

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7336836号

(P7336836)

(45)発行日 令和5年9月1日(2023.9.1)

(24)登録日 令和5年8月24日(2023.8.24)

(51)国際特許分類

F I

F 1 6 K 31/363 (2006.01)

F 1 6 K 31/363

F 1 6 K 3/26 (2006.01)

F 1 6 K 3/26

E

請求項の数 6 (全20頁)

(21)出願番号 特願2018-169130(P2018-169130)
(22)出願日 平成30年9月10日(2018.9.10)
(65)公開番号 特開2020-41598(P2020-41598A)
(43)公開日 令和2年3月19日(2020.3.19)
審査請求日 令和3年8月11日(2021.8.11)

(73)特許権者 503405689
ナブテスコ株式会社
東京都千代田区平河町二丁目7番9号
(74)代理人 100091982
弁理士 永井 浩之
(74)代理人 100091487
弁理士 中村 行孝
(74)代理人
佐藤 泰和
(74)代理人 100105153
弁理士 朝倉 悟
(74)代理人 100127465
弁理士 堀田 幸裕
(74)代理人 100196047
弁理士 柳本 陽征

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流量制御弁及び作業機械

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

弁保持穴と、流体圧要素に通じる開口部と、を有するケーシングと、
前記弁保持穴に移動可能に保持された弁体と、
前記弁体を、前記開口部から離れる向きに押す第1押付部材と、
前記弁体を、前記開口部へ向かう向きに押す第2押付部材と、を備え、
前記弁体が中立位置に位置するとき、前記開口部は前記弁体で閉塞されず、
前記弁体の移動にともなって、前記弁体の前記弁保持穴内に位置する端部で前記開口部
が部分的に閉塞される、流量制御弁。

【請求項2】

弁保持穴と、流体圧要素に通じる開口部と、を有するケーシングと、
前記弁保持穴に移動可能に保持された弁体と、を備え、
前記弁体は中立位置に位置するとき、前記開口部は前記弁体で閉塞されず、
前記弁体の移動にともなって、前記弁体の前記弁保持穴内に位置する端部で前記開口部
が部分的に閉塞され、
前記弁体は、中空部と、前記中空部に通じる絞り部と、を有し、
前記ケーシングの内部空間は、前記中空部を含む第1圧力室と、前記絞り部を介して前
記中空部に通じる第2圧力室と、に区画され、
前記弁体は、前記弁体が前記中立位置に対して前記開口部から離れる向きに移動したと
きに、前記第1圧力室と前記第2圧力室とを通じさせる孔をさらに有する、流量制御弁。

10

20

【請求項 3】

前記弁体は、前記第 1 押付部材による押付力を受ける第 1 弁体座面を含み、前記第 1 押付部材は、前記第 1 弁体座面と前記ケーシングとの間に介挿される、請求項 1 に記載の流量制御弁。

【請求項 4】

前記弁体は、前記第 1 押付部材による押付力を受ける第 1 弁体座面を含み、前記第 1 押付部材は、前記第 1 弁体座面と前記ケーシングとの間に介挿され、

前記弁体は、前記第 2 押付部材による押付力を受ける第 2 弁体座面を含み、前記第 2 押付部材は、前記第 2 弁体座面と前記ケーシングとの間に介挿される、請求項 1 に記載の流量制御弁。

【請求項 5】

弁保持穴と、流体圧要素に通じる開口部と、を有するケーシングと、
前記弁保持穴に移動可能に保持された弁体と、を備え、
前記弁体が中立位置に位置するとき、前記開口部は前記弁体で閉塞されず、
前記弁体の移動にともなって、前記弁体の前記弁保持穴内に位置する端部で前記開口部が部分的に閉塞され、

前記ケーシングは、前記弁体が前記開口部から離れる向きに移動して前記ケーシングに接した際に前記ケーシングと前記弁体との間に隙間を形成する溝部を有する、流量制御弁。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の流量制御弁を備える、作業機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通流する流体の流量を制御する流量制御弁及び該流量制御弁を備える作業機械に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、各種の流体回路において、当該流体回路中を通流する流体の流量を制御する流量制御弁が用いられている。例えば、油圧を用いて駆動される建設車両等の作業機械においては、作業機械の各油圧アクチュエータへ作動油を供給するための油圧回路や、方向切換弁等の油圧装置を動作させるパイロット圧を供給するための油圧回路に、当該油圧回路中を通流する圧油の流量を制御する流量制御弁が用いられている。

【0003】

特許文献 1 の図 1 5 及び図 1 6 には、バルブ孔が形成されたバルブ体と、バルブ孔内に摺動自在に内挿されたスプールと、を有するスローリターンバルブが記載されている。このスローリターンバルブでは、背圧室側の油圧が背圧油路側の油圧より高い状態では、油圧及びバネの押付力によりスプールが押圧されて油給排ポートが閉じられた状態となる。この状態で、作動油は背圧室からスプールに形成されるオリフィスを介して背圧油路側へと流出する。このオリフィスにより、背圧油路側へ流出する作動油の流量が制限される。

【0004】

特許文献 2 には、可変容量ポンプのネガティブコントロール回路において、ネガコン信号ラインに逆止弁の付いた固定絞り弁よりなるスローリターンバルブを設けたものが記載されている。これにより、急操作時に、固定絞り弁の存在によってネガコン圧力が急変することを防ぎ、ポンプ吐出量が少流量から大流量に急変しない。したがって、急操作をしてもアクチュエータへの供給圧力が急変せず、あたかもある程度ゆっくり操作した時と同じようなショックの少ない動きになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2 0 0 7 - 9 2 8 0 7 号公報

10

20

30

40

50

実開平 5 - 3 2 4 5 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

流量制御弁において、流体回路中を通流する流体の単位時間当たりの流量を大きく制限することが要求される場合には、極めて小さな断面寸法を有する孔を設け、この孔を絞り部として流体の流量を制限することが考えられる。しかし、流量制御弁を構成する部品にそのような極めて小さな断面寸法を有する孔を穿つ加工を行うことは、技術的な困難を伴う。

【0007】

本発明は、このような点を考慮してなされたものであり、高い流量制御機能を発揮しながらも、製造が容易な流量制御弁及び該流量制御弁を備える作業機械を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明による流量制御弁は、
弁保持穴と、流体圧要素に通じる開口部と、を有するケーシングと、
前記弁保持穴に移動可能に保持された弁体と、を備え、
前記弁体の移動にともなって、前記弁体の前記弁保持穴内に位置する端部で前記開口部が部分的に閉塞される。

【0009】

本発明による流量制御弁において、
前記弁体を、前記開口部から離れる向きに押す第1押付部材をさらに有してもよい。

【0010】

本発明による流量制御弁において、
前記弁体を、前記開口部へ向かう向きに押す第2押付部材をさらに有してもよい。

【0011】

本発明による流量制御弁において、
前記弁体は、中空部と、前記中空部に通じる絞り部と、を有し、
前記ケーシングの内部空間は、前記中空部を含む第1圧力室と、前記絞り部を介して前記中空部に通じる第2圧力室と、に区画され、
前記弁体は、前記弁体が中立位置に対して前記開口部から離れる向きに移動したときに、前記第1圧力室と前記第2圧力室とを通じさせる孔をさらに有してもよい。

【0012】

本発明による流量制御弁において、
前記弁体は、前記第1押付部材による押付力を受ける第1弁体座面を含み、前記第1押付部材は、前記第1弁体座面と前記ケーシングとの間に介挿されてもよい。

【0013】

本発明による流量制御弁において、
前記弁体は、前記第1押付部材による押付力を受ける第1弁体座面を含み、前記第1押付部材は、前記第1弁体座面と前記ケーシングとの間に介挿され、
前記弁体は、前記第2押付部材による押付力を受ける第2弁体座面を含み、前記第2押付部材は、前記第2弁体座面と前記ケーシングとの間に介挿されてもよい。

【0014】

本発明による流量制御弁において、
前記ケーシングは、前記弁体が前記開口部から離れる向きに移動して前記ケーシングに接した際に前記ケーシングと前記弁体との間に隙間を形成する溝部を有してもよい。

【0015】

本発明による作業機械は、
上述の流量制御弁を備える。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【００１６】

本発明によれば、高い流量制御機能を発揮しながらも、製造が容易な流量制御弁及び該流量制御弁を備える作業機械を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】図１は、本発明による一実施の形態を説明するための図であって、流量制御弁が組み込まれた作業機械の油圧回路の一例を示す油圧回路図である。

【図２】図２は、流量制御弁の一例を示す油圧回路図である。

【図３】図３は、流量制御弁の一例を示す縦断面図である。

【図４】図４は、流量制御弁の動作について説明するための図である。

【図５】図５は、流量制御弁の動作について説明するための図である。

【図６】図６は、流量制御弁の他の適用例を示す油圧回路図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。なお、本明細書に添付する図面においては、図示と理解のしやすさの便宜上、適宜縮尺および縦横の寸法比等を、実物のそれらから変更し誇張してある。

【００１９】

また、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件ならびにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」、「直交」、「同一」等の用語や長さや角度の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈することとする。

【００２０】

図１～図６は、本発明による一実施の形態を説明するための図である。図１～図５では、流量制御弁２０が油圧回路１０内におけるいわゆるショックレス弁として用いられる例について説明するが、流量制御弁２０の用途はこれに限られず、種々の流体回路内における流体の流量が制御されるべき箇所に配置されて用いられ得る。図１は、流量制御弁２０が組み込まれた作業機械の油圧回路１０の一例を示す油圧回路図である。

【００２１】

図１に示された油圧回路１０は、油圧ポンプ１１から吐出され油圧アクチュエータ１２へ向かう作動油の流量を制御するスプール弁１３と、パイロットポンプ１６で生成されたパイロット圧油の流路を選択するリモコン弁１７と、スプール弁１３とリモコン弁１７との間を通流するパイロット圧油の流量を制御する流量制御弁（ショックレス弁）２０と、を備えている。

【００２２】

スプール弁１３は、スプール１４を有している。スプール１４は、パイロットポンプ１６で生成されたパイロット圧油の圧力であるパイロット圧の作用により、その軸方向（長手方向、図１では左右方向）に沿った位置が変更され、これにより油圧ポンプ１１から吐出され油圧アクチュエータ１２へ向かう作動油の流量が連続的に変化する。パイロットポンプ１６は、常に一定のパイロット圧を有するパイロット圧油を吐出する油圧ポンプであり、一例としてギアポンプが用いられる。図示された例では、スプール１４は、その軸方向に沿った一端（図１では右端）及び他端（図１では左端）のいずれにもパイロット圧が作用しない場合、ばね１５の押付力を受けて最も一端側に位置している。パイロット圧が流路１０１を介してスプール１４の一端に作用し、ばね１５による押付力に抗してスプール１４が他端側へ向けて移動すると、油圧ポンプ１１から吐出され油圧アクチュエータ１２へ向かう作動油の流量は増加する。また、パイロット圧が流路１０２を介してスプール１４の他端に作用し、スプール１４が一端側へ向けて移動すると、作動油の流量は減少する。

【００２３】

リモコン弁 17 は、オペレータにより操作される操作レバー 18 を有しており、操作レバー 18 の操作に応じて、パイロットポンプ 16 で生成されたパイロット圧油の流路を、流路 101、流路 102 又はタンク 19 から選択して接続する。操作レバー 18 が中立位置にある場合、リモコン弁 17 は、パイロットポンプ 16 とタンク 19 とを通じさせる。操作レバー 18 が第 1 操作位置へ向けて操作されると、リモコン弁 17 は、パイロットポンプ 16 と流路 101 とを連通させ、流路 102 とタンク 19 とを通じさせる。操作レバー 18 が第 1 操作位置とは異なる第 2 操作位置へ向けて操作されると、リモコン弁 17 は、パイロットポンプ 16 と流路 102 とを連通させ、流路 101 とタンク 19 とを通じさせる。

【0024】

図示された油圧回路 10 では、オペレータが操作レバー 18 を操作していない場合には、リモコン弁 17 の操作レバー 18 は中立位置にあり、パイロットポンプ 16 で生成されたパイロット圧油は、リモコン弁 17 を介してタンク 19 へ排出される。したがって、スプール 14 の一端及び他端のいずれにもパイロット圧は作用しない。

【0025】

オペレータにより操作レバー 18 が第 1 操作位置へ向けて操作されると、パイロットポンプ 16 で生成されたパイロット圧油は、リモコン弁 17 及び流路 101 を介してスプール弁 13 へ向かうとともに、スプール弁 13 から流路 102 を介してリモコン弁 17 へ向かう圧油は、タンク 19 へ排出される。これによりスプール 14 の一端にパイロット圧が作用し、ばね 15 による押付力に抗してスプール 14 が他端側へ向けて移動する。したがって、油圧ポンプ 11 から吐出され油圧アクチュエータ 12 へ向かう作動油の流量が増加し、油圧アクチュエータ 12 が一方向に駆動される。例えば、油圧ショベルのブームを駆動するための油圧シリンダが伸長し、ブームが上昇する。

【0026】

オペレータにより操作レバー 18 が第 2 操作位置へ向けて操作されると、パイロットポンプ 16 で生成されたパイロット圧油は、リモコン弁 17 及び流路 102 を介してスプール弁 13 へ向かうとともに、スプール弁 13 から流路 101 を介してリモコン弁 17 へ向かう圧油は、タンク 19 へ排出される。これによりスプール 14 の他端にパイロット圧が作用し、スプール 14 が一端側へ向けて移動する。したがって、油圧ポンプ 11 から吐出され油圧アクチュエータ 12 へ向かう作動油の流量が減少し、油圧アクチュエータ 12 が他方向に駆動される。例えば、油圧ショベルのブームを駆動するための油圧シリンダが収縮し、ブームが下降する。

【0027】

このような油圧回路 10 においては、スプール 14 の軸方向に沿った一方向への移動は速やかに行われる一方、他方向への移動は緩やかに行われることが要求される場合がある。例えば、油圧ショベル等の作業機械に取り付けられ、油圧回路を用いて駆動されるフロントリンケージ（ブーム、アーム及びバケット）は、比較的大きな重量を有している。この場合、フロントリンケージが油圧により作動された後、急停止されると、フロントリンケージの大きな慣性力に起因する衝撃が生じ、これにより作業機械全体が大きく揺動し得る。この揺動が収まるまではオペレータは次の動作ができないため、当該作業機械を用いた作業の効率が低下する。このため、図 1 に示された油圧回路 10 においては、リモコン弁 17 とスプール弁 13 とを通じさせる流路 101 の途中に流量制御弁（ショックレス弁）20 が設けられている。

【0028】

図 2 は、流量制御弁 20 の一例について説明するための油圧回路図である。図示された例では、流量制御弁 20 は、第 1 流体圧要素 E1 と第 2 流体圧要素 E2 との間に配置され、第 1 流体圧要素 E1 から第 2 流体圧要素 E2 へ向かう流体は速やかに通流させ、第 2 流体圧要素 E2 から第 1 流体圧要素 E1 へ向かう流体は緩やかに通流させる。流量制御弁 20 が、図 1 に示した油圧回路 10 に組み込まれる場合、例えば第 1 流体圧要素 E1 がリモコン弁 17 であり、第 2 流体圧要素 E2 がスプール弁 13 である。しかしこれに限られず

10

20

30

40

50

、流量制御弁 20 に接続される第 1 流体圧要素 E 1 及び第 2 流体圧要素 E 2 は、他の油圧要素、空圧要素等の流体圧要素であってもよい。

【0029】

図 2 に示された流量制御弁 20 は、絞り部 22 と、制御弁 24 と、チェック弁 28 とを備えている。なお、図 2 では、絞り部 22、制御弁 24、チェック弁 28 及び流路 103、104 を、いずれもその機能により概念的に示している。

【0030】

絞り部 22 は、第 1 流体圧要素 E 1 と第 2 流体圧要素 E 2 とを通じさせる流路 103 の途中に設けられており、流路 103 を通流する圧油（流体）の単位時間当たりの流量を制限する。

【0031】

制御弁 24 は、流路 103 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を制御する。制御弁 24 は、流路 103 における、絞り部 22 の第 1 流体圧要素 E 1 側の位置 P 1 での圧油の圧力と、絞り部 22 の第 2 流体圧要素 E 2 側の位置 P 2 での圧油の圧力との差に応じて、流路 103 の通流断面積を変化させることにより、流路 103 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を変化させる。図示された例では、位置 P 1 での圧油の圧力と位置 P 2 での圧油の圧力が等しいときには、制御弁 24 における流路 103 の通流断面積が最大になっている。位置 P 2 での圧油の圧力が位置 P 1 での圧油の圧力よりも大きくなると、制御弁 24 は、流路 103 の通流断面積を減少させることにより、流路 103 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を減少させる。また、位置 P 1 での圧油の圧力と位置 P 2 での圧油の圧力が等しくなると、又は、位置 P 1 での圧油の圧力が位置 P 2 での圧油の圧力よりも大きくなると、制御弁 24 は、流路 103 の通流断面積を増加させることにより、流路 103 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を増大させる。したがって、制御弁 24 は、流路 103 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を制限する追加の絞り部として機能する。とりわけ制御弁 24 は、流路 103 の通流断面積を連続的に変化させることが可能な可変絞り弁として機能する。

【0032】

流路 103 における絞り部 22 の第 1 流体圧要素 E 1 側の位置 P 3 から分岐して、絞り部 22 を迂回し、第 2 流体圧要素 E 2 側の位置 P 4 で流路 103 に合流する流路 104 の途中に、チェック弁 28 が設けられている。すなわち、チェック弁 28 は、絞り部 22 と並列に設けられている。位置 P 3 は、位置 P 1 に対して、第 2 流体圧要素 E 2 側（絞り部 22 側）に位置してもよいし、第 1 流体圧要素 E 1 側に位置してもよいし、位置 P 1 と同一であってもよい。また、位置 P 4 は、位置 P 2 に対して、第 1 流体圧要素 E 1 側（絞り部 22 側）に位置してもよいし、第 2 流体圧要素 E 2 側に位置してもよいし、位置 P 2 と同一であってもよい。流路 104 を通って位置 P 3 からチェック弁 28 へ流入した圧油は、チェック弁 28 を通って位置 P 4 へ向かう。その一方、流路 104 を通って位置 P 4 からチェック弁 28 へ流入した圧油は、チェック弁 28 でその通流が妨げられ、位置 P 3 へ向かうことはできない。

【0033】

図 2 に示された流量制御弁 20 では、第 1 流体圧要素 E 1 から第 2 流体圧要素 E 2 へ向かう圧油は、流路 103 に沿って制御弁 24 を通過し、位置 P 3 へ向かう。チェック弁 28 は、流路 104 を通って位置 P 3 から位置 P 4 へ向かう圧油の通流を許容する。絞り部 22 も、流路 103 を通って位置 P 3 から位置 P 4 へ向かう圧油の通流を許容するが、その単位時間当たりの流量を制限する。したがって、位置 P 3 から位置 P 4 へ向かう圧油は、主に流路 104 を通って、すなわちチェック弁 28 を通過して通流する。その後、圧油は、位置 P 4 から流路 103 に沿って第 2 流体圧要素 E 2 へ向かう。

【0034】

第 2 流体圧要素 E 2 から第 1 流体圧要素 E 1 へ向かう圧油は、流路 103 に沿って位置 P 4 へ向かう。ここで、チェック弁 28 は、流路 104 を通って位置 P 4 から位置 P 3 へ向かう圧油の通流を許容しない。この場合、位置 P 4 から位置 P 3 へ向かう圧油は、絞り

10

20

30

40

50

部 2 2 を通流する。ここで、絞り部 2 2 を通流する圧油の単位時間当たりの流量は制限される。これにより、絞り部 2 2 の第 2 流体圧要素 E 2 側の位置 P 2 , P 4 における圧油の圧力と、絞り部 2 2 の第 1 流体圧要素 E 1 側（制御弁 2 4 側）の位置 P 1 , P 3 における圧油の圧力との間に差が生じる。具体的には、位置 P 2 , P 4 における圧油の圧力が、位置 P 1 , P 3 における圧油の圧力よりも大きくなる。位置 P 2 , P 4 における圧油の圧力は、制御弁 2 4 に導入される。これにより、制御弁 2 4 は、流路 1 0 3 の通流断面積を減少させて、流路 1 0 3 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を減少させる。このとき、制御弁 2 4 は、追加の絞り部として機能し、制御弁 2 4 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を制限する。すなわち、絞り部 2 2 で単位時間当たりの通流流量が制限された圧油は、制御弁 2 4 においてさらにその単位時間当たりの通流流量が制限される。

10

【 0 0 3 5 】

圧油が第 1 流体圧要素 E 1 から第 2 流体圧要素 E 2 へ向かう際には、チェック弁 2 8 が圧油の通流を許容するので、圧油は流量制御弁 2 0 を速やかに通過する。第 1 流体圧要素 E 1 がリモコン弁 1 7 であり、第 2 流体圧要素 E 2 がスプール弁 1 3 である場合、リモコン弁 1 7 からスプール弁 1 3 へ向かうパイロット圧油は、流量制御弁 2 0 を通過して、スプール弁 1 3 を速やかに動作させる。したがって、油圧ポンプ 1 1 から吐出され油圧アクチュエータ 1 2 へ向かう作動油の流量は、速やかに増加する。

【 0 0 3 6 】

圧油が第 2 流体圧要素 E 2 から第 1 流体圧要素 E 1 へ向かう際には、チェック弁 2 8 が圧油の通流を許容しない。したがって、圧油は、絞り部 2 2 で単位時間当たりの通流流量が制限されるとともに、制御弁 2 4 においても単位時間当たりの通流流量がさらに制限される。第 1 流体圧要素 E 1 がリモコン弁 1 7 であり、第 2 流体圧要素 E 2 がスプール弁 1 3 である場合、スプール弁 1 3 からリモコン弁 1 7 へ向かう圧油は、流量制御弁 2 0 で単位時間当たりの通流流量が大きく制限される。これにより、スプール弁 1 3 は、緩やかな速度で動作する。したがって、油圧ポンプ 1 1 から吐出され油圧アクチュエータ 1 2 へ向かう作動油の流量は、緩やかな速度で減少する。

20

【 0 0 3 7 】

図 1 及び図 2 に示された例では、油圧アクチュエータ 1 2 への作動油の送出が開始される際には、油圧アクチュエータ 1 2 へ向かう作動油の流量を速やかに増大させることができる。これにより、油圧アクチュエータ 1 2 の駆動開始時に、油圧アクチュエータ 1 2 に動作遅れが生じることを抑制することができる。したがって、油圧アクチュエータ 1 2 の駆動開始時に、操作レバー 1 8 を操作するオペレータが違和感を覚えたり、油圧アクチュエータ 1 2 を更に動作させようとしてさらに操作レバー 1 8 の不要な操作を行ってしまうことを防止することができる。

30

【 0 0 3 8 】

その一方、油圧アクチュエータ 1 2 への作動油の送出が停止される際には、油圧アクチュエータ 1 2 へ向かう作動油の流量を緩やかな速度で減少させることができる。これにより、油圧アクチュエータ 1 2 が急停止して作業機械にフロントリンケージの大きな慣性力に起因する衝撃が生じることを、効果的に抑制することができる。したがって、作業機械全体が大きく揺動することを防止し、オペレータが迅速に次の動作を行うことができるようになる。すなわち、作業機械を用いた作業効率を効果的に向上させることが可能になる。

40

【 0 0 3 9 】

次に、図 3 ～図 5 を参照して、本実施の形態の流量制御弁 2 0 の具体的構造の一例について詳述する。図 3 は、流量制御弁 2 0 の一例を示す縦断面図であり、図 4 及び図 5 は、図 3 に対応する図であって、流量制御弁 2 0 の動作について説明するための図である。

【 0 0 4 0 】

図 3 に示された例では、流量制御弁 2 0 は、弁保持穴 3 8 を含む内部空間 S を画定するケーシング 3 0 と、弁保持穴 3 8 に移動可能に保持された弁体 6 0 と、を備えている。とりわけ図示された例では、流量制御弁 2 0 は、弁体 6 0 をその軸方向に沿って押す第 1 押付部材 8 1 及び第 2 押付部材 8 2 をさらに有している。以下、流量制御弁 2 0 の各構成要

50

素について説明する。図３～図５では、流量制御弁２０の中心軸線Ａに沿った方向を軸線方向ｄａとし、軸線方向ｄａに沿って流量制御弁２０に対して外部部材９０側（図３～図５では下側）を「一側」、当該「一側」と反対側（図３～図５では上側）を「他側」と呼ぶ。図３～図５に示された例では、流量制御弁２０は、その一側部分で第１流体圧要素Ｅ１と連通し、他側部分で第２流体圧要素Ｅ２と連通している。

【００４１】

ケーシング３０は、内部空間Ｓを画定するケースとして機能する。図示された例では、ケーシング３０は、第１ケーシング３１と、第１ケーシング３１に連結された第２ケーシング３２と、を有しており、内部空間Ｓは、第１ケーシング３１及び第２ケーシング３２により画定される。ケーシング３０を、第１ケーシング３１と第２ケーシング３２とに分割して形成することにより、ケーシング３０の製造を容易にすることができる。ケーシング３０には、第１ねじ部５１が形成されており、この第１ねじ部５１が外部部材９０の凹部９２に形成された外部ねじ部９４に螺合することにより、流量制御弁２０（ケーシング３０）が外部部材９０に取り付けられる。ケーシング３０は、全体として概ね円柱状（円筒状）の形状を有しており、軸線方向ｄａに沿って見たときに略円形形状を有している。外部部材９０は、任意の油圧装置の一部である。図示された例では、外部部材９０は、第１流体圧要素Ｅ１（リモコン弁１７）に通じる部材である。

【００４２】

第１ケーシング３１は、小径部３１ａと、小径部３１ａに対して他側に位置する大径部３１ｂと、小径部３１ａの一側に突出して設けられた凸部３４と、を有する。小径部３１ａは、大径部３１ｂに対して相対的に小さい直径を有している。小径部３１ａの外周における一側には、第１ねじ部５１が形成されている。第１ねじ部５１は、雄ねじで構成されている。大径部３１ｂは、小径部３１ａに対して相対的に大きな直径を有している。小径部３１ａ及び大径部３１ｂは、それぞれ概ね円筒状の形状を有している。凸部３４は、その一側が閉塞された概ね円筒状の形状を有している。凸部３４における軸線方向ｄａに沿って延びる側面には、貫通孔として形成された複数の通路３５が設けられている。通路３５は、後述の弁保持穴３８に開口する開口部３６を有している。また、図示された例では、通路３５は、外部部材９０の凹部９２及び流路９６を介して、第１流体圧要素Ｅ１と連通している。

【００４３】

第１ケーシング３１の内部には、大径部３１ｂ、小径部３１ａ及び凸部３４にわたって、他側に向けて開口する第１凹部３７が形成されている。図示された例では、第１凹部３７は、一側から他側へ向かうにつれて段階的に大きくなるように互いに異なる直径を有する３つの穴（３７ａ～３７ｃ）の組み合わせで構成されている。このうち最も一側に位置し且つ最も小さい直径を有する穴を小径穴３７ａ、最も他側に位置し且つ最も大きい直径を有する穴を大径穴３７ｃ、軸線方向ｄａに沿って小径穴３７ａと大径穴３７ｃとの間に位置し且つ小径穴３７ａの直径と大径穴３７ｃの直径との間の直径を有する穴を中径穴３７ｂとする。図示された例では、小径穴が弁保持穴３８を形成する。弁保持穴３８は、中心軸線Ａに沿って、小径部３１ａ及び凸部３４にわたって延びている。弁保持穴３８は、中心軸線Ａに直交する断面において、軸線方向ｄａに沿って同一の断面形状を有している。とりわけ弁保持穴３８は、中心軸線Ａに直交する断面において円形形状を有している。小径穴３７ａと中径穴３７ｂとを接続する段部には、後述の第１押付部材８１を受ける第１ケーシング座面３９が形成されている。第１ケーシング座面３９は中心軸線Ａと直交する面で構成されている。第１凹部３７の内周面には、第２ねじ部５２が形成されている。とりわけ、第２ねじ部５２は、大径穴３７ｃの内周面に形成されている。第２ねじ部５２は、雌ねじで構成されている。

【００４４】

第２ケーシング３２は、全体として略円筒状に形成されており、その一側部分において第１ケーシング３１に取り付けられている。第２ケーシング３２の一側部分には、第３ねじ部５３が形成され、第２ケーシング３２の他側部分には、第４ねじ部５４が形成されて

10

20

30

40

50

いる。第3ねじ部53及び第4ねじ部54は、いずれも雄ねじで構成されている。図示された例では、第2ケーシング32の一側端部は第1ケーシング31の第1凹部37内に位置しており、第2ケーシング32の第3ねじ部53が、第1ケーシング31の第2ねじ部52と螺合することにより、第2ケーシング32が第1ケーシング31に対して取り付けられている。

【0045】

第2ケーシング32は、一側に向けて開口する第2凹部41が形成されている。第2凹部41の他側には、軸線方向daに沿って延び第2凹部41に通じる貫通孔43が形成されている。図示された例では、第2凹部41は、貫通孔43を介して第2流体圧要素E2と連通している。第2凹部41は、互いに異なる直径を有する2つの穴(41a, 41b)の組み合わせで構成されている。このうち他側に位置し且つ相対的に小さい直径を有する穴を小径穴41a、小径穴41aの一側に位置し且つ相対的に大きい直径を有する穴を大径穴41bとする。小径穴41aの最も他側には、後述の第2押付部材82を受ける第2ケーシング座面42が形成されている。第2ケーシング座面42は、一側を向き中心軸線Aと直交する面で構成されている。

【0046】

第2凹部41の小径穴41aと大径穴41bとを接続する段部には、溝部44が形成されている。溝部44は、弁体60が通路35の開口部36から離れる向きに移動して、すなわち他側に移動して、第2ケーシング32に接した際(図4参照)に、第2ケーシング32と弁体60との間に隙間を形成する。図3～図5に示された例では、溝部44は、軸線方向daに沿って見たときに中心軸線Aを中心として放射状に延びる複数の溝で構成されている。溝部44を構成する溝は、小径穴41aと大径穴41bとを接続する段部に他側に向かって凹んだ窪みとして形成されている。弁体60が第2ケーシング32に接した際に第2ケーシング32と弁体60との間に形成される隙間の断面積は、圧油の単位時間当たりの流量を実質的に制限しない程度の面積を有していることが好ましい。例えば、当該隙間の断面積は、弁体60の後述の絞り部63の断面積よりも十分に大きな面積を有していることが好ましい。

【0047】

図3～図5に示された例では、第1ケーシング31の第1凹部37と第2ケーシング32の第2凹部41とにより、内部空間Sが画定される。さらに詳細には、第1凹部37の小径穴37a、中径穴37b及び大径穴37cと、第2凹部41の小径穴41a及び大径穴41bとにより、内部空間Sが画定される。この内部空間Sの内側には、弁体60及び押付部材81, 82が配置される。

【0048】

図示された例では、第1ケーシング31の第1ねじ部51のねじ形状と、第2ケーシング32の第3ねじ部53のねじ形状とは互いに同一であってもよい。ここで、ねじ形状が互いに同一であるとは、2つのねじ部のねじ形状が互いに同じ規格に属することを意味する。同じ規格に属する2つのねじ部においては、例えば、ねじの雌雄、ねじ外径(呼び寸法)、ねじ谷径、ねじピッチ及びねじ山角度が、実質的に同一である。このように、第1ケーシング31の第1ねじ部51のねじ形状と、第2ケーシング32の第3ねじ部53のねじ形状とが互いに同一であると、外部部材90の外部ねじ部94に対して、第1ねじ部51及び第3ねじ部53のいずれも螺合させることが可能になる。したがって、流量制御弁20が必要ない場合には、第3ねじ部53を外部ねじ部94に螺合させることにより、第1ケーシング31を介することなく第2ケーシング32を外部部材90に取り付けることができる。これにより、流量制御弁20を省略する場合のための追加の部材を用いる必要がなくなり、製造コストの削減を図ることができる。

【0049】

第1ケーシング31と第2ケーシング32との間には、密封部材83が配置されている。また、ケーシング30と外部部材90との間、とりわけ第1ケーシング31と外部部材90との間、には密封部材84が配置されている。密封部材83, 84は、例えばOリン

10

20

30

40

50

グで構成され、第1ケーシング31と第2ケーシング32との間又はケーシング30と外部部材90との間から圧油が漏出することを防止する。

【0050】

弁体60は、筒状部61と、筒状部61の他側に位置するつば部71と、つば部71から他側に突出して形成された凸部77と、を有する。筒状部61は、全体として略円筒状に形成されており、軸線方向daに沿って延びている。図示された例では、筒状部61の長手方向に延びる中心軸は、中心軸線Aと一致している。すなわち、中心軸線Aは、筒状部61の中心軸線であるともいえる。筒状部61の内部には、中空部67が形成されている。中空部67は、一側で開口し他側で閉塞された穴として形成されている。中空部67は、中心軸線Aを含んで軸線方向daに沿って延びている。中空部67における中心軸線Aと直交する断面は、円形状を有しており、軸線方向daに沿った各位置において互いに同一の寸法を有している。弁体60は、弁保持穴38に移動可能に保持されている。とりわけ弁体60の一側の端部（筒状部61の先端部）69は、弁保持穴38内に保持されている。換言すると、筒状部61の一側の端部69を含む一部が、弁保持穴38内に挿入されている。これにより、弁体60は、軸線方向daに沿って、ケーシング30の通路35の開口部36へ向かう向き（一側へ向かう向き）と、開口部36から離れる向き（他側へ向かう向き）とに移動可能とされている。そして、弁体60の移動にともなって端部69で開口部36が部分的に閉塞される。また、開口部36が部分的に閉塞されることにより、開口部36の開口面積が変化する。

【0051】

弁体60の筒状部61には、中空部67に通じる絞り部63が形成されている。絞り部63は、弁体60が最も一側に位置するときに弁保持穴38から露出する位置に形成されている。すなわち、絞り部63は、弁体60がその移動範囲内のいずれの位置にある場合でも、常に弁保持穴38から露出する。図示された例では、絞り部63は、中心軸線Aと直交する方向に沿って延びている。絞り部63の延びる方向に直交する、絞り部63の断面は、円形状を有しており、絞り部63の延びる方向に沿った各位置において互いに同一の寸法を有している。なお、これに限られず、絞り部63は、中心軸線Aの延びる方向（軸線方向da）及び中心軸線Aと直交する方向の両方に対して傾斜した方向に延びてもよい。また、絞り部63の断面は、絞り部63の延びる方向に沿った各位置において互いに異なる寸法を有していてもよい。例えば、絞り部63の断面は、絞り部63の延びる方向に沿った一部の範囲において、他の範囲における断面の寸法よりも小さな寸法を有していてもよい。絞り部63の最小断面積は、絞り部63を通流する圧油の単位時間当たりの流量を制限することができる程度に設定される。

【0052】

ケーシング30の内部空間Sは、弁体60により、中空部67を含む第1圧力室C1と、絞り部63を介して中空部67と通じる第2圧力室C2と、に区画される。図示された例では、第1圧力室C1は、中空部67及び弁保持穴38内の空間であり、第2圧力室C2は、内部空間Sのうち弁体60の外側の空間である。上述のように、通路35の開口部36は、弁保持穴38に開口している。したがって、開口部36は、第1圧力室C1に開口しているともいえる。図示された例では、第1圧力室C1は、開口部36を介して、外部部材90の凹部92及び流路96に通じている。

【0053】

つば部71は、軸線方向daに沿って見たときに、筒状部61の外寸法及び弁保持穴38（小径穴37a）の内寸法よりも大きな外寸法を有している。したがって、つば部71は、弁保持穴38内には進入できない。また、つば部71は、軸線方向daに沿って見たときに、第1凹部37の中径穴37bの内寸法よりも小さな外寸法を有している。したがって、つば部71は、中径穴37b内には進入できる。さらに、つば部71は、軸線方向daに沿って見たときに、第2凹部41の小径穴41aの内寸法よりも大きく、大径穴41bの内寸法よりも小さな外寸法を有している。したがって、つば部71は、大径穴41b内には進入できるが、小径穴41a内には進入できない。すなわち、弁体60が他側に

向かって移動したときには、つば部 7 1 が小径穴 4 1 a と大径穴 4 1 b とを接続する段部に接し、弁体 6 0 はそれ以上他側には移動できない。

【0054】

つば部 7 1 の一侧を向く面は、第 1 押付部材 8 1 による押付力を受ける第 1 弁体座面 7 3 を含んでいる。図示された例では、第 1 押付部材 8 1 はコイルばねであり、第 1 弁体座面 7 3 と第 1 ケーシング座面 3 9 との間に圧縮された状態で介挿されている。したがって、第 1 押付部材 8 1 は、その弾性力によって当該第 1 押付部材 8 1 が伸長する向きに押付力を生じる。第 1 押付部材 8 1 をなすコイルばねは、筒状部 6 1 の周囲を取り巻くように配置されている。

【0055】

つば部 7 1 の他側を向く面は、第 2 押付部材 8 2 による押付力を受ける第 2 弁体座面 7 5 を含んでいる。図示された例では、第 2 押付部材 8 2 はコイルばねであり、第 2 弁体座面 7 5 と第 2 ケーシング座面 4 2 との間に圧縮された状態で介挿されている。したがって、第 2 押付部材 8 2 は、その弾性力によって当該第 2 押付部材 8 2 が伸長する向きに押付力を生じる。第 2 押付部材 8 2 をなすコイルばねは、つば部 7 1 から他側に突出して形成された凸部 7 7 の周囲を取り巻くように配置されている。この凸部 7 7 により、コイルばねの位置が中心軸線 A と直交する径方向にずれることが防止される。

【0056】

第 1 押付部材 8 1 及び第 2 押付部材 8 2 としては、コイルばねに限られず、押付力を生じ得る種々の部材が使用可能である。なお、本明細書では、第 1 圧力室 C 1 内の圧油の圧力と第 2 圧力室 C 2 内の圧油の圧力が等しく、第 1 押付部材 8 1 による押付力と第 2 押付部材 8 2 による押付力が釣り合うときの弁体 6 0 の位置を中立位置と呼ぶ。

【0057】

弁体 6 0 の筒状部 6 1 には、弁体 6 0 が中立位置に対して他側に移動したときに、第 1 圧力室 C 1 と第 2 圧力室 C 2 とを通じさせる孔 6 5 をさらに有している。弁体 6 0 が中立位置にあるときには、孔 6 5 の全体が弁保持穴 3 8 内に位置する。すなわち、孔 6 5 の全体が弁保持穴 3 8 で閉塞され、圧油は孔 6 5 を通過できない。その一方、弁体 6 0 が中立位置に対して他側に移動したときには、孔 6 5 は、弁保持穴 3 8 から露出し第 1 圧力室 C 1 と第 2 圧力室 C 2 とを通じさせる。このとき、孔 6 5 は、圧油の通流を許容する。図示された例では、孔 6 5 は、中心軸線 A と直交する方向に沿って延びている。孔 6 5 の延びる方向に直交する、孔 6 5 の断面は、円形状を有しており、孔 6 5 の延びる方向に沿った各位置において互いに同一の寸法を有している。なお、これに限られず、孔 6 5 は、中心軸線 A の延びる方向（軸線方向 d a）及び中心軸線 A と直交する方向の両方に対して傾斜した方向に延びてもよい。また、孔 6 5 の断面は、孔 6 5 の延びる方向に沿った各位置において互いに異なる寸法を有していてもよい。孔 6 5 は、複数設けられていてもよい。各孔 6 5 の最小断面積の合計は、孔 6 5 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を実質的に制限しない程度の面積を有していることが好ましい。

【0058】

次に、図 3 ～図 5 を参照して、流量制御弁 2 0 の動作について説明する。

【0059】

リモコン弁 1 7 が操作されておらず、パイロットポンプ 1 6 からのパイロット圧が流量制御弁 2 0 に作用していない場合、第 1 圧力室 C 1 内の圧油の圧力と第 2 圧力室 C 2 内の圧油の圧力が等しくなり、図 3 に示されているように、弁体 6 0 は中立位置に位置する。図示された例では、このとき通路 3 5 の開口部 3 6 は、弁体 6 0 の端部 6 9 で閉塞されておらず、開口部 3 6 は、当該開口部 3 6 を通流する圧油の単位時間当たりの流量を実質的に制限しない程度の開口面積を有している。孔 6 5 は、その全体が弁保持穴 3 8 で閉塞されており、圧油は孔 6 5 を通過することができない。絞り部 6 3 は、弁保持穴 3 8 から露出している。

【0060】

オペレータによりリモコン弁 1 7 の操作レバー 1 8 が操作され、パイロットポンプ 1 6

10

20

30

40

50

からのパイロット圧が第1流体圧要素E1（リモコン弁17）を通過して流量制御弁20に作用した場合、パイロット圧は、流路96、凹部92及び通路35を介して第1圧力室C1内に導入される。孔65は弁保持穴38で閉塞されているので、第1圧力室C1と第2圧力室C2とは、絞り部63でのみ互いに連通している。絞り部63は、当該絞り部63を通流する圧油の単位時間当たりの流量を制限する。これにより、第1圧力室C1内の圧油の圧力が、第2圧力室C2内の圧油の圧力よりも大きくなる。詳細には、絞り部63の流量制限効果により、第1圧力室C1内の圧油の圧力の上昇速度に対して、第2圧力室C2内の圧油の圧力の上昇速度が遅くなり、第1圧力室C1内の圧油の圧力と第2圧力室C2内の圧油の圧力との間に差（差圧）が生じる。

【0061】

この差圧により、弁体60は、中立位置から、第2押付部材82による押付力に抗して、軸線方向daに沿って、開口部36から離れる向き（他側へ向かう向き）に移動する。弁体60の移動にともなって、孔65が弁保持穴38から露出すると、孔65を介して第1圧力室C1と第2圧力室C2とが連通される。これにより、図4に示されているように、第1圧力室C1内の圧油は、孔65を通過して第2圧力室C2へ流入する。第2圧力室C2へ流入した圧油は、貫通孔43を通過して第2流体圧要素E2（スプール弁13）へ向かう。これにより、第2流体圧要素E2が動作する。

【0062】

弁体60のつば部71は、軸線方向daに沿って見たときに、第2凹部41の小径穴41aの内寸法よりも大きく、大径穴41bの内寸法よりも小さな外寸法を有している。したがって、つば部71は、大径穴41b内には進入できるが、小径穴41a内には進入できない。すなわち、弁体60が他側に向かって移動したときには、つば部71が小径穴41aと大径穴41bとを接続する段部に接し、弁体60はそれ以上他側には移動できない。図4には、弁体60が他側へ移動して、つば部71が第2ケーシング32の小径穴41aと大径穴41bとを接続する段部に接した状態において、流量制御弁20が示されている。小径穴41aと大径穴41bとを接続する段部には、溝部44が形成されており、これによりつば部71が当該段部に接した際に、当該段部とつば部71との間に隙間が形成される。図示された例では、弁体60が当該段部に接した際に当該段部と弁体60との間に形成される隙間の断面積は、圧油の単位時間当たりの流量を実質的に制限しない程度の面積を有している。したがって、つば部71が当該段部に接した状態においても、孔65を通過して第2圧力室C2へ流入した圧油は、溝部44を通過して貫通孔43へ向かうことができる。

【0063】

各孔65の最小断面積の合計が、孔65を通流する圧油の単位時間当たりの流量を実質的に制限しない程度の面積を有している場合、孔65の全体が弁保持穴38から露出すると、孔65を介して第1圧力室C1から第2圧力室C2へ速やかに圧油が流入し、第1圧力室C1内の圧油の圧力と第2圧力室C2内の圧油の圧力との差（差圧）が小さくなる。この差圧が小さくなることにより、弁体60を他側へ向けて押す力が小さくなり、弁体60は、第2押付部材82の押付力により一側へ向けて押し戻される。このとき、孔65が部分的に弁保持穴38で閉塞されることにより、第1圧力室C1と第2圧力室C2との間に新たに差圧が生じ、これにより弁体60は、第2押付部材82による押付力に抗して、他側へ向けて押される。したがって、弁体60は、第2押付部材82による弁体60を一側へ押す押付力と、第1圧力室C1と第2圧力室C2との間に生じる差圧及び第1押付部材81の押付力の和による弁体60を他側へ押す押付力と、が釣り合う位置にて停止する。それゆえ、弁体60が他側に移動しても、つば部71が第2ケーシング32の小径穴41aと大径穴41bとを接続する段部に接しないこともある。なお、第1圧力室C1と第2圧力室C2との間に生じる差圧の微小な変動により、弁体60は完全には停止せず、その位置がわずかに変動することもある。

【0064】

オペレータによりリモコン弁17の操作レバー18が操作され、第1圧力室C1が通路

10

20

30

40

50

35、凹部92、流路96及び第1流体圧要素E1（リモコン弁17）を介してタンク19と連通されると、第1圧力室C1内の圧油の圧力は急激に低下する。すなわち、弁体60を他側へ向けて押す押付力が急激に低下する。これにより、弁体60が、中立位置に対して他側に位置している場合、第2押付部材82の押付力により、弁体60が一側へ移動し、孔65が弁保持穴38により閉塞される。したがって、第1圧力室C1と第2圧力室C2とは、絞り部63でのみ互いに通じる。これにより、第2圧力室C2内の圧油の圧力が、第1圧力室C1内の圧油の圧力よりも大きくなる。詳細には、絞り部63の流量制限効果により、第1圧力室C1内の圧油の圧力の下降速度に対して、第2圧力室C2内の圧油の圧力の下降速度が遅くなり、第1圧力室C1内の圧油の圧力と第2圧力室C2内の圧油の圧力との間に差（差圧）が生じる。この差圧による押付力及び第2押付部材82の押付力により、図5に示されているように、弁体60は、第1押付部材81の押付力に抗して、さらに一側へ移動する。

10

【0065】

弁体60の移動にともなって、通路35の開口部36は、弁体60の端部69で部分的に閉塞される。このとき、第1圧力室C1と第2圧力室C2との間の差圧が大きくなるにつれて、この差圧による押付力及び第2押付部材82の押付力の合計の押付力と、第1押付部材81の押付力と、の差が大きくなり、弁体60が一側へ移動して端部69が開口部36を大きく閉塞し、開口部36の開口面積は小さくなる。開口部36の開口面積が小さくなると、当該開口部36を通流する圧油の単位時間当たりの流量が制限される。したがって、弁体60の端部69により部分的に閉塞された開口部36は、絞り部63に対する追加の絞り部として機能する。

20

【0066】

開口部36の開口面積が、絞り部63の断面積（最小断面積）よりも小さくなると、開口部36により当該開口部36を通流する圧油の単位時間当たりの流量が大きく制限される一方、絞り部63を介して、第2圧力室C2から第1圧力室C1内に圧油が流入する。これにより、第1圧力室C1内の圧油の圧力が上昇し、第1圧力室C1と第2圧力室C2との間の差圧が小さくなる。そうすると、この差圧による押付力及び第2押付部材82の押付力の合計の押付力と、第1押付部材81の押付力と、の差が小さくなり、弁体60が他側へ移動して弁体60の端部69による開口部36の閉塞領域が小さくなり、開口部36の開口面積は大きくなる。したがって、弁体60は、通路35の開口部36が端部69で部分的に閉塞され、これにより第1圧力室C1と第2圧力室C2との間に生じる差圧及び第2押付部材82による弁体60を一側へ押す押付力の和による弁体60を他側へ押す押付力と、第1押付部材81の押付力と、が釣り合う位置にて停止する。なお、第1圧力室C1と第2圧力室C2との間に生じる差圧の微小な変動により、弁体60は完全には停止せず、その位置がわずかに変動することもある。また、弁体60は、その移動の途中において、その端部69が一時的に開口部36を完全に閉塞することもある。したがって、本明細書において、「開口部36が部分的に閉塞される」とは、一時的に開口部36が完全に閉塞される場合をも含む。

30

【0067】

図3～図5を参照して説明した例では、絞り部63が、図2を参照して説明した例における絞り部22の機能を発揮する。また、開口部36及び弁体60の端部69が、図2を参照して説明した例における制御弁24の機能を発揮する。さらに、孔65及び第2押付部材82が、図2を参照して説明した例におけるチェック弁28の機能を発揮する。

40

【0068】

本発明の流量制御弁20は、弁保持穴38と、流体圧要素E1に通じる開口部36と、を有するケーシング30と、弁保持穴38に移動可能に保持された弁体60と、を備え、弁体60の移動にともなって、弁体60の弁保持穴38内に位置する端部69で開口部36が部分的に閉塞される。

【0069】

本発明の作業機械は、上述の流量制御弁20を備える。

50

【0070】

このような流量制御弁20及び作業機械によれば、弁体60の端部69により部分的に閉塞される開口部36を絞り部として機能させることができる。したがって、流体回路中を通流する流体の単位時間当たりの流量を大きく制限することが要求される場合に、極めて小さな断面寸法を有する絞り部を設ける必要がない。これにより、高い流量制御機能を発揮する流量制御弁20を、容易に製造することが可能になる。なお、通路35の開口部36は、弁体60の端部69により部分的に閉塞されることにより開口面積が変更可能な絞り部として機能するので、通路35を極めて小さな断面寸法を有する孔として形成する必要はない。

【0071】

流体回路が油圧回路である場合、絞り部を通流する油の単位時間当たりの流量は、当該油の温度の影響を大きく受ける。高温では油の粘度は小さいが、低温では油の粘度は大きくなる。一般に油の粘度は大きな温度依存性を有しているため、極めて小さな断面寸法を有する絞り部を用いた場合、高温においては絞り部を通流する油の単位時間当たりの流量が多くなり流量制限効果が小さくなる一方、低温においては絞り部を通流する油の単位時間当たりの流量が極端に少なくなり、精度の高い流量制御が困難になる。これに対して、本発明の流量制御弁20によれば、比較的大きな断面寸法を有する孔を絞り部63として用いることができるので、流量制御弁20を通流する油の単位時間当たりの流量が、当該油の温度の影響を受けることを抑制し、精度の高い流量制御が可能になる。

【0072】

本発明の流量制御弁20は、弁体60を、開口部36から離れる向きに押す第1押付部材81をさらに有する。

【0073】

また、本発明の流量制御弁20は、弁体60を、開口部36へ向かう向きに押す第2押付部材82をさらに有する。

【0074】

このような流量制御弁20によれば、第1圧力室C1と第2圧力室C2との間に生じる差圧による押付力に加えて、各押付部材81, 82による押付力を弁体60に作用させることができるので、弁体60を迅速に動作させることができる。また、各押付部材81, 82の長さや押付力を適宜調整することで、弁体60の中立位置、一側へ向かう押付力及び他側へ向かう押付力等を、容易に調整することができる。

【0075】

本発明の流量制御弁20では、弁体60は、中空部67と、中空部67に通じる絞り部63と、を有し、ケーシング30の内部空間Sは、中空部67を含む第1圧力室C1と、絞り部63を介して中空部67と通じる第2圧力室C2と、に区画され、弁体60は、弁体60が中立位置に対して開口部36から離れる向きに移動したときに、第1圧力室C1と第2圧力室C2とを通じさせる孔65をさらに有する。

【0076】

このような流量制御弁20によれば、弁体60が中立位置に対して開口部36から離れる向きに移動した際に、すなわち図3～図5を参照して説明した例では第1流体圧要素E1から第2流体圧要素E2へ向けて流体が流れる際に、孔65を介して流体を迅速に通流させることができる。この場合、例えば図1に示した油圧回路10において、リモコン弁17からスプール弁13へ向かうパイロット圧油は、流量制御弁20を通過して、スプール弁13を速やかに動作させる。したがって、油圧ポンプ11から吐出され油圧アクチュエータ12へ向かう作動油の流量は、速やかに増加する。これにより、油圧アクチュエータ12への作動油の送出が開始される際に、油圧アクチュエータ12へ向かう作動油の流量を速やかに増大させることができ、油圧アクチュエータ12の駆動開始時に、油圧アクチュエータ12に動作遅れが生じることを抑制することができる。

【0077】

本発明の流量制御弁20では、弁体60は、第1押付部材81による押付力を受ける第

1 弁体座面 7 3 を含み、第 1 押付部材 8 1 は、第 1 弁体座面 7 3 とケーシング 3 0 との間に介挿される。

【0078】

また、本発明の流量制御弁 2 0 では、弁体 6 0 は、第 1 押付部材 8 1 による押付力を受ける第 1 弁体座面 7 3 を含み、第 1 押付部材 8 1 は、第 1 弁体座面 7 3 とケーシング 3 0 との間に介挿され、弁体 6 0 は、第 2 押付部材 8 2 による押付力を受ける第 2 弁体座面 7 5 を含み、第 2 押付部材 8 2 は、第 2 弁体座面 7 5 とケーシング 3 0 との間に介挿される。

【0079】

このような流量制御弁 2 0 によれば、第 1 押付部材 8 1 又は第 2 押付部材 8 2 を所定の位置に配置するための追加の部材（リテーナ）の付加を省略することができる。したがって、部品点数を削減し、流量制御弁 2 0 の軽量化を図ることができる。

【0080】

本発明の流量制御弁 2 0 では、ケーシング 3 0 は、弁体 6 0 が開口部 3 6 から離れる向きに移動してケーシング 3 0 に接した際にケーシング 3 0 と弁体 6 0 との間に隙間を形成する溝部 4 4 を有する。

【0081】

このような流量制御弁 2 0 によれば、弁体 6 0 が中立位置に対して開口部 3 6 から離れる向きに移動してケーシング 3 0 （第 2 ケーシング 3 2）に接した際（図 4 参照）に、弁体 6 0 とケーシング 3 0 との間に流体の通流路を確保することができる。したがって、第 1 流体圧要素 E 1 から第 2 流体圧要素 E 2 へ向かう流体の流れが阻害されることを効果的に抑制することができる。

【0082】

なお、上述した実施の形態に対して様々な変更を加えることが可能である。以下、図面を適宜参照しながら、変形例について説明する。以下の説明および以下の説明で用いる図面では、上述した実施の形態と同様に構成され得る部分について、上述の実施の形態における対応する部分に対して用いた符号と同一の符号を用いることとし、重複する説明を省略する。

【0083】

図 6 は、流量制御弁 2 0 の他の適用例を示す油圧回路図である。油圧回路 1 1 0 は、可変容量型油圧ポンプ（油圧ポンプ）1 1 1 から吐出され油圧アクチュエータ 1 2 へ向かう作動油の流量を制御するスプール弁 1 1 3 と、パイロットポンプ 1 6 で生成されたパイロット圧油の流路を選択するリモコン弁 1 7 と、を備えている。

【0084】

油圧回路 1 1 0 は、油圧アクチュエータ 1 2 における作動油の消費量が少ない場合に、油圧ポンプ 1 1 1 からの作動油の吐出量を減少させるためのネガティブ流量制御（ネガティブコントロール）機構をさらに有している。スプール弁 1 1 3 は、油圧ポンプ 1 1 1 から吐出され当該スプール弁 1 1 3 内に導入された作動油を排出する 2 つの排出ポートを有している。一方の排出ポートは油圧アクチュエータ 1 2 に連通し、他方の排出ポートは流路（センターバイパスライン）1 0 7 を介して、タンク 1 9 に連通している。流路 1 0 7 における、スプール弁 1 1 3 とタンク 1 9 との間には絞り部 1 2 2 が設けられている。また、流路 1 0 7 のスプール弁 1 1 3 と絞り部 1 2 2 との間の箇所から分岐して、流路 1 0 8 が設けられている。流路 1 0 8 は、流路 1 0 7 と接続される端部と反対側の端部において、油圧ポンプ 1 1 1 に接続されている。

【0085】

スプール弁 1 1 3 は、スプール 1 1 4 を有している。スプール 1 1 4 は、パイロットポンプ 1 6 で生成されたパイロット圧の作用により、その軸方向（長手方向、図 6 では左右方向）に沿った位置が変更され、これにより油圧ポンプ 1 1 1 から吐出され油圧アクチュエータ 1 2 へ向かう作動油の流量が連続的に変化する。図示された例では、スプール 1 1 4 は、その軸方向に沿った一端（図 6 では右端）及び他端（図 6 では左端）のいずれにもパイロット圧が作用しない場合、ばね 1 1 5 の押付力を受けて最も一端側に位置している

。このとき、油圧ポンプ１１１から吐出された全ての作動油が、タンク１９へ向かう。パイロット圧が流路１０１を介してスプール１１４の一端に作用し、ばね１１５による押付力に抗してスプール１１４が他端側へ向けて移動すると、油圧ポンプ１１１から吐出され油圧アクチュエータ１２へ向かう作動油の流量は増加し、タンク１９へ向かう作動油の流量は減少する。また、パイロット圧が流路１０２を介してスプール１１４の他端に作用し、スプール１１４が一端側へ向けて移動すると、油圧ポンプ１１１から吐出され油圧アクチュエータ１２へ向かう作動油の流量は減少し、タンク１９へ向かう作動油の流量は増加する。

【００８６】

図示された例では、絞り部１２２を通過するパイロット圧油の漏れ流量が絞り部１２２の背圧として検出され、検出された背圧が流路１０８を介して油圧ポンプ１１１にネガティブ流量制御信号圧としてフィードバックされる。詳細には、以下のようにネガティブ流量制御が行われる。絞り部１２２において、当該絞り部１２２を通流するパイロット圧油の単位時間当たりの流量が制限される。したがって、スプール弁１１３から流路１０７を介してタンク１９へ向かう作動油の流量が増加すると、流路１０７の絞り部１２２とスプール弁１１３との間におけるパイロット圧油の圧力（背圧）が増加する。この圧力が流路１０８を介してネガティブ流量制御信号圧として油圧ポンプ１１１に導入される。油圧ポンプ１１１は、大きな信号圧が導入されると作動油の吐出量が減少し、小さな信号圧が導入されると作動油の吐出量が増大するように制御される。

【００８７】

オペレータが操作レバー１８を操作することにより、パイロットポンプ１６からリモコン弁１７及び流路１０１を介してスプール１４の一端側に作用するパイロット圧が減少すると、スプール１４はその軸方向に沿って一端側に移動する。これにより、油圧ポンプ１１１から吐出され油圧アクチュエータ１２へ向かう作動油の流量は減少し、スプール弁１３から流路１０７を介してタンク１９へ向かう作動油の流量は増加する。したがって、絞り部１２２の背圧が増大し、油圧ポンプ１１１に大きな信号圧が導入されることにより、油圧ポンプ１１１から吐出される作動油の流量が減少する。このようなネガティブ流量制御により、油圧アクチュエータ１２における作動油の消費量が少ない場合に、油圧ポンプ１１１からの作動油の吐出量を減少させて、油圧アクチュエータ１２を駆動することなくタンク１９に排出される作動油を減少させることが可能になる。したがって、油圧回路１１０における消費エネルギーの削減を図ることができる。

【００８８】

ネガティブ流量制御機構では、油圧ポンプ１１１からの作動油の吐出量が増加すると絞り部１２２の背圧（ネガティブ流量制御信号圧）が上昇して油圧ポンプ１１１からの作動油の吐出量が減少し、油圧ポンプ１１１からの作動油の吐出量が減少すると絞り部１２２の背圧が下降して油圧ポンプ１１１からの作動油の吐出量が増加する。これにより、絞り部１２２の背圧が周期的に変動し、油圧ポンプ１１１が発振して作動油の吐出量が安定しないことがある。

【００８９】

この油圧ポンプ１１１の発振を抑制するためには、流路１０８の途中に絞り部を設けて、ネガティブ流量制御信号圧に応答遅れを生じさせることが考えられる。しかし、制御対象となる油圧ポンプ１１１が小型の油圧ポンプである場合、絞り部として極めて小さな断面寸法を有する孔を用いる必要がある。しかし、絞り部を構成する部品にそのような極めて小さな断面寸法を有する孔を穿つ加工を行うことは、技術的な困難を伴う。

【００９０】

本変形例に係る油圧回路１１０では、流路１０８の途中に、図３～図５を参照して説明した流量制御弁２０が設けられている。ここで、第１流体圧要素Ｅ１は油圧ポンプ１１１であり、第２流体圧要素Ｅ２はスプール弁１１３である。

【００９１】

油圧ポンプ１１１から吐出され油圧アクチュエータ１２へ向かう作動油の流量が多く、

タンク 19 へ向かう作動油の流量が少ない場合、第 1 圧力室 C 1 内の圧油の圧力と第 2 圧力室 C 2 内の圧油の圧力との差が小さく、弁体 60 は中立位置に位置する（図 3 参照）。このとき、第 1 圧力室 C 1 と第 2 圧力室 C 2 とは、絞り部 63 でのみ互いに連通している。

【0092】

油圧ポンプ 111 から吐出され油圧アクチュエータ 12 へ向かう作動油の流量が減少し、タンク 19 へ向かう作動油の流量が増加すると、第 2 圧力室 C 2 に絞り部 122 の背圧が作用し、第 2 圧力室 C 2 内の圧油の圧力が上昇する。これにより、第 2 圧力室 C 2 内の圧油の圧力が、第 1 圧力室 C 1 内の圧油の圧力よりも大きくなる。この圧力差（差圧）による押付力及び第 2 押付部材 82 の押付力により、弁体 60 は、第 1 押付部材 81 の押付力に抗して一側へ移動する（図 5 参照）。これにより、弁体 60 の端部 69 が開口部 36 を大きく閉塞し、開口部 36 の開口面積は小さくなる。すなわち、弁体 60 の端部 69 により部分的に閉塞された開口部 36 は、絞り部 63 に対する追加の絞り部として機能する。

10

【0093】

本変形例によっても、上述の実施の形態と同様の効果を発揮することができる。とりわけ本変形例によれば、高い流量制御機能を発揮しつつも容易に製造することが可能な流量制御弁 20 を、流路 108 内に配置する絞り部として利用することができる。すなわち、流路 108 内に、製造が困難な極めて小さな断面寸法を有する絞り部を設ける必要がない。

【0094】

なお、本変形例のように、第 1 流体圧要素 E 1（油圧ポンプ 111）から第 2 流体圧要素 E 2（スプール弁 113）へ向けて、流体（作動油）を迅速に通流させる必要がない場合には、弁体 60 の孔 65 を省略してもよい。また、第 2 ケーシング 32 の溝部 44 を省略してもよい。さらに、第 2 押付部材 82 を省略することも可能である。第 2 押付部材 82 を省略した場合には、第 1 押付部材 81 の押付力により、中立位置において、第 2 凹部 41 の小径穴 41a と大径穴 41b とを接続する段部に弁体 60 のつば部 71 が接していてもよい。

20

【符号の説明】

【0095】

- 10 油圧回路
- 11 油圧ポンプ
- 12 油圧アクチュエータ
- 13 スプール弁
- 16 パイロットポンプ
- 17 リモコン弁
- 19 タンク
- 20 流量制御弁
- 30 ケーシング
- 31 第 1 ケーシング
- 32 第 2 ケーシング
- 35 通路
- 36 開口部
- 38 弁保持穴
- 39 第 1 ケーシング座面
- 42 第 2 ケーシング座面
- 44 溝部
- 60 弁体
- 61 筒状部
- 63 絞り部
- 65 孔
- 67 中空部
- 69 端部

30

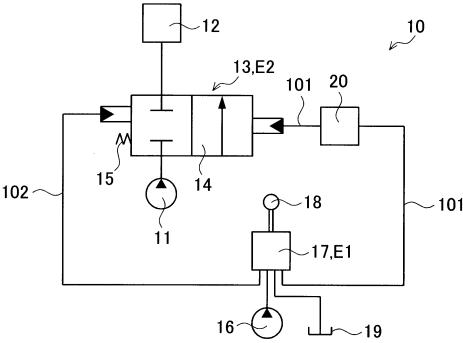
40

50

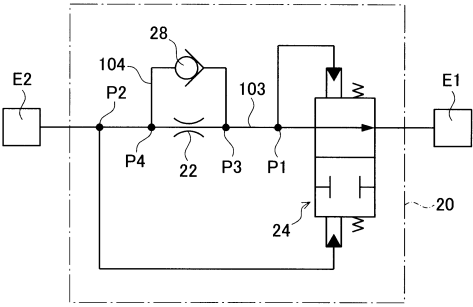
- 7 1 つば部
- 7 3 第 1 弁体座面
- 7 5 第 2 弁体座面
- 8 1 第 1 押付部材
- 8 2 第 2 押付部材
- 9 0 外部部材
- A 中心軸線
- E 1 第 1 流体圧要素
- E 2 第 2 流体圧要素
- C 1 第 1 圧力室
- C 2 第 2 圧力室
- S 内部空間

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

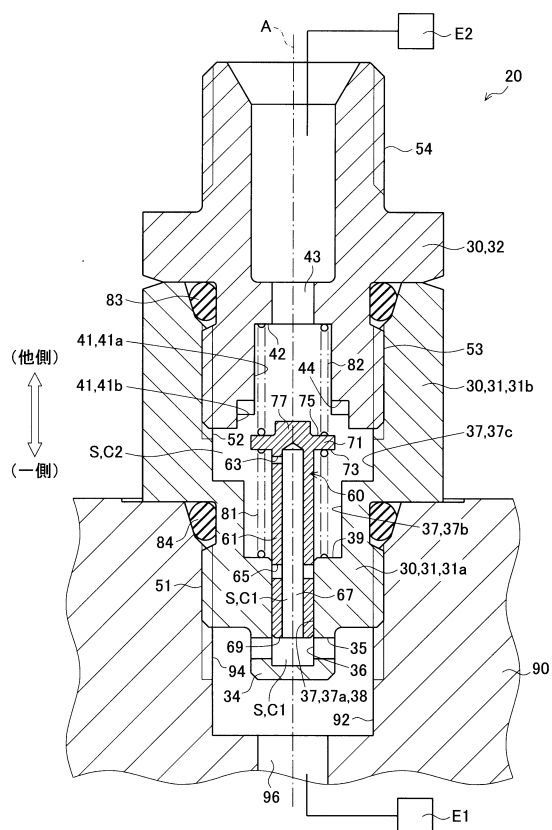
20

30

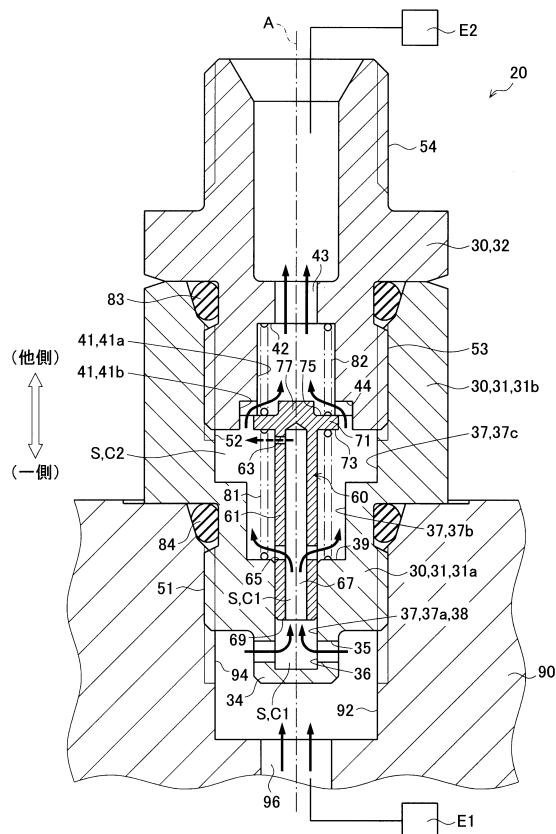
40

50

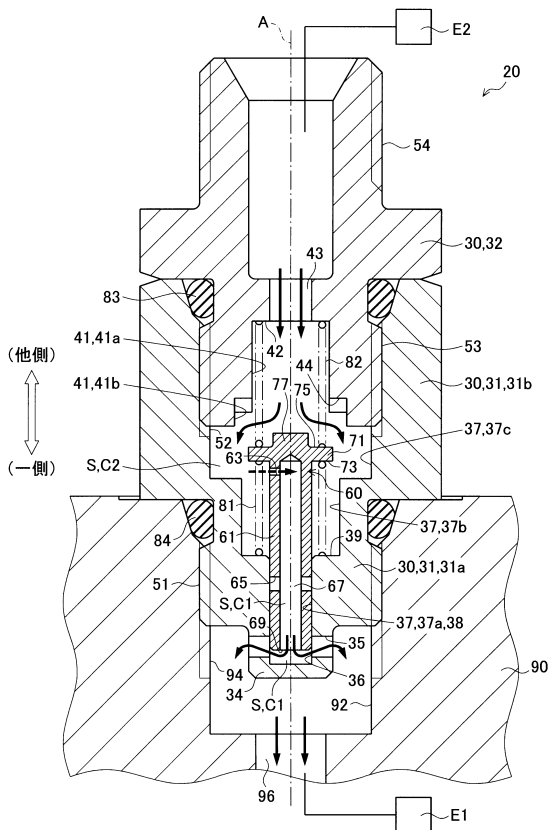
【図 3】



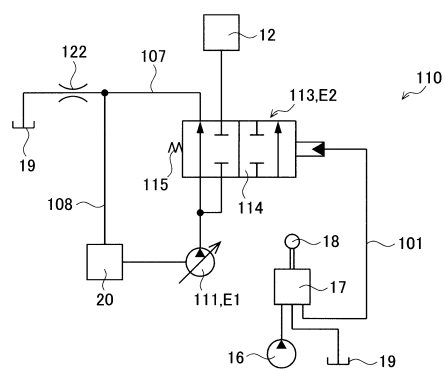
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 岩崎 仁
兵庫県神戸市西区福吉台1丁目1617番1 ナブテスコ株式会社 西神工場内

(72)発明者 後藤 敬介
兵庫県神戸市西区福吉台1丁目1617番1 ナブテスコ株式会社 西神工場内

審査官 篠原 将之

(56)参考文献 特開2000-002352 (JP, A)
特開2006-292184 (JP, A)
特開2001-165104 (JP, A)
実開昭62-044305 (JP, U)
実開平06-014502 (JP, U)
中国実用新案第202992308 (CN, U)
特開2004-301292 (JP, A)
実開平05-032456 (JP, U)
特開昭55-076273 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0153551 (US, A1)
実開平04-031375 (JP, U)
特開平05-094220 (JP, A)
実開昭59-194672 (JP, U)
特表2006-526743 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16K 31/12 - 31/165
F16K 31/36 - 31/42
F16K 3/26
F16K 11/00 - 11/24