

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-35326

(P2019-35326A)

(43) 公開日 平成31年3月7日(2019.3.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
E O 2 F 3/43 (2006.01)	E O 2 F 3/43	B 2 D 0 0 3
E O 2 F 9/26 (2006.01)	E O 2 F 9/26	A 2 D 0 1 5
E O 2 F 9/20 (2006.01)	E O 2 F 9/20	N

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2018-220396 (P2018-220396)	(71) 出願人	000002107 住友重機械工業株式会社
(22) 出願日	平成30年11月26日 (2018.11.26)		東京都品川区大崎二丁目1番1号
(62) 分割の表示	特願2016-529413 (P2016-529413) の分割	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
原出願日	平成27年6月17日 (2015.6.17)		
(31) 優先権主張番号	特願2014-127672 (P2014-127672)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(32) 優先日	平成26年6月20日 (2014.6.20)	(72) 発明者	呉 春男 神奈川県横須賀市夏島町1-9番地 住友重 機械工業株式会社 横須賀製造所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	Fターム(参考)	2D003 AA01 AB03 AB04 BA02 BA03 DA04 DB02 DB04 2D015 HA03

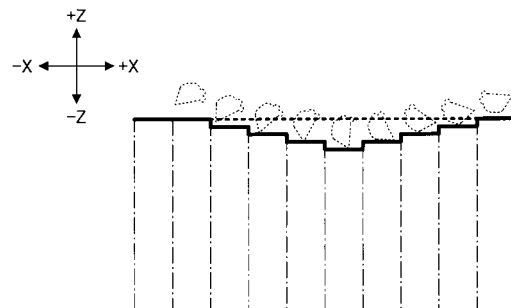
(54) 【発明の名称】 ショベル及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】作業対象の地面の現在の形状を認識できるショベルを提供すること。

【解決手段】本発明の実施例に係るショベルは、下部走行体1と、下部走行体1に搭載される上部旋回体3と、上部旋回体3に取り付けられる掘削アタッチメントと、掘削アタッチメントの姿勢を検出する姿勢検出装置M3と、撮像装置M4と、コントローラ30とを備える。コントローラ30は、撮像装置M4が出力した情報に基づいて掘削対象の地面の現在の形状に関する情報を取得する地面形状情報取得部33と、地面形状情報取得部33が取得した掘削対象の地面の現在の形状に関する情報に基づいて掘削アタッチメントを制御する掘削制御部34とを有する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

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、
撮像装置と、
制御装置と、を備えるショベルであって、

前記制御装置は、前記撮像装置が出力した情報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、前記取得した作業対象の地面の現在の形状に関する情報と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に基づいて前記アタッチメントを制御する、

ショベル。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記作業対象の現在の形状が目標形状になるまで前記アタッチメントを制御する、

請求項 1 に記載のショベル。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記目標形状よりも深い掘削を制限する、

請求項 2 に記載のショベル。

【請求項 4】

前記制御装置は、前記撮像装置の出力に基づいて地形情報を更新する、

請求項 1 に記載のショベル。

【請求項 5】

前記制御装置は、前記撮像装置の出力に基づいて前記ショベルの現在位置を表す座標及び向きに関するデータを更新する、

請求項 4 に記載のショベル。

【請求項 6】

前記制御装置は、地形情報と、前記現在位置を表す座標及び向きに関するデータとに基づいて前記作業対象の地面の現在の形状に関する情報を取得する、

請求項 5 に記載のショベル。

【請求項 7】

地形情報を取得する通信装置と、を有し、

前記制御装置は、前記撮像装置が出力した情報に基づいて、前記通信装置を通じて取得した前記地形情報を補正する、

請求項 1 に記載のショベル。

【請求項 8】

前記撮像装置は、前記地形情報をリアルタイムで更新する、

請求項 4 に記載のショベル。

【請求項 9】

前記制御装置は、前記現在位置を表す座標及び向きに関するデータをリアルタイムで更新する、

請求項 5 に記載のショベル。

【請求項 10】

前記制御装置は、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する、

請求項 1 に記載のショベル。

【請求項 11】

前記制御装置は、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

10

20

30

40

50

、前記アタッチメントの駆動力を増大させる、
請求項 1 に記載のショベル。

【請求項 1 2】

前記撮像装置は、カメラ、ステレオカメラ、距離画像カメラ、3次元レーザスキャナの
うち何れか一つを含む、

請求項 1 に記載のショベル。

【請求項 1 3】

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と、を備えるショベルの制御方法であって、

撮像装置が出力した情報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す
る取得ステップと、

前記アタッチメントの姿勢を検出する検出ステップと、

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検出された前記アタッチメン
トの姿勢とに基づいて前記アタッチメントを制御するステップと、

を有するショベルの制御方法。

【請求項 1 4】

前記取得ステップは、作業現場を上から見た画像に基づいて地形情報を取得する、

請求項 1 3 に記載のショベルの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アタッチメントを備えたショベル及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

アームを閉じる際にアームシリンダのロッド側油室から流出する作動油の流量を増減さ
せる可変絞りを有するショベルが知られている（特許文献 1 参照。）。このショベルは、
可変絞りを制御するためにアームシリンダのボトム側油室の圧力を監視する。ボトム側油
室の圧力が所定値未満であれば、バケットが地面に接触しておらず掘削アタッチメントが
空中で動作していると判断でき、アームが自重で落下しないように可変絞りを流れる作動
油の流量を低減すべきと判断できるためである。また、ボトム側油室の圧力が所定値以上
であれば、バケットが地面に接触していると判断でき、可変絞りのところで無駄な圧力損
失が生じないように可変絞りを流れる作動油の流量を増大すべきと判断できるためである
。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 230061 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述のショベルは、掘削対象の地面の現在の形状を認識していないため
、バケットが地面に接触する時期を事前に判断できない。

【0005】

上述に鑑み、作業対象の地面の現在の形状を認識できるショベルを提供することが望ま
れる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施例に係るショベルは、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、撮像装置と、制御装置と、を備えるショベルであって、前記

10

20

30

40

50

制御装置は、前記撮像装置が出力した情報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、前記取得した作業対象の地面の現在の形状に関する情報と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に基づいて前記アタッチメントを制御する。

【発明の効果】

【0007】

上述の手段により、作業対象の地面の現在の形状を認識できるショベルが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施例に係るショベルの側面図である。

【図2】図1のショベルに搭載される姿勢検出装置を構成する各種センサの出力内容の一例を示すショベルの側面図である。

10

【図3】図1のショベルに搭載される駆動系の構成例を示す図である。

【図4】コントローラの構成例を示す機能ブロック図である。

【図5】地面形状情報取得部が取得する掘削対象地面の現在の形状に関する情報の概念図である。

【図6A】再生油路及び再生解除弁の構成例を示す図である。

【図6B】アーム閉じ操作時に再生解除弁の開口面積を最小としたときの作動油の流れを示す図である。

【図6C】アーム閉じ操作時に再生解除弁の開口面積を最大としたときの作動油の流れを示す図である。

20

【図7】開口面積調整処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】コントローラが再生解除弁の開口面積を調整する際の各種パラメータの時間的推移を示す図である。

【図9】掘削対象地面の深さと基準面との関係を示す図である。

【図10】バケット角度と掘削反力と掘削対象地面の深さとの関係を示す図である。

【図11】姿勢自動調整処理の流れ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】

【0009】

最初に、図1を参照し、本発明の実施例に係る建設機械としてのショベル（掘削機）について説明する。なお、図1は、本発明の実施例に係るショベルの側面図である。図1に示すショベルの下部走行体1には回転機構2を介して上部回転体3が搭載される。上部回転体3にはブーム4が取り付けられる。ブーム4の先端にはアーム5が取り付けられ、アーム5の先端にはバケット6が取り付けられる。作業要素としてのブーム4、アーム5、及びバケット6は、アタッチメントの一例である掘削アタッチメントを構成する。なお、アタッチメントは、床掘アタッチメント、均しアタッチメント、浚渫アタッチメント等の他のアタッチメントであってもよい。また、ブーム4、アーム5、及びバケット6は、ブームシリンダ7、アームシリンダ8、及びバケットシリンダ9によりそれぞれ油圧駆動される。また、上部回転体3にはキャビン10が設けられ、エンジン11等の動力源が搭載される。また、上部回転体3には通信装置M1、測位装置M2、姿勢検出装置M3、及び撮像装置M4が取り付けられる。

30

40

【0010】

通信装置M1は、ショベルと外部との間の通信を制御する装置である。本実施例では、通信装置M1は、GNSS（Global Navigation Satellite System）測量システムとショベルとの間の無線通信を制御する。具体的には、通信装置M1は、例えば1日1回の頻度で、ショベルの作業を開始する際に作業現場の地形情報を取得する。GNSS測量システムは、例えばネットワーク型RTK-GNSS測位方式を採用する。

【0011】

測位装置M2は、ショベルの位置及び向きを測定する装置である。本実施例では、測位装置M2は、電子コンパスを組み込んだGNSS受信機であり、ショベルの存在位置の緯度、経度、高度を測定し、且つ、ショベルの向きを測定する。ショベルの向きは、例えば

50

、上部旋回体 3 の向き及びアタッチメントの向きに対応し、下部走行体 1 の向きとは無関係である。なお、下部走行体 1 は、操作装置 2 6 (図 3 参照。) の 1 つである走行レバーの傾倒方向に応じて前進或いは後進する。そして、走行用油圧モータ 1 A (左用) 、走行用油圧モータ 1 B (右用、不可視) が配置される側 (図 1 では右側) が下部走行体 1 の後方に相当する。

【 0 0 1 2 】

姿勢検出装置 M 3 は、アタッチメントの姿勢を検出する装置である。本実施例では、姿勢検出装置 M 3 は、掘削アタッチメントの姿勢を検出する装置である。

【 0 0 1 3 】

撮像装置 M 4 はショベルの周辺の画像を取得する装置である。本実施例では、撮像装置 M 4 は、ショベルの上部旋回体 3 に取り付けられるカメラであり、撮像した画像に基づいてショベルの周囲の地面までの距離を認識して作業現場の地形情報を取得する。なお、撮像装置 M 4 はステレオカメラ、距離画像カメラ、3次元レーザスキャナ等であってもよい。

10

【 0 0 1 4 】

図 2 は、図 1 のショベルに搭載される姿勢検出装置 M 3 を構成する各種センサの出力内容の一例を示すショベルの側面図である。具体的には、姿勢検出装置 M 3 は、ブーム角度センサ M 3 a、アーム角度センサ M 3 b、バケット角度センサ M 3 c、及び車体傾斜センサ M 3 d を含む。

20

【 0 0 1 5 】

ブーム角度センサ M 3 a は、ブーム角度 1 を取得するセンサであり、例えば、ブームフットピンの回転角度を検出する回転角度センサ、ブームシリンダ 7 のストローク量を検出するストロークセンサ、ブーム 4 の傾斜角度を検出する傾斜 (加速度) センサ等を含む。ブーム角度 1 は、XZ 平面において、ブームフットピン位置 P 1 とアーム連結ピン位置 P 2 とを結ぶ線分の水平線に対する角度である。

【 0 0 1 6 】

アーム角度センサ M 3 b は、アーム角度 2 を取得するセンサであり、例えば、アーム連結ピンの回転角度を検出する回転角度センサ、アームシリンダ 8 のストローク量を検出するストロークセンサ、アーム 5 の傾斜角度を検出する傾斜 (加速度) センサ等を含む。アーム角度 2 は、XZ 平面において、アーム連結ピン位置 P 2 とバケット連結ピン位置 P 3 とを結ぶ線分の水平線に対する角度である。

30

【 0 0 1 7 】

バケット角度センサ M 3 c は、バケット角度 3 を取得するセンサであり、例えば、バケット連結ピンの回転角度を検出する回転角度センサ、バケットシリンダ 9 のストローク量を検出するストロークセンサ、バケット 6 の傾斜角度を検出する傾斜 (加速度) センサ等を含む。バケット角度 3 は、XZ 平面において、バケット連結ピン位置 P 3 とバケット爪先位置 P 4 とを結ぶ線分の水平線に対する角度である。

【 0 0 1 8 】

車体傾斜センサ M 3 d は、ショベルの Y 軸回りの傾斜角 4、及び、ショベルの X 軸回りの傾斜角 5 (図示せず。) を取得するセンサであり、例えば 2 軸傾斜 (加速度) センサ等を含む。なお、図 2 の XY 平面は水平面である。

40

【 0 0 1 9 】

図 3 は、図 1 のショベルに搭載される駆動系の構成例を示す図であり、機械的動力伝達ライン、高圧油圧ライン、パイロットライン、電気制御ライン、及び電力ラインをそれぞれ二重線、実線、破線、点線、及び一点鎖線で示す。

【 0 0 2 0 】

ショベルの駆動系は、主に、エンジン 1 1、発電機 1 2、メインポンプ 1 4 L、1 4 R、パイロットポンプ 1 5、コントロールバルブ 1 7、操作装置 2 6、操作内容検出装置 2 9、コントローラ 3 0、バッテリー 7 0、電装品 7 2、給電装置 7 4、及び表示装置 7 6 を含む。

50

【 0 0 2 1 】

エンジン 1 1 は、例えば、所定の回転数を維持するように動作するディーゼルエンジンである。また、エンジン 1 1 の出力軸は、発電機 1 2、メインポンプ 1 4 L、1 4 R 及びパイロットポンプ 1 5 のそれぞれの入力軸に接続される。

【 0 0 2 2 】

発電機 1 2 は、エンジン 1 1 の駆動力を利用して回転することで発電する装置であり、コントローラ 3 0、バッテリー 7 0、電装品 7 2、給電装置 7 4、表示装置 7 6 等に電気エネルギーを供給する。

【 0 0 2 3 】

メインポンプ 1 4 L、1 4 R は、高圧油圧ラインを介して作動油をコントロールバルブ 1 7 に供給するための装置であり、例えば斜板式可変容量型油圧ポンプである。 10

【 0 0 2 4 】

パイロットポンプ 1 5 は、パイロットライン 2 5 を介して操作装置 2 6 等の各種油圧制御機器に作動油を供給するための装置であり、例えば固定容量型油圧ポンプである。

【 0 0 2 5 】

コントロールバルブ 1 7 は、ショベルにおける油圧系を制御する油圧制御装置である。具体的には、コントロールバルブ 1 7 は、メインポンプ 1 4 L、1 4 R が吐出する作動油の流れを制御する流量制御弁 1 7 1 ~ 1 7 6 を含む。そして、コントロールバルブ 1 7 は、流量制御弁 1 7 1 ~ 1 7 6 を通じ、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、バケットシリンダ 9、走行用油圧モータ 1 A (左用)、走行用油圧モータ 1 B (右用)、及び旋回用油圧モータ 2 A のうちの 1 又は複数のものに対しメインポンプ 1 4 L、1 4 R が吐出する作動油を選択的に供給する。なお、以下では、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、バケットシリンダ 9、走行用油圧モータ 1 A (左用)、走行用油圧モータ 1 B (右用)、及び旋回用油圧モータ 2 A を集合的に「油圧アクチュエータ」と称する。 20

【 0 0 2 6 】

操作装置 2 6 は、操作者が油圧アクチュエータの操作のために用いる装置である。本実施例では、操作装置 2 6 は、パイロットライン 2 5 を通じ、パイロットポンプ 1 5 が吐出する作動油を油圧アクチュエータのそれぞれに対応する流量制御弁のパイロットポートに供給する。なお、パイロットポートのそれぞれに供給される作動油の圧力 (パイロット圧) は、油圧アクチュエータのそれぞれに対応する操作装置 2 6 のレバー又はペダル (図示せず) の操作方向及び操作量に応じた圧力である。 30

【 0 0 2 7 】

操作内容検出装置 2 9 は、操作装置 2 6 を用いた操作者の操作内容を検出する装置である。本実施例では、操作内容検出装置 2 9 は、油圧アクチュエータのそれぞれに対応する操作装置 2 6 のレバー又はペダルの操作方向及び操作量を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 3 0 に対して出力する。なお、操作装置 2 6 の操作内容は、ポテンシオメータ等、圧力センサ以外の他のセンサの出力を用いて導き出されてもよい。

【 0 0 2 8 】

コントローラ 3 0 は、ショベルを制御するための制御装置であり、例えば、CPU、RAM、不揮発性メモリ等を備えたコンピュータで構成される。また、コントローラ 3 0 は、各種機能要素に対応するプログラムを ROM から読み出して RAM にロードし、各種機能要素に対応する処理を CPU に実行させる。 40

【 0 0 2 9 】

バッテリー 7 0 は電気エネルギーを蓄える装置であり、例えば、発電機 1 2 で発電した電力で充電される。また、バッテリー 7 0 の電気エネルギーは、コントローラ 3 0、電装品 7 2、給電装置 7 4、表示装置 7 6 等に供給される。

【 0 0 3 0 】

電装品 7 2 は、ショベルに搭載される電気負荷であり、例えば、音声出力装置、照明装置等を含む。

【 0 0 3 1 】

給電装置 7 4 は、外部電気機器に電気エネルギーを供給するための装置であり、例えば、外部電気機器の差込プラグを受け入れるプラグ受けを含む。外部電気機器は空撮用マルチコプタ（ドローン）を含む。例えば、操作者は、空撮用マルチコプタのバッテリーから延びる電源ケーブルの差込プラグを給電装置 7 4 のプラグ受けに差し込むことで空撮用マルチコプタのバッテリーを充電できる。

【 0 0 3 2 】

表示装置 7 6 は、各種情報を表示する装置であり、例えば、キャビン 1 0 内に設置される車載ディスプレイである。本実施例では、表示装置 7 6 は撮像装置 M 4 に接続され、撮像装置 M 4 が取得したショベル周辺の画像を表示できる。

【 0 0 3 3 】

エンジン 1 1 によって駆動されるメインポンプ 1 4 L、1 4 R は、センターバイパス管路 4 0 L、4 0 R のそれぞれを経て作動油タンクまで作動油を循環させる。

【 0 0 3 4 】

センターバイパス管路 4 0 L は、コントロールバルブ 1 7 内に配置された流量制御弁 1 7 1、1 7 3、及び 1 7 5 を通る高圧油圧ラインである。また、センターバイパス管路 4 0 R は、コントロールバルブ 1 7 内に配置された流量制御弁 1 7 2、1 7 4、及び 1 7 6 を通る高圧油圧ラインである。

【 0 0 3 5 】

流量制御弁 1 7 1、1 7 2、1 7 3 は、走行用油圧モータ 1 A（左用）、走行用油圧モータ 1 B（右用）、旋回用油圧モータ 2 A に流出入する作動油の流量及び流れ方向を制御するスプール弁である。

【 0 0 3 6 】

また、流量制御弁 1 7 4、1 7 5、1 7 6 は、パケットシリンダ 9、アームシリンダ 8、ブームシリンダ 7 に流出入する作動油の流量及び流れ方向を制御するスプール弁である。なお、本実施例では、流量制御弁 1 7 5 の内部に再生油路 1 7 5 a（図 6 A 参照。）が形成される。また、流量制御弁 1 7 5 と作動油タンクとの間には再生解除弁 5 0 が取り付けられる。

【 0 0 3 7 】

次に、図 4 を参照してコントローラ 3 0 の機能について説明する。なお、図 4 は、コントローラ 3 0 の構成例を示す機能ブロック図である。本実施例では、コントローラ 3 0 は、通信装置 M 1、測位装置 M 2、姿勢検出装置 M 3、撮像装置 M 4 の出力を受けて各種演算を実行し、その演算結果に応じた制御指令を制御対象（例えば、エンジン 1 1、メインポンプ 1 4 L、1 4 R、コントロールバルブ 1 7、再生解除弁 5 0 等である。）に対して出力する。

【 0 0 3 8 】

具体的には、コントローラ 3 0 は、主に、地形データベース更新部 3 1、位置座標更新部 3 2、地面形状情報取得部 3 3、及び掘削制御部 3 4 を含む。

【 0 0 3 9 】

地形データベース更新部 3 1 は、作業現場の地形情報を参照可能に体系的に記憶する地形データベースを更新する機能要素である。本実施例では、地形データベース更新部 3 1 は、例えばショベルの起動時に通信装置 M 1 を通じて作業現場の地形情報を取得して地形データベースを更新する。地形データベースは不揮発性メモリ等に記憶される。また、作業現場の地形情報は、例えば世界測位系に基づく 3 次元地形モデルで記述される。

【 0 0 4 0 】

また、地形データベース更新部 3 1 は撮像装置 M 4 の出力を利用して地形データベースを更新してもよい。この場合、撮像装置 M 4 はショベルから独立していてもよい。また、コントローラ 3 0 は通信装置 M 1 を介して撮像装置 M 4 が出力する地形情報を取得してもよい。具体的には、撮像装置 M 4 は、空撮用マルチコプタ、作業現場に設置された鉄塔等に取り付けられ、作業現場を上から見た画像に基づいて作業現場の地形情報を取得してもよい。また、撮像装置 M 4 は、空撮用マルチコプタに取り付けられた場合、1 時間に 1 回

10

20

30

40

50

程度の頻度で或いはリアルタイムで、作業現場を上から見た画像を撮像して作業現場の地形情報を取得してもよい。

【 0 0 4 1 】

また、地形データベース更新部 3 1 は、例えば、1 日 1 回の頻度で通信装置 M 1 を通じて作業現場の地形情報を取得し、且つ、1 時間に 1 回の頻度で或いはリアルタイムで撮像装置 M 4 を通じて作業現場の地形情報を取得して地形データベースを更新してもよい。

【 0 0 4 2 】

また、地形データベース更新部 3 1 は、通信装置 M 1 を通じて取得した地形情報と撮像装置 M 4 を通じて取得した地形情報とを併用する場合、通信装置 M 1 を通じて取得した地形情報を補正するために、撮像装置 M 4 を通じて取得した地形情報を用いてもよい。この場合、地形データベース更新部 3 1 は、通信装置 M 1 が地形情報を取得する周期（間隔）よりも長い周期（間隔）で地形情報を補正してもよい。

10

【 0 0 4 3 】

位置座標更新部 3 2 は、ショベルの現在位置を表す座標及び向きを更新する機能要素である。本実施例では、位置座標更新部 3 2 は、測位装置 M 2 の出力に基づいて世界測位系におけるショベルの位置座標及び向きを取得し、不揮発性メモリ等に記憶されるショベルの現在位置を表す座標及び向きに関するデータを更新する。

【 0 0 4 4 】

また、位置座標更新部 3 2 は、地形データベース更新部 3 1 の場合と同様、撮像装置 M 4 の出力を利用してショベルの現在位置を表す座標及び向きを更新してもよい。この場合、位置座標更新部 3 2 は、測位装置 M 2 の出力と撮像装置 M 4 の出力を併用してショベルの現在位置を表す座標及び向きに関するデータをリアルタイムで更新してもよい。また、位置座標更新部 3 2 は、撮像装置 M 4 の出力のみに基づいてショベルの現在位置を表す座標及び向きに関するデータをリアルタイムで更新してもよい。

20

【 0 0 4 5 】

地面形状情報取得部 3 3 は、作業対象の地面の現在の形状に関する情報を取得する機能要素である。本実施例では、地面形状情報取得部 3 3 は、地形データベース更新部 3 1 が更新した地形情報と、位置座標更新部 3 2 が更新したショベルの現在位置を表す座標及び向きと、姿勢検出装置 M 3 が検出した掘削アタッチメントの姿勢の過去の推移とに基づいて掘削対象地面の現在の形状に関する情報を取得する。

30

【 0 0 4 6 】

図 5 は、地面形状情報取得部 3 3 が取得する掘削対象地面の現在の形状に関する情報の概念図である。なお、図 5 の破線で示す複数のバケット形状は、前回の掘削動作の際のバケット 6 の軌跡を表す。バケット 6 の軌跡は、姿勢検出装置 M 3 が過去に検出した掘削アタッチメントの姿勢の推移から導き出される。また、図 5 の太実線は、地面形状情報取得部 3 3 が把握している掘削対象地面の現在の断面形状を表し、太点線は、地面形状情報取得部 3 3 が把握している前回の掘削動作が行われる前の掘削対象地面の断面形状を表す。すなわち、地面形状情報取得部 3 3 は、前回の掘削動作が行われる前の掘削対象地面の形状から、前回の掘削動作の際にバケット 6 が通過した空間に対応する部分を取り除くことで掘削対象地面の現在の形状を導き出す。また、図 5 の一点鎖線で示す Z 軸方向に伸びる各ブロックは 3 次元地形モデルの各要素を表す。各要素は例えば X Y 平面に平行な単位面積の上面と - Z 方向に無限大の長さを有するモデルで表現される。なお、3 次元地形モデルは 3 次元メッシュモデルで表現されてもよい。

40

【 0 0 4 7 】

掘削制御部 3 4 は、掘削アタッチメントを制御する機能要素である。本実施例では、掘削制御部 3 4 は、地面形状情報取得部 3 3 が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報に基づいて掘削アタッチメントを制御する。

【 0 0 4 8 】

具体的には、掘削制御部 3 4 は、姿勢検出装置 M 3 が検出する掘削アタッチメントの現在の姿勢と、地面形状情報取得部 3 3 が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報

50

(前回の掘削動作の際の姿勢情報より算出される情報)とに基づいて掘削状態を判断する。例えば、掘削制御部34は、バケット6の爪先が掘削対象地面に接触しているかを判定する。そして、バケット6の爪先が掘削対象地面に接触していると判定した場合、制御モードを「地表面モード」から「地中モード」へ切り替える。特に、掘削アタッチメント(バケット6の爪先)が地表面よりも上に存在する場合にアーム5を閉じるときにはアームシリンダ8のロッド側油室をボトム側油室よりも高圧にして自重落下させることが望ましい。また、地面接触後の掘削作業では、掘削のためにアームシリンダ8のボトム側油室をロッド側油室よりも高圧にする必要がある。このため、掘削制御部34は、スムーズに掘削を開始すべく、バケット6が掘削対象地面に接触しているかを正確に判定した上でメインポンプ14L、14Rが吐出する高圧の作動油をアームシリンダ8のボトム側油室へ供給する。そして、制御対象が例えば再生解除弁50の場合には、掘削制御部34は、バケット6の爪先が掘削対象地面に接触する際に、再生解除弁50に対して制御指令を出力してその開口面積を増大させる。なお、「接触する際」は「接触する直前」を含み、掘削制御部34は、好ましくは、バケット6の爪先が掘削対象地面に接触する直前に再生解除弁50に対して制御指令を出力してその開口面積を増大させる。さらに、予め入力された土砂密度情報に基づいて掘削アタッチメントを制御してもよい。例えば、土砂密度が大きいほど開口面積が大きくなるようにしてもよい。

10

【0049】

また、掘削制御部34はエンジン11、メインポンプ14L、14R等を制御対象としてもよい。この場合、バケット6が掘削対象地面に接触していると判定したときに制御モードを「地表面モード」から「地中モード」へと切り替える。そして、エンジン11の回転数指令を上昇させ、或いは、メインポンプ14L、14Rの斜板の傾転角を変更する等して掘削アタッチメントの出力馬力を増大させる。その結果、「地中モード」で作業する際に掘削アタッチメントの駆動力を増大させることができる。また、「地表面モード」の際にはその出力馬力を低減させて燃費を向上させることができる。

20

【0050】

掘削制御部34は、上述の各制御対象の制御を単独で実行してもよく、組み合わせて実行してもよい。また、この制御は掘削対象地面の現在の形状が目標形状になるまで実行されてもよい。例えば、掘削対象地面の深さが予め設定された目標面の深さに到達するまで実行されてもよい。なお、掘削対象地面の深さが目標面の深さに到達すると、それより深い掘削は制限されてもよい。

30

【0051】

図6A~図6Cは、再生油路175a及び再生解除弁50の構成例を示す図である。具体的には、図6Aは、図3に示すコントロールバルブ17における流量制御弁175及び再生解除弁50を含む部分の拡大図である。また、図6Bはアーム閉じ操作時に再生解除弁50の開口面積を最小としたときの作動油の流れを示し、図6Cはアーム閉じ操作時に再生解除弁50の開口面積を最大としたときの作動油の流れを示す。

【0052】

再生油路175aは、アーム閉じ操作時に収縮側油室であるアームシリンダ8のロッド側油室から流出する作動油を伸張側油室であるボトム側油室に流入(再生)させる油路である。また、再生油路175aは、ボトム側油室からロッド側油室への作動油の流れを防止する逆止弁を含む。なお、再生油路175aは、流量制御弁175の外部に形成されてもよい。

40

【0053】

再生解除弁50は、アームシリンダ8のロッド側油室から流出して作動油タンクに流れる作動油の流量を調整する弁である。本実施例では、再生解除弁50は、コントローラ30からの制御指令に応じて動作する電磁弁であり、流量制御弁175と作動油タンクとの間の油路50aの流路面積を増減させて油路50a及び再生油路175aのそれぞれを流れる作動油の流量を調整する。

【0054】

50

具体的には、再生解除弁 5 0 は、図 6 B に示すように、コントローラ 3 0 からの制御指令に応じてその開口面積を低減させて油路 5 0 a を流れる作動油の流量を低減させ且つ再生油路 1 7 5 a を流れる作動油の流量を増大させる。この構成により、再生解除弁 5 0 は、掘削アタッチメントを空中で動作させる場合にアーム 5 がその自重によって落下するのを防止できる。

【 0 0 5 5 】

また、再生解除弁 5 0 は、図 6 C に示すように、コントローラ 3 0 からの制御指令に応じてその開口面積を増大させて油路 5 0 a を流れる作動油の流量を増大させ且つ再生油路 1 7 5 a を流れる作動油の流量を低減或いは消失させる。この構成により、再生解除弁 5 0 は、掘削中であるにもかかわらず、すなわち掘削アタッチメントが地面に接触しているにもかかわらず、油路 5 0 a で無駄な圧力損失を発生させて掘削力を低減させてしまうのを防止できる。

【 0 0 5 6 】

なお、再生解除弁 5 0 は、アームシリンダ 8 のロッド側油室と流量制御弁 1 7 5 との間に設置されてもよい。

【 0 0 5 7 】

次に、図 7 を参照し、コントローラ 3 0 が再生解除弁 5 0 の開口面積を調整する処理（以下、「開口面積調整処理」とする。）について説明する。なお、図 7 は、開口面積調整処理の流れを示すフローチャートである。コントローラ 3 0 は、ショベル稼働中、所定の制御周期で繰り返しこの開口面積調整処理を実行する。

【 0 0 5 8 】

最初に、コントローラ 3 0 は、アーム閉じ操作が行われたかを判定する（ステップ S 1）。本実施例では、コントローラ 3 0 は、操作内容検出装置 2 9 の出力に基づいてアーム操作レバーが閉じ方向に操作されたかを判定する。

【 0 0 5 9 】

アーム閉じ操作が行われていないと判定した場合（ステップ S 1 の N O ）、コントローラ 3 0 は今回の開口面積調整処理を終了させる。

【 0 0 6 0 】

アーム閉じ操作が行われたと判定した場合（ステップ S 1 の Y E S ）、コントローラ 3 0 は、掘削アタッチメントと地面が接触しているかを判定する（ステップ S 2）。本実施例では、コントローラ 3 0 は、姿勢検出装置 M 3 の出力から導き出されるバケット 6 の爪先の現在位置と、地面形状情報取得部 3 3 が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報とに基づいてバケット 6 の爪先が地面に接触しているか否かを判定する。

【 0 0 6 1 】

そして、掘削アタッチメントと地面が接触していると判定した場合（ステップ S 2 の Y E S ）、コントローラ 3 0 は、必要に応じて再生解除弁 5 0 の開口面積を増大させる（ステップ S 3）。本実施例では、コントローラ 3 0 は、バケット 6 の爪先が地面に接触していると判定した場合、再生解除弁 5 0 の開口面積が所定値未満であれば、その開口面積を所定値まで増大させる。

【 0 0 6 2 】

一方、掘削アタッチメントと地面が接触していないと判定した場合（ステップ S 2 の N O ）、コントローラ 3 0 は、必要に応じて再生解除弁 5 0 の開口面積を低減させる（ステップ S 4）。本実施例では、コントローラ 3 0 は、バケット 6 の爪先が地面に接触していないと判定した場合、再生解除弁 5 0 の開口面積が所定値より大きければ、再生解除弁 5 0 の開口面積を所定値まで低減させる。

【 0 0 6 3 】

次に、図 8 を参照し、コントローラ 3 0 が再生解除弁 5 0 の開口面積を調整する際の各種パラメータの時間的推移について説明する。なお、図 8（A）はアームシリンダ 8 のロッド側油室の圧力の時間的推移を表す。また、図 8（B）は地面接触フラグの時間的推移を表し、図 8（C）は再生解除弁 5 0 の開口面積の時間的推移を表す。なお、図 8（A）

10

20

30

40

50

～図 8 (C) のそれぞれの時間軸 (横軸) は共通である。また、地面接触フラグは、コントローラ 30 による掘削アタッチメントと地面との接触の有無の判定結果を表す。具体的には、地面接触フラグの値「OFF」は、コントローラ 30 により「接触無し」と判定されている状態を表し、地面接触フラグの値「ON」は、コントローラ 30 により「接触あり」と判定されている状態を表す。また、図 8 の実線で示す推移は、実際の接触と「接触あり」の判定が同時に行われた場合の推移を表す。一方で、図 8 の破線で示す推移は、「接触あり」の判定が実際の接触よりも前に行われた場合の推移を表し、図 8 の一点鎖線で示す推移は、「接触あり」の判定が実際の接触よりも後に行われた場合の推移を表す。

【 0 0 6 4 】

具体的には、「接触あり」の判定が実際の接触よりも前に行われた場合、地面接触フラグは、図 8 (B) の破線で示すように、時刻 t_1 において値「OFF」から値「ON」に切り替えられる。なお、本実施例では実際の接触は時刻 t_2 において発生する。そして、地面接触フラグを値「ON」に切り替えると、コントローラ 30 は、再生解除弁 50 の開口面積を増大させる。そのため、再生解除弁 50 の開口面積は、図 8 (C) の破線で示すように、時刻 t_1 において値 A_n から値 $A_w (> A_n)$ に調整される。なお、値 A_n はアーム 5 を空中で動作させる際に最適な値として予め設定される開口面積であり、値 A_w は掘削中にアーム 5 を動作させる際に最適な値として予め設定される開口面積である。その結果、アームシリンダ 8 のロッド側油室の圧力は、図 8 (A) の破線で示すように、時刻 t_1 において減少し始め、実際の接触が起こるまで減少し続ける。アーム 5 が自重で落下するためである。そして、時刻 t_2 において実際の接触が起こった後に (時刻 t_2 と時刻 t_3 の間で) 増加に転じ、その後は作業反力としての掘削反力に応じた値まで増大する。

【 0 0 6 5 】

このように、コントローラ 30 は、「接触あり」の判定を実際の接触よりも前に行うと、アームシリンダ 8 のロッド側油室の圧力を一時的に急減させてしまうため、キャビテーションを発生させるおそれがある。

【 0 0 6 6 】

一方で、「接触あり」の判定が実際の接触よりも後に行われた場合、実際の接触が起こる時刻 t_2 では再生解除弁 50 の開口面積は小さいままであるため、ロッド側油室の圧力は上昇してしまう。そして、地面接触フラグは、図 8 (B) の一点鎖線で示すように、時刻 t_3 において値「OFF」から値「ON」に切り替えられる。そのため、再生解除弁 50 の開口面積は、図 8 (C) の一点鎖線で示すように、時刻 t_3 において値 A_n から値 A_w に調整される。その結果、アームシリンダ 8 のロッド側油室の圧力は、図 8 (A) の一点鎖線で示すように、実際の接触が起こる時刻 t_2 で増加し始め、時刻 t_3 において再生解除弁 50 の開口面積が値 A_w に増大されるまで増加し続ける。掘削反力と再生解除弁 50 での圧力損失とによる影響を受けるためである。そして、時刻 t_3 において再生解除弁 50 の開口面積が値 A_w に増大されると減少に転じ、その後は掘削反力に応じた値まで減少する。

【 0 0 6 7 】

このように、コントローラ 30 は、「接触あり」の判定を実際の接触よりも後に行うと、アームシリンダ 8 のロッド側油室の圧力を一時的に増加させてしまうため、掘削アタッチメントの動きを不安定にし、且つ、作業効率を低下させてしまう。

【 0 0 6 8 】

そこで、コントローラ 30 は、姿勢検出装置 M 3 が検出する掘削アタッチメントの現在の姿勢と、地面形状情報取得部 33 が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報とに基づいて掘削アタッチメントが掘削対象地面に接触しているかを判定する。「接触あり」の判定を実際の接触と同時に行うためである。

【 0 0 6 9 】

「接触あり」の判定が実際の接触と同時に行われた場合、地面接触フラグは、図 8 (B) の実線で示すように、時刻 t_2 において値「OFF」から値「ON」に切り替えられる。そのため、再生解除弁 50 の開口面積は、図 8 (C) の実線で示すように、時刻 t_2 に

において値 A_n から値 A_w に調整される。その結果、アームシリンダ 8 のロッド側油室の圧力は、図 8 (A) の実線で示すように、実際の接触が起こる時刻 t_2 で減少し始め、その後は掘削反力に応じた値まで減少する。実際の接触が起こる前に一時的に急減することはない、実際の接触が起こった後で再生解除弁 50 での圧力損失による影響を受けて増加することもない。

【0070】

以上の構成により、コントローラ 30 は、姿勢検出装置 M3 が検出した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する。そして、取得した作業対象の地面の現在の形状に関する情報に基づいてアタッチメントを制御する。本実施例では、コントローラ 30 は、掘削アタッチメントの現在の姿勢と掘削対象地面の現在の形状とに基づいて再生解除弁 50 の開口面積を調整する。具体的には、バケット 6 の爪先の現在位置と掘削対象地面の現在の形状とに基づいて再生解除弁 50 の開口面積を調整する。そのため、バケット 6 の爪先が掘削対象地面に接触すると同時に、アームシリンダ 8 のロッド側油室から作動油タンクに流出する作動油の再生解除弁 50 での圧力損失を低減或いは消失させることができる。その結果、コントローラ 30 は、アームシリンダ 8 の圧の変化等に基づいてバケット 6 の爪先と掘削対象地面との接触の有無を判定する場合に比べ、より正確に接触の有無を判定でき、誤判定を抑制できる。また、接触の有無の誤判定を抑制することで操作性及び作業効率を向上できる。具体的には、バケット 6 の爪先が地面に接触すると同時に、アーム 5 の自重落下の防止のために再生解除弁 50 のところで発生させていた圧力損失を低減或いは消失させることができ、圧力損失分だけ掘削に要する力が増大してしまうのを防止できる。また、地面との接触の前にアーム 5 が自重落下してしまうのを防止でき、キャビテーションの発生を防止できる。

10

20

【0071】

なお、コントローラ 30 は、アームシリンダ 8 に関する再生解除弁 50 の開口面積を調整すると同様に、ブームシリンダ 7 に関する再生解除弁 (図示せず。) の開口面積を調整してもよく、バケットシリンダ 9 に関する再生解除弁 (図示せず。) の開口面積を調整してもよい。

【0072】

次に、図 9 ~ 図 11 を参照し、コントローラ 30 の掘削制御部 34 による掘削アタッチメント制御の別の例について説明する。なお、図 9 は、掘削対象地面の深さと基準面との関係を示す図である。基準面は、掘削対象地面の深さを定める基準となる平面である。本実施例では、基準面はショベルの中心点 R が位置する水平面であり、中心点 R はショベルの回転軸と下部走行体 1 の接地面との交点である。

30

【0073】

具体的には、図 9 の一点鎖線で示す掘削アタッチメントは、一点鎖線で示す基準面と同じ深さの掘削対象地面を掘削する際の掘削アタッチメントの姿勢を表す。この場合、掘削対象地面の深さ D は基準面の深さ D_0 ($= 0$) と同じである。なお、掘削対象地面の深さ D は、地面形状情報取得部 33 が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報 (前回の掘削動作の際の姿勢情報から算出される情報) に基づいて導き出される。また、掘削対象地面の深さ D は、姿勢検出装置 M3 が検出した掘削アタッチメントの現在の姿勢に基づいて導き出されてもよい。

40

【0074】

また、図 9 の破線で示す掘削アタッチメントは、破線で示す掘削対象地面を掘削する際の掘削アタッチメントの姿勢を表す。この場合、掘削対象地面の深さ D は深さ D_1 ($> D_0$) で表される。

【0075】

また、図 9 の実線で示す掘削アタッチメントは、実線で示す掘削対象地面を掘削する際の掘削アタッチメントの姿勢を表す。この場合、掘削対象地面の深さ D は深さ D_2 ($> D_1$) で表される。

【0076】

50

なお、掘削対象地面は基準面よりも高い位置にあってもよい。この場合、掘削対象地面の深さDは負の値で表されてもよい。

【0077】

図10は、バケット角度 3と掘削反力Fと掘削対象地面の深さDとの関係を示す図である。具体的には、図10(A)は、バケット6をバケット角度30°からバケット角度180°まで閉じる際のバケット6の姿勢の推移を示す。なお、図10(A)の破線で示すバケット6はバケット角度30°のときの姿勢を表し、図10(A)の実線で示すバケット6はバケット角度180°のときの姿勢を表す。

【0078】

図10(B)は、掘削対象地面の深さDと所定のバケット閉じ操作が行われる場合の掘削反力Fの推移又はピーク値との対応関係を予め記憶する対応テーブルの内容の一例を示す。具体的には、図10(B)は、バケット角度30°からバケット角度180°までバケット6を閉じる際のバケット角度 3に対する掘削反力Fの推移を示す。なお、対応テーブルは、実測データの分析に基づいて生成されるデータテーブルであり、例えば不揮発性メモリに予め登録されている。

10

【0079】

また、図10(C)はバケット角度 3の時間的推移を示し、図10(D)は図10(B)の対応テーブルを用いて算出される掘削反力Fの時間的推移を示す。なお、図10(C)及び図10(D)のそれぞれの時間軸(横軸)は共通である。

【0080】

また、図10(B)及び図10(D)の一点鎖線で示す推移は、掘削対象地面の深さDが深さD0のときの推移を表す。また、破線で示す推移は、掘削対象地面の深さDが深さD1のときの推移を表し、実線で示す推移は、掘削対象地面の深さDが深さD2のときの推移を表す。

20

【0081】

図10(A)及び図10(C)に示すようなバケット角度30°から180°までのバケット閉じ操作が行われた場合、掘削反力Fは、図10(B)に示すように、バケット角度 3がある角度(例えば100°)に至るまで増大した後で減少に転じ、バケット角度 3が180°に達したときにゼロに至る。この傾向は、掘削対象地面の深さDにかかわらず同じである。但し、掘削反力Fのピーク値は、掘削対象地面の深さDの変化に応じて変化する。図10(B)及び図10(D)は、掘削対象地面の深さDが深くなるほど掘削反力Fのピーク値が大きくなる傾向を一例として示す。

30

【0082】

そこで、コントローラ30の掘削制御部34は、地面形状情報取得部33が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報に基づいて掘削対象地面の現在の深さDを導き出す。そして、掘削制御部34は、掘削対象地面の現在の深さDに応じて、所定のバケット閉じ操作が行われる場合の掘削反力Fのピーク値を推定する。その後、掘削制御部34は、推定した掘削反力Fのピーク値が所定値を上回るかを判定する。そして、上回ると判定した場合には、掘削アタッチメントの動きを制御してそのピーク値が所定値を超えないようにする。掘削反力Fが大きくなり過ぎて掘削アタッチメントの動きが不安定になるのを防止するためである。例えば、掘削制御部34は、操作者によるブーム4の挙動の有無にかかわらず、バケット閉じ動作中にブーム4を自動的に上昇させることで掘削反力Fのピーク値が所定値を超えないようにする。例えば、掘削制御部34は、操作者が気付かない程度の上昇率(単位時間当たりのブーム4の回動角度)でブーム4を自動的に上昇させる。そのため、掘削制御部34は、ブーム4が自動的に上昇したことを操作者に気付かせずに掘削アタッチメントの動きを滑らかにすることができ、操作感を向上させることができる。なお、この場合の掘削制御部34の制御対象は、再生解除弁50ではなく流量制御弁176である。例えば、掘削制御部34は、流量制御弁176のパイロット圧を増減させる電磁弁(図示せず。)に対して制御指令を出力して流量制御弁176を自動的に移動させる。また、この制御は掘削対象地面の現在の形状が目標形状になるまで実行されてもよい

40

50

。例えば、掘削対象地面の深さが予め設定された目標面の深さに到達するまで実行されてもよい。なお、掘削対象地面の深さが目標面の深さに到達すると、それより深い掘削は制限されてもよい。

【0083】

図11は、掘削反力Fのピーク値が所定値を超えないようにコントローラ30が掘削アタッチメントの姿勢を自動的に調整する処理（以下、「姿勢自動調整処理」とする。）の流れを示すフローチャートである。コントローラ30は、ショベル稼働中、所定の制御周期で繰り返しこの姿勢自動調整処理を実行する。

【0084】

最初に、コントローラ30は、掘削操作が行われたかを判定する（ステップS11）。本実施例では、コントローラ30は、操作内容検出装置29の出力に基づいてブーム操作、アーム操作、及びバケット操作の少なくとも1つが行われたかを判定する。

10

【0085】

そして、掘削操作が行われたと判定した場合（ステップS11のYES）、コントローラ30は、掘削アタッチメントと地面が接触しているかを判定する（ステップS12）。本実施例では、コントローラ30は、姿勢検出装置M3の出力から導き出されるバケット6の爪先の現在位置と、地面形状情報取得部33が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報とに基づいてバケット6の爪先が地面に接触しているか否かを判定する。

【0086】

そして、掘削アタッチメントと地面が接触していると判定した場合（ステップS12のYES）、コントローラ30は、掘削反力Fのピーク値を推定する（ステップS13）。本実施例では、コントローラ30は、地面形状情報取得部33が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報に基づいて掘削対象地面の現在の深さDを導き出す。そして、コントローラ30は、掘削対象地面の現在の深さDに応じて所定のバケット閉じ操作が行われる場合の掘削反力Fのピーク値を推定する。具体的には、コントローラ30は、図10（B）に示すような対応テーブルを参照して掘削対象地面の現在の深さDに対応する掘削反力Fのピーク値を導き出す。また、コントローラ30は、掘削対象地面の現在の深さDに基づいて所定のバケット閉じ操作が行われる場合の掘削反力Fのピーク値をリアルタイムで算出してもよい。また、コントローラ30は、そのピーク値を算出する際に土砂密度等を考慮してもよい。土砂密度は、車載入力装置（図示せず。）を通じて操作者が入力する値であってもよく、シリンダ圧センサ等の各種センサの出力に基づいて自動的に算出される値であってもよい。

20

30

【0087】

その後、コントローラ30は、推定した掘削反力Fのピーク値が所定値F_{th}を上回るかを判定する（ステップS14）。

【0088】

そして、ピーク値が所定値F_{th}を上回ると判定した場合（ステップS14のYES）、コントローラ30は、バケット閉じ動作中に掘削アタッチメントの姿勢を自動的に調整する（ステップS15）。本実施例では、コントローラ30は、操作者によるブーム上げ操作の有無にかかわらず、バケット閉じ動作中にブーム4を自動的に上昇させる。具体的には、バケット角度3の変化に応じた所定の動作パターンでブーム4を自動的に上昇させる。

40

【0089】

なお、コントローラ30は、掘削操作が行われていないと判定した場合（ステップS11のNO）、掘削アタッチメントと地面が接触していないと判定した場合（ステップS12のNO）、或いは、ピーク値が所定値F_{th}以下であると判定した場合には（ステップS14のNO）、掘削アタッチメントの姿勢を自動的に調整することなく、今回の姿勢自動調整処理を終了する。

【0090】

以上の構成により、コントローラ30は、姿勢検出装置M3が検出したアタッチメント

50

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する。そして、取得した作業対象の地面の現在の形状に関する情報に基づいてアタッチメントを制御する。本実施例では、コントローラ30は、バケット閉じ動作中に掘削反力Fのピーク値が所定値F_{th}を超えないようにすることができる。そのため、掘削反力Fが過度に増大して掘削アタッチメントの動きが不安定になるのを防止し、ショベルの操作性及び作業効率を向上させることができる。また、コントローラ30は、低めに設定された所定値F_{th}を用いることで、床掘作業、均し作業等の掘削作業以外の作業でも同様の効果を実現できる。

【0091】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなしに上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

【0092】

例えば、上述の実施例では、コントローラ30は、姿勢検出装置M3が検出する掘削アタッチメントの現在の姿勢と、地面形状情報取得部33が取得した掘削対象地面の現在の形状に関する情報とに基づいて掘削アタッチメントが掘削対象地面に接触しているかを判定する。そして、接触していると判定した場合に、再生解除弁50に対して制御指令を出力してその開口面積を増大させる。或いは、接触していると判定した場合に、所定のバケット閉じ動作が行われるときの掘削反力Fのピーク値を推定し、その推定したピーク値が所定値F_{th}を上回るときに、ブーム4を自動的に上昇させて実際のピーク値が所定値F_{th}以下となるようにする。しかしながら、本発明はこれらの構成に限定されるものではない。例えば、コントローラ30は、接触していると判定した場合に、アタッチメントの駆動力（例えば掘削アタッチメントによる掘削力）を増大させてもよい。具体的には、コントローラ30は、エンジン11の回転数を増大させたり、メインポンプ14L、14Rの吐出量を増大させたりしてもよい。なお、この場合の掘削制御部34の制御対象は、再生解除弁50ではなく、エンジン11又はメインポンプ14L、14Rのレギュレータである。

【0093】

また、コントローラ30は、ショベルのリモート運転又は自動掘削運転（無人運転）の場合であっても、掘削反力Fのピーク値が所定値F_{th}を上回ると判断したときにブーム4を自動的に上昇させてもよい。掘削反力Fを小さくして円滑な掘削作業を継続させるためである。

【0094】

また、本願は、2014年6月20日出願した日本国特許出願2014-127672号に基づく優先権を主張するものであり、この日本国特許出願の全内容を本願に参照により援用する。

【符号の説明】

【0095】

1・・・下部走行体 1A・・・走行用油圧モータ（左用） 1B・・・走行用油圧モータ（右用） 2・・・旋回機構 2A・・・旋回用油圧モータ 3・・・上部旋回体 4・・・ブーム 5・・・アーム 6・・・バケット 7・・・ブームシリンダ 8・・・アームシリンダ 9・・・バケットシリンダ 10・・・キャビン 11・・・エンジン 12・・・発電機 14L、14R・・・メインポンプ 15・・・パイロットポンプ 17・・・コントロールバルブ 25・・・パイロットライン 26・・・操作装置 29・・・操作内容検出装置 30・・・コントローラ 31・・・地形データベース更新部 32・・・位置座標更新部 33・・・地面形状情報取得部 34・・・掘削制御部 40L、40R・・・センターバイパス管路 50・・・再生解除弁 50a・・・油路 70・・・バッテリー 72・・・電装品 74・・・給電装置 76・・・表示装置 171～176・・・流量制御弁 175a・・・再生油路 M1・・・通信装置 M2・・・測位装置 M3・・・姿勢検出装置 M3a・・・ブーム角度センサ M3

10

20

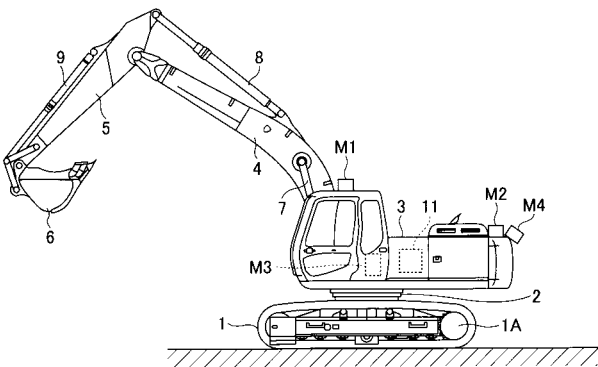
30

40

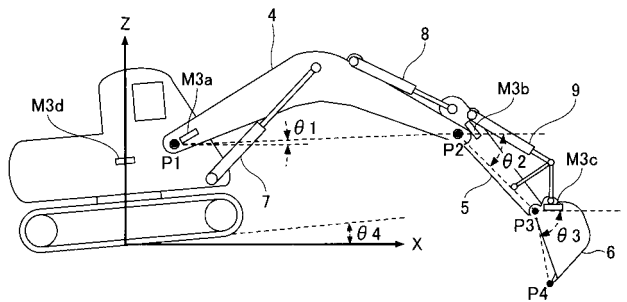
50

b . . . アーム角度センサ M 3 c . . . バケット角度センサ M 3 d . . . 車体傾斜センサ
M 4 . . . 撮像装置

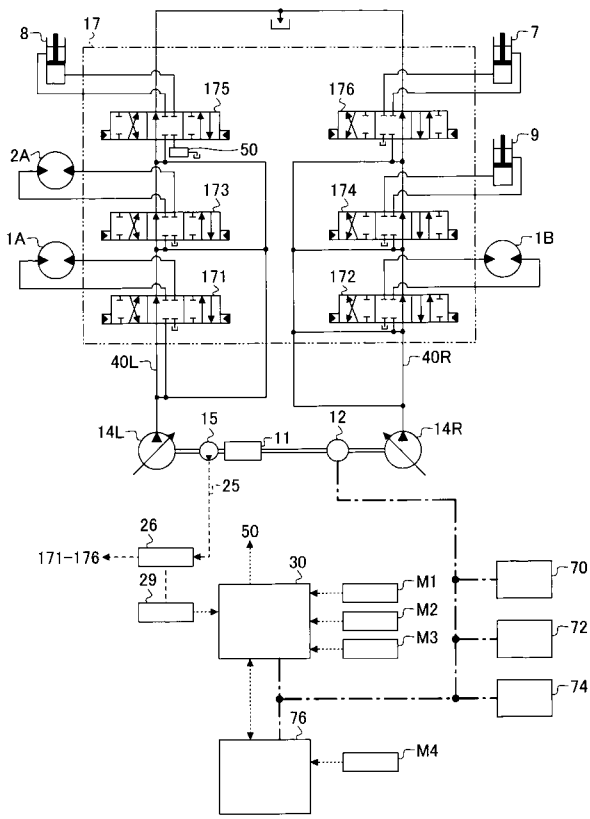
【 図 1 】



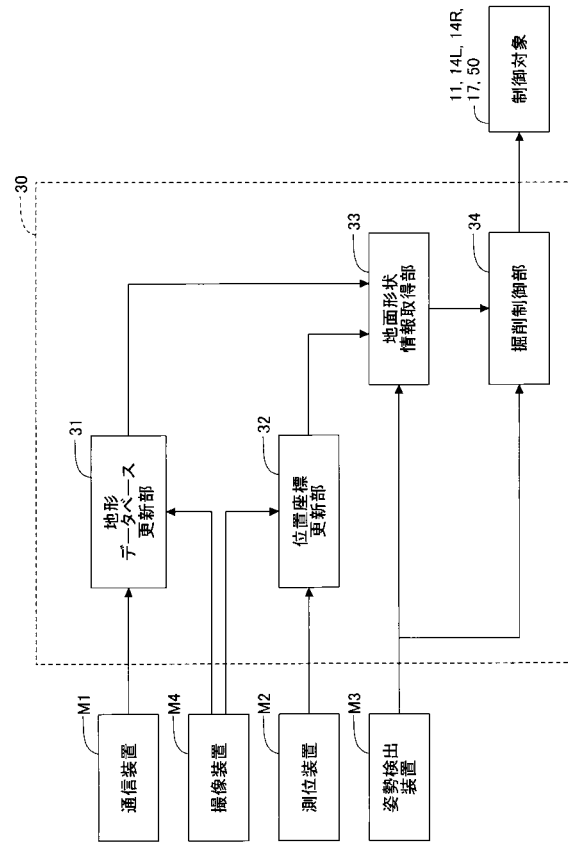
【 図 2 】



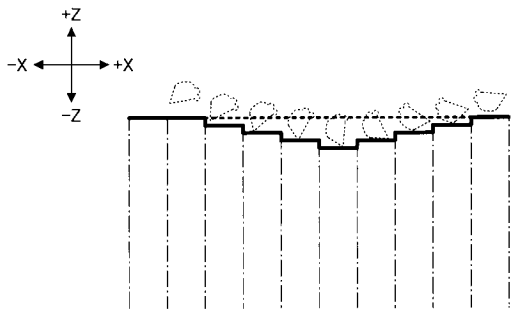
【 図 3 】



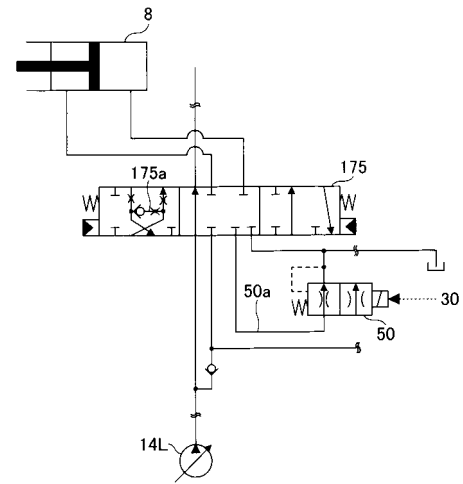
【 図 4 】



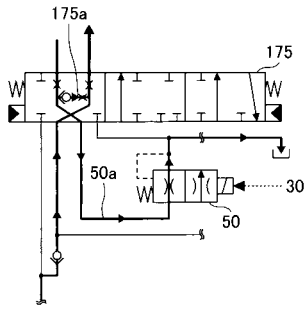
【 図 5 】



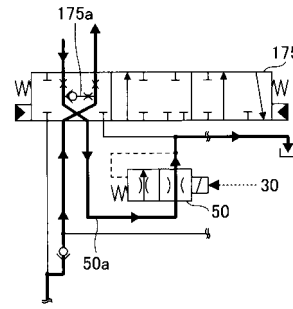
【 図 6 A 】



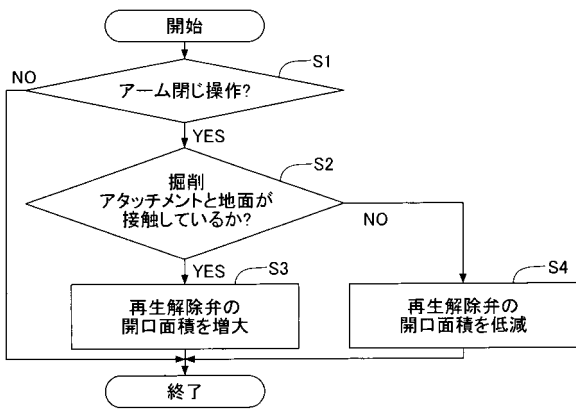
【図 6 B】



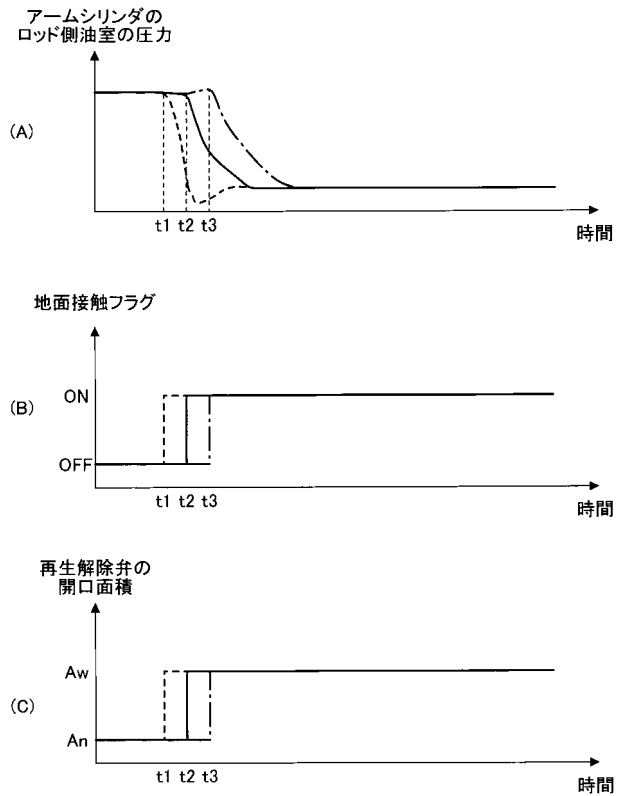
【図 6 C】



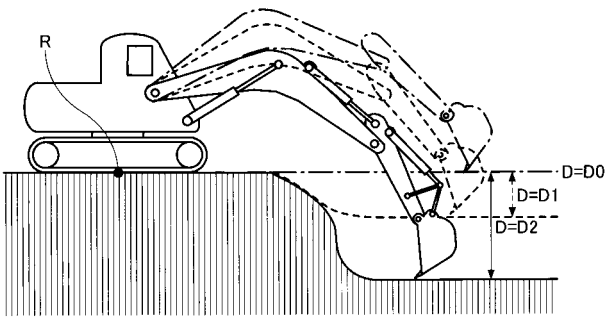
【図 7】



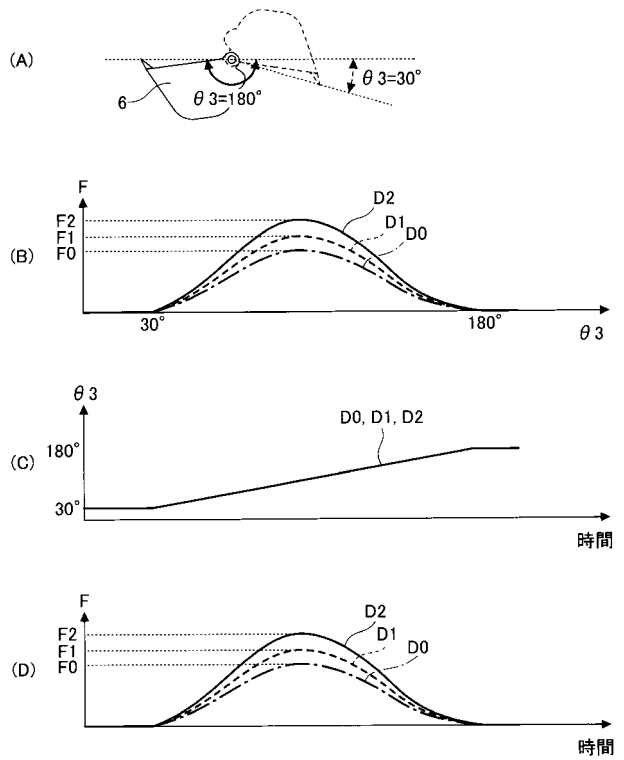
【図 8】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

