

(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
2018年12月27日(27.12.2018)

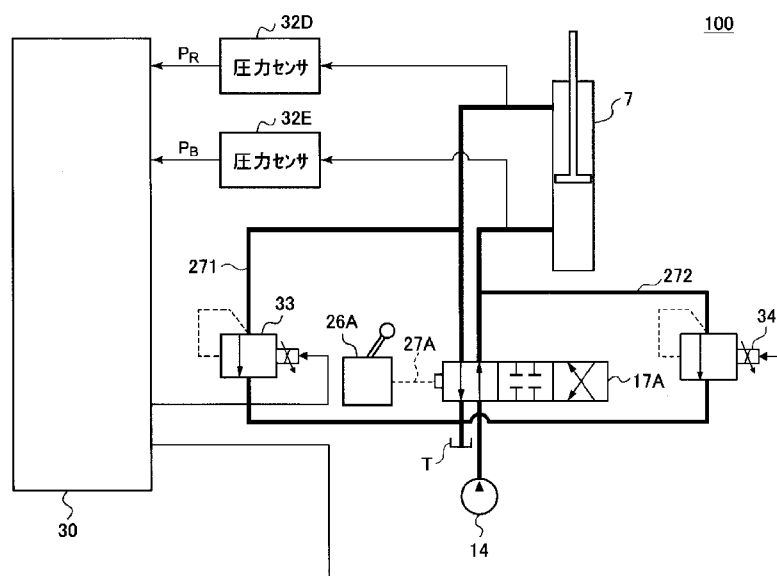


(10) 国際公開番号
WO 2018/235779 A1

- (51) 国際特許分類:
E02F 9/26 (2006.01) E02F 3/43 (2006.01) JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/023151 (72) 発明者: 佐野 裕介 (SANO, Yusuke); 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町1-9番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 Kanagawa (JP). 岡田 純一 (OKADA, Junichi); 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町1-9番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 Kanagawa (JP). 平沼 一則 (HIRANUMA, Kazunori); 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町1-9番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 Kanagawa (JP). 井辻 孔康 (ITSUJI, Yoshiyasu); 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町1-9番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 Kanagawa (JP). 塚根 浩一郎 (TSUKANE, Koichiro); 〒2378555 神
- (22) 国際出願日: 2018年6月18日(18.06.2018)
- (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 2017-121776 2017年6月21日(21.06.2017) JP
特願 2017-121777 2017年6月21日(21.06.2017) JP
特願 2017-121778 2017年6月21日(21.06.2017) JP
特願 2017-143522 2017年7月25日(25.07.2017) JP
- (71) 出願人: 住友重機械工業株式会社 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/

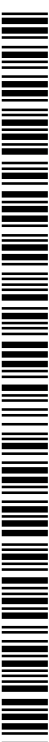
(54) Title: EXCAVATOR

(54) 発明の名称: ショベル



32D, 32E Pressure sensor

(57) Abstract: Provided is an excavator capable of correcting the operation of an attachment regardless of the operating state of the attachment operated by an operator. The present invention comprises: a traveling body; a swivel body swivelably mounted on the traveling body; an attachment mounted on the swivel body; a hydraulic actuator for driving the attachment; and a hydraulic control unit which, in connection with the operation of the attachment, controls the hydraulic pressure of the hydraulic actuator, and is capable of controlling the hydraulic pressure of the hydraulic actuator regardless



WO 2018/235779 A1

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).
本田 圭二(HONDA, Keiji); 〒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).

(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, JO, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

of the operating state of the attachment.

(57) 要約: オペレータによるアタッチメントの操作状態に関わらず、アタッチメントの動作を補正することが可能なショベルを提供する。走行体と、走行体に旋回自在に搭載される旋回体と、旋回体に搭載されるアタッチメントと、アタッチメントを駆動する油圧アクチュエータと、アタッチメントの動作に関連して、油圧アクチュエータの油圧を制御する油圧制御部であって、アタッチメントの操作状態に関わらず、油圧アクチュエータの油圧を制御可能な油圧制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： ショベル

技術分野

[0001] 本発明は、ショベルに関する。

背景技術

[0002] 従来、ショベルのオペレータが意図しない動作（以下、単に「意図しない動作」と称する）の発生を防止するために、ショベルのアタッチメントの動作を補正する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1では、ショベルのアタッチメントを駆動する油圧シリンダの圧力が所定の許容最大圧力以下になるように油圧制御することにより、ショベルの引き摺り動作や浮き上がり動作等の意図しない動作を抑制する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-122510号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、アタッチメントがどのような操作状態であっても、意図しない動作は抑制されることが望ましい。そのため、アタッチメントの操作状態に関わらず、アタッチメントの動作が補正される必要がある。

[0006] そこで、上記課題に鑑み、オペレータによるアタッチメントの操作状態に関わらず、アタッチメントの動作を補正することが可能な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

[0007] 上記目的を達成するため、本発明の一実施形態では、
走行体と、
前記走行体に旋回自在に搭載される旋回体と、

前記旋回体に搭載されるアタッチメントと、
前記アタッチメントを駆動する油圧アクチュエータと、
前記アタッチメントの動作に関連して、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する油圧制御部であって、前記アタッチメントの操作状態に関わらず、前記油圧アクチュエータの油圧を制御可能な油圧制御部と、を備える、
ショベルが提供される。

発明の効果

[0008] 上述の実施形態によれば、オペレータによるアタッチメントの操作状態に関わらず、アタッチメントの動作を補正することが可能なショベルを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本実施形態に係るショベルの一例を示す図である。
[図2]本実施形態に係るショベルの駆動系を中心とする基本的な構成の一例を示すブロック図である。
[図3]ショベルの前方引き摺り動作を説明する図である。
[図4A]ショベルの後方引き摺り動作を説明する図である。
[図4B]ショベルの後方引き摺り動作を説明する図である。
[図5]ショベルの前部浮き上がり動作を説明する図である。
[図6]ショベルの後部浮き上がり動作を説明する図である。
[図7A]ショベルの振動動作を説明する図である。
[図7B]ショベルの振動動作を説明する図である。
[図8]ショベルの振動動作を説明する図である。
[図9A]ショベルの意図しない動作の抑制方法を概略的に説明する図である。
[図9B]ショベルの意図しない動作の抑制方法を概略的に説明する図である。
[図9C]ショベルの意図しない動作の抑制方法を概略的に説明する図である。
[図9D]ショベルの意図しない動作の抑制方法を概略的に説明する図である。
[図10]前方引き摺り動作に関する力学的モデルの一例を示す図である。
[図11]後方引き摺り動作に関する力学的モデルの一例を示す図である。

- [図12]前部浮き上がり動作に関する力学的モデルの一例を示す図である。
- [図13]後部浮き上がり動作に関する力学的モデルの一例を示す図である。
- [図14A]転倒支点と上部旋回体の向きとの関係を説明する図である。
- [図14B]転倒支点と上部旋回体の向きとの関係を説明する図である。
- [図14C]転倒支点と上部旋回体の向きとの関係を説明する図である。
- [図15]転倒支点と地面の状態との関係を説明する図である。
- [図16]コントローラによる浮き上がり動作の発生時における制御条件を設定する処理の一例を説明する図である。
- [図17A]ショベルの振動動作に関する動作波形図の具体例を示す図である。
- [図17B]ショベルの振動動作に関する動作波形図の具体例を示す図である。
- [図17C]ショベルの振動動作に関する動作波形図の具体例を示す図である。
- [図18]制限推力の取得方法を説明する図である。
- [図19A]引き摺り動作の発生の有無を判定する手法の第1例を説明する図である。
- [図19B]引き摺り動作の発生の有無を判定する手法の第1例を説明する図である。
- [図20]引き摺り動作の発生の有無を判定する手法の第2例を説明する図である。
- [図21A]引き摺り動作の発生の有無を判定する手法の第3例を説明する図である。
- [図21B]引き摺り動作の発生の有無を判定する手法の第3例を説明する図である。
- [図22A]引き摺り動作の発生の有無を判定する手法の第4例を説明する図である。
- [図22B]引き摺り動作の発生の有無を判定する手法の第4例を説明する図である。
- [図23A]浮き上がり動作の発生の有無を判定する手法の第1例を説明する図である。

[図23B]浮き上がり動作の発生の有無を判定する手法の第1例を説明する図である。

[図23C]浮き上がり動作の発生の有無を判定する手法の第1例を説明する図である。

[図24]浮き上がり動作の発生の有無を判定する手法の第2例を説明する図である。

[図25A]浮き上がり動作の発生の有無を判定する手法の第3例を説明する図である。

[図25B]浮き上がり動作の発生の有無を判定する手法の第3例を説明する図である。

[図26A]浮き上がり動作の発生の有無を判定する手法の第4例を説明する図である。

[図26B]浮き上がり動作の発生の有無を判定する手法の第4例を説明する図である。

[図27]シヨベルの特徴的な構成の第1例を概略的に示す図である。

[図28]シヨベルの特徴的な構成の第2例を概略的に示す図である。

[図29]シヨベルの特徴的な構成の第3例を概略的に示す図である。

[図30]シヨベルの特徴的な構成の第4例を概略的に示す図である。

[図31]シヨベルの特徴的な構成の第5例を概略的に示す図である。

[図32]シヨベルの特徴的な構成の第6例を概略的に示す図である。

[図33]シヨベルの特徴的な構成の第7例を概略的に示す図である。

[図34]シヨベルの特徴的な構成の第8例を概略的に示す図である。

[図35]シヨベルの特徴的な構成の第9例を概略的に示す図である。

[図36]コントローラによるシヨベルの意図しない動作を抑制する処理（所定動作抑制処理）の一例を概略的に示すフローチャートである。

[図37]シヨベルの第1変形例を説明する図である。

[図38]シヨベルの第1変形例を説明する図である。

[図39]シヨベルの第2変形例を説明する図である。

[図40]ショベルの第3変形例を説明する図である。

[図41]第4変形例に係るショベルに搭載される駆動系の構成例を示す図である。

[図42]掘削が行われる際にショベルに作用する力の関係を示す図である。

[図43]ショベルに搭載される油圧回路の構成例を示す図である。

[図44]第1支援処理の流れを示すフローチャートである。

[図45]アーム掘削作業中における各種物理量の時間的推移を示す図である。

[図46]ショベルに搭載される油圧回路の別の構成例を示す図である。

[図47]第2支援処理の流れを示すフローチャートである。

[図48]第3支援処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 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。

[0011] 尚、図面において、同一の又は対応する構成については同一の又は対応する符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0012] [ショベルの概要]

まず、図1を参照して、ショベル100の概要について説明する。

[0013] 図1は、本実施形態に係るショベル100の側面図である。

[0014] 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を介して旋回可能に下部走行体1に搭載される上部旋回体3と、アタッチメントとしてのブーム4、アーム5、及びバケット6と、オペレータが搭乗するキャビン10を備える。

[0015] 下部走行体1（走行体の一例）は、例えば、左右1対のクローラを含み、それぞれのクローラが走行油圧モータ1L、1R（図2等参照）で油圧駆動されることにより、ショベル100を走行させる。

[0016] 上部旋回体3（旋回体の一例）は、後述する旋回油圧モータ21（図2参照）等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。

[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、バケ

ット6が上下回転可能に枢着される。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] キャビン10は、オペレータが搭乗する操縦室であり、上部旋回体3の前面左側に搭載される。

[0019] [ショベルの基本構成]

次に、図2を参照して、本実施形態に係るショベル100の構成を詳細に説明する。

[0020] 図2は、本実施形態に係るショベル100の駆動系を中心とする構成の一例を示すブロック図である。

[0021] 尚、図中、機械的動力系は二重線、作動油ライン（高圧油圧ライン）は太い実線、パイロットラインは破線、電気駆動・制御系は細い実線でそれぞれ示される。

[0022] 本実施形態に係るショベル100の油圧駆動系は、エンジン11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21、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を含む。

[0023] エンジン11は、ショベル100の駆動力源であり、例えば、上部旋回体3の後部に搭載される。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。エンジン11の出力軸には、メインポンプ14及びパイロットポンプ15が接続される。

[0024] メインポンプ14は、例えば、上部旋回体3の後部に搭載され、作動油ライン16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、後述するレギュレータ14A（図29等参照）により斜板の角度（傾転角）が制御されることにより、ピス

トンのストローク長を調整し、吐出流量（吐出圧）を制御することができる。

[0025] 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 の操作に応じて、油圧駆動系の制御を行う油圧制御装置である。走行油圧モータ 1L（左用）、1R（右用）、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、旋回油圧モータ 21 等は、作動油ラインを介してコントロールバルブ 17 に接続される。コントロールバルブ 17 は、メインポンプ 14 とそれぞれの油圧アクチュエータとの間に設けられ、メインポンプ 14 からそれぞれの油圧アクチュエータに供給される作動油の流量と流れる方向を制御する複数の油圧制御弁、即ち、方向切換弁（例えば、後述するブーム用方向制御弁 17A）を含むバルブユニットである。

[0026] 続いて、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、操作装置 26、圧力センサ 29 等を含む。

[0027] 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 25 を介してメカニカルブレーキ 23 及び操作装置 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。

[0028] 操作装置 26 は、レバー装置 26A、26B と、ペダル装置 26C を含む。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）の操作を行う操作手段である。換言すれば、操作装置 26 は、各動作要素を駆動するそれぞれの油圧アクチュエータ（走行油圧モータ 1L、1R、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、旋回油圧モータ 21）等の操作を行う操作手段である。操作装置 26（レバー装置 26A、26B、及びペダル装置 26C）は、パイロットライン 27 を介して、コントロールバルブ 17 に接続される。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

ム5、及びバケット6等の操作状態に応じたパイロット信号（パイロット圧）が入力される。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、各油圧アクチュエータを駆動することができる。また、操作装置26は、油圧ライン28を介して圧力センサ29に接続される。

[0029] レバー装置26A、26Bは、それぞれ、キャビン10内の操縦席に着座したオペレータから見て、左側及び右側に配置され、それぞれの操作レバーが中立状態（オペレータによる操作入力がない状態）を基準にして前後方向及び左右方向に傾倒可能に構成される。これにより、レバー装置26Aにおける操作レバーの前後方向の傾倒、及び左右方向の傾倒、並びに、レバー装置26Bにおける操作レバーの前後方向の傾倒、及び左右方向の傾倒のそれぞれに対して、上部旋回体3（旋回油圧モータ21）、ブーム4（ブームシリンダ7）、アーム5（アームシリンダ8）、及びバケット6（バケットシリンダ9）の何れかを操作対象として任意に設定されうる。

[0030] また、ペダル装置26Cは、下部走行体1（走行油圧モータ1L、1R）を操作対象とし、キャビン10内の操縦席に着座したオペレータから見て、前方のフロアに配置され、その操作ペダルは、オペレータにより踏み込み可能に構成される。

[0031] 圧力センサ29は、上述の如く、パイロットライン28を介して操作装置26と接続され、操作装置26の二次側のパイロット圧、即ち、操作装置26における各動作要素の操作状態に対応するパイロット圧を検出する。圧力センサ29は、コントローラ30に接続され、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圧力信号（圧力検出値）がコントローラ30に入力される。これにより、コントローラ30は、ショベルの下部走行体1、上部旋回体3、及びアタッチメントの操作状態を把握することができる。

[0032] 続いて、本例に係るショベル100の制御系は、コントローラ30、各種センサ32等を含む。

- [0033] コントローラ30は、ショベル100における駆動制御を行う主たる制御装置である。コントローラ30は、任意のハードウェア、ソフトウェア、或いはそれらの組み合わせにより実現されてよい。コントローラ30は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、補助記憶装置、I/O (Input-Output interface) 等を含むマイクロコンピュータを中心に構成されてよく、ROMや補助記憶装置等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駆動制御が実現される。
- [0034] 本実施形態では、コントローラ30は、オペレータが意図しないショベル100の所定の動作（以下、単に、意図しない動作と称する）、つまり、オペレータにとって好ましくないショベル100の動作の発生の有無を判定する。そして、コントローラ30は、そのような意図しない動作が発生したと判定されると、当該動作を抑制するように、ショベル100のアタッチメントの動作を補正する。これにより、ショベル100に発生した意図しない動作が抑制される。
- [0035] 意図しない動作には、例えば、オペレータによる下部走行体1の操作が行われていないにも関わらず、ショベル100が掘削反力等により前方に引き摺られる前方引き摺り動作や、ショベル100が均し作業等における地面からの反力により後方に引き摺られる後方引き摺り動作が含まれる。以下、前方引き摺り動作と後方引き摺り動作とを区別せず、単に、引き摺り動作と称する場合がある。また、意図しない動作には、例えば、掘削反力等により、ショベル100の前部或いは後部が浮き上がる浮き上がり動作が含まれる。以下、浮き上がり動作のうち、ショベル100の前部が浮き上がる場合を前部浮き上がり動作と称し、ショベル100の後部が浮き上がる場合を後部浮き上がり動作と称して区別する場合がある。また、意図しない動作には、例えば、ショベル100のアタッチメントの空中動作（バケット6が接地していない状態での動作）中の慣性モーメントの変化が誘発する車体（下部走行体1、旋回機構2、及び上部旋回体3）の振動動作が含まれる。意図しない

動作の詳細については、後述する。

[0036] コントローラ30は、例えば、ROMや補助記憶装置に格納される一以上のプログラムをCPU上で実行することにより実現される機能部として、動作判定部301と、動作補正部302を含む。

[0037] 動作判定部301は、圧力センサ29や各種センサ32から入力される、ショベル100の各種状態に関するセンサ情報に基づき、意図しない動作の発生の有無を判定する。判定方法の詳細については、後述する。

[0038] 動作補正部302は、動作判定部301により意図しない動作が発生したと判定された場合に、アタッチメントの動作を補正し、意図しない動作を抑制させる。補正補法の詳細については、後述する。

[0039] 各種センサ32は、ショベル100の各種状態やショベル100の周辺の各種状態を検出する既知の検出手段である。各種センサ32には、上部旋回体3とブーム4との連結点におけるブーム4の基準面に対する角度（ブーム角度）、ブーム4とアーム5との間の相対的な角度（アーム角度）、及び、アーム5とバケット6との間の相対的な角度（バケット角度）を検出する角度センサが含まれる。また、各種センサ32には、油圧アクチュエータ内の油圧状態、具体的には、油圧シリンダのロッド側油室及びボトム側油室の圧力を検出する圧力センサ等が含まれる。また、各種センサ32には、下部走行体1、上部旋回体3、及びアタッチメントのそれぞれの動作状態を検出するセンサ、例えば、加速度センサ、角加速度センサ、及び三軸加速度、及び三軸角加速度を出力可能な三軸慣性センサ（IMU：Inertial Measurement Unit）等が含まれる。また、各種センサ32には、ショベル100の周辺の地形や障害物等との相対位置関係を検出する距離センサや画像センサ等が含まれる。

[0040] [オペレータの意図しないショベルの動作]

次に、図3～図8を参照して、オペレータが意図しないショベル100の動作の詳細について説明する。

[0041] <前方引き摺り動作>

まず、図3は、ショベル100の前方引き摺り動作を説明する図である。具体的には、図3は、前方引き摺り動作が発生するショベル100の作業状況を示す図である。

[0042] 図3に示すように、ショベル100は、地面30aの掘削作業を行っており、主に、アーム5及びバケット6の閉じ動作によって、バケット6から地面30aにショベル100の車体（下部走行体1、旋回機構2、上部旋回体3）寄りの斜め下方向への力 F_2 が作用する。このとき、ショベル100の車体（下部走行体1、旋回機構2、上部旋回体3）には、バケット6に作用する力 F_2 の反力、即ち、掘削反力 F_{2a} のうちの水平方向成分 F_{2aH} に対応する反力 F_3 がアタッチメントを介して作用する。そして、反力 F_3 がショベル100と地面30aとの間の最大静止摩擦力 F_0 を上回ると、車体は前方に引き摺られてしまう。

[0043] <後方引き摺り動作>

続いて、図4（図4A、図4B）は、ショベル100の後方引き摺り動作を説明する図である。具体的には、図4A、図4Bは、後方引き摺り動作が発生するショベル100の作業状況を示す図である。

[0044] 図4Aに示すように、ショベル100は、地面40aの均し作業を行っており、主としてアーム5の開き動作によって、バケット6が土砂40bを前方に押し出すように力 F_2 が発生している。このとき、ショベル100の車体には、バケット6に作用する力 F_2 の反力に対応する反力 F_3 がアタッチメントを介して作用する。そして、反力 F_3 がショベル100と地面40aとの間の最大静止摩擦力 F_0 を上回ると、車体は前方に引き摺られてしまう。

[0045] また、図4Bに示すように、ショベル100は、河川工事などを行っており、主としてアーム5の開き動作によって、バケット6を傾斜した土手部分の壁面40cに対して押し付けて土砂を固め、整地する作業を行っている。このような作業においても、バケット6に作用する壁面40cを押し付ける力 F_2 の反力に対応する反力 F_3 が、アタッチメントから車体を後方に引き

摺るように作用する。

[0046] <前部浮き上がり動作>

続いて、図5は、ショベル100の前部浮き上がり動作を説明する図である。具体的には、図5は、前部浮き上がり動作が発生するショベル100の作業状況を示す図である。

[0047] 図5に示すように、ショベル100は、地面50aの掘削作業を行っており、主に、アーム5及びバケット6の閉じ動作によって、バケット6から地面50aにショベル100の車体寄りの斜め下方向への力F2が作用する。このとき、ショベル100の車体には、バケット6に作用する力F2の反力、即ち、掘削反力F2aのうちの垂直方向成分F2aVに対応する車体を後方に傾斜させようとする反力F3（力のモーメント。以下、本実施形態では、単に「モーメント」と称する）がアタッチメントを介して作用する。具体的には、当該反力F3は、ブームシリンダ7を引き上げようとする力F1として車体に作用する。そして、この力F1に起因して車体を後方に傾斜させようとするモーメントが、重力に基づく車体を地面に抑え付けようとする力（モーメント）を上回ると、車体の前部が浮き上がってしまう。

[0048] <後部浮き上がり動作>

続いて、図6は、ショベル100の後部浮き上がり動作を説明する図である。具体的には、図6は、後部浮き上がり動作が発生するショベル100の作業状況を示す図である。

[0049] 図6に示すように、ショベル100は、地面60aの掘削作業を行っている。バケット6が斜面60bを掘り込むように力F2（モーメント）が発生しており、また、ブーム4がバケット6を斜面60bに抑え付けるように、換言すれば、ブーム4が車体を前傾させるように、力F3（モーメント）が発生している。このとき、ブームシリンダ7のロッドを引き上げる力F1が発生し、力F1が、ショベル100の車体を傾けるように作用する。そして、力F1に起因する車体を前傾させようとするモーメントが、重力に基づく車体を地面に抑え付けようとする力（モーメント）を上回ると、車体の前部

が浮き上がってしまう。

[0050] 特に、バケット6が地面や対象物に接触し、引っかかったり、或いは、めり込んだりしている場合、ブーム4に力が作用してもブーム4は動かないため、ブームシリンダ7のロッドは変位しない。ブームシリンダ7の収縮側（本例では、ロッド側）の油室の圧力が大きくなると、ブームシリンダ7自体を持ち上げる力 F_1 、即ち、車体を前方に傾けようとする力が大きくなる。

[0051] このような状況は、例えば、図6に示す前方斜面の整地作業の他、バケット6が車体（下部走行体1）よりも下方に位置する深掘り作業等で生じうる。また、ブーム4自体が操作された場合に限らず、アーム5やバケット6が操作された場合にも生じうる。

[0052] <振動動作>

続いて、図7（図7A、図7B）、図8は、ショベル100の振動動作の一例を説明する図である。具体的には、図7は、ショベル100の空中動作時に振動動作が発生する状況を説明する図である。また、図8は、図7に示す状況におけるショベル100の排出動作に伴うピッチング軸方向の角度（ピッチ角度）及び角速度（ピッチ角速度）の時間波形を示す図である。本例では、空中動作の一例として、バケット6内の積載物DPを排出する排出動作を説明する。

[0053] 図7Aに示すように、ショベル100は、バケット6及びアーム5が閉じられ、且つ、ブーム4が上がった状態となっており、バケット6には、土砂などの積載物DPが収容されている。

[0054] 図7Bに示すように、図7Aに示す状態からショベル100の排出動作が行われると、バケット6及びアーム5が大きく開かれ、ブーム4が下げられ、積載物DPがバケット6の外部に排出される。このとき、アタッチメントの慣性モーメントの変化が、ショベル100の車体を図中矢印Aに示すピッチング方向に振動させるように作用する。

[0055] このとき、図8に示すように、空中動作、具体的には、排出動作に起因して、ショベル100を転倒させようとする転倒モーメントが発生し、ピッチ

軸周りの振動が発生することが分かる。

[0056] [ショベルの意図しない動作の抑制方法]

次に、図9～図18を参照して、上述したショベル100の意図しない動作の抑制方法について説明する。

[0057] <ショベルの意図しない動作の抑制方法の概略>

まず、図9（図9A～図9D）は、ショベル100の意図しない動作の抑制方法を概略的に説明する図である。具体的には、図9A～図9Dは、それぞれ、下部走行体1の向きと上部旋回体3の旋回位置との組み合わせが互いに異なるショベル100の状態を示す、ショベル100を真上から見た平面図である。

[0058] アタッチメント、即ち、ブーム4、アーム5、バケット6は、その姿勢や作業内容に関わらず、常に、平面視で見たときのアタッチメントが延在する方向に対応する直線L1上、つまり、同一鉛直平面上で動作する。そのため、アタッチメントの動作中に、アタッチメントから作用する反力F3は、ショベル100の車体に対して、当該鉛直平面上で作用すると言える。これは、下部走行体1と上部旋回体3との位置関係（旋回角度）にも依存しない。図3～図7で示したように、反力F3の平面視での向きは、作業内容によって異なり得る。つまり、引き摺り動作、浮き上がり動作、及び振動動作等の意図しない動作がショベル100に生じているとき、その動作は、アタッチメントの動作に起因していることを示しており、従って、アタッチメントを制御することにより、上述の意図しない動作を抑制できる。

[0059] <引き摺り動作の抑制方法>

図10は、ショベル100の前方引き摺り動作の抑制方法の一例を概略的に説明する図である。具体的には、図10は、前方引き摺り動作に関するショベル100の力学的モデルの一例を示す図であり、図3と同様、ショベル100が地面100aの掘削作業を行っている場合に、ショベル100に作用する力を示す図である。図11は、ショベル100の後方引き摺り動作の抑制方法の一例を概略的に説明する図である。具体的には、図11は、後方

引き摺り動作に関する力学的モデルの一例を示す図であり、より具体的には、図4Aと同様、ショベル100が地面110aの土砂110bの均し作業を行っている場合に、ショベル100に作用する力を示す図である。

[0060] 図10、図11に示すように、ブームシリンダ7が車体（上部旋回体3）を水平方向（前後の何れか）に押す力F3は、ブームシリンダ7と鉛直軸100c、110cがなす角度 $\eta 1$ と、ブームシリンダ7が上部旋回体3に及ぼす力F1、つまり、アタッチメントから車体に作用する力F1に基づき、次の式（1）で表される。

$$[0061] \quad F 3 = F 1 \sin \eta 1 \quad \dots (1)$$

[0062] 一方、最大静止摩擦力F0は、下部走行体1と地面100a、110aとの間の静止摩擦係数 μ 、車体重量M、及び重力加速度gに基づき、次の式（2）で表される。

$$[0063] \quad F 0 = \mu M g \quad \dots (2)$$

[0064] ショベル100が反力F3により引き摺られないための条件は、次の式（3）で表される。

$$[0065] \quad F 3 < F 0 \quad \dots (3)$$

[0066] よって、式（3）に、式（1）、（2）を代入することにより、次の式（4）を得ることができる。

$$[0067] \quad F 1 \sin \eta 1 < \mu M g \quad \dots (4)$$

[0068] つまり、動作補正部302は、式（4）の関係式が成り立つように、ブームシリンダ7の動作を補正することにより、ショベル100の後方引き摺り動作を抑制することができる。

[0069] 例えば、力F1は、次の式（5）に示すように、ブームシリンダ7のロッド側油室の圧力（ロッド圧）PR及びボトム側油室の圧力（ボトム圧）PBを引数とする関数fで表される。

$$[0070] \quad F 1 = f (P R, P B) \quad \dots (5)$$

[0071] 動作補正部302（力推定部）は、式（5）に基づき、ロッド圧PRおよびボトム圧PBに基づき、ブームシリンダ7が上部旋回体3に及ぼす力F1

を計算（推定）する。このとき、動作補正部302は、各種センサ32に含まれるブームシリンダ7のロッド圧及びボトム圧を検出する圧力センサの出力信号に基づき、ロッド圧PR及びボトム圧PBを取得してよい。

[0072] 一例として、力F1は、ロッド側の受圧面積AR、ボトム側の受圧面積ABを用いて、次の式（6）で表されうる。

$$[0073] \quad F1 = |AR \cdot PR - AB \cdot PB| \quad \dots (6)$$

[0074] よって、動作補正部302（力推定部）は、式（6）に基づき、力F1を計算（推定）してもよい。

[0075] また、動作補正部302（角度算出部）は、鉛直軸100c、110cとブームシリンダ7のなす角度 $\eta 1$ を算出する。角度 $\eta 1$ は、ブームシリンダ7の伸縮長、ショベル100の寸法諸元、及びショベル100の車体の傾き等から幾何学的に計算されうる。例えば、動作補正部302は、各種センサ32に含まれるブーム角度を検出するセンサの出力を利用し、角度 $\eta 1$ を算出してよい。

[0076] 尚、角度 $\eta 1$ は、各種センサ32に含まれる角度 $\eta 1$ を直接的に測定するセンサの出力を利用することにより取得されてもよい。

[0077] 動作補正部302（圧力調節部）は、算出等により取得された力F1及び角度 $\eta 1$ に基づき、式（4）が成り立つように、ブームシリンダ7の圧力、具体的には、ロッド側油室或いはボトム側油室のうちの圧力過剰な一方の圧力を制御する。つまり、動作補正部302（圧力調節部）は、式（4）が成り立つように、ブームシリンダ7のロッド圧PR或いはボトム圧PBを調節する。より具体的には、後述する各種構成（図26～図34参照）を採用することにより、動作補正部302は、適宜制御指令を制御対象に出力することで、ブームシリンダ7の圧力を調整し、ショベル100の引き摺り動作を抑制できる。

[0078] 尚、式（4）における静止摩擦係数 μ は、典型的な所定値が用いられてもよいし、作業場の地面の状況に応じて、オペレータにより入力される態様であってもよい。また、ショベル100は、静止摩擦係数 μ を推定する手段を

更に有してもよい。具体的には、当該推定手段は、ショベル100が地面に対して静止した状態において、アタッチメントによる作業中に車体の滑り（引き摺り）が発生したときの力F1から、静止摩擦係数 μ を計算することができる。この場合、例えば、後述の如く、ショベル100の上部旋回体3に加速度センサ等を適宜搭載する等により、引き摺りの発生の有無が判定される。

[0079] <浮き上がり動作の抑制方法>

続いて、図12は、ショベル100の前部浮き上がり動作の抑制方法の一例を概略的に説明する図である。具体的には、図12は、前部浮き上がり動作に関連するショベル100の力学的なモデルを示す図であり、図5と同様、ショベル100が地面120aの掘削作業を行っている場合に、ショベル100に作用する力を示す図である。

[0080] 図12に示すように、ショベル100の前部浮き上がり動作における転倒支点P1は、下部走行体1の有効接地領域120bのうち、アタッチメントが延在する方向（上部旋回体3の向き）における最後端とみなすことができる。よって、転倒支点P1まわりに車体前部を持ち上げようとするモーメント τ_1 は、ブームシリンダ7の延長線12と転倒支点P1との間の距離D3と、力F1に基づき、次の式（7）で表される。

$$[0081] \quad \tau_1 = D_3 \cdot F_1 \quad \dots (7)$$

[0082] 一方、重力が転倒支点P1まわりに車体を地面に抑え付けようとするモーメント τ_2 は、ショベル100の車体重心P3と、下部走行体1の後方の転倒支点P1との間の距離D1と、車体重量Mと、重力加速度gに基づき、次の式（8）で表される。

$$[0083] \quad \tau_2 = D_1 \cdot M g \quad \dots (8)$$

[0084] 車体の前部が浮き上がらずに安定する条件（安定条件）は、次の式（9）で表される。

$$[0085] \quad \tau_1 < \tau_2 \quad \dots (9)$$

[0086] よって、式（9）に、式（7）、（8）が代入されることにより、安定条

件として、次の不等式（10）が得られる。

$$[0087] \quad D3 \cdot F1 < D1 \cdot Mg \quad \dots (10)$$

[0088] つまり、動作補正部302は、制御条件として不等式（10）が成り立つように、アタッチメントの動作を補正することにより、ショベル100の前部浮き上がり動作を防止できる。

[0089] また、具体的には、図13は、後部浮き上がりに関連するショベルの力学的なモデルを示す図であり、図6と同様、地面130aの掘削作業を行っている場合に、ショベル100に作用する力を示す図である。

[0090] ショベル100の後部浮き上がり動作における転倒支点P1は、下部走行体1の有効接地領域130bのうち、アタッチメントが延在する方向（上部旋回体3の向き）における最先端とみなすことができる。よって、転倒支点P1まわりに車体を前方に傾けようとするモーメント $\tau1$ 、即ち、車体後部を持ち上げようとするモーメント $\tau1$ は、ブームシリンダ7の延長線l2と、転倒支点P1の間の距離D4と、ブームシリンダ7が上部旋回体3に及ぼす力F1とに基づき、次の式（11）で表される。

$$[0091] \quad \tau1 = D4 \cdot F1 \quad \dots (11)$$

[0092] 一方、重力が転倒支点P1まわりに車体を地面に抑え付けようとするモーメント $\tau2$ は、ショベルの車体重心P3と、下部走行体1の前方の転倒支点P1の間の距離D2と、車体重量Mと、重力加速度gに基づき、次の式（12）で表される。

$$[0093] \quad \tau2 = D2 \cdot Mg \quad \dots (12)$$

[0094] 車体の後方が浮き上がらずに安定する条件（安定条件）は、式（9）と同様、次の式（13）で表される。

$$[0095] \quad \tau1 < \tau2 \quad \dots (13)$$

[0096] よって、式（13）に、式（11）、（12）が代入されることにより、安定条件として、次の不等式（14）が得られる。

$$[0097] \quad D4 \cdot F1 < D2 \cdot Mg \quad \dots (14)$$

[0098] つまり、動作補正部302は、制御条件として不等式（14）が成り立つ

ように、アタッチメントの動作を補正すれば、ショベル100の後部浮き上がり動作を防止できる。

[0099] 尚、距離D1、D2を距離DA、距離D2、D4を距離DBと置いて、転倒支点P1を前後で入れ換えれば、前方の浮き上がりと後方の浮き上がりの制御条件（安定条件）は、次の式（15）のようにまとめることができる。

$$[0100] \quad DB \cdot F1 < DA \cdot Mg \quad \dots (15)$$

[0101] 例えば、力F1は、上述の式（5）と同様、次の式（16）に示すように、ブームシリンダ7のロッド圧PR及びボトム圧PBを引数とする関数fで表される。

$$[0102] \quad F1 = f(PR, PB) \quad \dots (16)$$

[0103] 動作補正部302（力推定部）は、ロッド圧PRおよびボトム圧PBにもとづいて、ブームシリンダ7が上部旋回体3に及ぼす力F1を計算（推定）する。このとき、上述の如く、動作補正部302は、各種センサ32に含まれるブームシリンダ7のロッド圧及びボトム圧を検出する圧力センサの出力信号に基づき、ロッド圧PR及びボトム圧PBを取得してよい。

[0104] 一例として、力F1は、上述の式（6）と同様、ロッド側の受圧面積AR、ボトム側の受圧面積ABを用いて、次の式（17）で表されうる。

$$[0105] \quad F1 = |AR \cdot PR - AB \cdot PB| \quad \dots (17)$$

[0106] 動作補正部302（力推定部）は、式（17）に基づき、力F1を計算（推定）してもよい。

[0107] また、動作補正部302（距離取得部）は、距離D1、D3或いは距離D2、D4を取得する。また、動作補正部（距離取得部）は、それらの比（D1/D3或いはD2/D4）を取得してもよい。

[0108] アタッチメントを除く車体重心P3の位置は、上部旋回体3の旋回角度θに関わらず一定であるが、転倒支点P1の位置は、旋回角度θにより変化する。よって、実際には、距離D1、D2は、上部旋回体3の旋回角度θに応じて変化しうるが、簡単のため、距離D1、D2を定数としてもよい。

[0109] 距離D3、D4は、転倒支点P1の位置と、ブームシリンダ7の角度（例

例えば、ブームシリンダ7と鉛直軸130cのなす角度 $\eta 1$)とに基づき、幾何学的に計算されうる。

[0110] 角度 $\eta 1$ は、ブームシリンダ7の伸縮長、ショベル100の寸法諸元、及びショベル100の車体の傾き等から幾何学的に計算されうる。例えば、動作補正部302は、各種センサ32に含まれうるブーム角度を検出するセンサの出力を利用し、角度 $\eta 1$ を算出してよい。

[0111] 尚、角度 $\eta 1$ は、各種センサ32に含まれうる角度 $\eta 1$ を直接的に測定するセンサの出力を利用することにより取得されてもよい。

[0112] 動作補正部302(圧力調節部)は、算出等により取得された力 $F 1$ と、距離 $D 1$ 、 $D 3$ 或いは距離 $D 2$ 、 $D 4$ とにもとづいて、不等式(15)、即ち、不等式(10)或いは(14)が成り立つように、ブームシリンダ7の圧力、具体的には、ロッド側油室或いはボトム側油室のうちの圧力過剰な一方の圧力を制御する。つまり、動作補正部302(圧力調節部)は、不等式(15)が成り立つように、ブームシリンダ7のロッド圧 $P R$ 或いはボトム圧 $P B$ を調節する。より具体的には、後述する各種構成(図26~図34参照)を採用することにより、動作補正部302は、適宜制御指令を制御対象に出力することで、ブームシリンダ7の圧力を調整し、ショベル100の浮き上がり動作を抑制できる。

[0113] <転倒支点の変化を考慮した浮き上がり動作の抑制方法>

上述の説明では、転倒支点 $P 1$ を固定的に取り扱ったが、上述の如く、転倒支点 $P 1$ の位置は、変化するため、転倒支点 $P 1$ の変化を考慮してもよい。以下、図14~図16を参照して、転倒支点の変化を考慮した浮き上がり動作の抑制方法について説明する。

[0114] 上述の如く、前部浮き上がり、後部浮き上がりが発生しない制御条件(安定条件)は、不等式(15)、即ち、不等式(10)、(14)である。不等式(10)、(14)は、距離 $D 1$ 、 $D 2$ 、 $D 3$ 、 $D 4$ をパラメータとし、これらの距離は、転倒支点 $P 1$ の位置に依存する。

[0115] 図14(図14A~図14C)は、アタッチメントが延在する方向(アタ

ッチメントの向き)と下部走行体1の向き(走行方向)とが同じ場合を旋回角度 $\theta = 0^\circ$ とし、右旋回を正方向とする場合の転倒支点P1と上部旋回体3の向き(旋回角度 θ)との関係を説明する図である。具体的には、図14A~図14Cは、それぞれ、旋回角度 θ が 0° の場合、 30° の場合、及び 90° の場合における転倒支点P1を表す図である。また、図15は、転倒支点P1と地面150a(作業フィールド)の状態との関係を説明する図である。

[0116] 尚、図14A~図14Cでは、後部浮き上がりを想定し、転倒支点P1が車体前部に位置している。また、図14A~図14Cにおける線l1は、アタッチメントが延在する方向(上部旋回体3の向き)と直交し、かつ、有効接地領域140aのうちのアタッチメントの延在方向における最先端を通る線を表しており、転倒支点P1は、線l1上に位置する。また、図15では、実線は、堅い地面150aを表し、一点鎖線は、柔らかい地面150bを表す。

[0117] 図14(図14A~図14C)、図15に示すように、転倒支点P1は、上部旋回体3の向きや地面の状態に応じて移動する。

[0118] 例えば、図14A~図14Cに示すように、転倒支点P1が移動すると、距離D2も変化する。また、同様に、距離D4も、転倒支点P1の移動ともなって変化する。

[0119] また、例えば、図15に示すように、堅い地面150aの上では、転倒支点P1は、実線三角の位置に存在する。一方、柔らかい地面150bの上では、転倒支点P1aは一点鎖線の三角の位置に存在しうる。そのほか、作業フィールド上の転倒支点P1の近傍に堅い障害物が存在していたり、下部走行体1が障害物に乗り上げたり等している場合、転倒支点P1は、更に移動しうる。

[0120] 転倒支点P1の移動は、距離D1~D4に影響を与え、車体が転倒しない力学的な安定条件に影響を及ぼす。よって、動作補正部302は、転倒支点P1の位置に応じた制御条件(安定条件)を設定し、設定した制御条件に基

づき、ショベル100の浮き上がり動作が抑制されるように、アタッチメントの動作を補正してよい。

[0121] 例えば、動作判定部301は、後述の如く、各種センサ32からの入力に基づき、車体やアタッチメントの状態を監視し、下部走行体1の前部或いは後部が浮き上がった瞬間を特定する。そして、動作補正部302は、アタッチメントの動作を補正する際の制御条件（安定条件）、つまり、一例としての不等式(10)、(14)を、車体（下部走行体1）の浮き上がりの瞬間におけるショベル100の状態に基づき、動的に変化させる。

[0122] 浮き上がりの瞬間は、アタッチメントが車体を傾けようとする力 F_1 に基づくモーメント τ_1 と、それに抗う重力に基づくモーメント τ_2 がバランスした状態と近似しうる。よって、浮き上がりの瞬間を特定し、ショベル100の状態を監視することにより、浮き上がりを抑制するための制御条件を適応的に設定でき、様々な使用状況下において、浮き上がりを適切に抑制できる。

[0123] 動作判定部301は、各種センサ32からの入力に基づき、ショベル100（下部走行体1）の浮き上がりの瞬間を特定（検出）する。例えば、センサ610は、各種センサ32に含まれうる、上部旋回体3に搭載される姿勢センサ（傾斜センサ）、ジャイロセンサ（角加速度センサ）、加速度センサ、IMU等からの出力に基づき、ピッチ軸周りの回転を検出し、浮き上がりの瞬間を特定してよい。

[0124] 例えば、動作補正部302（条件設定部）は、動作判定部301によって、各種センサ32の出力に基づき、前回りの角加速度或いは角速度が検出されると、後方浮き上がりを抑制するための制御条件を設定する。一方、動作補正部302（制御条件設定部）は、動作判定部301によって、各種センサ32の出力に基づき、前後回りの角加速度或いは角速度が検出されると、前部浮き上がりを抑制するための制御条件を設定する。

[0125] 動作補正部302（条件設定部）は、動作判定部301により特定（検出）された浮き上がりの瞬間におけるブームシリンダ7が上部旋回体3に及ぼ

す力 $F1$ (力 $F1_INIT$) を取得する。そして、動作補正部 302 (条件設定部) は、取得した力 $F1_INIT$ に基づき、転倒支点 $P1$ の位置と関連するパラメータを取得すると共に、当該パラメータに基づき、制御条件を設定する。

[0126] 例えば、前部浮き上がりを抑制する制御条件として、上述の不等式 (10) を用いる。

[0127] 動作判定部 301 により、前部浮き上がりに相当する後ろ回りのピッチングが検出された場合、その浮き上がりの瞬間において、モーメント $\tau1$ とモーメント $\tau2$ とが釣り合うため、次の式 (18) が成り立つ。

$$[0128] \quad D3 \cdot F1_INIT = D1 \cdot Mg \quad \dots (18)$$

が成り立つ。力 $F1_INIT$ 、車体重量 M 、及び重力加速度 g は既知であるから、式 (18) は、現在のショベル 100 の使用状況において、距離 $D1$ 、 $D3$ が満たすべき関係式と考えられる。

[0129] 式 (18) が既知であれば、距離 $D1$ 、 $D3$ は幾何学的に一意に定まる。そこで、動作補正部 302 (条件設定部) は、式 (18)、及び、アタッチメントの姿勢に基づき、現在の距離 $D1$ 、 $D3$ (距離 $D1_DET$ 、 $D3_DET$) を取得する。

[0130] 尚、距離 $D1$ を取得することは、転倒支点 $P1$ の位置情報を取得することと等価である。車体重心 $P3$ の位置は不変であるため、距離 $D1$ が求めれば、転倒支点 $P1$ の位置は一意に定まるからである。

[0131] そして、動作補正部 302 (条件設定部) は、それ以降の制御条件を、以下の不等式 (19) に設定する。

$$[0132] \quad D3_DET \cdot F1 < D1_DET \cdot Mg \quad \dots (19)$$

動作補正部 302 は、式 (19) で表される制御条件に基づき、アタッチメントの動作を補正する。

[0133] 一度取得された距離 $D1$ は、上部旋回体 3 の方向を変化させず、また、地面状況が変化しない限り、同じ値を用いることができる。一方、距離 $D3$ は、ブーム 4 の上げ下げに応じて変化する。そこで、動作補正部 302 (条件

設定部)は、ブーム4の角度が変化すると、それに応じて距離D3を変化させ、制御条件に反映させる。

[0134] 後部浮き上がりに関しても同様の制御が行われる。例えば、後部浮き上がりを抑制する制御条件として、上述の不等式(14)を用いる。

[0135] 動作判定部301により、後部浮き上がりに相当する前回りのピッチングが検出された場合、その浮き上がりの瞬間において、モーメント τ_1 とモーメント τ_2 とが釣り合うため、次の式(20)が成り立つ。

$$[0136] \quad D4 \cdot F1_INIT = D2 \cdot Mg \quad \dots (20)$$

力 $F1_INIT$ 、車体重量 M 、及び重力加速度 g は既知であるから、式(20)は、現在のショベル100の使用状況において、距離 $D2$ 、 $D4$ が満たすべき関係式と考えられる。

[0137] 動作補正部302(条件設定部)は、式(18)、及び、アタッチメントの姿勢に基づき、現在の距離 $D2$ 、 $D4$ (距離 $D2_DET$ 、 $D4_DET$)を取得する。

[0138] 尚、距離 $D2$ を取得することと、転倒支点 $P1$ の位置情報を取得することは等価である。

[0139] そして、動作補正部302(条件設定部)は、それ以降の制御条件を、上述の不等式(14)に基づき、以下の不等式(21)に設定する。

$$[0140] \quad D2_DET \cdot F1 < D4_DET \cdot Mg \quad \dots (21)$$

動作補正部302は、式(21)で表される制御条件に基づき、アタッチメントの動作を補正する。

[0141] 一度取得された距離 $D2$ は、上部旋回体3の方向を変化させず、また、地面状況が変化しない限り、同じ値を用いることができる。一方、距離 $D4$ は、ブーム4の上げ下げに応じて変化する。そこで、動作補正部302(条件設定部)は、ブーム4の角度が変化すると、それに応じて距離 $D4$ を変化させ、制御条件に反映させる。

[0142] 図16は、コントローラ30(動作判定部301、動作補正部302)による制御条件を設定する処理(条件設定処理)の一例を概略的に示すフロー

チャートである。本フローチャートによる処理は、例えば、ショベルが起動されてから停止するまでの間で、定期的に、即ち、所定時間ごとに、実行されてよい。

[0143] ステップS 1 6 0 0にて、動作判定部3 0 1は、アタッチメントを使用した掘削作業中か否かを判定する。アタッチメントを使用した掘削作業中であるか否かを判定する判定条件は、例えば、走行中でなく、且つ、旋回中でなく、且つ、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の少なくとも一つに所定圧以上の圧力が発生していることであってよい。動作判定部3 0 1は、掘削作業中である場合、ステップS 1 6 0 2に進み、掘削作業中でない場合、今回の処理を終了する。

[0144] 尚、掘削作業には、均し作業や埋め戻し作業等も含まれる。

[0145] ステップS 1 6 0 2にて、動作判定部3 0 1は、ショベル1 0 0の浮き上がり動作の有無を監視する。動作判定部3 0 1は、浮き上がりを特定（検出）した場合、ステップS 1 8 0 4に進み、浮き上がりを特定（検出）しなかった場合、今回の処理を終了する。

[0146] 尚、制御条件を設定する前のステップS 1 6 0 2において、ショベル1 0 0の車体が一瞬、浮き上がる。コントローラ3 0において、プロセッサとソフトウェアプログラムの適切な組み合わせが使用されれば、浮き上がりの特定（検出）後、ステップS 1 6 0 2における1回目の浮き上がりが必要な車体の傾きに発展する前に、きわめて短時間で制御条件を設定されうる。そして、動作補正部3 0 2は、浮き上がりが必要な車体の傾きに発展する前に、アタッチメントの動作補正を開始することができる。

[0147] ステップS 1 6 0 4にて、動作補正部3 0 2は、浮き上がりの瞬間におけるショベル1 0 0の状態に関する情報を取得する。ショベル1 0 0の状態に関する情報は、例えば、上述した力F 1 _ I N I Tである。

[0148] ステップS 1 6 0 6にて、動作補正部3 0 2は、ステップS 1 6 0 4で取得したショベルの状態に関する情報に基づき、転倒支点P 1に関するパラメータ、例えば、距離D 1 ~ D 4を算出し、制御条件を設定する。以降、動作

補正部302は、後述するステップS1610の処理により制御条件が修正されない限り、現在の掘削作業が終了するまで、設定された制御条件に基づき、アタッチメントの動作を補正する。

[0149] ステップS1608にて、動作判定部301は、ブーム4の姿勢が変化したか否かを判定する。動作判定部301は、ブーム4の姿勢が変化した場合、ステップS1610に進み、変化していない場合、ステップS1612に進む。

[0150] ステップS1610にて、動作補正部302は、ブーム4の姿勢変化に応じて、距離D3、D4が変化しているため、制御条件を修正する。

[0151] ステップS1612にて、動作判定部301は、掘削作業が終了しているか否かを判定する。動作判定部301は、掘削作業が終了していない場合、ステップS1608に戻り、終了している場合、今回の処理を終了する。

[0152] 尚、本例では、距離D1～D4が算出されることにより、制御条件が規定されたがその限りではない。例えば、不等式(10)、(14)を変形すると、以下の不等式(22)、(23)が得られる。

$$[0153] \quad F1 < D1 / D3 \cdot Mg \quad \dots (22)$$

$$F1 < D2 / D4 \cdot Mg \quad \dots (23)$$

[0154] 浮き上がりの瞬間において、次の式(24)、(25)が成り立つ。

$$[0155] \quad F1_INIT = D1 / D3 \times Mg \quad \dots (24)$$

$$F1_INIT = D2 / D4 \times Mg \quad \dots (25)$$

[0156] よって、動作補正部302(条件設定部)は、浮き上がりの瞬間の力F1_INITを

取得し、それ以降の制御条件を、式(26)に設定してもよい。

$$[0157] \quad F1 < F1_INIT \quad \dots (26)$$

[0158] ここで、距離D1～D4、或いは、転倒支点P1の位置が明示的に計算されないが、当然の如く、式(26)で表される制御条件には、正しい転倒支点P1の位置情報が反映されている。

[0159] また、本例では、浮き上がりを抑制するための制御条件に、力F1が明示

的に含まれる

が、その限りではない。例えば、力 F_1 に代えて、力 F_1 と相関を有する別の力やモーメント等を使用して、制御条件が規定されてもよい。

[0160] <振動動作の抑制方法>

図17（図17A～図17C）は、ショベル100の振動動作に関連する動作波形の具体例を示す図である。具体的には、図17A～図17Cは、ショベル100において、空中動作が繰り返し行われた場合の動作波形図の一例、他の例、及び更に他の例を示す図である。図17A～17Cは、それぞれ、異なる試行を示しており、上から順に、ピッチング角速度（即ち、車体の振動）、ブーム角加速度、アーム角加速度、ブーム角度、アーム角度が示される。

[0161] 尚、図中、X印は、ピッチ角速度の負のピークに対応するポイントを示している。

[0162] 図17A～図17Cに示すように、ブーム角の変化が止まるときに、振動動作が誘発されることが分かる。換言すれば、ブーム角加速度が、振動動作の発生に及ぼす影響が最も大きいと言え、裏を返せば、ブーム角速度を制御することが振動動作の抑制に有効であることを示している。このことは、バケット角に関する慣性モーメント（イナーシャ）にはバケット6の質量のみが影響を与え、アーム角に関する慣性モーメントには、バケット6とアーム5の質量が影響を与えるのに対して、ブーム角に関する慣性モーメントには、ブーム4のみでなく、アーム5及びバケット6の全質量が影響を与えることから直感的に理解されうる。

[0163] そこで、動作補正部302は、ブームシリンダ7を制御対象として、その動作を補正することが好ましい。即ち、ブームシリンダ7の推力がアタッチメントの状態にもとづく上限値（制限推力 F_{MAX} ）を超えないように、動作補正部302は動作する。

[0164] ブームシリンダ7の推力 F は、ロッド側油室の受圧面積 A_R 、ロッド側油室のロッド圧 P_R 、ボトム側油室の受圧面積 A_B 、及びボトム側油室のボト

ム圧PBに基づき、以下の式(27)で表される。

[0165] $F = AB \cdot PB - AR \cdot PR \quad \dots (27)$

[0166] よって、ブームシリンダ7の推力Fは、制限推力FMAXより小さい必要があるため、以下の式(28)が成立する必要がある。

[0167] $F_{MAX} > AB \cdot PB - AR \cdot PR \quad \dots (28)$

[0168] よって、式(28)から以下の式(29)が得られる。

[0169] $PB < (F_{MAX} + AR \cdot PR) / AB \quad \dots (29)$

[0170] 式(29)の右辺が、制限推力FMAXに対応するボトム圧PBの上限值PBMAXに相当し、次の式(30)が得られる。

[0171] $PB_{MAX} = (F_{MAX} + AR \cdot PR) / AB \quad \dots (30)$

[0172] 動作補正部302は、式(30)が成立するように、アタッチメントの動作、即ち、ブームシリンダ7の動作を補正する。即ち、動作補正部302は、式(30)が成立するように、ブームシリンダ7のボトム圧PBを調節する。より具体的には、後述する各種構成(図27~図35参照)が採用されることにより、動作補正部302は、適宜制御指令を制御対象に出力することで、ブームシリンダ7のボトム圧PBを調整し、ショベル100の振動動作を抑制できる。

[0173] 動作補正部302は、各種センサ32からの検出信号に基づき、制限推力FMAXを取得する。一実施例において制限推力取得部586は、アタッチメントの状態、即ち、すなわち各種センサ32からの検出信号を入力とする演算により制限推力FMAXを取得する。これにより、動作補正部302は、式(30)からボトム圧PBの上限值PBMAXを算出し、算出した上限値PBMAXを超えないように、ブームシリンダ7のボトム圧PBを調整することができる。

[0174] このとき、制限推力FMAXを小さくしすぎると、ブーム4が下がってくるため、動作補正部302は、ブーム4の姿勢を保持可能な推力(保持推力FMIN)を取得し、保持推力FMINより高い範囲で、制限推力FMAXを設定するとよい。

- [0175] 例えば、図18は、動作補正部302による制限推力FMAXの取得方法を説明する図である。具体的には、図18は、動作補正部302における制限推力FMAXの取得機能に関する構成を示すブロック図である。
- [0176] 図18に示すように、動作補正部302は、テーブル参照に基づき、制限推力FMAXを取得（設定）する。動作補正部302は、第1ルックアップテーブル600、第2ルックアップテーブル602、テーブルセクタ604、セクタ606を含む。
- [0177] 第1ルックアップテーブル600は、各種センサ32に含まれるブーム角度センサの出力であるブーム角 θ_1 を入力とし、制限推力FMAXを出力する。第1ルックアップテーブル600は、予め規定されるショベル100の異なる複数の状態に対応して設けられた複数のテーブルを含んでもよい。
- [0178] 第2ルックアップテーブル602は、各種センサ32に含まれるブーム角度センサ及びアーム角度センサから出力されるブーム角 θ_1 およびアーム角 θ_2 を入力とし、保持推力FMINを出力する。第2ルックアップテーブル602は、第1ルックアップテーブル600と同様、予め規定されるショベル100の異なる複数の状態に対応して設けられた複数のテーブルを含んでもよい。
- [0179] テーブルセクタ604は、第1ルックアップテーブル600の中から、各種センサ32に含まれるバケット角度センサ、並びに、車体（上部旋回体3）に搭載されるピッチ角度センサ及びスイング角度センサから出力されるバケット角 θ_3 、車体のピッチ角 θ_P 、スイング角 θ_S の少なく一つをパラメータとして、最適なテーブルを選択する。
- [0180] また、テーブルセクタ604は、第2ルックアップテーブル602の中から、バケット角 θ_3 、車体のピッチ角 θ_P 、及びスイング角 θ_S の少なく一つをパラメータとして、最適なテーブルを選択する。
- [0181] セクタ606は、制限推力FMAX及び保持推力FMINのうちの大きい一方を出力する。これにより、ブームの下がり防止しつつ、振動動作を抑制できる。

[0182] 尚、動作補正部302は、制限推力FMAXを、テーブル参照に代えて演算処理により取得してもよい。また、動作補正部302は、同様に、保持推力FMINをテーブル参照に代えて、演算処理により取得してもよい。

[0183] [ショベルの意図しない動作の判定方法]

次に、図19～図26を参照して、意図しない動作の判定方法について説明する。

[0184] <引き摺り動作の判定方法>

図19（図19A、図19B）は、ショベル100の引き摺り動作の発生の判定方法の第1例を説明する図である。具体的には、図19は、ショベル100の上部旋回体3に取り付けられた加速度センサ32Aの取付位置の一例を説明する図である。

[0185] 本例に係るショベル100の各種センサ32には、加速度センサ32Aが含まれる。

[0186] 図19に示すように、加速度センサ32Aは、上部旋回体3に搭載される。

[0187] 加速度センサ32Aは、ショベル100を平面視で見たときのアタッチメントの延在する方向に対応する直線L1に沿う方向に検出軸を有する。アタッチメントが上部旋回体3に及ぼす力の作用点は、ブーム4の根元3Aである。よって、加速度センサ32Aは、ブーム4の根元3Aに設けることが望ましい。これにより、動作判定部301は、加速度センサ32Aの出力信号に基づき、アタッチメントの動作に起因するショベル100の引き摺り動作の発生を好適に特定できる。

[0188] ここで、加速度センサ32Aが旋回軸3Bから遠ざかると、上部旋回体3が旋回運動するとき、加速度センサ32Aが、旋回運動による遠心力の影響を受けてしまう。そこで加速度センサ32Aは、ブーム4の根元3Aの近傍であって、且つ、旋回軸3Bの近傍に配置することが望ましい。

[0189] 即ち、加速度センサ32Aは、ブーム4の根元3Aと上部旋回体3の旋回軸3Bの間の領域R1に配置することが望ましい。これにより、加速度セン

サ 3 2 A の出力に含まれる旋回運動の影響を低減できるため、動作判定部 3 0 1 は、加速度センサ 3 2 A の出力に基づき、アタッチメントの動作に起因する引き摺り動作を好適に検出できる。

[0190] また、加速度センサ 3 2 A の位置が地面から遠すぎると、ピッチングやローリングに起因する加速度成分が加速度センサ 3 2 A の出力に含まれ易くなる。この観点から、加速度センサ 3 2 A は、上部旋回体 3 のなるべく下の方に配置されることが好ましい。

[0191] また、本例では、加速度センサ 3 2 A に代えて、各種センサ 3 2 に含まれる速度センサを上部旋回体 3 の同様の位置に搭載してもよい。これにより、動作判定部 3 0 1 は、速度センサにより検出される直線 L 1 に沿った速度に対応する出力に基づき、ショベル 1 0 0 の引き摺り動作の発生を特定できる。

[0192] また、本例では、各種センサ 3 2 は、加速度センサ 3 2 A に加えて、更に、上部旋回体 3 に搭載される角速度センサを含んでもよい。この場合、動作補正部 3 0 2 は、当該角速度センサの出力に基づき、加速度センサ 3 2 A の出力を補正してもよい。加速度センサ 5 0 6 の出力には、特定方向の直進運動（引き摺り動作）だけでなく、ピッチング方向、ヨーイング方向、ローリング方向の回転運動の成分も含まれる。この変形例によれば、角速度センサを併用することで、回転運動の影響を除外して、引き摺り動作に相当する直進運動のみを抽出することができるため、動作判定部 3 0 1 による引き摺り動作の判定精度を向上させることができる。

[0193] また、本例では、加速度センサ 3 2 A は、上部旋回体 3 に設けられるが、下部走行体 1 に設けられてもよい。この場合、各種センサ 3 2 に含まれる上部旋回体 3 の旋回角度（旋回位置）を検出する角度センサの出力を併用することにより、動作判定部 3 0 1 は、下部走行体 1 の加速度センサ 3 2 A の出力から、アタッチメントの延在方向（直線 L 1）に沿った直進運動を特定し、その方向への引き摺り動作の発生を特定することができる。

[0194] 続いて、図 2 0 は、引き摺り動作の発生の判定方法の第 2 例を説明する図

である。

- [0195] 本例では、各種センサ32には、距離センサ32Bが含まれる。
- [0196] 図20に示すように、距離センサ32Bは、ショベル100の上部旋回体3の前端部に取り付けられ、ショベル100の上部旋回体3の前方の所定範囲の地面等の地形や障害物等と、自己が取り付けられる車体（上部旋回体3）との距離を測定する。距離センサ32Bは、例えば、L I D A R（Light Detection and Ranging）、ミリ波レーダ、ステレオカメラ等である。
- [0197] 動作判定部301は、距離センサ32Bにより測定される、上部旋回体3と、ショベル100の周辺の固定された基準対象物との間の相対位置関係の変化に基づき、ショベル100の引き摺り動作の発生を判定する。具体的には、動作判定部301は、距離センサ32Bの出力に基づき、上部旋回体3から見た地面200aの相対位置が略水平方向、具体的には、ショベル100が位置する平面に略平行に移動した場合、引き摺り動作が発生したと判定することができる。例えば、図20に示すように、動作判定部301は、距離センサ32Bの出力に基づき、上部旋回体3から見た前方の地面200aの相対位置が、上部旋回体3に近づく側（点線200bの位置）に略水平移動した場合、ショベル100の前方引き摺り動作が発生したと判定することができる。逆に、動作判定部301は、上部旋回体3から見た前方の地面200a上部旋回体3から離れる側に略水平移動した場合、ショベル100の後方引き摺り動作が発生したと判定することができる。
- [0198] 尚、動作判定部301は、距離センサ32Bの代わりに、上部旋回体3とショベル100の周辺の固定された基準対象物との相対位置関係を検出可能な他のセンサ、例えば、画像センサ（単眼カメラ）を利用して、引き摺り動作の発生を判定してもよい。
- [0199] また、ショベル100の固定された基準対象物は、地面に限定されず建造物や基準対象物としての利用を目的に意図的にショベル100の周辺に配置された特定の物体等でもよい。
- [0200] また、距離センサ32Bは、上部旋回体3ではなく、アタッチメントに取

り付けられてもよい。この場合、動作判定部301は、アタッチメントと基準対象物との距離だけでなく、アタッチメントと上部旋回体3との距離を計測可能であればよい。これにより、動作判定部301は、距離センサ32Bの出力に基づき、アタッチメントから見た基準対象物及び上部旋回体3のそれぞれとの相対位置を特定することができる、即ち、間接的に、上部旋回体3と基準対象物との相対位置関係を判断できる。よって、動作判定部301は、アタッチメントに搭載される距離センサ32Bの出力に基づき、上部旋回体3と基準対象物との相対位置関係が変化し、上部旋回体3から見て上部旋回体3の位置する平面と略平行に移動した場合、引き摺り動作が発生したと判定することができる。

[0201] 続いて、図21（図21A、図21B）は、引き摺り動作の発生の判定方法の第3例を説明する図である。具体的には、図21Aは、引き摺り動作が発生していない場合のショベル100を表し、図21Bは、引き摺り動作が発生している場合のショベル100を表す。

[0202] 本例では、各種センサ32には、IMU32Cが含まれる。

[0203] 図21A、図21Bに示すように、IMU32Cは、ブーム4に取り付けられる。

[0204] 図21Aに示すように、ショベル100に引き摺り動作が発生していない場合、ブーム4のIMU32Cは、ブーム4の上げ下げに応じた回転運動を検出するため、IMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分は、回転運動による相対的に小さい値として出力される。

[0205] 一方、図21Bに示すように、ショベル100に引き摺り動作が発生している場合、ショベル100が前後方向に移動するため、IMU32Cによる引き摺り方向、つまり、前後方向の加速度成分が相対的に大きな値として出力される。

[0206] よって、動作判定部301は、例えば、IMU32Cにより検出された加速度成分が所定閾値以上になった場合に、引き摺り動作が発生したと判定してよい。所定閾値は、実験やシミュレーション解析等に基づき適宜設定され

うる。また、動作判定部301は、検出された加速度成分の方向に応じて、前方引き摺り動作か後方引き摺り動作かを判定することができる。

[0207] 尚、本例では、前後方向のブーム4の運動を検出可能であれば、IMU32Cの代わりに、速度センサ、加速度センサ等が採用されてもよい。この場合、動作判定部301は、IMU32Cの場合と同様、センサの出力値が相対的に大きくなった場合に、引き摺り動作が発生したと判定してよい。

[0208] 続いて、図22（図22A、図22B）は、引き摺り動作の発生の判定方法の第4例を説明する図である。具体的には、図22Aは、引き摺り動作が発生していない場合のショベル100を表し、図22Bは、引き摺り動作が発生している場合のショベル100を表す。

[0209] 本例では、各種センサ32には、二つのIMU32Cが含まれる。

[0210] 図22A、図22Bに示すように、そのうち、一方のIMU32Cは、アーム5に取り付けられ、他方のIMU32Cは、バケット6に取り付けられる。

[0211] 図22Aに示すように、ショベル100に引き摺り動作が発生していない場合、バケット6のIMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分は、アーム5の加速度成分とバケット6の駆動軸まわりの角加速度成分の合成により表される。そのため、バケット6のIMU32Cにより検出される加速度成分は、アーム5のIMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分より相対的に大きくなる。

[0212] 一方、図22Bに示すように、ショベル100に引き摺り動作が発生している場合、アーム5は、引き摺り動作に応じて、前後方向に移動するが、バケット6は、掘削作業により地面に接地しているため、移動しにくい。そのため、バケット6のIMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分は、アーム5のIMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分よりもある程度小さくなる。

[0213] よって、動作判定部301は、例えば、アーム5及びバケット6のIMU32Cのそれぞれにより検出される加速度成分の差分が所定閾値以上になっ

た場合に、引き摺り動作が発生したと判定してよい。所定閾値は、実験やシミュレーション解析等に基づき適宜設定されうる。また、動作判定部301は、アーム5の加速度成分の方向に応じて、前方引き摺り動作か後方引き摺り動作かを判定することができる。

[0214] また、アーム5に取り付けられるIMU32Cは、できる限り、アーム5とバケット6との連結位置よりもブーム4とアーム5との連結位置寄りに配置されることが好ましい。これにより、ショベル100の引き摺り動作の発生時に、アーム5とバケット6との連結位置を支点として、アーム5におけるIMU32Cの取付位置の移動量を極力大きくすることができる。そのため、動作判定部301は、アーム5及びバケット6のそれぞれのIMU32Cにより検出された加速度成分の差分により、引き摺り動作をより判定し易くなる。

[0215] 尚、本例では、アーム5及びバケット6の前後方向の動作が検出可能であれば、IMU32Cの代わりに、速度センサ、加速度センサ等が採用されてもよい。また、本例では、アーム5及びバケット6にIMU32Cが取り付けられるが、更に、ブーム4に取り付けられてもよい。これにより、アーム5及びバケット6のそれぞれのIMU32Cの出力値の差分だけでなく、ブーム4及びバケット6のそれぞれのIMU32Cの出力値の差分から引き摺り動作の有無を判定することができるため、判定精度を高めることができる。また、アーム5のIMU32Cをブーム4に取り付けてもよい。この場合、ブーム4及びバケット6のそれぞれのIMU32Cの出力値の差分から引き摺り動作の有無を判定することができる。

[0216] <浮き上がり動作の判定方法>

図23（図23A～図23C）は、ショベル100の浮き上がり動作の発生の判定方法の第1例を説明する図である。具体的には、図23A～図23Cは、それぞれ、ショベルの浮き上がり動作が発生したときの車体の前後方向（ピッチ方向）の傾斜角度、角速度、及び角加速度の時間変化を表す図である。

- [0217] 本例では、動作判定部301は、各種センサ32に含まれる、車体の前後方向の傾斜、即ち、ピッチ方向の傾斜角度に関する角度関連情報を出力可能なセンサの出力に基づき、ショベル100の浮き上がり動作の発生を判定する。
- [0218] 車体のピッチ方向の傾斜角度に関する角度関連情報（傾斜角度、角速度、角加速度等）を出力可能なセンサとしては、傾斜センサ（角度センサ）、角速度センサ、IMU等が採用されうる。
- [0219] 例えば、図23A～図23Cに示すように、浮き上がり動作が発生すると、ショベル100のピッチ方向の傾斜角度、角速度、及び角加速度は、ある程度大きな値になるため、動作判定部301は、これらの値が所定閾値（図中の点線の一定値）以上になった場合、浮き上がり動作が発生したと判定することができる。また、動作判定部301は、その傾斜角度、角速度、及び角加速度の発生方向、即ち、ピッチ軸を中心として後方傾斜か前方傾斜かにより、前部浮き上がり動作か後部浮き上がり動作かを判定することができる。
- [0220] 続いて、図24は、浮き上がり動作の発生の判定方法の第2例を説明する図である。
- [0221] 本例では、各種センサ32には、図20の場合と同様、距離センサ32Bが含まれる。
- [0222] 図24に示すように、距離センサ32Bは、図20の場合と同様、ショベル100の上部旋回体3の前端部に取り付けられ、ショベル100の上部旋回体3の前方の所定範囲の地面等の地形や障害物等と、自己が取り付けられる車体（上部旋回体3）との距離を測定する。
- [0223] 動作判定部301は、図20の場合と同様、距離センサ32Bにより測定される、上部旋回体3と、ショベル100の周辺の固定された基準対象物との間の相対位置関係の変化に基づき、ショベル100の浮き上がり動作の発生を判定する。具体的には、動作判定部301は、距離センサ32Bの出力に基づき、上部旋回体3から見た地面240aの相対位置が略上下方向、具

体的には、ショベル100が位置する平面に略鉛直な方向に移動した場合、浮き上がり動作が発生したと判定することができる。例えば、図24に示すように、動作判定部301は、距離センサ32Bの出力に基づき、上部旋回体3から見た前方の地面200aの相対位置が、略下方向（図中の点線240b）に移動した場合、ショベル100の前部浮き上がり動作が発生したと判定することができる。逆に、動作判定部301は、上部旋回体3から見た前方の地面240aの相対位置が、略上方向に移動した場合、ショベル100の後部浮き上がり動作が発生したと判定することができる。

[0224] 尚、動作判定部301は、距離センサ32Bの代わりに、上部旋回体3とショベル100の周辺の固定された基準対象物との相対位置関係を検出可能な他のセンサ、例えば、画像センサ（単眼カメラ）を利用して、浮き上がり動作の発生を判定してもよい。

[0225] また、ショベル100の固定された基準対象物は、地面に限定されず建造物や基準対象物としての利用を目的に意図的にショベル100の周辺に配置された特定の物体等でもよい。

[0226] また、距離センサ32Bは、上部旋回体3ではなく、アタッチメントに取り付けられてもよい。この場合、動作判定部301は、アタッチメントと基準対象物との距離だけでなく、アタッチメントと上部旋回体3との距離を計測可能であればよい。これにより、動作判定部301は、距離センサ32Bの出力に基づき、アタッチメントから見た基準対象物及び上部旋回体3のそれぞれとの相対位置を特定することができる、即ち、間接的に、上部旋回体3と基準対象物との相対位置関係を判断できる。よって、動作判定部301は、アタッチメントに搭載される距離センサ32Bの出力に基づき、上部旋回体3と基準対象物との相対位置関係が変化し、上部旋回体3から見て上部旋回体3の位置する平面と略鉛直に移動した場合、浮き上がり動作が発生したと判定することができる。

[0227] 続いて、図25（図25A、図25B）は、浮き上がり動作の発生の判定方法の第3例を説明する図である。具体的には、図25Aは、浮き上がり動

作が発生していない場合のショベル100を表し、図25Bは、浮き上がり動作が発生している場合のショベル100を表す。

- [0228] 本例では、各種センサ32には、図21A、図21Bの場合と同様、IMU32Cが含まれる。
- [0229] 図25A、図25Bに示すように、IMU32Cは、図21A、図21Bの場合と同様、ブーム4に取り付けられる。
- [0230] 図25Aに示すように、ショベル100に浮き上がり動作が発生していない場合、ブーム4のIMU32Cは、ブーム4の比較的緩やかな上げ下げに応じた回転運動を検出するため、IMU32Cにより検出される角加速度成分は、相対的に小さい値として出力される。
- [0231] 一方、図25Bに示すように、ショベル100に浮き上がり動作が発生している場合、IMU32Cによる浮き上がり方向の角加速度成分が相対的に大きな値として出力される。
- [0232] よって、動作判定部301は、例えば、IMU32Cにより検出された角加速度成分が所定閾値以上になった場合に、ショベル100の浮き上がり動作が発生したと判定してよい。所定閾値は、実験やシミュレーション解析等に基づき適宜設定されうる。また、動作判定部301は、検出された加速度成分の方向に応じて、前方引き摺り動作か後方引き摺り動作かを判定することができる。
- [0233] また、ブーム4の上げ下げ方向とショベル100の浮き上がりの方向が逆である場合、ブーム4に発生する角加速度の絶対値だけでは、浮き上がり動作が発生したか否かを判定できない場合も有りうる。そのため、動作判定部301は、IMU32Cに基づくブーム4の角加速度の変化量或いは変化率が所定閾値以上になった場合に、ショベル100の浮き上がり動作が発生したと判定してもよい。
- [0234] 尚、本例では、ブーム4の回転方向の運動を検出可能であれば、IMU32Cの代わりに、速度センサ、加速度センサ等が採用されてもよい。この場合、動作判定部301は、IMU32Cの場合と同様、センサの出力値が相

対的に大きくなった場合やその変化率が相対的に大きくなった場合に、浮き上がり動作が発生したと判定してよい。

[0235] 続いて、図26（図26A、図26B）は、浮き上がり動作の発生の判定方法の第4例を説明する図である。具体的には、図26Aは、浮き上がり動作が発生していない場合のショベル100を表し、図26Bは、浮き上がり動作が発生している場合のショベル100を表す。

[0236] 本例では、各種センサ32には、図22A、図22Bの場合と同様、二つのIMU32Cが含まれる。

[0237] 図26A、図26Bに示すように、そのうち、一方のIMU32Cは、アーム5に取り付けられ、他方のIMU32Cは、バケット6に取り付けられる。

[0238] 図26Aに示すように、ショベル100に浮き上がり動作が発生していない場合、バケット6のIMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分は、アーム5の加速度成分とバケット6の駆動軸まわりの角加速度成分の合成により表される。そのため、バケット6のIMU32Cにより検出される加速度成分は、アーム5のIMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分より相対的に大きくなる。

[0239] 一方、図26Bに示すように、ショベル100に浮き上がり動作が発生している場合、アーム5は、浮き上がり動作に応じて、バケット6と地面との接地点付近を中心に移動（回動）するが、バケット6は、掘削作業により地面に接地しているため、移動しにくい。そのため、バケット6のIMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分及び駆動軸まわりの角加速度成分は、アーム5のIMU32Cにより検出される前後方向の加速度成分及び角加速度成分よりもある程度小さくなる。

[0240] よって、動作判定部301は、例えば、アーム5及びバケット6のIMU32Cのそれぞれにより検出される加速度成分或いはアタッチメントの駆動軸と平行な軸まわりの角加速度の差分が所定閾値以上になった場合に、浮き上がり動作が発生したと判定してよい。所定閾値は、実験やシミュレーショ

ン解析等に基づき適宜設定されうる。また、動作判定部301は、アーム5の加速度成分の方向に応じて、前方浮き上がり動作か後方浮き上がり動作かを判定することができる。

[0241] また、アーム5に取り付けられるIMU32Cは、できる限り、アーム5とバケット6との連結位置よりもブーム4とアーム5との連結位置寄りに配置されることが好ましい。これにより、ショベル100の浮き上がり動作の発生時に、アーム5とバケット6との連結位置を支点として、アーム5におけるIMU32Cの取付位置の移動量を極力大きくすることができる。そのため、動作判定部301は、アーム5及びバケット6のそれぞれのIMU32Cにより検出された加速度成分の差分により、浮き上がり動作をより判定し易くなる。

[0242] 尚、本例では、アーム5及びバケット6の前後方向の動作や動作軸と平行な軸まわりの回動方向の動作が検出可能であれば、IMU32Cの代わりに、速度センサ、加速度センサ、角加速度センサ等が採用されてもよい。また、本例では、アーム5及びバケット6にIMU32Cが取り付けられるが、更に、ブーム4に取り付けられてもよい。これにより、アーム5及びバケット6のそれぞれのIMU32Cの出力値の差分だけでなく、ブーム4及びバケット6のそれぞれのIMU32Cの出力値の差分から引き摺り動作の有無を判定することができるため、判定精度を高めることができる。また、アーム5のIMU32Cをブーム4に取り付けてもよい。この場合、ブーム4及びバケット6のそれぞれのIMU32Cの差分から浮き上がり動作の有無を判定することができる。

[0243] <振動動作の発生の判定方法>

各種センサ32に含まれる振動を検出可能なセンサ、例えば、加速度センサ、角加速度センサ、IMU等が車体（上部旋回体3）に搭載されることにより、動作判定部301は、振動動作の発生を判定することが可能である。具体的には、動作判定部301は、各種センサ32に含まれるこれらのセンサの出力に基づき、アタッチメントの慣性モーメントの変化に誘発される車

体の振動に固有の周波数と適合する振動があると判断できる場合に、振動動作が発生していると判定してよい。

[0244] また、振動動作は、上述の如く、アタッチメントの空中動作中に発生する。そのため、動作判定部301は、アタッチメントの空中動作中に、各種センサ32の出力に基づき、アタッチメントの慣性モーメントの変化に誘発される車体の振動に固有の周波数と適合する振動があると判断できる場合、振動動作が発生していると判定してもよい。

[0245] [アタッチメントの動作を補正する構成の詳細]

次に、図27～図35を参照して、本実施形態に係るショベル100の特徴的な構成、即ち、意図しないの動作を抑制するためにアタッチメントの動作を補正する構成の具体例について説明する。

[0246] まず、図27は、本実施形態に係るショベル100の特徴的な構成の第1例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル100のブームシリンダ7に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第1例を示す図である。

[0247] 尚、本例では、レバー装置26Aによりブーム4、即ち、ブームシリンダ7の操作が行われる前提とする。以下、図28～図35についても同様である。また、コントロールバルブ17内のブームシリンダ7に作動油を供給するブーム用方向制御弁17Aのポートに、レバー装置26Aからの二次側のパイロット圧を伝達するパイロットライン27をパイロットライン27Aと称する。

[0248] 図27に示すように、本例では、コントロールバルブ17内のブーム用方向制御弁17Aとブームシリンダ7のロッド側油室及びボトム側油室との間から分岐し、作動油をタンクTに排出させるバイパス油路281、282が設けられる。

[0249] バイパス油路281には、ブームシリンダ7のロッド側油室の作動油をTに排出させる電磁リリーフ弁33が設けられる。

[0250] バイパス油路282には、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油をタ

ンク T に排出させる電磁リリーフ弁 33 が設けられる。

[0251] 尚、バイパス油路 281, 282、及び電磁リリーフ弁 33, 34 は、コントロールバルブ 17 の内部及び外部の何れに設けられてもよい。

[0252] また、各種センサ 32 には、ブームシリンダ 7 のロッド圧 PR 及びボトム圧 PB を検出する圧力センサ 32D, 32E が含まれ、その出力は、コントローラ 30 に入力される。

[0253] コントローラ 30、即ち、動作補正部 302 は、圧力センサ 32D, 32E から入力される出力信号に基づき、ロッド圧 PR 及びボトム圧 PB を監視することができる。また、動作補正部 302 は、適宜、電磁リリーフ弁 33, 34 に電流指令値を出力し、ブームシリンダ 7 のロッド側油室或いはボトム側油室の作動油を強制的にタンク T に排出させ、ブームシリンダ 7 内の過剰な圧力を抑制することができる。よって、図 9～図 17 を参照して説明したブームシリンダ 7 の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ 7 内に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル 100 の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0254] 続いて、図 28 は、本実施形態に係るショベル 100 の特徴的な構成の第 2 例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル 100 のブームシリンダ 7 に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第 2 例を示す図である。

[0255] 図 28 に示すように、本例では、レバー装置 26A とブーム用方向制御弁 17A のポートとの間のパイロットライン 27A に電磁比例弁 36 が設けられる。

[0256] また、各種センサ 32 には、図 27 の場合と同様、ブームシリンダ 7 のロッド圧 PR 及びボトム圧 PB を検出する圧力センサ 32D, 32E が含まれ、その出力は、コントローラ 30 に入力される。

[0257] コントローラ 30、即ち、動作補正部 302 は、圧力センサ 32D, 32E から入力される出力信号に基づき、ロッド圧 PR 及びボトム圧 PB を監視することができる。また、動作補正部 302 は、適宜、電磁比例弁 36 に電

流指令値を出力することにより、レバー装置 26 A における操作状態に対応するパイロット圧を変化させ、ブーム用方向制御弁 17 A のポートに入力させることができる。即ち、動作補正部 302 は、適宜、電磁比例弁 36 に電流指令値を出力することにより、ブーム用方向制御弁 17 A を制御し、ブームシリンダ 7 のロッド側油室或いはボトム側油室の作動油を適宜タンク T に排出させ、ブームシリンダ 7 内の過剰な圧力を抑制することができる。よって、図 9～図 17 を参照して説明したブームシリンダ 7 の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ 7 内に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル 100 の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0258] 尚、本例では、オペレータによるレバー装置 26 A の操作状態、つまり、ブーム 4 の操作状態に対応する信号を補正した信号がブーム用方向制御弁 17 A に入力されるが、ブーム 4 の操作状態に対応する信号とは別の信号が入力されてもよい。例えば、レバー装置 46 A よりも上流側（パイロットポンプ 15 側）のパイロットライン 25 から分岐しブーム用方向制御弁 17 A のポートに接続される油路に電磁比例弁が設けられるとよい。この場合、動作補正部 302 は、該電磁比例弁に電流指令を出力することにより、ブーム 4 の操作状態に対応する信号とは別の信号をブーム用方向制御弁 17 A の入力し、レバー装置 26 A の操作状態に依らず、ブーム用方向制御弁 17 A を制御することができる。また、この場合、コントローラ 30 は、通常時、圧力センサ 29 により検出されるレバー装置 16 A の操作状態に対応する圧力信号に基づき、電磁比例弁に電流指令を出力することにより、オペレータによるレバー装置 16 A の操作状態に応じて、ブーム用方向制御弁 17 A を制御することができる。

[0259] 続いて、図 29 は、本実施形態に係るショベル 100 の特徴的な構成の第 3 例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル 100 のブームシリンダ 7 に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第 3 例を示す図である。

[0260] 図29に示すように、各種センサ32には、図27等の場合と同様、ブームシリンダ7のロッド圧PR及びボトム圧PBを検出する圧力センサ32D, 32Eが含まれ、その出力は、コントローラ30に入力される。

[0261] コントローラ30、即ち、動作補正部302は、圧力センサ32D, 32Eから入力される出力信号に基づき、ロッド圧PR及びボトム圧PBを監視することができる。また、コントローラ30は、メインポンプ14の斜板の傾転角を制御するレギュレータ14Aに対して、適宜、電流指令値を出力することにより、メインポンプ14の出力や流量を制御することができる。即ち、動作補正部302は、適宜、レギュレータ14Aに電流指令値を出力し、メインポンプ14の動作を制限することにより、ブームシリンダ7に供給される作動油の流量等を制限し、ブームシリンダ7内の過剰な圧力を抑制することができる。よって、図9～図17を参照して説明したブームシリンダ7の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ7内に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル100の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0262] 続いて、図30は、本実施形態に係るショベル100の特徴的な構成の第4例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル100のブームシリンダ7に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第4例を示す図である。

[0263] 図30に示すように、各種センサ32には、図27等の場合と同様、ブームシリンダ7のロッド圧PR及びボトム圧PBを検出する圧力センサ32D, 32Eが含まれ、その出力は、コントローラ30に入力される。

[0264] コントローラ30、即ち、動作補正部302は、圧力センサ32D, 32Eから入力される出力信号に基づき、ロッド圧PR及びボトム圧PBを監視することができる。また、動作補正部302は、適宜、エンジン11の稼働状態を制御するECM (Engine Control Module) 11Aに制御指令を出力することにより、エンジン11の出力を制御することができる。即ち、動作補正部302は、適宜、ECM 11Aに制御指令を出力し、エンジン11の出

力を制限することにより、エンジン 11 で駆動されるメインポンプ 14 の出力を制限し、ブームシリンダ 7 に供給される作動油の流量等を制限することができる。つまり、動作補正部 302 は、ブームシリンダ 7 内の過剰な圧力を抑制することができる。よって、図 9～図 17 を参照して説明したブームシリンダ 7 の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ 7 内に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル 100 の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0265] 続いて、図 31 は、本実施形態に係るショベル 100 の特徴的な構成の第 5 例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル 100 のブームシリンダ 7 に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第 5 例を示す図である。

[0266] 尚、本例では、各種センサ 32 には、図 27～図 30 の圧力センサ 32D、32E と同様の圧力センサが含まれる前提とする。以下、図 32～図 35 についても同様である。

[0267] 図 31 に示すように、本例では、コントロールバルブ 17 は、電磁切換弁 38 を含む。

[0268] 電磁切換弁 38 は、ブーム用方向制御弁 17A とブームシリンダ 7 のボトム側油室との間を接続する油路 311 と、作動油をタンク T に循環させる油路 312 との間をバイパスさせる態様で設けられる。これにより、電磁切換弁 38 は、連通状態である場合、ブームシリンダ 7 のボトム側油室の作動油をタンク T に排出させることができる。

[0269] コントローラ 30 は、即ち、動作補正部 302 は、各種センサ 32 (ブームシリンダ 7 のロッド側油室及びボトム側油室の圧力を検出する圧力センサ) から入力される出力信号に基づき、ロッド圧 PR 及びボトム圧 PB を監視することができる。また、動作補正部 302 は、適宜、電磁切換弁 38 に電流指令値を出力することにより、電磁切換弁 38 の連通／非連通状態を制御することができる。即ち、動作補正部 302 は、適宜、電磁切換弁 38 に電流指令値を出力し、電磁切換弁 38 を介して、ブームシリンダ 7 のボトム側

油室の作動油をタンクTに排出させることにより、ブームシリンダ7のボトム側油室に発生した過剰な圧力（ボトム圧PB）を抑制することができる。よって、図9～図17を参照して説明したブームシリンダ7の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ7のボトム側油室に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル100の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0270] 尚、コントロールバルブ17の内部に、ブーム用方向制御弁17Aとブームシリンダ7のロッド側油室との間を接続する油路と、作動油をタンクTに循環させる油路312との間をバイパスさせる電磁切換弁が設けられてもよい。この場合、動作補正部302は、適宜、当該電磁切換弁に電流指令値を出力することにより、ブームシリンダ7のロッド側油室に発生する過剰な圧力についても低減させることができる。

[0271] 続いて、図32は、本実施形態に係るショベル100の特徴的な構成の第6例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル100のブームシリンダ7に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第5例を示す図である。以下、図中において、二つのブームシリンダ7が示されるが、メインポンプ14とブームシリンダ7との間にコントロールバルブ17と後述する圧力保持回路40が介設される点は、何れのブームシリンダ7についても同様であるため、一方のブームシリンダ7（図中の右側のブームシリンダ7）についての油圧回路を中心に説明する。

[0272] 尚、本実施形態では、図27の場合と同様、コントロールバルブ17とブームシリンダ7のロッド側油室との間から分岐する油路に、ロッド側油室の作動油をタンクTに排出させる電磁リリーフ弁33が設けられる。以下、図33についても同様である。

[0273] 図32に示すように、本例に係るショベル100には、例えば、油圧ホースが破裂等により破損した場合であっても、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油が排出されないように保持する圧力保持回路40が設けられる。以下、図33～図35についても同様である。

- [0274] 圧力保持回路40は、コントロールバルブ17とブームシリンダ7のボトム側油室との間を接続する油路に介設される。圧力保持回路40は、主に、保持弁42と、スプール弁44とを含む。
- [0275] 保持弁42は、スプール弁44の状態に依らず、油路321を経由してコントロールバルブ17から供給される作動油を、ブームシリンダ7のボトム側油室に供給する。
- [0276] また、保持弁42は、スプール弁44が非連通状態（図中の左端のスプール状態）の場合、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油が圧力保持回路40の下流側に排出されないように保持する。一方、保持弁42は、スプール弁44が連通状態（図中の右端のスプール状態）の場合、油路322を経由して、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油が圧力保持回路40の下流側に排出することができる。
- [0277] スプール弁44は、ブームシリンダ7を操作するレバー装置26Aに含まれる、ブーム4の下げ操作（ブーム下げ操作）に対応するパイロット圧を出力するブーム下げ用リモコン弁26Aaからポートに入力されるパイロット圧に応じて、その連通・非連通状態が制御される。具体的には、スプール弁44は、ブーム下げ用リモコン弁26Aaからブーム下げ操作がされていることを示すパイロット圧が入力される場合、連通状態に対応するスプール状態（図中の右端のスプール状態）にする。一方、スプール弁44は、ブーム下げ用リモコン弁26Aaからブーム下げ操作がされていないことを示すパイロット圧が入力される場合、非連通状態に対応するスプール状態（図中の左端のスプール状態）にする。これにより、ブーム下げ操作がされていない状態で、圧力保持回路40よりも下流側の油圧ホースの破損等が発生しても、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油（ボトム圧）が保持されるため、ブーム4の落下を防止することができる。
- [0278] また、圧力保持回路40は、電磁リリーフ弁46を含む。
- [0279] 電磁リリーフ弁46は、圧力保持回路40内の保持弁42とブームシリンダ7のボトム側油室との間の油路323から分岐し、タンクTに接続される

油路 3 2 4 に設けられる。つまり、電磁リリーフ弁 4 6 は、保持弁よりも上流側、即ち、ブームシリンダ 7 側の油路 3 2 3 から作動油をタンク T にリリーフする。よって、電磁リリーフ弁 4 6 は、圧力保持回路 4 0 の作動状態、具体的には、スプール弁 4 4 の連通／非連通状態に依らず、ブームシリンダ 7 のボトム側油室の作動油をタンク T に排出させることができる。つまり、圧力保持回路 4 0 によるブームシリンダ 7 のボトム側油室の作動油の保持機能によりブーム 4 の落下を防止しつつ、ブーム下げ操作の有無に依らず、ブームシリンダ 7 のボトム側油室の作動油をタンク T に排出させ、過剰なボトム圧を抑制することができる。

[0280] コントローラ 3 0 は、即ち、動作補正部 3 0 2 は、各種センサ 3 2 (ブームシリンダ 7 のロッド側油室及びボトム側油室の圧力を検出する圧力センサ) から入力される出力信号に基づき、ロッド圧 P R 及びボトム圧 P B を監視することができる。また、動作補正部 3 0 2 は、適宜、電磁リリーフ弁 3 3 , 4 6 に電流指令値を出力することにより、ブーム下げ操作の有無に依らず、ブームシリンダ 7 のロッド側油室或いはボトム側油室の作動油を強制的にタンク T に排出させ、ブームシリンダ 7 内の過剰な圧力を抑制することができる。よって、図 9 ~ 図 1 7 を参照して説明したブームシリンダ 7 の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ 7 内に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル 1 0 0 の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0281] 続いて、図 3 3 は、本実施形態に係るショベル 1 0 0 の特徴的な構成の第 7 例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル 1 0 0 のブームシリンダ 7 に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第 7 例を示す図である。

[0282] 図 3 3 に示すように、本例では、ブームシリンダ 7 のボトム側油室と圧力保持回路 4 0 との間の油路 3 3 1 から分岐しタンク T に接続される油路 3 3 2 に電磁リリーフ弁 5 0 が設けられる。これにより、電磁リリーフ弁 5 0 は、圧力保持回路 4 0 の作動状態、具体的には、スプール弁 4 4 の連通／非連

通状態に依らず、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油をタンクTに排出させることができる。つまり、圧力保持回路40によるブームシリンダ7のボトム側油室の作動油の保持機能によりブーム4の落下を防止しつつ、ブームシリンダ7の操作状態に依らず、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油をタンクTに排出させ、過剰なボトム圧を抑制することができる。

[0283] コントローラ30、即ち、動作補正部302は、各種センサ32（ブームシリンダ7のロッド側油室及びボトム側油室の圧力を検出する圧力センサ）から入力される出力信号に基づき、ロッド圧PR及びボトム圧PBを監視することができる。また、動作補正部302は、適宜、電磁リリーフ弁33、50に電流指令値を出力することにより、ブーム下げ操作の有無に依らず、ブームシリンダ7のロッド側油室或いはボトム側油室の作動油を強制的にタンクTに排出させ、ブームシリンダ7内の過剰な圧力を抑制することができる。よって、図9～図17を参照して説明したブームシリンダ7の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ7内に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル100の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0284] 続いて、図34は、本実施形態に係るショベル100の特徴的な構成の第8例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル100のブームシリンダ7に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第8例を示す図である。

[0285] 図34に示すように、ブーム下げ用リモコン弁26Aaからブーム下げ操作の操作状態に対応するパイロット圧を、圧力保持回路40のスプール弁44に供給するパイロット回路に、電磁切換弁52と、シャトル弁54が設けられる。

[0286] 電磁切換弁52は、パイロットポンプ15とブーム下げ用リモコン弁26Aaとの間のパイロットライン25Aから分岐し、ブーム下げ用リモコン弁26Aaをバイパスしてシャトル弁54の一方の入力ポートに接続される油路341に設けられる。電磁切換弁52は、油路341の連通／非連通状態

を切り換える。

- [0287] 尚、電磁切換弁52の代わりに、電磁比例弁が採用されることにより、油路341の連通／非連通状態を切り換えてもよい。
- [0288] シャトル弁54は、上述の如く、一方の入力ポートに油路341の一端が接続され、他方の入力ポートにブーム下げ用リモコン弁26Aaの二次側の油路342が接続される。シャトル弁54は、二つの入力のうちのパイロット圧の高い方をスプール弁44に向けて出力する。これにより、ブーム下げ操作がされていない場合であっても、電磁切換弁52及びシャトル弁54を経由して、スプール弁44にブーム下げ操作がされている場合と同様のパイロット圧を入力することができる。つまり、ブーム下げ操作が行われていない場合であっても、圧力保持回路40の下流にブームシリンダ7のボトム側油室の作動油を流出させることができる。
- [0289] また、本例では、コントロールバルブ17の内部に電磁リリーフ弁56、58が設けられる。
- [0290] 尚、電磁リリーフ弁56、58は、ブーム用方向制御弁17Aと圧力保持回路40との油路からバイパスして作動油をタンクTに排出可能な構成であれば、コントロールバルブ17の外部に設けられてもよい。
- [0291] 電磁リリーフ弁56は、ブームシリンダ7のロッド側油室と、ブーム用方向制御弁17Aとの間の油路から分岐し、タンクTに接続される油路343に設けられる。これにより、電磁リリーフ弁56は、ブームシリンダ7のロッド側油室の作動油をタンクTに排出することができる。
- [0292] 電磁リリーフ弁58は、圧力保持回路40と、ブーム用方向制御弁17Aとの間の油路から分岐し、タンクTに接続される油路344に設けられる。これにより、電磁リリーフ弁58は、圧力保持回路40を経由して、ブームシリンダ7のボトム側油室から流出する作動油をタンクTに排出することができる。即ち、上述した電磁切換弁52及びシャトル弁54による作用により、電磁リリーフ弁58は、ブーム下げ操作がされていない場合であっても、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油をタンクTに排出し、過剰なボ

トム圧PBを抑制することができる。

[0293] 尚、本例において、コントロールバルブ17内に図35の電磁切換弁38が設けられる場合、電磁リリーフ弁58の機能は、当該電磁切換弁38に置換されてよい。また、上述の如く、図35の電磁切換弁38と同様、ブーム用方向制御弁17Aとブームシリンダ7のロッド側油室との間を接続する油路と、作動油をタンクTに循環させる油路との間をバイパスさせる電磁切換弁がコントロールバルブ17内に設けられてもよい。この場合、電磁リリーフ弁56の機能は、当該電磁切換弁に置換されてよい。以下、図35についても同様である。

[0294] コントローラ30、即ち、動作補正部302は、各種センサ32（ブームシリンダ7のロッド側油室及びボトム側油室の圧力を検出する圧力センサ）から入力される出力信号に基づき、ロッド圧PR及びボトム圧PBを監視することができる。また、動作補正部302は、適宜、電磁切換弁52及び電磁リリーフ弁56、58に電流指令値を出力することにより、ブーム下げ操作の有無に依らず、ブームシリンダ7のロッド側油室或いはボトム側油室の作動油を強制的にタンクTに排出させ、ブームシリンダ7内の過剰な圧力を抑制することができる。よって、図9～図17を参照して説明したブームシリンダ7の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ7内に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル100の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0295] 続いて、図35は、本実施形態に係るショベル100の特徴的な構成の第9例を示す図である。具体的には、本実施形態に係るショベル100のブームシリンダ7に作動油を供給する油圧回路を中心とする構成の第9例を示す図である。

[0296] 図35に示すように、本例では、ブーム下げ用リモコン弁26Aaからブーム下げ操作状態に対応するパイロット圧を、圧力保持回路40のスプール弁44に供給するパイロット回路に、電磁比例弁60と、図34の場合と同様のシャトル弁54が設けられる。

- [0297] 電磁比例弁60は、パイロットポンプ15とブーム下げ用リモコン弁26Aaとの間のパイロットライン25Aから分岐し、ブーム下げ用リモコン弁26Aaをバイパスしてシャトル弁54の一方の入力ポートに接続される油路351に設けられる。電磁比例弁60は、油路341の連通／非連通状態の切換制御、及び、シャトル弁54に入力されるパイロット圧の制御を行う。
- [0298] シャトル弁54は、図34の場合と同様、一方の入力ポートに油路351の一端が接続され、他方の入力ポートにブーム下げ用リモコン弁26Aaの二次側の油路352が接続される。シャトル弁54は、二つの入力のうちのパイロット圧の高い方をスプール弁44に向けて出力する。これにより、ブーム下げ操作がされていない場合であっても、電磁比例弁60及びシャトル弁54を経由して、スプール弁44にブーム下げ操作がされている場合と同様のパイロット圧を入力することができる。つまり、ブーム下げ操作がされていない場合であっても、圧力保持回路40の下流にブームシリンダ7のボトム側油室の作動油を流出させることができる。
- [0299] また、本例では、コントロールバルブ17の内部に電磁リリーフ弁56が設けられる。
- [0300] 尚、電磁リリーフ弁56は、ブーム用方向制御弁17Aと圧力保持回路40との油路からバイパスして作動油をタンクTに排出可能な構成であれば、コントロールバルブ17の外部に設けられてもよい。
- [0301] 電磁リリーフ弁56は、図34の場合と同様、ブームシリンダ7のロッド側油室と、ブーム用方向制御弁17Aとの間の油路から分岐し、タンクTに接続される油路353に設けられる。これにより、電磁リリーフ弁56は、ブームシリンダ7のロッド側油室の作動油をタンクTに排出することができる。
- [0302] コントローラ30、即ち、動作補正部302は、各種センサ32（ブームシリンダ7のロッド側油室及びボトム側油室の圧力を検出する圧力センサ）から入力される出力信号に基づき、ロッド圧PR及びボトム圧PBを監視す

ることができる。また、動作補正部302は、適宜、電磁リリーフ弁56に電流指令値を出力することにより、ブームシリンダ7のロッド側油室の作動油を強制的にタンクTに排出させ、ブームシリンダ7のロッド側油室内の過剰な圧力（ロッド圧）を抑制することができる。

[0303] また、電磁比例弁60が採用されることにより、シャトル弁54を介して、スプール弁44に入力されるパイロット圧を細かく制御することができる。そのため、コントローラ30は、適宜、電磁比例弁60に電流指令値を出力し、電磁比例弁60の作動状態を細かく制御することにより、圧力保持回路40を経由して、ブームシリンダ7のボトム側油室から流出する作動油の流量を細かく調節することができる。つまり、コントローラ30は、コントロールバルブ17に依らず、ブーム下げ操作時のブームシリンダ7のボトム側油室からコントロールバルブ17を経由して排出される作動油の流量を調整することができる。よって、コントローラ30、即ち、動作補正部302は、適宜、電磁比例弁60に電流指令値を出力することにより、ブーム下げ操作の有無に依らず、ブームシリンダ7のボトム側油室の作動油を適宜タンクTに排出させ、ブームシリンダ7内の過剰な圧力を抑制することができる。

[0304] よって、図9～図17を参照して説明したブームシリンダ7の動作を補正する補正方法を採用し、ブームシリンダ7内に発生する過剰な圧力を低減させることにより、ショベル100の意図しない動作、即ち、引き摺り動作、浮き上がり動作を抑制することができる。

[0305] [アタッチメントの動作を補正する処理動作の詳細]

次に、図36を参照して、コントローラ30（動作判定部301、動作補正部302）によるアタッチメントの動作を補正する処理（動作補正処理）について説明する。

[0306] 図36は、本実施形態に係るコントローラ30による動作補正処理の一例を概略的に示すフローチャートである。本フローチャートによる処理は、例えば、ショベル100の稼働中において、所定時間ごとに、繰り返し実行さ

れる。

- [0307] ステップS3600にて、動作判定部301は、圧力センサ29や各種センサ32からの入力に基づき、ショベル100が走行中であるか否かを判定する。動作判定部301は、ショベル100が走行中でない場合、ステップS3602に進み、ショベル100が走行中である場合、今回の処理を終了する。
- [0308] ステップS3602にて、動作判定部301は、圧力センサ29や各種センサ32からの入力に基づき、アタッチメントの操作中であるか否か、即ち、アタッチメントを使用した作業中（掘削作業中）であるか否かを判定する。動作判定部301は、アタッチメントの操作中である場合、ステップS3604に進み、アタッチメントの操作中でない場合、今回の処理を終了する。
- [0309] ステップS3604にて、動作判定部301は、各種センサ32の入力に基づき、意図しない動作が発生しているか否かを判定する。このとき、動作判定部301は、上述した意図しない動作の全部又は一部を対象とし、上述した判定方法を用いて、意図しない動作が発生しているか否かを判定する。動作判定部301は、意図しない動作が発生している場合、ステップS3606に進み、意図しない動作が発生していない場合、今回の処理を終了する。
- [0310] ステップS3606にて、動作補正部302は、発生している動作（判定動作）に合わせた制御目標値を取得する。例えば、動作補正部302は、振動動作が発生していると判定された場合、上述した図18を参照して説明した内容に基づき、制御目標値としての制限推力FMAX或いは保持推力FMINを取得する。また、振動動作以外の意図しない動作、つまり、引き摺り動作及び浮き上がり動作の場合についても、動作補正部302は、図18を参照して説明した内容と同様に、テーブル参照に基づき、制御目標値としての制限推力を取得してよい。
- [0311] ステップS3608にて、動作補正部302は、制御対象に制御指令を出

力し、アタッチメントの動作を補正する。制御対象には、上述の如く、例えば、電磁リリーフ弁 33、34、電磁比例弁 36、レギュレータ 14A、ECM 11A、電磁切換弁 38、電磁リリーフ弁 46、電磁リリーフ弁 50、電磁切換弁 52、電磁リリーフ弁 56、58、電磁比例弁 60等が含まれる。

[0312] 例えば、ショベルのオペレータが意図しない動作の発生を防止するために、ショベルのアタッチメントの動作を補正（抑制）する技術が知られている（上述の特許文献 1 参照）。

[0313] 特許文献 1 では、ショベルのアタッチメントを駆動する油圧シリンダの圧力が所定の許容最大圧力以下になるように油圧制御することにより、ショベルの引き摺り動作や浮き上がり動作等の意図しない動作を抑制する技術が開示されている。

[0314] しかしながら、特許文献 1 では、意図しない動作が実際に発生したか否かが判定されることなく、ショベルのアタッチメントの動作が補正されるため、オペレータの操作性を悪化させる可能性がある。

[0315] これに対して、本例では、動作判定部 301 により意図しない動作の発生が判定される。そして、動作補正部 302 は、動作判定部 301 により意図しない動作の発生が判定された場合に、アタッチメントの動作を補正する。これにより、意図しない動作が実際に発生したことを確認した上で、アタッチメントの動作が補正されるため、意図しない動作を抑制しつつ、オペレータによる操作性の悪化を抑制できる。

[0316] 尚、上述した実施形態及び後述する変形例に関して、以下を更に開示する。

[0317] (1-1)

走行体と、

前記走行体に旋回自在に搭載される旋回体と、

前記旋回体に搭載されるアタッチメントと、を備えるショベルであって、

前記旋回体又は前記アタッチメントに取り付けられ、前記旋回体及び前記

アタッチメントのうちの取付対象である一方と周辺の物体との相対位置関係を検出する検出部と、

検出部により検出される、前記取付対象と、該ショベルの周辺の固定された基準対象物との相対位置関係の変化に基づき、所定の意図しない動作が発生したか否かを判定する判定部と、を更に備える、

ショベル。

[0318] (1-2)

前記検出部は、前記取付対象と、前記基準対象物としての該ショベルの周辺の地面との相対位置関係を検出する、

(1-1)に記載のショベル。

[0319] (1-3)

前記検出部は、前記旋回体に取り付けられる、

(1-1)又は(1-2)に記載のショベル。

[0320] (1-4)

前記判定部は、前記検出部により検出された前記旋回体から見た前記基準対象物の相対位置がショベルの位置する平面と略平行に移動した場合、前記意図しない動作としての引き摺り動作が発生したと判定する、

(1-3)に記載のショベル。

[0321] (1-5)

前記判定部は、前記検出部により検出された前記取付対象から見た前記基準対象物の相対位置が上下方向に移動した場合、前記意図しない動作として浮き上がり動作が発生したと判定する、

(1-3)又は(1-4)に記載のショベル。

[0322] (1-6)

前記検出部は、前記アタッチメントに取り付けられ、該アタッチメントと、前記基準対象物及び前記旋回体のそれぞれとの相対位置関係を検出し、

前記判定部は、前記検出部により検出された、該アタッチメントから見た前記基準対象物の相対位置の変化と、前記アタッチメントから見た前記旋回

体の相対位置の変化とに基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

(1-1) 又は (1-2) に記載のショベル。

[0323] (1-7)

前記判定部により前記意図しない動作が発生したと判定された場合に、前記アタッチメントの動作を補正する動作補正部を更に備える、

(1-1) 乃至 (1-6) の何れか一項に記載のショベル。

[0324] (1-8)

前記動作補正部は、前記走行体が操作されておらず、且つ、前記アタッチメントが操作されている状況で、前記判定部により前記意図しない動作が発生したと判定された場合に、前記アタッチメントの動作を補正する、

(1-7) に記載のショベル。

[0325] (2-1)

走行体と、

前記走行体に旋回自在に搭載される旋回体と、

前記旋回体に搭載されるアタッチメントと、を備えるショベルであって、

該ショベルに所定の意図しない動作が発生したか否かを判定する判定部を更に備える、

ショベル。

[0326] (2-2)

前記意図しない動作には、前記走行体の操作がされていないにも関わらず、該走行体及び前記旋回体が前記旋回体から見た前方又は後方に移動する動作、前記走行体及び前記旋回体における前記旋回体から見た前部又は後部が浮き上がる動作、及び前記走行体及び前記旋回体が前記アタッチメントの動作に起因して振動する動作の少なくとも一つが含まれる、

(2-1) に記載のショベル。

[0327] (2-3)

該ショベルの動作を検出するセンサを更に備え、

前記判定部は、前記センサの出力に基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

(2-1) 又は (2-2) に記載のショベル。

[0328] (2-4)

前記センサは、前記旋回体に取り付けられ、前記旋回体の動作を検出する、

(2-3) に記載のショベル。

[0329] (2-5)

前記センサは、前記アタッチメントに取り付けられ、前記アタッチメントの動作を検出する、

(2-3) に記載のショベル。

[0330] (2-6)

前記センサは、前記アタッチメントのうちのブームに取り付けられ、前記ブームの動作を検出する第1センサを含み、

前記判定部は、前記第1センサの出力の変化に基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

(2-5) に記載のショベル。

[0331] (2-7)

前記センサは、前記アタッチメントのうちのバケットに設けられ、その動作を検出する第2センサと、ブーム及びアームのうちの少なくとも一方に設けられ、その動作を検出する第3センサとを含み、

前記判定部は、前記第2センサの出力と、前記第3センサの出力との相対関係の変化に基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

(2-5) に記載のショベル。

[0332] (2-8)

前記判定部により前記意図しない動作が発生したと判定された場合に、前記アタッチメントの動作を補正する動作補正部を更に備える、

(2-1) 乃至 (2-7) の何れか一項に記載のショベル。

[0333] (2-9)

前記動作補正部は、前記走行体が操作されておらず、且つ、前記アタッチメントが操作されている状況で、前記判定部により前記意図しない動作が発生したと判定された場合に、前記アタッチメントの動作を補正する、

(2-8)に記載のシヨベル。

[0334] (3-1)

走行体と、

前記走行体に旋回自在に搭載される旋回体と、

前記旋回体に搭載されるアタッチメントと、

前記アタッチメントを駆動する油圧アクチュエータと、

前記アタッチメントの動作に関連して、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する油圧制御部であって、前記アタッチメントの操作状態に関わらず、前記油圧アクチュエータの油圧を制御可能な油圧制御部と、を備える、

シヨベル。

[0335] (3-2)

オペレータによる操作に応じて、前記油圧アクチュエータの動作を制御する制御弁を更に備え、

前記油圧制御部は、前記制御弁と前記油圧アクチュエータとの間の油路から作動油をタンクに排出することにより、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する、

(3-1)に記載のシヨベル。

[0336] (3-3)

前記制御弁と前記油圧アクチュエータとの間の油路に設けられ、前記油圧アクチュエータの作動油を保持する保持弁を更に備え、

前記油圧制御部は、前記油圧アクチュエータと前記保持弁との間の油路から作動油をタンクに排出することにより、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する、

(3-2)に記載のシヨベル。

[0337] (3-4)

オペレータによる操作に応じて、前記油圧アクチュエータの動作を制御する制御弁を更に備え、

前記油圧制御部は、前記アタッチメントの操作状態に対応する信号を補正した信号、又は、前記アタッチメントの操作状態に対応する信号とは別の信号を前記制御弁に入力することにより、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する、

(3-1)に記載のシヨベル。

[0338] (3-5)

所定の動力源により駆動し、前記油圧アクチュエータに作動油を供給する油圧ポンプを更に備え、

前記油圧制御部は、前記油圧ポンプ又は前記動力源を制御することにより、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する、

(3-1)に記載のシヨベル。

[0339] (3-6)

オペレータによる操作に応じて、前記油圧アクチュエータの動作を制御する制御弁と、

前記制御弁と前記油圧アクチュエータとの間の油路に設けられ、前記油圧アクチュエータの作動油を保持する保持弁と、

前記アタッチメントの操作状態に応じて、前記保持弁による前記油圧アクチュエータの作動油の保持を解除させる保持解除部と、を更に備え、

前記油圧制御部は、前記アタッチメントの操作状態に関わらず、前記保持解除部を制御し、前記保持弁による前記作動油の保持を解除させることにより、前記油圧アクチュエータの圧力を制御する、

(3-1)に記載のシヨベル。

[0340] (3-7)

該シヨベルの所定の意図しない動作が発生したか否かを判定する判定部と

、

前記判定部により前記意図しない動作が発生したと判定された場合に、前記油圧制御部を用いて、前記アタッチメントの動作を補正する動作補正部を更に備える、

(3-1)乃至(3-6)の何れか一項に記載のショベル。

[0341] (3-8)

前記動作補正部は、前記走行体が操作されておらず、且つ、前記アタッチメントが操作されている状況で、前記判定部により前記意図しない動作が発生したと判定された場合に、前記アタッチメントの動作を補正する、

(3-7)に記載のショベル。

[0342] [変形・改良]

[0343] 以上、本発明を実施するための形態について詳述したが、本発明はかかる特定の実施形態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・変更・置換等が可能である。また、上述の実施形態を参照して説明された特徴のそれぞれは、技術的に矛盾しない限り、適宜に組み合わせられてもよく、以下の各変形例についても同様である。

[0344] <第1変形例>

例えば、上述した実施形態では、主に、ブームシリンダ7のロッド側油室及びボトム側油室の双方の作動油をタンクTに排出可能な構成（例えば、図27、図31～図35）を説明したが、何れか一方の作動油をタンクTに排出する構成であってもよい。具体的には、想定される意図しない動作により圧力を抑制すべき油室が予め分かっている場合（例えば、振動動作のように制御対象がボトム側油室に固定されている場合）、一方の油室だけの作動油をタンクTに排出可能な構成が採用されてよい。

[0345] また、上述した実施形態では、主に、アタッチメントのうちのブームシリンダ7の動作（具体的には、ブームシリンダ7の圧力）が補正されるが、当然の如く、アームシリンダ8やバケットシリンダ9の動作が制御されてもよい。以下、図37、図38を参照して、アームシリンダ8の動作を補正する

具体例について説明する。

- [0346] 図37、図38は、ショベル100の第1変形例を説明する図である。具体的には、図37は、ショベル100の引き摺り動作に関する動作波形図である。図37には、上から順に、アタッチメントが延在する方向に対応する直線L1に沿った下部走行体1の速度 v 、直線L1に沿った下部走行体1の加速度 α 、アタッチメントに発生する動作軸まわりのモーメント τ （例えば、図38に示すアーム5の動作軸まわりのモーメント τ_2 ）、及びアタッチメントの動作がショベル100の車体に及ぼす、直線L1に沿った力F3が示される。また、図38は、ショベル100による掘削作業に対応する力学的モデルの一例を示す図であり、掘削作業時にショベル100に作用する力を例示的に示す図である。
- [0347] 尚、図37には、比較例として、アタッチメントの動作の補正が行われない場合の動作波形が一点鎖線で示される。
- [0348] まず、アタッチメントの動作の補正が行われない場合のショベル100の動作を説明する。
- [0349] 図37に示すように、時刻 t_0 より前に、引き摺り動作は生じておらず、下部走行体1は地面に対して静止しており、速度 v はゼロである。
- [0350] 時刻 t_0 において、オペレータが更にレバー装置26A、26Bの操作レバーを傾けると、モーメント τ_2 （或いは、その他のアタッチメントの動作軸まわりのモーメント τ_1 、 τ_3 ）が増加する。これにより、ショベル100の本体に加わる直線L1に沿った力F3が増加する。そして、時刻 t_1 において、力F3は、最大静止摩擦力 μN を超える。すると、下部走行体1は地面に対して引き摺られ初め（滑り初め）、速度 v は一点鎖線で示すように増加していく。
- [0351] 続いて、アタッチメントの動作の補正が行われる場合のショベル100の動作を説明する。
- [0352] 図37に示すように、時刻 t_1 において、下部走行体1が滑り始めると、加速度 α が増加し始める。換言すれば、下部走行体1の引き摺り動作は、加

速度 α の増加として現れる。よって、動作判定部301は、例えば、上述の加速度センサ32Aにより検出される加速度 α に基づき、引き摺り動作の発生を判定する。例えば、動作判定部301は、加速度センサ32Aにより検出された加速度 α が、所定の閾値 α_{TH} を超えると、引き摺り動作が発生したと判定する。そして、動作判定部301により当該判定が行われると、動作補正部302によるアタッチメントの動作の補正制御が有効になる（図36参照）。

[0353] 具体的には、時刻 t_2 において、加速度 α が閾値 α_{TH} を超えており、これにより、動作補正部302による補正制御が有効になる。補正制御は、補正期間 T の間、有効となり、当該補正期間 T において、動作補正部302は、アーム5の動作軸まわりのモーメント τ_2 がオペレータによる操作状態に依らず、低下する。モーメント τ_2 が低下すると、アタッチメントがショベル100の本体に及ぼす力 F_3 が小さくなる。そして、力 F_3 が、動摩擦力 $\mu'N$ を下回ると、引き摺り動作が収まる。

[0354] 補正期間 T の経過後、アタッチメント（アーム5）の動作の補正制御が解除され、オペレータによる操作入力に基づく補正前の元のモーメント τ_2 に戻される。補正期間 T は、1ミリ秒～2秒程度であってよく、本発明者らによるシミュレーション結果等を考慮すると、より好ましくは、10ms～200ms程度とするとよい。

[0355] 補正の解除後、力 F も元のレベルまで大きくなるが、下部走行体1は、地面に対して静止しているため、力 F が最大静止摩擦力 μN を超えない限り、静止状態を維持し、再び引き摺り動作が発生することはない。

[0356] 例えば、図38の掘削作業を想定すると、バケット6に大量の土砂を積載した状態でアーム5を引く（閉じる）と、力 F_3 が発生し、下部走行体1が前方に引き摺られ始める。すると、動作補正部302は、動作判定部301による判定結果に応じて、即時的に、アームシリンダ8の圧力を低減し、推力を制限することにより、アーム5の引き込む力、即ち、モーメント τ_2 を低下させる。これにより、アタッチメントから車体（上部旋回体3）に及ぶ

力 F_3 が低下し、動摩擦力 $\mu'N$ を下回り、ショベル100の引き摺り動作が停止する。引き摺り動作が停止した後に、動作補正部302による補正制御が解除され、アーム5のモーメント τ_2 が元に戻される、つまり、オペレータによる操作状態に応じたモーメント τ_2 に戻される。このとき、最大静止摩擦力 $\mu N (> \mu' N)$ が有効であるから、引き摺り動作は生じない。この処理を、非常に短い時間間隔で定期的に繰り返すことにより、オペレータによる操作レバーの操作量の変化を要請することなく、また、オペレータによる操作感（操作性）を損なうことなく、引き摺り動作を抑制することができる。

[0357] このように、ブームシリンダ7以外のアタッチメントの動作を補正し、意図しない動作を抑制してもよい。

[0358] <第2変形例>

上述した実施形態及び変形例では、ブームシリンダ7等の圧力を抑制し、推力を制限する態様で、アタッチメントの動作を補正するが、別の態様により、アタッチメントの動作を補正してもよい。以下、図39を参照して、アタッチメントのうちの少なくとも一つの変位させて、アタッチメントの姿勢を微調整する態様で、アタッチメントの動作を補正する方法について説明する。

[0359] 図39は、ショベル100の第2変形例を説明する図である。具体的には、図39は、別の態様によるアタッチメントの補正方法を説明する図である。図39には、真横から見た掘削作業中のショベル100が示される。動作の補正前のアタッチメントの状態が実線で示され、動作の補正後のアタッチメントの状態が一点鎖線で示される。

[0360] 例えば、バケット6に大量の土砂が積載されており、その状態でショベル100がバケット6を抱き込む（即ち、アーム5及びバケット6を閉じる）場合を想定する。この場合、バケット6を中心として、ブームの根元3Aを作用点とするモーメント T が発生する。このモーメント T のうち、地面と平行な成分が、下部走行体1を引き摺る力 F_3 として作用する。

- [0361] 動作補正部302によりアタッチメントの動作が補正され、アタッチメントの姿勢が変化すると、根元3Aに作用するモーメント（力）の向きが、TからT_aに変化する。一例として、図39では、動作補正部302によって、ブーム4の位置が、実線から一点鎖線4aに修正される。補正後のモーメントT_aのうち地面と平行な成分（下部走行体1を引き摺る力）F_aは、補正前の力F₃よりも小さくなる。これにより、ショベル100の引き摺り動作が抑制される。具体的には、動作補正部302は、オペレータによる操作状態に依らず、アームシリンダ8を収縮方向（即ち、アーム5を下げる方向）に動作させることにより、本補正は実現される。より具体的には、例えば、動作補正部302は、図28の電磁比例弁に対して、アームシリンダ8を収縮方向に移動させる電流指令値を出力するとよい。
- [0362] また、モーメントの向きがTからT_aに変化すると、地面と垂直方向の成分、つまり、下部走行体1を地面に押しつける力が増加する。これにより、垂直抗力Nが補正前に比べて増加し、動摩擦力 $\mu' N$ が増加し、更に、引き摺り動作が抑制される。
- [0363] 図39の例では、引き摺り動作に影響を及ぼす力F₃を低減させることと、垂直抗力Nを増大させることの二つの作用により引き摺り動作を抑制するが、何れか一方の作用のみを用いる態様も有効である。
- [0364] このように、ショベル100のアタッチメントの姿勢を微調整する態様で、アタッチメントの動作を補正し、意図しない動作を抑制してもよい。
- [0365] <第3変形例>
- 上述した実施形態及び変形例では、意図しない動作が発生したと判定された場合に、アタッチメントの動作が補正されるが、意図しない動作の発生の有無に関わらず、意図しない動作が抑制されるように、アタッチメントの動作を補正してもよい。以下、図40を参照して、振動動作の場合を例示しながら、意図しない動作の発生の有無に関わらず、意図しない動作が抑制されるように、アタッチメントの動作を補正する方法について説明する。
- [0366] 図40は、ショベル100の第3変形例を説明する図である。具体的には

、動作補正部302による振動動作の抑制処理の一例を概略的に示すフローチャートである。本フローチャートによる処理は、例えば、ショベル100の稼働中において、所定時間ごとに、繰り返し実行される。

[0367] ステップS4000にて、動作判定部301は、空中動作中であるか否かを判定する。動作判定部301は、空中動作中であると判定した場合、ステップS4002に進み、空中動作中でないと判定した場合、今回の処理を終了する。

[0368] ステップS4002にて、動作補正部302は、アタッチメントの状態（例えば、ブーム角 $\theta 1$ 、アーム角 $\theta 2$ 、バケット角 $\theta 3$ 等）を監視する。

[0369] ステップS4004にて、動作補正部302は、アタッチメントの状態に応じて、例えば、制限推力FMAXを決定する（図18参照）。

[0370] ステップS4006にて、動作補正部302は、アタッチメントの状態に応じて、保持推力FMINを決定する（図18参照）。

[0371] ステップS4008にて、動作補正部302は、制限推力FMAXおよび保持推力FMINに基づき、制御対象のシリンダ（例えば、ブームシリンダ7）のボトム圧の上限PMAXを決定する（図30参照）。

[0372] このように、動作補正部302は、振動動作の発生に依らず、シリンダの推力を制限し、振動動作の抑制してもよい。また、他の意図しない動作、つまり、引き摺り動作や浮き上がり動作の抑制についても、同様であり、動作補正部302は、意図しない動作の発生の有無に関わらず、上述した補正方法（図9～図18等参照）により規定される制御目標値に沿った制御を実行し、意図しない動作を抑制してよい。

[0373] <第4変形例>

上述した実施形態及び変形例では、ショベル100の意図しない動作を抑制するため、制御対象のシリンダ（例えば、ブームシリンダ7）のロッド側油室或いはボトム側油室の作動油をタンクに排出させるが、再生させてもよい。以下、図41～図49を参照して、制御対象シリンダのロッド側油室及

びボトム側油室の間で、作動油を再生させることにより、意図しない動作（例えば、引き摺り動作や浮き上がり動作）を抑制する方法について説明する。

[0374] 図41は、第4変形例に係るショベルに搭載される駆動系の構成例を示す図である。図41において、機械的動力系は二重線、作動油ラインは太実線、パイロットラインは破線、電気制御系は一点鎖線でそれぞれ示されている。

[0375] 上述の如く（図2参照）、エンジン11の出力軸にはメインポンプ14及びパイロットポンプ15が接続されている。メインポンプ14は、1回転当たりの吐出量がレギュレータ14Aによって制御される可変容量型油圧ポンプである。パイロットポンプ15は固定容量型油圧ポンプである。メインポンプ14には作動油ライン16を介してコントロールバルブ17が接続されている。パイロットポンプ15にはパイロットライン25を介して操作装置26が接続されている。

[0376] コントロールバルブ17は、上述の如く、複数のバルブを含むバルブセットであり、ショベルにおける油圧系を制御する。コントロールバルブ17は、作動油ラインを介して、走行油圧モータ1L、走行油圧モータ1R、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、旋回油圧モータ21等の油圧アクチュエータに接続されている。

[0377] 操作装置26は、上述の如く、油圧アクチュエータを操作するための装置であり、操作レバー及び操作ペダルを含む。操作装置26は、パイロットライン27を介してコントロールバルブ17に接続され、且つ、パイロットライン28を介して圧力センサ29に接続されている。

[0378] 圧力センサ29は、上述の如く、操作装置26が生成するパイロット圧を検出し、検出したパイロット圧に関する情報をコントローラ30に送信する。圧力センサ29は、アーム操作レバーの操作状態を検出するアーム操作圧センサ、ブーム操作レバーの操作状態を検出するブーム操作圧センサ等を含む。

- [0379] コントローラ30は、上述の如く、ショベルの駆動制御を行う主制御部としての制御装置である。本実施例では、コントローラ30は、CPU及び内部メモリを含む演算処理装置で構成され、内部メモリに格納された駆動制御用のプログラムをCPUに実行させて各種機能を実現する。
- [0380] シリンダ圧センサ32Fは、上述の各種センサ32の一例、つまり、各種センサ32に含まれる。具体的には、シリンダ圧センサ32Fは、油圧シリンダの油室における作動油の圧力を検出するセンサであり、検出した値をコントローラ30に対して出力する。シリンダ圧センサ32Fは、アームロッド圧センサ、ブームロッド圧センサ、アームボトム圧センサ、ブームボトム圧センサ等を含む。アームロッド圧センサは、アームシリンダ8のロッド側油室8Rにおける作動油の圧力であるアームロッド圧を検出する。ブームロッド圧センサは、ブームシリンダ7のロッド側油室7Rにおける作動油の圧力であるブームロッド圧を検出する。アームボトム圧センサは、アームシリンダ8のボトム側油室8Bにおける作動油の圧力であるアームボトム圧を検出する。ブームボトム圧センサは、ブームシリンダ7のボトム側油室7Bにおける作動油の圧力であるブームボトム圧を検出する。
- [0381] 姿勢センサ32Fは、上述の各種センサ32の一例、つまり、各種センサ32に含まれる。具体的には、姿勢センサ32Gは、ショベルの姿勢を検出するセンサであり、検出した値をコントローラ30に対して出力する。姿勢センサ32Gは、アーム角度センサ、ブーム角度センサ、バケット角度センサ、旋回角度センサ、傾斜角度センサ等を含む。アーム角度センサは、ブーム4に対するアーム5の開閉角度（以下、「アーム角度」とする。）を検出する。ブーム角度センサは、上部旋回体3に対するブーム4の俯仰角度（以下、「ブーム角度」とする。）を検出する。バケット角度センサは、アーム5に対するバケット6の開閉角度（以下、「バケット角度」とする。）を検出する。アーム角度センサ、ブーム角度センサ及びバケット角度センサのそれぞれは、例えば、加速度センサとジャイロセンサの組み合わせで構成される。ポテンショメータ、ストロークセンサ、ロータリエンコーダ等で構成さ

れてもよい。旋回角度センサは、下部走行体 1 に対する上部旋回体 3 の旋回角度を検出する。傾斜角度センサは、水平面に対するショベルの接地面の角度である機体傾斜角度を検出する。

[0382] 表示装置 D D は、各種情報を表示するための装置であり、例えば、ショベルの運転室に設置される液晶ディスプレイである。表示装置 D D は、コントローラ 30 からの制御信号に応じて各種情報を表示する。

[0383] 音声出力装置 A D は、各種情報を音声出力するための装置であり、例えば、ショベルの運転室に設置されるスピーカである。音声出力装置 A D は、コントローラ 30 からの制御信号に応じて各種情報を音声出力する。

[0384] 再生弁 V 1 は、油圧シリンダのロッド側油室とボトム側油室とを接続する第 1 油路 C 1 に配置される。すなわち、再生弁 V 1 は、油圧シリンダへの作動油の流量を調整する流量制御弁と油圧シリンダとの間に配置されている。再生弁 V 1 は、例えば、電磁比例弁であり、コントローラ 30 からの制御電流に応じて第 1 油路 C 1 の流路面積を制御する。再生弁 V 1 は、ブーム再生弁、アーム再生弁等を含む。本実施例では、再生弁 V 1 は、ブームシリンダ 7 のロッド側油室 7 R とボトム側油室 7 B とを接続する第 1 油路 C 1 に配置されたブーム再生弁である。再生弁 V 1 は、ロッド側油室 7 R とボトム側油室 7 B との間の双方向の作動油の流れを許容する。すなわち、チェック弁を含んでいない。但し、再生弁 V 1 は、ロッド側油室 7 R からボトム側油室 7 B への作動油の流れのみを許容するチェック弁が配置された油路を含む第 1 弁位置と、ボトム側油室 7 B からロッド側油室 7 R への作動油の流れのみを許容するチェック弁が配置された油路を含む第 2 弁位置と、ロッド側油室 7 R とボトム側油室 7 B との間の作動油の流れを遮断する第 3 弁位置とを含んでいてもよい。或いは、再生弁 V 1 は、第 1 弁位置に相当する弁位置と第 3 弁位置に相当する弁位置の 2 つの弁位置を含む第 1 の比例弁と、第 2 弁位置に相当する弁位置と第 3 弁位置に相当する弁位置の 2 つの弁位置を含む第 2 の比例弁とで構成されていてもよい。また、再生弁 V 1 は、コントロールバルブ 17 の外部に配置されている。そのため、コントロールバルブ 17 内の

スプール弁の動きとは独立して制御される。

- [0385] コントローラ30は、圧力センサ29、シリンダ圧センサ32F、姿勢センサ32G等の出力を得て、各種機能要素による演算を実行する。各種機能要素は、上述した動作補正部302の詳細な機能要素として、掘削操作検出部302A、姿勢検出部302B、許容最大圧力算出部302C、再生弁制御部302D等を含む。各種機能要素は、ソフトウェアで構成されてもよくハードウェアで構成されてもよい。そして、コントローラ30は、その演算結果を表示装置DD、音声出力装置AD、再生弁V1等に対して出力する。
- [0386] 掘削操作検出部302Aは、掘削操作が行われたことを検出する機能要素である。本実施例では、掘削操作検出部302Aは、アーム閉じ操作を含むアーム掘削操作が行われたことを検出する。具体的には、掘削操作検出部302Aは、アーム閉じ操作が検出され、ブームロッド圧が所定値以上であり、且つ、アームボトム圧とアームロッド圧の圧力差が所定値以上の場合に、アーム掘削操作が行われたことを検出する。なお、アーム掘削操作は、アーム閉じ操作のみの単独操作、アーム閉じ操作とブーム下げ操作との組み合わせである複合操作、アーム閉じ操作とバケット閉じ操作との組み合わせである複合操作を含む。
- [0387] 掘削操作検出部302Aは、ブーム上げ操作を含むブーム上げ複合掘削操作が行われたか否かを検出してもよい。具体的には、掘削操作検出部302Aは、ブーム上げ操作が検出され、ブームロッド圧が所定値以上であり、且つ、アームボトム圧とアームロッド圧の圧力差が所定値以上の場合に、ブーム上げ複合掘削操作が行われたことを検出する。また、掘削操作検出部302Aは、アーム閉じ操作が検出されたことを追加的な条件としてブーム上げ複合掘削操作が行われたことを検出してもよい。
- [0388] 掘削操作検出部302Aは、圧力センサ29、シリンダ圧センサ32Fの出力に加え、或いはそれらに代えて、姿勢センサ32G等の他のセンサの出力を用いて掘削操作が行われたか否かを検出してもよい。
- [0389] 姿勢検出部302Bは、ショベルの姿勢を検出する機能要素である。本実

施例では、姿勢検出部302Bは、姿勢センサ32Gの出力に基づいてブーム角度、アーム角度、バケット角度、機体傾斜角度、及び、旋回角度をショベルの姿勢として検出する。

[0390] 許容最大圧力算出部302Cは、掘削作業中の油圧シリンダにおける作動油の許容最大圧力を算出する機能要素である。許容最大圧力は、ショベルの姿勢に応じて変化する。掘削作業中に油圧シリンダにおける作動油が許容最大圧力を超えると、ショベルの機体は意図しない動きをもたらす場合がある。意図しない動きは、機体の浮き上がり、機体の引き摺られ等を含む。本実施例では、許容最大圧力算出部302Cは、掘削作業中の許容最大ブームロッド圧を算出する。ブームロッド圧が許容最大ブームロッド圧を超えると、ショベルの機体は、浮き上がるおそれがある。許容最大圧力算出部302Cは、掘削作業中の許容最大アームボトム圧を算出してもよい。アームボトム圧が許容最大アームボトム圧を超えると、ショベルの機体は、掘削地点のほうに引き摺られるおそれがある。

[0391] 再生弁制御部302Dは、掘削作業中におけるショベルの機体の意図しない動きを防止するために再生弁V1を制御する機能要素である。本実施例では、再生弁制御部302Dは、ショベルの機体の浮き上がりを防止するために、再生弁V1の開口面積を調整してブームロッド圧を許容最大ブームロッド圧以下に制御する。具体的には、再生弁制御部302Dは、ショベルの機体の安定度に関する所定の条件（以下、「制御開始条件」とする。）が満たされていると判定した場合に再生弁V1を制御してショベルの機体の意図しない動きを防止する。

[0392] より具体的には、再生弁制御部302Dは、アーム閉じ操作のみの単独操作であるアーム掘削操作が行われている場合に、ブームロッド圧が上昇して許容最大ブームロッド圧以下の所定圧力に達すると、制御開始条件が満たされていると判定する。そして、再生弁V1を開いて再生弁V1の開口面積を大きくする。その結果、ロッド側油室7Rからボトム側油室7Bに作動油が流れ、ブームロッド圧は低下する。このとき、ボトム側油室7Bの容積は増

大し、ブームシリンダ7は伸張する。このように、再生弁制御部302Dは、ブームロッド圧を低減させることで、ブームロッド圧が許容最大ブームロッド圧を超えてしまうのを防止し、ショベルの機体が浮き上がるのを防止する。

[0393] また、再生弁制御部302Dは、再生弁V1を開いた場合には、表示装置DD及び音声出力装置ADの少なくとも一方に制御信号を出力してもよい。再生弁V1を開いた旨を表すテキストメッセージを表示装置DDに表示させるため、或いは、その旨を表す音声メッセージ、警報音等を音声出力装置ADから出力させるためである。

[0394] 次に、図42を参照しながら、姿勢検出部302Bによるショベルの姿勢の検出、及び、許容最大圧力算出部302Cによる許容最大圧力の算出について説明する。なお、図42は、掘削が行われる際にショベルに作用する力の関係を示す図である。

[0395] 最初に、掘削作業中に機体が浮き上がるのを防止するための制御に関するパラメータについて説明する。

[0396] 図42において、点P1は、上部旋回体3とブーム4との連結点を示し、点P2は、上部旋回体3とブームシリンダ7のシリンダとの連結点を示す。また、点P3は、ブームシリンダ7のロッド7Cとブーム4との連結点を示し、点P4は、ブーム4とアームシリンダ8のシリンダとの連結点を示す。また、点P5は、アームシリンダ8のロッド8Cとアーム5との連結点を示し、点P6は、ブーム4とアーム5との連結点を示す。また、点P7は、アーム5とバケット6との連結点を示し、点P8は、バケット6の先端を示す。なお、図42は、説明の明瞭化のため、バケットシリンダ9の図示を省略している。

[0397] また、図42は、点P1及び点P3を結ぶ直線と水平線との間の角度をブーム角度 θ_1 とし、点P3及び点P6を結ぶ直線と点P6及び点P7を結ぶ直線との間の角度をアーム角度 θ_2 とし、点P6及び点P7を結ぶ直線と点P7及び点P8を結ぶ直線との間の角度をバケット角度 θ_3 として示す。

- [0398] 更に、図42において、距離D1は、機体の浮き上がりが発生するときの回転中心RCとショベルの重心GCとの間の水平距離、すなわち、ショベルの質量M及び重力加速度gの積である重力 $M \cdot g$ の作用線と回転中心RCとの間の距離を示す。そして、距離D1と重力 $M \cdot g$ の大きさとの積は、回転中心RC周りの第1の力のモーメントの大きさを表す。なお、記号「 \cdot 」は「 \times 」（乗算記号）を表す。
- [0399] また、図42において、距離D2は、回転中心RCと点P8との間の水平距離、すなわち、掘削反力 F_R の鉛直成分 F_{R1} の作用線と回転中心RCとの間の距離を示す。そして、距離D2と鉛直成分 F_{R1} の大きさとの積は、回転中心RC周りの第2の力のモーメントの大きさを表す。なお、掘削反力 F_R は、鉛直軸に対して掘削角度 θ を形成し、掘削反力 F_R の鉛直成分 F_{R1} は、 $F_{R1} = F_R \cdot \cos \theta$ で表される。また、掘削角度 θ は、ブーム角度 θ_1 、アーム角度 θ_2 、及びバケット角度 θ_3 に基づいて算出される。
- [0400] また、図42において、距離D3は、点P2及び点P3を結ぶ直線と回転中心RCとの間の距離、すなわち、ブームシリンダ7のロッド7Cを引っ張り出そうとする力 F_B の作用線と回転中心RCとの間の距離を示す。そして、距離D3と力 F_B の大きさとの積は、回転中心RC周りの第3の力のモーメントの大きさを表す。
- [0401] また、図42において、距離D4は、掘削反力 F_R の作用線と点P6との間の距離を示す。そして、距離D4と掘削反力 F_R の大きさとの積は、点P6周りの第1の力のモーメントの大きさを表す。
- [0402] また、図42において、距離D5は、点P4及び点P5を結ぶ直線と点P6との間の距離、すなわち、アーム5を閉じるアーム推力 F_A の作用線と点P6との間の距離を示す。そして、距離D5とアーム推力 F_A の大きさとの積は、点P6周りの第2の力のモーメントの大きさを表す。
- [0403] ここで、掘削反力 F_R の鉛直成分 F_{R1} が回転中心RC周りにショベルを浮き上がらせようとする力のモーメントの大きさと、ブームシリンダ7のロッド7Cを引っ張り出そうとする力 F_B が回転中心RC周りにショベルを浮き上が

らせようとする力のモーメントの大きさと置き換え可能であると仮定する。この場合、回転中心RC周りの第2の力のモーメントの大きさと回転中心RC周りの第3の力のモーメントの大きさとの関係は以下の(1)式で表される。

$$[0404] \quad F_{R1} \cdot D2 = F_R \cdot \cos \theta \cdot D2 = F_B \cdot D3 \dots (31)$$

[0405] また、アーム推力 F_A が点P6周りにアーム5を閉じようとする力のモーメントの大きさと、掘削反力 F_R が点P6周りにアーム5を開こうとする力のモーメントの大きさとのはつり合うものと考えられる。この場合、点P6周りの第1の力のモーメントの大きさと点P6周りの第2の力のモーメントの大きさとの関係は以下の(32)式及び(32)'式で表される。なお、記号「/」は「÷」(除算記号)を表す。

$$[0406] \quad F_A \cdot D5 = F_R \cdot D4 \dots (32)$$

$$F_R = F_A \cdot D5 / D4 \dots (32)'$$

[0407] また、(31)式及び(32)式より、ブームシリンダ7のロッド7Cを引っ張り出そうとする力 F_B は、以下の(33)式で表される。

$$[0408] \quad F_B = F_A \cdot D2 \cdot D5 \cdot \cos \theta / (D3 \cdot D4) \dots (33)$$

[0409] 更に、図42のX-X断面図で示すように、ブームシリンダ7のロッド側油室7Rに面するピストンの環状受圧面積を面積 A_B とし、ロッド側油室7Rにおける作動油の圧力をブームロッド圧 P_B とし、ブームシリンダ7のボトム側油室7Bに面するピストンの円状受圧面積を面積 A_{B2} とし、ボトム側油室7Bにおける作動油の圧力をブームボトム圧 P_{B2} とすると、ブームシリンダ7のロッド7Cを引っ張り出そうとする力 F_B は、 $F_B = P_B \cdot A_B - P_{B2} \cdot A_{B2}$ で表される。但し、 $P_B \gg P_{B2}$ のため、 F_B は、 $F_B = P_B \cdot A_B$ で表される。従って、(33)式は、以下の(34)式及び(34)'式で表される。

$$[0410] \quad P_B = F_A \cdot D2 \cdot D5 \cdot \cos \theta / (A_B \cdot D3 \cdot D4) \dots (34)$$

$$F_A = P_B \cdot A_B \cdot D3 \cdot D4 / (D2 \cdot D5 \cdot \cos \theta) \dots (34)'$$

[0411] ここで、機体が浮き上がる際の、ブームシリンダ7のロッド7Cを引っ張

り出そうとする力 F_B を力 F_{BMAX} とすると、重力 $M \cdot g$ が機体を浮き上がらせないようにする回転中心 RC 周りの第1の力のモーメントの大きさと、力 F_{BMAX} が機体を浮き上がらせようとする回転中心 RC 周りの第3の力のモーメントの大きさとのはつり合うものと考えられる。この場合、それら2つの力のモーメントの大きさの関係は以下の(35)式で表される。

$$[0412] \quad M \cdot g \cdot D1 = F_{BMAX} \cdot D3 \dots (35)$$

[0413] また、このときのブームロッド圧 P_B を、機体の浮き上がりを防止するために用いる許容最大ブームロッド圧（以下、「第1許容最大圧力」とする。）

P_{BMAX} とすると、第1許容最大圧力 P_{BMAX} は、以下の(36)式で表される。

。

$$[0414] \quad P_{BMAX} = M \cdot g \cdot D1 / (A_B \cdot D3) \dots (36)$$

[0415] また、距離 $D1$ は定数であり、距離 $D2 \sim D5$ は、掘削角度 θ と同様、掘削アタッチメントの姿勢、すなわち、ブーム角度 $\theta1$ 、アーム角度 $\theta2$ 、及びバケット角度 $\theta3$ に応じて決まる値である。具体的には、距離 $D2$ は、ブーム角度 $\theta1$ 、アーム角度 $\theta2$ 、及びバケット角度 $\theta3$ に応じて決まり、距離 $D3$ は、ブーム角度 $\theta1$ に応じて決まり、距離 $D4$ は、バケット角度 $\theta3$ に応じて決まり、距離 $D5$ は、アーム角度 $\theta2$ に応じて決まる。

[0416] その結果、許容最大圧力算出部302Cは、姿勢検出部302Bが検出するブーム角度 $\theta1$ と(36)式とを用いて第1許容最大圧力 P_{BMAX} を算出することができる。

[0417] また、再生弁制御部302Dは、ブームロッド圧 P_B を第1許容最大圧力 P_{BMAX} 以下の所定圧力に維持することによってショベルの機体の浮き上がりを防止することができる。具体的には、再生弁制御部302Dは、ブームロッド圧 P_B が所定圧力に達した場合に、ロッド側油室7Rからボトム側油室7Bに流出する作動油の流量を増大させ、ブームロッド圧 P_B を低下させる。ブームロッド圧 P_B の低下は、(34)'式が示すように、アーム推力 F_A の低下をもたらす、更には、(32)'式が示すように、掘削反力 F_R の低下、ひいてはその鉛直成分 F_{R1} の低下をもたらすためである。

[0418] また、回転中心RCの位置は、旋回角度センサ32Dの出力に基づいて決定される。例えば、下部走行体1と上部旋回体3との間の旋回角度が0度の場合には、下部走行体1が接地面と接触する部分のうちの後端が回転中心RCとなり、下部走行体1と上部旋回体3との間の旋回角度が180度の場合には、下部走行体1が接地面と接触する部分のうちの前端が回転中心RCとなる。また、下部走行体1と上部旋回体3との間の旋回角度が90度又は270度の場合には、下部走行体1が接地面と接触する部分のうちの側端が回転中心RCとなる。

[0419] 次に、掘削作業中に機体が掘削地点のほうに引き摺られるのを防止するための制御に関するパラメータについて説明する。

[0420] 掘削作業中に機体を水平方向に動かそうとする力の関係は、以下の(7)式で表される。

$$[0421] \quad \mu \cdot N \geq F_{R2} \cdot \cdot \cdot (37)$$

なお、静止摩擦係数 μ は、ショベルの接地面の静止摩擦係数を表し、垂直抗力 N は、ショベルの重力 $M \cdot g$ に対する垂直抗力を表し、力 F_{R2} は、ショベルを掘削地点のほうに引き摺ろうとする掘削反力 F_R の水平成分 F_{R2} を表す。また、摩擦力 $\mu \cdot N$ は、ショベルを静止させようとする最大静止摩擦力を表し、掘削反力 F_R の水平成分 F_{R2} が最大静止摩擦力 $\mu \cdot N$ を上回ると、ショベルは、掘削地点のほうに引き摺られる。なお、静止摩擦係数 μ は、ROM等に予め記憶される値であってもよく、各種情報に基づいて動的に算出されるものであってもよい。本実施例では、静止摩擦係数 μ は、入力装置(図示せず。)を介して操作者が選択する予め記憶された値である。操作者は、接地面の状態に応じて複数レベルの摩擦状態(静止摩擦係数)から所望の摩擦状態(静止摩擦係数)を選択する。

[0422] ここで、掘削反力 F_R の水平成分 F_{R2} は、 $F_{R2} = F_R \cdot \sin \theta$ で表され、また、(32)'式より、掘削反力 F_R は、 $F_R = F_A \cdot D5 / D4$ で表されるため、(37)式は、以下の(38)式で表される。

$$[0423] \quad \mu \cdot M \cdot g \geq F_A \cdot D5 \cdot \sin \theta / D4 \cdot \cdot \cdot (38)$$

また、図42のY-Y断面図で示すように、アームシリンダ8のボトム側油室8Bに面するピストンの円状受圧面積を面積 A_A とし、ボトム側油室8Bにおける作動油の圧力をアームボトム圧 P_A とし、アームシリンダ8のロッド側油室8Rに面するピストンの円状受圧面積を面積 A_{A2} とし、ロッド側油室8Rにおける作動油の圧力をアームロッド圧 P_{A2} とすると、アーム推力 F_A は、 $F_A = P_A \cdot A_A - P_{A2} \cdot A_{A2}$ で表される。但し、 $P_A \gg P_{A2}$ のため、アーム推力 F_A は、 $F_A = P_A \cdot A_A$ で表される。そのため、(38)式は、以下の(39)式で表される。

$$[0424] \quad P_A \leq \mu \cdot M \cdot g \cdot D^4 / (A_A \cdot D^5 \cdot \sin \theta) \dots (39)$$

ここで、(39)式の右辺と左辺が等しいときのアームボトム圧 P_A は、機体が掘削地点のほうに引き摺られるのを回避可能な許容最大アームボトム圧、すなわち、機体が掘削地点のほうに引き摺られるのを防止するために用いる許容最大アームボトム圧（以下、「第2許容最大圧力」とする。） P_{AMAX} に相当する。

[0425] 以上の関係より、許容最大圧力算出部302Cは、姿勢検出部302Bが検出するブーム角度 θ_1 、アーム角度 θ_2 、及びバケット角度 θ_3 と、(39)式とを用いて第2許容最大圧力 P_{AMAX} を算出することができる。

[0426] また、再生弁制御部302Dは、アームボトム圧 P_A を第2許容最大圧力 P_{AMAX} 以下の所定圧力に維持することによってショベルの機体が掘削地点のほうに引き摺られるのを防止することができる。具体的には、再生弁制御部302Dは、アームボトム圧 P_A が所定圧力に達した場合に、第1ポンプ14Lからボトム側油室8Bに流入する作動油の流量を減少させ、アームボトム圧 P_A を低下させる。ロッド側油室8Rとボトム側油室8Bとを接続する油路に再生弁が配置されている場合には、再生弁制御部302Dは、アームボトム圧 P_A が所定圧力に達したときに、ボトム側油室8Bからロッド側油室8Rに流出する作動油の流量を増大させ、アームボトム圧 P_A を低下させてもよい。アームボトム圧 P_A の低下は、アーム推力 F_A の低下をもたらし、更には、掘削反力 F_R の水平成分 F_{R2} の低下をもたらすためである。

- [0427] 次に、図43を参照し、図1のショベルに搭載される油圧回路の構成例について説明する。図43は、ショベルに搭載される油圧回路の構成例を示す図である。図43の例では、駆動系は、第1ポンプ14L、第2ポンプ14R、コントロールバルブ17、及び、油圧アクチュエータを含む。油圧アクチュエータは、ブームシリンダ7、アームシリンダ8、バケットシリンダ9、及び、旋回油圧モータ21を含む。また、油圧アクチュエータは、走行油圧モータ1L、1Rを含んでいてもよい。
- [0428] 旋回油圧モータ21は、上部旋回体3を旋回させる油圧モータであり、ポート21L、21Rがそれぞれリリーフ弁22L、22Rを介して作動油タンクTに接続され、且つ、チェック弁23L、23Rを介して作動油タンクTに接続されている。
- [0429] 第1ポンプ14Lは、作動油タンクTから作動油を吸い込んで吐出する。第1ポンプ14Lはレギュレータ14ALに接続される。レギュレータ14ALは、コントローラ30からの指令に応じて第1ポンプ14Lの斜板傾転角を変更して第1ポンプ14Lの押し退け容積（1回転当たりの吐出量）を制御する。第2ポンプ14Rに関するレギュレータ14ARについても同様である。第1ポンプ14L及び第2ポンプ14Rは図41のメインポンプ14に対応し、レギュレータ14AL、14ARは図41のレギュレータ14Aに対応する。
- [0430] 第1ポンプ14L、第2ポンプ14Rは、センターバイパス管路400L、400R、平行管路420L、420R、戻り管路430L、430R、430Cを経て作動油タンクTまで作動油を循環させる。
- [0431] センターバイパス管路400Lは、コントロールバルブ17内に配置された流量制御弁170、172L、及び173Lを通る作動油ラインである。センターバイパス管路400Rは、コントロールバルブ17内に配置された流量制御弁171、172R、及び173Rを通る作動油ラインである。
- [0432] 平行管路420Lは、センターバイパス管路400Lに並行する作動油ラインである。平行管路420Lは、流量制御弁170又は流量制御

弁172Lによってセンターバイパス管路400Lを通る作動油の流れが制限或いは遮断された場合に、より下流の流量制御弁に作動油を供給する。パラレル管路420Rは、センターバイパス管路400Rに並行する作動油ラインである。パラレル管路420Rは、流量制御弁171又は流量制御弁172Rによってセンターバイパス管路400Rを通る作動油の流れが制限或いは遮断された場合に、より下流の流量制御弁に作動油を供給する。

[0433] 戻り管路430Lは、センターバイパス管路400Lに並行する作動油ラインである。戻り管路430Lは、油圧アクチュエータから流量制御弁170、172L、173Lを通して流れる作動油を戻り管路430Cに流通させる。戻り管路430Rは、センターバイパス管路400Rに並行する作動油ラインである。戻り管路430Rは、油圧アクチュエータから流量制御弁171、172R、173Rを通して流れる作動油を戻り管路430Cに流通させる。

[0434] センターバイパス管路400L、400Rは、最も下流にある流量制御弁173L、173Rのそれぞれと作動油タンクTとの間にネガティブコントロール絞り18L、18R及びリリーフ弁19L、19Rを備える。第1ポンプ14L、第2ポンプ14Rが吐出した作動油の流れは、ネガティブコントロール絞り18L、18Rで制限される。そして、ネガティブコントロール絞り18L、18Rは、レギュレータ14AL、14ARを制御するための制御圧（ネガコン圧）を発生させる。リリーフ弁19L、19Rは、ネガコン圧が所定のリリーフ圧に達した場合に開き、センターバイパス管路400L、400Rの作動油を作動油タンクTに排出する。

[0435] 戻り管路430Cの最下流にはバネ付きチェック弁20が設置されている。バネ付きチェック弁20は、旋回油圧モータ21と戻り管路430Cとを繋ぐ管路440内の作動油の圧力を高める機能を果たす。この構成により、旋回減速時における旋回油圧モータ21の吸い込み側ポートに確実に作動油を補給してキャビテーションの発生を防止する。

[0436] コントロールバルブ17は、ショベルにおける油圧駆動系の制御を行う油

圧制御装置である。本実施例では、コントロールバルブ17は、流量制御弁170、171、172L、172R、173L、173Rと、センターバイパス管路400L、400R、平行管路420L、420R、及び、戻り管路430L、430Rを含む鋳造部品である。

[0437] 流量制御弁170、171、172L、172R、173L、及び173Rは、油圧アクチュエータに流出入する作動油の向き及び流量を制御する弁である。図43の例では、流量制御弁170、171、172L、172R、173L、及び173Rのそれぞれは、対応する操作装置26が生成するパイロット圧を左右何れかのパイロットポートで受けて動作する3ポート3位置のスプール弁である。操作装置26は、操作量（操作角度）に応じて生成したパイロット圧を、操作方向に対応する側のパイロットポートに作用させる。

[0438] 具体的には、流量制御弁170は、旋回油圧モータ21に流出入する作動油の向き及び流量を制御するスプール弁であり、流量制御弁171は、バケットシリンダ9に流出入する作動油の向き及び流量を制御するスプール弁である。

[0439] 流量制御弁172L、172Rは、ブームシリンダ7に流出入する作動油の向き及び流量を制御するスプール弁であり、流量制御弁173L、173Rは、アームシリンダ8に流出入する作動油の向き及び流量を制御するスプール弁である。

[0440] 再生弁V1は、コントローラ30からの指令に応じて開口の大きさを調整して流量を制御する弁であり、第1油路C1に設けられている。第1油路C1は、第2油路C2と第3油路C3を接続している。第2油路C2は、ブームシリンダ7のロッド側油室7Rと流量制御弁172L、172Rとを接続している。第3油路C3は、ブームシリンダ7のボトム側油室7Bと流量制御弁172L、172Rとを接続している。図43の例では、再生弁V1は、コントロールバルブ17の外部に配置されたブーム再生弁であり、第2油路C2と第3油路C3との間の連通・遮断を切り替え可能な1ポート2位置

の電磁比例弁である。具体的には、再生弁V 1は、第1弁位置にある場合に第2油路C 2と第3油路C 3との間を最大開口で連通させ、第2弁位置にある場合にその連通を遮断できる。また、再生弁V 1は、第1弁位置と第2弁位置の間の任意の弁位置に留まることができる。再生弁V 1の開口面積は、第1弁位置に近いほど大きい。再生弁V 1は、流量制御弁と同様に、コントロールバルブ17の内部に配置されていてもよい。この場合、第1油路C 1もコントロールバルブ17の内部に配置される。

[0441] コントローラ30は、例えば、ブームロッド圧が所定圧力に達したことを検知すると、再生弁V 1に指令を出力する。指令を受けた再生弁V 1は第2弁位置から第1弁位置に向かって変位し、第2油路C 2と第3油路C 3との間を連通させる。

[0442] 図43の例では、再生弁V 1は、アーム再生弁V 1aを更に含む。アーム再生弁V 1aは、アームシリンダ8のロッド側油室8Rとボトム側油室8Bとを接続する第1油路C 1aに配置される電磁比例弁である。アーム再生弁V 1aは、例えば、コントローラ30からの制御電流に応じて第1油路C 1aの流路面積を制御する。アーム再生弁V 1aは、ロッド側油室8Rとボトム側油室8Bとの間の双方向の作動油の流れを許容する。すなわち、チェック弁を含んでいない。また、アーム再生弁V 1aは、コントロールバルブ17の外部に配置されている。そのため、コントロールバルブ17内のスプール弁の動きとは独立して制御される。

[0443] 具体的には、第1油路C 1aは、第2油路C 2aと第3油路C 3aを接続している。第2油路C 2aは、アームシリンダ8のロッド側油室8Rと流量制御弁173L、173Rとを接続している。第3油路C 3aは、アームシリンダ8のボトム側油室8Bと流量制御弁173L、173Rとを接続している。図43の例では、アーム再生弁V 1aは、第2油路C 2aと第3油路C 3aとの間の連通・遮断を切り替え可能な1ポート2位置の電磁比例弁である。具体的には、アーム再生弁V 1aは、第1弁位置にある場合に第2油路C 2aと第3油路C 3aとの間を最大開口で連通させ、第2弁位置にある

場合にその連通を遮断できる。また、アーム再生弁V 1 aは、第1弁位置と第2弁位置の間の任意の弁位置に留まることができる。アーム再生弁V 1 aの開口面積は、第1弁位置に近いほど大きい。アーム再生弁V 1 aは、流量制御弁と同様に、コントロールバルブ17の内部に配置されていてもよい。この場合、第1油路C 1 aもコントロールバルブ17の内部に配置される。

[0444] 次に、図44を参照して、コントローラ30がショベルの機体の浮き上がりを防止しながら掘削作業を支援する処理（以下、「第1支援処理」とする。）について説明する。なお、図44は、第1支援処理の流れを示すフローチャートであり、コントローラ30は、所定周期で繰り返しこの第1支援処理を実行する。

[0445] 最初に、コントローラ30の掘削操作検出部302Aは、掘削操作中であるか否かを判定する（ステップS1）。

[0446] コントローラ30は、例えば、圧力センサ29の出力に基づいてアーム閉じ操作中であることを検出する。そして、アーム閉じ操作中であることを検出した場合、掘削操作検出部302Aは、アームボトム圧とアームロッド圧の圧力差を算出する。そして、掘削操作検出部302Aは、算出した圧力差が所定値以上の場合に、掘削操作中（アーム掘削操作中）であると判定する。

[0447] 或いは、コントローラ30は、圧力センサ29の出力に基づいてブーム上げ操作中であることを検出する。そして、ブーム上げ操作中であることを検出した場合、掘削操作検出部302Aは、ブームロッド圧を取得する。また、掘削操作検出部302Aは、アームボトム圧とアームロッド圧の圧力差を算出する。そして、掘削操作検出部302Aは、ブームロッド圧が所定値以上であり、且つ、算出した圧力差が所定値以上の場合に、掘削操作中（ブーム上げ複合掘削操作中）であると判定する。

[0448] 掘削操作中でないと判定した場合（ステップS1のNO）、掘削操作検出部302Aは、今回の第1支援処理を終了させる。

[0449] 一方、掘削操作検出部302Aが掘削操作中であると判定した場合（ステ

ップS 1のYES)、姿勢検出部302Bは、ショベルの姿勢を検出する(ステップS 2)。具体的には、姿勢検出部302Bは、アーム角度センサ、ブーム角度センサ及びバケット角度センサの出力に基づいて、ブーム角度 $\theta 1$ 、アーム角度 $\theta 2$ 、及びバケット角度 $\theta 3$ を検出する。掘削アタッチメントに作用する力の作用線と所定の回転中心との間の距離をコントローラ30の許容最大圧力算出部302Cが導出できるようにするためである。

[0450] その後、許容最大圧力算出部302Cは、姿勢検出部302Bの検出値に基づいて、第1許容最大圧力 P_{BMAX} を算出する(ステップS 3)。具体的には、許容最大圧力算出部302Cは、上述の(6)式を用いて第1許容最大圧力 P_{BMAX} を算出する。

[0451] その後、許容最大圧力算出部302Cは、算出した第1許容最大圧力 P_{BMAX} 以下の所定圧力を目標ブームロード圧 P_{BT} として設定する(ステップS 4)。具体的には、許容最大圧力算出部302Cは、第1許容最大圧力 P_{BMAX} から所定値を差し引いた後の値を目標ブームロード圧 P_{BT} として設定する。

[0452] その後、コントローラ30の再生弁制御部302Dは、ショベルの機体の安定度に関する所定の条件である制御開始条件が満たされているか否かを判定する(ステップS 5)。例えば、再生弁制御部302Dは、ブームロード圧 P_B が目標ブームロード圧 P_{BT} に達した場合に制御開始条件が満たされたと判定する。ブームロード圧 P_B がこのまま上昇し続ければショベルの機体が浮き上がるおそれがあると判断できるためである。

[0453] 制御開始条件が満たされていると判定した場合(ステップS 5のYES)、例えば、ブームロード圧 P_B が目標ブームロード圧 P_{BT} に達した場合、再生弁制御部302Dは、再生弁V 1(ブーム再生弁)を制御してブームロード圧 P_B を低減させる(ステップS 6)。具体的には、再生弁制御部302Dは、再生弁V 1に対して制御電流を供給し、再生弁V 1の開口面積を増大させる。第1油路C 1の流路面積を増大させるためである。そして、再生弁制御部302Dは、ロッド側油室7Rからボトム側油室7Bに作動油を流すことによって、ブームロード圧 P_B を低減させる。このとき、ブームロード圧セン

サの出力に基づいてブームロッド圧 P_B をフィードバック制御してもよい。その結果、ブームシリンダ7が伸張することで掘削反力 F_R の鉛直成分 F_{R1} が減少し、ショベルの機体の浮き上がりが防止される。

[0454] なお、ステップS5において、制御開始条件が満たされていないと判定した場合（ステップS5のNO）、例えば、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} 未満に留まる場合、再生弁制御部302Dは、ブームロッド圧 P_B を低減させることなく、今回の第1支援処理を終了させる。ショベルの機体が浮き上がるおそれがないためである。

[0455] 例えば、ショベルの機体の浮き上がりを防止しながら複合掘削作業を支援するショベルが知られている（上述した特許文献1参照。）。このショベルは、ブーム切換弁とブーム操作レバーとの間のパイロットライン上に配置される電磁比例弁を備えている。ブーム切換弁は、ブームシリンダに流出入する作動油の流量を制御するスプール弁である。電磁比例弁は、コントローラからの制御電流に応じてブーム切換弁におけるブーム上げ操作用パイロットポートに作用するパイロット圧を制御する。具体的には、電磁比例弁は、コントローラからの制御電流が増大するにつれて、ブーム上げ操作用パイロットポートに作用する二次側圧が、ブーム操作レバーが出力する一次側圧よりも大きくなるように構成されている。

[0456] このショベルは、ブーム上げ操作とアーム閉じ操作の組み合わせである複合掘削操作中に、ブームシリンダのロッド側油室における作動油の圧力が閾値に達すると、電磁比例弁に制御電流を供給してブーム上げ操作用パイロットポートに作用するパイロット圧を増大させる。ブームシリンダのロッド側油室から作動油タンクに流出する作動油の量を増大させることによって、ロッド側油室における作動油の圧力を低減させるためである。その結果、ブームの上昇速度が増大して掘削反力の鉛直成分が減少し、ショベルの機体の浮き上がりが防止される。このショベルは、同様の制御により、掘削作業中に機体が掘削地点のほうに引き摺られるのを防止している。

[0457] しかしながら、このショベルは、複合掘削操作中にブーム上げ操作用パイ

ロットポートに作用するパイロット圧を増大させてブーム4の上昇速度を強制的に増大させることで、ショベルの機体の浮き上がりを防止する。そのため、ブーム4の上昇速度の大きさによっては、操作者が違和感を抱いてしまうおそれがある。

[0458] これに対して、以上の構成により、コントローラ30は、パイロット圧に影響を与えることなく、掘削作業中にショベルの機体が浮き上がるのを防止できる。そのため、操作者への違和感を抑制することができると共に、ショベルの機体が浮き上がる寸前のところでの、機体重量を効率的に利用した掘削作業を実現できる。また、浮き上がったショベルの姿勢を元に戻すための操作を不要にする等、作業効率を向上させることができ、ひいては、燃費の低減、機体故障の防止、操作者の操作負担の軽減を実現できる。

[0459] また、コントローラ30は、再生弁V1の開口面積を自動的に制御してブームロッド圧 P_B を低減させる。すなわち、操作者によるブーム操作レバーの操作とは無関係にブームロッド圧 P_B を低減させる。そのため、操作者は、ブーム操作レバーを微操作して機体の浮き上がりを防止する必要はない。

[0460] また、コントローラ30は、ロッド側油室7Rとボトム側油室7Bとの間で作動油を移動させるため、ロッド側油室7Rからリリーフ弁等を通じて作動油タンクTに作動油を排出する構成に比べ、無駄に作動油タンクTに排出されてしまう作動油の量を減らすことができる。

[0461] また、例えばショベルの非操作時に異常な制御電流等に起因して再生弁V1が開いたままになってしまったとしても、アタッチメントの自重等によるブームシリンダ7の収縮は、ブームシリンダ7を伸張させようとする力と収縮させようとする力が釣り合った時点で止まる。ロッド側油室7R及びボトム側油室7B以外に作動油が流出しないためである。そのため、ボトム側油室7Bと作動油タンクTとを繋ぐ油路に電磁リリーフ弁が配置されている構成においてその電磁リリーフ弁が開いたままになってしまったときのようにブームシリンダ7を過度に収縮させてしまうこともない。

[0462] 次に、図45を参照し、アーム掘削作業中における各種物理量の時間的推

移について説明する。図45は、アーム掘削作業中におけるアームボトム圧 P_A 、ブームロッド圧 P_B 、機体傾斜角度、及び、ブームシリンダストローク量のそれぞれの時間的推移を示す図である。図45の実線は第1支援処理が実行されるとききの推移を表し、図45の点線は第1支援処理が実行されないとききの推移を表す。図45の例では、操作者は、アーム閉じ操作のみによってアーム掘削作業を行っている。

[0463] 時刻 t_1 においてバケット6が地面と接触した後の時刻 t_2 において、アームボトム圧 P_A は比較的急激に増大する。アーム掘削作業が進むにつれて掘削負荷が急増するためである。

[0464] その後、時刻 t_3 において、ブームロッド圧 P_B は、アームボトム圧 P_A の急激な増大に僅かに遅れ、アームボトム圧 P_A と同様に、比較的急激に増大する。

[0465] その後、時刻 t_4 において、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} に達すると、第1支援処理を利用できる場合には、コントローラ30は、再生弁V1に対して制御電流を供給し、再生弁V1の開口面積を増大させる。その結果、ブームロッド圧 P_B は、実線で示すように、目標ブームロッド圧 P_{BT} を維持するように推移する。このとき、コントローラ30は、ブームロッド圧 P_B の変動に応じて再生弁V1の開口面積を増減させることでブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} で維持されるようにする。具体的には、コントローラ30は、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} を上回ったときに再生弁V1の開口面積を増大させ、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} を下回ったときに再生弁V1の開口面積を低減させる。

[0466] そのため、ブームシリンダストローク量は、時刻 t_4 において増大し始め、その後も比較的緩やかに増大していく。すなわち、ブーム4が緩やかに上昇していく。アーム5を閉じる際に掘削反力が増大してブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} を上回る度に再生弁V1の開口面積が大きくなりロッド側油室7Rからボトム側油室7Bに作動油が流れるためである。

[0467] その結果、機体傾斜角度は大きく変動することなくそのままの状態に推移

する。すなわち、ショベルの機体が浮き上がることはない。

[0468] 一方、第1支援処理を利用しない場合には、コントローラ30は、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} に達しても、再生弁V1の開口面積を増大させることはない。その結果、ブームロッド圧 P_B は、点線で示すように、時刻t5においてショベルの機体が浮き上がるまで目標ブームロッド圧 P_{BT} を超えて増大し続ける。ショベルの機体が浮き上がると、ブームロッド圧 P_B の更なる増大が抑制される。機体の浮き上がりによって掘削負荷の更なる増大が抑制されるためである。

[0469] ブームシリンダストローク量は、点線で示すように、時刻t4以降もそのままの状態維持される。すなわち、ブームシリンダ7は伸張しない。一方、機体傾斜角度は、点線で示すように、時刻t5において増大し始め、その後も比較的緩やかに増大していく。ショベルの機体が浮き上がるためである。

[0470] このように、コントローラ30は、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} に達したときに再生弁V1を開くことで、ショベルの機体が浮き上がるのを防止できる。

[0471] また、コントローラ30は、ブームシリンダ7に関する操作とは無関係に再生弁V1を制御できる。具体的には、アーム掘削作業中において、操作者がブーム操作レバーを操作していない場合であっても、必要に応じて再生弁V1を開くことでブームシリンダ7の伸張を許容し、ブームロッド圧を下げ、ショベルの機体が浮き上がるのを防止できる。

[0472] 次に図46を参照し、図1のショベルに搭載される油圧回路の別の構成例について説明する。図46は、図1のショベルに搭載される油圧回路の別の構成例を示す図である。図46の油圧回路は、主に、コントロールバルブ17が可変ロードチェック弁510、520、530、合流弁550、及び、統一ブリードオフ弁560L、560Rを含む点で図43の油圧回路と異なるが、その他の点で共通する。そのため、共通部分の説明を省略し、相違部分を詳細に説明する。

- [0473] 可変ロードチェック弁510, 520, 530は、コントローラ30からの指令に応じて動作する。図46の例では、可変ロードチェック弁510, 520, 530は、流量制御弁171~173のそれぞれと第1ポンプ14L及び第2ポンプ14Rのうちの少なくとも一方との間の連通・遮断を切り替え可能な1ポート2位置の電磁弁である。なお、可変ロードチェック弁510, 520, 530は、第1位置において、ポンプ側に戻る作動油の流れを遮断するチェック弁を有する。具体的には、可変ロードチェック弁510は、第1位置にある場合に流量制御弁171と第1ポンプ14L及び第2ポンプ14Rのうちの少なくとも一方との間を連通させ、第2位置にある場合にその連通を遮断する。可変ロードチェック弁520及び可変ロードチェック弁530についても同様である。
- [0474] 合流弁550は、第1ポンプ14Lが吐出する作動油（以下、「第1作動油」とする。）と第2ポンプ14Rが吐出する作動油（以下、「第2作動油」とする。）とを合流させるか否かを切り替える。図46の例では、合流弁550は、1ポート2位置の電磁弁であり、コントローラ30からの指令に応じて動作する。具体的には、合流弁550は、第1位置にある場合に第1作動油と第2作動油とを合流させ、第2位置にある場合に第1作動油と第2作動油とを合流させないようにする。
- [0475] 統一ブリードオフ弁560L, 560Rは、コントローラ30からの指令に応じて動作する。図46の例では、統一ブリードオフ弁560Lは、第1作動油の作動油タンクTへの排出量を制御可能な1ポート2位置の電磁弁である。統一ブリードオフ弁560Rについても同様である。この構成により、統一ブリードオフ弁560L, 560Rは、流量制御弁170~173のうちに関連する流量制御弁の合成開口を実現できる。具体的には、合流弁550が第2位置にある場合に、統一ブリードオフ弁560Lは流量制御弁170及び流量制御弁173の合成開口を実現でき、統一ブリードオフ弁560Rは流量制御弁171及び流量制御弁172の合成開口を実現できる。統一ブリードオフ弁560Lは、第1位置にある場合にコントローラ30から

の指令に応じてその合成開口の開口面積を調整する可変絞りとして機能し、第2位置にある場合にその合成開口を遮断する。統一ブリードオフ弁560Rについても同様である。

[0476] 可変ロードチェック弁510、520、530、合流弁550、及び、統一ブリードオフ弁560L、560Rのそれぞれは、パイロット圧駆動のプール弁であってもよい。

[0477] 次に、図47を参照して、図46の油圧回路を搭載するショベルのコントローラ30が、ショベルの機体が掘削地点のほうに引き摺られるのを防止しながらアーム掘削作業を支援する処理（以下、「第2支援処理」とする。）について説明する。なお、図47は、第2支援処理の流れを示すフローチャートであり、コントローラ30は、所定周期で繰り返しこの第2支援処理を実行する。

[0478] 最初に、コントローラ30の掘削操作検出部302Aは、アーム閉じ操作を含むアーム掘削操作中であるか否かを判定する（ステップS11）。具体的には、掘削操作検出部302Aは、圧力センサ29の出力に基づいてアーム閉じ操作中であることを検出する。そして、アーム閉じ操作中であることを検出した場合、掘削操作検出部302Aは、アームボトム圧とアームロッド圧の圧力差を算出する。そして、掘削操作検出部302Aは、算出した圧力差が所定値以上の場合にアーム掘削操作中であると判定する。

[0479] アーム掘削操作中でないと判定した場合（ステップS11のNO）、掘削操作検出部302Aは、今回の第2支援処理を終了させる。

[0480] 一方、掘削操作検出部302Aがアーム掘削操作中であると判定した場合（ステップS11のYES）、姿勢検出部302Bは、ショベルの姿勢を検出する（ステップS12）。

[0481] その後、許容最大圧力算出部302Cは、姿勢検出部302Bの出力に基づいて、第2許容最大圧力を算出する（ステップS13）。具体的には、許容最大圧力算出部302Cは、上述の（9）式を用いて第2許容最大圧力 $P_{A\text{MAX}}$ を算出する。

[0482] その後、許容最大圧力算出部302Cは、算出した第2許容最大圧力 P_{AMAX} 以下の所定圧力を目標アームボトム圧 P_{AT} として設定する（ステップS14）。本実施例では、許容最大圧力算出部302Cは、第2許容最大圧力 P_{AMAX} を目標アームボトム圧 P_{AT} として設定する。

[0483] その後、コントローラ30の再生弁制御部302Dは、ショベルの機体の安定度に関する所定の条件である制御開始条件が満たされているか否かを判定する（ステップS15）。例えば、再生弁制御部302Dは、アームボトム圧 P_A が目標アームボトム圧 P_{AT} に達した場合に制御開始条件が満たされたと判定する。アームボトム圧 P_A がこのまま上昇し続けられればショベルの機体が掘削地点のほうに引き摺られるおそれがあると判断できるためである。

[0484] 制御開始条件が満たされていると判定した場合（ステップS15のYES）、例えば、アームボトム圧 P_A が目標アームボトム圧 P_{AT} に達した場合、再生弁制御部302Dは、アーム再生弁V1aを制御してアームボトム圧 P_A とアームロッド圧 P_{A2} との差圧を低減させることでアーム推力 F_A を低減させる（ステップS16）。具体的には、再生弁制御部302Dは、アーム再生弁V1aに対して制御電流を供給し、アーム再生弁V1aを開いてその開口面積を増大させる。第1油路C1aの流路面積を増大させるためである。そして、流量制御弁173のCTポート（シリンダ・タンクポート）の開口が大きい場合には、再生弁制御部302Dは、ボトム側油室8Bから作動油を流出させることによって、アームボトム圧 P_A を低減させる。その結果、アームシリンダ8の伸張が抑制され或いは停止されることで掘削反力 F_R の水平成分 F_{R2} が減少し或いは消失し、ショベルの機体が掘削地点のほうに引き摺られるのが防止される。

[0485] また、流量制御弁173のCTポートの開口が小さい場合であっても、再生弁制御部302Dは、ロッド側油室8Rへ作動油を流入させることによって、アームロッド圧 P_{A2} を上昇させ、アームボトム圧 P_A とアームロッド圧 P_{A2} との差圧を低減させる。その結果、アームシリンダ8の伸張が抑制され或いは停止されることで掘削反力 F_R の水平成分 F_{R2} が減少し或いは消失し、シ

ヨベルの機体が掘削地点のほうに引き摺られるのが防止される。

[0486] このように、アームシリンダ 8 から排出される作動油は、流量制御弁 1 7 3 のシリンダ・タンクポートの開口の大きさに応じて、排出される側の油室とは反対側の油室へ供給され、若しくは、タンクへ排出される。その結果、アームシリンダ 8 の伸張が抑制され或いは停止されることでショベルの機体が掘削地点のほうに引き摺られるのが防止される。

[0487] ステップ S 1 5 において、制御開始条件が満たされていないと判定した場合（ステップ S 1 5 の N O）、例えば、アームボトム圧 P_A が目標アームボトム圧 P_{AT} 未満に留まる場合、再生弁制御部 3 0 2 D は、アームボトム圧 P_A を低減させることなく、今回の第 2 支援処理を終了させる。ショベルの機体が引き摺られるおそれがないためである。

[0488] 以上の構成により、コントローラ 3 0 は、パイロット圧に影響を与えることなく、アーム掘削作業中にショベルの機体が掘削地点のほうに引き摺られるのを防止することができる。そのため、ショベルの機体が引き摺られる寸前のところでの、機体重量を効率的に利用したアーム掘削作業を実現できる。また、引き摺られたショベルの姿勢を元に戻すための操作を不要にする等、作業効率を向上させることができ、ひいては、燃費の低減、機体故障の防止、操作者の操作負担の軽減を実現できる。

[0489] また、コントローラ 3 0 は、ロッド側油室 8 R とボトム側油室 8 B との間で作動油を移動させるため、ボトム側油室 8 B からリリーフ弁等を通じて作動油タンク T に作動油を排出する構成に比べ、管路等における圧力損失を抑制できる。また、アーム再生弁 V 1 a が開いたままになってしまったとしても、アームシリンダ 8 を伸張させようとする力と収縮させようとする力が釣り合った時点でアームシリンダ 8 の伸縮が止まるため、リリーフ弁が開いたままになってしまったときのようにアームシリンダ 8 を過度に伸縮させることもない。

[0490] 次に、図 4 8 を参照して、図 4 6 の油圧回路を搭載するショベルのコントローラ 3 0 が、ショベルの機体が浮き上がること、及び、ショベルの機体が

掘削地点のほうに引き摺られることを防止しながら掘削作業を支援する処理（以下、「第3支援処理」とする。）について説明する。図48は、第3支援処理の流れを示すフローチャートであり、コントローラ30は、所定周期で繰り返しこの第3支援処理を実行する。

[0491] 最初に、コントローラ30の掘削操作検出部302Aは、ブーム上げ操作及びアーム閉じ操作を含む複合掘削操作中であるか否かを判定する（ステップS21）。具体的には、掘削操作検出部302Aは、圧力センサ29の出力に基づいてブーム上げ操作中であることを検出する。そして、ブーム上げ操作中であることを検出した場合、掘削操作検出部302Aは、ブームロッド圧を取得する。また、掘削操作検出部302Aは、アームボトム圧とアームロッド圧の圧力差を算出する。そして、掘削操作検出部302Aは、ブームロッド圧が所定値以上であり、且つ、算出した圧力差が所定値以上の場合に、複合掘削操作中であると判定する。

[0492] 複合掘削操作中でないと判定した場合（ステップS21のNO）、掘削操作検出部302Aは、今回の第3支援処理を終了させる。

[0493] 一方、掘削操作検出部302Aが複合掘削操作中であると判定した場合（ステップS21のYES）、姿勢検出部302Bは、ショベルの姿勢を検出する（ステップS22）。

[0494] その後、許容最大圧力算出部302Cは、姿勢検出部302Bの検出値に基づいて、第1許容最大圧力及び第2許容最大圧力を算出する（ステップS23）。具体的には、許容最大圧力算出部302Cは、上述の（6）式を用いて第1許容最大圧力 P_{BMAX} を算出し、且つ、上述の（9）式を用いて第2許容最大圧力 P_{AMAX} を算出する。

[0495] その後、許容最大圧力算出部302Cは、算出した第1許容最大圧力 P_{BMAX} 以下の所定圧力を目標ブームロッド圧 P_{BT} として設定する（ステップS24）。

[0496] その後、コントローラ30の再生弁制御部302Dは、ショベルの機体の安定度に関する所定の条件である制御開始条件が満たされているか否かを判

定する（ステップS25）。例えば、再生弁制御部302Dは、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} に達した場合に制御開始条件が満たされたと判定する。ここでは、制御開始条件である所定の条件が満たされたか否かは、ブームロッド圧 P_B を用いて判定されているが、掘削反力の鉛直成分の大きさが予め定められた条件を満たしたか否かに基づいて判定されてもよい。このように、鉛直成分に寄与するパラメータに基づいて浮き上がりの防止に関する判定が行われてもよい。

[0497] 制御開始条件が満たされていると判定した場合（ステップS25のYES）、例えば、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} に達した場合、再生弁制御部302Dは、再生弁V1（ブーム再生弁）を制御してブームロッド圧 P_B を低減させる（ステップS26）。具体的には、再生弁制御部302Dは、再生弁V1に対して制御電流を供給し、再生弁V1を開いてその開口面積を増大させる。第1油路C1の流路面積を増大させるためである。そして、再生弁制御部302Dは、ロッド側油室7Rから作動油を流出させることによって、ブームロッド圧 P_B を低減させる。その結果、ブームシリンダ7が伸張することで掘削反力 F_R の鉛直成分 F_{R1} が減少し、ショベルの機体の浮き上がりが防止される。

[0498] その後、コントローラ30の再生弁制御部302Dは、ブームロッド圧 P_B の監視を継続する。そして、再生弁V1の開口面積を増大させたにもかかわらずブームロッド圧 P_B が更に上昇して第1許容最大圧力 P_{BMAX} に達した場合（ステップS27のYES）、再生弁制御部302Dは、アーム再生弁V1aを制御してアームボトム圧 P_A を低減させる（ステップS28）。具体的には、再生弁制御部302Dは、アーム再生弁V1aに対して制御電流を供給し、アーム再生弁V1aを開いてその開口面積を増大させる。第1油路C1aの流路面積を増大させるためである。そして、再生弁制御部302Dは、ボトム側油室8Bから作動油を流出させることによって、アームボトム圧 P_A を低減させる。その結果、アームシリンダ8の伸張が抑制され或いは停止されることで掘削反力 F_R の鉛直成分 F_{R1} が減少し或いは消失し、ショベルの機

体の浮き上がりが防止される。

- [0499] ステップS25において、制御開始条件が満たされていないと判定した場合（ステップS25のNO）、例えば、ブームロッド圧 P_B が目標ブームロッド圧 P_{BT} 未満に留まる場合、コントローラ30は、ブームロッド圧 P_B を低減させることなく、処理をステップS29に進める。ショベルの機体を浮き上がらせるおそれがないためである。
- [0500] 同様に、ステップS27において、ブームロッド圧 P_B が第1許容最大圧力 P_{BMAX} 未満に留まる場合（ステップS27のNO）、コントローラ30は、アームボトム圧 P_A を低減させることなく、処理をステップS29に進める。ショベルの機体を浮き上がらせるおそれがないためである。
- [0501] その後、ステップS29において、許容最大圧力算出部302Cは、算出した第2許容最大圧力 P_{AMAX} 以下の所定圧力を目標アームボトム圧 P_{AT} として設定する。具体的には、許容最大圧力算出部302Cは、第2許容最大圧力 P_{AMAX} を目標アームボトム圧 P_{AT} として設定する。
- [0502] その後、コントローラ30の再生弁制御部302Dは、別の制御開始条件が満たされているか否かを判定する（ステップS30）。例えば、再生弁制御部302Dは、アームボトム圧 P_A が目標アームボトム圧 P_{AT} に達した場合に別の制御開始条件が満たされたと判定する。
- [0503] 別の制御開始条件が満たされていると判定した場合（ステップS30のYES）、例えば、アームボトム圧 P_A が目標アームボトム圧 P_{AT} に達した場合、再生弁制御部302Dは、アーム再生弁V1aを制御してアームボトム圧 P_A とアームロッド圧 P_{A2} との差圧を低減させることでアーム推力 F_A を低減させる（ステップS31）。具体的には、再生弁制御部302Dは、アーム再生弁V1aに対して制御電流を供給し、アーム再生弁V1aを開いてその開口面積を増大させる。第1油路C1aの流路面積を増大させるためである。そして、再生弁制御部302Dは、ボトム側油室8Bから作動油を流出させることによって、アームボトム圧 P_A を低減させる。その結果、アームシリンダ8の伸張が抑制され或いは停止されることで掘削反力 F_R の水平成分 F_{R2}

が減少し或いは消失し、ショベルの機体が掘削地点のほうに引き摺られるのが防止される。

[0504] また、アームシリンダ8が収縮する際にも、例えば、アームロッド圧 P_{A2} が目標アームロッド圧 P_{A2T} に達した場合、再生弁制御部302Dは、アーム再生弁V1aを制御してアームボトム圧 P_A とアームロッド圧 P_{A2} との差圧を低減させることでアーム推力 F_A を低減させることができる。この場合、アーム5が開き方向に回転する場合でも、ショベルが引き摺られるのを防止できる。ここでは、制御開始条件である所定の条件が満たされたか否かは、アームロッド圧 P_{A2} 又はアームボトム圧 P_A を用いて判定されているが、掘削反力の水平成分の大きさが予め定められた条件を満たしたか否かに基づいて判定されてもよい。このように、水平成分に寄与するパラメータに基づいて引き摺られの防止に関する判定が行われてもよい。

[0505] ステップS30において、別の制御開始条件が満たされていないと判定した場合（ステップS30のNO）、例えば、アームボトム圧 P_A が目標アームボトム圧 P_{AT} 未満に留まる場合、再生弁制御部302Dは、アームボトム圧 P_A を低減させることなく、今回の第3支援処理を終了させる。ショベルの機体が引き摺られるおそれがないためである。

[0506] また、ステップS24～ステップS28におけるショベルの浮き上がりを防止するための一連の処理、及び、ステップS29～ステップS31におけるショベルが引き摺られるのを防止するための一連の処理は順不同である。従って、2つの一連の処理は、同時並行で実行されてもよく、ショベルが引き摺られるのを防止するための一連の処理が、ショベルの浮き上がりを防止するための一連の処理に先行して実行されてもよい。

[0507] 以上の構成により、コントローラ30は、パイロット圧に影響を与えることなく、掘削作業中にショベルの機体が浮き上がり或いは掘削地点のほうに引き摺られるのを防止できる。そのため、ショベルの機体が浮き上がり或いは引き摺られる寸前のところでの、機体重量を効率的に利用した複合掘削作業を実現できる。また、浮き上がった或いは引き摺られたショベルの姿勢を

元に戻すための操作を不要にする等、作業効率を向上させることができ、ひいては、燃費の低減、機体故障の防止、操作者の操作負担の軽減を実現できる。

[0508] 尚、上述の第4変形例では、許容最大圧力算出部302C及び再生弁制御部302Dによる演算は、ショベルの接地面が水平面であることを前提として行われる。しかしながら、これに限定されるものではない。上述の第4変形例における各種演算は、ショベルの接地面が傾斜面であっても、傾斜角度センサの出力を追加的に考慮して適切に実行され得る。

[0509] また、上述の第4変形例において、コントローラ30は、バケット閉じ操作中における機体の浮き上がりを防止するように構成されてもよい。この場合、コントローラ30は、ブームロッド圧が目標ブームロッド圧 P_{BT} を上回った場合に再生弁V1を開く。また、コントローラ30は、バケット閉じ操作及びブーム上げ操作を含む複合掘削操作中における機体の浮き上がりを防止するように構成されてもよい。この場合、コントローラ30は、ブームロッド圧が目標ブームロッド圧 P_{BT} を上回った場合に再生弁V1を開く。そして、コントローラ30は、ブームロッド圧が第1許容最大圧力 P_{BMAX} に達した場合に、バケットシリンダ9のロッド側油室とボトム側油室を接続する第1油路に配置されたバケット再生弁を開く。このようにして、コントローラ30は、バケット閉じ操作及びブーム上げ操作を含む複合掘削操作中における機体の浮き上がりを防止してもよい。同様に、バケット再生弁を利用してショベルの機体が引き摺られるのを防止してもよい。

[0510] また、上述の第4変形例では、再生弁V1は、ロッド側油室7Rから作動油を流出させるために利用されているが、ボトム側油室7Bから作動油を流出させるために利用されてもよい。また、アーム再生弁V1aは、ボトム側油室8Bから作動油を流出させるために利用されているが、ロッド側油室8Rから作動油を流出させるために利用されてもよい。すなわち、コントローラ30は、アーム再生弁V1aを開いてアームシリンダ8のロッド側油室8Rからボトム側油室8Bに、若しくは、アームシリンダ8のボトム側油室8

Bからロッド側油室8Rに、自重に応じて作動油が流れるようにしてもよい。
。バケット再生弁についても同様である。

[0511] また、上述の第4変形例では、ブームシリンダ7、アームシリンダ8等の油圧シリンダは、エンジン駆動のメインポンプ14が吐出する作動油によって動かされるが、電動モータ駆動の油圧ポンプが吐出する作動油によって動かされてもよい。

[0512] また、上述の第4変形例では、コントローラ30は、意図しない動作、つまり、機体の引き摺りや浮き上がりの発生の有無に依らず、機体の引き摺りや浮き上がりを抑制する制御を行うが、当然の如く、意図しない動作の発生の有無を判定してもよい。つまり、コントローラ30は、上述したショベルの意図しない動作の判定方向（図19～図26参照）を用いて、機体の引き摺りや浮き上がりが発生したと判定した場合に、機体の引き摺りや浮き上がりを抑制する制御を行ってもよい。

[0513] また、上述の第4変形例の構成は、油圧シリンダにより上下運動を行うフォークリフト、ホイールローダ等の他の建設機械に搭載されてもよい。

[0514] また、上述の第4変形例に関して、以下を更に開示する。

[0515] (1)

下部走行体と、

前記下部走行体に旋回可能に搭載される上部旋回体と、

前記上部旋回体に取り付けられるアタッチメントと、

前記アタッチメントを構成する作業要素を駆動する油圧シリンダと、

前記油圧シリンダのロッド側油室とボトム側油室とを接続する第1油路と

、

前記第1油路に配置される再生弁と、

機体の安定度に関する所定の条件が満たされているか否かに基づいて前記再生弁を制御する制御装置と、を有する、

ショベル。

[0516] (2)

前記油圧シリンダに流出入する作動油の流量を制御する流量制御弁と、
前記油圧シリンダのロッド側油室と前記流量制御弁とを接続する第2油路
と、

前記油圧シリンダのボトム側油室と前記流量制御弁とを接続する第3油路
と、を有し、

前記第1油路は、第2油路と第3油路を接続する、

(1)に記載のショベル。

[0517] (3)

前記油圧シリンダは、ブームシリンダであり、

前記制御装置は、前記再生弁を開いて前記ブームシリンダのロッド側油室
からボトム側油室に作動油が流れるようにする、

(1)又は(2)に記載のショベル。

[0518] (4)

前記制御装置は、前記油圧シリンダに関する操作とは無関係に、前記再生
弁を制御する、

(1)乃至(3)の何れかに記載のショベル。

[0519] (5)

前記油圧シリンダは、アームシリンダであり、

前記制御装置は、前記再生弁を開いて前記アームシリンダのロッド側油室
からボトム側油室に、若しくは、前記アームシリンダのボトム側油室からロ
ッド側油室に、自重に応じて作動油が流れるようにする、

(1)又は(2)に記載のショベル。

[0520] (6)

前記再生弁は、前記油圧シリンダへの作動油の流量を調整する流量制御弁
と前記油圧シリンダとの間に配置されている、

(1)に記載のショベル。

[0521] (7)

前記油圧シリンダから排出される作動油は、前記流量制御弁のシリンダ・

タンクポートの開口の大きさに応じて、排出される側の油室とは反対側の油室へ供給され、若しくは、タンクへ排出される、

(2) に記載のシヨベル。

[0522] 最後に、本願は、2017年6月21日に出願した日本国特許出願2017-121776号、2017年6月21日に出願した日本国特許出願2017-121777号、2017年6月21日に出願した日本国特許出願2017-121778号、及び、2017年7月25日に出願した日本国特許出願2017-143522号に基づく優先権を主張するものであり、これら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

- [0523]
- 1 下部走行体（走行体）
 - 3 上部旋回体（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
 - 7 B ボトム側油室
 - 7 R ロッド側油室
 - 8 アームシリンダ
 - 8 B ボトム側油室
 - 8 R ロッド側油室
 - 9 バケットシリンダ
 - 11 エンジン
 - 11 A ECM（油圧制御部）
 - 14 メインポンプ
 - 14 L 第1ポンプ
 - 14 R 第2ポンプ
 - 14 A, 14 AL, 14 AR レギュレータ（油圧制御部）

- 16 作動油ライン
- 17 コントロールバルブ
- 17A ブーム用方向制御弁（制御弁）
- 18L、18R ネガティブコントロール絞り
- 19L、19R リリーフ弁
- 20 バネ付きチェック弁
- 21 旋回油圧モータ
- 21L、21R ポート
- 22L、22R リリーフ弁
- 23L、23R チェック弁
- 26 操作装置
- 26A、26B レバー装置
- 26C ペダル装置
- 27、28 パイロットライン
- 29 圧力センサ
- 30 コントローラ
- 32 各種センサ（センサ）
- 32A 加速度センサ
- 32B 距離センサ
- 32C IMU
- 32D、32E 圧力センサ
- 33、34 電磁リリーフ弁（油圧制御部）
- 36 電磁比例弁（油圧制御部）
- 38 電磁切換弁（油圧制御部）
- 40 圧力保持回路
- 42 保持弁
- 44 スプール弁（保持解除部）
- 46 電磁リリーフ弁（油圧制御部）

- 5 0 電磁リリーフ弁（油圧制御部）
- 5 2 電磁切換弁（油圧制御部）
- 5 4 シャトル弁
- 5 6, 5 8 電磁リリーフ弁（油圧制御部）
- 6 0 電磁比例弁（油圧制御部）
- 1 7 0, 1 7 1, 1 7 2, 1 7 2 L, 1 7 2 R, 1 7 3, 1 7 3 L, 1 7 3 R
- 3 R 流量制御弁
 - 3 0 1 動作判定部（判定部）
 - 3 0 2 動作補正部
 - 3 0 2 A 掘削操作検出部
 - 3 0 2 B 姿勢検出部
 - 3 0 2 C 許容最大圧力算出部
 - 3 0 3 D 再生弁制御部
 - 4 0 0 L, 4 0 0 R センターバイパス管路
 - 4 2 0 L, 4 2 0 R パラレル管路
 - 4 3 0 C, 4 3 0 L, 4 3 0 R 戻り管路
 - 4 4 0 管路
 - 5 1 0, 5 2 0, 5 3 0 可変ロードチェック弁
 - 5 5 0 合流弁
 - 5 6 0 L, 5 6 0 R 統一ブリードオフ弁
- A D 音声出力装置
- C 1, C 1 a 第 1 油路
- C 2, C 2 a 第 2 油路
- C 3, C 3 a 第 3 油路
- D D 表示装置
- V 1 再生弁
 - V 1 a アーム再生弁
- T 作動油タンク

請求の範囲

- [請求項1] 走行体と、
前記走行体に旋回自在に搭載される旋回体と、
前記旋回体に搭載されるアタッチメントと、
前記アタッチメントを駆動する油圧アクチュエータと、
前記アタッチメントの動作に関連して、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する油圧制御部であって、前記アタッチメントの操作状態に関わらず、前記油圧アクチュエータの油圧を制御可能な油圧制御部と、を備える、
ショベル。
- [請求項2] オペレータによる操作に応じて、前記油圧アクチュエータの動作を制御する制御弁を更に備え、
前記油圧制御部は、前記制御弁と前記油圧アクチュエータとの間の油路から作動油をタンクに排出することにより、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する、
請求項1に記載のショベル。
- [請求項3] 前記制御弁と前記油圧アクチュエータとの間の油路に設けられ、前記油圧アクチュエータの作動油を保持する保持弁を更に備え、
前記油圧制御部は、前記油圧アクチュエータと前記保持弁との間の油路から作動油をタンクに排出することにより、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する、
請求項2に記載のショベル。
- [請求項4] オペレータによる操作に応じて、前記油圧アクチュエータの動作を制御する制御弁を更に備え、
前記油圧制御部は、前記アタッチメントの操作状態に対応する信号を補正した信号、又は、前記アタッチメントの操作状態に対応する信号とは別の信号を前記制御弁に入力することにより、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する、

請求項 1 に記載のシヨベル。

[請求項5] 所定の動力源により駆動し、前記油圧アクチュエータに作動油を供給する油圧ポンプを更に備え、

前記油圧制御部は、前記油圧ポンプ又は前記動力源を制御することにより、前記油圧アクチュエータの油圧を制御する、

請求項 1 に記載のシヨベル。

[請求項6] オペレータによる操作に応じて、前記油圧アクチュエータの動作を制御する制御弁と、

前記制御弁と前記油圧アクチュエータとの間の油路に設けられ、前記油圧アクチュエータの作動油を保持する保持弁と、

前記アタッチメントの操作状態に応じて、前記保持弁による前記油圧アクチュエータの作動油の保持を解除させる保持解除部と、を更に備え、

前記油圧制御部は、前記アタッチメントの操作状態に関わらず、前記保持解除部を制御し、前記保持弁による前記作動油の保持を解除させることにより、前記油圧アクチュエータの圧力を制御する、

請求項 1 に記載のシヨベル。

[請求項7] 前記油圧制御部を用いて、前記アタッチメントの動作を補正する動作補正部を更に備える、

請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載のシヨベル。

[請求項8] 前記油圧アクチュエータとしての油圧シリンダのロッド側油室とボトム側油室とを接続する第 1 油路を更に備え、

前記油圧制御部は、前記第 1 油路に配置される再生弁であり、

前記動作補正部は、機体の安定度に関する所定の条件が満たされているか否かに基づいて前記再生弁を制御する、

請求項 7 に記載のシヨベル。

[請求項9] 前記油圧シリンダに流出入する作動油の流量を制御する流量制御弁と、

前記油圧シリンダのロッド側油室と前記流量制御弁とを接続する第2油路と、

前記油圧シリンダのボトム側油室と前記流量制御弁とを接続する第3油路と、を有し、

前記第1油路は、第2油路と第3油路を接続する、

請求項8に記載のシヨベル。

[請求項10]

前記油圧シリンダは、ブームシリンダであり、

前記動作補正部は、前記再生弁を開いて前記ブームシリンダのロッド側油室からボトム側油室に作動油が流れるようにする、

請求項8に記載のシヨベル。

[請求項11]

前記動作補正部は、前記油圧シリンダに関する操作とは無関係に、前記再生弁を制御する、

請求項8に記載のシヨベル。

[請求項12]

前記油圧シリンダは、アームシリンダであり、

前記動作補正部は、前記再生弁を開いて前記アームシリンダのロッド側油室からボトム側油室に、若しくは、前記アームシリンダのボトム側油室からロッド側油室に、自重に応じて作動油が流れるようにする、

請求項8に記載のシヨベル。

[請求項13]

前記再生弁は、前記油圧シリンダへの作動油の流量を調整する流量制御弁と前記油圧シリンダとの間に配置されている、

請求項8に記載のシヨベル。

[請求項14]

前記油圧シリンダから排出される作動油は、前記流量制御弁のシリンダ・タンクポートの開口の大きさに応じて、排出される側の油室とは反対側の油室へ供給され、若しくは、タンクへ排出される、

請求項9に記載のシヨベル。

[請求項15]

該シヨベルの所定の意図しない動作が発生したか否かを判定する判定部を更に備え、

前記動作補正部は、前記判定部により前記意図しない動作が発生したと判定された場合に、前記油圧制御部を用いて、前記アタッチメントの動作を補正する、

請求項7に記載のシヨベル。

[請求項16] 前記意図しない動作には、前記走行体の操作がされていないにもかかわらず、該走行体及び前記旋回体が前記旋回体から見た前方又は後方に移動する動作、前記走行体及び前記旋回体における前記旋回体から見た前部又は後部が浮き上がる動作、及び前記走行体及び前記旋回体が前記アタッチメントの動作に起因して振動する動作の少なくとも一つが含まれる、

請求項15に記載のシヨベル。

[請求項17] 前記動作補正部は、前記走行体が操作されておらず、且つ、前記アタッチメントが操作されている状況で、前記判定部により前記意図しない動作が発生したと判定された場合に、前記アタッチメントの動作を補正する、

請求項15に記載のシヨベル。

[請求項18] 該シヨベルの動作を検出するセンサを更に備え、
前記判定部は、前記センサの出力に基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

請求項15に記載のシヨベル。

[請求項19] 前記センサは、前記旋回体に取り付けられ、前記旋回体の動作を検出する、

請求項18に記載のシヨベル。

[請求項20] 前記センサは、前記アタッチメントに取り付けられ、前記アタッチメントの動作を検出する、

請求項18に記載のシヨベル。

[請求項21] 前記センサは、前記アタッチメントのうちのブームに設けられ、前記ブームの動作を検出する第1センサを含み、

前記判定部は、前記第1センサの出力の変化に基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

請求項20に記載のシヨベル。

[請求項22]

前記センサは、前記アタッチメントのうちのバケットに設けられ、その動作を検出する第2センサと、ブーム及びアームのうちの少なくとも一方に設けられ、その動作を検出する第3センサとを含み、

前記判定部は、前記第2センサの出力と前記第3センサの出力との相対関係の変化に基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

請求項20に記載のシヨベル。

[請求項23]

前記旋回体又は前記アタッチメントに取り付けられ、前記旋回体及び前記アタッチメントのうちの取付対象である一方と周辺の物体との相対位置関係を検出する検出部を更に備え、

前記判定部は、前記検出部により検出される、前記取付対象と、該シヨベルの周辺の固定された基準対象物との相対位置関係の変化に基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

請求項15に記載のシヨベル。

[請求項24]

前記検出部は、前記取付対象と、前記基準対象物としての該シヨベルの周辺の地面との相対位置関係を検出する、

請求項23に記載のシヨベル。

[請求項25]

前記検出部は、前記旋回体に取り付けられる、

請求項23に記載のシヨベル。

[請求項26]

前記判定部は、前記検出部により検出された前記旋回体から見た前記基準対象物の相対位置が該シヨベルの位置する平面と略平行に移動した場合、前記意図しない動作としての引き摺り動作が発生したと判定する、

請求項25に記載のシヨベル。

[請求項27]

前記判定部は、前記検出部により検出された前記旋回体から見た前

記基準対象物の相対位置が上下方向に移動した場合、前記意図しない動作として浮き上がり動作が発生したと判定する、

請求項 25 に記載のショベル。

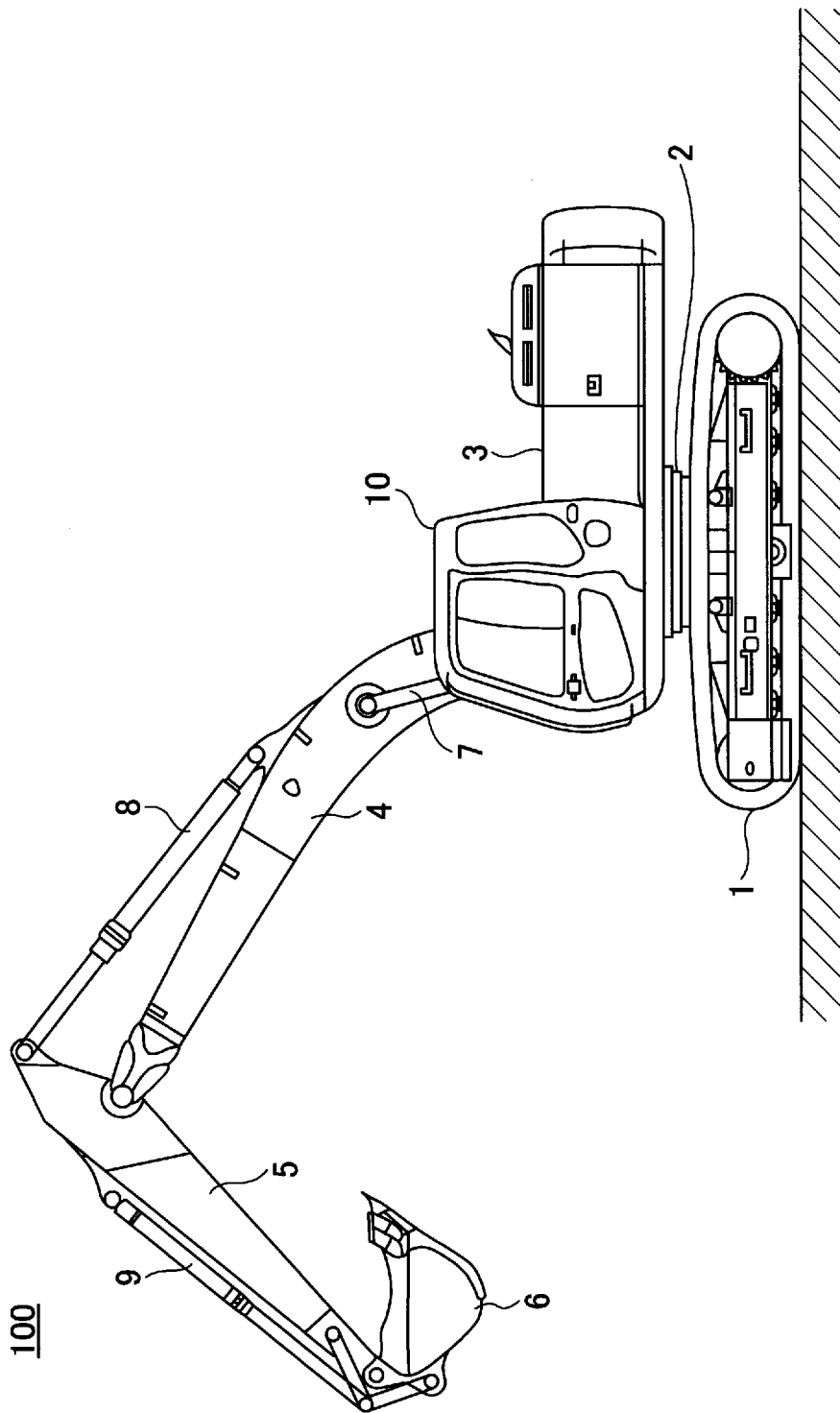
[請求項28]

前記検出部は、前記アタッチメントに取り付けられ、該アタッチメントと、前記基準対象物及び前記旋回体のそれぞれとの相対位置関係を検出し、

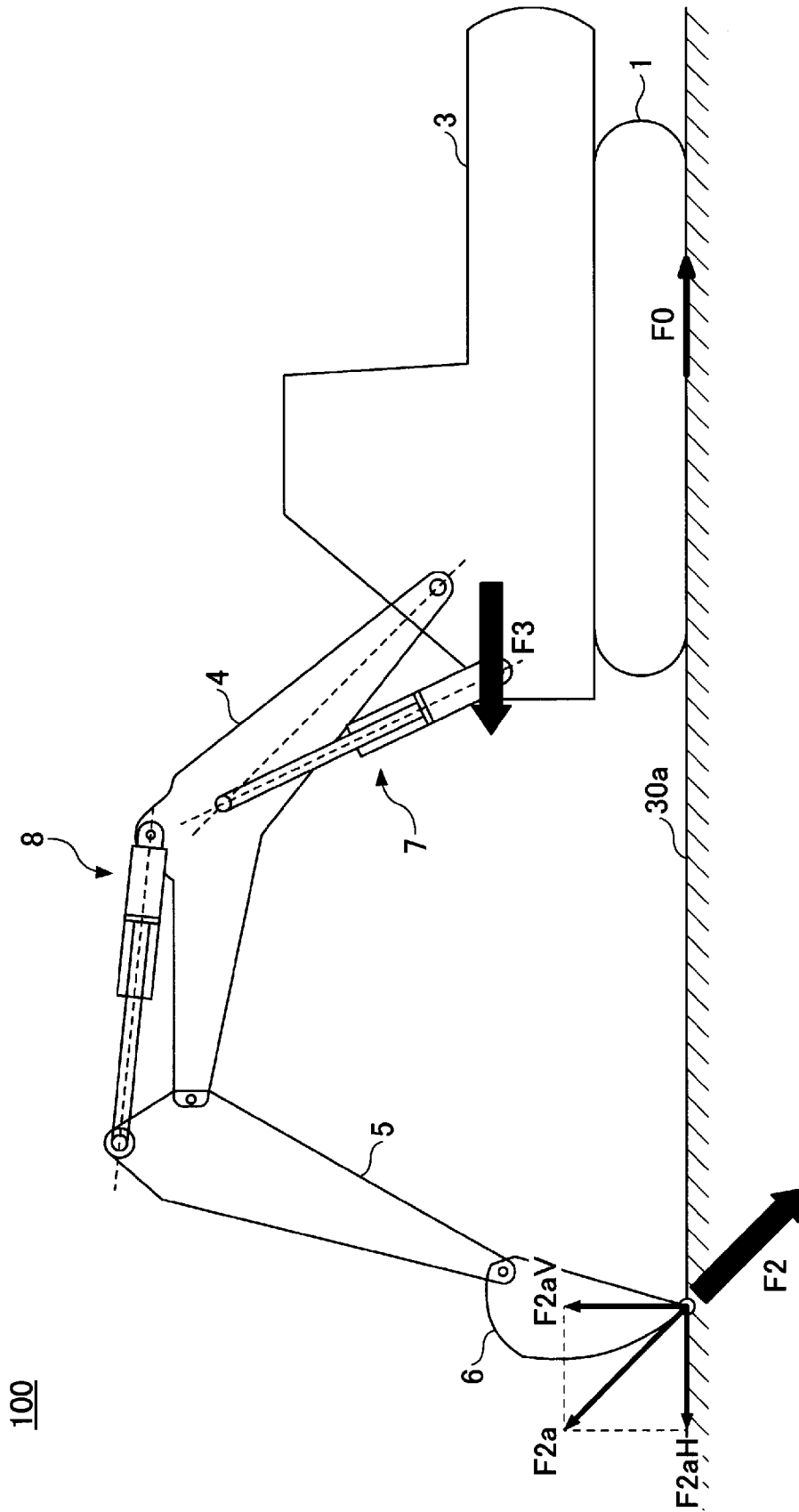
前記判定部は、前記検出部により検出された、該アタッチメントから見た前記基準対象物の相対位置の変化と、前記アタッチメントから見た前記旋回体の相対位置の変化とに基づき、前記意図しない動作が発生したか否かを判定する、

請求項 23 に記載のショベル。

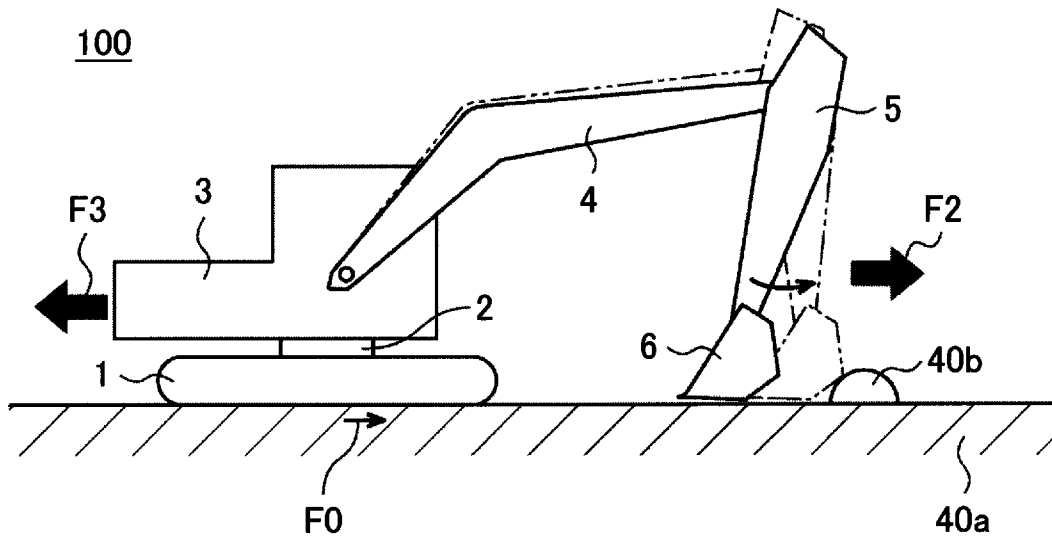
[図1]



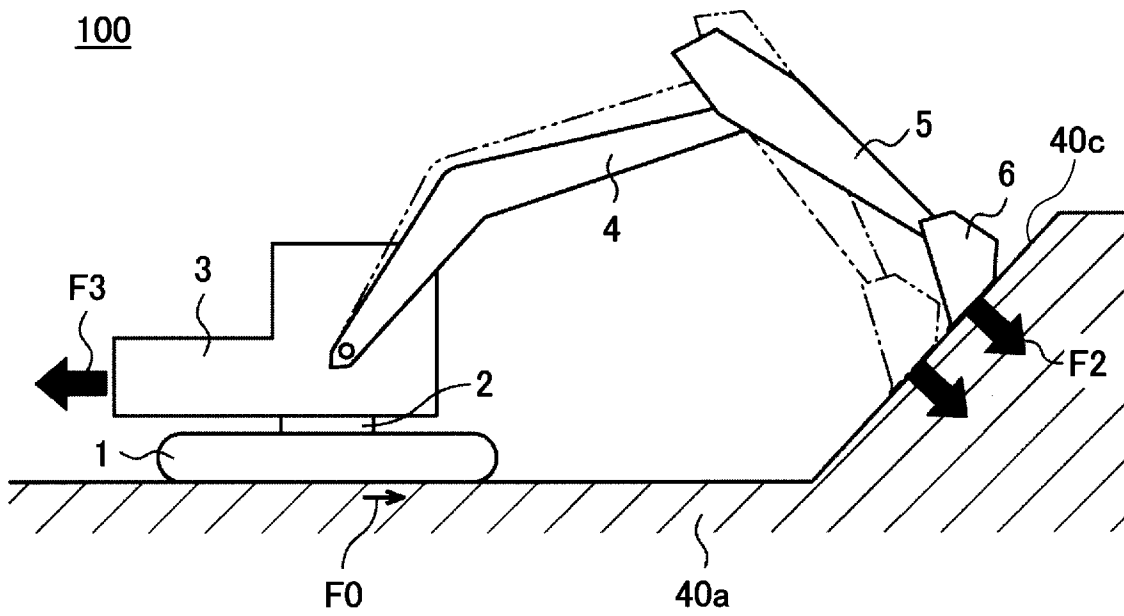
[図3]



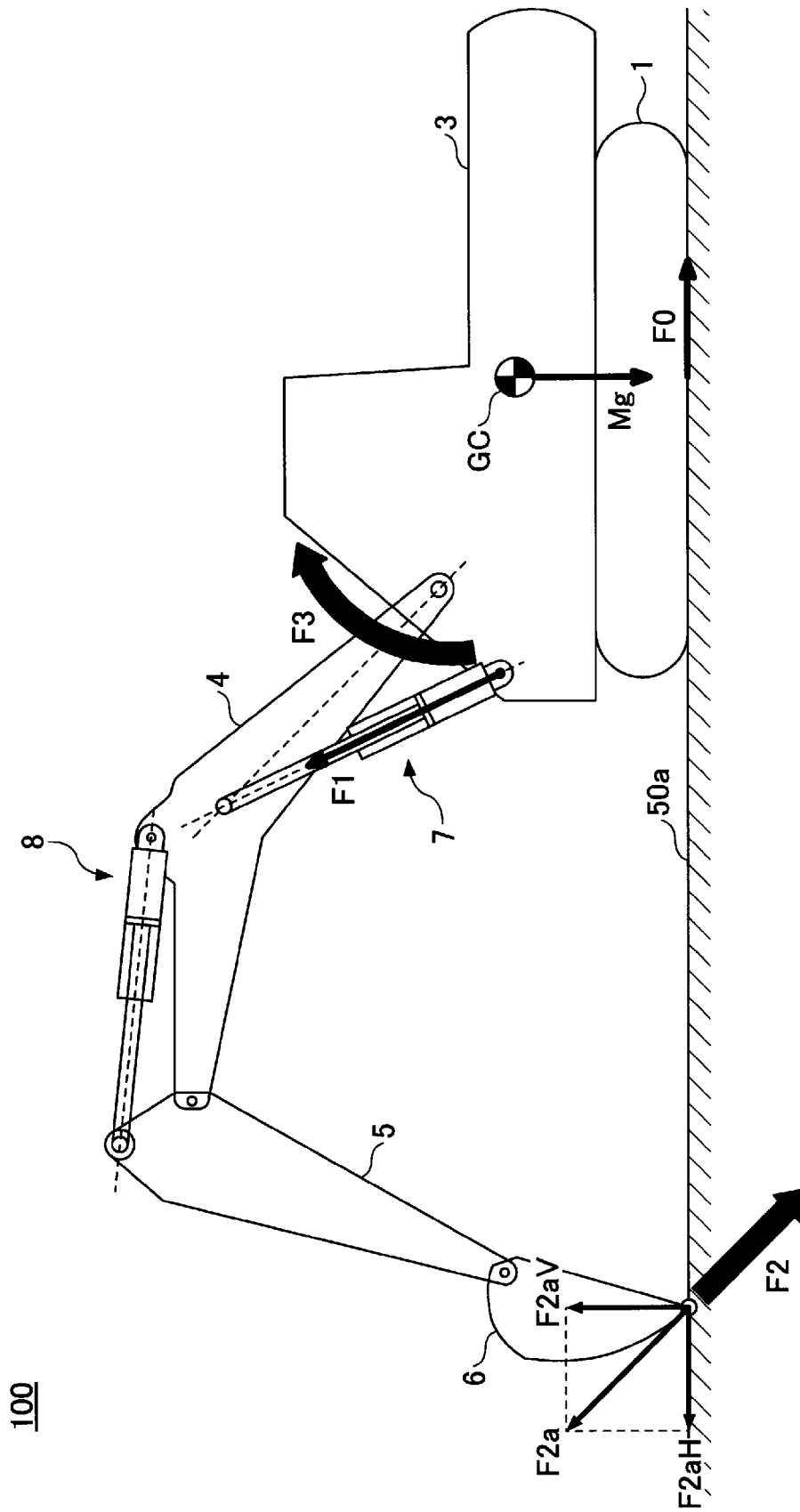
[図4A]



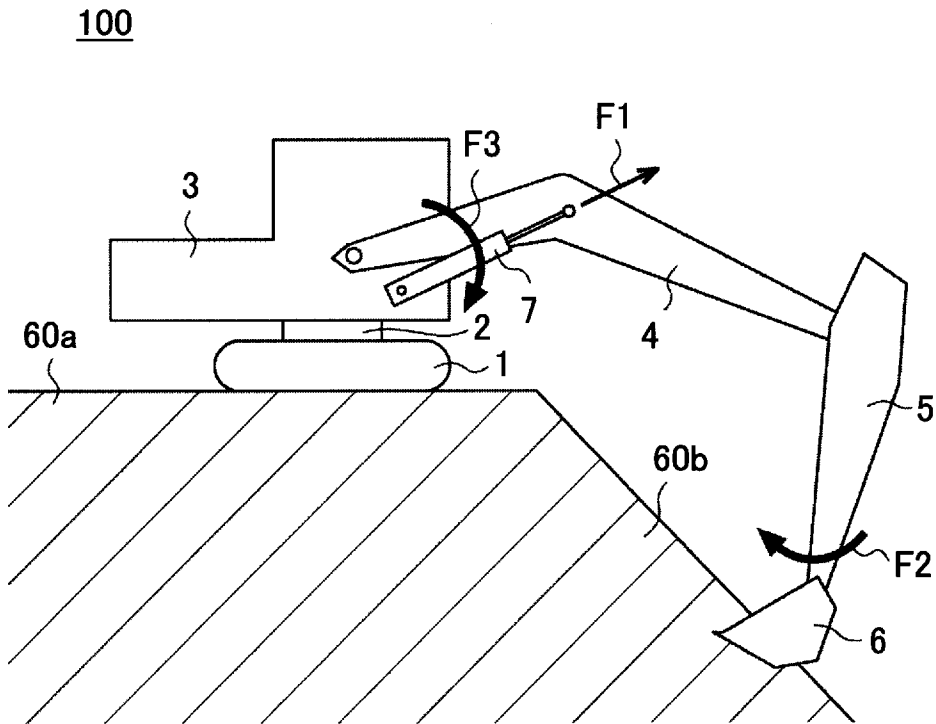
[図4B]



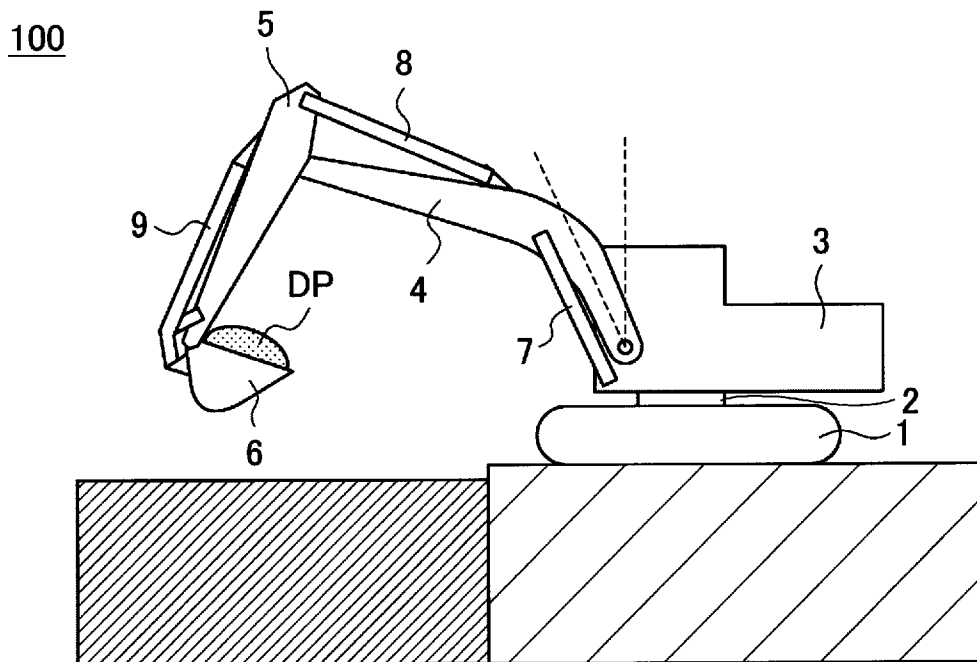
[図5]



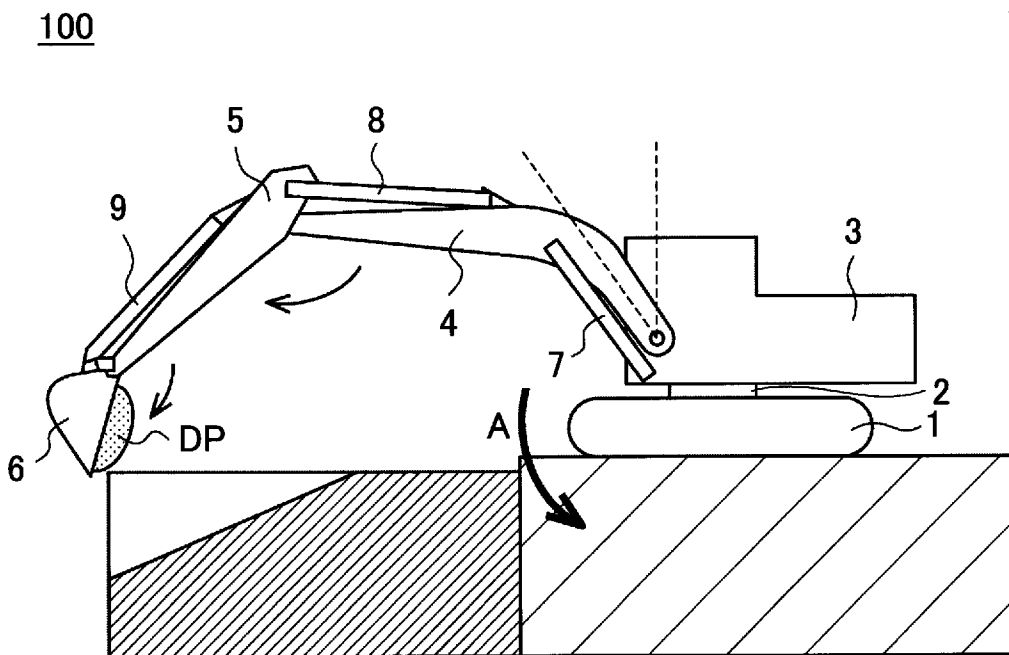
[図6]



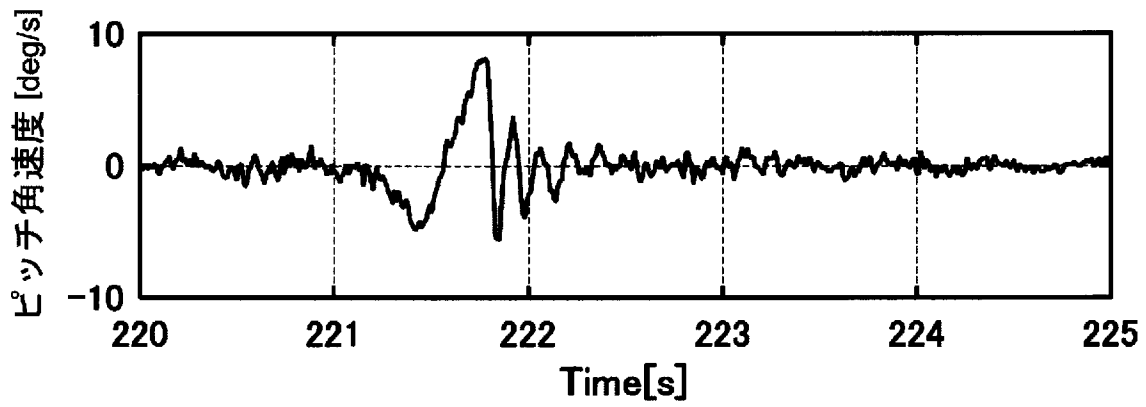
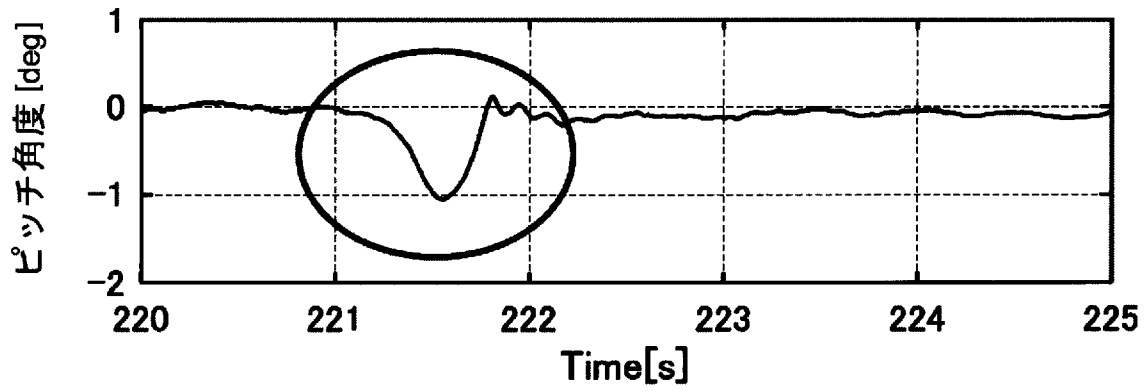
[図7A]



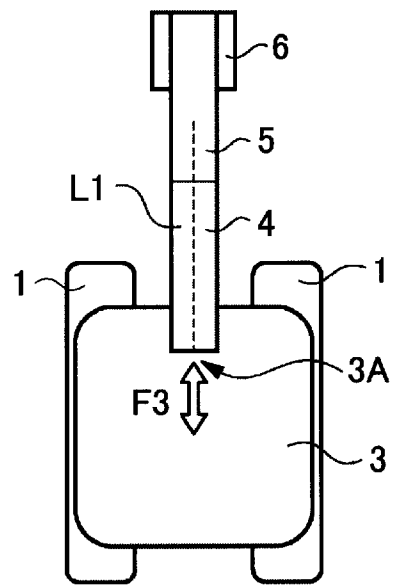
[図7B]



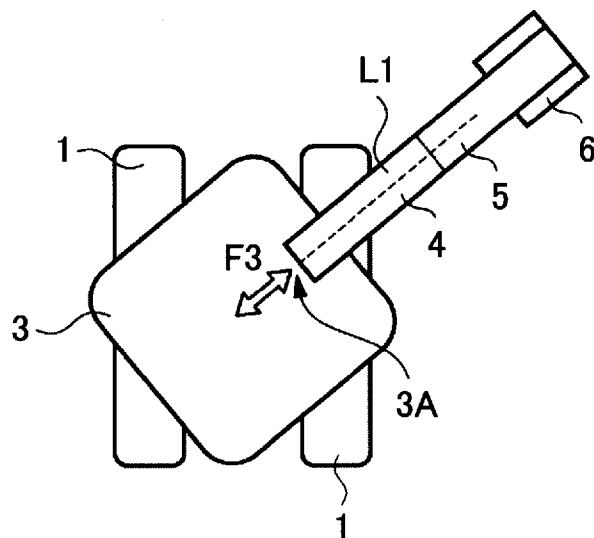
[図8]



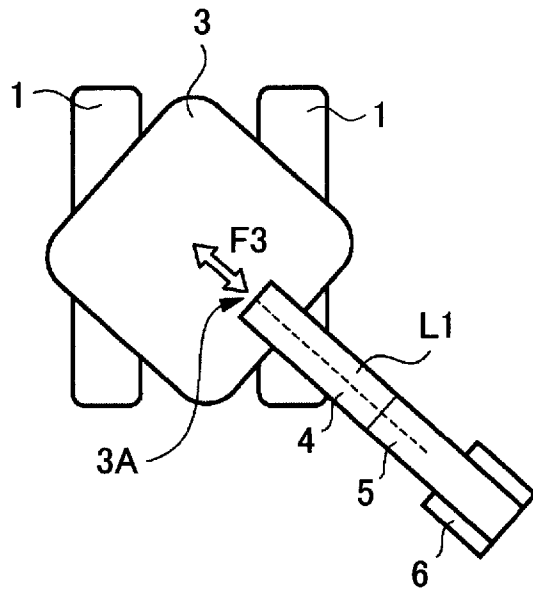
[図9A]



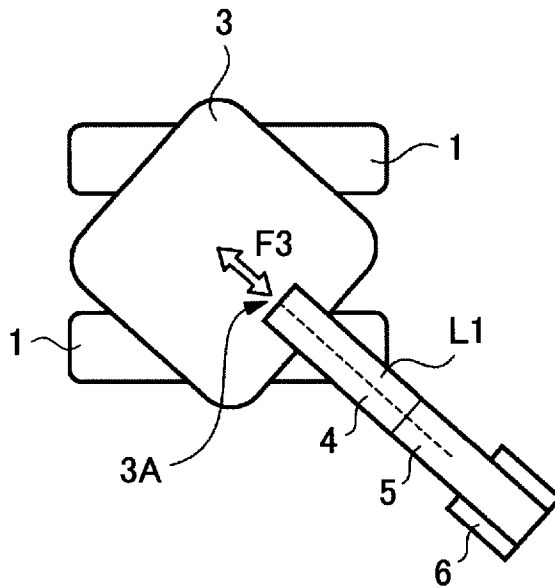
[図9B]



[図9C]

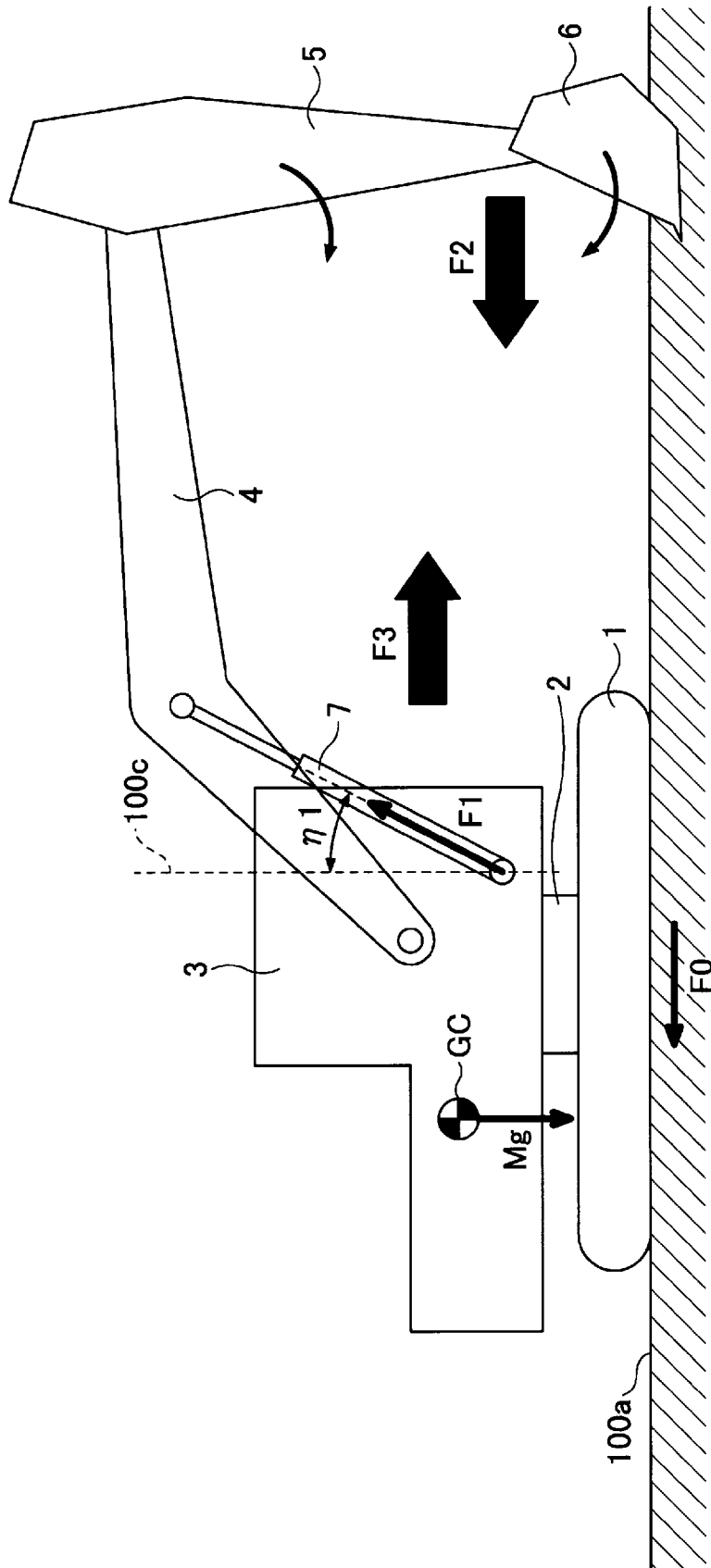


[図9D]

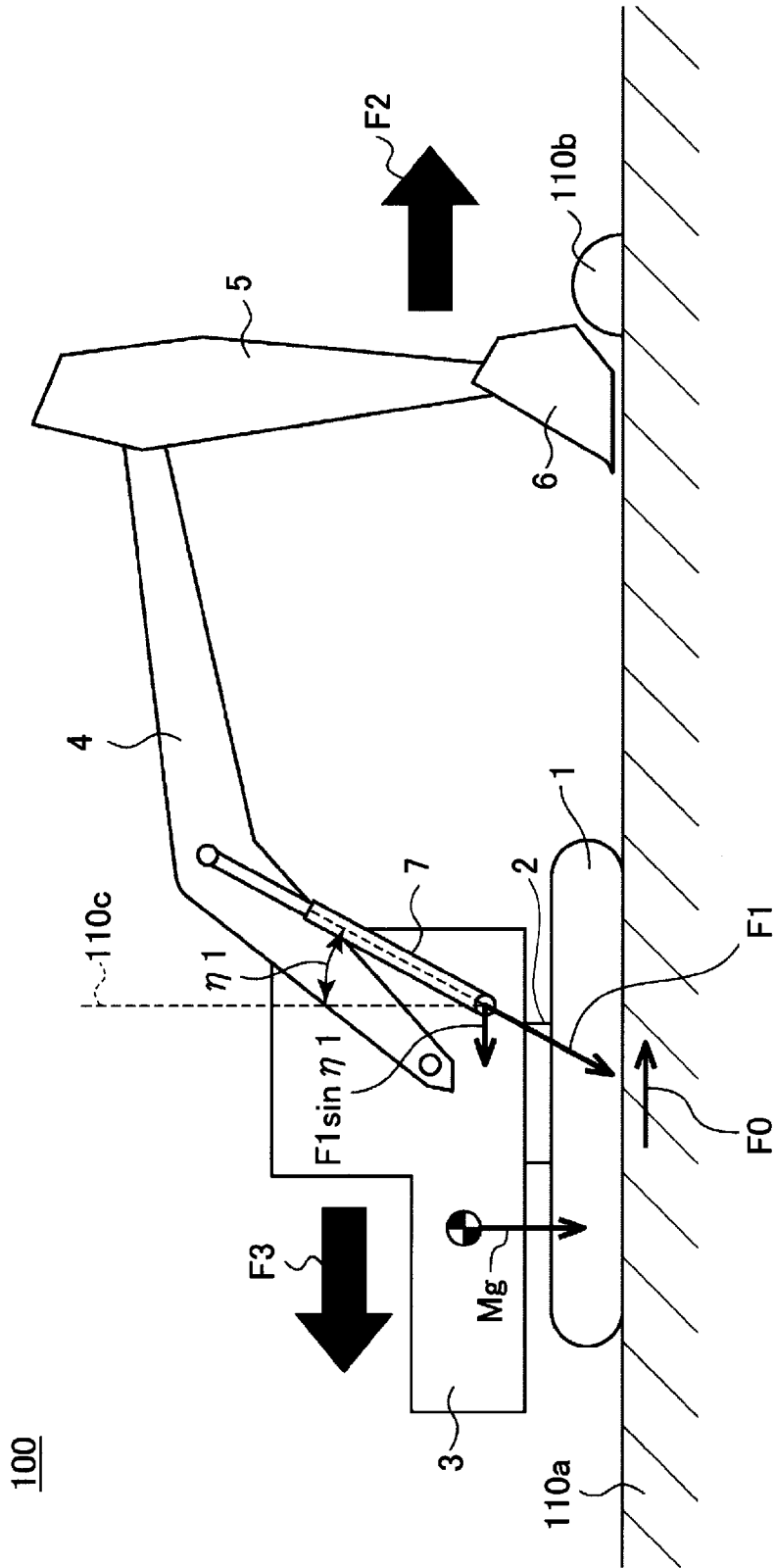


[図10]

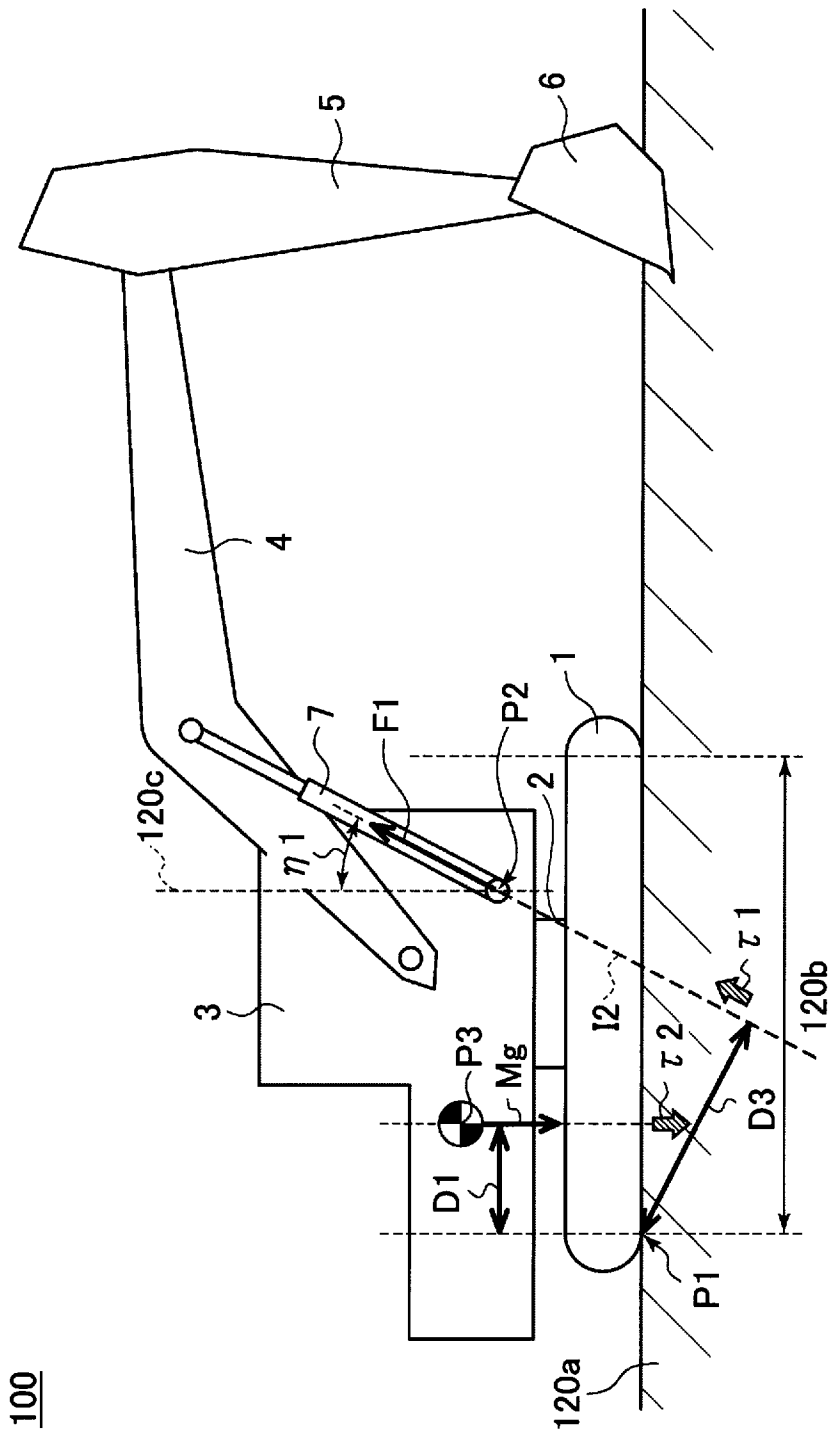
100



[図11]

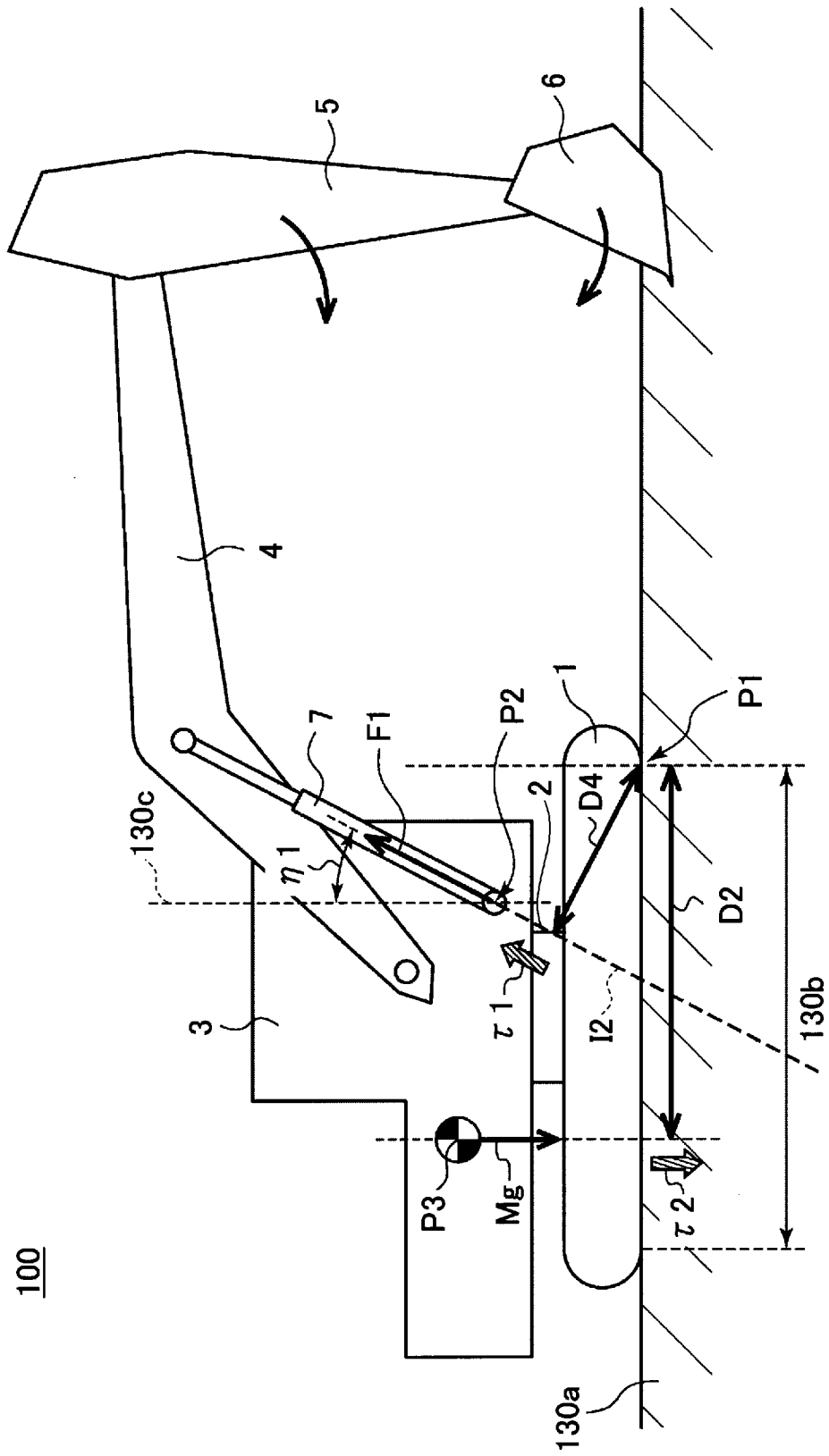


[図12]



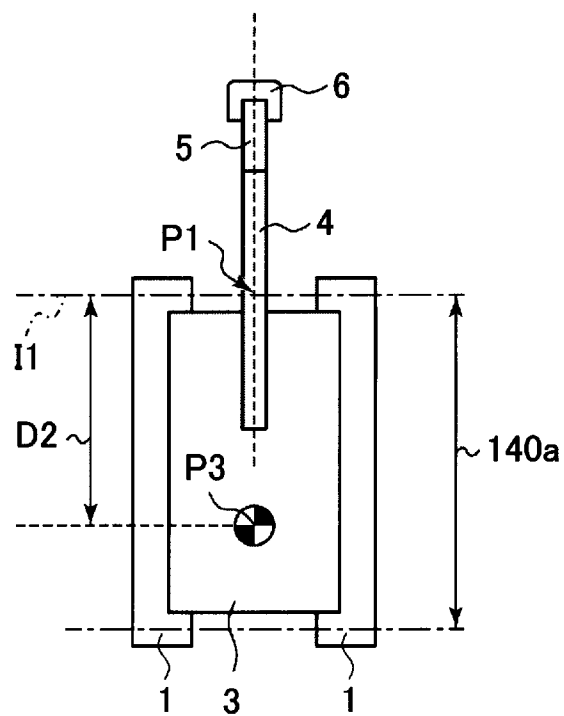
100

[図13]

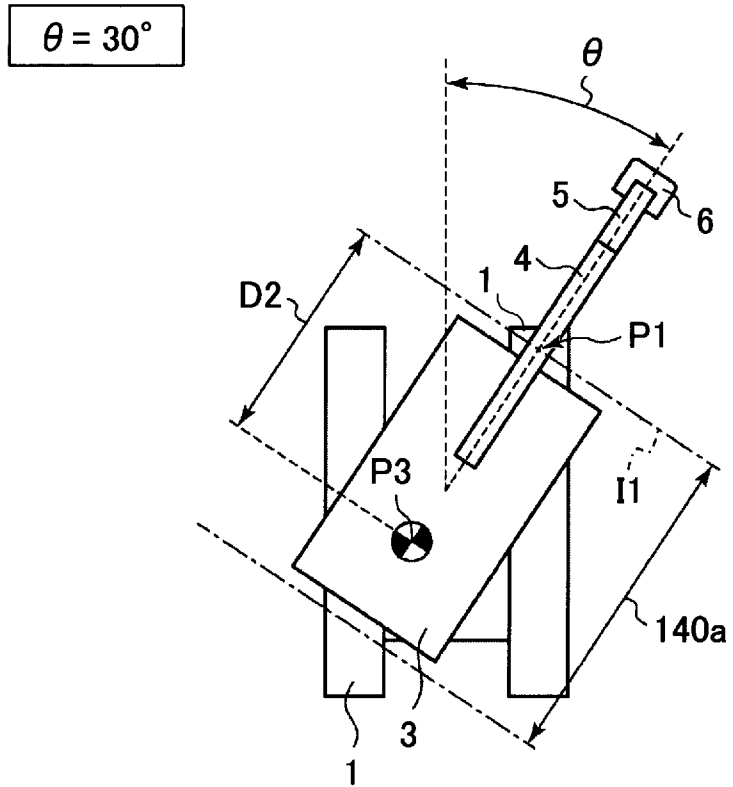


100

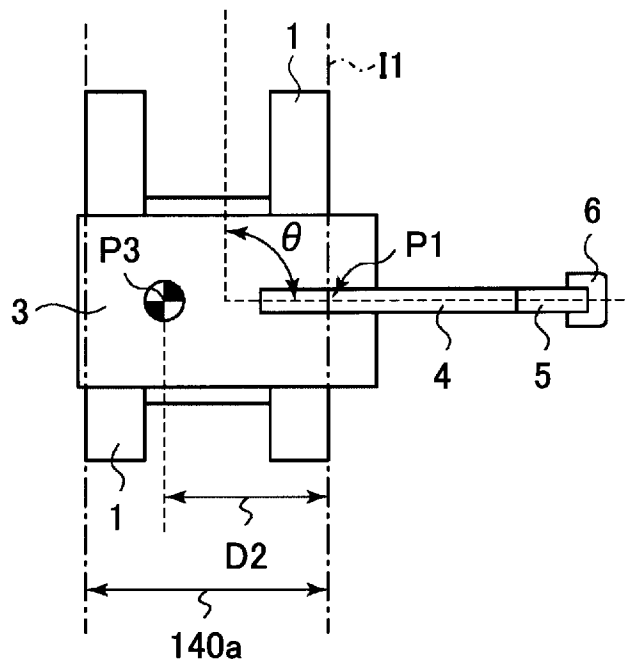
[図14A]

 $\theta = 0^\circ$ 

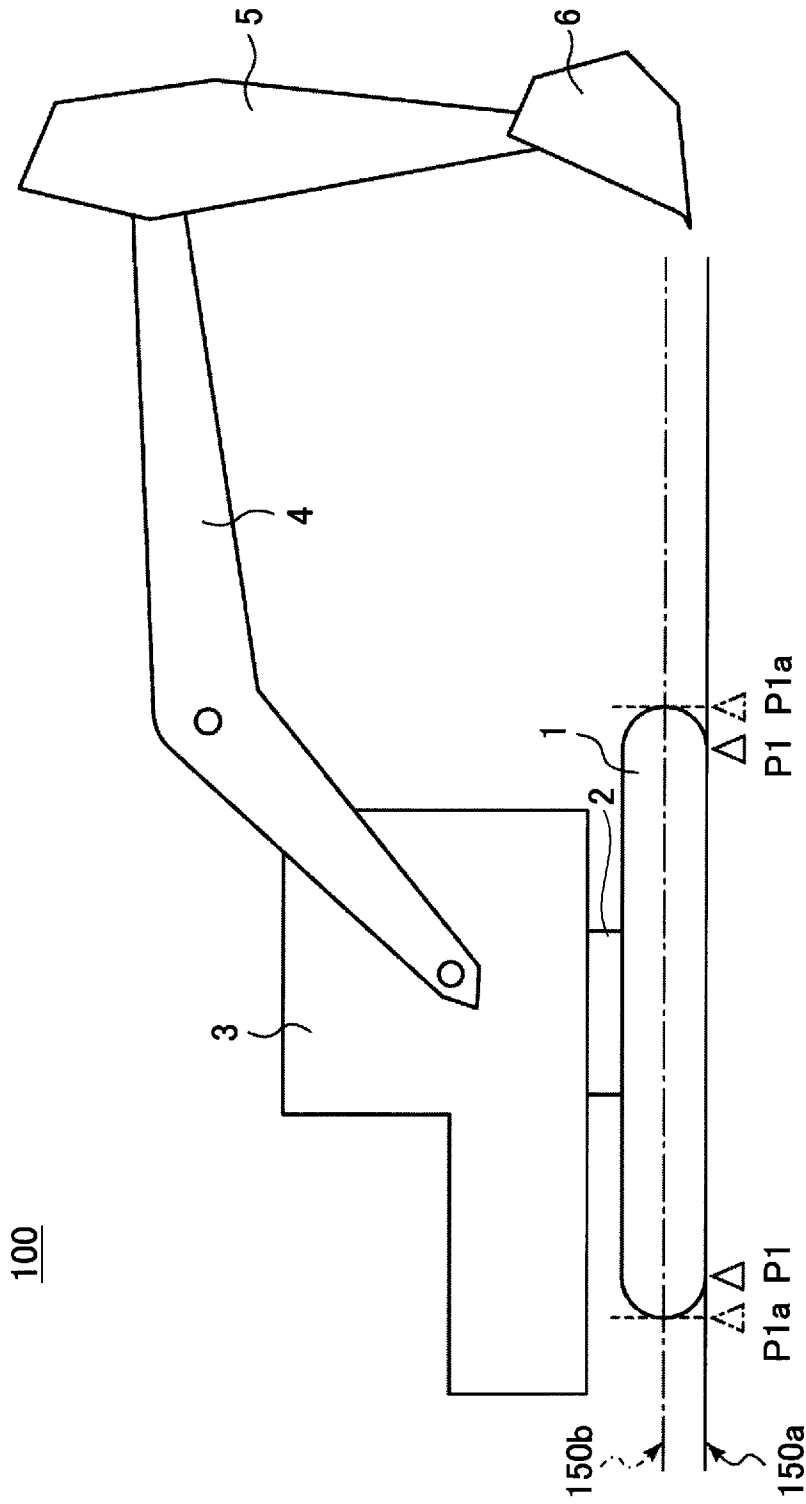
[図14B]



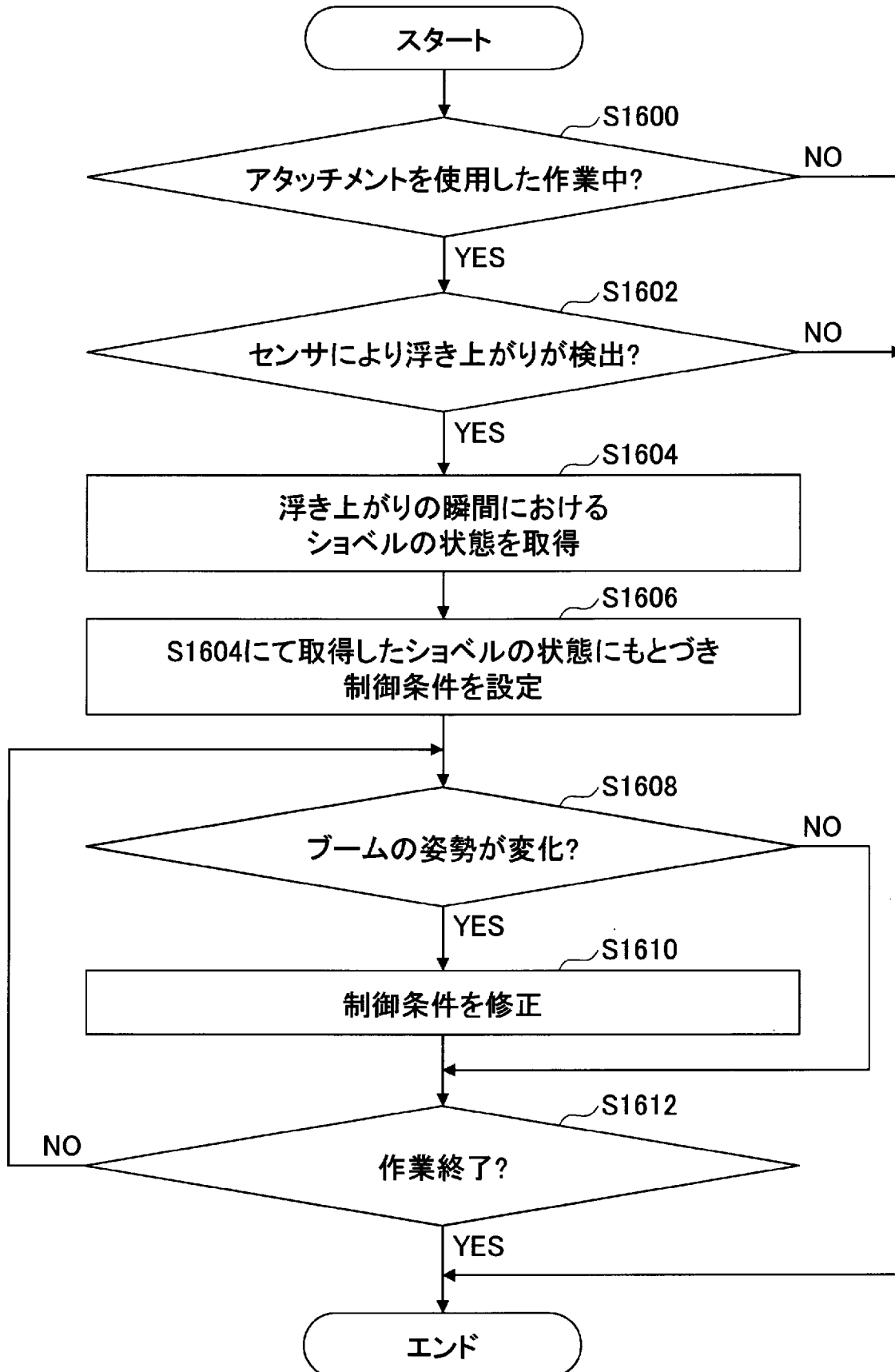
[図14C]

 $\theta = 90^\circ$ 

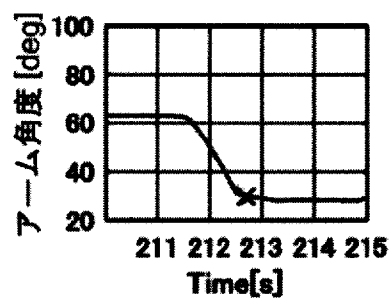
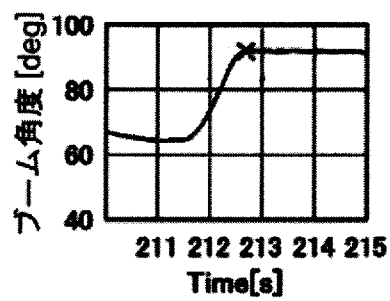
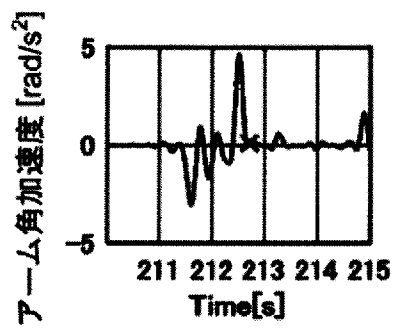
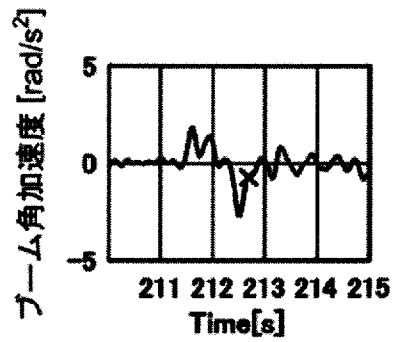
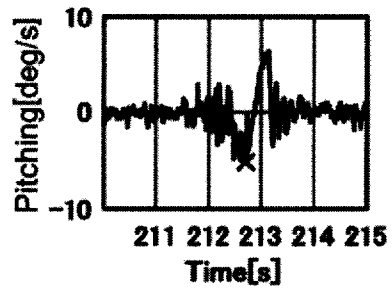
[図15]



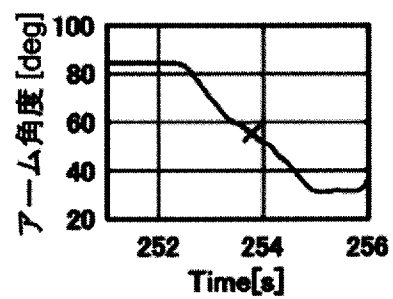
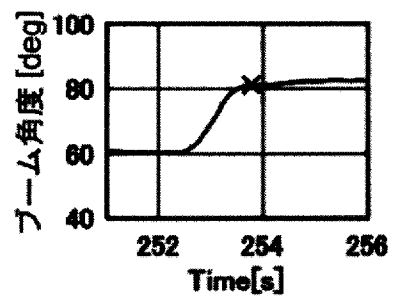
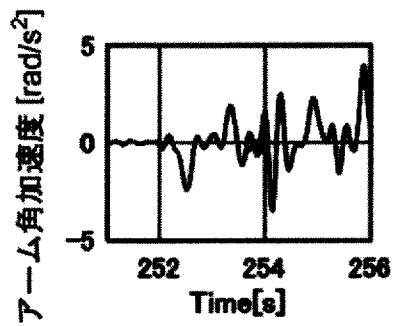
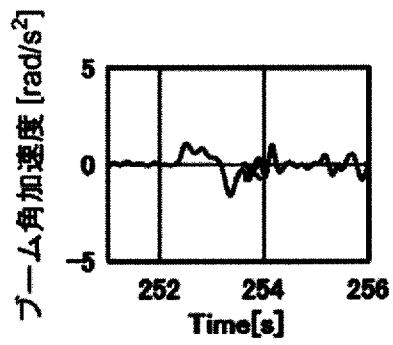
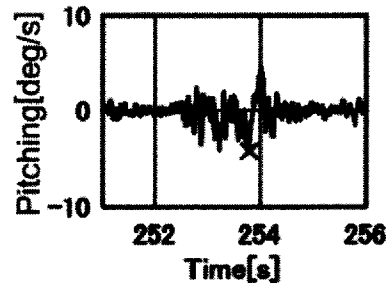
[図16]



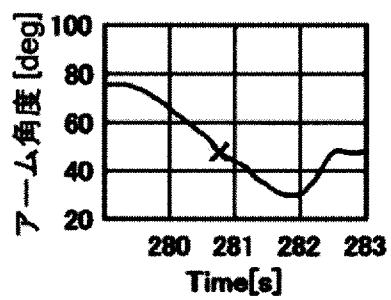
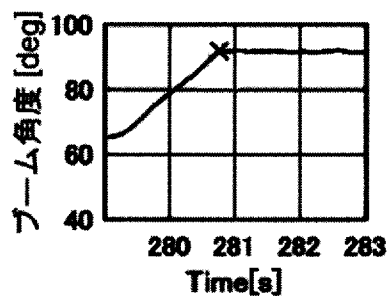
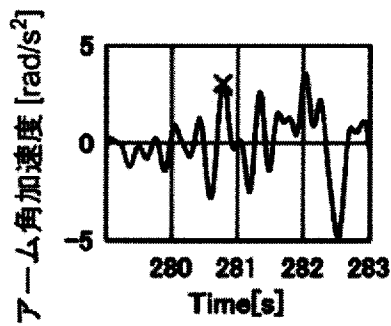
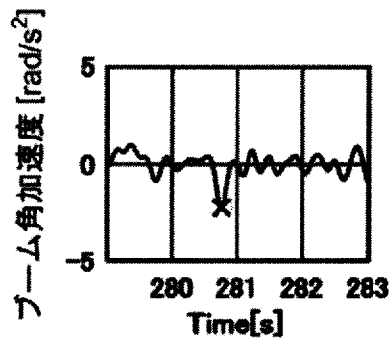
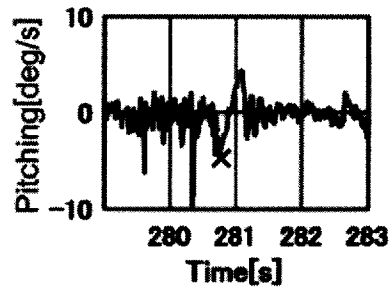
[図17A]



[図17B]

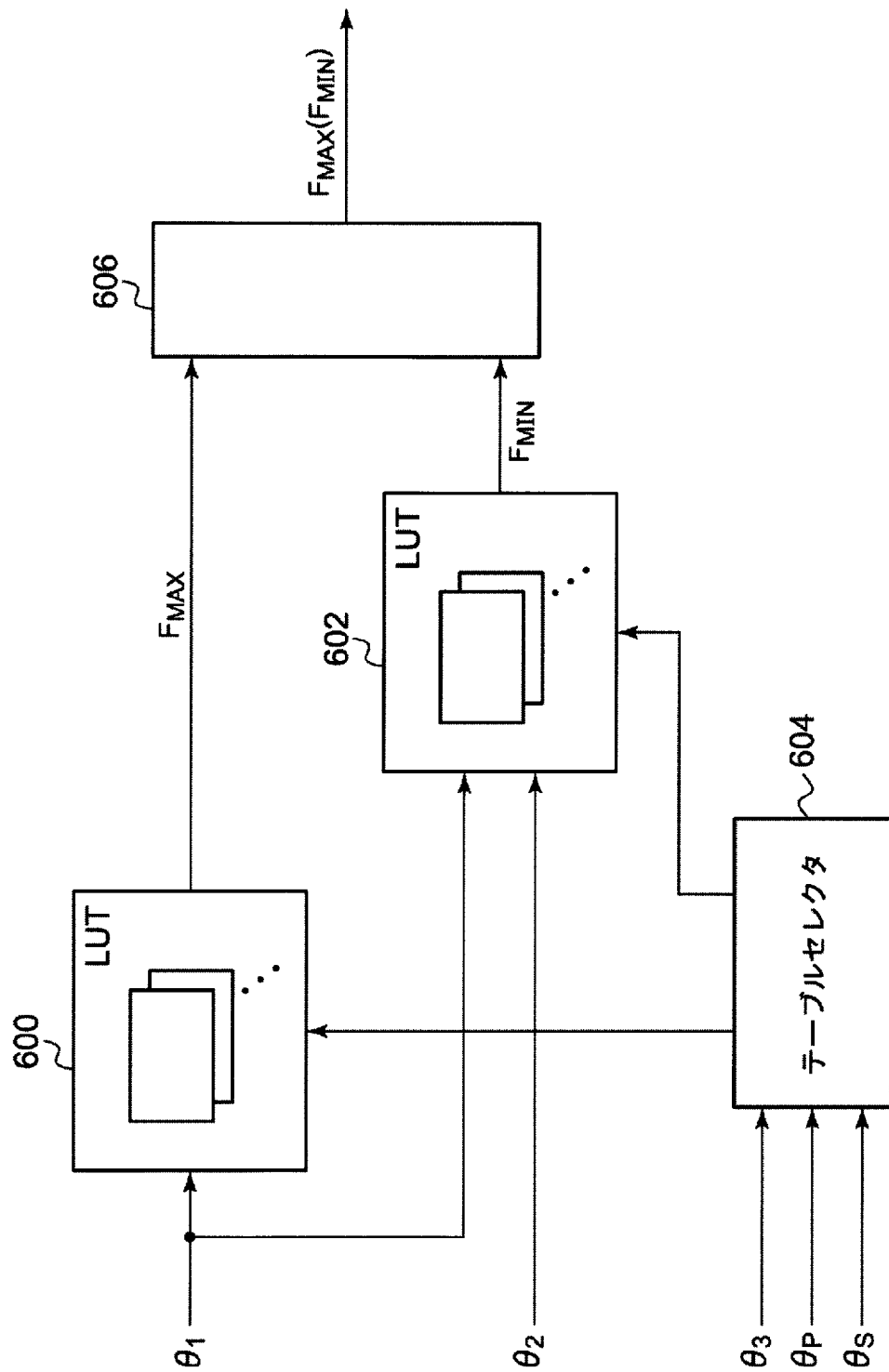


[図17C]

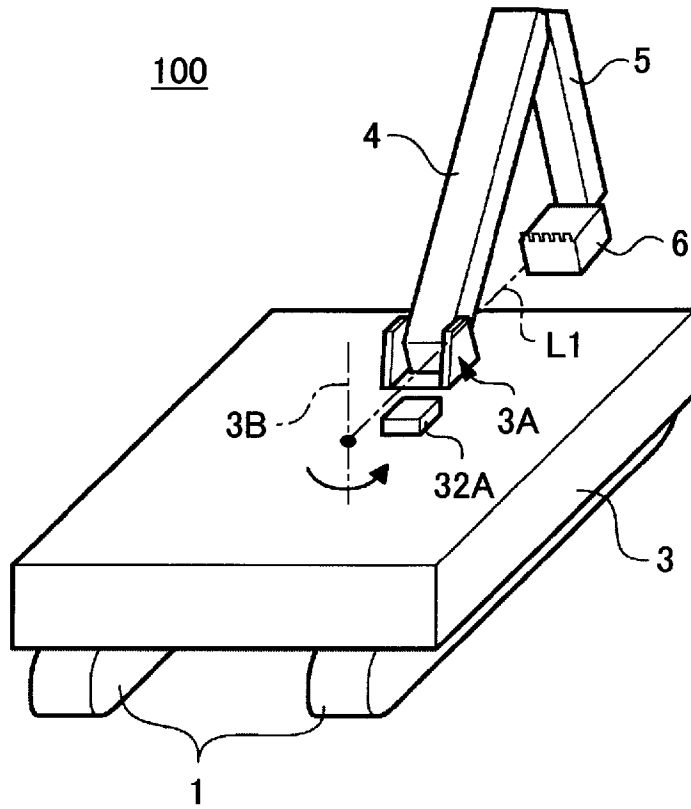


[図18]

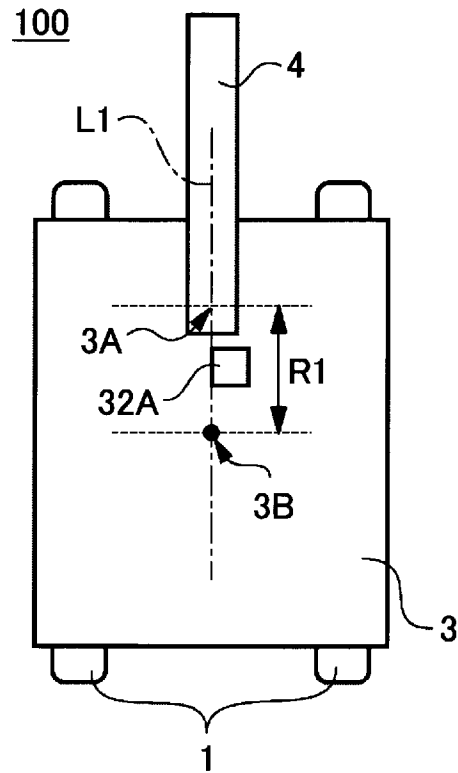
302



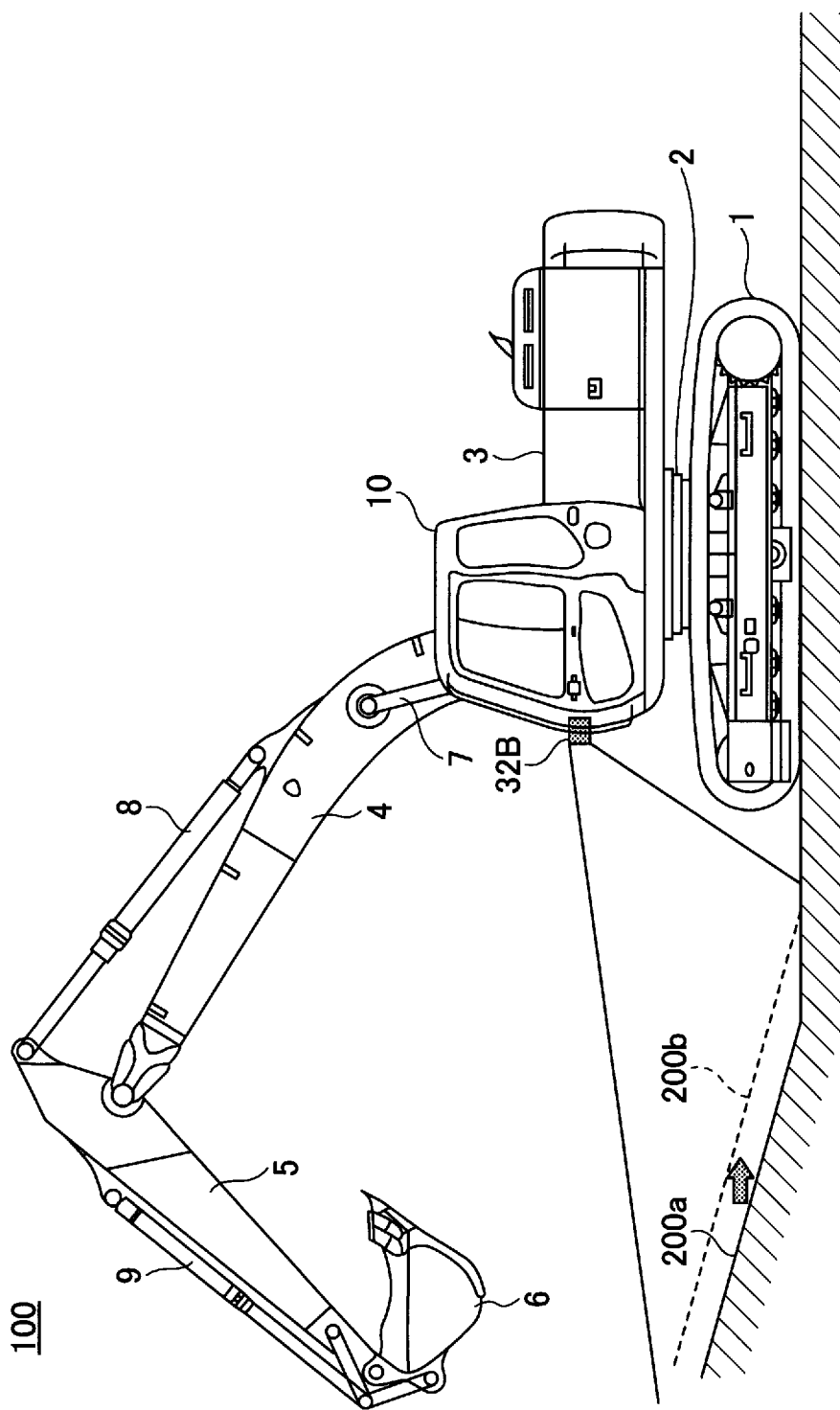
[図19A]



[図19B]

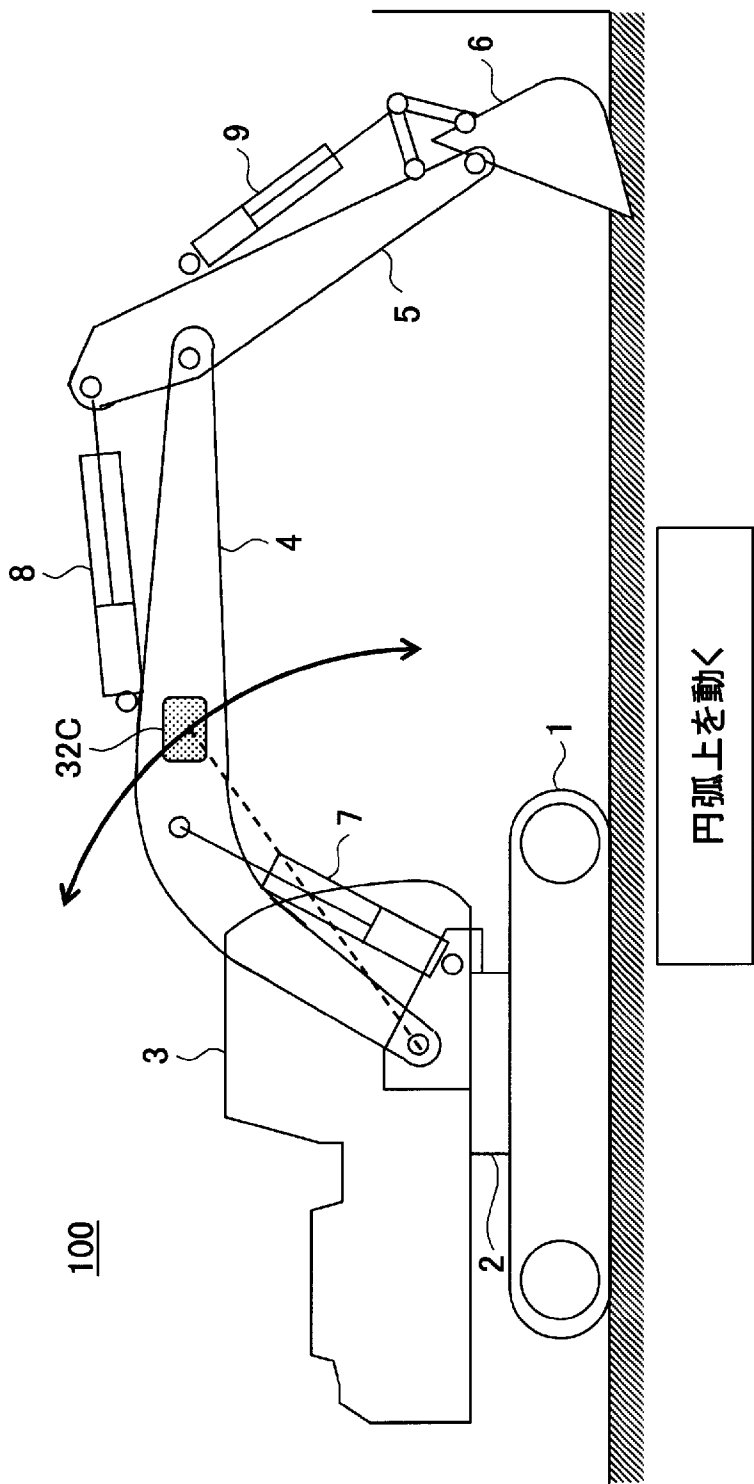


[図20]



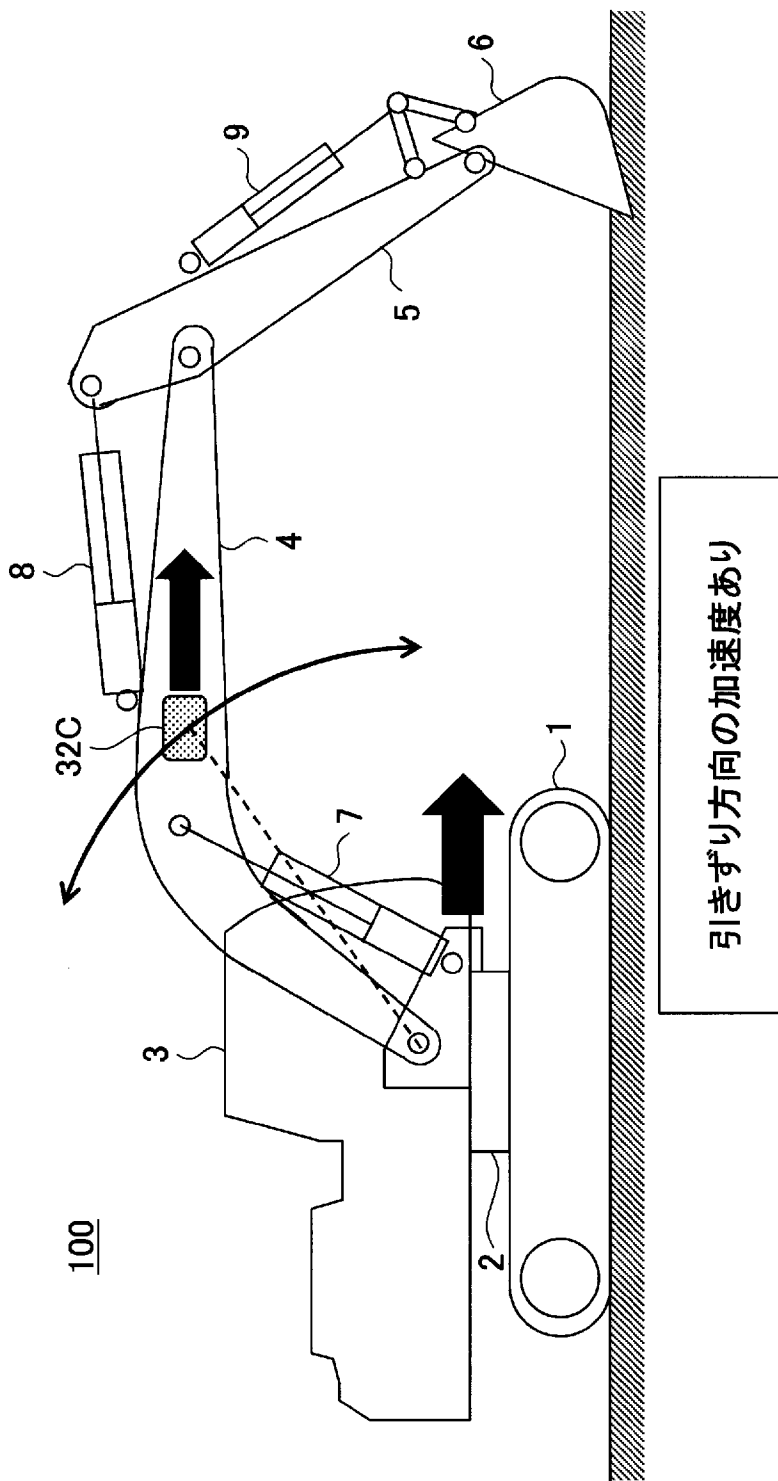
[図21A]

引き摺りなし



[図21B]

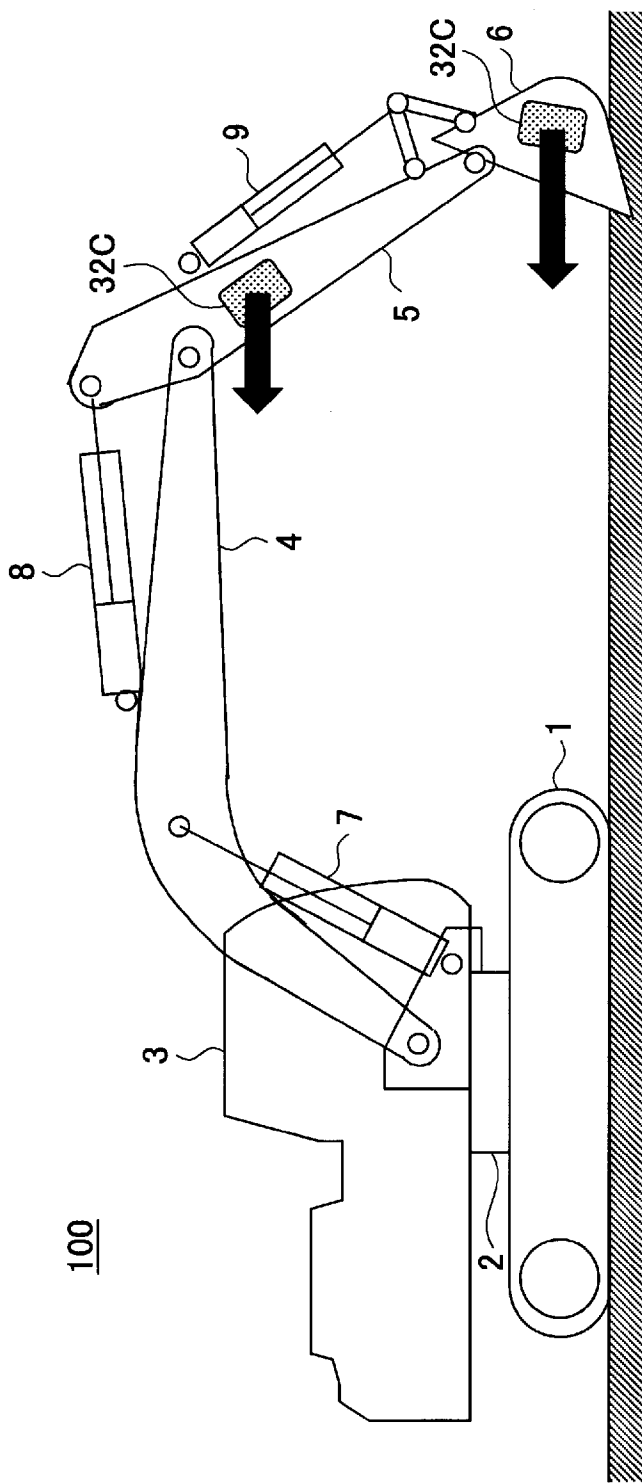
引き摺りあり



引きずり方向の加速度あり

[図22A]

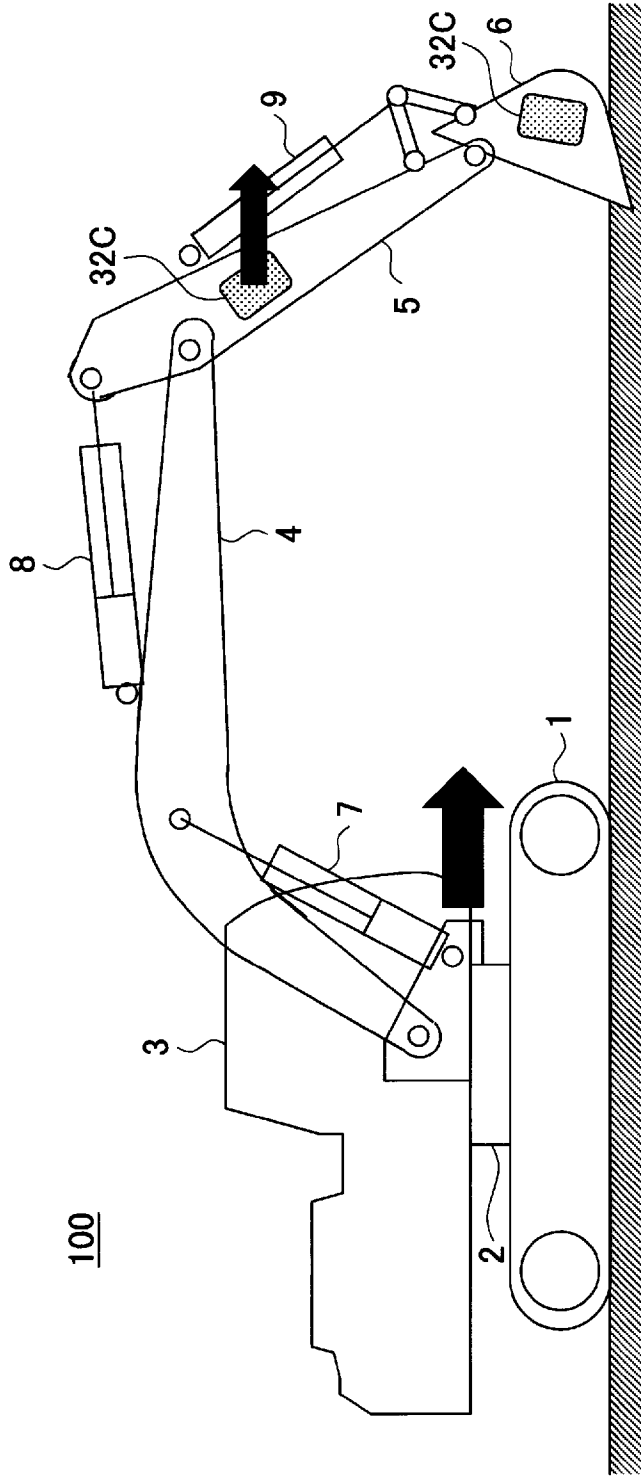
引き摺りなし



バケットの加速度は、アームの加速度成分と
バケットの角速度成分により比較的大きい

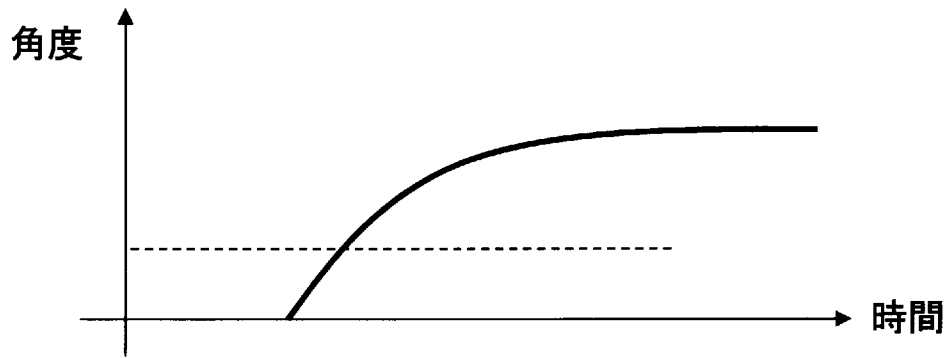
[図22B]

引き摺りあり

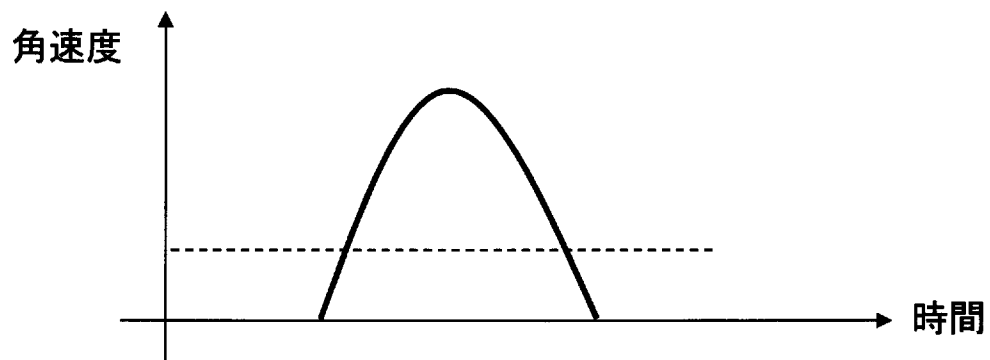


アームは移動する一方、バケットは接地により移動しにくい
⇒バケット加速度がアーム加速度に比して小さくなる

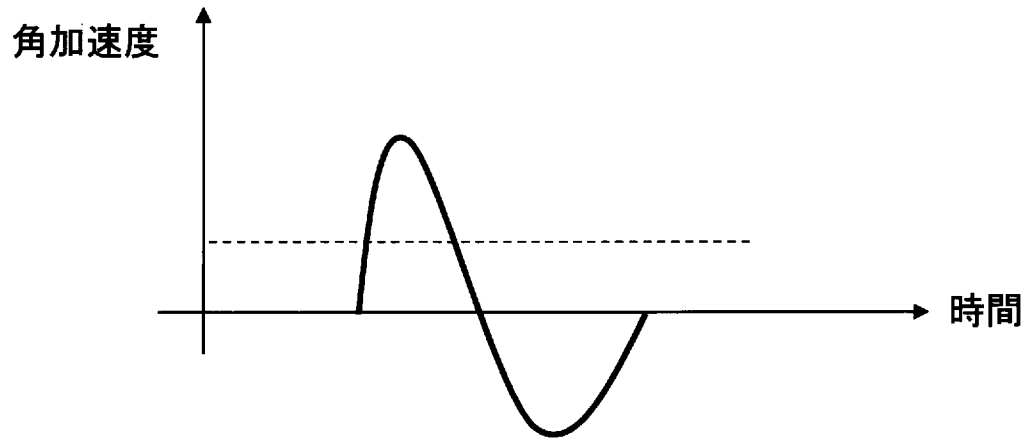
[図23A]



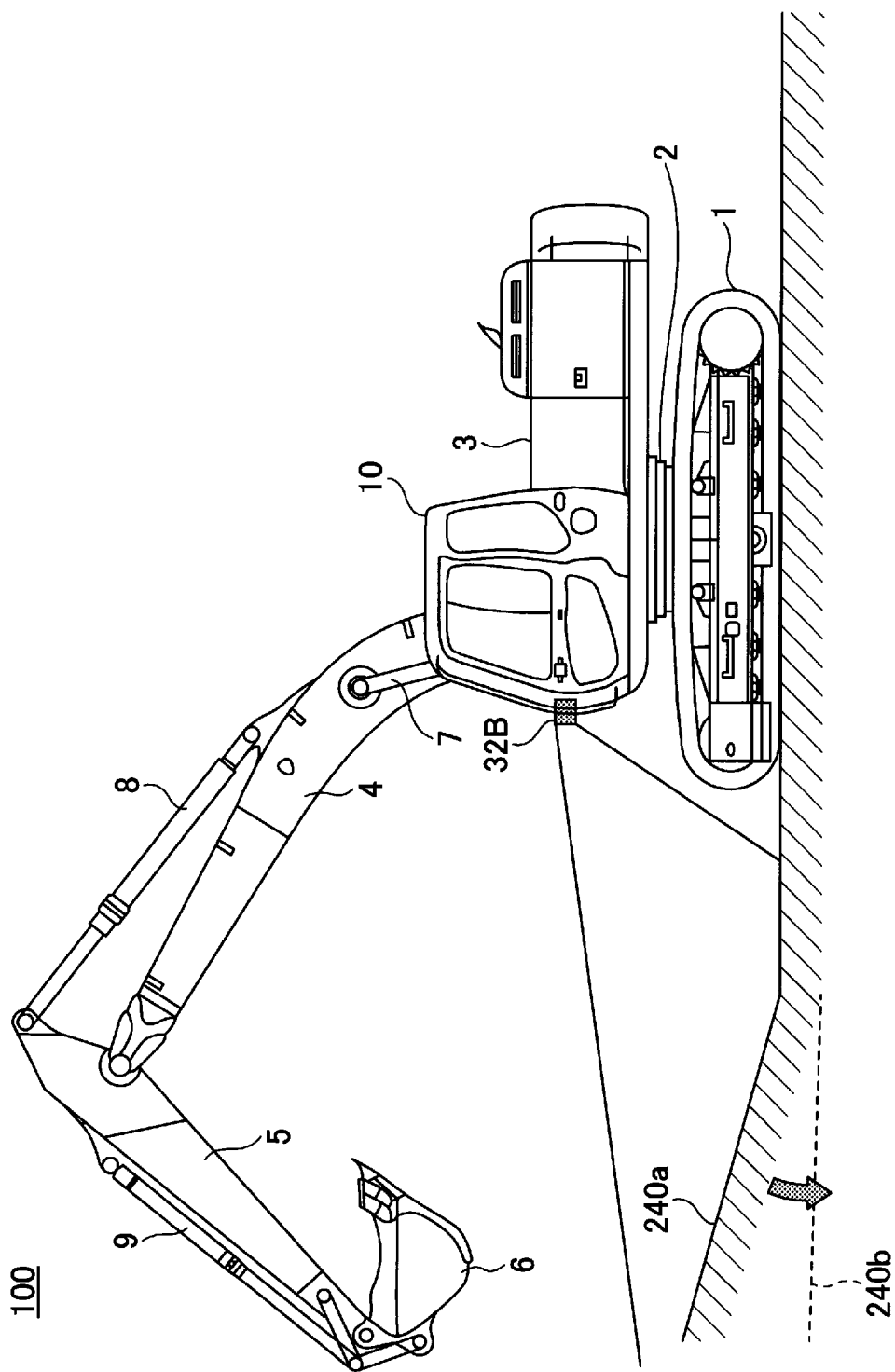
[図23B]



[図23C]

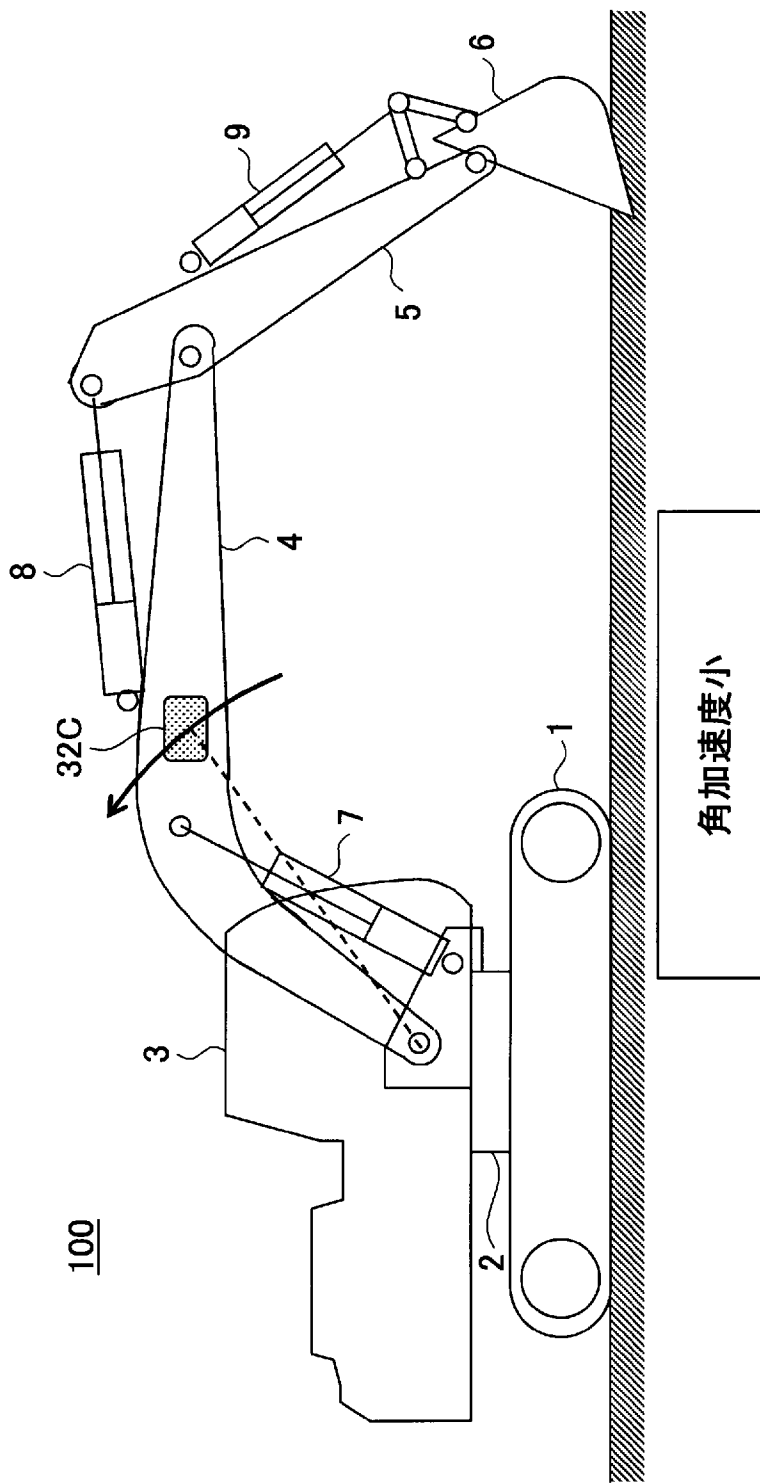


[図24]



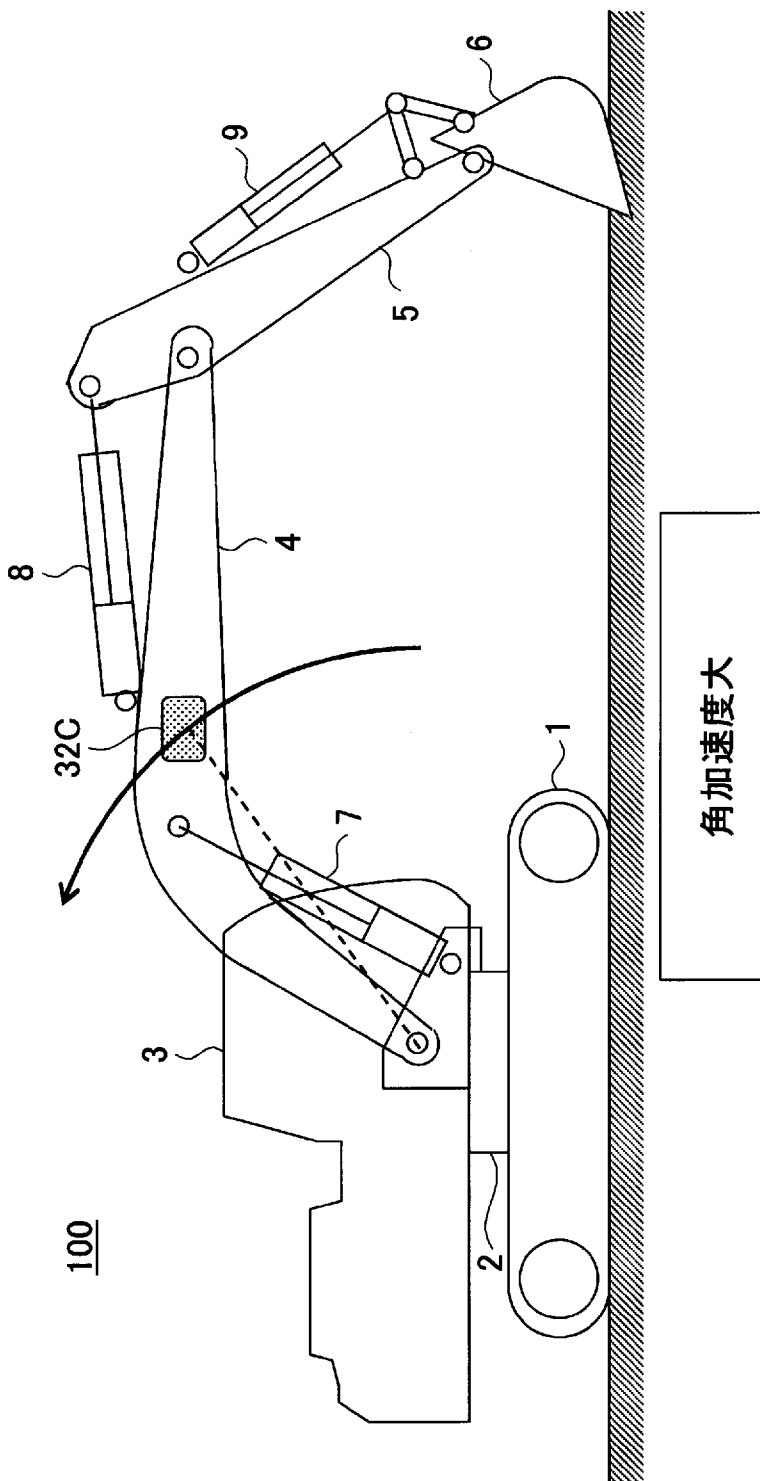
[図25A]

浮き上がりなし



[図25B]

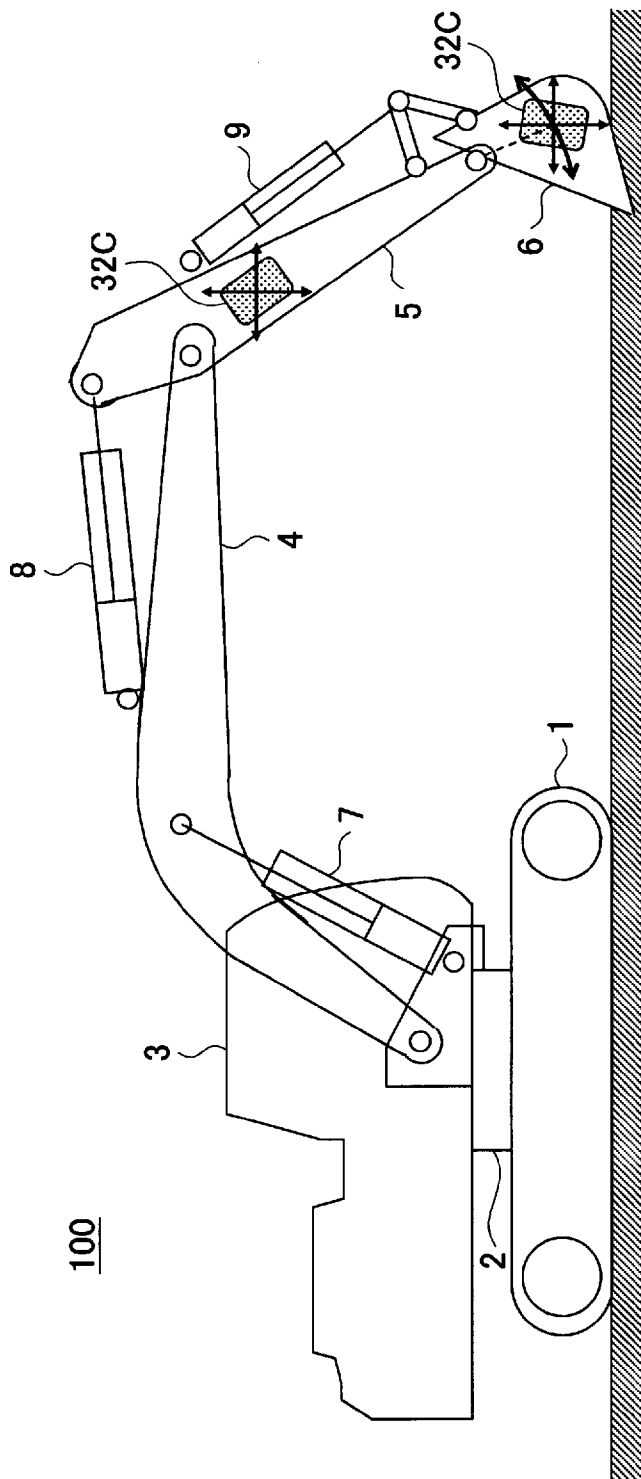
浮き上がりあり



角加速度大

[図26A]

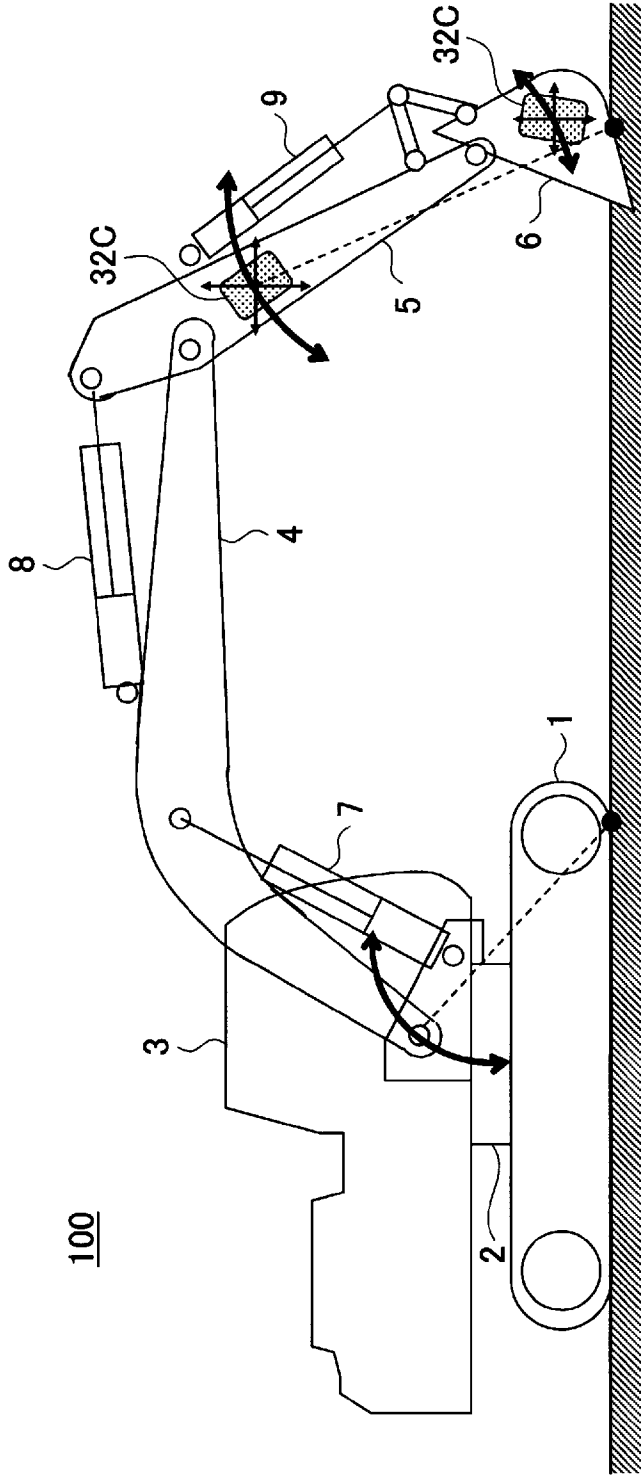
浮き上がりなし



バケットの加速度は、アームの加速度成分と
バケットの角速度成分より比較的大きい

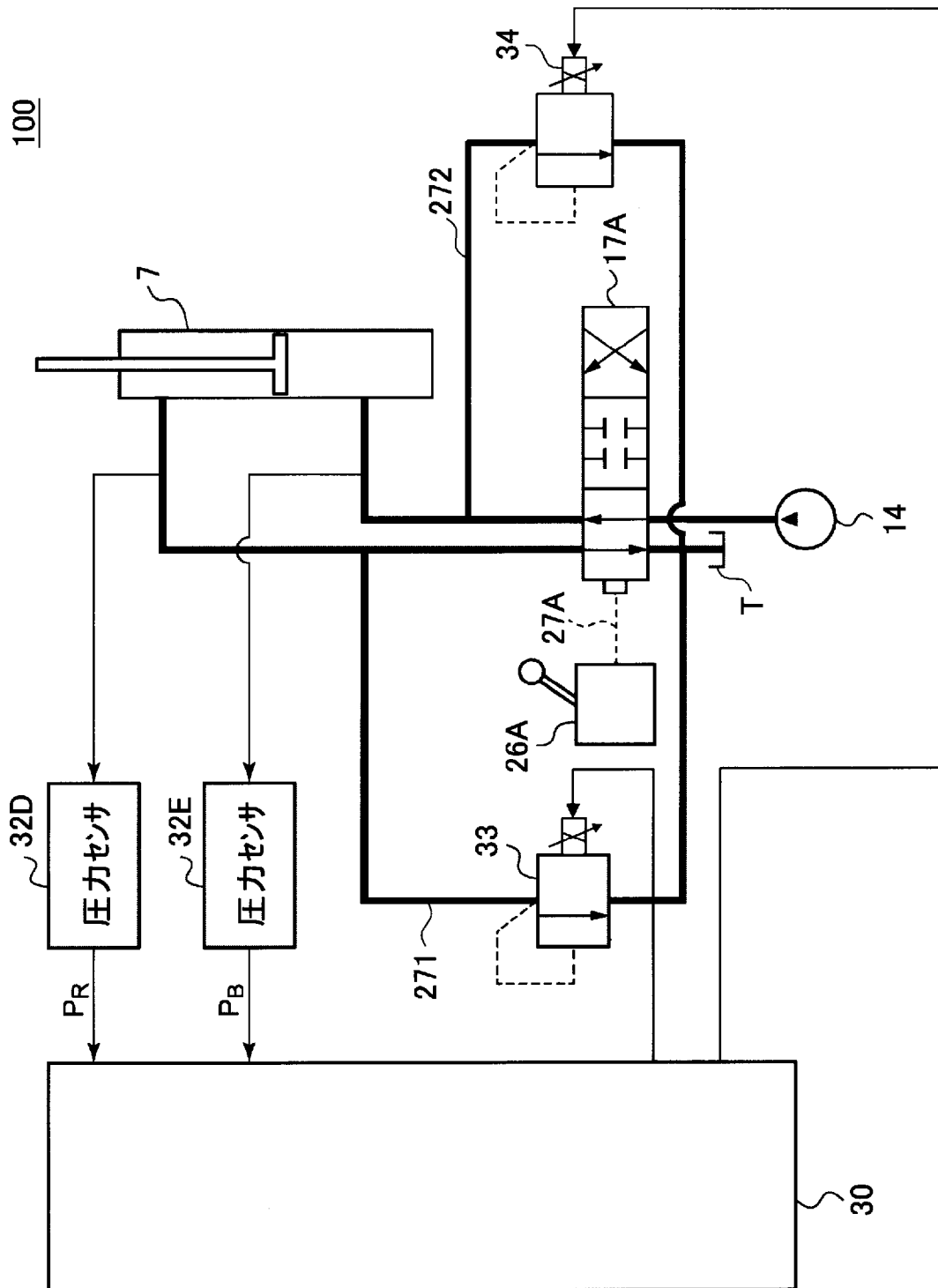
[図26B]

浮き上がりあり

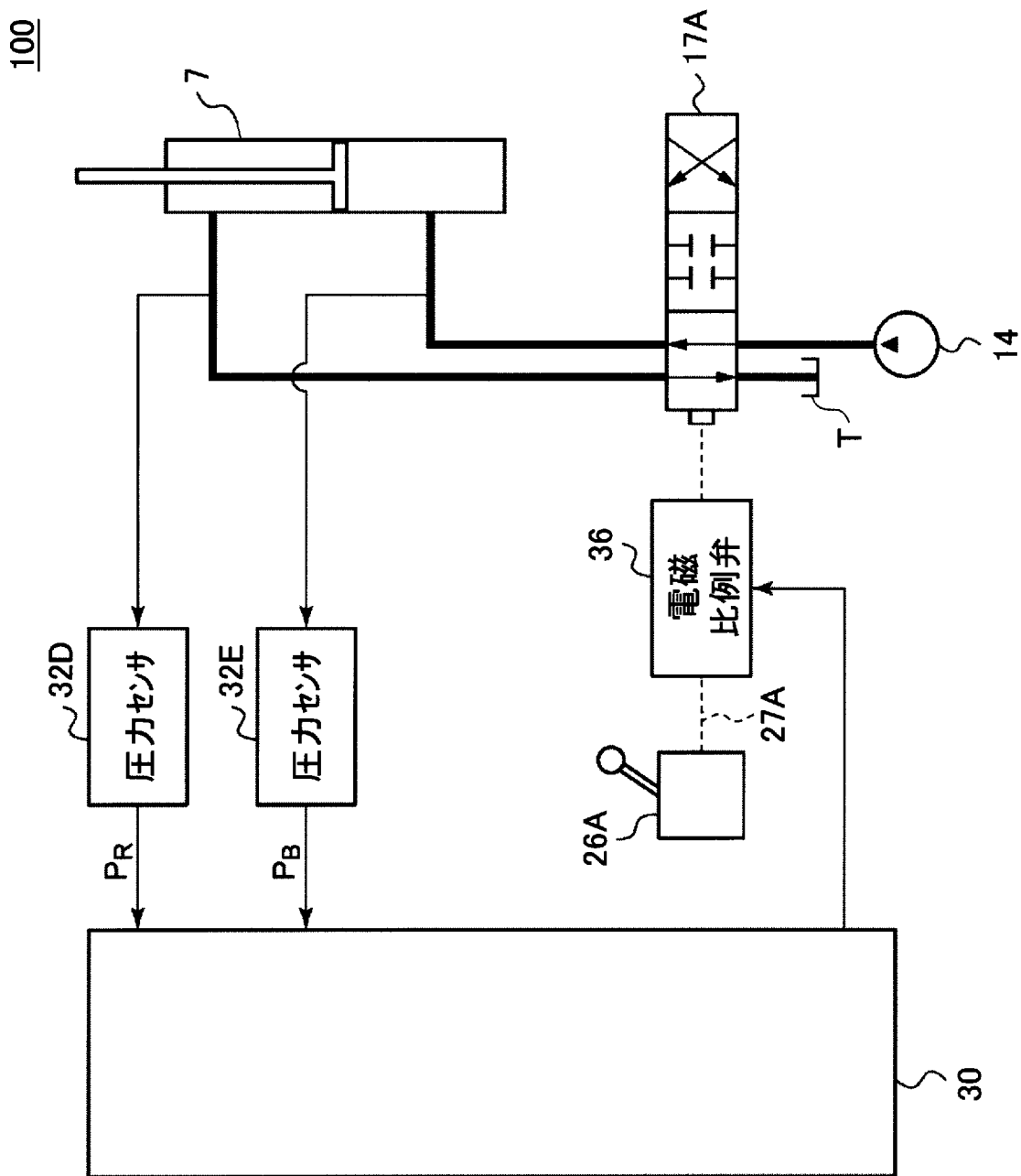


アームは移動する一方、バケットは接地により移動しにくい
 ⇒バケット加速度・角加速度がアーム加速度・角加速度に比して小さくなる

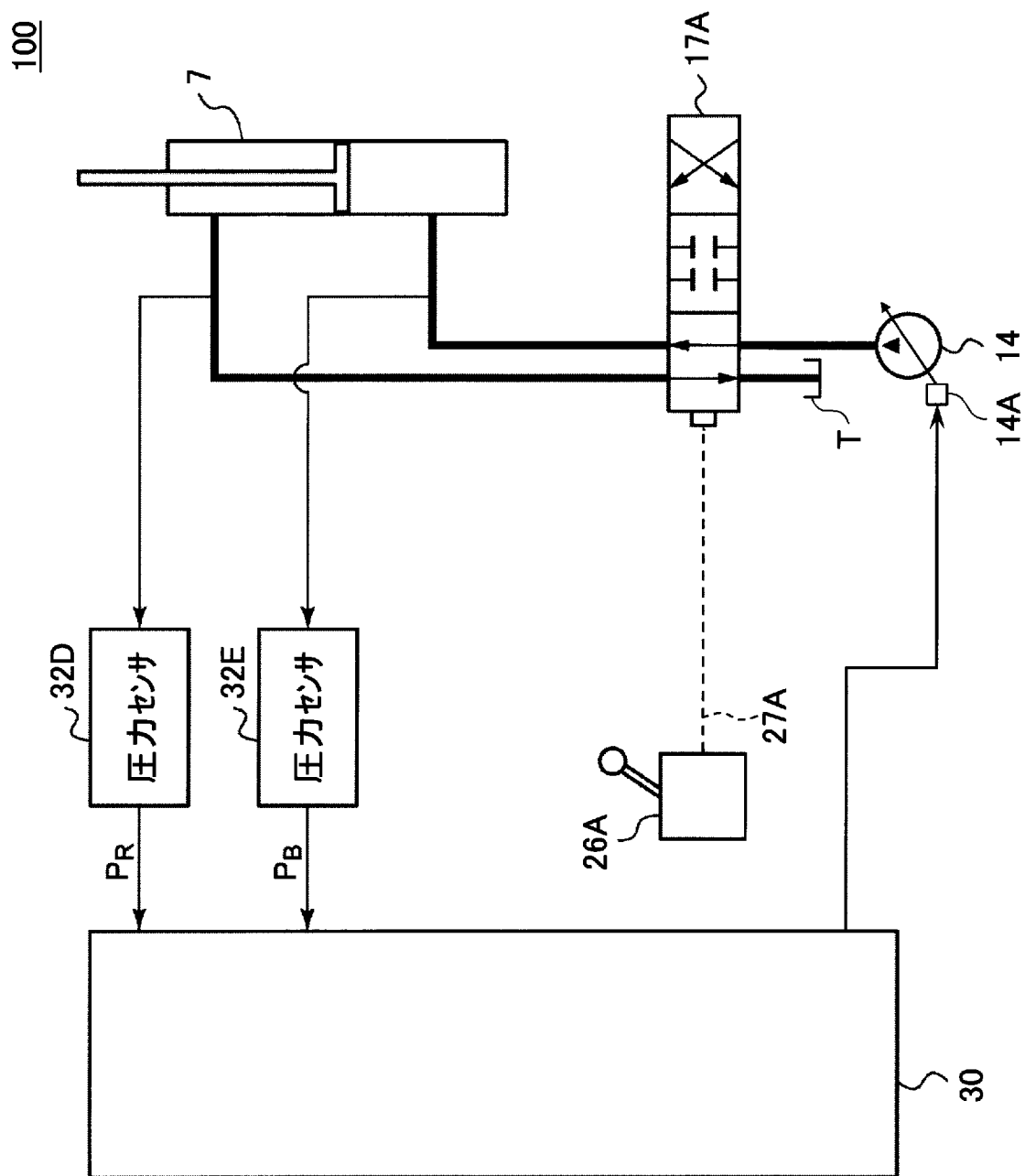
[図27]



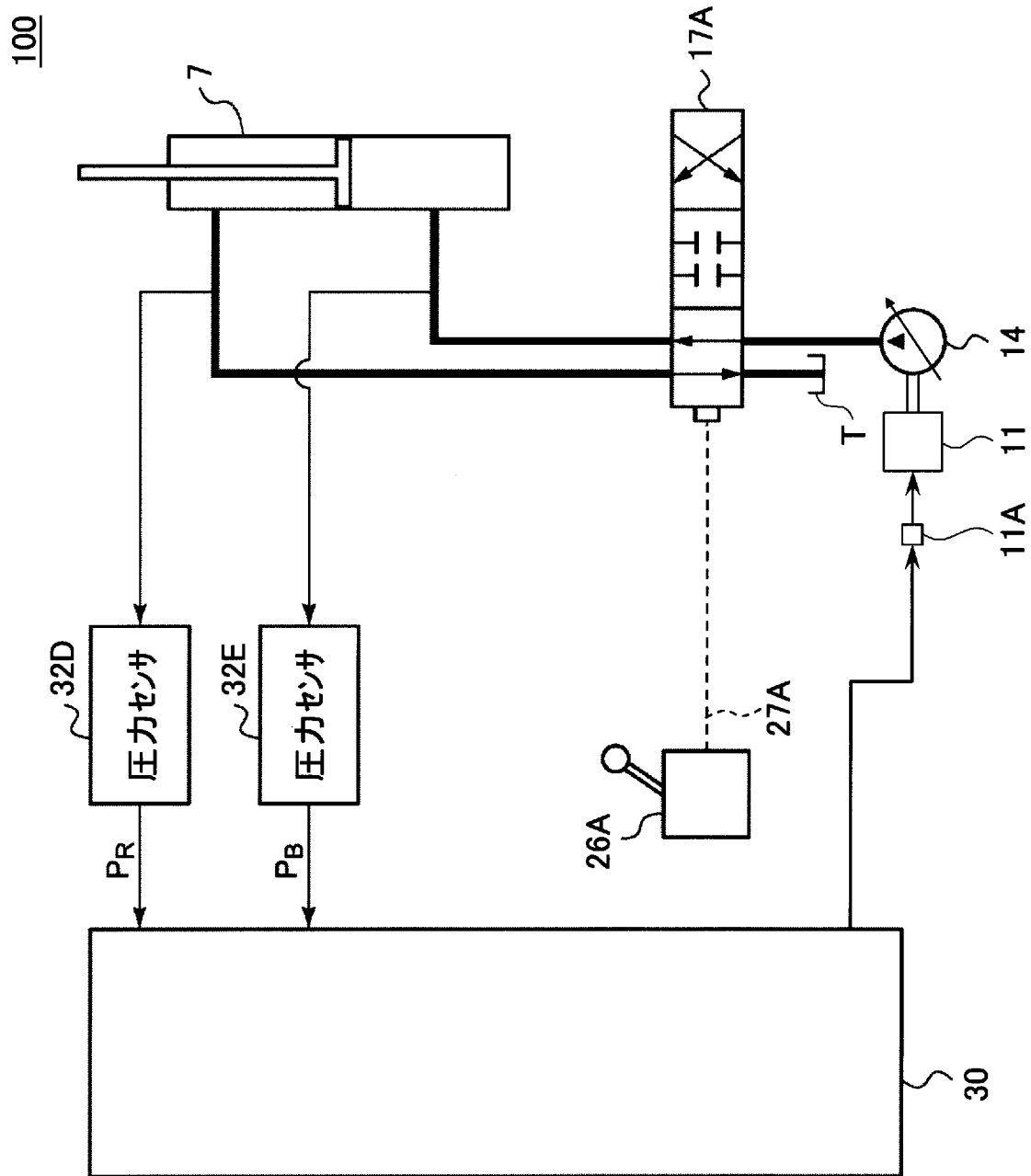
[図28]



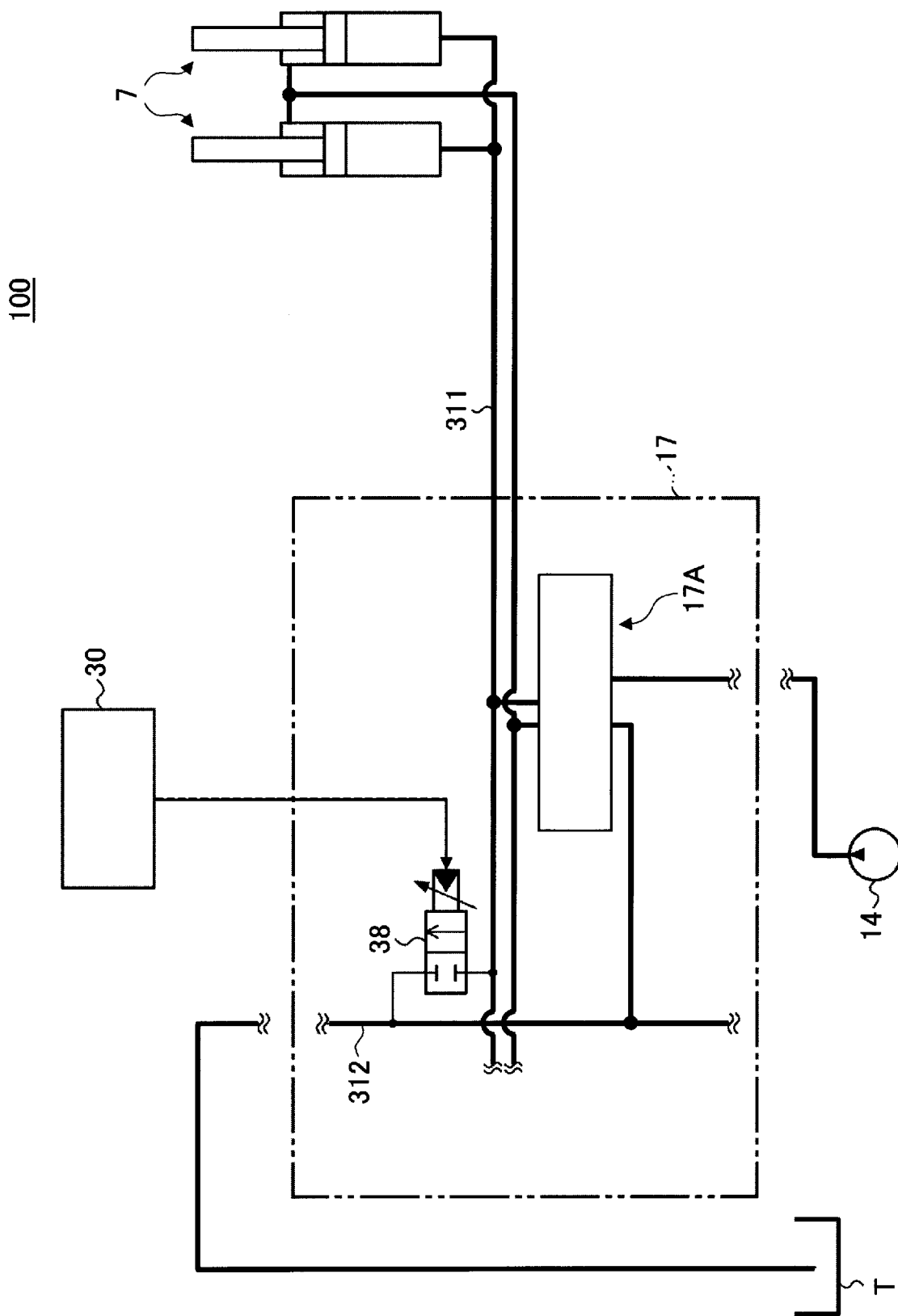
[図29]



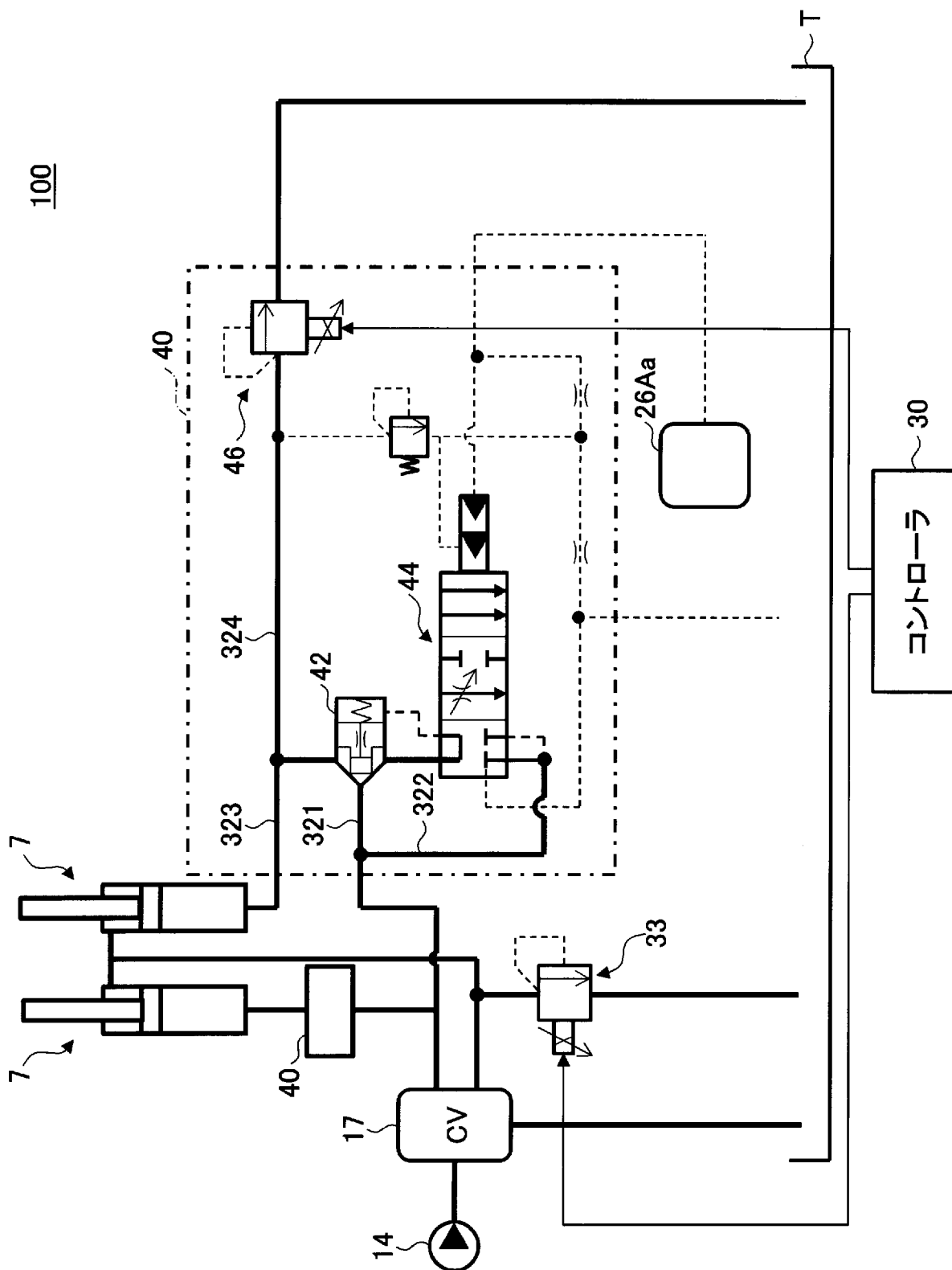
[図30]



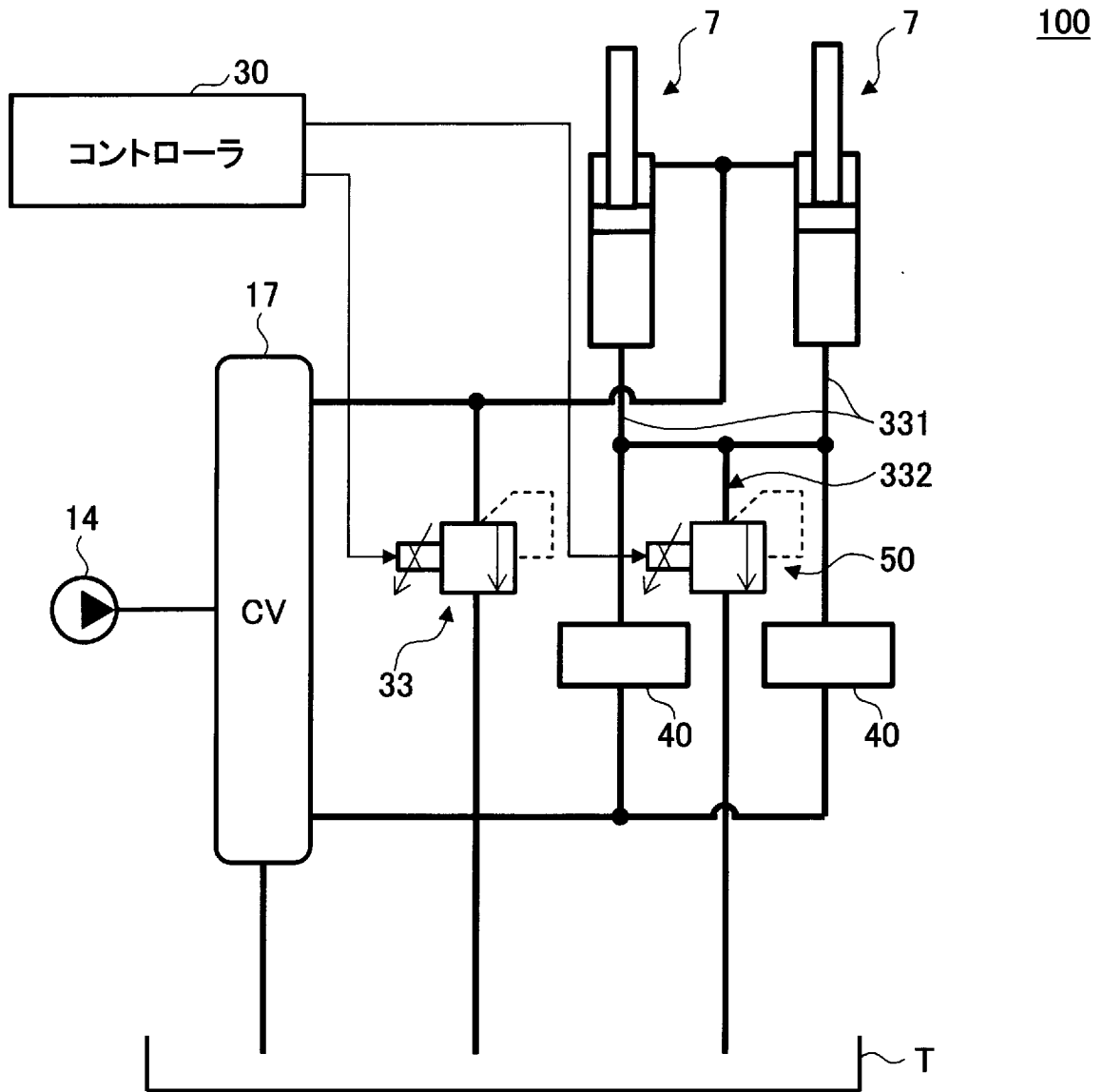
[図31]



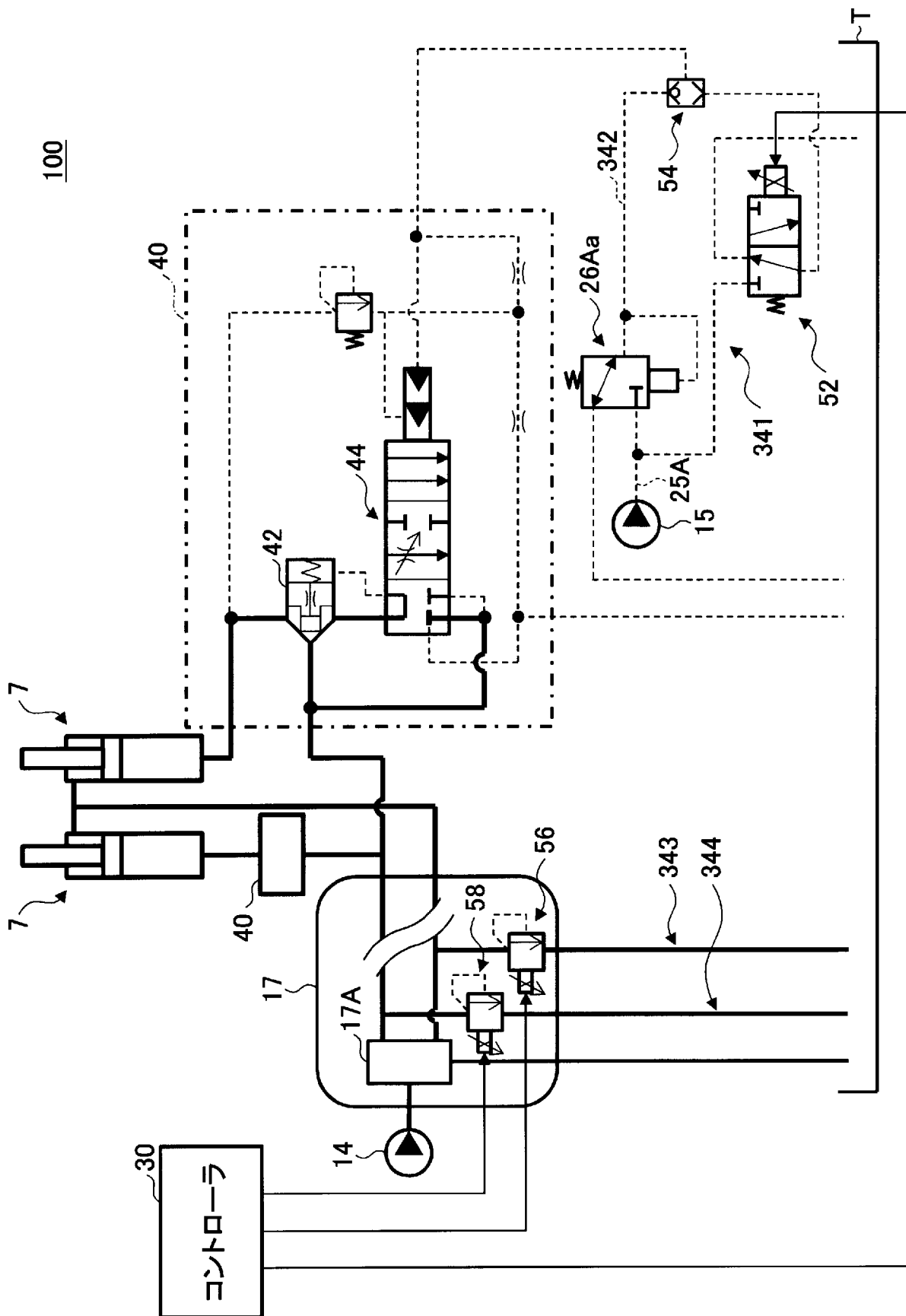
[図32]



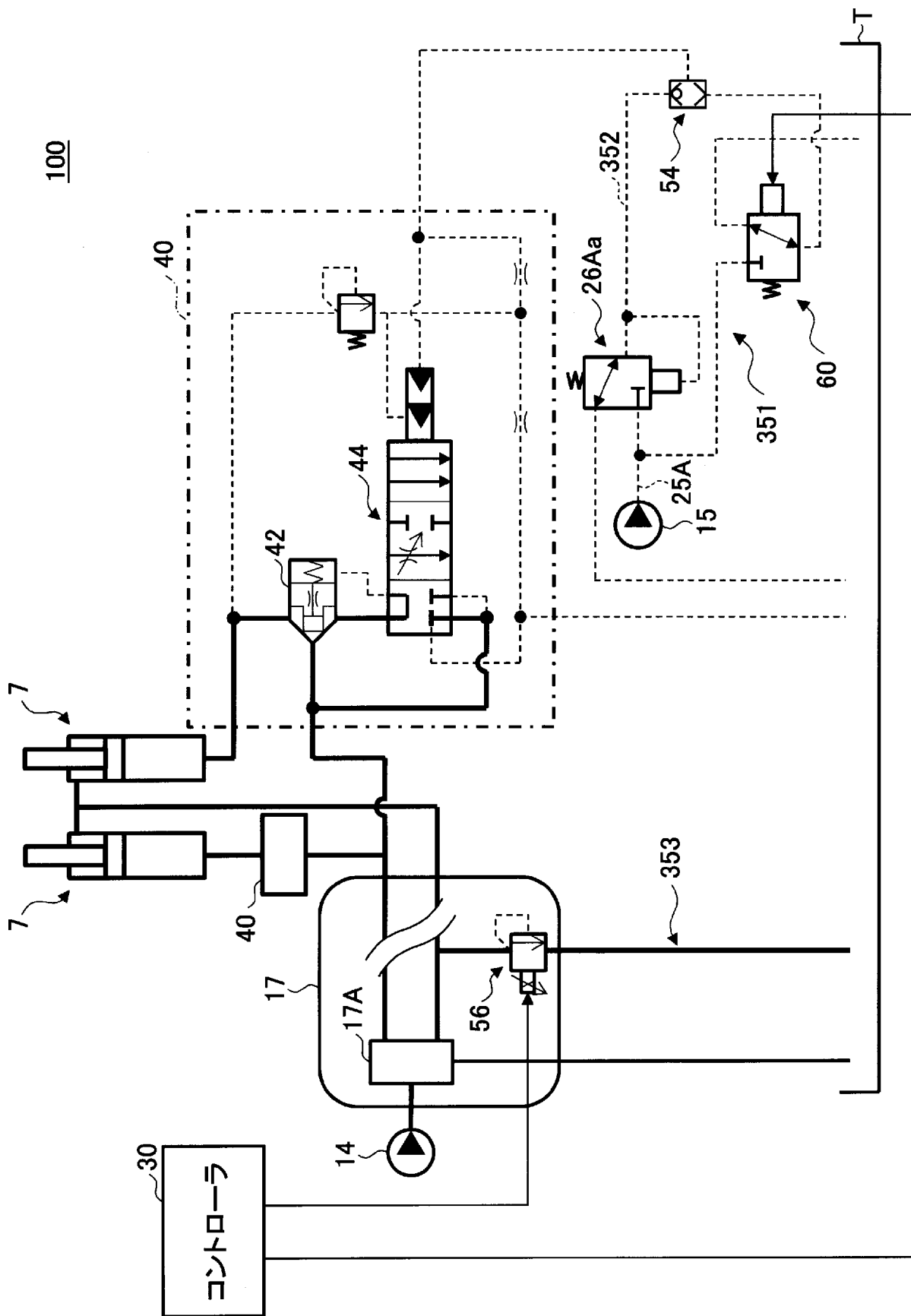
[図33]



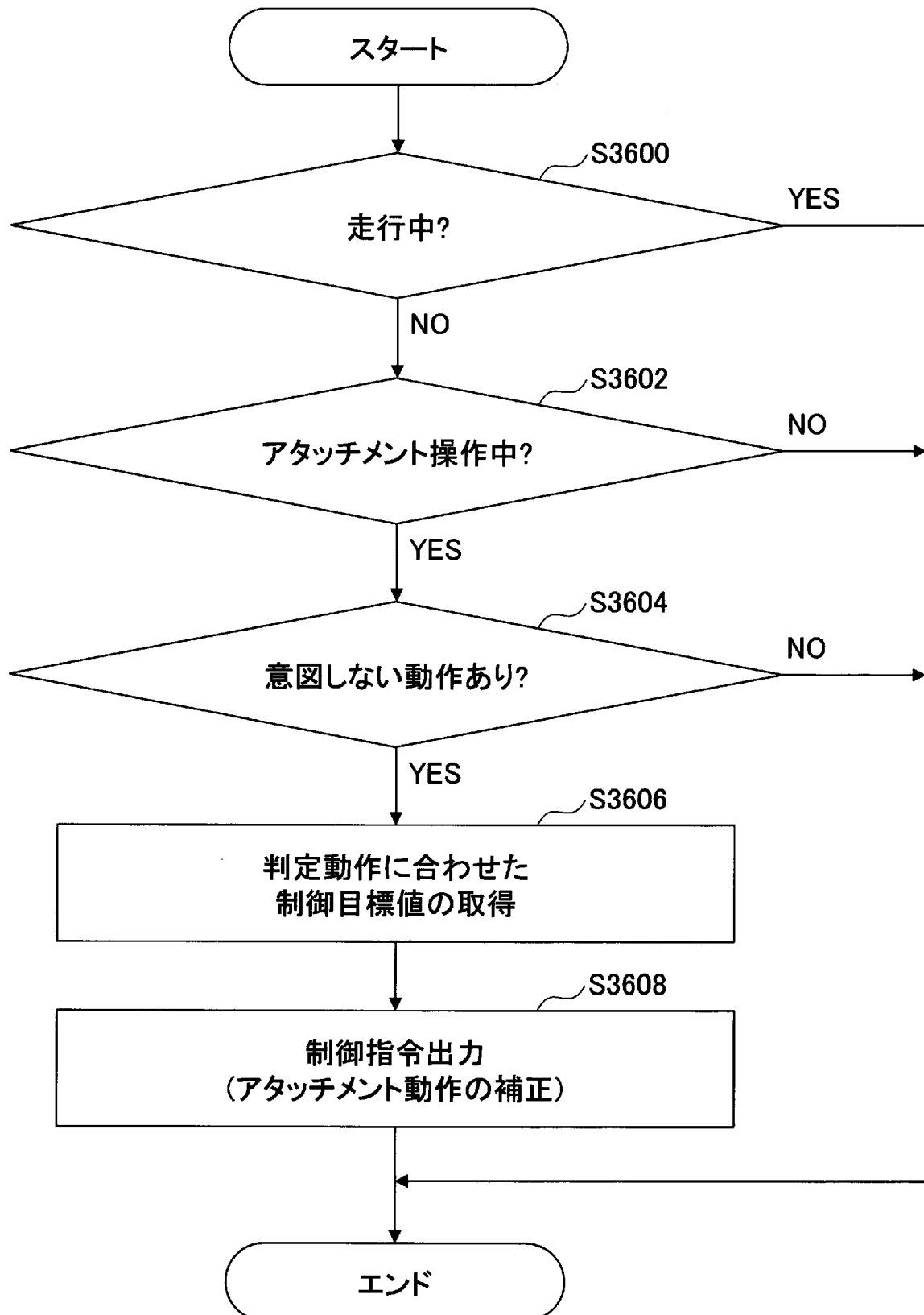
[図34]



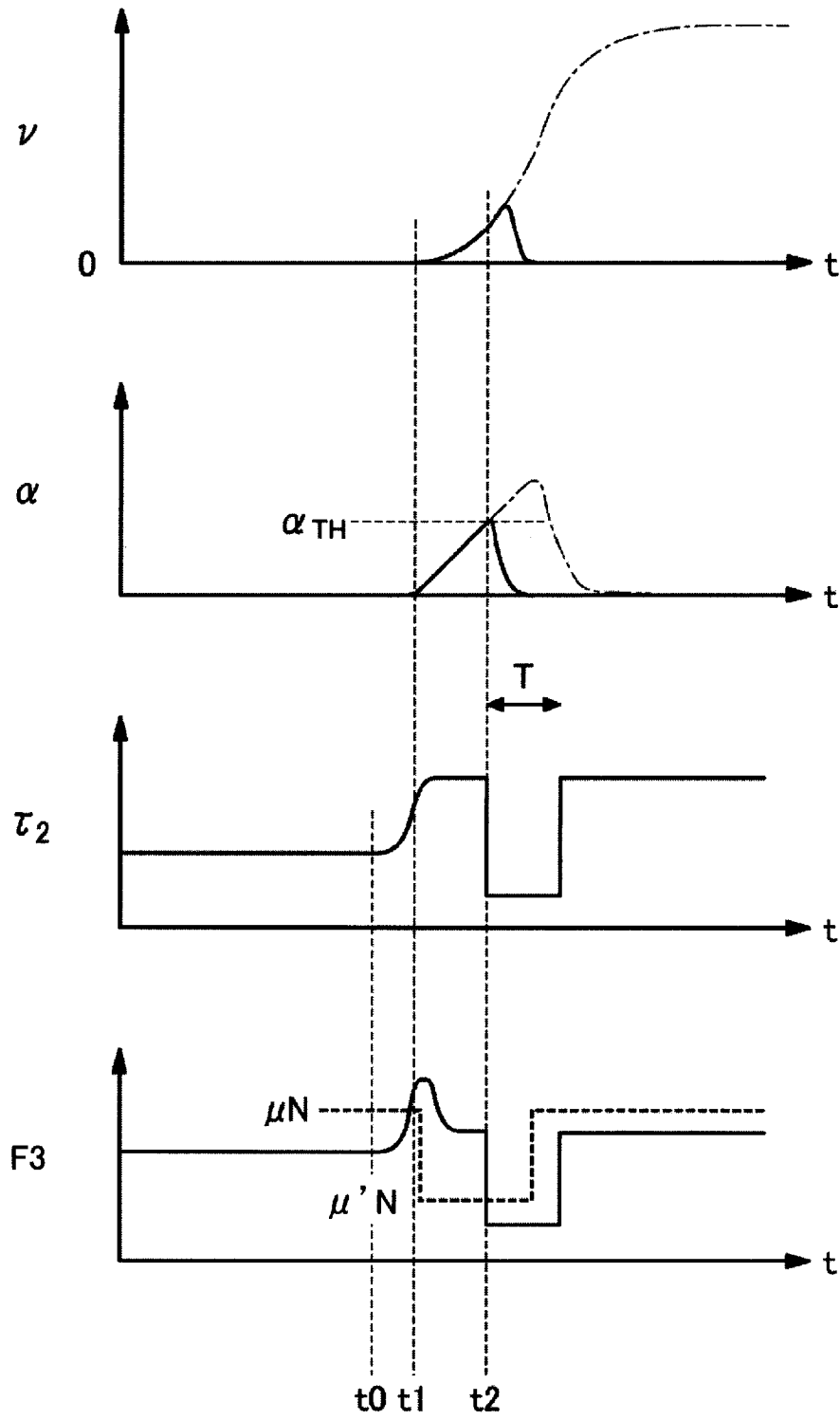
[図35]



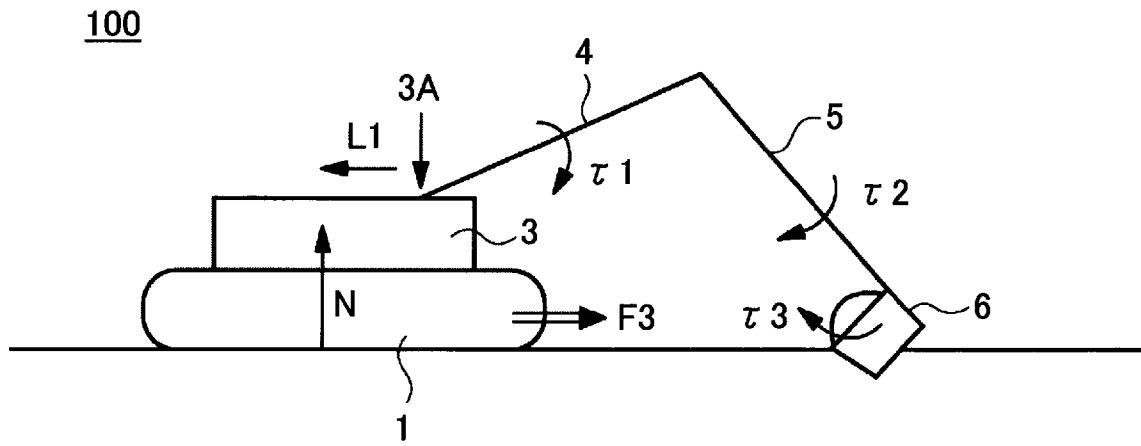
[図36]



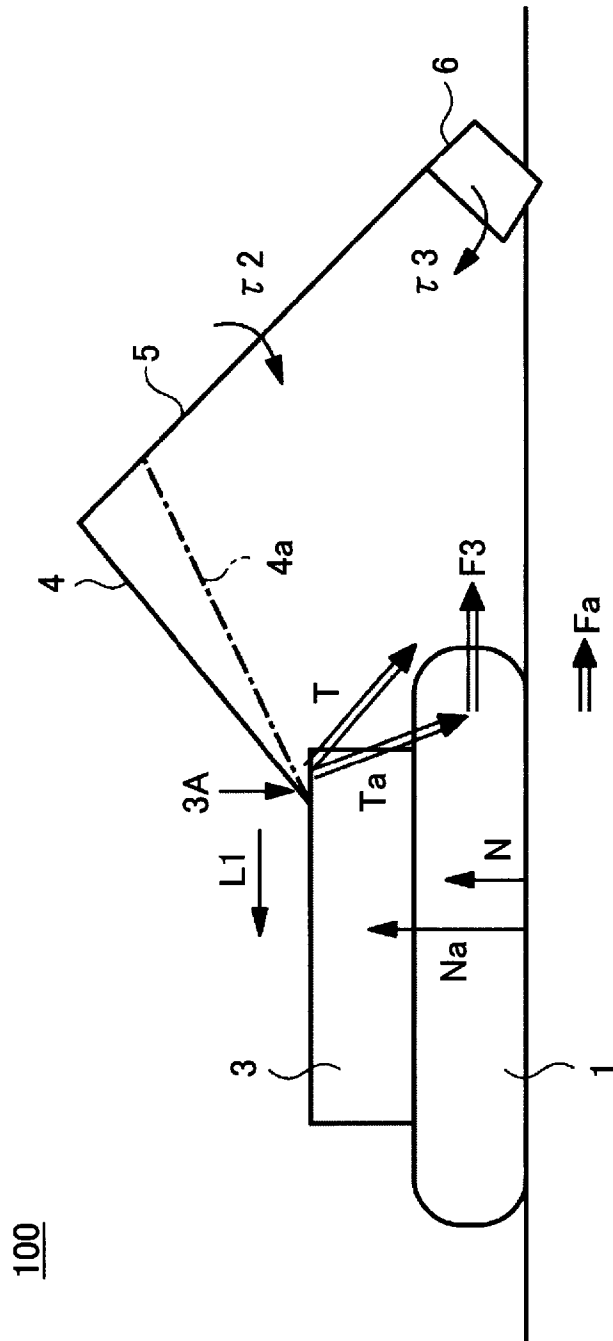
[図37]



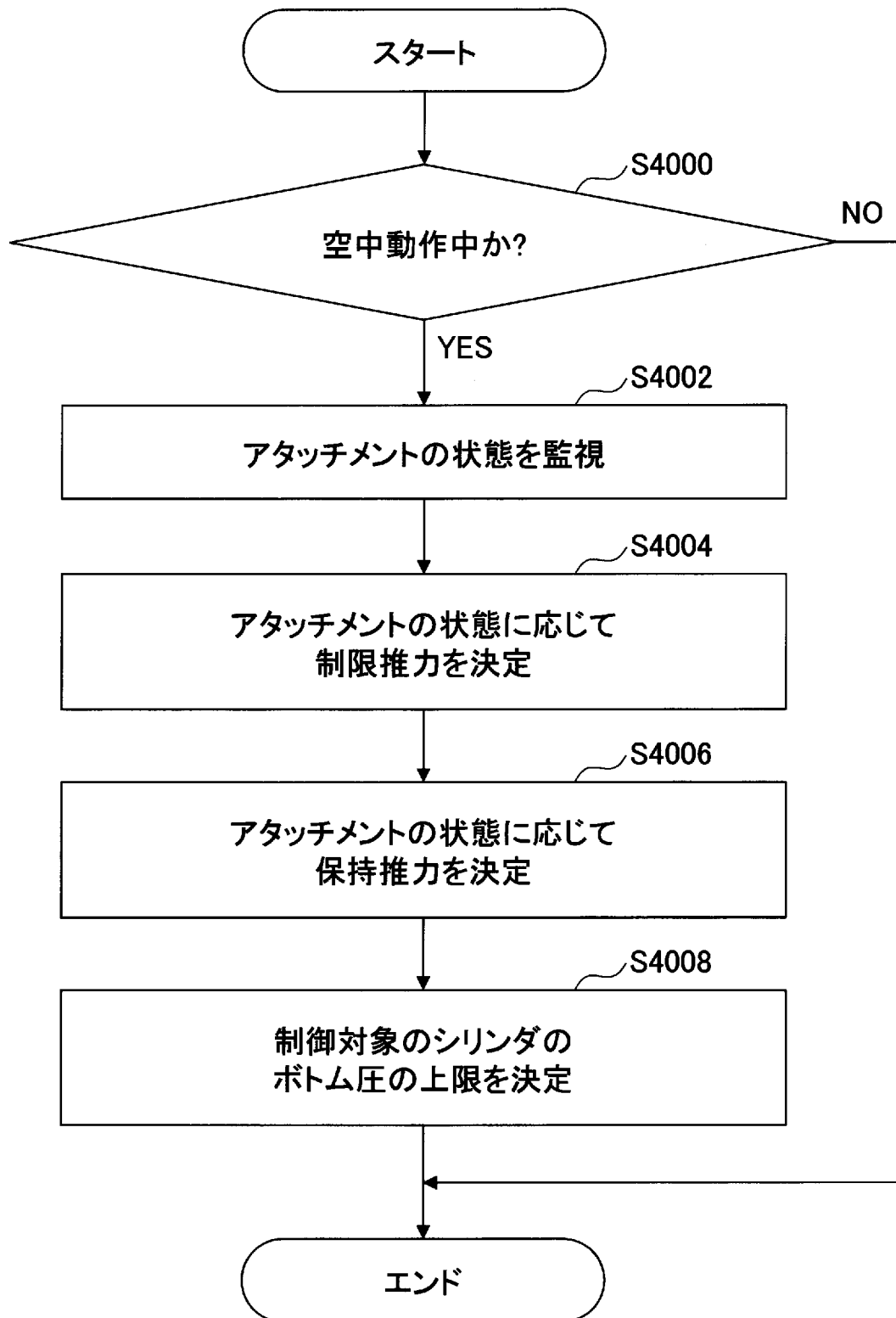
[図38]



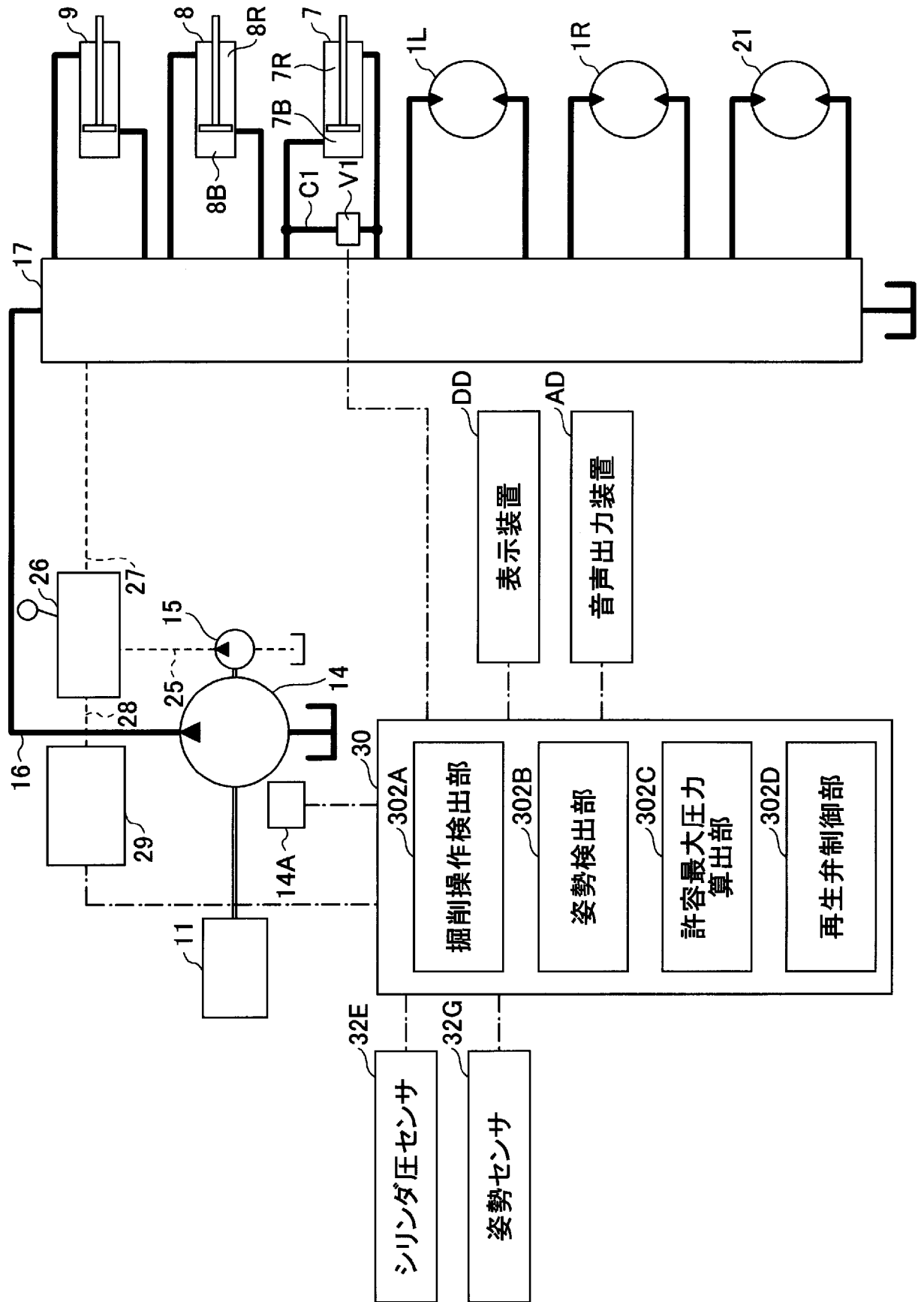
[図39]



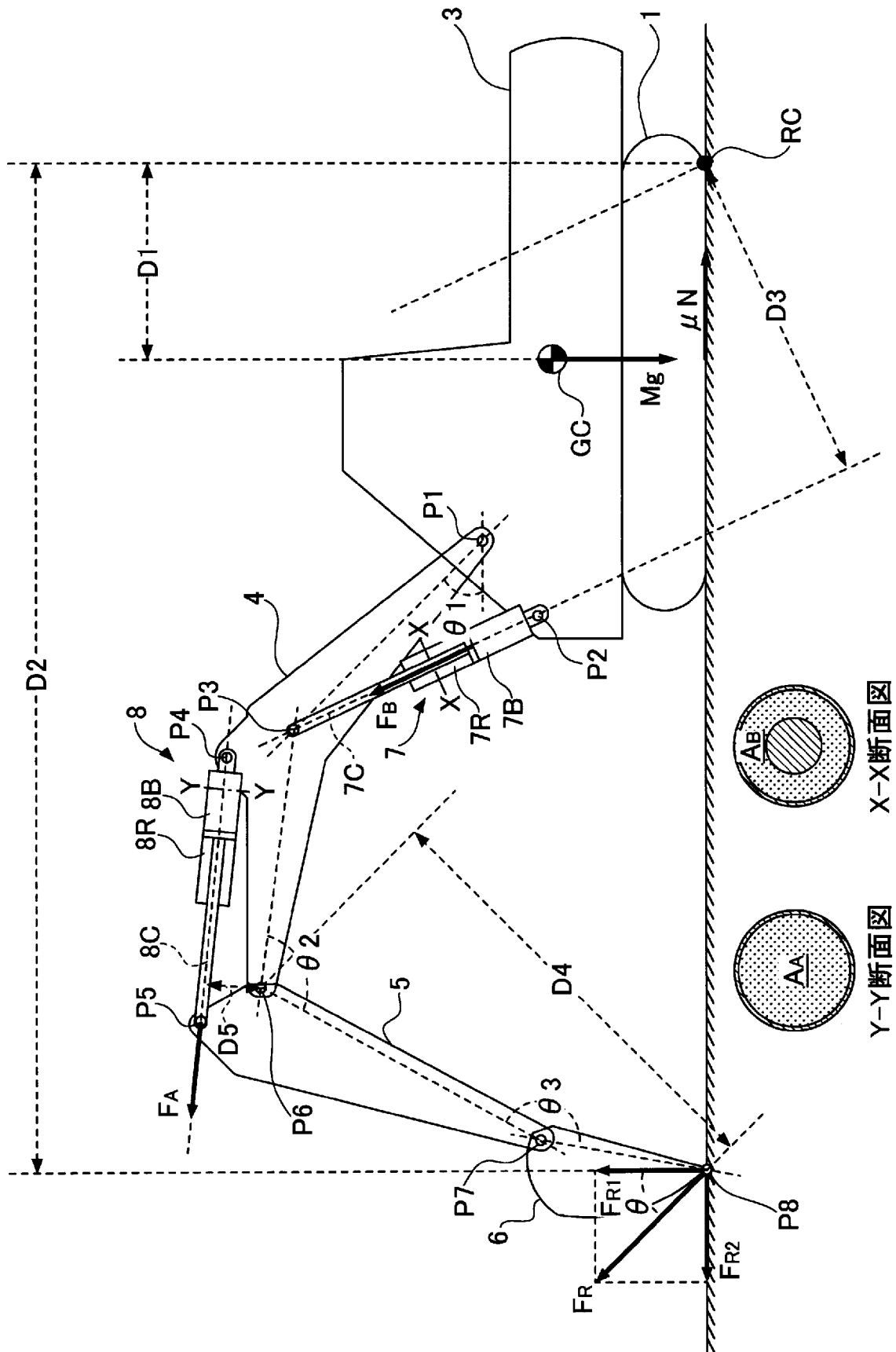
[図40]



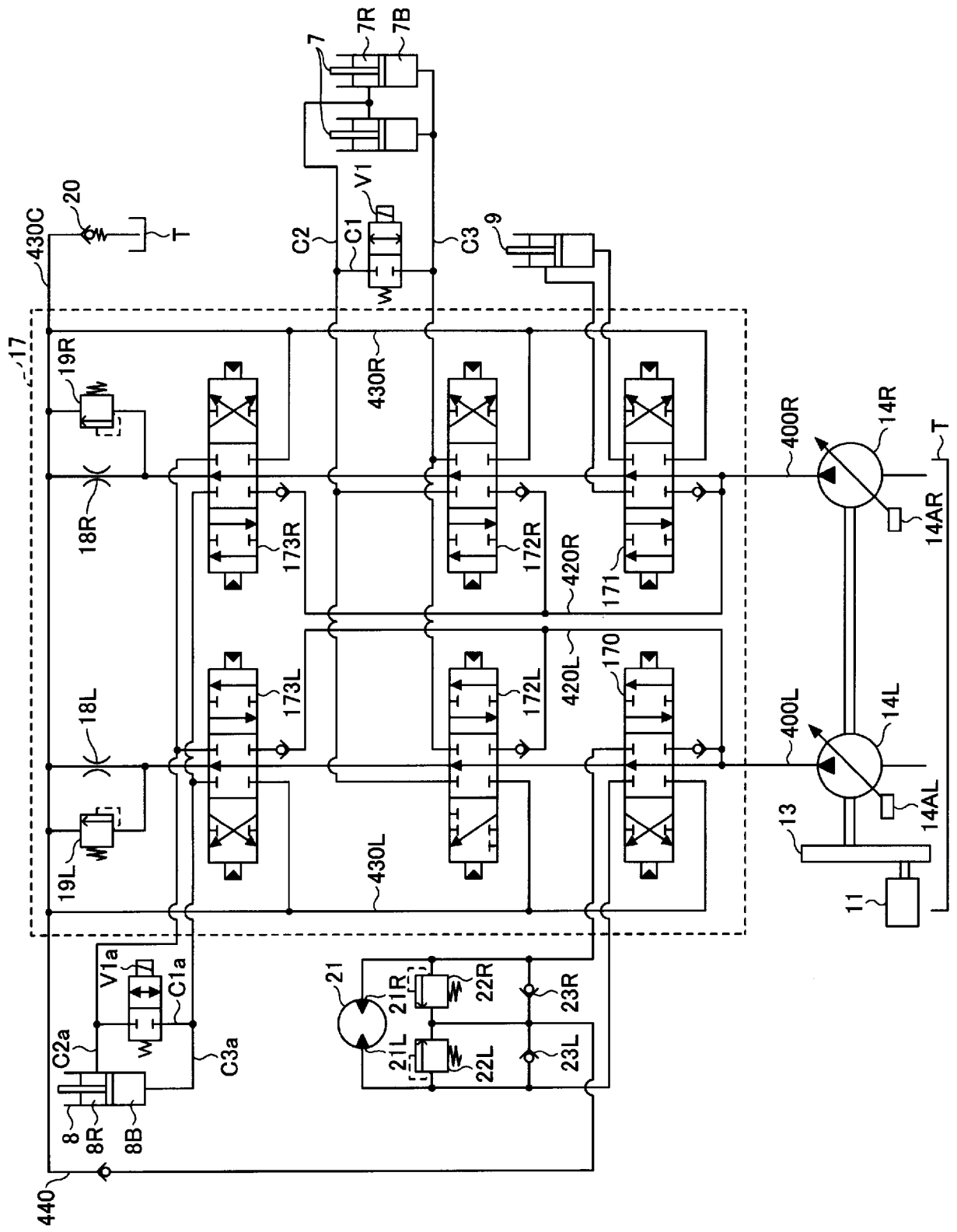
[図41]



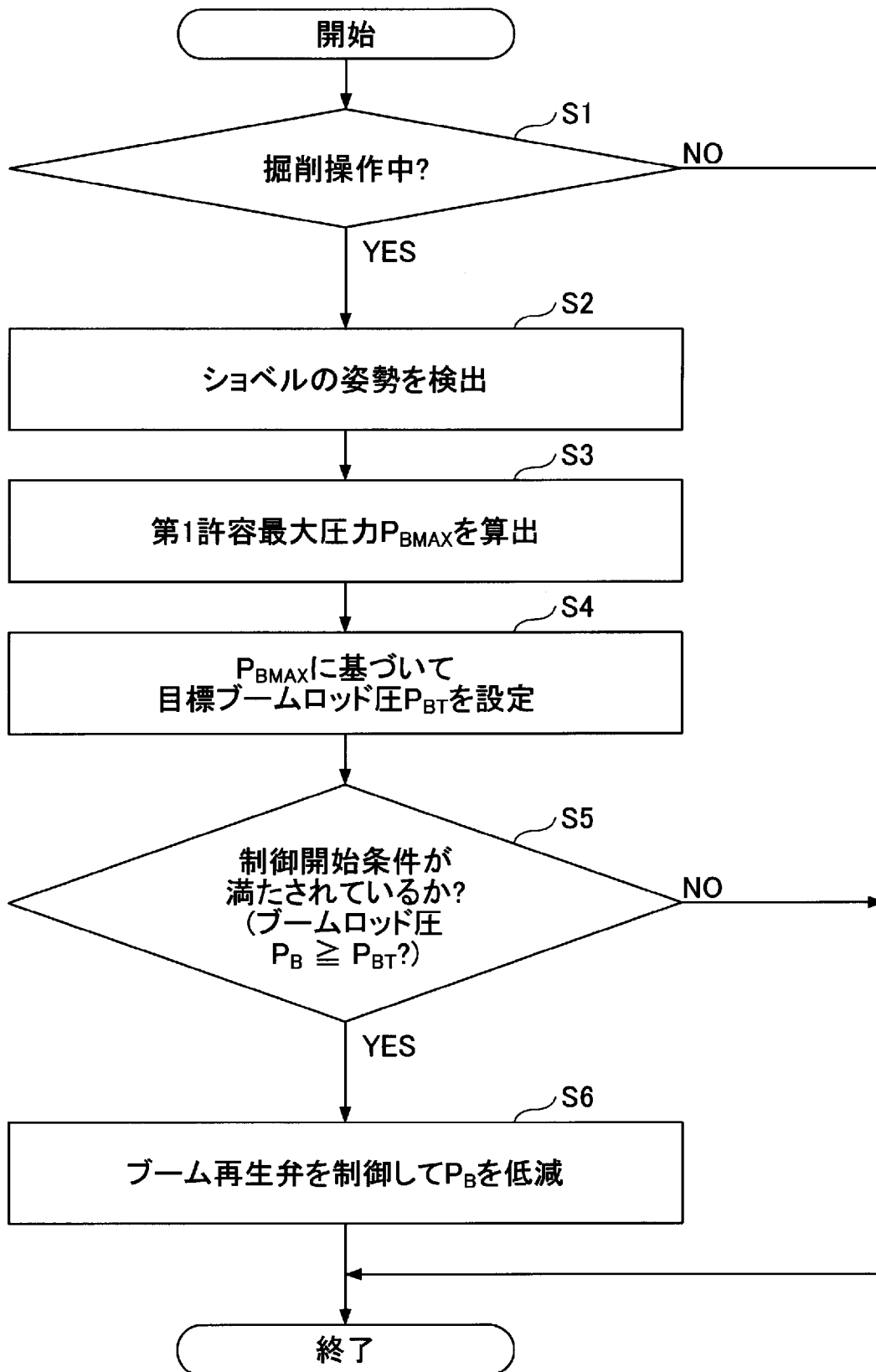
[図42]



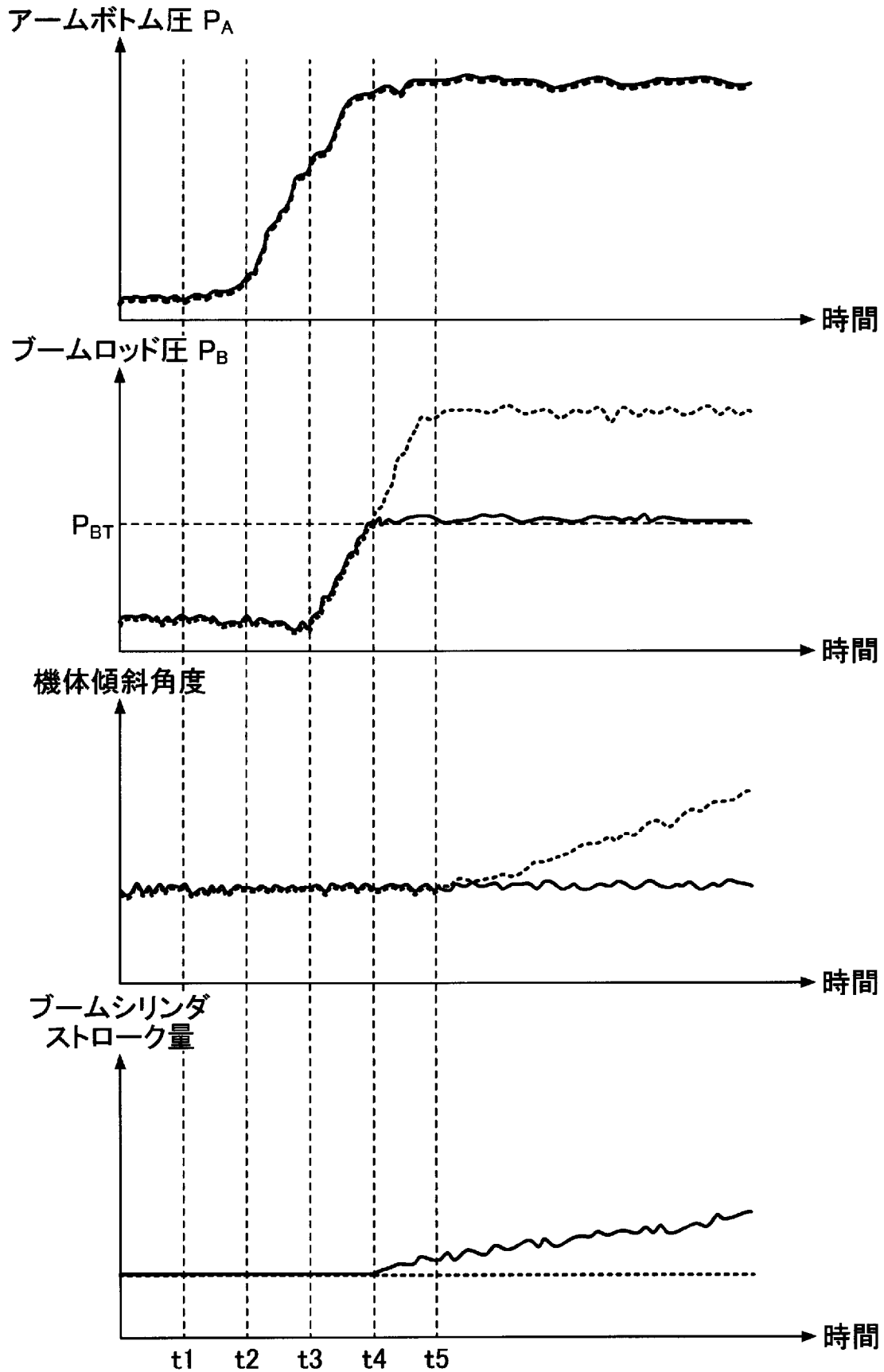
[図43]



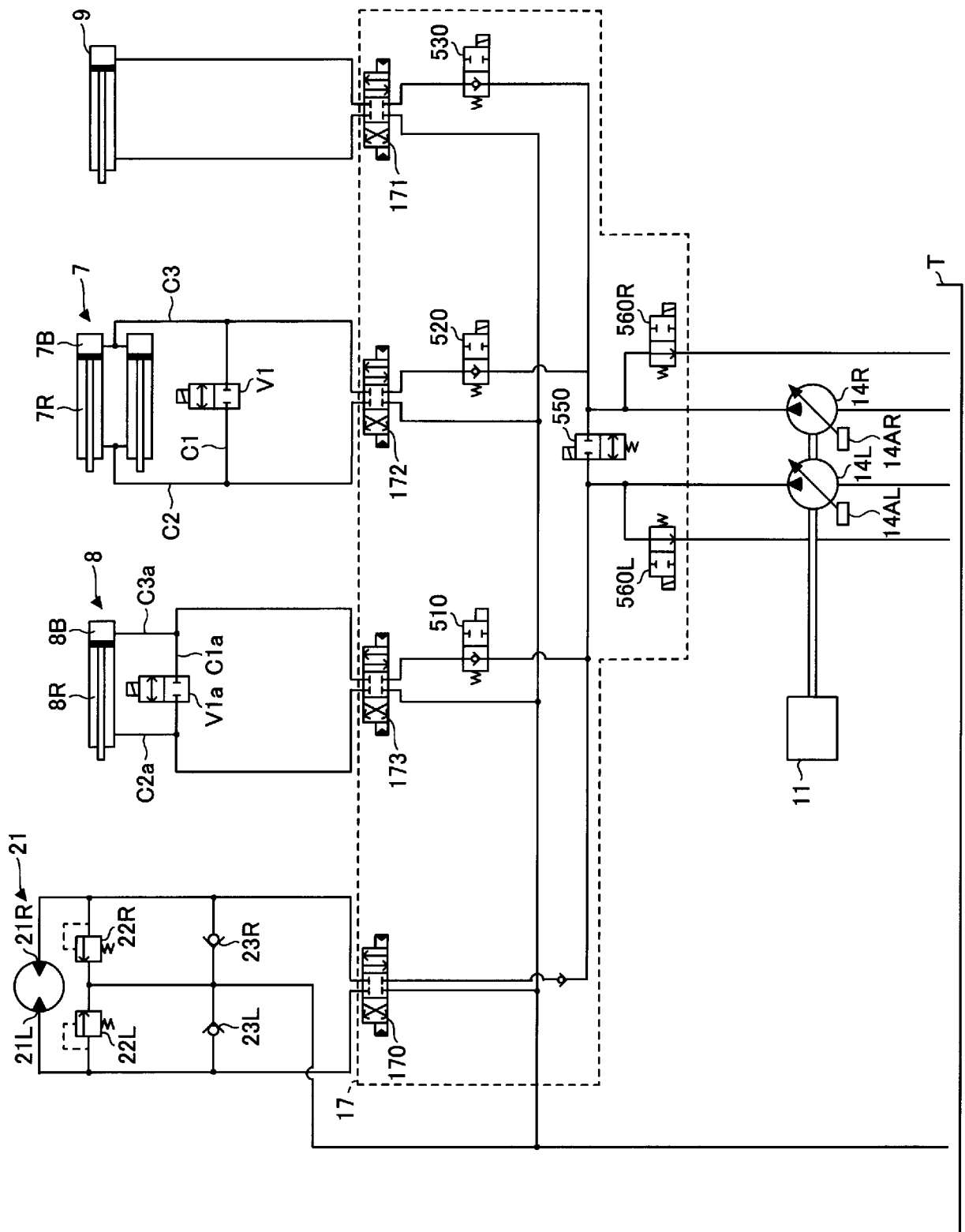
[図44]



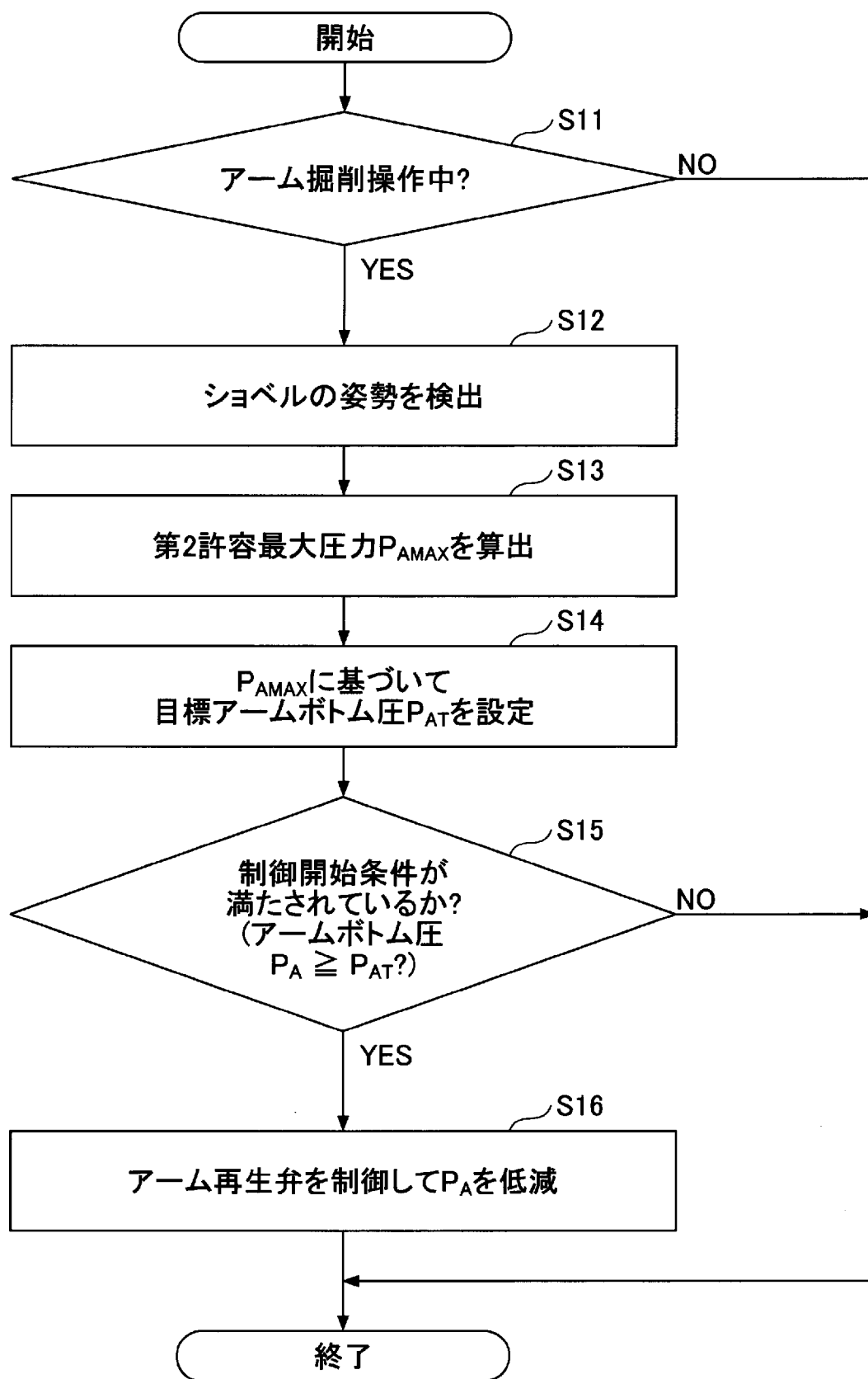
[図45]



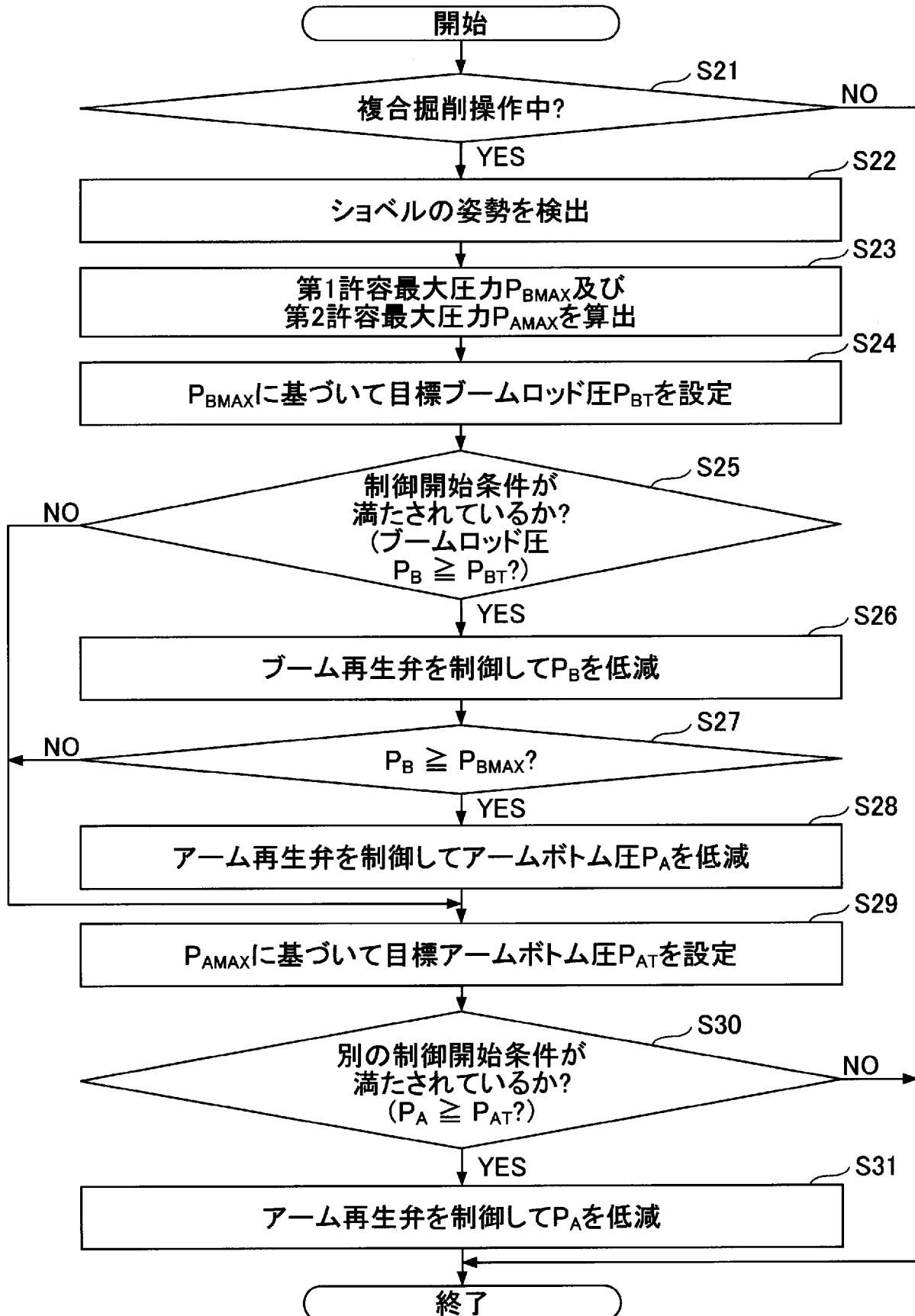
[図46]



[図47]



[図48]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/023151

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. E02F9/26 (2006.01) i, E02F3/43 (2006.01) i

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)

Int. Cl. E02F9/20-9/26, E02F3/43

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 1971-2018
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 Y	JP 2014-122510 A (SUMITOMO CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 03 July 2014, paragraphs [0001], [0014]-[0106], fig. 1-7 & US 2015/0284930 A1, paragraphs [0003], [0021]-[0056], [0085]-[0122], fig. 1-7	1, 4 2-3, 5-28
Y	JP 2008-2172 A (TOSHIBA MACHINE CO., LTD.) 10 January 2008, paragraphs [0005]-[0011], fig. 7, 8 (Family: none)	2-3, 7-28
Y	WO 2012/121253 A1 (SUMITOMO CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 13 September 2012, paragraph [0057] & US 2014/0088839 A1, paragraph [0075]	5, 7-28

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" 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)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" 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
 "X" 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
 "Y" 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 27.07.2018	Date of mailing of the international search report 07.08.2018
---	--

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/JP2018/023151

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 2008-169981 A (SUMITOMO CONSTRUCTION MACHINERY MANUFACTURING CO., LTD.) 24 July 2008, paragraphs [0021], [0022], fig. 2 (Family: none)	6-28
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 48272/1993 (Laid-open No. 14203/1995) (KOMATSU LTD.) 10 March 1995, description, page 10, line 2 to page 12, line 3, fig. 1 (Family: none)	6-28
Y	WO 2016/056442 A1 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 14 April 2016, paragraphs [0131]-[0140], fig. 14 & US 2017/0204887 A1, paragraphs [0169]-[0178], fig. 14	8-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. E02F9/26(2006.01)i, E02F3/43(2006.01)i

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))

Int.Cl. E02F9/20-9/26, E02F3/43

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	JP 2014-122510 A (住友建機株式会社) 2014.07.03, 段落 [0001], [0014] - [0106], 図1-7 & US 2015/0284930 A1, [0003], [0021]-[0056], [0085]-[0122], FIG. 1-7	1, 4 2-3, 5-28
Y	JP 2008-2172 A (東芝機械株式会社) 2008.01.10, 段落 [0005] - [0011], 図7, 8 (ファミリーなし)	2-3, 7-28
Y	WO 2012/121253 A1 (住友建機株式会社) 2012.09.13, 段落 [0057] & US 2014/0088839 A1, [0075]	5, 7-28

C欄の続きにも文献が列挙されている。

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矛盾するものではなく、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

27.07.2018

国際調査報告の発送日

07.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

苗村 康造

2B

3721

電話番号 03-3581-1101 内線 3237

C (続き) . 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
Y	JP 2008-169981 A (住友建機製造株式会社) 2008.07.24, 段落 [0021] - [0022], 図2 (ファミリーなし)	6-28
Y	日本国実用新案登録出願 5-48272 号(日本国実用新案登録出願公開 7-14203 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社小松製作所) 1995.03.10, 明細書第10頁第2行 - 第12頁第3行、図1 (ファミリーなし)	6-28
Y	WO 2016/056442 A1 (住友重機械工業株式会社) 2016.04.14, 段落 [0131] - [0140], 図14 & US 2017/0204887 A1, [0169]-[0178], FIG. 14	8-14