

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7522552号
(P7522552)

(45)発行日 令和6年7月25日(2024.7.25)

(24)登録日 令和6年7月17日(2024.7.17)

(51)国際特許分類		F I		
E 0 2 F	3/43 (2006.01)	E 0 2 F	3/43	D
E 0 2 F	9/22 (2006.01)	E 0 2 F	9/22	E
E 0 2 F	9/26 (2006.01)	E 0 2 F	9/26	A

請求項の数 11 (全28頁)

(21)出願番号	特願2019-562492(P2019-562492)	(73)特許権者	502246528 住友建機株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号
(86)(22)出願日	平成30年12月27日(2018.12.27)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/048387	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(87)国際公開番号	WO2019/131979	(72)発明者	塚本 浩之 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
(87)国際公開日	令和1年7月4日(2019.7.4)	(72)発明者	西 貴志 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
審査請求日	令和3年8月26日(2021.8.26)	合議体	
審判番号	不服2023-5404(P2023-5404/J1)	審判長	古屋野 浩志
審判請求日	令和5年4月4日(2023.4.4)		
(31)優先権主張番号	特願2017-252609(P2017-252609)		
(32)優先日	平成29年12月27日(2017.12.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ショベル

(57)【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た上部旋回体と、
前記上部旋回体に取り付けられたアタッチメントと、
前記アタッチメントに関する所定の操作入力に応じ、少なくとも一つのアクチュエータを自動的に動作させて前記アタッチメントを構成するエンドアタッチメントを目標施工面に関して移動させる制御装置と、
前記エンドアタッチメントを地面に押し付けながら前記目標施工面に関して前記エンドアタッチメントを移動させる作業である仕上げ作業によって形成された地面の硬軟のばらつきに関する情報として前記地面における押し付け力不足の部分又は押し付け力超過の部分に関する情報を表示する表示装置と、を備える、
ショベル。

【請求項2】

前記地面における押し付け力不足の部分又は押し付け力超過の部分に関する情報は、前記地面からの反力の検出値から導き出される、
請求項1に記載のショベル。

【請求項3】

前記アタッチメントを動かす油圧シリンダを備え、
前記地面からの反力は、前記アタッチメントの姿勢に応じて変化する前記油圧シリンダ

における作動油の圧力に基づいて算出される、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 4】

前記地面の硬軟に関する情報は、施工図情報と関連付けて前記表示装置に表示される、請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 5】

下部走行体と、前記下部走行体に旋回可能に搭載された上部旋回体と、前記上部旋回体に取り付けられた作業部位と、前記作業部位に関する所定の操作入力に応じ、少なくとも一つのアクチュエータを自動的に動作させて前記作業部位を目標施工面に関して移動させる制御装置と、を備えるシヨベルと、

前記作業部位を地面に押し付けながら前記目標施工面に関して前記作業部位を移動させる作業である仕上げ作業によって形成された地面の硬軟のばらつきに関する情報として前記地面における押し付け力不足の部分又は押し付け力超過の部分に関する情報を表示する表示装置と、

を有するシヨベル管理システム。

【請求項 6】

前記表示装置には、前記地面の硬い部分の位置に関する情報、及び、前記地面の軟らかい部分の位置に関する情報の少なくとも一方が表示される、

請求項 5 に記載のシヨベル管理システム。

【請求項 7】

前記地面における押し付け力不足の部分又は押し付け力超過の部分に関する情報は、エンドアタッチメントを前記目標施工面に関して移動させたときの前記地面からの反力に基づいて算出される、

請求項 6 に記載のシヨベル管理システム。

【請求項 8】

前記制御装置は、エンドアタッチメントの背面と前記目標施工面との間で所定の角度が維持されるように前記エンドアタッチメントを動作させる、

請求項 5 に記載のシヨベル管理システム。

【請求項 9】

前記制御装置は、前記エンドアタッチメントの背面と前記目標施工面との間で所定の角度が維持されるように前記エンドアタッチメントを動作させる、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 10】

前記表示装置には、前記地面の硬い部分の位置に関する情報、及び、前記地面の軟らかい部分の位置に関する情報の少なくとも一方が表示される、

請求項 1 に記載のシヨベル。

【請求項 11】

前記表示装置には、前記地面の硬い部分の範囲に関する情報、及び、前記地面の軟らかい部分の範囲に関する情報の少なくとも一方が表示される、

請求項 1 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】

従来、バケット刃先を斜面の下端から上端まで設計面に沿って移動させることによって法面を形成する作業において、バケット刃先の位置を自動的に調整する作業制御システムが知られている（特許文献 1 参照。）。このシステムは、バケット刃先の位置を自動的に調整することで、形成される法面を設計面に合わせることができる。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2013-217137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、上述のシステムは、設計面に沿うようにバケット刃先の位置を自動的に調整するのみである。そのため、仕上がり面として形成される法面は、軟らかい部分と硬い部分とが混在しているおそれがある。すなわち、硬さが不均一な仕上がり面が形成されてしまうおそれがある。

10

【0005】

そこで、より均質な仕上がり面の形成を支援す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】

【0006】

本発明の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た上部旋回体と、前記上部旋回体に取り付けられたアタッチメントと、前記アタッチメントに関する所定の操作入力に応じ、少なくとも一つのアクチュエータを自動的に動作させて前記アタッチメントを構成するエンドアタッチメントを目標施工面に関して移動させる制御装置と、前記エンドアタッチメントを地面に押し付けながら前記目標施工面に関して前記エンドアタッチメントを移動させる作業である仕上げ作業によって形成された地面の硬軟のばらつきに関する情報として前記地面における押し付け力不足の部分又は押し付け力超過の部分に関する情報を表示する表示装置と、を備える。

20

【発明の効果】

【0007】

上述の手段により、より均質な仕上がり面の形成を支援するショベルが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態に係るショベルの側面図である。

【図2】図1のショベルの駆動系の構成例を示す図である。

30

【図3】図1のショベルに搭載される油圧システムの構成例を示す概略図である。

【図4A】図1のショベルに搭載される油圧システムの一部を抜き出した図である。

【図4B】図1のショベルに搭載される油圧システムの一部を抜き出した図である。

【図4C】図1のショベルに搭載される油圧システムの一部を抜き出した図である。

【図5】マシンガイダンス部の構成例を示す図である。

【図6】ショベルに作用する力の関係を示す概略図である。

【図7】法面仕上げ作業の際のアタッチメントの側面図である。

【図8】理想差圧と法肩距離との関係の一例を示す図である。

【図9】法面仕上げ支援制御によって形成された法面を示す図である。

【図10】施工支援画面の表示例である。

40

【図11】空間認識装置を備えたショベルの上面図である。

【図12】ショベルの管理システムの構成例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1は本発明の実施形態に係る掘削機としてのショベル100の側面図である。ショベル100の下部走行体1には旋回機構2を介して上部旋回体3が旋回可能に搭載されている。上部旋回体3にはブーム4が取り付けられている。ブーム4の先端にはアーム5が取り付けられ、アーム5の先端にはエンドアタッチメントとしてのバケット6が取り付けられている。バケット6は、法面バケットであってもよい。

【0010】

50

ブーム 4、アーム 5、バケット 6 は、アタッチメントの一例としての掘削アタッチメントを構成している。そして、ブーム 4 は、ブームシリンダ 7 により駆動され、アーム 5 は、アームシリンダ 8 により駆動され、バケット 6 は、バケットシリンダ 9 により駆動される。ブーム 4 にはブーム角度センサ S 1 が取り付けられ、アーム 5 にはアーム角度センサ S 2 が取り付けられ、バケット 6 にはバケット角度センサ S 3 が取り付けられている。

【 0 0 1 1 】

ブーム角度センサ S 1 はブーム 4 の回動角度を検出するように構成されている。本実施形態では、ブーム角度センサ S 1 は加速度センサであり、上部旋回体 3 に対するブーム 4 の回動角度（以下、「ブーム角度」とする。）を検出できる。ブーム角度は、例えば、ブーム 4 を最も下げたときに最小角度となり、ブーム 4 を上げるにつれて大きくなる。

10

【 0 0 1 2 】

アーム角度センサ S 2 はアーム 5 の回動角度を検出するように構成されている。本実施形態では、アーム角度センサ S 2 は加速度センサであり、ブーム 4 に対するアーム 5 の回動角度（以下、「アーム角度」とする。）を検出できる。アーム角度は、例えば、アーム 5 を最も閉じたときに最小角度となり、アーム 5 を開くにつれて大きくなる。

【 0 0 1 3 】

バケット角度センサ S 3 はバケット 6 の回動角度を検出するように構成されている。本実施形態では、バケット角度センサ S 3 は加速度センサであり、アーム 5 に対するバケット 6 の回動角度（以下、「バケット角度」とする。）を検出できる。バケット角度は、例えば、バケット 6 を最も閉じたときに最小角度となり、バケット 6 を開くにつれて大きくなる。

20

【 0 0 1 4 】

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 はそれぞれ、可変抵抗器を利用したポテンシオメータ、対応する油圧シリンダのストローク量を検出するストロークセンサ、連結ピン回りの回動角度を検出するロータリエンコーダ、ジャイロセンサ、又は、加速度センサとジャイロセンサの組み合わせである慣性計測装置（Inertial Measurement Unit）等であってもよい。

【 0 0 1 5 】

本実施形態では、ブームシリンダ 7 にはブームロッド圧センサ S 7 R 及びブームボトム圧センサ S 7 B 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 S 8 R 及びアームボトム圧センサ S 8 B 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 S 9 R 及びバケットボトム圧センサ S 9 B が取り付けられている。

30

【 0 0 1 6 】

ブームロッド圧センサ S 7 R 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 S 7 B 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 S 8 R 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 S 8 B 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 S 9 R 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 S 9 B 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。

40

【 0 0 1 7 】

上部旋回体 3 には運転室であるキャビン 1 0 が設けられ且つエンジン 1 1 等の動力源が搭載されている。また、上部旋回体 3 には、コントローラ 3 0、表示装置 4 0、入力装置 4 2、音出力装置 4 3、記憶装置 4 7、測位装置 V 1、機体傾斜センサ S 4、旋回角速度センサ S 5、撮像装置 S 6 及び通信装置 T 1 等が取り付けられている。

【 0 0 1 8 】

コントローラ 3 0 は、シヨベル 1 0 0 の駆動制御を行う主制御部として機能するように構成されている。本実施形態では、コントローラ 3 0 は、CPU、RAM 及び ROM 等を

50

含むコンピュータで構成されている。コントローラ 30 の各種機能は、例えば、ROM に格納されたプログラムを CPU が実行することで実現される。各種機能は、例えば、操作者によるショベル 100 の手動直接操作又は手動遠隔操作をガイド（案内）するマシンガイダンス機能、操作者によるショベル 100 の手動直接操作又は手動遠隔操作を自動的に支援するマシンコントロール機能、及び、ショベル 100 を無人で動作させる自動制御機能等を含む。コントローラ 30 に含まれるマシンガイダンス部 50 は、マシンガイダンス機能、マシンコントロール機能及び自動制御機能を実行できるように構成されている。

【0019】

表示装置 40 は、各種情報を表示するように構成されている。表示装置 40 は、CAN 等の通信ネットワークを介してコントローラ 30 に接続されていてもよく、専用線を介してコントローラ 30 に接続されていてもよい。

10

【0020】

入力装置 42 は、操作者が各種情報をコントローラ 30 に入力できるように構成されている。入力装置 42 は、例えば、キャビン 10 内に設置されたタッチパネル、操作レバー等の先端に設置されたノブスイッチ、及び、表示装置 40 の周囲に設置された押しボタンスイッチ等の少なくとも 1 つである。

【0021】

音出力装置 43 は、音又は音声を出力するように構成されている。音出力装置 43 は、例えば、コントローラ 30 に接続されるスピーカであってもよく、ブザー等の警報器であってもよい。本実施形態では、音出力装置 43 は、コントローラ 30 からの音出力指令に応じて各種の音又は音声を出力する。

20

【0022】

記憶装置 47 は、各種情報を記憶するように構成されている。記憶装置 47 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 47 は、ショベル 100 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 100 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 47 は、例えば、通信装置 T1 等を介して取得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。目標施工面は、ショベル 100 の操作者が設定したものであってもよく、施工管理者等が設定したものであってもよい。

【0023】

測位装置 V1 は、上部旋回体 3 の位置を測定するように構成されている。測位装置 V1 は、上部旋回体 3 の向きを測定できるように構成されていてもよい。測位装置 V1 は、例えば GNSS コンパスであり、上部旋回体 3 の位置及び向きを検出し、検出値をコントローラ 30 に対して出力する。そのため、測位装置 V1 は、上部旋回体 3 の向きを検出する向き検出装置として機能し得る。向き検出装置は、上部旋回体 3 に取り付けられた方位センサ等であってもよい。

30

【0024】

機体傾斜センサ S4 は上部旋回体 3 の傾斜を検出するように構成されている。本実施形態では、機体傾斜センサ S4 は、仮想水平面に対する上部旋回体 3 の前後軸回りの前後傾斜角及び左右軸回りの左右傾斜角を検出する加速度センサである。上部旋回体 3 の前後軸及び左右軸は、例えば、ショベル 100 の旋回軸上の一点であるショベル中心点で互いに直交する。機体傾斜センサ S4 は、加速度センサとジャイロセンサの組み合わせであってもよく、慣性計測装置であってもよい。

40

【0025】

旋回角速度センサ S5 は、上部旋回体 3 の旋回角速度を検出するように構成されている。旋回角速度センサ S5 は、上部旋回体 3 の旋回角度を検出或いは算出できるように構成されていてもよい。本実施形態では、旋回角速度センサ S5 は、ジャイロセンサである。旋回角速度センサ S5 は、レゾルバ又はロータリエンコーダ等であってもよい。

【0026】

撮像装置 S6 はショベル 100 の周辺の画像を取得するように構成されている。本実施

50

形態では、撮像装置 S 6 は、ショベル 1 0 0 の前方の空間を撮像する前カメラ S 6 F、ショベル 1 0 0 の左方の空間を撮像する左カメラ S 6 L、ショベル 1 0 0 の右方の空間を撮像する右カメラ S 6 R、及び、ショベル 1 0 0 の後方の空間を撮像する後カメラ S 6 B を含む。

【 0 0 2 7 】

撮像装置 S 6 は、例えば、CCD 又は 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 4 0 に出力する。撮像装置 S 6 は、ステレオカメラ又は距離画像カメラ等であってもよい。

【 0 0 2 8 】

前カメラ S 6 F は、例えば、キャビン 1 0 の天井、すなわちキャビン 1 0 の内部に取り付けられている。但し、前カメラ S 6 F は、キャビン 1 0 の屋根、又は、ブーム 4 の側面等、キャビン 1 0 の外部に取り付けられていてもよい。左カメラ S 6 L は、上部旋回体 3 の上面左端に取り付けられ、右カメラ S 6 R は、上部旋回体 3 の上面右端に取り付けられ、後カメラ 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。

10

【 0 0 2 9 】

通信装置 T 1 は、ショベル 1 0 0 の外部にある外部機器との通信を制御するように構成されている。本実施形態では、通信装置 T 1 は、衛星通信網、携帯電話通信網及びインターネット網等の少なくとも 1 つを介した外部機器との通信を制御する。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、ショベル 1 0 0 の駆動系の構成例を示すブロック図であり、機械的動力伝達ライン、作動油ライン、パイロットライン及び電気制御ラインをそれぞれ二重線、実線、破線及び点線で示している。

20

【 0 0 3 1 】

ショベル 1 0 0 の駆動系は、主に、エンジン 1 1、レギュレータ 1 3、メインポンプ 1 4、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、吐出圧センサ 2 8、操作圧センサ 2 9、コントローラ 3 0、比例弁 3 1 及びシャトル弁 3 2 等を含む。

【 0 0 3 2 】

エンジン 1 1 は、ショベル 1 0 0 の駆動源である。本実施形態では、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。エンジン 1 1 の出力軸は、メインポンプ 1 4 及びパイロットポンプ 1 5 の入力軸に連結されている。

30

【 0 0 3 3 】

メインポンプ 1 4 は、作動油ラインを介して作動油をコントロールバルブ 1 7 に供給するように構成されている。本実施形態では、メインポンプ 1 4 は、斜板式可変容量型油圧ポンプである。

【 0 0 3 4 】

レギュレータ 1 3 は、メインポンプ 1 4 の吐出量を制御するように構成されている。本実施形態では、レギュレータ 1 3 は、コントローラ 3 0 からの制御指令に応じてメインポンプ 1 4 の斜板傾転角を調節することによってメインポンプ 1 4 の吐出量を制御する。例えば、コントローラ 3 0 は、操作圧センサ 2 9 等の出力に応じてレギュレータ 1 3 に対して制御指令を出力することで、メインポンプ 1 4 の吐出量を変化させる。

40

【 0 0 3 5 】

パイロットポンプ 1 5 は、パイロットラインを介して操作装置 2 6 及び比例弁 3 1 等を含む各種油圧制御機器に作動油を供給するように構成されている。本実施形態では、パイロットポンプ 1 5 は、固定容量型油圧ポンプである。但し、パイロットポンプ 1 5 は、省略されてもよい。この場合、パイロットポンプ 1 5 が担っていた機能は、メインポンプ 1 4 によって実現されてもよい。すなわち、メインポンプ 1 4 は、コントロールバルブ 1 7 に作動油を供給する機能とは別に、絞り等により作動油の圧力を低下させた後で操作装置 2 6 及び比例弁 3 1 等に作動油を供給する機能を備えていてもよい。

【 0 0 3 6 】

コントロールバルブ 1 7 は、ショベル 1 0 0 における油圧システムを制御する油圧制御

50

装置である。本実施形態では、コントロールバルブ 17 は、制御弁 171 ~ 176 を含む。コントロールバルブ 17 は、制御弁 171 ~ 176 を通じ、メインポンプ 14 が吐出する作動油を 1 又は複数の油圧アクチュエータに選択的に供給できる。制御弁 171 ~ 176 は、メインポンプ 14 から油圧アクチュエータに流れる作動油の流量、及び、油圧アクチュエータから作動油タンクに流れる作動油の流量を制御する。油圧アクチュエータは、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、左側走行用油圧モータ 1L、右側走行用油圧モータ 1R、及び、旋回用油圧モータ 2A を含む。旋回用油圧モータ 2A は、電動アクチュエータとしての旋回用電動発電機であってもよい。

【0037】

操作装置 26 は、操作者がアクチュエータの操作のために用いる装置である。アクチュエータは、油圧アクチュエータ及び電動アクチュエータの少なくとも一方を含む。本実施形態では、操作装置 26 は、パイロットラインを介して、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、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する。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、原則として、油圧アクチュエータのそれぞれに対応する操作装置 26 の操作方向及び操作量に応じた圧力である。操作装置 26 のうちの少なくとも一つは、パイロットライン及びシャトル弁 32 を介し、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、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ように構成されている。但し、操作装置 26 は、電気信号を用いて制御弁 171 ~ 176 を動作させるように構成されていてもよい。この場合、制御弁 171 ~ 176 は電磁スプール弁で構成されていてもよい。

【0038】

吐出圧センサ 28 は、メインポンプ 14 の吐出圧を検出するように構成されている。本実施形態では、吐出圧センサ 28 は、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。

【0039】

操作圧センサ 29 は、操作装置 26 を用いた操作者の操作内容を検出するように構成されている。本実施形態では、操作圧センサ 29 は、アクチュエータのそれぞれに対応する操作装置 26 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 30 に対して出力する。操作装置 26 の操作内容は、操作圧センサ以外の他のセンサを用いて検出されてもよい。

【0040】

比例弁 31 は、パイロットポンプ 15 とシャトル弁 32 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 31 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、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31 及びシャトル弁 32 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。

【0041】

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する。2つの入口ポートのうちの一つは操作装置 26 に接続され、他方は比例弁 31 に接続されている。出口ポートは、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。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。

【0042】

この構成により、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ない場合であっても、その特定の操作装置 26 に対応する油圧アクチュエータを動作させることができる。

【0043】

次に図 3 を参照し、ショベル 100 に搭載される油圧システムの構成例について説明する。図 3 は、図 1 のショベル 100 に搭載される油圧システムの構成例を示す概略図であ

10

20

30

40

50

る。図3は、図2と同様に、機械的動力伝達ライン、作動油ライン、パイロットライン及び電気制御ラインをそれぞれ、二重線、実線、破線及び点線で示している。

【0044】

油圧システムは、エンジン11によって駆動されるメインポンプ14L、14Rから、センターバイパス管路C1L、C1R、パラレル管路C2L、C2Rを経て作動油タンクまで作動油を循環させている。メインポンプ14L、14Rは、図2のメインポンプ14に対応する。

【0045】

センターバイパス管路C1Lは、コントロールバルブ17内に配置された制御弁171、173、175L及び176Lを通る作動油ラインである。センターバイパス管路C1Rは、コントロールバルブ17内に配置された制御弁172、174、175R及び176Rを通る作動油ラインである。制御弁175L及び制御弁175Rは、図2の制御弁175に対応する。制御弁176L及び制御弁176Rは、図2の制御弁176に対応する。

10

【0046】

制御弁171は、メインポンプ14Lが吐出する作動油を左側走行用油圧モータ1Lへ供給し、且つ、左側走行用油圧モータ1Lが吐出する作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

【0047】

制御弁172は、メインポンプ14Rが吐出する作動油を右側走行用油圧モータ1Rへ供給し、且つ、右側走行用油圧モータ1Rが吐出する作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

20

【0048】

制御弁173は、メインポンプ14Lが吐出する作動油を旋回用油圧モータ2Aへ供給し、且つ、旋回用油圧モータ2Aが吐出する作動油を作動油タンクへ排出するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

【0049】

制御弁174は、メインポンプ14Rが吐出す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するためのスプール弁である。

【0050】

制御弁175Lは、メインポンプ14Lが吐出する作動油をブームシリンダ7へ供給するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。制御弁175Rは、メインポンプ14R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するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

30

【0051】

制御弁176Lは、メインポンプ14L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するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。制御弁176Rは、メインポンプ14R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するために作動油の流れを切り換えるスプール弁である。

40

【0052】

パラレル管路C2Lは、センターバイパス管路C1Lに並行する作動油ラインである。パラレル管路C2Lは、制御弁171、173及び175Lの少なくとも1つによってセンターバイパス管路C1L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。パラレル管路C2Rは、センターバイパス管路C1Rに並行する作動油ラインである。パラレル管路C2Rは、制御弁172、174及び175Rの少なくとも1つによってセンターバイパス管路C1R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。

【0053】

レギュレータ13Lは、メインポンプ14Lの吐出圧等に応じてメインポンプ14Lの

50

斜板傾転角を調節することによって、メインポンプ 14 L の吐出量を制御する。レギュレータ 13 R は、メインポンプ 14 R の吐出圧等に応じてメインポンプ 14 R の斜板傾転角を調節することによって、メインポンプ 14 R の吐出量を制御する。レギュレータ 13 L 及びレギュレータ 13 R は、図 2 のレギュレータ 13 に対応する。レギュレータ 13 L は、例えば、メインポンプ 14 L の吐出圧の増大に応じてメインポンプ 14 L の斜板傾転角を調節して吐出量を減少させる。レギュレータ 13 R についても同様である。吐出圧と吐出量との積で表されるメインポンプ 14 の吸収パワー（吸収馬力）がエンジン 11 の出力パワー（出力馬力）を超えないようにするためである。

【 0 0 5 4 】

吐出圧センサ 28 L は、吐出圧センサ 28 の一例であり、メインポンプ 14 L の吐出圧を検出し、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。吐出圧センサ 28 R についても同様である。

10

【 0 0 5 5 】

ここで、図 3 の油圧システムで採用されるネガティブコントロール制御について説明する。

【 0 0 5 6 】

センターバイパス管路 C 1 L には、最も下流にある制御弁 176 L と作動油タンクとの間に絞り 18 L が配置されている。メインポンプ 14 L が吐出した作動油の流れは、絞り 18 L で制限される。そして、絞り 18 L は、レギュレータ 13 L を制御するための制御圧を発生させる。制御圧センサ 19 L は、その制御圧を検出するためのセンサであり、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。

20

【 0 0 5 7 】

センターバイパス管路 C 1 R には、最も下流にある制御弁 176 R と作動油タンクとの間に絞り 18 R が配置されている。メインポンプ 14 R が吐出した作動油の流れは、絞り 18 R で制限される。そして、絞り 18 R は、レギュレータ 13 R を制御するための制御圧を発生させる。制御圧センサ 19 R は、その制御圧を検出するためのセンサであり、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。

【 0 0 5 8 】

コントローラ 30 は、制御圧センサ 19 L が検出した制御圧等に応じてメインポンプ 14 L の斜板傾転角を調節することによって、メインポンプ 14 L の吐出量を制御する。コントローラ 30 は、制御圧が大きいほどメインポンプ 14 L の吐出量を減少させ、制御圧が小さいほどメインポンプ 14 L の吐出量を増大させる。同様に、コントローラ 30 は、制御圧センサ 19 R が検出した制御圧等に応じてメインポンプ 14 R の斜板傾転角を調節することによって、メインポンプ 14 R の吐出量を制御する。コントローラ 30 は、制御圧が大きいほどメインポンプ 14 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 14 R の吐出量を増大させる。

30

【 0 0 5 9 】

具体的には、図 3 で示されるように、ショベル 100 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の場合、メインポンプ 14 L が吐出する作動油は、センターバイパス管路 C 1 L を通って絞り 18 L に至る。そして、メインポンプ 14 L が吐出する作動油の流れは、絞り 18 L 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 30 は、メインポンプ 14 L 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ーバイパス管路 C 1 L を通過する際の圧力損失（ポンピングロス）を抑制する。同様に、待機状態の場合、メインポンプ 14 R が吐出する作動油は、センターバイパス管路 C 1 R を通って絞り 18 R に至る。そして、メインポンプ 14 R が吐出する作動油の流れは、絞り 18 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 30 は、メインポンプ 14 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ーバイパス管路 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。

40

【 0 0 6 0 】

一方、何れかの油圧アクチュエータが操作された場合、メインポンプ 14 L が吐出する

50

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14Lが吐出する作動油の流れは、絞り18Lに至る量を減少或いは消失させ、絞り18L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30は、メインポンプ14L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の駆動を確かなものとする。同様に、何れかの油圧アクチュエータが操作された場合、メインポンプ14Rが吐出する作動油は、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14Rが吐出する作動油の流れは、絞り18Rに至る量を減少或いは消失させ、絞り18R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30は、メインポンプ14R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の駆動を確かなものとする。

10

【0061】

上述のような構成により、図3の油圧システムは、待機状態においては、メインポンプ14L及びメインポンプ14Rにおける無駄なエネルギー消費を抑制できる。無駄なエネルギー消費は、メインポンプ14Lが吐出する作動油がセンターバイパス管路C1Lで発生させるポンピングロス、及び、メインポンプ14Rが吐出する作動油がセンターバイパス管路C1Rで発生させるポンピングロスを含む。また、図3の油圧システムは、油圧アクチュエータを作動させる場合には、メインポンプ14L及びメインポンプ14Rから必要十分な作動油を作動対象の油圧アクチュエータに供給できる。

20

【0062】

次に、図4A～図4Cを参照し、アクチュエータを自動的に動作させる構成について説明する。図4A～図4Cは、油圧システムの一部を抜き出した図である。具体的には、図4Aは、ブームシリンダ7の操作に関する油圧システム部分を抜き出した図であり、図4Bは、アームシリンダ8の操作に関する油圧システム部分を抜き出した図であり、図4Cは、バケットシリンダ9の操作に関する油圧システム部分を抜き出した図である。

【0063】

図4Aにおけるブーム操作レバー26Aは、操作装置26の一例であり、ブーム4を操作するために用いられる。ブーム操作レバー26Aは、パイロットポンプ15が吐出する作動油を利用し、操作内容に応じたパイロット圧を制御弁175L及び制御弁175Rのそれぞれのパイロットポートに作用させる。具体的には、ブーム操作レバー26Aは、ブーム上げ方向に操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧を制御弁175Lの右側パイロットポートと制御弁175Rの左側パイロットポートに作用させる。また、ブーム操作レバー26Aは、ブーム下げ方向に操作された場合には、操作量に応じたパイロット圧を制御弁176Rの右側パイロットポートに作用させる。

30

【0064】

操作圧センサ29Aは、操作圧センサ29の一例であり、ブーム操作レバー26Aに対する操作者の操作内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ30に対して出力する。操作内容は、例えば、操作方向及び操作量（操作角度）等である。

【0065】

比例弁31AL及び比例弁31ARは、比例弁31の一例であり、シャトル弁32AL及びシャトル弁32ARは、シャトル弁32の一例である。比例弁31ALは、コントローラ30が出力する電流指令に応じて動作する。そして、比例弁31ALは、パイロットポンプ15から比例弁31AL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調整する。比例弁31ARは、コントローラ30が出力する電流指令に応じて動作する。そして、比例弁31ARは、パイロットポンプ15から比例弁31AR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調整する。比例弁31ALは、制御弁175L及び制御弁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。比例弁31ARは、

40

50

制御弁 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。

【0066】

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とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31AL 及びシャトル弁 32AL を介し、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供給できる。すなわち、コントローラ 30 は、ブーム 4 を自動的に上げることができる。また、コントローラ 30 は、操作者によるブーム下げ操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31AR 及びシャトル弁 32AR を介し、制御弁 175R の右側パイロットポートに供給できる。すなわち、コントローラ 30 は、ブーム 4 を自動的に下げることができる。

10

【0067】

図 4B におけるアーム操作レバー 26B は、操作装置 26 の別の一例であり、アーム 5 を操作するために用いられる。アーム操作レバー 26B は、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を利用し、操作内容に応じたパイロット圧を制御弁 176L 及び制御弁 176R のそれぞれのパイロットポートに作用させる。具体的には、アーム操作レバー 26B は、アーム閉じ方向に操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 176L の右側パイロットポートと制御弁 176R の左側パイロットポートとに作用させる。また、アーム操作レバー 26B は、アーム開き方向に操作された場合には、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 176L の左側パイロットポートと制御弁 176R の右側パイロットポートとに作用させる。

20

【0068】

操作圧センサ 29B は、操作圧センサ 29 の別の一例であり、アーム操作レバー 26B に対する操作者の操作内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。操作内容は、例えば、操作方向及び操作量（操作角度）等である。

【0069】

比例弁 31BL 及び比例弁 31BR は、比例弁 31 の別の一例であり、シャトル弁 32BL 及びシャトル弁 32BR は、シャトル弁 32 の別の一例である。比例弁 31BL は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、比例弁 31BL は、パイロットポンプ 15 から比例弁 31BL 及びシャトル弁 32BL を介して制御弁 176L の右側パイロットポート及び制御弁 176R 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調整する。比例弁 31BR は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、比例弁 31BR は、パイロットポンプ 15 から比例弁 31BR 及びシャトル弁 32BR を介して制御弁 176L の左側パイロットポート及び制御弁 176R 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調整する。比例弁 31BL 及び比例弁 31BR のそれぞれは、制御弁 176L 及び制御弁 176R 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。

30

【0070】

この構成により、コントローラ 30 は、操作者によるアーム閉じ操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31BL 及びシャトル弁 32BL を介し、制御弁 176L の右側パイロットポート及び制御弁 176R の左側パイロットポートに供給できる。すなわち、コントローラ 30 は、アーム 5 を自動的に閉じることができる。また、コントローラ 30 は、操作者によるアーム開き操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31BR 及びシャトル弁 32BR を介し、制御弁 176L の左側パイロットポート及び制御弁 176R の右側パイロットポートに供給できる。すなわち、コントローラ 30 は、アーム 5 を自動的に開くことができる。

40

【0071】

図 4C におけるバケット操作レバー 26C は、操作装置 26 の更に別の一例であり、バケット 6 を操作するために用いられる。バケット操作レバー 26C は、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を利用し、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、バケット操作レバー 26C は、バケット開き方向

50

に操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 174 の右側パイロットポートに作用させる。また、バケット閉じ方向に操作された場合に、操作量に応じたパイロット圧を制御弁 174 の左側パイロットポートに作用させる。

【0072】

操作圧センサ 29C は、操作圧センサ 29 の更に別の一例であり、バケット操作レバー 26C に対する操作者の操作内容を圧力の形で検出し、検出した値をコントローラ 30 に対して出力する。

【0073】

比例弁 31CL 及び比例弁 31CR は、比例弁 31 の更に別の一例であり、シャトル弁 32CL 及びシャトル弁 32CR は、シャトル弁 32 の更に別の一例である。比例弁 31CL は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、比例弁 31CL は、パイロットポンプ 15 から比例弁 31CL 及びシャトル弁 32CL を介して制御弁 174 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調整する。比例弁 31CR は、コントローラ 30 が出力する電流指令に応じて動作する。そして、比例弁 31CR は、パイロットポンプ 15 から比例弁 31CR 及びシャトル弁 32CR を介して制御弁 174 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調整する。比例弁 31CL 及び比例弁 31CR のそれぞれは、制御弁 174 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。

【0074】

この構成により、コントローラ 30 は、操作者によるバケット閉じ操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31CL 及びシャトル弁 32CL を介し、制御弁 174 の左側パイロットポートに供給できる。すなわち、コントローラ 30 は、バケット 6 を自動的に閉じることができる。また、コントローラ 30 は、操作者によるバケット開き操作とは無関係に、パイロットポンプ 15 が吐出する作動油を、比例弁 31CR 及びシャトル弁 32CR を介し、制御弁 174 の右側パイロットポートに供給できる。すなわち、コントローラ 30 は、バケット 6 を自動的に開くことができる。

【0075】

ショベル 100 は、上部旋回体 3 を自動的に旋回させる構成、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、旋回用油圧モータ 2A の操作に関する油圧システム部分、左側走行用油圧モータ 1L の操作に関する油圧システム部分、及び、右側走行用油圧モータ 1R の操作に関する油圧システム部分は、ブームシリンダ 7 の操作に関する油圧システム部分等と同じように構成されてもよい。

【0076】

次に、図 5 を参照し、コントローラ 30 に含まれているマシンガイダンス部 50 について説明する。マシンガイダンス部 50 は、例えば、マシンガイダンス機能を実行するように構成されている。本実施形態では、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作業部位との距離等の作業情報を操作者に伝える。目標施工面に関するデータは、例えば、施工が完了したときの施工面に関するデータであり、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。操作者は、施工現場の任意の点を基準点と定め、目標施工面を構成する各点と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もよい。アタッチメントの作業部位は、例えば、バケット 6 の爪先又はバケット 6 の背面等である。マシンガイダンス部 50 は、表示装置 40 及び音出力装置 43 等の少なくとも 1 つを介して作業情報を操作者に伝えることでショベル 100 の操作をガイドする。

【0077】

マシンガイダンス部 50 は、操作者によるショベル 100 の手動直接操作及び手動遠隔操作を自動的に支援するマシンコントロール機能を実行してもよい。例えば、マシンガイ

10

20

30

40

50

ダンス部 50 は、操作者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 1 つを自動的に動作させてもよい。或いは、マシンガイダンス部 50 は、ショベル 100 を無人で動作させる自動制御機能を実行してもよい。

【0078】

本実施形態では、マシンガイダンス部 50 は、コントローラ 30 に組み込まれているが、コントローラ 30 とは別に設けられた制御装置であってもよい。この場合、マシンガイダンス部 50 は、例えば、コントローラ 30 と同様、CPU 及び内部メモリを含むコンピュータで構成される。そして、マシンガイダンス部 50 の各種機能は、内部メモリに格納されたプログラムを CPU が実行することで実現される。また、マシンガイダンス部 50 とコントローラ 30 とは CAN 等の通信ネットワークを通じて互いに通信可能に接続される。

10

【0079】

具体的には、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、旋回角速度センサ S5、撮像装置 S6、測位装置 V1、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いてバケット 6 と目標施工面との間の距離を算出し、音及び画像表示により、バケット 6 と目標施工面との間の距離の大きさをショベル 100 の操作者に伝えるようにする。そのため、マシンガイダンス部 50 は、位置算出部 51、距離算出部 52、情報伝達部 53 及び自動制御部 54 を有する。

20

【0080】

位置算出部 51 は、測位対象の位置を算出するように構成されている。本実施形態では、位置算出部 51 は、アタッチメント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 のそれぞれの回動角度からバケット 6 の爪先の座標点を算出する。

【0081】

距離算出部 52 は、2 つの測位対象間の距離を算出するように構成されている。本実施形態では、距離算出部 52 は、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離を算出する。

【0082】

情報伝達部 53 は、各種情報をショベル 100 の操作者に伝えるように構成されている。本実施形態では、情報伝達部 53 は、距離算出部 52 が算出した各種距離の大きさをショベル 100 の操作者に伝える。具体的には、情報伝達部 53 は、視覚情報及び聴覚情報を用いて、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離の大きさをショベル 100 の操作者に伝える。

30

【0083】

例えば、情報伝達部 53 は、音出力装置 43 による断続音を用いて、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離の大きさを操作者に伝えてもよい。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てもよい。情報伝達部 53 は、連続音を用いてもよく、音の高低及び強弱等の少なくとも 1 つを変化させて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 の爪先が目標施工面よりも低い位置になった場合には警報を発してもよい。警報は、例えば、断続音より顕著に大きい連続音である。

40

【0084】

情報伝達部 53 は、バケット 6 の爪先と目標施工面との間の鉛直距離の大きさを作業情報として表示装置 40 に表示させてもよい。表示装置 40 は、例えば、撮像装置 S6 から受信した画像データと共に、情報伝達部 53 から受信した作業情報を画面に表示する。情報伝達部 53 は、例えば、アナログメータの画像、又は、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操作者に伝えるようにしてもよい。

【0085】

50

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操作者によるショベル 1 0 0 の手動直接操作及び手動遠隔操作を支援するように構成されている。例えば、自動制御部 5 4 は、操作者が手動で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 の爪先の位置とが一致するようにブームシリンダ 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 つを自動的に伸縮させてもよい。この場合、操作者は、例えば、アーム操作レバーを閉じ方向に操作するだけで、バケット 6 の爪先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。この自動制御は、入力装置 4 2 の 1 つである所定のスイッチが押下されたときに実行されるように構成されていてもよい。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 スイッチ」とする。）であり、ノブスイッチとして操作装置 2 6 の先端に配置されていてもよい。

10

【 0 0 8 6 】

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ために旋回用油圧モータ 2 A を自動的に回転させてもよい。この場合、操作者は、所定の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ることができる。或いは、操作者は、所定の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マシンコントロール機能を開始させることができる。

【 0 0 8 7 】

本実施形態では、自動制御部 5 4 は、各アクチュエータに対応する制御弁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で各アクチュエータを自動的に動作させることができる。

20

【 0 0 8 8 】

自動制御部 5 4 は、法面仕上げ作業を支援するためにブームシリンダ 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 つを自動的に伸縮させてもよい。法面仕上げ作業は、バケット 6 の背面を地面に押さえ付けながら目標施工面に沿ってバケット 6 を手前に引く作業である。自動制御部 5 4 は、例えば、操作者が手動でアーム閉じ操作を行っている場合に、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 つを自動的に伸縮させる。バケット 6 の背面を完成前の法面である斜面に押し付けながら、完成後の法面に相当する目標施工面に沿ってバケット 6 を移動させるためである。この法面仕上げに関する自動制御（以下、「法面仕上げ支援制御」とする。）は、法面仕上げスイッチ等の所定のスイッチが押下されたときに実行されるように構成されていてもよい。この法面仕上げ支援制御により、操作者は、アーム操作レバー 2 6 B を閉じ方向に操作するだけで、法面仕上げ作業を実行できる。

30

【 0 0 8 9 】

次に、図 6 を参照し、コントローラ 3 0 による作業反力の算出について説明する。なお、図 6 は、ショベル 1 0 0 に作用する力の関係を示す概略図である。図 6 の例では、ショベル 1 0 0 は、地形が目標施工面（図 6 では水平面）の形状と同じになるように作業部位を目標施工面に沿って移動させる際、アーム 5 の閉じ動作に対応してブーム 4 を上下動させる。この際、アーム 5 の閉じ動作のときに生じるアーム推力がブームシリンダ 7 へ伝達される。そこで、アーム推力がブームシリンダ 7 へ伝達されるとき力の関係を以下に説明する。

40

【 0 0 9 0 】

図 6 において、点 P 1 は、上部旋回体 3 とブーム 4 との連結点を示し、点 P 2 は、上部旋回体 3 とブームシリンダ 7 のシリンダとの連結点を示す。また、点 P 3 は、ブームシリンダ 7 のロッド 7 C とブーム 4 との連結点を示し、点 P 4 は、ブーム 4 とアームシリンダ 8 のシリンダとの連結点を示す。また、点 P 5 は、アームシリンダ 8 のロッド 8 C とアーム 5 との連結点を示し、点 P 6 は、ブーム 4 とアーム 5 との連結点を示す。また、点 P 7 は、アーム 5 とバケット 6 との連結点を示し、点 P 8 は、バケット 6 の先端を示し、点 P 9 は、バケット 6 の背面 6 b における所定点 P a を示す。なお、図 6 は、明瞭化のため、バケットシリンダ 9 の図示を省略している。

【 0 0 9 1 】

50

また、図6は、点P1及び点P3を結ぶ直線と水平線との間の角度をブーム角度 θ_1 とし、点P3及び点P6を結ぶ直線と点P6及び点P7を結ぶ直線との間の角度をアーム角度 θ_2 とし、点P6及び点P7を結ぶ直線と点P7及び点P8を結ぶ直線との間の角度をバケット角度 θ_3 として示す。

【0092】

更に、図6において、距離D1は、機体の浮き上がりが発生するときの回転中心RCとシヨベル100の重心GCとの間の水平距離、すなわち、シヨベル100の質量M及び重力加速度gの積である重力 $M \cdot g$ の作用線を含む直線と回転中心RCとの間の距離を示す。そして、距離D1と重力 $M \cdot g$ の大きさとの積は、回転中心RC周りの第1の力のモーメントの大きさを表す。なお、記号「 \cdot 」は「 \times 」（乗算記号）を表す。

10

【0093】

回転中心RCの位置は、例えば、旋回角速度センサS5の出力に基づいて決定される。例えば、下部走行体1の前後軸と上部旋回体3の前後軸との間の角度である旋回角度が0度の場合には、下部走行体1が接地面と接触する部分のうちの後端が回転中心RCとなり、旋回角度が180度の場合には、下部走行体1が接地面と接触する部分のうちの前端が回転中心RCとなる。また、旋回角度が90度又は270度の場合には、下部走行体1が接地面と接触する部分のうちの側端が回転中心RCとなる。

【0094】

また、図6において、距離D2は、回転中心RCと点P9との間の水平距離、すなわち、作業反力 F_R のうちの地面（図6では水平面）に垂直な成分 F_{R1} の作用線を含む直線と回転中心RCとの間の距離を示す。成分 F_{R2} は、作業反力 F_R のうちの地面に平行な成分である。そして、距離D2と成分 F_{R1} の大きさとの積は、回転中心RC周りの第2の力のモーメントの大きさを表す。なお、図6の例では、作業反力 F_R は、鉛直軸に対して作業角度 θ を形成し、作業反力 F_R の成分 F_{R1} は、 $F_{R1} = F_R \cdot \cos \theta$ で表される。また、作業角度 θ は、ブーム角度 θ_1 、アーム角度 θ_2 及びバケット角度 θ_3 に基づいて算出される。この作業反力 F_R のうちの地面（図6では水平面）に垂直な成分 F_{R1} は、目標施工面に対して垂直方向に地面が押しつけられることを示している。

20

【0095】

また、図6において、距離D3は、点P2及び点P3を結ぶ直線と回転中心RCとの間の距離、すなわち、ブームシリンダ7のロッド7Cを引っ張り出そうとする力 F_B の作用線を含む直線と回転中心RCとの間の距離を示す。そして、距離D3と力 F_B の大きさとの積は、回転中心RC周りの第3の力のモーメントの大きさを表す。図6の例では、ブームシリンダ7のロッド7Cを引っ張り出そうとする力 F_B は、バケット6の背面6bにおける所定点Paである点P9に作用する作業反力によってもたらされる。

30

【0096】

また、図6において、距離D4は、作業反力 F_R の作用線を含む直線と点P6との間の距離を示す。そして、距離D4と作業反力 F_R の大きさとの積は、点P6周りの第1の力のモーメントの大きさを表す。

【0097】

また、図6において、距離D5は、点P4及び点P5を結ぶ直線と点P6との間の距離、すなわち、アーム5を閉じるアーム推力 F_A の作用線を含む直線と点P6との間の距離を示す。そして、距離D5とアーム推力 F_A の大きさとの積は、点P6周りの第2の力のモーメントの大きさを表す。

40

【0098】

ここで、作業反力 F_R の成分 F_{R1} が回転中心RC周りにシヨベル100を浮き上がらせようとする力のモーメントの大きさは、ブームシリンダ7のロッド7Cを引っ張り出そうとする力 F_B が回転中心RC周りにシヨベル100を浮き上がらせようとする力のモーメントの大きさで置き換え可能であると仮定する。この場合、回転中心RC周りの第2の力のモーメントの大きさと回転中心RC周りの第3の力のモーメントの大きさとの関係は以下の(1)式で表される。

50

$$F_{R1} \cdot D_2 = F_R \cdot \cos \theta \cdot D_2 = F_B \cdot D_3 \cdots (1)$$

また、アーム推力 F_A が点 P6 周りにアーム 5 を閉じようとする力のモーメントの大きさと、作業反力 F_R が点 P6 周りにアーム 5 を開こうとする力のモーメントの大きさととは釣り合うものと考えられる。この場合、点 P6 周りの第 1 の力のモーメントの大きさと点 P6 周りの第 2 の力のモーメントの大きさととの関係は以下の (2) 式及び (2)' 式で表される。なお、記号「/」は「÷」（除算記号）を表す。

$$F_A \cdot D_5 = F_R \cdot D_4 \cdots (2)$$

$$F_R = F_A \cdot D_5 / D_4 \cdots (2)'$$

また、(1) 式及び (2) 式より、ブームシリンダ 7 のロッド 7C を引っ張り出そうとする力 F_B は、以下の (3) 式で表される。

$$F_B = F_A \cdot D_2 \cdot D_5 \cdot \cos \theta / (D_3 \cdot D_4) \cdots (3)$$

更に、図 6 の X-X 断面図で示すように、ブームシリンダ 7 のロッド側油室 7R に面するピストンの環状受圧面の面積を面積 A_B とし、ロッド側油室 7R における作動油の圧力をブームロッド圧 P_B とすると、ブームシリンダ 7 のロッド 7C を引っ張り出そうとする力 F_B は、 $F_B = P_B \cdot A_B$ で表される。したがって、(3) 式は、以下の (4) 式及び (4)' 式で表される。なお、ブームロッド圧 P_B は、ブームロッド圧センサ S7R の出力に基づく。

$$P_B = F_A \cdot D_2 \cdot D_5 \cdot \cos \theta / (A_B \cdot D_3 \cdot D_4) \cdots (4)$$

$$F_A = P_B \cdot A_B \cdot D_3 \cdot D_4 / (D_2 \cdot D_5 \cdot \cos \theta) \cdots (4)'$$

また、距離 D_1 は定数であり、距離 $D_2 \sim D_5$ は、作業角度 θ と同様、掘削アタッチメントの姿勢、すなわち、ブーム角度 θ_1 、アーム角度 θ_2 及びバケット角度 θ_3 に応じて決まる値である。具体的には、距離 D_2 は、ブーム角度 θ_1 、アーム角度 θ_2 及びバケット角度 θ_3 に応じて決まり、距離 D_3 は、ブーム角度 θ_1 に応じて決まり、距離 D_4 は、バケット角度 θ_3 に応じて決まり、距離 D_5 は、アーム角度 θ_2 に応じて決まる。

【0099】

コントローラ 30 は、上述の計算式を用いて作業反力 F_R を算出することができる。また、コントローラ 30 は、法面仕上げ作業中に作業反力 F_R を算出することで、作業反力 F_R のうちの法面に垂直な成分の大きさを押し付け力の大きさとして算出できる。なお、アーム推力 F_A (図 6 参照。) によってもたらされる作業反力 F_R は、ブームシリンダ 7 のロッド 7C を引っ張り出そうとする力となる。

【0100】

次に、図 7 を参照し、法面仕上げ支援制御の詳細について説明する。図 7 は、法面仕上げ作業の際のアタッチメントの側面図であり、法面の鉛直断面を含む。

【0101】

図 7 の例では、法面仕上げ作業中の作業反力 F_R は、バケット 6 の背面 6b における所定点 P a から延びる実線矢印で示すように斜面の下り方向を向いている。そして、作業反力 F_R のうちの法面に垂直な成分 F_{R1} の大きさは押し付け力の大きさに対応する。作業角度 θ は、ブーム角度 θ_1 、アーム角度 θ_2 及びバケット角度 θ_3 に基づいて算出される。そして、アーム推力 F_A (図 6 参照。) によってもたらされる作業反力 F_R は、ブームシリンダ 7 のロッド 7C を引っ張り出そうとする力となる。

【0102】

ショベル 100 の操作者は、法面の荒仕上げが終わった段階で、目標施工面 TP のうちの法尻に対応する位置 P b でバケット 6 の背面 6b における所定点 P a を目標施工面 TP に一致させる。「法面の荒仕上げが終わった段階」では、法面は、図 7 に示すように、目標施工面 TP の上にある程度の厚み W の土が残っている状態にある。操作者は、位置 P b で所定点 P a を目標施工面 TP に一致させ、或いは、近傍まで移動させた状態で法面仕上げスイッチを押下し、アーム操作レバー 26B をアーム閉じ方向に操作する。なお、図 7 は、アーム操作レバー 26B がアーム閉じ方向に操作された後の状態を示している。

【0103】

マシンガイダンス部 50 の自動制御部 54 は、法面仕上げスイッチの押下に応じて法面

10

20

30

40

50

仕上げ支援制御を開始する。そして、自動制御部 54 は、操作者のアーム閉じ操作に応じてブームシリンダ 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 つを自動的に伸縮させる。バケット 6 の背面 6 b を法面に押し付けながら、バケット 6 を矢印 A R 1 で示す方向に移動させるためである。すなわち、バケット 6 の背面 6 b における所定点 P a を目標施工面 T P に沿って移動させるためである。このように、自動制御部 54 は、レバー操作量に応じた位置制御若しくは速度制御により、バケット 6 の背面 6 b における所定点 P a を目標施工面 T P に沿った方向に移動させる。位置制御の場合には、自動制御部 54 は、レバー操作量が大きい程、現在の所定点 P a から目標施工面 T P 上の離れた位置を目標位置として所定点 P a を移動させる。速度制御の場合には、自動制御部 54 は、レバー操作量が大きい程、目標施工面 T P に沿って所定点 P a が速く移動するように、速度指令値を生成して所定点 P a を移動させる。同様に、目標施工面 T P の垂直方向においても、自動制御部 54 は、バケット 6 の背面 6 b における所定点 P a が目標施工面 T P と一致するように位置制御若しくは速度制御を行う。位置制御の場合には、自動制御部 54 は、所定点 P a が目標施工面 T P 上の一点と一致するように、若しくは、目標施工面 T P から所定の範囲内にある一点と一致するように、目標施工面 T P 上の位置を目標位置として位置制御を行う。速度制御の場合には、自動制御部 54 は、所定点 P a が目標施工面 T P に近づくにしたがい速度指令値が小さくなるように速度制御を行う。このように、自動制御部 54 は、位置制御若しくは速度制御により、バケット 6 の背面 6 b における所定点 P a を目標施工面 T P に沿って移動させる。

10

【0104】

20

自動制御部 54 は、例えば、水平面に対して角度 θ_1 を形成している目標施工面 T P に沿って所定点 P a が移動するように、アーム閉じ操作によるアーム角度 θ_2 (図 6 参照。) の減少に応じてブーム角度 θ_1 (図 6 参照。) を自動的に増大させる。すなわち、自動制御部 54 は、ブームシリンダ 7 を自動的に伸張させる。このとき、自動制御部 54 は、バケット 6 の背面 6 b と目標施工面 T P との間で角度 θ_3 が維持されるようにバケット角度 θ_3 (図 6 参照。) を自動的に増大させてもよい。すなわち、自動制御部 54 は、バケットシリンダ 9 を自動的に収縮させてもよい。

【0105】

このように、自動制御部 54 は、バケット 6 の背面 6 b により、地面が押し付けられて目標施工面 T P となるように、地面とバケット 6 の背面 6 b との間にある土を圧縮しながらバケット 6 を引き上げることで、法面を垂直に押し付ける力を発生させながらバケット 6 の背面 6 b における所定点 P a を目標施工面 T P に沿って移動させることができる。

30

【0106】

自動制御部 54 は、法面仕上げ支援制御を実行しているときに、バケット 6 の背面 6 b が地面を押し付ける力である押し付け力を監視するように構成されていてもよい。法面仕上げ支援制御によって形成された法面の軟らかい部分を見つけ出すためである。例えば、自動制御部 54 は、バケット 6 の背面 6 b における所定点 P a を目標施工面 T P に対して移動させる際の作業反力を検出することで、地面の硬軟に関する情報を取得してもよい。作業反力の検出には、例えば、ブームロッド圧とブームボトム圧との差圧を用いてもよい。図 6 に示すように、アーム推力 F_A によってもたらされる作業反力 F_R はブームシリンダ 7 のロッド 7 C を引っ張り出そうとする力となる。そのため、本実施形態では、自動制御部 54 は、ブームロッド圧とブームボトム圧との差圧(以下、「ブーム差圧」とする。)を継続的に監視する。図 8 は、角度 θ の目標施工面に関するブーム差圧と法肩距離 L との関係の一例を示す図である。法肩距離 L は、法肩と所定点 P a との距離である。法肩に対応する位置 P t は、例えば、基準座標系における座標点として事前に設定されている。図 8 の実線は、ブーム差圧の実際の推移を表し、破線は、理想的なブーム差圧である理想差圧 $D P$ の推移を表す。理想差圧 $D P$ は、目標施工面の角度 θ 、及び、アタッチメントの姿勢等の少なくとも 1 つに応じて変化する。そのため、理想差圧 $D P$ の推移は、過去のデータ等に基づいて予め設定されている。ブーム差圧の実際の推移が理想差圧 $D P$ の推移と一致することは、法面仕上げ支援制御によって形成された法面が均一な硬さを有すること

40

50

、すなわち軟らかい部分を含まないことを意味する。図 8 は、法肩距離 L が減少するにつれて、すなわち、バケット 6 がショベル 100 の機体に接近するにつれて理想差圧 DP が小さくなる関係を示している。図 8 では、理想差圧 DP と法肩距離 L との関係は、線形な関係として示されているが、非線形な関係であってもよい。また、図 8 は、実際のブーム差圧が理想差圧 DP より低い状態を斜線領域 $H1$ で表し、実際のブーム差圧が理想差圧 DP より高い状態を斜線領域 $H2$ で表している。斜線領域 $H1$ は、法面の軟らかい部分に対応し、斜線領域 $H2$ は、法面の硬い部分に対応する。

【0107】

自動制御部 54 は、例えば、所定の制御周期毎に、位置算出部 51 が算出した所定点 Pa の現在位置から法肩距離 L を算出する。そして、自動制御部 54 は、図 8 に示すような関係を記憶したルックアップテーブルを参照し、法肩距離 L に対応する理想差圧 DP を導き出す。また、自動制御部 54 は、ブームボトム圧センサ $S7B$ 及びブームロッド圧センサ $S7R$ のそれぞれの検出値からブーム差圧を導き出す。そして、自動制御部 54 は、そのブーム差圧と理想差圧 DP とに基づき、法面仕上げ支援制御によって形成された法面が軟らかいか硬いかを判定する。

10

【0108】

自動制御部 54 は、例えば、現在のブーム差圧が理想差圧 DP より小さい場合、法面仕上げ支援制御によって形成された法面が軟らかいと判定する。現在のブーム差圧が理想差圧 DP よりも大きい場合には、自動制御部 54 は、法面仕上げ支援制御によって形成された法面が硬いと判定する。現在のブーム差圧が理想差圧 DP に等しい場合には、自動制御部 54 は、法面仕上げ支援制御によって形成された法面が標準的な硬さを有すると判定する。

20

【0109】

自動制御部 54 は、ブーム差圧の代わりに、アーム推力 F_A を直接検出すべくアームロッド圧とアームボトム圧との差圧（以下、「アーム差圧」とする。）を監視することで、法面仕上げ支援制御によって形成された法面が軟らかいか硬いかを判定してもよい。また、自動制御部 54 は、ブーム差圧の代わりに、バケットロッド圧とバケットボトム圧との差圧を監視することで、法面仕上げ支援制御によって形成された法面が軟らかいか硬いかを判定してもよい。更に、自動制御部 54 は、掘削反力等の作業反力のうちの法面に垂直な成分 F_{R1} を監視することで、法面仕上げ支援制御によって形成された法面が軟らかいか硬いかを判定してもよい。なお、作業反力は、図 6 で説明されたように、ブーム角度、アーム角度、バケット角度、ブームロッド圧、及び、ブームシリンダ 7 のロッド側油室 7R に面するピストンの環状受圧面の面積等に基づいて算出される。

30

【0110】

このような制御により、バケット 6 の背面 6b における所定点 Pa は、法面が軟らかいか硬いかにかかわらず、目標施工面 TP に沿って移動する。

【0111】

自動制御部 54 は、例えば、目標施工面 TP のうちの法肩に対応する位置 Pt にバケット 6 の背面 6b における所定点 Pa が達するまで、或いは、法面仕上げスイッチが再び押下されるまで、上述の法面仕上げ支援制御を継続的に実行する。自動制御部 54 は、所定点 Pa が位置 Pt に達した場合、表示装置 40 及び音出力装置 43 等の少なくとも 1 つを通じ、その旨を操作者に知らせるように構成されていてもよい。

40

【0112】

図 9 は、法面仕上げ支援制御によって形成された法面の断面図であり、図 7 に対応する。図 9 は、マシンガイダンス部 50 が見つけ出した法面の軟らかい部分 $R1$ を粗い斜線パターンで示し、硬い部分 $R2$ を細かい斜線パターンで示している。図 9 に示すように、マシンガイダンス部 50 は、作業対象の土が軟らかいか硬いかにかかわらず、目標施工面 TP に関するデータで示された形状通りに法面を形成することができる。その上で、マシンガイダンス部 50 は、形成された法面における軟らかい部分の位置及び範囲に関する情報を取得でき、その情報を操作者に提示することで、形成された法面における軟らかい部分

50

の位置及び範囲を操作者に認識させることができる。形成された法面における硬い部分の位置及び範囲についても同様である。

【0113】

マシンガイダンス部50は、理想差圧DPから実際のブーム差圧を差し引いたときの差が所定値を超えた場合、すなわち、地面が軟らかいと判断できる場合、警報を出力させてもよい。例えば、マシンガイダンス部50は、地面が軟らかい旨を表すテキストメッセージを表示装置40に表示させてもよく、その旨を表す音声メッセージを音出力装置43から出力させてもよい。この場合、マシンガイダンス部50は、アタッチメントの動きを停止させてもよい。地面が硬いと判断できる場合、すなわち、実際のブーム差圧が理想差圧DPより高い場合についても同様である。

10

【0114】

マシンガイダンス部50は、例えば、1ストロークの法面仕上げ作業の際に法尻から法肩までのバケット6を動かした後で、その1ストロークの法面仕上げ作業によって形成された法面に関する理想差圧DPと実際のブーム差圧との間の差の分布を導き出すように構成されていてもよい。差の分布は、例えば、法尻と法肩とを結ぶ線分上で所定間隔に配置された各点に関する差の値で表される。

【0115】

そして、マシンガイダンス部50は、各点に関する差の値のそれぞれと基準値とを比較する。基準値は、例えば、予め登録されている値であってもよく、作業現場毎に設定される値であってもよい。

20

【0116】

マシンガイダンス部50は、例えば、全ての差の値が基準値X（典型的には数MPa）以下の場合、すなわち、形成された法面における各点に関する差の値が理想差圧 $DP \pm X$ の範囲内にある場合、形成された法面には硬軟のばらつきがないと判定する。一方、マシンガイダンス部50は、少なくとも1つの点に関する差の値が基準値を上回る場合には、形成された法面には硬軟のばらつきがあると判定する。このとき、マシンガイダンス部50は、絶対座標系又は相対座標系においてどの位置（座標）が目標とする表面硬さで施工されていないのかを認識する。そして、マシンガイダンス部50は、この位置（座標）に関する情報に基づき、画面表示による埋め戻し作業若しくは削り取り作業への操作者の誘導、及び、アタッチメントの制御等を行うことができる。

30

【0117】

形成された法面には硬軟のばらつきがあると判定した場合、すなわち、押し付け力不足又は押し付け力超過の部分が存在すると判定した場合、マシンガイダンス部50は、警報を出力させてもよい。押し付け力不足又は押し付け力超過の部分が存在することをショベル100の操作者に知らせるためである。

【0118】

マシンガイダンス部50は、ブーム差圧が理想差圧DPよりも高い場合で、且つ、その差が所定の閾値を上回った場合、その差が所定の閾値以下となるようにブーム4、アーム5及びバケット6の少なくとも1つを自動的に動作させてもよい。過度の押し付け力に起因してジャッキアップが引き起こされてしまうのを防止するためである。例えば、マシンガイダンス部50は、ブームシリンダ7を伸張させてブーム4を上昇させることで、ジャッキアップが引き起こされてしまうのを防止してもよい。

40

【0119】

マシンガイダンス部50は、法面における軟らかい部分R1に関する情報を表示装置40に表示できるように構成されていてもよい。例えば、マシンガイダンス部50は、表示装置40に表示されている法面に関する画像の上に、軟らかい部分R1に関する画像を重畳表示してもよい。硬い部分R2についても同様である。

【0120】

図10は、施工領域における法面に関する画像を含む施工支援画面V40の表示例を示す。施工支援画面V40は、ショベル100から見て下り勾配の法面を真上から見た状態

50

を表す図形を含む。図形の一部は、撮像装置 S 6 が撮像した画像であってもよい。

【 0 1 2 1 】

図 1 0 の例では、施工支援画面 V 4 0 は、法面仕上げ（最終仕上げ）が終わった状態を表す画像 G 1、荒仕上げが終わった状態を表す画像 G 2、法面における軟らかい部分 R 1 を表す画像 G 3、法尻を表す画像 G 5、法肩を表す画像 G 6、及び、ショベル 1 0 0 を表す画像 G 1 0 を含む。

【 0 1 2 2 】

画像 G 1 は、最終仕上げが終わった法面、すなわち、法面仕上げ支援制御によって形成された法面の範囲を表す。画像 G 2 は、荒仕上げが終わった法面、すなわち、これから最終仕上げが施される法面の範囲を表す。画像 G 1 0 は、ショベル 1 0 0 の実際の動きに応じて変化するように表示されてもよい。但し、画像 G 1 0 は省略されてもよい。

10

【 0 1 2 3 】

ショベル 1 0 0 の操作者は、施工支援画面 V 4 0 を見ることで、法面における軟らかい部分 R 1 の位置及び範囲を直感的に把握できる。そのため、操作者は、例えば、軟らかい部分 R 1 に土を盛り且つ転圧することで法面を補強し且つ整形できる。

【 0 1 2 4 】

ショベル 1 0 0 の操作者は、土が盛り且つ転圧された整形部分に対して再び法面仕上げを施す際に法面仕上げ支援制御を利用してよい。操作者は、例えば、その整形部分のうちの法尻に最も近い位置（整形部分の下端）でバケット 6 の背面 6 b における所定点 P a を目標施工面 T P に一致させた状態で法面仕上げスイッチを押下する。自動制御部 5 4 は、その整形部分のうちの法尻に最も近い位置で所定点 P a が目標施工面 T P に一致するように、アタッチメントを自動的に動かしてもよい。このとき、自動制御部 5 4 は、法面仕上げ支援制御の対象範囲を修正してもよい。例えば、自動制御部 5 4 は、法肩に対応する位置 P t ではなく、その整形部分のうちの法肩に最も近い位置（整形部分の上端）にバケット 6 の背面 6 b における所定点 P a が達したときに今回の法面仕上げ支援制御の実行を終了させてもよい。既に法面仕上げ作業が施された法面のうちの整形部分以外の部分は、再度の押しつけが不要なためである。なお、自動制御部 5 4 は、所定点 P a がその整形部分の上端に達した場合、表示装置 4 0 及び音出力装置 4 3 等の少なくとも 1 つを通じ、その旨を操作者に知らせるように構成されていてもよい。

20

【 0 1 2 5 】

図 1 0 の例では、施工支援画面 V 4 0 は、法面を真上から見た状態を表す図形を含むが、法面の鉛直断面を表す図形を含むように構成されていてもよい。また、施工支援画面 V 4 0 は、軟らかい部分 R 1 を表す画像 G 3 と区別可能に、軟らかい部分 R 1 が補強され且つ整形された状態を表す画像を含むように構成されていてもよい。

30

【 0 1 2 6 】

マシンガイダンス部 5 0 は、整形等に関する情報を記憶しておいてもよい。軟らかい部分 R 1 に土を盛り且つ転圧する作業等の計画外の作業の内容を施工管理者等が把握できるようにするためである。整形に関する情報は、例えば、整形が行われた範囲、整形に要した時間、及び、軟らかい部分 R 1 を補強するために用いた土の量等の少なくとも 1 つを含む。この構成により、施工管理者等は、法面等の施工対象の出来形管理に加え、詳細な現場管理、詳細な進捗管理、及び、作業工程の適切な修正等が可能になる。

40

【 0 1 2 7 】

マシンガイダンス部 5 0 は、図 1 1 に示すような空間認識装置 7 0 の出力に基づき、法面等の施工対象に関する情報を取得できるように構成されていてもよい。図 1 2 は、空間認識装置 7 0 を備えたショベルの上面図である。

【 0 1 2 8 】

空間認識装置 7 0 は、ショベル 1 0 0 の周囲の三次元空間に存在する物体を認識できるように構成されている。具体的には、空間認識装置 7 0 は、空間認識装置 7 0 又はショベル 1 0 0 と、空間認識装置 7 0 が認識した物体との間の距離を算出できるように構成されている。より具体的には、空間認識装置 7 0 は、例えば、超音波センサ、ミリ波レーダ、

50

単眼カメラ、ステレオカメラ、L I D A R、距離画像センサ又は赤外線センサ等である。図 1 1 に示す例では、空間認識装置 7 0 は、上部旋回体 3 に取り付けられた 4 つの L I D A R で構成されている。具体的には、空間認識装置 7 0 は、キャビン 1 0 の上面前端に取り付けられた前センサ 7 0 F、上部旋回体 3 の上面後端に取り付けられた後センサ 7 0 B、上部旋回体 3 の上面左端に取り付けられた左センサ 7 0 L、及び、上部旋回体 3 の上面右端に取り付けられた右センサ 7 0 R で構成されている。

【 0 1 2 9 】

後センサ 7 0 B は、後カメラ S 6 B に隣接して配置され、左センサ 7 0 L は、左カメラ S 6 L に隣接して配置され、且つ、右センサ 7 0 R は右カメラ S 6 R に隣接して配置されている。前センサ 7 0 F は、キャビン 1 0 の天板を挟んで前カメラ S 6 F に隣接して配置されている。但し、前センサ 7 0 F は、キャビン 1 0 の天井に、前カメラ S 6 F に隣接して配置されていてもよい。

10

【 0 1 3 0 】

マシンガイダンス部 5 0 は、例えば、前センサ 7 0 F が認識した法面に関する情報に基づき、法面における軟らかい部分 R 1 を補強するために盛られた土を表す画像を生成し、施工支援画面 V 4 0 でその画像を表示させてもよい。この構成により、マシンガイダンス部 5 0 は、法面における軟らかい部分 R 1 を補強するために盛られた土に関する情報をより分かり易くショベル 1 0 0 の操作者に認識させることができる。このとき、マシンガイダンス部 5 0 は、絶対座標系又は相対座標系においてどの位置（座標）が目標とする表面硬さで施工されていないのかを認識する。そして、マシンガイダンス部 5 0 は、この位置（座標）に関する情報に基づき、画面表示による表面硬さ補強作業等への操作者の誘導、及び、アタッチメントの制御等を行うことができる。つまり、軟らかい部分 R 1 及び硬い部分 R 2 の位置が認識されるため、軟らかい部分 R 1 及び硬い部分 R 2 は目標位置として設定され得る。これにより、マシンガイダンス部 5 0 は、バケット 6 が自動で目標位置まで到達するように、軟らかい部分 R 1 若しくは硬い部分 R 2 を目標位置としたバケット位置制御を行うことができる。

20

【 0 1 3 1 】

上述のように、本発明の実施形態に係るショベル 1 0 0 は、下部走行体 1 と、下部走行体 1 に旋回可能に搭載された上部旋回体 3 と、上部旋回体 3 に取り付けられたアタッチメントと、制御装置としてのコントローラ 3 0 と、表示装置 4 0 と、を備えている。コントローラ 3 0 は、アタッチメントに関する所定の操作入力に応じ、エンドアタッチメントを目標施工面 T P に関して移動させるように構成されている。また、表示装置 4 0 は、目標施工面 T P に沿ったバケット 6 の移動によってもたらされる地面の硬軟に関する情報を表示するように構成されている。

30

【 0 1 3 2 】

この構成により、ショベル 1 0 0 は、より均質な仕上がり面の形成を支援することができる。ショベル 1 0 0 は、例えば、法面仕上げ支援制御によって形成された法面における軟らかい部分 R 1 の位置及び範囲を直感的に操作者に伝えることができるためである。すなわち、軟らかい部分 R 1 の位置及び範囲を把握した操作者は、ショベル 1 0 0 で軟らかい部分 R 1 に土を盛り且つ転圧することで法面を補強し且つ整形できるためである。

40

【 0 1 3 3 】

地面の硬軟に関する情報は、例えば、エンドアタッチメントを目標施工面に沿って移動させたときの地面からの反力の検出値から導き出される。例えば、図 7 に示すようにバケット 6 を目標施工面 T P に沿って移動させたときの地面からの反力の検出値から導き出される。

【 0 1 3 4 】

地面からの反力は、例えば、ブーム差圧、アーム差圧及び作業反力等の少なくとも 1 つとして検出される。地面からの反力は、例えば、アタッチメントの姿勢に応じて変化する油圧シリンダにおける作動油の圧力に基づいて算出される。具体的には、地面からの反力は、例えば、アタッチメントの姿勢に応じて変化するブームシリンダ 7 のロッド側油室に

50

おける作動油の圧力であるブームロッド圧と、ブームシリンダ7のボトム側油室における作動油の圧力であるブームボトム圧との間の差圧に基づいて算出される。

【0135】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳説した。しかしながら、本発明は、上述した実施形態に制限されることはない。上述した実施形態は、本発明の範囲を逸脱することなしに、種々の変形又は置換等が適用され得る。また、別々に説明された特徴は、技術的な矛盾が生じない限り、組み合わせが可能である。

【0136】

例えば、上述の実施形態では、コントローラ30は、アタッチメントに関する所定の操作入力に応じ、アタッチメントを構成するエンドアタッチメントを目標施工面TPに沿って移動させるように構成されている。具体的には、コントローラ30に含まれるマシンガイダンス部50における自動制御部54は、アーム操作レバー26Bに対するアーム閉じ操作に応じ、バケット6の背面6bを目標施工面TPに沿って移動させるように構成されている。しかしながら、本発明は、この構成に限定されない。自動制御部54は、例えば、土羽打ち作業を支援できるように構成されていてもよい。

【0137】

具体的には、自動制御部54は、ブーム操作レバー26Aに対するブーム下げ操作に応じ、目標施工面TPに対して垂直にバケット6を接触させるように構成されていてもよい。

【0138】

より具体的には、ショベル100の操作者は、法面の上空の所望の位置にバケット6を移動させ、所定のスイッチを押しながらブーム操作レバー26Aをブーム下げ方向に操作する。

【0139】

このとき、自動制御部54は、バケット6の背面6bと目標施工面TPとが平行になるように、ブームシリンダ7の収縮に応じてアームシリンダ8及びバケットシリンダ9の少なくとも1つを自動的に伸縮させる。バケット6の背面6bが接触した斜面が目標施工面TPと平行になるようにするためである。

【0140】

そして、自動制御部54は、バケット6の背面6bにおける所定点Paの位置を監視しながら、所定点Paの位置が目標施工面TPと一致するように、ブームシリンダ7の収縮に応じてアームシリンダ8及びバケットシリンダ9の少なくとも1つを自動的に伸縮させる。

【0141】

そして、自動制御部54は、所定点Paが目標施工面TPに達すると、操作者によるブーム下げ操作とは無関係に、バケット6の背面6bを斜面に押し込もうとするアタッチメントの動きを停止させる。

【0142】

このように、自動制御部54は、バケット6の位置のフィードバック制御を実行することで、バケット6の背面6bによって形成される法面が目標施工面TPと一致するようにしている。

【0143】

その後、ショベル100の操作者は、ブーム操作レバー26Aをブーム上げ方向に操作してバケット6を空中に持ち上げ、法面の上空の所望の位置にバケット6を移動させる。

【0144】

ショベル100の操作者は、上述の操作を繰り返し実行することで、土羽打ちにより法面の全域を締め固めることができる。

【0145】

情報伝達部53は、所定点Paが目標施工面TPに達したときの実際のブーム差圧から、形成された法面の硬軟を認識し、法面の硬軟に関する画像を表示装置40に表示するように構成されていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 6 】

また、上述の実施形態では、マシンガイダンス部 5 0 は、荒仕上げが終わった段階の法面にバケット 6 の背面 6 b を押し付けながら、バケット 6 を目標施工面 T P に沿って移動させ、その際に検出されるブーム差圧に基づいて法面の硬軟を判定している。しかしながら、マシンガイダンス部 5 0 は、例えば、荒掘削が終わった段階の法面にバケット 6 の爪先を押し付けながら、バケット 6 を目標施工面 T P に関して移動させ、その際に検出されるブーム差圧、アーム差圧及び作業反力等の少なくとも 1 つに基づいて法面の硬軟を判定してもよい。「荒掘削が終わった段階の法面」は、例えば、目標施工面 T P に対応する地面の上に 1 0 c m 程度の僅かな厚みの土の層が残っている状態の法面を意味する。

【 0 1 4 7 】

また、上述の実施形態では、マシンガイダンス部 5 0 は、荒仕上げが終わった段階の法面にバケット 6 の背面 6 b を押し付けながら、バケット 6 を目標施工面 T P に沿って移動させ、その際に検出されるブーム差圧に基づいて法面の硬軟を判定している。しかしながら、マシンガイダンス部 5 0 は、荒仕上げの際に検出されるブーム差圧、アーム差圧及び作業反力等の少なくとも 1 つに基づいて法面の硬軟を判定してもよい。

【 0 1 4 8 】

また、上述の実施形態では、マシンガイダンス部 5 0 は、地面の硬軟に関する情報を、目標施工面 T P、法肩に対応する位置 P t、法肩を表す画像 G 6、法肩距離 L、法尻に対応する位置 P b、及び、法尻を表す画像 G 5 等の施工図情報と関連付けて表示装置 4 0 に表示するように構成されている。ここで、施工図情報は、丁張りに関する情報、及び、二次元又は三次元の施工図面データ等を含んでいてもよい。

【 0 1 4 9 】

また、上述の実施形態では、法面仕上げ支援制御は、ショベル 1 0 0 から見て下り勾配の法面を形成する際に実行されたが、ショベル 1 0 0 から見て上り勾配の法面を形成する際に実行されてもよい。また、水平な仕上がり面を形成する際に実行されてもよい。

【 0 1 5 0 】

また、ショベル 1 0 0 は、図 1 2 に示すようなショベルの管理システム S Y S を構成してもよい。図 1 2 は、ショベルの管理システム S Y S の構成例を示す概略図である。管理システム S Y S は、ショベル 1 0 0 を管理するシステムである。本実施形態では、管理システム S Y S は、主に、ショベル 1 0 0、支援装置 2 0 0 及び管理装置 3 0 0 で構成される。管理システム S Y S を構成するショベル 1 0 0、支援装置 2 0 0 及び管理装置 3 0 0 はそれぞれ 1 台であってもよく、複数台であってもよい。本実施形態では、管理システム S Y S は、1 台のショベル 1 0 0 と、1 台の支援装置 2 0 0 と、1 台の管理装置 3 0 0 とを含む。

【 0 1 5 1 】

支援装置 2 0 0 は、携帯端末装置であり、例えば、作業現場にいる作業者等が携帯するノート P C、タブレット P C 又はスマートフォン等のコンピュータである。支援装置 2 0 0 は、ショベル 1 0 0 の操作者が携帯するコンピュータであってもよい。

【 0 1 5 2 】

管理装置 3 0 0 は、固定端末装置であり、例えば、作業現場外の管理センタ等に設置されるサーバコンピュータである。管理装置 3 0 0 は、可搬性のコンピュータ（例えば、ノート P C、タブレット P C 又はスマートフォン等の携帯端末装置）であってもよい。

【 0 1 5 3 】

そして、施工支援画面 V 4 0 は、支援装置 2 0 0 の表示装置に表示されてもよく、管理装置 3 0 0 の表示装置に表示されてもよい。

【 0 1 5 4 】

本願は、2 0 1 7 年 1 2 月 2 7 日に出願した日本国特許出願 2 0 1 7 - 2 5 2 6 0 9 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 】

10

20

30

40

50

【 0 1 5 5 】

1・・・下部走行体 1 L・・・左側走行用油圧モータ 1 R・・・右側走行用油圧モータ
 2・・・旋回機構 2 A・・・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 背面・・・6 b 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、13 L、13 R・・・レギュレータ 14、14 L、14 R・・・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 18 L、18 R・・・絞り
 19 L、19 R・・・制御圧センサ 26・・・操作装置 26 A・・・ブーム操作レバー
 26 B・・・アーム操作レバー 26 C・・・バケット操作レバー 28、28 L、28 R
 ・・・吐出圧センサ 29、29 A、29 B、29 C・・・操作圧センサ 30・・・コン
 トローラ 31、31 A L、31 A R、31 B L、31 B R、31 C L、31 C R・・・
 比例弁 32、32 A L、32 A R、32 B L、32 B R、32 C L、32 C R・・・シ
 ャトル弁 40・・・表示装置 42・・・入力装置 43・・・音出力装置 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 70・・・空間認識装置 70 B・・・後
 センサ 70 F・・・前センサ 70 L・・・左センサ 70 R・・・右センサ 100・・・
 ショベル 171～176、175 L、175 R、176 L、176 R・・・制御弁
 C1 L、C1 R・・・センターバイパス管路 C2 L、C2 R・・・パラレル管路 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 S
 4・・・機体傾斜センサ S5・・・旋回角速度センサ S6・・・撮像装置 S6 B・・・
 後カメラ S6 F・・・前カメラ S6 L・・・左カメラ S6 R・・・右カメラ S7
 B・・・ブームボトム圧センサ S7 R・・・ブームロッド圧センサ S8 B・・・アーム
 ボトム圧センサ S8 R・・・アームロッド圧センサ S9 B・・・バケットボトム圧セン
 サ S9 R・・・バケットロッド圧センサ T1・・・通信装置 TP・・・目標施工面
 V1・・・測位装置

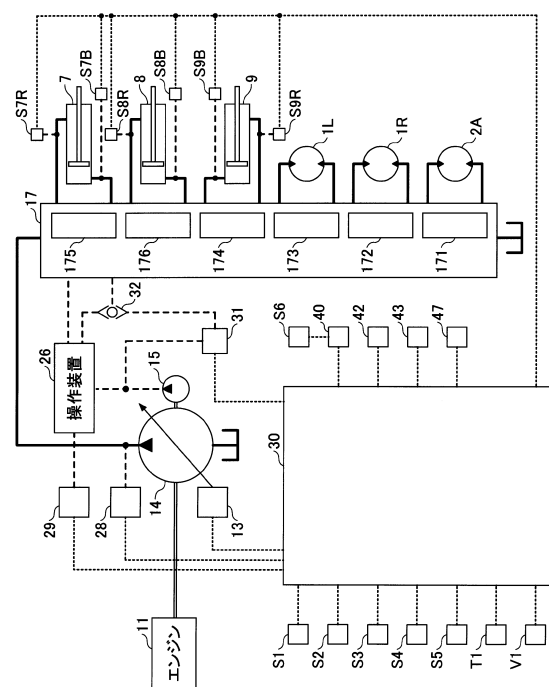
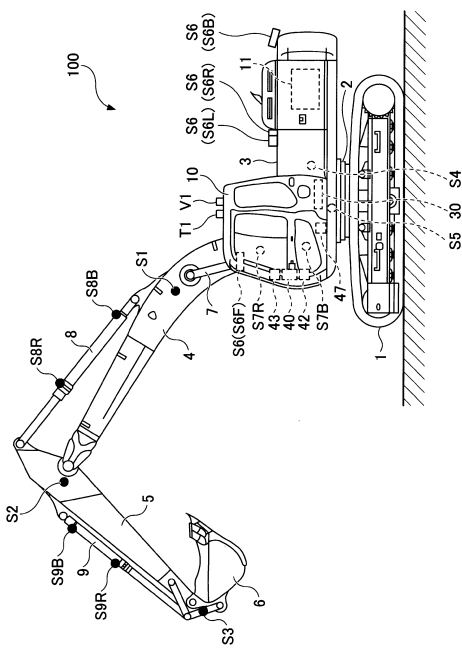
10

20

【 図 面 】

【 図 1 】

【 図 2 】

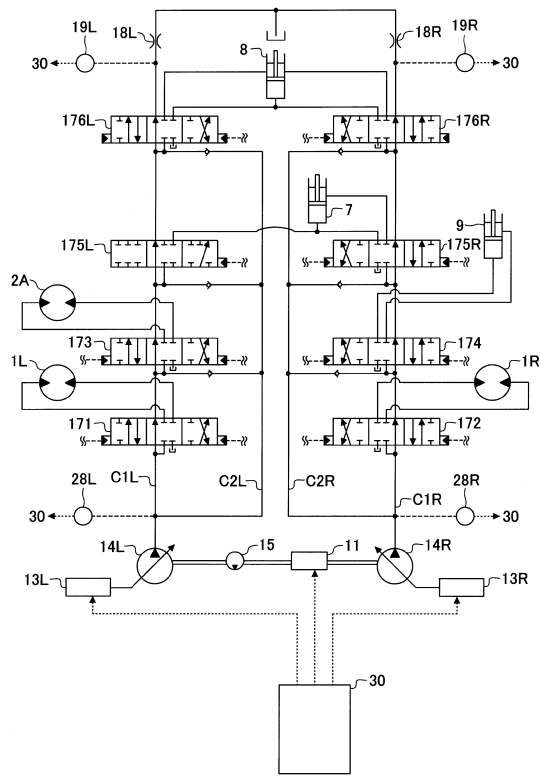


30

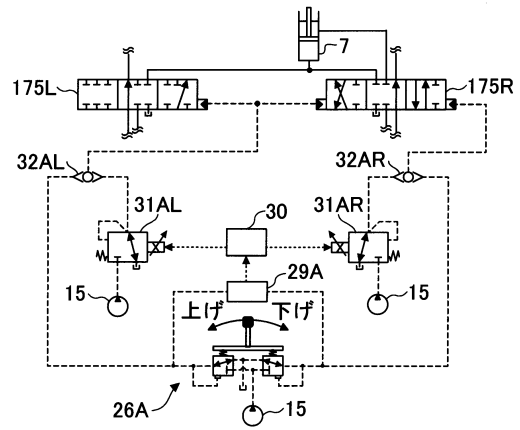
40

50

【図 3】



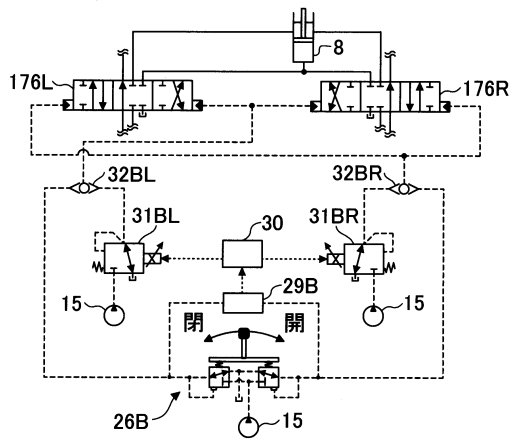
【図 4 A】



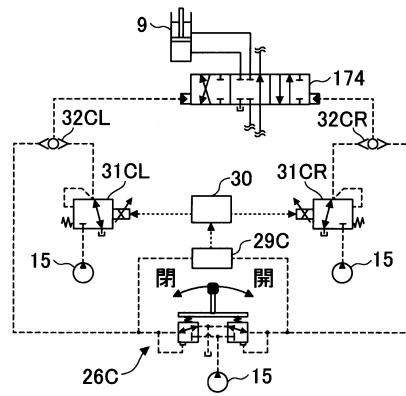
10

20

【図 4 B】



【図 4 C】

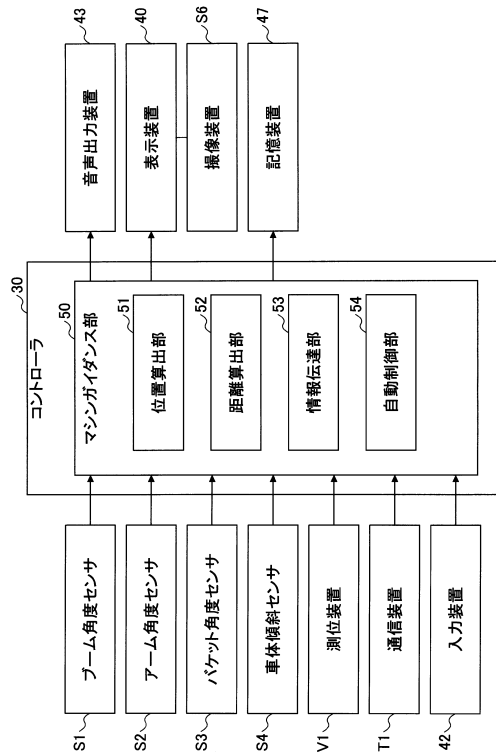


30

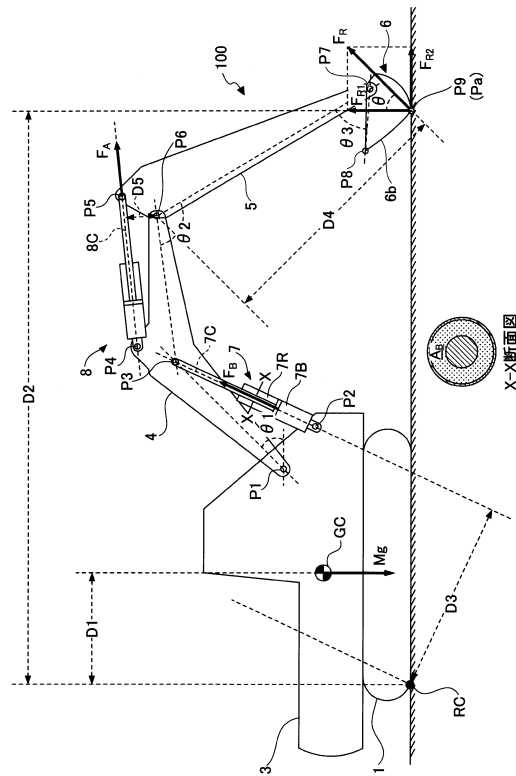
40

50

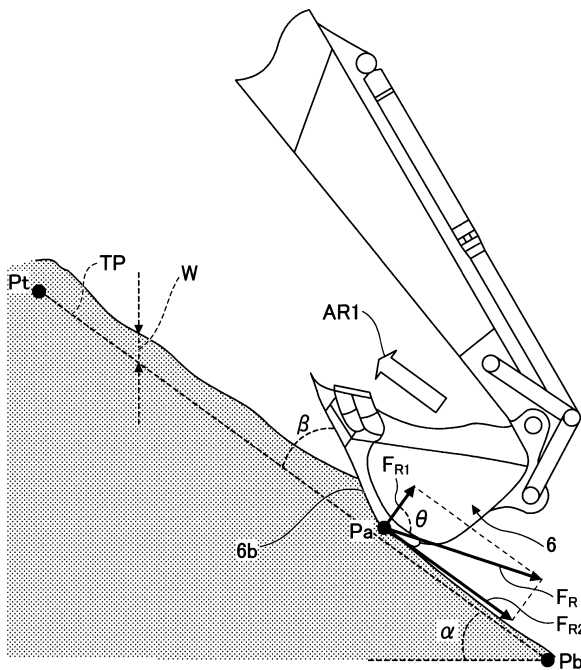
【図5】



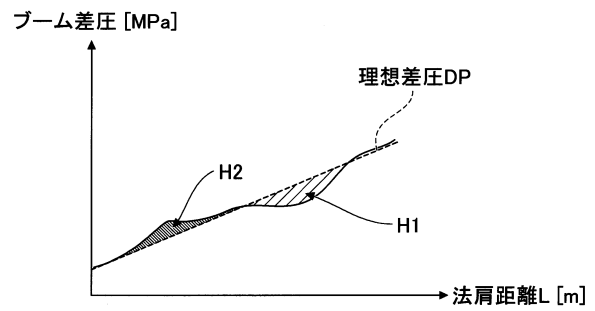
【図6】



【図7】



【図8】



10

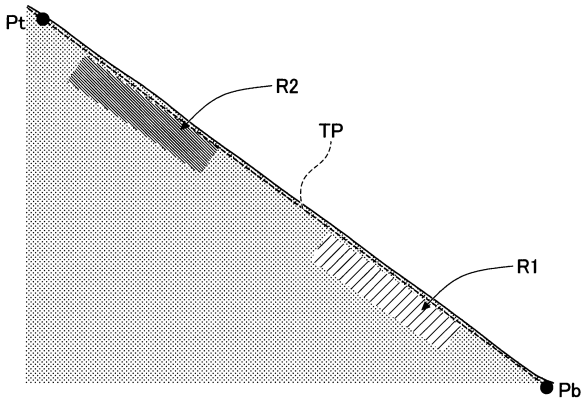
20

30

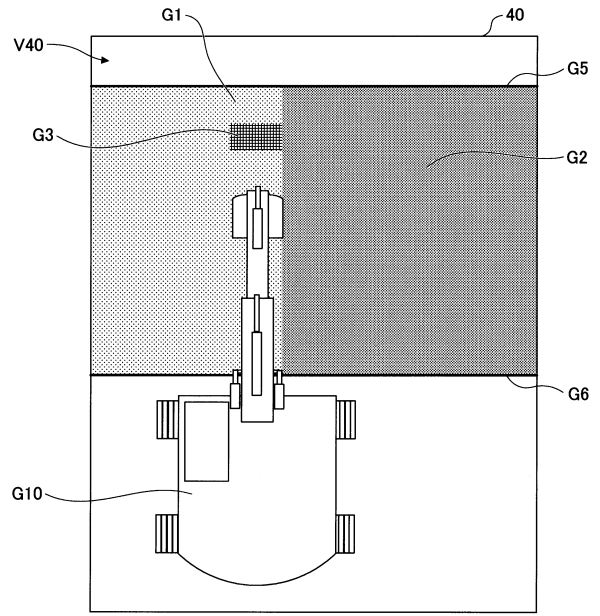
40

50

【 9 】



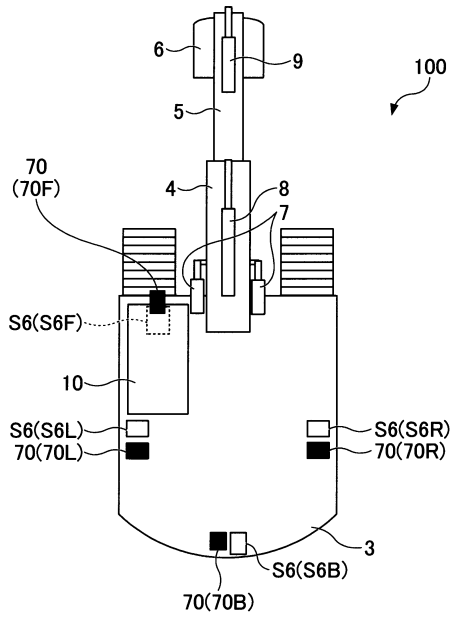
【 1 0 】



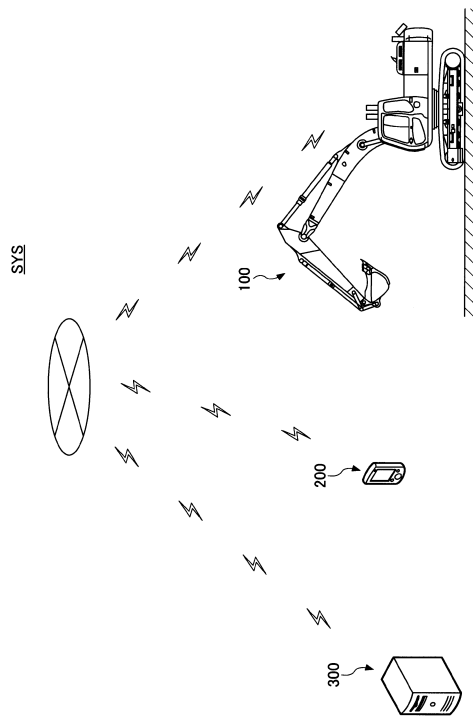
10

20

【 1 1 】



【 1 2 】



30

40

50

フロントページの続き

審判官 高 橋 祐介

審判官 太田 恒明

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 1 9 0 1 1 4 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 1 0 5 7 9 5 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

E02F 3/43, E02F 9/20, E02F 9/26