

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7141894号

(P7141894)

(45)発行日 令和4年9月26日(2022.9.26)

(24)登録日 令和4年9月14日(2022.9.14)

(51)国際特許分類

F I

E 0 2 F 3/43 (2006.01)

E 0 2 F

3/43

B

E 0 2 F 9/20 (2006.01)

E 0 2 F

9/20

N

請求項の数 7 (全18頁)

(21)出願番号	特願2018-166397(P2018-166397)	(73)特許権者	000005522
(22)出願日	平成30年9月5日(2018.9.5)		日立建機株式会社
(65)公開番号	特開2020-37837(P2020-37837A)		東京都台東区東上野二丁目16番1号
(43)公開日	令和2年3月12日(2020.3.12)	(74)代理人	110001829弁理士法人開知
審査請求日	令和3年9月2日(2021.9.2)	(72)発明者	田中 宏明
			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	中野 寿身
			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	鈴木 悠介
			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	坂本 博史
			茨城県土浦市神立町650番地
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業機械

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ブームとアームとバケットとを有する作業機と、  
 前記作業機の動作を指示する操作装置と、  
 前記操作装置から出力される操作信号に応じて前記作業機の動作を制御する動作指令を  
 出力するコントローラと、  
 設計面を入力する施工目標決定装置と、  
 前記バケットの爪先位置を測定するバケット位置測定装置とを備え、  
 前記コントローラは、前記バケットによる掘り過ぎを防止するために、前記施工目標決  
 定装置に入力された前記設計面と前記バケット位置測定装置から測定された前記バケット  
 の爪先位置との偏差が小さくなるほど前記バケットの動作速度が制限されるように前記バ  
 ケットの爪先目標位置を演算すると共に、前記作業機に対する動作指令を補正する作業機  
 械において、  
 前記作業機の駆動負荷を計測する負荷計測装置を備え、  
 前記コントローラには、前記バケットによる前回掘削時に前記バケット位置測定装置に  
 より測定された前記バケットの爪先位置と前記負荷計測装置により計測された前記駆動負  
 荷とを基に生成されたバケットの爪先位置と地表高さとの関係を示す高さマップおよび、  
 バケットの爪先位置と単位掘削深さあたりの負荷である単位負荷との関係を示す負荷マッ  
 プを有する土質マップが記憶されており、  
 前記コントローラは、前記バケットの爪先目標位置と前記土質マップの前記高さマップ

10

20

と前記土質マップの前記負荷マップとを基に演算される掘削負荷の推定値である推定負荷が大きくなるに従って、前記作業機の掘削力が増大するように前記動作指令を補正すると共に、前記バケット位置測定装置により測定された前記バケットの爪先位置と前記負荷計測装置により計測された前記駆動負荷とに基づいて前記土質マップの前記高さマップと前記土質マップの前記負荷マップを更新する

ことを特徴とする作業機械。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記コントローラは、

前記土質マップの前記高さマップと前記バケット爪先位置に含まれるバケット爪先前後左右位置とを基に、前記バケット爪先前後左右位置における地表高さを演算し、

前記地表高さから前記バケット爪先位置に含まれるバケット爪先高さを差し引くことにより掘削深さを演算し、

前記動作指令と前記駆動負荷とを基に前記掘削負荷を演算し、

前記掘削負荷を前記掘削深さで除算することにより前記単位負荷を演算する

ことを特徴とする作業機械。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記コントローラは、

前記土質マップの前記高さマップと前記バケット爪先位置に含まれるバケット爪先前後左右位置とを基に、前記バケット爪先前後左右位置における地表高さを演算し、

前記バケット爪先位置に含まれるバケット爪先高さが前記地表高さを下回った場合に、前記土質マップを更新する

ことを特徴とする作業機械。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記コントローラは、

前記土質マップの前記高さマップに含まれる地表高さの初期値を前記作業機の最大到達高さよりも大きい値に設定し、

前記土質マップの前記負荷マップに含まれる単位負荷の初期値をゼロ以下の値に設定する

ことを特徴とする作業機械。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記コントローラは、

前記土質マップの前記負荷マップと前記バケット爪先目標位置に含まれるバケット爪先目標前後左右位置とを基に、前記バケット爪先目標前後左右位置における単位掘削深さ当たりの掘削負荷である単位負荷を演算し、

前記土質マップの前記高さマップに含まれる地表高さ情報と前記バケット爪先目標前後左右位置とを基に、前記バケット爪先目標前後左右位置における地表高さを演算し、

前記地表高さから前記バケット爪先目標位置に含まれるバケット爪先目標高さを差し引くことにより掘削深さを演算し、

前記単位負荷と前記掘削深さとを掛け合わせるにより前記推定負荷を演算する

ことを特徴とする作業機械。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の作業機械において、

前記コントローラは、前記推定負荷が大きくなるに従って前記動作指令に含まれるブーム動作指令をブーム下げ側に補正する

ことを特徴とする作業機械。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の作業機械において、

10

20

30

40

50

表示装置を更に備え、  
前記コントローラは、  
前記土質マップの前記高さマップと前記バケット爪先位置とを基に高さマップ表示情報を生成し、  
前記土質マップの前記負荷マップと前記バケット爪先位置に含まれるバケット爪先前後左右位置とを基に負荷マップ表示情報を生成し、  
前記高さマップ表示情報と前記負荷マップ表示情報とを前記表示装置に出力することを特徴とする作業機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、油圧ショベル等の作業機械に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の油圧ショベル等の作業機械に搭載された油圧システムとしては、エンジン等の原動機と、原動機により駆動される油圧ポンプと、油圧ポンプから吐出された圧油により駆動されるアクチュエータと、油圧ポンプからアクチュエータに供給される圧油の方向および流量を制御する方向制御弁とで構成されたものが知られている。アクチュエータの動作方向と動作速度は、操縦者が作業機械に備えられた操作レバー等の操作装置を操作することで決定される。

20

【0003】

設計面通りに地面を掘削する作業で操縦者の操作を補助できる半自動制御を搭載したショベル（半自動ショベル）を開示するものとして、例えば特許文献1、2がある。

【0004】

特許文献1には、施工対象を施工するために作業機械が有する作業機を制御する装置において、前記作業機が有する作業具が予め定められた目標の形状に侵入しないように前記作業機を制御する制御部と、前記施工対象の仕上りの目標となる形状である目標施工地形に対する前記作業具の姿勢に基づいて、前記目標の形状を、前記目標施工地形から予め定められた距離だけ離れたオフセット地形又は前記目標施工地形とする切替部と、を含む、作業機械の制御装置が記載されている。

30

【0005】

特許文献2には、下部走行体と、前記下部走行体に搭載される上部旋回体と、前記上部旋回体に取り付けられるアタッチメント（作業機）と、前記アタッチメントの姿勢を検出する姿勢検出装置と、制御装置と、を備えるショベルであって、前記制御装置は、前記姿勢検出装置が検出した前記アタッチメントの姿勢の推移に基づいて作業対象の地面の現在の形状に関する情報を取得し、前記姿勢検出装置が検出する前記アタッチメントの姿勢と、前記取得した作業対象の地面の現在の形状に関する情報とに基づいて前記アタッチメントが作業対象の地面に接触しているかを判定し、前記アタッチメントが作業対象の地面に接触していると判定した場合、前記アタッチメントによる駆動力を増大させるショベルが記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】W O 2 0 1 6 / 1 2 9 7 0 8 号公報

【0007】

【文献】特開 2 0 1 6 - 1 6 9 5 7 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、半自動ショベルではないショベルを用いて地面を掘削を行う場合、操縦者は

50

掘削深さや地中の土質（主に地盤の硬さ）を考慮し、意図通りにショベルが動作するように操作を行っている。例えば、地面を掘り下げていくような施工であれば、前回の掘削時の操作感から土質を推定し、それに応じて操作量を加減している。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、特許文献 1 , 2 に記載の半自動ショベルでは、作業機（アタッチメント）を制御する際に土質を考慮していないため、同じように作業機を制御した場合でも土質に応じて作業機の動作が変動する。その結果、土質が一定でない地面に対して設計面通りに掘削することが困難となる。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、掘削深さや土質の違いに関わらず半自動制御の施工精度を維持することができる作業機械を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記目的を達成するために、本発明は、ブームとアームとバケットとを有する作業機と、前記作業機の動作を指示する操作装置と、前記操作装置から出力される操作信号に応じて前記作業機の動作を制御する動作指令を出力するコントローラと、設計面を入力する施工目標決定装置と、前記バケットの爪先位置を測定するバケット位置測定装置とを備え、前記コントローラは、前記バケットによる掘り過ぎを防止するために、前記施工目標決定装置に入力された前記設計面と前記バケット位置測定装置から測定された前記バケットの爪先位置との偏差が小さくなるほど前記バケットの動作速度が制限されるように前記バケットの爪先目標位置を演算すると共に、前記作業機に対する動作指令を補正する作業機械において、前記作業機の駆動負荷を計測する負荷計測装置を備え、前記コントローラには、前記バケットによる前回掘削時に前記バケット位置測定装置により測定された前記バケットの爪先位置と前記負荷計測装置により計測された前記駆動負荷とを基に生成されたバケットの爪先位置と地表高さとの関係を示す高さマップおよび、バケットの爪先位置と単位掘削深さあたりの負荷である単位負荷との関係を示す負荷マップを有する土質マップが記憶されており、前記コントローラは、前記バケットの爪先目標位置と前記土質マップの前記高さマップと前記土質マップの前記負荷マップとを基に演算される掘削負荷の推定値である推定負荷が大きくなるに従って、前記作業機の掘削力が増大するように前記動作指令を補正すると共に、前記バケット位置測定装置により測定された前記バケットの爪先位置と前記負荷計測装置により計測された前記駆動負荷とに基づいて前記土質マップの前記高さマップと前記土質マップの前記負荷マップを更新するものとする。

【 0 0 1 2 】

以上のように構成した本発明によれば、作業機に対する動作指令とバケット位置測定装置から出力されるバケット爪先位置と負荷計測装置から出力される駆動負荷とを基に土質情報が取得され、バケット爪先位置と土質情報とを基に土質マップが生成され、土質マップとバケット爪先目標位置とを基に掘削負荷の推定値である推定負荷が演算され、推定負荷に応じて前記動作指令が補正される。これにより、半自動制御による動作指令が掘削深さや土質の違いに応じて補正されるため、掘削深さや土質の違いに関わらず半自動制御の施工精度を維持することが可能となる。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、半自動制御を搭載した作業機械において、掘削深さや土質の違いに関わらず半自動制御の施工精度を維持することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の第 1 の実施例に係る油圧ショベルの側面図である。

【図 2】図 1 に示す油圧ショベルに搭載される油圧制御システムの概略構成図である。

【図 3】図 2 に示すコントローラの機能ブロック図である。

【図 4】図 1 に示すバケット位置測定システムから出力されるバケット爪先位置を 3 次元

10

20

30

40

50

空間上で表すための座標系を示す図である。

【図 5】図 3 に示す土質取得部の演算ロジックを示す図である。

【図 6】バケット爪先位置と地表高さと掘削深さとの関係を示す図である。

【図 7】図 3 に示す土質マップ更新判断部の演算ロジックを示す図である。

【図 8】図 3 に示す土質マップ生成部の演算ロジックを示す図である。

【図 9】図 3 に示す土質マップ生成部の演算ロジックの初期状態を示す図である。

【図 10】図 3 に示す負荷推定部の演算ロジックを示す図である。

【図 11】図 3 に示す指令補正部の演算ロジックを示す図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施例におけるコントローラの機能ブロック図である。

【図 13】図 12 に示す土質マップ表示指令部の演算ロジックを示す図である。

【図 14】表示装置の表示画面の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態に係る作業機械として油圧ショベルを例に挙げ、図面を参照して説明する。なお、各図中、同等の部材には同一の符号を付し、重複した説明は適宜省略する。

【実施例 1】

【0016】

図 1 は、本発明の第 1 の実施例に係る油圧ショベルの側面図である。

【0017】

図 1 に示すように、油圧ショベル 200 は、走行体 1 と、この走行体 1 上に旋回装置 8 を介して旋回可能に搭載された旋回体 2 と、この旋回体 2 の前側に上下方向に回動可能に連結されたフロント作業機 210 とを備えている。

【0018】

旋回体 2 は、基礎下部構造をなす旋回フレーム 2a を有する。旋回フレーム 2a の前側には、フロント作業機 210 が上下方向に回動可能に連結されている。旋回フレーム 2a の後側には、フロント作業機 210 との重量バランスを取るためのカウンタウェイト 3 が取り付けられている。旋回フレーム 2a の左側前部には、運転室 4 が設けられている。運転室 4 内には、フロント作業機 210 および旋回体 2 を操作するための操作装置としての左右の操作レバー装置 15L, 15R (図 2 に示す) 等が配置されている。旋回フレーム 2a 上には、原動機としてのエンジン (図示せず)、エンジンによって駆動される 1 つまたは複数の油圧ポンプからなるポンプ装置 9、旋回装置 8 を駆動する旋回モータ 8a、ポンプ装置 9 から旋回モータ 8a および後述するブームシリンダ 5a、アームシリンダ 6a、バケットシリンダ 7a を含む複数の油圧アクチュエータに供給される圧油の流れを制御する複数の方向制御弁からなるコントロールバルブユニット 10 等が搭載されている。

【0019】

フロント作業機 210 は、基端部が旋回フレーム 2a の右側前部に上下方向に回動可能に連結されたブーム 5 と、このブーム 5 の先端部に上下、前後方向に回動可能に連結され、ブーム 5 によって昇降されるアーム 6 と、このアーム 6 の先端部に上下、前後方向に回動可能に連結され、ブーム 5 またはアーム 6 によって昇降される作業具としてのバケット 7 と、ブーム 5 を駆動するブームシリンダ 5a と、アーム 6 を駆動するアームシリンダ 6a と、バケット 7 を駆動するバケットシリンダ 7a とを備えている。バケット 7 には、バケット位置測定装置 11 が取り付けられている。なお、図 1 では、バケット位置測定装置 11 を直接バケット爪先位置を測るようなものとして図示しているが、旋回体 2、ブーム 5、アーム 6 およびバケット 7 のそれぞれの位置関係からバケット爪先位置を演算するようなものでもよい。

【0020】

図 2 は、油圧ショベル 200 に搭載される油圧制御システムの概略構成図である。

【0021】

図 2 に示すように、油圧制御システム 300 は、コントローラ 20 と、施工目標を決定

10

20

30

40

50

するための施工目標決定装置 21 と、コントローラ 20 から出力される情報を表示する表示装置 22 と、油圧シヨベル 200 の動作をコントローラ 20 に指示するための左右の操作レバー装置 15 L, 15 R と、バケット位置測定装置 11 と、圧力センサ 24 と、油圧装置 23 とを備えている。

【0022】

左右の操作レバー装置 15 L, 15 R は、操縦者によるレバー操作に応じた操作信号を出力する。圧力センサ 24 は、アクチュエータ 5 a, 6 a, 7 a の負荷圧を圧力信号（圧力情報）に変換して出力する。

【0023】

コントローラ 20 は、左右の操作レバー装置 15 L, 15 R からの操作信号と、施工目標決定装置 21 からの施工目標情報と、バケット位置測定装置 11 からのバケット爪先位置と、圧力センサ 24 からの圧力情報とに応じて、油圧装置 23 に動作指令を出力する。

【0024】

油圧装置 23 は、コントローラ 20 からの動作指令に応じて、ブームシリンダ 5 a、アームシリンダ 6 a、バケットシリンダ 7 a 等に圧油を供給し、ブーム 5、アーム 6、バケット 7 等を駆動する。

【0025】

図 3 は、コントローラ 20 の機能ブロック図である。

【0026】

図 3 に示すように、コントローラ 20 は、動作指令部 30 と、半自動制御部 31 と、土質取得部 32 と、土質マップ更新判断部 33 と、土質マップ生成部 34 と、負荷推定部 35 と、指令補正部 36 とを有する。

【0027】

動作指令部 30 は、左右の操作レバー装置 15 L, 15 R から入力される操作信号（左右のレバー操作量）を基に、アクチュエータ 5 a, 6 a, 7 a の目標動作速度を決定し、目標動作速度に応じた動作指令を半自動制御部 31 に出力する。

【0028】

半自動制御部 31 には、動作指令部 30 から動作指令が入力され、バケット位置測定装置 11 からバケット爪先位置が入力され、施工目標決定装置 21 から施工目標情報が入力される。半自動制御部 31 は、バケット 7 による掘り過ぎを防止するため、施工目標情報に含まれる設計面とバケット爪先位置との偏差が小さくなるほどアクチュエータの目標動作速度が制限されるように、動作指令部 30 から入力される動作指令を補正し、土質取得部 32 と指令補正部 36 とに出力する。また、半自動制御部 31 は、施工目標情報に含まれる設計面とバケット爪先位置とを基にバケット爪先目標位置を演算し、負荷推定部 35 に出力する。

【0029】

土質取得部 32 には、バケット位置測定装置 11 からバケット爪先位置が入力され、圧力センサ 24 から圧力情報が入力され、半自動制御部 31 から動作指令が入力され、後述する土質マップ生成部 34 から土質マップが入力される。土質取得部 32 は、これらの入力を基にバケット爪先位置における土質情報を取得し、土質マップ生成部 34 に出力する。また、土質取得部 32 は、バケット位置測定装置 11 からバケット爪先位置を土質マップ更新判断部 33 および土質マップ生成部 34 に出力する。

【0030】

土質マップ更新判断部 33 には、土質取得部 32 からバケット爪先位置が入力され、土質マップ生成部 34 から土質マップが入力される。土質マップ更新判断部 33 は、これらの入力を基に土質マップの更新要否を判断し、更新要否を示す更新フラグを土質マップ生成部 34 に出力する。

【0031】

土質マップ生成部 34 には、土質取得部 32 からバケット爪先位置および土質情報が入力され、土質マップ更新判断部 33 から更新フラグが入力される。土質マップ生成部 34

10

20

30

40

50

は、更新フラグがOFFの場合は土質マップを保持し（更新せず）、更新フラグが1の場合はバケット爪先位置における土質情報で土質マップを更新する。土質マップ生成部34は、土質マップを土質取得部32と土質マップ更新判断部33と負荷推定部35とに出力する。

#### 【0032】

負荷推定部35は、半自動制御部31から入力されるバケット爪先目標位置情報と土質マップ生成部34から入力される土質マップとを基に掘削負荷の推定値（推定負荷）を演算し、指令補正部36に出力する。

#### 【0033】

指令補正部36は、半自動制御部31から入力される動作指令を負荷推定部35から入力される推定負荷に応じて補正し、油圧装置23に出力する。

10

#### 【0034】

図4は、バケット位置測定装置11から出力されるバケット爪先位置を3次元空間上で表すための座標系を示す図である。

#### 【0035】

図4において、X方向が車体の前後方向に対応し、Y方向が車体の左右方向に対応し、Z方向が車体の高さ方向に対応する。本実施例では、車体前後左右方向におけるバケット爪先位置をバケット爪先XY位置と称し、車体高さ方向におけるバケット爪先位置をバケット爪先Z位置と称する。

#### 【0036】

図5は、土質取得部32の演算ロジックを示す図である。

20

#### 【0037】

図5において、土質取得部32は、入力処理部40と、地表高さ演算部41と、掘削深さ演算部42と、掘削深さ補正部43と、掘削負荷演算部44と、負荷補正部45と、単位負荷演算部46と、出力処理部47とを有する。

#### 【0038】

入力処理部40は、土質マップ生成部34から入力される土質マップから地表高さ情報を抽出し、地表高さ演算部41に出力する。ここで、地表高さ情報とは、施工対象である地表面の各水平位置に地表高さを対応づけたものである。

#### 【0039】

地表高さ演算部41は、入力処理部40から入力される地表高さ情報とバケット爪先情報に含まれるバケット爪先XY位置とを基にバケット爪先XY位置における地表高さを演算し、掘削深さ演算部42に出力する。

30

#### 【0040】

掘削深さ演算部42は、地表高さ演算部41から入力される地表高さからバケット位置測定装置11から入力されるバケット爪先情報に含まれるバケット爪先Z位置を差し引くことにより掘削深さを演算し、掘削深さ補正部43に出力する。バケット爪先位置と地表高さと掘削深さとの関係を図6に示す。

#### 【0041】

図5に戻り、掘削深さ補正部43は、掘削深さ演算部42から入力される掘削深さが0以下の値とならないように補正し、単位負荷演算部46に出力する。具体的には、掘削深さ演算部42から入力される掘削深さが0より僅かに大きく設定された閾値aを下回った場合に、掘削深さとしてaを出力する。このように掘削深さ補正部43で補正を行うのは、後述する単位負荷演算部46の演算結果が発散するのを防ぐためである。

40

#### 【0042】

掘削負荷演算部44には、半自動制御部31から動作指令が入力され、圧力センサ24から圧力情報が入力される。掘削負荷演算部44は、動作指令に含まれるブーム動作指令値 $S_{pbm}$ と圧力情報に含まれるブーム圧力 $P_{bm}$ とを基に掘削負荷を演算し、負荷補正部45に出力する。例えば、ブーム上げ方向（ $S_{pbm} > 0$ ）ならば $-P_{bm} + P_{bmset1}$ を掘削負荷として演算し、ブーム上げ方向でないならば $P_{bm} - P_{bmset2}$ を

50

掘削負荷として演算する。ここで、 $Pbmset1$ と $Pbmset2$ は固定値であり、例えば、 $Pbmset1$ はブーム5を空中で保持している時のブーム圧力と同程度の値に設定され、 $Pbmset2$ はバケット7を地面に接触させた状態でブーム下げ操作を開始した直後のブーム圧力と同程度の値に設定される（すなわち、 $Pbmset2$ は微小な値であり、 $Pbmset1$ よりもずっと小さい）。

ブーム上げ方向か否かで掘削負荷の演算式を変えているのは、ブーム動作方向によってポンプ装置9から吐出される油がブームシリンダ5aのボトム側に入流するかロッド側に入流するかが変わり、ブーム5に加わる油の力の方向と大きさが変わるためである。

#### 【0043】

負荷補正部45は、掘削負荷演算部44から入力される掘削負荷が0以上の値となるように補正し、単位負荷演算部46に出力する。このように負荷補正部45で補正を行うのは、掘削負荷が負の値になるのを防ぐためである。

10

#### 【0044】

単位負荷演算部46は、負荷補正部45から入力される掘削負荷を掘削深さ補正部43から入力される掘削深さで割ることにより単位掘削深さ当たりの負荷（単位負荷）を演算し、出力処理部47に出力する。

#### 【0045】

出力処理部47は、バケット位置測定装置11から入力されるバケット爪先位置を土質マップ更新判断部33および土質マップ生成部34に出力し、単位負荷演算部46から入力される単位負荷を土質マップ生成部34に出力する。

20

#### 【0046】

このように土質取得部32を構成することで、掘削深さとブーム5に加わる負荷を基に、単位掘削深さ当たりの掘削負荷（単位負荷）を求めることができる。

#### 【0047】

図7は、土質マップ更新判断部33の演算ロジックを示す図である。

#### 【0048】

図7において、土質マップ更新判断部33は、入力処理部50、51と、地表高さ演算部53と、掘削深さ演算部55と、更新フラグ出力部57とを有する。

#### 【0049】

入力処理部50は、土質取得部32から入力されるバケット爪先位置からバケット爪先XY位置およびバケット爪先Z位置を抽出し、地表高さ演算部53および掘削深さ演算部55にそれぞれ出力する。

30

#### 【0050】

入力処理部51は、土質マップ生成部34から入力される土質マップから地表高さ情報を抽出し、地表高さ演算部53に出力する。

#### 【0051】

地表高さ演算部53は、入力処理部50から入力されるバケット爪先XY位置と入力処理部51から入力される地表高さ情報とを基にバケット爪先XY位置における地表高さを演算し、掘削深さ演算部55に出力する。

#### 【0052】

40

掘削深さ演算部55は、地表高さ演算部53から入力される地表高さから入力処理部50から入力されるバケット爪先Z位置を差し引くことにより掘削深さを演算し、更新フラグ出力部57に出力する。

#### 【0053】

更新フラグ出力部57は、掘削深さ演算部55から入力される掘削深さが0よりも大きい（すなわち、バケット爪先位置が地表高さよりも低い）場合に更新フラグの値を1に設定し、そうでない場合に更新フラグの値を0に設定する。更新フラグ出力部57は、更新フラグを土質マップ生成部34に出力する。

#### 【0054】

このように土質マップ更新判断部33を構成することで、バケット爪先Z位置で示され

50



るバケット爪先の高さが土質マップにおける地表高さ（前回掘削時のバケット爪先の高さ）を下回った場合に限り、土質マップの更新を行うという判断がなされる。

【 0 0 5 5 】

図 8 は、土質マップ生成部 3 4 の演算ロジックを示す図である。

【 0 0 5 6 】

土質マップ生成部 3 4 は、入力処理部 7 0 と、出力切替部 7 2 と、地表高さ情報格納部 7 3 と、単位負荷情報格納部 7 4 と、高さマップ生成部 7 5 と、負荷マップ生成部 7 6 と、出力処理部 7 7 , 7 8 と、地表高さ演算部 7 9 と、単位負荷演算部 8 0 とを有する。

【 0 0 5 7 】

入力処理部 7 0 は、土質取得部 3 2 から入力されるバケット爪先位置（バケット爪先 X Y 位置、バケット爪先 Z 位置）および単位負荷を出力切替部 7 2 に出力し、バケット爪先 X Y 位置を出力処理部 7 8、地表高さ演算部 7 9、および単位負荷演算部 8 0 に出力する。

【 0 0 5 8 】

以下、土質マップ更新判断部 3 3 から入力される更新フラグの値に応じた動作を説明する。

・更新フラグが 1 の場合

出力切替部 7 2 は、入力処理部 7 0 から入力されるバケット爪先位置（バケット爪先 X Y 位置、バケット爪先 Z 位置）および単位負荷を選択し、地表高さ情報格納部 7 3 および単位負荷情報格納部 7 4 に出力する。

【 0 0 5 9 】

地表高さ情報格納部 7 3 は、出力切替部 7 2 から入力されるバケット爪先 Z 位置を、出力切替部 7 2 から入力されるバケット爪先 X Y 位置における地表高さとして記憶する。

【 0 0 6 0 】

単位負荷情報格納部 7 4 は、出力切替部 7 2 から入力される単位負荷を、出力切替部 7 2 から入力されるバケット爪先 X Y 位置における単位負荷として記憶する。なお、図 8 において、地表高さ情報格納部 7 3 と単位負荷情報格納部 7 4 は 4 点記憶するように記載しているが、記憶する点数は適宜変更して構わない。

【 0 0 6 1 】

高さマップ生成部 7 5 は、地表高さ情報格納部 7 3 が記憶している情報を基に、バケット爪先 X Y 位置と地表高さとの関係を示す高さマップを生成し、出力処理部 7 7 に出力する。

【 0 0 6 2 】

負荷マップ生成部 7 6 は、単位負荷情報格納部 7 4 が記憶している情報を基に、バケット爪先 X Y 位置と単位負荷との関係を示す負荷マップを生成し、出力処理部 7 7 に出力する。

【 0 0 6 3 】

高さマップ生成部 7 5 および負荷マップ生成部 7 6 におけるマップ生成にあたっては、適当な処理が行われる。例えば、記憶した点と点の間は線形補間がなされ、線形補完ができない区間（施工対象の地表面の外縁の最も近くに位置する点から当該外縁までの区間）は、その外縁の最も近くに位置する点の地表高さと単位負荷が保持される。

【 0 0 6 4 】

出力処理部 7 7 は、高さマップ生成部 7 5 で生成された高さマップと負荷マップ生成部 7 6 で生成された負荷マップとを合わせて負荷推定部 3 5 に出力する。

・更新フラグが 0 の場合

地表高さ演算部 7 9 は、入力処理部 7 0 から入力されるバケット爪先 X Y 位置と地表高さ情報格納部 7 3 から入力される地表高さ情報とを基に、バケット爪先 X Y 位置におけるバケット爪先 Z 位置を演算し、出力処理部 7 8 に出力する。

【 0 0 6 5 】

単位負荷演算部 8 0 は、入力処理部 7 0 から入力されるバケット爪先 X Y 位置と単位負荷情報格納部 7 4 から入力される単位負荷情報とを基に、バケット爪先 X Y 位置における

10

20

30

40

50

単位負荷情報を演算し、出力処理部 7 8 に出力する。

【 0 0 6 6 】

出力処理部 7 8 は、地表高さ演算部 7 9 から入力される地表高さと単位負荷演算部 8 0 から入力される単位負荷情報とを合わせて出力切替部 7 2 に出力する。

【 0 0 6 7 】

出力切替部 7 2 は、出力処理部 7 8 の出力を選択し、地表高さ情報格納部 7 3 および単位負荷情報格納部 7 4 に出力する。地表高さ情報格納部 7 3 および単位負荷情報格納部 7 4 においては、出力切替部 7 2 から自身が保持している値と同一の値が入力されるので、値の更新は行われない。高さマップ生成部 7 5 と負荷マップ生成部 7 6 においても、地表高さ情報格納部 7 3 と単位負荷情報格納部 7 4 の値が更新されないため、マップの更新は行われない。

10

【 0 0 6 8 】

このように土質マップ生成部 3 4 を構成することで、更新フラグが 1 ( バケット爪先が前回掘削時のバケット爪先より下に位置 ) の場合は地表高さ情報と単位負荷情報が更新され、更新フラグが 0 ( バケット爪先が前回掘削時のバケット爪先と同じかそれより上に位置 ) の場合は地表高さ情報と単位負荷情報が更新されずに前回値が保持される。つまり、バケット 7 で地面を掘り進めている時のみ土質マップが更新され、バケット 7 の空中移動時などは土質マップは更新されない。

【 0 0 6 9 】

図 9 は、土質マップ生成部 3 4 の演算ロジックの初期状態を示す図である。地表高さ情報格納部 7 3 には、油圧ショベル 2 0 0 の作業範囲より計算できるバケット最大高さより大きい地表高さが ( 例えば 9 9 9 9 ) が入力されている。単位負荷情報格納部 7 4 には、単位負荷として 0 が入力されている。

20

【 0 0 7 0 】

このように構成することで、高さマップ生成部 7 5 と負荷マップ生成部 7 6 が不定となることを防止することができる。また、地表高さ情報格納部 7 3 には、油圧ショベル 2 0 0 の作業範囲より計算できるバケット最大高さより大きい地表高さが入力されているので、油圧ショベル 2 0 0 が動作すれば土質マップ更新判断部 3 3 の掘削深さ演算部 5 5 で演算される掘削深さが 0 より大きくなり、更新フラグ出力部 5 7 から出力される更新フラグが 1 となる。そして土質マップ生成部 3 4 において、土質取得部 3 2 から入力される土質情報を基にして地表高さ情報格納部 7 3 と単位負荷情報格納部 7 4 の値が更新される。つまり、油圧ショベル 2 0 0 の動作に応じて土質マップを確実に生成することができる。

30

【 0 0 7 1 】

図 1 0 は、負荷推定部 3 5 の演算ロジックを示す図である。

【 0 0 7 2 】

図 1 0 において、負荷推定部 3 5 は、入力処理部 9 0 と、単位負荷演算部 9 1 と、地表高さ演算部 9 2 と、掘削深さ演算部 9 3 と、掘削深さ補正部 9 4 と、負荷演算部 9 5 とを有する。

【 0 0 7 3 】

入力処理部 9 0 は、土質マップ生成部 3 4 から入力される土質マップから単位負荷情報および地表高さ情報を抽出し、単位負荷演算部 9 1 および地表高さ演算部 9 2 にそれぞれ出力する。ここで、単位負荷情報とは、施工対象である地表面の各水平位置に単位負荷を対応付けたものである。

40

【 0 0 7 4 】

単位負荷演算部 9 1 は、入力処理部 9 0 から入力される単位負荷情報とバケット爪先目標位置に含まれるバケット爪先目標 X Y 位置とを基にバケット爪先目標 X Y 位置における単位負荷を演算し、負荷演算部 9 5 に出力する。

【 0 0 7 5 】

地表高さ演算部 9 2 は、入力処理部 9 0 から入力される地表高さ情報と半自動制御部 3 1 から入力されるバケット爪先目標位置に含まれるバケット爪先目標 X Y 位置とを基にバ

50

ケット爪先目標 X Y 位置における地表高さを演算し、掘削深さ演算部 9 3 に出力する。

【 0 0 7 6 】

掘削深さ演算部 9 3 は、地表高さ演算部 9 2 から入力される地表高さからバケット爪先目標位置に含まれるバケット爪先目標 Z 位置を差し引くことにより掘削深さを演算し、掘削深さ補正部 9 4 に出力する。

【 0 0 7 7 】

掘削深さ補正部 9 4 は、掘削深さ演算部 9 3 から入力される掘削深さが 0 以下の値とならないように補正し、負荷演算部 9 5 に出力する。このように掘削深さ補正部 9 4 で補正を行うのは、後述する負荷演算部 9 5 の演算結果が負の値とならないようにするためである。

10

【 0 0 7 8 】

負荷演算部 9 5 は、単位負荷演算部 9 1 から入力される単位負荷と掘削深さ補正部 9 4 から入力される掘削深さとを掛け合わせるにより推定負荷を演算し、指令補正部 3 6 に出力する。

【 0 0 7 9 】

このように負荷推定部 3 5 を構成することで、バケット爪先目標位置における掘削負荷を推定することができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 は、指令補正部 3 6 の演算ロジックを示すである。

【 0 0 8 1 】

20

図 1 1 において、指令補正部 3 6 は、ブーム動作指令補正部 1 0 0 を有する。

【 0 0 8 2 】

ブーム動作指令補正部 1 0 0 は、半自動制御部 3 1 から入力されるブーム動作指令を負荷推定部 3 5 から入力される推定負荷に応じて補正し、油圧装置 2 3 に出力する。ブーム動作指令補正部 1 0 0 は、推定負荷が大きいほどブーム動作指令をブーム下げ側に補正する。

【 0 0 8 3 】

このように指令補正部 3 6 を構成することで、推定負荷に応じてフロント作業機 2 1 0 の掘削力が大きくなるように油圧装置 2 3 に対する動作指令を補正することができる。なお、図示は省略するが、アーム動作指令補正部およびバケット指令補正部を更に設け、推定負荷に応じてアーム動作指令およびバケット動作指令をクラウド側に補正しても良い。

30

【 0 0 8 4 】

本実施例では、ブーム 5 とアーム 6 とバケット 7 とを有する作業機 2 1 0 と、作業機 2 1 0 の動作を指示する操作装置 1 5 L , 1 5 R と、操作装置 1 5 L , 1 5 R から出力される操作信号に応じて作業機 2 1 0 の動作を制御するコントローラ 2 0 と、施工目標を決定する施工目標決定装置 2 1 と、バケット 7 の爪先位置を測定するバケット位置測定装置 1 1 とを備え、コントローラ 2 0 は、操作装置 1 5 L , 1 5 R から出力される操作信号を作業機 2 1 0 に対する動作指令に変換し、前記動作指令を施工目標決定装置 2 1 から出力される施工目標に応じて補正する作業機械 2 0 0 において、作業機 2 1 0 の駆動負荷を計測する負荷計測装置 2 4 を備え、コントローラ 2 0 は、施工目標決定装置 2 1 から出力される施工目標とバケット位置測定装置 1 1 から出力されるバケット爪先位置とを基にバケット爪先目標位置を演算し、前記動作指令とバケット位置測定装置 1 1 から出力されるバケット爪先位置と負荷計測装置 2 4 から出力される駆動負荷とを基に土質情報を取得し、前記バケット爪先位置と前記土質情報とを基に土質マップを生成し、前記土質マップと前記バケット爪先目標位置とを基に掘削負荷の推定値である推定負荷を演算し、前記推定負荷に応じて前記動作指令を補正する。

40

【 0 0 8 5 】

以上のように構成した本実施例によれば、作業機 2 1 0 に対する動作指令とバケット位置測定装置 1 1 から出力されるバケット爪先位置と負荷計測装置 2 4 から出力される駆動負荷とを基に土質情報が取得され、バケット爪先位置と土質情報とを基に土質マップが生

50

成され、土質マップとバケット爪先目標位置とを基に掘削負荷の推定値である推定負荷が演算され、推定負荷に応じて前記動作指令が補正される。これにより、半自動制御による動作指令が掘削深さや土質の違いに応じて補正されるため、掘削深さや土質の違いに関わらず半自動制御の施工精度を維持することが可能となる。

【 0 0 8 6 】

また、本実施例における土質情報には、単位掘削深さ当たりの掘削負荷である単位負荷が含まれ、コントローラ 20 は、土質マップに含まれる地表高さ情報とバケット爪先位置に含まれるバケット爪先前後左右位置とを基に、バケット爪先前後左右位置における地表高さを演算し、前記地表高さからバケット爪先位置に含まれるバケット爪先高さを差し引くことにより掘削深さを演算し、作業機 210 に対する動作指令と作業機 210 の駆動負荷とを基に掘削負荷を演算し、前記掘削負荷を前記掘削深さで除算することにより単位負荷を演算する。これにより、掘削動作中に土質情報（単位負荷）を取得することが可能となる。

10

【 0 0 8 7 】

また、コントローラ 20 は、土質マップに含まれる地表高さ情報とバケット爪先位置に含まれるバケット爪先前後左右位置とを基に、バケット爪先前後左右位置における地表高さを演算し、バケット爪先位置に含まれるバケット爪先高さが前記地表高さを下回った場合に、前記土質マップを土質情報で更新する。これにより、掘削を行っていない場合に土質マップが更新されてしまうことを防ぐことができる。

【 0 0 8 8 】

20

また、コントローラ 20 は、土質マップに含まれる地表高さ情報を構成する地表高さの初期値を作業機 210 の最大到達高さよりも大きい値に設定し、土質マップに含まれる単位高さ情報を構成する単位負荷の初期値をゼロ以下の値に設定する。これにより、掘削作業中に取得した土質情報を地表高さ情報および単位負荷情報に確実に反映させることが可能となる。

【 0 0 8 9 】

また、コントローラ 20 は、土質マップに含まれる単位負荷情報とバケット爪先目標位置に含まれるバケット爪先目標前後左右位置とを基に、バケット爪先目標前後左右位置における単位掘削深さ当たりの掘削負荷である単位負荷を演算し、土質マップに含まれる地表高さ情報とバケット爪先目標前後左右位置とを基に、バケット爪先目標前後左右位置における地表高さを演算し、地表高さからバケット爪先目標位置に含まれるバケット爪先目標高さ（Z 位置）を差し引くことにより掘削深さを演算し、単位負荷と掘削深さとを掛け合わせることで推定負荷を演算する。これにより、掘削深さと土質の違いに応じて掘削負荷を推定することが可能となる。

30

【 0 0 9 0 】

また、コントローラ 20 は、推定負荷が大きくなるに従って動作指令に含まれるブーム動作指令をブーム下げ側に補正する。これにより、推定負荷が大きくなるに従って作業機 210 の掘削力が増大させることが可能となる。

【実施例 2】

【 0 0 9 1 】

40

本発明の第 2 の実施例について、第 1 の実施例との相違点を中心に説明する。

【 0 0 9 2 】

図 12 は、本実施例におけるコントローラ 20 の機能ブロック図である。

【 0 0 9 3 】

図 12 において、コントローラ 20 は、土質マップ表示指令部 37 を更に有する。土質マップ表示指令部 37 は、土質マップ生成部 34 から入力される土質マップとバケット位置測定装置 11 から入力されるバケット爪先位置とを基に表示情報を生成し、表示装置 22 に出力する。

【 0 0 9 4 】

図 13 は、土質マップ表示指令部 37 の演算ロジックを示す図である。

50

## 【 0 0 9 5 】

図 1 3 において、土質マップ表示指令部 3 7 は、入力処理部 1 1 0 と、高さマップ表示指令部 1 1 1 と、負荷マップ表示指令部 1 1 2 と、出力処理部 1 1 3 とを有する。

## 【 0 0 9 6 】

入力処理部 1 1 0 は、土質マップ生成部 3 4 から入力される土質マップから地表高さ情報および単位負荷情報を抽出し、高さマップ表示指令部 1 1 1 および負荷マップ表示指令部 1 1 2 にそれぞれ出力する。

## 【 0 0 9 7 】

高さマップ表示指令部 1 1 1 は、バケット位置測定装置 1 1 から入力されるバケット爪先位置を入力処理部 1 1 0 から入力される地表高さ情報に重ね合わせて高さマップ表示情報を生成し、出力処理部 1 1 3 に出力する。

10

## 【 0 0 9 8 】

負荷マップ表示指令部 1 1 2 は、バケット位置測定装置 1 1 から入力されるバケット爪先位置に含まれるバケット爪先 X Y 位置を入力処理部 1 1 0 から入力される単位負荷情報に重ね合わせて負荷マップ表示情報を生成し、出力処理部 1 1 3 に出力する。

## 【 0 0 9 9 】

出力処理部 1 1 3 は、高さマップ表示指令部 1 1 1 から入力される地表高さ表示情報と負荷マップ表示指令部 1 1 2 から入力される単位負荷表示情報とを合わせた表示情報を表示装置 2 2 に出力する。

## 【 0 1 0 0 】

図 1 4 は、表示装置 2 2 の表示画面の一例を示す図である。

20

## 【 0 1 0 1 】

図 1 4 において、表示装置 2 2 の表示画面 1 2 0 には、土質マップ表示指令部 3 7 から入力される高さマップ表示情報 1 2 1 と負荷マップ表示指令部 1 1 2 から入力される負荷マップ表示情報 1 2 2 とが表示される。なお、図 1 4 に示す例では、高さマップ表示情報 1 2 1 と負荷マップ表示情報 1 2 2 を分けて表示しているが、高さマップ表示情報 1 2 1 と負荷マップ表示情報 1 2 2 に色分けを施すなどして、まとめて表示しても良い。

## 【 0 1 0 2 】

本実施例におけるコントローラ 2 0 は、土質マップに含まれる地表高さ情報とバケット爪先位置とを基に高さマップ表示情報 1 2 1 を生成し、前記土質マップに含まれる単位負荷情報と前記バケット爪先位置に含まれるバケット爪前後左右位置とを基に負荷マップ表示情報 1 2 2 を生成し、高さマップ表示情報 1 2 1 と負荷マップ表示情報 1 2 2 とを表示装置 2 2 に出力する。これにより、油圧ショベル 2 0 0 の操縦者は、表示装置 2 2 の表示画面 1 2 0 でバケット爪先位置と地表面との位置関係および土質情報（単位負荷）を確認しながら掘削作業を行うことができる。

30

## 【 0 1 0 3 】

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明は、上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は、本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成に他の実施例の構成の一部を加えることも可能であり、ある実施例の構成の一部を削除し、あるいは、他の実施例の一部と置き換えることも可能である。

40

## 【 符号の説明 】

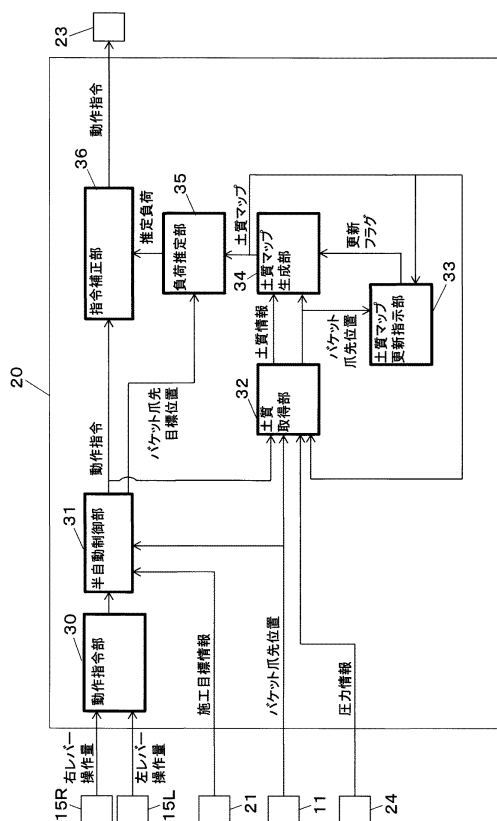
## 【 0 1 0 4 】

1 ... 走行体、2 ... 旋回体、2 a ... 旋回フレーム、3 ... カウンタウェイト、4 ... 運転室、5 ... ブーム、5 a ... ブームシリンダ、6 ... アーム、6 a ... アームシリンダ、7 ... バケット、7 a ... バケットシリンダ、8 ... 旋回装置、8 a ... 旋回モータ、9 ... ポンプ装置、1 0 ... コントロールバルブユニット、1 1 ... バケット位置測定装置、1 5 L ... 左操作レバー装置、1 5 R ... 右操作レバー装置、2 0 ... コントローラ、2 1 ... 施工目標決定装置、2 2 ... 表示装置、2 3 ... 油圧装置、2 4 ... 圧力センサ（負荷計測装置）、3 0 ... 動作指令部、3 1

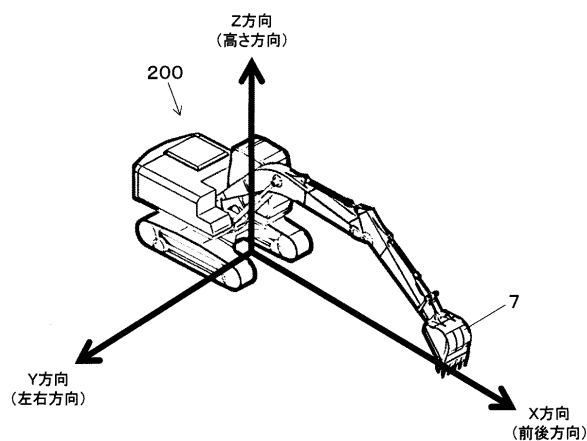
50



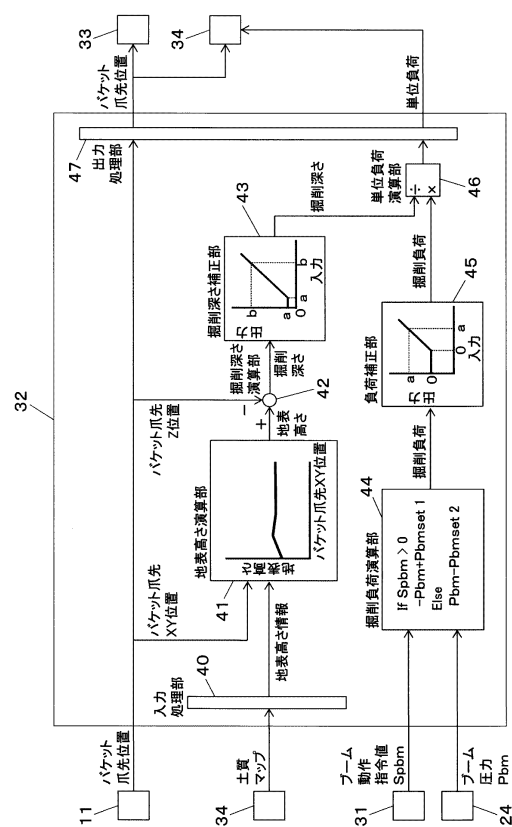
【 図 3 】



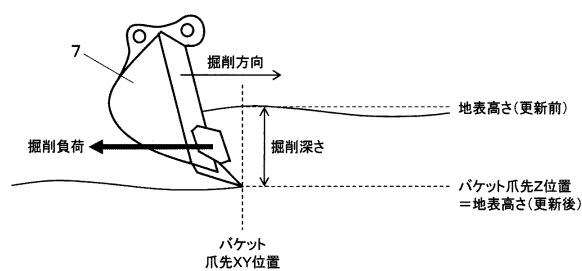
【 図 4 】



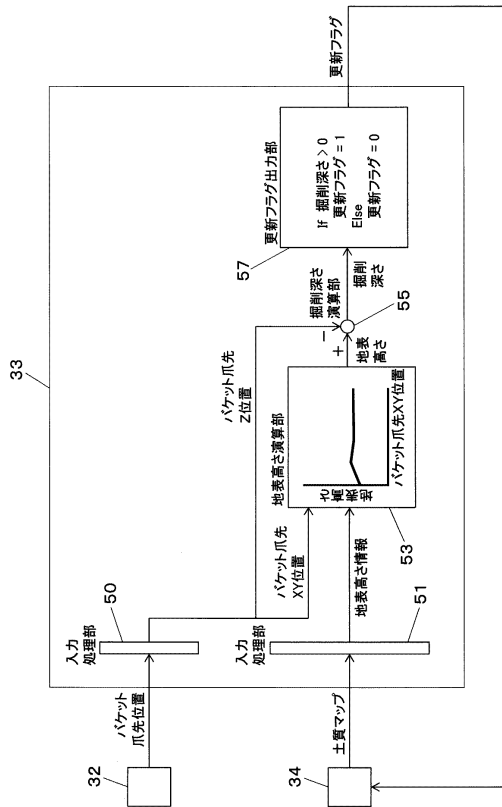
【圖 5】



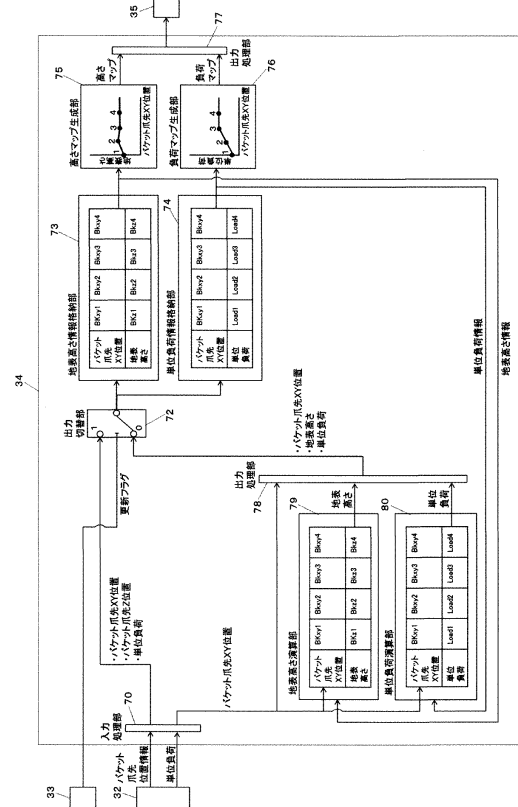
【図 6】



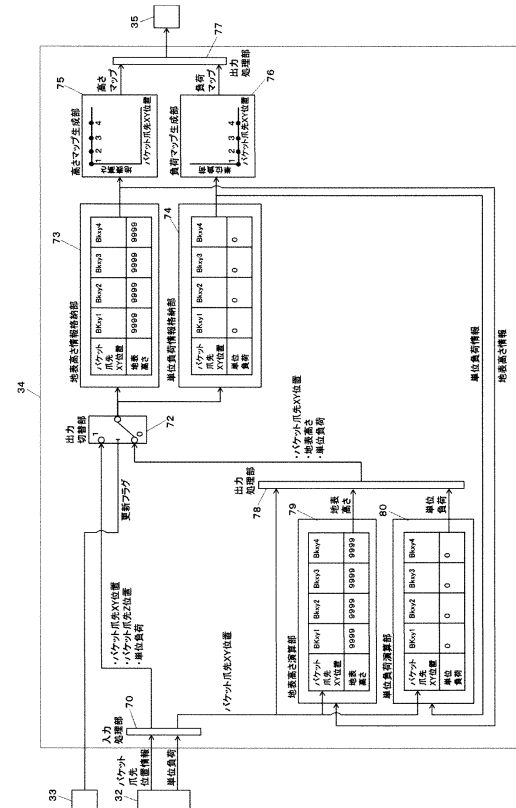
【図 7】



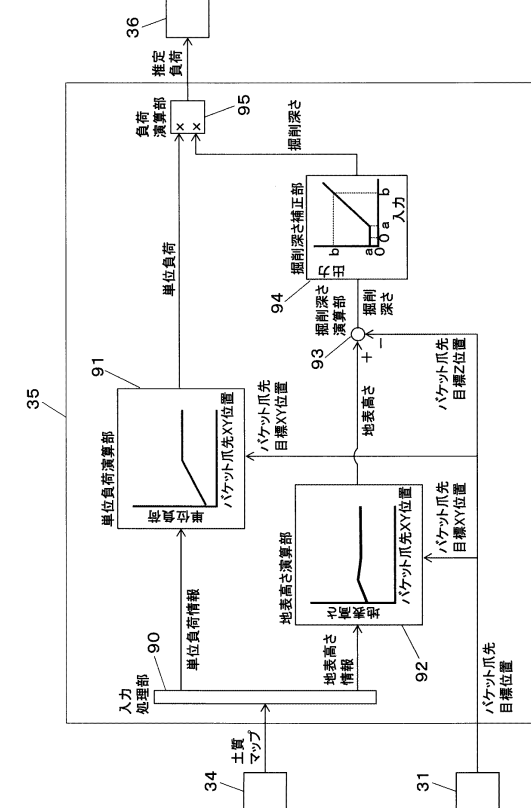
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

20

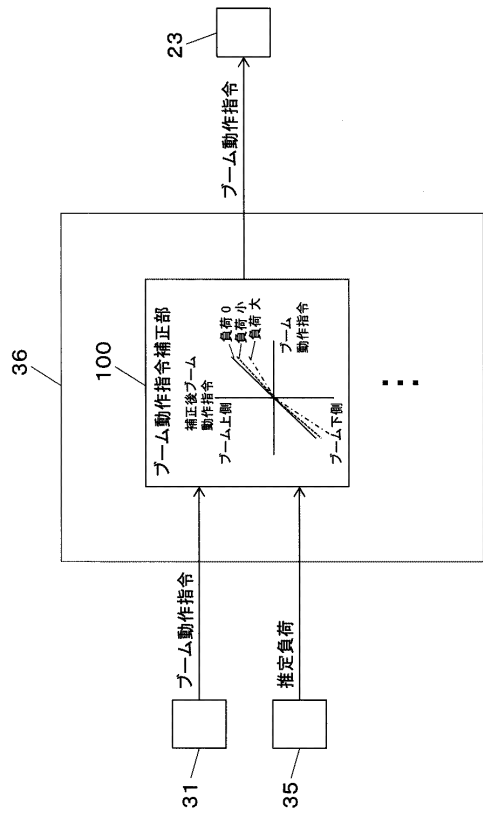
30

40

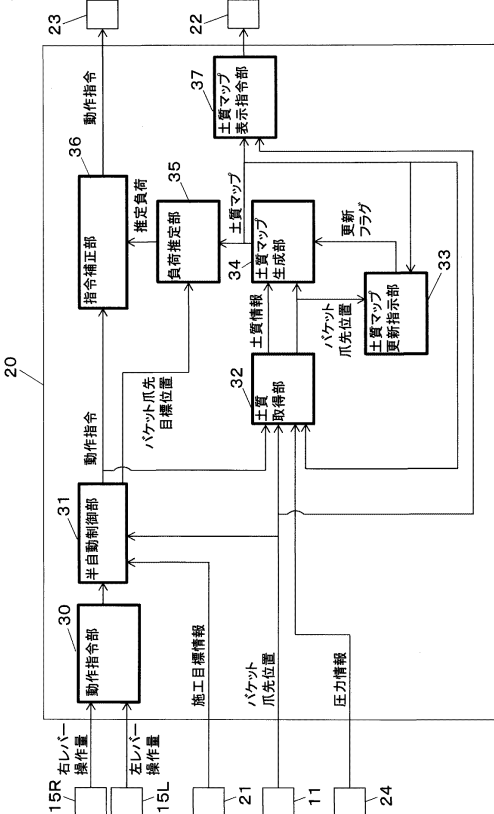
50



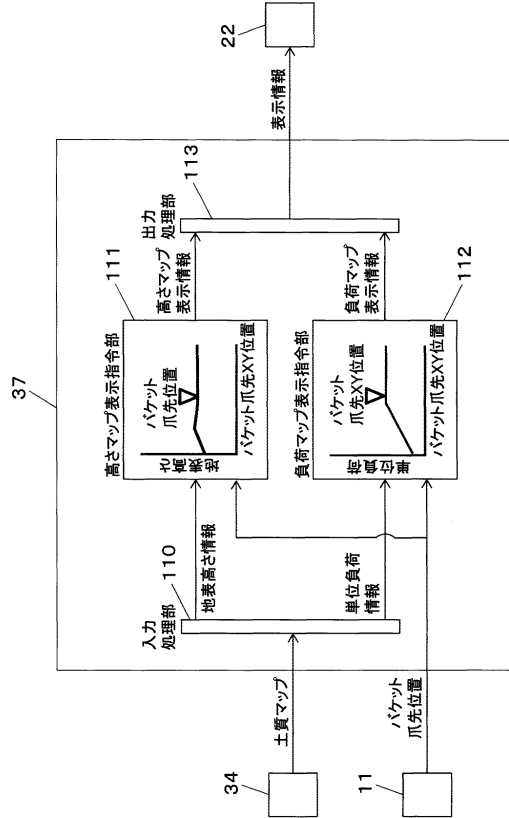
【図 1 1】



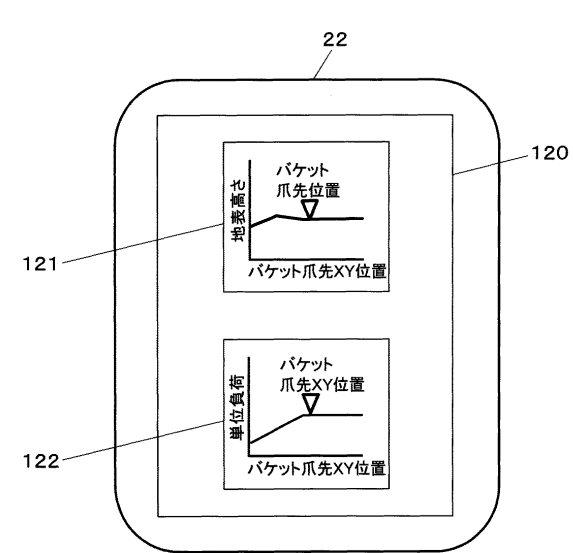
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



## フロントページの続き

日立建機株式会社 土浦工場内

審査官 亀谷 英樹

- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 1 6 9 5 7 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 8 - 1 3 5 6 8 1 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 5 8 1 0 5 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 1 9 4 0 3 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 2 3 4 7 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 1 - 2 5 2 3 3 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 7 - 1 8 0 7 1 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 6 - 1 6 0 7 1 8 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 7 / 0 4 7 6 9 5 ( W O , A 1 )  
特許第 3 7 0 4 0 9 2 ( J P , B 2 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 1 3 0 5 9 9 ( U S , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
E 0 2 F 9 / 2 0 - 9 / 2 2  
E 0 2 F 3 / 4 2 - 3 / 4 3  
E 0 2 F 3 / 8 4 - 3 / 8 5  
F 1 5 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 2 2  
F 1 5 B 2 1 / 1 4