

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6771452号

(P6771452)

(45) 発行日 令和2年10月21日 (2020. 10. 21)

(24) 登録日 令和2年10月1日 (2020. 10. 1)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 2 D 17/32 (2006. 01)

B 2 2 D 17/32 B

B 2 2 D 17/04 (2006. 01)

B 2 2 D 17/32 A

B 2 2 D 17/10 (2006. 01)

B 2 2 D 17/32 E

B 2 2 D 17/04

B 2 2 D 17/10

請求項の数 10 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2017-253301 (P2017-253301)

(22) 出願日 平成29年12月28日 (2017. 12. 28)

(65) 公開番号 特開2019-118915 (P2019-118915A)

(43) 公開日 令和1年7月22日 (2019. 7. 22)

審査請求日 令和2年8月7日 (2020. 8. 7)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000003458

芝浦機械株式会社

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号

(74) 代理人 100135828

弁理士 飯島 康弘

(72) 発明者 藤岡 俊治

神奈川県座間市ひばりが丘四丁目29番1号 東芝機械株式会社内

審査官 中西 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出装置、成形機及びバルブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

成形材料を金型内へ押し出すプランジャを駆動する射出シリンダと、

液圧源と、

前記液圧源と前記射出シリンダとの間の作動液の流れを許容及び禁止する切換バルブと

、

前記切換バルブへのパイロット圧の供給を許容及び禁止するパイロット回路と、

を有しており、

前記切換バルブは、

前記液圧源に通じている入口、及び前記射出シリンダに通じている出口を有しているバルブ本体と、

10

前記バルブ本体をその軸方向に、前記入口に通じている入側室と、前記出口に通じている出側室とに区画しており、前記バルブ本体に対する前記入側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを遮断し、前記バルブ本体に対する前記出側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを連通する閉止部品と、

前記閉止部品の前記出側室側の面とで、前記パイロット回路に通じているパイロット室を構成しているパイロット部材と、を有している

射出装置。

【請求項 2】

前記切換バルブは、

20

前記パイロット回路に通じているパイロットポートを有しており、前記バルブ本体に対して前記出側室側に直列に固定されているバルブシリンダと、

前記バルブシリンダ内をその軸方向に、前記バルブ本体側の開用室と、その反対側に位置しており、前記パイロットポートに通じている閉用室とに区画している、前記パイロット部材としてのバルブピストンと、

を有しており、

前記閉止部品及び前記バルブピストンの一方は、前記出側室及び前記開用室を通過しており、前記出側室及び前記開用室よりも小径で、前記閉止部品及び前記バルブピストンの他方との間に前記パイロット室を構成しているロッドを有しており、

前記バルブピストンは、前記閉用室と前記パイロット室とを連通している連通流路を有している

10

請求項 1 に記載の射出装置。

【請求項 3】

前記バルブピストンは、前記ロッドを有しており、

前記閉止部品は、前記出側室側に凹部を有しており、

前記ロッドは、先端側部分が前記凹部に嵌合しており、

前記凹部の内面と前記ロッドの先端面とによって前記パイロット室が構成されている

請求項 2 に記載の射出装置。

【請求項 4】

前記バルブピストンの前記閉用室における受圧面積は、前記閉止部品の前記入側室側における受圧面積よりも大きい

20

請求項 2 又は 3 に記載の射出装置。

【請求項 5】

前記バルブピストンは、前記閉用室側へ移動したときに、前記バルブシリンダの前記閉用室側の端部に当接して、前記閉用室をその軸方向に交差する方向において、前記パイロットポートに通じている本体室と、前記パイロットポートから隔離されている付加室とに区画する当接部を有している

請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の射出装置。

【請求項 6】

タンクを更に有しており、

30

前記パイロット回路は、

前記閉用室と前記液圧源とを接続しつつ、前記開用室と前記タンクとを接続している状態と、

前記閉用室と前記タンクとを接続しつつ、前記開用室と前記液圧源とを接続している状態と、

前記閉用室及び前記開用室の双方と前記液圧源とを接続している状態と、の間で切換え可能である

請求項 2 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の射出装置。

【請求項 7】

前記パイロット回路を制御する制御装置を更に有しており、

40

前記制御装置は、前記液圧源から前記切換バルブを経由して前記射出シリンダへ作動液が供給されて射出が行われている状態で所定の条件が満たされたときに前記パイロット室へのパイロット圧の導入を前記パイロット回路に開始させ、

上記の導入が開始されるパイロット圧によって前記閉止部品に付与される力は、前記入側室の作動液が前記閉止部品に付与する力よりも小さい

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の射出装置。

【請求項 8】

成形材料を金型内へ押し出すプランジャを駆動する射出シリンダと、

液圧源と、

前記液圧源と前記射出シリンダとの間の作動液の流れを許容及び禁止する切換バルブと

50

、
前記切換バルブへのパイロット圧の供給を許容及び禁止するパイロット回路と、
前記パイロット回路を制御する制御装置と、
を有しており、
前記切換バルブは、

前記液圧源に通じている入口、及び前記射出シリンダに通じている出口を有している
バルブ本体と、

前記バルブ本体内をその軸方向に、前記入口に通じている入側室と、前記出口に通じている出側室とに区画しており、前記バルブ本体に対する前記入側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを遮断し、前記バルブ本体に対する前記出側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを連通する閉止部品と、

10

前記パイロット回路からのパイロット圧による力を、前記出側室の圧力とは並列に、前記閉止部品に対して前記出側室側から付与するパイロット機構と、を有しており、

前記制御装置は、前記液圧源から前記切換バルブを経由して前記射出シリンダへ作動液が供給されて射出が行われている状態で所定の条件が満たされたときに前記パイロット機構へのパイロット圧の導入を前記パイロット回路に開始させ、

上記の導入が開始されるパイロット圧によって前記閉止部品に付与される力は、前記入側室の作動液が前記閉止部品に付与する力よりも小さい

射出装置。

【請求項 9】

20

請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の射出装置と、

前記金型を型締めする型締装置と、

前記金型から成形品を押し出す押出装置と、

を有している成形機。

【請求項 10】

入口及び出口を有しているバルブ本体と、

前記バルブ本体内をその軸方向に、前記入口に通じている入側室と、前記出口に通じている出側室とに区画しており、前記バルブ本体に対する前記入側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを遮断し、前記バルブ本体に対する前記出側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを連通する閉止部品と、

30

前記閉止部品の前記出側室側の面とで、前記入口及び出口とは別のポートを介して前記バルブ本体の外部に通じているパイロット室を構成しているパイロット部材と、を有している

を有しているバルブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、射出装置、成形機及びバルブに関する。成形機は、例えば、ダイカストマシン又は射出成形機である。

【背景技術】

40

【0002】

射出装置として、金型内に通じているスリーブ内の成形材料を金型内に押し出すプランジャを射出シリンダによって駆動するものが知られている（例えば特許文献 1 及び 2）。射出シリンダは、例えば、プランジャに連結された射出ピストンロッド、当該射出ピストンロッドに固定された射出ピストン、及び当該射出ピストンを収容する射出シリンダ部を有している。射出シリンダ部の内部は、射出ピストンによって射出ピストンロッドが延び出る側のロッド側室と、その反対側のヘッド側室とに区画されている。そして、液圧源（例えばアキュムレータ）からヘッド側室に作動液（例えば油）が供給されることによって、プランジャは金型側へ前進する。

【0003】

50

射出装置は、成形材料を金型に充填する狭義の射出と、充填された成形材料の圧力を上昇させる増圧とを行う。射出装置は、射出と増圧とで異なる構成要素を作動させることがある。

【 0 0 0 4 】

例えば、射出シリンダは、アキュムレータからの圧力を増圧してヘッド側室へ付与する増圧用のシリンダを有していることがある。射出においてはアキュムレータからヘッド側室へ作動液が供給され、増圧においてはアキュムレータから増圧用のシリンダへ作動液が供給される。

【 0 0 0 5 】

また、例えば、上記の増圧用のシリンダに加えて、又は代えて、射出用のアキュムレータと、増圧用のアキュムレータとが設けられることもある。射出においては射出用のアキュムレータからヘッド側室へ作動液が供給され、増圧においては増圧用のアキュムレータからヘッド側室又は増圧用のシリンダへ作動液が供給される。

【 0 0 0 6 】

いずれにせよ、射出においては、所定のアキュムレータからヘッド側室への作動液の流れが許容される。また、増圧においては、増圧用のシリンダ及び / 又は増圧用のアキュムレータの作用によって、ヘッド側室の圧力が上昇する。この際、ヘッド側室の圧力が所定のアキュムレータ側へ逃げてしまわないように、ヘッド側室と所定のアキュムレータとの間の作動液の流れは禁止される。

【 0 0 0 7 】

すなわち、アキュムレータとヘッド側室との間に、射出においては開かれ、射出から増圧への移行に伴って閉じられるバルブが必要となる。特許文献 1 及び 2 では、そのようなバルブの構造及び動作を開示している。

【 0 0 0 8 】

具体的には、特許文献 1 では、パイロット圧によって開閉がなされるバルブによって、アキュムレータとヘッド側室との間の流れを許容及び禁止している。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 では、アキュムレータからヘッド側室への作動液の流れを許容し、その反対方向の流れを禁止する逆止弁のようなバルブによって、アキュムレータとヘッド側室との間の流れを許容及び禁止している。具体的には、特許文献 2 では、バルブを閉じるパイロット圧の導入が停止されるとともに、バルブを開くパイロット圧が導入される。これにより、バルブが開かれ、アキュムレータからヘッド側室へ作動液が供給され、射出が開始される。射出開始後、バルブを開くパイロット圧の導入は停止される。ただし、プランジャが前進している間は、アキュムレータの圧力がヘッド側室の圧力よりも高いことにより、バルブは開状態が維持される。その後、溶湯が金型に充填されると、プランジャは溶湯から受ける力によって停止し、ヘッド側室の圧力は上昇する。その結果、バルブは自閉する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 7 4 5 3 3 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 7 - 6 4 7 6 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

特許文献 1 のようにパイロット圧によってバルブを閉じる態様では、例えば、射出開始から一定の時間が経過したときにバルブを閉じることとした場合、ヘッド側室の圧力（別の観点では成形材料の圧力）の大きさに関わらずにバルブが閉じられることになる。その結果、例えば、スリーブに供給された成形材料の量のばらつきに起因して、バルブを閉じる時期における成形材料の圧力にばらつきが生じ、ひいては、適切に射出から増圧に移行

10

20

30

40

50

できないおそれがある。また、そのような事象に対応してバルブを閉じる時期を種々設定することは困難である。

【 0 0 1 2 】

特許文献 2 のように、ヘッド側室の圧力が上昇することによって自閉するバルブを用いる態様では、ヘッド側室の圧力に応じてバルブが閉じられる時期が決定されることから、上記のような不都合が解消される。一方で、例えば、最大限にバルブを開いてアキュムレータからヘッド側室へ作動液を供給したい期間においても、ヘッド側室の圧力によってバルブが全開とならないおそれがある。また、例えば、ヘッド側室の圧力が安定していない場合において、長時間に亘ってバルブが開度を変動させ、その結果、タイムラグが生じるおそれがある。

10

【 0 0 1 3 】

従って、作動液の流れを好適に許容及び禁止することができる射出装置、成形機及びバルブが提供されることが好ましい。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本開示の一態様に係る射出装置は、成形材料を金型内へ押し出すプランジャを駆動する射出シリンダと、液圧源と、前記液圧源と前記射出シリンダとの間の作動液の流れを許容及び禁止する切換バルブと、前記切換バルブへのパイロット圧の供給を許容及び禁止するパイロット回路と、を有しており、前記切換バルブは、前記液圧源に通じている入口、及び前記射出シリンダに通じている出口を有しているバルブ本体と、前記バルブ本体をその軸方向に、前記入口に通じている入側室と、前記出口に通じている出側室とに区画しており、前記バルブ本体に対する前記入側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを遮断し、前記バルブ本体に対する前記出側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを連通する閉止部品と、前記閉止部品の前記出側室側の面とで、前記パイロット回路に通じているパイロット室を構成しているパイロット部材と、を有している。

20

【 0 0 1 5 】

一例において、前記切換バルブは、前記パイロット回路に通じているパイロットポートを有しており、前記バルブ本体に対して前記出側室側に直列に固定されているバルブシリンダと、前記バルブシリンダ内をその軸方向に、前記バルブ本体側の開用室と、その反対側に位置しており、前記パイロットポートと通じている閉用室とに区画している、前記パイロット部材としてのバルブピストンと、を有しており、前記閉止部品及び前記バルブピストンの一方は、前記出側室及び前記開用室を通過しており、前記出側室及び前記開用室よりも小径で、前記閉止部品及び前記バルブピストンの他方との間に前記パイロット室を構成しているロッドを有しており、前記バルブピストンは、前記閉用室と前記パイロット室とを連通している連通流路を有している。

30

【 0 0 1 6 】

一例において、前記バルブピストンは、前記ロッドを有しており、前記閉止部品は、前記出側室側に凹部を有しており、前記ロッドは、先端側部分が前記凹部に嵌合しており、前記凹部の内面と前記ロッドの先端面とによって前記パイロット室が構成されている。

【 0 0 1 7 】

一例において、前記バルブピストンの前記閉用室における受圧面積は、前記閉止部品の前記入側室側における受圧面積よりも大きい。

40

【 0 0 1 8 】

一例において、前記バルブピストンは、前記閉用室側へ移動したときに、前記バルブシリンダの前記閉用室側の端部に当接して、前記閉用室をその軸方向に交差する方向において、前記パイロットポートに通じている本体室と、前記パイロットポートから隔離されている付加室とに区画する当接部を有している。

【 0 0 1 9 】

一例において、前記射出装置は、タンクを更に有しており、前記パイロット回路は、前記閉用室と前記液圧源とを接続しつつ、前記閉用室と前記タンクとを接続している状態と

50

、前記閉用室と前記タンクとを接続しつつ、前記開用室と前記液圧源とを接続している状態と、前記閉用室及び前記開用室の双方と前記液圧源とを接続している状態と、の間で切換え可能である。

【 0 0 2 0 】

一例において、前記射出装置は、前記パイロット回路を制御する制御装置を更に有しており、前記制御装置は、前記液圧源から前記切換バルブを経由して前記射出シリンダへ作動液が供給されて射出が行われている状態で所定の条件が満たされたときに前記パイロット室へのパイロット圧の導入を前記パイロット回路に開始させ、上記の導入が開始されるパイロット圧によって前記閉止部品に付与される力は、前記入側室の作動液が前記閉止部品に付与する力よりも小さい。

10

【 0 0 2 1 】

本開示の一態様に係る射出装置は、成形材料を金型内へ押し出すプランジャを駆動する射出シリンダと、液圧源と、前記液圧源と前記射出シリンダとの間の作動液の流れを許容及び禁止する切換バルブと、前記切換バルブへのパイロット圧の供給を許容及び禁止するパイロット回路と、前記パイロット回路を制御する制御装置と、を有しており、前記切換バルブは、前記液圧源に通じている入口、及び前記射出シリンダに通じている出口を有しているバルブ本体と、前記バルブ本体内をその軸方向に、前記入口に通じている入側室と、前記出口に通じている出側室とに区画しており、前記バルブ本体に対する前記入側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを遮断し、前記バルブ本体に対する前記出側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを連通する閉止部品と、前記パイロット回路からのパイロット圧による力を、前記出側室の圧力とは並列に、前記閉止部品に対して前記出側室側から付与するパイロット機構と、を有しており、前記制御装置は、前記液圧源から前記切換バルブを経由して前記射出シリンダへ作動液が供給されて射出が行われている状態で所定の条件が満たされたときに前記パイロット機構へのパイロット圧の導入を前記パイロット回路に開始させ、上記の導入が開始されるパイロット圧によって前記閉止部品に付与される力は、前記入側室の作動液が前記閉止部品に付与する力よりも小さい。

20

【 0 0 2 2 】

本開示の一態様に係る成形機は、上記の射出装置と、前記金型を型締めする型締装置と、前記金型から成形品を押し出す押出装置と、を有している。

【 0 0 2 3 】

本開示の一態様に係るバルブは、入口及び出口を有しているバルブ本体と、前記バルブ本体内をその軸方向に、前記入口に通じている入側室と、前記出口に通じている出側室とに区画しており、前記バルブ本体に対する前記入側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを遮断し、前記バルブ本体に対する前記出側室側への移動によって前記入側室と前記出口とを連通する閉止部品と、前記閉止部品の前記出側室側の面とで、前記入口及び出口とは別のポートを介して前記バルブ本体の外部に通じているパイロット室を構成しているパイロット部材と、を有している。

30

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

上記の構成によれば、作動液の流れを好適に許容及び禁止することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本開示の実施形態に係るダイカストマシンの要部構成を示す模式図。

【図 2】図 1 のダイカストマシンの射出装置の要部構成を示す模式図。

【図 3】図 2 の射出装置の切換回路の構成を強制閉じ状態で示す模式図。

【図 4】図 2 の射出装置の切換回路の構成を開状態で示す模式図。

【図 5】図 2 の射出装置の切換回路の構成を自閉状態で示す模式図。

【図 6】図 3 の切換回路の切換バルブの構成を強制閉じ状態で示す断面図。

【図 7】図 3 の切換回路の切換バルブの構成を開状態で示す断面図。

【図 8】図 3 の切換回路の切換バルブの構成を自閉状態で示す断面図。

50

【図 9】図 2 の射出装置の動作を説明するための図。

【図 10】図 6 の切換バルブの動作の例を示す模式図。

【図 11】図 6 の切換バルブの動作の他の例を示す模式図。

【図 12】比較例に係る切換バルブの動作の例を示す模式図。

【図 13】第 1 変形例に係る切換バルブの構成を示す断面図。

【図 14】第 2 変形例に係る切換バルブの構成を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0026】

(ダイカストマシンの全体構成)

図 1 は、本開示の実施形態に係るダイカストマシン 1 (成形機の一例) の要部の構成を示す、一部に断面図を含む側面図である。

10

【0027】

ダイカストマシン 1 は、溶解されて液状となった金属材料 (溶湯。成形材料の一例) を金型 101 内 (キャビティ Ca 等の空間) へ射出し、溶湯を金型 101 内で凝固させることにより、ダイカスト品 (成形品、製品) を製造するものである。金属は、例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金である。

【0028】

金型 101 は、例えば、固定金型 103 及び移動金型 105 を含んでいる。本実施形態の説明では、便宜上、固定金型 103 又は移動金型 105 の断面を 1 種類のハッチングで示すが、これらの金型は、直彫り式のものであってもよいし、入れ子式のものであってもよい。また、固定金型 103 及び移動金型 105 には、中子などが組み合わされてもよい。

20

【0029】

ダイカストマシン 1 は、例えば、成形のための機械的動作を行うマシン本体 3 と、マシン本体 3 の動作を制御する制御ユニット 5 とを有している。

【0030】

マシン本体 3 は、例えば、金型 101 の開閉及び型締めを行う型締装置 7 と、金型 101 内に溶湯を射出する射出装置 9 と、ダイカスト品を固定金型 103 又は移動金型 105 (図 1 では移動金型 105) から押し出す押出装置 11 とを有している。マシン本体 3 の構成は、射出装置 9 を除いて、公知の種々の構成と同様とされてよい。

30

【0031】

成形サイクルにおいて、型締装置 7 は、移動金型 105 を固定金型 103 へ向かって移動させ、型閉じを行う。さらに、型締装置 7 は、タイバー (符号省略) の伸長量に応じた型締力を金型 101 に付与して型締めを行う。型締めされた金型 101 内には成形品と同一形状のキャビティ Ca が構成される。射出装置 9 は、そのキャビティ Ca へ溶湯を射出・充填する。キャビティ Ca に充填された溶湯は、金型 101 に熱を奪われて冷却され、凝固する。これにより、成形品が形成される。その後、型締装置 7 は、移動金型 105 を固定金型 103 から離れる方向へ移動させて型開きを行う。この際又はその後、押出装置 11 は、移動金型 105 から成形品を押し出す。

【0032】

40

制御ユニット 5 は、例えば、各種の演算を行って制御指令を出力する制御装置 13 (図 2 参照) と、画像を表示する表示装置 15 と、オペレータの入力操作を受け付ける入力装置 17 とを有している。また、別の観点では、制御ユニット 5 は、例えば、電源回路及び制御回路等を有する不図示の制御盤と、ユーザインターフェースとしての操作部 19 とを有している。

【0033】

制御装置 13 は、例えば、不図示の制御盤及び操作部 19 に設けられている。制御装置 13 は、適宜に分割乃至は分散して構成されてよい。例えば、制御装置 13 は、型締装置 7、射出装置 9 及び押出装置 11 毎の下位の制御装置と、この下位の制御装置間の同期を図るなどの制御を行う上位の制御装置とを含んで構成されてよい。

50

【0034】

表示装置15及び入力装置17は、例えば、操作部19に設けられている。操作部19は、例えば、型締装置7の固定的部分に設けられている。表示装置15は、例えば、液晶表示ディスプレイ乃至は有機ELディスプレイを含んだタッチパネルによって構成されている。入力装置17は、例えば、機械式のスイッチ及び前記のタッチパネルによって構成されている。

【0035】

なお、ダイカストマシン1のうち射出装置9に着目する場合において、制御ユニット5は、射出装置9の一部として捉えられてよい。制御ユニット5の構成要素（制御装置13、表示装置15又は入力装置17）についても同様である。以下では、制御装置13等について、射出装置9の一部として説明することがある。

10

【0036】

（射出装置の全体構成）

図2は、射出装置9の要部の構成を示す模式図である。

【0037】

射出装置9は、例えば、キャビティCaに連通するスリーブ21と、スリーブ21内の溶湯をキャビティCaへ押し出すプランジャ23と、プランジャ23を駆動する駆動部25と、駆動部25を制御する制御装置13とを有している。

【0038】

スリーブ21は、例えば、固定金型103に挿通された筒状部材である。プランジャ23は、スリーブ21内を前後方向に摺動可能なプランジャチップ23aと、プランジャチップ23aに固定されたプランジャロッド23bとを有している。スリーブ21の上面に形成された給湯口21aから溶湯がスリーブ21内に供給され、プランジャチップ23aがスリーブ21内をキャビティCaに向かって摺動する（前進する）ことにより、溶湯はキャビティCaに射出される。

20

【0039】

駆動部25は、例えば、プランジャ23に連結された射出シリンダ27と、射出シリンダ27に対する作動液（例えば油）の供給等を行う液压装置29とを有している。

【0040】

（射出シリンダ）

射出シリンダ27は、例えば、いわゆる直結形の増圧式シリンダによって構成されている。具体的には、例えば、射出シリンダ27は、シリンダ部31と、シリンダ部31の内部を摺動可能な射出ピストン33及び増圧ピストン35と、射出ピストン33に固定され、シリンダ部31から延び出るピストンロッド37とを有している。

30

【0041】

シリンダ部31は、例えば、射出シリンダ部31aと、射出シリンダ部31aの後端に接続された増圧シリンダ部31bとを有している。射出シリンダ部31a及び増圧シリンダ部31bは、例えば、内部の断面形状が円形の筒状体である。射出シリンダ部31aは、例えば、内径が長手方向において一定である。増圧シリンダ部31bは、例えば、射出シリンダ部31a側の小径シリンダ部31baと、その反対側に位置し、小径シリンダ部31baよりも内径が大きい大径シリンダ部31bbとを有している。

40

【0042】

射出ピストン33は、射出シリンダ部31a内に配置されている。射出シリンダ部31aの内部は、射出ピストン33により、ピストンロッド37が延び出る側のロッド側室31rと、その反対側のヘッド側室31hとに区画されている。ロッド側室31r及びヘッド側室31hに選択的に作動液が供給されることにより、射出ピストン33は射出シリンダ部31a内を前後方向に摺動する。

【0043】

増圧ピストン35は、小径シリンダ部31baを摺動可能な小径ピストン部35aと、大径シリンダ部31bbを摺動可能な大径ピストン部35bとを有している。大径シリン

50

ダ部 3 1 b b の内部は、大径ピストン部 3 5 b により、小径シリンダ部 3 1 b a 側の前側室 3 1 f と、その反対側の後側室 3 1 g とに区画されている。

【 0 0 4 4 】

従って、前側室 3 1 f の圧抜きを行うと、小径ピストン部 3 5 a のヘッド側室 3 1 h における受圧面積と、大径ピストン部 3 5 b の後側室 3 1 g における受圧面積との差に起因して、増圧ピストン 3 5 は、後側室 3 1 g の作動液から受ける圧力よりも高い圧力をヘッド側室 3 1 h の作動液に加えることが可能である。これにより、射出シリンダ 2 7 は、増圧機能を発揮する。

【 0 0 4 5 】

射出シリンダ 2 7 は、プランジャ 2 3 に対して同軸的に配置されている。そして、ピストンロッド 3 7 は、プランジャ 2 3 にカップリング（符号省略）を介して連結されている。シリンダ部 3 1 は、スリーブ 2 1 等に対して固定的に設けられている。従って、射出ピストン 3 3 のシリンダ部 3 1 に対する移動により、プランジャ 2 3 はスリーブ 2 1 内を前進又は後退する。

【 0 0 4 6 】

（ 液 圧 装 置 ）

液圧装置 2 9 は、例えば、作動液を貯留するタンク 3 9 と、タンク 3 9 の作動液を送出可能なポンプ 4 1 と、蓄圧された作動液を放出可能な速度アキュムレータ 4 3 A 及び増圧アキュムレータ 4 3 B（以下、両者を区別せずに、単にアキュムレータ 4 3 ということがある。）と、これら及び射出シリンダ 2 7 を互いに接続する複数の流路（第 1 流路 4 5 A ~ 第 6 流路 4 5 F）と、当該複数の流路における作動液の流れを制御する複数のバルブ（第 1 バルブ 4 7 A、第 2 バルブ 4 7 B、第 4 バルブ 4 7 D 及び第 5 バルブ 4 7 E）及び切換回路 4 8 と、を有している。

【 0 0 4 7 】

図 2 では、図示の都合上、複数個所にタンク 3 9 及びポンプ 4 1 を示している。実際には、これらの複数のタンク 3 9 及びポンプ 4 1 は、一のタンク 3 9 及び一のポンプ 4 1 に統合されてよい。図 2 では、液圧装置 2 9 の有する代表的な流路及びバルブを例示しており、実際には、液圧装置 2 9 は不図示の他の流路及びバルブを有している。

【 0 0 4 8 】

タンク 3 9 は、例えば、開放タンクであり、大気圧下で作動液を保持している。タンク 3 9 は、ポンプ 4 1 及びアキュムレータ 4 3 を介して射出シリンダ 2 7 に作動液を供給し、また、射出シリンダ 2 7 から排出された作動液を収容する。

【 0 0 4 9 】

ポンプ 4 1 は、不図示の電動機によって駆動され、作動液を送出する。ポンプは、ロータリポンプ、プランジャポンプ、定容量ポンプ、可変容量ポンプ、1 方向ポンプ、双方向（2 方向）ポンプ等の適宜な方式のものとされてよい。ポンプ 4 1 を駆動する電動機も、直流モータ、交流モータ、誘導モータ、同期モータ、サーボモータ等の適宜な方式のものとされてよい。ポンプ 4 1（電動機）は、ダイカストマシン 1 の稼働中において常時駆動されてもよいし、必要に応じて駆動されてもよい。ポンプ 4 1 は、例えば、アキュムレータ 4 3 に対する作動液の供給（アキュムレータ 4 3 の蓄圧）、及び、射出シリンダ 2 7 に対する作動液の供給に寄与する。

【 0 0 5 0 】

アキュムレータ 4 3 は、適宜な方式のものとされてよく、例えば、重量式、ばね式、気体圧式（空気圧式含む）、シリンダ式又はプラダ式のものである。図示の例では、アキュムレータ 4 3 は、シリンダ式のものであり、特に符号を付さないが、シリンダ部と、シリンダ部を液体室と気体室とに区画するピストンとを有している。アキュムレータ 4 3 は、液体室に作動液が供給されることによって蓄圧され、その蓄圧された比較的高圧の作動液を射出シリンダ 2 7 に放出可能である。

【 0 0 5 1 】

速度アキュムレータ 4 3 A 及び増圧アキュムレータ 4 3 B は、互いに同一の構成であっ

10

20

30

40

50

てもよいし、互いに異なる構成であってもよい。例えば、増圧アキュムレータ４３Ｂは、速度アキュムレータ４３Ａよりも高压に蓄圧可能に構成されており、速度アキュムレータ４３Ａよりも高压に蓄圧された状態で利用される。

【００５２】

第１流路４５Ａは、ポンプ４１と速度アキュムレータ４３Ａとを接続している。これにより、例えば、ポンプ４１から速度アキュムレータ４３Ａへ作動液を供給して速度アキュムレータ４３Ａを蓄圧することができる。

【００５３】

第２流路４５Ｂは、ポンプ４１と増圧アキュムレータ４３Ｂとを接続している。これにより、例えば、ポンプ４１から増圧アキュムレータ４３Ｂへ作動液を供給して増圧アキュムレータ４３Ｂを蓄圧することができる。

10

【００５４】

第３流路４５Ｃは、速度アキュムレータ４３Ａとヘッド側室３１ｈとを接続している。これにより、例えば、速度アキュムレータ４３Ａからヘッド側室３１ｈへ作動液を供給して、射出ピストン３３を前進させることができる。

【００５５】

第４流路４５Ｄは、増圧アキュムレータ４３Ｂと後側室３１ｇとを接続している。これにより、例えば、増圧アキュムレータ４３Ｂから後側室３１ｇへ作動液を供給し、増圧ピストン３５によってヘッド側室３１ｈの作動液を加圧することができる。

【００５６】

20

第５流路４５Ｅは、ロッド側室３１ｒとタンク３９とを接続している。これにより、例えば、射出ピストン３３の前進に伴ってロッド側室３１ｒから排出される作動液をタンク３９に収容することができる。

【００５７】

第６流路４５Ｆは、前側室３１ｆとタンク３９とを接続している。これにより、例えば、前側室３１ｆを圧抜きし、増圧ピストン３５による増圧作用を得ることができる。

【００５８】

複数の流路は、適宜に一部が共通化されてよい。例えば、図２の例では、第１流路４５Ａ及び第３流路４５Ｃは、速度アキュムレータ４３Ａ側の一部が共通化されている。第２流路４５Ｂ及び第４流路４５Ｄは、増圧アキュムレータ４３Ｂ側の一部が共通化されている。第５流路４５Ｅ及び第６流路４５Ｆは、タンク３９側の一部が共通化されている。

30

【００５９】

第１バルブ４７Ａは、第１流路４５Ａに設けられており、例えば、ポンプ４１から速度アキュムレータ４３Ａへの作動液の供給の許容及び禁止、並びに速度アキュムレータ４３Ａからタンク３９への作動液の排出の許容及び禁止に寄与する。

【００６０】

第２バルブ４７Ｂは、第２流路４５Ｂに設けられており、例えば、ポンプ４１から増圧アキュムレータ４３Ｂへの作動液の供給の許容及び禁止、並びに増圧アキュムレータ４３Ｂからタンク３９への作動液の排出の許容及び禁止に寄与する。

【００６１】

40

第４バルブ４７Ｄは、第４流路４５Ｄに設けられており、例えば、増圧アキュムレータ４３Ｂから後側室３１ｇへの作動液の供給の許容及び禁止に寄与する。

【００６２】

第５バルブ４７Ｅ（流量制御弁、サーボバルブ）は、第５流路４５Ｅに設けられており、例えば、ロッド側室３１ｒからタンク３９への作動液の流量の制御に寄与する。この流量の制御により、射出ピストン３３の前進速度が制御される。すなわち、第５バルブ４７Ｅは、いわゆるメータアウト回路を構成している。

【００６３】

（切換回路）

切換回路４８は、第３流路４５Ｃに設けられおり、例えば、速度アキュムレータ４３Ａ

50

からヘッド側室 3 1 h への作動液の供給の許容及び禁止、並びにヘッド側室 3 1 h から速度アキュムレータ 4 3 A への作動液の逆流防止に寄与する。

【 0 0 6 4 】

図 3 ~ 図 5 は、切換回路 4 8 の構成を示す模式図である。これらの図では、切換回路 4 8 の互いに異なる動作状態が示されている。なお、これらの図では、射出シリンダ 2 7 については、射出シリンダ部 3 1 a、射出ピストン 3 3 及びピストンロッド 3 7 のみを示している。

【 0 0 6 5 】

切換回路 4 8 は、速度アキュムレータ 4 3 A とヘッド側室 3 1 h との間（第 3 流路 4 5 C ）に位置している切換バルブ 5 3 と、切換バルブ 5 3 へのパイロット圧の導入を制御するパイロット回路 5 5 とを有している。

10

【 0 0 6 6 】

（切換バルブ）

切換バルブ 5 3 は、速度アキュムレータ 4 3 A とヘッド側室 3 1 h との間の作動液の流れの許容及び禁止に直接的に寄与する。切換バルブ 5 3 は、速度アキュムレータ 4 3 A からの液圧、ヘッド側室 3 1 h からの液圧及びパイロット圧の 3 種の圧力によって動作するように構成されている。

【 0 0 6 7 】

図 6 ~ 図 8 は、切換バルブ 5 3 の構成を示す断面図である。これらの図は、切換バルブ 5 3 の互いに異なる動作状態を示しており、それぞれ図 3 ~ 図 5 に対応している。

20

【 0 0 6 8 】

切換バルブ 5 3 は、統合ボディ 5 7 と、統合ボディ 5 7 内に收容されている閉止部品 5 9 及びバルブピストン 6 1 とを有している。統合ボディ 5 7 は、速度アキュムレータ 4 3 A に接続される入口 6 3 と、ヘッド側室 3 1 h に接続される出口 6 5 と、パイロット回路 5 5 に接続される開用パイロットポート 6 7 及び閉用パイロットポート 6 9 とを有している。

【 0 0 6 9 】

閉止部品 5 9 が統合ボディ 5 7 内を軸方向（紙面左右方向）に摺動することによって、入口 6 3 と出口 6 5 との連通が許容（図 7 ）及び禁止（図 6 又は図 8 ）される。ひいては、速度アキュムレータ 4 3 A とヘッド側室 3 1 h との連通が許容及び禁止される。開用パイロットポート 6 7 及び閉用パイロットポート 6 9 にパイロット圧が導入されることによって、閉止部品 5 9 及び / 又はバルブピストン 6 1 は、統合ボディ 5 7 内を軸方向に摺動する。この際、バルブピストン 6 1 は、閉止部品 5 9 の動作を補助する。

30

【 0 0 7 0 】

統合ボディ 5 7、閉止部品 5 9 及びバルブピストン 6 1 それぞれは、1 種のハッチングが付されて図示されている。ただし、これらの各部材は、適宜な数の部材が組み合わされて構成されてよい。統合ボディ 5 7、閉止部品 5 9 及びバルブピストン 6 1 の互いに当接する部分（摺動する部分を含む）には、O リング等の適宜な封止部材が配されてよい。ただし、本開示の説明では、封止部材の図示及び説明は省略する。

【 0 0 7 1 】

40

統合ボディ 5 7 の内部空間、閉止部品 5 9 及びバルブピストン 6 1 の軸方向に直交する断面（横断面）の形状は、適宜な形状とされてよい。ただし、以下では、横断面の基本的な形状が円形である場合を例にとるものとする。従って、以下において、径についての大小関係の説明は、横断面（その面積）の大小関係についての説明に相当する。

【 0 0 7 2 】

（統合ボディ及びポート）

統合ボディ 5 7 は、閉止部品 5 9 を收容するバルブ本体 7 1 と、バルブピストン 6 1 を收容するバルブシリンダ 7 3 とを有している。これらの 2 つの中空部材は、直列に配列されて互いに固定されている。なお、これら 2 つの中空部材は、軸回りの部分が 2 つの中空部材に亘って一体的に構成されることによって互いに固定されていてもよい。

50

【 0 0 7 3 】

統合ボディ 5 7 の外形は、適宜な形状とされてよく、例えば、直方体状でも円柱状でもよい。また、統合ボディ 5 7 は、バルブ本体 7 1 及びバルブシリンダ 7 3 の他に、例えば、これらのポート（ 6 3、 6 5、 6 7 又は 6 9 ）と、外部の流路との間に介在する流路を有する他の部材を含んでいてもよい。ただし、本実施形態の説明では、特に断りがない限りは、他の部材の存在は考慮しない。

【 0 0 7 4 】

バルブ本体 7 1 及びバルブシリンダ 7 3 の内部空間（より詳細には後述する出側室 7 1 o と開用室 7 3 o との間）を隔てる隔壁（符号省略）は、バルブ本体 7 1 及びバルブシリンダ 7 3 それぞれの軸方向端部として共用されている。ただし、当該隔壁内の適宜な位置に、バルブ本体 7 1 及びバルブシリンダ 7 3 の境界が概念されても構わない。

10

【 0 0 7 5 】

入口 6 3 及び出口 6 5 は、例えば、バルブ本体 7 1 に設けられている。開用パイロットポート 6 7 及び閉用パイロットポート 6 9 は、例えば、バルブシリンダ 7 3 に設けられている。なお、例えば、統合ボディ 5 7 の内外を連通する流路を適宜に延ばせば、閉用パイロットポート 6 9 をバルブ本体 7 1 側に形成することなども可能である。ただし、これは、統合ボディ 5 7 内における、バルブ本体 7 1、バルブシリンダ 7 3 及び / 又はこれら以外の部材の境界の定義の問題であるともいえる。

【 0 0 7 6 】

各種のポートの開口位置、開口方向及び開口面積、並びに切換バルブ 5 3 の配置位置及び配置向きは適宜に設定されてよい。

20

【 0 0 7 7 】

図示の例では、入口 6 3 及び出口 6 5 は、バルブ本体 7 1 の外周面（軸回りの面）において、軸方向の位置を互いに異ならせて、互いに反対方向（直径方向の両側）に開口している。入口 6 3 及び出口 6 5 の開口面積は、比較的大きく、例えば、開用パイロットポート 6 7 及び閉用パイロットポート 6 9 の開口面積よりも大きい。

【 0 0 7 8 】

また、開用パイロットポート 6 7 及び閉用パイロットポート 6 9 は、例えば、バルブシリンダ 7 3 の外周面において、軸方向の位置を互いに異ならせて、互いに同一方向に開口している。これらのパイロットポートの開口方向は、上下方向であってもよいし、水平方向であってもよい。

30

【 0 0 7 9 】

また、切換バルブ 5 3 は、例えば、射出シリンダ 2 7 とその上方に位置する速度アキュムレータ 4 3 A との間に配置される。また、例えば、切換バルブ 5 3 は、軸方向を水平方向にし、入口 6 3 を上方へ向け、出口 6 5 を下方に向けて配置される。

【 0 0 8 0 】

上記とは異なり、複数のポート（ 6 3、 6 5、 6 7 又は 6 9 ）のいずれかを統合ボディ 5 7 の軸方向の端面に開口させてもよいし、軸方向が鉛直方向になるように切換バルブ 5 3 を配置してもよいし、入口 6 3 及び / 又は出口 6 5 を水平方向に開口させてもよい。

【 0 0 8 1 】

40

（バルブ本体及び閉止部品）

バルブ本体 7 1 の内部は、閉止部品 5 9 によって、その軸方向において、入口 6 3 に通じている入側室 7 1 i と、出口 6 5 に通じている出側室 7 1 o とに区画されている。より具体的には、入側室 7 1 i は、図 6 及び図 8 に示すように、閉止部品 5 9 が弁座 7 1 s に当接しているときに出口 6 5 から隔離される空間である。出側室 7 1 o は、閉止部品 5 9（及び後述するバルブピストン 6 1 のロッド 7 5）によって密閉されている。

【 0 0 8 2 】

従って、例えば、パイロット圧及びバルブピストン 6 1 の影響を無視すると、入側室 7 1 i の作動液が閉止部品 5 9 に付与する力が、出側室 7 1 o の作動液が閉止部品 5 9 に付与する力よりも大きい場合、閉止部品 5 9 は、出側室 7 1 o 側へ移動する。その結果、閉

50

止部品 5 9 は弁座 7 1 s から離れ、入側室 7 1 i (ひいては入口 6 3) と出口 6 5 とが連通される。ひいては、速度アキュムレータ 4 3 A とヘッド側室 3 1 h とが連通される。

【 0 0 8 3 】

逆に、入側室 7 1 i の作動液が閉止部品 5 9 に付与する力が、出側室 7 1 o の作動液が閉止部品 5 9 に付与する力よりも小さい場合、閉止部品 5 9 は、入側室 7 1 i へ移動する。その結果、閉止部品 5 9 は弁座 7 1 s に当接し、入側室 7 1 i (ひいては入口 6 3) と出口 6 5 とが遮断される。すなわち、切換バルブ 5 3 は、自閉する。ひいては、速度アキュムレータ 4 3 A とヘッド側室 3 1 h とが遮断される。

【 0 0 8 4 】

入側室 7 1 i の形状及び大きさは、適宜なものとされてよい。例えば、閉止部品 5 9 は、入側室 7 1 i を摺動するわけではないから、閉止部品 5 9 の軸方向 (紙面左右方向) に見たときに、入側室 7 1 i の形状及び大きさは、閉止部品 5 9 のものと同じである必要は無い。入側室 7 1 i は、弁座 7 1 s の位置において、弁座 7 1 s の開口以上の広さとされている。

【 0 0 8 5 】

閉止部品 5 9 において、少なくとも出側室 7 1 o 側の部分は、概略、一定の横断面で軸方向に延びており、バルブ本体 7 1 の内周面に対して摺動可能となっている。これにより、出側室 7 1 o は、入側室 7 1 i 及びバルブ本体 7 1 内の他の空間から区画されている。

【 0 0 8 6 】

閉止部品 5 9 は、出側室 7 1 o 側に凹部 5 9 r を有している。凹部 5 9 r には、バルブピiston 6 1 の後述するロッド 7 5 が摺動可能に挿入 (嵌合) されている。従って、出側室 7 1 o は、ロッド 7 5 の外周面と、バルブ本体 7 1 の内周面との間に環状に形成されている。また、閉止部品 5 9 の出側室 7 1 o における受圧面は、凹部 5 9 r の周囲の環状部分となっている。

【 0 0 8 7 】

出口 6 5 と出側室 7 1 o とは適宜に連通されてよい。図示の例では、出側室 7 1 o と弁座 7 1 s との間、かつ閉止部品 5 9 の外周面とバルブ本体 7 1 の内周面との間に、出口 6 5 が開口している空間 (符号省略) が形成されている。そして、当該空間と出側室 7 1 o とが閉止部品 5 9 内に形成された流路 (符号省略) によって連通されることによって、出口 6 5 と出側室 7 1 o とが連通されている。

【 0 0 8 8 】

上記の出口 6 5 (出口 6 5 が開口する空間) と出側室 7 1 o とを連通する閉止部品 5 9 内の流路は、例えば、特に符号を付さないが、閉止部品 5 9 をその外周面から凹部 5 9 r へ貫通する貫通孔と、凹部 5 9 r とロッド 7 5 との隙間とによって構成されている。なお、上記とは異なり、例えば、閉止部品 5 9 の外周面から閉止部品 5 9 の出側室 7 1 o 側の端面に通じる (凹部 5 9 r の外側に位置する) 流路が形成されたり、バルブ本体 7 1 内を貫通する (閉止部品 5 9 を通過しない) 流路が設けられたりしてもよい。

【 0 0 8 9 】

閉止部品 5 9 は、例えば、入側室 7 1 i 側ほど径が小さくなるテーパ部 (符号省略) を入側室 7 1 i 側に有している。そして、閉止部品 5 9 が入側室 7 1 i 側へ移動すると、テーパ部は弁座 7 1 s の開口縁部に対して全周に亘って当接する。これにより、入側室 7 1 i と出口 6 5 とは遮断される。なお、上記とは異なり、例えば、閉止部品 5 9 は、軸方向に直交する先端面を弁座 7 1 s の軸方向に直交する面に当接させるように構成されていてもよい。

【 0 0 9 0 】

閉止部品 5 9 が弁座 7 1 s に当接しているとき (図 6 及び図 8)、閉止部品 5 9 の入側室 7 1 i における受圧面は、閉止部品 5 9 のうち弁座 7 1 s の開口から露出する部分となる。また、閉止部品 5 9 が弁座 7 1 s から離れたとき (図 7)、閉止部品 5 9 の入側室 7 1 i 側の受圧面は、閉止部品 5 9 のうち入側室 7 1 i 側に面する全体となる。通常、前者は、後者よりも小さい。両者の差は適宜に設定されてよい。

【 0 0 9 1 】

閉止部品 5 9 は、弁座 7 1 s に対して当接する本体部分（符号省略）から入側室 7 1 i 側へ延び出るシャフト 5 9 s を有している。シャフト 5 9 s は、バルブ本体 7 1 の入側室 7 1 i 側の端面部に形成された貫通孔（符号省略）に摺動可能に挿通されている。シャフト 5 9 s は、例えば、閉止部品 5 9 をバルブ本体 7 1 に対して軸方向に案内するガイドとして機能する。閉止部品 5 9 の入側室 7 1 i 側の受圧面積は、シャフト 5 9 s の横断面の面積分で減じられる。従って、シャフト 5 9 s は、閉止部品 5 9 の受圧面積の調整にも寄与する。シャフト 5 9 s は、例えば、閉止部品 5 9 の本体部分の軸心に位置するとともに細長の円柱状である。ただし、シャフト 5 9 s は、偏心して設けられたり、横断面の形状が円形以外とされたりしてもよい。また、シャフト 5 9 s は、設けられなくてもよい。

10

【 0 0 9 2 】

（バルブシリンダ及びバルブピストン）

バルブピストン 6 1 は、例えば、バルブシリンダ 7 3 に対して摺動するピストン本体 6 1 a と、ピストン本体 6 1 a からバルブ本体 7 1 側へ延び出る既述のロッド 7 5 と、ピストン本体 6 1 a からバルブ本体 7 1 とは反対側へ突出する突部 6 1 b とを有している。

【 0 0 9 3 】

（ピストン本体及びロッドの組み合わせ）

バルブシリンダ 7 3 の内部は、ピストン本体 6 1 a によって、その軸方向において、バルブ本体 7 1 側の開用室 7 3 o と、その反対側の閉用室 7 3 c とに区画されている。開用室 7 3 o は、開用パイロットポート 6 7 に接続されている。閉用室 7 3 c は、閉用パイロットポート 6 9 に接続されている。従って、例えば、バルブ本体 7 1 との相互作用等を見無視すると、開用パイロットポート 6 7 及び閉用パイロットポート 6 9 に選択的にパイロット圧を導入することによって、バルブピストン 6 1 は、バルブシリンダ 7 3 に対してバルブ本体 7 1 側又はその反対側に移動する。

20

【 0 0 9 4 】

ロッド 7 5 は、バルブシリンダ 7 3 から延び出てバルブ本体 7 1 に挿入され、その先端が閉止部品 5 9 の出側室 7 1 o 側の面（より詳細には凹部 5 9 r の底面）に当接可能となっている。従って、例えば、バルブピストン 6 1 は、図 6 に示すように、バルブ本体 7 1 側へ移動して閉止部品 5 9 を押すことによって、閉止部品 5 9 を強制的に弁座 7 1 s に当接させる（切換バルブ 5 3 を強制的に閉じる）ことが可能である。また、逆に、例えば、バルブピストン 6 1 は、図 7 に示すように、バルブ本体 7 1 とは反対側へ移動して、閉止部品 5 9 の出側室 7 1 o 側への移動（切換バルブ 5 3 の開動作）を許容可能である。バルブピストン 6 1 がバルブ本体 7 1 とは反対側へ位置しているときは、図 8 に示すように、閉止部品 5 9 の入側室 7 1 i 側への移動（切換バルブ 5 3 の自閉）も許容されている。

30

【 0 0 9 5 】

（ロッド及び連通流路の組み合わせ）

ロッド 7 5 と閉止部品 5 9 との間には、図 8 に特に示されているように、パイロット室 7 7 が構成されている。より具体的には、既述のように、ロッド 7 5 は、凹部 5 9 r 内に摺動可能に凹部 5 9 r 内に挿入されており、ロッド 7 5 の先端面と、凹部 5 9 r の内面（底面及び内周面）とによってパイロット室 7 7 が構成されている。また、バルブピストン 6 1 には、閉用室 7 3 c とパイロット室 7 7 とを連通する連通流路 7 9 が設けられている。

40

【 0 0 9 6 】

従って、閉用パイロットポート 6 9 に導入されたパイロット圧は、閉用室 7 3 c 及び連通流路 7 9 を介してパイロット室 7 7 に供給される。その結果、例えば、図 8 に示すように、閉用パイロットポート 6 9 及び開用パイロットポート 6 7 の双方にパイロット圧を導入することによって、バルブピストン 6 1 を閉用室 7 3 c 側に位置させつつ、パイロット圧をパイロット室 7 7 に供給することができる。

【 0 0 9 7 】

この状態では、パイロット室 7 7 の圧力及び出側室 7 1 o の圧力によって閉止部品 5 9

50

に加えられる力が、入側室 7 1 i 側の圧力によって閉止部品 5 9 へ加えられる力よりも大きいと、閉止部品 5 9 は入側室 7 1 i 側へ移動する。すなわち、パイロット室 7 7 に導入されるパイロット圧は、出側室 7 1 o の圧力による切換バルブ 5 3 の自閉を補助すること利用される。別の観点では、単にバルブピストン 6 1 が閉用室 7 3 c 側に位置して切換バルブ 5 3 の自閉が可能になっているだけの場合（図 7 参照）に比較して、切換バルブ 5 3 の自閉が容易に生じることになる。

【 0 0 9 8 】

ロッド 7 5 は、根本側から先端側へ順に、根本部 7 5 a、中間部 7 5 b 及び先端部 7 5 c を有している。図示の例では、これらは互いに径が異なっている。

【 0 0 9 9 】

根本部 7 5 a は、出側室 7 1 o と閉用室 7 3 o とを隔てる隔壁部分（別の観点ではバルブ本体 7 1 のバルブシリンダ 7 3 側の端部及びバルブシリンダ 7 3 のバルブ本体 7 1 側の端部）を摺動可能に貫通している。バルブピストン 6 1 の閉用室 7 3 o における受圧面積は、バルブピストン 6 1 の横断面の面積から根本部 7 5 a の横断面の面積を除いた面積となっている。根本部 7 5 a の径は、例えば、中間部 7 5 b の径及び先端部 7 5 c の径よりも大きくされている。この場合、出側室 7 1 o の作動液の圧力は、バルブピストン 6 1 をバルブシリンダ 7 3 側へ移動させる力を生じる。なお、根本部 7 5 a の径は、例えば、中間部 7 5 b 及び / 又は先端部 7 5 c の径に対して同等以下とされてもよい。

【 0 1 0 0 】

中間部 7 5 b は、閉止部品 5 9 の凹部 5 9 r に挿入されている。中間部 7 5 b の径は、凹部 5 9 r の径よりも小さくされており、中間部 7 5 b と凹部 5 9 r との間には隙間が構成されている。当該隙間は、例えば、既述のように、出側室 7 1 o と出口 6 5 とを連通する流路の一部を構成することに寄与している。また、このように隙間が構成されることによって、例えば、ロッド 7 5 の閉止部品 5 9 に対する摺動抵抗が減じられている。ただし、中間部 7 5 b （別の観点では凹部 5 9 r よりも径が小さい部分）を設けないようにすることも可能である。

【 0 1 0 1 】

先端部 7 5 c は、閉止部品 5 9 の凹部 5 9 r に摺動可能に挿入されており、その先端面によってパイロット室 7 7 を構成している。なお、特に図示しないが、先端部 7 5 c の先端面及び / 又は凹部 5 9 r の底面に、凹部及び / 又は突部が設けられたりしてもよい。このような突部及び / 又は凹部は、例えば、先端部 7 5 c の先端面と凹部 5 9 r の底面とが当接した状態で、パイロット室 7 7 における閉止部品 5 9 の受圧面積を確保することに寄与する。

【 0 1 0 2 】

連通流路 7 9 は、閉用室 7 3 c （本実施形態では後述する本体室 7 3 c a ）とパイロット室 7 7 とを連通する限り、適宜な形状及び大きさとされてよい。図示の例では、連通流路 7 9 は、突部 6 1 b の外周面のうちの互いに逆側に位置する 2 箇所から突部 6 1 b の軸心側に延びて合流し、その後、突部 6 1 b、ピストン本体 6 1 a 及びロッド 7 5 をその軸心において延びている。なお、連通流路 7 9 は、ピストン本体 6 1 a の閉用室 7 3 c 側の端面に開口するなどしていてもよい。

【 0 1 0 3 】

（突部）

突部 6 1 b は、図 7 及び図 8 に示すように、バルブピストン 6 1 が閉用室 7 3 c 側に移動したときに、閉用室 7 3 c の端面に環状に当接する。これにより、閉用室 7 3 c の一部は、閉用パイロットポート 6 9 から隔離される。より具体的には、例えば、閉用室 7 3 c は、ピストン本体 6 1 a と同等の径を有する本体室 7 3 c a と、本体室 7 3 c a よりも径が小さく、本体室 7 3 c a からピストン本体 6 1 a とは反対側へ突出する付加室 7 3 c b とを有している。突部 6 1 b は、特に符号を付さないが、先端側ほど径が小さくなるテーパ面を有している。そして、テーパ面が本体室 7 3 c a と付加室 7 3 c b との境界の角部に当接し、付加室 7 3 c b は閉用パイロットポート 6 9 から隔離される。突部 6 1 b がバ

ルブシリンダ 7 3 の閉用室 7 3 c 側の端部に当接することによって、閉用室 7 3 c がその径方向において、閉用パイロットポートに通じている本体室 7 3 c a と、付加室 7 3 c b とに区画されると捉えられてもよい。

【0104】

従って、例えば、図 6 に示すように、突部 6 1 b が閉用室 7 3 c の端面から離れると、バルブピストン 6 1 の閉用室 7 3 c における受圧面積（パイロット圧を受ける面積）は、ピストン本体 6 1 a の横断面の面積と同等となる。一方で、図 7 及び図 8 に示すように、突部 6 1 b が閉用室 7 3 c の端面に当接している状態では、バルブピストン 6 1 の閉用室 7 3 c における受圧面積は、ピストン本体 6 1 a の横断面の面積から突部 6 1 b（付加室 7 3 c b）の横断面の面積を引いた面積となる。

10

【0105】

その結果、例えば、図 8 に示すように、閉用パイロットポート 6 9 及び開用パイロットポート 6 7 の双方にパイロット圧を導入しているときに、バルブピストン 6 1 を閉止部品 5 9 側へ移動させる力を小さくすることができる。すなわち、パイロット圧をパイロット室 7 7 に導入しつつ、出口 6 5 の圧力によって切換バルブ 5 3 の自閉を待つべきときに、バルブピストン 6 1 が閉止部品 5 9 側へ移動して切換バルブ 5 3 が強制的に閉じられてしまうおそれを低減できる。その一方で、図 6 に示すように、切換バルブ 5 3 を強制的に閉じる必要があるときは、その強制力を大きくすることができる。

【0106】

（パイロット回路）

20

図 3～図 5 に戻って、パイロット回路 5 5 は、例えば、パイロット圧として、速度アキュムレータ 4 3 A の圧力を利用する。また、パイロット回路 5 5 は、パイロット圧を開用パイロットポート 6 7 及び閉用パイロットポート 6 9 に供給する。

【0107】

図 6～図 8 を参照した切換バルブ 5 3 の説明から理解されるように、パイロット回路 5 5 は、切換バルブ 5 3 に対するパイロット圧の供給に関して、少なくとも 3 つの状態を実現する。

【0108】

一つは、図 3 及び図 6 に示されるように、閉用室 7 3 c にパイロット圧を供給するとともに、開用室 7 3 o からの作動液の排出を許容する状態である。具体的には、例えば、閉用パイロットポート 6 9 と速度アキュムレータ 4 3 A とを接続しつつ、開用パイロットポート 6 7 とタンク 3 9 とを接続する状態である。

30

【0109】

他の一つは、図 4 及び図 7 に示されるように、開用室 7 3 o にパイロット圧を供給するとともに、閉用室 7 3 c からの作動液の排出を許容する状態である。具体的には、例えば、開用パイロットポート 6 7 と速度アキュムレータ 4 3 A とを接続しつつ、閉用パイロットポート 6 9 とタンク 3 9 とを接続する状態である。

【0110】

残りの一つは、図 5 及び図 8 に示されるように、開用室 7 3 o 及び閉用室 7 3 c の双方にパイロット圧を供給する状態である。具体的には、例えば、開用パイロットポート 6 7 及び閉用パイロットポート 6 9 の双方と速度アキュムレータ 4 3 A とを接続する状態である。

40

【0111】

この他、特に図示しないが、例えば、パイロット回路 5 5 は、開用室 7 3 o 及び閉用室 7 3 c の双方からの作動液の排出を許容可能な状態を実現可能であってよい。

【0112】

上記の 3 つの状態を実現する液圧回路は、種々可能であり、図 3～図 5 に示すパイロット回路 5 5 の構成は一例に過ぎない。図示の例では、パイロット回路 5 5 は、第 1 パイロット用バルブ 8 1、第 2 パイロット用バルブ 8 3 及び第 3 パイロット用バルブ 8 5 を有している。

50

【 0 1 1 3 】

第1パイロット用バルブ81は、例えば、4ポート2位置の切換弁によって構成されている。第1パイロット用バルブ81は、2位置のうち一方（A位置とする。）においては、図3及び図5に示すように、速度アキュムレータ43Aに接続されているポートと、閉用パイロットポート69に接続されているポートとを接続するとともに、タンク39に接続されているポートと開用パイロットポート67に接続されているポートとを接続する。また、第1パイロット用バルブ81は、2位置のうち他方（B位置とする。）においては、図4に示すように、速度アキュムレータ43Aに接続されているポートと、開用パイロットポート67に接続されているポートとを接続するとともに、タンク39に接続されているポートと閉用パイロットポート69に接続されているポートとを接続する。

10

【 0 1 1 4 】

第2パイロット用バルブ83は、逆止弁によって構成されている。第2パイロット用バルブ83は、第1パイロット用バルブ81から開用パイロットポート67（第3パイロット用バルブ85）への作動液の流れを許容するとともに、その反対方向の流れを禁止する。

【 0 1 1 5 】

第3パイロット用バルブ85は、例えば、3ポート2位置の切換弁によって構成されている。第3パイロット用バルブ85は、2位置のうち一方（A位置とする。）においては、図3に示すように、タンク39に接続されているポートと開用パイロットポート67に接続されているポートとを接続する。また、第3パイロット用バルブ85は、2位置のうち他方（B位置とする。）においては、図4及び図5に示すように、速度アキュムレータ43Aに接続されているポートと開用パイロットポート67に接続されているポートとを接続する。

20

【 0 1 1 6 】

図3では、第1パイロット用バルブ81がA位置とされているとともに、第3パイロット用バルブ85がA位置とされている。これにより、速度アキュムレータ43Aから第1パイロット用バルブ81を介して閉用パイロットポート69へ作動液が供給されるとともに、開用パイロットポート67から第3パイロット用バルブ85を介してタンク39へ作動液が排出される。なお、開用パイロットポート67から第1パイロット用バルブ81への流れは、第2パイロット用バルブ83によって阻止される。

30

【 0 1 1 7 】

図4では、第1パイロット用バルブ81がB位置とされているとともに、第3パイロット用バルブ85がB位置とされている。これにより、速度アキュムレータ43Aから、第1パイロット用バルブ81及び第2パイロット用バルブ83を介して、並びに第3パイロット用バルブ85を介して、開用パイロットポート67へ作動液が供給される。また、開用パイロットポート69から第1パイロット用バルブ81を介してタンク39へ作動液が排出される。

【 0 1 1 8 】

図5では、第1パイロット用バルブ81がA位置とされているとともに、第3パイロット用バルブ85がB位置とされている。これにより、速度アキュムレータ43Aから第1パイロット用バルブ81を介して閉用パイロットポート69へ作動液が供給されるとともに、速度アキュムレータ43Aから第3パイロット用バルブ85を介して開用パイロットポート67へ作動液が供給される。なお、第3パイロット用バルブ85（開用パイロットポート67）から第1パイロット用バルブ81への流れは、第2パイロット用バルブ83によって阻止される。

40

【 0 1 1 9 】

（各部の径の相対関係）

切換バルブ53の各部の径は、例えば、以下のような大小関係を満たすように設定されている。これにより、上記の各種の動作が実現される、又は各種の動作の実現が容易化される。

50

【 0 1 2 0 】

なお、以下に説明する大小関係は、基本的な考え方を示すものであり、細部の寸法の影響及び比較的小さい圧力変動の影響等については無視している。実際には、例えば、下記の大小関係で意図した作用が確実に奏されるように、相対的に大きくなるべき径に対して、1を超える係数を乗じたり、適宜な大きさの定数を加算したりしてよい。

【 0 1 2 1 】

図6～図8に示すように、各部の直径を以下の記号で表すこととする。

d 1 : 付加室 7 3 c b の直径

d 2 : 本体室 7 3 c a (ピストン本体 6 1 a) の直径

d 3 : 根本部 7 5 a の直径

d 4 : 出側室 7 1 o (閉止部品 5 9 の本体部分) の直径

d 5 : パイロット室 7 7 (先端部 7 5 c) の直径

d 6 : 弁座 7 1 s の開口の直径

d 7 : シャフト 5 9 s の直径

10

【 0 1 2 2 】

また、速度アキュムレータ 4 3 A から入口 6 3 に付与される圧力を P_a とする。速度アキュムレータ 4 3 A からの作動液の放出に伴う速度アキュムレータ 4 3 A の圧力低下 (経時変化) はここでは無視する。ヘッド側室 3 1 h の圧力を P_h とする。圧力 P_h は、0 ~ P_a の範囲で値が変化する変数と考えることがある。パイロット圧を P_p とする。ただし、本実施形態では、 $P_p = P_a$ である。

20

【 0 1 2 3 】

(強制閉じに係る径の大小関係)

図6に示すように、バルブピストン 6 1 の閉止部品 5 9 側への移動によって切換バルブ 5 3 を閉じている状態を維持するために、例えば、以下の関係が成り立つように径が設定されてよい。

$$\pi^2 / 4 \times d_2^2 \times P_p > \pi^2 / 4 \times (d_6^2 - d_7^2) \times P_a \quad (1)$$

【 0 1 2 4 】

上式において、左辺は、バルブピストン 6 1 及び閉止部品 5 9 に対して紙面左側から加えられる力を示している。右辺は、閉止部品 5 9 に対して紙面右側から加えられる力を示している。出口 6 5 及び開用パイロットポート 6 7 に付与される圧力は0としている。

30

【 0 1 2 5 】

$P_p = P_a$ を代入して更に簡略化すれば、以下の関係が成り立てばよいことになる。

$$(d_2^2 - (d_6^2 - d_7^2)) > 0 \quad (1)'$$

【 0 1 2 6 】

なお、上式において、例えば、 d_6 に代えて d_4 を用いれば、切換バルブ 5 3 が開いている状態から閉じられている状態へ移行するための関係を導くことができる。

【 0 1 2 7 】

また、出口 6 5 (ヘッド側室 3 1 h) の圧力が無視できない場合は、さらに、バルブピストン 6 1 の紙面左側に加えられる力 ((1) 式の左辺) が、バルブピストン 6 1 の紙面右側に加えられる力 ($\pi^2 / 4 \times (d_3^2 - d_5^2) \times P_h + \pi^2 / 4 \times d_5^2 \times P_p$) よりも大きくなるようにしてもよい。これにより、バルブピストン 6 1 は閉止部品 5 9 側へ移動する。例えば、 $P_h = P_a (= P_p)$ と仮定して整理すると、 $d_2 > d_3$ が成立すればよいことになる。これは、当然に成り立つ。

40

【 0 1 2 8 】

(開動作に係る径の大小関係)

図7に示すように、バルブピストン 6 1 の閉止部品 5 9 とは反対側への移動によって切換バルブ 5 3 を開いている状態を維持するために、例えば、以下の関係が成り立つように径が設定されてよい。

$$\pi^2 / 4 \times (d_4^2 - d_5^2) \times P_h < \pi^2 / 4 \times (d_4^2 - d_7^2) \times P_a \quad (2)$$

50

【 0 1 2 9 】

上式において、左辺は、閉止部品 5 9 に対して紙面左側（出側室 7 1 o）から加えられる力を示している。右辺は、閉止部品 5 9 に対して紙面右側から加えられる力を示している。閉用パイロットポート 6 9 に付与される圧力は 0 としている。

【 0 1 3 0 】

更に簡略化すれば、以下の関係が成り立てばよいことになる。

$$(d_4^2 - d_7^2) \times P_a - (d_4^2 - d_5^2) \times P_h > 0 \quad (2)'$$

【 0 1 3 1 】

ここで、例えば、 $P_h = P_a$ であると仮定して上式を整理すると、 $d_5 > d_7$ となる。従って、例えば、 $d_5 > d_7$ の場合は、パイロット室 7 7 にパイロット圧が導入されていない状態では、 P_h が P_a まで上昇しても、図 7 の開状態が維持され、自閉はなされないことになる。

10

【 0 1 3 2 】

なお、(2)式の右辺において、 d_4 に代えて d_6 を用いれば、切換バルブ 5 3 が閉じられている状態から開かれている状態へ移行するための関係を導くことができる。

【 0 1 3 3 】

(2)式からも理解されるように、開動作に関しては、バルブピストン 6 1 は、閉止部品 5 9 とは反対側へ移動できさえすればよい。従って、開動作に介しては、バルブピストン 6 1 について、径の大小関係について特に制約はない。図 4 及び図 7 では、開用室 7 3 o にパイロット圧を導入しているが、バルブピストン 6 1 は、ヘッド側室 3 1 h の圧力によって閉止部品 5 9 とは反対側へ移動してもよい。

20

【 0 1 3 4 】

(自閉に係る径の大小関係)

図 8 に示すように、パイロット室 7 7 のパイロット圧で自閉を補助しつつ切換バルブ 5 3 が自閉するために、例えば、以下の関係が成り立つように径が設定されてよい。

$$\begin{aligned} \pi^2 / 4 \times (d_4^2 - d_5^2) \times P_h + \pi^2 / 4 \times d_5^2 \times P_p \\ > \pi^2 / 4 \times (d_4^2 - d_7^2) \times P_a \end{aligned} \quad (3)$$

【 0 1 3 5 】

上式において、左辺は、閉止部品 5 9 に対して紙面左側（出側室 7 1 o 及びパイロット室 7 7）から加えられる力を示している。右辺は、閉止部品 5 9 に対して紙面右側から加えられる力を示している。

30

【 0 1 3 6 】

$P_p = P_a$ として、更に簡略化すれば、以下の関係が成り立てばよいことになる。

$$(d_4^2 - d_5^2) \times P_h + (d_5^2 - d_4^2 + d_7^2) \times P_a > 0 \quad (3)'$$

【 0 1 3 7 】

ここで、例えば、 $P_h = P_a$ であると仮定すると、 $d_7 > 0$ であればよいことになる。換言すれば、シャフト 5 9 s を設けることによって、 P_h が P_a 以下の状態でも自閉が可能になっている。

【 0 1 3 8 】

なお、(3)式の右辺において、 d_4 に代えて d_6 を用いれば、切換バルブ 5 3 の自閉後、その自閉を維持するための関係を導くことができる。

40

【 0 1 3 9 】

バルブピストン 6 1 は、バルブシリンダ 7 3 の閉用室 7 3 c 側の駆動限に位置している状態が維持されていればよい。従って、例えば、以下の関係が成り立つように径が設定されてよい。

$$\begin{aligned} \pi^2 / 4 \times (d_2^2 - d_1^2) \times P_p < \pi^2 / 4 \times (d_2^2 - d_3^2) \times P_p \\ + \pi^2 / 4 \times d_5^2 \times P_p + \pi^2 / 4 \times (d_3^2 - d_5^2) \times P_h \end{aligned} \quad (4)$$

【 0 1 4 0 】

上式において、左辺は、バルブピストン 6 1 に対して紙面左側（本体室 7 3 c a）から

50

加えられる力を示している。右辺は、バルブピストン 6 1 に対して紙面右側（開用室 7 3 o、パイロット室 7 7 及び出側室 7 1 o）から加えられる力を示している。

【 0 1 4 1 】

更に整理すると、以下の関係が成り立てばよいことになる。

$$(d5^2 + d1^2 - d3^2) \times Pp + (d3^2 - d5^2) \times Ph > 0 \quad (4)'$$

【 0 1 4 2 】

ここで、例えば、 $Ph = 0$ と仮定すれば、 $d5^2 + d1^2 - d3^2 > 0$ となる。従って、この大小関係が満たされる場合は、例えば、閉用室 7 3 c 及び開用室 7 3 o の双方にパイロット圧を導入している状態で、ヘッド側室 3 1 h の圧力が極端に低くても、バルブピストン 6 1 を閉用室 7 3 c 側の駆動限に留めることができる。

10

【 0 1 4 3 】

（制御装置の機能部）

図 2 に戻って、制御装置 1 3 は、特に図示しないが、例えば、CPU、ROM、RAM 及び外部記憶装置を含んで構成されている。そして、CPU が ROM 及び / 又は外部記憶装置に記憶されているプログラムを実行することによって各種の機能部（1 3 a ~ 1 3 d）が構築される。

【 0 1 4 4 】

例えば、閉動作制御部 1 3 a は、図 3 及び図 6 に示した強制閉じ動作を行うようにパイロット回路 5 5 を制御する。開動作制御部 1 3 b は、図 4 及び図 7 に示した開動作を行うようにパイロット回路 5 5 を制御する。自閉制御部 1 3 d は、図 5 及び図 8 に示したパイロット圧が自閉を補助する状態になるようにパイロット回路 5 5 を制御する。移行判定部 1 3 c は、図 4 及び図 7 に示した開状態から図 5 及び図 8 に示した自閉が補助される状態へ移行すべき時期が到来したか否かを判定する。

20

【 0 1 4 5 】

（射出装置のセンサ）

射出装置 9 は、例えば、ヘッド側室 3 1 h の圧力を検出するヘッド側圧力センサ 4 9 H、ロッド側室 3 1 r の圧力を検出するロッド側圧力センサ 4 9 R、金型 1 0 1 内（例えばキャピティ C a 内）の圧力を検出する金型内圧力センサ 4 9 D（以下、これらを区別せずに、単に「圧力センサ 4 9」ということがある。）、プランジャ 2 3（ピストンロッド 3 7）の位置を検出する位置センサ 5 1 を有している。

30

【 0 1 4 6 】

制御装置 1 3 は、ヘッド側圧力センサ 4 9 H の検出圧力、ロッド側圧力センサ 4 9 R の検出圧力、射出ピストン 3 3 の径（断面積）、ピストンロッド 3 7 の径（断面積）及びプランジャチップ 2 3 a の径（断面積）に基づいて、成形材料の圧力を算出することができる。換言すれば、ヘッド側圧力センサ 4 9 H 及びロッド側圧力センサ 4 9 R は、成形材料の圧力を検出可能である。

【 0 1 4 7 】

ロッド側室 3 1 r がタンク圧とされている状態においては、制御装置 1 3 は、ヘッド側圧力センサ 4 9 H の検出圧力（及び上記の各種の断面積）のみに基づいて成形材料の圧力を近似的に算出することができる。従って、ロッド側圧力センサ 4 9 R は、設けられなくてもよい。

40

【 0 1 4 8 】

金型内圧力センサ 4 9 D は、金型内の成形材料の圧力を直接的に検出する。なお、上記のように、ヘッド側圧力センサ 4 9 H 等の検出圧力に基づいて成形材料の圧力を算出（検出）することができるから、金型内圧力センサ 4 9 D は、設けられなくてもよい。

【 0 1 4 9 】

以下において、溶湯（成形材料）の圧力（射出圧力）という場合、特に断りがない限りは、ヘッド側圧力センサ 4 9 H（及び必要に応じてロッド側圧力センサ 4 9 R）によって検出されるもの、及び金型内圧力センサ 4 9 D によって検出されるもののいずれでもよいものとする。換言すれば、マシン側のセンサ（4 9 H）によって検出される溶湯の圧力と

50

、金型側のセンサ（４９Ｄ）によって検出される溶湯の圧力とを区別しないことがある。

【０１５０】

位置センサ５１は、例えば、シリンダ部３１に対するピストンロッド３７の位置を検出し、プランジャ２３の位置を間接的に検出する。位置センサ５１の構成は適宜なものとされてよい。例えば、位置センサ５１は、不図示のスケール部とともに磁気式又は光学式のリニアエンコーダを構成するものであってもよいし、ピストンロッド３７に固定された部材との距離を計測するレーザー測長器によって構成されてもよい。位置センサ５１、又は制御装置１３は、検出位置の微分値であるプランジャ２３の速度（射出速度）を取得（検出）することも可能である。

【０１５１】

（射出装置の動作）

図９は、射出装置９の動作を説明するための図である。この図において、横軸は、時間 t を示しており、紙面右側ほど経過時間が長いことを示している。紙面左側の縦軸は、射出速度を示しており、紙面上方ほど速度が速いことを示している。紙面右側の縦軸は、射出圧力を示しており、紙面上方ほど圧力が大きいことを示している。線 L_n1 は、射出速度の経時変化を示している。線 L_n2 は、射出圧力の経時変化を示している。

【０１５２】

射出装置９は、概観すると、低速射出（概ね時点 $t_0 \sim t_1$ ）、高速射出（概ね時点 $t_1 \sim t_2$ ）、増圧（概ね時点 $t_3 \sim t_4$ ）及び保圧（概ね時点 t_4 以降）を順に行う。

【０１５３】

射出の初期段階において、比較的低速でプランジャ２３を前進させる低速射出（ $t_0 \sim t_1$ ）が行われることによって、例えば、溶湯による空気の巻き込みが抑制される。続いて、比較的高速でプランジャ２３を前進させる高速射出（ $t_1 \sim t_2$ ）が行われることによって、例えば、溶湯の凝固に遅れずに速やかに溶湯が金型１０１内に充填される。溶湯が金型１０１内の概ね充填された後、溶湯の圧力を上昇させる増圧（ $t_3 \sim t_4$ ）及び増圧した圧力を維持する保圧（ $t_4 \sim$ ）が行われることにより、例えば、成形品のヒケが低減される。

【０１５４】

各工程における射出装置９の動作は、具体的には、以下のとおりである。

【０１５５】

（低速射出： $t_0 \sim t_1$ ）

低速射出の開始直前において、射出装置９は、図１及び図２に示す状態となっている。すなわち、射出シリンダ２７の射出ピストン３３及び増圧ピストン３５は、後退限等の初期位置に位置している。アキュムレータ４３は、作動液の充填が完了している。各種バルブは、例えば、閉じられており、作動液の流れは基本的に禁止されている。

【０１５６】

低速射出の開始直前において、切換回路４８は、速度アキュムレータ４３Ａからヘッド側室３１ｈへの作動液の流れを禁止している。より具体的には、制御装置１３（閉動作制御部１３ａ）は、図３及び図６に示した状態となるようにパイロット回路５５を制御している。すなわち、切換バルブ５３においては、閉用室７３ｃにパイロット圧が導入されているとともに開用室７３ｏからの作動液の排出が許容されている。これにより、閉止部品５９はバルブピストン６１によって弁座７１ｓに押し付けられ、切換バルブ５３は閉じられている。

【０１５７】

制御装置１３は、所定の射出開始条件が満たされたか否か判定し、満たされたと判定すると、低速射出を開始する。具体的には、制御装置１３（開動作制御部１３ｂ）は、図４及び図７に示した状態となるようにパイロット回路５５を制御する。すなわち、切換バルブ５３においては、開用室７３ｏにパイロット圧が導入されるとともに閉用室７３ｃからの作動液の排出が許容される。これにより、バルブピストン６１は閉止部品５９とは反対側へ移動し、閉止部品５９は入側室７１ｉの圧力によって開かれる。ひいては、速度アキ

10

20

30

40

50

ユムレータ 43A からヘッド側室 31h へ作動液が供給される。また、制御装置 13 は、第 5 バルブ 47E を開き、ロッド側室 31r からの作動液の排出を許容する。その結果、射出ピストン 33 が前進し、ひいては、プランジャ 23 が前進し、射出が行われる。

【0158】

射出開始条件は、例えば、固定金型 103 及び移動金型 105 の型締が終了し、不図示の給湯装置によるスリーブ 21 への溶湯の供給が完了したことなどである。切換バルブ 53 を開く時期と、第 5 バルブ 47E を開く時期とは、同時であってもよいし、一方が他方よりも早くてもよい。低速射出中のプランジャ 23 の速度は、例えば、第 5 バルブ 47E の開度によって制御される。具体的には、例えば、制御装置 13 は、位置センサ 51 により検出されるプランジャ 23 の速度に基づいて、第 5 バルブ 47E の開度をフィードバック制御する。時々刻々と更新される目標位置に対する位置制御によって実質的に速度フィードバックが行われてもよい。低速射出速度 V_L は、適宜に設定されてよいが、例えば、 1 m/s 未満である。多段制御が行われてもよい。

【0159】

(高速射出: $t_1 \sim t_2$)

制御装置 13 は、所定の高速切換条件が満たされると、プランジャ 23 の速度を上記の低速射出速度 V_L よりも高速の高速射出速度 V_H に切り換え、高速射出を行う。具体的には、例えば、制御装置 13 は、低速射出に引き続いて速度アキュムレータ 43A からヘッド側室 31h へ作動液を供給しつつ、第 5 バルブ 47E の開度を大きくするように液压装置 29 を制御する。高速射出においても、低速射出に引き続いて速度のフィードバックが行われる。高速切換条件は、例えば、プランジャ 23 が所定の高速切換位置に到達したことである。制御装置 13 は、位置センサ 51 の検出値又は射出開始からの経過時間に基づいて高速切換条件が満たされたか否かを判定してよい。または、そのような判定が行われず、所定の時間刻みで設定された目標速度の時系列又は目標位置の時系列に従ってフィードバック制御が行われた結果として高速切換が行われてもよい。高速射出速度 V_H は、適宜に設定されてよいが、例えば、 1 m/s 以上である。

【0160】

(減速射出: $t_2 \sim t_3$)

溶湯がキャピティ Ca にある程度充填されると、プランジャ 23 は、その充填された溶湯から反力を受けて減速され、その一方で、射出圧力は、急激に上昇していく。なお、図 9 では、減速前の射出圧力を便宜上 0 として図示している。また、充填時の衝撃を緩和するために、プランジャ 23 が所定の減速位置に到達するなど所定の減速開始条件が満たされたときに第 5 バルブ 47E の開度を小さくするなど、適宜な減速制御がなされてもよい。

【0161】

(増圧: $t_3 \sim t_4$)

制御装置 13 (移行判定部 13c) は、所定の第 1 条件が満たされたか否かを判定し、満たされたと判定すると、第 4 バルブ 47D を開くための指令を液压装置 29 に出力する。これにより、第 4 バルブ 47D が開かれ、増圧アキュムレータ 43B から後側室 31g へ作動液が供給される。ひいては、増圧ピストン 35 が前進を開始する。

【0162】

また、制御装置 13 (移行判定部 13c) は、所定の第 2 条件が満たされたか否かを判定する。満たされたと判定されると、制御装置 13 (自閉制御部 13d) は、切換バルブ 53 が、図 5 及び図 8 を参照して説明したパイロット圧によって自閉が補助される状態になるようにパイロット回路 55 を制御するための指令を出力する。これにより、切換バルブ 53 は、閉用室 73c 及び開用室 73o の双方にパイロット圧が導入され、バルブピストン 61 を閉用室 73c 側の駆動限に位置させた状態で、パイロット室 77 にパイロット圧が導入される。

【0163】

そして、プランジャ 23 が金型 101 内の溶湯から受ける力等によって減速してヘッド

10

20

30

40

50

側室 31h の圧力が上昇すると、切換バルブ 53 は、そのヘッド側室 31h の圧力（出側室 71o の圧力）によって自閉する。また、ヘッド側室 31h には、増圧アキュムレータ 43B からの圧力が増圧ピストン 35 によって増圧されて伝えられ、ヘッド側室 31h の圧力は上昇が継続される。これにより、射出圧力は高くなっていく。

【0164】

上記の第 1 条件及び第 2 条件は、互いに同一の条件であってもよいし、互いに異なる条件であってもよい。第 1 条件及び第 2 条件は、互いに異なる条件である場合、いずれが先に満たされるように設定されてもよい。また、第 1 条件及び第 2 条件は、プランジャ 23 の減速開始（時点 t2）よりも前に満たされるようなものであってもよいし、減速開始よりも後に満たされるようなものであってもよい。なお、このことから理解されるように、便宜上、概ね時点 t3 を増圧開始の時点として説明することがあるが、増圧開始の定義は種々可能である。

10

【0165】

第 1 条件は、例えば、プランジャ 23 の位置が所定の増圧発進位置に到達したこととされてよい。第 2 条件は、例えば、プランジャ 23 の位置が所定の自閉準備位置に到達したこととされてよい。増圧発進位置及び自閉準備位置は、例えば、プランジャ 23 が停止する予定の位置よりも手前に設定されてよい（時点 t3 よりも先に到来するように設定されてよい。）。さらに、増圧発進位置及び自閉準備位置は、減速開始位置よりも手前に設定されてよい（時点 t2 よりも先に到来するように設定されてよい。）。増圧発進位置及び／又は自閉準備位置は、例えば、射出速度の設定、ピスケット厚の設定値（予定値）、及び／又は増圧ピストン 35 の制御遅れの時間等に応じて、制御装置 13 によって自動的に設定されてもよいし、オペレータによって入力装置 17 を介して設定されてもよい。

20

【0166】

なお、第 1 条件及び／又は第 2 条件は、上記の他、例えば、射出速度が一定の速度まで低下したこと、又は射出圧力が一定の圧力まで上昇したことなどとされてもよい。以上に述べた 2 以上の条件が満たされたときに、第 1 条件及び／又は第 2 条件が満たされたと判定されてもよい。

【0167】

制御装置 13 は、所定の第 3 条件が満たされると、第 5 バルブ 47E の開度が増圧用（圧力制御用）の開度になるように液圧装置 29 に指令を出力する。すなわち、制御装置 13 は、第 5 バルブ 47E（流量制御弁）の制御を速度制御から圧力制御に切り替える。第 3 条件は、例えば、第 1 条件及び／又は第 2 条件よりも後に満たされるように設定されている。例えば、第 3 条件は、射出速度が一定の速度まで低下したこと、又は射出圧力が一定の圧力まで上昇したことなどである。

30

【0168】

増圧中の第 5 バルブ 47E の制御は適宜なものとされてよい。例えば、第 5 バルブ 47E の開口度は、予め定められた一定の開口度とされる。あるいは、第 5 バルブ 47E の開口度は、所望の昇圧曲線が得られるように、圧力センサ 49 の検出値に基づいてフィードバック制御されてもよい。

【0169】

40

その後、射出圧力は、終圧 P_E に到達する。なお、終圧 P_E は、ロッド側室 31r の圧力がタンク圧と同等になるまでロッド側室 31r の作動液が排出されることによって、増圧アキュムレータ 43B の圧力によって決定されてもよいし、ロッド側室 31r の圧力がタンク圧と同等となる前に、第 5 バルブ 47E 等によってロッド側室 31r からの作動液の排出が禁止されることによって、そのときのロッド側室 31r の圧力と増圧アキュムレータ 43B の圧力とによって決定されてもよい。

【0170】

（保圧：t4～）

制御装置 13 は、増圧後、射出圧力が終圧 P_E となっている状態を維持する。この間に、溶湯は冷却されて凝固する。溶湯が凝固すると、制御装置 13 は、増圧アキュムレータ

50

4 3 B から後側室 3 1 g への液圧の供給を停止し、保圧を終了する。

【 0 1 7 1 】

(切 換 バ ル ブ の 動 作 の 例)

図 1 0 は、切 換 バ ル ブ 5 3 の 動 作 の 例 を 示 す 模 式 図 で あ る 。

【 0 1 7 2 】

この図では、最上段に射出シリンダ 2 7 を模式的に示している。上述したように、切 換 バ ル ブ 5 3 は、例えば、プランジャ 2 3 (ピストンロッド 3 7) が所定の自閉準備位置に到達したときに、図 5 及び図 8 を参照して説明したパイロット圧によって自閉が補助される状態とされてよい。そして、点線 L p 1 は、自閉準備位置にプランジャ 2 3 が到達したときのピストンロッド 3 7 の先端位置を示している。

10

【 0 1 7 3 】

点線 L p 2 ~ L p 4 は、プランジャ 2 3 が概ね停止したとき (図 9 の時点 t 3 に相当) のピストンロッド 3 7 の先端位置を示している。スリーブ 2 1 に供給される 1 ショット分の溶湯の量 (湯量) は、サイクル間でばらつくことがある。点線 L p 2 は、湯量が目標値に一致した場合の位置を示している。点線 L p 3 は、湯量が目標値よりも多く、その結果、点線 L p 2 よりも手前側 (金型 1 0 1 とは反対側) でプランジャ 2 3 が停止した場合の位置を示している。点線 L p 4 は、湯量が目標値よりも少なく、その結果、点線 L p 2 よりも先 (金型 1 0 1 側) でプランジャ 2 3 が停止した場合の位置を示している。

【 0 1 7 4 】

射出シリンダ 2 7 の下に描かれている 3 つのグラフは、射出速度、射出圧力及び切 換 バ ル ブ 5 3 の状態の経時変化を示している。横軸は、図 9 の横軸と同様に、時間 t を示している。ただし、この図では、図 9 とは逆に、紙面左側ほど時間 t が経過していることを示している。

20

【 0 1 7 5 】

3 つのグラフそれぞれにおいて、縦軸の上部は、図 9 の縦軸と同様に、射出速度及び射出圧力を示している。線 L n 1 1、L n 2 1 及び L n 3 1 は、図 9 の線 L n 1 と同様に、射出速度の経時変化を示している。線 L n 1 2、L n 2 2 及び L n 3 2 は、図 9 の線 L n 2 と同様に、射出圧力の経時変化を示している。

【 0 1 7 6 】

3 つのグラフそれぞれにおいて、縦軸の下部は、切 換 バ ル ブ 5 3 の開度を示しており、上方側ほど開度が高いことを示している。「開」の位置は全開を示し、「閉」の位置は全閉を示している。そして、線 L n 1 3、L n 2 3 及び L n 3 3 は、切 換 バ ル ブ 5 3 の開度の経時変化を示している。

30

【 0 1 7 7 】

ピストンロッド 3 7 の先端位置を示す点線 L p 1 ~ L p 4 と、3 つのグラフの横軸 t との交点は、ピストンロッド 3 7 の先端が点線 L p 1 ~ L p 4 で示す位置に到達したときの時点に対応している。

【 0 1 7 8 】

3 つのグラフにおいて、射出速度 (線 L n 1 1、L n 2 1 及び L n 3 1) が 0 になるときの時点 (図 9 の時点 t 3 に相当) と、点線 L p 2 ~ L p 4 との位置関係から理解されるように、3 つのグラフは、上から順に、湯量が目標値に一致する場合 (点線 L p 2) の波形、湯量が目標値よりも多い場合 (点線 L p 3) の波形、及び湯量が目標値よりも少ない場合 (点線 L p 4) の波形を示している。

40

【 0 1 7 9 】

3 つのグラフにおいて、射出速度の波形 (線 L n 1 1 等) と射出圧力の波形 (線 L n 1 2 等) とを結ぶ点線 L p 1 1、L p 2 1 及び L p 3 1 は、図 9 の時点 t 2 に相当する時点を示している。すなわち、これらの点線は、プランジャ 2 3 の減速が開始されるとともに、射出圧力が比較的急激に上昇する時点を示している。別の観点では、減速開始時のピストンロッド 3 7 の先端位置 (プランジャ 2 3 の位置) を示している。

【 0 1 8 0 】

50

点線 $Lp11$ 、 $Lp21$ 及び $Lp31$ の位置の比較から理解されるように、湯量が目標値よりも多い場合 ($Lp21$) においては、湯量が目標値に一致する場合 ($Lp11$) よりも、減速開始時のプランジャ 23 の位置は手前側 (金型 101 とは反対側) である (別の観点では減速開始時は早い)。逆に、湯量が目標値よりも少ない場合 ($Lp31$) においては、湯量が目標値に一致する場合 ($Lp11$) よりも、減速開始時のプランジャ 23 の位置は金型 101 側である (別の観点では減速開始時は遅い)。

【0181】

自閉準備位置を示す点線 $Lp1$ と、上記の点線 $Lp11$ 、 $Lp21$ 及び $Lp31$ との位置関係から理解されるように、この例では、自閉準備位置は、湯量にばらつき (想定範囲内のもの) が生じて、減速開始位置よりも手前 (金型 101 とは反対側) になるように設定されている。

10

【0182】

点線 $Lp1$ で示されている時点よりも前においては、切換バルブ 53 は、図 4 及び図 7 を参照して説明した状態とされている。従って、線 $Ln13$ 、 $Ln23$ および $Ln33$ で示される切換バルブ 53 の開度は、全開となっている。

【0183】

点線 $Lp1$ で示されている時点で、図 5 及び図 8 を参照して説明したように、パイロット圧がパイロット室 77 に導入されると、閉止部品 59 は、パイロット室 77 におけるパイロット圧 Pp 及び出側室 71o における圧力 Ph が閉止部品 59 を入側室 71i 側へ押す力と、入側室 71i 側の圧力 Pa が閉止部品 59 を出側室 71o 側へ押す力が釣り合う位置まで、入側室 71i 側へ移動していく。すなわち、切換バルブ 53 の開度は所定の開度 $D1$ まで小さくなっていく。そして、その開度 $D1$ が維持される。

20

【0184】

その後、溶湯の金型 101 内への充填が更に進み、プランジャ 23 が金型 101 内の溶湯から受ける力によってプランジャ 23 の速度がある程度まで低下すると、ヘッド側室 31h の圧力が上昇する。その結果、切換バルブ 53 は、その開度を開度 $D1$ よりも更に小さくさせ、さらには、全閉状態となる。全閉の時期は、図示の例では、プランジャ 23 が概ね停止する時期となっている。

【0185】

3つのグラフの比較から理解されるように、湯量のばらつきによらず、切換バルブ 53 は、上記のように、開度 $D1$ までの閉動作、開度 $D1$ の維持及び開度 $D1$ からの自閉を行う。また、開度 $D1$ の大きさ及び開度 $D1$ へ至るまでの時間長さは、湯量のばらつきによらずに、概ね同等である。

30

【0186】

ただし、湯量が目標値よりも多く、相対的に早くプランジャ 23 が停止する場合においては、開度 $D1$ が維持される時間長さは相対的に短くなる。逆に、湯量が目標値よりも少なく、相対的に遅くプランジャ 23 が停止する場合においては、開度 $D1$ が維持される時間長さは相対的に長くなる。これにより、切換バルブ 53 が全閉される時期がプランジャ 23 の停止時期に合わせて自動的に調整されている。

【0187】

図 11 は、切換バルブ 53 の動作の他の例を示す模式図であり、図 10 と同様のものである。

40

【0188】

図 10 と図 11 とでは、例えば、金型 101 が互いに異なるなど、成形条件が互いに異なる。ひいては、射出速度及び / 又は射出圧力の波形も厳密には互いに異なる。ただし、ここでは、図 10 と図 11 との対応関係の把握を容易にする便宜上、切換バルブ 53 の動作を示す波形以外は、図 10 と同一の波形及び符号を用いている。線 $Ln14$ 、 $Ln24$ 及び $Ln34$ は、切換バルブ 53 の動作を示しており、図 10 の線 $Ln13$ 、 $Ln23$ 及び $Ln33$ に対応している。

【0189】

50

この例においても、図 10 と同様に、点線 L p 1 で示されている時点で図 5 及び図 8 を参照して説明したようにパイロット圧がパイロット室 77 に導入されると、点線 L p 1 の手前までは全開とされていた切換バルブ 53 は、その開度を小さくしていく。ただし、切換バルブ 53 の開度は、図 10 とは異なり、所定の開度 D 1 を維持しない。具体的には、例えば、射出速度の減速が開始されると（点線 L p 1 1、L p 2 1 及び L p 3 1）、ヘッド側室 31 h の圧力が上昇し、これに伴い、切換バルブ 53 の開度を小さくする速度が速くなる。そして、切換バルブ 53 は全閉に至る。全閉の時期は、図示の例では、プランジャ 23 が概ね停止する時期となっている。

【0190】

3 つのグラフの比較から理解されるように、湯量のばらつきによらず、切換バルブ 53 は、上記のように、射出速度の減速開始までの比較的緩やかな閉動作、及び射出速度の減速開始からの比較的急激な閉動作を行う。また、各閉動作の速度は、湯量のばらつきによらずに概ね同等である。

【0191】

ただし、湯量が目標値よりも多く、相対的に早くプランジャ 23 が停止する場合においては、緩やかな閉動作から急激な閉動作への移行が早期に行われる。逆に、湯量が目標値よりも少なく、相対的に遅くプランジャ 23 が停止する場合においては、緩やかな閉動作から急激な閉動作への移行が遅くに行われる。これにより、切換バルブ 53 が全閉される時期がプランジャ 23 の停止時期に合わせて自動的に調整されている。

【0192】

図 10 及び図 11 に示すように、成形条件によって、切換バルブ 53 における開度の経時変化（波形）は異なることがある。ただし、いずれにせよ、切換バルブ 53 が自閉によって全閉される時期は、プランジャ 23 の停止時期に合わせて自動的に調整される。

【0193】

図 12 は、比較例に係る切換バルブの動作の他の例を示す模式図であり、図 10 及び図 11 と同様のものである。

【0194】

比較例に係る切換バルブは、例えば、自閉する機能を有しておらず、例えば、パイロット圧によって開閉が行われる。比較例は、実施形態の切換バルブ 53 において、第 2 条件が満たされたときに（プランジャ 23 が自閉準備位置に到達したときに）、図 5 及び図 8 を参照して説明した自閉がパイロット圧によって補助される状態ではなく、図 3 及び図 6 を参照して説明した強制閉じの状態とされた例と捉えられてもよい。

【0195】

図 12 の各種の線は、以下のように、図 10 の各種の線に対応している。L n 1 5 : L n 1 1、L n 1 6 : L n 1 2、L n 2 5 : L n 2 1、L n 2 6 : L n 2 2、L n 3 5 : L n 3 1、L n 3 6 : L n 3 2、L n 1 7 : L n 1 3、L n 2 7 : L n 2 3、L n 3 7 : L n 3 3。

【0196】

図 12 の 3 つのグラフの比較から理解されるように、比較例においては、湯量のばらつきによらず（別の観点ではプランジャ 23 の停止時期によらず）、一定の時期に切換バルブが全閉される。その結果、3 つのグラフ間で射出圧力の波形が大きく異なるものとなる。

【0197】

具体的には、例えば、まず、上段のグラフに示されているように、湯量が目標値に一致しているときは、切換バルブ（線 L n 1 7）の全閉の時期は、プランジャ 23 の停止時期（線 L p 2）に一致する。また、射出圧力（線 L n 1 6）は、意図した昇圧曲線を実現する。

【0198】

一方、例えば、中段のグラフに示されているように、湯量が多く、プランジャ 23 が早期に停止する場合においては、切換バルブ（線 L n 2 7）の全閉がプランジャ 23 の停止

10

20

30

40

50

(線 L p 3) に遅れる。その結果、ヘッド側室 3 1 h の圧力が速度アキュムレータ 4 3 A に逃げることを許容してしまい、射出圧力 (線 L n 2 6) が上昇しない (又は上昇が抑えられてしまう) 期間が生じる。

【 0 1 9 9 】

また、例えば、下段のグラフに示されているように、湯量が少なく、プランジャ 2 3 が遅くに停止する場合においては、切換バルブ (線 L n 3 7) の全閉がプランジャ 2 3 の停止 (線 L p 4) よりも早くに行われる。その結果、速度アキュムレータ 4 3 A からヘッド側室 3 1 h への作動液の供給が停止され、射出速度が急激に低下する。ひいては、プランジャ 2 3 が停止するまでに大きなタイムラグが生じてしまう。

【 0 2 0 0 】

一方、図 1 0 及び図 1 1 から理解されるように、本実施形態においては、切換バルブ 5 3 が全閉となる時期は、プランジャ 2 3 の停止時期に応じて自動的に調整されることから、変形例のような不都合は生じない。その結果、例えば、湯量のばらつきによらずに、所望の昇圧曲線を得ることが容易化される。

【 0 2 0 1 】

以上のとおり、本実施形態では、射出装置 9 は、成形材料を金型 1 0 1 内へ押し出すプランジャ 2 3 を駆動する射出シリンダ 2 7 と、液圧源としての速度アキュムレータ 4 3 A と、速度アキュムレータ 4 3 A と射出シリンダ 2 7 との間の作動液の流れを許容及び禁止する切換バルブ 5 3 と、切換バルブ 5 3 へのパイロット圧の供給を許容及び禁止するパイロット回路 5 5 と、を有している。切換バルブ 5 3 は、バルブ本体 7 1、閉止部品 5 9、及びパイロット部材 (バルブピストン 6 1) を有している。バルブ本体 7 1 は、速度アキュムレータ 4 3 A に通じている入口 6 3、及び射出シリンダ 2 7 (より詳細にはヘッド側室 3 1 h) に通じている出口 6 5 を有している。閉止部品 5 9 は、バルブ本体 7 1 内をその軸方向に、入口 6 3 に通じている入側室 7 1 i と、出口 6 5 に通じている出側室 7 1 o とに区画しており、バルブ本体 7 1 に対する入側室 7 1 i 側への移動によって入側室 7 1 i と出口 6 5 とを遮断し、バルブ本体 7 1 に対する出側室 7 1 o 側への移動によって入側室 7 1 i と出口 6 5 とを連通する。バルブピストン 6 1 は、閉止部品 5 9 の出側室 7 1 o 側の面 (より詳細には凹部 5 9 r の内面) とで、パイロット回路 5 5 に通じているパイロット室 7 7 を構成している。

【 0 2 0 2 】

従って、例えば、切換バルブ 5 3 は、速度アキュムレータ 4 3 A からの圧力によって開かれて速度アキュムレータ 4 3 A から射出シリンダ 2 7 への作動液の流れを許容している状態において、射出シリンダ 2 7 (ヘッド側室 3 1 h) の作動液の圧力上昇によって自閉可能である (図 8)。その結果、図 1 2 を参照して説明したような不都合の発生が抑制される。

【 0 2 0 3 】

さらに、切換バルブ 5 3 では、その自閉をパイロット圧によって補助することができる。その結果、例えば、ヘッド側室 3 1 h の圧力上昇に対する自閉の応答性が向上する。

【 0 2 0 4 】

ここで、ばねによって閉止部品 5 9 を入側室 7 1 i 側へ付勢して、自閉を補助することが考えられる。しかし、ばねの付勢力は閉止部品 5 9 に常に作用する。従って、速度アキュムレータ 4 3 A から射出シリンダ 2 7 へ大量の作動液を供給すべきときにも (例えば高速射出においても)、ばねの付勢力によって閉止部品 5 9 が入側室 7 1 i 側へ移動してしまい、切換バルブが全開とならないおそれがある。例えば、図 1 0 の開度 D 1 が維持される状態が高速射出の全体に亘って生じるおそれがある。

【 0 2 0 5 】

一方、パイロット圧によって自閉を補助する時期は任意に設定できる。従って、例えば、高速射出開始後の少なくとも一部において、パイロット室 7 7 にパイロット圧を供給しないことによって、切換バルブ 5 3 を全開にして、速度アキュムレータ 4 3 A から射出シリンダ 2 7 へ供給される作動液の流量を確保することができる。

10

20

30

40

50

【0206】

なお、本実施形態では、切換バルブ53にばねは設けられていないが、上記のような不都合が生じない程度の付勢力を発揮するばねが切換バルブ53に組み込まれていてもよい。

【0207】

また、閉止部品59の出側室71o側の面と、バルブピストン61とでパイロット室77が構成されていることから、閉止部品59は、パイロット圧によって駆動される部材によって付勢されるのではなく、パイロット圧によって直接的に付勢される。従って、例えば、他の部材の摺動抵抗によってパイロット圧が減じられて閉止部品59に伝わるのではなく、パイロット圧が直接に閉止部品59に伝わる。その結果、例えば、自閉に係る圧力の釣り合いの条件の予測及び設定等が容易である。

10

【0208】

また、本実施形態では、切換バルブ53は、バルブシリンダ73及びバルブピストン61を有している。バルブシリンダ73は、パイロット回路55に通じている閉用パイロットポート69を有しており、バルブ本体71に対して出側室71o側に直列に固定されている。バルブピストン61は、バルブシリンダ73内をその軸方向に、バルブ本体71側の開用室73oと、その反対側に位置しており、閉用パイロットポート69と通じている閉用室73cとに区画している。閉止部品59及びバルブピストン61の一方（本実施形態ではバルブピストン61）は、ロッド75を有している。ロッド75は、出側室71o及び開用室73oを通過しており、出側室71o及び開用室73oよりも小径で、閉止部品59及びバルブピストン61の他方（本実施形態では閉止部品59）との間にパイロット室77を構成している。バルブピストン61は、閉用室73cとパイロット室77とを連通している連通路79を有している。

20

【0209】

従って、例えば、切換バルブ53は、パイロット圧によって自閉を補助する動作だけでなく、パイロット圧によってバルブピストン61を閉止部品59側へ移動させ、入側室71iと出口65とを遮断する強制閉じ動作（図6）が可能である。別の観点では、後述する第2変形例（図14）との比較から理解されるように、強制閉じを行いたい場合において、パイロット室77に高い圧力のパイロット圧を導入する必要性が低減される。また、例えば、強制閉じに利用されるバルブピストン61及びバルブシリンダ73を利用して、パイロット室77の形成及びパイロット室77へのパイロット圧の導入が行われることから、構成が簡素である。

30

【0210】

また、本実施形態では、バルブピストン61は、ロッド75を有している。閉止部品59は、出側室71o側に凹部59rを有している。ロッド75は、先端側部分（先端部75c）が凹部59rに嵌合している。凹部59rの内面とロッド75の先端面とによってパイロット室77が構成されている。

【0211】

従って、例えば、閉止部品59にバルブピストン61のロッド75を挿入する簡単な構成で、出側室71oから隔離されたパイロット室77を構成することができる。また、例えば、後述する第1変形例（図13）との比較から理解されるように、パイロット室77の径（先端部75cの径）の設定と、開用室73oの断面積（根本部75aの径）の設定とを別個に行うことができる。

40

【0212】

また、本実施形態では、バルブピストン61の開用室73cにおける受圧面積（径d2参照）は、閉止部品59の入側室71i側における受圧面積（径d4及びd7参照）よりも大きい。

【0213】

従って、例えば、強制閉じ動作（図6）は、閉用室73cの圧力と、入側室71iの圧力とが同等の状態を実現できる。その結果、例えば、後述する第2変形例（図14）との

50

比較から理解されるように、入側室 7 1 i に作動液を供給する速度アキュムレータ 4 3 A の圧力を、そのまま（増圧することなく）、パイロット圧として利用することができる。

【 0 2 1 4 】

また、本実施形態では、バルブピストン 6 1 は、閉用室 7 3 c 側へ移動したときに、バルブシリンダ 7 3 の閉用室 7 3 c 側の端部に当接して、閉用室 7 3 c をその軸方向に交差する方向において、閉用パイロットポート 6 9 に通じている本体室 7 3 c a と、閉用パイロットポート 6 9 から隔離されている付加室 7 3 c b とに区画する当接部（突部 6 1 b ）を有している。

【 0 2 1 5 】

従って、既に説明したように、図 6 に示す強制閉じ状態においては、バルブピストン 6 1 の閉用室 7 3 c における受圧面積を相対的に大きくして、切換バルブ 5 3 を閉状態に維持する力を確保できる。その一方で、図 8 を参照して説明したパイロット圧によって自閉を補助している状態においては、バルブピストン 6 1 の閉用室 7 3 c における受圧面積を相対的に小さくして、バルブピストン 6 1 が閉止部品 5 9 側へ移動してしまうおそれを低減できる。

【 0 2 1 6 】

また、本実施形態では、切換バルブ 5 3 は、軸方向を水平方向として、速度アキュムレータ 4 3 A と射出シリンダ 2 7 との間に配置されている。従って、例えば、閉止部品 5 9 を出側室 7 1 o 側（又は入側室 7 1 i ）に移動させる力を小さくすることができる。ひいては、逆側へ閉止部品 5 9 を移動させる力も小さくできる。その結果、バルブピストン 6 1 等の構成を小さくすることができる。また、切換バルブ 5 3 を分解してメンテナンスすることが容易である。

【 0 2 1 7 】

また、別の観点では、本実施形態では、射出装置 9 は、射出シリンダ 2 7 と、液圧源としての速度アキュムレータ 4 3 A と、切換バルブ 5 3 と、パイロット回路 5 5 と、パイロット回路 5 5 を制御する制御装置 1 3 と、を有している。切換バルブ 5 3 は、バルブ本体 7 1 、閉止部品 5 9 、及びパイロット機構（バルブシリンダ 7 3 及びバルブピストン 6 1 ）を有している。パイロット機構（バルブシリンダ 7 3 及びバルブピストン 6 1 ）は、パイロット回路 5 5 からのパイロット圧による力を、出側室 7 1 o の圧力とは並列に、閉止部品 5 9 に対して出側室 7 1 o 側から付与する。制御装置 1 3 は、速度アキュムレータ 4 3 A から切換バルブ 5 3 を経由して射出シリンダ 2 7 へ作動液が供給されて射出が行われている状態で所定の条件（第 2 条件）が満たされたときにパイロット機構へのパイロット圧の導入をパイロット回路 5 5 に開始させる。上記の導入が開始されるパイロット圧によって閉止部品 5 9 に付与される力は、入側室 7 1 i の作動液が閉止部品 5 9 に付与する力よりも小さい。

【 0 2 1 8 】

従って、例えば、パイロット圧によって自閉を補助することができる。なお、この観点においては、必ずしもパイロット圧が閉止部品 5 9 の出側室 7 1 o 側の面に直接的に作用しなくてもよい。例えば、バルブピストン 6 1 のような部材が、強制閉じが行われない程度の力で、閉止部品 5 9 を押圧して、自閉が補助されてもよい。

【 0 2 1 9 】

（変形例）

以下、変形例に係る切換バルブについて説明する。以下の説明では、実施形態の構成と共通または類似する構成について、実施形態の構成に付した符号を用い、また、図示や説明を省略することがある。なお、実施形態の構成と対応（類似）する構成については、実施形態の構成と異なる符号を付した場合においても、特に断りがない点は、実施形態の構成と同様とされてよい。

【 0 2 2 0 】

（第 1 変形例）

図 1 3 は、第 1 変形例に係る切換バルブ 2 5 3 の構成を示す断面図である。図 1 3 は、

10

20

30

40

50

自閉した状態を示しており、実施形態の図 8 に対応している。

【 0 2 2 1 】

実施形態では、閉止部品 5 9 に凹部 5 9 r が形成され、バルブピストン 6 1 にロッド 7 5 が形成され、凹部 5 9 r にロッド 7 5 が嵌合することによってパイロット室 7 7 が構成された。これに対して、第 1 変形例では、バルブピストン 2 6 1 に凹部 2 6 1 r が形成され、閉止部品 2 5 9 にロッド 2 7 5 が形成され、凹部 2 6 1 r にロッド 2 7 5 が嵌合されることによってパイロット室 7 7 が構成されている。パイロット室 7 7 は、実施形態と同様に、バルブピストン 2 6 1 に形成された連通流路 2 7 9 によって閉用室 7 3 c と連通されている。このような構成によっても、第 1 実施形態と同様の種々の効果を奏することができる。

10

【 0 2 2 2 】

(第 2 変形例)

図 1 4 は、第 2 変形例に係る切換バルブ 3 5 3 の構成を示す断面図である。図 1 4 は、自閉した状態を示しており、実施形態の図 8 に対応している。

【 0 2 2 3 】

実施形態では、バルブ本体 7 1 に直列にバルブシリンダ 7 3 及びバルブピストン 6 1 が設けられ、バルブピストン 6 1 のロッド 7 5 が閉止部品 5 9 の凹部 5 9 r に挿通されることによってパイロット室 7 7 が構成された。これに対して、第 2 変形例では、バルブ本体 3 7 1 にロッド 3 7 5 が設けられ、ロッド 3 7 5 が凹部 5 9 r に挿通されることによってパイロット室 7 7 が構成されている。パイロット室 7 7 は、ロッド 3 7 5 に設けられた連通流路 3 7 9 によってパイロット回路 3 5 5 と接続されている。このような構成においても、例えば、実施形態と同様に、パイロット室 7 7 にパイロット圧を導入することによって、切換バルブ 3 5 3 の自閉を補助することができる。

20

【 0 2 2 4 】

ただし、切換バルブ 3 5 3 では、実施形態とは異なり、バルブシリンダ 7 3 及びバルブピストン 6 1 が設けられていないから、例えば、バルブピストン 6 1 によって閉止部品 5 9 を押圧して強制閉じ (図 6) を行うことができない。そこで、例えば、第 2 変形例では、パイロット回路 3 5 5 は、自閉を補助するための相対的に低いパイロット圧と、強制閉じを行うための相対的に高いパイロット圧とを選択的に切換バルブ 3 5 3 に供給可能に構成されている。

30

【 0 2 2 5 】

図示の例では、パイロット回路 3 5 5 は、速度アキュムレータ 4 3 A と連通流路 3 7 9 とを連通する流路を 2 つ有している。一方の流路は、速度アキュムレータ 4 3 A の圧力をそのまま連通流路 3 7 9 に付与するように構成されている。他方の流路には、速度アキュムレータ 4 3 A の圧力を増圧して連通流路 3 7 9 に付与するブースタ 3 8 7 が設けられている。ブースタ 3 8 7 は、例えば、射出シリンダ 2 7 の増圧シリンダ部 3 1 b 及び増圧ピストン 3 5 と同様の構成である。そして、速度アキュムレータ 4 3 A は、切換弁 3 8 9 によって 2 つの流路に対して選択的に接続される。

【 0 2 2 6 】

なお、以上の実施形態及び変形例において、ダイカストマシン 1 は成形機の一例である。溶湯は成形材料の一例である。速度アキュムレータ 4 3 A は液圧源の一例である。ロッド 7 5 (バルブピストン 6 1) 、ロッド 2 7 5 (閉止部品 2 5 9) 及びロッド 3 7 5 は、それぞれパイロット部材及びパイロット機構の一例である。閉用パイロットポート 6 9 はパイロットポートの一例である。突部 6 1 b は当接部の一例である。

40

【 0 2 2 7 】

本開示に係る技術は、以上の実施形態及び変形例に限定されず、種々の態様で実施されてよい。

【 0 2 2 8 】

成形機は、ダイカストマシンに限定されない。例えば、成形機は、他の金属成形機であってもよいし、樹脂を成形する射出成形機であってもよいし、木粉に熱可塑性樹脂等を混

50

合させた材料を成形する成形機であってもよい。成形材料は、液状のものに限定されず、ある程度の粘度を有するものであってもよい。例えば、金属材料は、固液共存金属（半凝固金属又は半溶融金属）であってもよい。

【0229】

また、成形機は、横型締横射出に限定されず、例えば、縦型締縦射出、横型締縦射出、縦型締横射出であってもよい。成形機がダイカストマシンである場合において、ダイカストマシンは、コールドチャンバマシンに限定されず、ホットチャンバマシンであってもよい。

【0230】

射出装置は、全液圧式のものに限定されない。例えば、射出装置は、低速射出において電動機によってプランジャを駆動し、その後、射出シリンダによって高速射出及び増圧を行うハイブリッド式のものであってもよい。また、全液圧式の射出装置において、低速射出は、アキュムレータからの作動液ではなく、ポンプからの作動液によって行われてもよい。

10

【0231】

射出シリンダは、増圧式のものに限定されず、実施形態の増圧シリンダ部31b及び増圧ピストン35を有さない、いわゆる単胴式の射出シリンダであってもよい。この場合であっても、例えば、速度アキュムレータからヘッド側室へ作動液を供給する状態から増圧アキュムレータからヘッド側室（31h）へ作動液を供給する状態に移行する構成において、切換バルブが利用可能である。また、増圧式の射出シリンダは、射出シリンダ部と増圧シリンダ部とが分離しているものであってもよい。

20

【0232】

射出シリンダが増圧式のものである場合において、速度アキュムレータ及び増圧アキュムレータが設けられずに、1つのみアキュムレータが設けられてもよい。そして、射出においては、前記1つのアキュムレータからヘッド側室（31h）へ作動液が供給され、増圧においては、前記1つのアキュムレータから後側室（31g）へ作動液が供給されてよい。この構成においても、切換バルブが利用可能である。

【0233】

パイロット圧は、射出時に射出シリンダのヘッド側室に作動液を送る液圧源（実施形態では速度アキュムレータ43A）以外の液圧源から付与される圧力であってもよい。例えば、パイロット圧は、ポンプからの圧力であってもよいし、パイロット圧に専用のアキュムレータからの圧力であってもよい。

30

【0234】

バルブシリンダ及びバルブピストンが設けられる場合において、バルブ本体とバルブシリンダとは分離されていてもよい。別の観点では、ロッド（75）は、バルブ本体とバルブシリンダとの間において外部に露出してもよい。

【0235】

実施形態及び第1変形例に例示した閉止部品及びバルブピストンの形状は一例に過ぎず、また、実施形態で例示した寸法の大小関係は必ずしも成り立つ必要は無い。例えば、バルブピストンの閉用室における受圧面積（ d_2^2 ）は、閉止部品の入側室における受圧面積（ $d_6^2 - d_7^2$ ）よりも大きくなってもよい。この場合であっても、第2変形例から理解されるように、自閉を補助するときのパイロット圧よりも大きいパイロット圧を閉用室に供給することによって、強制閉じを行うことができる。

40

【0236】

実施形態では、突部61bのテーパ面（当接部）が付加室73cbの本体室73ca側の開口周囲の角部に当接した。ただし、当接部の形状は、種々可能である。例えば、バルブピストンの端面に環状の突部を設け、その先端面を閉用室（73c）の平坦な端面に当接させて、バルブピストンの閉用室における受圧面の一部を閉用パイロットポート69から隔離してもよい。また、例えば、閉用室の端面に環状の突部を設けて、この突部の先端をバルブピストンの閉用室における平坦な受圧面に当接させ、突部の内側の付加室と、突

50

部の外側の本体室とに区画してもよい。また、例えば、閉用パイロットポート 6 9 をバルブシリンダの端面に開口させ、半径方向の中央側の本体室と、半径方向の外側の付加室とに閉用室を区画してもよいし、所定の直径の一方側と他方側とに閉用室を区画してもよい。

【 0 2 3 7 】

本開示に係るバルブは、射出装置及び成形機だけでなく、種々の液压装置または空圧装置に利用されてよい。

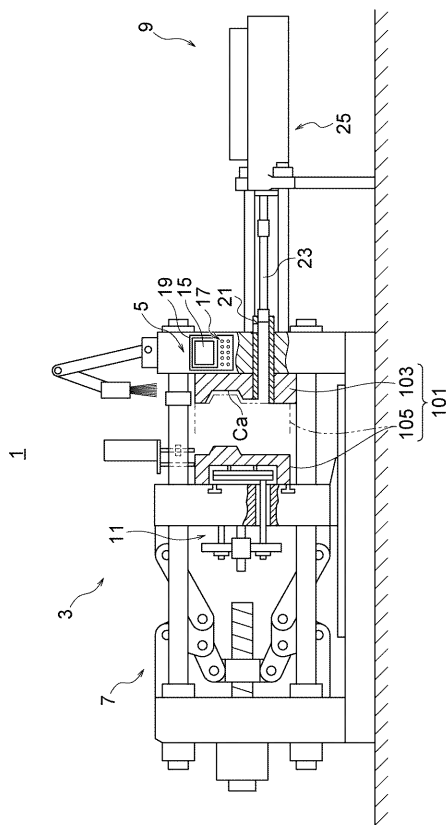
【符号の説明】

【 0 2 3 8 】

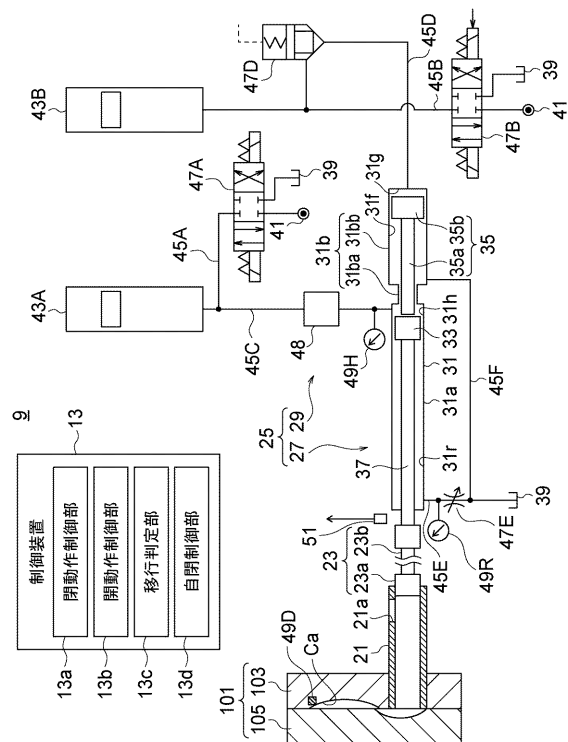
1 ... ダイカストマシン、9 ... 射出装置、27 ... 射出シリンダ、43A ... 速度アキュムレータ（液压源）、53 ... 切換バルブ、55 ... パイロット回路、57 ... バルブ本体、59 ... 閉止部品、61 ... バルブピストン（パイロット部材）、63 ... 入口、65 ... 出口、75 ... ロッド（パイロット部材）、77 ... パイロット室。

10

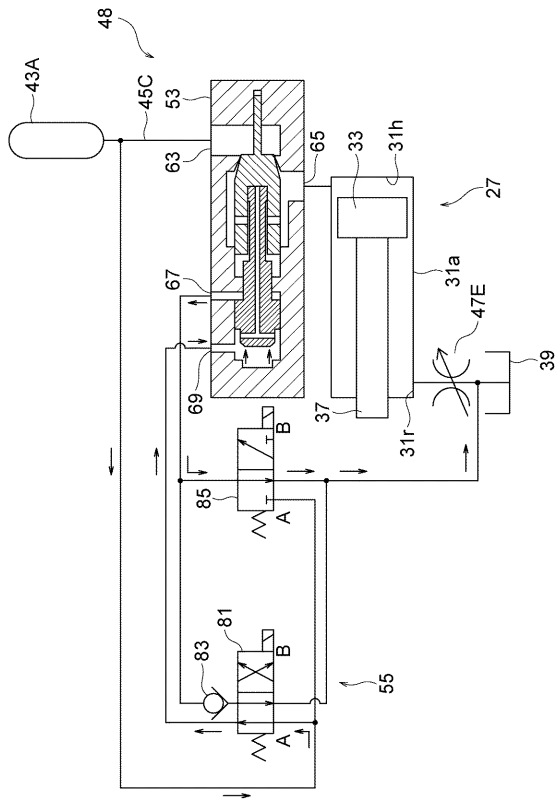
【図 1】



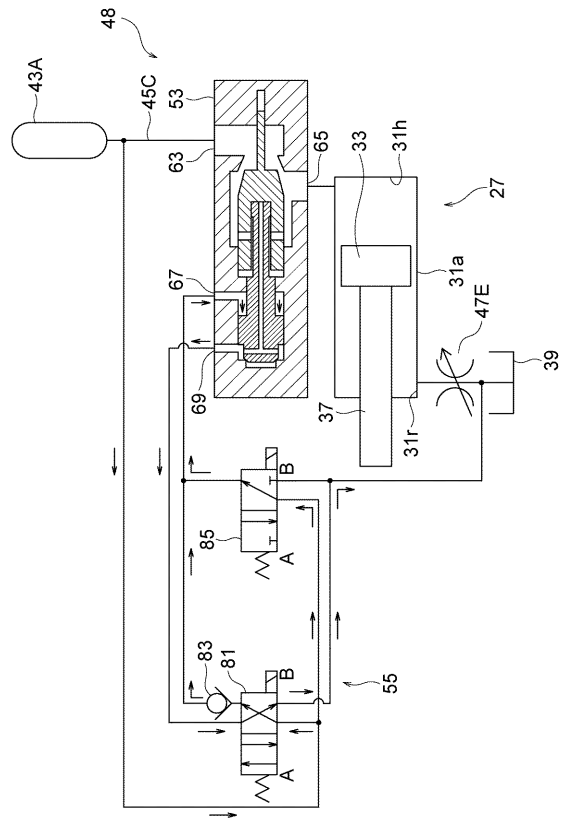
【図 2】



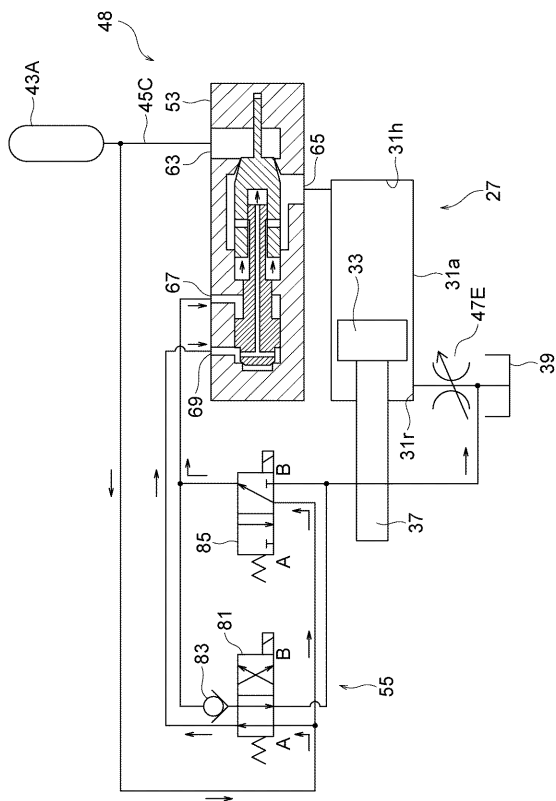
【 図 3 】



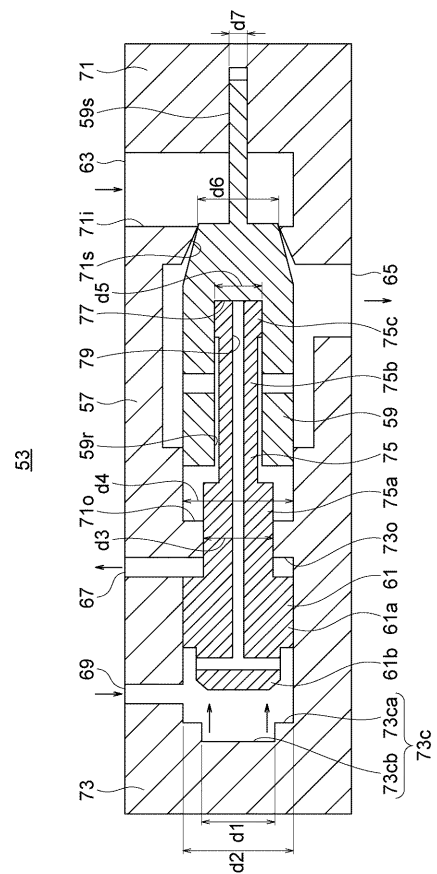
【 図 4 】



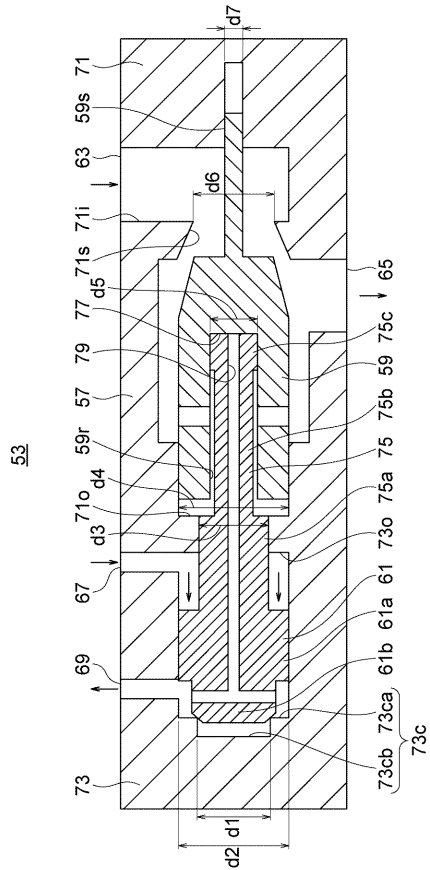
【 図 5 】



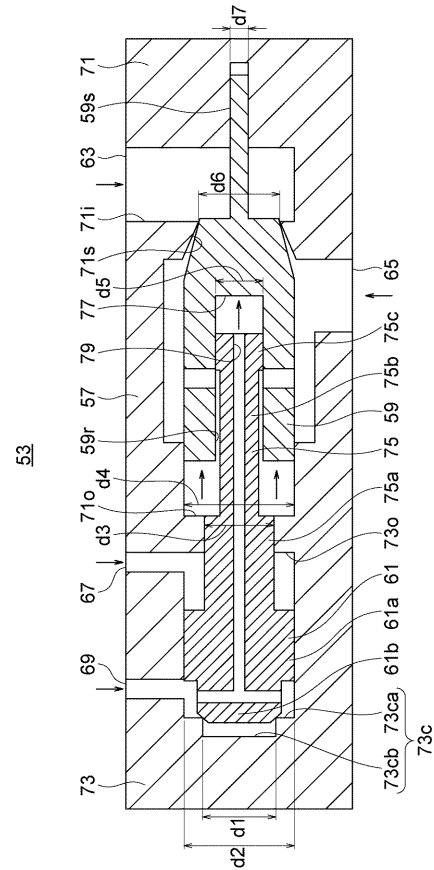
【 図 6 】



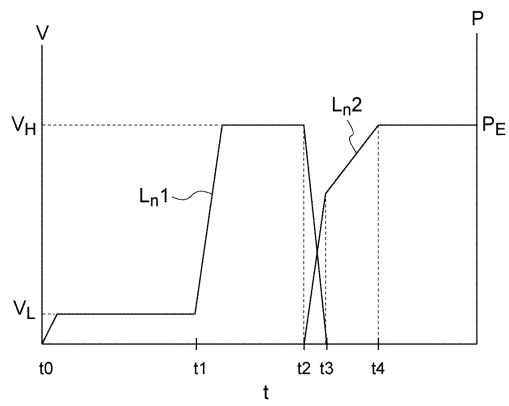
【図 7】



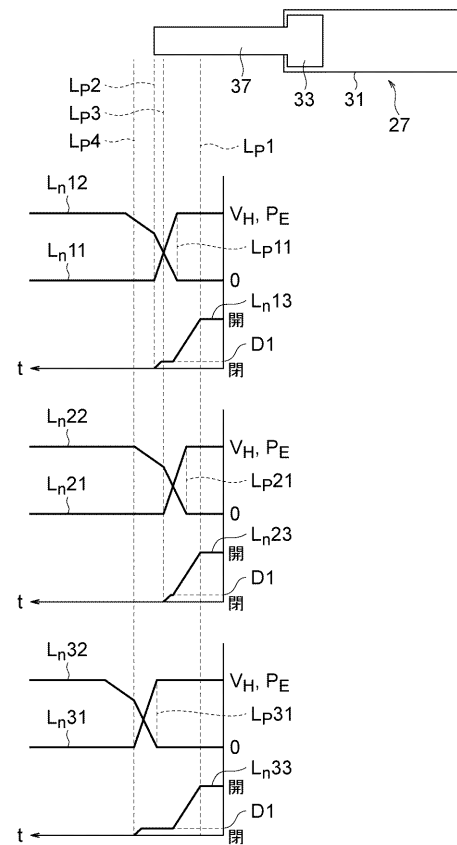
【図 8】



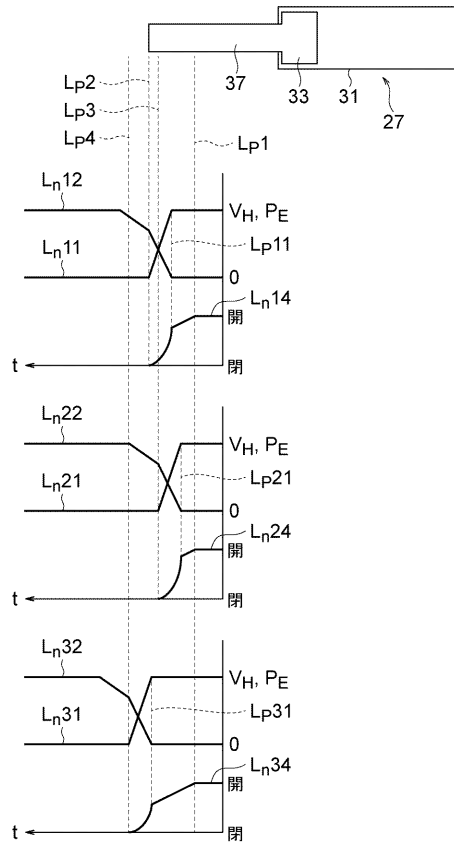
【図 9】



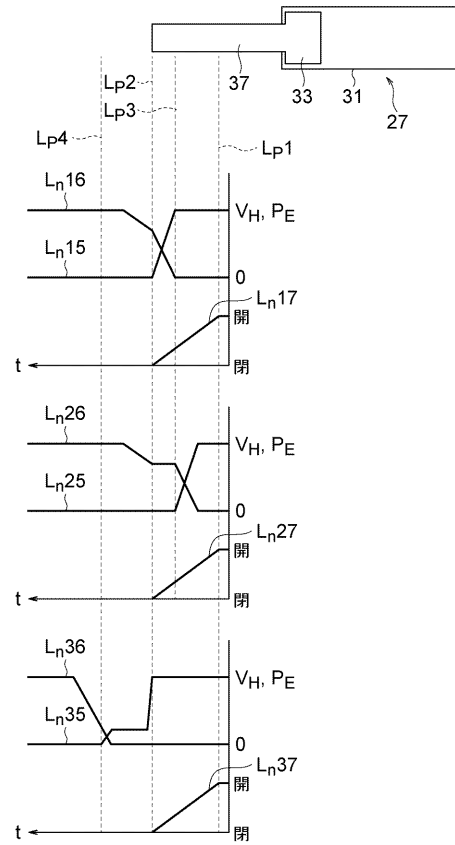
【図 10】



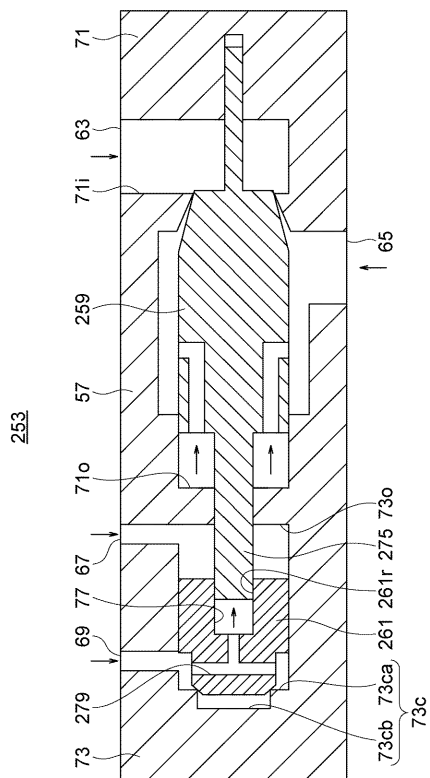
【図 1 1】



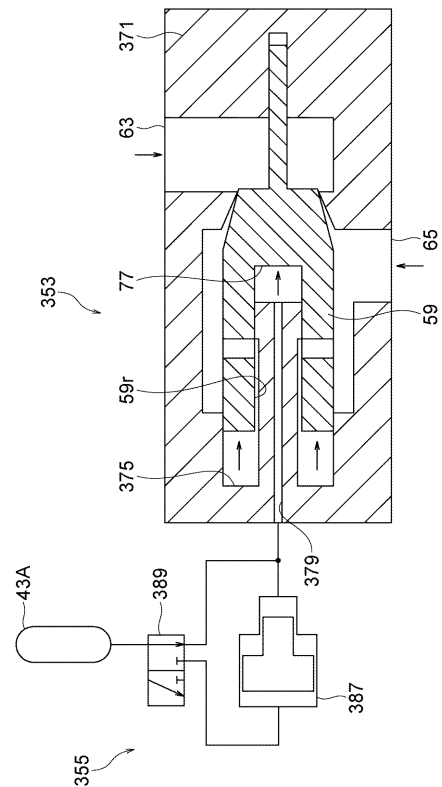
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 0 6 4 7 6 6 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 5 6 5 2 4 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 0 7 0 1 0 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 4 1 0 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 4 5 2 3 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 2 D 1 5 / 0 0 - 1 7 / 3 2