

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6784569号
(P6784569)

(45) 発行日 令和2年11月11日 (2020. 11. 11)

(24) 登録日 令和2年10月27日 (2020. 10. 27)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 2 D 17/20 (2006. 01)	B 2 2 D 17/20 G
B 2 2 D 17/32 (2006. 01)	B 2 2 D 17/32 H
B 2 9 C 45/53 (2006. 01)	B 2 9 C 45/53

請求項の数 9 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2016-211546 (P2016-211546)	(73) 特許権者	000003458
(22) 出願日	平成28年10月28日 (2016. 10. 28)		芝浦機械株式会社
(65) 公開番号	特開2018-69287 (P2018-69287A)		東京都千代田区内幸町2丁目2番2号
(43) 公開日	平成30年5月10日 (2018. 5. 10)	(74) 代理人	100135828
審査請求日	令和1年8月6日 (2019. 8. 6)		弁理士 飯島 康弘
		(72) 発明者	早瀬 一馬
			神奈川県座間市ひばりが丘四丁目2番1号 東芝機械株式会社内
		(72) 発明者	豊島 俊昭
			神奈川県座間市ひばりが丘四丁目2番1号 東芝機械株式会社内
		(72) 発明者	野田 三郎
			神奈川県座間市ひばりが丘四丁目2番1号 東芝機械株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出装置及び成形機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 電動機と、

第 2 電動機と、

前記第 1 電動機及び前記第 2 電動機の駆動力を射出プランジャに伝達する伝達機構と、

を有しており、

前記伝達機構は、

前記射出プランジャの後方にて前記射出プランジャに対して連結されている前側ピストンと、

前記前側ピストンを摺動可能に收容しており、前記前側ピストンの後側に、液体が満たされるヘッド側室を有しているとともに、前記前側ピストンの前側に、液体が満たされるロッド側室を有している第 1 シリンダ部材と、

前記第 1 電動機により流体圧機器を介さずに駆動されて前記ヘッド側室の液体を加圧し、これにより前記前側ピストンに前記第 1 電動機の駆動力を伝達する後側ピストンと、

前記第 2 電動機により流体圧機器を介さずに駆動されて前記ヘッド側室の液体を加圧する加圧部材と、を有している

射出装置。

【請求項 2】

前記伝達機構は、第 2 シリンダ部材を有しており、

前記第 2 シリンダ部材は、

10

20

____後退限に位置する前記前側ピストンよりも前方の位置にて前記第 1 シリンダ部材内に通じ、

____後退限よりも前方かつ前進限よりも後方に位置する前記前側ピストンよりも後方の位置にて前記第 1 シリンダ部材内に通じ、

前記加圧部材は、前記第 2 シリンダ部材内の液体を加圧することにより前記ヘッド側室の液体を加圧可能である

請求項 1 に記載の射出装置。

【請求項 3】

前記後側ピストンは、前記第 1 シリンダ部材内に摺動可能に收容され、前記ヘッド側室を挟んで前記前側ピストンの後方に位置しており、

10

前記第 1 シリンダ部材内において、前記後側ピストンの摺動可能範囲のうちの前方の一部は、前記前側ピストンの摺動可能範囲のうちの後方的一部分と重複している

請求項 2 に記載の射出装置。

【請求項 4】

前記伝達機構は、

____前記前側ピストンから前記ロッド側室を経由して前記ロッド側室の外部へ延び出て前記射出プランジャに連結される前側ロッドと、

前記後側ピストンの前記ヘッド側室の液体を加圧する側とは反対側に位置し、液体が満たされる後側室と、

前記後側ピストンから前記後側室を経由して前記後側室の外部へ延び出ており、その延び出た部分に前記第 1 電動機の駆動力が伝達される後側ロッドと、

20

前記ロッド側室と前記後側室とを連通する流路と、を有している

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の射出装置。

【請求項 5】

前記第 1 電動機及び前記第 2 電動機は回転式であり、

前記伝達機構は、

前記第 1 電動機の回転を並進運動に変換して前記後側ピストンに伝達する第 1 ねじ機構と、

前記第 2 電動機の回転を並進運動に変換して前記加圧部材に伝達する、前記第 1 ねじ機構に比較して大径かつ小リードの第 2 ねじ機構と、を更に有している

30

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の射出装置。

【請求項 6】

____前記伝達機構は、前記ロッド側室に通じるアキュムレータを有している

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の射出装置。

【請求項 7】

____前記伝達機構は、前記ロッド側室から排出される液体の流量を制御可能な流量制御弁を有している

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の射出装置。

【請求項 8】

____前記第 1 シリンダ部材は、

40

内径が軸方向において一定で前記前側ピストンが摺動する摺動部と、

前記ロッド側室に開口するポートと、

前記ポートと前記摺動部との間に位置しており、前記摺動部よりも内径が小さいクッション部と、を有しており、

前記前側ピストンは、

前記摺動部を摺動する本体部と、

前記本体部の前側に位置し、前記本体部よりも径が小さく、前記クッション部に対する挿入によって前記クッション部との隙間における前記摺動部から前記ポートへの流路断面積を前記ポートの断面積よりも小さくすることが可能な先端部と、を有している

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の射出装置。

50

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の射出装置と、
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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液状又は固液共存状態の成形材料を金型内に射出する射出装置及び当該射出装置を備えた成形機に関する。成形機は、例えば、ダイカストマシンやプラスチック射出成形機である。

10

【背景技術】

【0002】

近年、ダイカストマシンの射出装置を全電動化することが提案されている（例えば特許文献 1 ～ 5）。すなわち、成形材料を金型のキャピティに押し出すプランジャを、ポンプやアクチュレータの駆動力を用いずに電動機の駆動力により移動させる技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献 1】特開 2014 - 79763 号公報

【特許文献 2】特開 2015 - 199089 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 183966 号公報

【特許文献 4】特開 2014 - 210282 号公報

【特許文献 5】特開 2011 - 45914 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

電動機の駆動力によってプランジャを駆動する具体的な構造について、種々の提案がなされて技術の豊富化が図られることが好ましい。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様に係る射出装置は、第 1 電動機と、第 2 電動機と、前記第 1 電動機及び前記第 2 電動機の駆動力を射出プランジャに伝達する伝達機構と、を有しており、前記伝達機構は、前記射出プランジャの後方にて前記射出プランジャに対して連結されている前側ピストンと、前記前側ピストンを摺動可能に収容しており、前記前側ピストンの後側に、液体が満たされるヘッド側室を有しているとともに、前記前側ピストンの前側に、液体が満たされるロッド側室を有している第 1 シリンダ部材と、前記第 1 電動機により流体圧機器を介さずに駆動されて前記ヘッド側室の液体を加圧し、これにより前記前側ピストンに前記第 1 電動機の駆動力を伝達する後側ピストンと、前記第 2 電動機により流体圧機器を介さずに駆動されて前記ヘッド側室の液体を加圧する加圧部材と、を有している。

40

【0006】

好適には、前記伝達機構は、第 2 シリンダ部材を有しており、前記第 2 シリンダ部材は、後退限に位置する前記前側ピストンよりも前方の位置にて前記第 1 シリンダ部材内に通じ、後退限よりも前方かつ前進限よりも後方に位置する前記前側ピストンよりも後方の位置にて前記第 1 シリンダ部材内に通じ、前記加圧部材は、前記第 2 シリンダ部材内の液体を加圧することにより前記ヘッド側室の液体を加圧可能である。

【0007】

好適には、前記後側ピストンは、前記第 1 シリンダ部材内に摺動可能に収容され、前記ヘッド側室を挟んで前記前側ピストンの後方に位置しており、前記第 1 シリンダ部材内に

50

において、前記後側ピストンの摺動可能範囲のうちの前方の一部は、前記前側ピストンの摺動可能範囲のうちの後方の一部と重複している。

【0008】

好適には、前記伝達機構は、前記前側ピストンから前記ロッド側室を経由して前記ロッド側室の外部へ延び出て前記射出プランジャに連結される前側ロッドと、前記後側ピストンの前記ヘッド側室の液体を加圧する側とは反対側に位置し、液体が満たされる後側室と、前記後側ピストンから前記後側室を経由して前記後側室の外部へ延び出ており、その延び出た部分に前記第1電動機の駆動力が伝達される後側ロッドと、前記ロッド側室と前記後側室とを連通する流路と、を有している。

【0009】

好適には、前記第1電動機及び前記第2電動機は回転式であり、前記伝達機構は、前記第1電動機の回転を並進運動に変換して前記後側ピストンに伝達する第1ねじ機構と、前記第2電動機の回転を並進運動に変換して前記加圧部材に伝達する、前記第1ねじ機構と比較して大径かつ小リードの第2ねじ機構と、を更に有している。

【0010】

好適には、前記伝達機構は、前記ロッド側室に通じるアキュムレータを有している。

【0011】

好適には、前記伝達機構は、前記ロッド側室から排出される液体の流量を制御可能な流量制御弁を有している。

【0012】

好適には、前記第1シリンダ部材は、内径が軸方向において一定で前記前側ピストンが摺動する摺動部と、前記ロッド側室に開口するポートと、前記ポートと前記摺動部との間に位置しており、前記摺動部よりも内径が小さいクッション部と、を有しており、前記前側ピストンは、前記摺動部を摺動する本体部と、前記本体部の前側に位置し、前記本体部よりも径が小さく、前記クッション部に対する挿入によって前記クッション部との隙間における前記摺動部から前記ポートへの流路断面積を前記ポートの断面積よりも小さくすることが可能な先端部と、を有している。

【0013】

本発明に一態様に係る成形機は、上記の射出装置と、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。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、電動機によって好適にプランジャを駆動することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態に係る射出装置を有するダイカストマシンの要部構成を示す模式図。

【図2】図1の射出装置の要部構成を示す模式的な断面図。

【図3】図1の射出装置の動作を説明するためのタイミングチャート。

【図4】図4(a)～図4(c)は変形例を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0016】

(ダイカストマシンの全体構成)

図1は、本発明の第1実施形態に係るダイカストマシン1の要部の構成を示す、一部に断面図を含む側面図である。

【0017】

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)を金型101内(キャピティCa等の空間。以下同様。)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)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。なお、溶湯に代えて、固液共存金属を用いることも可能であ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 1 8 】

金型 1 0 1 は、例えば、固定金型 1 0 3 及び移動金型 1 0 5 を含んでいる。本実施形態の説明では、便宜上、固定金型 1 0 3 又は移動金型 1 0 5 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 1 0 3 及び移動金型 1 0 5 には、中子などが組み合わされてもよい。

【 0 0 1 9 】

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部 3 と、マシン本体部 3 の動作を制御する制御ユニット 5 とを有している。

10

【 0 0 2 0 】

マシン本体部 3 は、例えば、金型 1 0 1 の開閉及び型締めを行う型締装置 7 と、金型 1 0 1 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 1 0 3 又は移動金型 1 0 5 (図 1 では移動金型 1 0 5) から押し出す押出装置 1 1 とを有している。マシン本体部 3 において、射出装置 9 以外の構成 (例えば型締装置 7 及び押出装置 1 1 の構成) は、基本的には (例えば射出装置 9 の取付けに係る部分を除いて) 、公知の種々の構成と同様とされてよい。

【 0 0 2 1 】

成形サイクルにおいて、型締装置 7 は、移動金型 1 0 5 を固定金型 1 0 3 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 1 0 1 に付与して型締めを行う。型締めされた金型 1 0 1 内には成形品と同一形状のキャビティ C a が構成される。射出装置 9 は、そのキャビティ C a へ溶湯を射出・充填する。キャビティ C a に充填された溶湯は、金型 1 0 1 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 1 0 5 を固定金型 1 0 3 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 1 1 は、移動金型 1 0 5 から成形品を押し出す。

20

【 0 0 2 2 】

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 1 3 (図 2 参照) と、画像を表示する表示装置 1 5 と、オペレータの入力操作を受け付ける入力装置 1 7 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 1 9 とを有している。

30

【 0 0 2 3 】

制御装置 1 3 (図 2 参照) は、例えば、不図示の制御盤及び操作部 1 9 に設けられている。制御装置 1 3 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 1 3 は、型締装置 7、射出装置 9 及び押出装置 1 1 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。

【 0 0 2 4 】

表示装置 1 5 及び入力装置 1 7 は、例えば、操作部 1 9 に設けられている。操作部 1 9 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 1 5 は、例えば、液晶表示ディスプレイ乃至は有機 E L 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 1 7 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。

40

【 0 0 2 5 】

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 の制御ユニットとして捉えられてよい。

【 0 0 2 6 】

(射出装置の構成)

射出装置 9 は、例えば、金型 1 0 1 内に通じるスリーブ 2 1 と、スリーブ 2 1 内を摺動可能なプランジャ 2 3 と、プランジャ 2 3 を駆動する射出駆動部 2 5 とを有している。な

50

お、射出装置 9 の説明においては、金型 101 側（図 1 の紙面左側）を前方、その反対側を後方ということがある。

【0027】

スリーブ 21 は、例えば、固定金型 103 に連結された筒状部材であり、上面には溶湯をスリーブ 21 内に受け入れるための供給口 21a が開口している。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、先端がプランジャチップ 23a に固定されたプランジャロッド 23b とを有している。

【0028】

型締装置 7 による金型 101 の型締めが完了すると、不図示の給湯装置によって 1 ショット分の溶湯が供給口 21a からスリーブ 21 内へ注がれる。そして、プランジャ 23 が図示の位置からスリーブ 21 内を前方へ摺動することにより、スリーブ 21 内の溶湯が金型 101 内に押し出される（射出される）。

【0029】

（射出駆動部の概略構成）

図 2 は、射出装置 9（射出駆動部 25）の具体的な構成を示す模式図である。図 2 は、基本的に側方から見た図となっているが、図示の都合上、一部（例えば液圧系）はこの限りではない。また、図 2 は適宜に断面図を含んでいる。図 2 の紙面中央の図は、射出開始前の状態を示しており、図 2 の紙面右下の図は、射出駆動部 25 の一部について増圧時の状態を示している。

【0030】

射出装置 9 は、いわゆる全電動式の射出装置として構成されている。すなわち、射出装置 9 は、射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 を有しており、プランジャ 23 は、基本的に、射出の全工程に亘って射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 の駆動力によって駆動され、ポンプやアキュムレータ等の油圧機器の駆動力によっては駆動されない。

【0031】

射出用電動機 27 は、主として、低速射出及び高速射出（狭義の射出）に利用されるものであり、増圧用電動機 29 は、主として増圧に利用されるものである。射出装置 9 は、射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 の駆動力をプランジャ 23 に伝達し、かつ使用する電動機を工程の進行に応じて切り換えるために、プランジャ 23 とこれら電動機との間に介在する統合伝達機構 31 を有している。

【0032】

統合伝達機構 31 は、プランジャ 23 に連結され、射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 の駆動力のプランジャ 23 への伝達、及び使用する電動機の切換えに寄与するシリンダ機構 33 と、射出用電動機 27 の駆動力をシリンダ機構 33 へ伝達するための射出用伝達機構 35 と、増圧用電動機 29 の駆動力をシリンダ機構 33 へ伝達するための増圧用伝達機構 37 とを有している。

【0033】

（電動機）

電動機の台数は、適宜に設定されてよい。本実施形態の説明では、2 つの射出用電動機 27 と 1 つの増圧用電動機 29 とが設けられる態様を例に取る。

【0034】

射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 は、例えば、回転式の電動機により構成されており、特に図示しないが、界磁及び電機子の一方を構成するステータと、界磁及び電機子の他方を構成し、ステータに対して回転するロータとを有している。なお、これらの電動機は、適宜な形式のものとされてよく、例えば、直流電動機であってもよいし、交流電動機であってもよいし、同期電動機であってもよいし、誘導電動機であってもよい。

【0035】

射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 は、例えば、サーボモータとして構成されている。すなわち、射出用電動機 27 は、その回転を検出する回転センサ 27s を有し、回転センサ 27s の検出値に基づいて、不図示のサーボドライバにより回転数のフィードバッ

10

20

30

40

50

ク制御がなされる。同様に、増圧用電動機 29 は、その回転を検出する回転センサ 29s を有し、回転センサ 29s の検出値に基づいて、不図示のサーボドライバにより回転数のフィードバック制御がなされる。射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 の回転センサは、例えば、回転量に応じた数のパルスを出力するエンコーダである。

【0036】

また、増圧用電動機 29 のサーボドライバは、例えば、増圧用電動機 29 に流れる電流を検出し、その検出値に基づいてトルクのフィードバック制御を行うことが可能である。射出用電動機 27 のサーボドライバも、そのようなトルクのフィードバック制御が可能であってもよい。

【0037】

10

射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29（特に射出用電動機 27）は、低慣性電動機により構成されていることが好ましい。すなわち、これら電動機は、定格トルクに対してロータのイナーシャが相対的に小さい電動機により構成されていることが好ましい。なお、低慣性電動機は、そのカタログ乃至は仕様書などにおいて、低慣性電動機である旨が記載されていることが多く、当該記載に基づいて低慣性電動機であるか否かを特定可能である。一般に、低慣性電動機は、ロータ径をロータの軸方向長さに対して相対的に小さくして構成されている。ただし、磁石材料、ロータ径、鉄心形状及び積厚等を最適化することにより低慣性を実現されたものも知られている。

【0038】

射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 の配置は適宜に設定されてよい。例えば、射出用電動機 27 は、シリンダ機構 33 に対して並列に配置されている。より具体的には、例えば、射出用電動機 27 は、その出力軸 27a を前方へ向けている。増圧用電動機 29 は、シリンダ機構 33 に対して交差（例えば直交）するように配置されている。より具体的には、例えば、増圧用電動機 29 は、その出力軸 29a をシリンダ機構 33 側へ向けている。

20

【0039】

また、例えば、射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 のシリンダ機構 33 の軸回りの絶対的な位置及び両電動機同士の相対位置は適宜に設定されてよい。例えば、2つの射出用電動機 27 は、平面視又は側面視においてシリンダ機構 33 に対して概ね対称に配置されている。より好ましくは、両者はシリンダ機構 33 を対称軸として 180° 回転対称となるように配置されている。増圧用電動機 29 は、シリンダ機構 33 の軸回りにおいて、2つの射出用電動機 27 の間に配置されてもよいし、一の射出用電動機 27 の位置と同じ位置に配置されてもよい。

30

【0040】

（シリンダ機構）

シリンダ機構 33 は、概して言えば、シリンダ部材と、その内部を摺動する複数のピストンとを含んでいる。そして、電動機の駆動力を、シリンダ部材内の液体（例えば油）を介して、プランジャ 23 に連結されているピストン（41）に伝達する。ただし、シリンダ機構 33 は、一般的な射出シリンダとは異なり、ポンプやアキュムレータによってシリンダ部材内に作動液が供給されてピストンが駆動されるのではなく、一のピストンに伝達された駆動力をシリンダ部材内の液体によって他のピストンへ伝達するクローズドタイプの流体継手として機能する。具体的には、以下のとおりである。

40

【0041】

（シリンダ機構のうち射出及び増圧に共通して利用される部分）

シリンダ機構 33 は、例えば、射出用シリンダ部材 39 と、射出用シリンダ部材 39 に摺動可能に収容されている前側ピストン 41 と、前側ピストン 41 に固定されており、射出用シリンダ部材 39 から前側ピストン 41 の移動方向の一方側（前方）へ延び出ている前側ロッド 43 と、を有している。

【0042】

射出用シリンダ部材 39 のうち前側部分、並びに前側ピストン 41 及び前側ロッド 43

50

の構成は、一般的な射出シリンダのものと同様とされてよい。例えば、前側ピストン 4 1 は、概ね円柱状である。前側ロッド 4 3 は、概ね断面円形であり、概ね一定の断面形状で延びている。射出用シリンダ部材 3 9 の内部は、前側ピストン 4 1 によって、前側ロッド 4 3 が延び出る側のロッド側室 3 9 r と、その反対側のヘッド側室 3 9 h とに区画されている。これら 2 つのシリンダ室には、液体が満たされている。

【0043】

そして、射出用シリンダ部材 3 9 は、プランジャ 2 3 に対して同軸的に配置されている。前側ロッド 4 3 は、カップリング 4 9 を介してプランジャ 2 3 の後端に同軸に連結されている。射出用シリンダ部材 3 9 は、固定的（移動不可能）に設けられている。例えば、射出用シリンダ部材 3 9 は、型締装置 7 の、固定金型 1 0 3 を保持している固定ダイブレード（符号省略）に固定されたフレーム 5 1 に固定されている。

10

【0044】

従って、前側ピストン 4 1 が射出用シリンダ部材 3 9 に対して前後方向に移動することによって、プランジャ 2 3 は前後方向に移動する。あるいは、ヘッド側室 3 9 h の圧力を上昇させることによって、プランジャ 2 3 からキャピティ C a 内の溶湯に圧力を付与することができる。

【0045】

（シリンダ機構のうち射出に利用される部分）

シリンダ機構 3 3 は、射出用シリンダ部材 3 9 内において前側ピストン 4 1 の背後に位置する後側ピストン 4 4 と、後側ピストン 4 4 に固定されており、射出用シリンダ部材 3 9 から前側ピストン 4 1 とは反対側（後方）へ延び出ている後側ロッド 4 5 と、を有している。

20

【0046】

後側ピストン 4 4 は、前側ピストン 4 1 と同様に、射出用シリンダ部材 3 9 を摺動可能に収容されている。射出用シリンダ部材 3 9 の内部は、後側ピストン 4 4 によって、前側ピストン 4 1 側のヘッド側室 3 9 h と、ヘッド側室 3 9 h とは反対側（後方）の後側室 3 9 a とに区画されている。ヘッド側室 3 9 h は、前側ピストン 4 1 と後側ピストン 4 4 とに挟まれて基本的に密閉されている。

【0047】

従って、射出用電動機 2 7 の駆動力によって後側ピストン 4 4 を前進させると、その駆動力がヘッド側室 3 9 h の液体を介して前側ピストン 4 1 に伝達され、前側ピストン 4 1 が前進する。すなわち、射出用電動機 2 7 の駆動力によってプランジャ 2 3 を前進させて射出を行うことができる。

30

【0048】

この際、前側ピストン 4 1 と後側ピストン 4 4 との距離 L（ヘッド側室 3 9 h の長さ）は、基本的には、一定に保たれる。通常の液圧シリンダにおいては、本実施形態とは異なり、ヘッド側室 3 9 h に作動液が供給されて前側ピストン 4 1 が駆動されるから、ヘッド側室 3 9 h の長さは変化し、当該長さは、最大で（前側ピストン 4 1 が前進限に到達したとき）概ね前側ピストン 4 1 のストローク（後退限から前進限までの移動量）と同等となる。本実施形態では、ヘッド側室 3 9 h の長さ（距離 L）は、前側ピストン 4 1 のストローク未満とすることが可能であり、例えば、前側ピストン 4 1 のストロークの半分以下又は 1 / 3 以下である。

40

【0049】

上記の距離 L を前側ピストン 4 1 のストローク未満とすることに関連して、後側ピストン 4 4 が射出用シリンダ部材 3 9 を摺動可能な範囲の前方側の一部は、前側ピストン 4 1 が射出用シリンダ部材 3 9 を摺動可能な範囲の後方側の一部と重複している。すなわち、後側ピストン 4 4 の前進限は、前側ピストン 4 1 の後退限よりも前方に位置している。

【0050】

なお、ここでいう前進限及び後退限は、例えば、ストoppaがピストンに当接して移動が規制されるときに位置のように、機械的な条件によって規定されるものをいう。また、前

50

側ピストン４１及び後側ピストン４４の摺動可能範囲が互いに重複しているか否かを判定するとき、前進限及び後退限に代えて、実際の成形サイクルにおける停止位置（制御装置１３による制御又はピスケット厚等の運用上の条件によって規定されるもの）に着目してもよい。

【００５１】

前側ピストン４１の後退限は、適宜に規定されてよい。例えば、前側ピストン４１に固定的な部材（例えば前側ロッド４３）のうち、射出用シリンダ部材３９の外部に位置する部分に設けられた不図示の被係合部が、射出用シリンダ部材３９又は射出用シリンダ部材３９に固定的な部材（例えばフレーム５１）に設けられた係合部（例えば射出用シリンダ部材３９部材の前端面）に対して前方から後方へ係合することによって、前側ピストン４１の後退限が規定されてよい。

10

【００５２】

同様に、後側ピストン４４の前進限は、適宜に規定されてよい。例えば、後側ピストン４４に固定的な部材（例えば後側ロッド４５）のうち、射出用シリンダ部材３９の外部に位置する部分に設けられた不図示の被係合部が、射出用シリンダ部材３９又は射出用シリンダ部材３９に固定的な部材に設けられた係合部（例えば射出用シリンダ部材３９の後端面）に対して後方から前方へ係合することによって、後側ピストン４４の前進限が規定されてよい。

【００５３】

なお、前側ピストン４１の前進限及び後側ピストン４４の後退限は、例えば、通常の液圧シリンダにおけるピストンの前進限及び後退限と同様に規定されてよい。例えば、前側ピストン４１の前進限は、前側ピストン４１が射出用シリンダ部材３９内に設けられたストッパ（例えば射出用シリンダ部材３９の前方内面）に当接することによって規定されてよい。後側ピストン４４の後退限は、後側ピストン４４が射出用シリンダ部材３９内に設けられたストッパ（例えば射出用シリンダ部材３９の後方内面）に当接することによって規定されてよい。

20

【００５４】

距離Ｌは、例えば、後退限に位置する前側ピストン４１の位置と、後退限に位置する後側ピストン４４との距離である。ただし、これよりも距離Ｌが長くなるようにヘッド側室３９ｈに液体を供給して運用してもよい（成形サイクルにおいて前側ピストン４１が後退限に到達しないように運用してもよい。）。

30

【００５５】

後側ピストン４４は、ヘッド側室３９ｈの後方を密閉して射出用シリンダ部材３９を摺動するものであるから、その断面形状及び径は、前側ピストン４１の断面形状（例えば円形）及び径と同様である。それ以外の構成（例えば、軸方向の寸法、材質及びシール部材（Ｏリング等）の配置）は、前側ピストン４１の構成と同一であってもよいし、異なってもよい。

【００５６】

後側ロッド４５は、後側ピストン４４と同軸的に設けられており、射出用シリンダ部材３９の後端面から後方へ延び出ている。従って、射出用電動機２７の駆動力を後側ロッド４５に伝達して後側ロッド４５を軸方向へ駆動することによって、後側ピストン４４を駆動することができ、ひいては、プランジャ２３を前進させることができる。

40

【００５７】

後側ロッド４５は、例えば、前側ロッド４３と同様に、概ね断面円形であり、概ね一定の断面形状で延びている。後側ロッド４５の断面積（径）は、射出用シリンダ部材３９の断面積（径）よりも小さい限り、適宜に設定されてよく、例えば、前側ロッド４３の断面積（径）よりも小さくてもよいし、同様でもよいし、大きくてもよい。図示の態様では、後側ロッド４５の断面積は、前側ロッド４３の断面積に対して同等であり、以下では、基本的に、この態様に基づいて説明する。

【００５８】

50

(シリンダ機構のうち増圧に利用される部分)

シリンダ機構 3 3 は、射出用シリンダ部材 3 9 に通じる増圧用シリンダ部材 4 6 と、増圧用シリンダ部材 4 6 に摺動可能に収容された加圧部材 4 7 とを有している。

【 0 0 5 9 】

増圧用シリンダ部材 4 6 の内部は、ピストン状の加圧部材 4 7 によって、射出用シリンダ部材 3 9 内に通じる接続側室 4 6 a (図 2 の紙面右下の図では容積は略 0 であるので符号省略) と、非接続側室 4 6 b (図 2 の紙面中央の図では容積は略 0 であるので符号省略) とに区画されている。接続側室 4 6 a には液体が満たされている。非接続側室 4 6 b は、例えば、大気開放されている。なお、非接続側室 4 6 b には、潤滑に寄与する油が少量蓄えられていてもよい。

10

【 0 0 6 0 】

接続側室 4 6 a は、図 2 の右下に示すように、少なくとも前側ピストン 4 1 が所定の距離以上前進した状態において、ヘッド側室 3 9 h に通じる。従って、この状態で、増圧用電動機 2 9 の駆動力によって加圧部材 4 7 を接続側室 4 6 a 側へ前進させることによって、ヘッド側室 3 9 h の圧力を上昇させ、ひいては、プランジャ 2 3 が溶湯に付与する圧力を上昇させることができる。すなわち、増圧用電動機 2 9 の駆動力によって増圧を行うことができる。なお、加圧部材 4 7 が前進して接続側室 4 6 a の液体がヘッド側室 3 9 h に流れ込むことにより、前側ピストン 4 1 と後側ピストン 4 4 との距離 (ヘッド側室 3 9 h の長さ) は、 L から $L + \Delta L$ となる。

【 0 0 6 1 】

20

接続側室 4 6 a は、例えば、後退限に位置する前側ピストン 4 1 よりも前方であって、後退限よりも前方かつ前進限よりも後方に位置する (前進限から所定の余裕量で後方に位置する) 前側ピストン 4 1 よりも後方の位置にて射出用シリンダ部材 3 9 内に通じている。従って、接続側室 4 6 a は、前側ピストン 4 1 が後退限に位置しているときにはロッド側室 3 9 r に通じ、前側ピストン 4 1 が後退限から所定の距離以上前進したときにヘッド側室 3 9 h に通じる。

【 0 0 6 2 】

このようにすることによって、例えば、常に (前側ピストン 4 1 の位置に関わらずに) 接続側室 4 6 a がヘッド側室 3 9 h に接続される構成 (この構成も本願発明に含まれる。) とは異なり、ヘッド側室 3 9 h の長さ (距離 L) を短くし、かつヘッド側室 3 9 h を移動させることができる。ひいては、後側ピストン 4 4 を前側ピストン 4 1 の摺動範囲まで摺動させることが可能となる。別の観点では、距離 L を短くした構成において、加圧部材 4 7 によるヘッド側室 3 9 h の加圧が実現される。

30

【 0 0 6 3 】

なお、前進限及び後退限は、既に述べたように、機械的な条件から規定されるものである。ただし、前側ピストン 4 1 の前進前に接続側室 4 6 a とロッド側室 3 9 r とが通じ、かつ前側ピストン 4 1 がある程度前進した後に接続側室 4 6 a とヘッド側室 3 9 h とが通じる構成であるか否かの判定に際して、実際の成形サイクルにおける前側ピストン 4 1 等の停止位置に着目してもよい。

【 0 0 6 4 】

40

また、「前側ピストン 4 1 よりも後方の位置にて射出用シリンダ部材 3 9 内に通じる」という場合、接続側室 4 6 a と射出用シリンダ部材 3 9 内とを連通するために射出用シリンダ部材 3 9 の内面に開口する開口 4 6 c の少なくとも一部がヘッド側室 3 9 h に通じていればよい。例えば、開口 4 6 c のうち、前方 (紙面左側) の一部が前側ピストン 4 1 の後側部分によって塞がれたり、及び / 又は後方 (紙面右側) の一部が後側ピストン 4 4 の前側部分によって塞がれたりしてもよい。同様に、「前側ピストン 4 1 よりも前方となる位置にて射出用シリンダ部材 3 9 内に通じる」という場合も、開口 4 6 c の全部がロッド側室 3 9 r に通じていることを要しない。

【 0 0 6 5 】

ただし、前側ピストン 4 1 と射出用シリンダ部材 3 9 との間の液体の漏れを低減する等

50

の観点からは、開口 4 6 c の全部がヘッド側室 3 9 h (又はロッド側室 3 9 r)に通じることが好ましい。また、このことから、距離 L は、開口 4 6 c の紙面左右方向の径以上であることが好ましい。

【0066】

加圧部材 4 7 によって接続側室 4 6 a を介してヘッド側室 3 9 h の液体を加圧することから、接続側室 4 6 a とヘッド側室 3 9 h との連通は、前側ピストン 4 1 が前進限に到達する前(前進限から所定の余裕量で後方に位置するとき)に実現される必要がある。この余裕量は、後述の動作の説明から理解されるように、前側ピストン 4 1 の前進限とプランジャ 2 3 が停止したときの前側ピストン 4 1 の位置(想定される位置)との差、加圧部材 4 7 の前進を開始してからプランジャ 2 3 が停止するまでの距離(想定される距離)、及び/又は加圧部材 4 7 を後退限から前進限まで移動させることによる前側ピストン 4 1 の移動量(ΔL)等を考慮して、適宜に設定されてよい。

10

【0067】

増圧用シリンダ部材 4 6 は、例えば、射出用シリンダ部材 3 9 に対して交差(例えば直交)するように配置され、また、射出用シリンダ部材 3 9 と直接的に連結されている。ただし、増圧用シリンダ部材 4 6 は、適宜な流路(別の観点では増圧用シリンダ部材 4 6 の断面積よりも断面積が小さい部分)を介して射出用シリンダ部材 3 9 に通じていてもよいし、射出用シリンダ部材 3 9 に対して並列に配置されていてもよい。

【0068】

加圧部材 4 7 は、例えば、概ね円柱状であり、その断面積は、前側ピストン 4 1 の断面積に対して、大きくてもよいし、同等でよいし、小さくてもよい。増圧用電動機 2 9 の負担を軽減する観点からは、加圧部材 4 7 の断面積は、前側ピストン 4 1 の断面積よりも小さいことが好ましい。

20

【0069】

加圧部材 4 7 の前進限及び後退限は適宜に規定されてよい。例えば、前進限及び後退限は、加圧部材 4 7 が増圧用シリンダ部材 4 6 内に設けられた不図示のストッパに当接することによって、又は後述する増圧用ねじ機構 8 3 の駆動限によって規定される。加圧部材 4 7 の前進限は、例えば、加圧部材 4 7 が射出用シリンダ部材 3 9 内に侵入しないように設定される。これにより、加圧部材 4 7 と前側ピストン 4 1 とが接触するおそれが低減される。ただし、そのような機械的な前進限を設定せず、制御によって加圧部材 4 7 が射出用シリンダ部材 3 9 へ侵入しないようにしたり、加圧部材 4 7 が前側ピストン 4 1 に接触しないように加圧部材 4 7 をヘッド側室 3 9 h 内に侵入させたりしてもよい。

30

【0070】

(シリンダ機構に係る液圧系)

統合伝達機構 3 1 は、シリンダ機構 3 3 に係る液体の流れを制御するための液体制御部 5 3 を有している。液体制御部 5 3 は、例えば、ロッド側室 3 9 r とヘッド側室 3 9 h とを連通する連通流路 5 5 と、ロッド側室 3 9 r 及び/又は後側室 3 9 a (本実施形態では双方)に接続されたアキュムレータ 5 7 と、連通流路 5 5 に設けられた連通用バルブ 5 9 と、アキュムレータ 5 7 とシリンダ機構 3 3 との間に介在する ACC 用バルブ 6 1 とを有している。

40

【0071】

連通流路 5 5 (及びその他の流路)は、例えば、鋼管、可撓性のホース又は金属ブロックにより構成されている。連通流路 5 5 は、一端が、前側ピストン 4 1 の前進限よりも前方にてロッド側室 3 9 r に通じ、他端が、後側ピストン 4 4 の後退限よりも後方にて後側室 3 9 a に通じている。

【0072】

連通流路 5 5 が設けられていることにより、例えば、射出用電動機 2 7 の駆動力によって前側ピストン 4 1 及び後側ピストン 4 4 を前進させる際、ロッド側室 3 9 r の容積の縮小に伴ってロッド側室 3 9 r から排出される液体によって、容積が拡大する後側室 3 9 a への液体の補給を行うことができる。また、例えば、射出用電動機 2 7 の駆動力によって

50

後側ピストン 4 4 を後退させると、容積が縮小する後側室 3 9 a から排出される液体がロッド側室 3 9 r に供給される。その結果、前側ピストン 4 1 が後退し、ひいては、プランジャ 2 3 が後退する。すなわち、射出用電動機 2 7 の駆動力によってプランジャ 2 3 を後退させることができる。

【 0 0 7 3 】

前側ピストン 4 1 の移動に伴うロッド側室 3 9 r の容積の変化量は、前側ピストン 4 1 の断面積から前側ロッド 4 3 の断面積を差し引いた断面積に前側ピストン 4 1 の移動量を乗じた大きさである。後側ピストン 4 4 の移動に伴う後側室 3 9 a の容積の変化量は、後側ピストン 4 4 の断面積から後側ロッド 4 5 の断面積を差し引いた断面積に後側ピストン 4 4 の移動量を乗じた大きさである。従って、ロッド側室 3 9 r と後側室 3 9 a との間で液体を供給し合うときの液体の過不足は、加圧部材 4 7 の動作の影響等を無視すると、後側ロッド 4 5 の断面積が前側ロッド 4 3 の断面積に近いほど、低減される。図示の例のように、後側ロッド 4 5 の断面積と前側ロッド 4 3 の断面積とが同等の場合においては、基本的には、液体の過不足は生じない。

【 0 0 7 4 】

アキュムレータ 5 7 は、重量式、ばね式、気体圧式（空気圧式含む）、シリンダ式、プラグ式などの適宜な形式のアキュムレータにより構成されてよい。図示の例では、アキュムレータ 5 7 は、シリンダ式のものとされており、符号は省略するが、シリンダ部材と、シリンダ部材に摺動可能に収容されたピストンとを有している。シリンダ部材の内部は、ピストンによって気体室と液体室とに区画されており、液体室がシリンダ機構 3 3 に接続されている。

【 0 0 7 5 】

アキュムレータ 5 7 は、通常の射出シリンダに接続されるアキュムレータとは異なり、液体の送出によって前側ピストン 4 1 を駆動することを目的としたものではなく、その圧力は比較的低くてよい。例えば、アキュムレータ 5 7 の気体室の圧力（例えばアキュムレータ 5 7 の仕様で設定されている最高圧力又は成形サイクル中に実際に生じる最高圧力）は、高圧ガス保安法において高圧と定義されている圧力（ 1 M P a ）よりも低くてよい。また、アキュムレータ 5 7 として、いわゆるミニボトルが用いられてもよい。

【 0 0 7 6 】

アキュムレータ 5 7 は、例えば、連通流路 5 5 に接続されており、ひいては、ロッド側室 3 9 r 及び後側室 3 9 a に通じている。ただし、後述の動作から理解されるように、アキュムレータ 5 7 は、必ずしも後側室 3 9 a に通じている必要はなく、連通流路 5 5 とは別個にロッド側室 3 9 r に接続されていてもよい。

【 0 0 7 7 】

連通用バルブ 5 9 は、ロッド側室 3 9 r から排出される液体の流量を制御するためのものである。ロッド側室 3 9 r からの液体の流量を制御することによって、例えば、前側ピストン 4 1 等の速度を制御し、ひいては、射出の際における前進方向の慣性力を制御することができる。連通用バルブ 5 9 は、例えば、連通流路 5 5 において、連通流路 5 5 とアキュムレータ 5 7 との接続位置よりも後側室 3 9 a 側に設けられている。

【 0 0 7 8 】

連通用バルブ 5 9 は、流量制御ができれば適宜なものとされてよいが、例えば、ばね力によって閉位置とされ、電磁力によって開かれる、流量制御機能付きのノンリーク切換弁によって構成されている。流量制御は、圧力補償及びノ又は温度補償を行うものであってもよいし、行わないものであってもよい。連通用バルブ 5 9 は、流量制御に関してフィードバック制御がなされるサーボバルブであってもよいし、オープン制御がなされる比例弁であってもよい。

【 0 0 7 9 】

ノンリーク弁は、液体のリークが少ない又は無い弁であり、そのカタログ乃至は仕様書などにおいて、ノンリーク弁である旨が記載されていることが多く、当該記載に基づいてノンリーク弁であるか否かを特定可能である。ノンリーク弁の構造によっては、リークが

10

20

30

40

50

少ない又は無いのは、全閉時のときのみでよい。流量制御機能付きのノンリーク弁としては、例えば、ポペット構造とスプール構造とを組み合わせたもの（別の観点では切換弁と流量制御弁とを組み合わせたバルブユニット）が知られている。

【0080】

ACC用バルブ61は、アキュムレータ57における液体の流入出を許容及び禁止するためのものであり、例えば、連通流路55とアキュムレータ57との間に配置されている。ACC用バルブ61は、上記の機能を発揮できれば適宜な構成とされてよいが、例えば、ばね力によって閉位置とされ、電磁力によって開位置とされる2ポート2位置のノンリーク切換弁によって構成されている。ノンリーク弁については、上述のとおりである。2ポート2位置のノンリーク弁としては、例えば、ポペット構造などを採用することによってリークが全く無いことを謳ったものが知られている。

10

【0081】

（射出用伝達機構）

射出用伝達機構35は、例えば、巻掛伝動機構（符号省略）と射出用ねじ機構69とを含んで構成されている。具体的には、例えば、射出用伝達機構35は、射出用電動機27の出力軸27aに固定されたプーリ65と、プーリ65に掛けられたベルト67と、ベルト67が掛けられたナット71と、ナット71に螺合されたねじ軸73と、ねじ軸73と後側ロッド45とを連結する連結部材74とを有している。なお、プーリ65、ベルト67及びナット71によって巻掛伝動機構の一種であるプーリ・ベルト機構が構成されている。ナット71及びねじ軸73によって射出用ねじ機構69が構成されている。

20

【0082】

プーリ65及びベルト67は、射出用電動機27の回転をナット71に伝達する。これらの部材は、例えば、射出用電動機27をねじ軸73に対して並列に配置したり、射出用ねじ機構69に対する射出用電動機27の配置の自由度を向上させたりすることに寄与している。プーリ65の径とナット71の径とは、同等であってもよいし、一方が他方よりも大きくてもよい。すなわち、射出用伝達機構35の巻掛伝動機構は、減速又は増速に寄与しなくてもよいし、寄与してもよい。図示の例では、ナット71の径は、プーリ65の径と同等である。ベルト67は、例えば、歯付ベルトであってもよいし、歯が付いていないものであってもよい。射出用伝達機構35の巻掛伝動機構は、スプロケット・チェーン機構のように、プーリ・ベルト機構以外の他の形式のものであってもよい。

30

【0083】

射出用ねじ機構69は、射出用電動機27の回転を並進運動に変換することに寄与する。射出用ねじ機構69は、ナット71とねじ軸73との間にボールが介在するボールねじ機構であってもよいし、ボールが介在しないすべりねじ機構であってもよい。伝動効率を向上させて高速化を図る等の観点からは前者が好ましい。射出用ねじ機構69は、ねじ溝が1本の1条ねじ式のものであってもよいし、ねじ溝が2本以上の多条ねじ式のものであってもよい。

【0084】

ナット71は、軸回りの回転が許容されているとともに軸方向の移動が規制されている。一方、ねじ軸73は、軸回りの回転が規制されているとともに軸方向の移動が許容されている。従って、射出用電動機27の回転がプーリ65及びベルト67を介してナット71に伝達されると、ねじ軸73がその軸方向に移動する。ひいては、ねじ軸73に対して連結部材74によって連結されている後側ロッド45及び後側ピストン44が前後方向に移動する。

40

【0085】

ナット71の軸回りの回転の許容及び軸方向の移動の規制は、例えば、ナット71が適宜な軸受けを介して支持されることによりなされている。ねじ軸73の軸回りの回転の規制は、例えば、ねじ軸73が、当該ねじ軸73に対して並列な後側ロッド45及び/又は他のねじ軸73に連結されていることによりなされている。

【0086】

50

連結部材 7 4 は、後側ロッド 4 5 とねじ軸 7 3 とを連結できる限り、適宜な構成の部材とされてよい。図示の例では、連結部材 7 4 は、平面視又は側面視においてシリンダ機構 3 3 に対して直交する方向に概ね直線状に延びるフレーム状の部材であり、後側ロッド 4 5 及びねじ軸 7 3 の後端部に設けられた雄ねじ部（符号省略）が挿通され、当該雄ねじ部にナット（符号省略）が螺合されることによって後側ロッド 4 5 及びねじ軸 7 3 に固定されている。

【 0 0 8 7 】

プーリ 6 5 からねじ軸 7 3 に至る構成は、2 台の射出用電動機 2 7 に対応して 2 組設けられ、共に後側ロッド 4 5 に連結されている。この 2 組の構成は、2 台の射出用電動機 2 7 の配置と同様に、例えば、平面視又は側面視においてシリンダ機構 3 3 を対称軸として線対称に配置され、より好ましくは、シリンダ機構 3 3 を対称軸として 1 8 0 ° 回転対称に配置される。2 つの射出用電動機 2 7 の制御においては、タンデム制御が行われてもよい。

10

【 0 0 8 8 】

（増圧用伝達機構）

増圧用伝達機構 3 7 は、例えば、巻掛伝動機構（符号省略）及び増圧用ねじ機構 8 3 を含んで構成されている。具体的には、増圧用伝達機構 3 7 は、増圧用電動機 2 9 の出力軸 2 9 a に固定されたプーリ 7 9 と、プーリ 7 9 に掛けられたベルト 8 1 と、ベルト 8 1 が掛けられたナット 8 5 と、ナット 8 5 に螺合されるとともに加圧部材 4 7 に固定されたねじ軸 8 7 とを有している。なお、プーリ 7 9、ベルト 8 1 及びナット 8 5 によって巻掛伝動機構の一種であるプーリ・ベルト機構が構成されている。ナット 8 5 及びねじ軸 8 7 によって増圧用ねじ機構 8 3 が構成されている。

20

【 0 0 8 9 】

プーリ 7 9 及びベルト 8 1 は、増圧用電動機 2 9 の回転をナット 8 5 に伝達する。これらの部材は、例えば、増圧用電動機 2 9 をねじ軸 8 7 に対して並列に配置したり、増圧用ねじ機構 8 3 に対する増圧用電動機 2 9 の配置の自由度を向上させたりすることに寄与している。プーリ 7 9 の径とナット 8 5 の径とは、同等であってもよいし、一方が他方よりも大きくてもよい。すなわち、増圧用伝達機構 3 7 の巻掛伝動機構は、減速又は増速に寄与していなくてもよいし、寄与してもよい。図示の例では、ナット 8 5 の径は、プーリ 7 9 の径よりも大きくなっている。従って、増圧用電動機 2 9 の生じたトルクよりも大きなトルクでナット 8 5 は駆動される。ベルト 8 1 は、例えば、歯付ベルトであってもよいし、歯が付いていないものであってもよい。増圧用伝達機構 3 7 の巻掛伝動機構は、スプロケット・チェーン機構のように、プーリ・ベルト機構以外の他の形式のものであってもよい。

30

【 0 0 9 0 】

増圧用ねじ機構 8 3 は、増圧用電動機 2 9 の回転を並進運動に変換することに寄与する。増圧用ねじ機構 8 3 は、ナット 8 5 とねじ軸 8 7 との間にボールが介在するボールねじ機構であってもよいし、ボールが介在しないすべりねじ機構であってもよい。伝動効率の向上によって高精度に所望の昇圧曲線を得る等の観点からは前者が好ましく、ヘッド側室 3 9 h から圧力を受ける加圧部材 4 7 の後退を抑制する等の観点からは後者が好ましい。増圧用ねじ機構 8 3 は、ねじ溝が 1 本の 1 条ねじ式のものであってもよいし、ねじ溝が 2 本以上の多条ねじ式のものであってもよい。

40

【 0 0 9 1 】

ナット 8 5 は、軸回りの回転が許容されているとともに軸方向の移動が規制されている。一方、ねじ軸 8 7 は、軸回りの回転が規制されているとともに軸方向の移動が許容されている。従って、増圧用電動機 2 9 の回転がプーリ 7 9 及びベルト 8 1 を介してナット 8 5 に伝達されると、ねじ軸 8 7 がその軸方向に移動する。ひいては、ねじ軸 8 7 の軸方向を移動方向としてねじ軸 8 7 に固定されている加圧部材 4 7 が移動する。

【 0 0 9 2 】

ナット 8 5 の軸回りの回転の許容及び軸方向の移動の規制は、例えば、ナット 8 5 が適

50

宜な軸受けによって支持されることによりなされている。ねじ軸 87 の回転の規制は、例えば、ねじ軸 87 が加圧部材 47 に対して偏心して固定されたり、ねじ軸 87 に設けられた不図示のスプライン溝が増圧用シリンダ部材 46 に固定的なガイドに案内されたり、及び/又はねじ軸 87 に並列で軸方向の移動のみが許容された不図示のガイド軸がねじ軸 87 に固定されたりすることによってなされる。

【0093】

なお、ねじ軸 87 は、加圧部材 47 とは別個の部材からなり、互いに固定されていてもよいし、加圧部材 47 と一体的に形成されてねじ軸 87 に固定されていてもよい。

【0094】

射出用ねじ機構 69 及び増圧用ねじ機構 83 を比較すると、例えば、増圧用ねじ機構 83 は射出用ねじ機構 69 に比較して、リードが小さく、また、径（例えば有効径又は雄ねじの谷径）が大きい。また、例えば、射出用ねじ機構 69 がボールねじ機構によって構成されているのに対して、増圧用ねじ機構 83 をすべりねじ機構によって構成してもよい。

【0095】

なお、以上の説明から理解されるように、射出用電動機 27 の駆動力は、機械式の伝達機構によって後側ピストン 44 に伝達されており、流体圧機器（例えば油圧機器）を介さずに伝達されている。例えば、射出用電動機 27 は、ポンプを駆動する電動機のような、作動流体に圧力を付与したり、作動流体を送出したりして、後側ピストン 44 を駆動するものではない。同様に、増圧用電動機 29 の駆動力は、機械式の伝達機構によって加圧部材 47 に伝達されており、流体圧機器（例えば油圧機器）を介さずに伝達されている。例えば、増圧用電動機 29 は、ポンプを駆動する電動機のような、作動流体に圧力を付与したり、作動流体を送出したりして、加圧部材 47 を駆動するものではない。

【0096】

（制御装置及びセンサ等）

制御装置 13 は、例えば、CPU 89 及びメモリ 91 を含むコンピュータにより構成されており、入力部 93 を介して入力される電気信号に基づいて、各部を制御するための制御信号を生成し、その生成した制御信号を、出力部 95 を介して各部へ出力する。

【0097】

制御装置 13 に入力される電気信号は、例えば、プランジャ 23 の位置を検出する位置センサ 97 の検出信号、プランジャ 23 に付与されている力を検出する力センサ 99 の検出信号、及び入力装置 17 からのユーザの操作に応じた操作信号である。その他、射出用電動機 27 の回転センサ 27s の検出信号、増圧用電動機 29 の回転センサ 29s の検出信号、増圧用電動機 29 に流れる電流を検出する電流検出器の検出信号、連通用バルブ 59 の開度を示す検出信号等が、電動機又は制御弁を駆動するサーボドライバへの入力に加えて又は代えて、制御装置 13 に入力されてもよい。

【0098】

制御装置 13 から出力される制御信号は、例えば、射出用電動機 27、増圧用電動機 29、連通用バルブ 59、ACC 用バルブ 61 及び表示装置 15 を制御するためにこれらの制御対象（厳密にはそのドライバ）に出力される制御信号である。

【0099】

位置センサ 97 は、例えば、プランジャ 23 に対して固定的に設けられた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している。図示の例では、スケール部は、前側ロッド 43 に設けられており、位置センサ 97 は、フレーム 51 付近に位置している。位置センサ 97 及び/又は制御装置 13 は、スケール部と位置センサ 97 との相対的な移動量に応じた数で生成されるパルスに基づいて、プランジャ 23 の位置及び速度（射出速度）を特定可能である。

【0100】

力センサ 99 は、例えば、プランジャ 23 と前側ロッド 43 との間に位置するロードセルを含んで構成されている。ロードセルは、例えば、歪ゲージ式のものである。制御装置 13 は、力センサ 99 からの検出信号に基づいて、プランジャ 23 に付与されている力、

10

20

30

40

50

ひいては、溶湯に付与されている圧力を特定可能である。

【 0 1 0 1 】

(射出装置の動作)

図 3 は、射出装置 9 の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【 0 1 0 2 】

図 3 において、横軸は時間 t を示している。線 L_v は射出速度 (プランジャ 2 3 の速度) を示し、線 L_p は射出圧力 (プランジャ 2 3 が溶湯に付与する圧力) を示している。また、その上方側の線は、射出用電動機 2 7 のサーボロック状態 (サーボ ON 状態) での回転数又はサーボフリー状態 (サーボ OFF 状態)、増圧用電動機 2 9 のサーボロック状態 (サーボ ON 状態) での回転数又はサーボフリー状態 (サーボ OFF 状態)、並びに連通用バルブ 5 9 及び ACC 用バルブ 6 1 の制御状態を示している。

10

【 0 1 0 3 】

射出速度 (線 L_v) 及び射出圧力 (線 L_p) から理解されるように、射出装置 9 は、概観すると、低速射出 (期間 T_1)、高速射出 (期間 T_2)、及び、増圧・保圧 (期間 T_3) を順に行う。すなわち、射出装置 9 は、射出の初期段階においては、溶湯の空気の巻き込みを防止するために比較的低速でプランジャ 2 3 を前進させ、次に、溶湯の凝固に遅れずに溶湯を充填するため等の観点から比較的高速でプランジャ 2 3 を前進させる。その後、射出装置 9 は、成形品のヒケをなくすために、プランジャ 2 3 の前進する方向の力によりキャビティ内の溶湯を増圧する。具体的には、以下のとおりである。

【 0 1 0 4 】

20

(低速射出開始前 : $\sim t_0$)

低速射出の開始直前において、射出装置 9 は、図 2 に示す状態となっている。すなわち、前側ピストン 4 1、後側ピストン 4 4 及び加圧部材 4 7 は、後退限等の初期位置に位置している。射出用電動機 2 7 及び増圧用電動機 2 9 は停止している。連通用バルブ 5 9 は、例えば、開かれている。ACC 用バルブ 6 1 は、例えば、閉じられている。

【 0 1 0 5 】

(低速射出 (T_1) : $t_0 \sim t_1$)

固定金型 1 0 3 及び移動金型 1 0 5 の型締めが終了し、溶湯がスリーブ 2 1 に供給されるなど、所定の低速射出開始条件が満たされると、制御装置 1 3 は、射出用電動機 2 7 を駆動する。その駆動力は、射出用伝達機構 3 5 を介して後側ロッド 4 5 に伝達され、さらには、ヘッド側室 3 9 h の液体を介して前側ピストン 4 1 に伝達される。これにより、プランジャ 2 3 が前進する。すなわち、射出用電動機 2 7 の駆動力によって低速射出が行われる。

30

【 0 1 0 6 】

この際、連通用バルブ 5 9 は開状態 (例えば全開) とされ、ロッド側室 3 9 r 及び後側室 3 9 a は互いに連通されている。また、ACC 用バルブ 6 1 は閉状態とされ、アキュムレータ 5 7 における液体の流入出は禁止されている。そして、前側ピストン 4 1 の前進に伴ってロッド側室 3 9 r から排出される液体は、後側室 3 9 a に還流される。本実施形態では、前側ロッド 4 3 の断面積と後側ロッド 4 5 の断面積とは同等であるから、基本的に液体の過不足は生じない。

40

【 0 1 0 7 】

なお、図示の例とは異なり、ACC 用バルブ 6 1 は、開かれていてもよい。この場合であっても、基本的には、前側ピストン 4 1 の前進に伴ってロッド側室 3 9 r から排出される液体は、後側室 3 9 a に還流される。そして、液体の過不足が生じた場合においては、当該過不足はアキュムレータ 5 7 によって解消される。このことから明らかなように、前側ロッド 4 3 の断面積と後側ロッド 4 5 の断面積とは異なっても構わない。また、ACC 用バルブ 6 1 が開かれず、液体の過不足に応じてロッド側室 3 9 r 又は後側室 3 9 a に真空の空間が形成されても構わない。

【 0 1 0 8 】

プランジャ 2 3 の速度は、射出用電動機 2 7 の回転数の調整により制御される。具体的

50

には、例えば、制御装置 13 は、位置センサ 97 により検出されるプランジャ 23 の速度に基づいて、射出用電動機 27 の回転数をフィードバック制御する。なお、図 3 では、このときの射出用電動機 27 の回転数 M_{VL} は一定とされ、ひいては、低速射出速度 V_L は一定とされている。ただし、多段変速が行われてもよい。

【0109】

ここでの速度フィードバック制御は、速度自体の偏差に基づいて速度を制御するものであってもよいし、目標速度に基づいて所定の時間刻み（例えば 1 ms）で時々刻々の目標位置を予め求めておき、時々刻々の位置の偏差に基づいて速度を制御する（位置フィードバックによって実質的に速度フィードバックを行う）ものであってもよい。速度は、位置の微分であるから、後者も速度に基づくフィードバック制御であると捉えられてよい。後述する高速射出においても同様である。

10

【0110】

低速射出速度 V_L は、溶湯によるガスの巻き込みが生じないように適宜に設定されてよいが、例えば、1 m/s 未満である。低速射出中の射出圧力は、射出速度が比較的低速であることに対応して比較的低い P_L となる。

【0111】

（高速射出（ T_2 ）： $t_1 \sim t_3$ ）

制御装置 13 は、プランジャ 23 が所定の高速切換位置に到達すると、射出用電動機 27 の回転数を M_{VL} から M_{VH} へ上昇させる。これにより、射出速度は比較的低速の V_L から比較的高速の V_H へ上昇し、高速射出が実現される。なお、射出速度の上昇に伴って、射出圧力も若干上昇して P_H となる。高速射出速度 V_H は、低速射出速度 V_L よりも高い範囲で適宜に設定されてよいが、例えば、1 m/s 以上であり、好ましくは 3 m/s 以上である。

20

【0112】

なお、制御装置 13 は、例えば、プランジャ 23 の移動範囲を複数に分けた区間毎に設定された目標速度を時々刻々のプランジャ 23 の目標位置に変換して位置フィードバック制御（実質的な速度フィードバック制御）を行っており（時間経過に基づいて変速しており）、プランジャ 23 が高速切換位置に到達したか否かを検知しない。ただし、制御装置 13 は、位置センサ 97 からの信号に基づいてプランジャ 23 が所定の高速切換位置に到達したことを検知して目標速度を切り換えてもよい。

30

【0113】

射出用電動機 27 の回転数の制御により高速射出が実現されることから、低速射出速度 V_L から高速射出速度 V_H に至るまでの昇速時間（ T_4 ： $t_1 \sim t_2$ ）は、任意に設定可能である。なお、射出用電動機 27 が低慣性電動機である場合においては、より正確に昇速時間が制御される。例えば、 $V_L = 0.20 \text{ m/s}$ から $V_H = 5.0 \text{ m/s}$ への昇速を 10 ms 程度で行うこともできる。

【0114】

また、制御装置 13 は、増圧が開始される前の適宜な時期において、増圧用電動機 29 の駆動を開始する。図 3 では、高速射出速度 V_H への昇速完了時（ t_2 ）に増圧用電動機 29 の駆動が開始され、且つ、一定の回転数 M_{VI} まで回転数が上昇されている場合を例示している。高速射出中における加圧部材 47 の前進速度は、後側ピストン 44 の前進速度（ V_H ）よりも低速であり、射出用電動機 27 の回転数の制御による高速射出速度 V_H の制御に影響を及ぼさない若しくは殆ど影響を及ぼさない。そして、このように予め増圧用電動機 29 を駆動しておくことにより、増圧への移行が円滑に行われる。

40

【0115】

増圧用電動機 29 の駆動を開始する時期は、接続側室 46a とロッド側室 39r との連通が前側ピストン 41 によって遮断される前及び後のいずれであってもよい。ただし、遮断前の場合は、駆動開始時期は早くなり過ぎないことが好ましい。また、増圧用電動機 29 の駆動を開始する時期は、接続側室 46a とヘッド側室 39h とが連通される前及び後のいずれであってもよい。

50

【 0 1 1 6 】

(射出用電動機による減速 : $t_3 \sim t_4$)

制御装置 1 3 は、所定の減速開始条件が満たされると (t_3)、射出用電動機 2 7 の回転数を下げる。これにより、プランジャ 2 3 は減速される。より具体的には、例えば、射出用電動機 2 7 の回転数を下げると、後側室 3 9 a の容積の拡大の速度が低くなり、ひいては、ロッド側室 3 9 r からの排出が許容される流量が少なくなる。その結果、前側ピストン 4 1 が減速される。昇速と同様、この減速は射出用電動機 2 7 の回転数の制御により実現されることから、その減速時間は、任意に設定可能である。射出用電動機 2 7 を低慣性電動機により構成することにより、そのような減速時間の設定が好適になされることも昇速と同様である。なお、減速が開始されても、キャビティ C a には溶湯が概ね充填されていることから、溶湯の圧力は P_H 付近に保たれ又は上昇する。

10

【 0 1 1 7 】

ここでの射出用電動機 2 7 の減速制御は、低速射出及び高速射出における速度制御と同様に、オープン制御であってもよいし、フィードバック制御であってもよく、また、速度フィードバック制御は、速度自体の偏差に基づくものであってもよいし、時々刻々の位置偏差に基づくものであってもよい。

【 0 1 1 8 】

減速開始条件は、適宜に設定されてよく、例えば、プランジャ 2 3 が所定の減速開始位置に到達したときに減速が開始される。ただし、高速切換位置と同様に、制御装置 1 3 は、位置センサ 9 7 からの信号に基づいてプランジャ 2 3 が減速開始位置に到達したことを検知して目標速度を切り換えてもよいし、時々刻々の位置フィードバック制御によって実質的に速度フィードバック制御を行っており (時間経過に基づいて変速しており)、プランジャ 2 3 が減速開始位置に到達したか否か検知しなくてもよい。

20

【 0 1 1 9 】

なお、このような射出用電動機 2 7 の減速制御が行われずに、金型 1 0 1 に概ね充填された溶湯からプランジャ 2 3 が受ける力によって、プランジャ 2 3 及び射出用電動機 2 7 が減速されてもよい。

【 0 1 2 0 】

(サージ圧の抑制のためのバルブ制御 : $t_3 \sim t_4$)

制御装置 1 3 は、プランジャ 2 3 の減速が開始されてからプランジャ 2 3 が停止するまでの期間のうちの適宜な期間において、連通用バルブ 5 9 によってロッド側室 3 9 r から排出される液体の流量を制御し (基本的には減じ)、ひいては、プランジャ 2 3 及び射出駆動部 2 5 の前方への慣性力を制御する (基本的には減じる)。これにより、例えば、大きなサージ圧が発生するおそれが低減される。なお、この動作は、プランジャ 2 3 の減速制御にも寄与する。

30

【 0 1 2 1 】

また、制御装置 1 3 は、上記の連通用バルブ 5 9 による流量制御の開始後、プランジャ 2 3 の停止前の適宜な時期に、A C C 用バルブ 6 1 を開く。これにより、ロッド側室 3 9 r に生じる圧力変動がアキュムレータ 5 7 に逃げることができる。その結果、図 4 において点線で示すようなサージ圧の発生が抑制される。なお、A C C 用バルブ 6 1 が開かれて、ロッド側室 3 9 r からアキュムレータ 5 7 への液体の流れが許容されることによって、連通用バルブ 5 9 によってなされていたロッド側室 3 9 r からの液体の排出の規制 (流量制御) は解除されることになる。

40

【 0 1 2 2 】

(増圧 : $t_3 \sim t_4$)

上述のように、適宜な時期に増圧用電動機 2 9 の回転が開始され、また、適宜な時期に A C C 用バルブ 6 1 が開かれる。従って、ヘッド側室 3 9 h の圧力が加圧部材 4 7 によって上昇し、その一方で、ロッド側室 3 9 r の圧力は低下する。その結果、前側ピストン 4 1 は比較的強い駆動力を前進方向へ受けることになり、プランジャ 2 3 によって溶湯の圧力を上昇させる増圧が実現される。なお、増圧用電動機 2 9 の回転数は、例えば、適宜な

50

時期（例えば減速開始時点 t_3 ）に一定の回転数 M_{VI} に到達する。

【0123】

その後、射出圧力は、終圧である圧力 P_{max} に達する（ t_4 ）。圧力 P_{max} に到達するまでの昇圧時間は、昇速時間や減速時間と同様に、射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 を適宜に制御することによって任意の長さに設定可能である。また、射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 を低慣性電動機により構成することにより、そのような昇圧時間の設定が好適になされることも同様である。例えば、 $P_H = 3 \text{ MPa}$ から $P_{max} = 5 \text{ MPa}$ への昇圧を 10 ms 程度で行うこともできる。

【0124】

増圧において、制御装置 13 は、適宜に増圧用電動機 29 の速度制御及び / 又はトルク制御を行ってよい。例えば、制御装置 13 は、減速開始時点等の適宜な時期に、増圧用電動機 29 の制御を速度制御からトルク制御に切り換えてよいし、速度制御とトルク制御とを組み合わせた制御を行ってもよい。

10

【0125】

速度制御は、オープン制御であってもよいし、フィードバック制御であってもよく、フィードバック制御は、速度自体の偏差に基づくものであってもよいし、時々刻々の位置偏差に基づくものであってもよい。また、速度制御は、増圧用電動機 29 の回転センサ 29s の検出値に基づくセミ・クロズドループによるものであってもよいし、このループを含む又は含まない、加圧部材 47 の速度（位置）を検出するセンサを設けることによってなされる（フル）クロズドループによるものであってもよい。

20

【0126】

トルク制御は、オープン制御であってもよいし、フィードバック制御であってもよい。フィードバック制御は、不図示の電流検出器が検出する増圧用電動機 29 の電流に基づくセミ・クロズドループによるものであってもよいし、このループを含む又は含まない、力センサ 99 の検出値に基づくクロズドループによるものであってもよい。また、増圧用電動機 29 のトルクは、多段制御されてよい。

【0127】

（保圧： $t_4 \sim t_6$ ）

プランジャ 23 の停止（ t_4 ）後、射出用電動機 27 は、例えば、サーボロック機能又はブレーキによって停止状態とされる。これにより、ヘッド側室 39h の圧力によって後側ピストン 44 が後退するおそれが低減される。なお、シリンダ機構 33 又は射出用伝達機構 35 に適宜なブレーキを設けることなどによって後側ピストン 44 の後退を規制し、射出用電動機 27 をトルクフリーの状態としてもよい。

30

【0128】

増圧用電動機 29 は、例えば、停止され、又はトルク制御が維持される。加圧部材 47 の後退が規制されることにより、又はこれに加えて増圧用電動機 29 のトルク制御が維持されることにより、鑄造圧力 P_{max} は維持される。

【0129】

保圧においては、溶湯の凝固に伴う収縮に応じて増圧用電動機 29 により適宜にプランジャ 23 を前進させ（速度 V_1 ）、キャピティ Ca 内の圧力を鑄造圧力 P_{max} に保つことができる。そして、一定の時間が経過すると、増圧用電動機 29 のトルクは徐々に下げられ、さらには、増圧用電動機 29 は停止され、保圧は完了する（ t_6 ）。

40

【0130】

なお、保圧において、加圧部材 47 の後退の規制は、増圧用電動機 29 のサーボロック機能又はブレーキによってなされてもよいし、及び / 又は増圧用ねじ機構 83（すべりねじ機構）の抵抗力によってなされてもよい。

【0131】

（成形後）

成形品が凝固すると、不図示の型締装置により型開きが行われ、不図示の押出装置により成形品が型から押し出される。なお、射出装置 9 は、成形品を固定金型 103 から離型

50

させるために、プランジャ 23 によりピストンの押出しを行ってもよい。このとき利用される電動機は、射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 のいずれであってもよいし、双方が利用されてもよい。

【0132】

その後、前側ピストン 41、後側ピストン 44 及び加圧部材 47 は、初期位置に戻される。具体的には、例えば、まず、制御装置 13 は、増圧用電動機 29 の逆回転により、加圧部材 47 を初期位置に戻す。この際、制御装置 13 は、ACC 用バルブ 61 を開く。従って、前側ピストン 41 は、加圧部材 47 の後退に伴ってヘッド側室 39h に生じた負圧を解消するように、ロッド側室 39r (アキュムレータ 57) の圧力によって後退する。これにより、前側ピストン 41 と後側ピストン 44 との距離 $L + \Delta L$ は、増圧前の距離 L 10 に戻る。なお、連通用バルブ 59 は、例えば、閉じられている。

【0133】

次に、制御装置 13 は、ACC 用バルブ 61 を閉じ、連通用バルブ 59 を開き、射出用電動機 27 を逆回転させる。射出用電動機 27 の逆回転により、後側ピストン 44 は後退して初期位置に戻る。また、後側室 39a から排出される液体がロッド側室 39r に供給されることによって、前側ピストン 41 も後退して初期位置に戻る。この際、本実施形態では、前側ロッド 43 の断面積と後側ロッド 45 の断面積とが同等であることから、液体の過不足は生じない。

【0134】

なお、本実施形態とは異なり、後側ロッド 45 の断面積が前側ロッド 43 の断面積よりも小さい場合 (後側ピストン 44 の後退時に液体が余る場合) においては、例えば、後側室 39a 及びロッド側室 39r の圧力が所定値以上になったときにリリーフ弁によって液体の余剰分をアキュムレータ 57 に逃がすようにしてよい。また、後側ロッド 45 の断面積が前側ロッド 43 の断面積よりも大きい場合 (後側ピストン 44 の後退時に液体が不足する場合) においては、例えば、ACC 用バルブ 61 を開いてよい。この場合、前側ピストン 41 は、後側ピストン 44 の後退に伴ってヘッド側室 39h に生じる負圧を解消するように、ロッド側室 39r (アキュムレータ 57) の圧力によって後退する。 20

【0135】

以上のとおり、本実施形態では、射出装置 9 は、射出用電動機 27 と、増圧用電動機 29 と、射出用電動機 27 及び増圧用電動機 29 の駆動力をプランジャ 23 に伝達する統合伝達機構 31 と、を有している。統合伝達機構 31 は、プランジャ 23 の後方にてプランジャ 23 に固定的な前側ピストン 41 と、前側ピストン 41 を摺動可能に収容しており、前側ピストン 41 の後側に、液体が満たされるヘッド側室 39h を有している射出用シリンダ部材 39 と、射出用電動機 27 により流体圧機器を介さずに駆動されてヘッド側室 39h の液体を介して前側ピストン 41 に射出用電動機 27 の駆動力を伝達する後側ピストン 44 と、増圧用電動機 29 により流体圧機器を介さずに駆動されてヘッド側室 39h の液体を加圧する加圧部材 47 と、を有している。 30

【0136】

従って、例えば、増圧用電動機 29 を停止した状態で射出用電動機 27 によってプランジャ 23 を前進させて狭義の射出を行ったり、射出用電動機 27 を停止した状態で増圧用電動機 29 によってプランジャ 23 に駆動力を付与して増圧を行ったりすることができる。すなわち、射出の進行に伴ってプランジャ 23 を駆動する電動機を切り換えることができる。 40

【0137】

このようなシリンダ機構 33 を用いた電動機の切り換えは、例えば、摩擦クラッチを用いるような場合に比較して、大きな力を伝達することに有利である。また、例えば、ロッド側室 39r、ヘッド側室 39h 及び / 又は後側室 39a の液体が種々の衝撃緩和に寄与することによって、耐久性向上が期待される。これらのことから、本実施形態は、比較的大きな駆動力を必要とし、また、慣性力が比較的大きくなりやすい、大型成形機の全電動化に有利である。 50

【 0 1 3 8 】

さらに、射出用電動機 2 7 及び増圧用電動機 2 9 のいずれについても、プランジャ 2 3 との間にヘッド側室 3 9 h が介在していることから、プランジャ 2 3 から電動機へ伝わる衝撃がヘッド側室 3 9 h の液体によって緩和され、電動機が保護される。例えば、高速射出の終期において、キャピティ C a 内に溶湯が概ね充填されてサージ圧が発生したときに、溶湯からプランジャ 2 3 へ加えられた後方への衝撃がヘッド側室 3 9 h によって緩和される。

【 0 1 3 9 】

また、本実施形態では、統合伝達機構 3 1 は、後退限に位置する前側ピストン 4 1 よりも前方であって、後退限よりも前方かつ前進限よりも後方に位置する前側ピストン 4 1 よりも後方となる位置にて射出用シリンダ部材 3 9 内に通じる増圧用シリンダ部材 4 6 を有している。加圧部材 4 7 は、増圧用シリンダ部材 4 6 内の液体を加圧することによりヘッド側室 3 9 h の液体を加圧可能である

10

【 0 1 4 0 】

従って、例えば、増圧用シリンダ部材 4 6 を射出用シリンダ部材 3 9 の周囲のうち前側に配置することができる。その結果、例えば、射出用シリンダ部材 3 9 の周囲のうち後側に射出用伝達機構 3 5 等を配置することが容易化される。また、例えば、既に述べたように、後側ピストン 4 4 が前側ピストン 4 1 の摺動可能範囲のうちの後方の一部を摺動する構成（ヘッド側室 3 9 h が移動する構成）が可能となる。

20

【 0 1 4 1 】

また、本実施形態では、後側ピストン 4 4 は、射出用シリンダ部材 3 9 内に摺動可能に收容され、ヘッド側室 3 9 h を挟んで前側ピストン 4 1 の後方に位置しており、射出用シリンダ部材 3 9 内において、後側ピストン 4 4 の摺動可能範囲のうちの前方の一部は、前側ピストン 4 1 の摺動可能範囲のうちの後方の一部と重複している。

【 0 1 4 2 】

従って、例えば、ヘッド側室 3 9 h の長さ（距離 L）を短くすることができる。例えば、本実施形態とは異なり、前側ピストン 4 1 の摺動範囲と後側ピストン 4 4 の摺動範囲とが重ならない態様（この態様も本願発明に含まれる。）に比較して、シリンダ機構 3 3 を小型化することができる。また、前側ピストン 4 1 及び後側ピストン 4 4 は、同一のシリンダ部材を摺動するから（断面積が同一であるから）、後述する変形例（図 4（c））との比較から理解されるように、その移動距離が基本的に互いに同一である。従って、射出用電動機 2 7 の回転数とプランジャ 2 3 の移動速度との対応関係等を把握しやすく、設計乃至は制御が容易化される。

30

【 0 1 4 3 】

また、本実施形態では、統合伝達機構 3 1 は、前側ピストン 4 1 の前側に位置し、液体が満たされるロッド側室 3 9 r と、前側ピストン 4 1 からロッド側室 3 9 r を経由してロッド側室 3 9 r の外部へ延び出てプランジャ 2 3 に連結される前側ロッド 4 3 と、後側ピストン 4 4 のヘッド側室 3 9 h の液体を加圧する側とは反対側に位置し、液体が満たされる後側室 3 9 a と、後側ピストン 4 4 から後側室 3 9 a を経由して後側室 3 9 a の外部へ延び出ており、その延び出た部分に射出用電動機 2 7 の駆動力が伝達される後側ロッド 4 5 と、ロッド側室 3 9 r と後側室 3 9 a とを連通する連通流路 5 5 と、を有している。

40

【 0 1 4 4 】

従って、例えば、前側ピストン 4 1 の前進に伴って容積が縮小するロッド側室 3 9 r から排出される液体を後側ピストン 4 4 の前進に伴って容積が拡大する後側室 3 9 a に補給することができる。その結果、例えば、装置全体として液体を收容する容積を小さくすることができる。また、例えば、射出用電動機 2 7 によって後側ピストン 4 4 を後退させ、このときに後側室 3 9 a から排出される液体をロッド側室 3 9 r に供給することによって、プランジャ 2 3 を後退させることができる。すなわち、射出用電動機 2 7 によってプランジャ 2 3 の前進及び後退の双方が可能になる。また、ロッド側室 3 9 r 及び後側室 3 9 a のいずれにおいても、容積の変化率は、ピストンの断面積からロッドの断面積を差し引

50

いた断面積であるから、両シリンダ室同士で容積の変化率を同等に近づけることが容易であり、ひいては、液体の過不足を低減することが容易である。

【 0 1 4 5 】

また、本実施形態では、射出用電動機 2 7 及び増圧用電動機 2 9 は回転式であり、統合伝達機構 3 1 は、射出用電動機 2 7 の回転を並進運動に変換して後側ピストン 4 4 に伝達する射出用ねじ機構 6 9 と、増圧用電動機 2 9 の回転を並進運動に変換して加圧部材 4 7 に伝達する、射出用ねじ機構 6 9 に比較して大径かつ小リードの増圧用ねじ機構 8 3 を更に有している。

【 0 1 4 6 】

従って、射出用電動機 2 7 及び増圧用電動機 2 9 からの駆動力の伝達は、ねじ機構によってなされるから、例えば、比較的大きな駆動力の伝達が容易であり、大型のダイカストマシンに対応しやすい。また、射出用ねじ機構 6 9 のリードが相対的に大きいことから、例えば、射出用電動機 2 7 によってプランジャ 2 3 を駆動するときに速度を高くしやすい。一方で、増圧用ねじ機構 8 3 のリードが相対的に小さいことから、例えば、増圧用電動機 2 9 によって加圧部材 4 7 を駆動するときに推力を大きくしやすい。また、増圧用ねじ機構 8 3 の径が相対的に大きいことから、例えば、増圧用電動機 2 9 によって加圧部材 4 7 を駆動するときに増圧用ねじ機構 8 3 のねじ軸 8 7 に座屈が生じにくく、ひいては、比較的大きな推力を伝達しやすい。

【 0 1 4 7 】

また、本実施形態では、統合伝達機構 3 1 は、ロッド側室 3 9 r に通じるアキュムレータ 5 7 を有している。

【 0 1 4 8 】

従って、例えば、プランジャ 2 3 の停止時にロッド側室 3 9 r に生じる圧力変動をアキュムレータ 5 7 に逃がし、サージ圧を抑制することができる。また、このアキュムレータ 5 7 によって、シリンダ機構 3 3 における液体の過不足を解消することも可能である。

【 0 1 4 9 】

また、本実施形態では、統合伝達機構 3 1 は、ロッド側室 3 9 r から排出される液体の流量を制御可能な連通用バルブ 5 9 (流量制御弁)を有している。

【 0 1 5 0 】

従って、例えば、ロッド側室 3 9 r から排出される液体の流量制御によってプランジャ 2 3 の停止直前の慣性力を制御し、サージ圧を抑制することができる。

【 0 1 5 1 】

(変形例)

以下、図 4 (a) ~ 図 4 (c) を参照して射出駆動部の変形例について説明する。なお、以下の説明では、実施形態との相違部分を中心に述べる。特に言及がない点は、実施形態と同様である。実施形態の構成と同一又は類似する構成については、実施形態の構成に付した符号を付すことがあり、また、説明を省略することがある。実施形態の構成と類似 (対応) する構成について、実施形態の符号とは異なる符号を付した場合においても、特に断りがない事項については、実施形態の構成と同様である。

【 0 1 5 2 】

(第 1 変形例)

図 4 (a) は、第 1 変形例に係る射出駆動部 2 0 1 を示している。射出駆動部 2 0 1 の構成は、連通用バルブ 5 9 に代えて、連通用バルブ 2 0 3 及びバイパスバルブ 2 0 5 が設けられている点のみが実施形態の射出駆動部 2 5 の構成と相違する。具体的には、以下のとおりである。

【 0 1 5 3 】

実施形態の連通用バルブ 5 9 が、連通流路 5 5 のうちアキュムレータ 5 7 との接続位置よりも後側室 3 9 a 側に設けられていたのに対して、本変形例の連通用バルブ 2 0 3 は、連通流路 5 5 のうちアキュムレータ 5 7 との接続位置よりもロッド側室 3 9 r 側に設けられている。連通用バルブ 2 0 3 の構成は、連通用バルブ 5 9 の構成と同様に、連通流路 5

10

20

30

40

50

5の流量を制御できるものであればよく、連通用バルブ59の構成と同一であってもよいし、異なってもよい。図4(a)では、連通用バルブ203として、ノンリーク弁でないものが示されている。

【0154】

バイパスバルブ205は、連通用バルブ203をバイパスする流路に設けられた逆止弁である。すなわち、連通用バルブ203及びバイパスバルブ205は、逆止弁付流量制御弁を構成している。バイパスバルブ205は、連通用バルブ203をバイパスする流路において、ロッド側室39rから後側室39aへの液体の流れを禁止するとともに、その反対方向の流れを許容する。従って、連通用バルブ203の開閉に関わらずに、ロッド側室39rへの流れは許容されている。なお、バイパスバルブ205が省略され、連通用バルブ203を開く制御によって、ロッド側室39rへの流れが許容されてもよい。

10

【0155】

このような構成においても、実施形態と同様に、連通用バルブ203によってロッド側室39rから排出される液体の流量を制御する(基本的には減じる)ことによって、プランジャ23等の前進方向への慣性力を制御し(基本的には減じ)、サージ圧を抑制することができる。

【0156】

ただし、プランジャ23の停止前に連通用バルブ203を全閉状態とすると(この態様も本願発明に含まれる。)、ロッド側室39rの圧力変動をアキュムレータ57に逃がすことができなくなることから、プランジャ23の停止直前において連通用バルブ203は開かれていることが好ましい。

20

【0157】

具体的には、例えば、減速開始時点(t3)において最大速度で連通用バルブ203によって流量を減じ(全閉でもよい)、その後、徐々にプランジャ23の停止時点(t4)に向かって流量を増加させてよい。また、例えば、実施形態と同様に、減速開始時点(t3)から徐々に流量を減じるものの、プランジャ23の停止時点において全閉とならないようにしてもよい。

【0158】

(第2変形例)

図4(b)は、第2変形例に係る射出駆動部211を示している。射出駆動部211の構成は、流量制御弁(連通用バルブ59等)によってロッド側室39rから排出される液体の流量を制御するのではなく、シリンダ機構213に設けられたクッション部215fによって流量を制御するように構成されている点のみが実施形態と相違する。なお、クッション部215fと、実施形態又は第1変形例に示した流量制御弁とは併設されても構わない。

30

【0159】

本変形例のシリンダ機構213は、射出用シリンダ部材及び前側ピストンの形状を除いて、基本的に実施形態のシリンダ機構33と同様である。なお、射出用シリンダ部材215の符号に合わせて、ロッド側室215r、ヘッド側室215h及び後側室215aに実施形態とは異なる符号を付しているが、これらのシリンダ室は、基本的には、実施形態のシリンダ室と同様である。

40

【0160】

射出用シリンダ部材215は、その内面に、前側ピストン217が摺動する摺動部215eと、ロッド側室215rと射出用シリンダ部材215の外部とを接続するためのポート215kと、摺動部215eとポート215kとの間に位置し、摺動部215eよりも内径が小さいクッション部215fとを有している。摺動部215eは、別の観点では、内径が軸方向に一定の部分である。

【0161】

クッション部215fと前側ロッド43との隙間の流路断面積(前側ロッド43に直交する断面積)は、ポート215kの流路断面積(例えば射出用シリンダ部材215の内面

50

から外面までの間の断面積のうち最小のもの)よりも大きい。クッション部 215f は、摺動部 215e につながる部分等において、摺動部 215e 側からポート 215k 側へ徐々に縮径している部分を有していてもよい。徐々に縮径する部分は、曲面状でも階段状でもよい。

【0162】

一方、前側ピストン 217 は、射出用シリンダ部材 215 内を摺動する本体部 217a と、その先端に位置し、本体部 217a よりも径が小さい先端部 217b とを有している。先端部 217b は、その先端等において、本体部 217a 側から前方へ徐々に縮径している部分を有していてもよい。徐々に縮径する部分は、曲面状でも階段状でもよい。

【0163】

前側ピストン 217 が射出用シリンダ部材 215 内を前進すると、先端部 217b がクッション部 215f に挿入される。このとき、クッション部 215f と先端部 217b との隙間の流路断面積(例えば摺動部 215e からポート 215k への流路の断面積のうち最小のもの)は、ポート 215k の流路断面積よりも小さい。従って、クッション部 215f と先端部 217b とによって、ロッド側室 215r からポート 215k に流れ込む液体の流量が制限されることになる。その結果、例えば、プランジャ 23 が停止する直前においてプランジャ 23 等の慣性力が減じられ、サージ圧が抑制される。

【0164】

先端部 217b のクッション部 215f への挿入開始時においては、両者の間の隙間(流路断面積)は徐々に小さくなっていく。これにより、弁を徐々に閉じていくような作用が生じる。この流量断面積の変化率は、先端部 217b 及び/又はクッション部 215f に、徐々に縮径する部分を形成することによって調整可能である。

【0165】

プランジャ 23 が停止したとき、先端部 217b とクッション部 215f との隙間は、完全に塞がれないことが好ましい。圧力変動をアクキュムレータ 57 に逃がす観点からである。ただし、前記の隙間は塞がれてもよい。なお、前側ピストン 217 は、射出用シリンダ部材 215 に対する前進限に到達する前に、溶湯が充填されて停止するが、前側ピストン 217 が射出用シリンダ部材 215 に対する前進限に到達した状態で、先端部 217b とクッション部 215f との隙間は、完全に塞がれてもよいし、塞がれなくてもよい。

【0166】

(第3変形例)

図4(c)は、第3変形例に係る射出駆動部 221 を示している。射出駆動部 221 のシリンダ機構 223 は、実施形態と同様に、前側ピストン 41 の後側に位置するヘッド側室 225h の液体を、射出用電動機 27 (図4(c)では図示省略)によって流体圧機器を介さずに駆動される後側ピストン 229、及び/又は増圧用電動機 29 (図4(c)では図示省略)によって流体圧機器を介さずに駆動される加圧部材 233 によって加圧する。ただし、以下のように、具体的な構成が異なる。

【0167】

シリンダ機構 223 は、前側ピストン 41 を摺動可能に収容する前側シリンダ部材 225 と、後側ピストン 229 を摺動可能に収容する後側シリンダ部材 227 とを有している。前側シリンダ部材 225 の内部は、前側ピストン 41 によって、前側ロッド 43 側のロッド側室 225r と、その反対側のヘッド側室 225h とに区画されている。後側シリンダ部材 227 の内部は、後側ピストン 229 によって、ヘッド側室 225h に通じる前側室 227b と、その反対側の後側室 227a とに区画されている。

【0168】

このように、前側ピストン 41 の摺動可能範囲と、後側ピストン 229 の摺動可能範囲とは、重複しないようにされていてもよい。このような場合において、後側シリンダ部材 227 は、図示の例のように、前側シリンダ部材 225 に対して交差(例えば直交)するように設けられてもよいし、図示の例とは異なり、前側シリンダ部材 225 に対して同軸又は並列に設けられてもよい。また、図示の例では、後側シリンダ部材 227 は、直接的

10

20

30

40

50

に前側シリンダ部材 2 2 5 に連結されているが、適宜な流路（別の観点では後側シリンダ部材 2 2 7 の断面積よりも断面積が小さい部分）を介して前側シリンダ部材 2 2 5 に通じていてもよい。

【 0 1 6 9 】

図示の例のように後側シリンダ部材 2 2 7 が前側シリンダ部材 2 2 5 に対して同軸的に設けられていない場合においては、特に図示しないが、後側ロッド 2 3 1 に代えて、後側ピストン 2 2 9 から前側室 2 2 7 b を経由して外部へ延び出るロッドを設け、当該ロッドに射出用電動機 2 7 の駆動力を付与することも可能である。

【 0 1 7 0 】

前側シリンダ部材 2 2 5 と後側シリンダ部材 2 2 7 とが設けられる場合（後側ピストン 2 2 9 の摺動範囲が前側ピストン 4 1 の摺動範囲に重複しない場合）においては、後側ピストン 2 2 9 の径（断面積）は、前側ピストン 4 1 の径（断面積）と同一でなくてもよい。例えば、図示の例のように、後側ピストン 2 2 9 の径を前側ピストン 4 1 の径よりも大きくしてもよい。なお、この場合、後側ピストン 2 2 9 のストロークは、プランジャ 2 3（前側ピストン 4 1）のストロークよりも短くなる。

【 0 1 7 1 】

この変形例においても、後側ロッド 2 3 1 は、後側室 2 2 7 a を経由して後側室 2 2 7 a の外部へ延び出ており、また、ロッド側室 2 2 5 r と後側室 2 2 7 a とは連通されている。ここで、後側ピストン 2 2 9 の径が前側ピストン 4 1 の径と異なる場合であっても、ロッド側室 2 2 5 r と後側室 2 2 7 a との間で液体を補給し合うときの液体の過不足を無くすることは可能である。

【 0 1 7 2 】

具体的には、まず、後側ピストン 2 2 9 が前進するときの前側室 2 2 7 b の容積の変化量と、ヘッド側室 2 2 5 h の容積の変化量とは等しいから、 $\pi (D_0 / 2)^2 \times s_0 = \pi (D_1 / 2)^2 \times s_1$ が成り立つ。ここで、 D_0 は前側ピストン 4 1 の直径、 s_0 は前側ピストン 4 1 の移動量、 D_1 は後側ピストン 2 2 9 の直径、 s_1 は後側ピストン 2 2 9 の移動量、 π は円周率である。このとき、ロッド側室 2 2 5 r 及び後側室 2 2 7 a において液体の過不足が生じないためには、 $\pi (D_0 / 2 - d_0 / 2)^2 \times s_0 = \pi (D_1 / 2 - d_1 / 2)^2 \times s_1$ が成り立たてばよい。ここで、 d_0 は前側ロッド 4 3 の直径、 d_1 は後側ロッド 2 3 1 の直径である。先の式を後の式に代入して整理すると、 $d_1 / d_0 = D_1 / D_0$ が得られる。すなわち、この式が成り立つように、これら 4 つの径を設定すればよい。

【 0 1 7 3 】

また、この変形例においては、前側ピストン 4 1 の摺動範囲と、後側ピストン 2 2 9 の摺動範囲とは重なっておらず、かつ離間しているから、実施形態のように、加圧部材 2 3 3 が前側シリンダ部材 2 2 5（又は後側シリンダ部材 2 2 7）内へ露出する位置は、後退限に位置する前側ピストン 4 1 よりも前方の位置である必要はない。従って、図示の例のように、加圧部材 2 3 3 は、後退限に位置する前側ピストン 4 1 よりも後方にてヘッド側室 2 2 5 h の液体を加圧してよい。

【 0 1 7 4 】

また、加圧部材 2 3 3 が前側シリンダ部材 2 2 5 内に露出する位置が、前側ピストン 4 1 が通過する位置ではない場合においては、加圧部材 2 3 3 は、前側シリンダ部材 2 2 5 内から退避可能である必要はない。従って、加圧部材 2 3 3 は、その後退限においても、図示の例のように、前側シリンダ部材 2 2 5 内に侵入していてもよい。また、実施形態では、加圧部材 4 7 を収容する増圧用シリンダ部材 4 6 が設けられたが、図示の例のように、増圧用シリンダ部材 4 6 は省略されてもよい。

【 0 1 7 5 】

また、加圧部材 2 3 3 は、図示の例のようにピストンではなく、ロッド状の部材であってもよい。これは、増圧用シリンダ部材 4 6 が設けられ、増圧用シリンダ部材 4 6 内で加圧部材が駆動される場合においても同様である。加圧部材 2 3 3 は、ヘッド側室 2 2 5 h

10

20

30

40

50

又はこれに連通している空間の容積を減じることができればよいことからである。特に図示しないが、加圧部材は、多段シリンダのように増圧用シリンダ部材の外周を摺動するシリンダ部材とすることも可能である。

【0176】

この変形例で示すように、ロッド側室225rから排出される液体の流量を制御する構成（例えば連通用バルブ59）は省略されても構わない。

【0177】

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り、射出用電動機27は第1電動機の一例であり、増圧用電動機29は第2電動機の一例であり、プランジャ23は射出プランジャの一例であり、統合伝達機構31は伝達機構の一例であり、射出用シリンダ部材39及び215及び前側シリンダ部材225はそれぞれ前側ピストンを収容する第1シリンダ部材の一例であり、そのうち射出用シリンダ部材39及び215はそれぞれ前側ピストンに加えて後側ピストンも収容可能な第1シリンダ部材の一例であり、増圧用シリンダ部材46は第2シリンダ部材の一例であり、連通流路55は流路の一例であり、射出用ねじ機構69は第1ねじ機構の一例であり、増圧用ねじ機構83は第2ねじ機構の一例であり、連通用バルブ59及び203はそれぞれ流量制御弁の一例である。

【0178】

本発明は、以上の実施形態に限定されず、種々の態様で実施されてよい。

【0179】

成形機（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合させた材料を成形する成形機であってもよい。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。成形材料は、液状のものに限定されず、半凝固金属又は半熔融金属のように固液共存状態のものであってもよい。シリンダ機構に利用される液体は、油に限定されず、例えば水でもよい。

【0180】

射出用電動機27と増圧用電動機29とのように役割分担の異なる電動機は、適宜な数で設けられてよく、2種に限定されない。例えば、低速射出用電動機、高速射出用電動機及び増圧用電動機が設けられてもよい。図2及び図4(c)を適宜に組み合わせることなどによって、ヘッド側室の液体を加圧する部材（実施形態では後側ピストン及び加圧部材）を3つ以上設けて、3種以上の電動機に対応してもよい。また、実施形態でも言及したように、役割分担が共通する電動機が複数設けられてもよい。例えば、射出用電動機27を2機設けたり、増圧用電動機29を2機設けたりしてもよい。

【0181】

ピストンを駆動する第1電動機（実施形態では射出用電動機27）及び加圧部材を駆動する第2電動機（実施形態では増圧用電動機29）の役割分担は、適宜に設定されてよい。例えば、図4(c)のような構成において、第2電動機（加圧部材233）によって低速射出及び増圧を行い、第1電動機（後側ピストン229）によって高速射出を行ってもよい。また、例えば、増圧及び／又は保圧において、第2電動機に加えて第1電動機のトルク制御も行い、第1電動機及び第2電動機によって増圧及び／又は保圧を行ってもよい。

【0182】

第1電動機及び第2電動機それぞれは、回転式のものに限定されず、リニアモータであってもよい。なお、この場合、リニアモータの駆動力を後側ピストン又は加圧部材に伝達するための伝達機構は設けられなくてもよい。また、第1電動機又は第2電動機が回転式のものである場合において、その回転を並進運動に変換する機構はねじ機構に限定されない。例えば、ラックアンドピニオン機構、カム機構又はリンク機構が用いられてもよい。ねじ機構は、電動機によってねじ軸が回転されて、後側ピストン又は加圧部材に固定され

たナットが軸方向に移動してもよい。

【0183】

第1又は第2電動機の回転を並進運動に変換せずに伝達する回転伝達機構（実施形態の巻掛伝動機構）は設けられなくてもよいし、設けられてもよい。また、回転伝達機構は、巻掛伝動機構以外の機構（例えば歯車機構）とされてもよい。

【0184】

実施形態では、シリンダ機構における液体の過不足をアキュムレータによって解消した。しかし、アキュムレータに代えて、例えば、タンクによって液体の過不足を解消してもよい。なお、この場合、ヘッド側室又はロッド側室の液体の不足は、例えば、これらのシリンダ室の負圧によって液体が吸入されることによって補給される。また、例えば、液体の余剰は生じないようにし、液体が不足したときにはヘッド側室又はロッド側室等に真空の空間が形成されるようにしてもよい。

10

【0185】

実施形態に示した以外の、サージ圧低減のための構成が実施形態の構成に組み合わされてもよい。例えば、プランジャと前側ロッドとを連結するカップリング内において、プランジャと前側ロッドとの間に介在する弾性部材及び／又は液体（例えば油）が配置されてもよい。カップリング内に液体が配置される場合、前側ロッド内には、サージ圧が生じたときにカップリング内の液体をヘッド側室へ逃がす流路が設けられていてもよい。

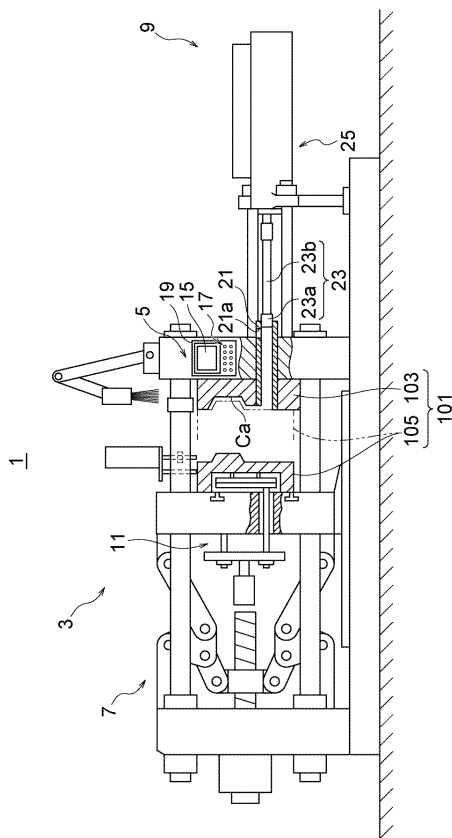
【符号の説明】

【0186】

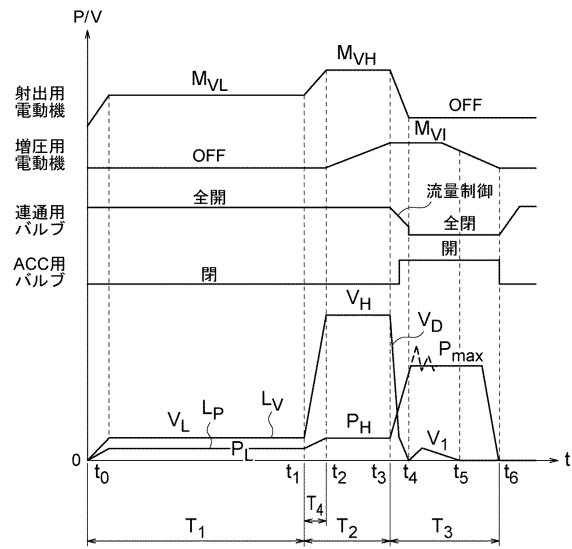
20

1...射出装置、23...プランジャ、27...射出用電動機（第1電動機）、29...増圧用電動機（第2電動機）、31...統合伝達機構（伝達機構）、39...シリンダ部材、41...ピストン、47...加圧部材。

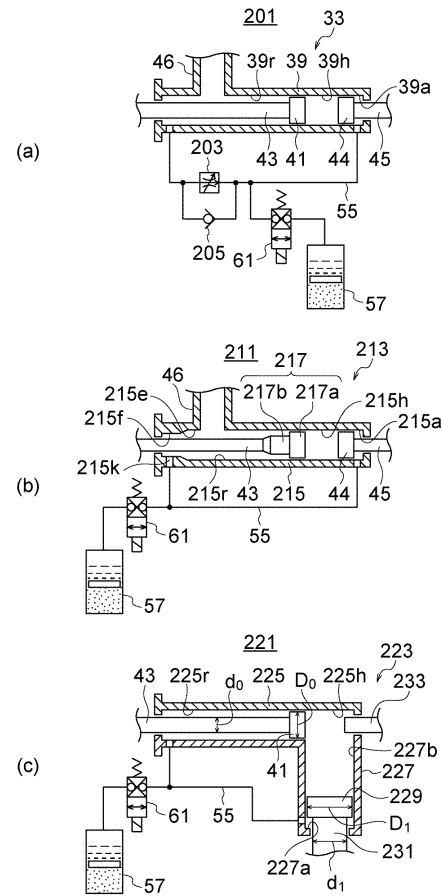
【図1】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

審査官 池ノ谷 秀行

(56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 0 7 8 0 6 8 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 6 3 4 1 1 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 1 6 6 0 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 2 D 1 7 / 0 0 - 1 7 / 3 2
B 2 9 C 4 5 / 0 0 - 4 5 / 8 4