

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6822930号
(P6822930)

(45) 発行日 令和3年1月27日 (2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月12日 (2021.1.12)

(51) Int.Cl.	F 1
F 1 5 B 11/042 (2006.01)	F 1 5 B 11/042
F 1 5 B 11/00 (2006.01)	F 1 5 B 11/00 D
F 1 6 K 31/122 (2006.01)	F 1 6 K 31/122

請求項の数 3 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2017-182500 (P2017-182500)	(73) 特許権者	000005522
(22) 出願日	平成29年9月22日 (2017. 9. 22)		日立建機株式会社
(65) 公開番号	特開2019-56464 (P2019-56464A)		東京都台東区東上野二丁目16番1号
(43) 公開日	平成31年4月11日 (2019. 4. 11)	(74) 代理人	110002457
審査請求日	令和2年1月21日 (2020. 1. 21)		特許業務法人広和特許事務所
		(72) 発明者	川澄 翔平
			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
		審査官	谿花 正由輝
		(56) 参考文献	特開平06-294402 (JP, A)
			特開平11-173436 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流量制御弁

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハウジングと、

パイロットハウジングと、

前記ハウジングと前記パイロットハウジングとのうちの少なくとも前記ハウジングに設けられた主弁室と、

前記主弁室に摺動可能に設けられ、弁部を有する主弁と、

前記主弁室の一端側に設けられ、前記主弁の弁部が離着座することで作動流体を連通、遮断する主弁座と、

前記主弁に対して前記主弁座から離れる方向の圧力を与えると共に、前記主弁室の外部から前記主弁室の内部に作動流体を導入する入口側流路と、

前記主弁が前記主弁座から離れたときに前記主弁室の内部から前記主弁室の外部に作動流体を導出すると共に、前記主弁に対して前記主弁座から離れる方向の圧力を与える出口側流路と、

前記主弁室の他端側に設けられ、前記主弁に対して前記主弁座に近付く方向の圧力を与える背圧室と、

前記主弁に設けられ、前記入口側流路と前記背圧室とを連通するフィードバック流路と、

前記ハウジングおよび前記パイロットハウジングに設けられ、前記背圧室と前記出口側流路とを連通するパイロット流路と、

10

20

前記主弁に設けられ、前記主弁の前記主弁座から離れる方向の変位に伴って前記入口側流路と前記出口側流路との間の開口量を増大させる主弁絞りと、

前記フィードバック流路と前記背圧室との間に設けられ、前記主弁の前記主弁座から離れる方向の変位に伴って前記フィードバック流路と前記背圧室との間の開口量を増大させるフィードバック絞りと、

前記パイロットハウジングに摺動可能に設けられたパイロット弁と、

前記パイロット弁を初期位置に付勢するスプリングと、

前記パイロット弁に設けられ、前記パイロット弁の変位に伴って前記パイロット流路の開口量を減少または増大させるパイロット絞りと、

前記フィードバック流路に設けられ、前記入口側流路から前記背圧室への作動流体の流れを許容し、これとは逆の流れを阻止するチェック弁とを備えており、

前記パイロット絞りの開口量に応じて前記主弁の変位量を制御することにより、前記入口側流路から前記出口側流路への流量を可変に制御する流量制御機能を有すると共に、前記出口側流路の圧力に対して前記入口側流路の圧力が低いときに、前記出口側流路から前記入口側流路への作動流体の流れを前記主弁と前記チェック弁とにより阻止するロードチェック機能を有する流量制御弁において、

前記背圧室と前記出口側流路との間に設けられ、前記パイロット流路を介さずに前記背圧室と前記出口側流路とを連通すると共に、前記主弁の変位量に拘わらず前記背圧室と前記出口側流路との間の開口量を固定する固定絞りを備えており、

前記パイロット絞りは、前記パイロット弁の変位量が前記初期位置となる最小値から最大値に変位するときに前記最大値に達する前に前記パイロット流路の開口量がゼロになるように、または、前記パイロット弁の変位量が前記最大値から前記最小値に変位するときに前記最小値に達する前に前記パイロット流路の開口量がゼロになるように構成されていることを特徴とする流量制御弁。

【請求項 2】

前記主弁の外周面に設けられた主弁側連通溝を備えており、

前記固定絞りは、前記主弁側連通溝と前記主弁室の壁面とにより構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の流量制御弁。

【請求項 3】

前記主弁室の壁面に設けられた主弁室側連通溝を備えており、

前記固定絞りは、前記主弁室側連通溝と前記主弁の外周面とにより構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の流量制御弁。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、建設機械の油圧回路に設けられ、油圧ポンプからアクチュエータに供給される作動油の流量を制御する流量制御弁に関する。

【背景技術】

【0002】

油圧ショベル、油圧クレーン、ホイールローダ等の建設機械の油圧回路には、例えば、油圧ポンプからアクチュエータに供給される作動油の流量および方向を切換え制御する複数の方向制御弁が用いられている。これら複数の方向制御弁の少なくとも 1 つは、アクチュエータから油圧ポンプへの逆流を防止するチェック弁が配置される油圧ポンプからの供給油路にシート弁型の流量制御弁になっている（特許文献 1）。この流量制御弁は、供給油路における油圧ポンプ側の第 1 入力ポート（入口側流路）とアクチュエータ側の第 1 出力ポート（出口側流路）とを開閉するために主弁座に対して離着座する弁部を有する主弁と、主弁の開口量を制御するために弁部に対して反対側に形成された主弁の背圧室へ主弁の外周に形成した第 1 可変絞り（フィードバック絞り）を介して接続される第 2 入力ポート（パイロット流路）を有するパイロット弁を備えている。第 2 入力ポートは、パイロット弁に形成された第 2 可変絞り（パイロット絞り）を介して主弁の弁部の出力側である前

記第 1 出力ポートに接続されている。主弁の第 1 入力ポートの油圧を受ける受圧面 A 1 と主弁の第 1 出力ポートの油圧を受ける受圧面 B 1 との面積比が、主弁の第 1 可変絞りの開口面積 A 2 とパイロット弁の第 2 可変絞りの開口面積 B 2 との比の二乗と等しくなるように、主弁の変位量は変化する。

【 0 0 0 3 】

流量制御弁における流量制御は、パイロット弁の操作により主弁の変位量に応じて主弁絞りの開口量が変化することにより、入口側流路から出口側流路に流れる作動油の流量が制御される。この場合、パイロット弁のパイロット絞りの開口量を可変に制御することで、主弁のフィードバック絞りの開口量がパイロット絞りの開口量の変化に対応して変化し、主弁を通過する流量がパイロット弁の操作によって制御される。

10

【 0 0 0 4 】

さらに、流量制御弁は、ロードチェック弁としての機能を備えており、このロードチェック弁により出口側流路から入口側流路への逆流を防止することができる。この場合、出口側流路に対して入口側流路の圧力が低くなると、出口側流路からパイロット絞り、主弁の背圧室、フィードバック絞り、チェック弁を介して入口側流路に向かう流れがチェック弁によって遮断される。これにより、主弁の背圧室の圧力と出口側流路の圧力が等しくなり、主弁に背圧室の圧力による閉弁方向の力が作用する。この結果、主弁が閉弁方向に変位して、出口側流路から入口側流路への逆流を防止することができる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開平 0 6 - 1 9 3 6 0 4 号公報 (特許第 2987279 号公報)

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

例えば、後述する図 1 0 に示すように、部品の製造ばらつきに伴うパイロット絞りの最小開口量のばらつきを抑制するために、パイロット弁のパイロット絞りを可変絞りと固定絞りとの 2 つの絞りにより構成することが考えられる。しかし、この構成の場合、パイロット絞りを通る流量が多くなり、このパイロット絞りに作用する流体力が大きくなる可能性がある。そして、この流体力の影響を受けて、パイロット操作されるパイロット弁 (パイロットスプール) のパイロット圧に対する軸方向の変位量がばらつく傾向となり、パイロット絞りの開口量を高精度に可変に制御することが難しくなる可能性がある。これにより、主弁による入口側流路から出口側流路への流量を高精度に可変に制御することが難しくなる可能性がある。また、パイロット弁、延いては、パイロットハウジングが大型化し、製造コストの増大、および、部品搭載性の低下を招く可能性もある。さらに、出口側流路から背圧室への流路の長さが長くなり、チェック弁の応答性が低下する可能性がある。

30

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、流体力の影響を抑制して、入口側流路から出口側流路への流量を高精度に可変に制御でき、かつ、チェック弁の応答性を向上することができる流量制御弁を提供することにある。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明の流量制御弁は、ハウジングと、パイロットハウジングと、前記ハウジングと前記パイロットハウジングとのうちの少なくとも前記ハウジングに設けられた主弁室と、前記主弁室に摺動可能に設けられ、弁部を有する主弁と、前記主弁室の一端側に設けられ、前記主弁の弁部が離着座することで作動流体を連通、遮断する主弁座と、前記主弁に対して前記主弁座から離れる方向の圧力を与えると共に、前記主弁室の外部から前記主弁室の内部に作動流体を導入する入口側流路と、前記主弁が前記主弁座から離れたときに前記主弁室の内部から前記主弁室の外部に作動流体を導出すると共に、前記主弁に対して前記主

50

弁座から離れる方向の圧力を与える出口側流路と、前記主弁室の他端側に設けられ、前記主弁に対して前記主弁座に近付く方向の圧力を与える背圧室と、前記主弁に設けられ、前記入口側流路と前記背圧室とを連通するフィードバック流路と、前記ハウジングおよび前記パイロットハウジングに設けられ、前記背圧室と前記出口側流路とを連通するパイロット流路と、前記主弁に設けられ、前記主弁の前記主弁座から離れる方向の変位に伴って前記入口側流路と前記出口側流路との間の開口量を増大させる主弁絞りと、前記フィードバック流路と前記背圧室との間に設けられ、前記主弁の前記主弁座から離れる方向の変位に伴って前記フィードバック流路と前記背圧室との間の開口量を増大させるフィードバック絞りと、前記パイロットハウジングに摺動可能に設けられたパイロット弁と、前記パイロット弁を初期位置に付勢するスプリングと、前記パイロット弁に設けられ、前記パイロット弁の変位に伴って前記パイロット流路の開口量を減少または増大させるパイロット絞りと、前記フィードバック流路に設けられ、前記入口側流路から前記背圧室への作動流体の流れを許容し、これとは逆の流れを阻止するチェック弁とを備えており、前記パイロット絞りの開口量に応じて前記主弁の変位量を制御することにより、前記入口側流路から前記出口側流路への流量を可変に制御する流量制御機能を有すると共に、前記出口側流路の圧力に対して前記入口側流路の圧力が低いときに、前記出口側流路から前記入口側流路への作動流体の流れを前記主弁と前記チェック弁とにより阻止するロードチェック機能を有する流量制御弁において、前記背圧室と前記出口側流路との間に設けられ、前記パイロット流路を介さずに前記背圧室と前記出口側流路とを連通すると共に、前記主弁の変位量に拘わらず前記背圧室と前記出口側流路との間の開口量を固定する固定絞りを備えており、前記パイロット絞りは、前記パイロット弁の変位量が前記初期位置となる最小値から最大値に変位するときに前記最大値に達する前に前記パイロット流路の開口量がゼロになるように、または、前記パイロット弁の変位量が前記最大値から前記最小値に変位するときに前記最小値に達する前に前記パイロット流路の開口量がゼロになるように構成されている。

10

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、流体力の影響を抑制して、入口側流路から出口側流路への流量を高精度に可変に制御でき、かつ、チェック弁の応答性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

30

【図1】第1の実施の形態による流量制御弁を油圧ショベルの油圧回路に適用した場合を示す全体構成図である。

【図2】図1中の流量制御弁および方向制御弁を示す縦断面図である。

【図3】図2中の流量制御弁、即ち、図2中の(III)部を拡大して示す縦断面図である。

【図4】第1の実施の形態によるパイロット弁変位量と主弁変位量とパイロット絞り開口量と固定絞り開口量との関係の一例を示す特性線図である。

【図5】第2の実施の形態による流量制御弁を示す図3と同様位置の縦断面図である。

【図6】第3の実施の形態による流量制御弁を示す図3と同様位置の縦断面図である。

【図7】第4の実施の形態による流量制御弁を示す縦断面図である。

40

【図8】第1の比較例による流量制御弁を示す縦断面図である。

【図9】第1の比較例によるパイロット弁変位量とパイロット絞り開口量と主弁変位量との関係の一例を示す特性線図である。

【図10】第2の比較例による流量制御弁を示す縦断面図である。

【図11】第2の比較例によるパイロット弁変位量とパイロット絞り開口量と主弁変位量との関係の一例を示す特性線図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の流量制御弁の実施の形態を、油圧ショベルの油圧回路に適用した場合を例に挙げ、添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

50

【 0 0 1 2 】

図 1 ないし図 4 は、第 1 の実施の形態を示している。図 1 において、建設機械の代表例である油圧ショベル 1 は、自走可能なクローラ式の下部走行体 2 と、下部走行体 2 上に旋回可能に搭載された上部旋回体 3 と、上部旋回体 3 の前部側に俯仰の動作が可能に設けられ掘削作業等を行う多関節構造の作業装置 4 とを含んで構成されている。この場合、下部走行体 2 と上部旋回体 3 は、油圧ショベル 1 の車体を構成している。

【 0 0 1 3 】

作業機またはフロントとも呼ばれる作業装置 4 は、例えば、ブーム 5、アーム 6、作業具としてのバケット 7 と、これらを駆動する油圧アクチュエータ（液圧アクチュエータ）としてのブームシリンダ 8、アームシリンダ 9、バケットシリンダ（作業具シリンダ）10 とを含んで構成されている。作業装置 4 は、油圧ポンプ 11 からの圧油の供給に基づいて、油圧シリンダであるシリンダ 8、9、10 が伸長または縮小することにより、俯仰の動作をする。なお、図 1 では、図面が複雑になることを避けるために、主としてブームシリンダ 8 とアームシリンダ 9 に関する油圧回路を示している。

【 0 0 1 4 】

油圧ショベル 1 の上部旋回体 3 に搭載されたメインの油圧ポンプ 11 は、タンク 12 と共に油圧源を構成している。油圧ポンプ 11 は、例えば、ディーゼルエンジン等の原動機（図示せず）により回転駆動される。油圧ポンプ 11 は、タンク 12 内の作動油を吸込んでポンプ管路 13 およびセンタバイパス管路 14 に向けて圧油を吐出（供給）する。ポンプ管路 13 およびセンタバイパス管路 14 に吐出した圧油は、ブーム用方向制御弁 16 を介してブームシリンダ 8 に供給され、アーム用方向制御弁 18 を介してアームシリンダ 9 に供給される。また、ブーム用方向制御弁 16 およびアーム用方向制御弁 18 とタンク 12 との間には、例えばブームシリンダ 8 およびアームシリンダ 9 からの戻り油をタンク 12 側に還流させるためのタンク管路 15 が設けられている。

【 0 0 1 5 】

ここで、ポンプ管路 13 の途中には、分岐管路 13A、13B が設けられている。一方の分岐管路 13A は、後述の流量制御弁 33 を介してアーム用方向制御弁 18 の高圧側ポート（即ち、図 2 中に示す後述の出口側流路 27）に接続されている。他方の分岐管路 13B は、後述するブーム用方向制御弁 16 の高圧側ポートに接続されている。なお、ポンプ管路 13 とタンク管路 15 は、別の分岐管路、別の方向制御弁（いずれも図示せず）等を介してバケットシリンダ 10 等にも接続されている。

【 0 0 1 6 】

ブームシリンダ 8 用の方向制御弁であるブーム用方向制御弁 16（以下、ブーム用制御弁 16 という）は、左、右の油圧パイロット部 16A、16B を有しており、常時は中立位置（イ）に保持される。ブーム用制御弁 16 は、左、右の油圧パイロット部 16A、16B に対して、例えば油圧パイロット式の操作弁であるブーム用レバー操作装置（図示せず）からパイロット圧が供給されることにより、中立位置（イ）から切換位置（ロ）、（ハ）に切換えられる。

【 0 0 1 7 】

一対のアクチュエータ管路 17A、17B は、ブームシリンダ 8 とブーム用制御弁 16 との間に設けられている。一方のアクチュエータ 17A は、ブームシリンダ 8 のボトム側油室（図示せず）をブーム用制御弁 16 の一方の圧油流出入ポートに接続するものである。他方のアクチュエータ管路 17B は、ブームシリンダ 8 のロッド側油室（図示せず）をブーム用制御弁 16 の他方の圧油流出入ポートに接続するものである。

【 0 0 1 8 】

アームシリンダ 9 用の方向制御弁であるアーム用方向制御弁 18（以下、アーム用制御弁 18 という）は、左、右の油圧パイロット部 18A、18B を有しており、常時は中立位置（イ）に保持される。アーム用制御弁 18 は、左、右の油圧パイロット部 18A、18B に対して、例えば油圧パイロット式の操作弁であるアーム用レバー操作装置（図示せず）からパイロット圧が供給されることにより、中立位置（イ）から切換位置（ロ）、（

10

20

30

40

50

ハ)に切換えられる。

【0019】

一対のアクチュエータ管路19A, 19Bは、アームシリンダ9とアーム用制御弁18との間に設けられている。一方のアクチュエータ管路19Aは、アームシリンダ9のボトム側油室(図示せず)をアーム用制御弁18の一方の圧油流出入口ポート(即ち、図2中に示す流出入口通路28A)に接続するものである。他方のアクチュエータ管路19Bは、アームシリンダ9のロッド側油室(図示せず)をアーム用制御弁18の他方の圧油流出入口ポート(即ち、図2中に示す流出入口通路28B)に接続するものである。

【0020】

アーム用制御弁18が中立位置(イ)から切換位置(ロ)に切換えられたときには、油圧ポンプ11からの圧油が分岐管路13A、後述の流量制御弁33、アーム用制御弁18、アクチュエータ管路19Aを介してアームシリンダ9のボトム側油室に供給され、ロッド側油室内の圧油はアクチュエータ管路19B、アーム用制御弁18、タンク管路15を介してタンク12に排出される。これにより、アームシリンダ9は、ボトム側油室に供給された圧油により伸長し、アーム6を下向きに俯動する。

10

【0021】

アーム用制御弁18が中立位置(イ)から切換位置(ハ)に切換えられたときには、油圧ポンプ11からの圧油が分岐管路13A、流量制御弁33、アーム用制御弁18、アクチュエータ管路19Bを介してアームシリンダ9のロッド側油室に供給され、ボトム側油室内の圧油はアクチュエータ管路19A、アーム用制御弁18、タンク管路15を介してタンク12に排出される。これにより、アームシリンダ9は、ロッド側油室に供給された圧油により縮小し、アーム6を上向きに仰動する。

20

【0022】

リリーフ弁20は、設定圧可変式のリリーフ弁である。リリーフ弁20は、ポンプ管路13およびセンタバイパス管路14とタンク管路15との間に設けられている。リリーフ弁20は、例えば、ポンプ管路13内の圧力が設定圧以上に上昇すると開弁し、このときの過剰圧をタンク管路15側にリリーフするものである。リリーフ弁20は、圧力設定用ばね20Aおよびパイロット油室20B等を有しており、外部からパイロット油室20Bに供給されるパイロット圧に従って圧力設定用ばね20Aの設定圧力が変化する。これにより、リリーフ弁20は、そのリリーフ設定圧が低圧設定と高圧設定との間で2段階または3段階以上の多段階に調整可能な構成となっている。

30

【0023】

制御弁装置21は、アーム用制御弁18と後述の流量制御弁33とを含んで構成されている。図2に示すように、制御弁装置21は、アーム用制御弁18と流量制御弁33とに共通した弁ケーシング22を有している。この場合、弁ケーシング22は、アーム用制御弁18のスプール29および流量制御弁33の主弁43を収容するハウジング23と、流量制御弁33の主弁43およびパイロット弁55を収容するパイロットハウジング36とを含んで構成されている。これらハウジング23とパイロットハウジング36は、それぞれ別部品として別々に形成されている。そして、ハウジング23にパイロットハウジング36を取付けることにより、一つの(一体または共通)ケーシングとなる弁ケーシング22を構成している。

40

【0024】

次に、制御弁装置21のアーム用制御弁18について説明する。なお、図2では、中立位置(イ)の状態のアーム用制御弁18を示している。

【0025】

アーム用制御弁18は、油圧ポンプ11からアームシリンダ9に供給される圧油の方向を制御するスプール弁装置である。アーム用制御弁18は、ハウジング23と、スプール摺動穴24と、入口側流路25と、出口側流路27と、一対の流出入口通路28A, 28Bと、スプール29と、左, 右の蓋体30A, 30Bと、ストッパ31と、ばね32とを含んで構成されている。ハウジング23は、パイロットハウジング36と共に制御弁装置2

50

1の弁ケーシング22を構成している。ハウジング23には、スプール摺動穴24、入口側流路25、出口側流路27、一对の流出入通路28A、28Bが形成されている。

【0026】

スプール摺動穴24は、ハウジング23の左、右方向（図2の左、右方向、後述のスプール29が摺動する軸方向）に貫通して直線上に延びている。スプール摺動穴24の周壁側には、第1の環状油溝24A、24B、第2の環状油溝24C、24D、および、第3の環状油溝24E、24Fが形成されている。第1の環状油溝24A、24Bは、スプール摺動穴24の軸方向の中央側に、互いに左、右方向に離間して設けられている。第2の環状油溝24C、24Dは、第1の環状油溝24A、24Bよりもスプール摺動穴24の軸方向外側の位置に、互いに左、右方向に離間して設けられている。第3の環状油溝24E、24Fは、第2の環状油溝24C、24Dよりもスプール摺動穴24の軸方向外側の位置に、互いに左、右方向に離間して設けられている。

10

【0027】

第1の環状油溝24A、24Bは、全体として逆U字状に形成された出口側流路27により互いに連通している。第1の環状油溝24A、24Bは、スプール29が図2に示す中立位置から左、右方向に変位したときに、第2の環状油溝24C、24Dに対して連通、遮断される。第2の環状油溝24C、24Dは、左、右の流出入通路28A、28Bを介して一对のアクチュエータ管路19A、19Bに常時連通している。第3の環状油溝24E、24Fは、各タンク管路15を介してタンク12に常時連通している。第3の環状油溝24E、24Fは、スプール29が図2に示す中立位置から左、右方向に変位したときに、第2の環状油溝24C、24Dに対して連通、遮断される。

20

【0028】

入口側流路25は、スプール摺動穴24から径方向に離間した位置に設けられている。この場合、入口側流路25は、スプール摺動穴24と直交する方向（図2の表、裏方向）に沿って延びている。入口側流路25は、ポンプ管路13（より具体的には、分岐管路13A）を介して油圧ポンプ11と接続されている。出口側流路27は、入口側流路25と連通穴26の位置で交差しており、全体として逆U字状に延びている。出口側流路27は、互いに離間して設けられた第1の環状油溝24A、24Bを連通している。

【0029】

連通穴26は、出口側流路27を挟んで後述の弁体摺動穴34と対向する位置に配置されている。連通穴26は、入口側流路25を出口側流路27に対して交差するように連通させるものである。連通穴26は、後述の弁体摺動穴34およびパイロットハウジング36の凹部37と共に主弁室42を構成している。そして、出口側流路27と連通穴26との交差部位には、後述の主弁43が離着座する環状弁座としてのテーパ状の主弁座46が設けられている。

30

【0030】

一对の流出入通路28A、28Bは、出口側流路27および弁体摺動穴34を挟むように、ハウジング23の左、右方向に離間して設けられている。一对の流出入通路28A、28Bは、アーム用制御弁18の圧油流出入ポートを構成するものである。即ち、一对の流出入通路28A、28Bは、アクチュエータ管路19A、19Bを介してアームシリンダ9（のロッド側油室、ボトム側油室）に接続されている。

40

【0031】

スプール29は、ハウジング23のスプール摺動穴24内に挿嵌されている。スプール29は、外部から油圧パイロット部18A、18Bに供給されたパイロット圧に従ってスプール摺動穴24内を左、右方向に摺動変位する。これにより、図1に示すアーム用制御弁18は、中立位置（イ）から左、右の切換位置（ロ）、（ハ）に切換わるものである。

【0032】

図2に示すように、スプール29は、第2の環状油溝24C、24Dを第1の環状油溝24A、24Bと第3の環状油溝24E、24Fとのいずれか一方に選択的に連通、遮断させる切換ランド29A、29Bを有している。切換ランド29A、29Bには、圧油の

50

流量を微調整するためのノッチ 29 A 1 , 29 B 1 がそれぞれ複数個、周方向に離間して形成されている。

【 0 0 3 3 】

ここで、スプール 29 が図 2 の左方向に摺動変位したときは、スプール 29 の切換ランド 29 A が第 1 の環状油溝 24 A を第 2 の環状油溝 24 C に連通させる。これと共に、スプール 29 の切換ランド 29 B は、第 1 の環状油溝 24 B を第 2 の環状油溝 24 D に対して遮断すると共に、第 2 の環状油溝 24 D を第 3 の環状油溝 24 F に連通させる。これにより、アーム用制御弁 18 は、図 1 に示す中立位置 (イ) から右側の切換位置 (ハ) に切換わる。

【 0 0 3 4 】

一方、スプール 29 が図 2 中の右方向に摺動変位したときは、スプール 29 の切換ランド 29 B が第 1 の環状油溝 24 B を第 2 の環状油溝 24 D に連通させる。これと共に、スプール 29 の切換ランド 29 A は、第 1 の環状油溝 24 A を第 2 の環状油溝 24 C に対して遮断すると共に、第 2 の環状油溝 24 C を第 3 の環状油溝 24 E に連通させる。これにより、アーム用制御弁 18 は、図 1 に示す中立位置 (イ) から左側の切換位置 (ロ) に切換わる。

【 0 0 3 5 】

左、右の蓋体 30 A , 30 B は、スプール 29 と共にアーム用制御弁 18 を構成している。蓋体 30 A , 30 B は、スプール摺動穴 24 の軸方向 (左 , 右方向) 両側に位置してハウジング 23 に取付けられている。蓋体 30 A , 30 B は、スプール摺動穴 24 の両端側を閉塞するものである。左側の蓋体 30 A は、右側の蓋体 30 B よりも長尺に形成され、この左側の蓋体 30 A 内には、センタリング用のばね 32 が設けられている。蓋体 30 A , 30 B の内側には油圧パイロット部 18 A , 18 B が設けられ、これらの油圧パイロット部 18 A , 18 B には、操作弁 (レバー操作装置) からパイロット圧が供給される。アーム用制御弁 18 のスプール 29 は、このときのパイロット圧に従ってスプール摺動穴 24 内を図 2 の左 , 右方向に摺動変位されるものである。

【 0 0 3 6 】

ストッパ 31 は、スプール 29 の左側にこのスプール 29 と一体的に設けられている。ストッパ 31 は、蓋体 30 A 内に摺動変位可能に配置され、蓋体 30 A 内を軸方向に延びる軸部 31 A を有している。ストッパ 31 は、スプール 29 が図 2 の左方向に摺動変位したときに、スプール 29 のストロークエンドを規制するものである。

【 0 0 3 7 】

ばね 32 は、スプール 29 を中立位置に保持するためのセンタリング用のばねである。ばね 32 は、ストッパ 31 の軸部 31 A の外周側に位置してスプール 29 の端面とストッパ 31 との間に予め初期荷重を与えた状態で配設されている。そして、ばね 32 は、油圧パイロット部 18 A , 18 B からのパイロット圧がタンク圧レベルまで低下したときに、スプール 29 を中立位置に保持する。

【 0 0 3 8 】

次に、制御弁装置 21 の流量制御弁 33 について説明する。なお、図 2 および図 3 では、主弁 43 が最も開口した最大流量の状態の流量制御弁 33 を示している。

【 0 0 3 9 】

流量制御弁 33 は、アームシリンダ 9 に供給される圧油の流量の調整を行うポペット弁装置である。流量制御弁 33 は、ハウジング 23 と、パイロットハウジング 36 と、主弁室 42 と、主弁 43 と、主弁座 46 と、入口側流路 25 と、出口側流路 27 と、背圧室 47 と、フィードバック流路 49 と、パイロット流路 50 と、主弁絞り 53 と、フィードバック絞り 54 と、パイロット弁 55 と、パイロット絞り 56 と、チェック弁 62 とを含んで構成されている。

【 0 0 4 0 】

ハウジング 23 は、パイロットハウジング 36 と共に流量制御弁 33 のケーシングを構成している。ハウジング 23 には、入口側流路 25 、連通穴 26 、出口側流路 27 に加え

10

20

30

40

50

て、弁体摺動穴 3 4、分岐通路 3 5 が形成されている。

【 0 0 4 1 】

弁体摺動穴 3 4 は、連通穴 2 6 および出口側流路 2 7 を挟んで入口側流路 2 5 とは反対側に配置されており、段付穴として形成されている。弁体摺動穴 3 4 は、パイロットハウジング 3 6 と出口側流路 2 7 との間を、スプール摺動穴 2 4 と直交する方向（図 2 の上，下方向）に延びている。弁体摺動穴 3 4 は、連通穴 2 6 およびパイロットハウジング 3 6 の凹部 3 7 と共に、主弁室 4 2 を構成している。そして、主弁室 4 2 内には、主弁 4 3 が変位可能に挿嵌（嵌合）されている。

【 0 0 4 2 】

分岐通路 3 5 は、出口側流路 2 7 の途中から分岐した油路である。分岐通路 3 5 は、パイロットハウジング 3 6 側の第 2 の通路 4 0 と常時連通している。分岐通路 3 5 は、第 2 の通路 4 0、および、パイロットハウジング 3 6 に設けられた別の通路である第 1 の通路 3 9 と共に、パイロット流路 5 0 を構成している。

【 0 0 4 3 】

パイロットハウジング 3 6 は、ハウジング 2 3 と共に流量制御弁 3 3 のケーシング（弁ケーシング 2 2）を構成している。パイロットハウジング 3 6 は、ハウジング 2 3 の弁体摺動穴 3 4 を外側から閉塞するようにハウジング 2 3 の外側面に設けられている。パイロットハウジング 3 6 には、後述の主弁 4 3 および弁ばね 4 8 が収容される凹部 3 7 と、後述のパイロット弁 5 5 等が収容される弁収容穴 3 8 と、この弁収容穴 3 8 と凹部 3 7 との間を連通する第 1 の通路 3 9 と、ハウジング 2 3 の分岐通路 3 5 と弁収容穴 3 8 との間を斜めに傾斜して延びパイロット弁 5 5 により第 1 の通路 3 9 に対して連通、遮断される第 2 の通路 4 0 と、パイロット圧の給排ポート 4 1 とが設けられている。給排ポート 4 1 は、弁収容穴 3 8 の内面とパイロット弁 5 5 とにより画成されたパイロット室 5 7 に接続されている。

【 0 0 4 4 】

主弁室 4 2 は、ハウジング 2 3 およびパイロットハウジング 3 6 に設けられている。主弁室 4 2 は、ハウジング 2 3 の弁体摺動穴 3 4 および連通穴 2 6 とパイロットハウジング 3 6 の凹部 3 7 とにより構成され、内部に主弁 4 3 を収容している。これにより、主弁室 4 2 は、ハウジング 2 3 とパイロットハウジング 3 6 との両方にわたって設けられている。

【 0 0 4 5 】

主弁 4 3 は、主弁室 4 2 に摺動可能に設けられている。主弁 4 3 は、流量制御弁 3 3 の弁体となるもので、弁部 4 4 D を有している。この場合、主弁 4 3 は、弁体摺動穴 3 4 内に挿嵌された段付の弁部材 4 4 と、弁部材 4 4 の軸方向一側に螺合して設けられ後述のチェック弁 6 2 を弁部材 4 4 との間で変位可能に保持する弁保持部材 4 5 とを含んで構成されている。弁保持部材 4 5 は、弁ばね 4 8 をパイロットハウジング 3 6 の凹部 3 7（の底部）との間で縮装状態に支持するばね受部 4 5 A と、有底筒状に形成され弁部材 4 4（後述の段付穴部 4 4 G の上部側）内に螺入した状態で内側にチェック弁 6 2 を変位可能に保持する保持筒部 4 5 B とを含んで構成されている。この場合、保持筒部 4 5 B の内側には、チェック弁 6 2 とばね 6 3 とが収納されている。

【 0 0 4 6 】

弁部材 4 4 は、弁体摺動穴 3 4 内に摺動可能に挿嵌された大径部 4 4 A と、該大径部 4 4 A の軸方向一側に設けられた小径筒部 4 4 B と、大径部 4 4 A の軸方向他側に小径な縮径部 4 4 C を介して一体に形成され外周側がハウジング 2 3 の主弁座 4 6 に離着座する弁部 4 4 D と、該弁部 4 4 D の他側（先端側）から入口側流路 2 5 に向けて軸方向に突出した筒状突出部 4 4 E とを含んで構成されている。この場合、弁部 4 4 D は、シート部とも呼ばれ、主弁 4 3（弁部材 4 4）に設けられている。弁部 4 4 D は、主弁座 4 6 に接触（着座）することで、入口側流路 2 5 と出口側流路 2 7 との間の作動流体の流れを遮断する。

【 0 0 4 7 】

また、弁部材 4 4 には、筒状突出部 4 4 E の内周側から縮径部 4 4 C、大径部 4 4 A、小径筒部 4 4 B 内へと軸方向一側(上側)に向けて延び途中部位にチェック弁 6 2 用の弁座 4 4 F が形成された段付穴部 4 4 G と、該段付穴部 4 4 G の径方向に延びた径方向穴 4 4 H と、後述のフィードバック絞り 5 4 とが設けられている。段付穴部 4 4 G は、筒状突出部 4 4 E の内周側を介して入口側流路 2 5 と連通している。径方向穴 4 4 H は、後述の背圧室 4 7 とフィードバック絞り 5 4 を介して連通する。これにより、段付穴部 4 4 G および径方向穴 4 4 H は、フィードバック流路 4 9 を構成している。

【 0 0 4 8 】

また、弁部材 4 4 の筒状突出部 4 4 E には、複数の径方向貫通孔からなる主弁絞り 5 3 が設けられている。これにより、入口側流路 2 5 から連通穴 2 6 を介して出口側流路 2 7 へと流れる圧油の流量(即ち、出口側流路 2 7 に対する連通穴 2 6 の開口面積)は、主弁絞り 5 3 により調整される。さらに、弁部材 4 4 の大径部 4 4 A の外周側には、後述の固定絞り 6 4 が設けられている。

【 0 0 4 9 】

主弁座 4 6 は、主弁室 4 2 の一端側(入口側流路 2 5 側)に設けられている。即ち、主弁座 4 6 は、ハウジング 2 3 のうち出口側流路 2 7 と連通穴 2 6 との交差部位に設けられており、テーパ状の環状弁座として構成されている。主弁座 4 6 は、主弁 4 3 の弁部 4 4 D が離着座することで作動流体を連通、遮断する。

【 0 0 5 0 】

入口側流路 2 5 は、ハウジング 2 3 に設けられており、油圧ポンプ 1 1 の吐出側と接続されている。入口側流路 2 5 は、油圧ポンプ 1 1 から供給される圧油(作動流体)に基づいて、主弁 4 3 に対して主弁座 4 6 から離れる方向(開弁方向)の圧力を与える。これと共に、入口側流路 2 5 は、主弁室 4 2 の外部(油圧ポンプ 1 1 側)から主弁室 4 2 の内部に作動流体を導入する。入口側流路 2 5 は、主弁座 4 6 に面している。

【 0 0 5 1 】

出口側流路 2 7 は、ハウジング 2 3 に設けられており、アーム用制御弁 1 8 のスプール摺動穴 2 4 に接続されている。出口側流路 2 7 は、主弁 4 3 が主弁座 4 6 から離れたときに主弁室 4 2 の内部(連通穴 2 6 側)から主弁室 4 2 の外部(アーム用制御弁 1 8 のスプール摺動穴 2 4 側、より詳しくは、アームシリンダ 9 側)に作動流体を導出する。これと共に、出口側流路 2 7 は、主弁 4 3 に対して主弁座 4 6 から離れる方向(開弁方向)の圧力を与える。出口側流路 2 7 も、主弁座 4 6 に面している。

【 0 0 5 2 】

背圧室 4 7 は、主弁室 4 2 の他端側(入口側流路 2 5 とは反対側)に設けられている。背圧室 4 7 は、主弁 4 3 に対して主弁座 4 6 に近付く方向(閉弁方向)の圧力を与えるものである。即ち、背圧室 4 7 は、主弁 4 3 の変位量(リフト量)を可変に制御する制御圧室であり、パイロットハウジング 3 6 の凹部 3 7 と主弁 4 3 との間に形成されている。そして、背圧室 4 7 は、パイロットハウジング 3 6 の第 1 の通路 3 9 に常時連通している。

【 0 0 5 3 】

弁ばね 4 8 は、背圧室 4 7 内に位置して主弁 4 3 (の弁保持部材 4 5)とパイロットハウジング 3 6 の凹部 3 7 (の底部)との間に配設されている。弁ばね 4 8 は、コイルスプリング等を用いて構成され、主弁 4 3 (弁保持部材 4 5)を常時閉弁方向に付勢している。主弁 4 3 は、背圧室 4 7 内に発生する背圧(制御圧)によっても閉弁方向に押圧される。

【 0 0 5 4 】

フィードバック流路 4 9 は、主弁 4 3 の内部に設けられている。即ち、フィードバック流路 4 9 は、主弁 4 3 (弁部材 4 4)の段付穴部 4 4 G と径方向穴 4 4 H とにより構成されている。この場合、径方向穴 4 4 H は、フィードバック絞り 5 4 を介して背圧室 4 7 と連通している。これにより、フィードバック流路 4 9 は、入口側流路 2 5 と背圧室 4 7 とを連通している。

【 0 0 5 5 】

パイロット流路 50 は、ハウジング 23 およびパイロットハウジング 36 に設けられている。即ち、パイロット流路 50 は、ハウジング 23 の分岐通路 35 と、パイロットハウジング 36 の第 1 の通路 39 および第 2 の通路 40 とにより構成されている。これにより、パイロット流路 50 は、背圧室 47 と出口側流路 27 とを連通している。この場合、第 1 の通路 39 は、パイロット絞り 56 の上流側の管路となるパイロット絞り上流管路 51 を構成しており、第 2 の通路 40 および分岐通路 35 は、パイロット絞り 56 の下流側の管路となるパイロット絞り下流管路 52 を構成している。

【0056】

主弁絞り 53 は、主弁 43 に設けられている。即ち、主弁絞り 53 は、弁部材 44 の筒状突出部 44E に設けられた径方向貫通孔により構成されている。主弁絞り 53 は、主弁 43 の主弁座 46 から離れる方向の変位（図 2，3 の上，下方向の上側への変位）に伴って、入口側流路 25 と出口側流路 27 との間の開口量を増大させる。

【0057】

フィードバック絞り 54 は、フィードバック流路 49 と背圧室 47 との間に設けられている。第 1 の実施の形態では、フィードバック絞り 54 は、主弁 43（弁部材 44 の大径部 44A）の外周面側に可変絞りとして設けられている。フィードバック絞り 54 は、主弁 43 の主弁座 46 から離れる方向（開弁方向）の変位に伴って、フィードバック流路 49 と背圧室 47 との間の開口量を増大させる。

【0058】

パイロット弁 55 は、パイロットハウジング 36 に摺動可能に設けられている。即ち、パイロット弁 55 は、パイロットハウジング 36 の弁収容穴 38 内に摺動可能に挿嵌（嵌合）して設けられている。そして、パイロット弁 55 は、パイロット絞り 56 を有するスプール弁体として構成されている。パイロット弁 55 は、パイロット室 57 に作動流体を導入して加圧することで変位する。また、パイロット弁 55 の変位に伴って、後述のドレン室 59 の内部の作動流体は、図示しないドレンポートより排出される。

【0059】

パイロット絞り 56 は、パイロット弁 55 に設けられている。即ち、パイロット絞り 56 は、パイロット弁 55 の外周面側に可変絞りとして設けられている。パイロット絞り 56 は、パイロット弁 55 の変位に伴って、パイロット流路 50 の開口量を減少させる。即ち、パイロット絞り 56 は、パイロット室 57 への圧油（パイロット圧）の供給に伴って、パイロット弁 55 が軸方向の一側（図 2，3 の左，右方向の右側に）に進む程、パイロット流路 50 の開口量を減少させる。この場合、パイロット絞り 56 は、例えば、軸方向の一側に進む程（パイロット室 57 から離れる程）、深さが深くなる切り欠きとして構成することができる。さらに、後述するように、第 1 の実施の形態のパイロット絞り 56 は、パイロット弁 55 の変位量が最大値（最も右側）に達する前にパイロット流路 50 の開口量がゼロになるように構成されている。

【0060】

蓋体 58 は、弁収容穴 38 の軸方向の一側に位置してパイロットハウジング 36 に螺合により取付けられている。蓋体 58 は、弁収容穴 38 の一側を閉塞することにより、パイロット弁 55 の一側にドレン室（ばね室）59 を画成している。そして、蓋体 58 とパイロット弁 55 との間には、縮装状態でスプリング 60 が設けられている。スプリング 60 は、ワッシャ 61 を介してパイロット弁 55 を開弁方向に付勢する。

【0061】

パイロット弁 55 は、スプリング 60 により図 1 中に示す連通位置（a）に配置されるときに、パイロット流路 50 である第 1，第 2 の通路 39，40 間をパイロット絞り 56 を介して連通させる。このとき、主弁 43 の背圧室 47 は、第 1，第 2 の通路 39，40 およびハウジング 23 側の分岐通路 35 を介して出口側流路 27 と連通し、出口側流路 27 と等しい圧力に保たれる。これにより、主弁 43 は、全開位置まで開弁される。

【0062】

一方、パイロット弁 55 は、外部指令用の遠隔操作弁（図示せず）から給排ポート 41

10

20

30

40

50

を介してパイロット室 57 に供給される外部指令圧としてのパイロット圧が予め決められた所定の圧力値以上まで上昇したときに、スプリング 60 に抗して摺動変位し、第 1, 第 2 の通路 39, 40 間を遮断する。これにより、パイロット弁 55 は、図 1 中に示す連通位置 (a) から遮断位置 (b) にスプリング 60 に抗して切換わる。このとき、主弁 43 の背圧室 47 は、第 2 の通路 40 に対して遮断される。これにより、主弁 43 は、最小開口位置となる。

【0063】

チェック弁 62 は、フィードバック流路 49 に設けられている。即ち、チェック弁 62 は、弁部材 44 と弁保持部材 45 との間に収容されている。チェック弁 62 は、弁保持部材 45 の保持筒部 45B 内に摺動可能に挿嵌され、常時は弁部材 44 の弁座 44F に着座するようにばね 63 により付勢されている。即ち、チェック弁用のばね 63 は、チェック弁 62 を閉弁方向に付勢する。チェック弁 62 は、入口側流路 25 から背圧室 47 への作動流体の流れを許容し、これとは逆の流れを阻止 (遮断) する。即ち、チェック弁 62 は、弁部材 44 の筒状突出部 44E 側から入口側流路 25 内の圧力が作用すると、ばね 63 に抗して弁座 44F から離座するように開弁する。これにより、入口側流路 25 内の圧油は、弁部材 44 の段付穴部 44G および径方向穴 44H、フィードバック絞り 54 を介して背圧室 47 に供給される。このように、チェック弁 62 は、主弁 43 内を入口側流路 25 から背圧室 47 に向けて圧油が流通するのを許し、逆向きの流れを阻止する。即ち、チェック弁 62 は、背圧室 47 内の油液が弁部材 44 の径方向穴 44H 等を介して段付穴部 44G、入口側流路 25 に向け流通するのを阻止するものである。

【0064】

このように構成される流量制御弁 33 は、流量制御機能とロードチェック機能とを有している。即ち、流量制御弁 33 は、パイロット絞り 56 の開口量に応じて主弁 43 の変位量 (リフト量、即ち、開口面積) を制御することにより、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量 (アーム用制御弁 18 を流通する圧油の流量) を可変に制御する流量制御機能を有している。これと共に、流量制御弁 33 は、出口側流路 27 の圧力に対して入口側流路 25 の圧力が低いときに、出口側流路 27 から入口側流路 25 への作動流体 (油液) の流れを主弁 43 とチェック弁 62 とにより阻止するロードチェック機能を有している。

【0065】

ここで、第 1 の実施の形態の流量制御弁 33 の特徴部分の説明に先立って、図 8 に示す第 1 の比較例による流量制御弁 101 について説明する。この図 8 の流量制御弁 101 は、第 1 の実施の形態による流量制御弁 33 と比較すると、主弁 102 およびパイロット弁 103 の構成が相違する。具体的には、第 1 の実施の形態の主弁 43 は、後述する固定絞り 64 が設けられている。これに対し、第 1 の比較例の主弁 102 は、固定絞り 64 が設けられていない。また、第 1 の比較例のパイロット弁 103 のパイロット絞り 104 は、第 1 の実施の形態のパイロット弁 55 のパイロット絞り 56 と同様に、可変絞りとして構成されている。しかし、第 1 の比較例のパイロット絞り 104 は、パイロット弁 103 の変位量が最大値に達しても (パイロット弁 103 が図 8 の最も右側まで変位しても)、パイロット流路 50 の開口量がゼロにならない点で、第 1 の実施の形態のパイロット絞り 56 と相違する。

【0066】

このような第 1 の比較例による流量制御弁 101 も、第 1 の実施の形態による流量制御弁 33 と同様に、パイロット絞り 104 の開口量を可変に制御することで、主弁 102 の変位量が制御される。即ち、パイロット絞り 104 の開口量を可変に制御することで、主弁 102 に設けられたフィードバック絞り 54 の開口量がパイロット絞り 104 の開口量の変化に対応して変化し、主弁 102 の変位量が制御される。これにより、主弁 102 に設けられた主弁絞り 102B の開口量が可変に制御され、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を所望の値に制御することができる。

【0067】

ここで、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を最小に制御する場合を考える。

この場合には、パイロット弁 103 のパイロット室 57 の圧力を最大にして、パイロット弁 103 の変位量を最大にすることにより、パイロット絞り 56 の開口量（パイロット流路 50 の開口量）を最小にする。これにより、主弁 102 の変位量を最小にして、主弁絞り 53 の開口量を最小にすることができる。このとき、例えば、部品の製造ばらつきによって、「パイロット絞り 104」と「パイロット弁 103 を摺動可能に嵌合するパイロットハウジング 36」との間に軸方向の相対ばらつきが生じることに伴って、パイロット絞り 104 の最小開口量がばらつく可能性がある。そして、このパイロット絞り 104 の最小開口量のばらつきに伴って、主弁 102 の変位量がばらつくことにより、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量もばらつく可能性がある。

【0068】

図 9 は、第 1 の比較例の流量制御弁 101（図 8）による「パイロット弁 103 の変位量」と「パイロット絞り 104 の開口量」と「主弁 102 の変位量」との関係の一例を示す特性線図である。図 9 中の実線は、製造ばらつき「なし」の特性を示しており、図 9 中の破線は、製造ばらつき「あり」の特性を示している。この図 9 から明らかなように、第 1 の比較例の流量制御弁 101 は、パイロット弁 103 のパイロット室 57 の圧力を最大にしてパイロット弁 103 の変位量を最大（即ち、パイロット絞り 104 の開口量を最小）にしたときに、製造ばらつきに伴って主弁変位量がばらつき、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量がばらつく可能性がある。高精度に油圧アクチュエータ（アームシリンダ 9）を駆動させるためには、高精度な流量制御が必要になるため、このような流量のばらつきは好ましくない。

【0069】

これに対して、このような流量のばらつきを抑制するために、パイロット絞りを「可変絞り」と「固定絞り」とにより構成することが考えられる。図 10 は、第 2 の比較例による流量制御弁 111 を示している。図 10 に示す第 2 の比較例の流量制御弁 111 は、パイロット弁 112 のパイロット絞り 113 が、開口量を 0（ゼロ）にできるように構成された可変絞り 113A と、パイロット弁 112 の変位量によらず開口量が一定である固定絞り 113B とにより構成されている。この点が、第 1 の比較例の流量制御弁 101 と相違する。

【0070】

このような第 2 の比較例の流量制御弁 111 は、部品の製造ばらつきによって「パイロット絞り 113」と「パイロット弁 112 を摺動可能に嵌合するパイロットハウジング 36」との間に軸方向の相対ばらつきが生じたとしても、パイロット弁 112 の最大変位位置においてパイロット絞り 113 は、固定絞り 113B のみによって開口量が規制される。このため、パイロット弁 112 の最大変位位置での開口量がばらつくことを抑制でき、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を高精度に最小に制御することができる。

【0071】

図 11 は、第 2 の比較例の流量制御弁 111（図 10）による「パイロット弁 112 の変位量」と「パイロット絞り 113 の開口量」と「主弁 102 の変位量」との関係の一例を示す特性線図である。図 11 中の実線は、製造ばらつき「なし」の特性を示しており、図 11 中の破線は、製造ばらつき「あり」の特性を示している。この図 11 から明らかなように、第 2 の比較例の流量制御弁 111 は、パイロット弁 112 のパイロット室 57 の圧力を最大にしてパイロット弁 112 の変位量を最大（即ち、パイロット絞り 113 の開口量を最小）にしたときに、製造ばらつきに拘わらず主弁変位量を所望に規制することができる。これにより、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量がばらつくことを抑制することができる。

【0072】

しかし、第 2 の比較例の流量制御弁 111 の場合、パイロット絞り 113 に 2 種類の絞り（可変絞り 113A、固定絞り 113B）が形成されている。このため、パイロット絞り 113 を通過する流量が多くなり、パイロット絞り 113 に作用する流体力（パイロット弁 112 の軸方向に加わる力）が大きくなる可能性がある。そして、この流体力の影響

10

20

30

40

50

により、パイロット絞り 1 1 3 の開口量を高精度に可変に制御することが難しくなり、結果として、入口側流路 2 5 から出口側流路 2 7 への流量を高精度に可変に制御することが難しくなる可能性がある。さらに、パイロット絞り 1 1 3 に 2 種類の絞り 1 1 3 A , 1 1 3 B を形成するために、パイロット弁 1 1 2 の外径を大きくする必要が生じる可能性がある。これにより、パイロットハウジングが大型化し、製造コストの増大、および、部品搭載性の低下を招くおそれもある。

【 0 0 7 3 】

次に、第 1 の比較例および第 2 の比較例による流量制御弁 1 0 1 , 1 1 1 のロードチェック機能について考える。流量制御弁 1 0 1 , 1 1 1 は、「弁部 1 0 2 A が設けられた主弁 1 0 2 」と「主弁 1 0 2 の内部に設けられたチェック弁 6 2 」とを用いて、出口側流路 2 7 から入口側流路 2 5 への逆流を防止する。具体的には、出口側流路 2 7 に対して入口側流路 2 5 の圧力が低い場合、出口側流路 2 7 パイロット絞り下流管路 5 2 パイロット絞り 1 0 4 , 1 1 3 パイロット絞り上流管路 5 1 背圧室 4 7 フィードバック絞り 5 4 チェック弁 6 2 入口側流路 2 5 に流れが生じるが、この流れは、チェック弁 6 2 によって遮断される。これにより、背圧室 4 7 と出口側流路 2 7 の圧力が等しくなり、主弁 1 0 2 には背圧室 4 7 の圧力による閉弁方向の力が作用して閉弁方向に変位する。この結果、主弁 1 0 2 の弁部 1 0 2 A がハウジング 2 3 の主弁座 4 6 に着座することで、出口側流路 2 7 主弁絞り 1 0 2 B 入口側流路 2 5 の流れが遮断される。

【 0 0 7 4 】

しかし、第 1 の比較例および第 2 の比較例による流量制御弁 1 0 1 , 1 1 1 の場合、出口側流路 2 7 から背圧室 4 7 に流れが生じるときに、パイロット絞り上流管路 5 1 およびパイロット絞り下流管路 5 2 が介在するため、出口側流路 2 7 から背圧室 1 7 への流路の長さが長くなる。このような流路長さが長くなることは、ロードチェック機能を発揮するまでのチェック弁 6 2 の応答性の遅れ、延いては、主弁 1 0 2 (主弁絞り 1 0 2 B) の応答性の遅れにつながる可能性がある。そして、この遅れが著しい場合に、逆流を生じさせるおそれがある。

【 0 0 7 5 】

そこで、第 1 の実施の形態では、「入口側流路 2 5 から出口側流路 2 7 への流量を高精度に可変に制御すること」と「チェック弁 6 2 の応答性を向上すること」とを両立できるように、次の構成を採用している。即ち、図 2 および図 3 に示すように、第 1 の実施の形態では、背圧室 4 7 と出口側流路 2 7 との間に固定絞り 6 4 を設けている。この場合、固定絞り 6 4 は、パイロット流路 5 0 (即ち、パイロット絞り上流管路 5 1 およびパイロット絞り下流管路 5 2) を介さずに、背圧室 4 7 と出口側流路 2 7 とを連通するものである。これと共に、固定絞り 6 4 は、主弁 4 3 の変位量に拘わらず、背圧室 4 7 と出口側流路 2 7 との間の開口量を固定する(一定にする)ものである。

【 0 0 7 6 】

このために、第 1 の実施の形態では、主弁 4 3 の外周面(弁部材 4 4 の大径部 4 4 A の外周面)に、主弁 4 3 の軸方向に延びる複数または単数の主弁側連通溝 6 4 A が設けられている。主弁側連通溝 6 4 A は、弁部材 4 4 の大径部 4 4 A の軸方向の全体に亘って設けられている。固定絞り 6 4 は、主弁側連通溝 6 4 A と主弁室 4 2 の壁面とにより構成されている。

【 0 0 7 7 】

さらに、第 1 の実施の形態では、パイロット絞り 5 6 は、可変絞りにより構成されている。この場合、パイロット絞り 5 6 は、パイロット弁 5 5 の変位に伴ってパイロット流路 5 0 の開口量が減少する。これと共に、パイロット絞り 5 6 は、パイロット弁 5 5 の変位量が最大値に達する前に、パイロット流路 5 0 の開口量がゼロになる。即ち、パイロット弁 5 5 は、図 2 , 3 の左側から右側に向けて進むことにより変位量が最大値に達する前に、パイロット絞り上流管路 5 1 とパイロット絞り下流管路 5 2 との間の接続を遮断する。パイロット弁 5 5 の変位量の最大値は、パイロット室 5 7 へのパイロット圧の供給に基づいてパイロット弁 5 5 が初期位置から最も変位した位置に対応する。また、「開口量がゼ

口」は、開口量が完全にゼロの状態だけでなく、不可避免的な隙間等により開口量が完全にゼロでないが実質的にゼロの状態を含むものである。即ち、「開口量がゼロ」は、主弁 43 の変位量を高精度に制御できる範囲で、完全にゼロではない状態も許容するものである。

【0078】

第 1 の実施の形態による流量制御弁 33 を備えた制御弁装置 21 は、上述の如き構成を有するもので、次に、その作動について説明する。

【0079】

まず、油圧ポンプ 11 から吐出された圧油は、ポンプ管路 13 の分岐管路 13A からハウジング 23 の入口側流路 25、流量制御弁 33 の主弁 43 と連通穴 26 との間（主弁絞り 53）を流通して出口側流路 27 に流れる。そして、出口側流路 27 に流れた圧油は、アーム用制御弁 18 を中立位置（イ）から切換位置（ロ）または（ハ）に切換えることにより、一対のアクチュエータ管路 19A、19B を介してアームシリンダ 9 に給排される。

【0080】

アームシリンダ 9 に供給される圧油の流量は、流量制御弁 33 の主弁 43 における開口面積と、アーム用制御弁 18 のスプール 29（切換ランド 29A、29B）による開口面積とによって決められる。また、ハウジング 23 の入口側流路 25 から出口側流路 27 に向けた圧油の流れを遮断する場合に、流量制御弁 33 の主弁 43 は、弁部 44D をハウジング 23 の主弁座 46 に着座させることにより、両流路 25、27 間を遮断する。

【0081】

ここで、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を可変に制御する場合、パイロット弁 55 のパイロット室 57 にパイロット圧が供給されることによりパイロット室 57 が加圧され、パイロット弁 55 が図 3 の右方に向けて変位する。これにより、パイロット弁 55 のパイロット絞り 56 の開口量が可変に制御される。そして、例えば、出口側流路 27 に対して入口側流路 25 の圧力が高い場合、入口側流路 25 から出口側流路 27 に流れが生じる。このとき、入口側流路 25 チェック弁 62 フィードバック絞り 54 背圧室 47 に流れが生じると共に、背圧室 47 から出口側流路 27 に生じる流れは、2 経路存在する。一方は、背圧室 47 パイロット絞り上流管路 51 パイロット絞り 56 パイロット絞り下流管路 52 出口側流路 27 である。他方は、背圧室 47 固定絞り 64 出口側流路 27 である。

【0082】

背圧室 47 と出口側流路 27 との間の開口量であるパイロット絞り 56 と固定絞り 64 の開口量に対して、主弁 43 の開弁方向の変位量が大い場合は、フィードバック絞り 54 の開口量が大いため、背圧室 47 の圧力は入口側流路 25 の圧力に近づく。これにより、主弁 43 は、背圧室 47 の圧力による閉弁方向の力を受けて閉弁方向に変位する。この結果、主弁 43 の変位に伴って、フィードバック絞り 54 の開口量が減少するため、背圧室 47 の圧力は減圧され、主弁 43 に作用する背圧室 47 の圧力による閉弁方向の力が減少する。

【0083】

この位置フィードバック作用の結果、主弁 43 は、「入口側流路 25 と出口側流路 27 の圧力による開弁方向の力」と「背圧室 47 の圧力と弁ばね 48 による閉弁方向の力」とが釣り合う位置にて停止する。これにより、可変に制御されるパイロット絞り 56 と固定絞り 64 の開口量に、フィードバック絞り 54 の開口量が対応するよう主弁 43 の変位量が制御される。そして、これに伴って、主弁絞り 53 の開口量が制御されることで、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を可変に制御することができる。

【0084】

一方、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を最小に制御する場合、パイロット室 57 は最大圧力に加圧され、パイロット弁 55 が最大変位量まで変位し、パイロット絞り 56 の開口量が 0（ゼロ）に制御される。そして、例えば、出口側流路 27 に対して入

口側流路 25 の圧力が高い場合、入口側流路 25 から出口側流路 27 に流れが生じる。このとき、入口側流路 25 チェック弁 62 フィードバック絞り 54 背圧室 47 に流れが生じると共に、背圧室 47 から出口側流路 27 に生じる流れは、1 経路のみ存在する。即ち、背圧室 47 固定絞り 64 出口側流路 27 である。

【0085】

上述した位置フィードバック作用により、固定絞り 64 の開口量にフィードバック絞り 54 の開口量に対応するよう主弁の変位量が最小に制御される。そして、これに伴って、主弁絞り 53 の開口量が最小に制御されることで、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を最小に制御することができる。

【0086】

また、ロードチェック機能に関して、出口側流路 27 に対して入口側流路 25 の圧力が低い場合、出口側流路 27 から入口側流路 25 に逆流が生じる傾向となる。このとき、出口側流路 27 固定絞り 64 背圧室 47 フィードバック絞り 54 チェック弁 62 入口側流路 25 に流れが生じるが、この流れは、チェック弁 62 によって遮断される。これにより、背圧室 47 と出口側流路 27 の圧力が等しくなるため、主弁 43 には背圧室 47 の圧力による閉弁方向の力が生じて主弁 43 が閉弁方向に変位する。これにより、主弁 43 の弁部 44D が主弁座 46 に着座し、出口側流路 27 主弁絞り 53 入口側流路 25 の流れが遮断される。この結果、出口側流路 27 から入口側流路 25 への逆流が防止され、ロードチェック機能を果たすことができる。

【0087】

このように、第 1 の実施の形態によれば、背圧室 47 と出口側流路 27 との間の開口量を可変絞り（パイロット弁 55 のパイロット絞り 56）と固定絞り（主弁 43 の固定絞り 64）とにより構成している。このため、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を最小に制御する場合に、背圧室 47 と出口側流路 27 との間の最小開口量は、固定絞り 64 のみによって構成される。この結果、部品の製造ばらつきによってパイロット絞り 56 とパイロットハウジング 36 との間に軸方向の相対ばらつきが生じたとしても、最小開口量がばらつくことを抑制でき、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を高精度に最小に制御することができる。

【0088】

図 4 は、第 1 の実施の形態の流量制御弁 33 による「パイロット弁 55 の変位量」と「パイロット絞り 56 の開口量」と「主弁 43 の変位量」と「固定絞り 64 の開口量」の関係の一例を示す特性線図である。図 4 中の実線 L1, L2, L3 は、製造ばらつき「なし」の特性（L1：パイロット絞り 56 の開口量、L2：主弁 43 の変位量、L3：固定絞り 64 の開口量）を示しており、図 4 中の破線 L1-1, L1-2, L2-1, L2-2 は、製造ばらつき「あり」の特性（L1-1, L1-2：パイロット絞り 56 の開口量、L2-1, L2-2：主弁 43 の変位量）を示している。この図 4 から明らかなように、第 1 の実施の形態の流量制御弁 33 は、パイロット弁 55 のパイロット室 57 の圧力を最大にしてパイロット弁 55 の変位量を最大（即ち、パイロット絞り 56 の開口量をゼロ）にしたときに、製造ばらつきに拘わらず主弁変位量を所望（図 4 中の A 部）に規制することができる。これにより、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量がばらつくことを抑制することができる。

【0089】

これに加えて、第 1 の実施の形態では、主弁 43 の変位量を制御するために必要な背圧室 47 から出口側流路 27 への流量のうち、主弁 43 の変位量を固定（一定）に制御するための流量は、背圧室 47 と出口側流路 27 との間に設けられた固定絞り 64 を通過する。このため、パイロット絞り 56 を通過する流量は、主弁 43 の変位量を可変に制御するための流量のみでよく、流量が固定絞り 64 に分担された分、パイロット絞り 56 に作用する流体力を低減できる。この結果、パイロット絞り 56 の開口量を高精度に可変に制御することができ、入口側流路 25 から出口側流路 27 への流量を高精度に可変に制御できる。

【 0 0 9 0 】

さらに、パイロット絞り 5 6 には、可変絞りのみを形成するだけでよいため、可変絞り
と固定絞りとの両方をパイロット弁に設ける構成と比較して、パイロット弁 5 5 の大きさを
小さくすることもできる。これにより、パイロット弁 5 5、延いては、パイロットハウ
ジング 3 6 を小型化することができ、製造コストの低減および部品搭載性を向上できる。
しかも、出口側流路 2 7 から背圧室 4 7 への流路となる固定絞り 6 4 を経由する流路は、
パイロット絞り 5 6 を経由するパイロット流路 5 0 (パイロット絞り上流管路 5 1、パイ
ロット絞り下流管路 5 2) よりも短く構成できる。このため、チェック弁 6 2 の応答性を
向上することもでき、作動流体の逆流を防止することができる。

【 0 0 9 1 】

10

また、主弁 4 3 の外周部に固定絞り 6 4 を設けたことに伴って、主弁 4 3 に作用する流
体力の変動幅を低減することもできる。即ち、主弁 4 3 の主弁絞り 5 3 を通過して出口側
流路 2 7 に噴出する噴流によって出口側流路 2 7 の上流側が圧力の高い高圧部となると共
に、この高圧部が固定絞り 6 4 を介して背圧室 4 7 の圧力を高めることにより、主弁 4 3
に作用する開弁方向の流体力を低減することができる。これにより、主弁 4 3 の最小変位
位置から全開位置までの間で主弁 4 3 に加わる流体力の変動幅を低減することができる。

【 0 0 9 2 】

また、第 1 の実施の形態によれば、固定絞り 6 4 は、主弁 4 3 の外周面に設けられた主
弁側連通溝 6 4 A と主弁室 4 2 の壁面とにより構成されている。このため、主弁 4 3 の外
周面に主弁側連通溝 6 4 A を形成することで、主弁室 4 2 に固定絞りを容易に設けること
ができる。

20

【 0 0 9 3 】

なお、上述した第 1 の実施の形態では、固定絞り 6 4 を構成するために、主弁 4 3 に主
弁側連通溝 6 4 A を設ける構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず
、例えば、図 5 に示す第 2 の実施の形態のように、主弁室 4 2 の壁面に主弁室側連通溝 7
2 A を設ける構成とてもよい。

【 0 0 9 4 】

即ち、第 2 の実施の形態では、主弁 7 1 は、第 1 の比較例および第 2 の比較例の主弁 1
0 2 と同様に、第 1 の実施の形態のような主弁側連通溝 6 4 A が設けられていない。しか
し、第 2 の実施の形態では、主弁室 4 2 の壁面 (内周面) に、複数または単数の主弁室側
連通溝 7 2 A が設けられている。主弁室側連通溝 7 2 A は、ハウジング 2 3 の弁体摺動穴
3 4 の軸方向に互って設けられている。固定絞り 7 2 は、主弁室側連通溝 7 2 A と主弁 7
1 の外周面とにより構成されている。このような第 2 の実施の形態によれば、主弁室 4 2
の壁面に主弁室側連通溝 7 2 A を形成することで、主弁室 4 2 に固定絞り 7 2 を容易に設
けることができる。

30

【 0 0 9 5 】

上述した第 1 の実施の形態では、パイロット絞り 5 6 を、パイロット弁 5 5 の変位に伴
ってパイロット流路 5 0 の開口量を減少させ、かつ、パイロット弁 5 5 の変位量が最大値
に達する前にパイロット流路 5 0 の開口量をゼロにする構成とした場合を例に挙げて説明
した。しかし、これに限らず、例えば、図 6 に示す第 3 の実施の形態のように、パイロ
ット弁 8 1 のパイロット絞り 8 2 を、パイロット弁 8 1 の変位に伴ってパイロット流路 5 0
の開口量を増大させ、かつ、パイロット弁 8 1 の変位量が最小値に達する前にパイロ
ット流路 5 0 の開口量をゼロにする構成としてもよい。

40

【 0 0 9 6 】

即ち、第 3 の実施の形態のパイロット絞り 8 2 は、第 1 の実施の形態のパイロット絞り
5 6 と同様に、パイロット弁 8 1 の外周面側に可変絞りとして設けられている。この場合
、第 3 の実施の形態では、パイロット絞り 8 2 は、パイロット弁 8 1 の変位に伴って、パ
イロット流路 5 0 の開口量を増大させる。即ち、パイロット絞り 8 2 は、パイロット室 5
7 への圧油 (パイロット圧) の供給に伴って、パイロット弁 8 1 が軸方向の一側 (図 6 の
左、右方向の右側に) に進む程、パイロット流路 5 0 の開口量を増大させる。この場合、

50

パイロット絞り 8 2 は、例えば、軸方向の一側に進む程（パイロット室 5 7 から離れる程）、深さが浅くなる切り欠きとして構成することができる。なお、図 6 は、パイロット圧の供給に基づいて、パイロット弁 8 1 がスプリング 6 0 の弾性力に抗して軸方向の一側（右側）に進んだ状態を示している。

【 0 0 9 7 】

また、パイロット絞り 8 2 は、パイロット弁 8 1 の変位量が最小値に達する前に、パイロット流路 5 0 の開口量がゼロになる。即ち、パイロット弁 8 1 は、図 8 の右側から左側に向けて進むことにより変位量が最小値に達する前に、パイロット絞り上流管路 5 1 とパイロット絞り下流管路 5 2 との間の接続を遮断する。パイロット弁 8 1 の変位量の最小値は、パイロット室 5 7 にパイロット圧が供給されない状態での位置、即ち、スプリング 6 0 によって戻された初期位置に対応する。このような第 3 の実施の形態も、第 1 の実施の形態と同様に、入口側流路 2 5 から出口側流路 2 7 への流量を高精度に可変に制御でき、かつ、チェック弁 6 2 の応答性を向上することができる。

【 0 0 9 8 】

上述した第 1 の実施の形態では、ハウジング 2 3 とパイロットハウジング 3 6 とにより一つの（一体または共通）ケーシングを構成した場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、図 7 に示す第 4 の実施の形態のように、ハウジング 2 3 とパイロットハウジング 3 6 とを分離して配置すると共に、ハウジング 2 3 とパイロットハウジング 3 6 との間に接続管路 9 1 , 9 1 を設ける構成としてもよい。この場合、主弁室 4 2 は、ハウジング 2 3 に設けられる。即ち、主弁室 4 2 は、上述した第 1 の実施の形態のようにハウジング 2 3 とパイロットハウジング 3 6 とにわたって設ける構成を採用することができる他、第 4 の実施の形態のようにハウジング 2 3 に設ける構成を採用することができる。要するに、主弁室は、ハウジングとパイロットハウジングとのうちの少なくともハウジングに設けられるものである。

【 0 0 9 9 】

上述した各実施の形態では、アーム用制御弁 1 8 からアームシリンダ 9 に向けて給排される圧油の流量を調整する流量制御弁 3 3 を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、ブーム用制御弁 1 6 からブームシリンダ 8 に給排する圧油の流量調整を行う場合の流量制御弁に適用してもよく、バケットシリンダまたはこれ以外の油圧アクチュエータに方向制御弁を通じて圧油を給排する場合の流量制御弁にも適用することができる。

【 0 1 0 0 】

上述した各実施の形態では、建設機械として、油圧ショベル 1 を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、ホイールローダ、油圧クレーン、ブルドーザ等、各種の建設機械に広く適用することができる。また、流量制御弁 3 3 は、主弁 4 3 の変位量（リフト量）に応じて作動流体の流量を小流量から大流量へと可変に制御する構成のものであればよく、各種の産業機器、機械機器に用いる流量制御弁として広く適用することができる。さらに、各実施の形態は例示であり、異なる実施の形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。

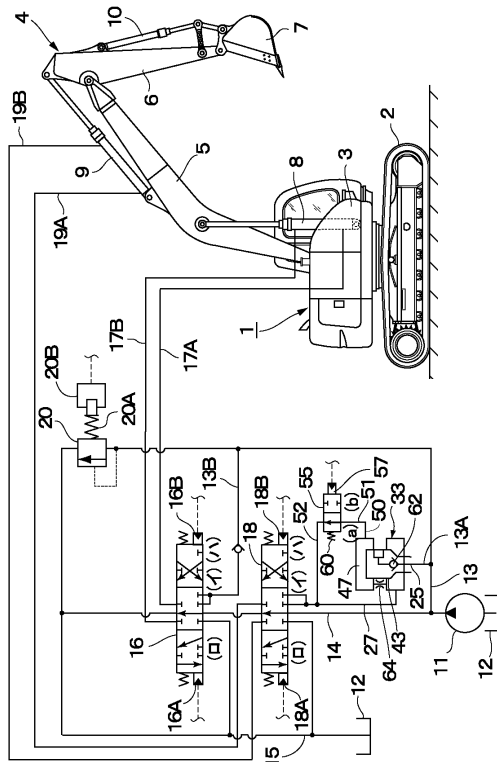
【 符号の説明 】

【 0 1 0 1 】

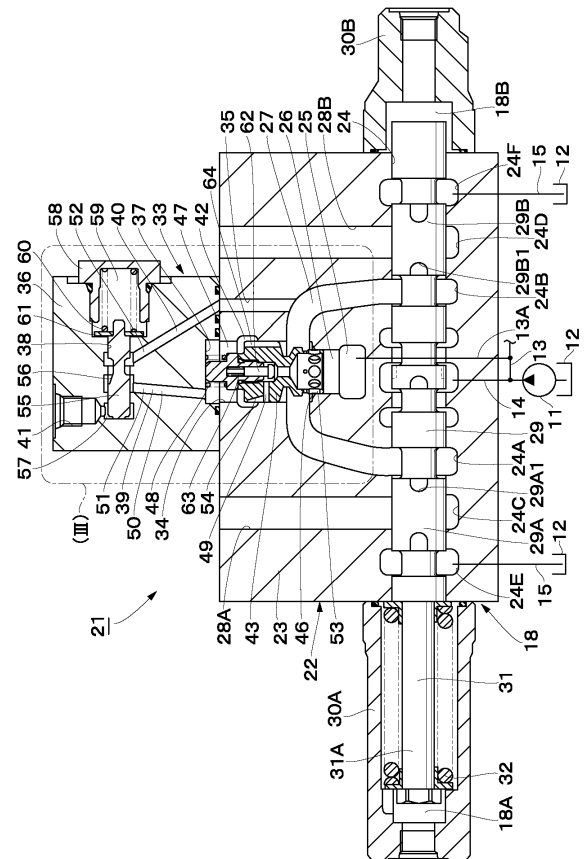
- 1 油圧ショベル（建設機械）
- 2 1 制御弁装置
- 2 3 ハウジング
- 2 5 入口側流路
- 2 7 出口側流路
- 3 3 流量制御弁
- 3 6 パイロットハウジング
- 4 2 主弁室
- 4 3 , 7 1 主弁
- 4 4 D 弁部

- 4 6 主弁座
- 4 7 背圧室
- 4 9 フィードバック流路
- 5 0 パイロット流路
- 5 3 主弁絞り
- 5 4 フィードバック絞り
- 5 5 , 8 1 パイロット弁
- 5 6 , 8 2 パイロット絞り
- 6 2 チェック弁
- 6 4 , 7 2 固定絞り
- 6 4 A 主弁側連通溝
- 7 2 A 主弁室側連通溝

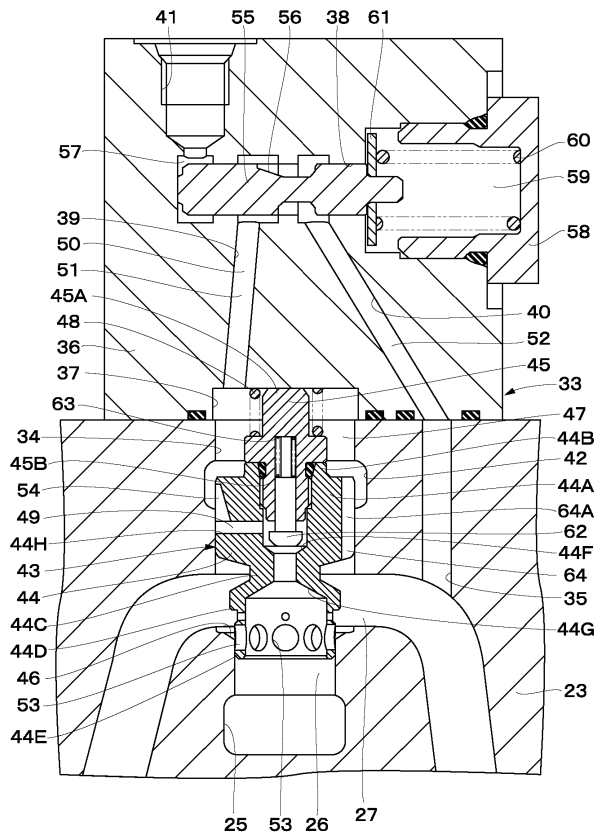
【図 1】



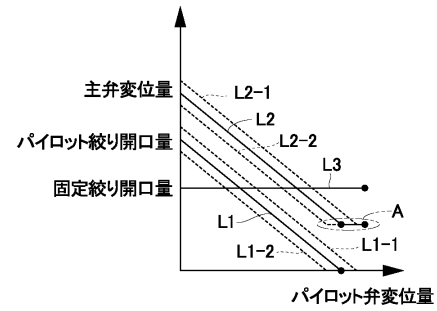
【図 2】



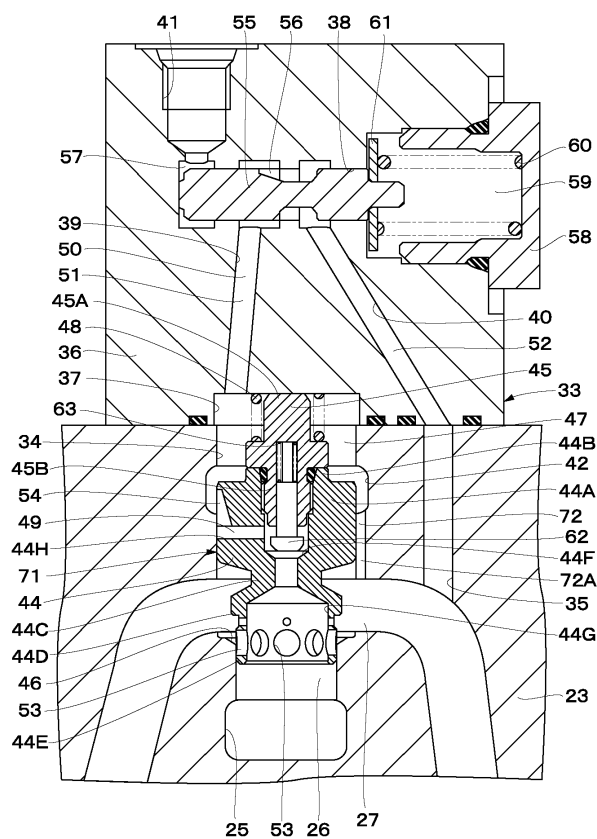
【図 3】



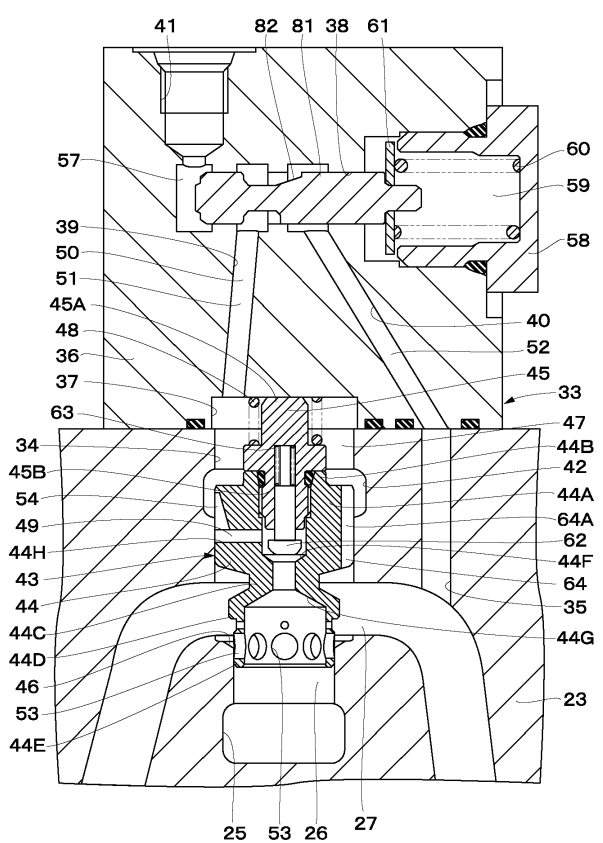
【図 4】



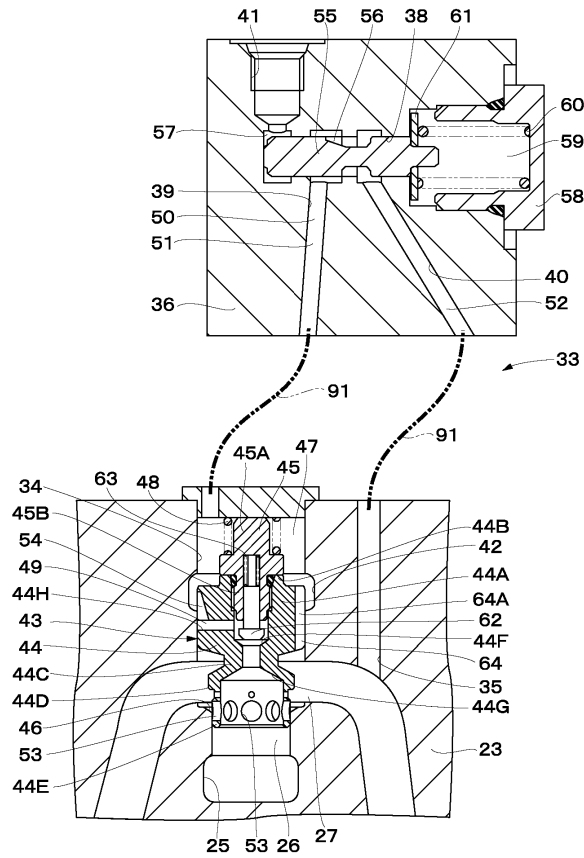
【図 5】



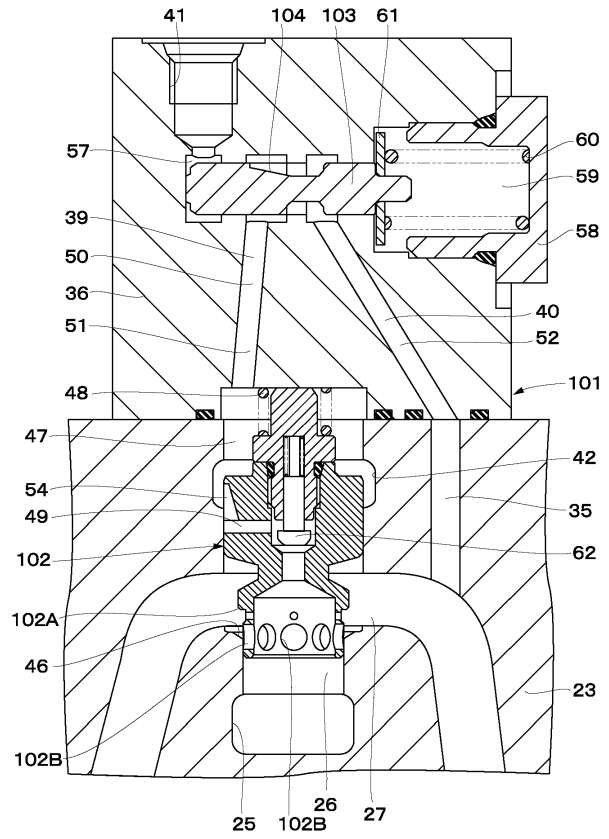
【図 6】



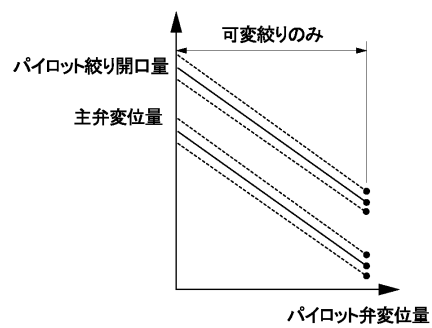
【図 7】



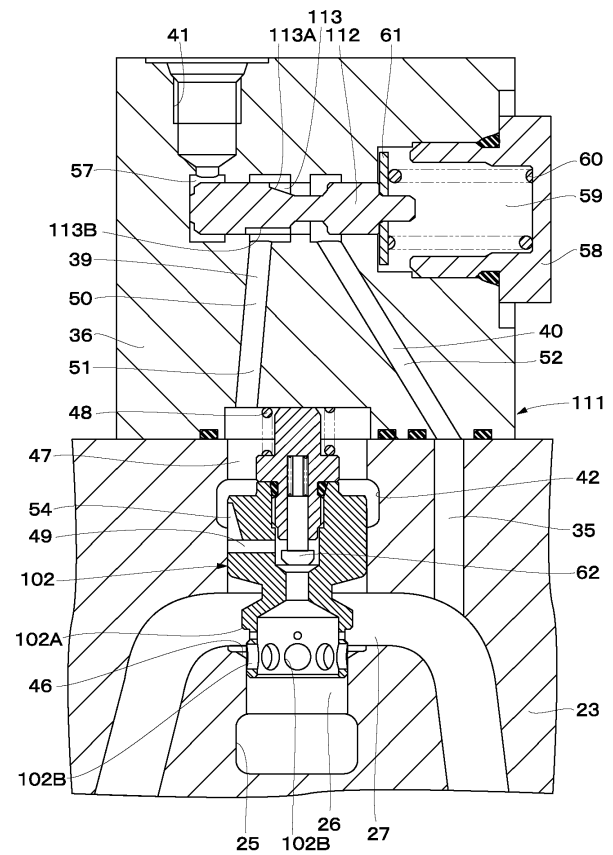
【図 8】



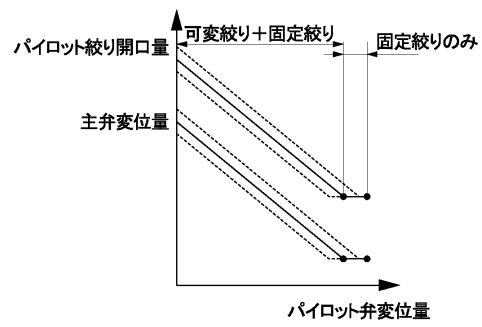
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 1 5 B 1 1 / 0 4 2

F 1 5 B 1 1 / 0 0

F 1 6 K 3 1 / 1 2 2