

(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2021-188260

(P2021-188260A)

(43) 公開日 令和3年12月13日(2021.12.13)

(51) Int.Cl.		F 1				テーマコード (参考)
EO2F	9/26	(2006.01)	EO2F	9/26	B	2D015
HO4N	7/18	(2006.01)	HO4N	7/18	J	5C054

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2020-90944 (P2020-90944)
 (22) 出願日 令和2年5月25日 (2020.5.25)

(71) 出願人 502246528
 住友建機株式会社
 東京都品川区大崎二丁目1番1号
 (71) 出願人 598163064
 学校法人千葉工業大学
 千葉県習志野市津田沼2-17-1
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 泉川 岳哉
 千葉県千葉市稲毛区長沼原町731番地1
 住友建機株式会社内

最終頁に続く

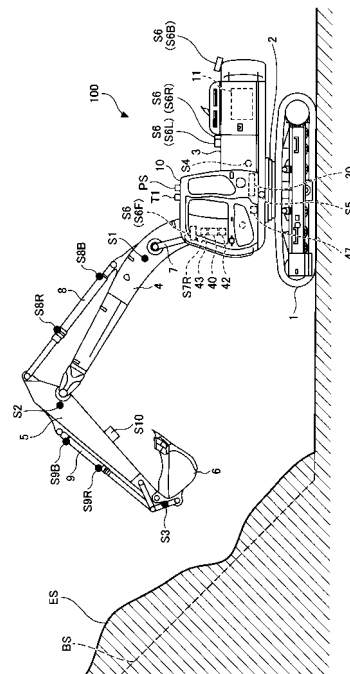
(54) 【発明の名称】 ショベル

(57) 【要約】

【課題】 バケット内に取り込まれている土砂等の物の体積を取得できるショベルを提供すること。

【解決手段】 ショベル100は、下部走行体1と、下部走行体1に旋回可能に搭載される上部旋回体3と、上部旋回体3に取り付けられるアタッチメントと、アタッチメントを構成するバケット6と、アタッチメントに取り付けられる形状推定装置S10と、形状推定装置S10の出力に基づいてバケット6内に取り込まれた土砂の形状を算出するコントローラ30と、を備えている。

【選択図】 図1



- 【特許請求の範囲】
- 【請求項 1】
下部走行体と、
前記下部走行体に旋回可能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を構成するバケットと、
前記アタッチメントに取り付けられる空間認識装置と、
前記空間認識装置の出力に基づいて前記バケット内に取り込まれた物の形状を算出する制御装置と、を備える、
シヨベル。 10
- 【請求項 2】
姿勢センサを備え、
前記制御装置は、前記空間認識装置の出力と前記姿勢センサの出力とに基づいて前記バケット内に取り込まれた物の形状を算出する、
請求項 1 に記載のシヨベル。
- 【請求項 3】
前記上部旋回体に取り付けられた別の空間認識装置を備える、
請求項 1 又は 2 に記載のシヨベル。
- 【請求項 4】
前記空間認識装置は、前記バケットを監視範囲内に含む第 1 の空間認識装置と、前記上部旋回体を監視範囲に含む第 2 の空間認識装置とを含む、
請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のシヨベル。 20
- 【請求項 5】
前記空間認識装置は、前記バケット及び前記上部旋回体を監視範囲に含む 1 又は複数の空間認識装置である、
請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のシヨベル。
- 【請求項 6】
前記制御装置は、前記バケットの設計データを用いて前記バケット内に取り込まれた物の体積を推定する、
請求項 1 乃至 5 の何れかに記載のシヨベル。 30
- 【請求項 7】
前記制御装置は、複数の時点での前記空間認識装置の出力に基づいて前記バケット内に取り込まれた物の体積を推定し、
前記バケットの姿勢は、各時点で異なる、
請求項 6 の何れかに記載のシヨベル。
- 【請求項 8】
前記制御装置は、前記アタッチメントを駆動する油圧アクチュエータにおける作動油の圧力に基づいて前記バケット内に取り込まれた物の重量を算出し、且つ、前記バケット内に取り込まれた物の重量と体積とに基づいて密度を算出する、
請求項 6 に記載のシヨベル。 40
- 【請求項 9】
前記制御装置は、前記バケット内に取り込まれた土砂の密度に基づいて該土砂の特性を導き出す、
請求項 8 に記載のシヨベル。
- 【発明の詳細な説明】
- 【技術分野】
- 【0001】
本開示は、シヨベルに関する。
- 【背景技術】
- 【0002】 40

ショベルがダンプトラックの荷台に積み込んだ土砂の重量を積算して表示する装置が知られている（特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

この装置は、特定の操作が行われているか否かに基づいて積み込み作業の開始及び完了を検出する。そして、ダンプトラックに関する積み込み作業の開始から完了までの間に算出された複数の掘削重量の積算値をそのダンプトラックに積み込まれた土砂の量として算出する。排土操作は、バケット開き操作を含む操作である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】国際公開第 2 0 1 9 / 0 3 1 5 5 1 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、上述の装置は、バケット内に取り込まれている土砂の体積を測定していない。そのため、上述の装置は、ダンプトラックの荷台に積み込まれた土砂の体積を認識できない。

【 0 0 0 6 】

そこで、バケット内に取り込まれている土砂等の物の体積を取得できるショベルを提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の一実施形態に係るショベルは、下部走行体と、前記下部走行体に旋回可能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を構成するバケットと、前記アタッチメントに取り付けられる空間認識装置と、前記空間認識装置の出力に基づいて前記バケット内に取り込まれた物の形状を算出する制御装置と、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

上述のショベルは、バケット内に取り込まれている物の体積を取得できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】ショベルの側面図である。

【図 2】ショベルの構成の一例を概略的に示す図である。

【図 3】ショベルの油圧システムの構成の一例を概略的に示す図である。

【図 4】ショベルの油圧システムのうちの操作系に関する構成部分の一例を概略的に示す図である。

【図 5】コントローラの構成の一例を概略的に示す図である。

【図 6】アーム及びバケットの側面図である。

【図 7】ボクセル化の概念図である。

【図 8】複数の形状推定装置を備えたショベルの側面図である。

【図 9】コントローラの構成の別の一例を概略的に示す図である。

【図 10】メイン画面の構成例を示す図である。

【図 11】土砂重量の算出に関するパラメータを説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について説明する。

【 0 0 1 1 】

[ショベルの概要]

最初に、図 1 を参照して、本発明の一実施形態に係るショベル 1 0 0 の概要について説

10

20

30

40

50

明する。図 1 は、ショベル 100 の側面図である。図 1 では、ショベル 100 は、施工対象の上り傾斜面 E S に隣接する水平面に位置すると共に、後述する目標施工面の一例である上り法面 B S (つまり、上り傾斜面 E S に対する施工後の法面形状) が併せて記載されている。尚、施工対象の上り傾斜面 E S には、目標施工面である上り法面 B S の法線方向を示す丁張り (図示せず) が設けられている。

【 0 0 1 2 】

ショベル 100 は、下部走行体 1 と、旋回機構 2 を介して旋回自在に下部走行体 1 に搭載される上部旋回体 3 と、アタッチメント (作業機) の一例である掘削アタッチメントを構成するブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 と、キャビン 10 とを備える。

【 0 0 1 3 】

下部走行体 1 は、左右一対のクローラが走行油圧モータ 1 L, 1 R (図 2 参照) でそれぞれ油圧駆動されることにより、ショベル 100 を走行させる。つまり、一対の走行油圧モータ 1 L, 1 R (走行モータの一例) は、被駆動部としての下部走行体 1 (クローラ) を駆動する。

【 0 0 1 4 】

上部旋回体 3 は、旋回油圧モータ 2 A (図 2 参照) で駆動されることにより、下部走行体 1 に対して旋回する。つまり、旋回油圧モータ 2 A は、被駆動部としての上部旋回体 3 を駆動する旋回駆動部であり、上部旋回体 3 の向きを変化させることができる。

【 0 0 1 5 】

尚、上部旋回体 3 は、旋回油圧モータ 2 A の代わりに、電動機 (以下、「旋回用電動機」) により電気駆動されてもよい。つまり、旋回用電動機は、旋回油圧モータ 2 A と同様、非駆動部としての上部旋回体 3 を駆動する旋回駆動部であり、上部旋回体 3 の向きを変化させることができる。

【 0 0 1 6 】

ブーム 4 は、上部旋回体 3 の前部中央に俯仰可能に枢着され、ブーム 4 の先端には、アーム 5 が上下回動可能に枢着され、アーム 5 の先端には、エンドアタッチメントとしてのバケット 6 が上下回動可能に枢着される。ブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 は、それぞれ、油圧アクチュエータとしてのブームシリンダ 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。

【 0 0 1 7 】

尚、バケット 6 は、エンドアタッチメントの一例であり、アーム 5 の先端には、作業内容等に応じて、バケット 6 の代わりに、他のエンドアタッチメント、例えば、法面用バケット、浚渫用バケット、ブレーカ等が取り付けられてもよい。

【 0 0 1 8 】

キャビン 10 は、オペレータが搭乗する運転室であり、上部旋回体 3 の前部左側に搭載される。

【 0 0 1 9 】

[ショベルの構成]

次に、図 1 に加えて、図 2 を参照して、ショベル 100 の具体的な構成について説明する。図 2 は、ショベル 100 の構成の一例を概略的に示す図である。図 2 において、機械的動力系、作動油ライン、パイロットライン、及び電気制御系は、それぞれ、二重線、実線、破線、及び点線で示されている。

【 0 0 2 0 】

ショベル 100 の駆動系は、エンジン 11 と、レギュレータ 13 と、メインポンプ 14 と、コントロールバルブ 17 を含む。また、ショベル 100 の油圧駆動系は、上述の如く、下部走行体 1、上部旋回体 3、ブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 のそれぞれを油圧駆動する走行油圧モータ 1 L, 1 R、旋回油圧モータ 2 A、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 等の油圧アクチュエータを含む。

【 0 0 2 1 】

エンジン 11 は、油圧駆動系におけるメイン動力源であり、例えば、上部旋回体 3 の後

10

20

30

40

50

部に搭載される。具体的には、エンジン 11 は、後述するコントローラ 30 による直接或いは間接的な制御下で、予め設定される目標回転数で一定回転し、メインポンプ 14 及びパイロットポンプ 15 を駆動する。エンジン 11 は、例えば、軽油を燃料とするディーゼルエンジンである。

【0022】

レギュレータ 13 は、メインポンプ 14 の吐出量を制御する。例えば、レギュレータ 13 は、コントローラ 30 からの制御指令に応じて、メインポンプ 14 の斜板の角度（傾転角）を調節する。レギュレータ 13 は、例えば、後述の如く、レギュレータ 13 L, 13 R を含む。

【0023】

メインポンプ 14 は、例えば、エンジン 11 と同様、上部旋回体 3 の後部に搭載され、高圧油圧ラインを通じてコントロールバルブ 17 に作動油を供給する。メインポンプ 14 は、上述の如く、エンジン 11 により駆動される。メインポンプ 14 は、例えば、可変容量式油圧ポンプであり、上述の如く、コントローラ 30 による制御下で、レギュレータ 13 により斜板の傾転角が調節されることでピストンのストローク長が調整され、吐出流量（吐出圧）が制御される。メインポンプ 14 は、例えば、後述の如く、メインポンプ 14 L, 14 R を含む。

【0024】

コントロールバルブ 17 は、例えば、上部旋回体 3 の中央部に搭載され、オペレータによる操作装置 26 に対する操作に応じて、油圧駆動系の制御を行う油圧制御装置である。コントロールバルブ 17 は、上述の如く、高圧油圧ラインを介してメインポンプ 14 と接続され、メインポンプ 14 から供給される作動油を、操作装置 26 の操作状態に応じて、油圧アクチュエータ（走行油圧モータ 1 L, 1 R、旋回油圧モータ 2 A、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）に選択的に供給する。具体的には、コントロールバルブ 17 は、メインポンプ 14 から油圧アクチュエータのそれぞれに供給される作動油の流量と流れる方向を制御する制御弁 171 ~ 176 を含む。より具体的には、制御弁 171 は、走行油圧モータ 1 L に対応し、制御弁 172 は、走行油圧モータ 1 R に対応し、制御弁 173 は、旋回油圧モータ 2 A に対応する。また、制御弁 174 は、バケットシリンダ 9 に対応し、制御弁 175 は、ブームシリンダ 7 に対応し、制御弁 176 は、アームシリンダ 8 に対応する。また、制御弁 175 は、例えば、後述の如く、制御弁 175 L, 175 R を含み、制御弁 176 は、例えば、後述の如く、制御弁 176 L, 176 R を含む。制御弁 171 ~ 176 の詳細は、後述する。

【0025】

シヨベル 100 の操作系は、パイロットポンプ 15 と、操作装置 26 を含む。また、シヨベル 100 の操作系は、後述するコントローラ 30 によるマシンコントロール機能に関する構成として、シャトル弁 32 を含む。

【0026】

パイロットポンプ 15 は、例えば、上部旋回体 3 の後部に搭載され、パイロットラインを介して操作装置 26 にパイロット圧を供給する。パイロットポンプ 15 は、例えば、固定容量式油圧ポンプであり、上述の如く、エンジン 11 により駆動される。

【0027】

操作装置 26 は、キャビン 10 の操縦席付近に設けられ、オペレータが各種動作要素（下部走行体 1、上部旋回体 3、ブーム 4、アーム 5、又はバケット 6 等）の操作を行うための操作入力手段である。換言すれば、操作装置 26 は、オペレータがそれぞれの動作要素を駆動する油圧アクチュエータ（即ち、走行油圧モータ 1 L, 1 R、旋回油圧モータ 2 A、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 等）の操作を行うための操作入力手段である。操作装置 26 は、その二次側のパイロットラインを通じて直接的に、或いは、二次側のパイロットラインに設けられる後述のシャトル弁 32 を介して間接的に、コントロールバルブ 17 にそれぞれ接続される。これにより、コントロールバルブ 17 には、操作装置 26 における下部走行体 1、上部旋回体 3、ブーム 4、アーム 5、及び

10

20

30

40

50

バケット 6 等の操作状態に応じたパイロット圧が入力されうる。そのため、コントロールバルブ 17 は、操作装置 26 における操作状態に応じて、それぞれの油圧アクチュエータを駆動することができる。操作装置 26 は、例えば、アーム 5 (アームシリンダ 8) を操作するレバー装置を含む。また、操作装置 26 は、例えば、ブーム 4 (ブームシリンダ 7)、バケット 6 (バケットシリンダ 9)、上部旋回体 3 (旋回油圧モータ 2A) のそれぞれを操作するレバー装置 26A ~ 26C を含む (図 4 参照)。また、操作装置 26 は、例えば、下部走行体 1 の左右一対のクローラ (走行油圧モータ 1L, 1R) のそれぞれを操作するレバー装置やペダル装置を含む。

【0028】

シャトル弁 32 は、2つの入口ポートと1つの出口ポートを有し、2つの入口ポートに 10
 入力されたパイロット圧のうちの高い方のパイロット圧を有する作動油を出口ポートに出力させる。シャトル弁 32 は、2つの入口ポートのうち的一方が操作装置 26 に接続され、他方が比例弁 31 に接続される。シャトル弁 32 の出口ポートは、パイロットラインを通じて、コントロールバルブ 17 内の対応する制御弁のパイロットポートに接続されている (詳細は、図 4 参照)。そのため、シャトル弁 32 は、操作装置 26 が生成するパイロット圧と比例弁 31 が生成するパイロット圧のうちの高い方を、対応する制御弁のパイロットポートに作用させることができる。つまり、後述するコントローラ 30 は、操作装置 26 から出力される二次側のパイロット圧よりも高いパイロット圧を比例弁 31 から出力 20
 させることにより、オペレータによる操作装置 26 の操作に依らず、対応する制御弁を制御し、各種動作要素の動作を制御することができる。シャトル弁 32 は、例えば、後述の如く、シャトル弁 32AL, 32AR, 32BL, 32BR, 32CL, 32CR を含む。

【0029】

尚、操作装置 26 (左操作レバー、右操作レバー、左走行レバー、及び右走行レバー) は、パイロット圧を出力する油圧パイロット式ではなく、電気信号を出力する電気式であってもよい。この場合、操作装置 26 からの電気信号は、コントローラ 30 に入力され、コントローラ 30 は、入力される電気信号に応じて、コントロールバルブ 17 内の各制御弁 171 ~ 176 を制御することにより、操作装置 26 に対する操作内容に応じた、各種油圧アクチュエータの動作を実現する。例えば、コントロールバルブ 17 内の制御弁 171 ~ 176 は、コントローラ 30 からの指令により駆動する電磁ソレノイド式スプール弁 30
 であってよい。また、例えば、パイロットポンプ 15 と各制御弁 171 ~ 176 のパイロットポートとの間には、コントローラ 30 からの電気信号に応じて動作する電磁弁が配置されてもよい。この場合、電気式の操作装置 26 を用いた手動操作が行われると、コントローラ 30 は、その操作量 (例えば、レバー操作量) に対応する電気信号によって、当該電磁弁を制御しパイロット圧を増減させることで、操作装置 26 に対する操作内容に合わせて、各制御弁 171 ~ 176 を動作させることができる。

【0030】

シヨベル 100 の制御系は、コントローラ 30 と、吐出圧センサ 28 と、操作圧センサ 29 と、比例弁 31 と、表示装置 40 と、入力装置 42 と、音声出力装置 43 と、記憶装置 47 と、ブーム角度センサ S1 と、アーム角度センサ S2 と、バケット角度センサ S3 40
 と、機体傾斜センサ S4 と、旋回状態センサ S5 と、撮像装置 S6 と、形状推定装置 S10 と、測位装置 PS と、通信装置 T1 を含む。

【0031】

コントローラ 30 (制御装置の一例) は、例えば、キャビン 10 内に設けられ、シヨベル 100 の駆動制御を行う。コントローラ 30 は、その機能が任意のハードウェア、ソフトウェア、或いは、その組み合わせにより実現されてよい。例えば、コントローラ 30 は、CPU (Central Processing Unit) と、ROM (Read Only Memory) と、RAM (Random Access Memory) と、不揮発性の補助記憶装置と、各種入出力インターフェース等を含むマイクロコンピュータを中心に構成される。コントローラ 30 は、例えば、ROM や不揮発性の補助記憶装置に格納される各種プログラムを CPU 上で実行することにより各 50

種機能を実現する。

【 0 0 3 2 】

例えば、コントローラ 3 0 は、オペレータ等の所定操作により予め設定される作業モード等に基づき、目標回転数を設定し、エンジン 1 1 を一定回転させる駆動制御を行う。

【 0 0 3 3 】

また、例えば、コントローラ 3 0 は、必要に応じてレギュレータ 1 3 に対して制御指令を出力し、メインポンプ 1 4 の吐出量を変化させる。

【 0 0 3 4 】

また、例えば、コントローラ 3 0 は、例えば、オペレータによる操作装置 2 6 を通じたシヨベル 1 0 0 の手動操作をガイド（案内）するマシンガイダンス機能に関する制御を行う。また、コントローラ 3 0 は、例えば、オペレータによる操作装置 2 6 を通じたシヨベル 1 0 0 の手動操作を自動的に支援するマシンコントロール機能に関する制御を行う。つまり、コントローラ 3 0 は、マシンガイダンス機能及びマシンコントロール機能に関する機能部として、マシンガイダンス部 5 0 を含む。また、コントローラ 3 0 は、後述する形状推定部 6 0 を含む。

【 0 0 3 5 】

尚、コントローラ 3 0 の機能の一部は、他のコントローラ（制御装置）により実現されてもよい。即ち、コントローラ 3 0 の機能は、複数のコントローラにより分散される態様で実現されてもよい。例えば、マシンガイダンス機能及びマシンコントロール機能は、専用のコントローラ（制御装置）により実現されてもよい。

【 0 0 3 6 】

吐出圧センサ 2 8 は、メインポンプ 1 4 の吐出圧を検出する。吐出圧センサ 2 8 により検出された吐出圧に対応する検出信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。吐出圧センサ 2 8 は、例えば、後述の如く、吐出圧センサ 2 8 L , 2 8 R を含む。

【 0 0 3 7 】

操作圧センサ 2 9 は、上述の如く、操作装置 2 6 の二次側のパイロット圧、即ち、操作装置 2 6 におけるそれぞれの動作要素（即ち、油圧アクチュエータ）に関する操作状態（例えば、操作方向や操作量等の操作内容）に対応するパイロット圧を検出する。操作圧センサ 2 9 による操作装置 2 6 における下部走行体 1、上部旋回体 3、ブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 等の操作状態に対応するパイロット圧の検出信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。操作圧センサ 2 9 は、例えば、後述の如く、操作圧センサ 2 9 A ~ 2 9 C を含む。

【 0 0 3 8 】

尚、操作圧センサ 2 9 の代わりに、操作装置 2 6 におけるそれぞれの動作要素に関する操作状態を検出可能な他のセンサ、例えば、レバー装置 2 6 A ~ 2 6 C 等の操作量（傾倒量）や傾倒方向を検出可能なエンコーダやポテンショメータ等が設けられてもよい。

【 0 0 3 9 】

比例弁 3 1 は、パイロットポンプ 1 5 とシャトル弁 3 2 とを接続するパイロットラインに設けられ、その流路面積（作動油が通流可能な断面積）を変更できるように構成される。比例弁 3 1 は、コントローラ 3 0 から入力される制御指令に応じて動作する。これにより、コントローラ 3 0 は、オペレータにより操作装置 2 6（具体的には、レバー装置 2 6 A ~ 2 6 C）が操作されていない場合であっても、パイロットポンプ 1 5 から吐出される作動油を、比例弁 3 1 及びシャトル弁 3 2 を介し、コントロールバルブ 1 7 内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。比例弁 3 1 は、例えば、後述の如く、比例弁 3 1 A L , 3 1 A R , 3 1 B L , 3 1 B R , 3 1 C L , 3 1 C R を含む。

【 0 0 4 0 】

表示装置 4 0 は、キャビン 1 0 内の着座したオペレータから視認し易い場所に設けられ、コントローラ 3 0 による制御下で、各種情報画像を表示する。表示装置 4 0 は、C A N（Controller Area Network）等の車載通信ネットワークを介してコントローラ 3 0 に接続されていてもよいし、一対一の専用線を介してコントローラ 3 0 に接続されていてもよ

10

20

30

40

50

い。

【 0 0 4 1 】

入力装置 4 2 は、キャビン 1 0 内の着座したオペレータから手が届く範囲に設けられ、オペレータによる各種操作入力を受け付け、操作入力に応じた信号をコントローラ 3 0 に出力する。入力装置 4 2 は、各種情報画像を表示する表示装置のディスプレイに実装されるタッチパネル、レバー装置 2 6 A ~ 2 6 C のレバー部の先端に設けられるノブスイッチ、表示装置 4 0 の周囲に設置されるボタンスイッチ、レバー、トグル、回転ダイヤル等を含む。入力装置 4 2 に対する操作内容に対応する信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。

【 0 0 4 2 】

音声出力装置 4 3 は、例えば、キャビン 1 0 内に設けられ、コントローラ 3 0 と接続され、コントローラ 3 0 による制御下で、音声を出力する。音声出力装置 4 3 は、例えば、スピーカやブザー等である。音声出力装置 4 3 は、コントローラ 3 0 からの音声出力指令に応じて各種情報を音声出力する。

【 0 0 4 3 】

記憶装置 4 7 は、例えば、キャビン 1 0 内に設けられ、コントローラ 3 0 による制御下で、各種情報を記憶する。記憶装置 4 7 は、例えば、半導体メモリ等の不揮発性記憶媒体である。記憶装置 4 7 は、ショベル 1 0 0 の動作中に各種機器が出力する情報を記憶してもよく、ショベル 1 0 0 の動作が開始される前に各種機器を介して取得する情報を記憶してもよい。記憶装置 4 7 は、例えば、通信装置 T 1 等を介して取得される、或いは、入力装置 4 2 等を通じて設定される目標施工面に関するデータを記憶していてもよい。当該目標施工面は、ショベル 1 0 0 のオペレータにより設定（保存）されてもよいし、施工管理者等により設定されてもよい。

【 0 0 4 4 】

ブーム角度センサ S 1 は、ブーム 4 に取り付けられ、ブーム 4 の上部旋回体 3 に対する俯仰角度（以下、「ブーム角度」）、例えば、側面視において、上部旋回体 3 の旋回平面に対してブーム 4 の両端の支点を結ぶ直線が成す角度を検出する。ブーム角度センサ S 1 は、例えば、ロータリエンコーダ、加速度センサ、6 軸センサ、I M U (Inertial Measurement Unit : 慣性計測装置) 等を含んでよい。また、ブーム角度センサ S 1 は、可変抵抗器を利用したポテンシオメータ、ブーム角度に対応する油圧シリンダ（ブームシリンダ 7）のストローク量を検出するシリンダセンサ等を含んでもよい。以下、アーム角度センサ S 2、バケット角度センサ S 3 についても同様である。ブーム角度センサ S 1 によるブーム角度に対応する検出信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。

【 0 0 4 5 】

アーム角度センサ S 2 は、アーム 5 に取り付けられ、アーム 5 のブーム 4 に対する回動角度（以下、「アーム角度」）、例えば、側面視において、ブーム 4 の両端の支点を結ぶ直線に対してアーム 5 の両端の支点を結ぶ直線が成す角度を検出する。アーム角度センサ S 2 によるアーム角度に対応する検出信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。

【 0 0 4 6 】

バケット角度センサ S 3 は、バケット 6 に取り付けられ、バケット 6 のアーム 5 に対する回動角度（以下、「バケット角度」）、例えば、側面視において、アーム 5 の両端の支点を結ぶ直線に対してバケット 6 の支点と先端（刃先）とを結ぶ直線が成す角度を検出する。バケット角度センサ S 3 によるバケット角度に対応する検出信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。

【 0 0 4 7 】

機体傾斜センサ S 4 は、水平面に対する機体（上部旋回体 3 或いは下部走行体 1）の傾斜状態を検出する。機体傾斜センサ S 4 は、例えば、上部旋回体 3 に取り付けられ、ショベル 1 0 0（即ち、上部旋回体 3）の前後方向及び左右方向の 2 軸回りの傾斜角度（以下、「前後傾斜角」及び「左右傾斜角」）を検出する。機体傾斜センサ S 4 は、例えば、ロータリエンコーダ、加速度センサ、6 軸センサ、I M U 等を含んでよい。機体傾斜センサ

10

20

30

40

50

S 4 による傾斜角度（前後傾斜角及び左右傾斜角）に対応する検出信号は、コントローラ 30 に取り込まれる。

【0048】

旋回状態センサ S 5 は、上部旋回体 3 の旋回状態に関する検出情報を出力する。旋回状態センサ S 5 は、例えば、上部旋回体 3 の旋回角速度及び旋回角度を検出する。旋回状態センサ S 5 は、例えば、ジャイロセンサ、レゾルバ、ロータリエンコーダ等を含んでよい。旋回状態センサ S 5 による上部旋回体 3 の旋回角度や旋回角速度に対応する検出信号は、コントローラ 30 に取り込まれる。

【0049】

第 1 空間認識装置としての撮像装置 S 6 は、ショベル 100 の周辺を撮像する。撮像装置 S 6 は、例えば、CCD や CMOS 等の撮像素子を有する単眼カメラであり、撮像した画像を表示装置 40 に出力する。本実施形態では、撮像装置 S 6 は、ショベル 100 の前方を撮像するカメラ S 6 F、ショベル 100 の左方を撮像するカメラ S 6 L、ショベル 100 の右方を撮像するカメラ S 6 R、及び、ショベル 100 の後方を撮像するカメラ S 6 B を含む。撮像装置 S 6 は、アタッチメントに取り付けられたアタッチメントカメラを含んでいてもよい。

10

【0050】

カメラ S 6 F は、例えば、キャビン 10 の天井、即ち、キャビン 10 の内部に取り付けられている。また、カメラ S 6 F は、キャビン 10 の屋根、ブーム 4 の側面等、キャビン 10 の外部に取り付けられていてもよい。カメラ S 6 L は、上部旋回体 3 の上面左端に取り付けられ、カメラ S 6 R は、上部旋回体 3 の上面右端に取り付けられ、カメラ S 6 B は、上部旋回体 3 の上面後端に取り付けられている。

20

【0051】

撮像装置 S 6（カメラ S 6 F、S 6 B、S 6 L、S 6 R）は、それぞれ、例えば、広い画角を有する単眼の広角カメラである。また、撮像装置 S 6 は、ステレオカメラや距離画像カメラ等であってもよい。撮像装置 S 6 による撮像画像は、表示装置 40 を介してコントローラ 30 に取り込まれる。尚、撮像装置 S 6 は、直接、コントローラ 30 と通信可能に接続されてもよい。

【0052】

第 1 空間認識装置としての撮像装置 S 6 は、物体検知装置として機能してもよい。この場合、撮像装置 S 6 は、ショベル 100 の周囲に存在する物体を検知してよい。検知対象の物体には、例えば、人、動物、車両、建設機械、建造物、穴等が含まれうる。また、撮像装置 S 6 は、撮像装置 S 6 又はショベル 100 から認識された物体までの距離を算出し、種類を判別してもよい。そのため、物体検知装置としての撮像装置 S 6 には、例えば、ステレオカメラ、距離画像センサ等が含まれうる。

30

【0053】

第 1 空間認識装置は、第 1 空間認識装置又はショベル 100 から認識された物体までの距離を算出するように構成されていてもよい。また、撮像装置 S 6 に加えて、第 1 空間認識装置として、例えば、RGB-D センサ、超音波センサ、ミリ波レーダ、LIDAR、又は赤外線センサ等の他の物体検知装置が設けられてもよい。第 1 空間認識装置として RGB-D センサ、LIDAR、ミリ波レーダ、超音波センサ、又はレーザレーダ等を利用する場合には、多数の信号（レーザ光等）を物体に向けて発信し、その反射信号を受信することで、反射信号から物体の距離及び方向を検出してもよい。これらの物体検知装置が設けられる場合、撮像装置 S 6 は省略されてもよい。

40

【0054】

第 2 空間認識装置としての形状推定装置 S 10 は、バケット 6 内に取り込まれている物の形状を推定できるように構成される。形状推定装置 S 10 は、例えば、1 又は複数台の LIDAR で構成され、取得した情報をコントローラ 30 に向けて送信できるように構成される。但し、形状推定装置 S 10 は、RGB-D センサ、ステレオカメラ、距離画像センサ、又は 3 次元レーザスキャナ等で構成されていてもよい。第 2 空間認識装置として R

50

GB-Dセンサ、LIDAR、ミリ波レーダ、超音波センサ、又はレーザレーダ等を利用する場合には、多数の信号（レーザ光等）を物体に向けて発信し、その反射信号を受信することで、反射信号から物体の距離及び方向を検出してよい。本実施形態では、形状推定装置S10は、アーム5の腹面に取り付けられた1台のLIDARで構成されている。但し、形状推定装置S10は、アーム5の背面若しくは側面等、又は、ブーム4の腹面、側面、若しくは背面等、掘削アタッチメントATの他の部分に取り付けられていてもよい。

【0055】

ブームシリンダ7にはブームロッド圧センサS7R及びブームボトム圧センサS7Bが取り付けられている。アームシリンダ8にはアームロッド圧センサS8R及びアームボトム圧センサS8Bが取り付けられている。バケットシリンダ9にはバケットロッド圧センサS9R及びバケットボトム圧センサS9Bが取り付けられている。ブームロッド圧センサS7R、ブームボトム圧センサS7B、アームロッド圧センサS8R、アームボトム圧センサS8B、バケットロッド圧センサS9R及びバケットボトム圧センサS9Bは、集合的に「シリンダ圧センサ」とも称される。

10

【0056】

ブームロッド圧センサS7Rはブームシリンダ7のロッド側油室の圧力（以下、「ブームロッド圧」とする。）を検出し、ブームボトム圧センサS7Bはブームシリンダ7のボトム側油室の圧力（以下、「ブームボトム圧」とする。）を検出する。アームロッド圧センサS8Rはアームシリンダ8のロッド側油室の圧力（以下、「アームロッド圧」とする。）を検出し、アームボトム圧センサS8Bはアームシリンダ8のボトム側油室の圧力（以下、「アームボトム圧」とする。）を検出する。バケットロッド圧センサS9Rはバケットシリンダ9のロッド側油室の圧力（以下、「バケットロッド圧」とする。）を検出し、バケットボトム圧センサS9Bはバケットシリンダ9のボトム側油室の圧力（以下、「バケットボトム圧」とする。）を検出する。

20

【0057】

測位装置PSは、上部旋回体3の位置及び向きを測定する。測位装置PSは、例えば、GNSS（Global Navigation Satellite System）コンパスであり、上部旋回体3の位置及び向きを検出し、上部旋回体3の位置及び向きに対応する検出信号は、コントローラ30に取り込まれる。また、測位装置PSの機能のうち上部旋回体3の向きを検出する機能は、上部旋回体3に取り付けられた方位センサにより代替されてもよい。

30

【0058】

通信装置T1は、基地局を末端とする移動体通信網、衛星通信網、インターネット網等を含む所定のネットワークを通じて外部機器と通信を行う。通信装置T1は、例えば、LTE（Long Term Evolution）、4G（4th Generation）、5G（5th Generation）等の移動体通信規格に対応する移動体通信モジュールや、衛星通信網に接続するための衛星通信モジュール等である。

【0059】

マシンガイダンス部50は、例えば、マシンガイダンス機能に関するショベル100の制御を実行する。マシンガイダンス部50は、例えば、目標施工面とアタッチメントの先端部、具体的には、エンドアタッチメントの作業部位との距離等の作業情報を、表示装置40や音声出力装置43等を通じて、オペレータに伝える。目標施工面に関するデータは、例えば、上述の如く、記憶装置47に予め記憶されている。目標施工面に関するデータは、例えば、基準座標系で表現されている。基準座標系は、例えば、世界測地系である。世界測地系は、地球の重心に原点をおき、X軸をグリニッジ子午線と赤道との交点の方向に、Y軸を東経90度の方向に、そして、Z軸を北極の方向にとる三次元直交XYZ座標系である。オペレータは、施工現場の任意の点を基準点と定め、入力装置42を通じて、基準点との相対的な位置関係により目標施工面を設定してよい。バケット6の作業部位は、例えば、バケット6の爪先、バケット6の背面等である。また、エンドアタッチメントとして、バケット6の代わりに、例えば、ブレードが採用される場合、ブレードの先端部

40

50

が作業部位に相当する。マシンガイダンス部 50 は、表示装置 40、音声出力装置 43 等を通じて、作業情報をオペレータに通知し、オペレータによる操作装置 26 を通じたショベル 100 の操作をガイドする。

【0060】

また、マシンガイダンス部 50 は、例えば、マシンコントロール機能に関するショベル 100 の制御を実行する。マシンガイダンス部 50 は、例えば、オペレータが手動で掘削操作を行っているときに、目標施工面とバケット 6 の先端位置とが一致するように、ブーム 4、アーム 5、及び、バケット 6 の少なくとも一つを自動的に動作させてもよい。

【0061】

マシンガイダンス部 50 は、ブーム角度センサ S1、アーム角度センサ S2、バケット角度センサ S3、機体傾斜センサ S4、旋回状態センサ S5、撮像装置 S6、測位装置 P5、通信装置 T1 及び入力装置 42 等から情報を取得する。そして、マシンガイダンス部 50 は、例えば、取得した情報に基づき、バケット 6 と目標施工面との間の距離を算出し、音声出力装置 43 からの音声及び表示装置 40 に表示される画像により、バケット 6 と目標施工面との間の距離の程度をオペレータに通知したり、アタッチメントの先端部（具体的には、バケット 6 の爪先や背面等の作業部位）が目標施工面に一致するように、アタッチメントの動作を自動的に制御したりする。マシンガイダンス部 50 は、当該マシンガイダンス機能及びマシンコントロール機能に関する詳細な機能構成として、位置算出部 51 と、距離算出部 52 と、情報伝達部 53 と、自動制御部 54 と、旋回角度算出部 55 と、相対角度算出部 56 と、を含む。

10

20

【0062】

位置算出部 51 は、所定の測位対象の位置を算出する。例えば、位置算出部 51 は、アタッチメントの先端部、具体的には、バケット 6 の爪先や背面等の作業部位の基準座標系における座標点を算出する。具体的には、位置算出部 51 は、ブーム 4、アーム 5、及びバケット 6 のそれぞれの俯仰角度（ブーム角度、アーム角度、及びバケット角度）からバケット 6 の作業部位の座標点を算出する。

【0063】

距離算出部 52 は、2つの測位対象間の距離を算出する。例えば、距離算出部 52 は、アタッチメントの先端部、具体的には、バケット 6 爪先や背面等の作業部位と目標施工面との間の距離を算出する。また、距離算出部 52 は、バケット 6 の作業部位としての背面と目標施工面との間の角度（相対角度）を算出してもよい。

30

【0064】

情報伝達部 53 は、表示装置 40 や音声出力装置 43 等の所定の通知手段を通じて、各種情報をショベル 100 のオペレータに伝達（通知）する。情報伝達部 53 は、距離算出部 52 により算出された各種距離等の大きさ（程度）をショベル 100 のオペレータに通知する。例えば、表示装置 40 による視覚情報及び音声出力装置 43 による聴覚情報の少なくとも一方を用いて、バケット 6 の先端部と目標施工面との間の距離（の大きさ）をオペレータに伝える。また、情報伝達部 53 は、表示装置 40 による視覚情報及び音声出力装置 43 による聴覚情報の少なくとも一方を用いて、バケット 6 の作業部位としての背面と目標施工面との間の相対角度（の大きさ）をオペレータに伝えてもよい。

40

【0065】

具体的には、情報伝達部 53 は、音声出力装置 43 による断続音を用いて、バケット 6 の作業部位と目標施工面との間の距離（例えば、鉛直距離）の大きさをオペレータに伝える。この場合、情報伝達部 53 は、鉛直距離が小さくなるほど、断続音の間隔を短くし、鉛直距離が大きくなるほど、断続音の感覚を長くしてよい。また、情報伝達部 53 は、断続音を用いてもよく、音の高低、強弱等を変化させながら、鉛直距離の大きさの違いを表すようにしてもよい。また、情報伝達部 53 は、バケット 6 の先端部が目標施工面よりも低い位置になった、つまり、目標施工面を超えてしまった場合、音声出力装置 43 を通じて警報を発してもよい。当該警報は、例えば、断続音より顕著に大きい連続音である。

【0066】

50

また、情報伝達部 5 3 は、アタッチメントの先端部、具体的には、バケット 6 の作業部位と目標施工面との間の距離の大きさやバケット 6 の背面と目標施工面との間の相対角度の大きさ等を作業情報として表示装置 4 0 に表示させてもよい。表示装置 4 0 は、コントローラ 3 0 による制御下で、例えば、撮像装置 5 6 から受信した画像データと共に、情報伝達部 5 3 から受信した作業情報を表示する。情報伝達部 5 3 は、例えば、アナログメータの画像やバーグラフインジケータの画像等を用いて、鉛直距離の大きさをオペレータに伝えるようにしてもよい。

【 0 0 6 7 】

自動制御部 5 4 は、アクチュエータを自動的に動作させることでオペレータによる操作装置 2 6 を通じたショベル 1 0 0 の手動操作を自動的に支援する。具体的には、自動制御部 5 4 は、後述の如く、複数の油圧アクチュエータ（具体的には、旋回油圧モータ 2 A、ブームシリンダ 7、及びバケットシリンダ 9）に対応する制御弁（具体的には、制御弁 1 7 3、制御弁 1 7 5 L、1 7 5 R、及び制御弁 1 7 4）に作用するパイロット圧を個別に且つ自動的に調整することができる。これにより、自動制御部 5 4 は、それぞれの油圧アクチュエータを自動的に動作させることができる。自動制御部 5 4 によるマシンコントロール機能に関する制御は、例えば、入力装置 4 2 に含まれる所定のスイッチが押下された場合に実行されてよい。当該所定のスイッチは、例えば、マシンコントロールスイッチ（以下、「MC (Machine Control) スイッチ」）であり、ノブスイッチとして操作装置 2 6（例えば、アーム 5 の操作に対応するレバー装置）のオペレータによる把持部の先端に配置されていてもよい。以下、MC スイッチが押下されている場合に、マシンコントロール機能が有効である前提で説明を進める。

10

20

【 0 0 6 8 】

例えば、自動制御部 5 4 は、MC スイッチ等が押下されている場合、掘削作業や整形作業を支援するために、アームシリンダ 8 の動作に合わせて、ブームシリンダ 7 及びバケットシリンダ 9 の少なくとも一方を自動的に伸縮させる。具体的には、自動制御部 5 4 は、オペレータが手動でアーム 5 の閉じ操作（以下、「アーム閉じ操作」）を行っている場合に、目標施工面とバケット 6 の爪先や背面等の作業部位の位置とが一致するようにブームシリンダ 7 及びバケットシリンダ 9 の少なくとも一方を自動的に伸縮させる。この場合、オペレータは、例えば、アーム 5 の操作に対応するレバー装置をアーム閉じ操作するだけで、バケット 6 の爪先等を目標施工面に一致させながら、アーム 5 を閉じることができる。

30

【 0 0 6 9 】

また、自動制御部 5 4 は、MC スイッチ等が押下されている場合、上部旋回体 3 を目標施工面に正対させるために旋回油圧モータ 2 A（アクチュエータの一例）を自動的に回転させてもよい。以下、コントローラ 3 0（自動制御部 5 4）による上部旋回体 3 を目標施工面に正対させる制御を「正対制御」と称する。これにより、オペレータ等は、所定のスイッチを押下するだけで、或いは、当該スイッチが押下された状態で、旋回操作に対応する後述のレバー装置 2 6 C を操作するだけで、上部旋回体 3 を目標施工面に正対させることができる。また、オペレータは、MC スイッチを押下するだけで、上部旋回体 3 を目標施工面に正対させ且つ上述の目標施工面の掘削作業等に関するマシンコントロール機能を開始させることができる。

40

【 0 0 7 0 】

例えば、ショベル 1 0 0 の上部旋回体 3 が目標施工面に正対している状態は、アタッチメントの動作に従い、アタッチメントの先端部（例えば、バケット 6 の作業部位としての爪先や背面等）を目標施工面（上り法面 B S）の傾斜方向に沿って移動させることが可能な状態である。具体的には、ショベル 1 0 0 の上部旋回体 3 が目標施工面に正対している状態は、ショベル 1 0 0 の旋回平面に鉛直なアタッチメントの稼働面（アタッチメント稼働面）が、丁張りに対応する目標施工面の法線を含む状態（換言すれば、当該法線に沿う状態）である。

【 0 0 7 1 】

50

ショベル100のアタッチメント稼働面が丁張りに対応する目標施工面の法線を含む状態にない場合、アタッチメントの先端部は、目標施工面を傾斜方向に移動させることができない。そのため、結果として、ショベル100は、目標施工面を適切に施工できない。これに対して、自動制御部54は、自動的に旋回油圧モータ2Aを回転させることで、上部旋回体3を正対させることができる。これにより、ショベル100は、目標施工面を適切に施工することができる。

【0072】

自動制御部54は、正対制御において、例えば、バケット6の爪先の左端の座標点と目標施工面との間の左端鉛直距離（以下、単に「左端鉛直距離」と）と、バケット6の爪先の右端の座標点と目標施工面との間の右端鉛直距離（以下、単に「右端鉛直距離」と）とが等しくなった場合に、ショベルが目標施工面に正対していると判断する。また、自動制御部54は、左端鉛直距離と右端鉛直距離とが等しくなった場合（即ち、左端鉛直距離と右端鉛直距離との差がゼロになった場合）ではなく、その差が所定値以下になった場合に、ショベル100が目標施工面に正対していると判断してもよい。

10

【0073】

また、自動制御部54は、正対制御において、例えば、左端鉛直距離と右端鉛直距離との差に基づき、旋回油圧モータ2Aを動作させてもよい。具体的には、MCスイッチ等の所定のスイッチが押下された状態で旋回操作に対応するレバー装置26Cが操作されると、上部旋回体3を目標施工面に正対させる方向にレバー装置26Cが操作されたか否かを判断する。例えば、バケット6の爪先と目標施工面（上り法面BS）との間の鉛直距離が大きくなる方向にレバー装置26Cが操作された場合、自動制御部54は、正対制御を実行しない。一方で、バケット6の爪先と目標施工面（上り法面BS）との間の鉛直距離が小さくなる方向に旋回操作レバーが操作された場合、自動制御部54は、正対制御を実行する。その結果、自動制御部54は、左端鉛直距離と右端鉛直距離との差が小さくなるように旋回油圧モータ2Aを動作させることができる。その後、自動制御部54は、その差が所定値以下或いはゼロになると、旋回油圧モータ2Aを停止させる。また、自動制御部54は、その差が所定値以下或いはゼロとなる旋回角度を目標角度として設定し、その目標角度と現在の旋回角度（具体的には、旋回状態センサS5の検出信号に基づく検出値）との角度差がゼロになるように、旋回油圧モータ2Aの動作制御を行ってもよい。この場合、旋回角度は、例えば、基準方向に対する上部旋回体3の前後軸の角度である。

20

30

【0074】

尚、上述の如く、旋回油圧モータ2Aの代わりに、旋回用電動機がショベル100に搭載される場合、自動制御部54は、旋回用電動機（アクチュエータの一例）を制御対象として、正対制御を行う。

【0075】

旋回角度算出部55は、上部旋回体3の旋回角度を算出する。これにより、コントローラ30は、上部旋回体3の現在の向きを特定することができる。旋回角度算出部55は、例えば、測位装置PSに含まれるGNSSコンパスの出力信号に基づき、基準方向に対する上部旋回体3の前後軸の角度を旋回角度として算出する。また、旋回角度算出部55は、旋回状態センサS5の検出信号に基づき、旋回角度を算出してもよい。また、施工現場に基準点が設定されている場合、旋回角度算出部55は、旋回軸から基準点を見た方向を基準方向としてもよい。

40

【0076】

旋回角度は、基準方向に対するアタッチメント稼働面が延びる方向を示す。アタッチメント稼働面は、例えば、アタッチメントを縦断する仮想平面であり、旋回平面に垂直となるように配置される。旋回平面は、例えば、旋回軸に垂直な旋回フレームの底面を含む仮想平面である。コントローラ30（マシンガイダンス部50）は、例えば、アタッチメント稼働面が目標施工面の法線を含んでいると判断した場合に、上部旋回体3が目標施工面に正対していると判断する。

【0077】

50

相対角度算出部 5 6 は、上部旋回体 3 を目標施工面に正対させるために必要な旋回角度（相対角度）を算出する。相対角度は、例えば、上部旋回体 3 を目標施工面に正対させたときの上部旋回体 3 の前後軸の方向と、上部旋回体 3 の前後軸の現在の方向との間に形成される相対的な角度である。相対角度算出部 5 6 は、例えば、記憶装置 4 7 に記憶されている目標施工面に関するデータと、旋回角度算出部 5 5 により算出された旋回角度とに基づき、相対角度を算出する。

【 0 0 7 8 】

自動制御部 5 4 は、MC スイッチ等の所定のスイッチが押下された状態で旋回操作に対応するレバー装置 2 6 C が操作されると、上部旋回体 3 を目標施工面に正対させる方向に旋回操作されたか否かを判断する。自動制御部 5 4 は、上部旋回体 3 を目標施工面に正対させる方向に旋回操作されたと判断した場合、相対角度算出部 5 6 により算出された相対角度を目標角度として設定する。そして、自動制御部 5 4 は、レバー装置 2 6 C が操作された後の旋回角度の変化が目標角度に達した場合、上部旋回体 3 が目標施工面に正対したと判断し、旋回油圧モータ 2 A の動きを停止させてよい。これにより、自動制御部 5 4 は、図 2 に示す構成を前提として、上部旋回体 3 を目標施工面に正対させることができる。上記正対制御の実施例では目標施工面に対する正対制御の事例を示したが、これに限られることはない。例えば、仮置き土砂をダンプトラックに積み込む際の掬い取り動作においても、目標体積に相当する目標掘削軌道を生成し、目標掘削軌道に対してアタッチメントが向かい合うように旋回動作の正対制御をおこなってもよい。この場合、掬い取り動作の都度、目標掘削軌道は変更される。このため、ダンプトラックへの排土後は、新たに変更された目標掘削軌道に対して正対制御される。

【 0 0 7 9 】

また、旋回油圧モータ 2 A は、第 1 ポート 2 A 1 及び第 2 ポート 2 A 2 を有している。油圧センサ 2 1 は、旋回油圧モータ 2 A の第 1 ポート 2 A 1 の作動油の圧力を検出する。油圧センサ 2 2 は、旋回油圧モータ 2 A の第 2 ポート 2 A 2 の作動油の圧力を検出する。油圧センサ 2 1 , 2 2 により検出された吐出圧に対応する検出信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。

【 0 0 8 0 】

また、第 1 ポート 2 A 1 は、リリーフ弁 2 3 を介して作動油タンクと接続される。リリーフ弁 2 3 は、第 1 ポート 2 A 1 側の圧力が所定のリリーフ圧に達した場合に開き、第 1 ポート 2 A 1 側の作動油を作動油タンクに排出する。同様に、第 2 ポート 2 A 2 は、リリーフ弁 2 4 を介して作動油タンクと接続される。リリーフ弁 2 4 は、第 2 ポート 2 A 2 側の圧力が所定のリリーフ圧に達した場合に開き、第 2 ポート 2 A 2 側の作動油を作動油タンクに排出する。

【 0 0 8 1 】

[ショベルの油圧システム]

次に、図 3 を参照して、ショベル 1 0 0 の油圧システムについて説明する。図 3 は、ショベル 1 0 0 の油圧システムの構成の一例を概略的に示す図である。

【 0 0 8 2 】

尚、図 3 において、機械的動力系、作動油ライン、パイロットライン、及び電気制御系は、図 2 等の場合と同様、それぞれ、二重線、実線、破線、及び点線で示されている。

【 0 0 8 3 】

当該油圧回路により実現される油圧システムは、エンジン 1 1 により駆動されるメインポンプ 1 4 L , 1 4 R のそれぞれから、センタバイパス油路 C 1 L , C 1 R 、パラレル油路 C 2 L , C 2 R を経て作動油タンクまで作動油を循環させる。

【 0 0 8 4 】

センタバイパス油路 C 1 L は、メインポンプ 1 4 L を起点として、コントロールバルブ 1 7 内に配置される制御弁 1 7 1 , 1 7 3 , 1 7 5 L , 1 7 6 L を順に通過し、作動油タンクに至る。

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

50

センタバイパス油路 C 1 R は、メインポンプ 1 4 R を起点として、コントロールバルブ 1 7 内に配置される制御弁 1 7 2 , 1 7 4 , 1 7 5 R , 1 7 6 R を順に通過し、作動油タンクに至る。

【 0 0 8 6 】

制御弁 1 7 1 は、メインポンプ 1 4 L から吐出される作動油を走行油圧モータ 1 L へ供給し、且つ、走行油圧モータ 1 L が吐出する作動油を作動油タンクに排出させるスプール弁である。

【 0 0 8 7 】

制御弁 1 7 2 は、メインポンプ 1 4 R から吐出される作動油を走行油圧モータ 1 R へ供給し、且つ、走行油圧モータ 1 R が吐出する作動油を作動油タンクへ排出させるスプール弁である。

10

【 0 0 8 8 】

制御弁 1 7 3 は、メインポンプ 1 4 L から吐出される作動油を旋回油圧モータ 2 A へ供給し、且つ、旋回油圧モータ 2 A が吐出する作動油を作動油タンクへ排出させるスプール弁である。

【 0 0 8 9 】

制御弁 1 7 4 は、メインポンプ 1 4 R から吐出される作動油をバケットシリンダ 9 へ供給し、且つ、バケットシリンダ 9 内の作動油を作動油タンクへ排出させるスプール弁である。

【 0 0 9 0 】

20

制御弁 1 7 5 L , 1 7 5 R は、それぞれ、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R が吐出する作動油をブームシリンダ 7 へ供給し、且つ、ブームシリンダ 7 内の作動油を作動油タンクへ排出させるスプール弁である。

【 0 0 9 1 】

制御弁 1 7 6 L , 1 7 6 R は、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R が吐出する作動油をアームシリンダ 8 へ供給し、且つ、アームシリンダ 8 内の作動油を作動油タンクへ排出させる。

【 0 0 9 2 】

制御弁 1 7 1 , 1 7 2 , 1 7 3 , 1 7 4 , 1 7 5 L , 1 7 5 R , 1 7 6 L , 1 7 6 R は、それぞれ、パイロットポートに作用するパイロット圧に応じて、油圧アクチュエータに給排される作動油の流量を調整したり、流れる方向を切り換えたりする。

30

【 0 0 9 3 】

パラレル油路 C 2 L は、センタバイパス油路 C 1 L と並列的に、制御弁 1 7 1 , 1 7 3 , 1 7 5 L , 1 7 6 L にメインポンプ 1 4 L の作動油を供給する。具体的には、パラレル油路 C 2 L は、制御弁 1 7 1 の上流側でセンタバイパス油路 C 1 L から分岐し、制御弁 1 7 1 , 1 7 3 , 1 7 5 L , 1 7 6 R のそれぞれに並列してメインポンプ 1 4 L の作動油を供給可能に構成される。これにより、パラレル油路 C 2 L は、制御弁 1 7 1 , 1 7 3 , 1 7 5 L の何れかによってセンタバイパス油路 C 1 L を通る作動油の流れが制限或いは遮断された場合に、より下流の制御弁に作動油を供給できる。

【 0 0 9 4 】

パラレル油路 C 2 R は、センタバイパス油路 C 1 R と並列的に、制御弁 1 7 2 , 1 7 4 , 1 7 5 R , 1 7 6 R にメインポンプ 1 4 R の作動油を供給する。具体的には、パラレル油路 C 2 R は、制御弁 1 7 2 の上流側でセンタバイパス油路 C 1 R から分岐し、制御弁 1 7 2 , 1 7 4 , 1 7 5 R , 1 7 6 R のそれぞれに並列してメインポンプ 1 4 R の作動油を供給可能に構成される。パラレル油路 C 2 R は、制御弁 1 7 2 , 1 7 4 , 1 7 5 R の何れかによってセンタバイパス油路 C 1 R を通る作動油の流れが制限或いは遮断された場合に、より下流の制御弁に作動油を供給できる。

40

【 0 0 9 5 】

レギュレータ 1 3 L , 1 3 R は、それぞれ、コントローラ 3 0 による制御下で、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R の斜板の傾転角を調節することによって、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出量を調節する。

50

【 0 0 9 6 】

吐出圧センサ 2 8 L は、メインポンプ 1 4 L の吐出圧を検出し、検出された吐出圧に対応する検出信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。吐出圧センサ 2 8 R についても同様である。これにより、コントローラ 3 0 は、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出圧に応じて、レギュレータ 1 3 L , 1 3 R を制御することができる。

【 0 0 9 7 】

センタバイパス油路 C 1 L , C 1 R には、最も下流にある制御弁 1 7 6 L , 1 7 6 R のそれぞれと作動油タンクとの間には、絞り 1 8 L , 1 8 R が設けられる。これにより、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R により吐出された作動油の流れは、絞り 1 8 L , 1 8 R で制限される。そして、絞り 1 8 L , 1 8 R は、レギュレータ 1 3 L , 1 3 R を制御するための制御圧を発生させる。

10

【 0 0 9 8 】

制御圧センサ 1 9 L , 1 9 R は、制御圧を検出し、検出された制御圧に対応する検出信号は、コントローラ 3 0 に取り込まれる。

【 0 0 9 9 】

コントローラ 3 0 は、吐出圧センサ 2 8 L , 2 8 R により検出されるメインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出圧に応じて、レギュレータ 1 3 L , 1 3 R を制御し、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出量を調節してよい。例えば、コントローラ 3 0 は、メインポンプ 1 4 L の吐出圧の増大に応じて、レギュレータ 1 3 L を制御し、メインポンプ 1 4 L の斜板傾転角を調節することにより、吐出量を減少させてよい。レギュレータ 1 3 R についても同様である。これにより、コントローラ 3 0 は、吐出圧と吐出量との積で表されるメインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吸収馬力がエンジン 1 1 の出力馬力を超えないように、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R の全馬力制御を行うことができる。

20

【 0 1 0 0 】

また、コントローラ 3 0 は、制御圧センサ 1 9 L , 1 9 R により検出される制御圧に応じて、レギュレータ 1 3 L , 1 3 R を制御することにより、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出量を調節してよい。例えば、コントローラ 3 0 は、制御圧が大きいほどメインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出量を減少させ、制御圧が小さいほどメインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出量を増大させる。

【 0 1 0 1 】

具体的には、シヨベル 1 0 0 における油圧アクチュエータが何れも操作されていない待機状態（図 3 に示す状態）の場合、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R から吐出される作動油は、センタバイパス油路 C 1 L , C 1 R を通って絞り 1 8 L , 1 8 R に至る。そして、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R から吐出される作動油の流れは、絞り 1 8 L , 1 8 R の上流で発生する制御圧を増大させる。その結果、コントローラ 3 0 は、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出量を許容最小吐出量まで減少させ、吐出した作動油がセンタバイパス油路 C 1 L , C 1 R を通過する際の圧力損失（ポンピングロス）を抑制する。

30

【 0 1 0 2 】

一方、何れかの油圧アクチュエータが操作装置 2 6 を通じて操作された場合、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R から吐出される作動油は、操作対象の油圧アクチュエータに対応する制御弁を介して、操作対象の油圧アクチュエータに流れ込む。そして、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R から吐出される作動油の流れは、絞り 1 8 L , 1 8 R に至る量を減少或いは消失させ、絞り 1 8 L , 1 8 R の上流で発生する制御圧を低下させる。その結果、コントローラ 3 0 は、メインポンプ 1 4 L , 1 4 R の吐出量を増大させ、操作対象の油圧アクチュエータに十分な作動油を循環させ、操作対象の油圧アクチュエータを確実に駆動させることができる。

40

【 0 1 0 3 】

[シヨベルのマシンコントロール機能に関する構成の詳細]

次に、図 4 を参照して、シヨベル 1 0 0 のマシンコントロール機能に関する構成の詳細について説明する。

50

【 0 1 0 4 】

図 4 は、ショベル 1 0 0 の油圧システムのうち、の操作系に関する構成部分の一例を概略的に示す図である。具体的には、図 4 (A) は、ブームシリンダ 7 を油圧制御する制御弁 1 7 5 L , 1 7 5 R にパイロット圧を作用させるパイロット回路の一例を示す図である。また、図 4 (B) は、バケットシリンダ 9 を油圧制御する制御弁 1 7 4 にパイロット圧を作用させるパイロット回路の一例を示す図である。また、図 4 (C) は、旋回油圧モータ 2 A を油圧制御する制御弁 1 7 3 にパイロット圧を作用させるパイロット回路の一例を示す図である。

【 0 1 0 5 】

また、例えば、図 4 (A) に示すように、レバー装置 2 6 A は、オペレータ等がブーム 4 に対応するブームシリンダ 7 を操作するために用いられる。レバー装置 2 6 A は、パイロットポンプ 1 5 から吐出される作動油を利用して、その操作内容に応じたパイロット圧を二次側に出力する。

10

【 0 1 0 6 】

シャトル弁 3 2 A L は、二つの入口ポートが、それぞれ、ブーム 4 の上げ方向の操作 (以下、「ブーム上げ操作」) に対応するレバー装置 2 6 A の二次側のパイロットラインと、比例弁 3 1 A L の二次側のパイロットラインとに接続され、出口ポートが、制御弁 1 7 5 L の右側のパイロットポート及び制御弁 1 7 5 R の左側のパイロットポートに接続される。

20

【 0 1 0 7 】

シャトル弁 3 2 A R は、二つの入口ポートが、それぞれ、ブーム 4 の下げ方向の操作 (以下、「ブーム下げ操作」) に対応するレバー装置 2 6 A の二次側のパイロットラインと、比例弁 3 1 A R の二次側のパイロットラインとに接続され、出口ポートが、制御弁 1 7 5 R の右側のパイロットポートに接続される。

【 0 1 0 8 】

つまり、レバー装置 2 6 A は、シャトル弁 3 2 A L , 3 2 A R を介して、操作内容 (例えば、操作方向及び操作量) に応じたパイロット圧を制御弁 1 7 5 L , 1 7 5 R のパイロットポートに作用させる。具体的には、レバー装置 2 6 A は、ブーム上げ操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧をシャトル弁 3 2 A L の一方の入口ポートに出力し、シャトル弁 3 2 A L を介して、制御弁 1 7 5 L の右側のパイロットポートと制御弁 1 7 5 R の左側のパイロットポートに作用させる。また、レバー装置 2 6 A は、ブーム下げ操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧をシャトル弁 3 2 A R の一方の入口ポートに出力し、シャトル弁 3 2 A R を介して、制御弁 1 7 5 R の右側のパイロットポートに作用させる。

30

【 0 1 0 9 】

比例弁 3 1 A L は、コントローラ 3 0 から入力される制御電流に応じて動作する。具体的には、比例弁 3 1 A L は、パイロットポンプ 1 5 から吐出される作動油を利用して、コントローラ 3 0 から入力される制御電流に応じたパイロット圧をシャトル弁 3 2 A L の他方の入口ポートに出力する。これにより、比例弁 3 1 A L は、シャトル弁 3 2 A L を介して、制御弁 1 7 5 L の右側のパイロットポート及び制御弁 1 7 5 R の左側のパイロットポートに作用するパイロット圧を調整することができる。

40

【 0 1 1 0 】

比例弁 3 1 A R は、コントローラ 3 0 から入力される制御電流に応じて動作する。具体的には、比例弁 3 1 A R は、パイロットポンプ 1 5 から吐出される作動油を利用して、コントローラ 3 0 から入力される制御電流に応じたパイロット圧をシャトル弁 3 2 A R の他方の入口ポートに出力する。これにより、比例弁 3 1 A R は、シャトル弁 3 2 A R を介して、制御弁 1 7 5 R の右側のパイロットポートに作用するパイロット圧を調整することができる。

【 0 1 1 1 】

つまり、比例弁 3 1 A L , 3 1 A R は、レバー装置 2 6 A の操作状態に依らず、制御弁

50

175L、175Rを任意の弁位置で停止できるように、二次側に出力するパイロット圧を調整することができる。

【0112】

比例弁33ALは、比例弁31ALと同様に、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁33ALは、操作装置26とシャトル弁32ALとを接続する管路に配置され、その管路の流路面積を変更できるように構成されている。本実施形態では、比例弁33ALは、コントローラ30が出力する制御指令に応じて動作する。そのため、コントローラ30は、操作者による操作装置26の操作とは無関係に、操作装置26が吐出する作動油の圧力を減圧した上で、シャトル弁32ALを介し、コントロールバルブ17内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。

10

【0113】

同様に、比例弁33ARは、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁33ARは、操作装置26とシャトル弁32ARとを接続する管路に配置され、その管路の流路面積を変更できるように構成されている。本実施形態では、比例弁33ARは、コントローラ30が出力する制御指令に応じて動作する。そのため、コントローラ30は、操作者による操作装置26の操作とは無関係に、操作装置26が吐出する作動油の圧力を減圧した上で、シャトル弁32ARを介し、コントロールバルブ17内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。

【0114】

操作圧センサ29Aは、オペレータによるレバー装置26Aに対する操作内容を圧力（操作圧）の形で検出し、検出された圧力に対応する検出信号は、コントローラ30に取り込まれる。これにより、コントローラ30は、レバー装置26Aに対する操作内容を把握できる。

20

【0115】

コントローラ30は、オペレータによるレバー装置26Aに対するブーム上げ操作とは無関係に、パイロットポンプ15から吐出される作動油を、比例弁31AL及びシャトル弁32ALを介して、制御弁175Lの右側のパイロットポート及び制御弁175Rの左側のパイロットポートに供給させることができる。また、コントローラ30は、オペレータによるレバー装置26Aに対するブーム下げ操作とは無関係に、パイロットポンプ15から吐出される作動油を、比例弁31AR及びシャトル弁32ARを介して、制御弁175Rの右側のパイロットポートに供給できる。即ち、コントローラ30は、ブーム4の上げ下げの動作を自動制御することができる。また、コントローラ30は、特定の操作装置26に対する操作が行われている場合であっても、その特定の操作装置26に対応する油圧アクチュエータの動作を強制的に停止させることができる。

30

【0116】

比例弁33ALは、コントローラ30が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ15からレバー装置26A、比例弁33AL、及びシャトル弁32ALを介して制御弁175Lの右側パイロットポート及び制御弁175Rの左側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を減圧する。比例弁33ARは、コントローラ30が出力する制御指令（電流指令）に応じて動作する。そして、パイロットポンプ15からレバー装置26A、比例弁33AR、及びシャトル弁32ARを介して制御弁175Rの右側パイロットポートに導入される作動油によるパイロット圧を減圧する。比例弁33AL、33ARは、制御弁175L、175Rを任意の弁位置で停止できるようにパイロット圧を調整可能である。

40

【0117】

この構成により、コントローラ30は、操作者によるブーム上げ操作が行われている場合であっても、必要に応じて、制御弁175の上げ側のパイロットポート（制御弁175Lの左側パイロットポート及び制御弁175Rの右側パイロットポート）に作用するパイロット圧を減圧し、ブーム4の閉じ動作を強制的に停止させることができる。操作者によるブーム下げ操作が行われているときにブーム4の下げ動作を強制的に停止させる場合に

50

についても同様である。

【0118】

或いは、コントローラ30は、操作者によるブーム上げ操作が行われている場合であっても、必要に応じて、比例弁31ARを制御し、制御弁175の上げ側のパイロットポートの反対側にある、制御弁175の下げ側のパイロットポート（制御弁175Rの右側パイロットポート）に作用するパイロット圧を増大させ、制御弁175を強制的に中立位置に戻すことで、ブーム4の上げ動作を強制的に停止させてもよい。この場合、比例弁33ALは省略されてもよい。操作者によるブーム下げ操作が行われている場合にブーム4の下げ動作を強制的に停止させる場合についても同様である。すなわち、比例弁33AL、33ARは省略されてもよい。

10

【0119】

図4(B)に示すように、レバー装置26Bは、オペレータ等がバケット6に対応するバケットシリンダ9を操作するために用いられる。レバー装置26Bは、パイロットポンプ15から吐出される作動油を利用して、その操作内容に応じたパイロット圧を二次側に出力する。

【0120】

シャトル弁32BLは、二つの入口ポートが、それぞれ、バケット6の閉じ方向の操作（以下、「バケット閉じ操作」）に対応するレバー装置26Bの二次側のパイロットラインと、比例弁31BLの二次側のパイロットラインとに接続され、出口ポートが、制御弁174の左側のパイロットポートに接続される。

20

【0121】

シャトル弁32BRは、二つの入口ポートが、それぞれ、バケット6の開き方向の操作（以下、「バケット開き操作」）に対応するレバー装置26Bの二次側のパイロットラインと、比例弁31BRの二次側のパイロットラインとに接続され、出口ポートが、制御弁174の右側のパイロットポートに接続される。

【0122】

つまり、レバー装置26Bは、シャトル弁32BL、32BRを介して、操作内容に応じたパイロット圧を制御弁174のパイロットポートに作用させる。具体的には、レバー装置26Bは、バケット閉じ操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧をシャトル弁32BLの一方の入口ポートに出力し、シャトル弁32BLを介して、制御弁174の左側のパイロットポートに作用させる。また、レバー装置26Bは、バケット開き操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧をシャトル弁32BRの一方の入口ポートに出力し、シャトル弁32BRを介して、制御弁174の右側のパイロットポートに作用させる。

30

【0123】

比例弁31BLは、コントローラ30から入力される制御電流に応じて動作する。具体的には、比例弁31BLは、パイロットポンプ15から吐出される作動油を利用して、コントローラ30から入力される制御電流に応じたパイロット圧をシャトル弁32BLの他方のパイロットポートに出力する。これにより、比例弁31BLは、シャトル弁32BLを介して、制御弁174の左側のパイロットポートに作用するパイロット圧を調整することができる。

40

【0124】

比例弁31BRは、コントローラ30が出力する制御電流に応じて動作する。具体的には、比例弁31BRは、パイロットポンプ15から吐出される作動油を利用して、コントローラ30から入力される制御電流に応じたパイロット圧をシャトル弁32BRの他方のパイロットポートに出力する。これにより、比例弁31BRは、シャトル弁32BRを介して、制御弁174の右側のパイロットポートに作用するパイロット圧を調整することができる。

【0125】

つまり、比例弁31BL、31BRは、レバー装置26Bの操作状態に依らず、制御弁

50

174を任意の弁位置で停止できるように、二次側に出力するパイロット圧を調整することができる。

【0126】

比例弁33BLは、比例弁31BLと同様に、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁33BLは、操作装置26とシャトル弁32BLとを接続する管路に配置され、その管路の流路面積を変更できるように構成されている。本実施形態では、比例弁33BLは、コントローラ30が出力する制御指令に応じて動作する。そのため、コントローラ30は、操作者による操作装置26の操作とは無関係に、操作装置26が吐出する作動油の圧力を減圧した上で、シャトル弁32BLを介し、コントロールバルブ17内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。

10

【0127】

同様に、比例弁33BRは、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁33BRは、操作装置26とシャトル弁32BRとを接続する管路に配置され、その管路の流路面積を変更できるように構成されている。本実施形態では、比例弁33BRは、コントローラ30が出力する制御指令に応じて動作する。そのため、コントローラ30は、操作者による操作装置26の操作とは無関係に、操作装置26が吐出する作動油の圧力を減圧した上で、シャトル弁32BRを介し、コントロールバルブ17内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。

【0128】

操作圧センサ29Bは、オペレータによるレバー装置26Bに対する操作内容を圧力（操作圧）の形で検出し、検出された圧力に対応する検出信号は、コントローラ30に取り込まれる。これにより、コントローラ30は、レバー装置26Bの操作内容を把握できる。

20

【0129】

コントローラ30は、オペレータによるレバー装置26Bに対するバケット閉じ操作とは無関係に、パイロットポンプ15から吐出される作動油を、比例弁31BL及びシャトル弁32BLを介して、制御弁174の左側のパイロットポートに供給させることができる。また、コントローラ30は、オペレータによるレバー装置26Bに対するバケット開き操作とは無関係に、パイロットポンプ15から吐出される作動油を、比例弁31BR及びシャトル弁32BRを介して、制御弁174の右側のパイロットポートに供給させることができる。即ち、コントローラ30は、バケット6の開閉動作を自動制御することができる。また、コントローラ30は、特定の操作装置26に対する操作が行われている場合であっても、その特定の操作装置26に対応する油圧アクチュエータの動作を強制的に停止させることができる。

30

【0130】

尚、操作者によるバケット閉じ操作又はバケット開き操作が行われている場合にバケット6の動作を強制的に停止させる比例弁33BL、33BRの操作は、操作者によるブーム上げ操作又はブーム下げ操作が行われている場合にブーム4の動作を強制的に停止させる比例弁33AL、33ARの操作と同様であり、重複する説明を省略する。また、比例弁33BL、33BRは、比例弁33AL、33ARと同様に、省略されてもよい。

40

【0131】

また、例えば、図4(C)に示すように、レバー装置26Cは、オペレータ等が上部旋回体3（旋回機構2）に対応する旋回油圧モータ2Aを操作するために用いられる。レバー装置26Cは、パイロットポンプ15から吐出される作動油を利用して、その操作内容に応じたパイロット圧を二次側に出力する。

【0132】

シャトル弁32CLは、二つの入口ポートが、それぞれ、上部旋回体3の左方向の旋回操作（以下、「左旋回操作」）に対応するレバー装置26Cの二次側のパイロットラインと、比例弁31CLの二次側のパイロットラインとに接続され、出口ポートが、制御弁173の左側のパイロットポートに接続される。

50

【 0 1 3 3 】

シャトル弁 3 2 C R は、二つの入口ポートが、それぞれ、上部旋回体 3 の右方向の旋回操作（以下、「右旋回操作」）に対応するレバー装置 2 6 C の二次側のパイロットラインと、比例弁 3 1 C R の二次側のパイロットラインとに接続され、出口ポートが、制御弁 1 7 3 の右側のパイロットポートに接続される。

【 0 1 3 4 】

つまり、レバー装置 2 6 C は、シャトル弁 3 2 C L , 3 2 C R を介して、左右方向への操作内容に応じたパイロット圧を制御弁 1 7 3 のパイロットポートに作用させる。具体的には、レバー装置 2 6 C は、左旋回操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧をシャトル弁 3 2 C L の一方の入口ポートに出力し、シャトル弁 3 2 C L を介して、制御弁 1 7 3 の左側のパイロットポートに作用させる。また、レバー装置 2 6 C は、右旋回操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧をシャトル弁 3 2 C R の一方の入口ポートに出力し、シャトル弁 3 2 C R を介して、制御弁 1 7 3 の右側のパイロットポートに作用させる。

10

【 0 1 3 5 】

比例弁 3 1 C L は、コントローラ 3 0 から入力される制御電流に応じて動作する。具体的には、比例弁 3 1 C L は、パイロットポンプ 1 5 から吐出される作動油を利用して、コントローラ 3 0 から入力される制御電流に応じたパイロット圧をシャトル弁 3 2 C L の他方のパイロットポートに出力する。これにより、比例弁 3 1 C L は、シャトル弁 3 2 C L を介して、制御弁 1 7 3 の左側のパイロットポートに作用するパイロット圧を調整することができる。

20

【 0 1 3 6 】

比例弁 3 1 C R は、コントローラ 3 0 が出力する制御電流に応じて動作する。具体的には、比例弁 3 1 C R は、パイロットポンプ 1 5 から吐出される作動油を利用して、コントローラ 3 0 から入力される制御電流に応じたパイロット圧をシャトル弁 3 2 C R の他方のパイロットポートに出力する。これにより、比例弁 3 1 C R は、シャトル弁 3 2 C R を介して、制御弁 1 7 3 の右側のパイロットポートに作用するパイロット圧を調整することができる。

【 0 1 3 7 】

つまり、比例弁 3 1 C L , 3 1 C R は、レバー装置 2 6 C の操作状態に依らず、制御弁 1 7 3 を任意の弁位置で停止できるように、二次側に出力するパイロット圧を調整することができる。

30

【 0 1 3 8 】

比例弁 3 3 C L は、比例弁 3 1 C L と同様に、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁 3 3 C L は、操作装置 2 6 とシャトル弁 3 2 C L とを接続する管路に配置され、その管路の流路面積を変更できるように構成されている。本実施形態では、比例弁 3 3 C L は、コントローラ 3 0 が出力する制御指令に応じて動作する。そのため、コントローラ 3 0 は、操作者による操作装置 2 6 の操作とは無関係に、操作装置 2 6 が吐出する作動油の圧力を減圧した上で、シャトル弁 3 2 C L を介し、コントロールバルブ 1 7 内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。

40

【 0 1 3 9 】

同様に、比例弁 3 3 C R は、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁 3 3 C R は、操作装置 2 6 とシャトル弁 3 2 C R とを接続する管路に配置され、その管路の流路面積を変更できるように構成されている。本実施形態では、比例弁 3 3 C R は、コントローラ 3 0 が出力する制御指令に応じて動作する。そのため、コントローラ 3 0 は、操作者による操作装置 2 6 の操作とは無関係に、操作装置 2 6 が吐出する作動油の圧力を減圧した上で、シャトル弁 3 2 C R を介し、コントロールバルブ 1 7 内の対応する制御弁のパイロットポートに供給できる。

【 0 1 4 0 】

操作圧センサ 2 9 C は、オペレータによるレバー装置 2 6 C に対する操作状態を圧力と

50

して検出し、検出された圧力に対応する検出信号は、コントローラ 30 に取り込まれる。これにより、コントローラ 30 は、レバー装置 26 C に対する左右方向への操作内容を把握できる。

【0141】

コントローラ 30 は、オペレータによるレバー装置 26 C に対する左旋回操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 から吐出される作動油を、比例弁 31 C L 及びシャトル弁 32 C L を介して、制御弁 173 の左側のパイロットポートに供給させることができる。また、コントローラ 30 は、オペレータによるレバー装置 26 C に対する右旋回操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 から吐出される作動油を、比例弁 31 C R 及びシャトル弁 32 C R を介して、制御弁 173 の右側のパイロットポートに供給させることができる。即ち、コントローラ 30 は、上部旋回体 3 の左右方向への旋回動作を自動制御することができる。また、コントローラ 30 は、特定の操作装置 26 に対する操作が行われている場合であっても、その特定の操作装置 26 に対応する油圧アクチュエータの動作を強制的に停止させることができる。

10

【0142】

尚、操作者による旋回操作が行われている場合に上部旋回体 3 の動作を強制的に停止させる比例弁 33 C L , 33 C R の操作は、操作者によるブーム上げ操作又はブーム下げ操作が行われている場合にブーム 4 の動作を強制的に停止させる比例弁 33 A L , 33 A R の操作と同様であり、重複する説明を省略する。また、比例弁 33 C L , 33 C R は、比例弁 33 A L , 33 A R と同様に、省略されてもよい。

20

【0143】

尚、ショベル 100 は、更に、アーム 5 を自動的に開閉させる構成、及び、下部走行体 1 を自動的に前進・後進させる構成を備えていてもよい。この場合、油圧システムのうち、アームシリンダ 8 の操作系に関する構成部分、走行油圧モータ 1 L の操作系に関する構成部分、及び、走行油圧モータ 1 R の操作に関する構成部分は、ブームシリンダ 7 の操作系に関する構成部分等（図 4 (A) ~ (C)）と同様に構成されてよい。

【0144】

[ショベルの形状推定機能に関する構成の詳細]

次に、図 5 及び図 6 を参照して、ショベル 100 の形状推定機能に関する構成の一例について説明する。図 5 は、形状推定機能に関する構成の一例を概略的に示す図である。図 6 は、形状推定機能が実行されるときのアーム 5 及びバケット 6 の側面図である。

30

【0145】

形状推定機能は、物の形状を推定する機能である。本実施形態では、形状推定機能は、バケット 6 の内部に取り込まれている土砂の形状を推定するように構成されている。

【0146】

図 3 で前述したように、コントローラ 30 は、形状推定機能に関する機能部として、形状推定部 60 を含む。形状推定部 60 は、バケット状態推定部 61 と、土砂形状推定部 62 と、体積推定部 63 とを有する。

【0147】

バケット状態推定部 61 は、バケット 6 の状態を推定するように構成されている。バケット 6 の状態は、例えば、バケット 6 の形状、及び、バケット 6 の現在の位置及び姿勢を認識することによって推定される。本実施形態では、バケット 6 の形状に関する情報は、例えば CAD モデル等の設計データとして記憶装置に予め記憶されている。バケット 6 の現在の位置及び姿勢に関する情報は、姿勢センサの出力から導き出される。すなわち、バケット状態推定部 61 は、姿勢センサの出力に基づいてバケット 6 の現在の位置及び姿勢を導き出すことができる。姿勢センサは、例えば、ブーム角度センサ S1、アーム角度センサ S2、バケット角度センサ S3、機体傾斜センサ S4、及び旋回状態センサ S5 のうちの少なくとも 1 つである。

40

【0148】

バケット 6 の状態を推定することは、例えば、所定の座標系において、バケット 6 の外

50

表面に関する点群の座標を決定することを意味する。所定の座標系は、例えば、形状推定装置 S 1 0 の位置を原点とする 3 次元直交座標系 arm である。このように、バケット状態推定部 6 1 は、アーム 5 に対するバケット 6 の角度と C A D モデルとを用いて、バケット 6 の外表面に関する座標を算出する。

【 0 1 4 9 】

バケット状態推定部 6 1 は、姿勢センサの出力を用いずに、バケット 6 の現在の姿勢を導き出すように構成されていてもよい。例えば、バケット状態推定部 6 1 は、記憶装置に予め記憶されているバケット 6 の C A D モデルと、形状推定装置 S 1 0 としての L I D A R の出力とに基づいてバケット 6 の現在の姿勢を導き出すように構成されていてもよい。具体的には、バケット 6 の C A D モデルと、形状推定装置 S 1 0 が取得したバケット 6 の爪先、バケット 6 の開口の右側、左側、手前側、若しくは奥側の縁、又は、バケットリンク等に関する点群データとに基づいてバケット 6 の現在の姿勢を導き出すように構成されていてもよい。或いは、バケット状態推定部 6 1 は、形状推定装置 S 1 0 としての L I D A R の出力のみに基づいてバケット 6 の状態を推定するように構成されていてもよい。例えば、バケット状態推定部 6 1 は、土砂等の物が取り込まれていないときのバケット 6 を形状推定装置 S 1 0 としての L I D A R で測定することにより、バケット 6 の形状に関する情報を取得できる。すなわち、バケット状態推定部 6 1 は、形状推定装置 S 1 0 としての L I D A R の出力に基づいてバケット 6 の C A D モデルを生成できる。

10

【 0 1 5 0 】

土砂形状推定部 6 2 は、バケット 6 内に取り込まれている物の形状を推定するように構成されている。本実施形態では、土砂形状推定部 6 2 は、形状推定装置 S 1 0 としての L I D A R の出力に基づいてバケット 6 内に入っている物（例えば土砂等）の表面の形状を推定する。

20

【 0 1 5 1 】

バケット 6 内に入っている物の表面の形状を推定することは、例えば、所定の座標系において、その物の表面に関する点群の座標を決定することを意味する。所定の座標系は、例えば、形状推定装置 S 1 0 の位置を原点とする 3 次元直交座標系 arm である。

【 0 1 5 2 】

図 6 は、形状推定装置 S 1 0 の監視範囲 R 1 の断面の一例をドットパターンで示している。図 6 に示すように、形状推定装置 S 1 0 としての L I D A R は、バケット 6 内に取り込まれた土砂の表面に関する点群データを取得できるようにアーム 5 の腹面に取り付けられている。具体的には、形状推定装置 S 1 0 としての L I D A R は、バケット 6 内に取り込まれた土砂の表面のうち、アーム 5 とバケット 6 とを連結するピン P 7 に近い側の表面に関する点群データをも取得できるようにアーム 5 の腹面に取り付けられている。

30

【 0 1 5 3 】

形状推定装置 S 1 0 としての L I D A R によって取得される点群データは、バケット 6 及びバケット 6 内に入っている物（土砂等）ばかりでなく地面等に関する点群データを含み、更に、ノイズに起因する点群データをも含んでいる。そのため、本実施形態では、土砂形状推定部 6 2 は、Pass Through フィルタ等のフィルタを用い、これらの不要な点群データを除去する。具体的には、土砂形状推定部 6 2 は、形状推定装置 S 1 0 とバケット 6 との間の位置関係に基づいて Pass Through フィルタで使用される閾値を設定することにより、バケット 6 内に入っている土砂とバケット 6 自体（以下、「対象物」とする。）以外の物（以下、「非対象物」とする。）に関する点群データを大まかに除去する。そして、土砂形状推定部 6 2 は、除去されなかった残りの点群データ、すなわち、対象物に関する点群データをクラスタリングし、最大クラスタを抽出することにより、対象物に関する点群データを抽出する。

40

【 0 1 5 4 】

体積推定部 6 3 は、バケット 6 内に取り込まれている物の体積を推定するように構成されている。本実施形態では、体積推定部 6 3 は、バケット状態推定部 6 1 が導き出したバケット 6 の外表面に関する点群データ（第 1 点群データ）と、土砂形状推定部 6 2 が導き

50

出した非対象物に関する点群データ（第2点群データ）とを合成することにより、バケット6内に取り込まれている物の体積を推定できるように構成されている。第1点群データと第2点群データとによって囲まれた空間の体積が、バケット6内に取り込まれている物の体積に相当すると判断できるためである。尚、第1点群データと第2点群データとの合成は、例えば、2つの点群データを一纏まりの点群データである第3点群データとして統合することを意味する。

【0155】

具体的には、体積推定部63は、第3点群データによって表される3次元形状をボクセル化することにより、その3次元形状を正規化する。

【0156】

そして、体積推定部63は、図7に示すように、バケット6のCADモデルから生成された（斜線パターンが付された）ボクセルV1と、バケット6内に取り込まれている土砂の表面（上面）を表す点群データから生成された（ドットパターンが付された）ボクセルV2との間のZ軸方向における3次元距離 h_i （ i は0～Nの整数）に基づき、バケット6内に取り込まれている土砂の体積Vを算出する。図7は、第3点群データによって表される3次元形状のXZ平面における断面を示す。この3次元形状は、バケット6の3次元形状とバケット6内に取り込まれた土砂の3次元形状とを含む。Z軸は、3次元直交座標系armを構成する3軸のうちの一つであり、例えば、アーム5の中心軸に平行に延びる軸である。X軸は、3次元直交座標系armを構成する3軸のうち別の一つであり、例えば、上面視で上部旋回体3の前後方向に延びる軸である。図示しないY軸は、3次元直交座標系armを構成する3軸のうち別の一つであり、例えば、上部旋回体3の幅方向に延びる軸である。Nは、XY平面におけるボクセルV1の数である。XY平面におけるボクセルV1の数は、ボクセルV1がZ軸方向に複数個重なっている場合には1個としてカウントされる。

【0157】

概略的には、体積推定部63は、バケット6とバケット6内に取り込まれている土砂とを含む物体の全体の体積を推定し、その上で、バケット6の体積を算出し、その後、バケット6の体積を物体全体の体積から差し引くことによって土砂の体積を推定する。

【0158】

具体的には、体積推定部63は、以下の式(1)を用いて体積Vを算出する。式(1)において、Sはボクセルの底面積（XY平面における単位面積）を表す。

【0159】

【数1】

$$V = \sum_{i=0}^N h_i S \cdots (1)$$

上述の構成により、コントローラ30（形状推定部60）は、バケット6内に取り込まれている土砂の体積Vを正確に推定できる。

【0160】

尚、コントローラ30（形状推定部60）は、任意のタイミングで体積Vを推定できるが、所定のタイミングで体積Vを推定するように構成されていてもよい。例えば、コントローラ30は、姿勢センサの出力に基づいてバケット6の姿勢を継続的に導き出し、バケット6の姿勢が所定の姿勢になったときに体積Vを推定するように構成されていてもよい。

【0161】

10

20

30

40

50

また、コントローラ 30 (形状推定部 60) は、バケット 6 が所定の姿勢となるように、掘削アタッチメントを自動的に動作させてもよい。例えば、形状推定部 60 は、ショベル 100 の操作者による操作装置 26 に対する操作の有無にかかわらず、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 の少なくとも 1 つを伸縮させ、バケット 6 の姿勢が所定の姿勢となるようにしてもよい。

【0162】

また、コントローラ 30 (形状推定部 60) は、複数回の推定結果に基づいて算出される統計値を体積 V としてもよい。統計値は、例えば、平均値、最大値、最小値、最頻値、又は中央値等である。例えば、形状推定部 60 は、バケット 6 が所定の第 1 姿勢になったときに推定した体積 V と、バケット 6 が所定の第 2 姿勢になったときに推定した体積 V との平均値を最終的な体積 V としてもよい。或いは、形状推定部 60 は、バケット 6 が所定の第 1 姿勢になったときに推定した体積 V 、バケット 6 が所定の第 2 姿勢になったときに推定した体積 V 、及び、バケット 6 が所定の第 3 姿勢になったときに推定した体積 V のうちの最大値を最終的な体積 V としてもよい。

10

【0163】

或いは、コントローラ 30 (形状推定部 60) は、形状推定装置 S10 としての LIDAR の出力に基づいてバケット 6 内に入っている物の表面の形状を複数回にわたって推定するように構成されていてもよい。例えば、形状推定部 60 は、ブーム上げ旋回が行われている間、所定の時間間隔で繰り返し、バケット 6 内に入っている土砂の表面の形状を推定してもよい。そして、形状推定部 60 は、その土砂の表面の形状が変化すると判定した場合に、その土砂の体積 V を再計算するように構成されていてもよい。具体的には、形状推定部 60 は、ブーム上げ旋回が開始された後で、土砂の表面の形状を初めて推定したときにその土砂の体積 V を推定するように構成されていてもよい。そして、形状推定部 60 は、その後その土砂の表面の形状を推定する度に、表面の形状が変化したか否かを判定し、表面の形状が変化していないと判定した場合には、すなわち、バケット 6 から土砂がこぼれ落ちていないと判定できた場合には、その土砂の体積 V の再計算を省略する。一方、形状推定部 60 は、表面の形状が変化すると判定した場合には、すなわち、バケット 6 から土砂の一部がこぼれ落ちたと判定できた場合には、新たに推定した土砂の表面の形状に基づいてその土砂の体積 V を再計算する。この構成により、形状推定部 60 は、例えば、ブーム上げ旋回中に土砂がバケット 6 からこぼれ落ちた場合であっても、ダンプトラックに積み込まれる土砂の体積 V を効率的に且つ正確に推定することができる。すなわち、形状推定部 60 は、ブーム上げ旋回中にバケット 6 からこぼれ落ちた土砂の体積が、ダンプトラックに積み込まれる土砂の体積 V に含まれてしまうのを防止できる。

20

30

【0164】

次に、図 8 を参照し、ショベル 100 の形状推定機能に関する構成の別の一例について説明する。図 8 は、ショベル 100 の側面図である。図 8 に示すショベル 100 には、形状推定装置 S10 としての第 1 形状推定装置 S10A 及び第 2 形状推定装置 S10C が取り付けられている。

【0165】

具体的には、第 1 形状推定装置 S10A は、バケット 6 内に取り込まれている物の形状を推定できるように構成されている。図 8 に示す例では、第 1 形状推定装置 S10A は、アーム 5 の腹面に取り付けられた 3 台の RGB-D センサで構成され、取得した情報をコントローラ 30 に向けて送信できるように構成されている。尚、図 8 において、第 1 形状推定装置 S10A からバケット 6 に向かって伸びる一点鎖線矢印は、第 1 形状推定装置 S10A がバケット 6 の方向に測距用の赤外線を照射していることを表している。また、第 1 形状推定装置 S10A は、アーム 5 の背面若しくは側面等、又は、ブーム 4 の腹面、側面、若しくは背面等、掘削アタッチメント AT の他の部分に取り付けられていてもよい。或いは、第 1 形状推定装置 S10A は、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、又はバケットシリンダ 9 等に取り付けられていてもよい。

40

【0166】

50

また、第1形状想定装置S10Aは、キャビン10の前面等、シヨベル100の特定の部分が監視範囲に含まれるように構成されている。図8に示す例では、第1形状想定装置S10Aは、キャビン10の前面に貼り付けられたAR(拡張現実)マーカMKを認識できるように構成されている。第1形状推定装置S10Aは、ARマーカMKを認識することにより、自身(第1形状推定装置S10A)の現在の姿勢を導き出すことができる。尚、図8において、第1形状推定装置S10Aからキャビン10に向かって延びる一点鎖線矢印は、第1形状推定装置S10AがARマーカMKを撮像していることを表している。

【0167】

図8に示す例では、第1形状推定装置S10Aは、バケット6内に取り込まれている物の形状を測定するためのRGB-Dセンサと、ARマーカMKを撮像するためのRGB-Dセンサを含む。しかしながら、第1形状推定装置S10Aは、バケット6内に取り込まれている物の形状を測定でき、且つ、ARマーカMKを撮像できるRGB-Dセンサを含んでいてもよい。或いは、ARマーカMKを撮像するためのRGB-Dセンサは、単眼カメラで置き換えられてもよい。或いは、バケット6内に取り込まれている物の形状を測定するためのRGB-Dセンサは、LIDAR又はステレオカメラ等で置き換えられてもよい。

10

【0168】

第1形状想定装置S10Aは、ARマーカMKを認識する代わりに、シヨベル100の一部の特徴的な立体形状を認識するように構成されていてもよい。シヨベル100の一部の特徴的な立体形状は、例えば、キャビン10の下部前端の突起若しくは凹部、又は、旋回フレームの前端の突起若しくは凹部等である。また、第1形状想定装置S10Aは、ARマーカMKを認識する代わりに、上部旋回体3に貼り付けられたQRコード(登録商標)等の二次元コードを認識するように構成されていてもよい。すなわち、第1形状想定装置S10Aは、自身が取得した情報から自身の位置及び姿勢を導き出すことができるのであれば、どのような情報を認識するように構成されていてもよい。

20

【0169】

第2形状推定装置S10Cは、バケット6の形状を推定できるように構成されている。図8に示す例では、第2形状推定装置S10Cは、キャビン10の下部前端に取り付けられた3台のRGB-Dセンサで構成され、取得した情報をコントローラ30に向けて送信できるように構成されている。但し、第2形状推定装置S10Cは、キャビン10の上部前端等、上部旋回体3の他の部分に取り付けられていてもよい。また、第2形状推定装置S10Cは、1台のRGB-Dセンサで構成されていてもよく、1台若しくは複数台のLIDAR若しくはステレオカメラ等で構成されていてもよい。

30

【0170】

図8に示す例では、バケット状態推定部61は、第2形状推定装置S10Cの出力に基づき、バケット6の状態、すなわち、バケット6の形状、及び、バケット6の現在の姿勢を推定できるように構成されている。

【0171】

具体的には、バケット状態推定部61は、第2形状推定装置S10CとしてのRGB-Dセンサが取得した、バケット6の正面FS(図8の太い点線参照。)に関する点群データに基づき、バケット6の状態を推定する。尚、図8において、第2形状推定装置S10Cからバケット6に向かって延びる一点鎖線矢印は、第2形状推定装置S10Cがバケット6の方向に測距用の赤外線を照射していることを表している。

40

【0172】

より具体的には、バケット状態推定部61は、バケット6に関する点群データに対してRANSAC(Random sample consensus)アルゴリズムを適用し、バケット6の正面FSを検出する。そして、バケット状態推定部61は、検出した正面FSの位置及び姿勢からバケット6の位置及び姿勢を推定する。そして、バケット状態推定部61は、推定したバケット6の位置及び姿勢と、バケット6のCADモデルとに基づき、バケット6の外表面に関する点群データ(第1点群データ)を導き出す。

50

【 0 1 7 3 】

土砂形状推定部 6 2 は、第 1 形状推定装置 S 1 0 A としての R G B - D センサの出力に基づいてバケット 6 内に入っている物（例えば土砂等）の表面の形状を推定する。具体的には、土砂形状推定部 6 2 は、第 1 形状推定装置 S 1 0 A としての R G B - D センサの出力に基づき、バケット 6 及びバケット 6 内に入っている土砂（すなわち対象物）以外の非対象物に関する点群データ（第 2 点群データ）を導き出す。

【 0 1 7 4 】

体積推定部 6 3 は、バケット状態推定部 6 1 が導き出したバケット 6 の外表面に関する点群データ（第 1 点群データ）と、土砂形状推定部 6 2 が導き出した非対象物に関する点群データ（第 2 点群データ）とを合成することにより、バケット 6 内に取り込まれている物の体積を推定できるように構成されている。

10

【 0 1 7 5 】

上述の構成により、コントローラ 3 0（形状推定部 6 0）は、バケット 6 内に取り込まれている土砂の体積 V を正確に推定できる。

【 0 1 7 6 】

尚、コントローラ 3 0（形状推定部 6 0）は、任意のタイミングで体積 V を推定できるが、所定のタイミングで体積 V を推定するように構成されていてもよい。例えば、コントローラ 3 0 は、第 2 形状推定装置 S 1 0 C の出力に基づいてバケット 6 の姿勢を継続的に導き出し、バケット 6 の姿勢が所定の姿勢になったときに体積 V を推定するように構成されていてもよい。

20

【 0 1 7 7 】

また、コントローラ 3 0（形状推定部 6 0）は、複数回の推定結果に基づいて算出される統計値を体積 V としてもよい。統計値は、例えば、平均値、最大値、最小値、最頻値、又は中央値等である。

【 0 1 7 8 】

また、図 8 に示す例では、掘削アタッチメントに関する姿勢センサ（ブーム角度センサ S 1、アーム角度センサ S 2、及びバケット角度センサ S 3）は、省略されてもよい。コントローラ 3 0 は、第 1 形状推定装置 S 1 0 A の出力に基づき、第 1 形状推定装置 S 1 0 A が取り付けられたアーム 5 の位置及び姿勢を導き出し、アーム 5 の位置及び姿勢からブーム 4 の位置及び姿勢を導き出すことができるためである。また、コントローラ 3 0 は、第 1 形状推定装置 S 1 0 A 及び第 2 形状推定装置 S 1 0 C のうちの少なくとも一方の出力に基づき、バケット 6 の位置及び姿勢を導き出すことができるためである。すなわち、コントローラ 3 0 は、掘削アタッチメントに関する姿勢センサの出力を用いずとも、掘削アタッチメントの姿勢を導き出すことができるためである。

30

【 0 1 7 9 】

但し、コントローラ 3 0（形状推定部 6 0）は、掘削アタッチメントに関する姿勢センサの出力と形状推定装置 S 1 0 の出力とを用いてバケット 6 の状態を推定するように構成されていてもよい。2 種類の出力を用いることによってバケット 6 の状態の推定精度を高めるためである。

【 0 1 8 0 】

[ショベルの土砂重量検出機能に関する構成の詳細]

次に、図 9 を参照し、本発明の更に別の実施形態に係るショベル 1 0 0 の土砂重量検出機能に関する構成の詳細について説明する。図 9 は、ショベル 1 0 0 のうちの土砂重量検出機能に関する構成部分の一例を概略的に示す図である。

40

【 0 1 8 1 】

図 9 に示す例では、形状推定部 6 0 は、バケット状態推定部 6 1、土砂形状推定部 6 2、及び体積推定部 6 3 に加え、バケット 6 で掘削した土砂の重量（土砂重量）を検出する機能に関する機能部として、重量算出部 6 4、最大積載量検出部 6 5、積載量算出部 6 6、残積載量算出部 6 7、及び重心算出部 6 8 を有する。

【 0 1 8 2 】

50

ここで、ショベル100によるダンプトラックへの土砂（積載物）の積み込み作業の動作の一例について説明する。

【0183】

まず、ショベル100は、掘削位置において、掘削アタッチメントを制御してバケット6により土砂を掘削する（掘削動作）。次に、ショベル100は、上部旋回体3を回転させ、バケット6を掘削位置から排土位置へと移動する（旋回動作）。排土位置の下方には、ダンプトラックの荷台が配置されている。次に、ショベル100は、排土位置において、アタッチメントを制御してバケット6内の土砂を排土することにより、バケット6内の土砂をダンプトラックの荷台へと積み込む（排土動作）。次に、ショベル100は、上部旋回体3を回転させ、バケット6を排土位置から掘削位置へと移動する（旋回動作）。これらの動作を繰り返すことにより、ショベル100は、掘削した土砂をダンプトラックの荷台へと積み込む。

10

【0184】

重量算出部64は、バケット6内の土砂（積載物）の重量を算出するように構成されている。図9に示す例では、重量算出部64は、ブームシリンダ7の推力に基づいて土砂重量を算出する。例えば、重量算出部64は、ブームシリンダ7の推力と、上部旋回体3とブーム4とを連結するピンから土砂重心までの距離と、上部旋回体3とブーム4とを連結するピン回りのモーメントの式と、に基づいて土砂重量を算出する。

【0185】

最大積載量検出部65は、土砂を積載する対象のダンプトラックの最大積載量を検出するように構成されている。例えば、最大積載量検出部65は、撮像装置S6で撮像された画像に基づいて、土砂を積載する対象のダンプトラックを特定する。「撮像装置S6で撮像された画像に基づいて」は、例えば、撮像装置S6が撮像した画像に1又は複数の画像処理を施すことによって得られる情報を利用することを意味する。次に、最大積載量検出部65は、特定されたダンプトラックの画像に基づいて、ダンプトラックの最大積載量を検出する。例えば、最大積載量検出部65は、特定されたダンプトラックの画像に基づいて、ダンプトラックの車種（サイズ等）を判定する。最大積載量検出部65は、車種と最大積載量とを対応付けしたテーブルを有しており、画像から判定した車種及びテーブルに基づいて、ダンプトラックの最大積載量を求める。尚、入力装置42によってダンプトラックの最大積載量及び車種等が入力され、最大積載量検出部65は、入力装置42の入力情報に基づいて、ダンプトラックの最大積載量を求めてもよい。

20

30

【0186】

積載量算出部66は、ダンプトラックに積載された土砂重量を算出するように構成されている。即ち、バケット6内の土砂がダンプトラックの荷台に排土される毎に、積載量算出部66は、重量算出部64で算出されたバケット6内の土砂の重量を、ダンプトラックの荷台に積載された土砂重量の合計である積載量（合計重量）に加算して積載量を更新する。尚、土砂を積載する対象のダンプトラックが新しいダンプトラックとなった場合には、積載量はリセットされる。

【0187】

残積載量算出部67は、最大積載量検出部65で検出したダンプトラックの最大積載量と、積載量算出部66で算出した現在の積載量との差を残積載量として算出するように構成されている。残積載量とは、ダンプトラックに積載可能な土砂の残りの重量である。

40

【0188】

重心算出部68は、バケット6内の土砂（積載物）の重心を算出するように構成されている。尚、土砂の重心の算出方法については後述される。

【0189】

表示装置40には、重量算出部64で算出されたバケット6内の土砂の重量、最大積載量検出部65で検出されたダンプトラックの最大積載量、積載量算出部66で算出されたダンプトラックの積載量（荷台に積載された土砂重量の合計）、及び残積載量算出部67で算出されたダンプトラックの残積載量（積載可能な土砂の残りの重量）のうちの少なく

50

とも1つが表示されてもよい。

【0190】

また、表示装置40には、体積推定部63で推定されたバケット6内の土砂の体積、及び、バケット6内の土砂の重量と体積から導き出される土砂の密度のうち少なくとも1つが表示されてもよい。

【0191】

尚、シヨベル100は、積載量が最大積載量を超えた場合、表示装置40に警告が出るように構成されていてもよい。また、シヨベル100は、算出されたバケット6内の土砂の重量が残積載量を超える場合、表示装置40に警告が出るように構成されていてもよい。尚、警告は、表示装置40に表示される場合に限られず、音声出力装置43による音声出力であってもよい。これにより、シヨベル100は、ダンプトラックの最大積載量を超えてダンプトラックに土砂が積載されることを防止できる。

【0192】

ここで、図10を参照し、表示装置40に表示されるメイン画面41Vの構成例について説明する。図10のメイン画面41Vに表示される情報は、例えば、バケット6内の土砂の重量（現重量）、ダンプトラックの積載量（累積重量）、ダンプトラックの残積載量（残重量）、最大積載量（最大積載重量）、並びに、バケット6内に取り込まれている物の体積及び密度等に関する情報を含む。

【0193】

メイン画面41Vは、日時表示領域41a、走行モード表示領域41b、アタッチメント表示領域41c、燃費表示領域41d、エンジン制御状態表示領域41e、エンジン稼働時間表示領域41f、冷却水温表示領域41g、燃料残量表示領域41h、回転数モード表示領域41i、尿素水残量表示領域41j、作動油温表示領域41k、カメラ画像表示領域41m、現重量表示領域41p、累積重量表示領域41q、残重量表示領域41s、最大積載重量表示領域41t、体積表示領域41u、及び密度表示領域41wを含む。

【0194】

走行モード表示領域41b、アタッチメント表示領域41c、エンジン制御状態表示領域41e、及び回転数モード表示領域41iは、シヨベル100の設定状態に関する情報である設定状態情報を表示する領域である。燃費表示領域41d、エンジン稼働時間表示領域41f、冷却水温表示領域41g、燃料残量表示領域41h、尿素水残量表示領域41j、作動油温表示領域41k、現重量表示領域41p及び累積重量表示領域41qは、シヨベル100の稼働状態に関する情報である稼働状態情報を表示する領域である。

【0195】

具体的には、日時表示領域41aは、現在の日時を表示する領域である。走行モード表示領域41bは、現在の走行モードを表示する領域である。アタッチメント表示領域41cは、現在装着されているエンドアタッチメントを表す画像を表示する領域である。図10は、バケット6を表す画像が表示された状態を示している。

【0196】

燃費表示領域41dは、コントローラ30によって算出された燃費情報を表示する領域である。燃費表示領域41dは、生涯平均燃費又は区間平均燃費を表示する平均燃費表示領域41d1、瞬間燃費を表示する瞬間燃費表示領域41d2を含む。

【0197】

エンジン制御状態表示領域41eは、エンジン11の制御状態を表示する領域である。エンジン稼働時間表示領域41fは、エンジン11の累積稼働時間を表示する領域である。冷却水温表示領域41gは、現在のエンジン冷却水の温度状態を表示する領域である。燃料残量表示領域41hは、燃料タンクに貯蔵されている燃料の残量状態を表示する領域である。回転数モード表示領域41iは、エンジン回転数調節ダイヤルによって設定された現在の回転数モードを表示する領域である。尿素水残量表示領域41jは、尿素水タンクに貯蔵されている尿素水の残量状態を表示する領域である。作動油温表示領域41kは、作動油タンク内の作動油の温度状態を表示する領域である。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 8 】

カメラ画像表示領域 4 1 m は、第 1 空間認識装置としての撮像装置 S 6 が撮像した画像を表示する領域である。図 1 0 の例では、カメラ画像表示領域 4 1 m は、カメラ S 6 B が撮像した画像を表示している。カメラ S 6 B が撮像した画像は、ショベル 1 0 0 の後方の空間を映し出す後方画像であり、カウンタウエイトの画像 3 a を含む。

【 0 1 9 9 】

現重量表示領域 4 1 p は、バケット 6 内の土砂の重量（現重量）を表示する領域である。図 1 0 は、現重量が 5 5 0 k g であることを示している。

【 0 2 0 0 】

累積重量表示領域 4 1 q は、ダンプトラックの積載量（累積重量）を表示する領域である。図 1 0 は、累積重量が 9 5 0 0 k g であることを示している。

10

【 0 2 0 1 】

累積重量は、積み込み対象のダンプトラックが入れ替わる度にリセットされる。本実施形態では、コントローラ 3 0 は、ダンプトラックの入れ替わりを自動的に認識して累積重量を自動的にゼロにリセットするように構成されている。具体的には、コントローラ 3 0 は、撮像装置 S 6 が撮像した画像を利用してダンプトラックの入れ替わりを認識する。コントローラ 3 0 は、通信装置を利用してダンプトラックの入れ替わりを認識してもよい。或いは、コントローラ 3 0 は、リセットボタンが押されたときに累積重量をリセットしてもよい。リセットボタンは、ソフトウェアボタンであってもよく、入力装置 4 2、左操作レバー、又は右操作レバー等に配置されるハードウェアボタンであってもよい。

20

【 0 2 0 2 】

この構成により、ショベル 1 0 0 は、ダンプトラックの最大積載重量を超えて、ダンプトラックの荷台に土砂等の積載物が積み込まれてしまうのを防止できる。最大積載重量を超えて積載物が積み込まれていることが台貫での重量測定によって検知されると、ダンプトラックの運転者は、積み込みヤードに戻り、荷台に積み込まれた積載物の一部を下ろす作業を行う必要がある。ショベル 1 0 0 は、このような積載重量の調整作業の発生を防止できる。

【 0 2 0 3 】

表示装置 4 0 は、所定の期間中に 1 又は複数台のダンプトラックの荷台に積み込まれた積載物の合計を表示するように構成されていてもよい。所定の期間は、例えば、1 日の作業を開始する時刻から 1 日の作業を終了する時刻までの期間であってもよい。1 日の作業によって作業現場から運び出された積載物の総重量を操作者又は管理者が容易に認識できるようにするためである。

30

【 0 2 0 4 】

また、コントローラ 3 0 は、撮像装置 S 6 が撮像した画像に基づき、バケット 6 内の土砂がダンプトラックの荷台に積み込まれたことを認識した上で、現重量を積算するように構成されていてもよい。ダンプトラックの荷台以外の場所に移された土砂がダンプトラックに積み込まれた土砂として積算されてしまうのを防止するためである。

【 0 2 0 5 】

コントローラ 3 0 は、アタッチメントの姿勢に基づき、バケット 6 内の土砂がダンプトラックの荷台に積み込まれたか否かを判定してもよい。具体的には、コントローラ 3 0 は、例えば、バケット 6 の高さが所定値（例えば、ダンプトラックの荷台の高さ）を超え且つバケット 6 が開かれた場合に、土砂がダンプトラックの荷台に積み込まれたと判定してもよい。

40

【 0 2 0 6 】

残重量表示領域 4 1 s は、残重量を表示する領域である。最大積載重量表示領域 4 1 t は、最大積載重量を表示する領域である。図 1 0 は、累積重量が 9 5 0 0 k g で、残重量が 5 0 0 k g で、且つ、最大積載重量が 1 0 0 0 0 k g であることを示している。但し、表示装置 4 0 は、残重量を表示させずに最大積載重量を表示させてもよい。

【 0 2 0 7 】

50

体積表示領域 4 1 u は、バケット 6 内の土砂の体積を表示する領域である。図 1 0 は、体積が 1.00 m^3 であることを示している。密度表示領域 4 1 w は、バケット 6 内の土砂の密度を表示する領域である。図 1 0 は、体積が $550 \text{ kg} / \text{m}^3$ であることを示している。

【 0 2 0 8 】

メッセージ表示領域 4 1 m 1 には、メッセージが表示される。例えば、累積重量が最大積載重量を超過した場合にメッセージが表示される。これにより、コントローラ 3 0 は、オペレータに積み降ろし作業を促すことができ、ダンプトラックの過積載を防止することができる。

【 0 2 0 9 】

[重量算出部 6 4 における土砂重量算出方法]

次に、図 9 を参照しつつ、図 1 1 を用いて、ショベル 1 0 0 の重量算出部 6 4 におけるバケット 6 内の土砂（積載物）の重量を算出する方法について説明する。

【 0 2 1 0 】

図 1 1 は、土砂重量の算出に関するパラメータを説明する模式図である。図 1 1 (a) はショベル 1 0 0 を示し、図 1 1 (b) はバケット 6 付近を示す。尚、以下の説明において、後述するピン P 1 とバケット重心 G 3 及び土砂重心 G s が水平線 L 1 上に配置されているものとして説明する。

【 0 2 1 1 】

ここで、上部旋回体 3 とブーム 4 を連結するピンを P 1 とする。上部旋回体 3 とブームシリンダ 7 を連結するピンを P 2 とする。ブーム 4 とブームシリンダ 7 を連結するピンを P 3 とする。ブーム 4 とアームシリンダ 8 を連結するピンを P 4 とする。アーム 5 とアームシリンダ 8 を連結するピンを P 5 とする。ブーム 4 とアーム 5 を連結するピンを P 6 とする。アーム 5 とバケット 6 を連結するピンを P 7 とする。また、ブーム 4 の重心を G 1 とする。アーム 5 の重心を G 2 とする。バケット 6 の重心を G 3 とする。バケット 6 に積載された土砂（積載物）の重心を G s とする。基準線 L 2 は、ピン P 7 を通りバケット 6 の開口面と平行な線とする。また、ピン P 1 とブーム 4 の重心 G 1 との距離を D 1 とする。ピン P 1 とアーム 5 の重心 G 2 との距離を D 2 とする。ピン P 1 とバケット 6 の重心 G 3 との距離を D 3 とする。ピン P 1 と土砂の重心 G s との距離を D s とする。ピン P 2 とピン P 3 を結ぶ直線（一点鎖線）と、ピン P 1 との距離を D c とする。また、ブームシリンダ 7 のシリンダ圧による力を F b （矢印参照。）とする。また、ブーム重量（ブーム 4 の自重による重力）のうち、ピン P 1 とブーム重心 G 1 を結ぶ直線に対して垂直方向の垂直成分を W 1 a （矢印参照。）とする。アーム重量（アーム 5 の自重による重力）のうち、ピン P 1 とアーム重心 G 2 を結ぶ直線に対して垂直方向の垂直成分を W 2 a とする。バケット 6 の重量を W 6 とし、バケット 6 に積載された土砂（積載物）の重量を W s （矢印参照。）とする。

【 0 2 1 2 】

図 1 1 (a) に示すように、ピン P 7 の位置は、ブーム角度及びアーム角度により算出される。即ち、ピン P 7 の位置は、ブーム角度センサ S 1 及びアーム角度センサ S 2 の検出値に基づいて算出される。

【 0 2 1 3 】

また、図 1 1 (b) に示すように、ピン P 7 とバケット重心 G 3 との位置関係（バケット 6 の基準線 L 2 と、ピン P 7 とバケット重心 G 3 を結ぶ直線との間の角度 θ_4 。ピン P 7 とバケット重心 G 3 との距離 D 4。）は、既定値である。また、ピン P 7 と土砂重心 G s との位置関係（バケット 6 の基準線 L 2 と、ピン P 7 と土砂重心 G s を結ぶ直線との間の角度 θ_5 。ピン P 7 と土砂重心 G s との距離 D 5。）は、例えば、実験的に予め求められ、コントローラ 3 0 に記憶されていてもよい。即ち、コントローラ 3 0 は、バケット角度センサ S 3 の出力に基づいて、土砂重心 G s 及びバケット重心 G 3 の位置を推定することができる。

【 0 2 1 4 】

10

20

30

40

50

即ち、重心算出部 68 は、ブーム角度センサ S1、アーム角度センサ S2、及びバケット角度センサ S3 の検出値に基づいて、所定の座標系における土砂重心 G_s の位置を推定することができる。所定の座標系は、例えば、形状推定装置 S10 の位置を原点とする 3 次元直交座標系 arm である。

【0215】

但し、重心算出部 68 は、形状推定装置 S10 としての LIDAR の検出値に基づき、或いは、形状推定装置 S10 としての LIDAR の検出値と、ブーム角度センサ S1、アーム角度センサ S2、及びバケット角度センサ S3 のそれぞれの検出値とに基づき、土砂重心 G_s を推定してもよい。

【0216】

次に、ピン P1 回りの各モーメントの釣り合いの式は、以下の式 (A1) で表すことができる。

【0217】

$$W_s \times D_s + W_{1a} \times D_1 + W_{2a} \times D_2 + W_3 \times D_3 = F_b \times D_c \quad \dots (A1)$$

式 (A1) を土砂重量 W_s について展開すると、以下の式 (A2) で表すことができる。

【0218】

$$W_s = (F_b \times D_c - (W_{1a} \times D_1 + W_{2a} \times D_2 + W_3 \times D_3)) / D_s \quad \dots (A2)$$

ここで、ブームシリンダ 7 のシリンダ圧による力 F_b は、ブームロッド圧センサ S7R 及びブームボトム圧センサ S7B のうちの少なくとも 1 つの検出値より算出される。距離 D_c 及びブーム重量の垂直成分 W_{1a} は、ブーム角度センサ S1 の検出値より算出される。アーム重量の垂直成分 W_{2a} 及び距離 D₂ は、ブーム角度センサ S1 及びアーム角度センサ S2 のそれぞれの検出値より算出される。距離 D₁ 及びバケット重量 W₃ (バケット 6 の自重による重力) は既知の値である。また、土砂重心 G_s とバケット重心 G₃ を推定したことにより、距離 D_s、距離 D₃ も推定される。

【0219】

よって、土砂重量 W_s は、ブームシリンダ 7 のシリンダ圧の検出値 (ブームロッド圧センサ S7R、及び、ブームボトム圧センサ S7B のうちの少なくとも一方の検出値)、ブーム角度 (ブーム角度センサ S1 の検出値)、及びアーム角度 (アーム角度センサ S2 の検出値) に基づいて算出され得る。これにより、重量算出部 64 は、重心算出部 68 で推定した土砂重心 G_s に基づいて土砂重量 W_s を算出することができる。

【0220】

重量算出部 64 は、望ましくは、ショベル 100 が規定動作を行っているときと判定したときに、土砂重量 W_s を算出する。ショベル 100 が規定動作を行っているか否かは、例えば、バケットシリンダ 9 のパイロット圧の検出値に基づいて、バケット 6 の姿勢を推定することにより、判定することができる。

【0221】

尚、重量算出部 64 は、規定動作が行われているときには、バケット 6 の開口面が水平であるものとみなして、土砂重心を推定し、土砂重量を算出する。しかしながら、重量算出部 64 は、前方を撮像するカメラ S6F でバケット 6 を撮像し、その画像に基づいて、バケット 6 の姿勢を推定してもよい。また、重量算出部 64 は、カメラ S6F でバケット 6 を撮像し、その画像に基づいて、バケット 6 の開口面が水平であると判定した場合に土砂重心の推定及び土砂重量の算出を行ってもよい。

【0222】

このように、図 9 ~ 図 11 に示す例では、コントローラ 30 は、バケット 6 内に取り込まれている物 (土砂等) の重心を算出した上で、バケット 6 内に取り込まれている物の重量を算出するように構成されている。そのため、コントローラ 30 は、バケット 6 内に取り込まれている物の重量を正確に導き出すことができる。但し、コントローラ 30 は、バケット 6 内に取り込まれている物 (土砂等) の重心を算出することなく、バケット 6 内に

10

20

30

40

50

取り込まれている物の重量を算出してもよい。

【0223】

上述のように、本発明の実施形態に係るショベル100は、下部走行体1と、下部走行体1に旋回可能に搭載される上部旋回体3と、上部旋回体3に取り付けられるアタッチメントと、アタッチメントを構成するバケット6と、アタッチメントに取り付けられる空間認識装置としての形状推定装置S10と、形状推定装置S10の出力に基づいてバケット6内に取り込まれた物の形状を算出する制御装置としてのコントローラ30と、を備えている。この構成により、ショベル100は、バケット6内に取り込まれた物の形状から、バケット6内に取り込まれている物の体積を取得できる。

【0224】

コントローラ30は、形状推定装置S10の出力と姿勢センサの出力とに基づいてバケット6内に取り込まれた物の形状を算出するように構成されていてもよい。姿勢センサは、例えば、ブーム角度センサS1、アーム角度センサS2、バケット角度センサS3、機体傾斜センサS4、及び旋回状態センサS5のうち少なくとも1つである。例えば、コントローラ30は、形状推定装置S10の出力に基づいてバケット6内に取り込まれている土砂の表面(上面)の形状を算出することができる。また、コントローラ30は、姿勢センサの出力に基づいてバケット6の現在の位置及び姿勢を導き出すことができる。すなわち、コントローラ30は、バケット6内に取り込まれた土砂の底面(下面)に相当するバケット6の内面の位置及び姿勢を導き出すことができる。その結果、コントローラ30は、バケット6内に取り込まれている土砂の表面(上面)及び底面(下面)の形状、すなわち、バケット6内に取り込まれている土砂の外面の全体形状を導き出すことができる。この構成により、ショベル100は、バケット6内に取り込まれた物の外面の全体形状から、バケット6内に取り込まれている物の体積を取得できる。この場合、ショベル100は、予めバケット6内の土砂の密度がコントローラ30へ入力されている場合には、算出された体積に基づいてバケット6内の土砂の重量も算出することができる。

【0225】

形状推定装置S10は、アタッチメントに取り付けられた空間認識装置と、上部旋回体3に取り付けられた空間認識装置とを含んでいてもよい。例えば、図8に示すように、形状推定装置S10は、アーム5の腹面に取り付けられた第1形状推定装置S10Aと、キャビン10の下部前端に取り付けられた第2形状推定装置S10Cとを含んでいてもよい。この構成により、ショベル100は、アタッチメントに取り付けられた空間認識装置ばかりでなく、上部旋回体3に取り付けられた空間認識装置によってもバケット6を測定できるため、バケット6の位置及び形状をより正確に推定できる。特に、上部旋回体3に取り付けられた空間認識装置がバケット6の正面FSを測定できるため、ショベル100は、バケット6の位置及び形状をより正確に推定できる。

【0226】

アタッチメントに取り付けられた空間認識装置としての形状推定装置S10は、バケット6を監視範囲内に含む第1の空間認識装置と、上部旋回体3を監視範囲内に含む第2の空間認識装置とを含んでいてもよい。或いは、形状推定装置S10は、バケット6及び上部旋回体3を監視範囲内に含む1又は複数の空間認識装置であってもよい。例えば、図8に示すように、空間認識装置としての第1形状推定装置S10Aは、バケット6を監視範囲内に含む第1の空間認識装置としてのRGB-Dセンサと、上部旋回体3を監視範囲内に含む第2の空間認識装置としてのRGB-Dセンサとを含んでいてもよい。そして、バケット6を監視範囲内に含むRGB-Dセンサと、上部旋回体3を監視範囲内に含むRGB-Dセンサとは、同じ1つのRGB-Dセンサであってもよく、別々のRGB-Dセンサであってもよい。この構成により、アタッチメントに取り付けられた形状推定装置S10は、バケット6の状態を測定できるばかりでなく、形状推定装置S10自体の状態をも測定できる。形状推定装置S10自体の状態は、例えば、形状推定装置S10の位置及び姿勢である。そのため、この構成では、姿勢センサは省略されてもよい。アタッチメントに取り付けられた形状推定装置S10は、自身が取得した情報に基づき、ブーム4、アーム5、及

10

20

30

40

50

びバケット6の位置及び姿勢を認識できるためである。

【0227】

コントローラ30は、バケット6の設計データを用いてバケット6内に取り込まれた物の体積を推定するように構成されていてもよい。バケット6の設計データは、例えば、バケット6の幅、長さ、開口面と正面FSとの間の角度等を含む。バケット6の設計データは、例えば、ショベル100に搭載されている記憶装置にCADモデルとして記憶されていてもよい。この構成により、コントローラ30は、バケット6の正面FS等のバケット6の一部の位置及び姿勢に関する情報を取得するだけで、バケット6の全体の位置及び姿勢を導き出すことができる。そして、コントローラ30は、バケット6の全体の位置及び姿勢から、バケット6内に取り込まれている物の形状（特に、バケット6内に取り込まれている物の底面等、形状推定装置S10による測定が行われない部分の形状）を導き出すことができる。その結果、コントローラ30は、バケット6内に取り込まれている物の外面の全体形状を認識することができ、その全体形状から物の体積を導き出すことができる。

10

【0228】

コントローラ30は、複数の時点での形状推定装置S10の出力に基づいてバケット6内に取り込まれた物の体積を推定するように構成されていてもよい。この場合、バケット6の姿勢は、各時点で異なる。例えば、コントローラ30は、第1時点においてバケット6が所定の第1姿勢になったときに推定した体積V、及び、第2時点においてバケット6が所定の第2姿勢になったときに推定した体積Vのうち大きい方を最終的な体積Vとしてもよい。或いは、コントローラ30は、第1時点においてバケット6が所定の第1姿勢になったときに推定した体積V、第2時点においてバケット6が所定の第2姿勢になったときに推定した体積V、及び、第3時点においてバケット6が所定の第3姿勢になったときに推定した体積Vのうち最小値を最終的な体積Vとしてもよい。この構成により、コントローラ30は、推定する体積Vの精度を高めることができる。1つの時点で推定した不適切な体積Vの値によって最終的な体積Vの値が決まってしまうのを抑制或いは防止できるためである。

20

【0229】

コントローラ30は、アタッチメントを駆動する油圧アクチュエータにおける作動油の圧力に基づいてバケット6内に取り込まれた物の重量を算出し、且つ、バケット6内に取り込まれた物の重量と体積とに基づいてその物の密度を算出するように構成されていてもよい。例えば、コントローラ30は、ブームボトム圧に基づいてバケット6内に取り込まれた土砂の重量を算出し、その土砂の重量と上述の処理によって導き出した土砂の体積とに基づいてその土砂の密度を算出してもよい。この構成により、コントローラ30は、バケット6内に取り込まれている物の密度を導き出すことができる。そして、コントローラ30は、例えば、物の密度を一旦導き出した後は、ブーム上げ操作が行われる度に物の重量を導き出すことなく、物の体積を導き出すだけで物の重量を算出できる。

30

【0230】

コントローラ30は、バケット6内に取り込まれた土砂の密度に基づいてその土砂の特性を導き出すように構成されていてもよい。例えば、コントローラ30は、上述の処理で導き出した土砂の密度を検索キーとして、ショベル100に搭載されている記憶装置に予め記憶された土砂特性テーブルを参照することにより、その密度に対応する土砂特性を導き出してもよい。この構成により、コントローラ30は、例えば、導き出した土砂特性に関する情報をショベル100の操作者に提示できる。或いは、コントローラ30は、導き出した土砂特性に応じ、マシンガイダンス機能又はマシンコントロール機能によって実現されるショベル100の動きを調整できる。

40

【0231】

以上、具体例を参照しつつ本実施形態について説明した。しかし、本発明はこれらの具体例に限定されるものではない。これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。前述した各具体例が備え

50

る各要素及びその配置、条件、及び形状等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更され得る。前述した各具体例が備える各要素は、技術的な矛盾が生じない限り、適宜組み合わせられてもよい。

【符号の説明】

【0232】

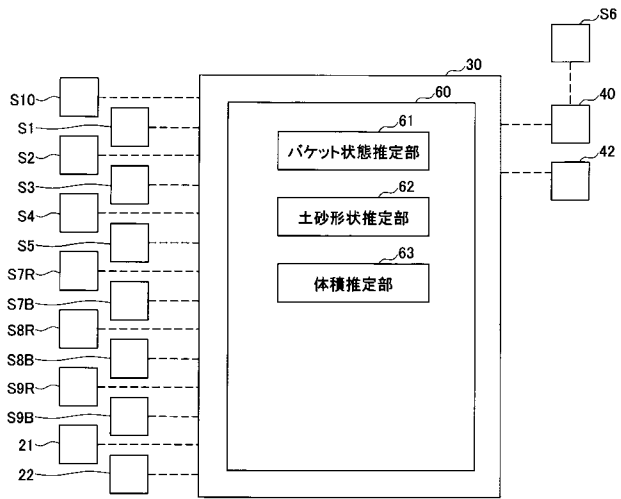
1・・・下部走行体 1L、1R・・・走行油圧モータ 2・・・旋回機構 2A・・・旋回油圧モータ 2A1・・・第1ポート 2A2・・・第2ポート 3・・・上部旋回体 4・・・ブーム 5・・・アーム 6・・・バケット 7・・・ブームシリンダ 8・・・アームシリンダ 9・・・バケットシリンダ 10・・・キャビン 11・・・エンジン 13・・・レギュレータ 14・・・メインポンプ 15・・・パイロットポンプ 18L、18R・・・絞り 19L、19R・・・制御圧センサ 21、22・・・油圧センサ 23、24・・・リリーフ弁 26・・・操作装置 28・・・吐出圧センサ 29、29A～29C・・・操作圧センサ 30・・・コントローラ 31AL、31AR、31BL、31BR、31CL、31CR・・・比例弁 32AL、32AR、32BL、32BR、32CL、32CR・・・シャトル弁 33AL、33AR、33BL、33BR、33CL、33CR・・・比例弁 40・・・表示装置 42・・・入力装置 43・・・音声出力装置 47・・・記憶装置 50・・・マシンガイダンス部 51・・・位置算出部 52・・・距離算出部 53・・・情報伝達部 54・・・自動制御部 55・・・旋回角度算出部 56・・・相対角度算出部 60・・・形状推定部 61・・・バケット状態推定部 62・・・土砂形状推定部 63・・・体積推定部 64・・・重量算出部 64・・・重量算出部 65・・・最大積載量検出部 66・・・積載量算出部 67・・・残積載量算出部 68・・・重心算出部 100・・・ショベル 171～176・・・制御弁 PS・・・測位装置 S1・・・ブーム角度センサ S2・・・アーム角度センサ S3・・・バケット角度センサ S4・・・機体傾斜センサ S5・・・旋回状態センサ S6・・・撮像装置 S6B、S6F、S6L、S6R・・・カメラ S7B・・・ブームボトム圧センサ S7R・・・ブームロッド圧センサ S8B・・・アームボトム圧センサ S8R・・・アームロッド圧センサ S9B・・・バケットボトム圧センサ S9R・・・バケットロッド圧センサ S10・・・形状推定装置 S10A・・・第1形状推定装置 S10C・・・第2形状推定装置 T1・・・通信装置

10

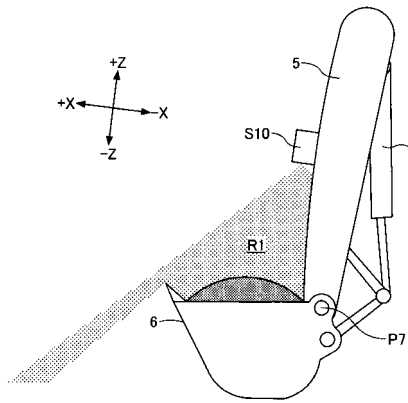
20

30

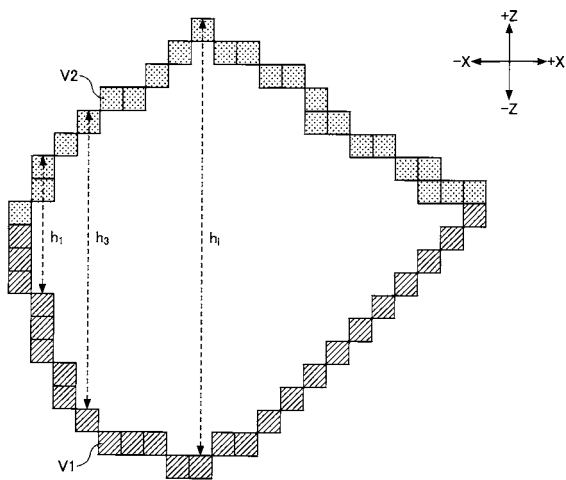
【 図 5 】



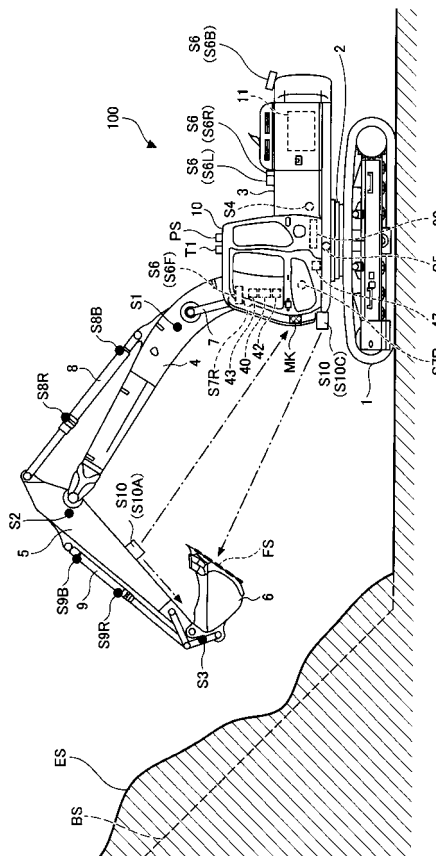
【 図 6 】



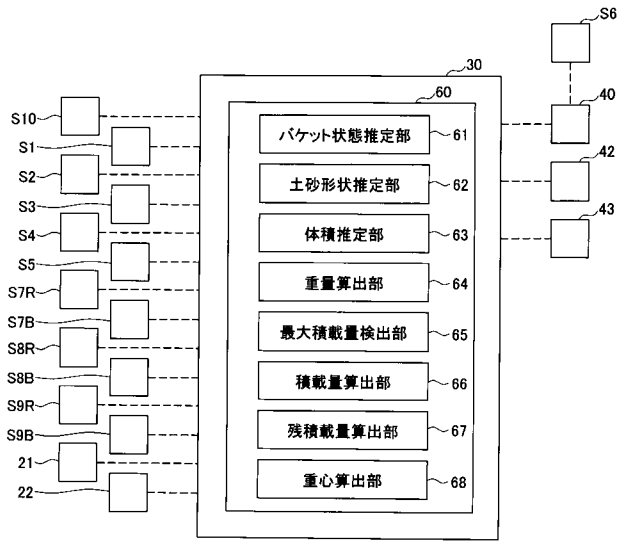
【 図 7 】



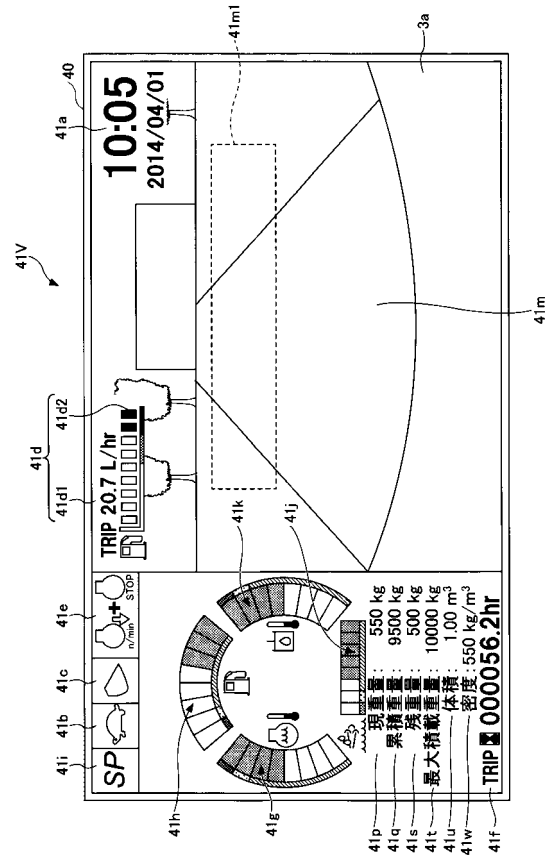
【 図 8 】



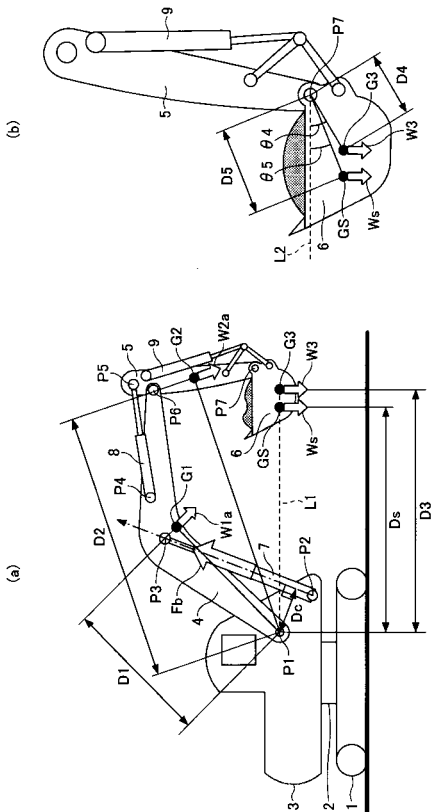
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 守本 崇昭

千葉県千葉市稲毛区長沼原町7-3-1番地1 住友建機株式会社内

(72)発明者 藤井 浩光

千葉県習志野市津田沼2丁目1-7番地1号 学校法人千葉工業大学内

(72)発明者 堂前 雅仁

千葉県習志野市津田沼2丁目1-7番地1号 学校法人千葉工業大学内

Fターム(参考) 2D015 HA03 HB04 HB05

5C054 CA04 CC02 EA05 FC12 FC15 FE18 HA30