

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7242387号
(P7242387)

(45)発行日 令和5年3月20日(2023.3.20)

(24)登録日 令和5年3月10日(2023.3.10)

(51)国際特許分類	F I
E 0 2 F 9/20 (2006.01)	E 0 2 F 9/20 M
E 0 2 F 9/26 (2006.01)	E 0 2 F 9/26 B
G 0 1 G 19/08 (2006.01)	G 0 1 G 19/08 Z
G 0 1 G 19/16 (2006.01)	G 0 1 G 19/16

請求項の数 3 (全29頁)

(21)出願番号	特願2019-69239(P2019-69239)	(73)特許権者	000002107 住友重機械工業株式会社 東京都品川区大崎二丁目1番1号
(22)出願日	平成31年3月29日(2019.3.29)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65)公開番号	特開2020-165259(P2020-165259 A)	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43)公開日	令和2年10月8日(2020.10.8)	(72)発明者	佐野 裕介 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友 重機械工業株式会社 横須賀製造所内
審査請求日	令和4年2月16日(2022.2.16)	(72)発明者	呉 春男 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友 重機械工業株式会社 横須賀製造所内
		(72)発明者	平沼 一則 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友 重機械工業株式会社 横須賀製造所内 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】

上部旋回体に取り付けられるアタッチメントと、
制御装置と、を備え、
前記制御装置は、
前記アタッチメントの動作時に検出される検出トルクと、前記アタッチメントの動作に
起因して生じる慣性力及び遠心力に基づくトルクとの差から前記アタッチメントの動作に
よる影響が補償されたトルクを算出する機能と、
前記補償されたトルクに基づいて、前記アタッチメントに積載された積載物の重量を算出
する機能と、を有する、
ショベル。

【請求項2】

前記検出トルクは、前記上部旋回体と前記アタッチメントとを連結するフートピン回りで
検出されるトルクであり、
前記アタッチメントの動作は、前記フートピン回りにおける回動動作である、
請求項1に記載のショベル。

【請求項3】

前記制御装置は、
前記ショベルの姿勢に基づいて、前記積載物の重量を補償する、
請求項1または請求項2に記載のショベル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ショベルに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、上部旋回体とブームとの相対的角度を検出する角度センサの測定値と、ブームとアームとの相対的角度を検出する角度センサの測定値と、ブームシリンダに供給される作動油の圧力を検出する圧力センサの測定値と、アームシリンダに供給される作動油の圧力を検出する圧力センサの測定値と、に基づいて、バケット内の土砂重量を算出するショベルが開示されている（特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2002-4337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、例えば、ブーム上げ動作時等のアタッチメント動作中には、アクチュエータの圧力が変動する。このため、バケット内の土砂重量が一定の場合であっても、外乱により算出される土砂重量が変動するおそれがある。

20

【0005】

そこで、上記課題に鑑み、精度よく積載物の重量を算出するショベルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の一実施形態では、上部旋回体に取り付けられるアタッチメントと、制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記アタッチメントの動作時に検出される検出トルクと、前記アタッチメントの動作に起因して生じる慣性力及び遠心力に基づくトルクとの差から前記アタッチメントの動作による影響が補償されたトルクを算出する機能と、前記補償されたトルクに基づいて、前記アタッチメントに積載された積載物の重量を算出する機能と、を有する、ショベルが提供される。

30

【発明の効果】

【0007】

上述の実施形態によれば、精度よく積載物の重量を算出するショベルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本実施形態に係る掘削機としてのショベルの側面図である。

【図2】本実施形態に係るショベルの構成の一例を概略的に示す図である。

40

【図3】本実施形態に係る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】本実施形態に係る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】本実施形態に係るショベルのうちの土砂荷重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。

【図6】ショベルのパラメータを説明する図である。

【図7】積載物重量算出部の処理を説明するブロック線図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

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。

50

【 0 0 1 0 】

[ショベルの概要]

最初に、図 1 を参照して、本実施形態に係るショベル 1 0 0 の概要について説明する。

【 0 0 1 1 】

図 1 は、本実施形態に係る掘削機としてのショベル 1 0 0 の側面図である。

【 0 0 1 2 】

尚、図 1 では、ショベル 1 0 0 は、施工対象の上り傾斜面 E S に面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。なお、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 の法線方向を示す円筒体 (図示せず) が設けられている。

10

【 0 0 1 3 】

本実施形態に係るショベル 1 0 0 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) 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 1 0 を備える。

【 0 0 1 4 】

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 (後述する図 2 参照) でそれぞれ油圧駆動されることにより、ショベル 1 0 0 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 5 】

上部旋回体 3 は、旋回油圧モータ 2 A (後述する図 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。

20

【 0 0 1 6 】

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 7 】

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。

30

【 0 0 1 8 】

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、ブレード等が取り付けられてもよい。

【 0 0 1 9 】

キャビン 1 0 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。

40

【 0 0 2 0 】

[ショベルの構成]

次に、図 1 に加えて、図 2 を参照して、本実施形態に係るショベル 1 0 0 の具体的な構成について説明する。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、本実施形態に係るショベル 1 0 0 の構成の一例を概略的に示す図である。

【 0 0 2 2 】

尚、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。

50

【 0 0 2 3 】

本実施形態に係るショベル 1 0 0 の駆動系は、エンジン 1 1 と、レギュレータ 1 3 と、メインポンプ 1 4 と、コントロールバルブ 1 7 を含む。また、本実施形態に係るショベル 1 0 0 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 4 】

エンジン 1 1 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 の後部に搭載される。具体的には、エンジン 1 1 は、後述するコントローラ 3 0 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 1 4 及びパイロットポンプ 1 5 を駆動する。エンジン 1 1 は、例えば、軽油を燃料とするディーゼルエンジンである。

10

【 0 0 2 5 】

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。例えば、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 の斜板の角度（傾転角）を調節する。レギュレータ 1 3 は、例えば、後述の如く、レギュレータ 1 3 L、1 3 R を含む。

【 0 0 2 6 】

メインポンプ 1 4 は、例えば、エンジン 1 1 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 1 7 に作動油を供給する。メインポンプ 1 4 は、上述の如く、エンジン 1 1 により駆動される。メインポンプ 1 4 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 3 0 による制御下で、レギュレータ 1 3 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 1 4 は、例えば、後述の如く、メインポンプ 1 4 L、1 4 R を含む。

20

【 0 0 2 7 】

コントロールバルブ 1 7 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 2 6 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 1 7 は、上述の如く、高圧油圧ラインを介してメインポンプ 1 4 と接続され、メインポンプ 1 4 から供給される作動油を、操作装置 2 6 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 1 7 は、メインポンプ 1 4 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 1 7 1 ~ 1 7 6 を含む。より具体的には、制御弁 1 7 1 は、走行油圧モータ 1 L に対応し、制御弁 1 7 2 は、走行油圧モータ 1 R に対応し、制御弁 1 7 3 は、旋回油圧モータ 2 A に対応する。また、制御弁 1 7 4 は、バケットシリンダ 9 に対応し、制御弁 1 7 5 は、ブームシリンダ 7 に対応し、制御弁 1 7 6 は、アームシリンダ 8 に対応する。また、制御弁 1 7 5 は、例えば、後述の如く、制御弁 1 7 5 L、1 7 5 R を含み、制御弁 1 7 6 は、例えば、後述の如く、制御弁 1 7 6 L、1 7 6 R を含む。制御弁 1 7 1 ~ 1 7 6 の詳細は、後述する。

30

40

【 0 0 2 8 】

本実施形態に係るショベル 1 0 0 の操作系は、パイロットポンプ 1 5 と、操作装置 2 6 を含む。また、ショベル 1 0 0 の操作系は、後述するコントローラ 3 0 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 3 2 を含む。

【 0 0 2 9 】

パイロットポンプ 1 5 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 2 6 にパイロット圧を供給する。パイロットポンプ 1 5 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 1 1 により駆動される。

【 0 0 3 0 】

50

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、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 2 A）のそれぞれを操作するレバー装置 26 A ~ 26 C 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 1 L、1 R）のそれぞれを操作するレバー装置やペダル装置を含む。

10

【0031】

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 32 AL、32 AR、32 BL、32 BR、32 CL、32 CR を含む。

20

30

【0032】

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。

40

【0033】

本実施形態に係るショベル 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 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、測位装置 P1 と、通信装置 T1 を含む。

50

【 0 0 3 4 】

コントローラ 3 0 (制御装置の一例) は、例えば、キャビン 1 0 内に設けられ、シヨベル 1 0 0 の駆動制御を行う。コントローラ 3 0 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 3 0 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 3 0 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種機能を実現する。

【 0 0 3 5 】

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 6 】

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 7 】

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、後述する土砂荷重処理部 6 0 を含む。

【 0 0 3 8 】

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 9 】

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 4 0 】

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 4 1 】

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オメータ等が設けられてもよい。

【 0 0 4 2 】

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

10

20

30

40

50

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 3 】

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、CAN (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い。

【 0 0 4 4 】

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 5 】

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 6 】

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 7 】

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、IMU (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ョメータ、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 8 】

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 9 】

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

10

20

30

40

50

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 30 に取り込まれる。

【 0 0 5 0 】

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 100（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、IMU 等を含んでよい。機体傾斜センサ 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。

10

【 0 0 5 1 】

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。ブーム角度センサ S 1、アーム角度センサ S 2、バケット角度センサ S 3、機体傾斜センサ S 4、旋回状態センサ S 5 は姿勢センサに含まれる。姿勢センサによりバケット 6 の爪先位置だけでなく、ブーム角度、ブーム角速度、ブーム角加速度など検出される。

【 0 0 5 2 】

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、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。

20

【 0 0 5 3 】

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。

30

【 0 0 5 4 】

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、非常に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。

【 0 0 5 5 】

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てもよい。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。そして、空間認識装置は、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。また、空間認識装置は、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、空間認識装置として、例えば、超音波センサ、ミリ波レーダ、LIDAR、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。空間認識装置 80 としてミリ波レーダ、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。

40

【 0 0 5 6 】

50

尚、撮像装置 S 6 は、直接、コントローラ 3 0 と通信可能に接続されてもよい。

【 0 0 5 7 】

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。ブームロッド圧センサ S 7 R、ブームボトム圧センサ S 7 B、アームロッド圧センサ S 8 R、アームボトム圧センサ S 8 B、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 は、集散的に「シリンダ圧センサ」とも称される。

【 0 0 5 8 】

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。

【 0 0 5 9 】

測位装置 P 1 は、上部旋回体 3 の位置及び向きを測定する。測位装置 P 1 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 3 0 に取り込まれる。また、測位装置 P 1 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。

【 0 0 6 0 】

通信装置 T 1 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 T 1 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。

【 0 0 6 1 】

マシンガイダンス部 5 0 は、例えば、マシンガイダンス機能に関するショベル 1 0 0 の制御を実行する。マシンガイダンス部 5 0 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 4 0 や音声出力装置 4 3 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 4 7 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 9 0 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 4 2 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、ブレードの先端部が作業部位に相当する。マシンガイダンス部 5 0 は、表示装置 4 0、音声出力装置 4 3 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 2 6 を通じたショベル 1 0 0 の操作をガイドする。

【 0 0 6 2 】

また、マシンガイダンス部 5 0 は、例えば、マシンコントロール機能に関するショベル 1 0 0 の制御を実行する。マシンガイダンス部 5 0 は、例えば、オペレータが手動で掘削

10

20

30

40

50

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。

【0063】

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P1、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

10

【0064】

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。

20

【0065】

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。

【0066】

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、各種情報をシヨベル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）をシヨベル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。

30

【0067】

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。

40

【0068】

また、情報伝達部53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40に表示させてもよい。表示装置40は、コントローラ30による制御下で、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表示する。情報伝達部53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

50

伝えるようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

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

【 0 0 7 0 】

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。

20

【 0 0 7 1 】

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。

30

【 0 0 7 2 】

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 5）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、円筒体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。

40

【 0 0 7 3 】

ショベル 1 0 0 のアタッチメント稼働面が円筒体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 1 0 0 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 5 4 は、自動的に旋回油圧モータ 2 A 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 1 0 0 は、目標施工面を適切に施工することができる。

【 0 0 7 4 】

50

自動制御部 5 4 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、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 5 4 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 1 0 0 が目標施工面に正対していると判断してもよい。

【 0 0 7 5 】

また、自動制御部 5 4 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 2 A 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 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レバー装置 2 6 C 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 B S）との間の鉛直距離が大きくなる方向にレバー装置 2 6 C が操作された場合、自動制御部 5 4 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 B S）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 5 4 は、正対制御を実行する。その結果、自動制御部 5 4 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 2 A を動作させることができる。その後、自動制御部 5 4 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 2 A を停止させる。また、自動制御部 5 4 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 S 5 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 2 A 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。

【 0 0 7 6 】

尚、上述の如く、旋回油圧モータ 2 A の代わりに、旋回用電動機がショベル 1 0 0 に搭載される場合、自動制御部 5 4 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。

【 0 0 7 7 】

旋回角度算出部 5 5 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 3 0 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 5 5 は、例えば、測位装置 P 1 に含まれる G N S S 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 5 5 は、旋回状態センサ S 5 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 5 5 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。

【 0 0 7 8 】

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 3 0（マシンガイダンス部 5 0）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。

【 0 0 7 9 】

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 8 0 】

自動制御部 5 4 は、M C 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 of 土砂をダンプトラックに積み込む際の掘り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、掘り取り動作の都度、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。

10

【 0 0 8 1 】

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。

20

【 0 0 8 2 】

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 3 】

[ショベルの油圧システム]

次に、図 3 を参照して、本実施形態に係るショベル 1 0 0 の油圧システムについて説明する。

30

【 0 0 8 4 】

図 3 は、本実施形態に係るショベル 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 5 】

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 6 】

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。

40

【 0 0 8 7 】

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 8 】

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 9 】

50

制御弁 171 は、メインポンプ 14 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。

【0090】

制御弁 172 は、メインポンプ 14 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。

【0091】

制御弁 173 は、メインポンプ 14 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。

10

【0092】

制御弁 174 は、メインポンプ 14 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。

【0093】

制御弁 175 L, 175 R は、それぞれ、メインポンプ 14 L, 14 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。

【0094】

制御弁 176 L, 176 R は、メインポンプ 14 L, 14 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。

20

【0095】

制御弁 171, 172, 173, 174, 175 L, 175 R, 176 L, 176 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。

【0096】

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 171, 173, 175 L, 176 L にメインポンプ 14 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 171 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 171, 173, 175 L, 176 R のそれぞれに並列してメインポンプ 14 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 171, 173, 175 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。

30

【0097】

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 172, 174, 175 R, 176 R にメインポンプ 14 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 172 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 172, 174, 175 R, 176 R のそれぞれに並列してメインポンプ 14 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 172, 174, 175 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

【0098】

レギュレータ 13 L, 13 R は、それぞれ、コントローラ 30 による制御下で、メインポンプ 14 L, 14 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 14 L, 14 R の吐出量を調節する。

【0099】

吐出圧センサ 28 L は、メインポンプ 14 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 30 に取り込まれる。吐出圧センサ 28 R についても同様である。これにより、コントローラ 30 は、メインポンプ 14 L, 14 R の吐出圧に応

50

じて、レギュレータ 13 L , 13 R を制御することができる。

【 0 1 0 0 】

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 176 L , 176 R のそれぞれと作動油タンクとの間には、ネガティブコントロール絞り（以下、「ネガコン絞り」）18 L , 18 R が設けられる。これにより、メインポンプ 14 L , 14 R により吐出された作動油の流れは、ネガコン絞り 18 L , 18 R で制限される。そして、ネガコン絞り 18 L , 18 R は、レギュレータ 13 L , 13 R を制御するための制御圧（以下、「ネガコン圧」）を発生させる。

【 0 1 0 1 】

ネガコン圧センサ 19 L , 19 R は、ネガコン圧を検出し、検出されたネガコン圧に対応する検出信号は、コントローラ 30 に取り込まれる。

10

【 0 1 0 2 】

コントローラ 30 は、吐出圧センサ 28 L , 28 R により検出されるメインポンプ 14 L , 14 R の吐出圧に応じて、レギュレータ 13 L , 13 R を制御し、メインポンプ 14 L , 14 R の吐出量を調節してよい。例えば、コントローラ 30 は、メインポンプ 14 L の吐出圧の増大に応じて、レギュレータ 13 L を制御し、メインポンプ 14 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 13 R についても同様である。これにより、コントローラ 30 は、吐出圧と吐出量との積で表されるメインポンプ 14 L , 14 R の吸収馬力がエンジン 11 の出力馬力を超えないように、メインポンプ 14 L , 14 R の全馬力制御を行うことができる。

20

【 0 1 0 3 】

また、コントローラ 30 は、ネガコン圧センサ 19 L , 19 R により検出されるネガコン圧に応じて、レギュレータ 13 L , 13 R を制御することにより、メインポンプ 14 L , 14 R の吐出量を調節してよい。例えば、コントローラ 30 は、ネガコン圧が大きいほどメインポンプ 14 L , 14 R の吐出量を減少させ、ネガコン圧が小さいほどメインポンプ 14 L , 14 R の吐出量を増大させる。

【 0 1 0 4 】

具体的には、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（図 3 に示す状態）の場合、メインポンプ 14 L , 14 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 を通ってネガコン絞り 18 L , 18 R に至る。そして、メインポンプ 14 L , 14 R から吐出される作動油の流れは、ネガコン絞り 18 L , 18 R の上流で発生するネガコン圧を増大させる。その結果、コントローラ 30 は、メインポンプ 14 L , 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 5 】

一方、何れかの油圧アクチュエータが操作装置 26 を通じて操作された場合、メインポンプ 14 L , 14 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 14 L , 14 R から吐出される作動油の流れは、ネガコン絞り 18 L , 18 R に至る量を減少或いは消失させ、ネガコン絞り 18 L , 18 R の上流で発生するネガコン圧を低下させる。その結果、コントローラ 30 は、メインポンプ 14 L , 14 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 6 】

[ショ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、ショベル 100 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。

【 0 1 0 7 】

図 4 は、本実施形態に係るショベル 100 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

50

圧制御する制御弁 175L, 175R 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 174 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 2A を油圧制御する制御弁 173 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 8 】

また、例えば、図 4 (A) に示すように、レバー装置 26A 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 26A 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。

10

【 0 1 0 9 】

シャトル弁 32AL 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 26A の二次側のパイロットラインと、比例弁 31AL 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 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接続される。

【 0 1 1 0 】

シャトル弁 32AR 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 26A の二次側のパイロットラインと、比例弁 31AR 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 175R の右側のパイロットポートに接続される。

20

【 0 1 1 1 】

つまり、レバー装置 26A は、シャトル弁 32AL, 32AR 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 175L, 175R 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 26A 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 32AL の一方の入口ポートに出力し、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と制御弁 175R 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 26A 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 32AR の一方の入口ポートに出力し、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作用させる。

30

【 0 1 1 2 】

比例弁 31AL 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 31AL 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 32AL の他方の入口ポートに出力する。これにより、比例弁 31AL は、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作用するパイロット圧を調整することができる。

【 0 1 1 3 】

比例弁 31AR 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 31AR 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 32AR の他方の入口ポートに出力する。これにより、比例弁 31AR は、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 4 】

つまり、比例弁 31AL, 31AR は、レバー装置 26A の操作状態に依らず、制御弁 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。

【 0 1 1 5 】

50

比例弁 3 3 A L は、比例弁 3 1 A 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 A L は、操作装置 2 6 とシャトル弁 3 2 A 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 A 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 A 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。

【 0 1 1 6 】

同様に、比例弁 3 3 A 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 A R は、操作装置 2 6 とシャトル弁 3 2 A 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 A 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 A 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。

10

【 0 1 1 7 】

操作圧センサ 2 9 A は、オペレータによるレバー装置 2 6 A 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 3 0 に取り込まれる。これにより、コントローラ 3 0 は、レバー装置 2 6 A に対する操作内容を把握できる。

20

【 0 1 1 8 】

コントローラ 3 0 は、オペレータによるレバー装置 2 6 A 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 1 5 から吐出される作動油を、比例弁 3 1 A L 及びシャトル弁 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供給させることができる。また、コントローラ 3 0 は、オペレータによるレバー装置 2 6 A 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 1 5 から吐出される作動油を、比例弁 3 1 A R 及びシャトル弁 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供給できる。即ち、コントローラ 3 0 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 3 0 は、特定の操作装置 2 6 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 2 6 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

【 0 1 1 9 】

比例弁 3 3 A L は、コントローラ 3 0 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 1 5 からレバー装置 2 6 A、比例弁 3 3 A L、及びシャトル弁 3 2 A L を介して制御弁 1 7 5 L の右側パイロットポート及び制御弁 1 7 5 R 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 3 3 A R は、コントローラ 3 0 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 1 5 からレバー装置 2 6 A、比例弁 3 3 A R、及びシャトル弁 3 2 A R を介して制御弁 1 7 5 R 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 3 3 A L、3 3 A R は、制御弁 1 7 5 L、1 7 5 R 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

【 0 1 2 0 】

この構成により、コントローラ 3 0 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 1 7 5 の上げ側のパイロットポート（制御弁 1 7 5 L の左側パイロットポート及び制御弁 1 7 5 R 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ついても同様である。

【 0 1 2 1 】

或いは、コントローラ 3 0 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

50

ても、必要に応じて、比例弁 3 1 A R を制御し、制御弁 1 7 5 の上げ側のパイロットポートの反対側にある、制御弁 1 7 5 の下げ側のパイロットポート（制御弁 1 7 5 R 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 1 7 5 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 3 3 A L 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。

【 0 1 2 2 】

図 4 (B) に示すように、レバー装置 2 6 B 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 2 6 B 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 2 3 】

シャトル弁 3 2 B L 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 2 6 B の二次側のパイロットラインと、比例弁 3 1 B 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 4 の左側のパイロットポートに接続される。

【 0 1 2 4 】

シャトル弁 3 2 B R 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 2 6 B の二次側のパイロットラインと、比例弁 3 1 B 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 4 の右側のパイロットポートに接続される。

20

【 0 1 2 5 】

つまり、レバー装置 2 6 B は、シャトル弁 3 2 B L , 3 2 B R を介して、操作内容に応じたパイロット圧を制御弁 1 7 4 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 B 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 3 2 B L の一方の入口ポートに出力し、シャトル弁 3 2 B L を介して、制御弁 1 7 4 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 B 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 3 2 B R の一方の入口ポートに出力し、シャトル弁 3 2 B R を介して、制御弁 1 7 4 の右側のパイロットポートに作用させる。

30

【 0 1 2 6 】

比例弁 3 1 B 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 B 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 B 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 B L は、シャトル弁 3 2 B L を介して、制御弁 1 7 4 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。

【 0 1 2 7 】

比例弁 3 1 B 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 B 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 B 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 B R は、シャトル弁 3 2 B R を介して、制御弁 1 7 4 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。

40

【 0 1 2 8 】

つまり、比例弁 3 1 B L , 3 1 B R は、レバー装置 2 6 B の操作状態に依らず、制御弁 1 7 4 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。

【 0 1 2 9 】

比例弁 3 3 B L は、比例弁 3 1 B L と同様に、マシンコントロール用制御弁として機能

50

する。比例弁 3 3 B L は、操作装置 2 6 とシャトル弁 3 2 B 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 B 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 B 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。

【 0 1 3 0 】

同様に、比例弁 3 3 B 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 B R は、操作装置 2 6 とシャトル弁 3 2 B 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 B 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 B 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。

10

【 0 1 3 1 】

操作圧センサ 2 9 B は、オペレータによるレバー装置 2 6 B 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 3 0 に取り込まれる。これにより、コントローラ 3 0 は、レバー装置 2 6 B の操作内容を把握できる。

【 0 1 3 2 】

コントローラ 3 0 は、オペレータによるレバー装置 2 6 B 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 1 5 から吐出される作動油を、比例弁 3 1 B L 及びシャトル弁 3 2 B L を介して、制御弁 1 7 4 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 3 0 は、オペレータによるレバー装置 2 6 B 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 1 5 から吐出される作動油を、比例弁 3 1 B R 及びシャトル弁 3 2 B R を介して、制御弁 1 7 4 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 3 0 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 3 0 は、特定の操作装置 2 6 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 2 6 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。

20

【 0 1 3 3 】

なお、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 3 3 B L , 3 3 B 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 3 3 A L , 3 3 A R の操作と同様であり、重複する説明を省略する。

30

【 0 1 3 4 】

また、例えば、図 4 (C) に示すように、レバー装置 2 6 C 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 2 A を操作するために用いられる。レバー装置 2 6 C 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。

【 0 1 3 5 】

シャトル弁 3 2 C L 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 2 6 C の二次側のパイロットラインと、比例弁 3 1 C 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 3 の左側のパイロットポートに接続される。

40

【 0 1 3 6 】

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 7 】

50

つまり、レバー装置 26C は、シャトル弁 32CL, 32CR 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 173 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 26C 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 32CL の一方の入口ポートに出力し、シャトル弁 32CL を介して、制御弁 173 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 26C 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 32CR の一方の入口ポートに出力し、シャトル弁 32CR を介して、制御弁 173 の右側のパイロットポートに作用させる。

【0138】

比例弁 31CL 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 31CL 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 32CL 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 31CL は、シャトル弁 32CL を介して、制御弁 173 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。

10

【0139】

比例弁 31CR 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 31CR 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 32CR 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 31CR は、シャトル弁 32CR を介して、制御弁 173 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。

20

【0140】

つまり、比例弁 31CL, 31CR は、レバー装置 26C の操作状態に依らず、制御弁 173 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。

【0141】

比例弁 33CL は、比例弁 31CL 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 33CL は、操作装置 26 とシャトル弁 32CL 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 33CL 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 32CL 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。

30

【0142】

同様に、比例弁 33CR は、マシンコントロール用制御弁として機能する。比例弁 33CR は、操作装置 26 とシャトル弁 32CR 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 33CR 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 32CR 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。

40

【0143】

操作圧センサ 29C は、オペレータによるレバー装置 26C に対する操作状態を圧力として検出し、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 26C に対する左右方向への操作内容を把握できる。

【0144】

コントローラ 30 は、オペレータによるレバー装置 26C 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 31CL 及びシャトル弁 3

50

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供給させることができる。また、コントローラ 3 0 は、オペレータによるレバー装置 2 6 C に対する右旋回操作とは無関係に、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 C R 及びシャトル弁 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供給させることができる。即ち、コントローラ 3 0 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 3 0 は、特定の操作装置 2 6 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 2 6 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。

【 0 1 4 5 】

なお、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 3 3 C L , 3 3 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 3 3 A L , 3 3 A R の操作と同様であり、重複する説明を省略する。

10

【 0 1 4 6 】

尚、ショベル 1 0 0 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。

【 0 1 4 7 】

[ショベルの土砂荷重検出機能に関する構成の詳細]

次に、図 5 を参照して、本実施形態に係るショベル 1 0 0 の土砂荷重検出機能に関する構成の詳細について説明する。図 5 は、本実施形態に係るショベル 1 0 0 のうちの土砂荷重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。

20

【 0 1 4 8 】

図 3 で前述したように、コントローラ 3 0 は、バケット 6 で掘削した土砂の荷重を検出する機能に関する機能部として、土砂荷重処理部 6 0 を含む。

【 0 1 4 9 】

土砂荷重処理部 6 0 は、積載物重量算出部 6 1 と、最大積載量検出部 6 2 と、加算積載量算出部 6 3 と、残積載量算出部 6 4 と、を有する。

30

【 0 1 5 0 】

ここで、本実施形態に係るショベル 1 0 0 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。

【 0 1 5 1 】

まず、ショベル 1 0 0 は、掘削位置において、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 1 0 0 は、上部旋回体 3 を旋回させ、バケット 6 を掘削位置から放土位置へと移動する（旋回動作）。放土位置の下方には、ダンプトラックの荷台が配置されている。次に、ショベル 1 0 0 は、放土位置において、アタッチメントを制御してバケット 6 内の土砂を放土することにより、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（放土動作）。次に、ショベル 1 0 0 は、上部旋回体 3 を旋回させ、バケット 6 を放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 1 0 0 は、掘削した土砂をダンプトラックの荷台へと積み込む。

40

【 0 1 5 2 】

積載物重量算出部 6 1 は、ショベル 1 0 0 が規定動作を行うと、バケット 6 内の土砂（積載物）の重量を算出する。ここで、規定動作とは、土砂重量の算出を開始するための開始要件であり、例えば、ブーム 4 を所定の角度まで上げる、上部旋回体 3 を旋回させ所定時間経過する等である。

【 0 1 5 3 】

土砂重量は、例えば、ブーム 4 の根元回りのトルクの釣り合いで算出される。具体的に

50

は、バケット 6 内の土砂によってブームシリンダ 7 の推力が増加し、ブームシリンダ 7 の推力から算出されるブーム 4 の根元回りのトルクも増加する。トルクの増加分と、土砂重量及び土砂重心から計算されるトルクとが、一致する。このように、積載物重量算出部 6 1 は、ブームシリンダ 7 の推力（ブームロッド圧センサ S 7 R、ブームボトム圧センサ S 7 B の測定値）及び土砂重心に基づいて、土砂重量を算出することができる。なお、土砂重心は、例えば、実験的に予め求めてコントローラ 3 0 に記憶させておく。なお、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を説明したが、土砂重量の算出方法はこれに限られるものではない。アームシリンダ 8 の推力（アームロッド圧センサ S 8 R、アームボトム圧センサ S 8 B の測定値）に基づいて土砂重量を算出してもよく、バケットシリンダ 9（バケットロッド圧センサ S 9 R、バケットボトム圧センサ S 9 B の測定値）の推力に基づいて土砂重量を算出してもよい。また、上部回転体 3 を回転させる際の回転油圧モータ 2 A の回転トルク（油圧センサ 2 1 , 2 2 の測定値）に基づいて土砂重量を算出してもよい。

10

【 0 1 5 4 】

最大積載量検出部 6 2 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。例えば、最大積載量検出部 6 2 は、撮像装置 S 6 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。次に、最大積載量検出部 6 2 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 6 2 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 6 2 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。なお、入力装置 4 2 によってダンプトラックの最大積載量、車種等が入力され、最大積載量検出部 6 2 は、入力装置 4 2 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

【 0 1 5 5 】

加算積載量算出部 6 3 は、ダンプトラックに積載された土砂重量を算出する。即ち、バケット 6 内の土砂がダンプトラックの荷台に放土されるごとに、加算積載量算出部 6 3 は、積載物重量算出部 6 1 で算出されたバケット 6 内の土砂重量を加算して、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加算積載量（合計重量）を算出する。なお、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、加算積載量はリセットされる。

30

【 0 1 5 6 】

残積載量算出部 6 4 は、最大積載量検出部 6 2 で検出したダンプトラックの最大積載量と、加算積載量算出部 6 3 で算出した現在の加算積載量との差を残積載量として算出する。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。

【 0 1 5 7 】

表示装置 4 0 には、積載物重量算出部 6 1 で算出されたバケット 6 内の土砂重量、最大積載量検出部 6 2 で検出されたダンプトラックの最大積載量、加算積載量算出部 6 3 で算出されたダンプトラックの加算積載量（荷台に積載された土砂重量の合計）、残積載量算出部 6 4 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）が表示されてもよい。

40

【 0 1 5 8 】

なお、加算積載量が最大積載量を超えた場合、表示装置 4 0 に警告が出るように構成されていてもよい。また、算出されたバケット 6 内の土砂重量が残積載量を超える場合、表示装置 4 0 に警告が出るように構成されていてもよい。なお、警告は、表示装置 4 0 に表示される場合に限られず、音声出力装置 4 3 による音声出力であってもよい。これにより、ダンプトラックの最大積載量を超えて土砂が積載されることを防止することができる。

【 0 1 5 9 】

[土砂重量算出方法]

次に、図 6 を参照しつつ、図 7 を用いて、本実施形態に係るシヨベル 1 0 0 の積載物重

50

量算出部 6 1 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 1 6 0 】

図 6 は、ショベル 1 0 0 のパラメータを説明する図であり、（ a ）は側面図、（ b ）は正面図を示す。

【 0 1 6 1 】

図 6（ a ）に示すように、バケット 6 に積載された土砂（積載物）の重心を土砂重心 G_1 とする。なお、バケット 6 に対する土砂重心 G_1 の位置は、例えば、実験的に予め求めてコントローラ 3 0 に記憶させておく。バケット 6 に積載された土砂の重量を土砂重量 W_1 とする。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ブーム角度 θ_1 とする。なお、ブーム角度 θ_1 は、ブーム角度センサ S_1 によって検出される。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アーム角度 θ_2 とする。なお、アーム角度 θ_2 は、アーム角度センサ S_2 によって検出される。アーム 5 の両端の支点を結ぶ直線に対してバケット 6 の支点と土砂重心 G_1 とを結ぶ直線が成す角度をバケット角度 θ_3 とする。なお、バケット角度 θ_3 は、バケット角度センサ S_3 によって検出される。また、ショベル 1 0 0 の前後方向の傾斜角度をピッチ角 p とする。また、図 6（ b ）に示すように、ショベル 1 0 0 の左右方向の傾斜角度をロール角 r とする。なお、ピッチ角 p 及びロール角 r は、機体傾斜センサ S_4 によって検出される。

10

【 0 1 6 2 】

図 7 は、積載物重量算出部 6 1 の処理を説明するブロック線図である。積載物重量算出部 6 1 は、トルク算出部 7 1 と、慣性力算出部 7 2 と、遠心力算出部 7 3 と、静止時トルク算出部 7 4 と、重量換算部 7 5 と、傾斜補正部 7 6 と、を有している。

20

【 0 1 6 3 】

トルク算出部 7 1 は、ブーム 4 のフートピン回りのトルク（検出トルク）を算出する。ブームシリンダ 7 の作動油の圧力（ブームロッド圧センサ $S_7 R$ 、ブームボトム圧センサ $S_7 B$ ）に基づいて算出される。

【 0 1 6 4 】

慣性力算出部 7 2 は、慣性力によるブーム 4 のフートピン回りのトルク（慣性項トルク）を算出する。慣性項トルクは、ブーム 4 のフートピン周りの角加速度とブーム 4 の慣性モーメントに基づいて算出される。ブーム 4 のフートピン周りの角加速度や慣性モーメントは姿勢センサの出力に基づいて算出される。

30

【 0 1 6 5 】

遠心力算出部 7 3 は、コリオリ及び遠心力によるブーム 4 のフートピン回りのトルク（遠心項トルク）を算出する。遠心項トルクは、ブーム 4 のフートピン周りの角速度とブーム 4 の重量に基づいて算出される。ブーム 4 のフートピン周りの角速度は姿勢センサの出力に基づいて算出される。ブーム 4 の重量は既知である。

【 0 1 6 6 】

静止時トルク算出部 7 4 は、トルク算出部 7 1 の検出トルク、慣性力算出部 7 2 の慣性項トルク、遠心力算出部 7 3 の遠心項トルクに基づいて、アタッチメント静止時におけるブーム 4 のフートピン回りのトルクである静止トルク w を算出する。ここで、ブーム 4 のフートピン回りのトルクの式を式（ 1 ）に示す。なお、式（ 1 ）の左辺の w は検出トルクを示し、右辺の第 1 項は慣性項トルクを示し、右辺の第 2 項は遠心項トルクを示し、右辺の第 3 項は静止トルク w を示す。

40

【 0 1 6 7 】

【数 1】

50

$$\tau = J\ddot{\theta} + h(\dot{\theta}, \theta)\dot{\theta} + \tau_w \quad (1)$$

【0168】

式(1)に示すように、検出トルク から慣性項トルク及び遠心項トルクを減算することにより、静止トルク τ_w を算出することができる。これにより、本実施形態では、ブーム等のピン周りの回動動作により生じる影響を補償することができる。

10

【0169】

重量換算部75は、静止トルク τ_w に基づいて、土砂重量 W_1 を算出する。土砂重量 W_1 は、例えば、静止トルク τ_w からバケット6に土砂が積載されていないときのトルクを引いたトルクを、ブーム4のフートピンから土砂重心までの水平距離で割ることで算出することができる。

【0170】

傾斜補正部76は、ショベル100の姿勢による補整を行う。

【0171】

ここで、ショベル100がピッチ角 p の傾斜面にいる場合であって検出したブーム角度 θ_1 のアタッチメントの姿勢は、ショベル100が平坦面にいる場合であってブーム角度 $(\theta_1 + p)$ におけるアタッチメントの姿勢は、等しくなる。即ち、検出したブーム角度 θ_1 をピッチ角 p で補正することにより、土砂重量をショベル100の姿勢により補償する。

20

【0172】

また、ショベル100がロール角 r の傾斜面にいる場合、ブームシリンダ7の推力 F は、ショベル100を正面視した際、鉛直方向成分と水平方向成分を有する。このため、ブームシリンダ7の推力 F をロール角 r で補正する、即ち、鉛直方向成分 $F \cos r$ とすることにより、土砂重量をショベル100の姿勢により補償する。

30

【0173】

以上、本実施形態に係るショベル100によれば、掘削された土砂重量を検出することができる。また、例えば、ブーム上げ動作時等のアタッチメント動作中には、アクチュエータの圧力が変動する。これに対し、本実施形態に係るショベル100によれば、検出したピン周りのトルクから、アタッチメント動作による慣性力、コリオリ及びピン周りの遠心力を補償することで、静止時のトルクを算出することができる。また、算出した静止時のトルクに基づいて、土砂重量を算出することができ、土砂重量の検出精度を向上させることができる。

【0174】

また、ショベル100の接地面が平坦面でない場合であっても、ショベル100の姿勢(ピッチ角、ロール角)に基づいて、土砂重量を補償することができる。これにより、ショベルの接地面が傾斜面であっても、好適に土砂重量を検出することができる。

40

【0175】

また、ダンプトラックに積載された土砂重量を算出することができる。これにより、ダンプトラックの過積載を防止することができる。例えば、作業現場から公道へ出る前にトラックスケール等によりダンプトラックの積載量がチェックされる。積載量が最大積載量を超えている場合、ダンプトラックはショベル100の位置まで戻り、積載している土砂を減らす作業が必要である。このため、ダンプトラックの運用効率が低下する。また、ダンプトラックの積載不足は、土砂を運搬するダンプトラックの延べ台数を増加させ、ダンプトラックの運用効率が低下する。これに対し、本実施形態に係るショベル100によれ

50

ば、過積載を防止しつつ、土砂をダンプトラックに積載することができるので、ダンプトラックの運用効率を向上させることができる。

【 0 1 7 6 】

また、表示装置 4 0 には、バケット 6 内の土砂重量、ダンプトラックの最大積載量、加算積載量、残積載量が表示される。これにより、ショベル 1 0 0 に搭乗するオペレータは、これらの表示を参照しながら作業を行うことにより、ダンプトラックに土砂を積載することができる。

【 0 1 7 7 】

以上、ショベル 1 0 0 の実施形態等について説明したが、本発明は上記実施形態等に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形、改良が可能である。

10

【 0 1 7 8 】

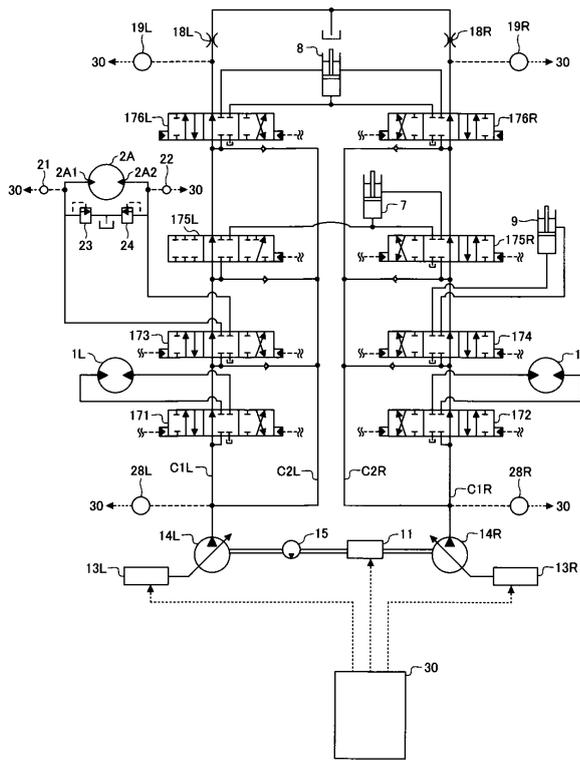
積載物重量算出部 6 1 は、バケットシリンダ 9 の圧力に基づいて土砂重量を算出するものとして説明したが土砂重量の算出方法はこれに限られるものではない。積載物重量算出部 6 1 は、ブームシリンダ 7 の圧力に基づいて土砂重量を算出してもよく、アームシリンダ 8 の圧力に基づいて土砂重量を算出してもよい。

【 符号の説明 】

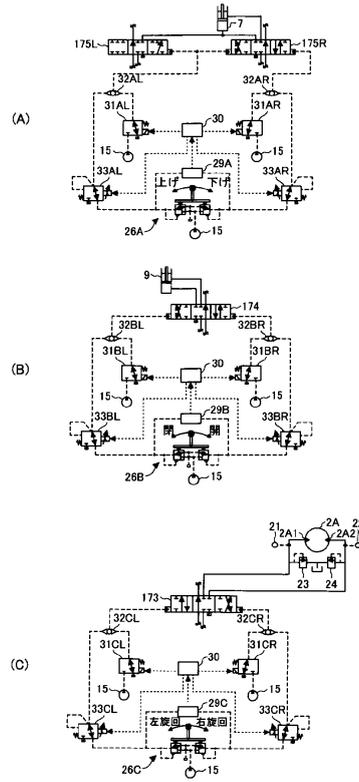
【 0 1 7 9 】

1 0 0	ショベル	
1	下部走行体	20
2	旋回機構	
2 A	旋回油圧モータ	
2 A 1	第 1 ポート	
2 A 2	第 2 ポート	
3	上部旋回体	
4	ブーム (アタッチメント)	
5	アーム (アタッチメント)	
6	バケット (アタッチメント)	
7	ブームシリンダ	
8	アームシリンダ	30
9	バケットシリンダ	
2 1 , 2 2	油圧センサ	
3 0	コントローラ (制御装置)	
4 0	表示装置	
4 2	入力装置	
4 3	音声出力装置	
4 7	記憶装置	
6 0	土砂荷重処理部	
6 1	積載物重量算出部 (重量算出部)	
6 2	最大積載量検出部	40
6 3	加算積載量算出部	
6 4	残積載量算出部	
7 1	トルク算出部	
7 2	慣性力算出部	
7 3	遠心力算出部	
7 4	静止時トルク算出部	
7 5	重量換算部	
7 6	傾斜補正部	
S 1	ブーム角度センサ	
S 2	アーム角度センサ	50

【図3】



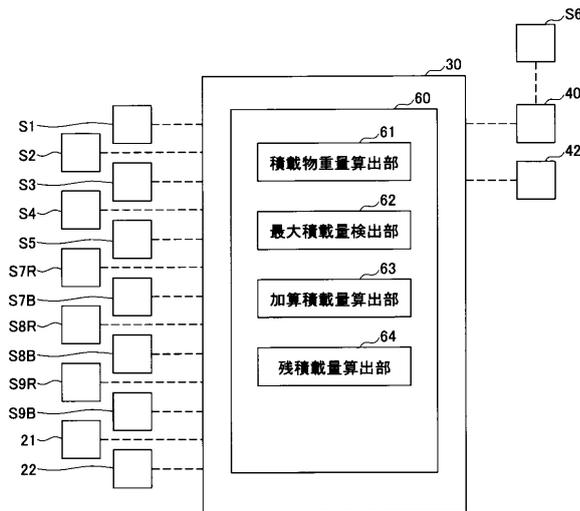
【図4】



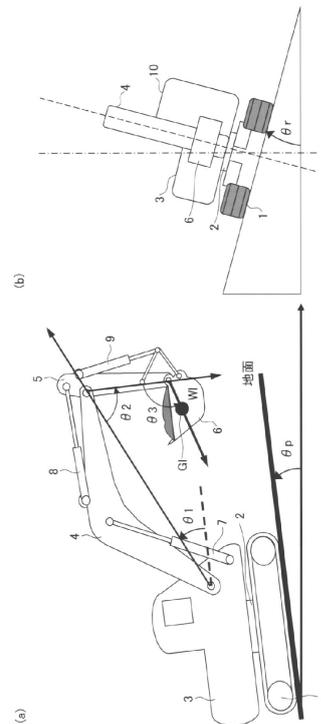
10

20

【図5】



【図6】

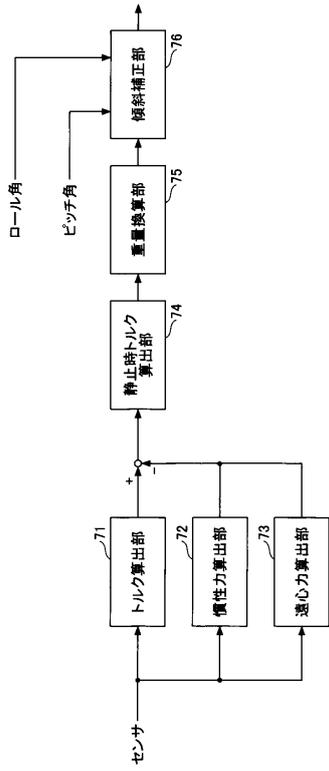


30

40

50

【図7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

重機械工業株式会社 横須賀製造所内

審査官 彦田 克文

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 0 4 3 3 7 (J P , A)
特表 2 0 1 1 - 5 0 8 1 8 7 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 4 8 5 4 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 8 / 0 8 7 8 3 4 (W O , A 1)
特開 2 0 1 9 - 0 4 9 1 0 3 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
E 0 2 F 9 / 2 0
E 0 2 F 9 / 2 6
G 0 1 G 1 9 / 0 8
G 0 1 G 1 9 / 1 6