(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
2019年10月31日(31.10.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/208495 A1

(51) 国際特許分類:
F15B 11/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/017018

(22) 国際出願日： 2019年4月22日(22.04.2019)

(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 2018-086806 2018年4月27日(27.04.2018) JP

(71) 出願人： 川崎重工業株式会社 (**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 近藤 哲弘 (**KONDO, Akihiro**). 三井 広明 (**MITSUI, Hiroaki**). 豊田 敏久 (**TOYOTA, Toshihisa**). 中辻 隆 (**NAKATSUJI, Takashi**).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (**PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE**); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町１２３番地の１ 貿易ビル３階 Hyogo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) **Title:** HYDRAULIC PRESSURE SUPPLY DEVICE

(54) 発明の名称： 液圧供給装置

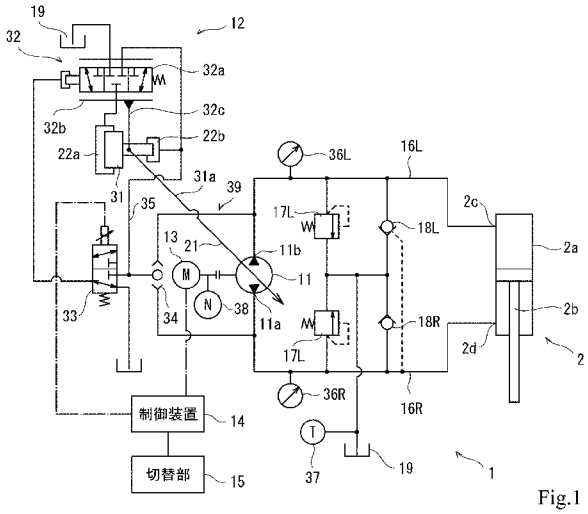


Fig.1

14 Control device
15 Switching unit

(57) **Abstract:** This fluid pressure supply device comprises a hydraulic pump of which the discharge capacity can be changed, an electric motor of which the rotational speed can be changed, a discharge capacity adjustment mechanism capable of adjusting the discharge capacity of the hydraulic pump in a range between a maximum discharge capacity and a minimum discharge capacity, a pressure detector that detects the pressure of working fluid discharged from the hydraulic pump, a rotational speed detector that detects the rotational speed of the electric motor, and a control device that controls

WO 2019/208495 A1

[続葉有]

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the actions of the electric motor and the discharge capacity adjustment mechanism and holds an actuator at a desired pressure on the basis of the rotational speed detected by the rotational speed detector, the control device controlling the actions of the discharge capacity adjustment mechanism so that the discharge capacity of the hydraulic pump reaches a set lower-limit discharge capacity when the pressure of the actuator is held, and the set lower-limit discharge capacity being greater than the minimum discharge capacity and set so as to be adjustable by the control device.

(57) 要約:液圧供給装置は、吐出容量を変更可能な液圧ポンプと、回転数を変更することができる電動機と、最大吐出容量と最小吐出容量との間の範囲において液圧ポンプの吐出容量を調整可能な吐出容量調整機構と、液圧ポンプから吐出される作動液の圧力を検出する圧力検出器と、電動機の回転数を検出する回転数検出器と、回転数検出器で検出される回転数に基づいて電動機及び吐出容量調整機構の動作を制御してアクチュエータを任意の圧力にて保持する制御装置とを備え、制御装置は、アクチュエータの圧力を保持する際、液圧ポンプの吐出容量が設定下限吐出容量となるように吐出容量調整機構の動作を制御し、設定下限吐出容量は、最小吐出容量より大きく、且つ前記制御装置によって調整可能に設定されている。

明　細　書

発明の名称 ： 液圧供給装置

技術分野

[0001] 本発明は、アクチュエータに液圧を供給して駆動させる液圧供給装置に関する。

背景技術

[0002] 液圧ポンプからアクチュエータに液圧を供給して駆動する液圧供給装置が知られている。液圧供給装置において、液圧ポンプはサーボモータ等のような回転数制御が可能な電動機によって回転駆動されており、回転数制御によってその吐出流量を調整してアクチュエータの速度、位置、及び荷重を制御することができるようになっている。また、液圧供給装置では、液圧ポンプの吐出容量が変更可能に構成され、このような液圧供給装置としては、例えば特許文献１及び２のような駆動システムが知られている。

[0003] 特許文献１の駆動システムでは、吐出圧の大きさによって制御を変えるようになっており、吐出圧が予め定められたカットオフ開始圧力未満においては電動機の回転数を調整することによってポンプの吐出流量が制御される。他方、吐出圧が予め定められるカットオフ開始圧力に達すると、電動機の回転数を一定に維持し、ポンプ吐出容量を調整することによってポンプの吐出流量が制御される。

[0004] また、特許文献２の駆動システムでは、ポンプ容量が２段階で切換え可能に構成されており、それほど大きな流量を必要としない保圧工程においてポンプの容量が小さい方に設定される。他方、制御装置は、ポンプのトルクを一定の値に確保すべくサーボモータの回転数を制御するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００３－１７２３０２号公報

特許文献2：特許第４３２４１４８号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１及び２の駆動システムでは、共にアクチュエータに供給する作動液の圧力を維持することを目的とする場合、それほど多くの量の作動液を供給する必要がない。それ故、特許文献１の駆動システムでは、ポンプが圧力調整（カットオフ）機構を備えており、圧力調整機構によってポンプの容量が機械的に調整される。例えば、保圧工程では、圧力調整機構によってポンプの容量がカットオフ圧力を保持可能な容量に調整される。しかし、カットオフ圧力が最初に調整された圧力で固定されてしまうので、機械の負荷（プレスにおける製品の板厚・材料の相違、樹脂・粉末成型における材料の相違等）に応じて圧力を調整することができない。

[0007] 他方、特許文献２の駆動システムでは、ポンプの吐出容量が最小吐出容量に設定されている。この最小吐出容量は、一般的に斜板の傾転が所定の角度より小さくならないように機械的に制限することによって達成されており、斜板の傾転の制限は主に機械的なストッパ等で行われている。それ故、最小吐出容量を変更する場合、それに応じてポンプの設計を変える必要がある。即ち、同じサイズのポンプであっても、最小吐出容量が異なるだけで異なる部品を用いる必要があり、部品を大量生産することができず、ポンプの製造コストが増加する。それ故、ポンプの最小吐出容量は、同じサイズのポンプに対して使用態様に依らず同じ容量に設定されている。あるいは、ポンプにおいてねじ等によって最小吐出容量を調整可能なものもある。しかし、この場合は、ワークの種類を変える、いわゆる段取り替えの度に調整ねじを調整し直すことが必要となるので作業性が悪い。

[0008] ここで、２つの駆動システムにおける圧力保持時の内部リーク量（ポンプ内部で発生するリーク量）に着目する。各駆動システムにおける内部リーク量は、それを構成する機器、並びに作動液の温度及び圧力等の駆動システムの駆動状態に応じて変化する。前述の通り、ポンプでは、使用態様及び駆動状態に関わらず最小吐出容量がある値に設定されている。それ故、どのよう

な使用態様及び駆動状態においても内部リークによって不足する作動液の流量を補うことができるようにするために、最小吐出容量は、想定される内部リークのうち最も多い流量よりも更に大きめに設定される。そうすると、圧力保持状態において、ポンプ吐出圧とポンプ吐出容量との積で定まるポンプ駆動トルクが大きくなるので、大型（大出力）の電動機が必要となる。

[0009] そこで、電動機の大型化を抑えるべく最小吐出容量を、前述するような容量よりも小さめに設定することが考えられる。この場合、ポンプの吐出流量はポンプ吐出容量とポンプ回転数との積で定まることから、前述する場合よりも電動機の回転数を上げることによって内部リーク量に相当する作動液の流量を補うことができる。しかしながら、連続運転等で作動液が高温になった場合、あるいは、夏季等において雰囲気温度が高温である場合に以下のような事態が顕著となる。即ち、作動液が高温になることで駆動システムにおける内部リーク量が増加し、更に多くの作動液をポンプから吐出させる必要が生じる。そうすると、想定する回転数より高い回転数にて電動機を駆動する必要があり、その際に電動機から発せられる駆動音が大きくなり、回転数の増加に伴い発生する駆動音の周波数も変わって耳触りとなり騒音となる。即ち、ポンプの使用態様に応じて電動機の回転数が変化し、騒音を発生させることになる。

[0010] そこで本発明は、アクチュエータの圧力を保持する圧力保持状態において、電動機の回転数の変動を抑制できる液圧供給装置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

[0011] 本発明の液圧供給装置は、受ける荷重に応じた保持圧力の作動液をアクチュエータに供給するものであって、吐出容量を変更可能であって、該吐出容量と駆動される回転数に応じた流量の作動液を吐出する液圧ポンプと、前記液圧ポンプを回転駆動可能に構成され、且つその回転数を変更することができる電動機と、所定の最大吐出容量と所定の最小吐出容量との間の範囲において前記液圧ポンプの吐出容量を調整可能な吐出容量調整機構と、前記液圧

ポンプから吐出される作動液の圧力を検出する圧力検出器と、前記電動機の回転数を検出する回転数検出器と、前記圧力検出器で検出される圧力が保持圧力にて維持されるように、前記回転数検出器で検出される回転数に基づいて前記電動機及び前記吐出容量調整機構の動作を制御する制御装置とを備え、前記制御装置は、前記アクチュエータに供給される作動液の圧力を前記保持圧力にて保持する際、前記液圧ポンプの吐出容量が設定下限吐出容量となるように前記吐出容量調整機構の動作を制御し、前記設定下限吐出容量は、前記最小吐出容量より大きく、且つ前記制御装置によって変動可能に設定されているものである。

[0012] 本発明に従えば、アクチュエータの圧力を保持する圧力保持状態における液圧ポンプの吐出容量を最小吐出容量より大きい設定下限吐出容量に設定して、設定下限吐出容量を調整することを可能にしている。即ち、用いられる機械装置が異なっても圧力保持状態においても液圧供給装置の駆動状況、例えば電動機の回転数及び作動液の温度等に応じて設定下限吐出容量を調整することができるので、圧力保持状態において作動液の液圧を維持すべく電動機の回転数が上昇することを抑制することができる。

[0013] 上記発明において、前記制御装置は、前記回転数検出器で検出される回転数に応じて前記設定下限吐出容量を調整してもよい。

[0014] 上記構成に従えば、電動機の回転数を所望の回転数及びその付近にて維持することができる。

[0015] 上記発明において、前記制御装置は、前記アクチュエータの圧力を保持する際、前記回転数検出器で検出される前記電動機の回転数が予め定められる第1規定回転数以下の場合において前記設定下限吐出容量を第1所定容量に設定し、前記回転数検出器で検出される前記電動機の回転数が前記第1規定回転数を超える場合において前記電動機の回転数を前記第1規定回転数以下にすべく前記設定下限吐出容量を前記第1所定容量より増加させるように前記吐出容量調整機構の動きを制御する第1運転モードを実行してもよい。

[0016] 上記構成に従えば、電動機の回転数を第1規定回転数以下に抑えることが

できる。このように電動機の回転数を第１規定回転数以下に抑えることによって以下のようなことを実現することができる。即ち、電動機から発せられる駆動音を第１規定回転数にて回転させた電動機で発生する駆動音以下に抑えることができ、更に駆動音周波数が高くなって耳障りとなることを抑えることができる。それ故、発せられる駆動音が許容できる音量以下、又は駆動音周波数の高さが想定した周波数以下となる回転数に第１規定回転数を設定することで、液圧供給装置による騒音を低減することができる。

[0017] 上記発明において、前記アクチュエータの圧力を保持する際において運転モードを切替える切替部を有し、前記制御装置は、前記切替部に対する操作に応じて前記第１運転モードと第２運転モードとを切替えるようになっており、前記第２運転モードでは、前記圧力検出器で検出される圧力を前記保持圧力にて維持すべく、前記設定下限吐出容量を前記第１所定容量より小さい第２所定容量に設定してもよい。

[0018] 上記構成に従えば、第２運転モードでは、アクチュエータの圧力を保持すべく第１運転モードより低い駆動トルクで電動機を回転させることができる。このように第１運転モードより低い駆動トルクで電動機を回転させることができるので、第１運転モードのときより小さい電流で電動機を回転させることができる。また、２つの運転モードを切替部に対する操作によって切替えることができるので、モード切替えが容易である。

[0019] 上記発明において、前記制御装置は、前記切替部に対する操作に応じて第３運転モードに切替え可能であって、前記第３運転モードでは、前記圧力検出器で検出される圧力が前記保持圧力にて維持すべく、前記設定下限吐出容量を前記第２所定容量より大きくかつ第１所定容量より小さい第３所定容量としてもよい。

[0020] 上記構成に従えば、第３運転モードでは、アクチュエータの圧力を保持すべく第１運転モードより高く且つ第２運転モードより低い回転数にて電動機を回転させることができる。それ故、第２運転モードより駆動音を抑えつつ、第１運転モードより小さい電流で電動機を駆動させることができる。即ち

、第２運転モードより騒音の発生を抑え、第１運転モードより小さい電流で電動機を駆動することができる。

[0021] 上記発明において、作動液の温度を検出する液温検出器を更に備え、前記制御装置は、前記液温検出器によって検出される液温に応じて前記設定下限吐出容量の値を調整してもよい。

[0022] 上記構成に従えば、液温上昇が生じても作動液の圧力を保持圧力に維持することができ、圧力を保持すべく電動機の回転数が増加して電動機の駆動音が大きくなることを抑制することができる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、アクチュエータの圧力を保持する圧力保持状態において電動機の回転数の変化を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本実施形態の液圧供給装置の構成を示す液圧回路図である。

[図2]図１の液圧供給装置に備わる液圧ポンプの断面図である。

[図3]図１の液圧供給装置の制御装置が実行する設定下限吐出容量の設定処理の手順を示すフローチャートである。

[図4]最小吐出容量と第１乃至第３所定容量との関係を示すグラフである。

[図5]最小吐出容量及び設定下限吐出容量と液温との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明に係る実施形態の液圧供給装置１について図面を参照して説明する。なお、以下の説明で用いる方向の概念は、説明する上で便宜上使用するものであって、発明の構成の向き等をその方向に限定するものではない。また、以下に説明する液圧供給装置１は、本発明の一実施形態に過ぎない。従って、本発明は実施形態に限定されず、発明の趣旨を逸脱しない範囲で追加、削除、変更が可能である。

[0026] 産業機械及びロボットは、シリンダ機構及び液圧モータ等の種々のアクチュエータを備えており、アクチュエータを動かすことによって様々な作業を

行うことができる。例えば、産業機械やロボット等には、図１に示すように、アクチュエータの一例である複動式シリンダ機構２が備わっており、このシリンダ機構２には、液圧供給装置１が接続されている。液圧供給装置１は、シリンダ機構２に作動液（油又は水等）を供給してシリンダ機構２を作動させるようになっている。以下では、液圧供給装置１について更に詳細に説明する。

[0027] ［液圧供給装置１］

液圧供給装置１は、前述の通りシリンダ機構２に作動液を供給してシリンダ機構２を作動させ、また供給する作動液の流れる方向や流量等を調整することによってシリンダ機構２の動作を制御する。このような機能を有する液圧供給装置１は、主に液圧ポンプ１１と、吐出容量調整機構１２と、電動機１３と、制御装置１４と、切替部１５とを備えている。液圧ポンプ１１は、両回転型のポンプであり、その回転方向に応じた方向へと作動液を吐出する。更に詳細に説明すると、液圧ポンプ１１は、２つのポート１１ａ，１１ｂを有し、正方向に回転すると一方のポート１１ａから作動液を吸入し、その作動液を他方のポート１１ｂから吐出する。また、逆方向に回転すると、液圧ポンプ１１は、他方のポート１１ｂから作動液を吸入し、その作動液を一方のポート１１ａから吐出する。このように作動液が吸引及び吐出される２つのポート１１ａ，１１ｂには、第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌを介してシリンダ機構２が接続されており、液圧ポンプ１１は、シリンダ機構２と共に閉回路を構成している。

[0028] シリンダ機構２は、複動型のものであり、シリンダ２ａ及びロッド２ｂを有している。シリンダ２ａには、ロッド２ｂが往復運動可能に挿入されている。また、シリンダ２ａには、ヘッド側ポート２ｃ及びロッド側ポート２ｄが形成されており、各々はヘッド側空間及びロッド側空間と繋がっている。また、ヘッド側ポート２ｃには、第２液通路１６Ｌが接続され、ロッド側ポート２ｄには、第１液通路１６Ｒが接続されている。このように構成されている液圧シリンダ機構２は、液圧ポンプ１１から第１液通路１６Ｒを介して

ロッド側ポート２ｄに作動液が供給されるとロッド２ｂがシリンダ２ａに対して縮退し、また液圧ポンプ１１から第２液通路１６Ｌを介してヘッド側ポート２ｃに作動液が供給されるとロッド２ｂがシリンダ２ａに対して伸長する。このようにシリンダ機構２は、液圧ポンプ１１からの作動液によって作動し、また作動液の流れる方向に応じた作動方向に作動する（即ち、伸長及び縮退する）。

[0029] このような機能を有する液圧ポンプ１１は、いわゆる可変容量形の斜板ポンプであり、斜板２１を有している。斜板２１は、傾転可能に構成されており、液圧ポンプ１１は、斜板２１の傾転角に応じて吐出容量ｑを変更する。以下では、液圧ポンプ１１の構成について、その一例を図２を参照しながら更に詳細に説明する。液圧ポンプ１１は、斜板２１の他に、ケーシング２２、回転軸２３、シリンダブロック２４、複数のピストン２５、複数のシュー２６、及びバルブプレート２７を備えている。ケーシング２２は、その中が中空に形成されており、その中に回転軸２３、シリンダブロック２４、複数のピストン２５、複数のシュー２６、及びバルブプレート２７が収容されている。

[0030] 収容されている部材のうちの１つである回転軸２３は、大略円柱状に形成されており、その軸線方向中間部分及び一端部が軸受部材２８，２９を介してケーシング２２に正方向及び逆方向に回転可能に支持されている。また、回転軸２３は、その他端側部分がケーシング２２から突き出ており、そこには電動機１３が連結されている。また、回転軸２３の基端側部分には、シリンダブロック２４が挿通されている。シリンダブロック２４は、互いに軸線が一致し且つ相対回転不能に回転軸２３に結合されている。また、シリンダブロック２４には、その一端にて開口する複数のシリンダ室２４ａが形成されており、シリンダ室２４ａの各々には、ピストン２５が挿入されている。

[0031] ピストン２５は、シリンダ室２４ａ内を往復運動できるようになっている。また、ピストン２５は、その一端側部分に凸球部２５ａを有しており、凸球部２５ａがシリンダ室２４ａから突出している。凸球部２５ａは、大略球

状に形成されており、そこにはシュー２６が転動可能に取り付けられている。シュー２６は、ピストン２５と共に軸線方向に往復運動し、底部が斜板２１の一表面に押し付けられている。斜板２１は、その内孔に回転軸２３が挿通されており、その下端部に対して上端部をシリンダブロック２４に近づけるようにして傾斜させて配置されている。このように配置されている斜板２１は、回転軸２３に対して傾転できるようになっており、その傾転角を変えることができる。

[0032] このように構成されている斜板２１には、前述の通り、各シュー２６が押し付けられており、シュー２６は、シリンダブロック２４が回転するとピストン２５と一緒に回転する。その際、シュー２６は、斜板２１の一表面に押し付けられているので、傾転する斜板２１の一表面上をその軸線回りに摺動回転する。そうすることで、ピストン２５がシリンダ室２４ａを往復運動する。また、シリンダブロック２４の他端には、シリンダ室２４ａの各々に繋がるシリンダポート２４ｂが形成され、また他端に当接させるようにバルブプレート２７が設けられている。バルブプレート２７は、ケーシング２２に固定されており、シリンダブロック２４に対して相対回転可能に設けられている。また、バルブプレート２７には、第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌに夫々繋がる２つのポート１１ａ，１１ｂが形成されている。なお、図２では、説明の便宜上、２つのポート１１ａ，１１ｂは、周方向にずらして描かれている。これら２つのポート１１ａ，１１ｂは、複数のシリンダポート２４ｂに対応させて配置され、複数のシリンダポート２４ｂは、シリンダブロック２４が回転することによって接続されるポートが２つのポート１１ａ，１１ｂのうちの何れかへと切替わるようになっている。

[0033] このように構成される液圧ポンプ１１は、例えば回転軸２３が正回転すると、一方のポート１１ａからシリンダポート２４ｂを介してシリンダ室２４ａに作動液を吸入する。また、吸入された作動液は、前記シリンダブロック２４が約１８０度回転した後、ピストン２５に押されてシリンダポート２４ｂを介して他方のポート１１ｂから排出される。他方、回転軸２３が逆回転

すると、液圧ポンプ１１は、他方のポート１１ｂから作動液を吸引し、一方のポートから作動液を排出する。このように構成されている液圧ポンプ１１は、斜板２１を傾転させることでピストン２５の移動量を変えることができ、それに伴って液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが変わる。また、その移動量は斜板２１の傾転角に応じて変化するので、斜板２１の傾転角に応じて液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが変わる。このように構成されている液圧ポンプ１１には、斜板２１の傾転角を変えるべく図１に示すような吐出容量調整機構１２が設けられている。

[0034] 吐出容量調整機構１２は、いわゆるレギュレータであり、前述の通り斜板２１の傾転角を変えて吐出容量を変更する機能を有しており、主にサーボピストン３１と、傾転角制御弁３２と、電磁比例制御弁３３と、を有している。サーボピストン３１は、大略円柱状に形成されており、図２においてケーシング２２の紙面上部に収容されている。また、サーボピストン３１は、ケーシング２２内においてその軸線方向に往復運動可能に配置されており、ケーシング２２には、サーボピストン３１の両端部に対応する位置に夫々大径室２２ａ，小径室２２ｂが形成されている。サーボピストン３１は、大径室２２ａ，小径室２２ｂに導かれる圧液の圧力ｐａ，ｐｂ（即ち、大径室圧ｐａ及び小径室圧ｐｂ）を両端部にて夫々受圧している。また、サーボピストン３１は、その一端側部分と他端側部分とが外径が異なっており、大径室圧ｐａ，小径室圧ｐｂを受圧する面積、即ち受圧面積が異なっている。更に、サーボピストン３１は、その中間部分に後で詳述する連結部材３１ａを有しており、この連結部材３１ａの小径室側の面に圧縮コイルばね３０が設けられている。付勢部材である圧縮コイルばね３０は、サーボピストン３１を大径室２２ａ側（即ち、図２の紙面右側）へと付勢している。それ故、サーボピストン３１は、圧縮コイルばねの付勢力と小径室圧ｐｂによる推力と，大径室圧ｐａによる推力とが釣り合う位置に移動する。なお、圧縮コイルばね３０は、必ずしも備えていなくても良い。

[0035] また、サーボピストン３１は、連結部材３１ａによって斜板２１の上端部

に連結されている。それ故、斜板２１は、サーボピストン３１が大径室２２ａ側の方へと移動すると吐出容量ｑを増加させるように倒れ、サーボピストン３１がその小径室２２ｂ側の方へと移動すると吐出容量ｑを減少させるように起き上がる。また、液圧ポンプ１１では、サーボピストン３１に関して、サーボピストン３１の大径室２２ａ側への移動量が以下のようにして規制されている。即ち、サーボピストン３１は、その大径室２２ａ側に移動すると、ストッパである大径室２２ａの壁面に当たり、それ以上の移動ができないようになっている。即ち、サーボピストン３１の大径室２２ａ側への移動量が大径室２２ａの壁面によって制限され、それによって最大傾転量が制限される。また、液圧ポンプ１１は、サーボピストン３１の小径室２２ｂ側への移動量を物理的に制限すべく最小容量調整機構４０を備えており、ケーシング２２の他方の小径室２２ｂには、最小容量調整機構４０を設けるべく開口が形成されている。

[0036] 最小容量調整機構４０は、蓋体４１と、当接部材４２と、調整ねじ４３と、ロックナット４４とを有している。蓋体４１は、大略円筒状に形成されており、先端側部分が残余の部分より小径に形成されている。蓋体４１は、その先端側部分を小径室２２ｂの開口に螺合させ、小径室２２ｂの開口を塞いでいる。また、蓋体４１の内孔は、基端側部分に対して先端側部分が大径に形成されており、先端側部分には大略円板状の当接部材４２が、内孔の軸線に沿って移動可能に嵌挿されている。当接部材４２の外周面には、Ｏリング４５が設けられており、Ｏリング４５によって小径室２２ｂから外側へとパイロット液が漏れ出ることを防いでいる。また、蓋体４１の内孔の基端側部分には、当接部材４２の位置を調整すべく調整ねじ４３が螺合されており、調整ねじ４３は、それを回すことによって当接部材４２の位置を調整することができる。

[0037] このように構成されている最小容量調整機構４０では、大径室２２ａに圧液が導かれてサーボピストン３１が小径室２２ｂ側に移動すると、やがてサーボピストン３１が当接部材４２に当たり、サーボピストン３１の移動が物

理的に規制される。即ち、サーボピストン３１の移動量を当接部材４２によって制限し、それによって最小傾転量を制限している。このような機能を有する当接部材４２は、前述の通り調整ねじ４３によってその位置を変えることができる。即ち、その当接部材４２の位置を変えることによって、サーボピストン３１の制限される移動量を調整することができる。これにより、液圧ポンプ１１では、最小容量調整機構４０の調整ねじ４３を回すことによって傾転量を機械的に調整することができる。

[0038] このように液圧ポンプ１１では、ストッパ及び最小容量調整機構４０によってサーボピストン３１の移動量を制限することによって、斜板２１が最大傾転量と最小傾転量との間の範囲内にて動くように斜板２１の傾転量を制限されている。これにより、液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが最大吐出容量q_{max}と最小吐出容量q_{min}との範囲内で物理的に制限され、それらの間の範囲内にて吐出容量ｑを変えるべくサーボピストン３１が移動する。他方、大径室２２ａ，小径室２２ｂには、サーボピストン３１を移動させる圧液が導かれ、各室２２ａ，２２ｂは、圧液を導くべく吐出圧選択通路３５を介して吐出圧導入通路３９に夫々繋がっている。

[0039] 吐出圧導入通路３９は、第１液通路１６Ｒと第２液通路１６Ｌとを繋ぐようにして配置されている。吐出圧導入通路３９の途中には、シャトル弁３４が介在し、またシャトル弁３４は、吐出圧選択通路３５を介して小径室２２ｂに接続されている。このように配置されているシャトル弁３４は、第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌを夫々流れる作動液のうち高圧の作動液を選択して、選択された高圧の作動液を吐出圧選択通路３５に出力する。また、吐出圧選択通路３５には、傾転角制御弁３２と、電磁比例制御弁３３が接続されている。

[0040] 傾転角制御弁３２は、例えばパイロット式のスプール弁であり、吐出圧選択通路３５の他に、タンク１９及び大径室２２ａに接続されている。即ち、傾転角制御弁３２は、そこに入力される制御圧ｐに応じて大径室２２ａに出力する大径室圧ｐａを調整する。更に詳細に説明すると、傾転角制御弁３２

は、制御圧ｐに応じてスプール３２ａを動かして吐出圧選択通路３５と大径室２２ａとの間の開口面積、及びタンク１９と大径室２２ａとの間の開口面積を変えて大径室圧ｐａを調整する。

[0041] また、傾転角制御弁３２は、スリーブ３２ｂを有しており、スリーブ３２ｂは、相対移動可能にスプール３２ａに外嵌されている。即ち、スリーブ３２ｂは、スプール３２ａに対する相対位置を変化させることができ、それによって吐出圧選択通路３５と大径室２２ａとの間の開口面積、及びタンク１９と大径室２２ａとの間の開口面積を変化させることができる。また、スリーブ３２ｂは、フィードバックレバー３２ｃを介してサーボピストン３１に連結されており、スリーブ３２ｂは、サーボピストン３１に連動して移動する。

[0042] このように構成されている傾転角制御弁３２は、スプール３２ａを移動させて大径室圧ｐａを調整することによってサーボピストン３１を移動させて斜板２１の傾転角を変えることができる。また、スリーブ３２ｂは、サーボピストン３１に連動してスプール３２ａに対する相対位置を変え、サーボピストン３１がそれに作用する力が釣り合う位置（即ち、スプール３２ａの移動量に応じた位置）まで移動すると吐出圧選択通路３５及びタンク１９と大径室２２ａとの間を閉じる。そうすることで、傾転角制御弁３２に入力される制御圧ｐに応じた位置にてサーボピストン３１を保持することができる、即ち、傾転角制御弁３２に入力される制御圧ｐに応じた角度にて斜板２１の傾転角を保持することができる。このような機能を有する傾転角制御弁３２には、そこに制御圧ｐを入力すべく電磁比例制御弁３３が接続されている。

[0043] 電磁比例制御弁３３は、前述の通り傾転角制御弁３２及び吐出圧選択通路３５に接続されている他、タンク１９に接続されており、そこに入力される信号に応じた圧力の制御圧ｐを傾転角制御弁３２に出力する。これにより、電磁比例制御弁３３に入力する信号に応じた位置へとサーボピストン３１を移動させ、前記信号に応じた角度に斜板２１傾転させることができる。即ち、それによって吐出容量ｑを電磁比例制御弁３３に入力する信号に応じた量

に調整することができる。このように構成されている液圧ポンプ１１には、前述の通り、その回転軸２３を回転駆動可能に電動機１３が減速機等を介して連結されている。

[0044] 電動機１３は、サーボモータであり、そこに入力される信号に応じて回転方向を切替え可能に構成されている、即ち回転軸２３を正方向及び逆方向に回転可能に構成されている。このように回転軸２３の回転方向を変えることによって、液圧ポンプ１１では作動液を吐出する方向（即ち、ポート１１ａ，１１ｂ）を切替えることができる。また、電動機１３は、そこに入力される信号に応じて回転数Ｎを変えることができるようになっている、即ち回転軸２３の回転数を変更できるようになっている。このように回転軸２３の回転数が変更されることによって吐出する作動液の流量を増減させることができる。このようにして流量が調整されながら吐出される作動液は、前述の通り、液圧ポンプ１１から第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌの何れかを介してシリンダ機構２に供給される。また、第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌには、液圧ポンプ１１及びシリンダ機構２の他に、リリーフ弁１７Ｒ，１７Ｌ及び逆止弁１８Ｒ，１８Ｌが接続されている。

[0045] リリーフ弁１７Ｒ，１７Ｌは、第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌに夫々対応させて接続され、またタンク１９にも接続されている。このように配置されているリリーフ弁１７Ｒ，１７Ｌは、対応する第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌを流れる作動液が所定圧力以上になると、その作動液をタンク１８に排出する。即ち、２つの通路１６Ｒ，１６Ｌを流れる作動液が所定圧力以上の高圧になることを防いでいる。逆止弁１８Ｒ，１８Ｌもまた、第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌに夫々対応させて接続され、またタンク１９にも接続されている。このように配置されている逆止弁１８Ｒ，１８Ｌは、タンク１９から対応する第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌへの作動液の流れを許容するが、その逆方向流れを阻止する。従って、逆止弁１８Ｒ，１８Ｌは、対応する第１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌを流れる作動液が不足する際に、タンク１９から作動液を吸い上げて対応する第

１液通路１６Ｒ及び第２液通路１６Ｌに補給する。なお、逆止弁１８Ｌは、第１液通路１６Ｒの液圧がパイロット圧として導かれるようになっている。即ち、逆止弁１８Ｌは、第１液通路１６Ｒを流れる作動液の圧力（即ち、パイロット圧）が予め定められる設定圧力を超えると、第２液通路１６Ｌとタンク１９とを連通させる。このような構成を有する液圧供給装置１では、電動機１３及び電磁比例制御弁３３の動きを制御すべく、それらに制御装置１４が電気的に接続されている。

[0046] 制御装置１４は、電動機１３及び電磁比例制御弁３３に信号を出力してそれらの動作を制御するようになっている。また、制御装置１４には、切替部１５も電気的に接続されている。切替部１５は、例えばダイアル式又はボタン式の入力器であって、後述する３つの運転モードの何れかを指示すべく操作可能に構成されている。即ち、切替部１５は、低騒音モード、バランスモード、及び低トルクモードを含む３つの運転モードのうちの何れかを選択可能に構成されており、選択された運転モードに応じた信号を制御装置１４に出力する。なお、低騒音モードは、電動機１３から発生する駆動音を抑えることができる第１規定回転数N_L以下にて電動機１３を駆動させるモードである。

[0047] また、低トルクモードは、電動機１３の駆動トルクが最も小さい第２規定回転数N_H及びその付近の回転数にて電動機１３を駆動させるモードであり、バランスモードは、駆動音を抑えつつトルクをある程度低く抑えられる第３規定回転数N_B及びその付近の回転数にて電動機１３を駆動させるモードである。なお、各回転数N_L，N_H，N_Bは、$N_L < N_B < N_H$となっている。制御装置１４は、切替部１５から信号が出力されると、その信号に応じて電動機１３及び電磁比例制御弁３３の動きを制御する。また、制御装置１４には、電動機１３及び電磁比例制御弁３３の動きを制御すべく、圧力センサ３６Ｒ，３６Ｌ、液温センサ３７、及び回転数センサ３８が電気的に接続されている。

[0048] 圧力検出器である圧力センサ３６Ｒ，３６Ｌは、２つの液通路１６Ｒ，１

６Ｌに夫々対応させて接続されており、対応する液通路１６Ｒ，１６Ｌを流れる作動液の圧力を検出する。即ち、第１圧力センサ３６Ｒは、第１液通路１６Ｒを流れる作動液の圧力を検出し、第２圧力センサ３６Ｌは、第２液通路１６Ｌを流れる作動液の圧力を検出する。また、液温センサ３７は、タンク１９に接続されており、タンク１９の作動液の温度を検出する。また、回転数センサ３８は、電動機１３に設けられており、電動機１３の回転数Ｎを検出するようになっている。このように構成される４つのセンサ３６Ｒ，３６Ｌ，３７，３８は、検出結果に応じた信号を制御装置１４に出力し、制御装置１４は、４つのセンサ３６Ｒ，３６Ｌ，３７，３８から入力された信号に基づいて電動機１３及び電磁比例制御弁３３の動きを制御する。

[0049] また、制御装置１４は、機械の動作工程、例えば、シリンダ機構２の下降、圧力保持、上昇、に応じて電動機１３の回転方向と回転数、並びに電磁比例制御弁３３を含めたポンプ傾転角を制御する。以下では、液圧供給装置１のこのような動作のうち圧力を保持する工程における制御、即ち圧力保持制御について説明する。

[0050] まず、一般的な圧力保持制御について説明する。即ち、制御装置１４は、まず液圧ポンプ１１の吐出容量ｑを設定下限吐出容量q_Lまで下げるべく、電磁比例制御弁３３の動きを制御する。ここで、設定下限吐出容量q_Lとは、後で詳述する運転モードに応じて設定される吐出容量であり、前述する最小吐出容量q_{min}より大きい吐出容量である。制御装置１４は、液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが前述する設定下限吐出容量q_Lとなるように電磁比例制御弁３３の動きを制御する。更に、制御装置１４は、ポート１１ａ，１１ｂのうち吐出側のポートに繋がる液通路１６Ｒ，１６Ｌがシリンダ機構２のロッド２ｂが受ける荷重に応じた保持圧力にて維持されるように電動機１３の動作を制御する。即ち、制御装置１４は、図示しない操作装置からの圧力指令値と圧力センサ３６Ｒ，３６Ｌの検出結果とが一致するように電動機１３の回転数Ｎを調整すべくＰＩＤ制御を行う。また、シリンダ機構２のロッド２ｂが受ける荷重の方向により電動機１３の回転方向が反転する。これにより、シリン

ダ機構２のロッド２ｂの位置を保持すべく作動液の圧力保持を行うことができる。このような機能を有する制御装置１４は、前述の通り運転モードに応じて設定下限吐出容量q_Lを変動させるようになっており、以下では設定下限吐出容量q_Lの設定手順（即ち、設定処理）について図３のフローチャートを参照しながら説明する。

[0051] 制御装置１４は、図示しない電源がオンになり、制御装置１４に電力が供給されると設定処理を開始する。設定処理が開始されると、ステップＳ１に移行する。圧力保持判定工程であるステップＳ１では、シリンダ機構２の位置を保持すべく、２つの液通路１６Ｒ，１６Ｌを流れる作動液の圧力の何れかが保持圧力にて保持されている、即ち液圧供給装置１が圧力保持状態にあるか否かを判定する。具体的に説明すると、制御装置１４は、圧力センサ３６Ｒ，３６Ｌからの信号に基づいて２つの液通路１６Ｒ，１６Ｌの流れる作動液の圧力を検出する。更に制御装置１４は、検出された２つの圧力のうち何れかの圧力が保持圧力以上であるか否かを判定する。例えば、圧力制御時の圧力指令値に対して圧力実績が８０％以上になれば保持圧以上になったと判断する。圧力保持状態でない場合、制御装置１４は、通常の回転数制御を行う、即ちシリンダ機構２の下降又は上昇をさせるべく電動機１３の回転方向及び回転数、並びに液圧ポンプ１１の傾転角を制御する。制御装置１４は、このような通常の回転数制御を行いつつ再度圧力保持状態か否かの判定を繰り返し行い、やがて圧力保持状態であると判断されるとステップＳ２に移行する。

[0052] 選択モード判定工程であるステップＳ２では、３つの運転モードのうち何れが選択されているかを制御装置１４が判断する。具体的に説明すると、制御装置１４は、運転モードに関する信号が切替部１５から出力されると、その信号に基づいて選択されている運転モードを上書きするように記憶し、その記憶される運転モードに基づいて現在選択されている運転モードを判断する。選択されるモードが低騒音モードの場合、ステップＳ１１に移行する。

[0053] 下限設定工程であるステップＳ１１では、制御装置１４が設定下限吐出容

量q_Lを第１所定容量q_1に設定する。ここで第１所定容量q_1は、前述する最小吐出容量q_{min}より大きく設定されている（図４の実線及び一点鎖線参照）。設定下限吐出容量q_Lが第１所定容量q_1に設定されると、ステップＳ１２に移行する。吐出容量設定工程であるステップＳ１２では、液圧ポンプ１１から吐出される作動液の流量を抑えるべく、制御装置１４が電磁比例制御弁３３の動作を制御して液圧ポンプ１１の吐出容量ｑを設定下限吐出容量q_L、即ち第１所定容量q_1にする。液圧供給装置１では、装置全体における作動液のリーク量を大よそ把握することができるので、そのリーク量から圧力保持状態において必要な最小吐出流量を事前に推測することができる。液圧ポンプ１１の吐出流量は、前述の通り、吐出容量ｑと電動機１３の回転数Ｎに比例する。そこで、第１所定容量q_1は、最小吐出流量に基づき、電動機１３の駆動音が小さい第１規定回転数N_L以下にて電動機１３が主に作動できるような値に設定されており、低騒音モードでは、液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが基本的に第１所定容量q_1にて維持されている。

[0054] なお、制御装置１４は、設定後、吐出容量ｑを第１所定容量q_1に維持しつつ、検出される圧力が保持圧力以上に維持されるように電動機１３の動作を制御する。他方、制御装置１４は、作動液の温度変化等で液圧ポンプ１１の内部リーク等が大きくなって検出される圧力が保持圧力未満となると、ポンプ容量を増加して、液圧ポンプ１１の吐出流量を大きくする。このようにして、液圧供給装置１は圧力保持状態を維持している。他方、設定処理に関しては、液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが第１所定容量q_1になると、ステップＳ１３に移行する。

[0055] 回転数判定工程であるステップＳ１３では、制御装置１４が電動機１３の回転数Ｎが第１規定回転数N_L以下か否かを判定する。第１規定回転数N_Lは、発せられる駆動音が許容できる音量以下、又は駆動音周波数の高さが想定した周波数以下となる回転数に設定され、これによって前述の通り電動機１３で発生する駆動音を抑えることができる。第１規定回転数N_Lは、例えば最大回転数に対して１０％以上８０％以下にて設定される。即ち、制御装置１

４は電動機１３で発生する駆動音が大きいか否かを判定している。電動機１３の回転数Ｎが第１規定回転数N_L以下であると判定されると、ステップＳ１に戻り、再度圧力保持状態か否かを判定する。他方、第１規定回転数N_L以上であると判定されると、ステップＳ１４に移行する。

[0056] 下限変更工程であるステップＳ１４では、制御装置１４によって設定下限吐出容量q_Lが変更される。即ち、制御装置１４は、電動機１３の回転数Ｎを下げるべく吐出容量ｑを増加させる。液圧ポンプ１１の吐出流量は、電動機１３の回転数Ｎ×吐出容量ｑに比例しており、吐出容量ｑを増加させることによって電動機１３の回転数Ｎを下げることができる。それ故、制御装置１４は、吐出容量ｑを増加させて電動機１３の回転数Ｎを下げる。具体的に説明すると、制御装置１４は、設定下限吐出容量q_Lとして設定されていた値に所定の増加量Δｑを加算し、その値を新たな設定下限吐出容量q_Lとして設定する。設定下限吐出容量q_Lが設定変更されると、制御装置１４は、設定される設定下限吐出容量q_Lに合わせて吐出容量ｑを変更すべく電磁比例制御弁３３の動きを制御する。このようにして吐出容量ｑが変更されると電動機１３の回転数Ｎを低下させることができ、電動機１３にて発生する駆動音を小さくすることができる。即ち、電動機１３によって発生される騒音を抑えることができる。そして、設定下限吐出容量q_Lが設定変更されると、ステップＳ１に戻り、再び圧力保持状態か否かが判定される。

[0057] 次に、ステップＳ２において選択された運転モードが低トルクモードの場合、について説明する。運転モードが低トルクモードの場合、ステップＳ２からステップＳ２１に移行する。下限設定工程であるステップＳ２１では、制御装置１４が設定下限吐出容量q_Lを第２所定容量q_2に設定する。ここで第２所定容量q_2は、第１所定容量q_1より小さく設定されている（図４実線及び二点鎖線参照）。設定下限吐出容量q_Lが第２所定容量q_2に設定されると、ステップＳ２２に移行する。

[0058] 吐出容量設定工程であるステップＳ２２では、液圧ポンプ１１から吐出される作動液の流量を抑えるべく、制御装置１４が電磁比例制御弁３３の動作

を制御して液圧ポンプ１１の吐出容量ｑを設定下限吐出容量q_L、即ち第２所定容量q_2にする。なお、制御装置１４は、設定後、吐出容量ｑを第２所定容量q_2に維持しつつ、検出される圧力が保持圧力以上に維持されるように電動機１３の動作を制御する。低トルクモードは、前述の通り、電動機１３の駆動トルクが最も小さい第２規定回転数N_H及びその付近にて電動機１３を作動させるモードである。それを実現すべく、第２所定容量q_2は、前述する最小吐出流量に基づき、電動機１３の駆動トルクが最も小さい第２規定回転数N_H及びその付近の回転数にて電動機１３が作動できるような値に設定されており、低トルクモードでは液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが第２所定容量q_2にて維持されている。このようにして、液圧供給装置１では、低トルクモードにおいて電動機１３が低トルクを保ったまま圧力保持状態が維持される。設定処理に関しては、液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが第２所定容量q_2になると、ステップＳ１に戻り、再び圧力保持状態か否かが判定される。

[0059] 最後に、ステップＳ２において選択された運転モードがバランスモードの場合、について説明する。運転モードがバランスモードの場合。ステップＳ２からステップＳ３１に移行する。下限設定工程であるステップＳ３１では、制御装置１４が設定下限吐出容量q_Lを第３所定容量q_3に設定する。ここで第３所定容量q_3は、第１所定容量q_1より小さく且つ第２所定容量q_2より大きく設定されている（図４実線及び三点鎖線参照）。設定下限吐出容量q_Lが第３所定容量q_3に設定されると、ステップＳ３２に移行する。

[0060] 吐出容量設定工程であるステップＳ３２では、液圧ポンプ１１から吐出される作動液の流量を抑えるべく、制御装置１４が電磁比例制御弁３３の動作を制御して液圧ポンプ１１の吐出容量ｑを設定下限吐出容量q_L、即ち第３所定容量q_3にする。なお、制御装置１４は、設定後、吐出容量ｑを第３所定容量q_3に維持しつつ、検出される圧力が保持圧力以上に維持されるように電動機１３の動作を制御する。バランスモードでは、低トルクモードより駆動音を抑えつつ、低騒音モードより低トルクで駆動できる第３規定回転数N_B及びその付近にて電動機１３を駆動させるモードである。それを実現すべく、第

３所定容量q_3は、最小吐出流量に基づき、規定回転数N_B及びその付近の回転数にて電動機１３が作動できるような値に設定されており、バランスモードでは、液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが第３所定容量q_3にて維持されている。設定処理に関しては、液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが第３所定容量q_3になると、ステップＳ１に戻り、再び圧力保持状態か否かが判定される。

[0061] このように構成されている液圧供給装置１では、圧力保持状態における液圧ポンプ１１の吐出容量ｑが最小吐出容量q_{min}より大きい設定下限吐出容量q_Lに設定して設定下限吐出容量q_Lを変動させることを可能にしている。吐出容量ｑが一定の場合、圧力を保持すべく液圧供給装置１の駆動状況に応じて電動機１３の回転数Ｎが所望値より過度に大きくなることがある。しかし、液圧供給装置１では、圧力保持状態であっても液圧供給装置１の駆動状況、例えば電動機１３の回転数Ｎ及び作動液の温度等に応じて吐出容量ｑを変更することができるので、圧力保持状態において作動液の液圧を維持すべく電動機１３の回転数Ｎを大きく変動させることを抑制することができる。

[0062] また、液圧供給装置１では、低騒音モードにおいて電動機１３の騒音の低減を実現し、低トルクモードにおいて出力の小さい電動機１３の使用を可能とすることができる。また、バランスモードでは、電動機の騒音を低減しつつ低騒音モードに対して低トルク、即ち小さい電流で電動機１３を駆動することができ、電動機１３からの発熱を抑えることができる。また、液圧供給装置１では、これら３つのモードを切替部１５によって使用者の好み及び環境状況に応じて切替えることができるので、液圧供給装置１を備える産業機械としての利便性が高い。即ち、夜間等に産業機械で作業を行う場合には、騒音に配慮して低騒音モードにて電動機１３の騒音の低減を実現し、昼間等に暗騒音の比較的大きい環境で作業を行う場合には、低トルクモードにて電動機１３からの発熱を抑えて装置を駆動することができる。また、昼間であっても、環境上あまり大きな音が発せられない場合には、バランスモードにて電動機１３における駆動音の低減を図りつつ電動機１３からの発熱を抑えることができる。

[0063] また、液圧供給装置１の制御装置１４は、作動液の温度、即ち液温に基づいて設定下限吐出容量q_Lを変更する。即ち、液温が上昇すると粘性が低下し、液圧供給装置１における高圧箇所からのリーク量が増加する。それ故、設定下限吐出容量q_Lを一定値とすると、作動液の圧力低下を抑えるべく電動機１３の回転数Ｎを増加させる必要がある。これに対して、制御装置１４では、図５に示すように液温に応じて設定下限吐出容量q_Lを変化させる。即ち、設定下限吐出容量q_Lは、基本的に最小吐出容量q_{min}より大きく設定されており、液温上昇に応じて増加する。設定下限吐出容量q_Lは、最小吐出容量q_{min}より小さくない値に設定されていてもよい。このように設定下限吐出容量q_Lを設定することによって、液温上昇が生じても作動液の圧力を保持圧力に維持することができ、また維持すべく電動機１３の回転数Ｎが増加して電動機の駆動音が大きくなることを抑制することができる。

[0064] また、液圧供給装置１では、設定下限吐出容量q_Lを最小容量調整機構４０によって機械的に変えるのではなく、電気的に変えることができる。それ故、設定下限吐出容量q_Lを機械的に変える場合に比べて、設定下限吐出容量q_Lを容易に変えることができ、また各モードにおける設定下限吐出容量q_Lの値の再現性を高めることができる。

[0065] ［その他の実施形態について］

本実施形態の液圧供給装置１では、設定下限吐出容量q_Lが運転モード及び液温の両方に基づいて設定されているが、必ずしも両方に基づいて変更する必要はない。即ち、設定下限吐出容量q_Lは、運転モードにのみ基づいて設定されてもよく、また液温にのみ基づいて設定されてもよい。また、設定下限吐出容量q_Lとして設定される３つの所定容量q_1，q_2，q_3は、液圧ポンプ１１の機種（即ち、吐出容量ｑ）及び液圧供給装置１の構成によって異なるが、前述の通り、液圧供給装置１におけるリーク量に基づいて設定することができる。

[0066] また、本実施形態の液圧供給装置１では、３つの運転モードから１つのモードを選択することができるように構成されているが、選択可能な運転モー

ドは３つに限定されない。例えば、選択可能な運転モードは低騒音モード及び低トルクモードの２つであってもよい。選択可能な運転モードは、逆に更に別のモードを加えて４つ以上にしてもよい。また、本実施形態の液圧供給装置１では、液圧ポンプ１１として斜板ポンプが用いられているが、これに限定されない。例えば、斜軸ポンプであってもよく、吐出容量ｑを変えることができるものであればよい。また、斜板２１を傾転させる吐出容量調整機構１２は、必ずしも上述するような構成である必要はない。即ち、サーボピストン３１は、パイロット圧式のものであるがサーボモータやソレノイドによって直接駆動される電動式のものであってもよく、その構成については限定されない。また、液圧ポンプ１１は、両回転型のポンプが用いられているが、一方向のみに回転する片回転型のポンプであってもよい。この場合、ポンプとアクチュエータとの間に方向切換弁が介在され、方向切換弁によって作動油の流れる方向が切替えられる。

[0067] 更に、本実施形態の液圧供給装置１では、電動機１３としてサーボモータが採用されているが、必ずしもサーボモータに限定されず、回転数制御が可能な電動機であればよい。更に、本実施形態の液圧供給装置１では、アクチュエータの例としてシリンダ機構２が開示されているが、アクチュエータはシリンダ機構２に限定されない。例えば、単動式のピストン及び前述するような液圧モータであってもよく、作動液を供給することによって駆動可能なアクチュエータであればよい。また、適用される機械も産業機械に限定されず、ロボット全般に適用することができる。

符号の説明

[0068] １　液圧供給装置

２　シリンダ機構

１１　液圧ポンプ

１２　吐出容量調整機構

１３　電動機

１４　制御装置

１５　切替部

３６Ｒ　　第１圧力センサ（圧力検出器）

３６Ｌ　　第２圧力センサ（圧力検出器）

３７　液温センサ（液温検出器）

３８　回転数センサ（回転数検出器）

請求の範囲

[請求項1] 受ける荷重に応じた保持圧力の作動液をアクチュエータに供給する液圧供給装置であって、

吐出容量を変更可能であって、該吐出容量と駆動される回転数に応じた流量の作動液を吐出する液圧ポンプと、

前記液圧ポンプを回転駆動可能に構成され、且つその回転数を変更することができる電動機と、

所定の最大吐出容量と所定の最小吐出容量との間の範囲において前記液圧ポンプの吐出容量を調整可能な吐出容量調整機構と、

前記液圧ポンプから吐出される作動液の圧力を検出する圧力検出器と、

前記電動機の回転数を検出する回転数検出器と、

前記圧力検出器で検出される圧力が保持圧力にて維持されるように、前記回転数検出器で検出される回転数に基づいて前記電動機及び前記吐出容量調整機構の動作を制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記アクチュエータに供給される作動液の圧力を前記保持圧力にて保持する際、前記液圧ポンプの吐出容量が設定下限吐出容量となるように前記吐出容量調整機構の動作を制御し、

前記設定下限吐出容量は、前記最小吐出容量より大きく、且つ前記制御装置によって変更可能に設定されている、液圧供給装置。

[請求項2] 前記制御装置は、前記回転数検出器で検出される回転数に応じて前記設定下限吐出容量を調整する、請求項１に記載の液圧供給装置。

[請求項3] 前記制御装置は、前記アクチュエータの圧力を保持する際、前記回転数検出器で検出される前記電動機の回転数が予め定められる第１規定回転数以下の場合において前記設定下限吐出容量を第１所定容量に設定し、前記回転数検出器で検出される前記電動機の回転数が前記第１規定回転数を超える場合において前記電動機の回転数を前記第１規定回転数以下にすべく前記設定下限吐出容量を前記第１所定容量より

増加させるように前記吐出容量調整機構の動きを制御する第１運転モードを実行する、請求項２に記載の液圧供給装置。

[請求項4] 前記アクチュエータの圧力を保持する際において運転モードを切替える切替部を有し、

前記制御装置は、前記切替部に対する操作に応じて前記第１運転モードと第２運転モードとを切替えるようになっており、

前記第２運転モードでは、前記圧力検出器で検出される圧力を前記保持圧力にて維持すべく、前記設定下限吐出容量を前記第１所定容量より小さい第２所定容量に設定する、請求項３に記載の液圧供給装置。

[請求項5] 前記制御装置は、前記切替部に対する操作に応じて第３運転モードに切替え可能であって、

前記第３運転モードでは、前記圧力検出器で検出される圧力が前記保持圧力にて維持すべく、前記設定下限吐出容量を前記第２所定容量より大きくかつ第１所定容量より小さい第３所定容量とする、請求項４に記載の液圧供給装置。

[請求項6] 作動液の温度を検出する液温検出器を更に備え、

前記制御装置は、前記液温検出器によって検出される液温に応じて前記設定下限吐出容量の値を調整する、請求項１乃至５の何れか１つに記載の液圧供給装置。

[図1]

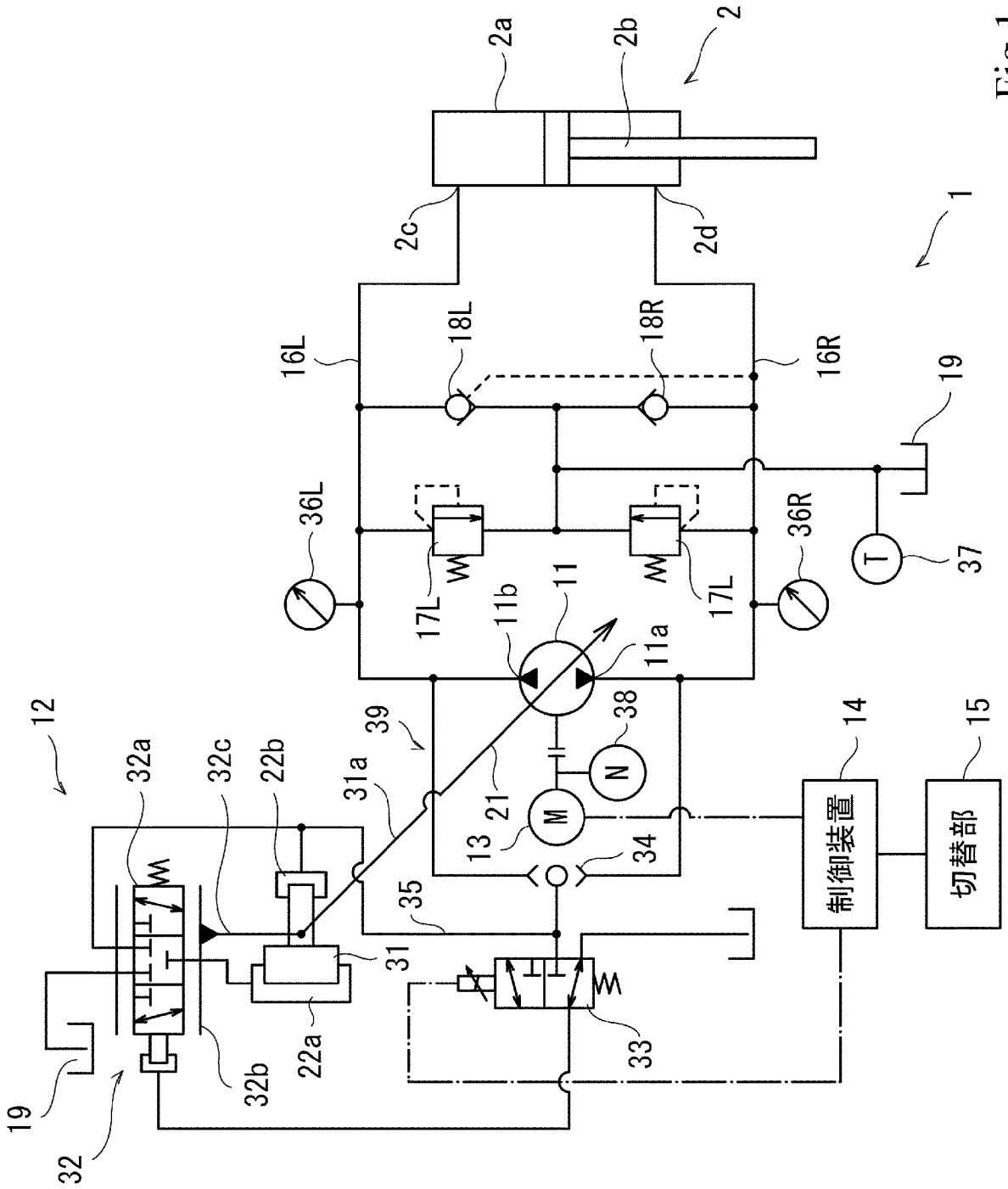

2a
2b
2
2c
2d
1
16L
18L
18R
16R
19
36L
36R
37
17L
17L
11
11b
11a
12
39
38
14
15
32a
32c
22b
31a
21
13
M
N
34
35
制御装置
切替部
31
22a
33
32b
19
32

Fig.1

[図2]

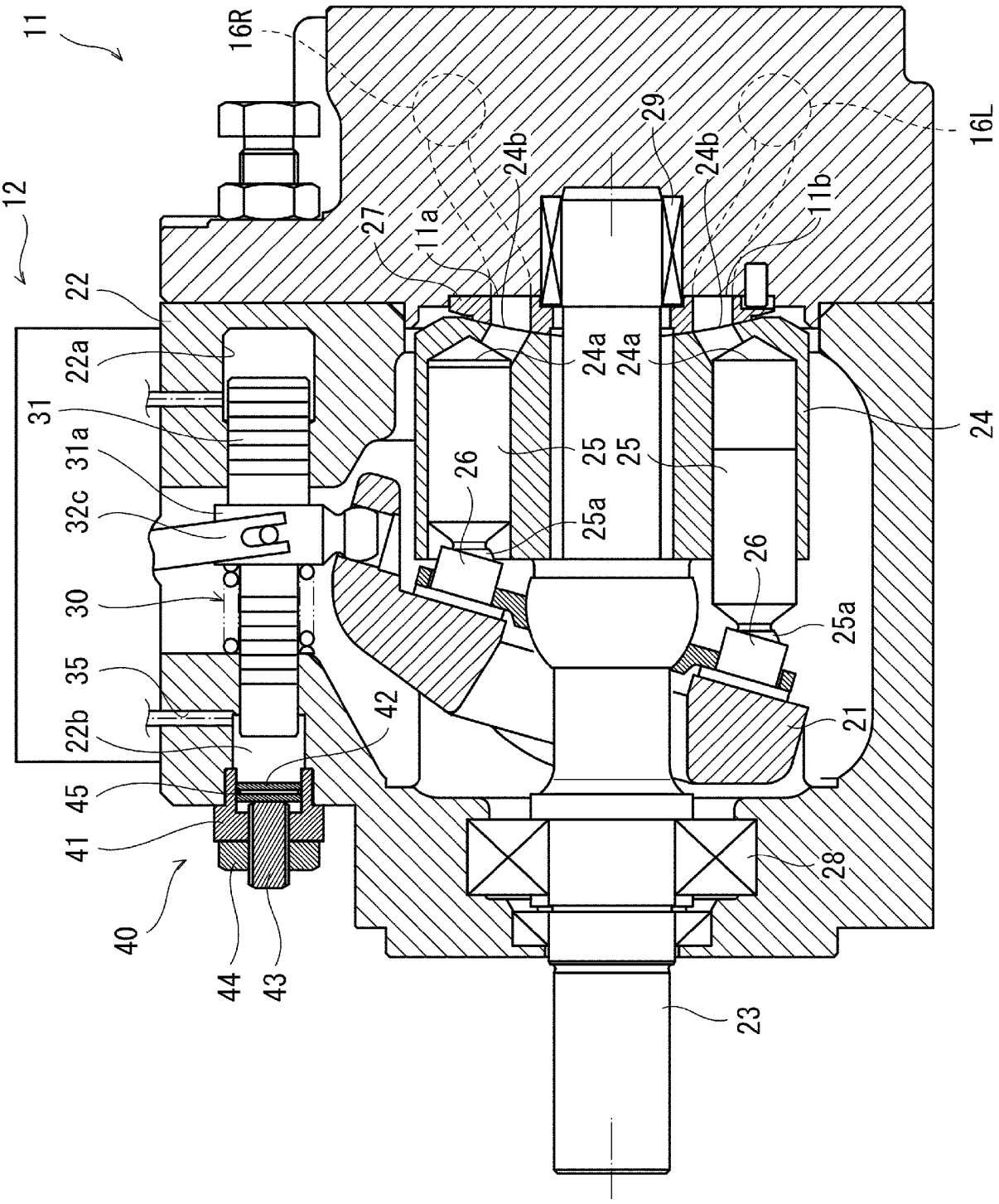

11
12
16R
16L
22
22a
22b
31
31a
32c
30
35
45
41
40
44
43
42
27
11a
24b
29
24b
11b
24a
24a
25
25
26
25a
26
25a
24
21
28
23

Fig.2

[図3]

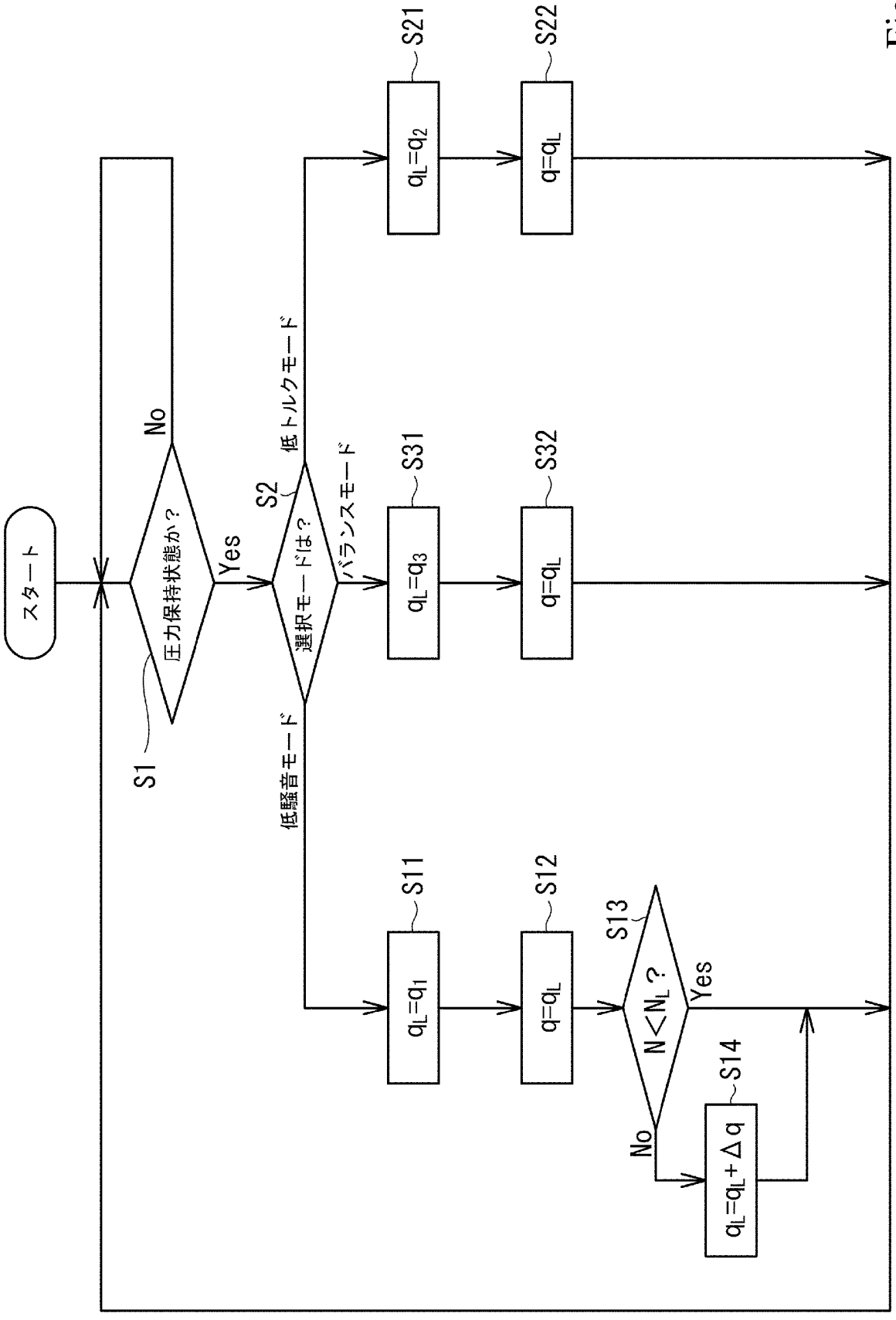

スタート
圧力保持状態か？
No
Yes
S1
選択モードは？
S2
低トルクモード
バランスモード
低騒音モード
$q_L=q_2$
S21
$q=q_L$
S22
$q_L=q_3$
S31
$q=q_L$
S32
$q_L=q_1$
S11
$q=q_L$
S12
$N<N_L$?
S13
Yes
No
$q_L=q_L+\Delta q$
S14

Fig.3

[図4]

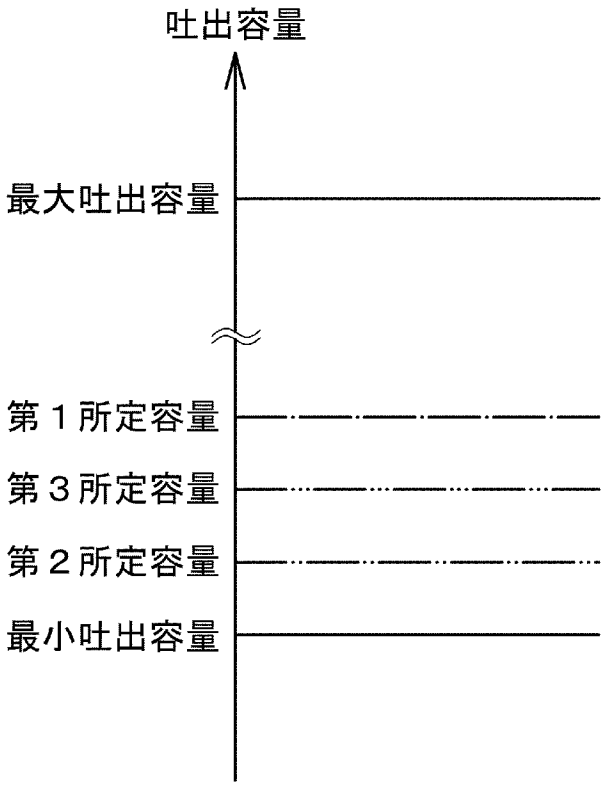


Fig.4

[図5]

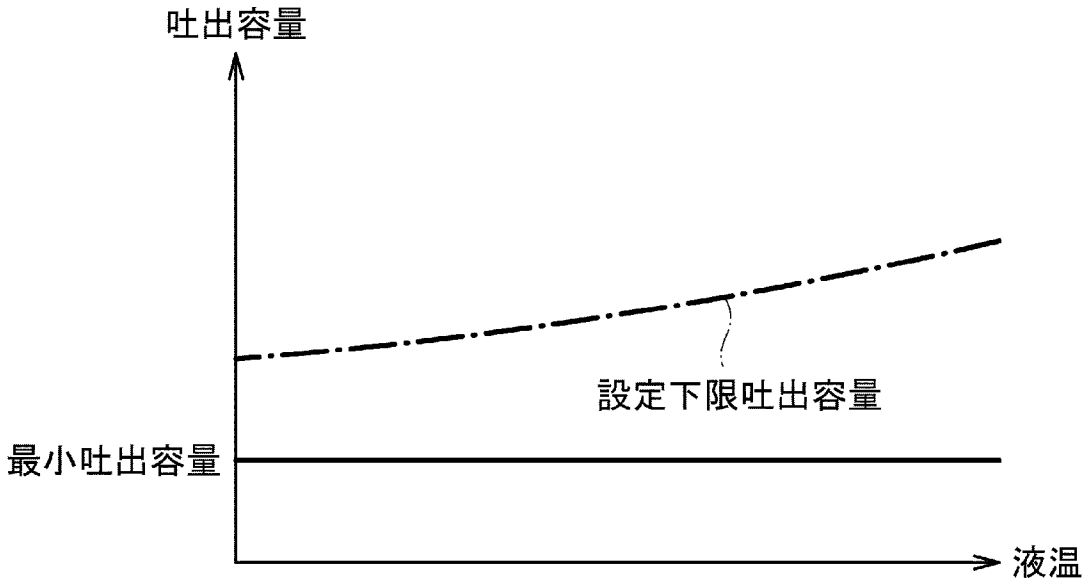


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/017018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F15B11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. F15B11/00-11/22, F04B49/00-49/24, F04C14/00-14/28, B22D17/32, B29C45/82

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
Y A	JP 2015-1291 A (SUMITOMO PRECISION PRODUCTS CO., LTD.) 05 January 2015, paragraphs [0019]-[0038], fig. 2 (Family: none)	1-2, 6 3-5
Y	JP 5-215101 A (YUTANI HEAVY IND LTD.) 24 August 1993, paragraphs [0002]-[0007], fig. 1 (Family: none)	1-2, 6

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 July 2019 (04.07.2019)	16 July 2019 (16.07.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/017018

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 1992/006306 A1 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 16 April 1992, page 36, line 3 to page 39, line 7, fig. 18 & US 5285642 A, column 18, line 45 to column 20, line 19, fig. 18 & EP 504415 A1 & DE 69112375 T2 & AU 8632091 A & KR 10-1995-0007624 B	6
A	JP 1-244812 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 29 September 1989, page 3, upper left column, line 9 to page 4, upper right column, line 15, fig. 2 (Family: none)	1
A	JP 2007-69500 A (NISSEI PLASTIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 22 March 2007, paragraphs [0022]-[0041], fig. 3 & US 2007/0052138 A1, paragraphs [0023]-[0044], fig. 3 & CN 1939696 A	1-2
A	JP 2012-13055 A (CATERPILLAR SARL) 19 January 2012, paragraphs [0009]-[0034], fig. 2 (Family: none)	1-2
A	JP 2017-136693 A (U-MHI PLATECH CO., LTD.) 10 August 2017, paragraphs [0026]-[0048], fig. 2 (Family: none)	1-2
A	JP 2007-162754 A (KOMATSU LTD.) 28 June 2007, paragraphs [0029]-[0042], fig. 2, 4 & US 2009/0163318 A1, paragraphs [0039]-[0052], fig. 2, 4 & WO 2007/066602 A1 & DE 112006003119 B4 & CN 101310113 A & SE 533622 C2	1-2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０１７０１８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F15B11/00(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.　F15B11/00-11/22, F04B49/00-49/24, F04C14/00-14/28, B22D17/32, B29C45/82

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
Y A	JP 2015-1291 A（住友精密工業株式会社）2015.01.05, 段落［００１９］－［００３８］,［図２］（ファミリーなし）	１－２，６ ３－５
Y	JP 5-215101 A（油谷重工株式会社）1993.08.24, 段落［０００２］－［０００７］,［図１］（ファミリーなし）	１－２，６

☑　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	国際調査報告の発送日
０４．０７．２０１９	１６．０７．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｏ　４４１６
小岩　智明
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

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	WO 1992/006306 A1（日立建機株式会社）1992.04.16, 第３６頁第３行－第３９頁第７行，第１８図 & US 5285642 A, 第 18 欄第 45 行-第 20 欄第 19 行, FIG.18 & EP 504415 A1 & DE 69112375 T2 & AU 8632091 A & KR 10-1995-0007624 B	6
Ａ	JP 1-244812 A（ダイキン工業株式会社）1989.09.29, 第３頁左上欄第９行－第４頁右上欄第１５行，第２図 （ファミリーなし）	1
Ａ	JP 2007-69500 A（日精樹脂工業株式会社）2007.03.22, 段落［００２２］－［００４１］,［図３］ & US 2007/0052138 A1, [0023]-[0044], Fig.3 & CN 1939696 A	１－２
Ａ	JP 2012-13055 A（キャタピラー　エス　エー　アール　エル） 2012.01.19, 段落［０００９］－［００３４］,［図２］ （ファミリーなし）	１－２
Ａ	JP 2017-136693 A（Ｕ－ＭＨＩプラテック株式会社）2017.08.10, 段落［００２６］－［００４８］,［図２］（ファミリーなし）	１－２
Ａ	JP 2007-162754 A（株式会社小松製作所）2007.06.28, 段落［００２９］－［００４２］,［図２］［図４］ & US 2009/0163318 A1, [0039]-[0052], Fig.2, 4 & WO 2007/066602 A1 & DE 112006003119 B4 & CN 101310113 A & SE 533622 C2	１－２