

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6298716号
(P6298716)

(45) 発行日 平成30年3月20日(2018.3.20)

(24) 登録日 平成30年3月2日(2018.3.2)

(51) Int. Cl. F 1
E O 2 F 9/22 (2006.01) E O 2 F 9/22 E

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2014-112719 (P2014-112719)	(73) 特許権者	000005522 日立建機株式会社 東京都台東区東上野二丁目16番1号
(22) 出願日	平成26年5月30日(2014.5.30)	(74) 代理人	110000442 特許業務法人 武和国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2015-227544 (P2015-227544A)	(72) 発明者	平工 賢二 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
(43) 公開日	平成27年12月17日(2015.12.17)	(72) 発明者	高橋 宏政 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
審査請求日	平成29年3月16日(2017.3.16)	審査官	岡村 典子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

両方向に作動油の流出入が可能な2つの流出入口を有する少なくとも1つの閉回路用作動油ポンプと、ピストン、前記ピストンの伸長時に前記作動油が導入されるヘッド室、および前記ピストンの縮退時に前記作動油が導入されるロッド室を有する片ロッド式油圧シリンダとを備え、前記閉回路用作動油ポンプの2つの流出入口が前記ヘッド室および前記ロッド室に環状に接続された閉回路と、

作動油タンクから作動油が流入される流入ポートおよび作動油が流出される流出ポートを有する開回路用作動油ポンプ、および前記開回路用作動油ポンプから流出される作動油を前記閉回路に導入する接続回路を備えた開回路と、を具備した作業機械であって、前記閉回路用作動油ポンプは、前記開回路用作動油ポンプより上に設置されていることを特徴とする作業機械。

【請求項2】

請求項1記載の作業機械において、複数の前記開回路用作動油ポンプと、前記作動油タンクに接続された第1接続管と、前記第1接続管に一端がそれぞれ接続され、前記複数の開回路用作動油ポンプの流入ポートに他端が接続された複数の第2接続管と、を備えたことを特徴とする作業機械。

【請求項3】

10

20

請求項 1 記載の作業機械において、
複数の前記開回路用作動油ポンプと、
前記作動油タンクに一端が接続され、前記複数の開回路用作動油ポンプの流入ポートに
他端が接続された複数の接続管と、
を備えたことを特徴とする作業機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば油圧ショベル等の作業機械に関し、特に、片ロッド式油圧シリンダに
環状に接続された閉回路用作動油ポンプと、作動油タンクから作動油を流出させる開回路
用作動油ポンプとを有する作業機械に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、油圧ショベルやホイールローダ等の作業機械においては、いわゆるエネルギー問題
等の観点から、省エネルギー化が重要な開発項目になっている。この種の作業機械は、フロ
ント作業機等の作業部を油圧で駆動させる油圧駆動システムが用いられており、油圧駆動
システム自体の省エネルギー化が重要である。この油圧駆動システムとしては、圧力発生源
である液圧ポンプから、油圧アクチュエータである片ロッド式油圧シリンダへ作動油を直
接送り、片ロッド式油圧シリンダを駆動して所定の仕事をを行った後の作動油を、片ロッド
式油圧シリンダへ直接戻すように環状（閉回路状）に接続した、いわゆる閉回路と呼ばれ
る油圧回路が知られている。

20

【0003】

一方、この閉回路に対し、液圧ポンプから、コントロールバルブによる絞りを介して片
ロッド式油圧シリンダへ作動油を送り、片ロッド式油圧シリンダから流出する作動油（戻
り作動油）を作動油タンクへ排出する、いわゆる開回路と呼ばれる油圧回路も知られてい
る。閉回路方式の油圧回路は、開回路方式の油圧回路に比べ、絞りによる圧力損失が少な
く、片ロッド式油圧シリンダからの戻り作動油が有するエネルギーを液圧ポンプにて回生が
可能であるため、燃費性能に優れている。

【0004】

そして、この種の閉回路を組み合わせた従来技術が、特許文献 1 に開示されている。こ
の特許文献 1 においては、片ロッド式油圧シリンダであるブームシリンダに対し液圧ポン
プを閉回路状に接続した第 1 の閉回路を設置しているとともに、アームシリンダに対し液
圧ポンプを閉回路状に接続した第 2 の閉回路を設置している。さらに、バケットシリンダ
に対しては、コントロールバルブを介して液圧ポンプを接続した開回路を設置しており、
この開回路のコントロールバルブより液圧ポンプ側から、この開回路の液圧ポンプから吐
出する作動油をブームシリンダおよびアームシリンダに配分する配分回路を分岐して設け
ている。

30

【0005】

また一般に、油圧ショベル等の作業機械においては、複数の液圧ポンプを搭載している
。特に、大型の油圧ショベルの場合には、駆動する作業部自体が大型になるため、その作
業部を駆動するための油圧アクチュエータの駆動に大流量の作動油が必要となる。そして
、複数の液圧ポンプを搭載した従来技術が、特許文献 2 に開示されている。この特許文
献 2 においては、エンジンの回転動力をポンプミッションにて分割して、複数の液圧ポン
プを駆動している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】国際公開第 2005 / 024246 号

【特許文献 2】特開 2007 - 315506 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献1に係る従来技術は、閉回路の液圧ポンプと開回路の液圧ポンプとを組み合わせ、従来のコントロールバルブによる絞り損失を大幅に削減し、かつブームシリンダ等が負荷により作動するときのブレーキ動力を回収できるようにしている。一般に、開回路の液圧ポンプは、作動油タンクから作動油を吸入して作動油の供給を行うため、開回路の液圧ポンプの設置位置が、作動油タンクの設置位置より高い場合は、作動油タンクから作動油を吸入するためにより多くのエネルギーを必要とし、開回路の液圧ポンプのポンプ動作を安定させにくい。これに対し、閉回路の液圧ポンプは、閉回路内の作動油を循環させて作動油の供給を行うため、閉回路の液圧ポンプのポンプ動作は、設置位置の影響を受けにくい。さらに、これら液圧ポンプは、搭載性を向上させる観点から立体的に設置することが好ましいものの、これら液圧ポンプの特性等を考慮しつつ設置位置を決定する必要がある。

10

【0008】

本発明は、上述した従来技術における実状からなされたもので、その目的は、閉回路用作動油ポンプと開回路用作動油ポンプとを備えた構成において、これら閉回路用作動油ポンプおよび開回路用作動油ポンプそれぞれのポンプ動作を安定でき、これら閉回路用作動油ポンプおよび開回路用作動油ポンプの搭載性を向上できる作業機械を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

この目的を達成するために、本発明に係る作業機械は、両方向に作動油の流出入が可能な2つの流出入口を有する少なくとも1つの閉回路用作動油ポンプと、ピストン、前記ピストンの伸長時に前記作動油が導入されるヘッド室、および前記ピストンの縮退時に前記作動油が導入されるロッド室を有する片ロッド式油圧シリンダとを備え、前記閉回路用作動油ポンプの2つの流出入口が前記ヘッド室および前記ロッド室に環状に接続された閉回路と、作動油タンクから作動油が流入される流入ポートおよび作動油が流出される流出ポートを有する開回路用作動油ポンプ、および前記開回路用作動油ポンプから流出される作動油を前記閉回路に導入する接続回路を備えた開回路と、を具備した作業機械であって、前記閉回路用作動油ポンプは、前記開回路用作動油ポンプより上に設置されていることを特徴としている。

30

【0010】

このように構成した本発明は、閉回路は、片ロッド式シリンダのヘッド室およびロッド室が閉回路用作動油ポンプの2つの流出入口に環状に接続されているため、閉回路中の作動油を循環させることによって、片ロッド式シリンダを伸縮させている。一方、片ロッド式油圧シリンダのヘッド室とボトム室との受圧面積が異なるため、片ロッド式油圧シリンダを伸長させる場合には、閉回路用作動油ポンプからの作動油の供給に加え、受圧面積差分の作動油を、作動油タンクから開回路用作動油ポンプを介してボトム室へ供給し、片ロッド式油圧シリンダの伸長動作を安定化させている。

40

【0011】

この開回路用作動油ポンプは、作動油タンクの作動油を吸入して片ロッド式油圧シリンダのボトム室へ流出している。これに対し、閉回路用作動油ポンプは、閉回路内の作動油を循環させ、片ロッド式油圧シリンダを駆動するため、開回路用作動油ポンプのように作動油タンクから作動油を吸入する必要はない。一般に、開回路用作動油ポンプは、作動油タンクと開回路用作動油ポンプとの間を接続するサクシオンパイプを介し、作動油タンクから作動油を吸入するが、その吸入性能は開回路用作動油ポンプが有する自吸性およびサクシオンパイプの圧損に関わる。自吸性の面からみると、開回路用作動油ポンプの吸込み容積を考慮し、通常、サクシオンパイプは作動油タンクの底面に接続され、その底面から下方を通り、そこから上方に位置する作動油ポンプの底面に接続される。また、サクシオンパイプの圧損は、その管路面積や長さに依存する。よって、吸込性能を向上するためには

50

、サクシヨンパイプを上述のような接続で、極力短く、できれば必要最小限の長さに留める必要がある。

【0012】

また、閉回路用作動油ポンプと開回路用作動油ポンプとは、一般に、その駆動源であるエンジンや電動モータ等の原動機の出力軸と接続したポンプミッションに取り付けている。サクシヨンパイプは上述のように作動油タンクおよび開回路用作動油ポンプの下方に位置するので、閉回路用作動油ポンプが、開回路用作動油ポンプより上に位置することで、開回路用作動油ポンプの自吸性を確保でき、サクシヨンパイプを極力短くできるため、サクシヨンパイプの圧損を抑制できる。

【0013】

また本発明は、上記発明において、複数の前記開回路用作動油ポンプと、前記作動油タンクに接続された第1接続管と、前記第1接続管に一端がそれぞれ接続され、前記複数の開回路用作動油ポンプの流入ポートに他端が接続された複数の第2接続管と、を備えたことを特徴としている。

【0014】

このように構成した本発明は、第1接続管と第2接続管との内径は、予め設定された流速以下、かつ各開回路用作動油ポンプの各流入ポートにおいて予め設定された圧力以上となるように設定されるとともに、このように設定されることで第1接続管の内径が第2接続管の内径より大きくなる。さらに、作動油タンクから開回路用作動油ポンプの下方までの間を第1接続管のみで構成し、第1接続管と複数の開回路用作動油ポンプの各流入ポートとの間は、第2接続管で構成する。これらによりサクシヨンパイプの圧損を抑制するとともに、作動油タンクおよび各開回路用作動油ポンプ下方のスペースに第1接続管のみを通せば良いのでレイアウトが容易になる。

【0015】

また本発明は、上記発明において、複数の前記開回路用作動油ポンプと、前記作動油タンクに一端が接続され、前記複数の開回路用作動油ポンプの流入ポートに他端が接続された複数の接続管と、を備えたことを特徴としている。

【0016】

このように構成した本発明は、複数の各開回路用作動油ポンプに適した内径を有する接続管を作動油タンクに接続する構成により、接続管の圧損を抑制できることに加え、例えば、作動油タンクと各開回路用作動油ポンプとの間の配管を通すスペースに余裕がなく、太い接続管では通すのが難しい場合であっても、細い接続管を複数用いることにより通し易くできる。

【発明の効果】

【0017】

本発明は、閉回路用作動油ポンプを開回路用作動油ポンプよりも上に設置することにより、開回路用作動油ポンプの自吸性を確保しつつ、サクシヨンパイプを極力短くでき、サクシヨンパイプの圧損を抑制できる。このことにより、閉回路用作動油ポンプと開回路用作動油ポンプとが混在するポンプ搭載構造において、従来困難であった開回路用作動油ポンプの吸込性能を向上できる。また、サクシヨンパイプを極力短くできることから搭載性向上やコスト低減が図れる。そして、前述した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明より明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1実施形態に係る作業機械の一例である油圧ショベルを示す概略図である。

【図2】上記油圧ショベルに搭載する油圧駆動装置のシステム構成を示す油圧回路図である。

【図3】上記油圧駆動装置の要部構成を示す概略側面図である。

【図4】上記油圧駆動装置の要部構成を示す概略正面図である。

10

20

30

40

50

【図5】上記油圧駆動装置のブーム上げ単独動作時、ブーム上げおよびアームクラウド複合動作時の状態を示すタイムチャートで、(a)は操作レバー56aの操作量、(b)は操作レバー56bの操作量、(c)は切換弁43a, 44aの状態、(d)は閉回路ポンプ12の吐出流量、(e)は開回路ポンプ13の吐出流量、(f)は切換弁45a, 46aの状態、(g)は切換弁45b, 46bの状態、(h)は開回路ポンプ14の吐出流量、(i)は開回路ポンプ15の吐出流量、(j)は切換弁47a, 48aの状態、(k)は閉回路ポンプ16の吐出流量、(l)は開回路ポンプ17の吐出流量、(m)は切換弁49a, 50aの状態、(n)は閉回路ポンプ18の吐出流量、(o)は開回路ポンプ19の吐出流量、(p)はブームシリンダ1の動作速度である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る作業機械に搭載される油圧駆動装置の一部を示す概略側面図である。

10

【図7】本発明の第3実施形態に係る作業機械に搭載される油圧駆動装置の一部を示す概略側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。

【0020】

[第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態に係る作業機械の一例である油圧ショベルを示す概略図である。図2は、油圧ショベルに搭載される油圧駆動装置のシステム構成を示す油圧回路図である。本第1実施形態は、片ロッド式油圧シリンダを縮退動作させるための閉回路ポンプを有する閉回路と、片ロッド式油圧シリンダの伸長時に生じる受圧面積差を解消させるための開回路ポンプを有する開回路とを組み合わせた、いわゆる開回路アシスト構成において、閉回路ポンプを開回路ポンプよりも上に設置し、これら閉回路ポンプおよび開回路ポンプそれぞれのポンプ動作の安定化およびレイアウト性の向上を得るようにしている。

20

【0021】

<全体構成>

図2に示す油圧駆動装置105を搭載する本発明の第1実施形態に係る作業機械として、油圧ショベル100を例として説明する。油圧ショベル100は、図1に示すように、左右方向の両側にクローラ式の走行装置8a, 8bを備えた下部走行体103と、下部走行体103上に旋回可能に取り付けた本体としての上部旋回体102とを備える。上部旋回体102上には、オペレータが搭乗するキャブ101を設けている。下部走行体103と上部旋回体102とは、旋回装置7を介して旋回可能としている。

30

【0022】

上部旋回体102の前側には、例えば掘削作業等を行うための作動装置であるフロント作業機104の基端部を回動可能に取り付けている。ここで、前側とは、キャブ101の正面方向(図1中の左方向)をいう。フロント作業機104は、上部旋回体102の前側に基端部を俯仰動可能に連結したブーム2を備える。ブーム2は、作動油(圧油)の供給にて伸縮駆動する片ロッド式油圧シリンダであるブームシリンダ1を介して動作する。ブームシリンダ1は、ロッド1cの先端部を上部旋回体102に連結し、シリンダチューブ1dの基端部をブーム2に連結している。

40

【0023】

ブームシリンダ1は、図2に示すように、シリンダチューブ1dの基端側に位置し作動油を供給することによりロッド1cの基端部に取り付けたピストン1eを押圧して作動油圧による荷重を与えて、ロッド1cを伸長移動するヘッド室1aを備える。また、ブームシリンダ1は、シリンダチューブ1dの先端側に位置し作動油を供給することによりピストン1eを押圧して作動油圧による荷重を与えて、ロッド1cを縮退移動するロッド室1bを備える。

【0024】

50

ブーム 2 の先端部には、アーム 4 の基端部を俯仰動可能に連結している。アーム 4 は、片ロッド式油圧シリンダであるアームシリンダ 3 を介して動作する。アームシリンダ 3 は、ロッド 3 c の先端部をアーム 4 に連結し、アームシリンダ 3 のシリンダチューブ 3 d をブーム 2 に連結している。アームシリンダ 3 は、図 2 に示すように、シリンダチューブ 3 d の基端側に位置し作動油を供給することによりロッド 3 c の基端部に取り付けられたピストン 3 e を押圧して、ロッド 3 c を伸長移動するヘッド室 3 a を備える。また、アームシリンダ 3 は、シリンダチューブ 3 d の先端側に位置し作動油を供給することによりピストン 3 e を押圧して、ロッド 3 c を縮退移動するロッド室 3 b を備える。

【 0 0 2 5 】

アーム 4 の先端部には、バケット 6 の基端部を俯仰動可能に連結している。バケット 6 は、片ロッド式油圧シリンダであるバケットシリンダ 5 を介して動作する。バケットシリンダ 5 は、ロッド 5 c の先端部をバケット 6 に連結し、バケットシリンダ 5 のシリンダチューブ 5 d の基端をアーム 4 に連結している。バケットシリンダ 5 は、シリンダチューブ 5 d の基端側に位置し作動油を供給することによりロッド 5 c の基端部に取り付けられたピストン 5 e を押圧して、ロッド 5 c を伸長移動するヘッド室 5 a を備える。また、バケットシリンダ 5 は、シリンダチューブ 5 d の先端側に位置し作動油を供給することによりピストン 5 e を押圧して、ロッド 5 c を縮退移動するロッド室 5 b を備える。

【 0 0 2 6 】

なお、ブームシリンダ 1、アームシリンダ 3 およびバケットシリンダ 5 のそれぞれは、供給する作動油によって伸縮動作し、この供給する作動油の供給方向に依存して伸縮駆動する。油圧駆動装置 1 0 5 は、フロント作業機 1 0 4 を構成するブームシリンダ 1、アームシリンダ 3 およびバケットシリンダ 5 に加え、旋回装置 7 および走行装置 8 a , 8 b の駆動に用いる。旋回装置 7 および走行装置 8 a , 8 b は、作動油の供給を受け回転駆動する液圧モータである。

【 0 0 2 7 】

油圧駆動装置 1 0 5 は、図 2 に示すように、キャブ 1 0 1 内に設置された操作部としての操作レバー装置 5 6 の操作に応じて、油圧アクチュエータであるブームシリンダ 1、アームシリンダ 3、バケットシリンダ 5、旋回装置 7 および走行装置 8 a , 8 b を駆動する。ブームシリンダ 1、アームシリンダ 3 およびバケットシリンダ 5 の伸縮動作、すなわち動作方向および動作速度は、操作レバー装置 5 6 の各操作レバー 5 6 a ~ 5 6 d の操作方向および操作量にて指示する。

【 0 0 2 8 】

油圧駆動装置 1 0 5 は、動力源であるエンジン 9 を備える。エンジン 9 は、例えば所定のギヤ等で構成し動力を配分するための動力伝達装置 1 0 に接続されている。動力伝達装置 1 0 には、可変容量式の閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 と、可変容量式の開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 と、各閉回路 A ~ D の作動油圧が低下した場合に作動油を補充してこれら閉回路 A ~ D の作動油圧を確保するためのチャージポンプ 1 1 とをそれぞれ接続している。なお、これらエンジン 9、動力伝達装置 1 0、閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8、開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9、およびチャージポンプ 1 1 のレイアウト構成の詳細については、追って説明する。

【 0 0 2 9 】

閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 は、後述する閉回路 A ~ D に用いられ、作動油の吐出方向を変更させて該当する油圧アクチュエータの駆動を制御する必要性から、両方向に作動油が吐出可能な両傾転斜板機構（図示せず）を備える。このため、各閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 は、両方向への作動油の流出入を可能とする一対の流出入口を備える。また、各閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 は、両傾転斜板機構を構成する両傾転式の斜板の傾転角（傾斜角度）を調整するための流量調整部としてのレギュレータ 1 2 a , 1 4 a , 1 6 a , 1 8 a を備えている。一方、開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 は、切換弁 4 4 a ~ 4 4 d , 4 6 a ~ 4 6 d , 4 8 a ~ 4 8 d , 5 0 a ~ 5 0 d にて作動油の供給方向を制御する開回路 E ~ H に用いられるため、一方向に作動油を吐出させ

10

20

30

40

50

ればよい。このため、開回路ポンプ13, 15, 17, 19は、片方向にのみ作動油が吐出可能な片傾転斜板機構を備える。よって、これら各開回路ポンプ13, 15, 17, 19は、作動油の流出側である出力ポートと、作動油の流入側である入力ポートとを備える。また、開回路ポンプ13, 15, 17, 19は、片傾転斜板機構を構成する片傾転式の斜板の傾転角（傾斜角度）を調整するための流量調整部としてのレギュレータ13a, 15a, 17a, 19aを備える。開回路ポンプ13, 15, 17, 19は、所定量（最小吐出流量）以上の流量の作動油を吐出する。各レギュレータ12a～19aは、コントローラである制御装置57が出力する操作信号に応じて、対応する閉回路ポンプおよび開回路ポンプ12～19の斜板の傾転角を調整して、これら閉回路ポンプおよび開回路ポンプ12～19が吐出する作動油の流量を制御する流量制御部である。なお、閉回路ポンプおよび開回路ポンプ12～19は、斜軸機構など可変傾転機構であればよく、斜板機構に拘

10

【0030】

閉回路ポンプ12, 14, 16, 18は、閉回路A～Dに接続した閉回路用作動油ポンプとしての閉回路用の油圧ポンプである。開回路ポンプ13, 15, 17, 19は、開回路E～Hに接続した開回路用作動油ポンプとしての開回路用の油圧ポンプである。

【0031】

具体的に、閉回路ポンプ12の一方の入出力ポートを流路200に接続し、他方の入出力ポートを流路201に接続している。流路200, 201には、複数、例えば4つの切換弁43a～43dを接続している。切換弁43a～43cは、開回路ポンプ12に対して閉回路状に接続したブームシリンダ1、アームシリンダ3、バケットシリンダ5への作動油の供給を切り換えて、これらブームシリンダ1、アームシリンダ3、バケットシリンダ5のうちの必要とする油圧アクチュエータを伸縮駆動させるための閉回路用切換部である。切換弁43dは、開回路ポンプ12に対して閉回路状に接続した旋回装置7への作動油の供給を切り換えて、旋回装置7の旋回方向を切り換えるための液圧モータ用の閉回路用切換部である。切換弁43a～43dは、制御装置57が出力する操作信号に応じて、流路200, 201の導通と遮断とを切り換える構成であり、制御装置57からの操作信号の出力が無い場合は遮断状態となる。制御装置57は、切換弁43a～43dが同時に導通状態にならないように制御する。

20

【0032】

切換弁43aは、流路212, 213を介してブームシリンダ1に接続している。開回路ポンプ12は、制御装置57が出力する操作信号に応じて切換弁43aが導通状態になった場合に、流路200, 201、切換弁43aおよび流路212, 213を介してブームシリンダ1に閉回路状に接続する閉回路Aを構成する。切換弁43bは、流路214, 215を介してアームシリンダ3に接続している。開回路ポンプ12は、制御装置57が出力する操作信号に応じて切換弁43bが導通状態になった場合に、流路200, 201、切換弁43bおよび流路214, 215を介してアームシリンダ3に閉回路状に接続する閉回路Bを構成する。

30

【0033】

切換弁43cは、流路216, 217を介してバケットシリンダ5に接続している。開回路ポンプ12は、制御装置57からの操作信号により切換弁43cが導通状態になった場合に、流路200, 201、切換弁43cおよび流路216, 217を介してバケットシリンダ5に閉回路状に接続する閉回路Cを構成する。切換弁43dは、流路218, 219を介して旋回装置7に接続している。開回路ポンプ12は、制御装置57からの操作信号により切換弁43dが導通状態になった場合に、流路200, 201、切換弁43dおよび流路218, 219を介して旋回装置7に閉回路状に接続する閉回路Dを構成する。

40

【0034】

流路212は、ブームシリンダ1を後述する開回路E～Hの複数の切換弁44a, 46a, 48a, 50aに独立して接続するための油圧シリンダ用の接続流路である。流路2

50

14は、アームシリンダ3を後述する閉回路E～Hの複数の切換弁44b, 46b, 48b, 50bに独立して接続するための油圧シリンダ用の接続流路である。流路216は、バケットシリンダ5を後述する閉回路E～Hの複数の切換弁44c, 46c, 48c, 50cに独立して接続するための油圧シリンダ用の接続流路である。

【0035】

また、閉回路ポンプ14の一方の入出力ポートに流路203を接続し、他方の入出力ポートに流路204を接続している。流路203, 204には、複数、例えば4つの切換弁45a～45dを接続している。切換弁45a～45cは、閉回路ポンプ14に対して閉回路状に接続したブームシリンダ1、アームシリンダ3およびバケットシリンダ5への作動油の供給を切り換えて、これらブームシリンダ1、アームシリンダ3、バケットシリンダ5のうちの必要とする油圧アクチュエータを伸縮駆動させるための閉回路用切換部である。切換弁45dは、閉回路ポンプ14に対して閉回路状に接続した旋回装置7への作動油の供給を切り換えて、旋回装置7の旋回方向を切り換えるための液圧モータ用の閉回路用切換部である。切換弁45a～45dは、制御装置57が出力する操作信号に応じて、流路203, 204の導通と遮断とを切り換える構成であり、制御装置57からの操作信号の出力が無い場合に遮断状態となる。制御装置57は、切換弁45a～45dが同時に導通状態にならないように制御する。

10

【0036】

切換弁45aは、流路212, 213を介してブームシリンダ1に接続している。閉回路ポンプ14は、制御装置57からの操作信号により切換弁45aが導通状態になった場合に、流路203, 204、切換弁45aおよび流路212, 213を介してブームシリンダ1に環状、すなわち閉回路状に接続する閉回路Aを構成する。切換弁45bは、流路214, 215を介してアームシリンダ3に接続している。閉回路ポンプ14は、制御装置57からの操作信号により切換弁45bが導通状態になった場合に、流路203, 204、切換弁45bおよび流路214, 215を介してアームシリンダ3に閉回路状に接続する閉回路Bを構成する。

20

【0037】

切換弁45cは、流路216, 217を介してバケットシリンダ5に接続している。閉回路ポンプ14は、制御装置57からの操作信号により切換弁45cが導通状態になった場合に、流路203, 204、切換弁45cおよび流路216, 217を介してバケットシリンダ5に閉回路状に接続する閉回路Cを構成する。切換弁45dは、流路218, 219を介して旋回装置7に接続している。閉回路ポンプ14は、制御装置57からの操作信号により切換弁45dが導通状態になった場合に、流路203, 204、切換弁45dおよび流路218, 219を介して旋回装置7に閉回路状に接続する閉回路Dを構成する。

30

【0038】

閉回路ポンプ16の一方の入出力ポートに流路206を接続し、他方の入出力ポートに流路207を接続している。流路206, 207には、複数、例えば4つの切換弁47a～47dを接続している。切換弁47a～47cは、閉回路ポンプ16に対して閉回路状に接続したブームシリンダ1、アームシリンダ3およびバケットシリンダ5への作動油の供給を切り換えて、これらブームシリンダ1、アームシリンダ3、バケットシリンダ5のうちの必要とする油圧アクチュエータを伸縮駆動させるための閉回路用切換部である。切換弁47dは、閉回路ポンプ16に対して閉回路状に接続した旋回装置7への作動油の供給を切り換えて、旋回装置7の旋回方向を切り換えるための液圧モータ用の閉回路用切換部である。切換弁47a～47dは、制御装置57が出力する操作信号に応じて、流路の導通と遮断とを切り換える構成であり、制御装置57からの操作信号の出力が無い場合に遮断状態となる。制御装置57は、切換弁47a～47dが同時に導通状態にならないように制御する。

40

【0039】

切換弁47aは、流路212, 213を介してブームシリンダ1に接続している。閉回

50

路ポンプ16は、制御装置57からの操作信号により切換弁47aが導通状態になった場合に、流路206, 207、切換弁47aおよび流路212, 213を介してブームシリンダ1に閉回路状に接続する閉回路Aを構成する。切換弁47bは、流路214, 215を介してアームシリンダ3に接続している。閉回路ポンプ16は、制御装置57からの操作信号により切換弁47bが導通状態になった場合に、流路206, 207、切換弁47bおよび流路214, 215を介してアームシリンダ3に閉回路状に接続する閉回路Bを構成する。

【0040】

切換弁47cは、流路216, 217を介してバケットシリンダ5に接続している。閉回路ポンプ16は、制御装置57からの操作信号により切換弁47cが導通状態になった場合に、流路206, 207、切換弁47cおよび流路216, 217を介してバケットシリンダ5に閉回路状に接続する閉回路Cを構成する。切換弁47dは、流路218, 219を介して旋回装置7に接続している。閉回路ポンプ16は、制御装置57からの操作信号により切換弁47dが導通状態になった場合に、流路206, 207、切換弁47dおよび流路218, 219を介して旋回装置7と閉回路状に接続する閉回路Dを構成する。

【0041】

閉回路ポンプ18の一方の入出力ポートに流路209を接続し、他方の入出力ポートに流路210を接続している。流路209, 210には、複数、例えば4つの切換弁49a~49dを接続している。切換弁49a~49cは、閉回路ポンプ18に対して閉回路状に接続したブームシリンダ1、アームシリンダ3およびバケットシリンダ5への作動油の供給を切り換えて、これらブームシリンダ1、アームシリンダ3、バケットシリンダ5のうちの必要とする油圧アクチュエータを伸縮駆動させるための閉回路用切換部である。切換弁49dは、閉回路ポンプ18に対して閉回路状に接続した旋回装置7への作動油の供給を切り換えて、旋回装置7の旋回方向を切り換えるための液圧モータ用の閉回路用切換部である。切換弁49a~49dは、制御装置57が出力する操作信号に応じて、流路の導通と遮断とを切り換える構成であり、制御装置57からの操作信号の出力が無い場合は遮断状態となる。制御装置57は、切換弁49a~49dが同時に導通状態にならないように制御する。

【0042】

切換弁49aは、流路212, 213を介してブームシリンダ1に接続している。閉回路ポンプ18は、制御装置57からの操作信号により切換弁49aが導通状態になった場合に、流路209, 210、切換弁49aおよび流路212, 213を介してブームシリンダ1と閉回路状に接続する閉回路Aを構成する。切換弁49bは、流路214, 215を介してアームシリンダ3に接続している。閉回路ポンプ18は、制御装置57からの操作信号により切換弁49bが導通状態になった場合に、流路209, 210、切換弁49bおよび流路214, 215を介してアームシリンダ3に閉回路状に接続する閉回路Bを構成する。

【0043】

切換弁49cは、流路216, 217を介してバケットシリンダ5に接続している。閉回路ポンプ18は、制御装置57からの操作信号により切換弁49cが導通状態になった場合に、流路209, 210、切換弁49cおよび流路216, 217を介してバケットシリンダ5に閉回路状に接続する閉回路Cを構成する。切換弁49dは、流路218, 219を介して旋回装置7に接続している。閉回路ポンプ18は、制御装置57からの操作信号により切換弁49dが導通状態になった場合に、流路209, 210、切換弁49dおよび流路218, 219を介して旋回装置7に閉回路状に接続する閉回路Dを構成する。

【0044】

閉回路ポンプ13の一方の入出力ポートには、流路202を介して複数、例えば4つの切換弁44a~44dと、リリース弁21とを接続している。閉回路ポンプ13の他方の

10

20

30

40

50

入出力ポートは、作動油タンク 2 5 に接続して開回路 E としている。切換弁 4 4 a ~ 4 4 d は、制御装置 5 7 が出力する操作信号に応じて流路 2 0 2 の導通と遮断とを切り換え、開回路ポンプ 1 3 から流出する作動油の供給先を、後述する接続回路としての連結流路 3 0 1 ~ 3 0 4 に切り換える開回路切換部であり、制御装置 5 7 からの操作信号の出力が無い場合に遮断状態となる。制御装置 5 7 は、切換弁 4 4 a ~ 4 4 d が同時に導通状態にならないように制御する。

【 0 0 4 5 】

切換弁 4 4 a は、連結流路 3 0 1 と流路 2 1 2 とを介してブームシリンダ 1 に接続している。連結流路 3 0 1 は、流路 2 1 2 から分岐して設けた連結管路である。切換弁 4 4 b は、連結流路 3 0 2 と流路 2 1 4 とを介してアームシリンダ 3 に接続している。連結流路 3 0 2 は、流路 2 1 4 から分岐して設けた連結管路である。切換弁 4 4 c は、連結流路 3 0 3 と流路 2 1 6 とを介してバケットシリンダ 5 に接続している。連結流路 3 0 3 は、流路 2 1 6 から分岐して設けた連結管路である。切換弁 4 4 d は、連結流路 3 0 4 と流路 2 2 0 と介して、走行装置 8 a , 8 b への作動油の給排出を制御するコントロールバルブである比例切換弁 5 4 , 5 5 に接続している。リリーフ弁 2 1 は、流路 2 0 2 内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、この流路 2 0 2 内の作動油を作動油タンク 2 5 へ逃がして流路 2 0 2 、ひいては油圧駆動装置 1 0 5 (油圧回路)を保護する。

【 0 0 4 6 】

流路 2 0 2 と作動油タンク 2 5 との間には、第 2 開閉装置であるブリードオフ弁 6 4 を接続している。ブリードオフ弁 6 4 は、切換弁 4 4 a ~ 4 4 d と開回路ポンプ 1 3 とを繋ぐ流路 2 0 2 から分岐して作動油タンク 2 5 へ繋がる管路上に接続している。ブリードオフ弁 6 4 は、制御装置 5 7 が出力する操作信号に応じて、流路 2 0 2 から作動油タンク 2 5 に流す作動油の流量を制御する。ブリードオフ弁 6 4 は、制御装置 5 7 からの操作信号の出力が無い場合は遮断状態となる。

【 0 0 4 7 】

開回路ポンプ 1 5 の一方の入出力ポートには、流路 2 0 5 を介して複数、例えば 4 つの切換弁 4 6 a ~ 4 6 d と、リリーフ弁 2 2 とを接続している。開回路ポンプ 1 5 の他方の入出力ポートは、作動油タンク 2 5 に接続して開回路 F としている。切換弁 4 6 a ~ 4 6 d は、制御装置 5 7 が出力する操作信号に応じて流路 2 0 5 の導通と遮断とを切り換え、開回路ポンプ 1 5 から流出する作動油の供給先を、連結流路 3 0 1 ~ 3 0 4 に切り換える開回路切換部であり、制御装置 5 7 からの操作信号の出力が無い場合に遮断状態となる。制御装置 5 7 は、切換弁 4 6 a ~ 4 6 d が同時に導通状態にならないように制御する。

【 0 0 4 8 】

切換弁 4 6 a は、連結流路 3 0 1 および流路 2 1 2 を介してブームシリンダ 1 に接続している。切換弁 4 6 b は、連結流路 3 0 2 および流路 2 1 4 を介してアームシリンダ 3 に接続している。切換弁 4 6 c は、連結流路 3 0 3 および流路 2 1 6 を介してバケットシリンダ 5 に接続している。切換弁 4 6 d は、連結流路 3 0 4 および流路 2 2 0 を介して比例切換弁 5 4 , 5 5 に接続している。一方、リリーフ弁 2 2 は、流路 2 0 5 内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、この流路 2 0 5 内の作動油を作動油タンク 2 5 へ逃がして流路 2 0 5 を保護する。

【 0 0 4 9 】

流路 2 0 5 と作動油タンク 2 5 との間には、第 2 開閉装置であるブリードオフ弁 6 5 を接続している。ブリードオフ弁 6 5 は、切換弁 4 6 a ~ 4 6 d と開回路ポンプ 1 5 とを繋ぐ管路である流路 2 0 5 から分岐して作動油タンク 2 5 へ繋がる管路上に接続している。ブリードオフ弁 6 5 は、制御装置 5 7 から出力される操作信号に応じて、流路 2 0 5 から作動油タンク 2 5 に流す作動油の流量を制御する。ブリードオフ弁 6 5 は、制御装置 5 7 からの操作信号の出力が無い場合は遮断状態となる。

【 0 0 5 0 】

開回路ポンプ 1 7 の一方の入出力ポートには、流路 2 0 8 を介して複数、例えば 4 つの切換弁 4 8 a ~ 4 8 d と、リリーフ弁 2 3 とを接続している。開回路ポンプ 1 7 の他方の

10

20

30

40

50

入出力ポートは、作動油タンク 25 に接続して開回路 G としている。切換弁 48 a ~ 48 d は、制御装置 57 が出力する操作信号に応じて流路 208 の導通と遮断とを切り換え、開回路ポンプ 17 から流出される作動油の供給先を、連結流路 301 ~ 304 に切り換える開回路切換部であり、制御装置 57 からの操作信号の出力が無い場合に遮断状態となる。制御装置 57 は、切換弁 48 a ~ 48 d が同時に導通状態にならないように制御する。

【0051】

切換弁 48 a は、連結流路 301 および流路 212 を介してブームシリンダ 1 に接続している。切換弁 48 b は、連結流路 302 および流路 214 を介してアームシリンダ 3 に接続している。切換弁 48 c は、連結流路 303 および流路 216 を介してバケットシリンダ 5 に接続している。切換弁 48 d は、連結流路 304 および流路 220 を介して比例
10
切換弁 54, 55 に接続している。リリーフ弁 23 は、流路 208 内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、この流路 208 内の作動油を作動油タンク 25 へ逃がして流路 208 を保護する。

【0052】

流路 208 と作動油タンク 25 との間には、第 2 開閉装置であるブリードオフ弁 66 を接続している。ブリードオフ弁 66 は、切換弁 48 a ~ 48 d と開回路ポンプ 17 とを繋ぐ管路である流路 208 から分岐して作動油タンク 25 へ繋がる管路上に接続している。ブリードオフ弁 66 は、制御装置 57 が出力する操作信号に応じて、流路 208 から作動油タンク 25 に流す流量を制御する。ブリードオフ弁 66 は、制御装置 57 からの操作信号の出力が無い場合は遮断状態となる。
20

【0053】

開回路ポンプ 19 の一方の入出力ポートには、流路 211 を介して複数、例えば 4 つの切換弁 50 a ~ 50 d と、リリーフ弁 24 とを接続している。開回路ポンプ 19 の他方の入出力ポートは、作動油タンク 25 に接続して開回路 H としている。切換弁 50 a ~ 50 d は、制御装置 57 が出力する操作信号に応じて流路 211 の導通と遮断とを切り換え、開回路ポンプ 19 から流出する作動油の供給先を、連結流路 301 ~ 304 に切り換える開回路切換部であり、制御装置 57 からの操作信号の出力がない場合は遮断状態となる。制御装置 57 は、切換弁 50 a ~ 50 d が同時に導通状態にならないように制御する。

【0054】

切換弁 50 a は、連結流路 301 および流路 212 を介してブームシリンダ 1 に接続し
30
ている。切換弁 50 b は、連結流路 302 および流路 214 を介してアームシリンダ 3 に接続している。切換弁 50 c は、連結流路 303 および流路 216 を介してバケットシリンダ 5 に接続している。切換弁 50 d は、連結流路 304 および流路 220 を介して比例切換弁 54, 55 に接続している。リリーフ弁 24 は、流路 211 内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、この流路 211 内の作動油を作動油タンク 25 へ逃がして流路 211 を保護する。

【0055】

切換弁 44 a ~ 44 d, 46 a ~ 46 d, 48 a ~ 48 d, 50 a ~ 50 d は、開回路 E ~ H から閉回路 A ~ D への作動油の供給、および閉回路 A ~ D から開回路 E ~ H への作動油の分流を制御するための第 1 開閉装置として機能する構成である。
40

【0056】

流路 211 と作動油タンク 25 との間には、第 2 開閉装置であるブリードオフ弁 67 を接続している。ブリードオフ弁 67 は、切換弁 50 a ~ 50 d と開回路ポンプ 19 とを繋ぐ管路である流路 211 から分岐して作動油タンク 25 へ繋がる管路上に接続している。ブリードオフ弁 67 は、制御装置 57 が出力する操作信号に応じて、流路 211 から作動油タンク 25 に流す作動油の流量を制御する。ブリードオフ弁 67 は、制御装置 57 からの操作信号の出力が無い場合は遮断状態となる。

【0057】

連結流路 301 は、複数の開回路 E ~ H のうちの少なくとも 1 つの切換弁 44 a, 46 a, 48 a, 50 a の作動油の排出側に接続した開回路用接続流路 305 a ~ 308 a と
50

、閉回路Aを構成する流路212に接続した閉回路用接続流路309aとで構成している。連結流路302は、複数の開回路E～Hのうちの少なくとも1つの切換弁44b, 46b, 48b, 50bの作動油の排出側に接続した閉回路用接続流路305b～308bと、閉回路Bを構成する流路214に接続した閉回路用接続流路309bとで構成している。

【0058】

連結流路303は、複数の開回路E～Hのうちの少なくとも1つの切換弁44c, 46c, 48c, 50cの作動油の排出側に接続した閉回路用接続流路305c～308cと、閉回路Cを構成する流路216に接続した閉回路用接続流路309cとで構成している。連結流路304は、複数の開回路E～Hのうちの少なくとも1つの切換弁44d, 46d, 48d, 50dの作動油の排出側に接続した閉回路用接続流路305d～308dと、流路220に接続した接続流路309dとで構成している。

10

【0059】

油圧駆動装置105は、開回路ポンプ12, 14, 16, 18とブームシリンダ1、アームシリンダ3、バケットシリンダ5および旋回装置7とが、これら閉回路ポンプ12, 14, 16, 18の一方の流出入口ポートから油圧アクチュエータを介して他方の流出入口ポートへ閉回路状に接続した閉回路A～Dから構成され、さらに閉回路ポンプ13, 15, 17, 19と、切換弁44a～44d, 46a～46d, 48a～48d, 50a～50dとが、これら開回路ポンプ13, 15, 17, 19の出力ポートに切換弁44a～44d, 46a～46d, 48a～48d, 50a～50dを接続し、これら開回路ポンプ13, 15, 17, 19の入力ポートに作動油タンク25を接続した閉回路E～Hから構成している。これら閉回路A～Dおよび開回路E～Hは、例えば4回路ずつ、対をなして設けている。

20

【0060】

チャージポンプ11の吐出口は、流路229を介してチャージ用リリーフ弁20、およびチャージ用チェック弁26～29, 40a, 40b, 41a, 41b, 42a, 42bに接続している。チャージポンプ11の吸込口は、作動油タンク25に接続している。チャージ用リリーフ弁20は、チャージ用チェック弁26～29, 40a, 40b, 41a, 41b, 42a, 42bのチャージ圧力を調整する。

【0061】

チャージ用チェック弁26は、流路200, 201内の作動油圧が、チャージ用リリーフ弁20で設定した圧力を下回った場合に、流路200, 201にチャージポンプ11から作動油を供給する。チャージ用チェック弁27は、流路203, 204内の作動油圧が、チャージ用リリーフ弁20で設定した圧力を下回った場合に、流路203, 204にチャージポンプ11から作動油を供給する。チャージ用チェック弁28は、流路206, 207内の作動油圧が、チャージ用リリーフ弁20で設定した圧力を下回った場合に、流路206, 207にチャージポンプ11から作動油を供給する。チャージ用チェック弁29は、流路209, 210内の作動油圧が、チャージ用リリーフ弁20で設定した圧力下回った場合に、流路209, 210にチャージポンプ11から作動油を供給する。

30

【0062】

チャージ用チェック弁40a, 40bは、流路212, 213内の作動油圧が、チャージ用リリーフ弁20で設定した圧力を下回った場合に、流路212, 213にチャージポンプ11から作動油を供給する。チャージ用チェック弁41a, 41bは、流路214, 215内の作動油圧が、チャージ用リリーフ弁20で設定した圧力を下回った場合に、流路214, 215にチャージポンプ11から作動油を供給する。チャージ用チェック弁42a, 42bは、流路216, 217内の作動油圧が、チャージ用リリーフ弁20で設定した圧力を下回った場合に、流路216, 217にチャージポンプ11から作動油を供給する。

40

【0063】

流路200, 201間には、一对のリリーフ弁30a, 30bを接続している。リリー

50

フ弁30a, 30bは、流路200, 201内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、流路200, 201内の作動油を、流路であるチャージ配管232からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25へ逃がして流路200, 201を保護する。同様に、流路203, 204間には、一对のリリーフ弁31a, 31bを接続している。リリーフ弁31a, 31bは、流路203, 204内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、流路203, 204内の作動油を、チャージ配管232からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25へ逃がして流路203, 204を保護する。

【0064】

流路206, 207間にもまた、一对のリリーフ弁32a, 32bを接続している。リリーフ弁32a, 32bは、流路206, 207内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、流路206, 207内の作動油を、チャージ配管232からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25へ逃がして流路206, 207を保護する。流路209, 210間にもまた、一对のリリーフ弁33a, 33bを接続している。リリーフ弁33a, 33bは、流路209, 210内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、流路209, 210内の作動油を、チャージ配管232からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25へ逃がして流路209, 210を保護する。

【0065】

流路212は、ブームシリンダ1のヘッド室1aに接続している。流路213は、ブームシリンダ1のロッド室1bに接続している。流路212, 213間には、リリーフ弁37a, 37bを接続している。リリーフ弁37a, 37bは、流路212, 213内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、流路212, 213内の作動油を、流路229からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25に逃がして流路212, 213を保護する。流路212, 213間には、フラッシング弁34を接続している。フラッシング弁34は、流路212, 213内の余剰分の作動油(余剰油)を、流路229からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25に排出する。

【0066】

流路214は、アームシリンダ3のヘッド室3aに接続している。流路215は、アームシリンダ3のロッド室3bに接続している。流路214, 215間には、リリーフ弁38a, 38bを接続している。リリーフ弁38a, 38bは、流路214, 215内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、流路214, 215内の作動油を、流路229からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25へ逃がして流路214, 215を保護する。流路214, 215間には、フラッシング弁35を接続している。フラッシング弁35は、流路214, 215内の余剰分の作動油を、流路229からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25に排出する。

【0067】

流路216は、バケットシリンダ5のヘッド室5aに接続している。流路217は、バケットシリンダ5のロッド室5bに接続している。流路216, 217間には、リリーフ弁39a, 39bを接続している。リリーフ弁39a, 39bは、流路216, 217内の作動油圧が所定の圧力以上になった場合に、流路216, 217内の作動油を、流路229からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25へ逃がして流路216, 217を保護する。流路216, 217間には、フラッシング弁36を接続している。フラッシング弁36は、流路216, 217内の余剰分の作動油を、流路229からチャージ用リリーフ弁20を介して作動油タンク25に排出する。

【0068】

流路218, 219は、旋回装置7にそれぞれ接続している。流路218, 219間には、リリーフ弁51a, 51bを接続している。リリーフ弁51a, 51bは、流路218, 219間の作動油の圧力差(流路圧力差)が所定の圧力以上になった場合に、高圧側の流路218, 219内の作動油を低圧側の流路219, 218へ逃がして流路218, 219を保護する。

【0069】

10

20

30

40

50

比例制御弁 5 4 と走行装置 8 a とは、流路 2 2 1 , 2 2 2 にて接続している。流路 2 2 1 , 2 2 2 間には、リリーフ弁 5 2 a , 5 2 b を接続している。リリーフ弁 5 2 a , 5 2 b は、流路 2 2 1 , 2 2 2 間の作動油の圧力差が所定の圧力以上になった場合に、高圧側の流路 2 2 1 , 2 2 2 内の作動油を低圧側の流路 2 2 2 , 2 2 1 へ逃がして流路 2 2 1 , 2 2 2 を保護する。比例切換弁 5 4 は、制御装置 5 7 が出力する操作信号に応じて、流路 2 2 0 と作動油タンク 2 5 との接続先を、流路 2 2 1 および流路 2 2 2 のいずれかに切り換える流量調整可能な構成である。

【 0 0 7 0 】

比例切換弁 5 5 と走行装置 8 b とは、流路 2 2 3 , 2 2 4 にて接続している。流路 2 2 3 , 2 2 4 間には、リリーフ弁 5 3 a , 5 3 b を接続している。リリーフ弁 5 3 a , 5 3 b は、流路 2 2 3 , 2 2 4 間の作動油の圧力差が所定の圧力以上になった場合に、高圧側の流路 2 2 3 , 2 2 4 内の作動油を低圧側の流路 2 2 4 , 2 2 3 へ逃がして流路 2 2 3 , 2 2 4 を保護する。比例切換弁 5 5 は、制御装置 5 7 が出力する操作信号に応じて、流路 2 2 0 と作動油タンク 2 5 との接続先を、流路 2 2 3 および流路 2 2 4 のいずれかに切り換える流量調整可能な構成である。

【 0 0 7 1 】

制御装置 5 7 は、操作レバー装置 5 6 からのブームシリンダ 1、アームシリンダ 3 およびバケットシリンダ 5 の伸縮方向および伸縮速度の指令値と、旋回装置 7 および走行装置 8 a , 8 b の回転方向および回転速度の指令値と、油圧駆動装置 1 0 5 内の種々のセンサ情報に基づいて、各レギュレータ 1 2 a ~ 1 9 a、切換弁 4 3 a ~ 5 0 a , 4 3 b ~ 5 0 b , 4 3 c ~ 5 0 c , 4 3 d ~ 5 0 d、および比例切換弁 5 4 , 5 5 を制御する。

【 0 0 7 2 】

具体的に、制御装置 5 7 は、例えば、ブームシリンダ 1 のヘッド室 1 a およびロッド室 1 b に接続した流路 2 1 2 側の閉回路ポンプ 1 2 の流量である第 1 流量と、連結流路 3 0 1 に切換弁 4 4 a を介して接続された開回路ポンプ 1 3 の流量である第 2 流量との比が、ブームシリンダ 1 のヘッド室 1 a とロッド室 1 b との受圧面積に応じて予め設定した所定値となるように、これら第 1 流量および第 2 流量を制御する受圧面積比制御を行う。同様に、制御装置 5 7 は、ブームシリンダ 1 以外のアームシリンダ 3 およびバケットシリンダ 5 についても、上記受圧面積比制御を行う。

【 0 0 7 3 】

制御装置 5 7 は、ブームシリンダ 1、アームシリンダ 3 およびバケットシリンダ 5 のうちの少なくとも 1 つ以上を動作した際に、切換弁 4 3 a ~ 5 0 a , 4 3 b ~ 5 0 b , 4 3 c ~ 5 0 c , 4 3 d ~ 5 0 d を適宜制御して、対応する開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 と同じ台数の閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 が吐出する作動油を、動作するブームシリンダ 1、アームシリンダ 3 およびバケットシリンダ 5 のうちの少なくとも 1 つ以上に供給する。

【 0 0 7 4 】

操作レバー装置 5 6 の操作レバー 5 6 a は、ブームシリンダ 1 の伸縮方向および伸縮速度の指令値を制御装置 5 7 に与える。操作レバー 5 6 b は、アームシリンダ 3 の伸縮方向および伸縮速度の指令値を制御装置 5 7 に与え、操作レバー 5 6 c は、バケットシリンダ 5 の伸縮方向および伸縮速度の指令値を制御装置 5 7 に与える。操作レバー 5 6 d は、旋回装置 7 の回転方向および回転速度の指令値を制御装置 5 7 に与える。なお、走行装置 8 a , 8 b の回転方向および回転速度の指令値を制御装置 5 7 に与える操作レバー（図示せず）も備える。

【 0 0 7 5 】

< 要部構成 >

図 3 は、油圧駆動装置 1 0 5 の要部構成を示す概略側面図である。図 4 は、油圧駆動装置 1 0 5 の要部構成を示す概略正面図である。これら図 3 および図 4 においては、閉回路ポンプおよび開回路ポンプ 1 2 ~ 1 9 のポンプ周りの配管を示しているが、吐出側の配管を省略しており、吸込側の配管のみを示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

エンジン 9 の回転動力は、動力伝達装置 1 0 によって 4 本の回転軸に分割されて各閉回路ポンプおよび開回路ポンプ 1 2 ~ 1 9 を駆動する。図 1、図 3 および図 4 に示すように、動力伝達装置 1 0 は、エンジン 9 の側面に取り付けている。動力伝達装置 1 0 の内部には、エンジン 9 の駆動軸 9 a に取り付けた駆動ギヤ 1 0 a と計 4 個の従動ギヤ 1 0 b , 1 0 c とを収容している。開回路ポンプおよび閉回路ポンプ 1 2 ~ 1 9 は、いずれも 2 連のタンデム構造とされ、開回路ポンプ 1 3 , 1 5、開回路ポンプ 1 7 , 1 9、閉回路ポンプ 1 2 , 1 4、および閉回路ポンプ 1 6 , 1 8 は、それぞれ同軸で駆動する 1 台のタンデムポンプ 4 0 1 ~ 4 0 4 としている。特に、開回路ポンプ 1 3 , 1 5 にて構成したタンデムポンプ 4 0 1 には、チャージポンプ 1 1 を同軸状に取り付け、このチャージポンプ 1 1 も同軸で駆動する 3 連のタンデム構造としている。なお、各閉回路ポンプおよび開回路ポンプ 1 2 ~ 1 9 をタンデム構造としているが、これに拘るものではなく、例えば容量の大きい 1 個のポンプを取り付けてもよい。

10

【 0 0 7 7 】

閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 にて構成したタンデムポンプ 4 0 3 と、閉回路ポンプ 1 6 , 1 8 にて構成したタンデムポンプ 4 0 4 とは、エンジン 9 の駆動軸 9 a よりも上側において、動力伝達装置 1 0 の上側の 2 軸に配置して取り付けている。開回路ポンプ 1 3 , 1 5 およびチャージポンプ 1 1 にて構成したタンデムポンプ 4 0 1 と、開回路ポンプ 1 7 , 1 9 にて構成したタンデムポンプ 4 0 2 とは、エンジン 9 の駆動軸 9 b よりも下側において、動力伝達装置 1 0 の下側の 2 軸に配置して取り付けている。タンデムポンプ 4 0 3 は、タンデムポンプ 4 0 1 の上方に取り付け、タンデムポンプ 4 0 4 は、タンデムポンプ 4 0 2 の上方に取り付けている。よって、これらタンデムポンプ 4 0 1 ~ 4 0 4 は、図 3 に示すように、正方形の各角部に位置するように離間して配置している。

20

【 0 0 7 8 】

作動油タンク 2 5 は、図 1 に示すように、この作動油タンク 2 5 の下面をエンジン 9 の下面より下方に位置した状態で、上部旋回体 1 0 2 を支持するフレーム 1 0 2 a 上に設置している。作動油タンク 2 5 の上面は、タンデムポンプ 4 0 3 , 4 0 4 の下面より下方であって、タンデムポンプ 4 0 1 , 4 0 2 の上面より上方、すなわち、これらタンデムポンプ 4 0 3 , 4 0 4 とタンデムポンプ 4 0 1 , 4 0 2 との間に位置している。

30

【 0 0 7 9 】

フレーム 1 0 2 a 上には、作動油タンク 2 5 に併設してエンジン 9 を設置している。エンジン 9 は、動力伝達装置 1 0 を取り付けた側の側面が、作動油タンク 2 5 に対して並設するように設置している。

【 0 0 8 0 】

作動油タンク 2 5 の下方には、第 1 接続管としてのメインパイプ 2 3 5 を設置している。メインパイプ 2 3 5 は、作動油タンク 2 5 の下方から、図 4 に示すように、開回路ポンプ 1 3 , 1 5 にて構成したタンデムポンプ 4 0 1、および開回路ポンプ 1 7 , 1 9 にて構成したタンデムポンプ 4 0 2 の下方に亘って水平に設置し、メインパイプ 2 3 5 の両端を閉塞した形状としている。作動油タンク 2 5 の下面とメインパイプ 2 3 5 の一端側の上側部とは、第 1 接続管としての連結パイプ 2 3 7 にて連結している。連結パイプ 2 3 7 は、作動油タンク 2 5 に貯留している作動油をメインパイプ 2 3 5 へ導くもので、上下方向に軸方向を向けた状態として取り付けている。

40

【 0 0 8 1 】

タンデムポンプ 4 0 1 , 4 0 2 とメインパイプ 2 3 5 とは、図 3 および図 4 に示すように、第 2 接続管としてのサクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 にてそれぞれ接続している。サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 は、メインパイプ 2 3 5 へ導いた作動油をタンデムポンプ 4 0 1 , 4 0 2 の各開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 それぞれの流入ポートへ導くもので、上下方向に軸方向を向けた状態として取り付けている。各サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 は、下端側をメインパイプ 2 3 5 の上側部に接続し、上端側を各タンデムポンプ 4 0 1 , 4 0 2 の下側部に接続している。

50

【 0 0 8 2 】

メインパイプ 2 3 5 には、チャージポンプ 1 1 の吸込口に一端を接続したサクシオン配管 2 3 1 の他端を接続している。サクシオン配管 2 3 1 の一端は、メインパイプ 2 3 5 の上側部に接続し、このメインパイプ 2 3 5 へ導いた作動油をチャージポンプ 1 1 の流入ポートへ導く。チャージポンプ 1 1 の吐出口には、チャージ配管 2 3 2 の一端を接続している。チャージ配管 2 3 2 の他端は、分岐ブロック 2 3 6 にて分岐して、タンデムポンプ 4 0 3 , 4 0 4 の各閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 に接続している。なお、各閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 にチャージ配管 2 3 2 を接続するのは、各閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 の内部にチャージ用チェック弁 2 6 ~ 2 9、およびリリーフ弁 3 0 a , 3 0 b , 3 1 a , 3 1 b , 3 2 a , 3 2 b , 3 3 a , 3 3 b を内蔵していることを想定している。例えば、閉回路ポンプ 1 2 の内部に、チャージ用チェック弁 2 6、およびリリーフ弁 3 0 a , 3 0 b を内蔵している構成である。しかし、これに拘るものでなく、各閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 の外部に、チャージ用チェック弁 2 6 ~ 2 9、およびリリーフ弁 3 0 a , 3 0 b , 3 1 a , 3 1 b , 3 2 a , 3 2 b , 3 3 a , 3 3 b を備えてもよい。

10

【 0 0 8 3 】

各サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 は、吸込み時の抵抗を減らして各閉回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 でのキャビテーションの発生を防止する観点から、サクシオン配管 2 3 1 よりも内径寸法が大きく設計している。これに対し、開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 からの作動油の供給によって、例えばブームシリンダ 1 等の受圧面積差分の作動油流量を補うことが可能な油圧駆動装置 1 0 5 であることから、チャージポンプ 1 1 を大型化する必要がなく、小容量のチャージポンプ 1 1 で済む。このため、サクシオン配管 2 3 1 は、サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 よりも大幅に内径寸法が小さく設計している。チャージ配管 2 3 2 もまた、サクシオン配管 2 3 1 と同様に、小さい内径寸法に設計している。

20

【 0 0 8 4 】

< 駆動方法 >

次に、上記第 1 実施形態に係る油圧駆動装置 1 0 5 の駆動方法につき、ブームシリンダ 1 を単独で動作する単独動作時と、ブームシリンダ 1 に加えアームシリンダ 3 を複合的に動作する複合動作時を例とし、開回路 A ~ D および閉回路 E ~ H の閉回路ポンプおよび開回路ポンプ 1 2 ~ 1 9 を組み合わせた動作について、図 5 を参照して説明する。なお、以下の説明においては、閉回路 E ~ H に接続された閉回路ポンプ 1 2 , 1 4 , 1 6 , 1 8 のそれぞれを同容量と仮定する。さらに、ブームシリンダ 1 およびアームシリンダ 3 の受圧面積比 (ロッド室受圧面積 / ヘッド室受圧面積) がそれぞれ異なり、アームシリンダ 3 の受圧面積比 > ブームシリンダ 1 の受圧面積比の関係であると仮定する。

30

【 0 0 8 5 】

図 5 は、油圧駆動装置 1 0 5 のブーム上げ単独動作時、ブーム上げおよびアームクラウド複合動作時の状態を示すタイムチャートである。そして、(a) は操作レバー 5 6 a の操作量、(b) は操作レバー 5 6 b の操作量、(c) は切換弁 4 3 a , 4 4 a の状態である。(d) は閉回路ポンプ 1 2 の吐出流量、(e) は開回路ポンプ 1 3 の吐出流量、(f) は切換弁 4 5 a , 4 6 a の状態、(g) は切換弁 4 5 b , 4 6 b の状態である。(h) は開回路ポンプ 1 4 の吐出流量、(i) は開回路ポンプ 1 5 の吐出流量、(j) は切換弁 4 7 a , 4 8 a の状態、(k) は閉回路ポンプ 1 6 の吐出流量である。(l) は開回路ポンプ 1 7 の吐出流量、(m) は切換弁 4 9 a , 5 0 a の状態、(n) は閉回路ポンプ 1 8 の吐出流量、(o) は開回路ポンプ 1 9 の吐出流量、(p) はブームシリンダ 1 の動作速度である。

40

【 0 0 8 6 】

(停止時 : t 0 ~ t 1)

図 5 において、操作レバー装置 5 6 の各操作レバー 5 6 a ~ 5 6 d が何ら操作されていない非操作時 (t 0) においては、閉回路ポンプおよび開回路ポンプ 1 2 ~ 1 9 の各斜板

50

の傾転角が最小傾転角となるように駆動制御され、これら閉回路ポンプおよび開回路ポンプ12～19の吐出流量がゼロ(0)となる。このとき、切換弁43a～43d, 44a～44d, 45a～45d, 46a～46d, 47a～47d, 48a～48d, 49a～49d, 50a～50dおよび比例切換弁54, 55の全てを遮断状態に制御し、ブームシリンダ1、アームシリンダ3、バケットシリンダ5、旋回装置7および走行装置8a, 8bのそれぞれを停止状態で保持する。

【0087】

(ブーム上げ単独時: $t_1 \sim t_6$)

図5(a)に示すように、操作レバー装置56のうちの操作レバー56aによってブーム上げを指示する操作が行われた場合(t_1)には、コントローラ57にて閉回路ポンプ12のレギュレータ12aを制御し、図5(d)に示すように、閉回路ポンプ12から流路200へ作動油を吐出するように閉回路ポンプ12の斜板を駆動する。同時に、コントローラ57にて開回路ポンプ13のレギュレータ13aを制御し、図5(e)に示すように、開回路ポンプ13から流路202へ作動油を吐出するように斜板を駆動する。このとき、図5(c)に示すように、コントローラ57にて切換弁43a, 44aを導通制御する。

10

【0088】

操作レバー56aの操作値が X_1 に到達する時(t_2)には、図5(d)および図5(e)に示すように、閉回路ポンプ12の吐出流量が Q_{cp1} となり、開回路ポンプ13の吐出流量が Q_{op1} となる。このとき、コントローラ57にて上記受圧面積比制御を行い、ブームシリンダ1のボトム室1aの受圧面積(A_{a1})とロッド室1bの受圧面積(A_{a2})との面積比($A_{a1} : A_{a2}$)と、閉回路ポンプ12および開回路ポンプ13の流量比 $\{(Q_{cp1} + Q_{op1}) : Q_{cp1}\}$ とが等しくなるように、閉回路ポンプ12および開回路ポンプ13の吐出流量(Q_{cp1} , Q_{op1})を決定する。さらに、コントローラ57にて閉回路ポンプ12の吐出流量と開回路ポンプ13の吐出流量との比が、 $Q_{cp1} : Q_{op1}$ の関係を維持しながら変化するように、閉回路ポンプ12および開回路ポンプ13の吐出流量を制御する。このとき、操作レバー56aの操作値が X_1 に到達した時(t_2)は、図5(p)に示すように、ブームシリンダ1の動作速度が V_1 となる。

20

【0089】

操作レバー56aの操作量が X_1 を越えた場合には、コントローラ57にて閉回路ポンプ14のレギュレータ14aを制御し、図5(h)に示すように、閉回路ポンプ14から流路203へ作動油を吐出するように閉回路ポンプ14の斜板を駆動する。同時に、コントローラ57にて開回路ポンプ15のレギュレータ15aを制御し、図5(i)に示すように、開回路ポンプ15から流路205へ作動油を吐出するように斜板を駆動する。このとき、図5(f)に示すように、コントローラ57にて切換弁45a, 46aを導通制御する。

30

【0090】

操作レバー56aの操作値が X_2 に到達する時(t_3)には、図5(h)および図5(i)に示すように、閉回路ポンプ14の吐出流量が Q_{cp1} となり、開回路ポンプ15の吐出流量が Q_{op1} となる。このときもまた、コントローラ57にて上記受圧面積比制御を行い、閉回路ポンプ14の吐出流量と開回路ポンプ15との吐出流量の比が、 $Q_{cp1} : Q_{op1}$ の関係を維持しながら変化するように、これら閉回路ポンプ14および開回路ポンプ15の吐出流量を制御する。このとき、操作レバー56aの操作量が X_2 に到達した時(t_3)は、図5(p)に示すように、ブームシリンダ1の動作速度が V_2 となる。

40

【0091】

操作レバー56aの操作量が X_2 を越えた場合には、コントローラ57にて閉回路ポンプ16のレギュレータ16aを制御し、図5(k)に示すように、閉回路ポンプ16から流路206へ作動油を吐出するように閉回路ポンプ16の斜板を駆動する。同時に、コントローラ57にて開回路ポンプ17のレギュレータ17aを制御し、図5(l)に示すように、開回路ポンプ17から流路208へ作動油を吐出するように斜板を駆動する。この

50

とき、図5(j)に示すように、コントローラ57にて切換弁47a, 48aを導通制御する。

【0092】

操作レバー56aの操作量がX3に到達する時(t4)には、図5(k)および図5(l)に示すように、閉回路ポンプ16の吐出流量が Q_{cp1} となり、開回路ポンプ17の吐出流量が Q_{op1} となる。このときもまた、コントローラ57にて上記受圧面積比制御を行い、閉回路ポンプ16の吐出流量と開回路ポンプ17の吐出流量との比が、 $Q_{cp1} : Q_{op1}$ の関係を維持しながら変化するように、これら閉回路ポンプ16および開回路ポンプ17の吐出流量を制御する。このとき、操作レバー56aの操作量がX3に到達した時(t4)は、図5(p)に示すように、ブームシリンダ1の動作速度がV3となる。

10

【0093】

操作レバー56aの操作量がX3を越えた場合には、コントローラ57にて閉回路ポンプ18のレギュレータ18aを制御し、図5(n)に示すように、閉回路ポンプ18から流路209へ作動油を吐出するように閉回路ポンプ18の斜板を駆動する。同時に、コントローラ57にて開回路ポンプ19のレギュレータ19aを制御し、図5(o)に示すように、開回路ポンプ19から流路211へ作動油を吐出するように斜板を駆動する。このとき、図5(m)に示すように、コントローラ57にて切換弁49a, 50aを導通制御する。

【0094】

操作レバー56aの操作量がX4に到達する時(t5)には、図5(n)および図5(o)に示すように、閉回路ポンプ18の吐出流量が Q_{cp1} となり、開回路ポンプ19の吐出流量が Q_{op1} となる。このときもまた、コントローラ57にて上記受圧面積比制御を行い、閉回路ポンプ18の吐出流量と開回路ポンプ19の吐出流量との比が、 $Q_{cp1} : Q_{op1}$ の関係を維持しながら変化するように、これら閉回路ポンプ18および開回路ポンプ19の吐出流量を制御する。このとき、操作レバー56aの操作量がX4に到達した時(t5)は、図5(p)に示すように、ブームシリンダ1の動作速度がV4となる。

20

【0095】

(ブーム上げ+アームクラウド複合時：t6~t9)

図5において、操作レバー56aの操作量がX4でブームシリンダ1が単独動作している状態から操作レバー56bによってアームクラウドを指示する操作が行われた場合(t6)には、コントローラ57にて閉回路ポンプ14のレギュレータ14aを制御し、図5(h)に示すように、閉回路ポンプ14の斜板の傾転角を最小傾転角に駆動し、この閉回路ポンプ14の吐出流量をゼロ(0)とする。同時に、コントローラ57にて開回路ポンプ15のレギュレータ15aを制御し、図5(i)に示すように、開回路ポンプ15の斜板の傾転角を最小傾転角に駆動し、この開回路ポンプ15の吐出流量をゼロ(0)とする。

30

【0096】

閉回路ポンプ14および開回路ポンプ15の吐出流量がゼロとなった時(t7)には、図5(f)に示すように、コントローラ57にて切換弁45a, 46aを遮断制御した後、図5(g)に示すように、切換弁45b, 46bを導通制御する。同時に、コントローラ57にて閉回路ポンプ14のレギュレータ14aを制御し、図5(h)に示すように、閉回路ポンプ14から流路203へ作動油が吐出するように閉回路ポンプ14の斜板を駆動するとともに、開回路ポンプ15のレギュレータ15aを制御し、図5(i)に示すように、開回路ポンプ15から流路205へ作動油が吐出するように斜板を駆動する。

40

【0097】

操作レバー56bの操作量がX1に到達する時(t8)には、図5(h)および図5(i)に示すように、閉回路ポンプ14の吐出流量が Q_{cp1} となり、開回路ポンプ15の吐出流量が $Q_{op2} (> Q_{op1})$ となる。このとき、コントローラ57にて上記受圧面積比制御を行い、アームシリンダ3のヘッド室3aの面積(Ab1)とロッド室3bの面積(Ab2)の面積比(Ab1:Ab2)と、閉回路ポンプ14および開回路ポンプ15

50

の流量比 $\{ (Q_{cp1} + Q_{op2}) : Q_{cp1} \}$ とが等しくなるように、これら閉回路ポンプ 14 および開回路ポンプ 15 の吐出流量 (Q_{cp1} , Q_{op2}) を決定する。さらに、コントローラ 57 にて閉回路ポンプ 14 の吐出流量と開回路ポンプ 15 の吐出流量との比が、 $Q_{cp1} : Q_{op2}$ の関係を維持しながら変化するように、これら閉回路ポンプ 14 および開回路ポンプ 15 の吐出流量を制御する。

【0098】

すなわち、操作レバー 56b を操作した場合には、閉回路ポンプ 14 の吐出流量 (Q_{cp1}) および開回路ポンプ 15 の吐出流量 (Q_{op1}) 分ほど、ブームシリンダ 1 へ供給する作動油が減少してしまうため、図 5 (p) に示すように、ブームシリンダ 1 の動作速度が V_3 となる。なお、この状態で、操作レバー 56b の操作量がゼロ (0) となった場合には、従前の元の状態 (t_5) に復帰し、ブームシリンダ 1 の動作速度が V_4 となる (図示せず)。

10

【0099】

よって、いずれか一つの油圧アクチュエータを単独動作している場合に、他の油圧アクチュエータの動作に使用していない開回路ポンプ 13, 15, 17, 19 が吐出する作動油を、その単独駆動している油圧アクチュエータに合流することによって、油圧アクチュエータの最大速度を向上できる。また、複数の油圧アクチュエータを複合動作する場合は、駆動する油圧アクチュエータ毎に接続する開回路ポンプ 13, 15, 17, 19 を振り分け、最大 6 パターンの複合動作が可能となる。この場合に、動作頻度の高い油圧アクチュエータに優先的に多くの開回路ポンプ 13, 15, 17, 19 の吐出流量を合流できるように、開回路ポンプ 13, 15, 17, 19 毎に接続する油圧アクチュエータの優先順位マップ (図示せず) を作成し、この優先順位マップに基づいて各開回路ポンプ 13, 15, 17, 19 の合流先を制御してもよい。

20

【0100】

<作用効果>

上記特許文献 1 に記載された駆動装置においては、複数の閉回路に 1 つの開回路を併設し、この 1 つの開回路から複数の閉回路へ供給する作動油の流量を配分回路にて配分しており、1 つの開回路から配分回路を介して閉回路へ作動油を供給することによって、閉回路の液圧ポンプ単体で動作する場合に比べ、片ロッド式油圧シリンダの動作速度を上げている。

30

【0101】

特に、片ロッド式油圧シリンダを閉回路で駆動する場合は、ヘッド室側の受圧面積とロッド室側の受圧面積とが異なるため、シリンダを伸長動作する際には、この受圧面積差分の流量の作動油を閉回路へ供給 (チャージ) する必要があるものの、上記特許文献 1 に記載された駆動装置では、開回路の液圧ポンプからシリンダのヘッド室側に作動油を供給して、上記受圧面積差に基づく片ロッド式油圧シリンダの伸長動作時の不平衡を抑制しているため、チャージポンプによる作動油の供給流量 (チャージ流量) を小さくしている。

【0102】

また、閉回路にて複数の油圧アクチュエータを駆動する場合は、油圧アクチュエータ毎に液圧ポンプを設ける必要があるため、油圧ショベル等の作業機械においては、液圧ポンプのポンプ数が増加するといった課題があるものの、開回路を組み合わせた駆動装置とし、開回路の液圧ポンプが吐出する作動油を、制御弁を介して複数の各油圧アクチュエータに供給できるため、ポンプ数を抑えることができる。例えば、動作の際に比較的大きなエネルギーが必要となるブームやアーム等を駆動するための回路を閉回路とし、使用頻度が低くかつ動作の際に比較的小さなエネルギーで済む走行モータ等を駆動するための回路を開回路とする等の構成が考えられる。

40

【0103】

そこで、上記第 1 実施形態に係る油圧駆動装置 105 においては、ブームシリンダ 1、アームシリンダ 3、バケットシリンダ 5 および旋回装置 7 を駆動するための回路を閉回路 A ~ D とし、各走行装置 8a, 8b を駆動するための回路を開回路 E ~ H としている。そ

50

して、各閉回路A～Dに開回路E～Hを併設し、これら各閉回路A～Dに設けた閉回路ポンプ12, 14, 16, 18からの作動油の供給に加え、開回路E～Hに設けた開回路ポンプ13, 15, 17, 19が吐出する作動油を、受圧面積差を有するブームシリンダ1、アームシリンダ3およびバケットシリンダ5のヘッド室1a, 3a, 5a側に供給する構成としている。

【0104】

この結果、ブームシリンダ1、アームシリンダ3およびバケットシリンダ5のヘッド室1a, 3a, 5aとロッド室1b, 3b, 5bとの受圧面積差分の流量を補償できるため、各閉回路ポンプ12, 14, 16, 18を小型化できるとともに、チャージポンプ11を大型化する必要がない。また、開回路ポンプ13, 15, 17, 19と比例切換弁54, 55と用いることによって、ブームシリンダ1、アームシリンダ3、バケットシリンダ5、旋回装置7、各走行装置8a, 8bによる6パターンの複合動作を容易にできる。

【0105】

ここで、例えば、ブームシリンダ1を伸長動作する場合は、上記のように、ブームシリンダ1のボトム室1aの受圧面積(Aa1)とロッド室1bの受圧面積(Aa2)との面積比(Aa1:Aa2)と、閉回路ポンプ12および開回路ポンプ13の流量比{(Qcp1+Qop1):Qcp1}とが等しくなるように、閉回路ポンプ12の吐出流量(Qcp1)および開回路ポンプ13の吐出流量(Qop1)を決定している。これらボトム室1aとロッド室1bとの面積比(Aa1:Aa2)は、ほぼ2:1程度であるため、閉回路ポンプ12の流量と開回路ポンプ13の流量がほぼ等しい流量となり、これら閉回路ポンプ12および開回路ポンプ13のポンプ流量および仕様がほぼ同じものとなる。

【0106】

各開回路ポンプ13, 15, 17, 19は、作動油タンク25内の作動油を吸い込んで吐出するものであり、適切なポンプ動作を実現するためには、作動油タンク25から作動油を吸い込む際の抵抗を小さくする必要がある。一方、各閉回路ポンプ12, 14, 16, 18は、例えばブームシリンダ1等の油圧アクチュエータに対し環状に接続した閉回路A～D内の作動油の吐出方向を切り換えたり、その吐出流量を調整したりして循環させて油圧アクチュエータを動作するものであるため、開回路ポンプ13, 15, 17, 19のように作動油タンク25から作動油を吸い込む必要がない。開回路ポンプ13, 15, 17, 19は、サクシヨンパイプ233, 234を介し、作動油タンク25から作動油を吸入するが、その吸入性能は開回路ポンプ13, 15, 17, 19が有する自吸性およびサクシヨンパイプ233, 234の圧損に関わる。自吸性の面からみると、開回路ポンプ13, 15, 17, 19の吸込み容積を考慮し、サクシヨンパイプ233, 234は、メインパイプ235および連結パイプ237を介して作動油タンク25の底面に接続している。また、サクシヨンパイプ233, 234の圧損は、その管路面積や長さ依存する。よって、吸込性能を向上するためには、サクシヨンパイプ233, 234を、上述のような接続で、極力短く、できれば必要最小限の長さ留める必要がある。また、閉回路ポンプ12, 14, 16, 18と開回路ポンプ13, 15, 17, 19とは、その駆動源であるエンジン9の出力軸と接続したポンプミッションに取り付けている。サクシヨンパイプ233, 234は、作動油タンク25および開回路ポンプ12, 14, 16, 18の下方に位置するため、これら閉回路ポンプ13, 15, 17, 19が、開回路ポンプ12, 14, 16, 18より上に位置することにより、これら各開回路ポンプ13, 15, 17, 19の自吸性を確保でき、かつサクシヨンパイプ233, 234を極力短くできるため、サクシヨンパイプ233, 234の圧損を抑制できる。

【0107】

このことから、上記第1実施形態に係る油圧駆動装置105においては、図3および図4に示すように、閉回路ポンプ12, 14にて構成したタンデムポンプ403、および開回路ポンプ16, 18にて構成したタンデムポンプ404とのそれぞれを、開回路ポンプ13, 15およびチャージポンプ11にて構成したタンデムポンプ401、および開回路ポンプ17, 19にて構成したタンデムポンプ402の上方に取り付けている。

【0108】

すなわち、閉回路ポンプ12, 14, 16, 18のそれぞれを、各開回路ポンプ13, 15, 17, 19よりも上方に配置している。このため、各開回路ポンプを閉回路ポンプの上方に配置した場合に比べ、サクシヨンパイプ233, 234のそれぞれを短くでき、作動油タンク25内の作動油の油面に対する吸込み高さを低くできるから、各開回路ポンプ13, 15, 17, 19それぞれの作動油を吸込む際の抵抗を小さくでき、これら各開回路ポンプ13, 15, 17, 19の吸込性及び自吸性を向上できる。したがって、これら開回路ポンプ13, 15, 17, 19により、大流量の作動油を吐出する場合であっても、キャビテーションの発生を防止でき、エロージョンや騒音の発生を抑制できるとともに、作動油を吸い込む際の抵抗が小さいため、安定したポンプ動作を実現でき、油圧シヨベル100の安定した車体動作を実現できる。

10

【0109】

また同時に、各開回路ポンプ13, 15, 17, 19を閉回路ポンプ12, 14, 16, 18の下方に配置することにより、比較的大きな径寸法を有するサクシヨンパイプ233, 234を、閉回路ポンプ12, 14, 16, 18の横等をすり抜けるように配管する必要がなくなる。よって、吐出側の配管を含めた各開回路ポンプ13, 15, 17, 19周りの配管レイアウトを容易にでき、搭載性を向上できるから、これら開回路ポンプ13, 15, 17, 19の整備性を向上できる。以上により、閉回路A~Dと開回路E~Hとを組み合わせた油圧駆動装置105において、各閉回路ポンプ12, 14, 16, 18および開回路ポンプ13, 15, 17, 19の搭載レイアウトを適性化でき、ブームシリンダ1等の片ロッド式油圧シリンダの高速動作時においても安定したポンプ動作および車体動作を実現できると同時に、各閉回路ポンプ12, 14, 16, 18および開回路ポンプ13, 15, 17, 19周りの整備性を向上できるため、信頼性の高い油圧シヨベル100にできる。

20

【0110】

さらに、メインパイプ235、連結パイプ237およびサクシヨンパイプ233, 234の内径は、予め設定された流速以下、かつ各開回路ポンプ13, 15, 17, 19の各流入ポートにおいて予め設定された圧力以上となるように設定されている。また、このように設定されていることから、メインパイプ235および連結パイプ237の内径が、サクシヨンパイプ233, 234の内径より大きく設定されている。さらに、作動油タンク25から開回路ポンプ13, 15, 17, 19の下方までの間をメインパイプ235および連結パイプ237で構成し、メインパイプ235と各開回路ポンプ13, 15, 17, 19の流入ポートとの間をサクシヨンパイプ233, 234で構成している。この結果、サクシヨンパイプ233, 234を極力大きな内径とし、かつ極力短くしているため、サクシヨンパイプ233, 234の圧損を抑制できるとともに、作動油タンク25および各開回路ポンプ13, 15, 17, 19の下方のスペースにメインパイプ235を通せば良いのでレイアウトが容易になる。

30

【0111】

[第2実施形態]

図6は、本発明の第2実施形態に係る作業機械に搭載する油圧駆動装置105Aの一部を示す概略側面図である。本第2実施形態が前述した第1実施形態と異なるのは、第1実施形態は、開回路ポンプ13, 15の同軸状にチャージポンプ11を取り付けた油圧駆動装置105に対し、第2実施形態は、閉回路ポンプ12, 14の同軸状にチャージポンプ11を取り付けた油圧駆動装置105Aである。なお、本第2実施形態において、第1実施形態と同一又は対応する部分には同一符号を付している。

40

【0112】

本第2実施形態は、閉回路ポンプ12, 14にて構成したタンデムポンプ403の同軸状に、チャージポンプ11が取り付けられている。タンデムポンプ403は、閉回路ポンプ12, 14に加え、チャージポンプ11についても同軸で駆動可能な3連のタンデム構造としている。

50

【 0 1 1 3 】

すなわち、チャージポンプ 1 1 は、例えばブームシリンダ 1 等の片ロッド式油圧シリンダの伸長動作時に生じる受圧面積差分の流量の作動油を補充するものであるため、これら片ロッド式油圧シリンダ等の油圧アクチュエータを動作するための開回路ポンプおよび閉回路ポンプ 1 2 ~ 1 9 に比べ、比較的小さなポンプ流量で足りる。このため、上記第 1 実施形態に係る油圧駆動装置 1 0 5 に比べ、サクシオン配管 2 3 1 を長くしなければならないものの、各閉回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 の流入ポートに接続する各チャージ配管 2 3 2 を短くできる。

【 0 1 1 4 】

[第 3 実施形態]

図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る作業機械に搭載する油圧駆動装置 1 0 5 B の一部を示す概略側面図である。本第 3 実施形態が前述した第 2 実施形態と異なるのは、第 2 実施形態は、各サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 をメインパイプ 2 3 5 に接続し、このメインパイプ 2 3 5 を作動油タンク 2 5 に接続した油圧駆動装置 1 0 5 A に対し、第 3 実施形態は、各サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 自体を作動油タンク 2 5 に直接接続した油圧駆動装置 1 0 5 B である。なお、本第 3 実施形態において、第 2 実施形態と同一又は対応する部分には同一符号を付している。

【 0 1 1 5 】

本第 3 実施形態は、一端をタンデムポンプ 4 0 1 , 4 0 2 のいずれかに接続した各サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 それぞれの他端を、作動油タンク 2 5 の底面に接続しており、作動油タンク 2 5 内の作動油をサクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 のみを介して各タンデムポンプ 4 0 1 , 4 0 2 の開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 にて吸込む構成としている。各サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 は、長手方向の両端部を同一方向に略 9 0 度ほど屈曲した形状としており、これら各サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 の中間部を水平とした状態で、フレーム 1 0 2 a 上に設置している。

【 0 1 1 6 】

そして、各開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 に適した内径を有するサクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 を作動油タンク 2 5 に接続する構成としたため、各サクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 での圧損を抑制できることに加え、例えば、作動油タンク 2 5 と各開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 との間の配管を通すスペース（配管スペース）に余裕がなく、太く大きな内径のサクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 を通すのが容易ではない場合であっても、細く小さな内径のサクシオンパイプ 2 3 3 , 2 3 4 を複数本用いることにより、作動油タンク 2 5 と各開回路ポンプ 1 3 , 1 5 , 1 7 , 1 9 との間の配管を通し易くできる。

【 0 1 1 7 】

[その他]

なお、本発明は前述した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形態様が含まれる。例えば、前述した実施形態は、本発明を分かりやすく説明するために説明したものであり、本発明は、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【 0 1 1 8 】

また、上記各実施形態では、ブーム上げ単独動作時、ブーム上げおよびアームクラウド複合動作時について説明しているが、本発明はブームシリンダ 1、アームシリンダ 3、バケットシリンダ 5 等の他の片ロッド式油圧シリンダの単独動作時および複合動作時においても適用できる。

【 0 1 1 9 】

さらに、上記各実施形態では、油圧ショベル 1 0 0 に本発明を適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明は油圧ショベル 1 0 0 以外の作業機械にも適用可能である。例えば、油圧式クレーンやホイールローダ等の作業装置で駆動し得る少なくとも 1 つ以上の片ロッド式油圧シリンダを備えた作業機械であれば本発明は適用可能である。

【 0 1 2 0 】

10

20

30

40

50

また、上記各実施形態においては、開回路ポンプ13, 15, 17, 19として、流量のみ制御可能な片傾斜板機構を備えた液圧ポンプとしたが、吐出方向および流量が制御可能な両傾斜板機構を備えた液圧ポンプを用いても良い。また、閉回路ポンプおよび開回路ポンプ12~19のそれぞれを、動力伝達装置10を介して1台のエンジン9に接続した構成としたが、これら閉回路ポンプおよび開回路ポンプ12~19として、複数の固定容量式の液圧ポンプを用意し、これら固定容量式の液圧ポンプに、回転方向および回転数が制御可能な電動機を接続し、これら電動機を制御装置57にて制御して、各固定容量式の液圧ポンプの回転方向および回転数によって作動油の吐出入方向および吐出流量を制御する構成とすることもできる。

【0121】

10

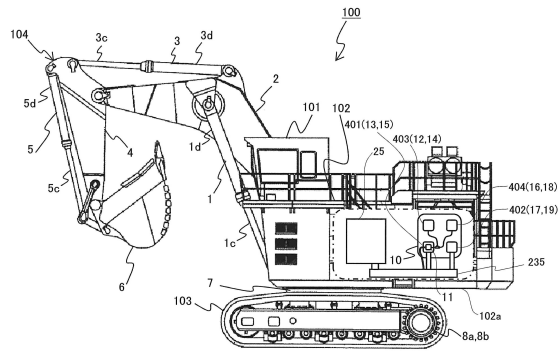
さらに、上記第各実施形態では、切換弁44a~44d, 46a~46d, 48a~48d, 50a~50dや、方向切換弁54, 55, 60, 63、ブリードオフ弁64~67は、制御装置57が出力した制御信号にて直接制御する場合のみならず、制御装置57が出力した制御信号を、電磁減圧弁等を用いて変換した油圧信号にて制御してもよい。

【符号の説明】

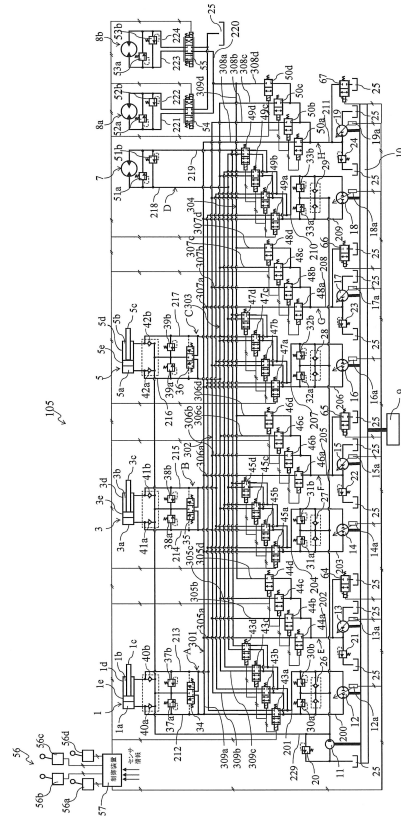
【0122】

1	ブームシリンダ (片ロッド式油圧シリンダ)	
1 a	ヘッド室	
1 b	ロッド室	
1 c	ロッド	20
1 e	ピストン	
3	アームシリンダ (片ロッド式油圧シリンダ)	
3 a	ヘッド室	
3 b	ロッド室	
3 c	ロッド	
3 e	ピストン	
5	バケットシリンダ (片ロッド式油圧シリンダ)	
5 a	ヘッド室	
5 b	ロッド室	
5 c	ロッド	30
5 e	ピストン	
12, 14, 16, 18	閉回路ポンプ (閉回路用作動油ポンプ)	
13, 15, 17, 19	開回路ポンプ (開回路用作動油ポンプ)	
25	作動油タンク	
57	制御装置	
100	油圧ショベル (作業機械)	
105, 105A, 105B	油圧駆動装置	
233, 234	サクシヨンパイプ (接続管, 第2接続管)	
235	メインパイプ (第1接続管)	
237	連結パイプ (第1接続管)	40
301~304	連結流路 (接続回路)	
A, B, C, D	閉回路	
E, F, G, H	開回路	

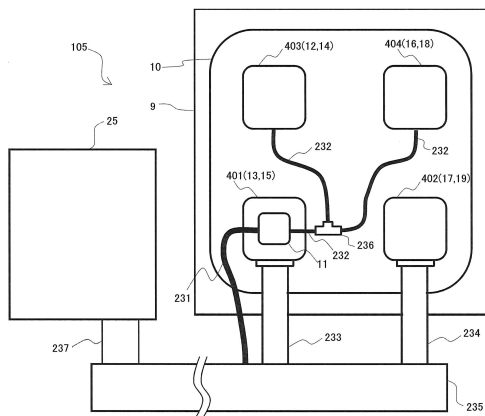
【 図 1 】



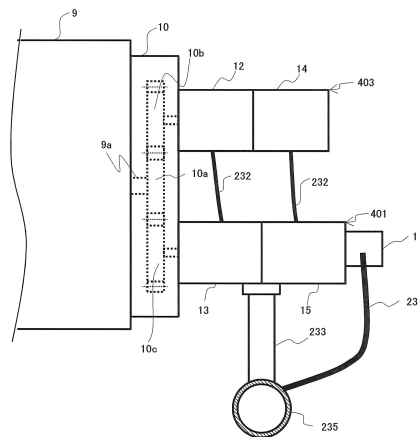
【 図 2 】



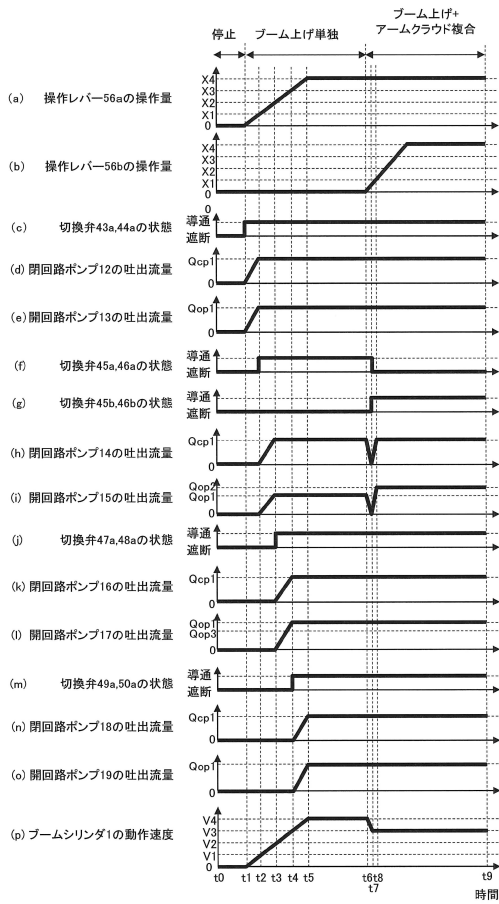
【 図 3 】



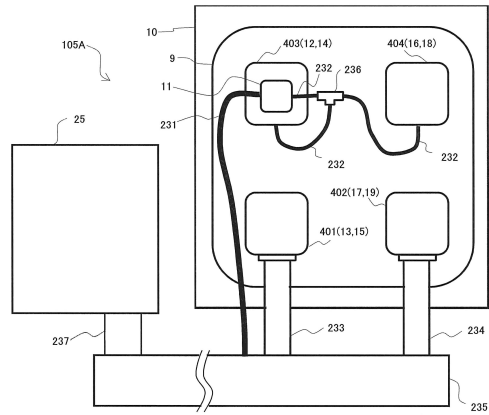
【 図 4 】



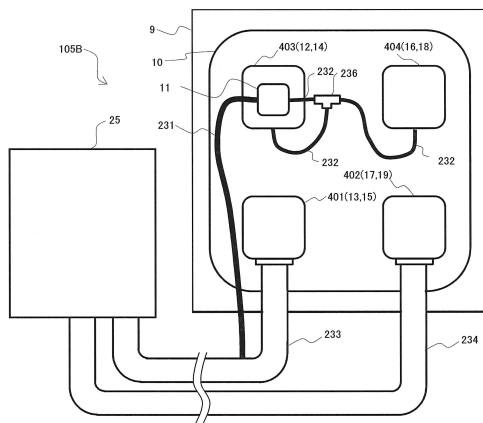
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0055149(US, A1)

特表2009-511831(JP, A)

特開2014-084558(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02F 3/42, 3/43, 3/84, 3/85

E02F 9/20 - 9/22

F15B 11/16

F16H 57/00 - 57/12