

(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
2017年12月7日(07.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/209055 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 5/28 (2006.01) *B62D 5/04* (2006.01)
B62D 1/12 (2006.01) *B62D 5/09* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/019926
- (22) 国際出願日: 2017年5月29日(29.05.2017)
- (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 2016-109164 2016年5月31日(31.05.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 竹中 唯太 (TAKENAKA, Yuita); 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP). 中林 正信 (NAKABAYASHI, Masanobu); 〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP). 碓 政典 (IKARI, Masanori);

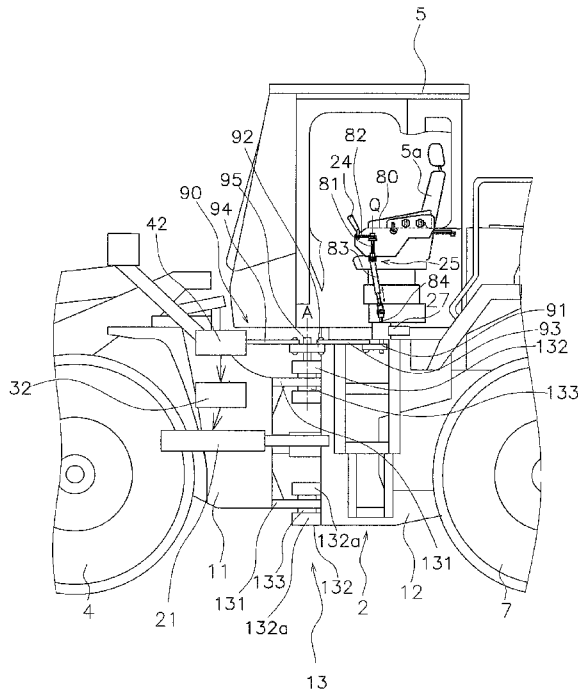
〒1078414 東京都港区赤坂 2-3-6 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人 (SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町 1 丁目 4 番 1 9 号 サウスホレストビル Osaka (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, 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.

(54) Title: WORK VEHICLE

(54) 発明の名称: 作業車両



(57) Abstract: A wheel loader (1) is an articulated type in which a front frame (11) and a rear frame (12) are connected. The wheel loader (1) comprises steering cylinders (21, 22), a pilot valve (42), a joystick lever (24), and a link mechanism (90). The steering cylinders (21, 22) are hydraulically driven and change a steering angle (θ_s) of the front frame (11) with regard to the rear frame (12). The pilot valve (42) controls the flow rate of an oil that is provided to the steering cylinders (21, 22). The joystick lever (24) is positioned within a cab (5) provided on the rear frame (12) and is operated by an operator. The link mechanism (90) is positioned on a lower side of the cab (5) and transfers an operation of the joystick lever (24) to the pilot valve (42).

WO 2017/209055 A1

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

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : ホイールローダ (1) は、フロントフレーム (11) とリアフレーム (12) が連結されたアーティキュレート式である。ホイールローダ (1) は、ステアリングシリンダ (21、22) と、パイロット弁 (42) と、ジョイスティックレバー (24) と、リンク機構 (90) と、を備える。ステアリングシリンダ (21、22) は、油圧によって駆動されフロントフレーム (11) のリアフレーム (12) に対するステアリング角 (θ_s) を変更する。パイロット弁 (42) は、ステアリングシリンダ (21、22) に供給される油の流量を制御する。ジョイスティックレバー (24) は、リアフレーム (12) 上に設けられたキャブ (5) 内に配置され、オペレータによって操作される。リンク機構 (90) は、キャブ (5) の下側に配置され、ジョイスティックレバー (24) の操作をパイロット弁 (42) に伝達する。

明 細 書

発明の名称：作業車両

技術分野

[0001] 本発明は、アーティキュレート式の作業車両に関する。

背景技術

[0002] アーティキュレート式の作業車両として、フロントフレームとリアフレームに亘って配置された油圧アクチュエータに供給する油の流量を制御することによって、ステアリング角が変更される構成が開示されている（例えば、特許文献1、2参照。）。

特許文献1、2に示す作業車両では、オペレータがジョイスティックレバーを操作することにより、パイロット弁のポートの開閉状態が変わりパイロット圧が変更される。変更されたパイロット圧に応じてステアリング弁から油圧アクチュエータに供給される流量が調整されて、作業車両のステアリング角が変更される。

[0003] ここで、ジョイスティックレバーは、作業車両のリアフレーム上に設けられた運転席の側方に配置されている。また、パイロット弁は、ジョイスティックレバーの操作を簡易な構成で伝達するために、運転席の下方であってジョイスティックレバーの直下近傍に配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平11-105723号公報

特許文献2：特開平11-321664号公報

発明の概要

[0005] しかしながら、小型の作業車両の場合には、運転席の下方に場積が少なく特許文献1、2のように座席の下方にパイロット弁を配置することが出来なかった。

本発明は、上記従来の作業車両の課題を考慮し、弁の設置場所の自由度を

あげることが可能な作業車両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)

上記目的を達成するために、第1の発明に係る作業車両は、フロントフレームとリアフレームが連結されたアーティキュレート式の作業車両であって、油圧アクチュエータと、制御弁と、ジョイスティックレバーと、第1リンク機構と、を備える。油圧アクチュエータは、油圧によって駆動されフロントフレームのリアフレームに対するステアリング角を変更する。制御弁は、油圧アクチュエータに供給される油の流量を制御する。ジョイスティックレバーは、リアフレーム上に設けられたキャブ内に配置され、オペレータによって操作される。第1リンク機構は、キャブの下側に配置され、ジョイスティックレバーの操作を制御弁に伝達する。

[0006] ここで、ジョイスティックレバーの操作を制御弁に伝達するために、キャブの下側に第1リンク機構が設けられているので、制御弁を運転席の直下近傍に限らず、運転席から離れた位置に配置することが可能となり、作業車両の構造に合わせた位置に配置することが出来る。このため、弁の設置場所の自由度をあげることが出来る。

[0007] 第2の発明に係る作業車両は、第1の発明に係る作業車両であって、制御弁は、フロントフレームに配置されている。

これにより、運転席の下方に場積が少ない場合であっても、フロントフレームに制御弁を配置することが出来る。

[0008] 第3の発明に係る作業車両は、第1の発明に係る作業車両であって、ステアリング弁を更に備える。ステアリング弁は、制御弁から入力されるパイロット圧に基づいて油圧アクチュエータに供給される油の流量を調整する。制御弁は、パイロット圧を調整することにより、ステアリング弁から油圧アクチュエータに供給される油の流量を制御する。

これにより、パイロット圧を調整する制御弁の設置場所の自由度をあげることが出来る。

また、上記構成により、オペレータの操作によってパイロット圧を調整し

、ステアリング弁から油圧アクチュエータへの油の供給量が制御され、フロントフレームのリアフレームに対するステアリング角が変更される。

[0009] 第4の発明に係る作業車両は、第1の発明に係る作業車両であって、制御弁は、フロントフレームに配置されている。制御弁は、弁体としてスプールを有し、スプールが、その軸方向に沿って移動することにより、油の流量を制御する。

水平方向に配置された第1リンク機構を有することにより、ジョイスティックレバーの操作をフロントフレームまで伝達することができる。このため、ジョイスティックレバーの操作が伝達される制御弁としてスプール弁を用いることができる。

[0010] 第5の発明に係る作業車両は、第1の発明に係る作業車両であって、力付与部を更に備える。力付与部は、駆動源として電動モータを有し、ジョイスティックレバーの操作に対して補助力または反力を付与する。

ここで、ジョイスティックレバーの操作に必要な力は、主に制御弁によって決まるが、力付与部によってジョイスティックレバーの操作に対して補助力または反力を付与することにより、作業車両の状態に合わせて操作感を変更できる。

[0011] ジョイスティックレバーを操作して制御弁を操作する際に、ジョイスティックレバーの操作に対して補助力を付与することによって、オペレータは容易に操作することができる。例えば、制御弁としてスプール弁を用いた場合、第1リンク機構も介しているため、ジョイスティックレバーの操作が重くなることが想定されるが、補助力を付与することによって操作性が向上する。

[0012] なお、例えば、作業車両を低速で動かす場合には、ジョイスティックレバーに補助力を付与してジョイスティックレバーの操作に必要な力を小さくすることによって、操作性を向上することができる。一方、作業車両の走行速度が低速から高速に変更した場合には、ジョイスティックレバーに反力を付与しジョイスティックレバーの操作に必要な力を大きくすることによって、

走行安定性を向上することができる。

このように、作業車両の走行状態に合わせてジョイスティックレバーの操作に必要な力を適宜変更することより、オペレータの操作感を改善できる。

[0013] 第6の発明に係る作業車両は、第5の発明に係る作業車両であって、連結部を更に備える。連結部は、ジョイスティックレバーと第1リンク機構を連結する。力付与部は、連結部に補助力または反力を伝達する伝達機構を更に有する。

これにより、ジョイスティックレバーと制御弁を連結する連結部に力付与部の力を伝達でき、ジョイスティックレバーの操作に必要な力を変更できる。

[0014] 第7の発明に係る作業車両は、第5の発明に係る作業車両であって、トルクセンサと、制御部と、を更に備える。トルクセンサは、ジョイスティックレバーの操作によって生じるトルクを検出する。制御部は、トルクセンサの検出値に基づいて、電動モータを制御する。

これにより、オペレータがジョイスティックレバーに加えたトルクに応じて力を付与できる。例えば、オペレータがジョイスティックレバーに加えたトルクが大きいときには、力付与部によって付与する補助力を大きくし、トルクが小さいときには補助力を小さくするように付与する力の大きさを制御することができる。

[0015] 第8の発明に係る作業車両は、第5の発明に係る作業車両であって、第1リンク機構は、アーム部材と、回転部材と、第1ロッド部材と、第2ロッド部材とを有する。アーム部材は、ジョイスティックレバーに連結されジョイスティックレバーの回転操作とともに回転する。回転部材は、アーティキュレート中心と同軸上に回転可能に配置されている。第1ロッド部材は、アーム部材と回転部材とを連結する。第2ロッド部材は、回転部材と前記制御弁を連結する。

このような第1リンク機構により、リアフレームに設けられているジョイスティックレバーの操作をフロントフレームに配置されている制御弁まで伝

達することが出来る。

[0016] 第9の発明に係る作業車両は、第1の発明に係る作業車両であって、制御弁は、第1入力部材と、第2入力部材と、付勢部と、を有する。第1入力部材は、第1リンク機構を介してジョイスティックレバーに連結されジョイスティックレバーの操作量に応じて変位する。第2入力部材は、フロントフレームに固定されている。付勢部は、第1入力部材の第2入力部材に対する変位量がゼロである中立位置になるように第1入力部材を付勢する。制御弁は、フロントフレームまたはアーティキュレート中心に、第1入力部材と第2入力部材が鉛直方向に沿うように配置されている。制御弁は、第2入力部材の変位量に対する第1入力部材の変位量の差に応じて、油圧アクチュエータに供給される油の流量を制御する。ジョイスティックレバーは、付勢部による付勢力に対抗して操作される。

[0017] これにより、運転席の下方に場積が少ない場合であっても、いわゆるロータリー弁である制御弁をフロントフレームまたはアーティキュレート中心に配置することができる。

また、上記構成により、ジョイスティックレバーを操作した後、ジョイスティックレバーに追従してステアリング角が変更し、ジョイスティックレバーの操作量とステアリング角が一致すると制御弁は中立位置となる。

また、このように制御弁には付勢部が設けられており、オペレータは付勢部による付勢力に対抗する操作力でジョイスティックレバーを操作する。この付勢力に対抗する操作に対して補助力または反力を付与することができる。

[0018] 第10の発明に係る作業車両は、第1の発明に係る作業車両であって、第2リンク機構を更に備える。制御弁は、第1入力部材と、第2入力部材と、付勢部とを有する。第1入力部材は、第1リンク機構を介してジョイスティックレバーに連結されジョイスティックレバーの操作量に応じて変位する。第2入力部材は、ステアリング角に応じて変化する。付勢部は、第1入力部材の第2入力部材に対する変位量がゼロである中立位置になるように第1入

力部材を付勢する。第2リンク機構は、フロントフレームと第2入力部材とを連結し、ステアリング角の変化を第2入力部材に伝達する。制御弁は、アーティキュレート中心に、第1入力部材と第2入力部材が、鉛直方向に沿うように配置されており、第2入力部材に対する第1入力部材の変位量に応じて、油圧アクチュエータに供給される油の流量を制御する。ジョイスティックレバーは、付勢部による付勢力に対抗して操作される。

[0019] これにより、運転席の下方に場積が少ない場合であっても、いわゆるロータリー弁である制御弁をアーティキュレート中心に配置することができる。

また、上記構成により、ジョイスティックレバーを操作した後、ジョイスティックレバーに追従してステアリング角が変更し、ジョイスティックレバーの操作量とステアリング角が一致すると制御弁は中立位置となる。

(発明の効果)

本発明によれば、弁の設置場所の自由度をあげることが可能な作業車両を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明に係る実施の形態のホイールローダの側面図。

[図2]図1のホイールローダのキャブおよび連結軸部の近傍の拡大図

[図3]図1のホイールローダのステアリング操作装置の構成を示す油圧回路図

。

[図4]図3のキャブの内部構成を示す図。

[図5]図4のジョイスティックレバーを上面から見た図。

[図6]図3の力付与部の構成を示す斜視図。

[図7]図1のホイールローダのリンクの構成を示す平面模式図。

[図8A]本発明に係る実施の形態1のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図8B]本発明に係る実施の形態1のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図8C]本発明に係る実施の形態1のホイールローダのステアリング動作を説

明するための図。

[図8D]本発明に係る実施の形態1のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図8E]本発明に係る実施の形態1のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図9]トルクセンサによって検出されたトルクに対して付与するアシストトルクを示す図。

[図10]本発明に係る実施の形態2のホイールローダのステアリング操作装置の構成を示す油圧回路図。

[図11]図10のパイロット弁を示す断面構成図。

[図12] (a) (b) 図11のAA'間の矢示断面図、(c) (d) 図11のBB'間の矢示断面図。

[図13]図11のパイロット弁の配置を示す側面模式図。

[図14] (a) 図11のパイロット弁の模式図、(b) 図14(a)のパイロット弁における車体ーレバー偏差角度とレバー反力の関係のグラフを示す図、(c) 偏差角度 α がゼロのときにおける図14(a)のCC'間、DD'間、EE'間およびFF'間の矢示断面図、(d) 偏差角度 α が $\theta 2$ のときにおける図14(a)のCC'間、DD'間、EE'間およびFF'間の矢示断面図、(e) 偏差角度 α が $\theta 3$ のときにおける図14(a)のCC'間、DD'間、EE'間およびFF'間の矢示断面図。

[図15]本発明に係る実施の形態3のホイールローダのステアリング操作装置の構成を示す油圧回路図。

[図16]図15のパイロット弁の配置を示す側面模式図。

[図17]図11のパイロット弁の配置を示す側面模式図。

[図18A]本発明に係る実施の形態3のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図18B]本発明に係る実施の形態3のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図18C]本発明に係る実施の形態3のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図18D]本発明に係る実施の形態3のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図18E]本発明に係る実施の形態3のホイールローダのステアリング動作を説明するための図。

[図19]本発明に係る実施の形態3の変形例におけるパイロット弁の配置を示す側面模式図。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明にかかる実施の形態のホイールローダについて図面を参照しながら以下に説明する。

(実施の形態1)

<1. 構成>

(1-1. ホイールローダの構成の概要)

図1は、本実施の形態のホイールローダ1の構成を示す模式図である。本実施の形態のホイールローダ1は、車体フレーム2と、作業機3と、一对のフロントタイヤ4、キャブ5、エンジンルーム6、一对のリアタイヤ7、およびステアリング操作装置8と、を備えている。

[0022] ホイールローダ1は、作業機3を用いて土砂積み込み作業などを行う。

車体フレーム2は、いわゆるアーティキュレート式であり、フロントフレーム11とリアフレーム12と、連結軸部13と、を有している。フロントフレーム11は、リアフレーム12の前方に配置されている。一对のフロントタイヤ4は、フロントフレーム11の左右に取り付けられている。また、一对のリアタイヤ7は、リアフレーム12の左右に取り付けられている。

[0023] 連結軸部13は、車幅方向の中央に設けられており、フロントフレーム11とリアフレーム12を互いに揺動可能に連結する。図2は、キャブ5および連結軸部13近傍の拡大図である。

図2に示すように、連結軸部13は、上下一対のフロントブラケット13

1と、上下一対のリアブラケット132と、上下に配置された2つのセンタピン133とを有する。各々のフロントブラケット131は、フロントフレーム11に固定されており、フロントフレーム11の後部からリアフレーム12に向かって水平に突出するように設けられている。各々のリアブラケット132は、フロントブラケット131の上下に配置された一对の部材132aを有している。リアブラケット132の一对のブラケット部材132aは、リアブラケット132の前部からフロントフレーム11に向かって水平に突出するように設けられている。センタピン133は、鉛直方向に沿って配置され、一对のブラケット部材132aと、その間に配置されたフロントブラケット131とを互いに回転可能に連結する。図2に示すように、フロントブラケット131と、リアブラケット132と、センタピン133の組が、上下に配置されている。

[0024] 作業機3は、図示しない作業機ポンプからの作動油によって駆動される。作業機3は、図1に示すように、ブーム14と、バケット15と、リフトシリンダ16と、バケットシリンダ17と、を有する。ブーム14は、フロントフレーム11に装着されている。バケット15は、ブーム14の先端に取り付けられている。

リフトシリンダ16およびバケットシリンダ17は、油圧シリンダである。リフトシリンダ16の一端はフロントフレーム11に取り付けられており、リフトシリンダ16の他端はブーム14に取り付けられている。リフトシリンダ16の伸縮により、ブーム14が上下に揺動する。バケットシリンダ17の一端はフロントフレーム11に取り付けられており、バケットシリンダ17の他端はベルクランク18を介してバケット15に取り付けられている。バケットシリンダ17が伸縮することによって、バケット15が上下に揺動する。

[0025] キャブ5は、リアフレーム12上に載置されており、内部には、ステアリング操作のためのハンドルやジョイスティックレバー24（図2参照）、作業機3を操作するためのレバー、各種の表示装置等が配置されている。エン

ジンルーム6は、キャブ5の後側であってリアフレーム12上に配置されており、エンジンが収納されている。

ステアリング操作装置8は、詳しくは後述するが、ステアリングシリンダ21、22を有しており、ステアリングシリンダ21、22に供給する油の流量を変更することによって、フロントフレーム11のリアフレーム12に対するステアリング角を変更し、ホイールローダ1の進行方向を変更する。

[0026] (1-2. ステアリング操作装置)

図3は、ステアリング操作装置8の構成を示す油圧回路図である。本実施の形態のステアリング操作装置8は、一对のステアリングシリンダ21、22と、ステアリング油圧回路23と、ジョイスティックレバー24と、連結部25と、リンク機構90と、力付与部27と、制御部28と、を主に有する。

[0027] (1-2-1. ステアリングシリンダ)

一对のステアリングシリンダ21、22は、油圧によって駆動される。一对のステアリングシリンダ21、22は、連結軸部13を挟んで車幅方向の左右側に並んで配置されている。ステアリングシリンダ21は、連結軸部13の左側に配置されている(図1参照)。ステアリングシリンダ22は、連結軸部13の右側に配置されている。ステアリングシリンダ21、22は、それぞれの一端がフロントフレーム11に取り付けられており、それぞれ他端が、リアフレーム12に取り付けられている。

[0028] ステアリングシリンダ21には、伸長ポート21aと収縮ポート21bが設けられており、ステアリングシリンダ22には、伸長ポート22aと収縮ポート22bが設けられている。

ステアリングシリンダ21の伸長ポート21aおよびステアリングシリンダ22の収縮ポート22bに油が供給され、ステアリングシリンダ21の収縮ポート21bおよびステアリングシリンダ22の伸長ポート22aから油が排出されると、ステアリングシリンダ21が伸長し、ステアリングシリンダ22が収縮する。これによってステアリング角 θ_s が変化し車両は右に曲

がる。また、ステアリングシリンダ 21 の収縮ポート 21 b およびステアリングシリンダ 22 の伸長ポート 22 a に油が供給され、ステアリングシリンダ 21 の伸長ポート 21 a およびステアリングシリンダ 22 の収縮ポート 22 b から油が排出されると、ステアリングシリンダ 21 が収縮し、ステアリングシリンダ 22 が伸長する。これによってステアリング角 θ_s が変化し車両は左に曲がる。

[0029] なお、ステアリングシリンダ 21、22 の間に配置されている連結軸部 13 の近傍には、ステアリング角 θ_s を検出するステアリング角検出部 104 が設けられている。ステアリング角検出部 104 は、例えばポテンショメータによって構成されており、検出されたステアリング角 θ_s は検出信号として制御部 28 に送られる。

また、ステアリングシリンダ 21 には、シリンダのストロークを検出するシリンダストロークセンサ 106 が設けられており、ステアリングシリンダ 22 には、シリンダのストロークを検出するシリンダストロークセンサ 107 が設けられている。これらシリンダストロークセンサ 106、107 の検出値が制御部 28 に送られ、ステアリング角 θ_s が検出されてもよい。

[0030] (1-2-2. ステアリング油圧回路)

ステアリング油圧回路 23 は、ステアリングシリンダ 21、22 に供給する油の流量を調整するための油圧回路である。ステアリング油圧回路 23 は、メイン油圧回路 30 と、パイロット油圧回路 40 と、を有する。

(a) メイン油圧経路

メイン油圧回路 30 は、メイン油圧源 31 からの油をステアリングシリンダ 21、22 に供給する回路であり、ステアリング弁 32 を有している。メイン油圧源 31 は、油圧ポンプおよびリリーフ弁等から構成される。

[0031] ステアリング弁 32 は、スプール式の弁であって、入力されるパイロット圧に応じてステアリングシリンダ 21、22 に供給される油の流量を調整する流量調整弁である。ステアリング弁 32 は、メインポンプポート P1、メインドレインポート P2、第 1 ステアリングポート P3、および第 2 ステア

リングポートP4を有している。メインポンプポートP1は、メイン油圧管路36を介してメイン油圧源31と接続されている。メインドレインポートP2は、メインドレイン管路37を介して油を回収するドレンタンクDTに接続されている。第1ステアリングポートP3は、第1ステアリング管路38を介して、ステアリングシリンダ21の収縮ポート21bとステアリングシリンダ22の伸長ポート22aに接続されている。第2ステアリングポートP4は、第2ステアリング管路39を介して、ステアリングシリンダ21の伸長ポート21aとステアリングシリンダ22の収縮ポート22bに接続されている。

[0032] ステアリング弁32は、中立位置Ns、左ステアリング位置Ls、右ステアリング位置Rsに移動可能なスプールである弁体33を有している。弁体33が中立位置Nsに配置されている場合は、メインポンプポートP1とメインドレインポートP2が連通する。この場合、第1ステアリングポートP3と第2ステアリングポートP4は、それぞれいずれのポートとも連通していない。弁体33が、左ステアリング位置Lsに配置されている場合は、メインポンプポートP1と第1ステアリングポートP3が連通し、メインドレインポートP2と第2ステアリングポートP4が連通する。弁体33が右ステアリング位置Rsに配置されている場合は、メインポンプポートP1と第2ステアリングポートP4が連通し、メインドレインポートP2と第1ステアリングポートP3が連通する。

[0033] ステアリング弁32は、第1パイロット室34と第2パイロット室35とを有する。第1パイロット室34並びに第2パイロット室35にパイロット圧が供給されていない場合および第1パイロット室34並びに第2パイロット室35に同じパイロット圧が供給されている状態では、弁体33は中立位置Nsに位置する。第1パイロット室34のみにパイロット圧が供給されている状態では、弁体33は左ステアリング位置Lsに位置する。第2パイロット室35のみにパイロット圧が供給されている状態では、弁体33が右ステアリング位置Rsに位置する。弁体33が左ステアリング位置Lsおよび

右ステアリング位置 R_s に位置している場合には、ステアリング弁32は、供給されるパイロット圧に応じてメイン油圧源31からの油が通行する開口面積を変化させる。これにより、ステアリング弁32は、パイロット圧に応じてステアリングシリンダ21またはステアリングシリンダ22に供給する油の流量を制御する。

[0034] (b) パイロット油圧回路

パイロット油圧回路40は、パイロット油圧源43からの油をステアリング弁32の第1パイロット室34と第2パイロット室35に供給するための回路である。

パイロット油圧回路40は、可変減圧部41と、パイロット弁42とを有する。

(i) 可変減圧部

可変減圧部41は、パイロット油圧源43からパイロット弁42に送られる油圧を減圧して調整する。可変減圧部41は、電磁式減圧弁を内蔵し、制御部28からの指令信号を受けて油圧の制御を行う。

(ii) パイロット弁

パイロット弁42は、パイロット油圧源43からステアリング弁32に入力されるパイロット圧を調整するスプール式の弁である。

[0035] (パイロット弁の構成概要)

スプール式のパイロット弁42は、筒状のスリーブ50と、スリーブ50の内側を軸方向に沿って移動可能なスプール51と、付勢バネ52と、を有する。スリーブ50は、パイロットポンプポートP5、パイロットドレンポートP6、第1パイロットポートP7、第2パイロットポートP8を有する。パイロットポンプポートP5は、パイロット油圧管路44を介して可変減圧部41と繋がっており、可変減圧部41がパイロット油圧源43に繋がっている。パイロットドレンポートP6は、パイロットドレン管路45を介して油を回収するドレンタンクDTに接続されている。第1パイロットポートP7は、第1パイロット管路46を介して、ステアリング弁32の第1パイ

ロット室34に接続されている。第2パイロットポートP8は、第2パイロット管路47を介して、ステアリング弁32の第2パイロット室35に接続されている。

[0036] スプール51は、スリーブ50内において中立位置Np、左パイロット位置Lp、および右パイロット位置Rpに移動可能である。

付勢バネ52は、スプール51がスリーブ50に対して中立位置Npに位置するようにスプール51を付勢する。

スプール51がスリーブ50に対して中立位置Npにある場合は、パイロットポンプポートP5、パイロットドレンポートP6、第1パイロットポートP7、および第2パイロットポートP8がそれぞれ連通する。スプール51がスリーブ50に対して左パイロット位置Lpに配置されている場合には、パイロットポンプポートP5と第1パイロットポートP7が連通し、パイロットドレンポートP6と第2パイロットポートP8が連通する。また、スプール51がスリーブ50に対して右パイロット位置Rpに配置されている場合には、パイロットポンプポートP5と第2パイロットポートP8が連通し、パイロットドレンポートP6と第1パイロットポートP7が連通する。

また、パイロット弁42には、スプール51の位置を検出するスプール位置検出センサ108が設けられている。スプール位置検出センサ108の検出値は制御部28へと送信される。

[0037] (1-2-3. ジョイスティックレバー、連結部)

図4には、キャブ5内の構成が示されている。キャブ5内には、オペレータが着座する運転席5aが設けられている。運転席5aの車幅方向左側にはステアリングボックス80が配置されている。

[0038] ジョイスティックレバー24は、ステアリングボックス80から前に向かって斜め上方に突出して配置されている。

連結部25は、ジョイスティックレバー24と後述するリンク機構90とを連結する。連結部25は、ステアリング操作軸81と、連結バー82と、ユニバーサルジョイント部83と、出力軸84と、を主に有している。

[0039] ステアリング操作軸 8 1 は、鉛直方向に配置されており、その中心軸 Q を中心に回転可能にステアリングボックス 8 0 に支持されている。連結バー 8 2 は、ステアリングボックス 8 0 内に配置されており、ジョイスティックレバー 2 4 とステアリング操作軸 8 1 を連結している。

ユニバーサルジョイント部 8 3 は、ステアリング操作軸 8 1 と、運転席 5 a の近傍に配置されている出力軸 8 4 とを連結している。ユニバーサルジョイント部 8 3 は、伸縮自在な中央部 8 3 a と、中央部 8 3 a の両端に配置されたジョイント部 8 3 b、8 3 c を有している。ジョイント部 8 3 b は、ステアリング操作軸 8 1 に連結されている。ジョイント部 8 3 c は、出力軸 8 4 に連結されている。

[0040] 出力軸 8 4 は、連結バー 8 2 およびユニバーサルジョイント部 8 3 を介して伝達されてきたジョイスティックレバー 2 4 の操作をリンク機構 9 0 に出力する。出力軸 8 4 は、キャブ 5 の床面 5 b の下側まで延びている。詳細には、出力軸 8 4 は、レバー側軸部 8 4 a と、トルク入力軸部 8 4 b と、リンク側軸部 8 4 c が順に繋がって構成されている（後述の図 6 参照）。すなわち、レバー側軸部 8 4 a の一端は連結バー 8 2 に連結されており、レバー側軸部 8 4 a の他端はトルク入力軸部 8 4 b の一端に繋がっている。また、トルク入力軸部 8 4 b の他端は、リンク側軸部 8 4 c の一端に繋がっており、リンク側軸部 8 4 c の他端は、ユニバーサルジョイント部 8 3 に繋がっている。トルク入力軸部 8 4 b には、後述する力付与部 2 7 からの補助力または反力が入力される。

[0041] 図 5 は、ジョイスティックレバー 2 4 近傍を上方から視た平面図である。図 5 に示すように、ジョイスティックレバー 2 4 は、ステアリングボックス 8 0 の上面に形成された円弧状の孔 8 5 から斜め上方に突出して形成されている。ジョイスティックレバー 2 4 は、ステアリング操作軸 8 1（詳細には中心軸 Q）を中心にして水平方向に旋回可能となっている。また、ステアリングボックス 8 0 の孔 8 5 の右端の縁には R マークが形成されており、左端の縁には L マークが形成されている。

[0042] 例えば、図5に示すように、オペレータがジョイスティックレバー24を中央位置から右側に回転角 θ_{in} 回転操作すると、ステアリング操作軸81も回転角 θ_{in} 右回転する。このステアリング操作軸81の回転角 θ_{in} の回転が、ユニバーサルジョイント部83を介して、後述のリンク機構90に伝達されて、パイロット弁42のスプール51が右パイロット位置 R_p に移動し、右方向へのアーティキュレート動作が開始される。ジョイスティックレバー24を左回転させたときも同様である。なお、ジョイスティックレバー24の回転角 θ_{in} は、例えばロータリセンサによって構成された第1回転角検出部101によって検出される。

[0043] なお、オペレータは、力付与部27によって補助力または反力が入力されない場合には、パイロット弁42の付勢バネ52に対抗してジョイスティックレバー24を操作する必要がある。

[0044] (1-2-4. 力付与部)

図6は、力付与部27を示す斜視図である。

力付与部27は、ジョイスティックレバー24の操作に対して補助力または反力を付与する。力付与部27は、電動モータ111と、ウォームギア112と、を有する。ウォームギア112は、円筒ウォーム112aとウォームホイール112bを持つ。ウォームホイール112bは、上述したトルク入力軸部84bの周囲に設けられており、円筒ウォーム112aと噛み合っている。電動モータ111の出力軸は、円筒ウォーム112aに接続されており、円筒ウォーム112aを、その中心軸周りに回転させる。電動モータ111は、制御部28に設けられている駆動回路204からの指令に基づいて駆動する。

[0045] なお、トルク入力軸部84bの第1端84b1がレバー側軸部84aと繋がっており、第2端84b2がリンク側軸部84cと繋がっている。

電動モータ111が駆動されると、円筒ウォーム112aが回転し、その回転によってウォームホイール112bが回転し、ウォームホイール112bと固定されているトルク入力軸部84bにも回転力が生じる。円筒ウォー

ム 1 1 2 a の回転方向を変えることによって、トルク入力軸部 8 4 b に左回転および右回転のいずれの方向にも回転力を加えることができる。

[0046] 例えば、ジョイスティックレバー 2 4 を右回転させる際に、トルク入力軸部 8 4 b に右回転方向に力を加えることによって、ジョイスティックレバー 2 4 の操作に対して補助力を付与することになる。また、ジョイスティックレバー 2 4 を右回転させる際に、トルク入力軸部 8 4 b に左回転方向に力を加えることによって、ジョイスティックレバー 2 4 の操作に対して反力を付与することとなる。

[0047] なお、トルク入力軸部 8 4 b には、トルクセンサ 1 0 3 が設けられている。トルクセンサ 1 0 3 は、オペレータがジョイスティックレバー 2 4 に力を加えることによってトルク入力軸部 8 4 b に生じるトルクを検出する。本実施の形態のトルクセンサ 1 0 3 は、例えば、トーションバーのねじれをコイルによって検出することにより、トルク入力軸部 8 4 b の回転方向とトルク入力軸部 8 4 b に生じるトルクを検出する。検出された回転方向およびトルク T は、操舵トルク信号として制御部 2 8 へ出力される。

[0048] (1-2-5. リンク機構)

リンク機構 9 0 は、ジョイスティックレバー 2 4 による回転方向への操作を、平面視においてジョイスティックレバー 2 4 から所定距離離れた回転部材 9 2 に伝えた後、直線方向への操作に変換してパイロット弁 4 2 に伝達する。リンク機構 9 0 は、図 2 に示すように、キャブ 5 の下側に配置されており、ジョイスティックレバー 2 4 に連結されている連結部 2 5 と、パイロット弁 4 2 との間を連結するように水平方向に沿って形成されている。図 7 は、リンク機構 9 0 の構成を説明するための平面模式図である。図 7 に示すように、リンク機構 9 0 は、第 1 アーム部材 9 1 と、回転部材 9 2 と、第 1 ロッド部材 9 3 と、第 2 ロッド部材 9 4 と、を有する。

[0049] 第 1 アーム部材 9 1 は、図 4 および図 7 に示すように、出力軸 8 4 の下端に固定されている。アーム部材 9 1 は、出力軸 8 4 の下端から水平方向に沿って配置されている。

回転部材 9 2 は、連結軸部 1 3 に配置された支持軸 9 5 に回転可能に支持されている。支持軸 9 5 は、その軸方向がアーティキュレート中心 A に沿うように配置されており、リアブラケット 1 3 2 のブラケット部材 1 3 2 a に固定されている。すなわち、支持軸 9 5 は、リアフレーム 1 2 に固定されているため、アーティキュレート動作が行われてもフロントフレーム 1 1 とともに回転しない。

[0050] 詳細には、回転部材 9 2 は、図 7 に示すように、第 2 アーム部材 9 2 a と、第 3 アーム部材 9 2 b とを有する。第 2 アーム部材 9 2 a は、その一端が支持軸 9 5 に回転可能に支持されている。第 3 アーム部材 9 2 b は、その一端が支持軸 9 5 に回転可能に支持されている。第 2 アーム部材 9 2 a と第 3 アーム部材 9 2 b は、支持軸 9 5 から水平方向に突出するように形成されている。また、第 2 アーム部材 9 2 a と第 3 アーム部材 9 2 b は、所定の角度を空けた状態で互いに固定されている。このため、第 2 アーム部材 9 2 a と第 3 アーム部材 9 2 b は所定の角度を保った状態で支持軸 9 5 に対して回転可能である。

[0051] 第 1 ロッド部材 9 3 は、棒状の部材であって、第 1 アーム部材 9 1 の先端と、第 2 アーム部材 9 2 a の先端を連結する。第 1 ロッド部材 9 3 の一端は、第 1 アーム部材 9 1 の先端に回転可能に連結されており、第 1 ロッド部材 9 3 の他端は、第 2 アーム部材 9 2 a の先端に回転可能に連結されている。

ここで、第 1 ロッド部材 9 3 の第 2 アーム部材 9 2 a との連結部分と支持軸 9 5 とを結ぶ直線を T 3 とし、第 1 ロッド部材 9 3 の第 1 アーム部材 9 1 との連結部分と出力軸 8 4 とを結ぶ直線を T 4 とする。また、第 1 ロッド部材 9 3 の第 1 アーム部材 9 1 との連結部分と、第 1 ロッド部材 9 3 の第 2 アーム部材 9 2 a との連結部分とを結ぶ直線を T 5 とし、出力軸 8 4 と支持軸 9 5 を結ぶ直線を T 6 とする。直線 T 3 と直線 T 4 が平行となり、直線 T 5 と直線 T 6 が平行となり、全体として平行リンクを形成するように、各構成が配置されている。

[0052] 第 2 ロッド部材 9 4 は、第 3 アーム部材 9 2 b の先端とパイロット弁 4 2

とを連結する。第2ロッド部材94の一端は、第3アーム部材92bの先端と互いに回転可能に連結されている。第2ロッド部材94の他端は、パイロット弁42のスプール51と互いに回転可能に接続されている。詳細には、第2ロッド部材94の他端は、スプール51の後部に形成された連結部材51aと互いに回転可能に接続されている。

[0053] ここで、パイロット弁42は、スプール51の移動方向B（軸V方向）が、フロントフレーム11がリアフレーム12に対して傾斜していない状態における車体の前後方向（図中矢印Yにて示す）に一致するようにフロントフレーム11に固定されている。

このようなリンク機構90により、ジョイスティックレバー24の回転操作がフロントフレーム11に固定されているパイロット弁42に伝達される。

[0054] （1-2-6. 制御部）

制御部28は、電動モータ111を駆動する駆動回路204を有している。制御部28は、トルクT、偏差角度 α 、および速度Vに基づいて、オペレータのジョイスティックレバー24の操作に対して補助力または反力を付与できる。

また、制御部28は、回転角 θ_{in} 、回転角 θ_s 、および図2に示す車速センサ105による車速Vに基づいて、図2に示すように可変減圧部41も制御する。これにより、左右のステアリングシリンダ21、22への油の流量が急減に変化しないように、パイロット弁42に送られるパイロット圧の元圧を制御できる。なお、回転角 θ_{in} と回転角 θ_s の代わりに、スプール位置検出センサ108によって検出されたスプール51の位置と、車速Vとに基づいて、可変減圧部41を制御してもよい。

[0055] また、制御部28による電動モータ111および可変減圧部41の制御は、有線で行われてもよいし、無線によって行われてもよい。

[0056] <2. 動作>

以下に、本実施の形態のホイールローダ1のアーティキュレート動作につ

いて説明する。

(2-1. アーティキュレート動作)

図8A~図8Dは、ホイールローダ1のアーティキュレート動作を説明するための模式図である。

本実施の形態では、例えば、スプール51がスリーブ50内において前後方向の中央位置に位置している場合に中立位置 N_p となり、スプール51がスリーブ50内において前後方向の前部に位置している場合に右パイロット位置 R_p となり、スプール51がスリーブ50内において後部に位置している場合に左パイロット位置 L_p となる。

[0057] 図8Aに示すように、ジョイスティックレバー24が中央位置にある場合、出力軸84は所定の初期位置に位置しており、出力軸84による回転角 θ_{in} はゼロである。なお、回転角 θ_{in} は、図5に示すように、ジョイスティックレバー24の中央位置からの回転角を示す。また、ステアリング角 θ_s もゼロである。なお、本実施の形態では、ステアリング角 θ_s は、リアフレーム12に対して前後方向に沿った状態をゼロとして、その状態からの角度を示す。

[0058] このとき、スプール51は、スリーブ50に対して中立位置 N_p (図3参照)に位置する。この場合、ステアリング弁32の第1パイロット室34と第2パイロット室35のパイロット圧は同じであり、ステアリング弁32の弁体33も中立位置 N_s となっている。このため、左右のステアリングシリンダ21、22への油の供給または排出が行われておらず、ステアリング角 θ_s はゼロに維持される。

[0059] 図8Bに示すように、ジョイスティックレバー24が右方向 (矢印C参照)へ操作されると、この操作力が連結バー82を介して伝達されステアリング操作軸81も上方からみて右方向に回転する (矢印C参照)。この回転がユニバーサルジョイント部83を介して出力軸84へと伝達され、出力軸84が右回転する。

出力軸84の右回転により第1アーム部材91も右回転し、矢印Dに示す

ように、第1ロッド部材93が後方に向かって移動する。このように、第1アーム部材91および第1ロッド部材93によってジョイスティックレバー24の回転方向の操作が第1ロッド部材93の長手方向への操作に変換される。そして、第1ロッド部材93の後方への移動により、第2アーム部材92aが支持軸95（アーティキュレート中心A）を中心に右回転（矢印E参照）する。第2アーム部材92aが右回転すると、第2アーム部材92aと固定されている第3アーム部材92bも支持軸95を中心にして右方向に回転する（矢印E参照）。

[0060] この第3アーム部材92bの右方向の回転により、図8Bに示すように、第2ロッド部材94が前方（矢印F方向）へ移動する。この第2ロッド部材94の前方への移動により、スプール51が、スリーブ50内を前方（矢印F方向）に押されて右パイロット位置R_pに移動し、第2パイロットポートP8にパイロット圧が供給され、第2パイロット室35にパイロット圧が供給される。

[0061] これにより、ステアリング弁32の弁体33が右ステアリング位置R_s側に移動し、ステアリングシリンダ21の伸長ポート21aおよびステアリングシリンダ22の収縮ポート22bに油が供給されるとともに、ステアリングシリンダ21の収縮ポート21bおよびステアリングシリンダ22の伸長ポート22aから油が排出される。すると、図8Cに示すように、ステアリング角 θ_s が徐々に増大し、フロントフレーム11がリアフレーム12に対して右方向に向けられる。

[0062] このように、フロントフレーム11がリアフレーム12に対して傾斜してアーティキュレート動作が開始しても、第3アーム部材92bおよび第2アーム部材92aはリアフレーム12に固定されているため、フロントフレーム11とともに回転しない。

そのため、フロントフレーム11の回転に伴い、第2ロッド部材94に引っ張られて、スプール51は後方（矢印G）へとスリーブ50内を移動する。

[0063] オペレータがジョイスティックレバー24を所定の回転角 θ_1 で停止させると、リンク機構90も停止する。一方、ステアリング角 θ_s は徐々に増大しているため、スプール51も後方へと移動する。そして、図8Dに示すように、ステアリング角 θ_s が回転角 θ_1 に追いつくと、スプール51はスリーブ50に対して中立位置 N_p に達する。この場合、ステアリング弁32の第1パイロット室34と第2パイロット室35のパイロット圧は同じであり、ステアリング弁32も中立位置 N_s となる。このため、左右のステアリングシリンダ21、22への油の供給または排出が行われておらず、ステアリング角 θ_s は回転角 θ_1 に維持される。

[0064] このように、ジョイスティックレバー24を右側へ回転させ所定の回転角 θ_1 で停止させると、ステアリング角 θ_s も同じ回転角 θ_1 に維持される。これにより、フロントフレーム11がリアフレーム12に対して右側へ回転角 θ_1 の方向に向けて維持される。

次に、図8Dの状態から図8Eに示すように、オペレータがジョイスティックレバー24を右側位置から中央位置に向けて戻すと、第1アーム部材91が左回転（矢印H参照）し、第1ロッド部材93が前方に移動する（矢印I参照）。これによって、第2アーム部材92aおよび第3アーム部材92bが左回転（矢印J参照）し、第2ロッド部材94が後方に移動し、スリーブ50に対してスプール51も後方に移動する（矢印K参照）。

[0065] すると、パイロット弁42においてスプール51がスリーブ50に対して左パイロット位置 L_p 側に移動し、第1パイロットポートP7にパイロット圧が供給される。これにより、ステアリング弁32の弁体33が左ステアリング位置 L_s に移動し、ステアリングシリンダ21の収縮ポート21bおよびステアリングシリンダ22の伸長ポート22aに油が供給されるとともに、ステアリングシリンダ21の伸長ポート21aおよびステアリングシリンダ22の収縮ポート22bから油が排出される。これによりステアリング角 θ_s が回転角 θ_1 から徐々に減少する。

[0066] ここで、第3アーム部材92bおよび第2アーム部材92aはリアフレー

ム12に固定されているため、フロントフレーム11とともに回転しないので、フロントフレーム11の回転に伴い、第2ロッド部材94に押されて、スプール51は前方へとスリーブ50内を移動する。このようにステアリング角 θ_s の変化によってスプール51は前方に向かって移動する。

[0067] オペレータがジョイスティックレバー24を中央位置で停止させると、ステアリング角 θ_s も回転角 θ_1 から徐々に減少していき、ステアリング角 θ_s がゼロになると、図8Aに示すように、スプール51はスリーブ50に対して中立位置 N_p に配置される。この場合、ステアリング弁32の第1パイロット室34と第2パイロット室35のパイロット圧は同じであり、ステアリング弁32も中立位置 N_s となっている。このため、左右のステアリングシリンダ21、22への油の供給または排出が行われておらず、ステアリング角 θ_s もゼロに戻って維持される。これによって、フロントフレーム11はリアフレーム12に対して前後方向に沿った向きに戻される。

なお、ジョイスティックレバー24を左側に回転させた場合は、上記と同様であるため省略する。

[0068] (2-2. 力付与部の制御)

次に、上述したようなジョイスティックレバー24の操作が行われた際の力付与部27の制御について説明する。

[0069] 本実施の形態のホイールローダ1は、制御部28に記憶されているアシスト情報に基づいて、検出されたトルク等に基づいて補助力または反力を付与するよう電動モータ111を制御する。

上述したようにジョイスティックレバー24による操作が行われるが、制御部28は、トルクセンサ103による検出信号に基づいてジョイスティックレバー24の操作に対して補助力または反力を付与するよう電動モータ111を制御する。

[0070] 図9は、トルクセンサ103によって検出されたトルクに対して付与するアシストトルク（アシストトルク情報）を示す図である。図9に示すアシストトルク情報は、制御部28の記憶装置に記憶されている。

図9に示すグラフでは、正のレバー入力トルクが右方向側へのジョイスティックレバー24の回転によって生じるトルクを示し、負のレバー入力トルクが左方向側へのジョイスティックレバー24の回転によって生じるトルクを示す。また、正のアシストトルクが力付与部27によって右回転に力が加えられる場合を示し、負のアシストトルクが力付与部27によって左回転に力が加えられる場合を示す。

[0071] すなわち、図9の線L1では、ジョイスティックレバー24を右側に操作した場合に、トルク入力軸部84bに右回転方向に力が付与されることを示し、線L2では、ジョイスティックレバー24を左側に操作した場合に、トルク入力軸部84bに左回転方向に力が付与されることを示す。また、トルクセンサ103によって検出されるトルクの絶対値が大きい程、付加されるアシスト力も大きくなるようアシストトルクが設定されている。

[0072] また、図9には、横軸に対して線L2と対称な点線L2'が示されている、点線L2'と線L1を比較するとわかるように、ジョイスティックレバー24を右方向側に操作するときと左方向側に操作するときは、左右対称にアシスト力が付与される。すなわち、ジョイスティックレバー24の左右への操作においてレバー入力トルクの絶対値が等しいときは、同じ大きさのアシスト力が付与される。

[0073] オペレータがジョイスティックレバー24を操作してトルク入力軸部84bにトルクが生じると、制御部28は、そのトルクから図9に示すアシストトルク情報に基づいてアシスト力を求め、その補助力を付与するように電動モータ111を制御する。

これにより、ジョイスティックレバー24を操作する際のレバー反力を小さく出来、軽い力で操作することが出来る。

[0074] (実施の形態2)

次に、本発明に係る実施の形態2におけるホイールローダ1について説明する。本実施の形態2のホイールローダ1では、実施の形態1と異なり、パイロット弁としてスプール弁の代わりにロータリー弁を用いている。また、

本実施の形態2では、パイロット弁は、アーティキュレート中心Aに配置されている。本実施の形態2では、実施の形態1との相違点について主に説明する。また、本実施の形態2において実施の形態1と同様の構成について同じ符号を付して、説明を省略する。

[0075] <1. 構成>

(1-1. パイロット弁)

図10は、本実施の形態2のステアリング操作装置208の構成を示す油圧回路図である。本実施の形態のステアリング操作装置208では、実施の形態1と異なり、ロータリー弁であるパイロット弁242が設けられている。

図11は、パイロット弁242の断面構成図である。

パイロット弁242は、弁体部60と、操作入力軸61と、フィードバック入力軸62と、ハウジング63と、第1スプリング64と、第2スプリング65と、フィードバック部66と、を主に有する。

[0076] (操作入力軸)

操作入力軸61は、その中心軸O周りに回転可能に設けられており、ハウジング63に挿入されている。操作入力軸61は、後述するジョイスティックレバー24と連結部25を介して連結されている。操作入力軸61は、ジョイスティックレバー24の左右への回転角 θ_{in} と同じ回転角で回転する。

[0077] (フィードバック入力軸)

フィードバック入力軸62は、操作入力軸61と同軸上に配置されており、中心軸O周りに回転可能に設けられている。フィードバック入力軸62は、操作入力軸61と対向するようにハウジング63に挿入されている。フィードバック入力軸62は、後述するフィードバックリンク機構26を介してフロントフレーム11と連結されており、フロントフレーム11のリアフレーム12に対するステアリング角 θ_s と同じ回転角で回転する。

[0078] (ハウジング)

ハウジング63には、略円筒状の空間が形成されており、上述したように操作入力軸61およびフィードバック入力軸62が挿入されている。ハウジング63には、弁体部60およびフィードバック部66が収納されており、パイロットポンプポートP5、パイロットドレンポートP6、第1パイロットポートP7、および第2パイロットポートP8が形成されている。

[0079] (弁体部)

弁体部60は、操作スプール71と、操作スリーブ72とを有し、操作スプール71が操作スリーブ72に対して回転することにより、中立位置Np、左パイロット位置Lp、および右パイロット位置Rpをとる。

操作スプール71は、略円筒状であって操作入力軸61と同軸上に配置されており、操作入力軸61と接続されている。ジョイスティックレバー24は、連結部25およびリンク機構290を介して操作入力軸61と繋がっており、オペレータがジョイスティックレバー24を回転角 θ_{in} 右側に操作すると、操作入力軸61および操作スプール71も中心軸Oを中心に回転角 θ_{in} 右回転する。また、操作スプール71の操作入力軸61寄りには、中心軸Oを挟むように対向する2か所の位置に周方向に沿ってスリット71a、71bが形成されている。

[0080] 操作スリーブ72は略円筒状であって、操作スプール71の外側であってハウジング63の内側に、操作スプール71およびハウジング63に対して回転可能に配置されている。

なお、本明細書において右回転および左回転とは、上方から見た場合の回転方向を示す。

[0081] (第1スプリング)

第1スプリング64は、互いに回転可能な操作スプール71と操作スリーブ72の間に挿入されており、互いの回転角の差に応じた反力を発生させる。

図12(a)は、中心軸Oに対して垂直なAA'間の矢示断面図である。図12(a)に示すように、操作スプール71には、方形状の孔71c、7

1 d が、直径方向の対向壁のそれぞれに設けられている。また、操作スリーブ 7 2 の操作入力軸 6 1 側の端には、直径方向の対向壁のそれぞれに矩形状の溝 7 2 c、7 2 d が形成されている。第 1 スプリング 6 4 は、複数枚の凸形状の板バネを重ね合わせた 2 組の板バネ部 6 4 a から形成される。2 組の板バネ部 6 4 a は、図 1 2 (a) において X 型になるように、凸同士を対向させるように配置されている。2 組の板バネ部 6 4 a は、操作スプール 7 1 の孔 7 1 c、7 1 d を貫通して、両端が操作スリーブ 7 2 の溝 7 2 c、7 2 d に貫入されている。このように第 1 スプリング 6 4 によって操作スプール 7 1 と操作スリーブ 7 2 は連結されている。

[0082] 図 1 2 (a) のように、孔 7 1 c と溝 7 2 c の周方向の位置が略一致し、孔 7 1 d と溝 7 2 d の周方向の位置が略一致した状態が、弁体部 6 0 が中立位置 N_p に位置した状態である。

また、ジョイスティックレバー 2 4 を操作することによって、図 1 2 (b) に示すように操作スプール 7 1 が操作スリーブ 7 2 に対して回転し、操作スプール 7 1 は操作スリーブ 7 2 に対して左パイロット位置 L_p または右パイロット位置 R_p に移動する。ジョイスティックレバー 2 4 を右側に回転操作すると、操作スプール 7 1 は操作スリーブ 7 2 に対して右側に回転し右パイロット位置 R_p に移動する。また、ジョイスティックレバー 2 4 を左側に回転操作すると、操作スプール 7 1 は操作スリーブ 7 2 に対して左側に回転し左パイロット位置 L_p に移動する。

なお、この移動の際には、オペレータは第 1 スプリング 6 4 のバネ力に逆らってジョイスティックレバー 2 4 を移動させるため、ジョイスティックレバー 2 4 にはレバー反力が生じる。いいかえると、第 1 スプリング 6 4 は、操作スリーブ 7 2 に対して中立位置 N_p に位置するように操作スプール 7 1 を付勢する。

[0083] (フィードバック部)

一方、フィードバック部 6 6 は、リアフレーム 1 2 に対するフロントフレーム 1 1 のステアリング角 θ_s を弁体部 6 0 にフィードバックする。フィー

ドバック部66は、フィードバックスプール73と、フィードバックスリーブ74と、ドライブシャフト75と、第1センタピン76と、規制部78と、を主に有する。

[0084] ドライブシャフト75は、操作入力軸61とフィードバック入力軸62の間であって、操作入力軸61とフィードバック入力軸62と同軸上（中心軸O）に配置されている。ドライブシャフト75は、操作スプール71の内側に配置されている。ドライブシャフト75の操作入力軸61側の端には、第1センタピン76が中心軸Oに対して垂直に配置されている。第1センタピン76の両端は、スリット71a、71bを通過して操作スリーブ72に固定されている。詳しくは後述するが、第1センタピン76とスリット71a、71bによって操作スプール71の操作スリーブ72に対する回転角は所定範囲内の角度に規制される。また、第1センタピン76が操作スリーブ72とドライブシャフト75に固定されているため、ドライブシャフト75が回転するとドライブシャフト75と一体化された操作スリーブ72も回転する。

[0085] フィードバックスプール73は、略円筒状であってフィードバック入力軸62と同軸上に配置されており、フィードバック入力軸62と接続されている。フィードバックスプール73のフィードバック入力軸62寄りには、中心軸Oを挟むように対向する2か所の位置に周方向に沿ってスリット73a、73bが形成されている。フィードバックスプール73の内側には、ドライブシャフト75が配置されている。フィードバック入力軸62は、後述するフィードバックリンク機構26を介してフロントフレーム11に連結されており、フロントフレーム11がリアフレーム12に対してステアリング角 θ_s 右側に回転すると、フィードバック入力軸62およびフィードバックスプール73もステアリング角 θ_s と同じ回転角 θ_s 右側に回転する。

[0086] フィードバックスリーブ74は略円筒形状であって、フィードバックスプール73の外側であってハウジング63の内側に、フィードバックスプール73およびハウジング63に対して回転可能に配置されている。

規制部 78 は、フィードバックスリーブ 74 のフィードバックスプール 73 に対する回転を所定範囲内の角度に規制する。規制部 78 は、第 2 センタピン 77 と、スリット 73 a、73 b の周方向の両端の壁部 73 a e、73 b e（後述する図 7 参照）によって構成される。

[0087] 第 2 センタピン 77 は、ドライブシャフト 75 のフィードバック入力軸 62 側の端に、中心軸 O に対して垂直に配置されている。第 2 センタピン 77 の両端は、スリット 73 a、73 b を通過してフィードバックスリーブ 74 に固定されている。第 2 センタピン 77 とスリット 73 a、73 b によってフィードバックスリーブ 74 のフィードバックスプール 73 に対する回転は所定範囲内の角度に規制される。また、第 2 センタピン 77 がフィードバックスリーブ 74 とドライブシャフト 75 に固定されているため、フィードバックスリーブ 74 が回転すると、フィードバックスリーブ 74 と一体化されたドライブシャフト 75 も回転する。このドライブシャフト 75 の回転により、第 1 センタピン 76 によってドライブシャフト 75 と固定されている操作スリーブ 72 が回転する。

[0088] （第 2 スプリング）

第 2 スプリング 65 は、互いに回転可能なフィードバックスプール 73 とフィードバックスリーブ 74 の間に挿入されており、互いの回転差に応じた反力を発生させる。図 12（c）は、図 11 の BB' 間の矢示断面図である。

図 12（c）に示すように、フィードバックスプール 73 には、方形状の孔 73 c、73 d が、直径方向の対向壁のそれぞれに設けられている。

[0089] また、フィードバックスリーブ 74 のフィードバック入力軸 62 側の端には、直径方向の対向壁のそれぞれに矩形状の溝 74 c、74 d が形成されている。第 2 スプリング 65 は、複数枚の凸形状の板バネを重ね合わせた 2 組の板バネ部 65 a から形成される。2 組の板バネ部 65 a は、図 12（c）において X 型になるように、凸同士を対向させるように配置されている。2 組の板バネ部 65 a は、フィードバックスプール 73 の孔 73 c、73 d を

貫通して、両端がフィードバックスリーブ74の溝74c、74dに貫入されている。このように、フィードバックスプール73とフィードバックスリーブ74は第2スプリング65によって連結されている。この図12(c)の状態では、孔73cと溝74cが周方向において一致し、孔73dと溝74dが周方向において一致している。このようにフィードバックスプール73の孔73c、73dの周方向の位置に、溝74c、74dの周方向の位置が合うようにフィードバックスリーブ74は第2スプリング65によって付勢されている。

[0090] なお、第1スプリング64は操作スプール71が操作スリーブ72に対して規制されるまで撓むが、規制されるまでの第1スプリング64に生じる反力以上の力を加えることによって撓み始めるように第2スプリング65は設定されている。

詳しくは図14を用いて後述するが、操作スプール71が操作スリーブ72に対して規制される角度まで回転し、更に、ジョイスティックレバー24を操作した場合に、図12(d)に示すように、第2スプリング65が撓んでフィードバックスリーブ74はフィードバックスプール73に対して回転する。尚、図12(d)は、図11のBB'間の矢示断面図であり、下方から視ているため、図12(b)と比較して回転方向の矢印が逆向きになっている。

[0091] すなわち、操作スプール71が操作スリーブ72に対して規制される角度以上にジョイスティックレバー24を操作させる場合には、オペレータは、第2スプリング65の付勢力に逆らってジョイスティックレバー24を操作する必要がある。

上記フィードバック部66の構成によって、ステアリング角の変化に応じてフィードバック入力軸62が回転するとフィードバックスプール73が回転し、フィードバックスプール73と第2スプリング65を介して連結しているフィードバックスリーブ74も回転する。そして、フィードバックスリーブ74と、第2センタピン77、ドライブシャフト75および第1センタ

ピン76を介して固定されている操作スリーブ72が回転し、操作スプール71と操作スリーブ72の回転角の差に変化が生じパイロット圧が変更される。

[0092] すなわち、パイロット弁242では、操作入力軸61の回転角 θ_{in} とフィードバック入力軸62の回転角 f_b （ステアリング角 θ_s と一致する）との差 α に応じて、操作スリーブ72に対する操作スプール71の位置が、中立位置 N_p 、左パイロット位置 L_p または右パイロット位置 R_p に移動する。回転角の差 α がゼロの場合は、操作スプール71は操作スリーブ72に対して中立位置 N_p に位置する。また、操作スプール71は操作スリーブ72に対して左パイロット位置 L_p または右パイロット位置 R_p に位置する場合には、パイロット弁42は、回転角の差 α に応じてパイロット油圧源43からの油が通過する開口面積を変化させる。これにより、回転角の差 α に応じてパイロット弁42からステアリング弁32に送られるパイロット圧が調整される。

[0093] なお、操作入力軸61には、例えばロータリセンサによって構成された第1回転角検出部101が設けられている。第1回転角検出部101は、操作入力軸61の回転角 θ_{in} を検出する。フィードバック入力軸62には、例えばロータリセンサによって構成された第2回転角検出部102が設けられている。また、第2回転角検出部102は、フィードバック入力軸62の回転角 θ_{fb} （ $=\theta_s$ ）を検出する。第1回転角検出部101および第2回転角検出部102によって検出された回転角 θ_{in} 、 θ_{fb} は、検出信号として制御部28に送られる。

上述したように、ステアリング角検出部104によって、連結軸部13においてもステアリング角 θ_s の検出を行っているが、フィードバック入力軸62の回転角 θ_{fb} は、ステアリング角 θ_s と一致するため、ステアリング角検出部104が設けられていなくてもよい。

[0094] （1-2. パイロット弁の配置）

図13はパイロット弁242の配置を示すための側面模式図である。図1

3に示すように、パイロット弁242は、連結軸部13の上側であってアーティキュレート中心A上に配置されている。パイロット弁242は、その中心軸Oがアーティキュレート中心Aと一致するように配置されている。

[0095] リアフレーム12にブラケット268が固定されており、ブラケット268は、リアフレーム12からアーティキュレート中心Aまで伸びている。パイロット弁242のハウジング63がブラケット268に固定されている。

本実施の形態2では、図13に示すように、リンク機構90に代えてリンク機構290が設けられている。リンク機構290は、第1アーム部材91と第1ロッド部材93を有しているが、実施の形態1のリンク機構90と異なり、回転部材92と第2ロッド部材94を有していない。またリンク機構290は、操作入力軸61に固定されている入力レバー部材291を有している。入力レバー部材291は、操作入力軸61から水平方向に突出するように設けられている。入力レバー部材291の先端と、第1ロッド部材93が、互いに回転可能に連結されている。

[0096] フィードバック入力軸62の下端は、フィードバックリンク機構26によってフロントフレーム11と連結されている。フィードバック入力軸62は、フロントフレーム11のリアフレーム12に対するステアリング角 θ_s と同じ回転角で回転する。

フィードバックリンク機構26は、フォローアップレバー96と、フォローアップリンク97と、ブラケット98とを有する、

フォローアップリンク97は、パイロット弁242のフィードバック入力軸62に固定されている。ブラケット98は、フロントフレーム11に固定されている。フォローアップリンク97は、フォローアップレバー96とブラケット98とを連結している。

[0097] このフィードバックリンク機構26によって、リアフレーム12に固定されているパイロット弁242とフロントフレーム11がリンクされている。

フィードバックリンク機構26によってリアフレーム12に対するフロントフレーム11のステアリング角 θ_s と、フィードバック入力軸62の回転

角 θ_{fb} は、同じ角度となる。

[0098] すなわち、フロントフレーム 11 がリアフレーム 12 に対して連結軸部 13 を中心にしてステアリング角 θ_s 右側に回転した場合には、フィードバックリンク機構 26 を介してフィードバック入力軸 62 も回転角 θ_s 右回転し、ステアリング角 θ_s 左側に回転した場合には、フィードバックリンク機構 26 を介してフィードバック入力軸 62 も回転角 θ_s 左回転する。

[0099] (1-3. レバー反力)

次に、ジョイスティックレバー 24 を操作する際に第 1 スプリング 64 および第 2 スプリング 65 によって生じるレバー反力について説明する。

図 14 (a) は、パイロット弁 42 を模式的に示した図である。図 14 (b) は、車体レバー偏差角度とレバー反力の関係を示す図である。なお、車体レバー偏差角度 α は、ジョイスティックレバー 24 の回転角 θ_{in} と、フロントフレーム 11 のリアフレーム 12 に対するステアリング角 θ_s ($=\theta_{fb}$) の差 ($\theta_{in}-\theta_{fb}$) である。また、図 14 (c) は、偏差角度 α がゼロのときにおける図 14 (a) の CC' 間、DD' 間、EE' 間および FF' 間の矢示断面図である。図 14 (d) は、偏差角度 α が θ_2 のときにおける図 14 (a) の CC' 間、DD' 間、EE' 間および FF' 間の矢示断面図である。図 14 (e) は、偏差角度 α が θ_3 のときにおける図 14 (a) の CC' 間、DD' 間、EE' 間および FF' 間の矢示断面図である。図 14 (a) に示すように、CC' 間、DD' 間、EE' 間および FF' 間の断面図は、いずれも上方から見た図である。尚、図 14 (b) では、説明を分かり易くするためジョイスティックレバー 24 の遊びは考慮していない。

[0100] オペレータがジョイスティックレバー 24 を中央位置から回転角 θ_{in} で回転操作した場合、操作入力軸 61 も回転角 θ_{in} で回転する。一方、ステアリングシリンダ 21、22 の応答が遅れるため、回転角 θ_{in} に追従してステアリング角 θ_s も徐々に大きくなる。このジョイスティックレバー 24 の回転角 θ_{in} が目標とするステアリング角を示し、ステアリング角 θ_s が

実際の実ステアリング角を示す。ステアリング角 θ_s の変化に対応して、フィードバック入力軸62もステアリング角 θ_s と同じ回転角 θ_s で回転する。そして、フィードバック入力軸62とともにフィードバックスプール73も回転し、その回転によって第2スプリング65を介して連結しているフィードバックスリーブ74も回転する。

[0101] ここで、フィードバックスリーブ74と操作スリーブ72は、第1センタピン76、第2センタピン77およびドライブシャフト75によって一体化されているため、フィードバックスリーブ74の回転によって操作スリーブ72も回転する。

すなわち、操作スプール71の回転角と操作スリーブ72の回転角の間に生じた回転角の差が、偏差角度 α に対応する（図12（b）参照）。

[0102] 第1スプリング64は、操作スプール71を操作スリーブ72に対して中立位置 N_p になるように付勢しているため、偏差角度 α を大きくするためには、第1スプリング64の付勢力に逆らってジョイスティックレバー24を操作する必要がある。

第1スプリング64は、図14（b）に示すバネ特性S1を有している。第1スプリング64のバネ特性S1では、操作入力軸61を回転させるためには初期反力 F_1 （第1スプリング64を撓ませ始めるために必要な力）以上の力でジョイスティックレバー24を操作する必要がある。また、第1スプリング64のバネ特性S1では、偏差角度 α が大きくなるに従ってレバー反力が大きくなる。すなわち、偏差角度 α が大きくなるに従って、ジョイスティックレバー24の操作に必要な力が大きくなる。

[0103] 図14（c）に示すように、偏差角度 α がゼロの中立位置 N_p では、第1センタピン76は、操作スプール71のスリット71a、71bの中央に配置されている。また、第2センタピン77は、フィードバックスプール73のスリット73a、73bの中央に配置されている。

そして、ジョイスティックレバー24を例えば右側に回転操作して偏差角度 α を大きくし、偏差角度 α が角度 θ_2 に達すると、図14（d）に示すよ

うに、第1センタピン76がスリット71aの周方向に形成されている壁部71aeと、スリット71bの周方向に形成されている壁部71beに当接する。このとき、第2センタピン77は、フィードバックスプール73のスリット73a、73bの中央に配置されている。これは、偏差角度 α が角度 $\theta 2$ のときの第1スプリング64による反力をF2とすると、第2スプリング65のバネ特性S2に示すように初期反力（第2スプリング65を撓ませ始めるために必要な力）がF2に設定されているためである。なお、第2スプリング65の初期反力は、F2より大きく設定されていてもよく、F2以上であればよい。

[0104] 更に、オペレータがジョイスティックレバー24を右側に回転操作するためには、第2スプリング65の反力に逆らって操作する必要がある。すなわち、ジョイスティックレバー24を更に右側に回転操作する場合、第1センタピン76が壁部71beと壁部71aeに当接しているため、操作スプール71を回転させようとする操作スリーブ72ごと回転させる必要がある。また、上述したように操作スリーブ72は、フィードバックスリーブ74と一体化されており、フィードバックスプール73はフィードバック入力軸62と接続されている。このため、ジョイスティックレバー24を更に右側に回転操作する場合には、図12(d)に示すように、第2スプリング65の反力に逆らって操作することになる。

[0105] そして、偏差角度 α が $\theta 3$ に達すると、図14(e)に示すように第2センタピン77がスリット73aの周方向に形成されている壁部73aeと、スリット73bの周方向に形成されている壁部73beに当接する。このように、第2センタピン77は、角度 $(\theta 3 - \theta 2)$ 回転可能となっている。すなわち、角度 $\theta 3$ よりも偏差角度 α が大きく出来ないようにパイロット弁42は構成されている。このため、図14(b)に示すように角度 $\theta 3$ でレバー反力が直線的に立ち上がっている。この第2センタピン77の壁部73ae、73beへの当接が勢い良く行われた場合、急減な反動が発生してオペレータの手首に負担が生じる。この角度 $\theta 3$ は、キャッチアップ角とも呼

ばれる。

[0106] なお、図14(b)では、ジョイスティックレバー24を右側に回転操作した場合を例に挙げて説明したが、左側に回転操作した場合も同様である。

なお、偏差角度 α が θ_2 に達するまでは、操作スプール71の回転角と操作スリーブ72の回転角に差が生じるが、角度 θ_2 を越えると操作スプール71と操作スリーブ72の間には回転角に差が生じないため、パイロット弁42の開度は一定である。また、偏差角度 α が角度 $\theta_2 \sim \theta_3$ の間は、パイロット弁42の開度は一定であるが、可変減圧部41を制御し偏差角度に応じてパイロット圧を変化させればよい。

[0107] <2. 動作>

以下に、本実施の形態のホイールローダ1のアーティキュレート動作について説明する。

ジョイスティックレバー24が中央位置にある場合、操作入力軸61は所定の初期位置に位置しており、操作入力軸61による回転角 θ_{in} はゼロである。また、ステアリング角 θ_s もゼロであるため、フィードバック入力軸62も所定の初期位置に位置している。なお、本実施の形態では、ステアリング角 θ_s は、図14(a)に示すように、リアフレーム12に対して前後方向に沿った状態をゼロとして、その状態からの角度を示す。また、回転角 θ_{in} は、図5に示すように、ジョイスティックレバー24の中央位置からの回転角を示す。また、偏差角を求める際には、例えば、右方向への回転をプラスの角度、左方向への回転をマイナスの角度として演算しても良い。

[0108] このとき、操作スプール71は、操作スリーブ72に対して図12(a)に示す中立位置 N_p に位置する。この場合、ステアリング弁32の第1パイロット室34と第2パイロット室35のパイロット圧は同じであり、ステアリング弁32の弁体33も中立位置 N_s となっている。このため、左右のステアリングシリンダ21、22への油の供給または排出が行われておらず、ステアリング角 θ_s はゼロに維持され、フィードバック入力軸62の回転角 θ_{fb} ($=\theta_s$)もゼロに維持される。

[0109] 次に、オペレータがジョイスティックレバー24を図5に示すように中央位置から右側に回転させるために操作力 F_{in} を加える。操作力 F_{in} が第1スプリング64の F_1 を越えると操作入力軸61がジョイスティックレバー24と同様に右方向に回転して操作入力軸61の回転角 θ_{in} が増大する。このとき、左右のステアリングシリンダ21、22の反応の遅れのために、ステアリング角 θ_s はまだゼロの状態であり、フィードバック入力軸62の回転角 θ_{fb} ($=\theta_s$) もゼロである。このため、回転角 θ_{in} とステアリング角 θ_s の偏差角度 ($\alpha=\theta_{in}-\theta_s$) は増大する。

[0110] 上記操作入力軸61の回転とともに操作スプール71が操作スリーブ72に対して右回転する。ここで、操作スリーブ72は、フィードバックスリーブ74と一体化されており、フィードバックスリーブ74は、第2スプリング65によってフィードバックスプール73と連結されている。そして、第2スプリング65の初期反力 F_2 は、図14(b)に示す第1スプリング64のバネ特性 S_1 の反力以上である。そのため、操作スリーブ72は、操作スプール71に連れられて回転せず、操作スプール71は操作スリーブ72に対して右回転する。

[0111] このように、操作スプール71は操作スリーブ72に対して右回転して右パイロット位置 R_p に移動し、第2パイロットポート P_8 にパイロット圧が供給され、第2パイロット室35にパイロット圧が供給される。

これにより、ステアリング弁32の弁体33が右ステアリング位置 R_s に移動し、ステアリングシリンダ21の伸長ポート21aおよびステアリングシリンダ22の収縮ポート22bに油が供給されるとともに、ステアリングシリンダ21の収縮ポート21bおよびステアリングシリンダ22の伸長ポート22aから油が排出される。これによりステアリング角 θ_s が徐々に増大し、フロントフレーム11がリアフレーム12に対して右方向に向けられる(図3のR参照)。このステアリング角 θ_s の変化は、フィードバックリンク機構26によってフィードバック入力軸62へと伝達され、フィードバック入力軸62は回転角 θ_s で回転する。

[0112] オペレータがジョイスティックレバー24を所定の回転角 θ_1 で停止させると、操作入力軸61も回転角 θ_1 で停止する。一方、ステアリング角 θ_s は徐々に増大しているため、フィードバック入力軸62の回転角 θ_s も増大する。フィードバック入力軸62とともにフィードバックスプール73も回転し、フィードバックスプール73と第2スプリング65を介して連結しているフィードバックスリーブ74も回転する。フィードバックスリーブ74は、第1センタピン76、第2センタピン77、およびドライブシャフト75を介して操作スリーブ72と一体化されているため、フィードバックスリーブ74の回転とともに操作スリーブ72も回転する。操作スリーブ72の回転によって操作スリーブ72と操作スプール71の回転角の差（偏差角度 α ）は小さくなる。そして、ステアリング角 θ_s （フィードバック入力軸62の回転角 θ_s ）が回転角 θ_1 （操作入力軸61の回転角 θ_{in} ）に追いつくと、偏差角度 α がゼロになる。このとき、パイロット弁42の操作スプール71は操作スリーブ72に対して中立位置 N_p に位置している。この場合、ステアリング弁32の第1パイロット室34と第2パイロット室35のパイロット圧は同じであり、ステアリング弁32も中立位置 N_s となる。このため、左右のステアリングシリンダ21、22への油の供給または排出が行われておらず、ステアリング角 θ_s は回転角 θ_1 に維持される。

[0113] このように、ジョイスティックレバー24を右側へ回転させ所定の回転角 θ_1 で停止させると、ステアリング角 θ_s も同じ回転角 θ_1 に維持される。これにより、フロントフレーム11がリアフレーム12に対して右側へ回転角 θ_1 の方向に向けて維持される。

次に、オペレータがジョイスティックレバー24を右側位置から中央位置に向けて戻すと、操作入力軸61も同様に回転して操作入力軸61の回転角 θ_{in} が減少する。このとき、左右のステアリングシリンダ21、22の反応の遅れのために、ステアリング角 θ_s はまだ回転角 θ_1 の状態である。このため、回転角の差 α （ $=\theta_{in}-\theta_s$ ）はゼロから減少してマイナスになる。すると、操作スプール71が操作スリーブ72に対して左回転して左パ

イロット位置 L_p に移動し、第1パイロットポート P_7 にパイロット圧が供給される。これにより、ステアリング弁 3_2 の弁体 3_3 が左ステアリング位置 L_s に移動し、ステアリングシリンダ 2_1 の収縮ポート 2_1b およびステアリングシリンダ 2_2 の伸長ポート 2_2a に油が供給されるとともに、ステアリングシリンダ 2_1 の伸長ポート 2_1a およびステアリングシリンダ 2_2 の収縮ポート 2_2b から油が排出される。これによりステアリング角 θ_s が回転角 θ_1 から徐々に減少する。このステアリング角 θ_s の変化は、フィードバックリンク機構 2_6 によってフィードバック入力軸 6_2 へと伝達され、フィードバック入力軸 6_2 はステアリング角 θ_s の変化と同じ回転角の変化で回転する。

[0114] オペレータがジョイスティックレバー 2_4 を中央位置で停止させると、操作入力軸 6_1 も初期位置すなわち回転角 θ_{in} がゼロの位置で停止する。一方、ステアリング角 θ_s も回転角 θ_1 から徐々に減少しているため、回転角の差（偏差角度） α は徐々に小さくなる。そして、ステアリング角 θ_s がゼロになると、フィードバック入力軸 6_2 の回転角 θ_{fb} （ $=\theta_s$ ）もゼロとなり、回転角の差 α はゼロとなる。このとき、操作スプール 7_1 は操作スリーブ 7_2 に対して中立位置 N_p に配置されている。この場合、ステアリング弁 3_2 の第1パイロット室 3_4 と第2パイロット室 3_5 のパイロット圧は同じであり、ステアリング弁 3_2 も中立位置 N_s となっている。このため、左右のステアリングシリンダ 2_1 、 2_2 への油の供給または排出が行われておらず、ステアリング角 θ_s もゼロに戻って維持される。これによって、フロントフレーム 1_1 はリアフレーム 1_2 に対して前後方向に沿った向きに戻される。

[0115] なお、ジョイスティックレバー 2_4 を左側に回転させた場合は、上記と同様であるため省略する。

以上のように、リンク機構 2_90 を設けることによって、パイロット弁 2_42 をアーティキュレート中心 A に配置することができる。

[0116] （実施の形態3）

次に、本発明に係る実施の形態3におけるホイールローダ1について説明する。本実施の形態3のホイールローダ1では、実施の形態2と異なり、パイロット弁242が、フロントフレーム11にマウントブラケットを介して固定されている。本実施の形態3では、実施の形態2との相違点について主に説明する。また、本実施の形態3において実施の形態2と同様の構成について同じ符号を付して、説明を省略する。

<1. 構成>

(1-1. パイロット弁)

図15は、本実施の形態3のステアリング操作装置308の構成を示す油圧回路図である。

図16は、パイロット弁242の断面構成図である。図17は、パイロット弁242の設置を説明するための側面模式図である。

[0117] 図16に示すように、本実施の形態3のパイロット弁242では、フィードバック入力軸62およびハウジング63が、マウントブラケット368に固定されている。マウントブラケット368は、図17に示すように、フロントフレーム11に固定されている。このように、パイロット弁121は、フロントフレーム11に固定されている。

[0118] (1-2. リンク機構390)

本実施の形態のリンク機構390は、実施の形態1のリンク機構90に更に、入力レバー部材391が設けられている。すなわち、リンク機構390は、第1アーム部材91、回転部材92、第1ロッド部材93、第2ロッド部材94、および入力レバー部材391を有している。

入力レバー部材391は、操作入力軸61に固定されている。入力レバー部材391は、操作入力軸61から水平方向に突出するように設けられている。

入力レバー部材391は、第2ロッド部材94の前側の端と互いに回転可能に連結されている。

[0119] <2. 動作>

以下に、本実施の形態のホイールローダ1のアーティキュレート動作について説明する。

図18A～図18Dは、本実施の形態3のホイールローダ1のアーティキュレート動作を示す図である。図18Aに示すように、本実施の形態では、例えば、アーティキュレート中心Aとパイロット弁242の中心軸Oとを結ぶ直線T1に対して、第2ロッド部材94と入力レバー部材291との連結部391aと中心軸Oを結ぶ直線T2が垂直に配置されている状態が中立位置Npとなるように設置されている。

[0120] 図18Aに示す状態から、図18Bに示すように、ジョイスティックレバー24を回転角 θ_{in} 右回転し回転角 θ_{in} で停止すると、第1アーム部材91が右回転（矢印C参照）し、第1ロッド部材93が後方（矢印D参照）に移動し、第2アーム部材92aと第3アーム部材92bが右回転（矢印E参照）に回転する。この回転により、第2ロッド部材94が前方（矢印F方向）に移動して、入力レバー部材391が右方向（矢印L参照）に回転する。これにより、操作入力軸61も回転角 θ_{in} 回転する。

[0121] 操作入力軸61の回転とともに操作スプール71が操作スリーブ72に対して右回転する。ここで、操作スリーブ72は、フィードバックスリーブ74と一体化されており、フィードバックスリーブ74は、第2スプリング65によってフィードバックスプール73と連結されている。そして、第2スプリング65の初期反力F2は、図7（b）に示す第1スプリング64のバネ特性S1の反力以上である。そのため、操作スリーブ72は、操作スプール71に連れられて回転せず、操作スプール71は操作スリーブ72に対して右回転する。

[0122] このように、操作スプール71は操作スリーブ72に対して右回転して右パイロット位置Rpに移動し、第2パイロットポートP8にパイロット圧が供給され、第2パイロット室35にパイロット圧が供給される。

これにより、ステアリング弁32の弁体33が右ステアリング位置Rsに移動し、ステアリングシリンダ21の伸長ポート21aおよびステアリング

シリンダ 2 2 の収縮ポート 2 2 b に油が供給されるとともに、ステアリングシリンダ 2 1 の収縮ポート 2 1 b およびステアリングシリンダ 2 2 の伸長ポート 2 2 a から油が排出される。これによりステアリング角 θ_s が徐々に増大し、フロントフレーム 1 1 がリアフレーム 1 2 に対して右方向に向けられる（図 1 8 C の R 参照）。

[0123] ここで、第 2 アーム部材 9 2 a および第 3 アーム部材 9 2 b はフロントフレーム 1 1 に伴って回転しないため、フロントフレーム 1 1 のリアフレーム 1 2 に対するアーティキュレート動作に伴って、入力レバー部材 2 9 1 は第 2 ロッド部材 9 4 に引っ張られて左回転（矢印 M 参照）する。

そして、ステアリング角 θ_s が、ジョイスティックレバー 2 4 が停止した回転角 θ_1 に一致すると、図 1 8 D に示すように、入力レバー部材 3 9 1 の位置は、直線 T 1 と直線 T 2 が垂直になっている状態となり、パイロット弁 4 2 は中立位置 N p の状態となる。この場合、ステアリング弁 3 2 の第 1 パイロット室 3 4 と第 2 パイロット室 3 5 のパイロット圧は同じであり、ステアリング弁 3 2 も中立位置 N s となる。このため、左右のステアリングシリンダ 2 1、2 2 への油の供給または排出が行われておらず、ステアリング角 θ_s は回転角 θ_1 に維持される。

[0124] このように、ジョイスティックレバー 2 4 を右側へ回転させ所定の回転角 θ_1 で停止させると、ステアリング角 θ_s も同じ回転角 θ_1 に維持される。これにより、フロントフレーム 1 1 がリアフレーム 1 2 に対して右側へ回転角 θ_1 の方向に向けて維持される。

なお、オペレータがジョイスティックレバー 2 4 を左回転（矢印 H 参照）させて右側位置から中央位置に向けて戻すと、図 1 8 E に示すように、第 1 アーム部材 9 1 も左回転（矢印 H 参照）し、第 1 ロッド部材 9 3 は前方（矢印 I 参照）に向かって移動する。すると、第 2 アーム部材 9 2 a および第 3 アーム部材 9 2 b は、アーティキュレート中心 A を中心に左回転（矢印 J 参照）し、第 2 ロッド部材 9 4 が後方（矢印 K 参照）に移動する。これにより、入力レバー部材 2 9 1 も左回転（矢印 M 参照）し、操作入力軸 6 1 も $-\theta$

in回転する。すると、操作スプール71が操作スリーブ72に対して左回転して左パイロット位置Lpに移動し、第1パイロットポートP7にパイロット圧が供給される。これにより、ステアリング弁32の弁体33が左ステアリング位置Lsに移動し、ステアリングシリンダ21の収縮ポート21bおよびステアリングシリンダ22の伸長ポート22aに油が供給されるとともに、ステアリングシリンダ21の伸長ポート21aおよびステアリングシリンダ22の収縮ポート22bから油が排出される。これによりステアリング角 θ_s が回転角 θ_1 から徐々に減少する。

[0125] ここで、第2アーム部材92aおよび第3アーム部材92bはフロントフレーム11に伴って回転しないため、フロントフレーム11のリアフレーム12に対する回転に伴って、入力レバー部材291は第2ロッド部材94によって押されて右回転する。

そして、ステアリング角 θ_s がジョイスティックレバー24の回転角 $-\theta_{in}$ に一致すると、図18Aに示すように、入力レバー部材291の位置は、直線T1と直線T2が垂直になっている状態となり、パイロット弁42は中立位置Npの状態となる。

[0126] (特徴等)

(1)

本実施の形態のホイールローダ1（作業車両の一例）は、フロントフレーム11とリアフレーム12が連結されたアーティキュレート式である。ホイールローダ1は、ステアリングシリンダ21、22（油圧アクチュエータの一例）と、パイロット弁42、242（制御弁の一例）と、ジョイスティックレバー24と、リンク機構90、290、390（第1リンク機構の一例）と、を備える。ステアリングシリンダ21、22は、油圧によって駆動されフロントフレーム11のリアフレーム12に対するステアリング角 θ_s を変更する。パイロット弁42、242は、ステアリングシリンダ21、22に供給される油の流量を制御する。ジョイスティックレバー24は、リアフレーム12上に設けられたキャブ5内に配置されオペレータによって操作さ

れる。リンク機構 90、290、390は、キャブ 5の下側に配置されジョイスティックレバー 24の操作をパイロット弁 42、242に伝達する。

[0127] ここで、ジョイスティックレバー 24の操作をパイロット弁 42、242に伝達するために、キャブ 5の下側にリンク機構 90、290、390が設けられているので、パイロット弁 42、242を運転席 5aの直下近傍に限らず、運転席から離れた位置に配置することが可能となり、ホイールローダ 1の構造に合わせた位置に配置することが出来る。このため、弁の設置場所の自由度をあげることが出来る。

[0128] (2)

本実施の形態のホイールローダ 1（作業車両の一例）では、パイロット弁 42、242は、フロントフレーム 11に配置されている。

これにより、運転席 5aの下方に場積が少ない場合であっても、フロントフレーム 11にパイロット弁 42、242を配置することが出来る。

[0129] (3)

本実施の形態のホイールローダ 1（作業車両の一例）では、ステアリング弁 32を更に備える。ステアリング弁 32は、パイロット弁 42、242から入力されるパイロット圧に基づいてステアリングシリンダ 21、22に供給される油の流量を調整する。パイロット弁 42

242は、パイロット圧を調整することにより、ステアリング弁 32からステアリングシリンダ 21、22に供給される油の流量を制御する。

[0130] これにより、パイロット圧を調整するパイロット弁 42、242の設置場所の自由度をあげることが出来る。

また、上記構成により、オペレータの操作によってパイロット圧を調整し、ステアリング弁 32からステアリングシリンダ 21、22への油の供給量が制御され、フロントフレーム 11のリアフレーム 12に対するステアリング角 θ_s が変更される。

[0131] (4)

本実施の形態のホイールローダ 1（作業車両の一例）では、パイロット弁

42は、フロントフレーム11に配置されている。パイロット弁42は、弁体としてスプール51を有し、スプール51が、その軸方向に沿って移動することにより、油の流量を制御する。

リンク機構90を有することにより、ジョイスティックレバー24の操作をフロントフレーム11まで伝達することができる。このため、ジョイスティックレバー24の操作が伝達されるパイロット弁42としてスプール弁を用いることができる。

[0132] (5)

本実施の形態のホイールローダ1（作業車両の一例）は、力付与部27を更に備える。力付与部27は、駆動源として電動モータ111を有し、ジョイスティックレバー24の操作に対して補助力または反力を付与する。

ここで、ジョイスティックレバーの操作に必要な力は、主にパイロット弁42、242によって決まるが、力付与部27によってジョイスティックレバー24の操作に対して補助力または反力を付与することにより、ホイールローダ1の状態に合わせて操作感を変更できる。

[0133] ジョイスティックレバー24を操作してパイロット弁42、242を操作する際に、ジョイスティックレバー24の操作に対して補助力を付与することによって、オペレータは容易に操作することができる。例えば、パイロット弁42としてスプール弁を用いた場合、リンク機構90も介しているため、ジョイスティックレバー24の操作が重くなることが想定されるが、補助力を付与することによって操作性が向上する。

[0134] なお、例えば、ホイールローダ1を低速で動かす場合には、ジョイスティックレバー24に補助力を付与してジョイスティックレバー24の操作に必要な力を小さくすることによって、操作性を向上することができる。一方、ホイールローダ1の走行速度が低速から高速に変更した場合には、ジョイスティックレバー24に反力を付与しジョイスティックレバー24の操作に必要な力を大きくすることによって、走行安定性を向上することができる。

このように、ホイールローダ1の走行状態に合わせてジョイスティックレ

バーの操作に必要な力を適宜変更することより、オペレータの操作感を改善できる。

[0135] (6)

本実施の形態のホイールローダ1（作業車両の一例）は、連結部25を更に備える。連結部25は、ジョイスティックレバー24とリンク機構90、290、390を連結する。力付与部27は、連結部25に補助力または反力を伝達するウォームギア112（伝達機構の一例）を更に有する。

これにより、ジョイスティックレバー24とパイロット弁42、242を連結する連結部25に力付与部27の力を伝達でき、ジョイスティックレバー24の操作に必要な力を変更できる。

[0136] (7)

本実施の形態のホイールローダ1（作業車両の一例）は、トルクセンサ103と、制御部28と、を更に備える。トルクセンサ103は、ジョイスティックレバー24の操作によって生じるトルクを検出する。制御部28は、トルクセンサ103の検出値に基づいて、電動モータ111を制御する。

これにより、オペレータがジョイスティックレバー24に加えたトルクに応じて力を付与できる。例えば、オペレータがジョイスティックレバー24に加えたトルクが大きいときには、力付与部27によって付与する補助力を大きくし、トルクが小さいときには補助力を小さくするように付与する力の大きさを制御することができる。

[0137] (8)

本実施の形態のホイールローダ1（作業車両の一例）では、リンク機構90、390は、第1アーム部材91（アーム部材の一例）と、回転部材92と、第1ロッド部材93と、第2ロッド部材94とを有する。第1アーム部材91は、ジョイスティックレバー24に連結されジョイスティックレバー24の回転操作とともに回転する。回転部材92は、アーティキュレート中心Aと同軸上に回転可能に配置されている。第1ロッド部材93は、第1アーム部材91と回転部材92とを連結する。第2ロッド部材94は、回転部

材92とパイロット弁42、424を連結する。

このようなリンク機構90、390により、リアフレーム12に設けられているジョイスティックレバー24の操作をフロントフレーム11に配置されているパイロット弁42、424まで伝達することが出来る。

[0138] (9)

本実施の形態のホイールローダ1（作業車両の一例）では、パイロット弁242は、操作入力軸61（第1入力部材の一例）と、フィードバック入力軸62（第2入力部材の一例）と、第1スプリング64（付勢部の一例）および第2スプリング65（付勢部の一例）と、を有する。操作入力軸61は、リンク機構290、390を介してジョイスティックレバー24に連結されジョイスティックレバー24の操作量に応じて変位する。フィードバック入力軸62は、フロントフレーム11に固定されている。第1スプリング64および第2スプリング65は、フィードバック入力軸62に対する操作入力軸61の変位量がゼロである中立位置 N_p になるように操作入力軸61を付勢する。パイロット弁242は、フロントフレーム11またはアーティキュレート中心Aに、操作入力軸61とフィードバック入力軸62が鉛直方向に沿うように配置されている。パイロット弁242は、フィードバック入力軸62に対する操作入力軸61の変位量に応じて、ステアリングシリンダ21、22に供給される油の流量を制御する。ジョイスティックレバー24は、第1スプリング64および第2スプリング65による付勢力に対抗して操作される。

[0139] これにより、運転席5aの下方に場積が少ない場合であっても、いわゆるロータリー弁であるパイロット弁242をフロントフレーム11またはアーティキュレート中心Aに配置することができる。

また、上記構成により、ジョイスティックレバー24を操作した後、ジョイスティックレバー24に追従してステアリング角 θ_s が変更し、ジョイスティックレバー24の操作量 θ_{in} とステアリング角 θ_s が一致するとパイロット弁242は中立位置 N_p となる。

また、このようにパイロット弁242には第1スプリング64および第2スプリング65が設けられており、オペレータは第1スプリング64および第2スプリング65による付勢力に対抗する操作力でジョイスティックレバー24を操作する。この付勢力に対抗する操作に対して補助力または反力を付与することができる。

[0140] (10)

本実施の形態のホイールローダ1（作業車両の一例）は、フィードバックリンク機構26（第2リンク機構の一例）を更に備える。パイロット弁242（制御弁の一例）は、操作入力軸61（第1入力部材の一例）と、フィードバック入力軸62（第2入力部材の一例）と、第1スプリング64（付勢部の一例）および第2スプリング65（付勢部の一例）とを有する。操作入力軸61は、リンク機構290を介してジョイスティックレバー24に連結されジョイスティックレバー24の操作量に応じて変位する。フィードバック入力軸62は、ステアリング角 θ_s に応じて変化する。第1スプリング64および第2スプリング65は、操作入力軸61のフィードバック入力軸62に対する変位量がゼロである中立位置 N_p になるように操作入力軸61を付勢する。フィードバックリンク機構26は、フロントフレーム11とフィードバック入力軸62とを連結し、ステアリング角 θ_s の変化をフィードバック入力軸62に伝達する。パイロット弁242は、アーティキュレート中心Aに、操作入力軸61とフィードバック入力軸62が、鉛直方向に沿うように配置されており、フィードバック入力軸62に対する操作入力軸61の変位量に応じて、ステアリングシリンダ21、22に供給される油の流量を制御する。ジョイスティックレバー24は、第1スプリング64および第2スプリング65による付勢力に対抗して操作される。

[0141] これにより、運転席5aの下方に場積が少ない場合であっても、いわゆるロータリー弁であるパイロット弁242をフロントフレーム11またはアーティキュレート中心Aに配置することができる。

また、上記構成により、ジョイスティックレバー24を操作した後、ジョ

イスティックレバー 24 に追従してステアリング角 θ_s が変更し、ジョイスティックレバー 24 の操作量 θ_{in} とステアリング角 θ_s が一致するとパイロット弁 242 は中立位置 N_p となる。

[0142] また、このようにパイロット弁 242 には第 1 スプリング 64 および第 2 スプリング 65 が設けられており、オペレータは第 1 スプリング 64 および第 2 スプリング 65 による付勢力に対抗する操作力でジョイスティックレバー 24 を操作する。この付勢力に対抗する操作に対して補助力または反力を付与することができる。

[0143] [他の実施の形態]

以上、本開示の一実施の形態について説明したが、本開示は上記実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

(A)

上記実施の形態 3 では、パイロット弁 242 は、フロントフレーム 11 上に配置されているが、アーティキュレート中心 A に配置されていてもよい。図 19 に示す構成では、マウントブラケット 468 は、フロントフレーム 11 に固定されており、フロントフレーム 11 からアーティキュレート中心 A まで伸びている。パイロット弁 242 のハウジング 63 およびフィードバック入力軸 62 は、マウントブラケット 468 に固定されている。

[0144] パイロット弁 242 は、連結軸部 13 の上側であってアーティキュレート中心 A 上に配置されている。パイロット弁 242 は、その中心軸 O がアーティキュレート中心 A と一致するように配置されている。図 19 では、実施の形態 3 のリンク機構 390 に代えて実施の形態 2 のリンク機構 290 が設けられている。

このように、アーティキュレート中心 A 上にパイロット弁 242 を配置することによって、運転席 5a の下方に場積が少ない場合であっても、パイロット弁 242 を配置することが出来る。

[0145] (B)

上記実施の形態1では、パイロット弁42は、その軸方向Vが、車体の前後方向（図中矢印Yにて示す）に一致するようにフロントフレーム11に固定されているが、これに限らなくても良く、車体の前後方向に対して傾斜していてもよい。

また、特に図示していないが、実施の形態1におけるパイロット弁42も実施の形態2と同様にマウントブラケットを介してフロントフレーム11に固定されていてもよいし、フロントフレーム11に直接固定されていてもよい。また、実施の形態2のパイロット弁242も直接フロントフレームに固定されていてもよい。

[0146] (C)

上記実施の形態2では、説明を分かりやすくするため、直線T1と直線T2が垂直な状態のときが中立位置Npとなるようにパイロット弁242は設置されているが、これに限らなくてもよい。

(D)

上記実施の形態では、制御弁の一例であるパイロット弁42から入力されるパイロット圧に応じてステアリング弁32からステアリングシリンダ21、22に供給される油の供給量が制御されるよう構成されていたが、パイロット弁42からの油が直接ステアリングシリンダ21、22に供給される構成であってもよい。

[0147] (E)

上記実施の形態2では、第1スプリング64および第2スプリング65の2つのスプリングが設けられていたが、第2スプリング65が設けられていなくてもよい。この場合、例えば、フィードバックスプール73とフィードバックスリーブ74の間は固定されていればよい。

[0148] (F)

上記実施の形態では、電動モータ111によって力を発生させているが、電動モータに限らず、油圧モータなどであってもよく、要するに付与する力を発生させることができるアクチュエータ等であればよい。

(G)

上記実施の形態では、力付与部 27 とトルクセンサ 103 は、ユニバーサルジョイント部 83 とリンク機構 90 の間の出力軸 84 に設けられているが、ユニバーサルジョイント部 83 とジョイスティックレバー 24 との間のステアリング操作軸 81 に配置されてもよい。

[0149] (H)

上記実施の形態では、ホイールローダ 1 を作業車両の一例として記載しているが、ホイールローダに限らなくてもよく、アーティキュレート式のダンプトラック、モータグレーダ等であってもよく、アーティキュレート式の作業車両であればよい。

産業上の利用可能性

[0150] 本発明の作業車両は、弁の設置場所の自由度をあげることが可能な効果を有し、ホイールローダ等として有用である。

符号の説明

- [0151] 1 : ホイールローダ
2 : 車体フレーム
3 : 作業機
4 : フロントタイヤ
5 : キャブ
5 a : 運転席
5 b : 床面
6 : エンジンルーム
7 : リアタイヤ
8 : ステアリング操作装置
1 1 : フロントフレーム
1 2 : リアフレーム
1 3 : 連結軸部
1 4 : ブーム

- 1 5 : バケツ
- 1 6 : リフトシリンダ
- 1 7 : バケツシリンダ
- 1 8 : ベルクランク
- 2 1 : ステアリングシリンダ
- 2 1 a : 伸長ポート
- 2 1 b : 収縮ポート
- 2 2 : ステアリングシリンダ
- 2 2 a : 伸長ポート
- 2 2 b : 収縮ポート
- 2 3 : ステアリング油圧回路
- 2 4 : ジョイスティックレバー
- 2 5 : 連結部
- 2 6 : フィードバックリンク機構
- 2 7 : 力付与部
- 2 8 : 制御部
- 3 0 : メイン油圧回路
- 3 1 : メイン油圧源
- 3 2 : ステアリング弁
- 3 3 : 弁体
- 3 4 : 第1パイロット室
- 3 5 : 第2パイロット室
- 3 6 : メイン油圧管路
- 3 7 : メインドレイン管路
- 3 8 : 第1ステアリング管路
- 3 9 : 第2ステアリング管路
- 4 0 : パイロット油圧回路
- 4 1 : 可変減圧部

- 4 2 : パイロット弁
- 4 3 : パイロット油圧源
- 4 4 : パイロット油圧管路
- 4 5 : パイロットドレン管路
- 4 6 : 第1パイロット管路
- 4 7 : 第2パイロット管路
- 5 0 : スリーブ
- 5 1 : スプール
- 5 1 a : 連結部材
- 5 2 : 付勢バネ
- 6 0 : 弁体部
- 6 1 : 操作入力軸
- 6 2 : フィードバック入力軸
- 6 3 : ハウジング
- 6 4 : 第1スプリング
- 6 4 a : 板バネ部
- 6 5 : 第2スプリング
- 6 5 a : 板バネ部
- 6 6 : フィードバック部
- 7 1 : 操作スプール
- 7 1 a : スリット
- 7 1 a e : 壁部
- 7 1 b : スリット
- 7 1 b e : 壁部
- 7 1 c : 孔
- 7 1 d : 孔
- 7 2 : 操作スリーブ
- 7 2 c : 溝

- 7 2 d : 溝
- 7 3 : フィードバックスプール
- 7 3 a : スリット
- 7 3 a e : 壁部
- 7 3 b : スリット
- 7 3 b e : 壁部
- 7 3 c : 孔
- 7 3 d : 孔
- 7 4 : フィードバックスリーブ
- 7 4 c : 溝
- 7 4 d : 溝
- 7 5 : ドライブシャフト
- 7 6 : 第1センタピン
- 7 7 : 第2センタピン
- 7 8 : 規制部
- 8 0 : ステアリングボックス
- 8 1 : ステアリング操作軸
- 8 2 : 連結バー
- 8 3 : ユニバーサルジョイント部
- 8 3 a : 中央部
- 8 3 b : ジョイント部
- 8 3 c : ジョイント部
- 8 4 : 出力軸
- 8 4 a : レバー側軸部
- 8 4 b : トルク入力軸部
- 8 4 b 1 : 第1端
- 8 4 b 2 : 第2端
- 8 4 c : リンク側軸部

- 85 : 孔
- 90 : リンク機構
- 91 : 第1アーム部材
- 92 : 回転部材
- 92 a : 第2アーム部材
- 92 b : 第3アーム部材
- 93 : 第1ロッド部材
- 94 : 第2ロッド部材
- 95 : 支持軸
- 96 : フォローアップレバー
- 97 : フォローアップリンク
- 98 : ブラケット
- 101 : 第1回転角検出部
- 102 : 第2回転角検出部
- 103 : トルクセンサ
- 104 : ステアリング角検出部
- 105 : 車速センサ
- 106 : シリンダストロークセンサ
- 107 : シリンダストロークセンサ
- 108 : スプール位置検出センサ
- 111 : 電動モータ
- 112 : ウォームギア
- 112 a : 円筒ウォーム
- 112 b : ウォームホイール
- 131 : フロントブラケット
- 132 : リアブラケット
- 132 a : ブラケット部材
- 133 : センタピン

204	: 駆動回路
208	: ステアリング操作装置
242	: パイロット弁
268	: ブラケット
290	: リンク機構
291	: 入力レバー部材
308	: ステアリング操作装置
368	: マウントブラケット
390	: リンク機構
391	: 入力レバー部材
391 a	: 連結部
468	: マウントブラケット
L p	: 左パイロット位置
L s	: 左ステアリング位置
N p	: 中立位置
N s	: 中立位置
P 1	: メインポンプポート
P 2	: メインドレインポート
P 3	: 第1ステアリングポート
P 4	: 第2ステアリングポート
P 5	: パイロットポンプポート
P 6	: パイロットドレンポート
P 7	: 第1パイロットポート
P 8	: 第2パイロットポート
R p	: 右パイロット位置
R s	: 右ステアリング位置

請求の範囲

- [請求項1] フロントフレームとリアフレームが連結されたアーティキュレート式の作業車両であって、
油圧によって駆動され前記フロントフレームの前記リアフレームに対するステアリング角を変更する油圧アクチュエータと、
前記油圧アクチュエータに供給される油の流量を制御する制御弁と、
、
前記リアフレーム上に設けられたキャブ内に配置され、オペレータによって操作されるジョイスティックレバーと、
前記キャブの下側に配置され、前記ジョイスティックレバーの操作を前記制御弁に伝達する第1リンク機構と、
を備えた、
作業車両。
- [請求項2] 前記制御弁は、前記フロントフレームに配置されている、
請求項1に記載の作業車両。
- [請求項3] 前記制御弁から入力されるパイロット圧に基づいて前記油圧アクチュエータに供給される油の流量を調整するステアリング弁を更に備え、
、
前記制御弁は、前記パイロット圧を調整することにより、前記ステアリング弁から前記油圧アクチュエータに供給される油の流量を制御する、
請求項1に記載の作業車両。
- [請求項4] 前記制御弁は、
前記フロントフレームに配置されており、
軸方向に沿って移動可能なスプールを有し、
前記スプールの移動により、油の流量を制御する、
請求項1に記載の作業車両。
- [請求項5] 駆動源として電動モータを有し、前記ジョイスティックレバーの操

作に対して補助力または反力を付与する力付与部を更に備えた、
請求項 1 に記載の作業車両。

[請求項6] 前記ジョイスティックレバーと前記第 1 リンク機構を連結する連結部を更に備え、

前記力付与部は、前記連結部に補助力または反力を伝達する伝達機構を更に有する、

請求項 5 に記載の作業車両。

[請求項7] 前記ジョイスティックレバーの操作によって生じるトルクを検出するトルクセンサと、

前記トルクセンサの検出値に基づいて、前記電動モータを制御する制御部と、を更に備えた、

請求項 5 に記載の作業車両。

[請求項8] 前記第 1 リンク機構は、

前記ジョイスティックレバーに連結され前記ジョイスティックレバーの回転操作とともに回転するアーム部材と、

アークキュレート中心と同軸上に回転可能に配置された回転部材と、

前記アーム部材と前記回転部材とを連結する第 1 ロッド部材と、

前記回転部材と前記制御弁を連結する第 2 ロッド部材と、を有する、

、

請求項 1 に記載の作業車両。

[請求項9] 前記制御弁は、

前記第 1 リンク機構を介して前記ジョイスティックレバーに連結され前記ジョイスティックレバーの操作量に応じて変位する第 1 入力部材と、

前記フロントフレームに固定された第 2 入力部材と、

前記第 1 入力部材の前記第 2 入力部材に対する変位量がゼロである中立位置になるように前記第 1 入力部材を付勢する付勢部と、を有し

、

前記制御弁は、

前記フロントフレームまたはアーティキュレート中心に、前記第1入力部材と前記第2入力部材が、鉛直方向に沿うように配置されており、

前記第2入力部材に対する前記第1入力部材の変位量に応じて、前記油圧アクチュエータに供給される油の流量を制御し、

前記ジョイスティックレバーは、前記付勢部による付勢力に対抗して操作される、

請求項1に記載の作業車両。

[請求項10]

前記制御弁は、

前記第1リンク機構を介して前記ジョイスティックレバーに連結され前記ジョイスティックレバーの操作量に応じて変位する第1入力部材と、

前記ステアリング角に応じて変化する第2入力部材と、

前記第1入力部材の前記第2入力部材に対する変位量がゼロである中立位置になるように前記第1入力部材を付勢する付勢部と、を有し、

、

前記フロントフレームと前記第2入力部材とを連結し、前記ステアリング角の変化を前記第2入力部材に伝達する第2リンク機構を更に備え、

前記制御弁は、

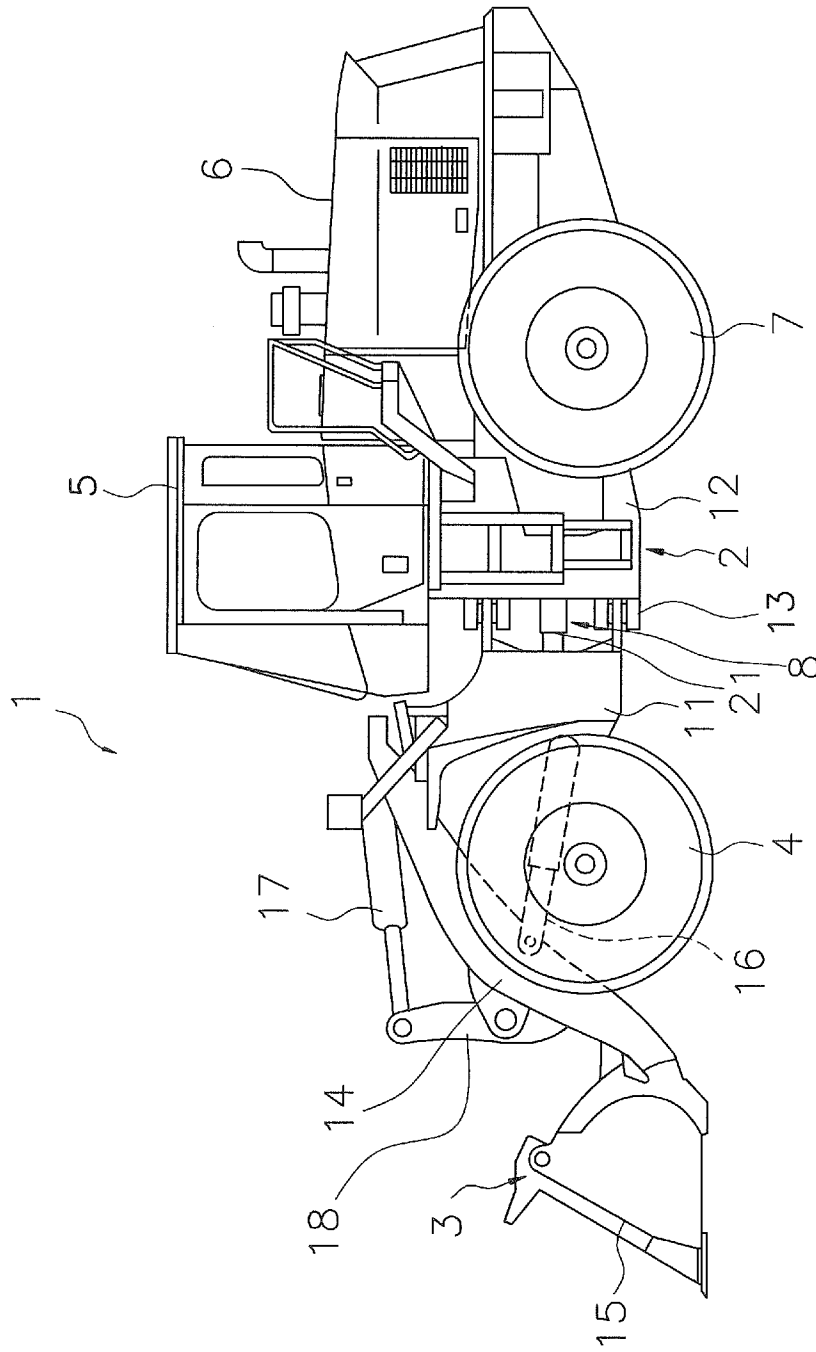
アーティキュレート中心に、前記第1入力部材と前記第2入力部材が、鉛直方向に沿うように配置されており、

前記第2入力部材に対する前記第1入力部材の変位量に応じて、前記油圧アクチュエータに供給される油の流量を制御し、

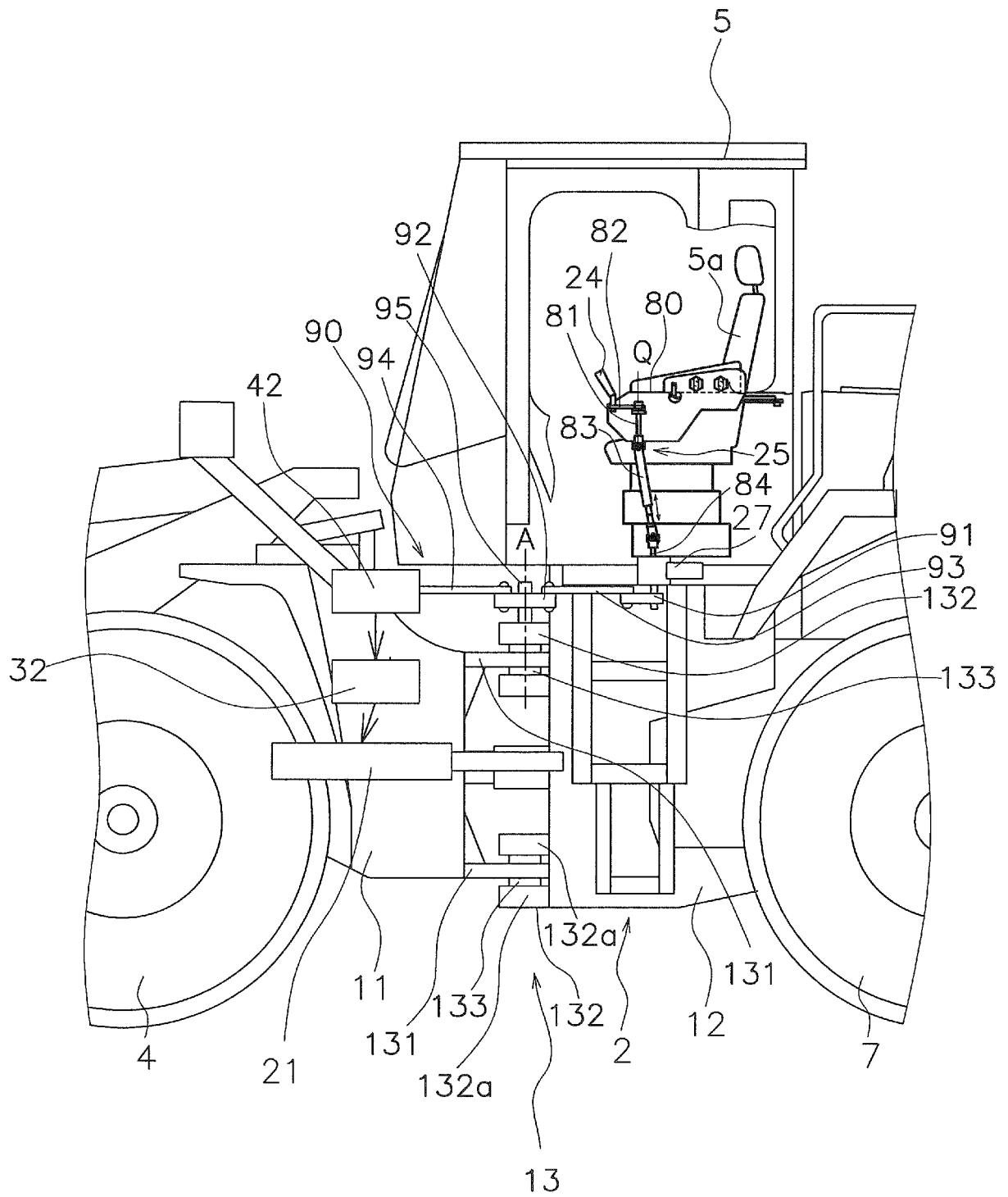
前記ジョイスティックレバーは、前記付勢部による付勢力に対抗して操作される、

請求項 1 に記載の作業車両。

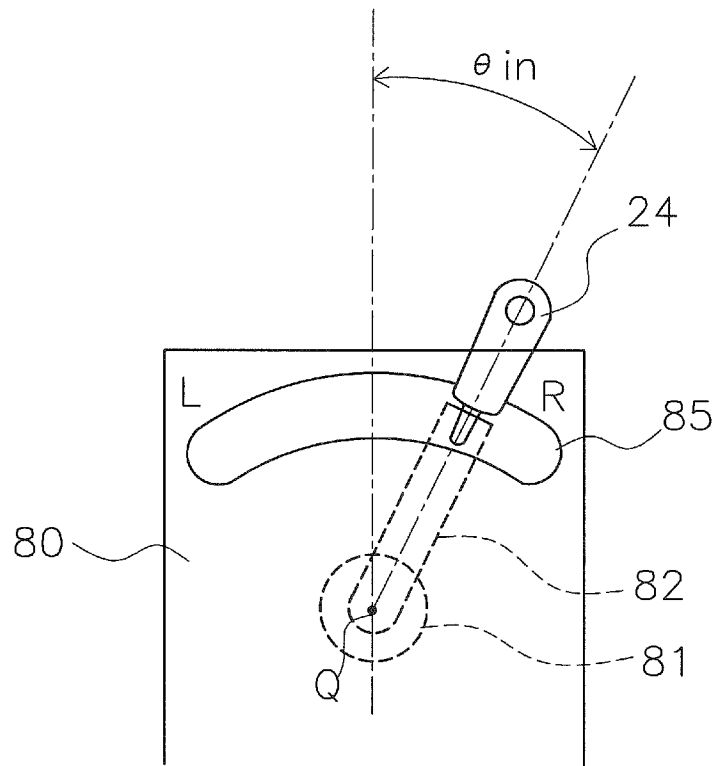
[図1]



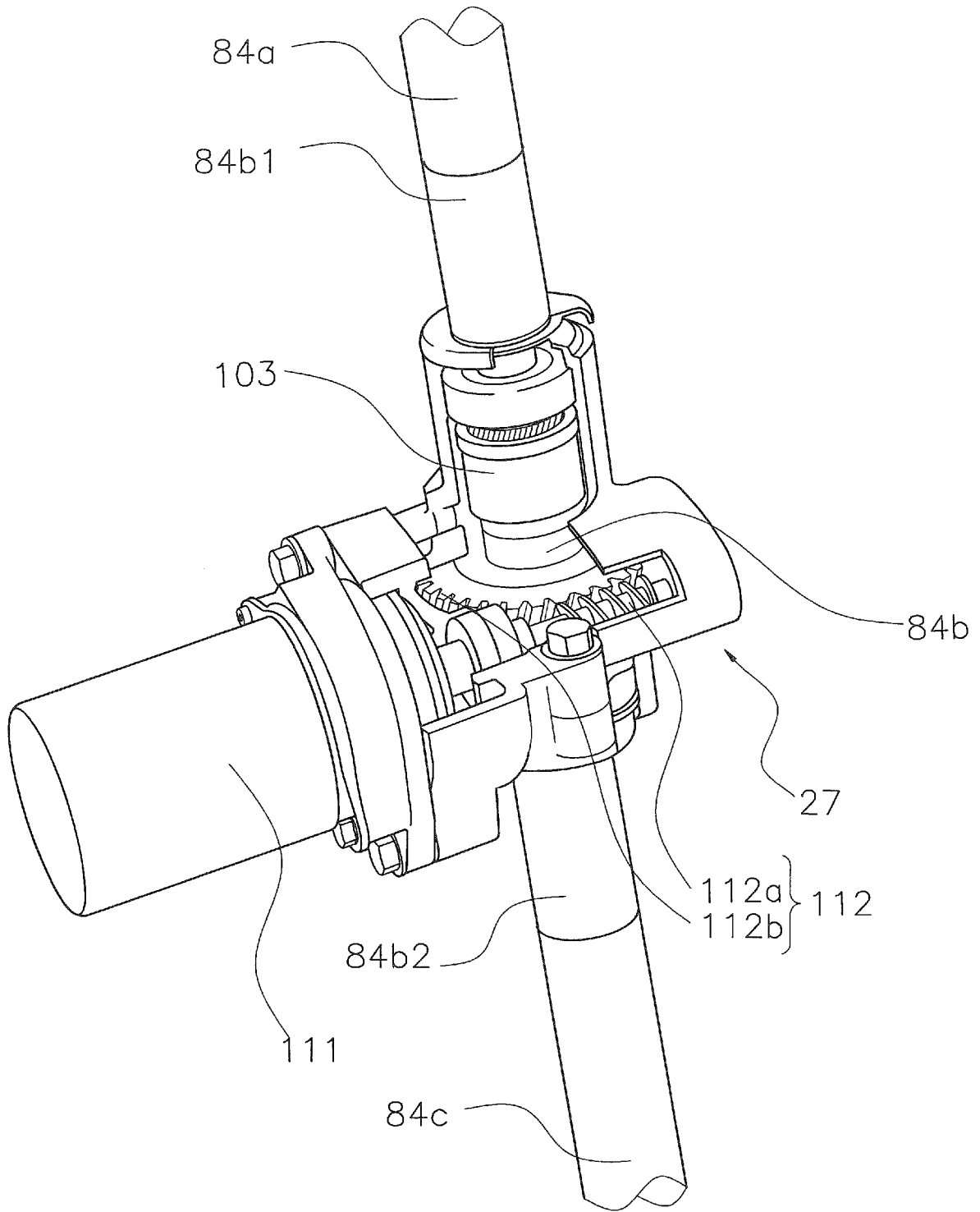
[図2]



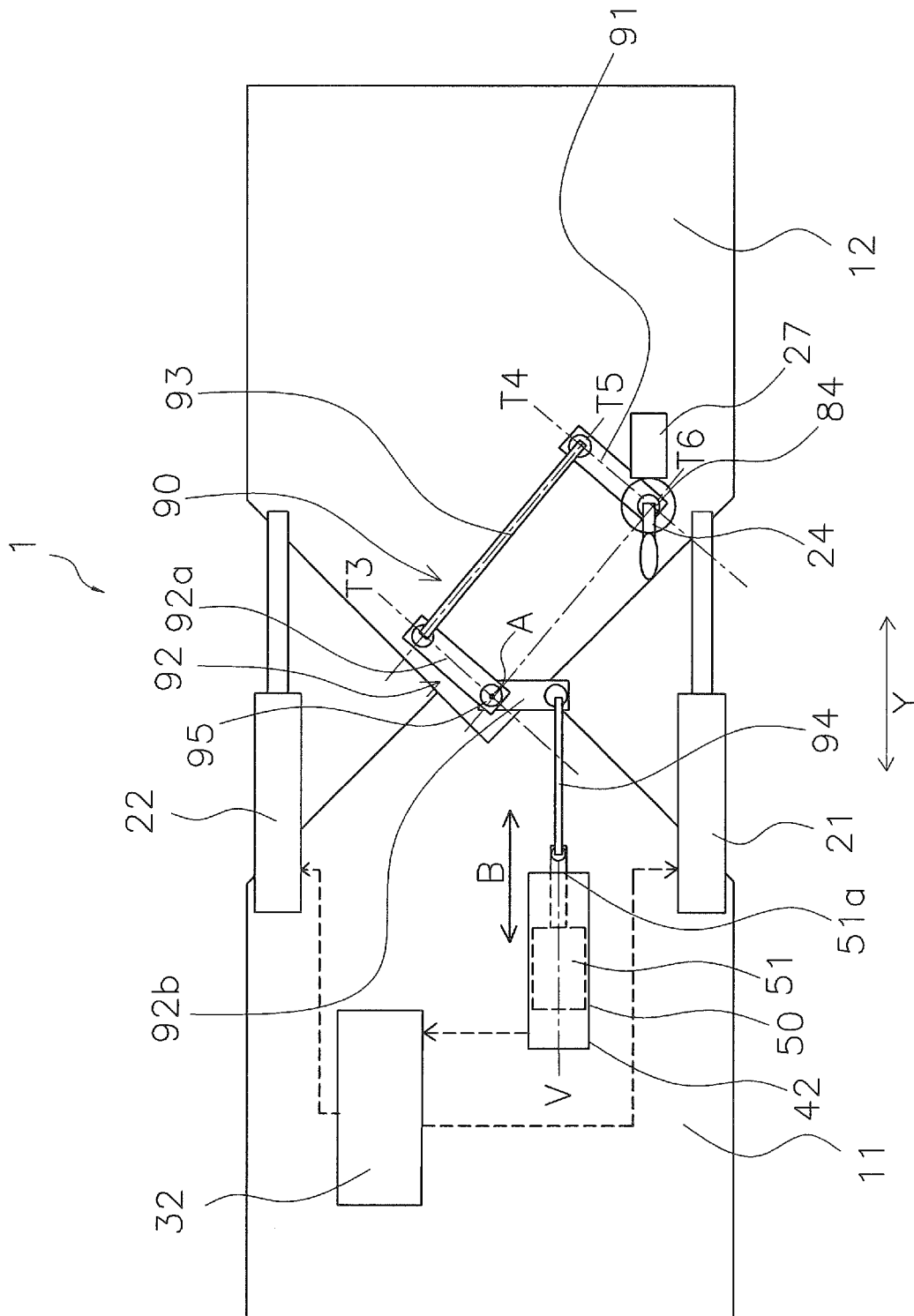
[図5]



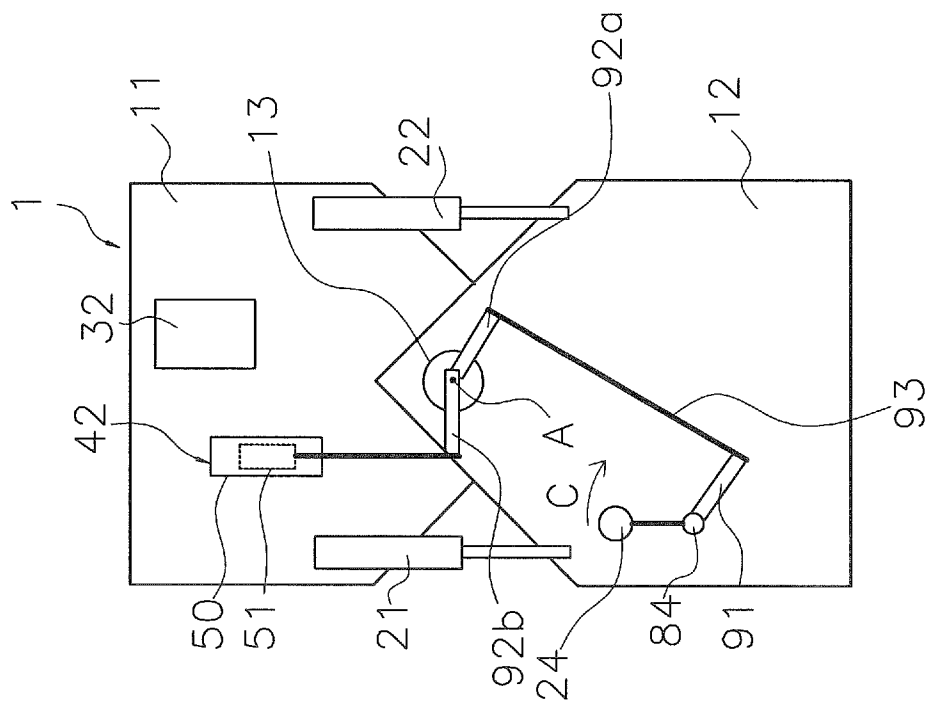
[図6]



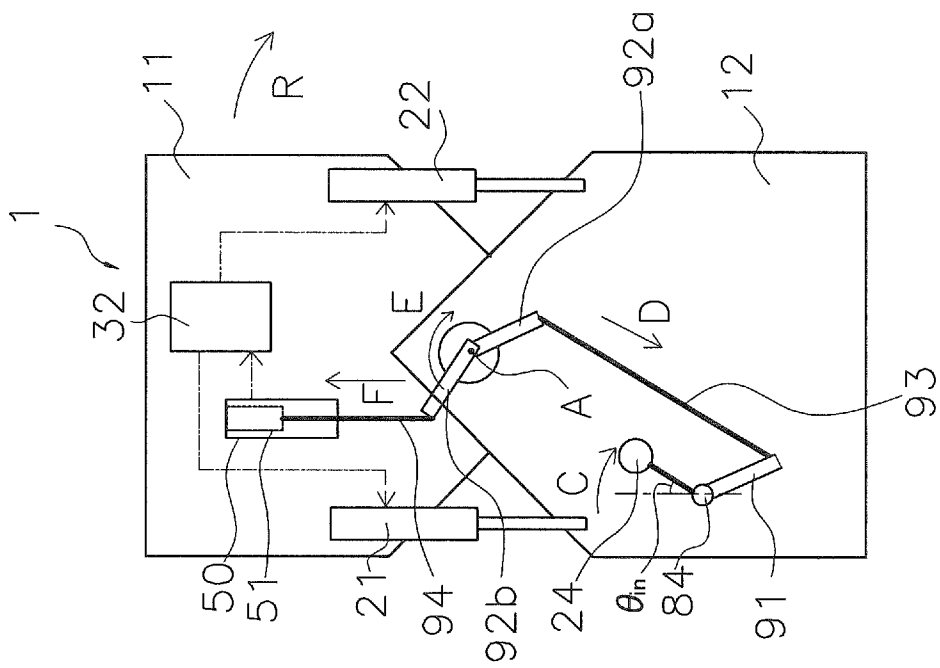
[図7]



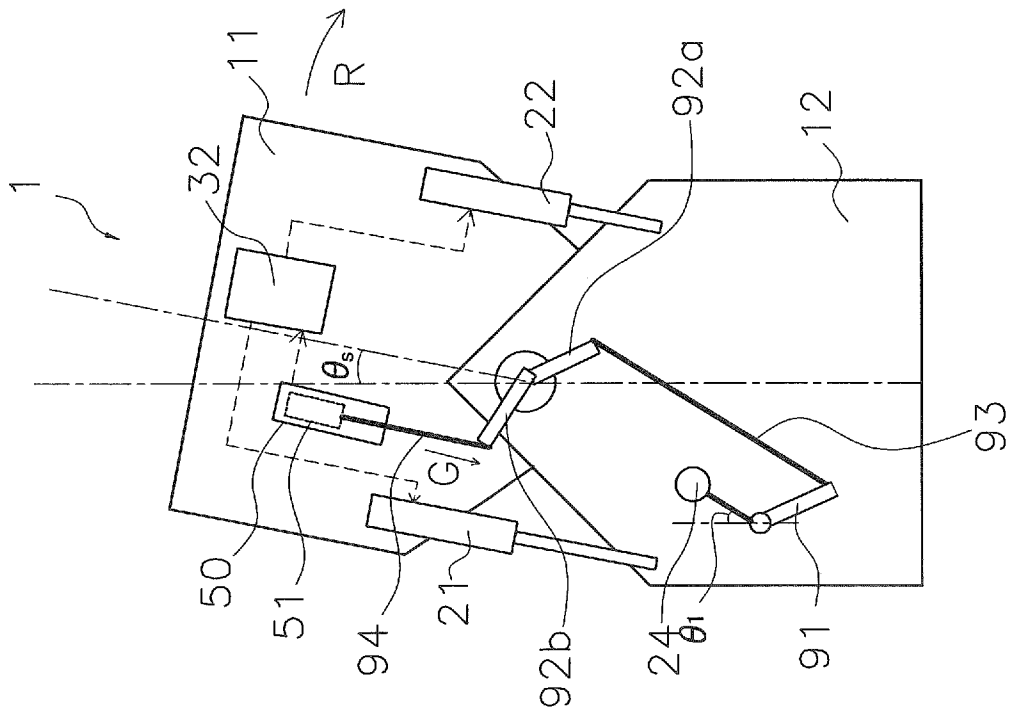
[図8A]



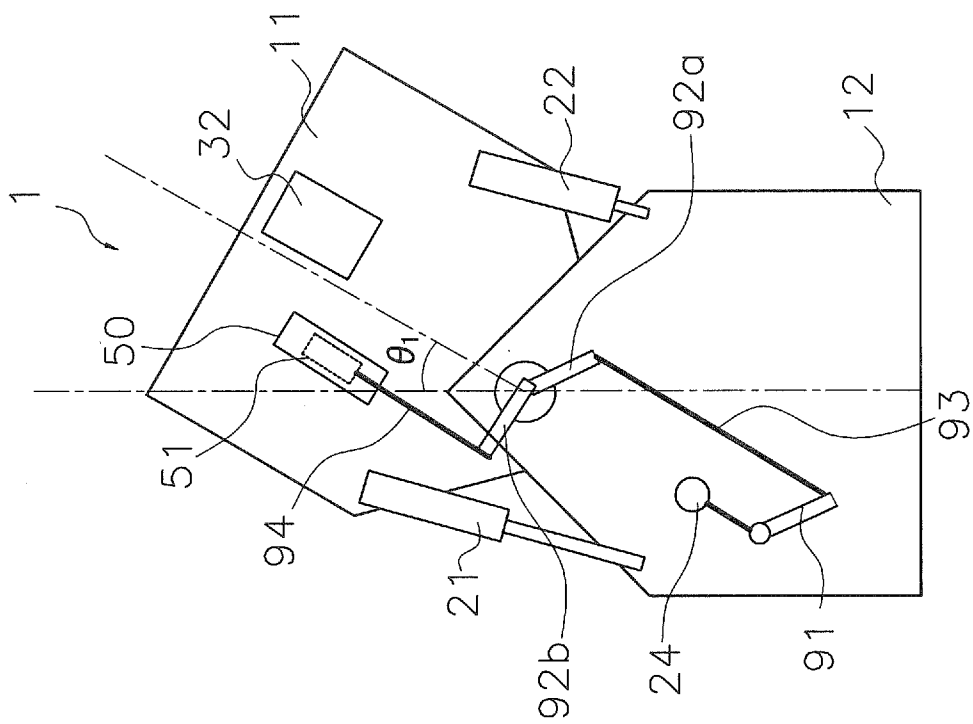
[図8B]



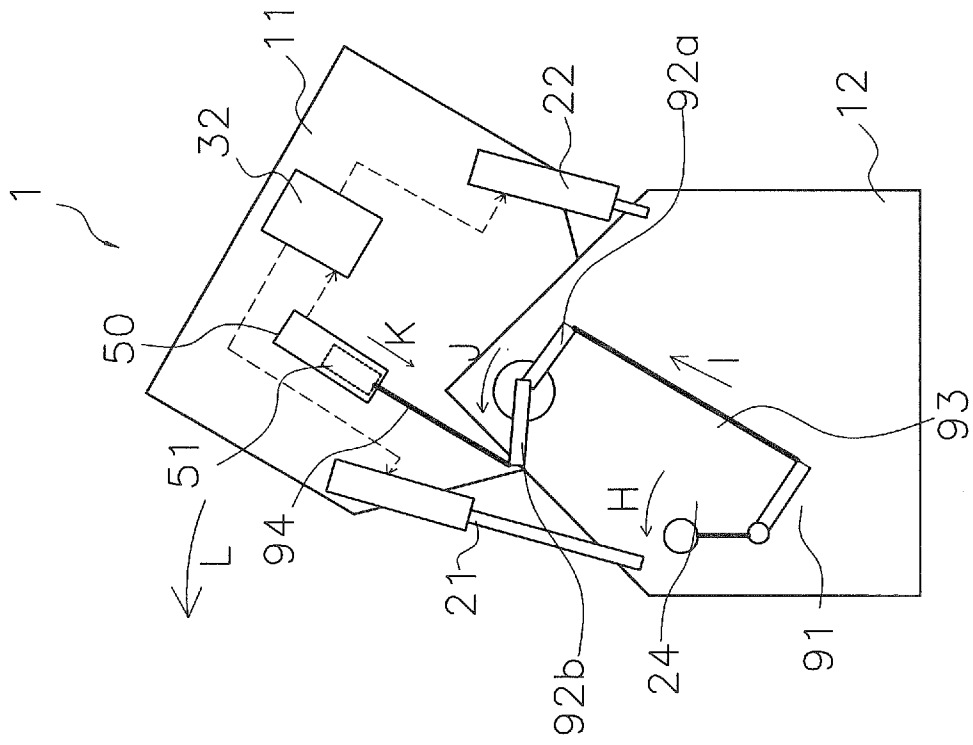
[図8C]



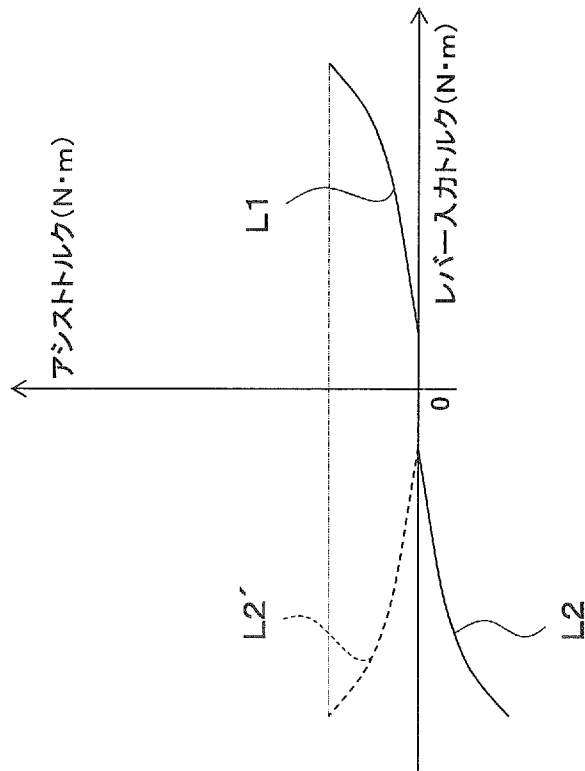
[図8D]



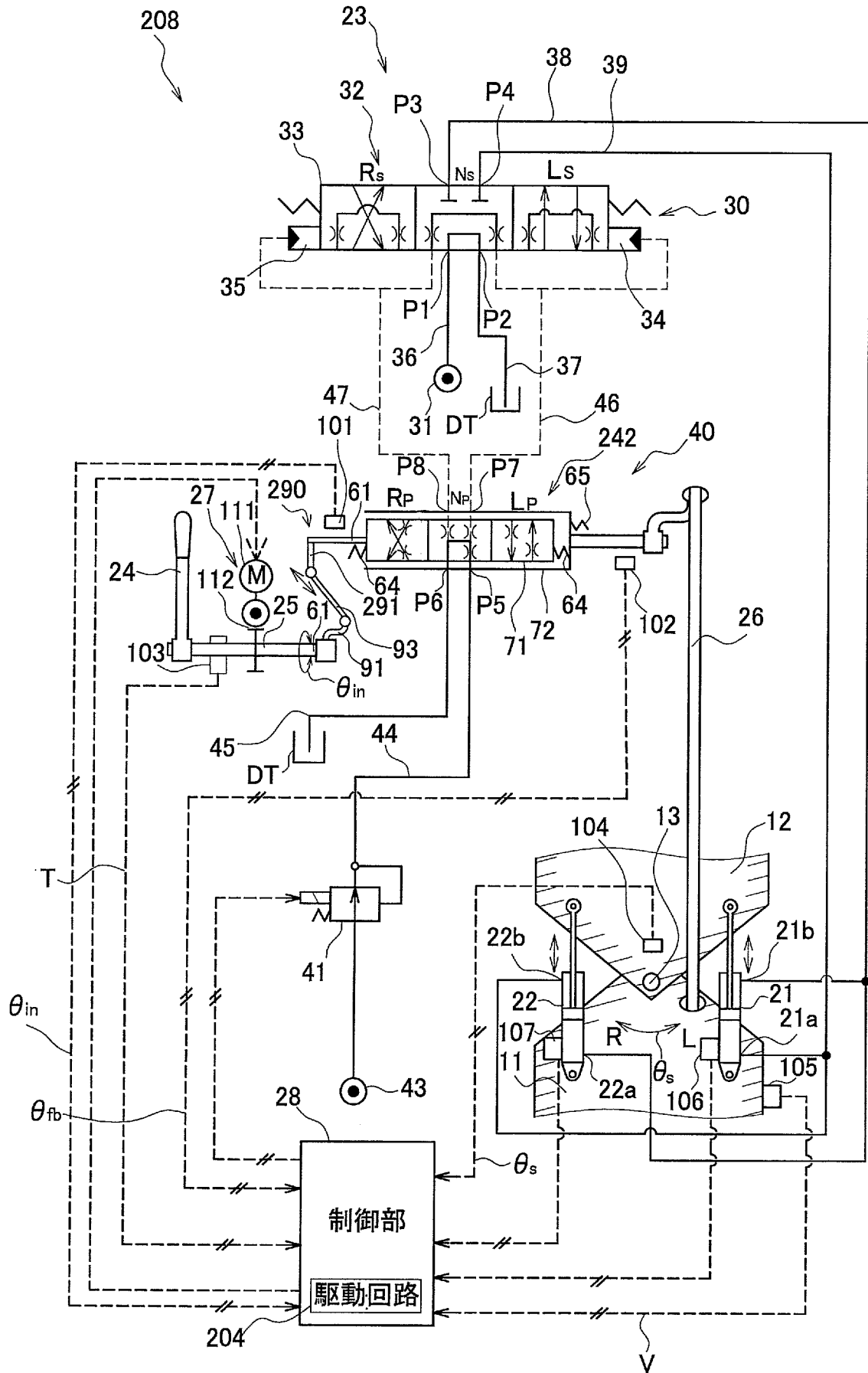
[図8E]



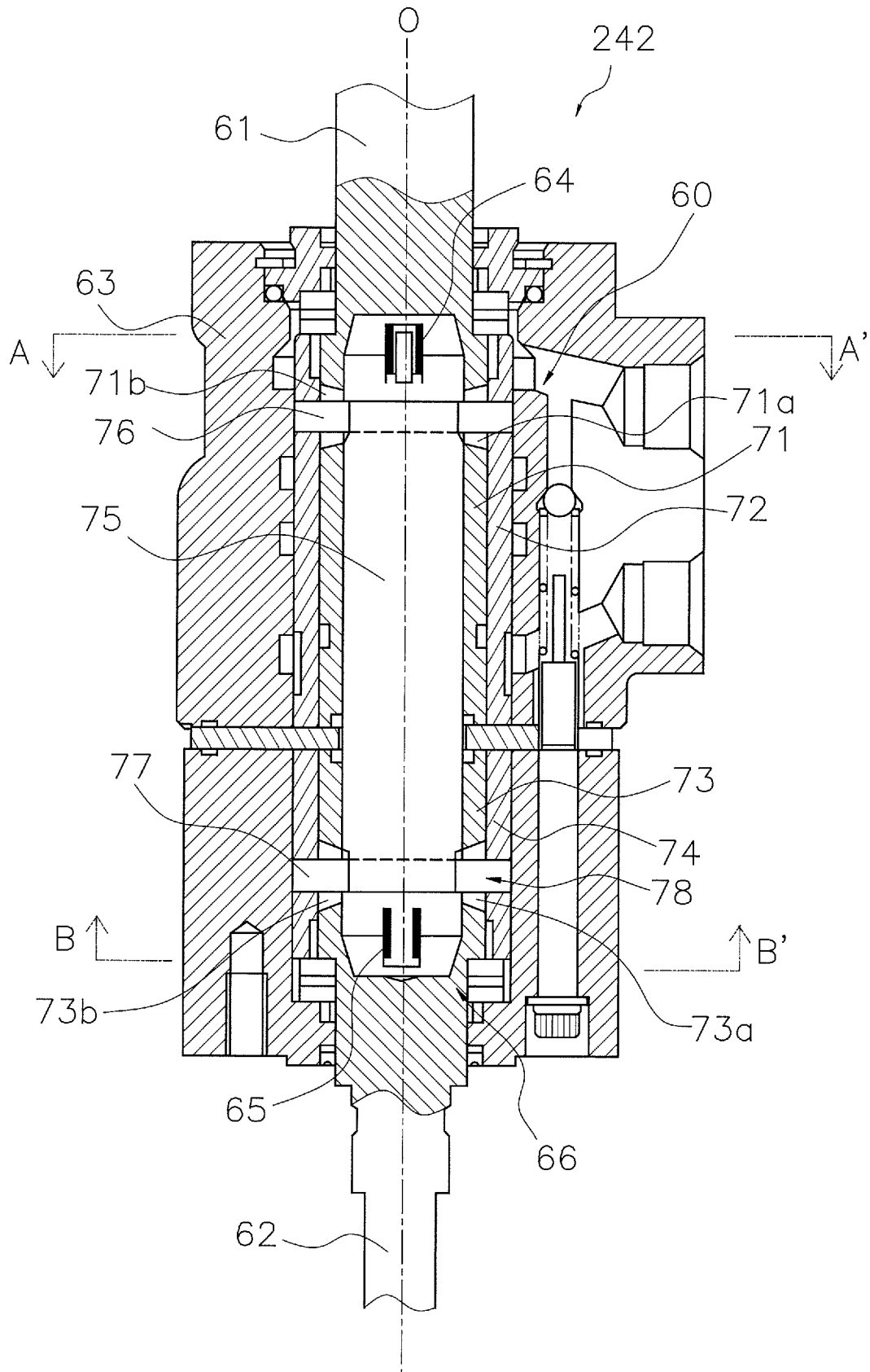
[図9]



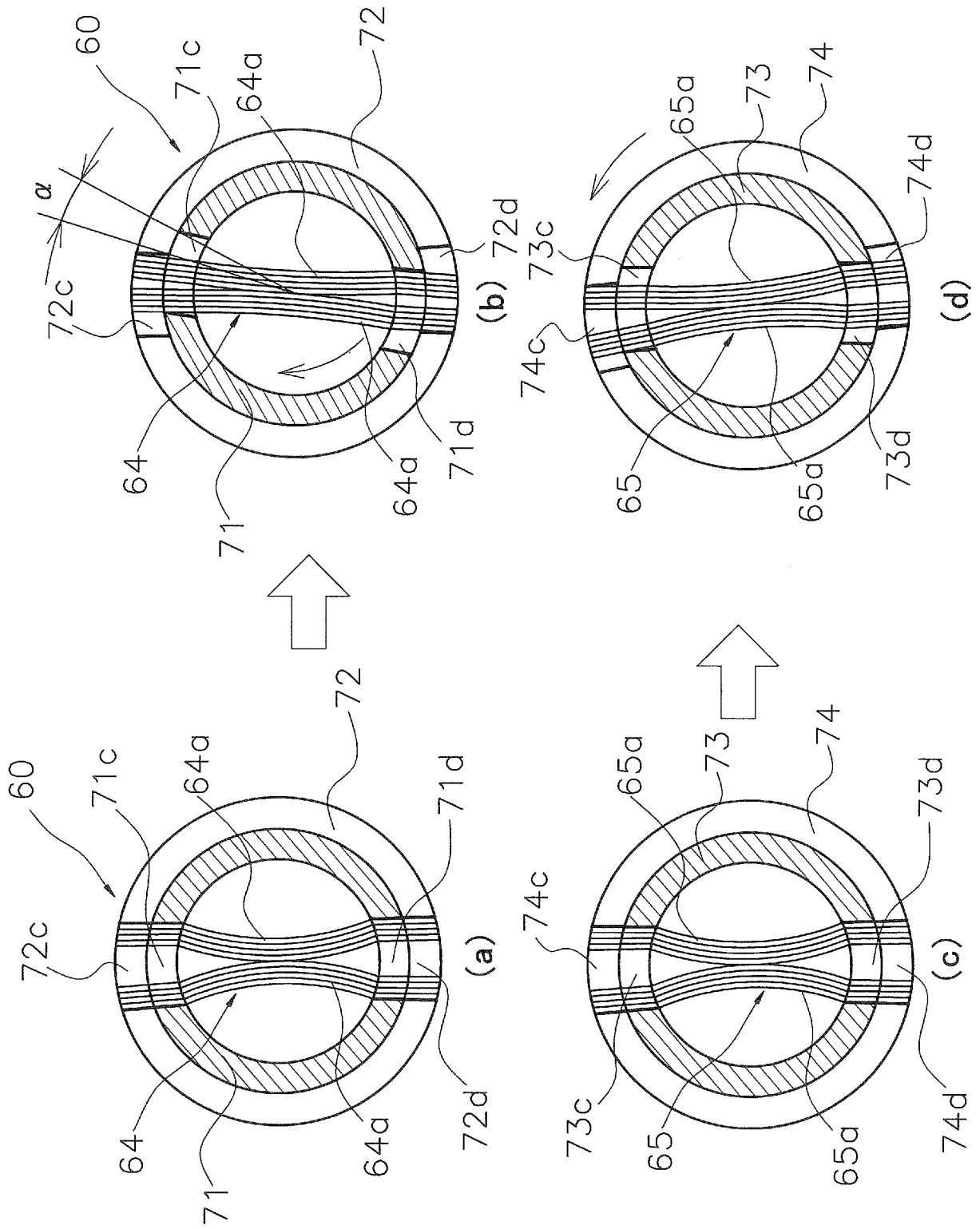
[図10]



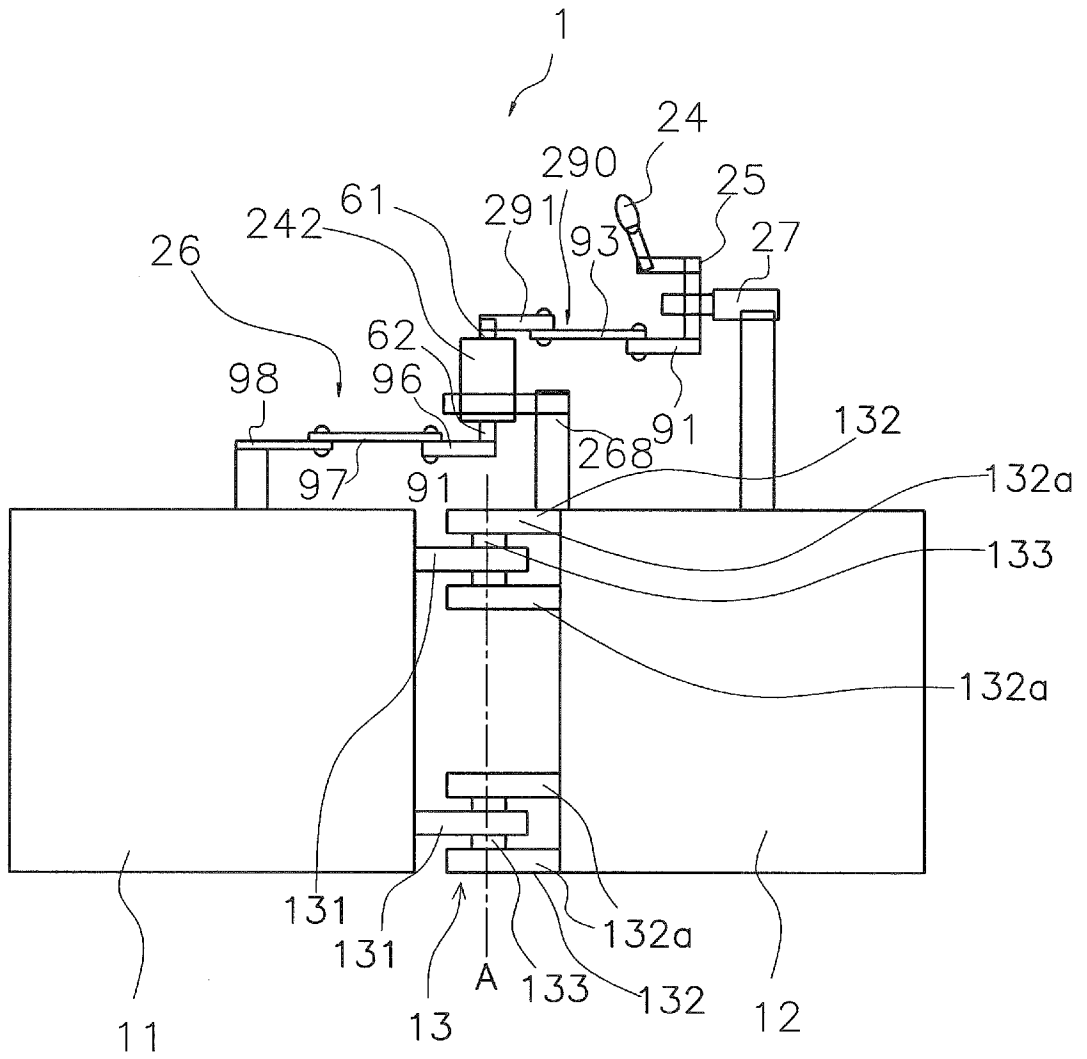
[図11]



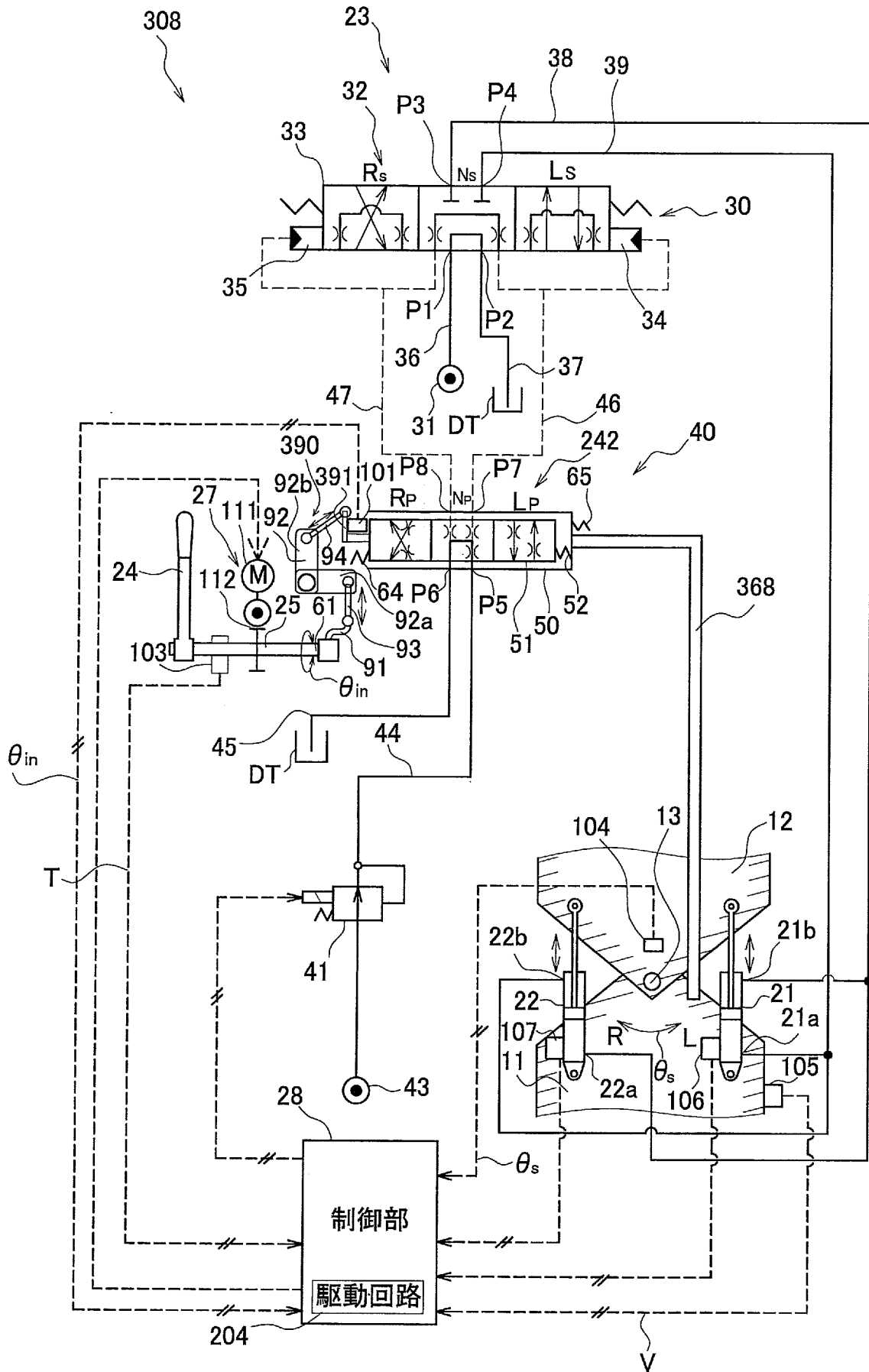
[図12]



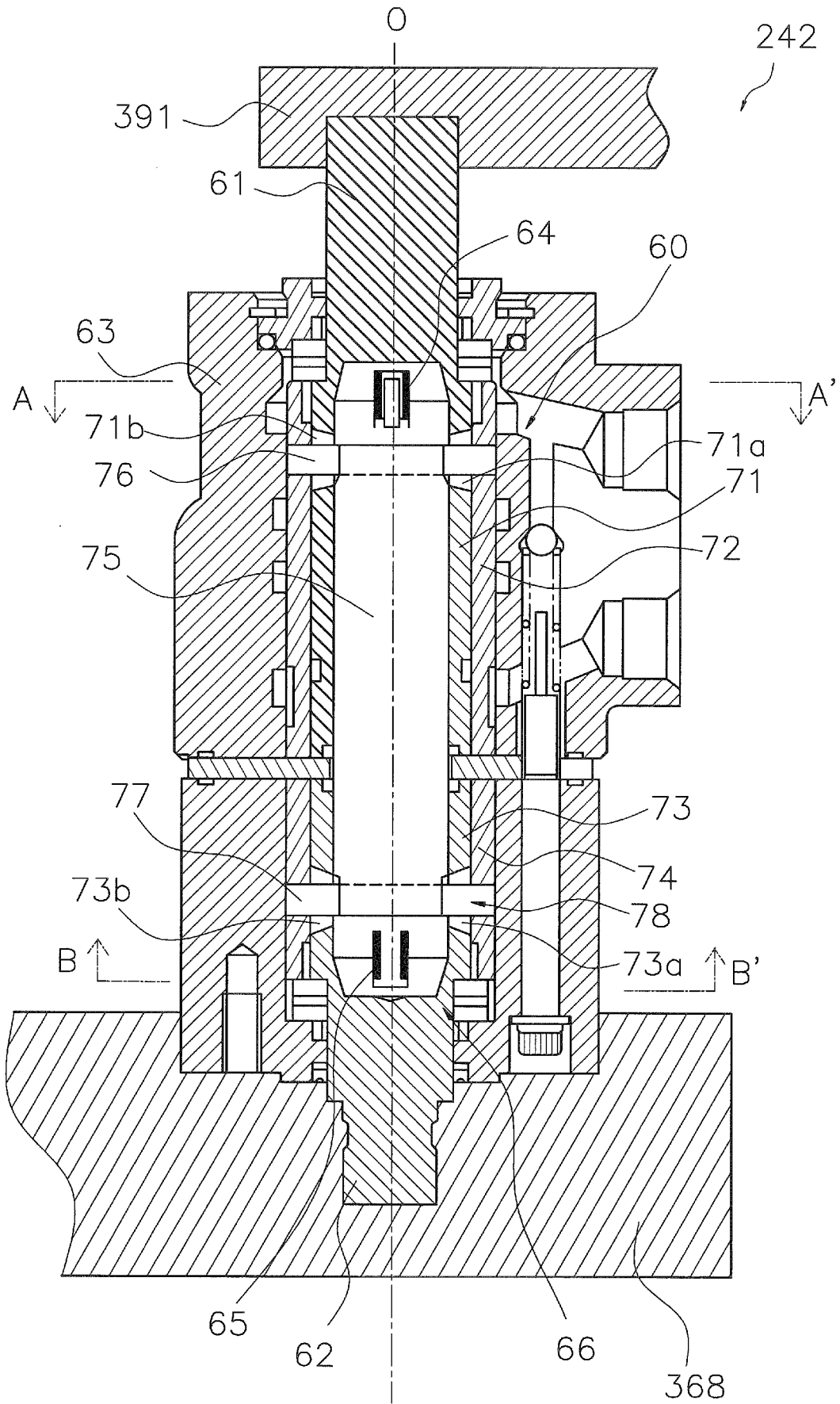
[図13]



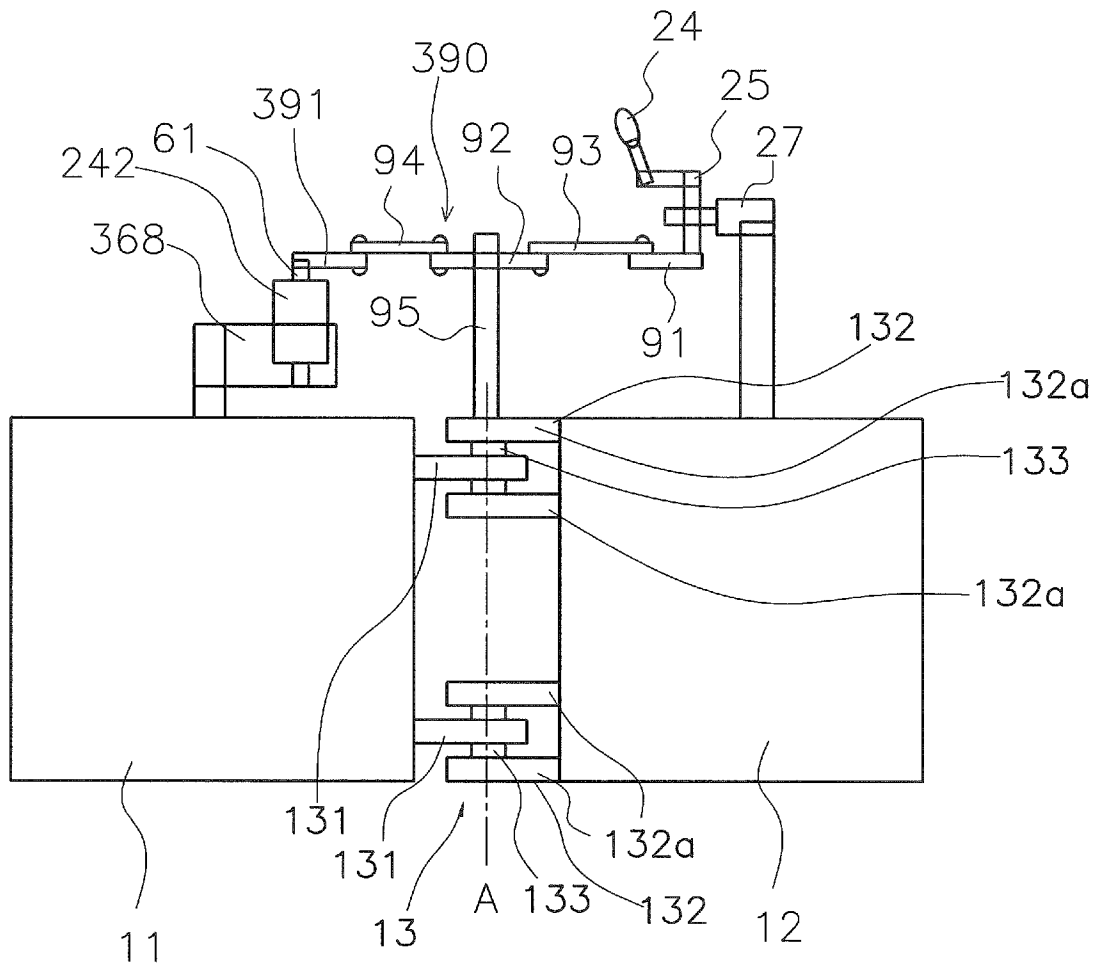
[図15]



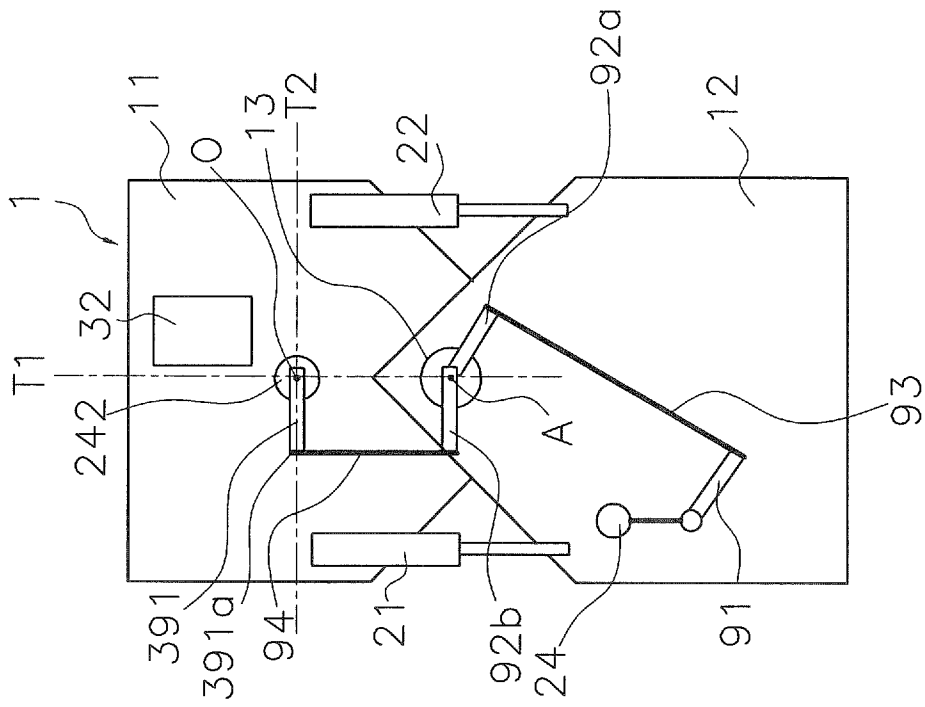
[図16]



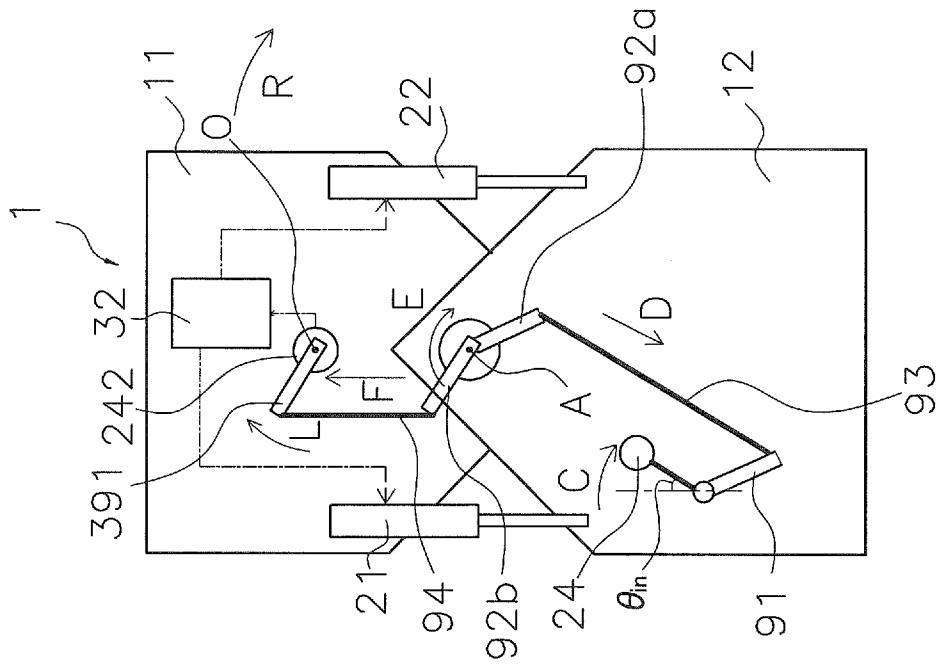
[図17]



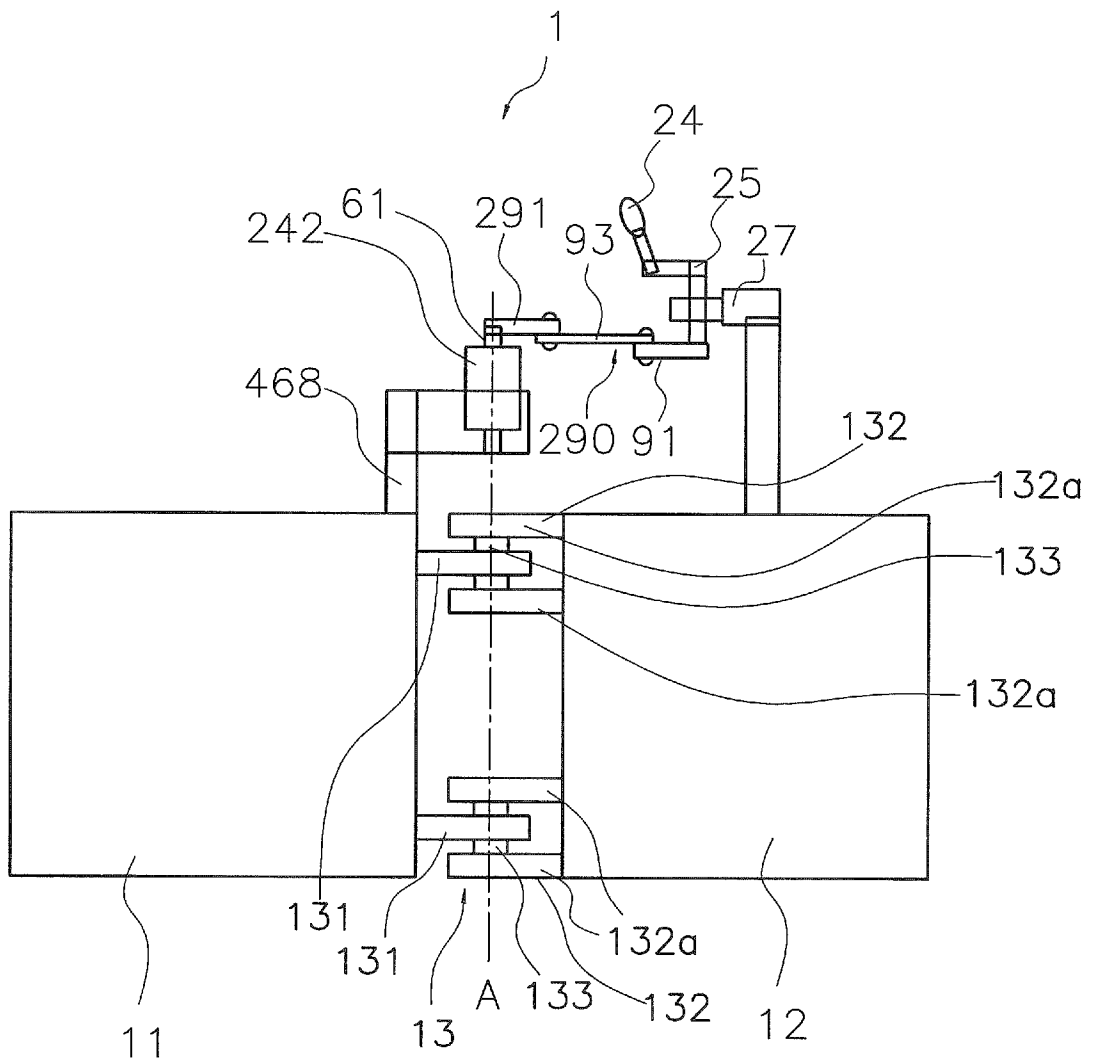
[図18A]



[図18B]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/019926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B62D5/28(2006.01)i, B62D1/12(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D5/09(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)
B62D5/28, B62D1/12, B62D5/04, B62D5/09

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2017</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2017</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2017</i>

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 11-105723 A (Komatsu Ltd.), 20 April 1999 (20.04.1999), entire text; fig. 1 to 6 & US 6179082 B1 entire text & DE 19845814 A1	1, 3 1-10
Y	JP 46-9007 B1 (Eaton, Yale & Towne, Inc.), 06 March 1971 (06.03.1971), entire text; fig. 1 to 4 & US 3451498 A entire text	1-10

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 14 June 2017 (14.06.17)	Date of mailing of the international search report 27 June 2017 (27.06.17)
--	---

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/JP2017/019926

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 2006-347212 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 28 December 2006 (28.12.2006), paragraphs [0032], [0054] (Family: none)	5-7
Y	JP 2008-143456 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 26 June 2008 (26.06.2008), paragraph [0033] (Family: none)	5-7
Y	JP 2004-74817 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 11 March 2004 (11.03.2004), paragraph [0030] (Family: none)	5-7
Y	JP 2007-185985 A (Toyota Motor Corp.), 26 July 2007 (26.07.2007), paragraphs [0037], [0041], [0064], [0073] (Family: none)	5-7
Y	JP 2005-82057 A (Hitachi Unisia Automotive, Ltd.), 31 March 2005 (31.03.2005), paragraph [0014] (Family: none)	5-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B62D5/28(2006.01)i, B62D1/12(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D5/09(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. B62D5/28, B62D1/12, B62D5/04, B62D5/09

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 Y	JP 11-105723 A (株式会社小松製作所) 1999.04.20, 全文, 図 1-6 & US 6179082 B1, 全文 & DE 19845814 A1	1, 3 1-10
Y	JP 46-9007 B1 (イートン・エール・アンド・タウン・インコーポレ ーテッド) 1971.03.06, 全文, 図 1-4 & US 3451498 A, 全文	1-10
Y	JP 2006-347212 A (日立建機株式会社) 2006.12.28, 段落 0032, 0054 (ファミリーなし)	5-7

☑ 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

14.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

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)

鈴木 敏史

電話番号 03-3581-1101 内線 3381

3Q

9431

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 2008-143456 A (日立建機株式会社) 2008.06.26, 段落 0033 (ファミリーなし)	5-7
Y	JP 2004-74817 A (日立建機株式会社) 2004.03.11, 段落 0030 (ファミリーなし)	5-7
Y	JP 2007-185985 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.07.26, 段落 0037, 0041, 0064, 0073 (ファミリーなし)	5-7
Y	JP 2005-82057 A (株式会社日立ユニシアオートモティブ) 2005.03.31, 段落 0014 (ファミリーなし)	5-7