(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3547263号
(P3547263)
(45)発行日　平成16年7月28日(2004.7.28)　(24)登録日　平成16年4月23日(2004.4.23)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B29C 45/77　B29C 45/77
B22D 17/32　B22D 17/32 B
B22D 17/32 F

請求項の数 7　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平8-223818
(22)出願日　平成8年8月26日(1996.8.26)
(65)公開番号　特開平10-58510
(43)公開日　平成10年3月3日(1998.3.3)
審査請求日　平成12年11月21日(2000.11.21)

(73)特許権者　000222587
東洋機械金属株式会社
兵庫県明石市二見町福里字西之山５２３番の１
(74)代理人　100078134
弁理士　武　顕次郎
(72)発明者　山田　明雄
兵庫県明石市二見町福里字西之山５２３番の１　東洋機械金属株式会社内

審査官　原　健司

(56)参考文献　実開平０３－０５５２２１（ＪＰ，Ｕ）
特開平５－７７３０３（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】成形機

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
油圧シリンダを駆動制御するための流量（速度）制御用の比例電磁制御弁を備え、少なくとも上記油圧シリンダの速度制御を行う成形機であって、
上記比例電磁制御弁の入力側と出力側との実測差圧値と、上記比例電磁制御弁の特定の基準差圧値における既知のバルブ駆動指令値－流量値特性線データとから、上記実測差圧値に対応するバルブ駆動指令値－流量値特性線データを求め、この求めたバルブ駆動指令値－流量値特性線データを用いて、速度（流量）指令値に対応するバルブ駆動指令値を算出し、この算出したバルブ駆動指令値に基づく駆動信号を上記比例電磁制御弁に出力して、速度制御を行うようにしたことを特徴とする成形機。
【請求項２】
請求項１記載において、
前記の手法で算出したバルブ駆動指令値をオープン制御用の出力値とし、このオープン制御用の出力値と、ＰＩＤ演算によって得られるフィードバック制御用の出力値とを加算して、この加算結果に基づく駆動信号を前記比例電磁制御弁に出力して、速度のフィードバック制御を行うようにしたことを特徴とする成形機。
【請求項３】
油圧シリンダを駆動制御するための圧力制御用の比例電磁制御弁を備え、少なくとも上記油圧シリンダの圧力制御を行う成形機であって、
上記油圧シリンダへの実測供給流量値と、上記比例電磁制御弁の入力側の実測圧力値と、

設定された圧力指令値と、上記比例電磁制御弁の特定の基準差圧値における既知のバルブ駆動指令値－流量値特性線データとから、上記圧力指令値が実際に出力される差圧（上記比例電磁制御弁の入力側と出力側との差圧）となるバルブ駆動指令値－流量値特性線データを求め、この求めたバルブ駆動指令値－流量値特性線データを用いてバルブ駆動指令値を算出し、この算出したバルブ駆動指令値に基づく駆動信号を上記比例電磁制御弁に出力して、圧力制御を行うようにしたことを特徴とする成形機。

【請求項４】

請求項３記載において、

前記の手法で算出したバルブ駆動指令値をオープン制御用の出力値とし、このオープン制御用の出力値と、ＰＩＤ演算によって得られるフィードバック制御用の出力値とを加算して、この加算結果に基づく駆動信号を前記比例電磁制御弁に出力して、圧力のフィードバック制御を行うようにしたことを特徴とする成形機。

【請求項５】

請求項１乃至４の何れか１つに記載において、

圧油供給源としてアキュームレータを用いたことを特徴とする成形機。

【請求項６】

請求項１乃至５の何れか１つに記載において、

前記した既知のバルブ駆動指令値－流量値特性線データを、予め作成して格納、または更新して格納するための特性線データ生成モードをもつことを特徴とする成形機。

【請求項７】

請求項６記載において、

前記特性線データ生成モードにおいては、前記比例電磁制御弁に出力するバルブ駆動指令値を順次変化させ、各バルブ駆動指令値に対応する、前記比例電磁制御弁の入力側と出力側との実測差圧値、および前記油圧シリンダへの実測供給流量値を計測することを特徴とする成形機。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、駆動源として油圧シリンダを用いた射出成形機やダイカストマシン等の成形機に関する。

【０００２】

【従来の技術】

油圧式の射出成形機においては、射出シリンダ（油圧シリンダ）による射出速度および射出圧力の制御条件は、良品を成形する上での重要なファクターであり、この射出速度あるいは射出圧力をオープン制御によってコントロールする手法や、フィードバック制御によってコントロールする手法は、各種のものが提案されている。

【０００３】

当然のことであるが、フィードバック制御によって射出速度または射出圧力をコントロールすると、精緻な制御が行えるが、反面、高速応答が可能な高価な電磁制御弁を用いることを余儀なくされるため、マシンのコストを押し上げる。

【０００４】

そこで、速度制御あるいは圧力制御の主体をオープン制御出力値にゆだね、目標設定値から外れた量だけの補正をフィードバック制御出力値に担わせるようにした、成形機のフィードバック制御方法を、本願出願人は特開平８－８０５５４号公報において提案した。この先願公報に開示された手法によれば、目標とする設定値に近い実測値（速度実測値または圧力実測値）が得られるオープン制御用の出力値に、ＰＩＤ演算によって得られたフィードバック制御用の出力値を加算するので、フィードバック制御量は小さくて済み、かつ、フィードバックゲインを大きくできるので、応答性が多少鈍い電磁制御弁でも（つまり、安価な電磁制御弁でも）フィードバック制御を行うことが可能となる。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】
ところで、上記した先願公報によるフィードバック制御方法においては、射出時の負荷（樹脂による抵抗）が小さかったり、射出が低速の場合には、比較的きれいに速度フィードバックがかかってくれるが、電磁制御弁に例え高速応答可能な電磁比例制御弁を用いたとしても（上記した先願公報では応答性の多少鈍い安価な電磁制御弁を用いているが）、高負荷で高速の場合には、油圧回路の設計計算上では余裕があるにもかかわらず、設定通りの速度にならず、速度フィードバックがかからない状態となる事態が間々生じた。かような場合、速度の補正ができないため、外乱（樹脂温度変動，周囲温度変動等）による速度バラツキを抑えるという、フィードバック制御本来の効果が全く期待できず、最悪の場合にはバラツキを増幅してしまう。

【０００６】
上記の要因の１つは、ある程度のオープン制御用出力値に、所定の制限幅を設けたフィードバック制御用出力値を加算することにより、速度フィードバック制御を実現しているため、負荷が大きい場合には、上記のある程度のオープン制御用出力値が実際の負荷圧値とかけ離れてしまって、速度フィードバックがかからなくなるためである。

【０００７】
すなわち、フィードバックの直接の制御対象となる電磁制御弁における、バルブ駆動指令値（バルブ駆動電圧値）－流量値の特性は、電磁制御弁の入力側と出力側との差圧値（換言すると、電磁制御弁の出力圧力値）が異なる毎に、各差圧値毎に異なった特性を示すものであり、かつ、非直線のデータとなるものであったが、従来は、単一の直線データで示されるバルブ駆動指令値－流量値の擬似特性データを用いていた。このため、上記したある程度のオープン制御用出力値は、電磁制御弁の出力圧力値にどのようなバラツキがあっても、直線かつ固定の（単一の）バルブ駆動指令値－流量値の擬似特性データに則って、設定速度（すなわち流量）から割り出されるバルブ駆動指令値（バルブ駆動電圧値）となるため、バルブ駆動指令値が示す速度（流量）が実際に出力すべく速度とかけ離れてた値となってしまうことが、しばしば生じるからであった。なお、これはオープン制御のみで速度制御を行う場合にも言える事柄で、設定速度に対して実際の速度が大きく異なってしまう。

【０００８】
一方また、１次射出において圧力フィードバック制御を行うと、１次射出（射出・充填）動作中は、射出シリンダのピストン体が前進を続けているので、このピストン体が移動し続けている際の圧力制御（動圧の制御）は相当に難しく、１次射出の圧力フィードバック制御は精度が落ちるという問題もあった。

【０００９】
本発明は上記の点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、負荷が大きく変動しても、変動した負荷に見合った適切なオープン制御用出力値を出力可能とすることにある。

【００１０】
【課題を解決するための手段】
本発明は上記した目的を達成するため、油圧シリンダを駆動制御するための流量（速度）制御用の比例電磁制御弁を備え、少なくとも上記油圧シリンダの速度制御を行う成形機において、上記比例電磁制御弁の入力側と出力側との実測差圧値と、上記比例電磁制御弁の特定の基準差圧値における既知のバルブ駆動指令値－流量値特性線データとから、上記実測差圧値に対応するバルブ駆動指令値－流量値特性線データを求め、この求めたバルブ駆動指令値－流量値特性線データを用いて、速度（流量）指令値に対応するバルブ駆動指令値を算出し、この算出したバルブ駆動指令値に基づく駆動信号を上記比例電磁制御弁に出力して、速度制御を行うようにする。

【００１１】
さらに、上記の手法で算出したバルブ駆動指令値をオープン制御用の出力値とし、このオープン制御用の出力値と、ＰＩＤ演算によって得られるフィードバック制御用の出力値と

を加算して、この加算結果に基づく駆動信号を比例電磁制御弁に出力して、速度のフィードバック制御を行うようにする。

【００１２】

また、油圧シリンダを駆動制御するための圧力制御用の比例電磁制御弁を備え、少なくとも上記油圧シリンダの圧力制御を行う成形機の制御方法において、上記油圧シリンダへの実測供給流量値と、上記比例電磁制御弁の入力側の実測圧力値と、設定された圧力指令値と、上記比例電磁制御弁の特定の基準差圧値における既知のバルブ駆動指令値－流量値特性線データとから、上記圧力指令値が実際に出力される差圧（上記比例電磁制御弁の入力側と出力側との差圧）となるバルブ駆動指令値－流量値特性線データを求め、この求めたバルブ駆動指令値－流量値特性線データを用いてバルブ駆動指令値を算出し、この算出したバルブ駆動指令値に基づく駆動信号を上記比例電磁制御弁に出力して、圧力制御を行うようにする。

【００１３】

さらに、上記の手法で算出したバルブ駆動指令値をオープン制御用の出力値とし、このオープン制御用の出力値と、ＰＩＤ演算によって得られるフィードバック制御用の出力値とを加算して、この加算結果に基づく駆動信号を前記比例電磁制御弁に出力して、圧力のフィードバック制御を行うようにする。

【００１４】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。

図１は、本発明の１実施形態に係る射出成形機の射出系の油圧回路を簡略化して示す図である。同図において、１は図示せぬスクリューを前後進駆動するための射出シリンダ、２は流量（速度）優先の制御または圧力優先の制御を択一的に行う高速電磁比例制御弁（圧力制御弁を兼用する高速電磁比例流量制御弁；以下、電磁制御弁２と称す）、３は図示せぬ油圧ポンプからの圧油を蓄圧する射出用高圧作動油供給源たるアキュームレータ（以下、ＡＣＣ３と称す）である。また、４，５は油圧センサ、６は速度センサである。本実施形態では、高圧の作動油を供給するＡＣＣ３を用いているので、高圧かつ高速の射出が可能となっており、また、高速応答の電磁制御弁２を用いているので、高速の速度または圧力制御が可能なようになっている。

【００１５】

電磁制御弁２はバルブ駆動信号X_T　によって駆動制御され、流量（速度）優先の制御または圧力優先の制御によって、ＡＣＣ３からの圧油を射出シリンダ１に供給して、これにより公知の１次射出および保圧を実行させる。

【００１６】

圧力センサ４は、電磁制御弁２の入力ポート側の圧力（すなわち、ＡＣＣ３の出力する圧油の圧力）を検出して、ＡＣＣ圧力実測値P_{ACC}　をマシン（射出成形機）の制御系へ出力する。圧力センサ５は、電磁制御弁３の出力ポート側の圧力（すなわち、射出圧力に相当する圧力）を検出して、射出圧力実測値P_i　をマシンの制御系へ出力する。速度センサ６は、射出シリンダ１の図示せぬピストン体の実測ストロークデータに基づき射出速度を検出して、射出速度実測値V_i　をマシンの制御系へ出力する。

【００１７】

図２は本実施形態の射出速度制御系の構成を示す図で、同図において、図１と均等なものには同一符号を付してある。図２において、７は比較器（減算器）、８は速度フィードバック制御部（以下、速度ＦＢ制御部８と称す）、９はＰＩＤ演算部、１０は出力変換部、１１はオープン出力値算出部、１２は加算器、１３はＤ／Ａ変換器、１４は前記射出シリンダ１や電磁制御弁２等を含む射出系油圧回路である。

【００１８】

また、V_O　は射出速度設定値、ｅは偏差、ｕは操作量、X_{FB}はフィードバック制御用のバルブ駆動指令値（以下、ＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}と称す）、X_{OP}はオープン制御用のバルブ駆動指令値であり、また、X_T　は前記バルブ駆動信号、V_i　は

前記射出速度実測値、P_{ACC} は前記ＡＣＣ圧力実測値、P_i は前記射出圧力実測値である。

【００１９】

射出シリンダ１のピストン体の前進位置（ストローク）に応じて予め設定された射出速度設定値V_O は、比較器７およびオープン出力値算出部１１に入力される。また、射出シリンダ１からの射出速度実測値V_i は、比較器７に入力される。比較器７では、射出速度設定値V_O と射出速度実測値V_i との差分（偏差ｅ）を算出して、速度ＦＢ制御部８のＰＩＤ演算部９に出力する。

【００２０】

ＰＩＤ演算部９は、公知のＰＩＤ（比例・積分・微分）演算動作を行い、「Ｐ」演算動作で単位ステップ入力に対して大きさ任意倍の出力とし、「Ｉ」演算動作で単位ステップ入力に対し出力を積分作用によって直線的に増減させたものとし、「Ｄ」演算動作で微分作用によって時間進みを生じさせ、これら「Ｐ」，「Ｉ」，「Ｄ」演算動作を同時に行うことによって、フィードバック操作量ｕを算出して、出力変換部１０に出力する。

【００２１】

なお、ＰＩＤ演算部９で実行される演算式を参考までに示せば、次の▲１▼式の通りである。ただし、▲１▼式において、Ｐ，T_i ，T_d は定数である。

【００２２】

【数１】

$$u = \frac{1}{P}\left(e + \frac{1}{T_i}\int edt + Td\frac{de}{dt} \right) \cdots\cdots ①式$$

【００２３】

出力変換部１０では、ＰＩＤ演算部９の出力たる操作量ｕを、操作量ｕ→制御出力値ｙの出力変換式、すなわち、ｙ＝ g_1（ｕ）によって制御出力値ｙに演算変換処理して求め、これをＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}として、加算器１２に出力する。なお、出力変換部１０は、ＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}に所定の制限幅を設けて、従来のフィードバック制御のように無制限にフィードバック出力値が出ないように、ＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}の最大値を規制するようになっている。この点は前記した先願公報（特開平８－８０５５４号公報）においても開示しているが、ＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}の最大値は、後記するオープン制御用のバルブ駆動指令値X_{OP}の±数％～±１０％程度の範囲に収まるようにされる。

【００２４】

オープン出力値算出部１１には、射出速度設定値V_O の他に、射出系油圧回路１４中の前記圧力センサ４，５からのＡＣＣ圧力実測値P_{ACC} ，射出圧力実測値P_i が入力される。このオープン出力値算出部１１には、電磁制御弁２の特定の基準差圧値（ΔP_R ）におけるバルブ駆動指令値－流量値特性線データ（詳細は後述する）が予め格納されており、オープン出力値算出部１１は、この特性線データと、ＡＣＣ圧力実測値P_{ACC} ，射出圧力実測値P_i （すなわち、$P_{ACC} - P_i = \Delta P_m$ で示される電磁制御弁２の入力側と出力側との実測差圧値）とから、実測差圧値ΔP_m に対応するバルブ駆動指令値－流量値特性線データを算出する。そして、算出したバルブ駆動指令値－流量値特性線データを用いて、射出速度設定値V_O に対応するバルブ駆動指令値を算出し、これをオープン制御用のバルブ駆動指令値X_{OP}として、加算器１２に出力する。

【００２５】

加算器１２では、上記オープン制御用のバルブ駆動指令値X_{OP}に、前記ＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}を加算し、加算結果はＤ／Ａ変換器１３に出力される。Ｄ／Ａ変換器１３では、加算結果をアナログ信号に変換し、前記バルブ駆動信号X_T として電磁制御弁２に出力する。

【００２６】

次に、オープン出力値算出部１１について詳述する。

図５に示し公知のように、オリフィスの式から、差圧ΔＰ＝Ｐ$_1$－Ｐ$_2$のときの流量Ｑは、次の▲２▼式で示される。ただし、▲２▼式において、Ａはオリフィス開口面積、Ｃは定数である。

【００２７】

【数２】

$$Q = A \cdot C\sqrt{\Delta P} \qquad \cdots\cdots ② 式$$

【００２８】

いま、電磁制御弁２の入力側と出力側とのある特定の差圧ΔＰ$_R$（基準差圧値ΔＰ$_R$）が一定であるとしたときの、バルブ駆動指令値－流量値特性線データ（Ｑ$_0$＝ｆ$_q$（Ｖｏｌｔ））が既知であるとする。このバルブ駆動指令値－流量値特性線データ（Ｑ$_0$＝ｆ$_q$（Ｖｏｌｔ））は非直線のデータで、基準差圧値ΔＰ$_R$（例えば４０ｋｇｆ／ｃｍ^2）のデータをバルブメーカから入手したり、あるいは、後述するようにマシン（射出成形機）自体が計測・演算することによって、オープン出力値算出部１１が保持している。図４は、バルブ駆動指令値－流量値特性線データを示す図で、同図において、４１が基準差圧値ΔＰ$_R$（ここでは、ΔＰ$_R$＝４０ｋｇｆ／ｃｍ^2）が一定のときの、バルブ駆動指令値－流量値特性線データ（Ｑ$_0$＝ｆ$_q$（Ｖｏｌｔ））である。

【００２９】

オープン出力値算出部１１には、前記のようにＡＣＣ圧力実測値Ｐ$_{ACC}$と射出圧力実測値Ｐ$_i$とが入力されるので、電磁制御弁２の入力側と出力側との実測差圧値ΔＰ$_m$を、ΔＰ$_m$＝Ｐ$_{ACC}$－Ｐ$_i$によって求めることができる。この実測差圧値ΔＰ$_m$のときの流量Ｑ$_m$は、先に述べたオリフィスの式を用いて、次の▲３▼式によって求めることができる。

【００３０】

【数３】

$$Qm = Q_R \times \frac{\sqrt{\Delta Pm}}{\sqrt{\Delta P_R}} \qquad \cdots\cdots ③ 式$$

【００３１】

したがって、上記の▲３▼式から、流量Ｑ$_m$（つまり、射出速度設定値Ｖ$_0$に対応する流量Ｑ$_m$）を流したいときの、電磁制御弁２へのバルブ駆動指令値Ｘ$_{OP}$’（前記バルブ駆動指令値Ｘ$_{OP}$をアナログ変換したものに相当）は、次の▲４▼式によって求めることができる。

【００３２】

【数４】

$$X_{OP}'(Volt) = f_q^{-1}\left(Qm \times \frac{\sqrt{\Delta P_R}}{\sqrt{\Delta Pm}}\right)$$

$$= f_q^{-1}\left(Qm \times \frac{\sqrt{\Delta P_R}}{\sqrt{\Delta P_{ACC} - P_i}}\right)$$

$$= g_3(Qm, P_{ACC}, P_i)$$

$$= g_3(V_0, P_{ACC}, P_i) \qquad \cdots\cdots ④ 式$$

【００３３】
これは、$\Delta P_m = P_{ACC} - P_i$ が一定であるとしたときの、図４で４２で示すバルブ駆動指令値－流量値特性線データ（$Q_m = f_q$（Ｖｏｌｔ））を求め、この特性線データ４２に則って、流量Q_mに対応するバルブ駆動指令値$X_{OP}'-_m$を求めることに相当する。
【００３４】
よって、射出速度の制御を行う間、常時ＡＣＣ圧力実測値P_{ACC}と射出圧力実測値P_iとを計測し、上記の▲４▼式によってリアルタイムで、例えば多段設定された各射出速度設定値V_0（各流量Q_m）に対する適切なバルブ駆動指令値を求めることができ、リアルタイムで求めたバルブ駆動指令値を出力することによって、ほぼ射出速度設定値V_0通りの速度（流量）を出すことができる。
【００３５】
ところで、上記の計測／演算手法により、実測差圧値ΔP_m等に基づきリアルタイムで求められる、射出速度設定値V_0（流量Q_m）に対応する適切に修正演算されたバルブ駆動指令値を出力するということは、電磁制御弁２に高速応答性のものを用いているので、電磁制御弁２にオープン制御用のバルブ駆動指令値X_{OP}'（X_{OP}）のみを出力するだけで、つまり、図２の構成からフィードバック制御系を省いたオープン制御系のみの構成としても、ほぼ射出速度設定値V_0通りの速度（流量）を出すことができることを示している。したがって、本実施形態では、フィードバック制御系を付加した構成としているが、オープン制御のみの射出速度制御系にも本発明は適用可能であることは言うまでもなく、この場合にも、精度の良好な射出速度の制御を行うことができる。なお、本実施形態では、フィードバック制御系を付加した構成としているので、さらに一層精度の良好な速度制御を行うことができ、高負荷で高速の場合であっても良好な速度制御（速度フィードバック制御）を行うことができる。
【００３６】
図３は本実施形態の射出圧力制御系の構成を示す図で、同図において、図２と均等なものには同一符号を付してある。図２において、２１は比較器、２２は圧力フィードバック制御部（以下、圧力ＦＢ制御部２２と称す）、２３はＰＩＤ演算部、２４は出力変換部、２５はオープン出力値算出部、２６は加算器である。また、P_0は射出圧力設定値、P_iは前記射出圧力実測値、P_{ACC}は前記ＡＣＣ圧力実測値、V_iは前記射出速度実測値である。
【００３７】
射出圧力設定値P_0は、射出行程の１次射出を圧力優先制御で行う場合には、射出シリンダ１のピストン体の前進位置（ストローク）に応じて予め設定され、また、射出行程の保圧時には時間軸に沿って予め設定される。この射出圧力設定値P_0は、比較器２１およびオープン出力値算出部２５に入力される。また、射出系油圧回路１４からの射出圧力実測値P_iは、比較器２１に入力される。
【００３８】
比較器２１では、射出圧力設定値P_0と射出圧力実測値P_iとの差分（偏差ｅ）を算出して、圧力ＦＢ制御部２２のＰＩＤ演算部２３に出力する。ＰＩＤ演算部２３は、ＰＩＤ演算動作によって偏差ｅを操作量ｕに変換し、これを出力変換部２４に送出する。出力変換部２４では操作量ｕを先と同様に変換処理して、制御出力値ｙを求め、これをＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}として、加算器２６に出力する。なお、出力変換部２４も先と同様に、ＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}に所定の制限幅を設けて、ＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}の最大値が、後記するオープン制御用のバルブ駆動指令値X_{OP}の±数％～±１０％程度の範囲に収まるようにする。
【００３９】
オープン出力値算出部２５には、射出圧力設定値P_0の他に、ＡＣＣ圧力実測値P_{ACC}と射出速度実測値V_iとが入力され、射出速度実測値V_iは流量実測値Q_iに変換される。オープン出力値算出部２５にも、電磁制御弁２の特定の基準差圧値（ΔP_R

）におけるバルブ駆動指令値－流量値特性線データ（図４中のバルブ駆動指令値－流量値特性線データ４１（$Q_0 = f_q$（Ｖｏｌｔ））が予め格納されている。そして、オープン出力値算出部２５は、この特性線データ４１と、ＡＣＣ圧力実測値P_{ACC}と、流量実測値Q_iと、射出圧力設定値P_0とから、$P_{ACC} - P_0 = \Delta P_n$の差圧が出るようなバルブ駆動指令値－流量値特性線データを算出する。そして、算出したバルブ駆動指令値－流量値特性線データを用いて、流量実測値Q_iに対応するバルブ駆動指令値を算出し（つまり、射出圧力設定値P_0が出るような差圧ΔP_nとなるように、バルブ駆動指令値を算出し）、これをオープン制御用のバルブ駆動指令値X_{OP}として、加算器２６に出力する。

【００４０】

上記オープン出力値算出部２５における演算処理は、前記オープン出力値算出部１１におけるそれとほぼ同様に、バルブ駆動指令値X_{OP}’（Ｖｏｌｔ）$= g_3$（Q_i，P_{ACC}，P_0）$= g_3$（V_i，P_{ACC}，P_0）で求められる。なお、保圧時の圧力制御においては、Q_i　０として同様の演算処理を行うことになる。

【００４１】

加算器２６では、上記オープン制御用のバルブ駆動指令値X_{OP}に、ＦＢ制御用のバルブ駆動指令値X_{FB}を加算し、加算結果はＤ／Ａ変換器１３に出力される。Ｄ／Ａ変換器１３では、加算結果をアナログ信号に変換し、バルブ駆動信号X_Tとして電磁制御弁２に出力する。

【００４２】

上述の圧力制御においても、電磁制御弁２に高速応答性のものを用いているので、電磁制御弁２にオープン制御用のバルブ駆動指令値X_{OP}’（X_{OP}）のみを出力するだけで、つまり、図３の構成からフィードバック制御系を省いたオープン制御系のみの構成としても、ほぼ射出圧力設定値P_0通りの圧力を出すことができる。したがって、本実施形態では、フィードバック制御系を付加した構成としているが、オープン制御のみの射出圧力制御系にも本発明は適用可能であることは言うまでもなく、この場合にも、精度の良好な射出圧力の制御を行うことができる。なお、本実施形態では、フィードバック制御系を付加した構成としているので、さらに一層精度の良好な圧力制御を行うことができるのは当然である。

【００４３】

なおここで、図２の射出制御系と図３の圧力制御系とは別個の制御系として示してあるが、実際には図２の射出制御系と図３の圧力制御系とは１つの制御系として一体化されており、図２の加算器１２の出力と図３の加算器２６の出力を択一選択するスイッチ回路の出力が、Ｄ／Ａ変換器１３に出力されるようになっている。

【００４４】

以上の説明では、電磁制御弁２の特定の基準差圧値（ΔP_R）におけるバルブ駆動指令値－流量値特性線データ（図４中のバルブ駆動指令値－流量値特性線データ４１；$Q_0 = f_q$（Ｖｏｌｔ））が、予め求められていて、固定のものであることを前提として説明した。しかし本実施形態では、射出を行っているときの、実測差圧値$\Delta P_m = P_{ACC} - P_i$，流量実測値$Q_i$，バルブ駆動指令値$X_{OP}$’（$X_{OP}$）が計測・記憶可能であるので、これらをサンプリングすることにより、特定の基準差圧値（ΔP_R）が一定であるとしたときの、バルブ駆動指令値－流量値特性線データ４１（$Q_0 = f_q$（Ｖｏｌｔ））を、より正確なデータとして更新・保持することも可能である。

【００４５】

例えば、基準となるバルブ駆動指令値－流量値特性線データの自動調整モードを設けておき、この自動調整モードで、バルブ駆動指令値X_{OP}’を０→０．５→１．０→……５．０（Ｖｏｌｔ）のように変えながらテスト射出を行い、その射出中の実測差圧値$\Delta P_m = P_{ACC} - P_i$，流量実測値$Q_i$を測定してサンプリングすれば、$Q_0 = f_q$（Ｖｏｌｔ）の特性データを最適のものに補正することができる。また、このサンプリングは、マシンの自動運転中に行うことも可能であるため、自動運転中に随時、$Q_0 = f$

$_q$（Ｖｏｌｔ）の特性データの自動調整（自動修正）を行うことも可能となる。なおまた、テスト射出で多数のサンプリングデータを収集することによって、$Q_0 = f_q$（Ｖｏｌｔ）の特性データを全く新たに作成することも可能である。

【００４６】

上記のような特性データの自動調整（自動修正）手法を採用することによって、より正確な速度オープン制御または圧力オープン制御を行うことが可能となり、このオープン制御に前記したフィードバック制御を付加することにより、より高精度の速度または圧力制御が達成される。

【００４７】

以上述べたように本実施形態においては、適切な速度オープン制御出力または圧力オープン制御出力を行うので、ＡＣＣ３を用いた構成でありながら、フィードバック制御を用いないオープン制御のみの構成であっても、高応答でほぼ正確な速度または圧力の制御が行える。

【００４８】

また、オープン制御に前記したフィードバック制御を付加することにより、より一層高精度の速度または圧力制御が達成できる。すなわち、１次射出中の負荷変動や温度変動等に対して、高応答で高精度な速度フィードバック制御を行うことができる。また、射出シリンダが動いている１次射出中や、保圧中に射出シリンダが微妙に動いている際の、高応答で高精度な圧力フィードバック制御が可能となる。

【００４９】

したがって、低速・低負荷から高速・高負荷までのあらゆる範囲の成形品に対して、精密かつ安定な成形が実現できる。

【００５０】

【発明の効果】

叙上のように本発明によれば、負荷が大きく変動しても、変動した負荷に見合った適切なオープン制御用出力値が出力できるので、精度が高く高応答の成形運転を行うことができ、さらに、フィードバック制御を付加することにより、より一層高精度の速度または圧力制御が達成でき、極めて精密かつ安定な成形が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の１実施形態に係る射出成形機における、射出系の油圧回路の簡略化した説明図である。

【図２】本発明の１実施形態に係る射出成形機における、射出速度制御系の構成を示す説明図である。

【図３】本発明の１実施形態に係る射出成形機における、射出圧力制御系の構成を示す説明図である。

【図４】バルブ駆動指令値－流量値特性線データを示す説明図である。

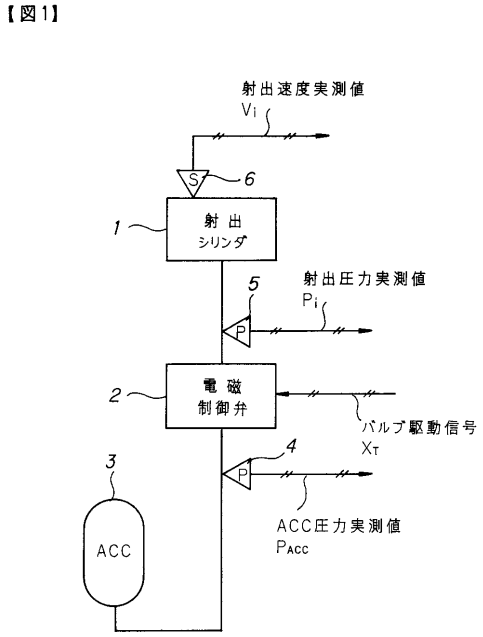
【図５】オリフィスの式の説明図である。

【符号の説明】

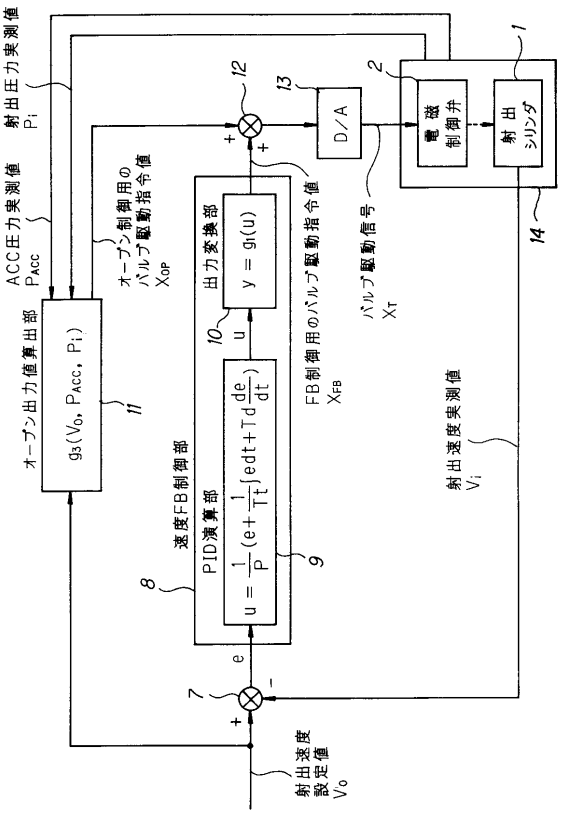
１　射出シリンダ
２　電磁制御弁（高速電磁比例制御弁）
３　ＡＣＣ（アキュームレータ）
４，５　圧力センサ
６　速度センサ
７　比較器（減算器）
８　速度ＦＢ制御部（速度フィードバック制御部）
９　ＰＩＤ演算部
１０　出力変換部
１１　オープン出力値算出部
１２　加算器
１３　Ｄ／Ａ変換器

１４　射出系油圧回路
２１　比較器
２２　圧力ＦＢ制御部（圧力フィードバック制御部）
２３　ＰＩＤ演算部
２４　出力変換部
２５　オープン出力値算出部
２６　加算器

【図１】

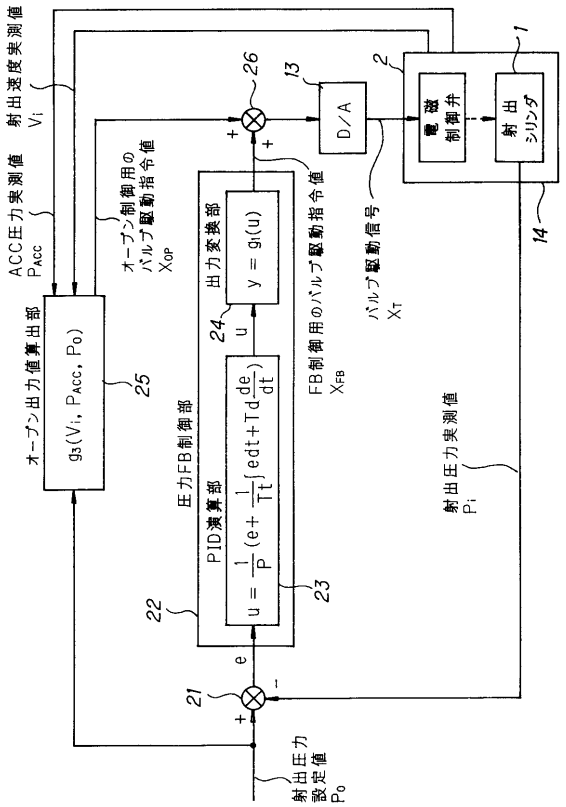


【図２】



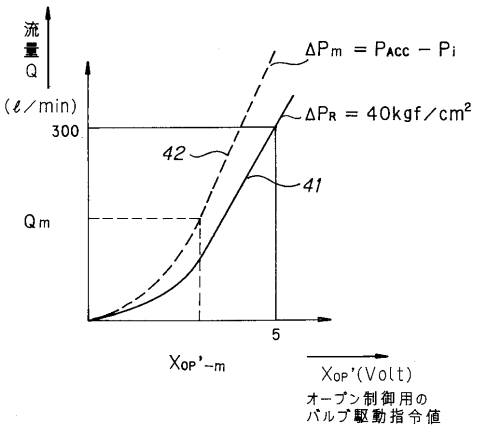
【図３】

【図3】



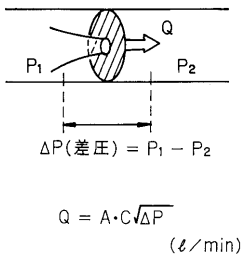
【図４】

【図4】



【図５】

【図5】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
B29C45/00～45/84
B22D17/32