

明 細 書

発明の名称：電動液圧アクチュエーター

技術分野

[0001] 本発明は、電動液圧アクチュエーターに関する。

背景技術

[0002] 電動液圧アクチュエーターは、モーターによって動作するギヤポンプと、ギヤポンプによって加圧された作動流体（作動油等）によって動作する液圧アクチュエーターとを備える。電動液圧アクチュエーターとしては、液圧アクチュエーターに油圧シリンダーを用いた電動油圧シリンダーがよく知られている。電動油圧シリンダーは、モーターによって駆動されるギヤポンプによって中空筒状のシリンダーチューブ内に作動流体となる作動油を充填し、ピストンをシリンダーチューブの軸方向に移動させる。そして、ピストンロッドの先端には、動作対象となる何らかの他の機構が連結されて、他の機構の動作が電動油圧シリンダーの動作に連動する。

[0003] 電動液圧アクチュエーターは、例えば、電動押上機ブレーキに用いられる。電動液圧アクチュエーターは、電動押上機ブレーキにおいて、通電状態では、ドラムブレーキやディスクブレーキのブレーキパッドを開放するように動作し、電源が遮断されるとスプリングなどの付勢力によってブレーキパッドがブレーキドラムやブレーキディスクに押し当てられて、ブレーキが制動状態となるように構成されている。なお、電動油圧押上機ブレーキに用いられる電動液圧油アクチュエーターについては、例えば、以下の特許文献1や特許文献2に「電気液圧式ブレーキ解除装置」として開示されている。また、特許文献2には、この電気液圧式ブレーキ解除装置を用いたブレーキ装置も開示されている。以下の特許文献3には、「スラスト」と称する電動液圧油アクチュエーターを備えた「ディスクブレーキ装置」が開示されている。なお、以下の非特許文献1には、本発明に関連してギヤポンプの構造や特性等について記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6322699号公報

特許文献2：特許第6353036号公報

特許文献3：特開平11-37186号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：株式会社ジェイテクト、”ドライブトレーン用電動ポンプの開発”、[online]、[令和2年12月15日検索]、インターネット<URL：http://eb-cat.ds-navi.co.jp/jpn/jtekt/tech/ej/img/no1003/1003_09.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1や2に記載の電気液圧式ブレーキ解除装置（以下、「ブレーキ解除装置」と言うことがある。）は、「機能ユニット」と称する金属製のブロック内に内接ギヤポンプ全体とシリンダーチューブの一端側の構造とが組み込まれている。また、内接ギヤポンプからシリンダーチューブまでの複雑な作動流体の流路がこのブロック内に構築されている。そして、特許文献1に記載の機能ユニットは、ギヤポンプを用いることで、ポンプを連続動作させなくても、一度シリンダー内に作動流体を充填させれば、ブレーキを開放状態に維持することができるとしている。

[0007] しかしながら、特許文献1や2に記載のブレーキ解除装置では、多くの構成をブロックに組み込んでいるため、ブレーキ解除装置の重量が自ずと嵩む。また、複雑な流路をブロック内に高い精度で作り込む必要があることから、製造コストも増大する。そして、ブロック内に多種多様な構成を組み込んでいるため、保守や点検がし難くなる。例えば、内接ギヤポンプの点検を行うためには、ブレーキ解除装置における多くの構造が集約されたブロックを取り外すことになるため、実質的にブレーキ解除装置を全ての部材に分解することになる。また、流路の一部が破損した場合等には、機能ユニット全体

を交換する必要がある。そのため、特許文献 1 に記載のスラスタでは、保守、点検、修理に係る費用も嵩む。

[0008] また、特許文献 1 や 2 に記載のブレーキ解除装置に限らず、電動液圧アクチュエーターでは、油圧回路側の作動油をモーター側に漏出させないために、モーター側と油圧回路を構成する機構側との接続領域におけるシール構造に極めて高い信頼性が要求される。この点、特許文献 1 や 2 に記載のブレーキ解除装置では、内接ギヤポンプを用いており、このポンプのインナーギヤを回転させるための駆動軸とモーターシャフトとを連結する軸受けを「軸受けキャリアカバー」と称するハウジングで覆っている。しかしながら、このハウジングは、大きなブロックを囲繞しつつ当該ブロックに対してシールされているため、特許文献 1 や 2 に記載のブレーキ解除装置では、軸受けキャリアカバーとブロックとが接続される広い領域を均一の強度でシールすることが難しい。

[0009] そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、保守性に優れ、高い信頼性を備えた電動液圧アクチュエーターを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するための本発明の一態様は、
回転動力を出力するモーターと、
前記モーターによって作動される外接ギヤポンプと、
前記外接ギヤポンプが供給する加圧された作動流体によって動作する液圧アクチュエーターと、
前記液圧アクチュエーターの作動流体回路を構成する流路が組み込まれたマニフォールドブロックと、
前記モーターを収容する第 1 部分と、
前記外接ギヤポンプ、前記液圧アクチュエーター、及びリザーバーを収容する第 2 部分と、
前記第 1 部分と前記第 2 部分とを液密状態で接続する接続部と、

を備え、

前記接続部は、前記第 1 部分と前記第 2 部分とを連絡する連絡孔を有し、
前記モーターの回転軸と前記外接ギヤポンプの駆動軸とが前記連絡孔内で
連結され、

前記外接ギヤポンプは、前記マニフォールドブロックに收容されつつ、前
記接続部に取り付けられている、

電動液圧アクチュエーターとしている。

[0011] また、本発明の範囲は、油圧シリンダーを液圧アクチュエーターとした電
動液圧アクチュエーターを備えたディスクブレーキ装置にも及んでおり、当
該ディスクブレーキ装置は、円板状のブレーキディスクの両面に対してブレ
ーキライニングを押圧又は離隔させる制動機構を備え、前記制動機構は、前
記油圧シリンダーのピストンロッドの上昇運動に連動して前記ブレーキディ
スクに対する制動状態を解除し、ピストンロッドが下降状態にあるときに前記
ブレーキディスクを制動状態にする、ディスクブレーキ装置である。

[0012] その他、本願が開示する課題、及びその解決方法は、発明を実施するた
めの形態の欄、及び図面により明らかにされる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、保守性に優れ、高い信頼性を備えた電動液圧アクチュ
エーターが提供される。

図面の簡単な説明

[0014] [図1A]第 1 の実施例に係る電動液圧アクチュエーターの外観を示す図である
。

[図1B]第 1 の実施例に係る電動液圧アクチュエーターの内部構造の概略を示
す図である。

[図2]第 1 の実施例に係る電動液圧アクチュエーターの内部構造の概略を示す
図である。

[図3]図 1 A における a - a 矢視断面図であり、第 1 の実施例に係る電動液圧
アクチュエーターの内部構造を示す図である。

[図4A]第1の実施例に係る電動液圧アクチュエーターを構成するギヤポンプの外観を示す図である。

[図4B]第1の実施例に係る電動液圧アクチュエーターを構成するギヤポンプの内部構造を示す図である。

[図5]第1の実施例に係る電動液圧アクチュエーターの油圧回路を示す図である。

[図6A]図3におけるb-b矢視断面を示す図である。

[図6B]図6Aにおける $\alpha-\alpha$ 矢視断面を示す図である。

[図7]オリフィスが設けられた第1の実施例に係る電動アクチュエーターの油圧回路を示す図である。

[図8]第1の実施例に係る電動アクチュエーターに加わる衝撃の強度の測定方法を示す図である。

[図9]第2の実施例に係る電動液圧アクチュエーターの内部構造を示す断面図である。

[図10]第2の実施例に係る電動液圧アクチュエーターの油圧回路を示す図である。

[図11]図9におけるc-c矢視断面を示す断面図である。

[図12]図11におけるd-d矢視断面を示す断面図である。

[図13]図11におけるe-e矢視断面を示す断面図である。

[図14]図11におけるf-f矢視断面を示す断面図である。

[図15]図11におけるg-g矢視断面を示す断面図である。

[図16]図11におけるh-h矢視断面を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 関連出願の相互参照

[0016] この出願は、2020年12月23日に出願された日本特許出願、特願2020-213583に基づく優先権、及び2021年10月27日に出願された日本特許出願、特願2021-175803に基づく優先権を主張し、その内容を援用する。

[0017] 本発明の実施例について、以下に添付図面を参照しつつ説明する。なお、以下の説明に用いた図面において、同一または類似の部分に同一の符号を付して重複する説明を省略することがある。図面によっては説明に際して不要な符号を省略することもある。また、以下では、説明を容易にするために、何らかの回転機構における回転中心、あるいは回転機構が備える構造、部位、部材などを「回転軸」と称することがある。

[0018] ===第1の実施例===

本発明の一実施形態として、液圧アクチュエーターに油圧シリンダーを用いた電動油圧シリンダーを挙げる。図1Aは、第1の実施例に係る電動液圧アクチュエーター（以下、「スラスター1」と言うことがある。）の外観を示す図であり、図1Bは、スラスター1の内部構造の概略を示す図である。図1Aに示したように、スラスター1は、角筒状の外観形状を有し、一方の端面に自身を他の機器等に固定するためのクレビス11が取り付けられている。他端側には、内蔵する油圧シリンダーのピストンロッド52の先端側が軸方向に往復運動可能に突出している。ピストンロッド52の先端には、当該スラスター1の動作に連動させる機構（以下、「外部機構」と言うことがある。）に接続されるヘッド12が取り付けられている。また、ヘッド12には外部機構を取り付けるための孔（以下、「接続孔19」と言うことがある。）が形成されている。

[0019] ピストンロッド52の往復運動方向を上下方向とし、当該ピストンロッド52がスラスター1の上方に突出していることとして上下の各方向を規定すると、スラスター1は、上下方向を厚さ方向とした扁平角筒状の金属ブロック2を介して上方の構造体と下方の構造体とが接続された全体構造を有する。スラスター1の上方の構造体は、その金属ブロック（以下、「接続ブロック2」と言うことがある。）と、中空角筒状のカバー（以下、「上カバー13」と言うことがある。）と、ピストンロッド52の挿通孔14を備えた金属プレート（以下、「上蓋プレート15」と言うことがある。）とによって構成される筐体（以下、「上側筐体」と言うことがある）内にスラスター1

を構成する部材や機構が収納されてなる。下方の構造体は、接続ブロック 2 と、中空角筒状のカバー（以下、「下カバー 16」と言うことがある。）と、クレビス 11 が取り付けられた金属プレート（以下、「ベースプレート 17」と言うことがある。）とからなる筐体（以下、「下側筐体」と言うことがある。）を備え、この下側筐体内にスラスタ 1 を構成する部材や機構が収納されてなる。

[0020] 図 1 B に示したように、スラスタ 1 の下側筐体内には、モーター 3 が設置されている。接続ブロック 2 とベースプレート 17 とは、取付ボルト 18 を介して接続されており、取付ボルト 18 が締結されることで、接続ブロック 2 とベースプレート 17 との間に下側カバーが挟持されて下側筐体が形成される。

[0021] 上側筐体は、接続ブロック 2 と上蓋プレート 15 とを接続する取付ボルト 18 が締結されて、接続ブロック 2 とベースプレート 17 との間に上側カバーが挟持されることで形成される。

[0022] 上側筐体内の空間は、概ね、作動油が充填されるリザーバー 4 で占有される。リザーバー 4 は、接続ブロック 2 の上面と、中空角筒状の上カバー 13 と同軸に内接する中空円筒状のリザーバーケース 41 と、上蓋プレート 15 の下面とによって形成された閉鎖空間によって形成される。第 1 の実施例に係るスラスタ 1 では、リザーバー 4 内に、作動油の流路が形成された円柱状の金属ブロック（以下、「マニフォールドブロック 6」と言うことがある。））、油圧シリンダー 5、油圧回路の適所に配置される各種バルブ（61, 62）等が収納されている。また、油圧シリンダー 5 のハウジングとなるシリンダーチューブ 51 の下端側や各種バルブ（61, 62）がマニフォールドブロック 6 の上面に取り付けられている。さらに、マニフォールドブロック 6 の内部に形成された空間にはギヤポンプが設置されている。

[0023] 図 2、図 3 に、スラスタ 1 の内部構造を示した。図 2 は、スラスタ 1 の分解斜視図であり、図 3 は、図 1 A における a-a 矢視断面図である。なお、図 3 では、スラスタ 1 の内部構造が理解し易いように、スラスタ 1

の一部をハッチングによって示した。以下、図 1 B、図 2、図 3 に基づいて、スラスター 1 の構成や構造について説明する。

- [0024] スラスター 1 は、接続ブロック 2 に対して上方及び下方の構造体を構成する部材や部品のそれぞれが、上方及び下方から接続ブロック 2 に向けて順次組み付けられることで組み立てられる。すなわち、スラスター 1 は、接続ブロック 2 に対して上方及び下方向けて部材や部品を順次取り外すことで分解できるようになっている。
- [0025] 下側筐体内には、モーター 3 が中空円筒状のモーターケース 3 2 に覆われた状態で配置されている。モーターシャフト 3 1 は上下方向に回転軸を有してモーターケース 3 2 から上方に突出している。モーターシャフト 3 1 の下端は、ベースプレート 1 7 に設けられたボールベアリングを用いた軸受け 3 3 によって軸支されている。
- [0026] 接続ブロック 2 には、上面と下面とを連絡する孔（以下、「連絡孔 2 1」と言うことがある。）が形成され、この連絡孔 2 1 内にモーターシャフト 3 1 の上端側が挿通されている。接続ブロック 2 の内部には、ボールベアリングを用いたモーターシャフト 3 1 の軸受け 2 2 が組み込まれているとともに、油圧回路に含まれる流路の一部 2 3 が形成されている。本実施例では、ギヤポンプ 7 は外接ギヤポンプであり、モーターシャフト 3 1 の先端は、接続ブロック 2 内において、ギヤポンプ（以下、「外接ギヤポンプ 7」と言うことがある。）の駆動軸 7 1 の先端と連結部材 2 4 を介して接続されている。このように、当該接続ブロック 2 は、自身に対して上方と下方のそれぞれの構造体を相互に接続する機能を担っている。なお、接続ブロック 2 やマニフールドブロック 6 内の流路は、図 3 において点線楕円の領域 1 0 0 内に例示したように、無垢の金属ブロックに外方から孔（以下、「加工孔」と言うことがある。）を形成し、加工孔の開口をプラグで封止することで形成される。
- [0027] 上側筐体内に収納されている中空円筒状のリザーバーケース 4 1 の上端と下端は、接続ブロック 2 の上面及び上蓋プレート 1 5 の下面に当接しつつ 0

リングなどによってシールされている。それによって、密閉空間からなるリザーバー４が形成される。

[0028] リザーバー４内に配置される円柱状のマニフォールドブロック６は、接続ブロック２に取り付けられ、内部に作動油の流路や外接ギヤポンプ７の収納空間６６が形成されている。マニフォールドブロック６の上面には、シリンダーチューブ５１の下端側が挿入される円形の凹部６３が形成され、この凹部６３の底部に内部の流路に連絡する開口（以下、「凹部開口６４」と言うことがある。）が形成され、シリンダーチューブ５１の下端にはこの凹部開口６４を介して作動油を流入出させるポート５４が設けられている。また、マニフォールドブロック６の上面には内部の流路と連絡しているとともに、各種バルブ（６１，６２）が取り付けられる開口６５が形成されている。また、マニフォールドブロック６の適宜な面に、流路内の作動油をリザーバー４内に戻すための開口（以下、「排出口６９」と言うことがある。）が形成されている。第１の実施例に係るスラスタ１ではマニフォールドブロック６の側面に排出口６９が形成されている。そして、バルブ（６１，６２）がマニフォールドブロック６に取り付けられると、各バルブ（６１，６２）の弁機構が、マニフォールドブロック６内の所定の流路に介在するように設置される。

[0029] マニフォールドブロック６の下面側には、円筒状にくり抜かれてなる外接ギヤポンプ７の収納空間６６が形成されている。外接ギヤポンプ７は接続ブロック２に取り付けられつつ、当該収納空間６６内に配置される。外接ギヤポンプ７は、上下方向と直交する側方に作動油の吸入口７２が開口し、この開口に継ぎ手パイプ７３を介してベルマウス７４が取り付けられている。なお、ベルマウス７４の開口端には、作動油中の異物等をろ過するサクシオンフィルタ７５が取り付けられている。そして、円柱状のマニフォールドブロック６の側面には矩形状に切りかかれてなる開口部６７が形成されている。この開口部６７は、外接ギヤポンプ７の収納空間６６に連絡し、外接ギヤポンプ７のベルマウス７４を、リザーバー４内にて当該マニフォールドブロッ

ク6の外方に露出させる。

- [0030] 図4A、図4Bに外接ギヤポンプ7の構造を示した。図4Aは、外接ギヤポンプ7の外観を示す図であり、図4Bは外接ギヤポンプ7の内部構造を示す図である。図4Aに示したように、外接ギヤポンプ7の駆動軸71は、筐体（以下、「ポンプケース171」と言うことがある。）の下面に形成された軸孔174を介して下方に突出している。また、ポンプケース171の下面には、作動油の吐出口172が開口している。さらに、ポンプケース171には、上下方向に貫通して、自身を接続ブロック2に取り付けるためのボルトの挿通孔173も形成されている。
- [0031] 図4Bに示したように、ポンプケース171は、ギヤ（175a, 175b）の収納空間が形成されたケース本体171aと、当該ケース本体171aの下面側を覆うカバー部171bとで構成され、ケース本体171aとカバー部171bとはボルト等によって一体的に組み付けられている。
- [0032] ケース本体171a内には、駆動軸71を軸支するギヤ（以下、駆動ギヤ175a）と、駆動ギヤ175aに噛合するギヤ（以下、従動ギヤ175b）とが内蔵されている。駆動ギヤ175aと従動ギヤ175bとが噛合する領域には、吸入口72に連絡する圧力室（以下、「吸入側圧力室176a」と言うことがある。）と、吐出口172に連絡する圧力室（以下、「吐出側圧力室176b」と言うことがある。）とが形成されている。そして、外接ギヤポンプ7は、駆動ギヤ175aが下方から見て反時計回りに回転すると、吸入口72から吸入側圧力室176aに送り込まれた作動油が、吐出側圧力室176b側に送り出されるとともに、この吐出側圧力室176bを経て吐出口172から吐出される。
- [0033] 図2、図3に戻り、スラスタ1において、外接ギヤポンプ7は、接続ブロック2の上面にボルト（図示せず）によって固定されている。接続ブロック2の上面において、外接ギヤポンプ7の吐出口172に対応する位置には、自身の内部に形成された流路23の一端となる作動油の流入口25が開口している。流路23の他端は、接続ブロック2の上面において作動油の流出

口 2 6 として開口している。マニフォールドブロック 6 が接続ブロック 2 に取り付けられると、接続ブロック 2 における上記流出口 2 6 の位置にマニフォールドブロック 6 における作動油の流入口が対応し、接続ブロック 2 における流路 2 3 とマニフォールドブロック 6 における流路 6 8 とが接続される。なお、接続ブロック 2 における作動油の流出口 2 6 にはチェックバルブ 2 7 が取り付けられて、外接ギヤポンプ 7 から吐出された作動油がマニフォールドブロック 6 側の流路 6 8 から接続ブロック 2 側の流路 2 3 へ逆流しないようになっている。

[0034] 図 5 にスラスタ 1 における油圧回路を示した。また、図 6 A に、図 3 における b-b 矢視断面図を示し、図 6 B に図 6 A における $\alpha-\alpha$ 線で矢視断面図を示した。なお、図 6 A、図 6 B では、マニフォールドブロック 6 の断面のみを示している。また、図 6 A、図 6 B を含め、以下に示す各図では、流路の形状が理解し易いように、マニフォールドブロック 6 を作製する際の加工孔や、加工孔の開口を塞ぐプラグ等、実質的に流路として機能していない部位や部材を省略している。もちろん、図 5 に示した油圧回路における流路は、実際の接続ブロック 2 やマニフォールドブロック 6 に組み込まれている実際の流路の分岐や合流の状態をそのまま反映しているわけではない。

[0035] 以下、図 2 ～図 5、図 6 A、図 6 B を参照しつつ、スラスタ 1 の動作について説明する。図 5 に示したように、マニフォールドブロック 6 内において、接続ブロック 2 内の流路 2 3 から連続する一つの流路は、マニフォールドブロック 6 内で複数の流路（6 8 b ～ 6 8 f）に分岐している。分岐した流路（6 8 b ～ 6 8 f）の一つの 6 8 b は、マニフォールドブロック 6 の上面に取り付けられたシリンダーチューブ 5 1 における作動油の流入口（以下、「ポート 5 4」と言うことがある）に案内される流路 6 8 b である。なお、以下では、外接ギヤポンプ 7 の吐出口 1 7 2 に接続された接続ブロックの流入口 2 5 から油圧シリンダー 5 のポート 5 4 に接続されたマニフォールドブロック 6 の凹部開口 6 4 に至る流路を「加圧用流路」と言うことがある。

[0036] 分岐した他の流路（6 8 c ～ 6 8 f）は、シリンダーチューブ 5 1 内の作

動油をリザーバー４に戻すための流路であり、本実施例では、このリザーバー４内に作動油を戻すために二種類の流路（６８ｃと６８ｅ～６８ｆ）がマニフォールドブロック６内に形成されている。二種類の流路（６８ｃ～６８ｅと６８ｆ）の一方（６８ｃ～６８ｅ）は、シリンダーチューブ５１内の作動油をリザーバー４に戻すためのソレノイドバルブ６１が介在する流路（６８ｃ～６８ｅ）である。なお、以下では、シリンダーチューブ５１内の作動油をポート５４からソレノイドバルブ６１を経てリザーバー４内に戻すための流路を「減圧用流路」と言うことがある。

[0037] そして第１の実施例に係るスラスター１では、では、凹部開口６４からの減圧用流路がリザーバー４に至る途上で二つに分岐し、分岐した二つの流路（６８ｄ，６８ｅ）のそれぞれにソレノイドバルブ６１が介在している。二種類の流路（６８ｃと６８ｅ～６８ｆ）のうちの他方６８ｆは、シリンダーチューブ５１内の油圧を調整するリリーフバルブ６２が介在する流路６８ｆである。なお、以下では、リリーフバルブ６２からリザーバー４に至る流路６８ｆを「圧力調整用流路」と言うことがある。そして第１の実施例に係るスラスター１では、減圧用流路を構成する分岐前の流路６８ｃ、及び圧力調整用流路６８ｆの一端が、加圧用流路に連絡し、他端がマニフォールドブロック６の上面に形成された開口（図２，図３、符号６５）に連絡しており、この開口６５のそれぞれに所定のバルブ（６１，６２）が取り付けられている。

[0038] 次にスラスター１の動作について説明する。スラスター１内の信号線、あるいはモーター３やソレノイドバルブ６１への給電線等の電気配線は、シールされつつスラスター１の内方から外方の電気回路に案内されている。そして、スラスター１に電源が投入されると、モーター３が作動し、ソレノイドバルブ６１が閉止状態となる。モーター３によって駆動される外接ギヤポンプ７は、吐出口１７２より作動油を送り出し、この作動油は、加圧用流路を経由して油圧シリンダー５のポート５４からシリンダーチューブ５１内に供給される。それによって、ピストン５３が上方に押し上げられる。参考まで

に、図3に、ピストン53を押し上げる際の作動油の経路を黒塗りの矢印で示した。

[0039] シリンダーチューブ51において、ピストン53の上死点に対応する上下位置には、近接センサー55が配置されている。スラスター1には、近接センサー55からの信号によりモーター3の作動と停止を制御するリレーやコンピュータを用いた制御装置が付帯し、シリンダーチューブ51内に作動油が充填されて、近接センサー55によりピストン53が上死点にまで移動したことが検知されると、モーター3の回転動作が停止する。油圧シリンダー5のピストン53は、シリンダーチューブ51内の油圧により外部の機構からの下方への付勢力に抗して上下位置を維持する。なお、圧力調整流路68f内の油圧が所定の圧力を超えると、リリーフバルブ62が開放し、シリンダーチューブ51内の作動油がリザーバー4に戻される。

[0040] スラスター1の電源が切断されると、ソレノイドバルブ61の弁機構が開放状態となり、ピストンロッド52の先端に取り付けられたヘッド12に接続された外部の機構による下方への付勢力により、ピストン53が押し下げられる。それによって、シリンダーチューブ51内の作動油がソレノイドバルブ61を経由する減圧用流路を介してリザーバー4に戻される。

[0041] このように、上記構成のスラスター1では、内部にモーターシャフト31の軸受け22と、油圧回路の一部を構成する作動油の流路23とが形成された接続ブロック2を介して上方と下方の構造体が接続されている。そして、スラスター1は、上述したように、自身を構成する各種部材や部品を、接続ブロック2に対して上方や下方に向けて取り外したり、上方や下方から接続ブロックに向けて組み付けたりするだけで、容易に分解や組み立てができる簡素な構造を有するものとなっている。また、油圧回路を構成するマニフォールドブロック6と外接ギヤポンプ7が単体で取り外せる。そのため、スラスター1は、保守作業が極めて容易なものとなっている。

[0042] さらに、第1の実施例に係るスラスター1は、油圧回路の流路(23, 68)が接続ブロック2とマニフォールドブロック6とに分かれており、油圧

回路全体の流路（２３，６８）の経路が複雑であっても、接続ブロック２及びマニフォールドブロック６に形成される流路を比較的単純な構造にすることができる。したがって、流路（２３，６８）を形成するための加工コストも低減される。また、油圧回路の流路（２３，６８）の一部に不具合があった場合、第１の実施例に係るスラスタ１では、その不具合のある流路が存在する接続ブロック２、又はマニフォールドブロック６のいずれか一方のみを交換すればよく、修理に要するコストを低減することもできる。

[0043] 第１の実施例に係るスラスタ１は、モーター３と油圧回路を構成する機構とが、接続ブロック２によって上下の空間のそれぞれに離隔された状態で配置されている。そして、上下の空間を連絡する経路は、接続ブロック２に形成された連絡孔２１のみである。そのため、連絡孔２１の周縁をＯリングなどによってシールするだけで、モーター３と油圧回路を構成する機構とを確実に液密状態で離隔することができる。したがって、実施例に係るスラスタ１は高い信頼性を有している。

[0044] また、外接ギヤポンプ７を用いた第１の実施例に係るスラスタ１は、内接ギヤポンプを用いたスラスタと比較して多くの利点を有する。例えば、上記非特許文献１に記載されているように、外接ギヤポンプ７は、内接ギヤポンプと比較して、油圧を高くすることができる。そのため、スラスタ１におけるピストンロッド５２の上昇動作とヘッド１２に接続される外部の機構の動作とを確実に連動させることができる。

[0045] 外接ギヤポンプ７は、内部に異物が混入した場合でも、その異物がギヤ（１７５ａ，１７５ｂ）の各歯の間に入る大きさで、吸入口７２や吐出口１７２よりも小さければ、容易に外部に排出される。そのため、アウターローター内にインナーローターが組み込まれた内接ギヤポンプと比較して作動油のコンタミネーションに対する耐性が高い。外接ギヤポンプ７は、内周にギヤが形成された複雑な形状のアウターローターが不要であり、製造が容易で、安価に作製したり入手したりすることができる。

[0046] 第１の実施例に係るスラスタ１は、作動油が充填されるリザーバー４内

に、可動機構である油圧シリンダー５、外接ギヤポンプ７、各種バルブ（６１，６２）が収納されている。すなわち、これらの可動機構が作動油内に浸漬された構造になっている。それによって、実施例に係るスラスタ１では、可動機構からの騒音が外部に漏れにくく、高い静音性を有するものとなっている。特に、外接ギヤポンプ７については、上記非特許文献１にも記載されているように、内接ポンプと比較して騒音が大きいという課題があるものの、第１の実施例に係るスラスタ１では、外接ギヤポンプ７に起因する騒音も低減させることができるものとなっている。

[0047] 第１の本実施例に係るスラスタ１は、減圧用流路が二つの流路（６８ｄ、６９ｅ）に分岐し、シリンダーチューブ５１内の作動油が速やかにリザーバー４に戻るようになっている。そのため、シリンダーチューブ５１内の油圧が速やかに減圧し、ピストン５３が短時間で下死点に至る。

[0048] ここで、第１の実施例に係るスラスタ１を、例えば、上記特許文献３に記載されたディスクブレーキ装置等に適用することを考えると、油圧シリンダー５のピストンロッド５２の先端に取り付けられたヘッド１２は、円板状のブレーキディスクの両面に対してブレーキライニングを押圧及び離隔させる機構に接続されることになる。この機構は、ピストンロッド５２の上昇運動に連動して前記ブレーキディスクに対する制動状態を解除し、ピストンロッド５２が下降しているときは、前記ブレーキディスクが制動状態となるように構成されている。そのため、第１の実施例に係るスラスタ１をこの種のディスクブレーキ装置に用いれば、ディスクブレーキ装置の電源が遮断された際、回転するブレーキディスクに対して急制動を掛けることができる。それによって、回転を維持しようとするブレーキディスクを速やかに停止させて、ディスクブレーキ装置の安全性を高めることができる。なお、ディスクブレーキ装置における、基本的な、構造や構成、動作については、上記特許文献３にその一例が記載されている。

[0049] ===作動液体の流速調整機構===

第１の実施例に係るスラスタ１では、ピストンロッド５２の先端に取り

付けられたヘッド 1 2 に外部機構が接続された状態でソレノイドバルブ 6 1 が開放状態になると、外部機構によってピストンロッド 5 2 が下方へ押し下げられるとともに、シリンダーチューブ 5 1 内の作動油がリザーバー 4 に戻される。

[0050] ここで、外部機構がピストンロッド 5 2 を下方に押し下げようとする付勢力が強すぎる場合、ピストンロッド 5 2 が急激に下降し、ピストンロッド 5 2 の下端がシリンダーチューブ 5 1 内の下面に激しく衝突し、スラスター 1 に過度な衝撃が加わる可能性がある。スラスター 1 に過度な衝撃が加われば、スラスター 1 の各部位に締結されているボルトが緩む等してスラスター 1 が故障する可能性がある。また、スラスター 1 に加わる衝撃の反力が外部機構に伝われば、外部機構に不要な振動が発生し、外部の機構を高い精度で動作させることが難しくなる可能性がある。

[0051] そこで、図 5 に示した第 1 の実施例に係るスラスター 1 の油圧回路において、減圧用流路の途上に作動油の流速を低減させるための絞り機構を設置してもよい。絞り機構は、例えば、図 5 に示した油圧回路において点線の円で示した位置 80 a ~ 80 e のいずれかに挿入することができる。

[0052] なお、絞り機構としてはスロットルバルブやオリフィスがある。スロットルバルブは、流速を可変調整することができることから、多種多様な外部機構に接続する用途のスラスター 1 や、少量多品種のスラスター 1 のそれぞれに採用する場合には、各スラスターに対して絞りの開度を用途に応じて微調整することができる。その反面、スロットルバルブは、開度の調整量と実際のバルブの開度との関係には個体差があり、同じスラスター 1 を同じ外部機構に接続する用途で複数製造する場合、製造したスラスター 1 のそれぞれについて、スロットルバルブの開度を調整する作業が必要となる。

[0053] 一方、固定絞りであるオリフィスは、個体差が少なく、外部機構に応じた絞りの開度を規定さえすれば、規定の開度のものを複数製造しておけばよい。そして、規定の開度に設定された複数のオリフィスのそれぞれを複数の同じスラスター 1 のそれぞれに組み込めばよい。このように、絞り機構として

オリフィスを用いたスラスター１は、絞りの開度を調整するためのコストを削減することができる。また、可動部のないオリフィスは、スロットルバルブよりも安価であり、スラスター１における部品コストを低減させることもできる。

[0054] 図７に絞り機構としてオリフィス８０を設けたスラスター１の油圧回路の一例を示した。図７に示した油圧回路において、凹部開口６４からリザーバー４へ向かう流路（６８ｂ，６８ｃ）が二つの流路（６８ｄ，６８ｅ）に分岐し、その分岐した二つの流路（６８ｄ，６８ｅ）のそれぞれがソレノイドバルブ６１を経由しつつ、再び一本の流路６８ｇに合流して排出口６９ｂに至っている。そして、その合流した流路６８ｇにオリフィス８０が挿入されている。なお、図７に示した油圧回路を有するスラスター１は、オリフィス８０の数が一つであり、絞り機構に掛かる部品コストをさらに低減できるものとなっている。

[0055] ここで、オリフィス８０による作動油の流速調整の効果を確認するために、図５に示した油圧回路を有するスラスター１と、図７に示した油圧回路を有するスラスター１とを用意し、各スラスター１のピストンロッド５２の先端に設けられたヘッド１２の接続孔１９に外部機構として上述したディスクブレーキ装置を接続した。そして、各スラスター１のシリンダーチューブ５１内に作動油が充填されてピストン５３が上方に押し上げられている状態でソレノイドバルブ６１を開放し、ディスクブレーキ装置によってピストンロッド５２が押し下げられた際にスラスター１に加わる衝撃の強度を測定した。

[0056] 図８に衝撃の強度の測定方法を示した。図８は、スラスター１の上側部分を拡大した図であり、図８に示したように、外部機構９１を、ヘッド１２の接続孔１９に軸支された柱状の部材（以下、「接続ロッド９２」と言うことがある。）を介して接続し、上蓋プレート１５の上面にショック・レコーダー（G-MEN GR20、株式会社スリック製、以下、「衝撃センサー９」と言うことがある。）を取り付けた。なお、第１の実施例に係るスラスター１は、ピ

ストンロッド 5 2 の昇降方向が上下方向であり、ヘッド 1 2 に軸支された接続ロッド 9 2 の軸 9 3 が上下方向と直交する。また、上蓋プレート 1 5 の上面は、上下方向を法線とした面と平行である。

[0057] 衝撃センサー 9 は、所定のサンプリング周期（例えば、1 m s）で、互いに直交する x、y、z の 3 軸方向のそれぞれの加速度を測定するとともに、測定した加速度を記録する機能を備える。ここでは、上下方向を z 軸方向とし、接続ロッド 9 2 の軸 9 3 の延長方向を y 軸とし、z 軸と y 軸の双方と直交する方向を x 軸方向として、衝撃センサー 9 を取り付けた。そして、ピストンロッド 5 2 が、上死点から、外部機構 9 1 によって下死点まで押し下げられるまでの間における x 軸方向と z 軸方向のそれぞれの加速度を衝撃センサー 9 により測定した。そして、衝撃センサー 9 に記録された最大の加速度を衝撃の強度とした。

[0058] なお、作動油は温度によって粘度が変化することから、速度を測定する際には、リザーバー 4 内に設置した温度センサーにより油温を監視した。すなわち、第 1 の実施例に係るスラスター 1 は、リザーバー 4 内にソレノイドバルブ 6 1 が設置され、ソレノイドバルブ 6 1 の弁機構はマニフォールドブロック 6 内に埋設されて流路 6 8 に介在している。周知のごとく、ソレノイドバルブ 6 1 は、電磁石を用いたソレノイドにより弁機構を駆動するように構成されており、弁機構を駆動する際に電磁石が発熱する。そのため、第 1 の実施例に係るスラスター 1 では、ソレノイドバルブ 6 1 の開閉動作に伴ってリザーバー 4 内の作動流体の温度が上昇する。そして、油温の上昇は作動油の粘性を低減させ、流路内の作動油の流速を増大させる。作動流体の温度が上昇すれば、ソレノイドバルブ 6 1 が開放された際に外部機構 9 1 によってピストンロッド 5 2 が押し下げられる速度が増大し、スラスター 1 に加わる衝撃が大きくなる。

[0059] 以下の表 1 に、同じ油温におけるオリフィス 8 0 の有無と衝撃の強度との関係、及びオリフィス 8 0 を備えたスラスター 1 における油温と衝撃の強度との関係を示した。

[表1]

オリフィス	方向	油温		
		34℃	54℃	70℃
なし	x	5.6G	-	-
	z	3.0G	-	-
有り	x	1.4G	1.3G	1.2G
	z	0.2G	0.2G	0.2G

[0060] 表1に示したように、減圧用流路にオリフィス80が挿入されたスラスター1では、オリフィス80を挿入していないスラスター1に対して衝撃を小さくできることが確認された。また、オリフィスを備えたスラスター1は、衝撃の強度が、油温に大きく左右されないことも確認された。このことは、オリフィス80による絞り機構では、作動油が通過する距離が短いため、流速が油温に左右され難かったためと考えることができる。

[0061] === 第2の実施例 ===

上述したように、第1の実施例に係るスラスター1では、ソレノイドバルブ61がリザーバー4内に設置されているため、ソレノイドバルブ61を頻繁に作動させると、作動油の油温が上昇する可能性がある。確かに、第1の実施例に係るスラスター1では、減圧用流路の途上にオリフィス80を挿入することで、作動油の流速を油温に依らず、ほぼ一定に維持することが可能となる。しかし、油温を一定の温度に維持できれば、流路内の作動油の流速をより高精度に制御することが可能となる。もちろん、スラスター1に接続される外部機構91によっては、流速を低減させる必要がなく、オリフィス80が不要となる場合もある。そこで、第2の実施例として、ソレノイドバルブ61に起因する油温の上昇を抑止することが可能なスラスターを挙げる。

[0062] 図9に第2の実施例に係るスラスター101の概略構造を示した。また、図10にスラスター101の油圧回路を示した。図9は、スラスター101

をモーターシャフト 31 の回転軸を含む面で切断したときの断面図である。

なお、図 9 では、スラスター 101 の一部を拡大して示している。

[0063] 図 9 に示したように、第 2 の実施例に係るスラスター 101 は、第 1 の実施例に係るスラスター 1 と同様に、内部に作動油の流路 (123, 161) が形成された接続ブロック 102 とマニフォールドブロック 106 とを備えている。第 2 の実施例に係るスラスター 101 が備える接続ブロック 102、及びマニフォールドブロック 106 の基本的な外観形状は、第 1 の実施例に係るスラスター 1 と同様である。接続ブロック 102 には、下側筐体内の空間と上側筐体内の空間とを連絡するとともに、内部にモーターシャフト 31 の軸受け 122 が組み込まれた連絡孔 121 が形成されている。また、マニフォールドブロック 106 は、上面に油圧シリンダー 5 の下端側が挿入される円形の凹部 162 が形成されているとともに、その凹部 162 の底部に内部の流路 161 に連絡する凹部開口 163 が形成されている。また、マニフォールドブロック 106 の下端側には外接ギヤポンプ 7 の収納空間 164 a と、その収納空間 164 a とリザーバー 4 とを連絡しつつ、外接ギヤポンプ 7 のベルマウス 74 をリザーバー 4 内に露出させるための開口部 165 a とが形成されている。

[0064] しかし、第 1 の実施例に係るスラスター 1 では、油圧回路を構成する流路の大部分がマニフォールドブロック 6 に形成されていたのに対し、第 2 の実施例に係るスラスター 101 では、油圧回路を構成する流路の多くが接続ブロック 102 側に形成されている。また、油圧回路に含まれるバルブ (127, 201, 202) の全てが接続ブロック 102 側に設けられている。さらに、全てのバルブ (127, 201, 202) が、リザーバー 4 の外方に設置されている。このように、第 2 の実施例に係るスラスター 101 は、油温が上昇する原因となるソレノイドバルブ 201 がリザーバー 4 の外方に設置されているため、スラスター 101 の作動に伴って作動油の粘性が低下することがなく、流路内の作動油の流速をより高精度に制御することが可能となる。

- [0065] なお、接続ブロック１０２側に設けられたバルブ（１２７，２０１，２０２）のうち、油温の上昇原因となるソレノイドバルブ２０１以外のバルブ（１２７，２０２）については、必ずしも、リザーバー４の外方となる領域や接続ブロック１０２側に設置されていなくてもよい。
- [0066] 次に、第２の実施例に係るスラスター１０１における流路の構造等について説明する。図１１に、図９におけるｃ－ｃ矢視断面を示した。また、図１２、図１３、図１４、図１５、及び図１６に、それぞれ、図１１におけるｄ－ｄ矢視断面、ｅ－ｅ矢視断面、ｆ－ｆ矢視断面、ｇ－ｇ矢視断面、及びｈ－ｈ矢視断面を示した。
- [0067] なお、図９、図１１～図１６では、流路（１２３、１６８）の概略形状のみが示されており、接続ブロック１０２やマニフォールドブロック１０６の製造過程で金属ブロックに対して形成した加工孔や、その孔を埋めるプラグ等が省略されている。また、図９、図１１～図１６において、接続ブロック１０２、及びマニフォールドブロック１０６に関する構成以外の構成に付した符号は、図１～図７に示した第１の実施例に係るスラスター１の構成に付したものと同一である。さらに、図９、図１１～図１６において、流路（１２３，１６１）に関する説明に不要な部材や部位は、図示されていない場合がある。あるいは図中に図示されている部位や部材であっても、流路（１２３，１６１）に関する説明において不要なものであれば、符号が省略されている場合がある。もちろん、図１０に示した油圧回路における流路と、実際に作製した接続ブロック１０２やマニフォールドブロック１０６における流路とは、分岐や合流の状態が異なっている場合がある。以下、スラスター１０１の動作について、図９と図１０とを参照するとともに、適宜、図１１～図１６のいずれかを参照しながら説明する。
- [0068] 図９～図１６に示したように、第２の実施例に係るスラスター１０１では、油圧回路を構成する流路（１２３，１６１）の多くが接続ブロック２内に形成されており、流路（１２３，１６１）内の作動油をリザーバー４内に戻すための排出口（１２８ａ，１２８ｂ）の全てが接続ブロック１０２の上面

に開口している。

[0069] 図 1 2 に示したように、流入口 1 2 5 を一端とした接続ブロック 1 0 2 内の流路 1 2 3 a は、下方に延長した後、直角に屈曲してザーバー 4 の外方に向かっている。そして、図 1 1 に示したように、接続ブロック 1 0 2 内の流路 1 2 3 は、上方から見ると、流入口 1 2 5 からリザーバー 4 の外方に案内されたのち、接続ブロック 1 0 2 の外周側を周回してリリーフバルブ 2 0 2 を経由して、あるいはリリーフバルブ 2 0 2 とチェックバルブ 1 2 7 とを経て再びリザーバー 4 の内方に戻る経路を辿る。なお、図 1 3 に示したように、リリーフバルブ 2 0 2 からチェックバルブ 1 2 7 に向かう流路 1 2 3 a は、その途上で上方向かってクランク状に屈曲し、その屈曲した領域における上下方向の流路内にチェックバルブ 1 2 7 が組み込まれている。

[0070] チェックバルブ 1 2 7 を経由した流路 1 2 3 b は、図 1 1、図 1 3、図 1 4 に示したように、リザーバー 4 の内方に案内されたのち、マニフォールドブロック 1 0 6 の下面と対面する領域で流出口 1 2 6 として開口している。そして、マニフォールドブロック 1 0 6 の下面において、接続ブロック 1 0 2 の流出口 1 2 6 に対面する位置には、マニフォールドブロック 1 0 6 内に形成された流路 1 6 1 の一端が開口している。それによって、接続ブロック 1 0 2 内の流路 1 2 3 からマニフォールドブロック 1 0 6 内の流路 1 6 1 に案内された作動油は、マニフォールドブロック 1 0 6 の凹部開口 1 6 3 から油圧シリンダー 5 のポート 5 4 を経てシリンダーチューブ 5 1 内に充填され、ピストン 5 3 が押し上げられる。したがって、第 2 の実施例に係るスラスタ 1 0 1 では、接続ブロック 1 0 2 の流入口 1 2 5 からマニフォールドブロック 1 0 6 における凹部開口 1 6 3 に至る流路（1 2 3 a、1 2 3 b、1 6 1）が加圧用流路となる。参考までに図 1 1、図 1 4 に加圧用流路における作動油の流れを黒塗り矢印で示した。

[0071] また、図 1 1、図 1 5 に示したように、流入口 1 2 5 からチェックバルブ 1 2 7 に向かう流路 1 2 3 a は、リリーフバルブ 2 0 2 の内方にて圧力調整用流路 1 2 3 c として分岐し、その圧力調整用流路 1 2 3 c が、上方から見

てリザーバー４の内方にて排出口１２８ａとして開口している。また、排出口１２８ａは、マニフォールドブロック１０６が配置されている領域で開口しており、マニフォールドブロック１０６の下面において、排出口１２８ａと対面する領域には、中空円筒状の空間１６４ｂが形成されている。そして、その空間１６４ｂにはリザーバー４に連絡する開口部１６５ｂが形成されている。それによって、加圧用流路内の油圧が所定の圧力を超えると、リリーフバルブ２０２が開放し、図１１及び図１５において網掛け矢印で示したように、作動油の一部が圧力調整用流路１２３ｃからマニフォールドブロック１０６の下面に形成された上記の空間に案内されるとともに、上記の開口部１６５ｂを経てリザーバー４に戻される。

[0072] さらに、第２の実施例に係るスラスタ１０１では、図１１、図１３に示したように、接続ブロック１０２内において、リリーフバルブからチェックバルブ１２７からマニフォールドブロック１０６内の流路１６８に接続する流路１２３ｂが分岐し、その分岐した流路１２３ｄに二つのソレノイドバルブ２０１が介在している。図１１、図１４に示したように、その分岐した流路１２３ｄは、リザーバー４の外方に設置されている二つのソレノイドバルブ２０１のそれぞれを経由した後、再び一つの流路１２３ｇに合流した上でリザーバー４の内方に案内されている。そして、この合流した流路１２３ｇがリザーバー４の内方にて排出口１２８ｂとして開口している。

[0073] それによって、ピストン５３がシリンダーチューブ５１内の油圧によって押し上げられている状態で二つのソレノイドバルブ２０１が開放されると、作動油は、図１１、図１６において白塗り矢印で示したように、シリンダーチューブ５１内の作動油がマニフォールドブロック１０６の凹部開口１６３からソレノイドバルブ２０２を経てリザーバー４に至る減圧用流路を通ってリザーバー４に戻され、ピストン５３が、ピストンロッド５２の上端に接続された外部機構による付勢力により下方に押し下げられる。

[0074] ===その他の実施例===

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態

に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。そして、上記の実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、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。また、上記実施形態の構成の一部について、他の構成の追加や削除、置換をすることが可能である。

[0075] 例えば、第1の実施例に係るスラスター1では、全ての作動油の流路をマニフォールドブロック6内に形成することもできる。また、上記各実施例に係るスラスター(1, 101)において、油圧シリンダー5は、ピストン53が上下方向に往復運動するように配置されていたが、モーターシャフト31と交差する方向(例えば、直交方向)に往復運動するように油圧シリンダー5を配置することもできる。

[0076] マニフォールドブロック(6, 106)やシリンダーチューブ51は、リザーバー4内に配置されていなくてもよく、上側筐体内の機構や部材の一部あるいは全部がリザーバー4の外方に配置されていてもよい。例えば、外接ギヤポンプ7の収納空間(66, 164a)にスリット状の開口部(67, 165a)を形成せず、外接ギヤポンプ7を、接続ブロック2に取り付けつつ、マニフォールドブロック6内に液密に収納するようにしてもよい。そして、上側筐体の適所に配置したリザーバー4から収納空間66に連絡する流路をマニフォールドブロック6に形成しておく。それによって、主な騒音源となっている外接ギヤポンプ7のみを作動油内に浸漬して、騒音を抑止することができる。

[0077] 上記実施例に係るスラスター1の外接ギヤポンプ7における吸入口72の位置は、駆動軸71に対して直交する方向に開口していたが、吸入口72は、接続ブロック2に対して上方に配置される各種構成のレイアウトや、ピストンロッド52の往復運動方向などに応じて適宜な方向に開口させることができる。

[0078] 減圧用流路の分岐数は、スラスター1の用途、要求される仕様や価格等に応じて適宜に設定することができる。

[0079] 実施例に係るスラスター 1 は、シリンダーチューブ 5 1 内が減圧されると、ヘッド 1 2 に接続された外部の機構による下方への付勢力によって、ピストン 5 3 が下降し、シリンダーチューブ 5 1 内の作動油が減圧用流路（6 8 c～6 8 e）とソレノイドバルブ 6 1 とを経由してリザーバー 4 に戻るように構成されていた。この構成に代えて、例えば、シリンダーチューブ 5 1 内に、ピストン 5 3 を下方に付勢するスプリングを設置するなどして、外部の機構からの付勢力に頼ることなく、ピストン 5 3 が下方に押し下げられる構成にしてもよい。

[0080] 実施例に係るスラスター 1 の液圧アクチュエーターは油圧シリンダー 5 であったが、油圧によって回転する機構を備えた液圧アクチュエーター等、適宜な形式の液圧アクチュエーターに変更することも可能である。また、スラスター 1 の外観形状は、角筒状に限らず、内蔵する液圧アクチュエーターの形式や運動方向、内部構造等に応じて変更することができる。

符号の説明

[0081] 1, 1 0 1 スラスター（電動液圧アクチュエーター、電動油圧シリンダー）、
2, 1 0 2 接続ブロック、3 モーター、4 リザーバー、5 油圧シリンダー、
6, 1 0 6 マニフォールドブロック、7 ギヤポンプ（外接ギヤポンプ）、
1 1 クレビス、1 2 ヘッド、1 3 上カバー、1 4 ピストンロッドの挿通孔、
1 5 上蓋プレート、1 6 下カバー、1 7 ベースプレート、1 8 取付ボルト、
2 1, 1 2 1 連絡孔、2 2, 1 2 2 接続ブロック内の軸受け、
2 3, 1 2 3, 1 2 3 a～1 2 3 g 接続ブロック内の流路、2 4 連結部材、
2 5, 1 2 5 流入口、2 6, 1 2 6 流出口、2 7, 1 2 7 チェックバルブ、

31 モーターシャフト、41 リザーバーケース、51 シリンダーチューブ、
52 ピストンロッド、53 ピストン、54 (油圧シリンダー5) のポート、
55 近接センサー、61, 201 ソレノイドバルブ、
62, 202 リリーフバルブ、64, 163 凹部開口、
66, 164a 外接ギヤポンプの収納空間、
68, 68a~68f, 168 マニフォールドブロック内の流路、
69a, 69b, 128a, 128b 排出口、71 駆動軸、72 吸入口、
80 絞り機構(オリフィス)、171 ポンプケース、171a ケース本体、
171b カバー部、172 吐出口、174 軸孔、175a 駆動ギヤ、
175b 従動ギヤ、176a 吸入側圧力室、176b 吐出側圧力室