測システムに係る構成を模式的に示

10

20

30

40

50

す機能ブロック図である。

【図 1 3】第 2 の実施の形態の荷重閾値設定部で設定され、荷重閾値変更部での荷重閾値の変更処理に用いられる荷重閾値テーブルの一例を示す図である。

【図 1 4】第 2 の実施の形態の荷重閾値テーブルにおける各値の規定方法の一例を説明する図である。

【図 1 5】第 2 の実施の形態の荷重閾値変更部における荷重閾値の変更処理を示すフローチャートである。

【図 1 6】第 3 の実施の形態の荷重閾値設定部で設定され、荷重閾値変更部での荷重閾値の変更処理に用いられる荷重閾値テーブルの一例を示す図である。

【図 1 7】第 3 の実施の形態の外部入出力器の表示画面において判定モードの閾値ボタンに触れた場合に呼び出される閾値設定画面の一例を示す図である

10

【図 1 8】第 4 の実施の形態のコントローラの荷重計測システムに係る構成を模式的に示す機能ブロック図である。

【図 1 9】第 4 の実施の形態の荷重値確定部における荷重値の確定処理を示すフローチャートである。

【図 2 0】第 4 の実施の形態の作業腕先端位置確定部における作業腕先端位置の確定処理を示すフローチャートである。

【図 2 1】第 5 の実施の形態に係る外部入出力器とその表示例を概略的に示す図であり、再校正の判定処理の判定結果の表示例を示している。

【図 2 2】第 5 の実施の形態の再校正判定部における再校正の判定処理の概念を示す図である。

20

【図 2 3】第 5 の実施の形態の再校正判定部における再校正の判定処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

【0013】

< 第 1 の実施の形態 >

本発明の第 1 の実施の形態を図 1 ~ 図 1 1 を参照しつつ説明する。

【0014】

30

図 1 は、本実施の形態に係る作業機械の一例である油圧ショベルの外観を模式的に示す側面図である。

【0015】

図 1 において、油圧ショベル 100 は、垂直方向にそれぞれ回動する複数のフロント部材（ブーム 13、アーム 14、バケット 15）を連結して構成された多関節型のフロント作業機 12（以下、作業腕と称する場合もある）と、車体本体を構成する上部旋回体 11 及び下部走行体 10 とを備えており、上部旋回体 11 は下部走行体 10 に対して旋回可能に設けられている。フロント作業機 12 のブーム 13 の基端は上部旋回体 11 の前部に垂直方向に回動可能に支持されており、アーム 14 の一端はブーム 13 の基端とは異なる端部に垂直方向に回動可能に支持されており、アーム 14 の他端にはバケット 15 が垂直方向に回動可能に支持されている。

40

【0016】

下部走行体 10 は、左右一対のクローラフレーム 9a（9b）にそれぞれ掛け回された一対のクローラ 7a（7b）と、クローラ 7a（7b）をそれぞれ駆動する走行油圧モータ 8a（8b）（図示しない減速機構を含む）とから構成されている。なお、下部走行体 10 の各構成については、左右一対の構成のうち的一方のみを図示して符号を付し、他方の構成については図中に括弧書きの符号のみを示して図示を省略する。

【0017】

ブーム 13、アーム 14、バケット 15、及び下部走行体 10 は、油圧アクチュエータであるブームシリンダ 16、アームシリンダ 17、バケットシリンダ 18、及び左右の走

50

行油圧モータ 8 a ( 8 b ) によりそれぞれ駆動される。また、上部旋回体 1 1 も油圧アクチュエータである旋回油圧モータ 1 9 により図示しない減速機構を介して同様に駆動され、下部走行体 1 0 に対して旋回動作を行う。

【 0 0 1 8 】

上部旋回体 1 1 の前方には、オペレータが搭乗するための運転室 2 0 が配置されている。また、上部旋回体 1 1 には、原動機であるエンジンや各油圧アクチュエータを駆動するための油圧回路システム（ともに図示せず）が搭載されている。

【 0 0 1 9 】

運転室 2 0 内には、搭乗したオペレータが油圧ショベル 1 0 0 の操作を行うための操作レバー装置 2 2 や、各種情報の表示や設定の入力操作などを行うための外部入出力器 2 3 が配置されている。操作レバー装置 2 2 は、ブームシリンダ 1 6 やアームシリンダ 1 7、バケットシリンダ 1 8、旋回油圧モータ 1 9 などの油圧アクチュエータを操作するための操作信号を出力するものであり、操作レバー装置 2 2 の操作方向や操作量に応じた操作信号が出力される。外部入出力器 2 3 は、表示装置としての機能と操作装置としての機能（例えば、画面に触れることで選択や操作を行うタッチパネル方式の表示画面やテンキーを含む各種機能キーなどを有する入力装置）を有している。

【 0 0 2 0 】

ブーム 1 3 の上部旋回体 1 1 との接続部分（言い換えると、垂直方向の回動中心となる回動軸）には、ブーム 1 3 の姿勢に関する情報（以降、姿勢情報と称する）として上部旋回体 1 1 に対するブーム 1 3 の相対角度を検出する姿勢情報検出装置としてのブーム角度センサ 2 4 が配置されている。同様に、ブーム 1 3 とアーム 1 4 との接続部分（回動軸）には、アーム 1 4 の姿勢情報としてブーム 1 3 とアーム 1 4 の相対角度を検出する姿勢情報検出装置としてのアーム角度センサ 2 5 が配置され、アーム 1 4 とバケット 1 5 との接続部分（回動軸）には、バケット 1 5 の姿勢情報としてアーム 1 4 とバケット 1 5 の相対角度を検出する姿勢情報検出装置としてのバケット角度センサ 2 6 が配置されている。また、上部旋回体 1 1 には、車両本体の姿勢情報として上部旋回体 1 1 の水平面からの傾斜角を検出する姿勢情報検出装置としての傾斜角度センサ 2 8 が設けられている。また、上部旋回体 1 1 には、下部走行体 1 0 に対する上部旋回体 1 1 の旋回角速度を検出する旋回角速度センサ 2 7 が配置されている。

【 0 0 2 1 】

ブーム角度センサ 2 4、アーム角度センサ 2 5、及びバケット角度センサ 2 6 は、例えば、対象物間の角度を電圧などの電気信号に変換する可変抵抗器型の角度センサ（いわゆる、ポテンショメータ）であり、各部の相対角にそれぞれ基づいて得られる電気信号を検出信号として出力する。なお、フロント作業機 1 2 に配置される姿勢情報検出装置としては、ポテンショメータに限られるものではなく、例えば、角速度及び加速度を計測する IMU (Inertial Measurement Unit: 慣性計測装置) や傾斜角センサを姿勢情報検出装置として用いることで姿勢情報を検出しても良い。これは、傾斜角度センサ 2 8 についても同様である。

【 0 0 2 2 】

ブームシリンダ 1 6 には、ブームシリンダ 1 6 のボトム側の油室の油圧を検出する作業負荷検出装置としてのブームボトム圧センサ 3 8 と、ブームシリンダ 1 6 のロッド側の油室の油圧を検出する作業負荷検出装置としてのブームロッド圧センサ 3 9 とが設けられている。

【 0 0 2 3 】

油圧ショベル 1 0 0 には、油圧ショベル 1 0 0 全体の動作を制御するものであり、本実施の形態に係る作業機械の荷重計測システムの一部を構成するコントローラ 2 1 が設けられている。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、コントローラの荷重計測システムに係る構成を模式的に示す機能ブロック図である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

図2において、コントローラ21は、作業負荷検出装置（ブームボトム圧センサ38、ブームロッド圧センサ39）の検出結果と姿勢情報検出装置（ブーム角度センサ24、アーム角度センサ25、バケット角度センサ26、旋回角速度センサ27、傾斜角度センサ28）の検出結果とに基づいて、フロント作業機12のバケット15で保持している運搬物（例えば、土砂などの掘削物）の重量である荷重値を演算する荷重値演算部50と、姿勢情報検出装置（ブーム角度センサ24、アーム角度センサ25、バケット角度センサ26）の検出結果に基づいて、フロント作業機12の姿勢に関する指標である姿勢指標値としてフロント作業機12の先端位置（すなわち、バケット15の先端の位置：以降、作業腕先端位置と称する）を演算する作業腕先端位置演算部51と、オペレータにより外部入出力器23で入力される設定内容に基づいて、荷重計測システムの再校正の要否の判定に用いる荷重閾値の複数の候補値と姿勢指標値との関係を予め定めた荷重閾値テーブルを設定する荷重閾値設定部52と、荷重閾値設定部52で設定した荷重閾値テーブルと作業腕先端位置演算部51の演算結果（姿勢指標値）とに応じて荷重閾値を変更する荷重閾値変更部53と、オペレータにより外部入出力器23を介して再校正の判定処理の開始が指示された場合に、バケット15に運搬物がない空荷時における荷重値演算部50の演算結果と荷重閾値変更部53からの荷重閾値とに基づいて、荷重計測システムの再校正の要否を判定し、判定結果を外部入出力器23の表示装置としての機能部に表示させることによりオペレータに報知する再校正判定部54とを有している。コントローラ21における各処理は、予め設定されたサンプリングタイムに従って行われる。

10

20

## 【 0 0 2 6 】

図3は、荷重値演算部における荷重値の演算処理の原理を説明する図である。

## 【 0 0 2 7 】

図3に示すように、荷重値演算部50では、フロント作業機12において、ブームシリンダ16の推力の作用によりブーム13の上部旋回体11との回動軸周りに発生するトルクと、フロント作業機12に作用する重力と旋回遠心力とによりブーム13の上部旋回体11との回動軸周りに発生するトルクと、バケット15に保持された運搬物に作用する重力と旋回遠心力とによりブーム13の上部旋回体11との回動軸周りに発生するトルクの3つのトルクのつり合いに基づいて荷重値を演算する。なお、本実施の形態においては、説明の簡単のために、下部走行体10に対する上部旋回体11の旋回中心の上方にブーム13の基端があると仮定して説明するが、上部旋回体11の旋回中心とブーム13の基端の相対位置は設計情報などから既知であるため、上部旋回体11の旋回中心とブーム13の基端の相対位置のずれ量を以降の計算等に反映してより正確な値を求めるよう構成しても良い。

30

## 【 0 0 2 8 】

ブームシリンダ16の推力 $F_{cy1}$ は、ブームボトム圧センサ38の検出結果とブームロッド圧センサ39の検出結果のそれぞれにブームシリンダ16のボトム側またはロッド側の受圧面積を乗じた後、それらの差をとることで算出される。また、ブームシリンダ16の推力 $F_{cy1}$ の作用によってブーム13の上部旋回体11との回動軸周りに発生するトルク $T_{bm}$ は、ブーム13の上部旋回体11との回動軸とブームシリンダ16の推力の作用点（つまり、ブームシリンダ16のロッドとブーム13との接続部）を結んだ線分の長さを $L_{bm}$ 、ブームシリンダ16の推力 $F_{cy1}$ と線分 $L_{bm}$ とが成す角度を $\theta_{bmcyl}$ とすると、下記の（式1）による算出される。

40

## 【 0 0 2 9 】

$$T_{bm} = F_{cy1} \cdot L_{bm} \cdot \sin(\theta_{bmcyl}) \quad \dots (式1)$$

フロント作業機12に作用する重力によりブーム13の上部旋回体11との回動軸周りに発生するトルク $T_{gfr}$ は、フロント作業機12の重心重量を $M_{fr}$ 、重力加速度を $g$ 、ブーム13の上部旋回体11との回動軸とフロント作業機12の重心位置までの前後方向の長さを $L_{fr}$ とすると、下記の（式2）により算出される。

## 【 0 0 3 0 】

50

$$T_{gfr} = M_{fr} \cdot g \cdot L_{fr} \quad \dots (式2)$$

また、フロント作業機12に作用する旋回遠心力によりブーム13の上部旋回体11との回動軸周りに発生するトルク $T_{cfr}$ は、旋回角速度センサ27により検出される旋回角速度を $\omega_{fr}$ 、ブーム13の上部旋回体11との回動軸とフロント作業機12の重心位置とを結ぶ線分と水平面とが成す角度を $\theta_{fr}$ とすると、下記の(式3)により算出される。

【0031】

$$T_{cfr} = M_{fr} \cdot L_{fr} \cdot \omega_{fr}^2 \cdot \sin(\theta_{fr}) \quad \dots (式3)$$

なお、重心 $M_{fr}$ 、長さ $L_{fr}$ 、及び、角度 $\theta_{fr}$ は、予め設定されたブーム13、アーム14、バケット15のそれぞれの重心位置及び重量と、ブーム角度センサ24、アーム角度センサ25、バケット角度センサ26、及び、傾斜角度センサ28の検出結果から算出される。

10

【0032】

バケット15に保持された運搬物に作用する重力によりブーム13の上部旋回体11との回動軸周りに発生するトルク $T_{gl}$ は、運搬物の荷重値を $W$ 、ブーム13の上部旋回体11との回動軸とバケット15の重心位置までの前後方向の長さを $L_l$ とすると、下記の(式4)により算出される。

【0033】

$$T_{gl} = W \cdot g \cdot L_l \quad \dots (式4)$$

また、バケット15に保持された運搬物に作用する重力によりブーム13の上部旋回体11との回動軸周りに発生するトルク $T_{cl}$ は、ブーム13の上部旋回体11との回動軸と運搬物の重心位置とを結ぶ線分と水平面とが成す角度を $\theta_l$ とすると、下記の(式5)により算出される。

20

【0034】

$$T_{cl} = W \cdot L_l \cdot \omega_{fr}^2 \cdot \sin(\theta_l) \quad \dots (式5)$$

上記の(式1)～(式5)により算出したトルクの釣合いを考慮すると下記の(式6)が成り立つので、(式6)を運搬物の荷重値 $W$ に関して展開すると、運搬物の荷重値 $W$ は下記の(式7)で算出される。

【0035】

$$T_{bm} = T_{gfr} + T_{cfr} + T_{gl} + T_{cl} \quad \dots (式6)$$

$$W = (T_{bm} - T_{gfr} - T_{cfr}) / (L_l \cdot (g + \omega_{fr}^2 \cdot \sin(\theta_l))) \quad \dots (式7)$$

30

図4は、作業腕先端位置演算部におけるフロント作業機の先端位置の演算処理の原理を説明する図である。

【0036】

図4に示すように、作業腕先端位置演算部51では、フロント作業機12の先端位置(作業腕先端位置)としてバケット15に先端Pを設定し、先端Pの位置をブーム13の上部旋回体11との回動軸を原点とした $x-y$ 座標系の座標値 $P(x, y)$ として求める。 $x-v$ 座標系は、上部旋回体11に固定した直行座標系であり、フロント作業機12の動作平面上に設定される。

【0037】

40

このように設定した $x-y$ 座標系において、ブーム13のリンク長(ブーム13の上部旋回体11との回動軸とアーム14のブーム13との回動軸の距離)を $l_{bm}$ 、アーム14のリンク長(アーム14のブーム13との回動軸とバケット15のアーム14との回動軸の距離)を $l_{am}$ 、バケット15のリンク長(バケット15のアーム14との回動軸とバケット15の先端Pの距離)を $l_{bk}$ とし、ブーム13のリンク長方向と水平面の角度をブーム角度 $\beta_m$ 、アーム14のリンク長方向とブーム13のリンク長方向の相対角度をアーム角度 $\alpha_m$ 、バケット15のリンク長方向とアーム14のリンク長方向の相対角度をバケット角度 $\beta_k$ とすると、バケット15の先端Pの水平方向の位置 $x$ 及び垂直方向の位置 $y$ は、それぞれ、下記の(式8)及び(式9)により算出される。

【0038】

50

$$x = l_{bm} \cdot \cos(\theta_{bm}) + l_{am} \cdot \cos(\theta_{bm} + \theta_{am}) \\ + l_{bk} \cdot \cos(\theta_{bm} + \theta_{am} + \theta_{bk}) \quad \dots \text{(式 8)}$$

$$y = l_{bm} \cdot \sin(\theta_{bm}) + l_{am} \cdot \sin(\theta_{bm} + \theta_{am}) \\ + l_{bk} \cdot \sin(\theta_{bm} + \theta_{am} + \theta_{bk}) \quad \dots \text{(式 9)}$$

荷重閾値設定部 5 2 は、オペレータにより外部入出力器 2 3 で入力される設定内容に基づいて、再校正判定部 5 4 で用いる荷重閾値 T の複数の候補値と姿勢指標値（作業腕先端位置）との関係を予め定めた荷重閾値テーブルを設定する。荷重閾値テーブルの設定には種々の方法が考えられるが、例えば、複数の荷重閾値テーブルから選択的に荷重閾値テーブルを選択して設定する方法や、選択した荷重閾値テーブルの各設定値をオペレータが任意に入力して設定する方法などがある。

10

## 【 0 0 3 9 】

図 5 は、荷重閾値設定部で設定され、荷重閾値変更部での荷重閾値の変更処理に用いられる荷重閾値テーブルの一例を、油圧シヨベルに対する作業腕先端位置の関係を示す側面図とともに示す図である。

## 【 0 0 4 0 】

図 5 に示すように、一例として示した荷重閾値テーブルは、荷重閾値 T の複数（ここでは 2 つ）の候補値（T 1 , T 2 ）と姿勢指標値である作業腕先端位置の x 座標との関係を規定している。荷重閾値変更部 5 3 は、作業腕先端位置の x 座標が予め定めた境界値よりも小さい場合には荷重閾値 T = T 1 に設定し、作業腕先端位置の x 座標が境界値以上の場合には荷重閾値 T = T 2 に設定する。荷重閾値テーブルに規定される境界値 や荷重閾値 T の候補値（T 1 , T 2 ）などの値は、例えば、実験結果やシミュレーション結果などに基づいて規定されている。

20

## 【 0 0 4 1 】

図 6 は、荷重閾値テーブルにおける各値の規定方法の一例を説明する図であり、バケット容量 0 . 8 m<sup>3</sup>、作業腕先端位置の x 座標の最大値が約 9 m の油圧シヨベルを一例として考えた場合の空荷時の旋回中心からの水平距離と荷重誤差（各センサ 2 4 ~ 2 8 , 3 8 , 3 9 の検出値から算出される荷重値と実際の荷重値の差）の関係をバケット 1 5 の地表面からの高さが 2 [ m ] または 3 [ m ] の場合に計測してグラフ化したものである。図 6 において、作業腕先端位置の x 座標が最大値のおよそ 1 / 2 以上の場合には荷重のずれが ± 1 0 % フルスケール（以下 F . S . ）であること、作業腕先端位置の x 座標が最大値のおよそ 1 / 2 以下の場合には精度が悪化して荷重のずれが ± 1 0 から 1 5 % F . S . の間程度になることがわかる。したがって、数値を簡単にするために作業腕先端位置の x 座標の最大値を 1 0 m、F . S . を 1 . 0 トンの油圧シヨベルとすると、境界値 には 5 m、荷重閾値（候補値）T 1 には 0 . 1 5 トン、荷重閾値（候補値）T 2 には 0 . 1 トンが予め入力されている。これらの値は、目的に応じてオペレータが外部入出力器 2 3 から荷重閾値テーブルの各値を入力することで変更することができる。

30

## 【 0 0 4 2 】

図 7 は、荷重閾値変更部における荷重閾値の変更処理を示すフローチャートである。

## 【 0 0 4 3 】

図 7 において、荷重閾値変更部 5 3 は、作業腕先端位置演算部 5 1 の演算結果として作業腕先端位置の x 座標が入力されると（ステップ S 1 0 0 ）、座標値 x が荷重閾値テーブルに規定された境界値 よりも小さいかどうかを判定し（ステップ S 1 1 0 ）、判定結果が Y E S の場合、すなわち、作業腕先端位置が x y 座標系において原点 O から x 軸方向における距離 よりも近い領域にある場合には荷重閾値 T = T 1 に設定し（ステップ S 1 1 1 ）、処理を終了する。また、ステップ S 1 1 0 での判定結果が N O の場合、すなわち、作業腕先端位置が x y 座標系において原点 O から x 軸方向における距離 以上に遠い領域にある場合には荷重閾値 T = T 2 に設定し（ステップ S 1 1 2 ）、処理を終了する。

40

## 【 0 0 4 4 】

図 8 は、再校正判定部における再校正の判定処理の概念を示す図である。

## 【 0 0 4 5 】

50

図 8 では、再校正判定部 5 4 に、荷重値演算部 5 0 から空荷時の荷重値  $W$  として  $-0.15$  [ t ] が入力され、荷重閾値変更部 5 3 から荷重閾値  $T$  として  $0.1$  [ t ] が入力された場合を示している。再校正判定部 5 4 において荷重閾値  $T$  は、空荷時の荷重値の真値である  $0$  [ t ] を中心とした領域の正負方向の幅を規定している。再校正判定部 5 4 は、空荷時の荷重値  $W$  が荷重閾値  $T$  で規定される領域よりも内側（境界を含まない）にある場合には、荷重計測システムの再校正が不要であると判定し、空荷時の荷重値  $W$  が荷重閾値  $T$  で規定される領域よりも外側（境界を含む）にある場合には、荷重計測システムの再校正が必要であると判定する。

【 0 0 4 6 】

例えば、図 8 のように荷重閾値  $T = 0.1$  [ t ] である場合には、 $0$  [ t ] を中心として正負の方向にそれぞれ  $0.1$  [ t ] の領域を荷重閾値  $T$  で規定していることになる。このとき、空荷時の荷重値  $W$  が  $-0.15$  [ t ] であったとすると、再校正判定部 5 4 では再校正が必要であると判定する。

【 0 0 4 7 】

図 9 は、再校正判定部における再校正の判定処理を示すフローチャートである。

【 0 0 4 8 】

図 9 において、再校正判定部 5 4 は、荷重値演算部 5 0 の演算結果として荷重値  $W$  が入力され（ステップ S 2 0 1）、荷重閾値変更部 5 3 から荷重閾値  $T$  が入力された状態において（ステップ S 2 0 2）、再校正の判定処理の開始が指示されたかどうかを判定し（ステップ S 2 1 0）、判定結果が Y E S の場合には、荷重値  $W$  の絶対値（ $|W|$ ）が荷重閾値  $T$  以上であるかどうかを判定する（ステップ S 2 2 0）。ステップ S 2 2 0 での判定結果が Y E S の場合には、判定結果として再校正を促すメッセージを外部入出力器 2 3 の表示画面 3 0（後の図 1 1 等参照）に表示させることによりオペレータに報知し（ステップ S 1 3 0）、処理を終了する。また、ステップ S 2 1 0、S 2 2 0 での判定結果の少なくとも一方が N O の場合には、処理を終了する。

【 0 0 4 9 】

図 1 0 及び図 1 1 は、外部入出力器とその表示例を概略的に示す図であり、図 1 0 は再校正の判定処理を行うモードを選択した場合の表示例を、図 1 1 は再校正の判定処理の判定結果の表示例をそれぞれ示している。

【 0 0 5 0 】

図 1 0 及び図 1 1 に示すように、外部入出力器 2 3 は、表示装置としての機能と操作装置としての機能を有するタッチパネル方式の表示画面 3 0 と、操作装置 / 入力装置としての機能を有するテンキー 3 1 など（方向キーや決定キー、キャンセルキー、バックキーなどの各種機能キーを含む：以降、これらをまとめて単にテンキーと称する）とを有している。

【 0 0 5 1 】

図 1 0 は、表示画面 3 0 の図示しないメニュー表示などを操作して再校正の判定処理を行うモード（再校正判定モード）を選択する " E v a l u a t i o n M o d e " ボタン（判定モードボタン）3 3 が選択された場合を示しており、荷重閾値テーブルの設定や荷重閾値テーブルの各値を変更するための閾値設定画面を呼び出す " T h r e s h o l d " ボタン（閾値ボタン）3 2 や、再校正の判定処理を行うための条件に油圧シヨベル 1 0 0 の状態を適合させるように促すメッセージが表示された、再校正の判定処理の開始を指示するための判定処理開始ボタン 3 4 などが配置されている。

【 0 0 5 2 】

図 1 0 において、閾値ボタン 3 2 に触れることで、例えば、図 5 に示したような形式の情報が表示画面 3 0 に表示されるので、下部の表の境界値 が表示されている部分に触れて数値入力可能状態にし、作業腕先端位置の  $x$  軸方向の領域を分割する境界値 の値をテンキー 3 1 を用いて変更し、テンキー 3 1 の " E n t e r " キーを押下することにより境界値 を変更することができる。なお、この時の座標の原点はブーム 1 3 の回転軸である。同様に、表示画面 3 0 に表示される図 5 の情報の下部の表の荷重閾値の候補値  $T_1$  ,  $T$

10

20

30

40

50

2が表示されている部分にそれぞれ触れて数値入力可能状態にし、荷重閾値の候補値T1, T2をそれぞれテンキー31を用いて入力し、テンキー31の“Enter”キーを押下することにより荷重閾値の候補値T1, T2を変更することができる。全ての入力が終わったらテンキー31の“Back”キーを押下することにより図11の画面に戻る。

【0053】

図10においては、判定モードボタン33の外周がハイライト表示されており、オペレータが判定モードボタン33に触れて再校正の判定処理を行うモードに切り替えたことを示している。このように、判定モードボタン33が選択されると、再校正の判定処理を行うための条件に油圧シヨベル100の状態を適合させるように促す(すなわち、バケット15内を空にすることを促す)メッセージが表示された判定処理開始ボタン34が表示され、再校正の判定処理を開始する前のスタンバイ状態となる。この状態で、オペレータが判定処理開始ボタン34に触れると、判定処理開始ボタン34の表示は消えて再校正の判定処理が開始される。

10

【0054】

図11は、表示画面30に再校正の判定処理の判定結果が表示された様子を示しており、判定モードボタン33や閾値ボタン32の他に、図10の判定処理開始ボタン34に代えて、荷重値Wの測定結果を表示する荷重値表示部35と、判定結果に対応するメッセージを表示するメッセージ表示部36とが配置されている。図11の例では、荷重値表示部35に荷重値Wの測定結果が-0.3[t]であることが表示され、メッセージ表示部36に再校正の判定処理で再校正要であると判定されたことに対応して、荷重計測システムの再校正を促すメッセージが表示されている場合を示している。

20

【0055】

以上のように構成した本実施の形態の効果を説明する。

【0056】

荷重計測装置は、センサや計測機構の劣化により計測精度が悪化する場合がある。そのため、例えば、空荷時の荷重がゼロになるようにずれを補正する装置を使用したり、あるいは荷重計測に用いるセンサの再校正を行ったりする必要がある。しかしながら、例えば、フロント作業機を有する作業機械の荷重計測装置として、土砂を保持するフロント作業機自身がフロント作業機の根元回動部に発生させるトルクとフロント作業機の根元回動部を駆動する油圧シリンダによるトルクとのつり合いから荷重を計測する場合には、フロント作業機の根元回動部とフロント作業機で保持する土砂の重心との距離が短い姿勢では位置の誤差の影響が相対的に大きくなって計測精度が悪化する。また、フロント作業機の動作速度により油圧シリンダ内の摩擦抵抗が変化するため計測値に誤差が出る場合がある。すなわち、フロント作業機を有する作業機械の荷重計測装置は、原理的にフロント作業機の姿勢や動作で計測精度が変わるという特性があるため、計測精度の悪化を適切に検知することが困難であった。

30

【0057】

これに対して本実施の形態においては、車両本体(例えば、上部旋回体11)と、車両本体に取り付けられ、回動可能に連結された複数のフロント部材(例えば、ブーム13、アーム14、バケット15)からなる多関節型のフロント作業機12と、操作信号に基づいてフロント作業機の複数のフロント部材をそれぞれ駆動する複数の油圧アクチュエータ(例えば、ブームシリンダ16、アームシリンダ17、バケットシリンダ18)と、油圧アクチュエータ(例えば、ブームシリンダ16)の作業負荷を検出する作業負荷検出装置(例えば、ブームボトム圧センサ38、ブームロッド圧センサ39)と、複数のフロント部材及び車両本体のそれぞれの姿勢に関する情報である姿勢情報を検出する複数の姿勢情報検出装置(例えば、ブーム角度センサ24、アーム角度センサ25、バケット角度センサ26、旋回角速度センサ27、傾斜角度センサ28)と、オペレータが搭乗する運転室20内に配置された表示装置(例えば、表示画面30)と、制御装置(例えば、コントローラ21)とを備えた作業機械の荷重計測システムにおいて、制御装置は、作業負荷検出装置の検出結果と複数の姿勢情報検出装置の検出結果とに基づいて、フロント作業機で保

40

50

持っている運搬物の重量である荷重値を演算する荷重値演算部 50 と、姿勢情報検出装置の検出結果に基づいて得られる、フロント作業機の姿勢に関する指標である姿勢指標値に応じて、荷重計測システムの再校正の要否の判定に用いる荷重閾値 T を変更する荷重閾値変更部 53 と、荷重値演算部の演算結果と荷重閾値とに基づいて、荷重計測システムの再校正の要否を判定し、判定結果を表示装置に表示させることによりオペレータに報知する再校正判定部 54 とを有して構成したので、作業機械のフロント作業機の姿勢の違いによらず計測精度の悪化をより適切に検知することができる。

【0058】

また、管理者あるいはオペレータは再校正の判定処理の結果を参照して、荷重閾値が T1, T2 の両方の場合で同程度のずれがあった場合には空荷重量のオフセットをゼロにするゼロ点補正を行い、また、荷重閾値が T1, T2 の場合の誤差に大きく差異があった場合には姿勢センサの校正を行うなど、判定結果に応じて校正の方策を検討することもできる。

10

【0059】

また、先端位置を複数に区切った領域ごとに予め設定された荷重閾値 T を変更するだけで使用できるため、初期設定や設定の変更が非常に容易である。

【0060】

なお、本実施の形態においては、境界値により x 座標に 2 つの領域を設定する場合を例示して説明したが、領域の設定数はこの限りではなく、必要に応じて 3 つ以上の領域を設定するように構成してもよい。ただし、3 つ以上の領域を設定する場合においても実際の荷重誤差と姿勢の関係を測定した実験結果を参考にすることが望ましい。また、x 座標について領域を設定する場合を例示したが、鉛直方向 (y 座標) について複数の領域を設定するよう構成してもよい。

20

【0061】

また、本実施の形態においては、空荷状態の時に再校正判定ボタンをオペレータがオンにすることで再校正の判定処理を開始する場合を例示しているが、再校正の判定処理の開始トリガはこの限りではない。例えば、積込後の旋回戻り動作を旋回角速度センサと図示しないブーム下げパイロット圧センサとの検出値から判定し、その旋回戻り動作時に自動的に再校正の判定処理を行うように構成してもよい。

【0062】

30

また、本実施の形態においては、画面表示によって再校正を促すメッセージをオペレータに報知する場合を例示したが、これに限られず、表示形態や表示内容は任意の構成とすることができる。例えば、運転室内にスピーカ等の音声装置を設け、音声で再校正を促すメッセージをオペレータに報知するよう構成してもよい。

【0063】

< 第 2 の実施の形態 >

本発明の第 2 の実施の形態を図 12 ~ 図 15 を参照しつつ説明する。本実施の形態では第 1 の実施の形態との相違点についてのみ説明するものとし、本実施の形態で用いる図面において第 1 の実施の形態と同様の部材には同じ符号を付し、説明を省略する。

【0064】

40

本実施の形態は、第 1 の実施の形態において荷重閾値変更部 53 で姿勢指標値として作業腕先端位置を用いたのに加え、さらに、作業腕動作速度を姿勢指標値として用いる構成とし、作業腕先端位置と作業腕動作速度とに応じて荷重閾値を変更するように構成したものである。

【0065】

図 12 は、コントローラの荷重計測システムに係る構成を模式的に示す機能ブロック図である。

【0066】

図 12 において、コントローラ 21A は、作業負荷検出装置 (ブームボトム圧センサ 38、ブームロッド圧センサ 39) の検出結果と姿勢情報検出装置 (ブーム角度センサ 24

50

、アーム角度センサ 25、バケット角度センサ 26、旋回角速度センサ 27、傾斜角度センサ 28)の検出結果とに基づいて、フロント作業機 12 のバケット 15 で保持している運搬物(例えば、土砂などの掘削物)の重量である荷重値を演算する荷重値演算部 50 と、姿勢情報検出装置(ブーム角度センサ 24、アーム角度センサ 25、バケット角度センサ 26)の検出結果に基づいて、フロント作業機 12 の姿勢に関する指標である姿勢指標値としてフロント作業機 12 の先端位置(すなわち、バケット 15 の先端の位置:以降、作業腕先端位置と称する)を演算する作業腕先端位置演算部 51 と、姿勢情報検出装置(ブーム角度センサ 24)の検出結果に基づいて、フロント作業機 12 の姿勢に関する指標である姿勢指標値としてブームシリンダ 16 の伸長速度(以降、作業腕動作速度と称する)を演算する作業腕動作速度演算部 56 と、オペレータにより外部入出力器 23 で入力される設定内容に基づいて、荷重計測システムの再校正の要否の判定に用いる荷重閾値の複数の候補値と姿勢指標値との関係を予め定めた荷重閾値テーブルを設定する荷重閾値設定部 52 と、荷重閾値設定部 52 で設定した荷重閾値テーブルと作業腕先端位置演算部 51 及び作業腕動作速度演算部 56 の演算結果とに応じて荷重閾値を変更する荷重閾値変更部 53 A と、オペレータにより外部入出力器 23 を介して再校正の判定処理の開始が指示された場合に、バケット 15 に運搬物が無い空荷時における荷重値演算部 50 の演算結果と荷重閾値変更部 53 からの荷重閾値とに基づいて、荷重計測システムの再校正の要否を判定し、判定結果を外部入出力器 23 の表示装置としての機能部に表示させることによりオペレータに報知する再校正判定部 54 とを有している。

10

【0067】

20

作業腕動作速度演算部 56 は、連続してサンプリングされたブーム角度(ブーム角度センサ 24 の検出結果)をシリンダ長に変換し、シリンダ長の変化量をサンプリングタイムで除することにより作業腕動作速度(ブームシリンダ 16 の伸長速度  $v$ )を演算する。

【0068】

図 13 は、荷重閾値設定部で設定され、荷重閾値変更部での荷重閾値の変更処理に用いられる荷重閾値テーブルの一例を示す図である。

【0069】

図 13 に示すように、本実施の形態の荷重閾値テーブルは、荷重閾値  $T$  の複数(ここでは 4 つ)の候補値( $T_{11} \sim T_{14}$ )と姿勢指標値である作業腕先端位置の  $x$  座標と作業腕動作速度  $v$  の関係を規定している。荷重閾値変更部 53 A は、作業腕動作速度  $v$  が予め定めた基準速度 よりも小さい場合において、作業腕先端位置の  $x$  座標が予め定めた境界値 よりも小さい場合には荷重閾値  $T = T_{11}$  に設定し、作業腕先端位置の  $x$  座標が境界値 以上の場合には荷重閾値  $T = T_{13}$  に設定する。また、荷重閾値変更部 53 A は、作業腕動作速度  $v$  が予め定めた基準速度 以上の場合において、作業腕先端位置の  $x$  座標が予め定めた境界値 よりも小さい場合には荷重閾値  $T = T_{12}$  に設定し、作業腕先端位置の  $x$  座標が境界値 以上の場合には荷重閾値  $T = T_{14}$  に設定する。荷重閾値テーブルに規定される境界値 や基準速度、荷重閾値  $T$  の候補値( $T_{11} \sim T_{14}$ )などの値は、例えば、実験結果やシミュレーション結果などに基づいて規定されている。

30

【0070】

図 14 は、荷重閾値テーブルにおける各値の規定方法の一例を説明する図であり、バケット容量  $0.8 \text{ m}^3$  の油圧ショベルを一例として考えた場合の作業腕動作速度(ブームシリンダ 16 の伸長速度)と荷重誤差(各センサ 24 ~ 28, 38, 39 の検出値から算出される荷重値と実際の荷重値の差)の関係をブームに係る操作レバー装置 22 の操作量ごとに計測してグラフ化したものである。図 14 において、操作レバー装置が微操作(遅)の時のオフセット誤差は約 - 8%、ハーフレバー(中)のときのオフセット誤差は約 - 6%、フルレバー(速)のときの誤差は約 - 4% となり、おおよそ比例関係にあることがわかる。したがって、作業腕先端位置の  $x$  座標と合わせて、境界値 には  $5 \text{ m}$ 、基準速度 には  $0.15 \text{ m/s}$ 、荷重閾値(候補値)  $T_{11}$  には  $\pm 0.15 - 0.08$  トン、荷重閾値(候補値)  $T_{12}$  には  $\pm 0.1 - 0.08$  トン、荷重閾値(候補値)  $T_{13}$  には  $\pm 0.15 - 0.06$  トン、荷重閾値(候補値)  $T_{14}$  には  $\pm 0.1 - 0.06$  トンが予め入力

40

50

されている。これらの値は、目的に応じてオペレータが外部入出力器 23 から荷重閾値テーブルの各値を入力することで変更することができる。

【0071】

図15は、荷重閾値変更部における荷重閾値の変更処理を示すフローチャートである。

【0072】

図15において、荷重閾値変更部53Aは、作業腕先端位置演算部51の演算結果として作業腕先端位置のx座標が入力され(ステップS301)、作業腕動作速度演算部56の演算結果として作業腕動作速度vが入力された状態において(ステップS302)、座標値xが荷重閾値テーブルに規定された境界値よりも小さいかどうかを判定し(ステップS310)、判定結果がYESの場合、すなわち、作業腕先端位置がxy座標系において原点Oからx軸方向における距離よりも近い領域にある場合には、作業腕動作速度vが基準速度よりも小さいかどうかを判定する(ステップS320)。ステップS320での判定結果がYESの場合には荷重閾値 $T = T11$ に設定し(ステップS321)、判定結果がNOの場合には荷重閾値 $T = T12$ に設定して(ステップS322)、処理を終了する。

10

【0073】

また、ステップS310での判定結果がNOの場合、すなわち、作業腕先端位置がxy座標系において原点Oからx軸方向における距離以上に遠い領域にある場合には、作業腕動作速度vが基準速度よりも小さいかどうかを判定する(ステップS330)。ステップS330での判定結果がYESの場合には荷重閾値 $T = T13$ に設定し(ステップS331)、判定結果がNOの場合には荷重閾値 $T = T14$ に設定して(ステップS332)、処理を終了する。

20

【0074】

その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0075】

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。

【0076】

また、フロント作業機の先端位置に加えてフロント作業機の動作速度(ここでは、ブームシリンダの伸長速度)を荷重閾値Tの変更に用いるように構成したので、荷重計測時の姿勢による荷重計測精度の違いだけでなく、動作による荷重計測精度の違いも考慮することができ、計測精度の悪化をより精度よく検出することができる。

30

【0077】

なお、本実施の形態においては、境界値によりx座標に2つの領域を設定し、また、規準速度により作業腕動作速度vに2つの領域を設定する場合を例示して説明したが、領域の設定数はこの限りではなく、必要に応じて3つ以上の領域を設定するように構成してもよい。

【0078】

<第3の実施の形態>

本発明の第3の実施の形態を図16及び図17を参照しつつ説明する。本実施の形態では第1の実施の形態との相違点についてのみ説明するものとし、本実施の形態で用いる図面において第1の実施の形態と同様の部材には同じ符号を付し、説明を省略する。

40

【0079】

本実施の形態は、第1の実施の形態において荷重閾値設定部52で設定して荷重閾値変更部53で用いた荷重閾値テーブルが複数の荷重閾値Tの候補値と姿勢指標値である作業腕先端位置のx座標との関係を規定したのに対して、姿勢指標値と荷重閾値との関係を連続的に定めた荷重閾値テーブルを用いて荷重閾値を変更するように構成したものである。

【0080】

図16は、荷重閾値設定部で設定され、荷重閾値変更部での荷重閾値の変更処理に用いられる荷重閾値テーブルの一例を示す図である。

50

## 【 0 0 8 1 】

図 1 6 に示すように、本実施の形態の荷重閾値テーブルは、姿勢指標値である作業腕先端位置の x 座標と荷重閾値 T との関係連続関数  $T = f(x)$  により規定している。関数  $T = f(x)$  は、作業腕先端位置がブーム 1 3 の回転軸に近いほど、つまり作業腕先端位置の x 座標が小さいほど、原理的に計測精度が悪くなることを鑑みて、x 座標が小さくなるほど T が大きくなるように設定されている。荷重閾値変更部 5 3 は、作業腕先端位置演算部 5 1 の演算結果である作業腕先端位置の x 座標が例えば、 $x =$  である場合には、荷重閾値  $T = f(x) = T$  に設定する。荷重閾値テーブルに規定される関数  $f(x)$  は、例えば、実験結果やシミュレーション結果などに基づいて規定されている。

## 【 0 0 8 2 】

ここで、第 1 の実施の形態の図 6 で説明したように、作業腕先端位置の x 座標が最大値のおよそ 1 / 2 以上の場合には荷重のずれが  $\pm 10\%$  フルスケール (以下 F . S . ) に収まること、作業腕先端位置の x 座標が最大値のおよそ 1 / 2 以下の場合には精度が悪化して荷重のずれが  $\pm 15\%$  F . S . の間程度になることがわかっており、さらに、作業腕先端位置の x 座標が最大値付近の時には若干荷重のずれが小さくなること、水平距離と荷重誤差の関係はおおよそ 2 次関数に近似することがわかる。したがって、計算を簡単にするために作業腕先端位置の x 座標の最大値を 10 m、F . S . を 1.0 トンの作業機械とし、x 座標が 0 m のときの荷重のずれが  $\pm 15\%$  F . S .、x 座標が 5 m のときの荷重のずれが  $\pm 10\%$  F . S .、x 座標が 10 m のときの荷重のずれが  $\pm 8\%$  F . S . であるとすると、関数  $T = f(x)$  は、下記の (式 10) で表すことができる。

## 【 0 0 8 3 】

$$T = f(x) = 0.6x^2 - 1.3x + 0.15 \quad \dots (式 10)$$

なお、これらの値は、目的に応じてオペレータが外部入出力器 2 3 から荷重閾値テーブルの各値を入力することで変更することができる。

## 【 0 0 8 4 】

図 1 7 は、外部入出力器の表示画面において判定モードの閾値ボタンに触れた場合に呼び出される閾値設定画面の一例を示す図である。

## 【 0 0 8 5 】

図 1 7 は、外部入出力器 2 3 の表示画面 3 0 において判定モードの閾値ボタン 3 2 に触れることで選択された場合に呼び出される、荷重閾値テーブルの設定や荷重閾値テーブルの各値を変更するための閾値設定画面を示しており、荷重閾値テーブルに規定される関数を表示するグラフ表示部 4 0 と、予め定めた複数の関数から荷重閾値テーブルとして用いるものを選択的に設定するドロップダウンリスト 4 1 とが配置されている。図 1 7 に示す例では、グラフ表示部 4 0 の縦軸に荷重閾値 T、横軸に作業腕先端位置の x 座標が表示されている。縦軸には関数  $T = f(x)$  の切片の値 0.15 トンが表示されており、横軸には油圧ショベルの機構と寸法などの設計値から算出される作業腕先端位置の x 座標の最大値までの範囲が表示される。また、グラフ表示部 4 0 には、荷重閾値テーブルとして設定した関数 (例えば、図 1 7 では関数 4 2) が表示される。ドロップダウンリスト 4 1 には複数のモデル関数が登録されており、ドロップダウンリスト 4 1 に触れることで適当なモデル関数を荷重閾値テーブルとして選択する。モデル関数には、予め係数の初期値が設定されているが、グラフ表示部 4 0 に表示された関数 4 2 に触れて入力可能状態にし、テンキー 3 1 を用いて係数の値を変更することができる。例えば、図 1 7 では、荷重閾値テーブルとして係数 a、b、c が初期値として入力された 2 次関数  $T = f(x) = ax^2 + bx + c$  を選択した場合を例示している。

## 【 0 0 8 6 】

その他の構成は第 1 の実施の形態と同様である。

## 【 0 0 8 7 】

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 8 】

10

20

30

40

50

また、姿勢指標値（作業腕先端位置のx座標）に応じて荷重閾値Tを連続的に変化させるように構成したので、離散的に荷重閾値Tを変更する場合よりもさらに精度よく計測精度の悪化を検知することができる。

【0089】

なお、本実施の形態においては、荷重閾値Tの関数 $T = f(x)$ として変曲点が無い曲線の関数を例示したが、これに限られず、例えば、直線の関数や、シグモイド曲線のように変曲点が存在する曲線の関数を用いてもよい。ただし、荷重閾値Tの関数の選定においては、実際の荷重誤差と姿勢の関係を測定した実験結果を参考にすることが望ましい。

【0090】

<第4の実施の形態>

本発明の第4の実施の形態を図18～図20を参照しつつ説明する。本実施の形態では第1の実施の形態との相違点についてのみ説明するものとし、本実施の形態で用いる図面において第1の実施の形態と同様の部材には同じ符号を付し、説明を省略する。

【0091】

本実施の形態は、第1の実施の形態における作業腕先端位置のx座標のある一定時間における平均値を姿勢指標値とし、この姿勢指標値に基づいて得られる荷重閾値Tと荷重値Wのある一定時間における平均値とに基づいて再評価の判定処理を行うように構成したものである。

【0092】

図18は、コントローラの荷重計測システムに係る構成を模式的に示す機能ブロック図である。

【0093】

図2において、コントローラ21Bは、作業負荷検出装置（ブームボトム圧センサ38、ブームロッド圧センサ39）の検出結果と姿勢情報検出装置（ブーム角度センサ24、アーム角度センサ25、バケット角度センサ26、旋回角速度センサ27、傾斜角度センサ28）の検出結果とに基づいて、フロント作業機12のバケット15で保持している運搬物（例えば、土砂などの掘削物）の重量である荷重値を演算する荷重値演算部50と、バケット角度センサ26の検出結果に基づいて、荷重値演算部50の演算結果である荷重値のある時間における平均値を算出して荷重値の確定値として出力する荷重値確定部58と、姿勢情報検出装置（ブーム角度センサ24、アーム角度センサ25、バケット角度センサ26）の検出結果に基づいて、フロント作業機12の姿勢に関する指標である姿勢指標値としてフロント作業機12の先端位置（すなわち、バケット15の先端の位置：以降、作業腕先端位置と称する）を演算する作業腕先端位置演算部51と、バケット角度センサ26の検出結果に基づいて、作業腕先端位置演算部51の演算結果である作業腕先端位置のx座標のある時間における平均値を算出して作業腕先端位置の確定値として出力する作業腕先端位置確定部59と、オペレータにより外部入出力器23で入力される設定内容に基づいて、荷重計測システムの再校正の要否の判定に用いる荷重閾値の複数の候補値と姿勢指標値との関係を予め定めた荷重閾値テーブルを設定する荷重閾値設定部52と、荷重閾値設定部52で設定した荷重閾値テーブルと作業腕先端位置演算部51の演算結果とに応じて荷重閾値を変更する荷重閾値変更部53と、オペレータにより外部入出力器23を介して再校正の判定処理の開始が指示された場合に、バケット15に運搬物が無い空荷時における荷重値演算部50の演算結果と荷重閾値変更部53からの荷重閾値とに基づいて、荷重計測システムの再校正の要否を判定し、判定結果を外部入出力器23の表示装置としての機能部に表示させることによりオペレータに報知する再校正判定部54とを有している。コントローラ21Bにおける各処理は、予め設定されたサンプリングタイムに従って行われる。

【0094】

なお、本実施の形態におけるブーム角度センサ24、アーム角度センサ25、及びバケット角度センサ26は、角速度及び加速度を計測するIMU(Inertial Measurement Unit：慣性計測装置)であって、ブーム13、アーム14、及びバケット15の絶対角（水平

10

20

30

40

50

面に対する角度)を検出可能であり、傾斜角度センサ28を含むこれらのセンサの検出値に基づいて、ブーム13、アーム14、バケット15、上部旋回体11間の相対角度をそれぞれ算出して用いるものとする。また、荷重値確定部58及び作業腕先端位置確定部59において、ブーム角度センサ24、アーム角度センサ25、及びバケット角度センサ26で検出したブーム13、アーム14、及びバケット15の相対角をそれぞれ入力し、それらの値に基づいてバケット15の絶対角を算出するように構成しても良い。

【0095】

図19は、荷重値確定部における荷重値の確定処理を示すフローチャートである。

【0096】

図19において、荷重値確定部58は、まず、荷重値演算部50の演算結果である荷重値Wを取り込んだ回数(サンプリング数)を表す変数であるカウントCNTと荷重値Wの和を表す変数である荷重値総和WSUMとを初期化する(ステップS400)。続いて、荷重値演算部50において演算された荷重値W(ここでは、特に瞬時荷重値Wと称する)を取り込み(ステップS410)、カウントCNTの値に1を加算するとともに(ステップS420)、荷重値総和WSUMに瞬時荷重値Wを加算する(ステップS430)。ここで、バケット15が水平であるかどうか、すなわち、バケット角度センサ26の検出結果についてバケット15が水平であると言える範囲の値となっているかどうかを判定し(ステップS440)、判定結果がYESの場合には、ステップS410~S430の処理を繰り返す。また、ステップS440での判定結果がNOの場合には、荷重値総和WSUMとカウントCNTとから平均荷重値WAVGを、下記の(式11)により演算し(ステップS441)、平均荷重値WAVGを再校正判定部54及び外部入出力器23に出力して(ステップS442)、処理を終了する。

【0097】

$$WAVG = WSUM / CNT \quad \dots (式11)$$

図20は、作業腕先端位置確定部における作業腕先端位置の確定処理を示すフローチャートである。

【0098】

図20において、作業腕先端位置確定部59は、まず、作業腕先端位置演算部51の演算結果である作業腕先端位置のx座標(以降、作業腕先端位置xと記載する)を取り込んだ回数(サンプリング数)を表す変数であるカウントCNTと作業腕先端位置xの和を表す変数である先端位置総和XSUMとを初期化する(ステップS500)。続いて、作業腕先端位置演算部51において演算された作業腕先端位置x(ここでは、特に瞬時作業腕先端位置xと称する)を取り込み(ステップS510)、カウントCNTの値に1を加算するとともに(ステップS520)、先端位置総和XSUMに瞬時作業腕先端位置xを加算する(ステップS530)。ここで、バケット15が水平であるかどうか、すなわち、バケット角度センサ26の検出結果についてバケット15が水平であると言える範囲の値となっているかどうかを判定し(ステップS540)、判定結果がYESの場合には、ステップS510~S530の処理を繰り返す。また、ステップS540での判定結果がNOの場合には、先端位置総和XSUMとカウントCNTとから平均作業腕先端位置XAVGを、下記の(式12)により演算し(ステップS541)、平均作業腕先端位置XAVGを姿勢指標値として荷重閾値変更部53に出力して(ステップS542)、処理を終了する。

【0099】

$$XAVG = XSUM / CNT \quad \dots (式12)$$

荷重閾値変更部53は、作業腕先端位置確定部59の出力をフロント作業機12の姿勢指標値として入力し、荷重閾値設定部52で設定した荷重閾値テーブルと姿勢指標値とに応じて荷重閾値を変更する。荷重閾値変更部53に入力される姿勢指標値としての平均作業腕先端位置XAVGは、第1の実施の形態における作業腕先端位置xと同次元であり、荷重閾値変更部53は第1の実施の形態と同様の処理を行えば良い。また、再校正判定部54は、オペレータにより外部入出力器23を介して再校正の判定処理の開始が指示され

10

20

30

40

50

た場合に、バケット 15 に運搬物が無い空荷時における荷重値確定部 58 の出力（平均荷重値 W A V G ）と荷重閾値変更部 53 からの荷重閾値 T とに基づいて、荷重計測システムの再校正の要否を判定し、判定結果を外部入出力器 23 の表示装置としての機能部に表示させることによりオペレータに報知する。再校正判定部 54 に入力される平均荷重値 W A V G も第 1 の実施の形態における作業腕先端位置 x と同次元であり、荷重閾値変更部 53 は第 1 の実施の形態と同様の処理を行えば良い。

【 0 1 0 0 】

その他の構成は第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 1 0 1 】

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。

10

【 0 1 0 2 】

また、荷重値確定部 58 における荷重値の確定処理と作業腕先端位置確定部 59 における作業腕先端位置の確定処理において、カウント C N T は実質的に同一であり、同じ期間の瞬時荷重値 W と瞬時作業腕先端位置 x を平均化していることになるため、平均荷重値 W A V G を演算した所定期間における平均作業腕先端位置 X A V G を得ることができる。すなわち、所定期間における荷重値 W と作業腕先端位置 x の平均値を用いて荷重閾値 T の変更および再校正判定を行うため、第 1 の実施の形態の荷重値 W と作業腕先端位置 x の演算における各センサの誤検出や外れ値の影響を受けにくくなり、よりロバストに各値を検出することができる。

20

【 0 1 0 3 】

なお、本実施の形態においては、荷重値および作業腕先端位置の平均値を算出するタイミングをバケット 15 の絶対角度に基づいて決定する場合を例示して説明したが、これに限られず、例えば、作業腕先端位置の高さ（y 座標）に基づいて決定するよう構成してもよい。

【 0 1 0 4 】

< 第 5 の実施の形態 >

本発明の第 5 の実施の形態を図 21 ~ 図 23 を参照しつつ説明する。本実施の形態では第 1 の実施の形態との相違点についてのみ説明するものとし、本実施の形態で用いる図面において第 1 の実施の形態と同様の部材には同じ符号を付し、説明を省略する。

30

【 0 1 0 5 】

本実施の形態は、第 1 の実施の形態においてバケット 15 が空荷状態で再校正の判定処理を行うことを前提としたのに対し、バケット 15 に既知の荷重値の運搬物を保持した状態で再校正の判定処理を行うように構成したものである。

【 0 1 0 6 】

図 21 は、本実施の形態における外部入出力器とその表示例を概略的に示す図であり、再校正の判定処理の判定結果の表示例を示している。

【 0 1 0 7 】

図 21 に示すように、外部入出力器 23 は、表示装置としての機能と操作装置としての機能を有するタッチパネル方式の表示画面 30 と、操作装置 / 入力装置としての機能を有するテンキー 31 など（方向キーや決定キー、キャンセルキー、バックキーなどの各種機能キーを含む：以降、これらをまとめて単にテンキーと称する）とを有している。

40

【 0 1 0 8 】

図 21 においては、判定モードボタン 33 の外周がハイライト表示されており、オペレータが判定モードボタン 33 に触れて再校正の判定処理を行うモードに切り替えられた状態であることを示している。また、図 21 では、表示画面 30 に再校正の判定処理の判定結果が表示された様子を示しており、判定モードボタン 33 や閾値ボタン 32 の他に、荷重真値 W T を設定する画面を呼び出すための " W e i g h t S e t t i n g " ボタン（荷重真値設定ボタン）37 と、荷重値 W の測定結果を表示する荷重値表示部 35 と、判定結果に対応するメッセージを表示するメッセージ表示部 36 とが配置されている。図 21

50

の例では、荷重値表示部 35 に荷重値  $W$  の測定結果が  $-0.7$  [t] であることが表示され、メッセージ表示部 36 に再校正の判定処理で再校正要であると判定されたことに対応して、荷重計測システムの再校正を促すメッセージが表示されている場合を示している。表示画面 30 の荷重真値設定ボタン 37 に触れると荷重真値  $W_T$  の現在の設定値が表示画面 30 に表示されるので、荷重真値  $W_T$  の表示部分に触れて入力可能状態にした後で、テンキー 31 を用いてバケット 15 保持する運搬物（つまり、既知の荷重値の校正用の重り）の荷重値を入力し、テンキー 31 の “Enter” キーを押下して入力を確定する。

【0109】

図 22 は、本実施の形態の再校正判定部における再校正の判定処理の概念を示す図である。

10

【0110】

図 22 では、再校正判定部 54 に、荷重値演算部 50 からバケット 15 に校正用の重り（例えば、荷重値が既知の  $1.0$  [t] である重り）を保持した状態の荷重値  $W$  として  $0.7$  [t] が入力され、荷重閾値変更部 53 から荷重閾値  $T$  として  $0.2$  [t] が入力された場合を示している。再校正判定部 54 において荷重閾値  $T$  は、校正用の重りの荷重値（荷重真値  $W_T$ ）である  $1.0$  [t] を中心とした領域の正負方向の幅を規定している。再校正判定部 54 は、バケット 15 に校正用の重りを保持した状態での荷重値  $W$  が荷重閾値  $T$  で規定される領域よりも内側（境界を含まない）にある場合には、荷重計測システムの再校正が不要であると判定し、空荷時の荷重値  $W$  が荷重閾値  $T$  で規定される領域よりも外側（境界を含む）にある場合には、荷重計測システムの再校正が必要であると判定する。

20

【0111】

例えば、図 22 のように荷重閾値  $T = 0.2$  [t] である場合には、荷重真値  $W_T$  である  $1.0$  [t] を中心として正負の方向にそれぞれ  $0.2$  [t] の領域を荷重閾値  $T$  で規定していることになる。このとき、荷重値  $W$  が  $0.7$  [t] であったとすると、再校正判定部 54 では再校正が必要であると判定する。

【0112】

図 23 は、本実施の形態の再校正判定部における再校正の判定処理を示すフローチャートである。

【0113】

30

図 23 において、再校正判定部 54 は、荷重値演算部 50 の演算結果として荷重値  $W$  が入力され（ステップ S601）、荷重閾値変更部 53 から荷重閾値  $T$  が入力されるとともに（ステップ S602）、外部入出力器 23 から荷重真値  $W_T$  が入力された状態において（ステップ S603）、再校正の判定処理の開始が指示されたかどうかを判定し（ステップ S610）、判定結果が YES の場合には、荷重値  $W$  と荷重真値  $W_T$  の差の絶対値（ $|W - W_T|$ ）が荷重閾値  $T$  以上であるかどうかを判定する（ステップ S620）。ステップ S620 での判定結果が YES の場合には、判定結果として再校正を促すメッセージを外部入出力器 23 の表示画面 30 に表示させることによりオペレータに報知し（ステップ S630）、処理を終了する。また、ステップ S610、S620 での判定結果の少なくとも一方が NO の場合には、処理を終了する。

40

【0114】

その他の構成は第 1 の実施の形態と同様である。

【0115】

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。

【0116】

また、再校正の判定処理において、フロント作業機 12 のバケット 15 で保持する荷重の真値（荷重真値  $W_T$ ）と荷重値  $W$  の差分が荷重閾値  $T$  以上の時に再校正が必要であると判定するように構成したので、校正用の重りの重量が変わっても荷重真値  $W_T$  の入力だけで対応することができ、再校正の判定処理の利便性を高めることができる。

50

## 【 0 1 1 7 】

次に上記の各実施の形態の特徴について説明する。

## 【 0 1 1 8 】

( 1 ) 上記の実施の形態では、車両本体 ( 例えば、上部旋回体 1 1 ) と、前記車両本体に取り付けられ、回動可能に連結された複数のフロント部材 ( 例えば、ブーム 1 3、アーム 1 4、バケット 1 5 ) からなる多関節型のフロント作業機 1 2 と、操作信号に基づいて前記フロント作業機の前記複数のフロント部材をそれぞれ駆動する複数の油圧アクチュエータ ( 例えば、ブームシリンダ 1 6 ) と、前記油圧アクチュエータの作業負荷を検出する作業負荷検出装置 ( 例えば、ブームボトム圧センサ 3 8、ブームロッド圧センサ 3 9 ) と、前記複数のフロント部材及び前記車両本体のそれぞれの姿勢に関する情報である姿勢情報 10 を検出する複数の姿勢情報検出装置 ( 例えば、ブーム角度センサ 2 4、アーム角度センサ 2 5、バケット角度センサ 2 6、旋回角速度センサ 2 7、傾斜角度センサ 2 8 ) と、オペレータが搭乗する運転室 2 0 内に配置された表示装置 ( 例えば、表示画面 3 0 ) と、制御装置 ( 例えば、コントローラ 2 1 ) とを備えた作業機械の荷重計測システムにおいて、前記制御装置は、前記作業負荷検出装置の検出結果と前記複数の姿勢情報検出装置の検出結果とに基づいて、前記フロント作業機で保持している運搬物の重量である荷重値を演算する荷重値演算部 5 0 と、荷重閾値の複数の候補値と前記姿勢情報検出装置の検出結果に基づいて得られる、前記フロント作業機の姿勢に関する指標である姿勢指標値との関係を予め定めた荷重閾値テーブルを設定する荷重閾値設定部 5 2 と、前記姿勢指標値に応じて、前記荷重計測システムの再校正の要否の判定に用いる前記荷重閾値 T を前記荷重閾値設定部 20 で設定された前記荷重閾値テーブルに基づいて変更する荷重閾値変更部 5 3 と、前記荷重値演算部の演算結果と前記荷重閾値とに基づいて、前記荷重計測システムの再校正の要否を判定し、判定結果を前記表示装置に表示させることによりオペレータに報知する再校正判定部 5 4 とを有したものとする。

## 【 0 1 1 9 】

これにより、作業機械のフロント作業機の姿勢の違いによらず計測精度の悪化をより適切に検知することができる。

## 【 0 1 2 0 】

( 2 ) また、上記の実施の形態では、( 1 ) の作業機械の荷重計測システムにおいて、前記制御装置は、前記複数の姿勢情報検出装置の検出結果に基づいて、前記フロント作業機の先端の前記車両本体に対して予め設定された車体座標系における位置を前記フロント作業機の姿勢指標値として演算する作業腕先端位置演算部 5 1を備え、前記荷重閾値変更部は、前記作業腕先端位置演算部で演算された前記フロント作業機の先端の位置に応じて前記荷重閾値を変更するものとする。

## 【 0 1 2 1 】

( 3 ) また、上記の実施の形態では、( 1 ) の作業機械の荷重計測システムにおいて、前記制御装置は、前記複数の姿勢情報検出装置の検出結果に基づいて、前記フロント作業機の先端の前記車両本体に対して予め設定された車体座標系における移動速度を前記姿勢指標値として演算する作業腕動作速度演算部 5 6 を備え、前記荷重閾値変更部は、前記作業腕動作速度演算部で演算された前記フロント作業機の先端の移動速度に応じて前記荷重閾値を変更するものとする。

## 【 0 1 2 2 】

( 4 ) また、上記の実施の形態では、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 つの作業機械の荷重計測システムにおいて、前記荷重閾値変更部は、前記荷重閾値を前記姿勢指標値に応じて複数の候補値のいずれか 1 つに選択的に変更するものとする。

## 【 0 1 2 3 】

( 5 ) また、上記の実施の形態では、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 つの作業機械の荷重計測システムにおいて、前記荷重閾値変更部は、前記姿勢指標値と前記荷重閾値との関係を連続的に定めた前記荷重閾値テーブルを用いて前記姿勢指標値に対する前記荷重閾値を決定することにより、前記姿勢指標値に応じて前記荷重閾値を変更するものとする。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 4 】

( 6 ) また、上記の実施の形態では、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 つの作業機械の荷重計測システムにおいて、前記制御装置は、予め定めた期間における前記姿勢指標値の平均値を演算する姿勢指標値平均値演算部（例えば、作業腕先端位置確定部 5 9 ）と、予め定めた期間における前記荷重値の平均値を演算する荷重値平均値演算部（例えば、荷重値確定部 5 8 ）とを備え、前記荷重閾値変更部は、前記姿勢指標値平均値演算部の演算結果に応じて前記荷重閾値を変更し、前記再校正判定部は、前記荷重値平均値演算部の演算結果と前記荷重閾値とに基づいて、前記荷重計測システムの再校正の要否を判定するものとする。

## 【 0 1 2 5 】

( 7 ) また、上記の実施の形態では、( 1 ) ~ ( 4 ) のいずれか 1 つの作業機械の荷重計測システムにおいて、前記制御装置は、前記フロント作業機で保持している運搬物の重量である荷重値の真値を設定する荷重真値設定部（例えば、表示画面 3 0 の荷重真値設定ボタン 3 7 ）を備え、前記再校正判定部は、前記荷重真値設定部で設定された前記荷重値の真値と前記荷重値演算部で演算された前記荷重値の差分と、前記荷重閾値とに基づいて、前記荷重計測システムの再校正の要否を判定するものとする。

## 【 0 1 2 6 】

< 付記 >

なお、上記の実施の形態においては、エンジン等の原動機で油圧ポンプを駆動する一般的な油圧ショベルを例に挙げて説明したが、油圧ポンプをエンジン及びモータで駆動するハイブリッド式の油圧ショベルや、油圧ポンプをモータのみで駆動する電動式の油圧ショベル等にも本発明が適用可能であることは言うまでもない。

## 【 0 1 2 7 】

また、本実施の形態においては、作業機械の一例として油圧ショベルを例示して説明したが、クレーンのように作業腕に作業範囲を変化させるための可動部を有した作業機械に適用することができる。

## 【 0 1 2 8 】

また、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 1 2 9 】

7 a , 7 b ... クローラ、8 a , 8 b ... 走行油圧モータ、9 a , 9 b ... クローラフレーム、1 0 ... 下部走行体、1 1 ... 上部旋回体、1 2 ... フロント作業機、1 3 ... ブーム、1 4 ... アーム、1 5 ... バケット、1 6 ... ブームシリンダ、1 7 ... アームシリンダ、1 8 ... バケットシリンダ、1 9 ... 旋回油圧モータ、2 0 ... 運転室、2 1 , 2 1 A , 2 1 B ... コントローラ、2 2 ... 操作レバー装置、2 3 ... 外部入出力器、2 4 ... ブーム角度センサ、2 5 ... アーム角度センサ、2 6 ... バケット角度センサ、2 7 ... 旋回角速度センサ、2 8 ... 傾斜角度センサ、3 0 ... 表示画面、3 1 ... テンキー、3 2 ... 閾値ボタン、3 3 ... 判定モードボタン、3 4 ... 判定処理開始ボタン、3 5 ... 荷重値表示部、3 6 ... メッセージ表示部、3 7 ... 荷重真値設定ボタン、3 8 ... ブームボトム圧センサ、3 9 ... ブームロッド圧センサ、4 0 ... グラフ表示部、4 1 ... ドロップダウンリスト、5 0 ... 荷重値演算部、5 1 ... 作業腕先端位置演算部、5 2 ... 荷重閾値設定部、5 3 , 5 3 A ... 荷重閾値変更部、5 4 ... 再校正判定部、5 6 ... 作業腕動作速度演算部、5 8 ... 荷重値確定部、5 9 ... 作業腕先端位置確定部、1 0 0 ... 油圧ショベル

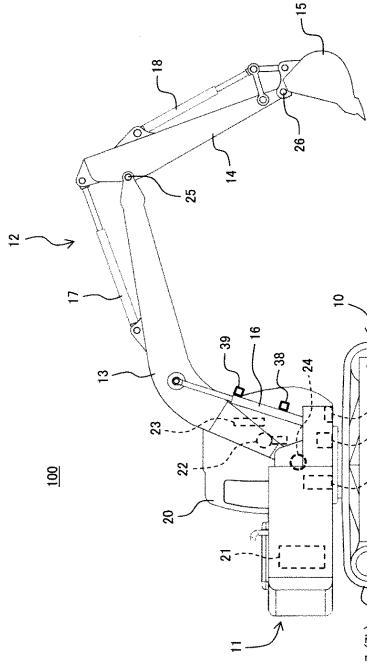
10

20

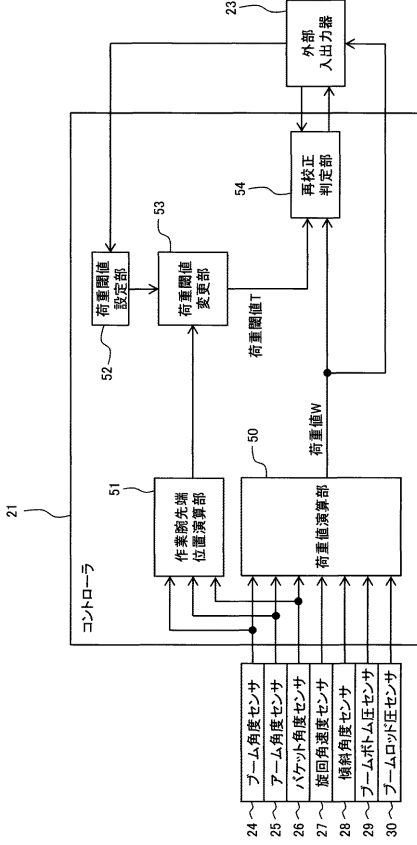
30

40

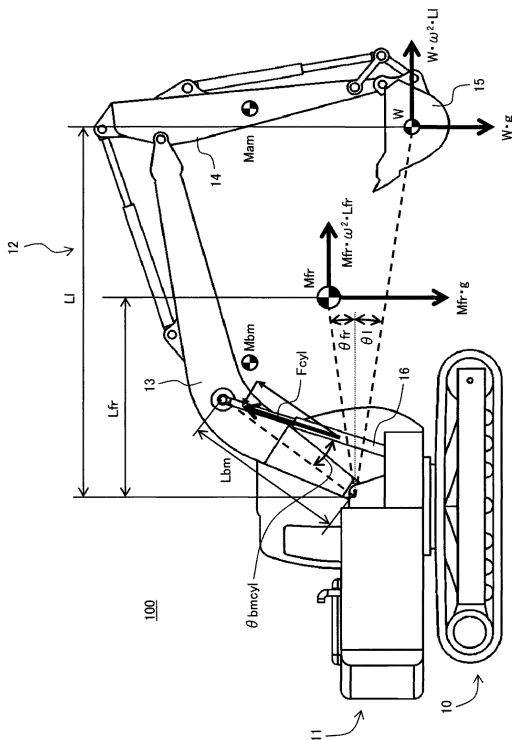
【図1】



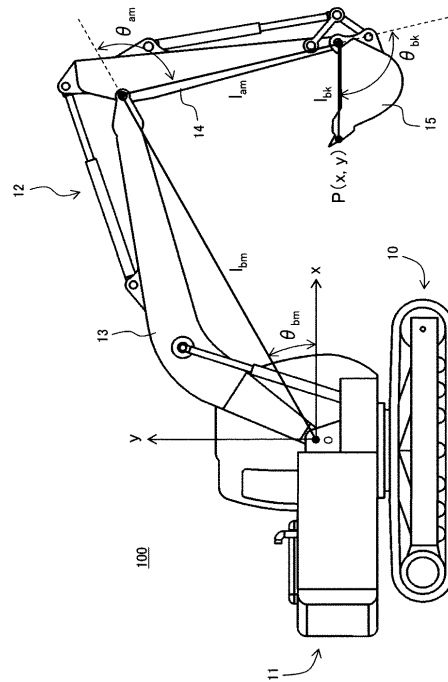
【図2】



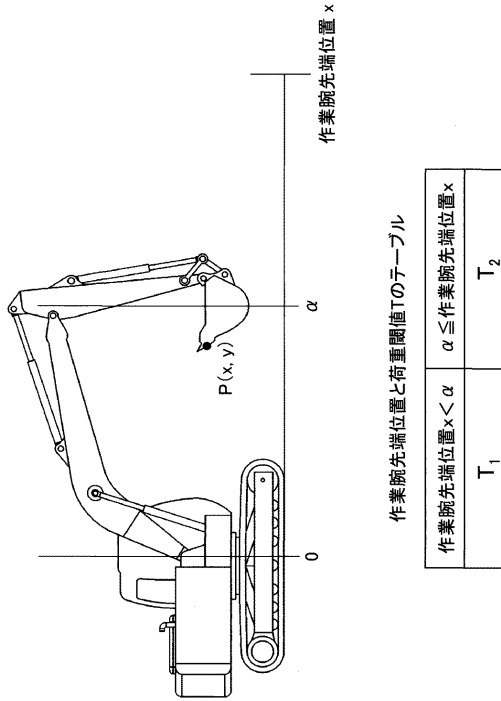
【図3】



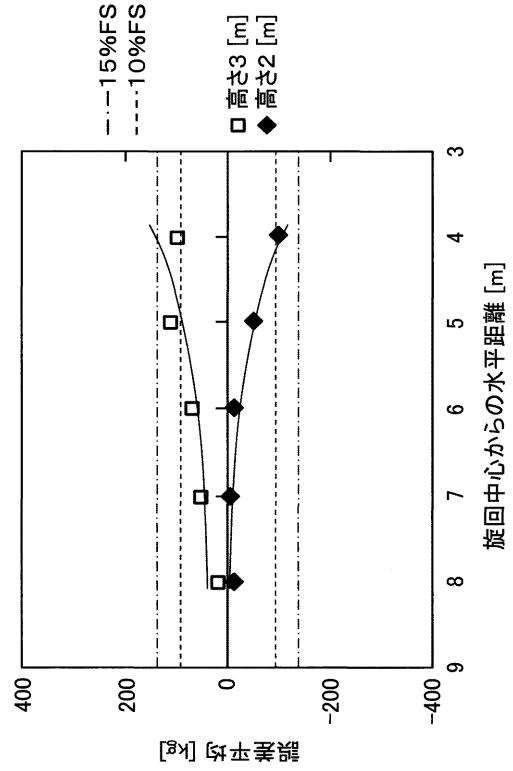
【図4】



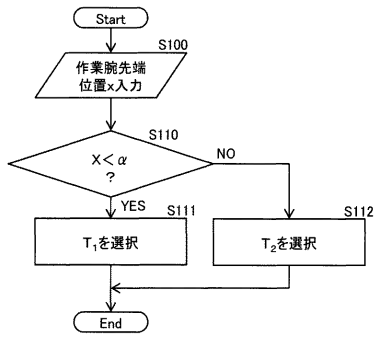
【図5】



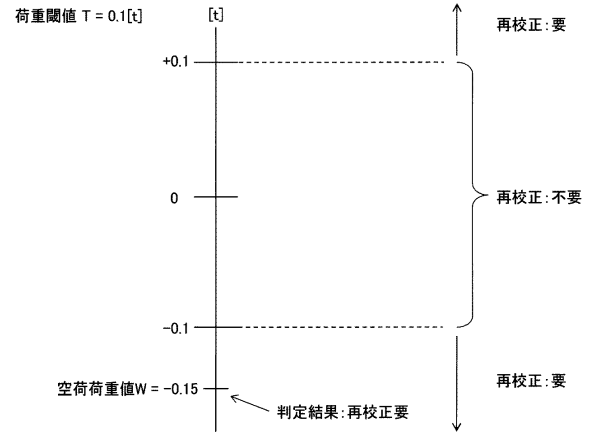
【図6】



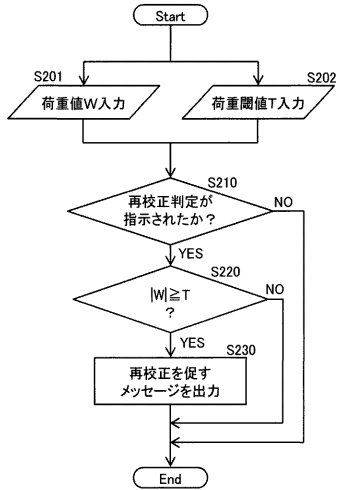
【図7】



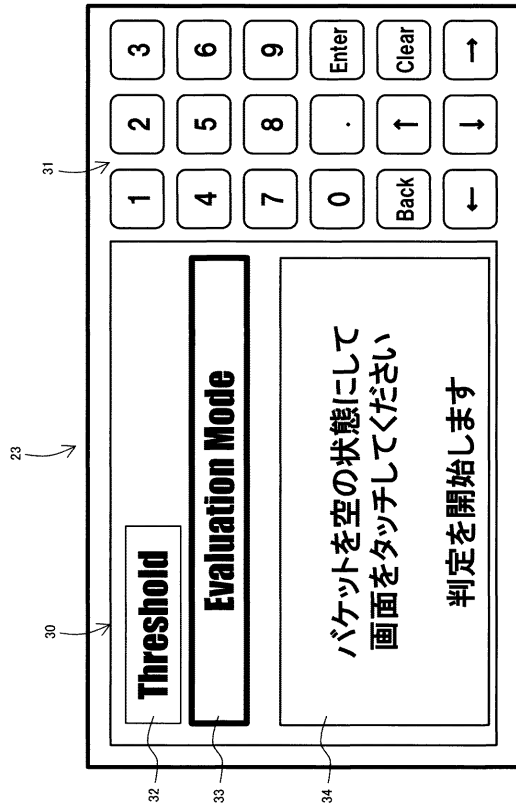
【図8】



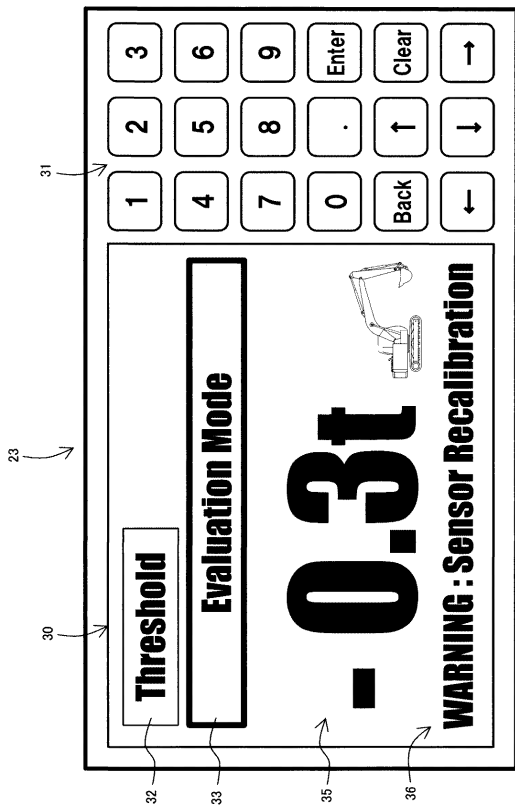
【図9】



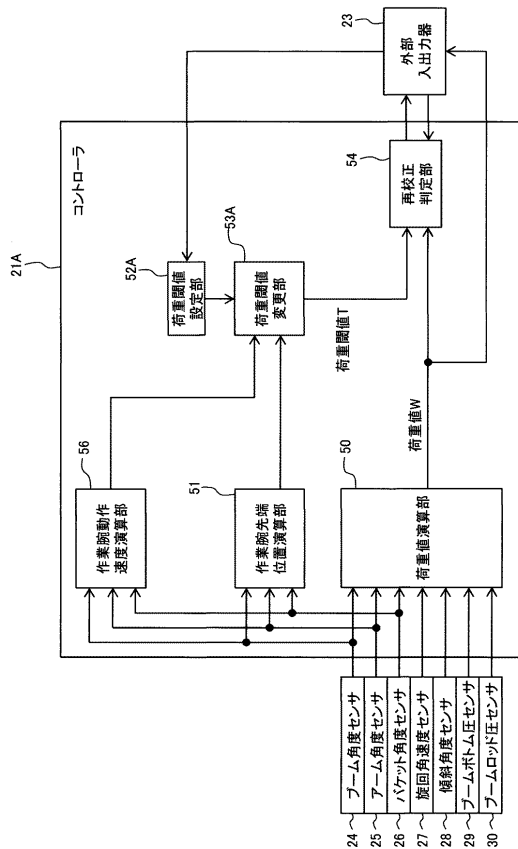
【図10】



【図11】



【図12】

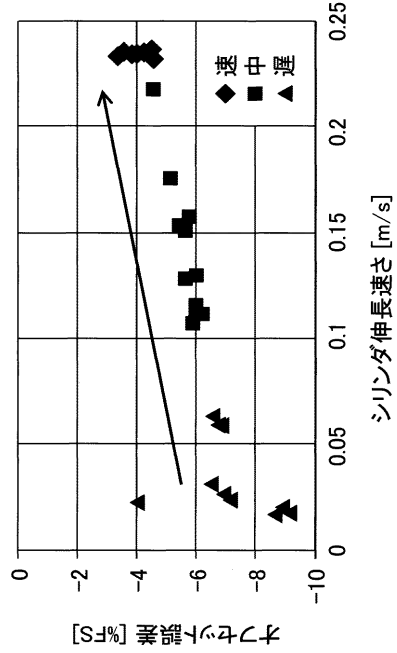


【図13】

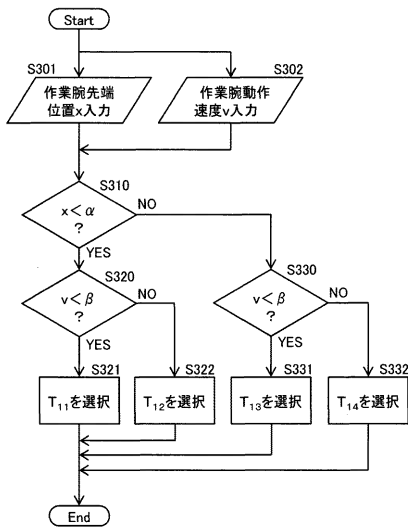
作業腕先端位置と作業腕動作速度と荷重閾値Tのテーブル

作業腕動作速度 < $\beta$	作業腕先端位置 < $\alpha$	$\alpha \leq$ 作業腕先端位置
$\beta \leq$ 作業腕動作速度	$T_{11}$	$T_{13}$
	$T_{12}$	$T_{14}$

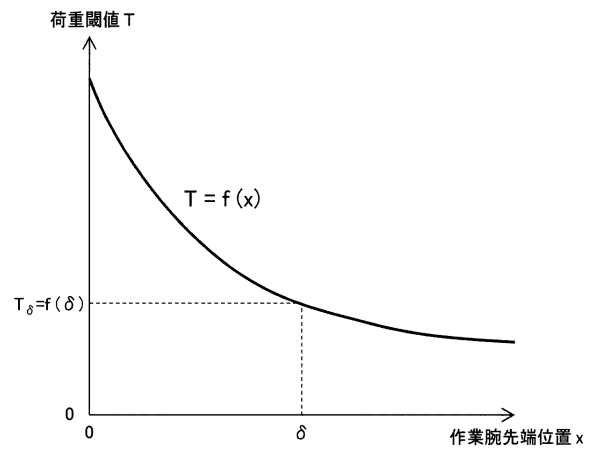
【図14】



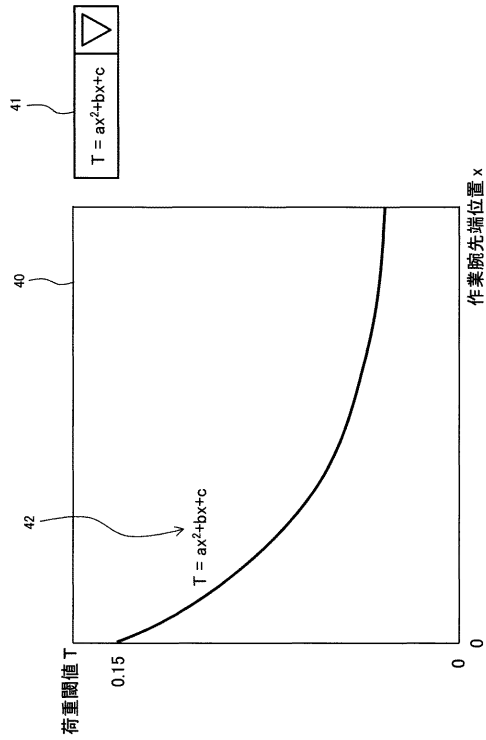
【図15】



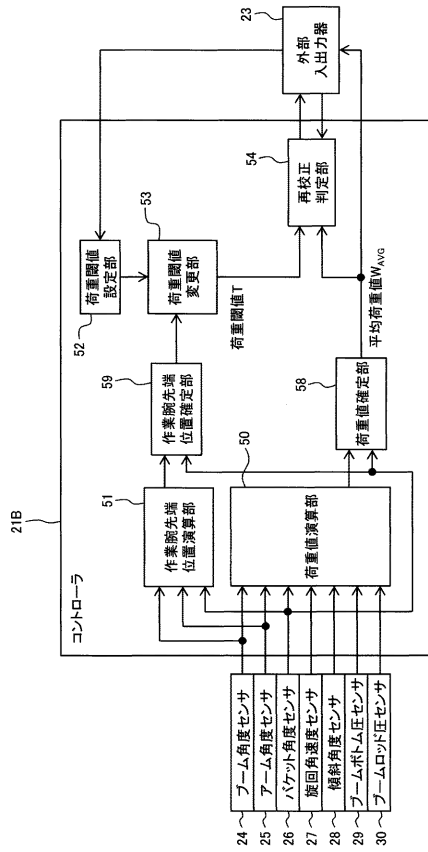
【図16】



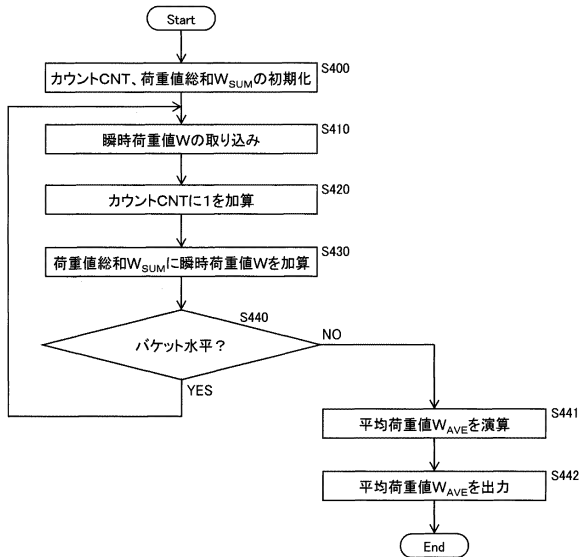
【図17】



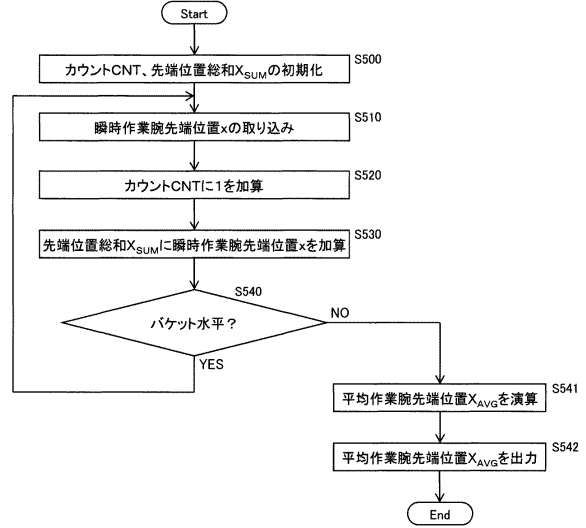
【図18】



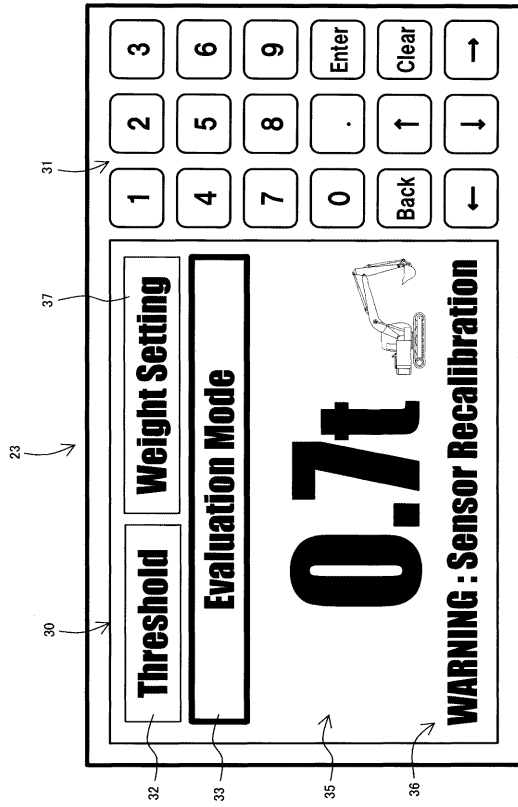
【図19】



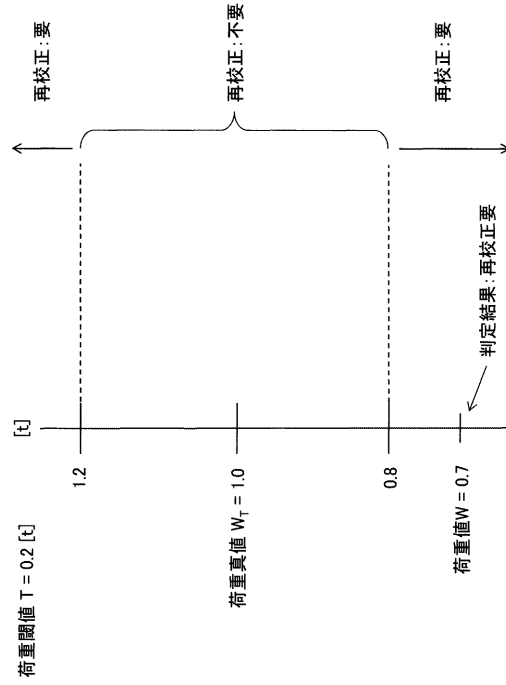
【図20】



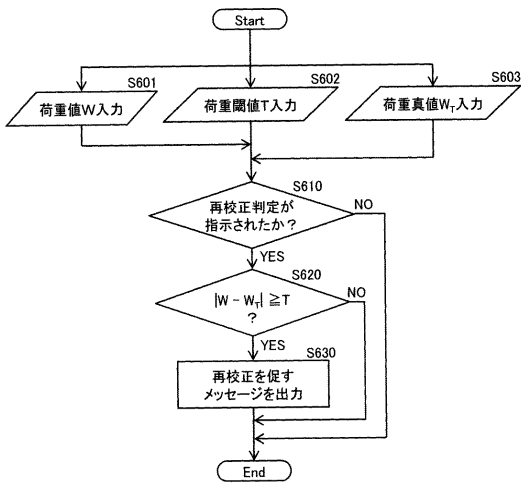
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



## フロントページの続き

- (72)発明者 中村 哲司  
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 鳥山 陽平  
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

審査官 柿原 巧弥

- (56)参考文献 特表2011-516755(JP,A)  
国際公開第2006/098218(WO,A1)  
特開2013-124461(JP,A)  
特開2003-073078(JP,A)  
特開2008-037562(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02F	9/20	-	9/28
E02F	3/42	-	3/85
G01G	19/00	-	19/64
G01G	23/01		
B66C	1/00	-	3/20