

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年1月14日(14.01.2021)



(10) 国際公開番号

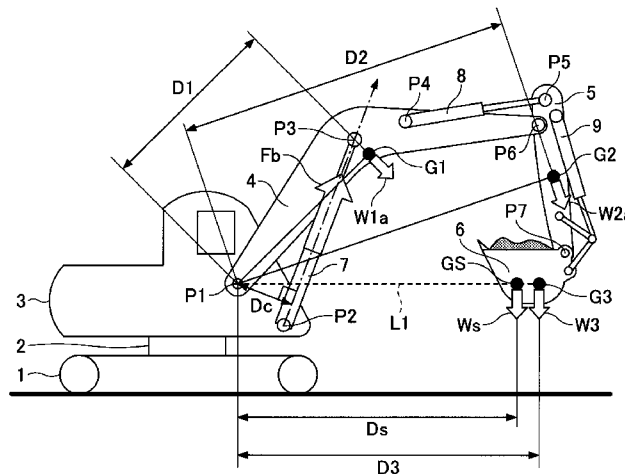
WO 2021/006349 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 9/20 (2006.01) *G01G 19/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027119
- (22) 国際出願日: 2020年7月10日(10.07.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-129524 2019年7月11日(11.07.2019) JP
- (71) 出願人: 住友重機械工業株式会社
(SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/
JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎二丁目
1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佐野 裕介(SANO, Yusuke); 〒2378555
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 Kanagawa (JP).
呉 春男(WU, Chunnan); 〒2378555 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 Kanagawa (JP). 平沼 一則
(HIRANUMA, Kazunori); 〒2378555 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 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.);
〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1
番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安
田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(54) Title: EXCAVATOR

(54) 発明の名称: ショベル

[図6A]



(57) Abstract: Provided is an excavator that precisely calculates the weight of a loaded object. The excavator comprises an attachment that is mounted to an upper turning body, a first actuator and a second actuator that drive the attachment, and a control device. The control device has a first weight calculation unit that calculates, on the basis of the first actuator, the weight of a loaded object loaded on the attachment as a first weight, and a second weight calculation unit that calculates, on the basis of the second actuator, the weight of the loaded object as a second weight.



WO 2021/006349 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 精度よく積載物の重量を算出するシヨベルを提供する。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駆動する第1アクチュエータ及び第2アクチュエータと、制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記第1アクチュエータに基づいて、前記アタッチメントに積載された積載物の重量を第1重量として算出する第1重量算出部と、前記第2アクチュエータに基づいて、前記積載物の重量を第2重量として算出する第2重量算出部と、を有する、シヨベル。

明 細 書

発明の名称： ショベル

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、バケットおよびブームを含むリンク機構からなるフロントアタッチメントと、このフロントアタッチメントによる掘削から放土して戻り旋回に至る一連の動作状態を検出し、この動作中の前記バケットに作用する荷重を測定するコントローラユニットとを備え、掘削終了から放土開始までの時間内で前記バケットに作用する荷重を測定すると共に、放土終了から掘削開始までの時間内で前記バケットに作用する荷重を再び測定し、これら両荷重の差を求めて掘削作業時の操作土量を算出するようにしたことを特徴とする油圧ショベルの操作土量算出方法が知られている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：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、特許文献1に開示された方法では、ブームシリンダの圧力に基づいて土砂重量を推定しているが、ブーム上げ動作時には、動作開始時と動作終了時に、推定された土砂重量の波形に振動が発生し、土砂重量の検出が困難となるおそれがある。

[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、前記アタッチメントを駆動する第1アクチュエ

ータ及び第2アクチュエータと、制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記第1アクチュエータに基づいて、前記アタッチメントに積載された積載物の重量を第1重量として算出する第1重量算出部と、前記第2アクチュエータに基づいて、前記積載物の重量を第2重量として算出する第2重量算出部と、を有する。

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。

[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4A]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4B]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4C]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6A]ショベルのアタッチメントにおける土砂重量の算出に関するパラメータを説明する模式図。

[図6B]ショベルのアタッチメントにおける土砂重量の算出に関するパラメータを説明する模式図。

[図7A]バケットに作用する力の関係を説明する部分拡大図である。

[図7B]バケットに作用する力の関係を説明する部分拡大図である。

[図8]積載物重心算出部による第3の重心算出方法を説明する模式図である。

[図9]積載物重心算出部による第4の重心算出方法を説明する模式図である。

[図10]表示装置に表示されるメイン画面の構成例を示す図である。

[図11]積込支援システムの構成例を示す図である。

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。

[0010] [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100の概要について説明する。

[0011] 図1は、本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。

[0012] 尚、図1では、ショベル100は、施工対象の上り傾斜面ES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BS（つまり、上り傾斜面ES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ESには、目標施工面である上り法面BSの法線方向を示す円筒体（図示せず）が設けられている。

[0013] 本実施形態に係るショベル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）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を備える。

[0014] 下部走行体1は、左右一対のクローラが走行油圧モータ1L、1R（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100を走行させる。つまり、一対の走行油圧モータ1L、1R（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。

[0015] 上部旋回体3は、旋回油圧モータ2A（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2A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。

[0016] 尚、上部旋回体3は、旋回油圧モータ2A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2A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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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。

[0020] [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100の具体的な構成について説明する。

[0021] 図2は、本実施形態に係るショベル100の構成の一例を概略的に示す図である。

[0022] 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。

[0023] 本実施形態に係るショベル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、本実施形態に係るショベル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1L、1R、旋回油圧モータ2A、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。

[0024] 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。

[0025] 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13L、13Rを含む。

[0026] 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14L、14Rを含む。

[0027] 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1L、1R、旋回油圧モータ2A、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1Lに対応し、制御弁172は、走行油圧モータ1Rに対応し、制御弁173は、旋回油圧モータ2A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175L、175Rを含み、制御弁176は、例えば、後述の如く、制御弁176L、176Rを含む。制御弁171～176の詳細は、後述する。

[0028] 本実施形態に係るショベル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、ショベル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。

[0029] 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。

[0030] 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1L、1R、旋回油圧モータ2A、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 2A）のそれぞれを操作するレバー装置 26A～26C を含む（図 4A～4C 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。

[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 4A～4C 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 32AL, 32AR, 32BL, 32BR, 32CL, 32CR を含む。

[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。

[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 P0 と、通信装置 T1 を含む。

[0034] 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、ショベル 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種機能を実現する。

[0035] 例えば、コントローラ 30 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 11 を一定回転させる駆動制御を行う。

- [0036] また、例えば、コントローラ30は、必要に応じてレギュレータ13に対して制御指令を出力し、メインポンプ14の吐出量を変化させる。
- [0037] また、例えば、コントローラ30は、例えば、オペレータによる操作装置26を通じたショベル100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30は、例えば、オペレータによる操作装置26を通じたショベル100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30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50を含む。また、コントローラ30は、後述する土砂荷重処理部60を含む。
- [0038] 尚、コントローラ30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30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。
- [0039] 吐出圧センサ28は、メインポンプ14の吐出圧を検出する。吐出圧センサ28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30に取り込まれる。吐出圧センサ28は、例えば、後述の如く、吐出圧センサ28L、28Rを含む。
- [0040] 操作圧センサ29は、上述の如く、操作装置26の二次側のパイロット圧、即ち、操作装置26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29による操作装置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等の操作状態に対応するパイロット圧の検出信号は、コントローラ30に取り込まれる。操作圧センサ29は、例えば、後述の如く、操作圧センサ29A～29Cを含む。
- [0041] 尚、操作圧センサ29の代わりに、操作装置26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 26 A ~ 26 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。

[0042] 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 31 は、コントローラ 30 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 30 は、オペレータにより操作装置 26（具体的には、レバー装置 26 A ~ 26 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 15 から吐出される作動油を、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。比例弁 31 は、例えば、後述の如く、比例弁 31 AL, 31 AR, 31 BL, 31 BR, 31 CL, 31 CR を含む。

[0043] 表示装置 40 は、キャビン 10 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 30 による制御下で、各種情報画像を表示する。表示装置 40 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 30 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 30 に接続されていてもよい。

[0044] 入力装置 42 は、キャビン 10 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 30 に出力する。入力装置 42 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 26 A ~ 26 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 40 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 42 に対する操作内容に対応する信号は、コントローラ 30 に取り込まれる。

[0045] 音声出力装置 43 は、例えば、キャビン 10 内に設けられ、コントローラ 30 と接続され、コントローラ 30 による制御下で、音声を出力する。音声

出力装置43は、例えば、スピーカやブザー等である。音声出力装置43は、コントローラ30からの音声出力指令に応じて各種情報を音声出力する。

[0046] 記憶装置47は、例えば、キャビン10内に設けられ、コントローラ30による制御下で、各種情報を記憶する。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、或いは、入力装置42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100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。

[0047] ブーム角度センサS1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S1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S1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S2、バケット角度センサS3についても同様である。ブーム角度センサS1によるブーム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。

[0048] アーム角度センサS2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S2によるアーム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。

[0049] バケット角度センサS3は、バケット6に取り付けられ、バケット6のA

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S3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。

[0050] 機体傾斜センサS4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S4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S4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S4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。

[0051] 旋回状態センサS5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S5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S5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S5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。

[0052] 空間認識装置としての撮像装置S6は、ショベル100の周辺を撮像する。撮像装置S6は、ショベル100の前方を撮像するカメラS6F、ショベル100の左方を撮像するカメラS6L、ショベル100の右方を撮像するカメラS6R、及び、ショベル100の後方を撮像するカメラS6Bを含む。

[0053] カメラS6F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S6F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S6Lは、上部旋回体3の上面左端に取り付けられ、カメラS6Rは、上部旋回体3の上面右端に取り付けられ、カメラS6Bは、上部旋回体3の上面

後端に取り付けられている。

[0054] 撮像装置S6（カメラS6F，S6B，S6L，S6R）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S6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S6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。

[0055] 空間認識装置としての撮像装置S6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S6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S6は、撮像装置S6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S6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S6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。

[0056] 尚、撮像装置S6は、直接、コントローラ30と通信可能に接続されてもよい。

[0057] 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、集合的に「シリンダ圧センサ」とも称される。

[0058] 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。

[0059] 測位装置P 0は、上部旋回体3の位置及び向きを測定する。測位装置P 0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P 0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。

[0060] 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。

[0061] 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ヨベル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、ブレーカが採用される場合、ブレーカの先端部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。

[0062] 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。

[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P0、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 5 1 と、距離算出部 5 2 と、情報伝達部 5 3 と、自動制御部 5 4 と、旋回角度算出部 5 5 と、相対角度算出部 5 6 と、を含む。

[0064] 位置算出部 5 1 は、所定の測位対象の位置を算出する。例えば、位置算出部 5 1 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 5 1 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。

[0065] 距離算出部 5 2 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 5 2 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 5 2 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 5 3 は、表示装置 4 0 や音声出力装置 4 3 等の所定の通知手段を通じて、各種情報をショベル 1 0 0 のオペレータに伝達（通知）する。情報伝達部 5 3 は、距離算出部 5 2 により算出された各種距離等の大きさ（程度）をショベル 1 0 0 のオペレータに通知する。例えば、表示装置 4 0 による視覚情報及び音声出力装置 4 3 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 5 3 は、表示装置 4 0 による視覚情報及び音声出力装置 4 3 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。

[0067] 具体的には、情報伝達部 5 3 は、音声出力装置 4 3 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 5 3 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、連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。

[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伝えるようにしてもよい。

[0069] 自動制御部54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26を通じたショベル100の手動操作を自動的に支援する。具体的には、自動制御部54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2A、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173、制御弁175L、175R、及び制御弁174）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54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54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42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26（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。

[0070] 例えば、自動制御部54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54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。

[0071] また、自動制御部54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2A（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30（自動制御部54）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26C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。

[0072] 例えば、ショベル100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BS）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100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100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。

- [0073] ショベル100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。
- [0074] 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）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。
- [0075] 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 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。

[0076] 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。

[0077] 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 0 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。

[0078] 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。

[0079] 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56は、例えば、記憶装置47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55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。

[0080] 自動制御部54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旋回操作されたか否かを判断する。自動制御部54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56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54は、レバー装置26C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2Aの動きを停止させてよい。これにより、自動制御部54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DT（図11参照）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DT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。

[0081] また、旋回油圧モータ2Aは、第1ポート2A1及び第2ポート2A2を有している。油圧センサ21は、旋回油圧モータ2Aの第1ポート2A1の作動油の圧力を検出する。油圧センサ22は、旋回油圧モータ2Aの第2ポート2A2の作動油の圧力を検出する。油圧センサ21、22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30に取り込まれる。

[0082] また、第1ポート2A1は、リリーフ弁23を介して作動油タンクと接続される。リリーフ弁23は、第1ポート2A1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2A1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2A2は、リリーフ弁24を介して作動油タンクと接続される。リリーフ弁24は、第2ポート2A2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2A2側の作動油を作動油タンクに排出する。

[0083] [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100の油圧システムについて説明する。

[0084] 図3は、本実施形態に係るショベル100の油圧システムの構成の一例を概略的に示す図である。

[0085] 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。

[0086] 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11により駆動されるメインポンプ14L、14Rのそれぞれから、センタバイパス油路C1L、C1R、パラレル油路C2L、C2Rを経て作動油タンクまで作動油を循環させる。

[0087] センタバイパス油路C1Lは、メインポンプ14Lを起点として、コントロールバルブ17内に配置される制御弁171、173、175L、176Lを順に通過し、作動油タンクに至る。

[0088] センタバイパス油路C1Rは、メインポンプ14Rを起点として、コントロールバルブ17内に配置される制御弁172、174、175R、176Rを順に通過し、作動油タンクに至る。

[0089] 制御弁171は、メインポンプ14Lから吐出される作動油を走行油圧モータ1Lへ供給し、且つ、走行油圧モータ1L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14Rから吐出される作動油を走行油圧モータ1Rへ供給し、且つ、走行油圧モータ1R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14Lから吐出される作動油を旋回油圧モータ2Aへ供給し、且つ、旋回油圧モータ2A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。
- [0092] 制御弁174は、メインポンプ14R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175L, 175Rは、それぞれ、メインポンプ14L, 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させるスプール弁である。
- [0094] 制御弁176L, 176Rは、メインポンプ14L, 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させる。
- [0095] 制御弁171, 172, 173, 174, 175L, 175R, 176L, 176R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C2Lは、センタバイパス油路C1Lと並列的に、制御弁171, 173, 175L, 176Lにメインポンプ14Lの作動油を供給する。具体的には、パラレル油路C2Lは、制御弁171の上流側でセンタバイパス油路C1Lから分岐し、制御弁171, 173, 175L, 176Rのそれぞれに並列してメインポンプ14L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C2Lは、制御弁171, 173, 175Lの何れかによってセンタバイパス油路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。
- [0097] パラレル油路C2Rは、センタバイパス油路C1Rと並列的に、制御弁172, 174, 175R, 176Rにメインポンプ14Rの作動油を供給する。具体的には、パラレル油路C2Rは、制御弁172の上流側でセンタバイパス油路C1Rから分岐し、制御弁172, 174, 175R, 176R

のそれぞれに並列してメインポンプ14Rの作動油を供給可能に構成される。パラレル油路C2Rは、制御弁172, 174, 175Rの何れかによってセンタバイパス油路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。

[0098] レギュレータ13L, 13R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14L, 14Rの斜板の傾転角を調節することによって、メインポンプ14L, 14Rの吐出量を調節する。

[0099] 吐出圧センサ28Lは、メインポンプ14L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28R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14L, 14Rの吐出圧に応じて、レギュレータ13L, 13Rを制御することができる。

[0100] センタバイパス油路C1L, C1Rには、最も下流にある制御弁176L, 176R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」）18L, 18Rが設けられる。これにより、メインポンプ14L, 14Rにより吐出された作動油の流れは、ネガコン絞り18L, 18Rで制限される。そして、ネガコン絞り18L, 18Rは、レギュレータ13L, 13Rを制御するための制御圧（以下、「ネガコン圧」）を発生させる。

[0101] ネガコン圧センサ19L, 19R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。

[0102] コントローラ30は、吐出圧センサ28L, 28Rにより検出されるメインポンプ14L, 14Rの吐出圧に応じて、レギュレータ13L, 13Rを制御し、メインポンプ14L, 14R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14Lの吐出圧の増大に応じて、レギュレータ13Lを制御し、メインポンプ14L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13R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14L, 14R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14L, 14Rの全馬力制御を行うことができる。

[0103] また、コントローラ30は、ネガコン圧センサ19L, 19Rにより検出されるネガコン圧に応じて、レギュレータ13L, 13Rを制御することにより、メインポンプ14L, 14R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14L, 14R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14L, 14Rの吐出量を増大させる。

[0104] 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14L, 14Rから吐出される作動油は、センタバイパス油路C1L, C1Rを通過してネガコン絞り18L, 18Rに至る。そして、メインポンプ14L, 14Rから吐出される作動油の流れは、ネガコン絞り18L, 18R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14L, 14R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C1L, C1Rを通過する際の圧力損失（ポンピングロス）を抑制する。

[0105] 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14L, 14R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14L, 14Rから吐出される作動油の流れは、ネガコン絞り18L, 18Rに至る量を減少或いは消失させ、ネガコン絞り18L, 18R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14L, 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を確実に駆動させることができる。

[0106] [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4A~4C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。

[0107] 図4A～4C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
4Aは、ブームシリンダ7を油圧制御する制御弁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4B
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4C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。

[0108] また、例えば、図4A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。

[0109] 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。

[0110] 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。

[0111] 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1
75L、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。

[0112] 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。

[0113] 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。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] 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。

[0117] 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。

[0118] 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。

[0119] 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。

[0120] 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ついても同様である。

[0121] 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。

[0122] 図4B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。

[0123] 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 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。

[0124] 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。

[0125] 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。

[0126] 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。

[0127] 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。

[0128] 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。

[0129] 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。

[0130] 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。

[0131] 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。

[0132] 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

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 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 15 から吐出される作動油を、比例弁 31 B R 及びシャトル弁 32 B R 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。

[0133] 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 33 B L, 33 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 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。

[0134] また、例えば、図 4 C に示すように、レバー装置 26 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 26 C 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。

[0135] シャトル弁 32 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 26 C の二次側のパイロットラインと、比例弁 31 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 173 の左側のパイロットポートに接続される。

[0136] シャトル弁 32 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 26 C の二次側のパイロットラインと、比例弁 31 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 173 の右側のパイロットポートに接続される。

- [0137] 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。
- [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。
- [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。

[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。

[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 32CL 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 26C 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 31CR 及びシャトル弁 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。

[0145] 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33CL, 33CR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。

[0146] 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1Lの操作系に関する構成部分、及び、走行油圧モータ1R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4A～4C）と同様に構成されてよい。

[0147] [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100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100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。

[0148] 図3で前述したように、コントローラ30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60を含む。

[0149] 土砂荷重処理部60は、積載物重量算出部61と、最大積載量検出部62と、加算積載量算出部63と、残積載量算出部64と、積載物重心算出部65と、を有する。

[0150] ここで、本実施形態に係るショベル100によるダンプトラックDT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。

[0151] まず、ショベル100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100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DTの荷台が配置されている。次に、ショベル100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DTの荷台へと積み込む（放土動作）。次に、ショベル100は、上部回転体3を回転させ、バケット6を放土位置から掘削位置へと移動する（回転動作）。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DTの荷台へと積み込む。

- [0152] 積載物重量算出部61は、バケット6内の土砂（積載物）の重量を算出する。積載物重量算出部61は、第1重量算出部611と、第2重量算出部612と、切替判断部613と、を有している。
- [0153] 第1重量算出部611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。第2重量算出部612は、バケットシリンダ9の推力に基づいて、土砂重量を算出する。なお、第1重量算出部611及び第2重量算出部612における土砂重量の算出方法は、後述する。
- [0154] 切替判断部613は、積載物重量算出部61が出力する土砂重量を、第1重量算出部611で算出された土砂重量とするか、第2重量算出部612で算出された土砂重量とするか、を判断して切り替える。
- [0155] なお、積載物重量算出部61は、第1重量算出部611及び第2重量算出部612の両方が、それぞれ土砂重量の算出を行っており、切替判断部613において2つの算出した土砂重量のうちどちらを積載物重量算出部61が出力する土砂重量とするかを判断して切り替える構成であってもよい。
- [0156] また、積載物重量算出部61は、切替判断部613によって、土砂重量を算出する重量算出部を切り替える、即ち、第1重量算出部611及び第2重量算出部612のうち、一方の重量算出部の処理を機能させるとともに、他方の重量算出部の処理を停止させる構成であってもよい。また、第1重量算出部611は切替判断部613の判断によらずに常時土砂重量の算出を行っており、第2重量算出部612は切替判断部613において選択された時のみ土砂重量を算出する構成であってもよい。
- [0157] 切替判断部613は、ブーム4を駆動するブームシリンダ7の状態に応じて、第1重量算出部611と第2重量算出部612とを切り替える。例えば

、切替判断部613は、第1重量算出部611での土砂重量の算出を基本とし、所定の条件を満たした場合に、第2重量算出部612での土砂重量の算出に切り替える。また、切替判断部613は、所定の条件を満たさなくなると、再び、第1重量算出部611での土砂重量の算出に切り替える。

[0158] ここで、所定の条件とは、例えば、ブーム4上げ動作の動作開始時または動作終了時としてもよい。例えば、切替判断部613は、ブーム角度センサS1（姿勢センサ）の検出値に基づいて、ブーム4を上げる動作の動作開始時または動作終了時であるか否かを判定する。ブーム4を上げる動作の動作開始時または動作終了時である場合、切替判断部613は、第2重量算出部612を選択する。ブーム4を上げる動作の動作開始時及び動作終了時でない場合、切替判断部613は、第1重量算出部611を選択する。なお、ブーム4を上げる動作の動作開始時または動作終了時であるか否かを検知する方法は、これに限られるものではなく、操作装置26の入力を検知するセンサ（図示せず）によってなされてもよく、パイロット圧を検知するセンサ（図示せず）によってなされてもよく、限定するものではない。また、所定の条件とは、ブーム4上げ動作の動作開始時または動作終了時に限られるものではない。例えば、時間に対して、第1重量算出部611で算出した土砂重量の値に振動が発生する場合である。

[0159] 第1重量算出部611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、第1重量算出部611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。また、第2重量算出部612は、バケットシリンダ9の推力に基づいて土砂重量を算出する。例えば、第2重量算出部612は、バケットシリンダ9の推力と、アーム5とバケット6とを連結するピンから土砂重心までの距離と、アーム5とバケット6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。

[0160] ここで、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

離の方が、アーム5とバケット6とを連結するピンから土砂重心までの距離よりも長くなっている。このため、例えば、推定した土砂重心の位置と実際の土砂重心の位置との位置ずれに対して、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の方が、アーム5とバケット6とを連結するピンから土砂重心までの距離よりも、位置ずれによる影響が小さくなる。よって、第1重量算出部611の方が、第2重量算出部612よりも精度よく土砂重量を算出することができる。

[0161] しかしながら、例えば、ブーム4上げ動作の開始時及びブーム4上げ動作の終了時において、ブームシリンダ7の推力に振動が発生し、第1重量算出部611で算出される土砂重量にも振動が発生する。このため、第1重量算出部611では、精度よく土砂重量を検出することが困難となる。この場合、切替判断部613は、土砂重量の算出を第2重量算出部612へと切り替える。これにより、ブーム4上げ動作の開始時及びブーム4上げ動作の終了時においても、精度を保って土砂重量を算出することができる。

[0162] なお、第2重量算出部612は、バケットシリンダ9の推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、これに限られるものではない。第2重量算出部612は、アームシリンダ8の推力に基づいて土砂重量を算出してもよい。例えば、第2重量算出部612は、アームシリンダ8の推力と、ブーム4とアーム5とを連結するピンから土砂重心までの距離と、ブーム4とアーム5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してもよい。

[0163] なお、本実施形態において、切替判断部613は、積載物重量算出部61が出力する土砂重量を、第1重量算出部611で算出された土砂重量とするか、第2重量算出部612で算出された土砂重量とするか、を判断して切り替える事例を説明したが、これに限られるものではない。積載物重量算出部61は、第2重量算出部612のみを用いてバケットシリンダ9の推力に基づいて土砂重量を算出してもよい。第1重量算出部611を用いてブームシリンダ7の推力に基づいて土砂重量を算出する場合には、アタッチメントの

重量等のパラメータを考慮しなければならず、精度が低下するおそれがある。これに対し、第2重量算出部612を用いてバケットシリンダ9の推力に基づいて土砂重量を算出することにより、考慮するパラメータを低減することができ、土砂重量の算出精度を向上させることができる。

[0164] 最大積載量検出部62は、土砂を積載する対象のダンプトラックDTの最大積載量を検出する。例えば、最大積載量検出部62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DTを特定する。次に、最大積載量検出部62は、特定されたダンプトラックDTの画像に基づいて、ダンプトラックDTの最大積載量を検出する。例えば、最大積載量検出部62は、特定されたダンプトラックDTの画像に基づいて、ダンプトラックDTの車種（サイズ等）を判定する。最大積載量検出部62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DTの最大積載量を求める。なお、入力装置42によってダンプトラックDTの最大積載量、車種等が入力され、最大積載量検出部62は、入力装置42の入力情報に基づいて、ダンプトラックDTの最大積載量を求めてもよい。

[0165] 加算積載量算出部63は、ダンプトラックDT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DTの荷台に放土されるごとに、加算積載量算出部63は、積載物重量算出部61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DT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DTが新しいダンプトラックDTとなった場合には、加算積載量はリセットされる。

[0166] 残積載量算出部64は、最大積載量検出部62で検出したダンプトラックDTの最大積載量と、加算積載量算出部63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DTに積載可能な土砂の残りの重量である。

[0167] 積載物重心算出部65は、バケット6内の土砂（積載物）の重心を算出す

る。なお、土砂の重心の算出方法については、後述する。

[0168] 表示装置40には、積載物重量算出部61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62で検出されたダンプトラックDTの最大積載量、加算積載量算出部63で算出されたダンプトラックDT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64で算出されたダンプトラックDT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。

[0169] なお、加算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、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40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、ダンプトラックDT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。

[0170] [第1重量算出部611における土砂重量算出方法]

次に、図5を参照しつつ、図6A～6Bを用いて、本実施形態に係るショベル100の第1重量算出部611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。

[0171] 図6A～6Bは、ショベル100のアタッチメントにおける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6Aはショベル100を示し、図6Bはバケット6付近を示す。なお、以下の説明において、後述するピンP1とバケット重心G3及び土砂重心Gsが水平線L1上に配置されているものとして説明する。

[0172] ここで、上部旋回体3とブーム4を連結するピンをP1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P2とする。ブーム4とブームシリンダ7を連結するピンをP3とする。ブーム4とアームシリンダ8を連結するピンをP4とする。アーム5とアームシリンダ8を連結するピンをP5とする。ブーム4とアーム5を連結するピンをP6とする。アーム5とバケット6を連結するピンをP7とする。また、ブーム4の重心をG1とする。

アーム5の重心をG2とする。バケット6の重心をG3とする。バケット6に積載された土砂（積載物）の重心をGsとする。基準線L2は、ピンP7を通りバケット6の開口面と平行な線とする。また、ピンP1とブーム4の重心G4との距離をD1とする。ピンP1とアーム5の重心G5との距離をD2とする。ピンP1とバケット6の重心G6との距離をD3とする。ピンP1と土砂の重心Gsとの距離をDsとする。ピンP2とピンP3を結ぶ直線と、ピンP1との距離をDcとする。また、ブームシリンダ7のシリンダ圧の検出値をFbとする。また、ブーム重量のうち、ピンP1とブーム重心G1を結ぶ直線に対して垂直方向の垂直成分をW1aとする。アーム重量のうち、ピンP1とアーム重心G2を結ぶ直線に対して垂直方向の垂直成分をW2aとする。バケット6の重量をW6とし、バケット6に積載された土砂（積載物）の重量をWsとする。

[0173] 図6Aに示すように、ピンP7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P7の位置は、ブーム角度センサS1及びアーム角度センサS2の検出値に基づいて算出することができる。

[0174] また、図6Bに示すように、ピンP7とバケット重心G3との位置関係（バケット6の基準線L2と、ピンP7とバケット重心G3を結ぶ直線との角度 θ_4 。ピンP7とバケット重心G3との距離D4。）は、規定値である。また、ピンP7と土砂重心Gsとの位置関係（バケット6の基準線L2と、ピンP7と土砂重心Gsを結ぶ直線との角度 θ_5 。ピンP7と土砂重心Gsとの距離D5。）は、例えば、実験的に予め求めてコントローラ30に記憶させておく。即ち、バケット角度センサS3に基づいて、土砂重心Gsとバケット重心G3を推定することができる。

[0175] 即ち、積載物重心算出部65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、土砂重心Gsを推定することができる。

[0176] 次に、ピンP1回りの各モーメントとブームシリンダ7との釣り合いの式は、以下の式（A1）で表すことができる。

[0177] $W_s D_s + W_1 a D_1 + W_2 a D_2 + W_3 D_3 = F_b D_c \dots (A1)$
)

[0178] 式(1)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。

[0179] $W_s = (F_b D_c - (W_1 a D_1 + W_2 a D_2 + W_3 D_3)) / D_s \dots (A2)$

[0180] ここで、ブームシリンダ7のシリンダ圧の検出値 F_b は、ブームロッド圧センサ S_{7R} 、ブームボトム圧センサ S_{7B} により算出される。距離 D_c 、垂直成分の重量 $W_1 a$ は、ブーム角度センサ S_1 により算出される。垂直成分の重量 $W_2 a$ 、距離 D_2 は、ブーム角度センサ S_1 及びアーム角度センサ S_2 により算出される。距離 D_1 、重量 W_3 は既知の値である。また、土砂重心 G_s とバケット重心 G_3 を推定したことにより、距離 D_s 、距離 D_3 も推定される。

[0181] 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 S_{7R} 、ブームボトム圧センサ S_{7B} の検出値)、ブーム角度(ブーム角度センサ S_1 の検出値)及びアーム角度(アーム角度センサ S_2 の検出値)に基づいて算出することができる。これにより、積載物重量算出部61は、積載物重心算出部65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。

[0182] なお、ショベル100が規定動作時であるか否かは、バケットシリンダ9のパイロットの検出値に基づいて、アタッチメントの姿勢を推定し、判定することができる。

[0183] なお、規定動作時におけるバケット6の姿勢は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ものとして説明したが、これに限られるものではない。例えば、前方を撮像するカメラ S_{6F} 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、カメラ S_{6F} でバケット6を撮像し、その画像に基づいて、バケット6の姿勢が水平であると判定した場合に土砂重心の推定、土砂荷重の算出を行って

もよい。

[0184] [第2重量算出部612における土砂重量算出方法]

次に、図5を参照しつつ、図7A~7Bを用いて、本実施形態に係るショベル100の第2重量算出部612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。

[0185] 図7A~7Bは、バケット6に作用する力の関係を説明する部分拡大図である。また、図7Aは、バケット6内の土砂の形状が第1の形状（基準形状）である場合を示す。図7Bは、バケット6内の土砂の形状が第2の形状（土砂重量測定時の形状の一例）である場合を示す。

[0186] 図7Aに示すように、バケットシリンダ9の後端側は、連結ピン9aによりアーム5の後端付近と連結されている。バケットシリンダ9の先端側は、連結ピン9bにより2つのリンク91, 92の一端同士と連結されている。リンク91は、一端側が連結ピン9bによりバケットシリンダ9の先端側と連結され、他端側が連結ピン9cによりアーム5の先端付近と連結されている。リンク92は、一端側が連結ピン9bによりバケットシリンダ9の先端側と連結され、他端側が連結ピン9dによりバケット6の基端付近と連結されている。

[0187] また、図7Aに示すように、L1は、バケット6の重心G_eと、バケット支持軸6bの中心との水平距離とする。L2は、バケット6内の土砂Lの重心G_lと、バケット支持軸6bの中心との水平距離とする。L3は、連結ピン9aの中心及び連結ピン9bの中心を通る線分（バケットシリンダ9の中心軸）と、連結ピン9cの中心と、の距離とする。L4は、連結ピン9bの中心及び連結ピン9dの中心を通る線分（リンク92の中心軸）と、連結ピン9cの中心と、の距離とする。L5は、連結ピン9bの中心及び連結ピン9dの中心を通る線分（リンク92の中心軸）と、バケット支持軸6bの中心と、の距離とする。

[0188] ショベル100のバケット6を、アーム5の傾斜角によらず所定の積荷保持姿勢、例えば、バケット先端6aがバケット支持軸6bと同じ高さになる

ような所定の水平姿勢に維持した場合、バケット支持軸 6 b の回りには、バケット 6 側の重量によるモーメント M と、バケット 6 を積荷保持姿勢に維持するバケットシリンダ 9 の反力 F によるモーメントとが働く。バケット 6 はこの状態で釣合っているから、釣合い条件により、両モーメントは向きが反対で大きさが等しくなる。

[0189] バケット 6 側の重量によるモーメント M は、バケット 6 の自重 W_e によるモーメント M_e と、土砂 L の重量 W_l によるモーメント M_l と、に分けられるから、以下の式 (1) で表すことができる。

$$[0190] \quad M = M_e + M_l \quad \dots (1)$$

[0191] 次に、バケット 6 を積荷保持姿勢に維持するバケットシリンダ 9 の反力 F によるモーメントについて説明する。まず、バケットシリンダ 9 の反力 F がリンク 9 1 の連結ピン 9 c の中心回りに与えるモーメントを m_c とすると、以下の式 (2-1) で表すことができる。

$$[0192] \quad m_c = F \cdot L_3 \quad \dots (2-1)$$

[0193] 一方、リンク 9 1 とリンク 9 2 は連結ピン 9 b の中心で回転自在に連結されており、リンク 9 2 の連結ピン 9 b から連結ピン 9 d の向きに働く反力を f_{bd} とすると、連結ピン 9 c の中心回りのモーメント m_c との釣り合いから、以下の式 (2-2) で表すことができる。

$$[0194] \quad f_{bd} \cdot L_4 = m_c \quad \dots (2-2)$$

[0195] 更に、バケット支持軸 6 b の中心回りでは、連結ピン 9 d の中心に働く反力 f_{cd} とバケット 6 のモーメント M が釣り合うので、以下の式 (2-3) で表すことができる。

$$[0196] \quad f_{cd} \cdot L_5 = M \quad \dots (2-3)$$

[0197] 式 (2-1) から式 (2-3) を整理すると、釣合の式は、以下の式 (2) で表すことができる。

$$[0198] \quad F \cdot L_3 \cdot L_5 / L_4 = M \quad \dots (2)$$

[0199] ここで、バケット 6 を所定の積荷保持姿勢に保った場合、バケット支持軸 6 b の位置に対する連結ピン 9 a ~ 9 d の位置は、姿勢センサ (例えば、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)により一意的に求めることができ、距離L 3, L 4, L 5を求めることができる。

[0200] また、バケットシリンダ9の圧力センサ(例えば、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)に基づいて検出した負荷圧をPとし、バケットシリンダ9のピストンの受圧面積をSとすると、バケットシリンダ9の反力Fは、以下の式(3)で表すことができる。

$$[0201] \quad F = P \times S \quad \dots (3)$$

[0202] 以上の様に、姿勢センサ及びバケットシリンダ9の圧力センサの検出値に基づいて、式(2), (3)により、バケットシリンダ9の反力Fによるモーメントを求めることができる。

[0203] 一方、バケット6の自重W_eによるモーメントM_eは、以下の式(4)で表すことができる。また、土砂Lの重量W_lによるモーメントM_lは、以下の式(5)で表すことができる。

$$[0204] \quad M_e = W_e \times L_1 \quad \dots (4)$$

$$M_l = W_l \times L_2 \quad \dots (5)$$

[0205] なお、バケット6を所定の積荷保持姿勢に保った場合、姿勢センサにより距離L 1を求めることができる。なお、距離L 2は、例えば、実験的に予め求めてコントローラ30に記憶させておく。また、後述する積載物重心算出部65で算出される土砂の重心に基づいて距離L 2を求めてもよい。

[0206] 以上の様に、姿勢センサ及びバケットシリンダ9の圧力センサの検出値に基づいて、式(1)から(5)により、土砂Lの重量W_lを求めることができる。なお、バケットシリンダ9の圧力に基づいて土砂重量を求める場合を例に説明したが、これに限られるものではない。例えば、姿勢センサ及びブームシリンダ7の圧力センサの検出値に基づいて、土砂Lの重量W_lを求めてもよい。また、姿勢センサ及びアームシリンダ8の圧力センサの検出値に基づいて、土砂Lの重量W_lを求めてもよい。なお、これらの場合の関係式は同様に求めればよく、説明を省略する。

[0207] ここで、ショベル100の掘削動作の際、バケット先端6aから土砂がバケット6内に入る。オペレータの技量によっては、バケット6内の土砂Lの形状は、図7Aに示す基準形状の様にバケット6を内に均等に積載される場合に限られない。例えば、図7Bに示すように、バケット6内の土砂Laの形状がバケット先端6aの側に片寄り、基準形状と異なる場合がある。この場合、バケット6内の土砂Laの重心G1aの位置は、図7Aに示す基準形状の土砂Lの重心G1の位置と異なる場合がある。

[0208] 図5に戻り、積載物重心算出部65は、バケット6に積載された土砂の重心の位置を算出する機能を有している。積載物重心算出部65は、例えば、第1から第4の重心算出方法のいずれかを用いて土砂の重心の位置を算出する。

[0209] (第1の重心算出方法)

積載物重心算出部65による第1の重心算出方法について説明する。撮像装置S6は、バケット6に積載された土砂の形状を撮像する。積載物重心算出部65は、撮像装置S6で撮像された画像を取得する。積載物重心算出部65は、撮像装置S6で撮像された土砂の形状に基づいて、土砂の重心の位置を算出する。

[0210] ここで、積載物重心算出部65は、バケット6内面の形状情報を有している。積載物重心算出部65は、撮像装置S6で撮像された土砂の形状と予め登録されているバケット6内面の形状情報に基づいて、バケット6に積載された土砂の全体の形状を推定する。積載物重心算出部65は、推定された土砂の全体の形状に基づいて、土砂の重心の位置を算出する。例えば、積載物重心算出部65は、土砂の密度分布が一様であるものとして、推定された土砂の全体の形状に基づいて、土砂の重心の位置を算出する。

[0211] なお、バケット6に積載された土砂の形状を撮像する撮像装置S6は、例えば、ショベル100の前方を撮像するカメラS6Fを用いてもよい。また、ブーム4やアーム5に土砂の形状を撮像するカメラ(図示せず)を設けてもよい。ブーム4やアーム5に撮像装置を設けることにより、土砂の上方か

ら撮像することができるので、より精度よく土砂の形状を推定することができる。また、これらのカメラは、例えばステレオカメラであってもよい。

[0212] (第2の重心算出方法)

積載物重心算出部65による第2の重心算出方法について説明する。オペレータは、ショベル100の掘削動作を開始する前に、入力装置42を操作してパラメータを選択する。パラメータ(土砂特性情報)としては、例えば、掘削対象の土砂の種類(例えば、土、砂、砂利等)、土砂の状態(例えば、ウェット状態、ドライ状態等)を入力する。積載物重心算出部65は、入力された土砂の種類及び状態の少なくともいずれか一方に基づいて、土砂の重心の位置を算出する。

[0213] ここで、土砂の種類や状態によって安息角が異なる。このため、バケット6により土砂を掘削し、バケット6の姿勢を土砂重量を推定する姿勢(積荷保持姿勢)とした場合、バケット6に積載された土砂の上面の形状は土砂の種類や状態やパラメータ(土砂特性情報)等を用いて推定することができる。積載物重心算出部65は、推定された土砂の上面の形状とバケット6内面の形状情報に基づいて、バケット6に積載された土砂の全体の形状を推定する。また、積載物重心算出部65は、推定された土砂の全体の形状に基づいて、土砂の重心の位置を算出する。

[0214] なお、土砂のパラメータ(土砂特性情報:種類、状態等)と、バケット6に積載された土砂の重心の位置と、を対応付けしたテーブルを積載物重心算出部65に記憶しておいてもよい。この場合、積載物重心算出部65は、入力されたパラメータとテーブルとに基づいて、土砂の重心の位置を算出することができる。なお、テーブルは、実験、シミュレーション等により求めてもよい。

[0215] (第3の重心算出方法)

積載物重心算出部65による第3の重心算出方法について図8を用いて説明する。図8は、積載物重心算出部65による第3の重心算出方法を説明する模式図である。

[0216] 積載物重心算出部65は、バケット6を第1状態とした際のバケットシリンダ9のシリンダ圧と、バケット6を第2状態とした際のバケットシリンダ9のシリンダ圧と、に基づいて、土砂の重心の位置を算出する。

[0217] まず、コントローラ30は、バケット6を第1の状態（図8において実線で示す）とする。図8に示す例では、バケット6の開口面が水平となるような姿勢とする。ここで、第1の状態におけるバケット6の重心を $G e 1$ とし、第1の状態における土砂の重心を $G l 1$ とする。バケット支持軸6bから重心 $G e 1$ までの水平距離を L とし、バケット支持軸6bから重心 $G l 1$ までの水平距離を $L + \Delta L$ とする。また、土砂の重量を W とする。

[0218] 第1の状態であって、バケット支持軸6bにおける土砂の自重によるトルク $\tau 1$ は、以下の式（6）で表すことができる。

$$[0219] \quad \tau 1 = W (L + \Delta L) \quad \dots (6)$$

[0220] 次に、コントローラ30は、バケット6を第2の状態（図8において二点鎖線で示す）とする。図8に示す例では、第1の状態からバケット角度を θ だけ開いた姿勢とする。ここで、第2の状態におけるバケット6の重心を $G e 2$ とし、第2の状態における土砂の重心を $G l 2$ とする。この場合、バケット支持軸6bから重心 $G e 2$ までの水平距離は $L \sin \theta$ となり、バケット支持軸6bから重心 $G l 2$ までの水平距離は $L \sin \theta + \Delta L \sin \theta$ となる。

[0221] 第2の状態であって、バケット支持軸6bにおける土砂の自重によるトルク $\tau 2$ は、以下の式（7）で表すことができる。

$$[0222] \quad \tau 2 = W (L \sin \theta + \Delta L \sin \theta) \quad \dots (7)$$

[0223] 式（6）及び式（7）において、土砂重量 W は一致するので、以下の式（8）を導く。

$$[0224] \quad \tau 1 / (L + \Delta L) = \tau 2 / (L \sin \theta + \Delta L \sin \theta) \quad \dots (8)$$

[0225] ここで、トルク $\tau 1$ 及びトルク $\tau 2$ は、バケットシリンダ9（バケットロッド圧センサS9R、バケットボトム圧センサS9B）のシリンダ圧、姿勢

センサ（バケット角度センサS3）により求めることができる。また、角度 θ は、バケット角度センサS3により求めることができる。また、バケット6の重心 G_e2 は予め求められており、距離 L も既知の値である。積載物重心算出部65は、これらの値及び式（8）に基づいて、土砂の重心の位置を算出することができる。

[0226] （第4の重心算出方法）

積載物重心算出部65による第4の重心算出方法について図9を用いて説明する。図9は、積載物重心算出部65による第4の重心算出方法を説明する模式図である。

[0227] 積載物重心算出部65は、ブームシリンダ7の圧力、アームシリンダ8の圧力、バケットシリンダ9の圧力のうち少なくとも2つに基づいて、土砂の重心の位置を算出する。

[0228] まず、コントローラ30は、アタッチメントを所定の状態とする。図9に示す例では、バケット6の開口面が水平となるような姿勢とする。ここで、基準形状の土砂 L の重心を G_l とし、実際の土砂 L_a の重心を G_{la} とする。上部回転体3とブーム4を連結するブーム支持軸から重心 G_l までの水平距離を L_3 とし、ブーム4とアーム5を連結するアーム支持軸から重心 G_l までの水平距離を L_4 とし、重心 G_l と重心 G_{la} の水平距離を ΔL とする。また、土砂の重量を W とする。

[0229] ブーム支持軸における土砂の自重によるトルク τ_3 は、以下の式（9）で表すことができる。アーム支持軸における土砂の自重によるトルク τ_4 は、以下の式（10）で表すことができる。

$$[0230] \quad \tau_3 = W (L_3 - \Delta L) \quad \dots (9)$$

$$\tau_4 = W (L_4 - \Delta L) \quad \dots (10)$$

[0231] 式（9）及び式（10）において、土砂重量 W は一致するので、以下の式（11）を導く。

$$[0232] \quad \tau_3 / (L_3 - \Delta L) = \tau_4 / (L_4 - \Delta L) \quad \dots (11)$$

[0233] ここで、トルク τ_3 は、ブームシリンダ7（ブームロード圧センサS7R

、ブームボトム圧センサS 7 B) のシリンダ圧、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、バケット角度センサS 3) により求めることができる。トルク τ_4 は、アームシリンダ8 (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) のシリンダ圧、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、バケット角度センサS 3) により求めることができる。重心G 1は予め設定された値であり、距離L 3, L 4は、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、バケット角度センサS 3) により求めることができる。積載物重心算出部6 5は、これらの値及び式 (1 1) に基づいて、距離 ΔL を算出することができる。即ち、積載物重心算出部6 5は、土砂L aの重心L 1 aの位置を算出することができる。

[0234] なお、ブームシリンダ7の圧力及びアームシリンダ8の圧力に基づいて、土砂の重心の位置を算出する場合を例に説明したが、これに限られるものではない。例えば、ブームシリンダ7の圧力及びバケットシリンダ9の圧力に基づいて、土砂の重心の位置を算出してもよい。また、アームシリンダ8の圧力及びバケットシリンダ9の圧力に基づいて、土砂の重心の位置を算出してもよい。なお、これらの場合の関係式は同様に求めればよく、説明を省略する。

[0235] 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、本実施形態に係るショベル100によれば、積載物重心算出部6 5により土砂の重心を算出し、算出した土砂の重心に基づいて土砂重量を算出することができる。これにより、例えば、バケット6に積載された土砂の片寄りが生じるような場合であっても、土砂の重心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。

[0236] また、ダンプトラックD T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D T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

D T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D T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D Tの運用効率が低下する。また、ダンプトラックD Tの積載不足は、土砂を運搬するダンプトラックD Tの延べ台数を増加させ、ダンプトラックD T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によれば、過積載を防止しつつ、土砂をダンプトラックD Tに積載することができるので、ダンプトラックD Tの運用効率を向上させることができる。

[0237] また、表示装置40には、バケット6内の土砂重量、ダンプトラックD T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100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D Tに土砂を積載することができる。

[0238] 以上、ショベル100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。

[0239] 積載物重量算出部61は、バケットシリンダ9（ブームシリンダ7、アームシリンダ8）の圧力に基づいて、土砂の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61は、上部回転体3を回転させる際の回転トルクに基づいて土砂の重量を算出してもよい。

[0240] 積載物重量算出部61が上部回転体3を回転させる際の回転トルクに基づいて土砂の重量を算出する場合について説明する。上部回転体3を回転させる際の回転トルク τ の運動方程式は、以下の式(12)で表すことができる。なお、アタッチメント角 θ は、ブーム角度、アーム角度、バケット角度を含む。

[0241]

[数1]

$$J(\theta)\ddot{\omega} + h(\theta, \dot{\theta}, \dot{\omega})\dot{\omega} = \tau \quad \dots(12)$$

但し、

ω : 旋回角

θ : アタッチメント角

$J(\theta)$: 慣性による項

$h(\theta, \dot{\theta})$: コリオリと遠心力による項

τ : 旋回トルク

とする。

[0242] また、バケット6内に土砂がない場合（空荷の場合）における上部旋回体3を旋回させる際の旋回トルク τ_0 の運動方程式は、以下の式（13）で表すことができる。

[0243] [数2]

$$J_0(\theta)\ddot{\omega} + h_0(\theta, \dot{\theta}, \dot{\omega})\dot{\omega} = \tau_0 \quad \dots(13)$$

[0244] また、バケット6内に土砂がある場合における上部旋回体3を旋回させる際の旋回トルク τ_w の運動方程式は、以下の式（14）で表すことができる。

。

[0245]

[数3]

$$(J_0(\theta) + J_w(\theta, M))\ddot{\omega} + (h_0(\theta, \dot{\theta}, \dot{\omega}) + h_w(\theta, \dot{\theta}, \dot{\omega}, M))\dot{\omega} = \tau_w \quad \dots(14)$$

但し、

$J_w(\theta, M)$, $h_w(\theta, \dot{\theta}, \dot{\omega}, M)$: 積載物による増加分

M : 積載物重量

とする。

[0246] ここで、式(13)及び式(14)より、土砂がある場合の旋回トルク τ_w と土砂がない場合の旋回トルク τ_0 との差 $\Delta\tau$ は、以下の式(15)で表すことができる。

[0247] [数4]

$$\Delta\tau = \tau_w - \tau_0 = J_w(\theta, M)\ddot{\omega} + h_w(\theta, \dot{\theta}, \dot{\omega}, M)\dot{\omega} \quad \dots(15)$$

[0248] ここで、式(15)における積載物重量 M 以外のパラメータは、既知あるいは計測可能であるため、積載物重量 M を算出することが可能である。

[0249] 即ち、積載物重量算出部61は、上部旋回体3の旋回動作において、上部旋回体3の旋回駆動力を取得する。ここで、上部旋回体3の旋回駆動力は、

旋回油圧モータ 2 A の一方のポートと他方のポートとの圧力差、即ち、油圧センサ 2 1, 2 2 で検出した油圧の差から得られる。

[0250] また、積載物重量算出部 6 1 は、姿勢センサによりアタッチメントの姿勢を取得する。例えば、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 により、アタッチメント角（ブーム角度、アーム角度、バケット角度）を取得する。また、機体傾斜センサ S 4 により、機体の傾斜角度を取得してもよい。また、積載物重量算出部 6 1 は、旋回状態センサ S 5 により、上部旋回体 3 の旋回角速度及び旋回角度を取得する。

[0251] また、積載物重量算出部 6 1 は、事前にテーブルを有している。テーブルには、アタッチメントの姿勢と、旋回駆動力と、に対応して、積載物重量 M が対応付けされている。

[0252] これにより、積載物重量算出部 6 1 は、旋回駆動力、姿勢センサの情報、テーブルに基づいて、積載物重量 M を算出することができる。

[0253] また、積載物重量算出部 6 1 は、旋回駆動力により旋回イナーシャを求め、求めた旋回イナーシャに基づいて、積載物重量 M を算出してもよい。

[0254] ここで、バケット 6 内に土砂がない場合の旋回イナーシャは、アタッチメントの姿勢及び既知の情報（各部の重心位置、重量等）により求めることができる。また、バケット 6 内に土砂を有する場合の旋回イナーシャは、旋回トルクから計算することができる。

[0255] 土砂がない場合の旋回イナーシャから土砂がある場合の旋回イナーシャへの増加量は、バケット 6 内の土砂重量に基づくものである。よって、土砂がない場合の旋回イナーシャと土砂を有する場合の旋回イナーシャへとを対比して、積載物重量 M を算出することができる。換言すれば、これらの旋回イナーシャの差分に基づいて、積載物重量 M を算出することができる。

[0256] ここで、土砂の重心位置は、式 (1 4) における J_w 及び h_w の項に含まれる。積載物重心算出部 6 5 が土砂の重心位置を算出することにより、上部旋回体 3 の旋回トルクを用いて積載物重量 M を算出する場合にも、算出精度を向上させることができる。

[0257] また、旋回駆動力には、慣性モーメント、旋回遠心力の影響が含まれている。このため、積載物重量算出部61における土砂重量の算出方法は、積載物の重量を計算する際に複雑な補償を必要とせず、積載物重量Mを直接求めることができる。

[0258] なお、ショベル100が上部旋回体3が旋回する場合を例に説明したが、これに限られるものではない。例えば、上部旋回体3が旋回するとともに、アタッチメントが旋回方向以外の方向に速度成分を持つ場合、アタッチメントの速度を考慮して積載物重量Mを求めてもよい。例えば、バケット6が上部旋回体3の回転軸よりも遠ざかるまたは近づく方向に移動する、バケット6が上部旋回体3の回転軸に沿った上方向または下方向に移動する場合、バケット6の速度を考慮して積載物重量Mを求めてもよい。

[0259] [メイン画面の構成例]

次に、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は、画像表示部41に表示される。

[0260] 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、リセットボタン41r、残重量表示領域41s及び目標重量表示領域41tを含む。

[0261] 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、ショベル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、ショベル1

〇〇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。

[0262] 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。

[0263] 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。

[0264] 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75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。

[0265] カメラ画像表示領域41mは、撮像装置S6が撮像した画像を表示する領域である。図10の例では、カメラ画像表示領域41mは、バックカメラ80Bが撮像したバックカメラ画像を表示している。バックカメラ画像は、シヨベル100の後方の空間を映し出す後方画像であり、カウンタウエイの画像3aを含む。

[0266] 現重量表示領域41pは、バケット6が現に持ち上げている物体の重量（現重量）を表示する領域である。図10は、現重量が550kgであることを示している。

- [0267] コントローラ30は、例えば、作業アタッチメントの姿勢とブームボトム圧と予め登録されている作業アタッチメントの仕様（重量及び重心位置等）とに基づいて現重量を算出する。具体的には、コントローラ30は、ブーム角度センサS1、アーム角度センサS2及びブームボトム圧センサS6b等の情報取得装置の出力に基づいて現重量を算出する。
- [0268] 累積重量表示領域41qは、所定の期間においてバケット6が持ち上げた物体の重量の積算値（以下、「累積重量」とする。）を表示する領域である。図10は、累積重量が9500kgであることを示している。
- [0269] 所定の期間は、例えば、リセットボタン41rが押されたときに始まる期間である。操作者は、例えば、ダンプトラックDTの荷台に土砂を積み込む作業を行う場合、積み込み対象のダンプトラックDTが入れ替わる度にリセットボタン41rを押して累積重量をリセットする。各ダンプトラックDTに積み込んだ土砂の総重量を容易に把握できるようにするためである。
- [0270] この構成により、ショベル100は、ダンプトラックDTの最大積載重量を超えて、ダンプトラックDTの荷台に土砂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土砂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DTの運転者は、積み込みヤードに戻り、荷台に積み込まれた土砂の一部を下ろす作業を行う必要がある。ショベル100は、このような積載重量の調整作業の発生を防止できる。
- [0271] 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日の作業によって運搬された土砂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。
- [0272] リセットボタン41rは、累積重量をリセットするためのソフトウェアボタンである。リセットボタン41rは、入力装置42、左操作レバー26L又は右操作レバー26R等に配置されるハードウェアボタンであってもよい。
- [0273] コントローラ30は、ダンプトラックDTの入れ替わりを自動的に認識して累積重量を自動的にリセットするように構成されていてもよい。この場合

、コントローラ30は、撮像装置S6が撮像した画像を利用してダンプトラックDTの入れ替わりを認識してもよく、通信装置を利用してダンプトラックDTの入れ替わりを認識してもよい。

[0274] また、コントローラ30は、撮像装置S6が撮像した画像に基づき、バケット6で持ち上げた土砂がダンプトラックDT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DTの荷台以外の場所に移された土砂がダンプトラックDT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。

[0275] コントローラ30は、作業アタッチメントの姿勢に基づき、バケット6で持ち上げた土砂がダンプトラックDT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30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DTの荷台の高さ）を超え且つ釈放ボタン65Cが押された場合に、土砂がダンプトラックDTの荷台に積み込まれたと判定してもよい。

[0276] コントローラ30は、現重量が所定値を超えていると判定した場合に警報を出力するように構成されていてもよい。所定値は、例えば、定格持ち上げ重量に基づく値である。警報は、視覚的警報、聴覚的警報又は触覚的警報であってもよい。この構成により、コントローラ30は、現重量が所定値を超えていること或いはそのおそれがあることを操作者に伝えることができる。

[0277] 残重量表示領域41sは、残重量を表示する領域である。図10は、累積重量が9500kgで、且つ、残重量が500kgであることを示している。すなわち、最大積載量が10000kgであることを示している。但し、表示装置40は、残重量を表示させずに最大積載量を表示させてもよいし、残重量とは別に最大積載量を表示させてもよい。

[0278] 目標重量表示領域41tは、バケット6で吸着する物体の目標重量を表示する領域である。なお、目標重量は、残重量を超えない値で設定される。

[0279] 図10に示す例では、残重量が500kgであることから、目標重量は500kgと設定されている。これに対し、現重量は、550kgである。こ

のため、コントローラ30は、現重量が500kg（目標重量）となるまでバケット6の電流を減少させる制御を行う。これにより、ダンプトラックDTの過積載を防止することができる。

[0280] 以上、本実施形態に係るショベル100によれば、バケット6によって持ち上げられた物体の重量（現重量）を目標重量とすることができる。

[0281] なお、目標重量と目標電流指令とを対応付けしたテーブルを有し、目標重量に基づいて、バケット6に供給する電流の目標電流指令を生成することにより、バケット6によって持ち上げられた物体の重量を目標重量に近づけるという構成が考えられる。しかしながら、バケット6で吸着する物体は、例えば、土砂や鉄骨等の粗密のバラツキがある物体である場合、目標重量に対応した電流値を印加しても、実際にバケット6に吸着された物体の重量が目標重量とずれることが想定される。これに対し、本実施形態に係るショベル100によれば、バケット6によって持ち上げられた物体の重量を目標重量とすることができる。

[0282] また、メッセージ表示領域41m1には、メッセージが表示される。例えば、現重量が目標重量を超過している際には、その旨のメッセージが表示される。これにより、重量調整が完了する前に積み込み動作を行うことを防止することができる。また、累積重量が最大積載量を超過した場合にもメッセージを表示してもよい。これにより、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DTの過積載を防止することができる。

[0283] [積込支援システム]

次に、積込支援システムSYSについて、図11を用いて説明する。図11は、積込支援システムSYSの構成例を示す図である。積込支援システムSYSは、ショベル100と、ダンプトラックDTに設けられた支援装置210を有する移動体200と、管理装置300と、支援装置400と、を備え、通信網900を介して通信可能に構成されていてもよい。

[0284] 支援装置210は、携帯端末装置であり、例えば、ダンプトラックDTに備え付けられるノートPC、タブレットPC、スマートフォン等のコンピュ

ータである。

[0285] 管理装置300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コンピュータである。なお、管理装置300は、可搬性のコンピュータ（例えば、ノートPC、タブレットPC、スマートフォン等の携帯端末装置）であってもよい。

[0286] 支援装置400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PC、タブレットPC、スマートフォン等のコンピュータである。

[0287] ショベル100のコントローラ30は、算出した土砂重量等を通信装置T1及び通信網900を介して管理装置300に送信してもよい。これにより、管理装置300は、ショベル100がダンプトラックDTに積載した土砂等の積載物の重量を管理することができる。また、ショベル100のコントローラ30は、通信装置T1及び通信網900を介してダンプトラックDTに設けられた支援装置210に送信してもよい。

[0288] また、ショベル100は、通信網900を介して遠隔操作されてもよい。

[0289] 以上、ショベル100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。

[0290] 本願は、2019年7月11日に出願した日本国特許出願2019-129524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

[0291]	100	ショベル
	1	下部走行体
	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（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（第1アクチュエータ）
8	アームシリンダ（第2アクチュエータ）
9	バケットシリンダ（第2アクチュエータ）
21, 22	油圧センサ
30	コントローラ（制御装置）
40	表示装置
42	入力装置
43	音声出力装置
47	記憶装置
60	土砂荷重処理部
61	積載物重量算出部（重量算出部）
62	最大積載量検出部
63	加算積載量算出部
64	残積載量算出部
65	積載物重心算出部（重心算出部）
611	第1重量算出部
612	第2重量算出部
613	切替判断部（切替部）
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

S 7 R	ブームロッド圧センサ
S 7 B	ブームボトム圧センサ
S 8 R	アームロッド圧センサ
S 8 B	アームボトム圧センサ
S 9 R	バケットロッド圧センサ
S 9 B	バケットボトム圧センサ
D T	ダンプトラック

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、
前記アタッチメントを駆動する第1アクチュエータ及び第2アクチュエータと、
制御装置と、を備え、
前記制御装置は、
前記第1アクチュエータに基づいて、前記アタッチメントに積載された積載物の重量を第1重量として算出する第1重量算出部と、
前記第2アクチュエータに基づいて、前記積載物の重量を第2重量として算出する第2重量算出部と、を有する、ショベル。
- [請求項2] 前記制御装置は、
前記第1アクチュエータの状態に基づいて、前記第1重量算出部と前記第2重量算出部とを切り替える切替部を更に有する、
請求項1に記載のショベル。
- [請求項3] 前記切替部は、
前記第1重量算出部で算出された前記第1重量及び前記第2重量算出部で算出された前記第2重量のうち、選択する重量を切り替える、
請求項2に記載のショベル。
- [請求項4] 前記切替部は、
前記第1重量算出部及び前記第2重量算出部のうち、前記積載物の重量の算出処理を機能させる重量算出部を切り替える、
請求項2に記載のショベル。
- [請求項5] 前記アタッチメントは、ブーム、アーム、バケットを備え、
前記第1アクチュエータは、前記ブームを駆動し、
前記第2アクチュエータは、前記バケットまたは前記アームを駆動する、
請求項2に記載のショベル。
- [請求項6] 前記切替部は、

前記第1アクチュエータが前記ブームを上げ動作する際、前記積載物の重量を前記第2重量として切り替える、
請求項5に記載のシヨベル。

[請求項7] 前記制御装置は、
前記積載物の重心を算出する重心算出部を更に有する、
請求項1に記載のシヨベル。

[請求項8] 上部旋回体に取り付けられ、バケットを含むアタッチメントと、
前記バケットを駆動するバケットシリンダと、
制御装置と、を備え、
前記制御装置は、
前記バケットシリンダに基づいて、前記バケットに積載された積載物の重量を算出する重量算出部を有する、シヨベル。

[請求項9] 前記制御装置は、
前記バケットに積載された積載物の重心を算出する重心算出部を更に有する、
請求項8に記載のシヨベル。

[請求項10] 前記積載物を撮像する撮像装置を備え、
前記重心算出部は、
前記撮像装置で撮像された前記積載物の形状に基づいて、前記積載物の重心を算出する、
請求項9に記載のシヨベル。

[請求項11] 前記重心算出部は、
前記積載物の種類及び状態の少なくともいずれか一方に基づいて、
前記積載物の重心を算出する、
請求項9に記載のシヨベル。

[請求項12] 前記重心算出部は、
前記バケットを第1状態とした際の前記バケットシリンダの圧力と、
前記バケットを第1状態とはバケット角が異なる第2状態とした際

の前記バケットシリンダの圧力と、に基づいて、前記積載物の重心を算出する、

請求項 9 に記載のシヨベル。

[請求項13]

前記アタッチメントは、ブーム及びアームを更に含み、

前記ブームを駆動するブームシリンダと、

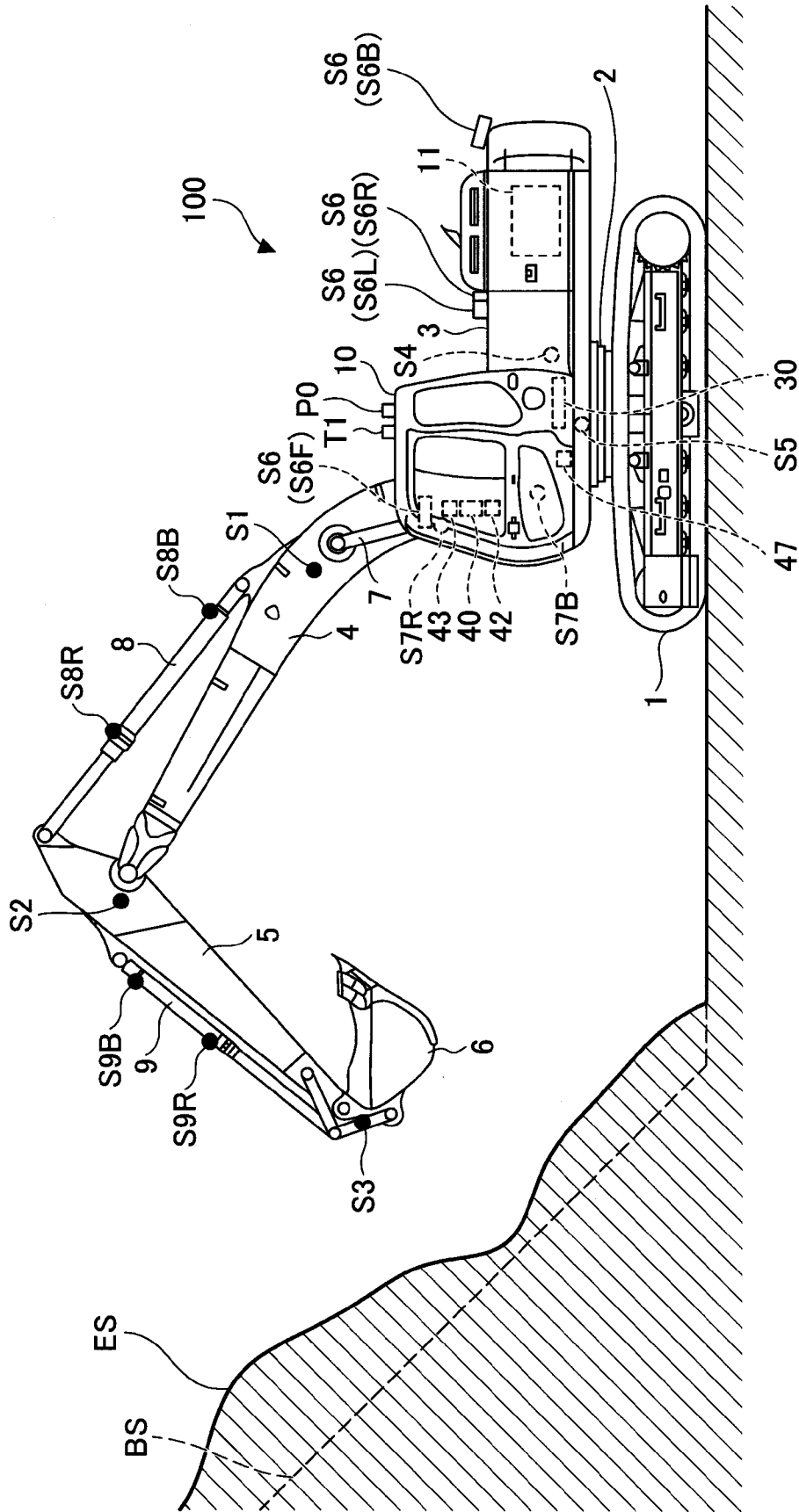
前記アームを駆動するアームシリンダと、を備え、

前記重心算出部は、

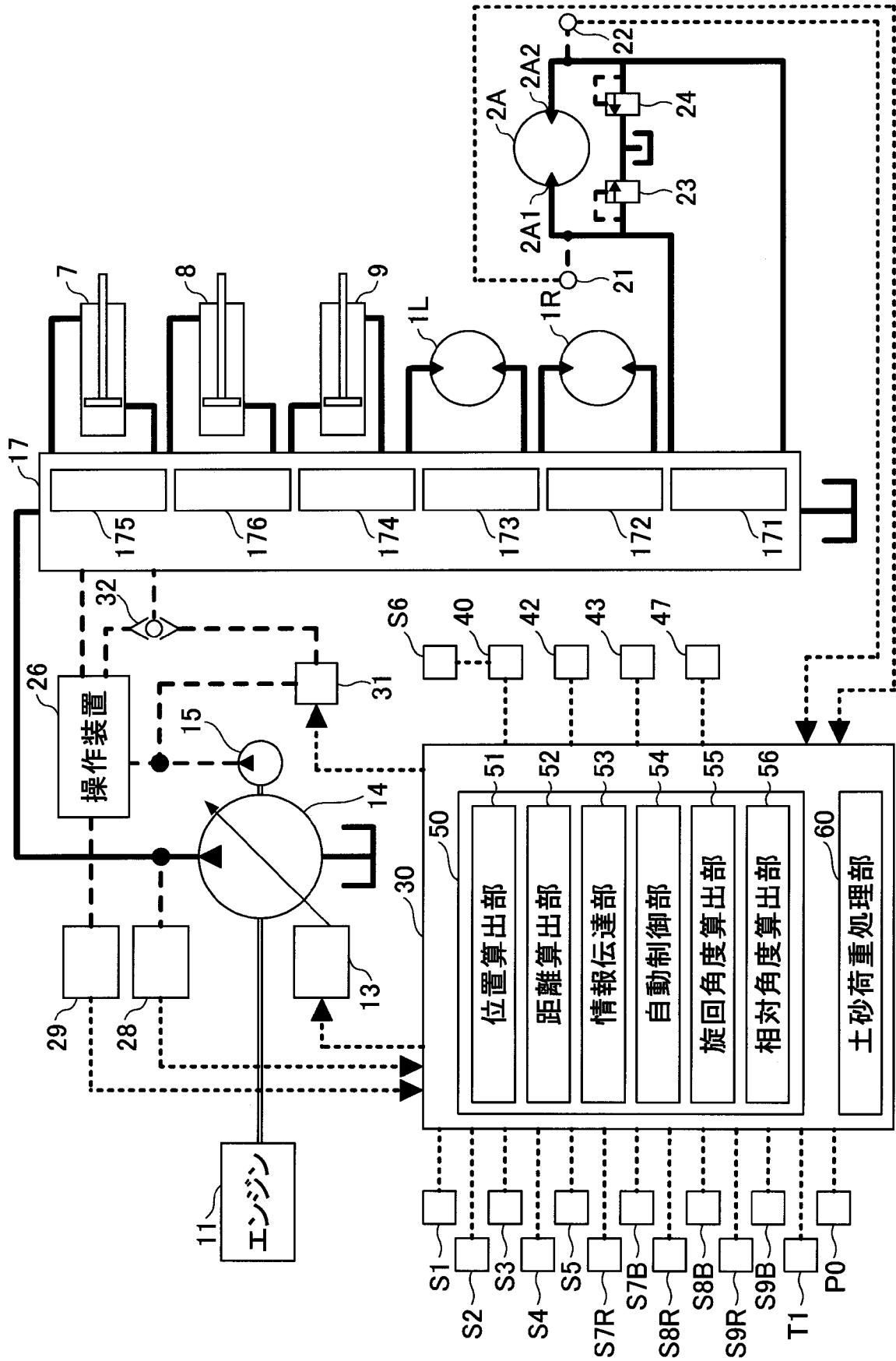
前記ブームシリンダの圧力、前記アームシリンダの圧力、前記バケットシリンダの圧力のうち少なくとも2つに基づいて、前記積載物の重心を算出する、

請求項 9 に記載のシヨベル。

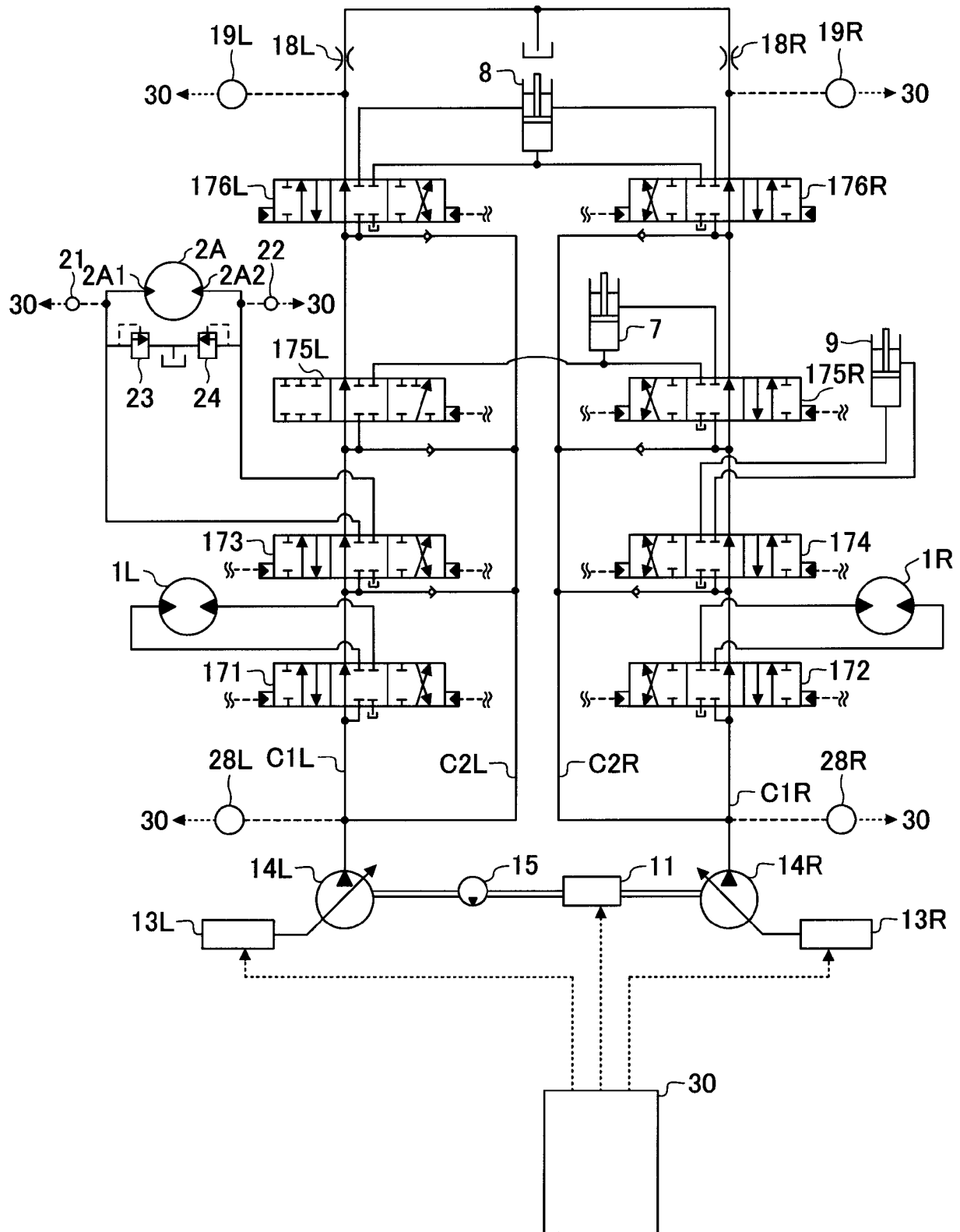
[図1]



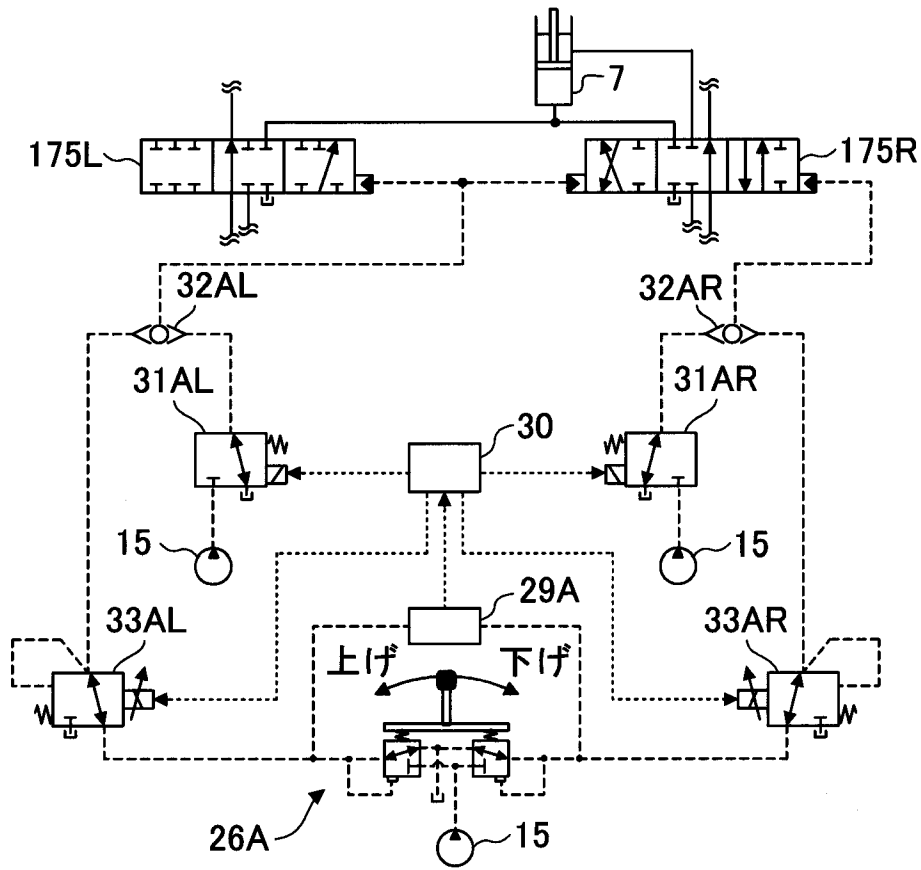
[図2]



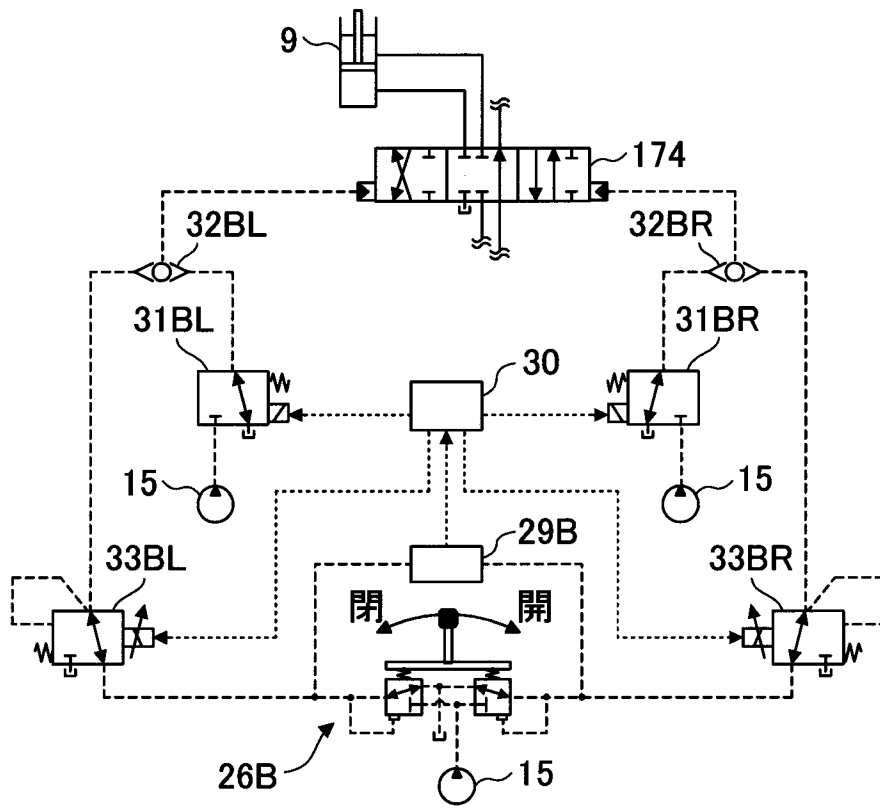
[図3]



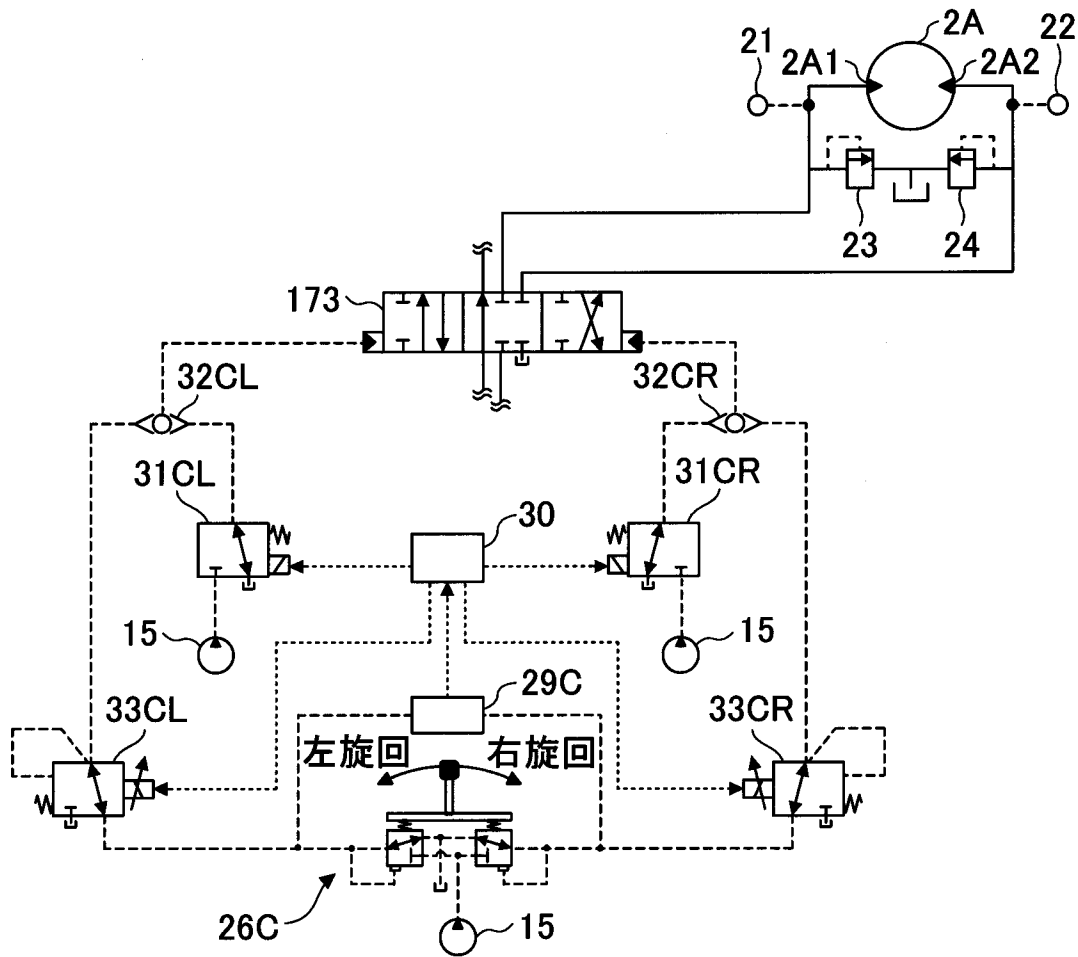
[図4A]



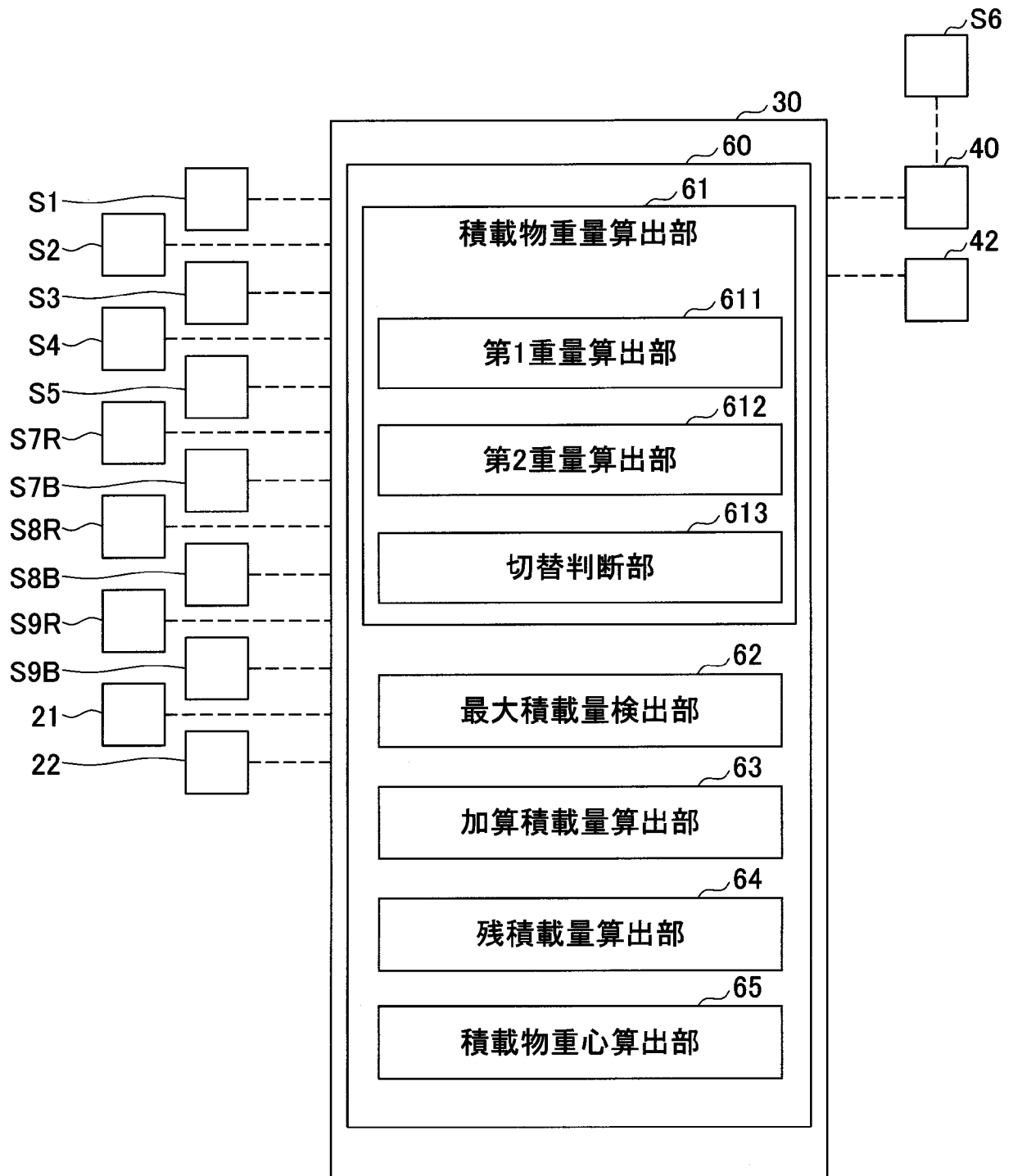
[図4B]



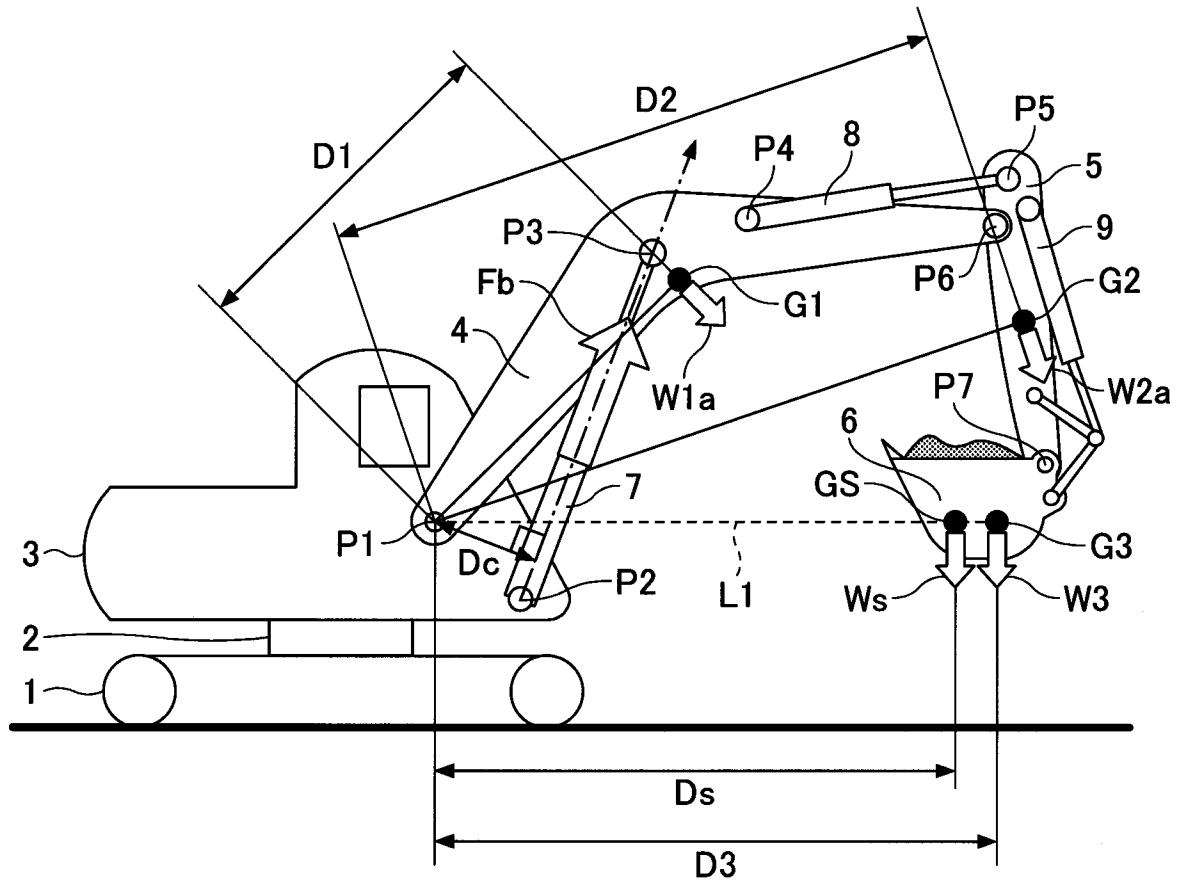
[図4C]



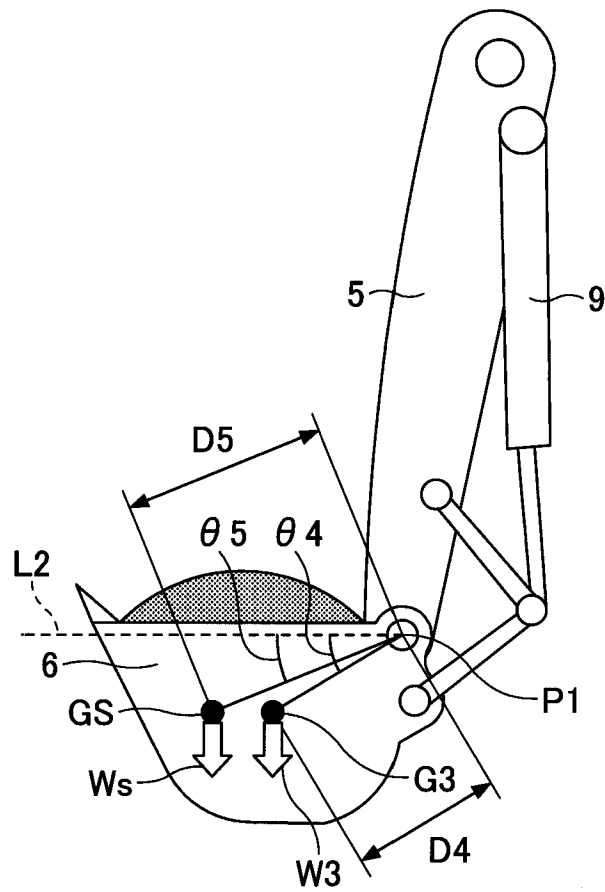
[図5]



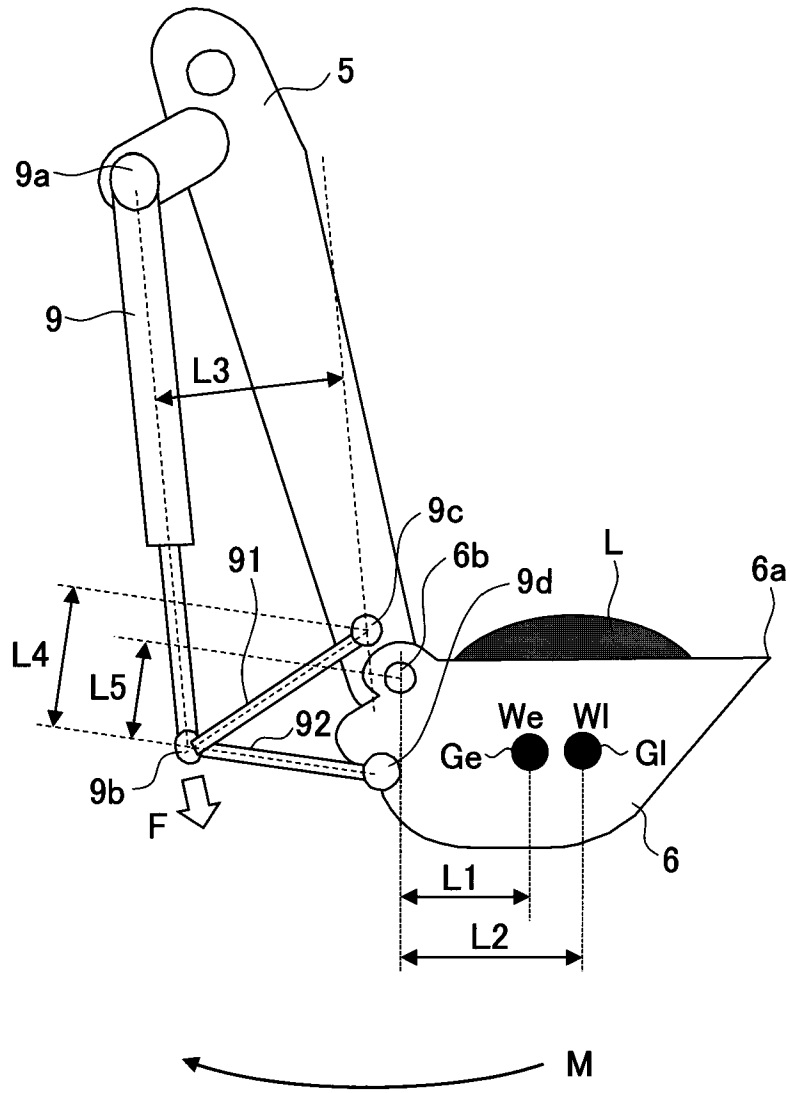
[図6A]



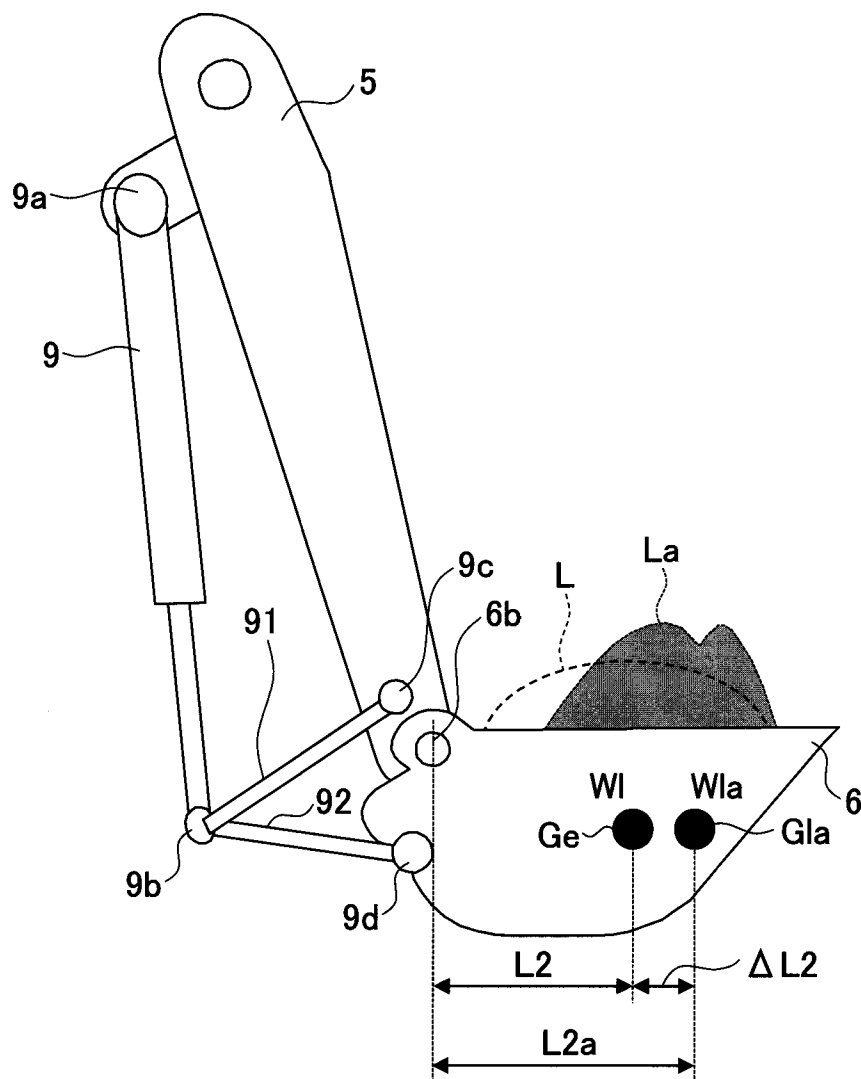
[図6B]



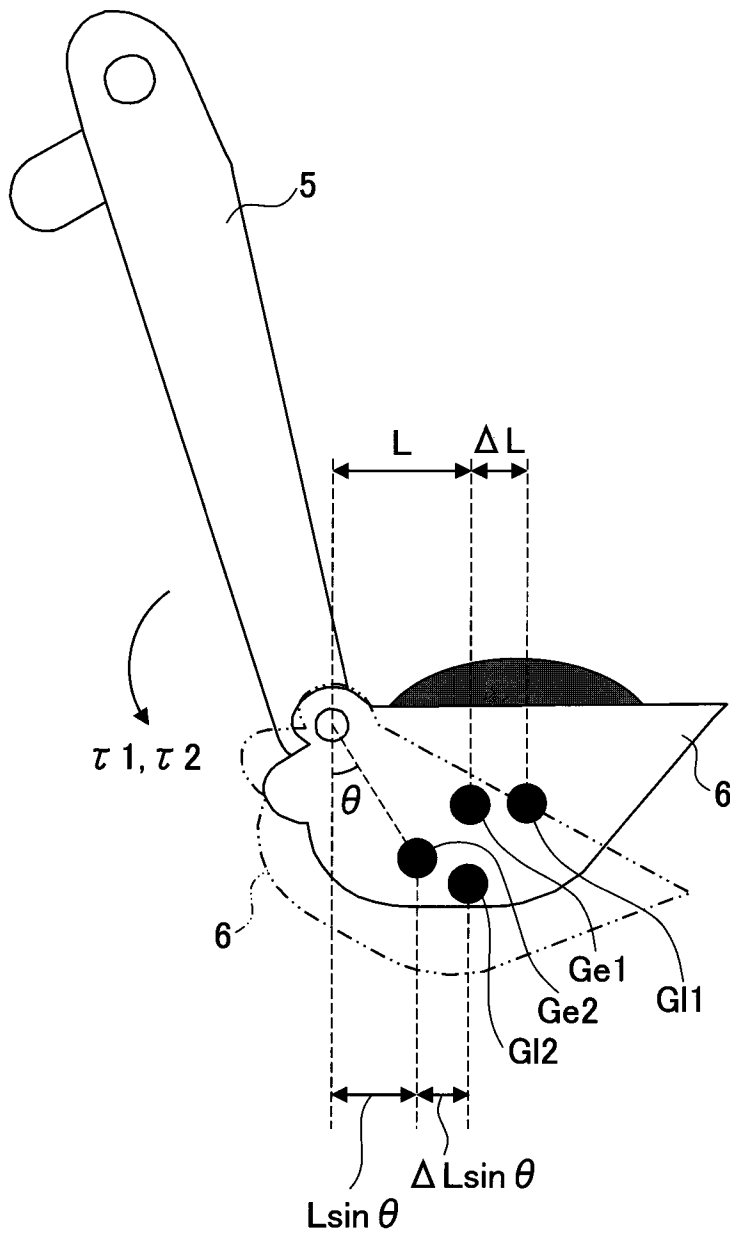
[図7A]



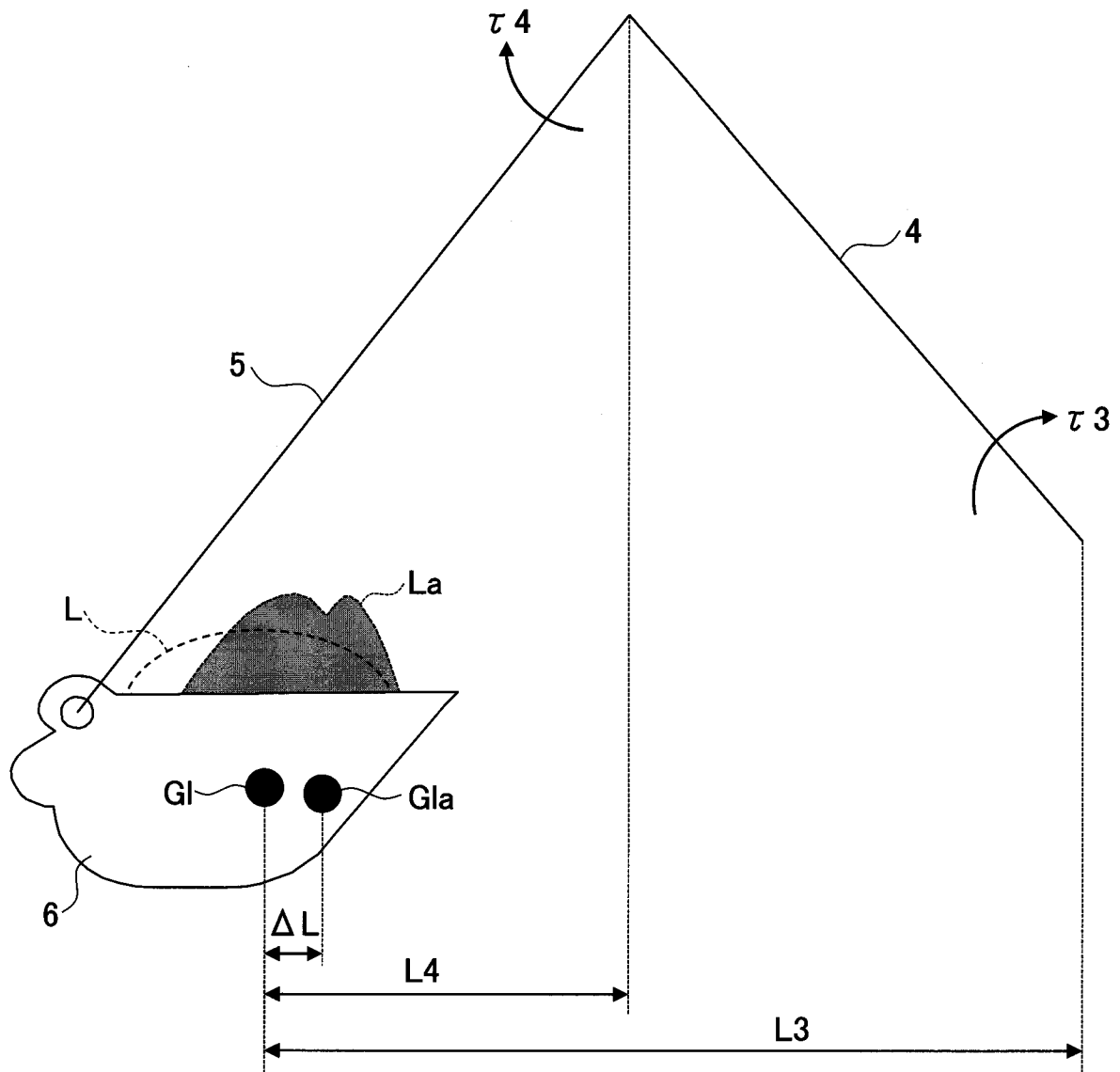
[図7B]



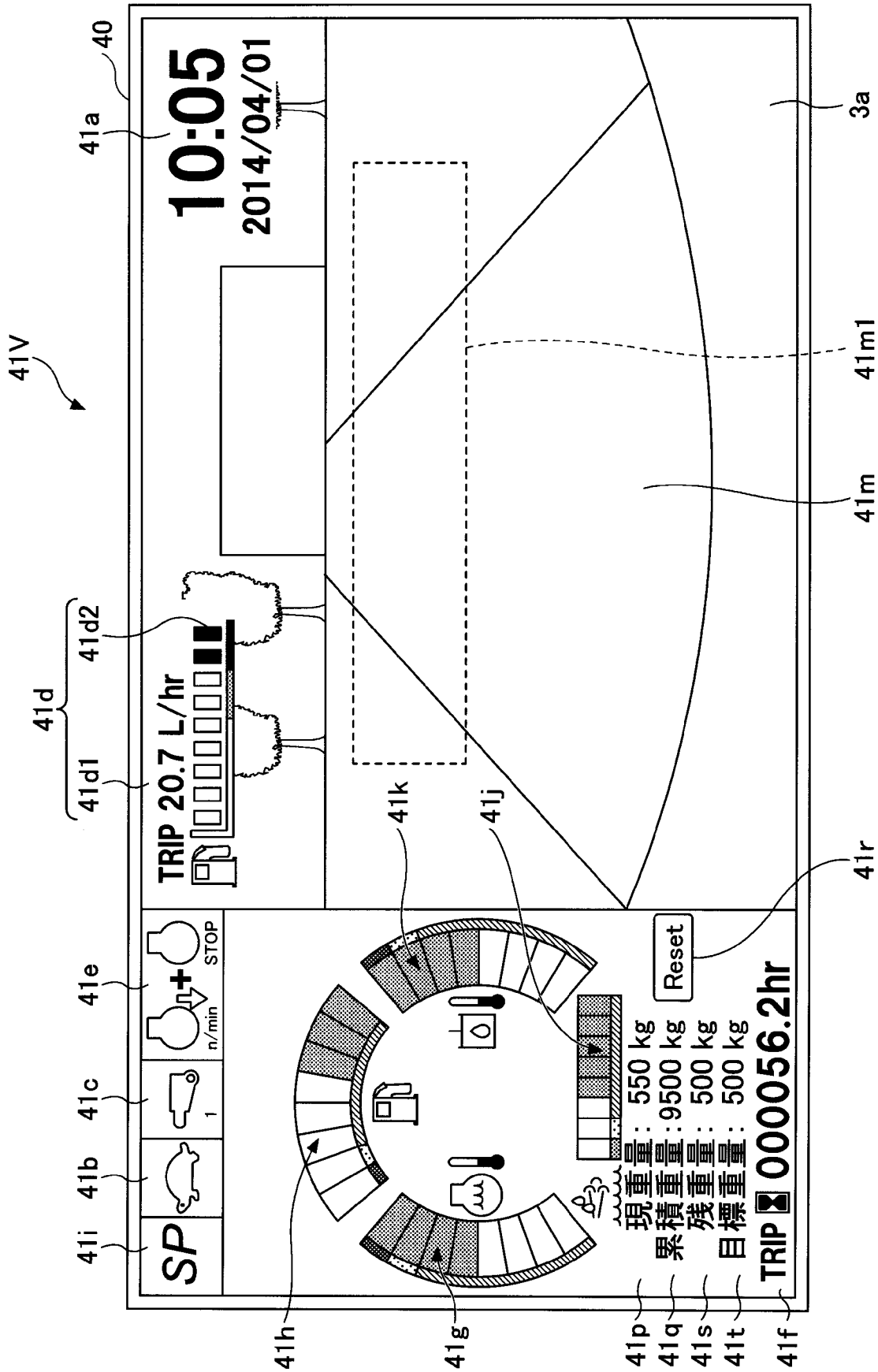
[図8]



[図9]



[図10]



41V

41d
41d1
41d2

41i 41b 41c 41e

41a 40

41h

41g

41p
41q
41s
41t
41f

41r

41m

41m1

3a

現重量: 550 kg
累積重量: 9500 kg
残重量: 500 kg
目標重量: 500 kg

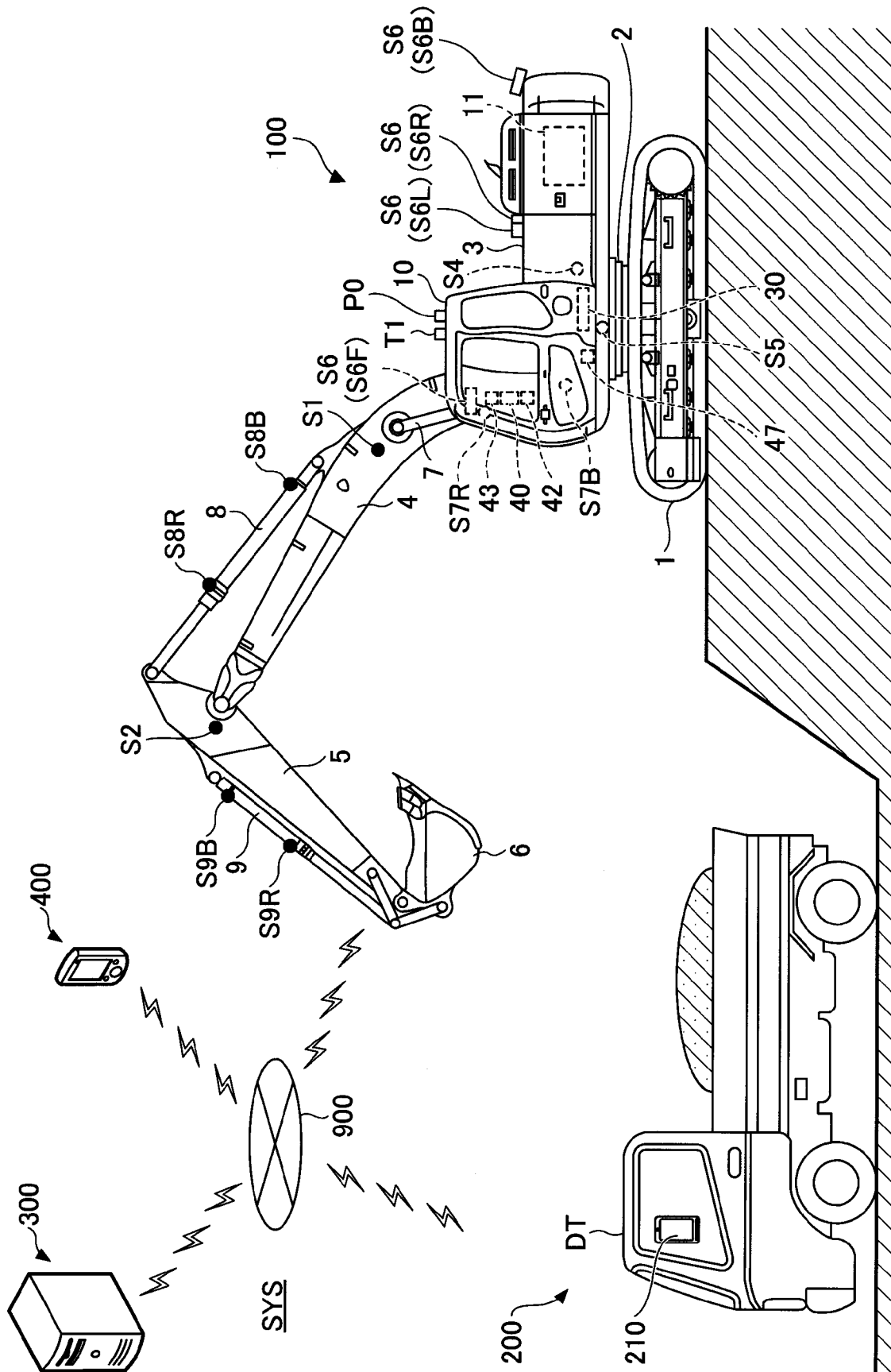
TRIP 000056.2hr

Reset

TRIP 20.7 L/hr

10:05
2014/04/01

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER E02F 9/20 (2006.01) i; G01G 19/10 (2006.01) i FI: E02F9/20 M; G01G19/10 B According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E02F9/20-E02F9/22, E02F3/42-E02F3/43, E02F3/84-E02F3/85, E02F9/24, E02F9/26, G01G19/00-G01G19/393 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 11-230821 A (SHIN CATERPILLAR MITSUBISHI LTD.) 27.08.1999 (1999-08-27) paragraphs [0006]-[0032], fig. 1-7	1-9 10-13
X	JP 2000-291078 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 17.10.2000 (2000-10-17) paragraphs [0014]-[0041], fig. 1-6	1, 7
X	JP 2002-004337 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 09.01.2002 (2002-01-09) paragraphs [0008]-[0023], fig. 1-5	1, 7
X	JP 62-189222 A (KOMATSU LTD.) 19.08.1987 (1987-08- 19) page 6, upper left column, line 10 to page 7, upper left column, line 8, fig. 1-11	8-9, 12
Y	page 6, upper left column, line 10 to page 7, upper left column, line 8, fig. 1-11	10-11, 13
Y	JP 2009-243157 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 22.10.2009 (2009-10-22) paragraphs [0089]-[0103]	10-11
<input checked="" type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* "A" "E" "L" "O" "P"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance earlier application or patent but published on or after the international filing date document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" "X" "Y" "&" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 16 September 2020 (16.09.2020)		Date of mailing of the international search report 06 October 2020 (06.10.2020)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027119

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-178362 A (SHIN CATERPILLAR MITSUBISHI LTD.) 12.07.2007 (2007-07-12) paragraphs [0060]-[0068]	13
A	US 4499960 A (MANNESMANN AKTIENGESELLSCHAFT) 19.02.1985 (1985-02-19)	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/027119

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 11-230821 A	27 Aug. 1999	(Family: none)	
JP 2000-291078 A	17 Oct. 2000	(Family: none)	
JP 2002-004337 A	09 Jan. 2002	(Family: none)	
JP 62-189222 A	19 Aug. 1987	(Family: none)	
JP 2009-243157 A	22 Oct. 2009	(Family: none)	
JP 2007-178362 A	12 Jul. 2007	(Family: none)	
US 4499960 A	19 Feb. 1985	GB 2103811 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） E02F 9/20(2006.01)i; G01G 19/10(2006.01)i FI: E02F9/20 M; G01G19/10 B		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） E02F9/20-E02F9/22, E02F3/42-E02F3/43, E02F3/84-E02F3/85, E02F9/24, E02F9/26, G01G19/00-G01G19/393 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 11-230821 A (新キャタピラー三菱株式会社) 27.08.1999 (1999-08-27) [0006] - [0032]、図1-7	1-9 10-13
X	JP 2000-291078 A (日立建機株式会社) 17.10.2000 (2000-10-17) [0014] - [0041]、図1-6	1,7
X	JP 2002-004337 A (日立建機株式会社) 09.01.2002 (2002-01-09) [0008] - [0023]、図1-5	1,7
X Y	JP 62-189222 A (株式会社小松製作所) 19.08.1987 (1987-08-19) 第6頁左上欄第10行-第7頁左上欄第8行、図1-11 第6頁左上欄第10行-第7頁左上欄第8行、図1-11	8-9,12 10-11,13
Y	JP 2009-243157 A (日立建機株式会社) 22.10.2009 (2009-10-22) [0089] - [0103]	10-11
Y	JP 2007-178362 A (新キャタピラー三菱株式会社) 12.07.2007 (2007-07-12) [0060] - [0068]	13
A	US 4499960 A (MANNESMANN AKTIENGESELLSCHAFT) 19.02.1985 (1985-02-19)	1-13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
16.09.2020	06.10.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 亀谷 英樹 2B 5714 電話番号 03-3581-1101 内線 3237	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/027119

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 11-230821 A	27.08.1999	(ファミリーなし)	
JP 2000-291078 A	17.10.2000	(ファミリーなし)	
JP 2002-004337 A	09.01.2002	(ファミリーなし)	
JP 62-189222 A	19.08.1987	(ファミリーなし)	
JP 2009-243157 A	22.10.2009	(ファミリーなし)	
JP 2007-178362 A	12.07.2007	(ファミリーなし)	
US 4499960 A	19.02.1985	GB 2103811 A	