

[19]中华人民共和国专利局

[11]授权公告号



# [12] 发明专利说明书

CN 1023196C

[21] 专利号 ZL 89101213

[51]Int.Cl<sup>5</sup>

B29C 45 / 77

[45]授权公告日 1993年12月22日

[24]颁证日 93.10.10

[21]申请号 89101213.3

[22]申请日 89.3.7

[30]优先权

[32]88.3.7 [33]US [31]164,957

[73]专利权人 维克斯公司

地 址 美国密歇根州

[72]发明人 拉扎穆利·冈达

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 马铁良 王忠忠

B29C 45 / 82

说明书页数: 附图页数:

[54]发明名称 注塑机控制系统

[57]摘要

一种控制容积不定腔室中流体压力的电动液压伺服系统,包括装有阀芯及按阀芯在阀体中的位置开闭供液口的阀。伺服阀响应电子的阀控制信号,控制主阀阀体中的换向压力,从而控制阀芯的位置。阀控制器接受远处主令控制器按所要求的腔内流体压力而发出的压力指令信号、以及来自连接于阀排液口处的压力传感器的表明腔内流体压力的压力反馈信号。在压力控制工作方式,压力指令信号和压力反馈信号进行比较,其信号差产生送给伺服阀的控制信号。第二传感器与阀芯相接,根据阀芯在阀体中的位置提供位置反馈信号。

## 权 利 要 求 书

---

1. 一个用于控制容积不确定的腔室内流体压力的电动液压伺服系统，所述的系统包括：

阀装置，它包括阀芯，根据所述阀芯位置的变化将流体供给所述腔室的装置，和按照电子的阀控制信号控制所述阀芯位置的装置，

以及电子式阀控制装置，包括根据所要求的腔室中流体的压力而提供压力指令信号 $P_c$ 的装置，和阀装置相接、随所述腔室内流体压力变化而提供压力反馈信号 $P$ 的装置，根据增益 $K_p$ 改变压力反馈信号的装置，根据所述压力指令信号 $P_c$ 和所述压力反馈信号的差乘以增益 $K_e$ 来提供所述的阀控制信号的装置，确定所述腔室容积的装置以及根据所述腔室容积的变化改变增益 $K_e$ 的装置。

2. 根据权利要求1所述的系统，其中所述阀控制装置还包括和所述阀装置相接、根据所述阀芯位置来提供位置反馈信号 $Y$ 的装置，并且其中所述的容积确定装置包含为确定腔室容积而依据所述反馈信号 $P$ 和 $Y$ 来工作的装置。

3. 根据权利要求2所述的系统，其中所述的容积确定装置包含依据在预选时间长度内位置反馈信号 $Y_1$ 的变化除以在同样时间间隔内压力反馈信号变化的平方根来工作的装置。

4. 根据权利要求3所述的系统，其中所述阀控制装置还包括根据所述指令信号 $P_c$ 和所述位置信号 $Y$ 的变化率再乘以增益 $K_d$ 的差而提供阀控制信号的装置，并且其中增益调节装置则包括根据所述容积改变增益 $K_d$ 的装置。

5. 根据权利要求4所述的系统，其中所述阀控制装置包括确立额定增益 $K_{e1}$ 、 $K_{p1}$ 和 $K_{d1}$ 及额定型腔容积 $V_1$ 的装置以及按下列方

程设定所述增益  $K_e$ 、 $K_p$  和  $K_d$  的装置；

$$K_e = K_{e1} * V_r$$

$$K_p = K_{d1} / V_r$$

$$V_r = V / V_1$$

6. 根据权利要求 5 所述的系统，其中所述阀控制装置还包括提供流量指令信号  $Q_c$  的装置，在压力控制工作方式下根据所述压力指令  $P_c$ 、反馈信号  $P$  和  $Y$  的及增益  $K_e$ 、 $K_d$ 、 $K_p$  来提供第一阀控制信号的装置，在流量控制工作方式下根据所述流量指令信号  $Q_c$  提供第二阀控制信号的装置，和在压力控制方式及流量控制方式之间作出选择的装置。

7. 根据权利要求 6 所述的系统，其中控制方式选择装置包括选择所述第一和第二阀控制信号的较小值  $Y_c$  的装置。

8. 根据权利要求 7 所述的系统，其中所述阀控制装置还包括依据所述较小值信号  $Y_c$  和所述位置反馈信号  $Y$  之差来工作的装置。

9. 一种用于控制熔融塑料注入模具型腔的 电动液压伺服系统，所述系统包括：

在流量、压力直接随液压流体的流量、压力而变化的情况下将熔融塑料压注进型腔的装置；

阀装置，它包括阀芯、连接于液压流体源的第一组进液口，连接于液压传动装置的第二组排液口，它根据阀芯的位置将液压流体供给传动装置，以及响应电子的阀控制信号作出对所述阀芯的位置进行控制的装置；

根据所要求供给传动装置液压流体的压力和流量提供压力和流量指令信号的装置；

响应所述压力和流量指令信号向所述阀装置输出电子的阀控制信号的控制装置，它包括，

根据所述阀芯的位置发出电子位置反馈信号的装置，

根据所述排液口处液压流体的压力而发出电子压力反馈信号的装置，

在流量控制工作方式下根据所述流量指令信号和所述位置反馈信号之差而发出所述阀控制信号的装置，

在压力控制工作方式下根据所述压力指令信号和所述压力反馈信号之差而发出所述阀控制信号的装置，以及

在流量控制和压力控制两种工作方式之间进行选择装置。

10。根据权利要求9所述的系统，其中选择装置包括当排液口流体压力增高表明型腔充满时作出响应将所述控制装置从所述流量控制方式切换至压力控制方式的选择装置。

11。根据权利要求9所述的系统，其中在压力控制方式工作时用来提供阀控制信号的装置还包括根据所述压力指令信号和所述压力反馈信号变化率的差而工作的装置。

12。根据权利要求11所述的系统，其中在压力控制方式工作时提供阀控制信号的装置还包括依据所述压力指令信号和所述位置反馈信号的变化率之差来工作的装置。

13。根据权利要求12所述的系统，其中在压力控制方式工作时提供阀控制信号的装置包括构成电子伺服控制回路的装置，包括至少对所述指令、压力反馈、位置反馈、变化率和电子控制信号的一部分以增益相乘的处理装置以及根据所述腔室容积的变化至少改变某些增益的装置。

14. 根据权利要求13所述的系统,其中所述的控制装置包括为了确定所述腔室容积而对所述位置和压力反馈信号作出响应的装置,以及按预定的所述容积的函数关系改变增益的装置。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中在所述压力控制方式工作时供给所述阀控制信号的装置包括根据表达式  $K_e(P_c - K_d \dot{Y} - K_p \dot{P} - P)$  来提供阀控制信号的装置,式中  $K_e$ 、 $K_d$  和  $K_p$  是所述的增益,  $P_c$  是所述的压力指令信号,  $\dot{Y}$  是所述位置反馈信号的变化率,  $P$  是所述压力反馈信号,  $\dot{P}$  是所述压力反馈信号的变化率。

16. 根据权利要求14所述的系统,其中增益调节装置包括用来按下列方程式改变增益  $K_e$ 、 $K_d$  和  $K_p$  的装置:

$$K_e = K_{e1} * V_r$$

$$K_p = K_{p1}$$

$$K_d = K_{d1} / V_r$$

$$V_r = V / V_1$$

式中,  $K_{e1}$ 、 $K_{p1}$  和  $K_{d1}$  分别为增益  $K_e$ 、 $K_p$  和  $K_d$  的预选额定值,  $V_1$  是所述容积  $V$  的预选额定值。

# 说 明 书

## 注 塑 机 控 制 系 统

本发明的目标是一种对压力输送流体至容积未知的腔室进行控制的电动液压伺服系统，这种系统特别用于控制输送至注塑机的液压流体的流量和压力。

在电动液压伺服系统中，常常需要以单独的流量控制方式和压力控制方式控制系统的输出流量和压力。例如，在注塑机的电动液压控制中，就希望开始使压射气缸以流量控制方式工作，使液态塑料注入模具的型腔，接着，在型腔充满后，就以压力控制方式工作，来维持所需的压力分布。在采用电子式压力反馈进行闭环压力控制的电动液压系统中，出现的问题是伺服回路的增益随型腔的容积而变化，而等效的型腔容积常常因操作人员的意图或系统中流体泄漏而改变。总的压缩容积，包括模具型腔中熔融塑料在内，依模具的种类和尺寸的不同，其变化可达12:1。然而，即使容积变化低到10%至20%也要求调整伺服回路的增益以保持所期望的性能。过去，在需要时，回路的增益是根据经验(反复试验法)手动调整的。

因此，本发明的总目的是提供一种具有所述特征的电动液压伺服控制系统，它包括用于在以压力控制方式工作时实现电子式闭环控制的设备，其中，在工作期间，回路的增益随型腔容积的变化而自动调整。本发明另一个目的是提供一种包括在以单独的流量控制方式或压力控制方式工作时实现液压流体自适应控制的电动液压伺服系统。

本发明之用于控制容积不确定的腔室中流体的压力的电动液压伺

服系统，它包括一个主阀，该主阀装有其位置靠换向射流压力来控制  
的滑动阀芯和根据阀芯在阀体中的位置来开闭的液压流体的进口和出口。  
伺服阀靠电子的阀控制信号而动作，以控制主阀阀体内部的换向射流  
压力，因而控制阀芯的位置。电子式的阀控制器接受远处主令电子设备  
根据所要求的腔内流体压力而发出的压力指令信号和连接于主阀流体  
出口处的压力传感器发出的腔内流体压力的反馈信号。在以压力控制  
方式工作时，压力指令信号和压力反馈信号进行比较，其误差信号  
被用于产生送至伺服阀的阀控制信号。

在本发明优选实施例中，第二个传感器与阀芯相接，以根据阀芯  
在阀体中的位置提供位置反馈信号。位置反馈信号和压力反馈信号两  
者都被用于压力控制伺服回路中，压力反馈信号随增益 $\kappa_p$ 而变化，  
位置反馈信号随增益 $\kappa_a$ 而变，而误差信号则根据增益 $\kappa_e$ 来改变。  
腔室的容积被作为压力和位置反馈信号的函数。控制回路的增益，特  
别是增益 $\kappa_e$ 和 $\kappa_a$ ，随腔室容积而变化，使伺服控制系统既能适应腔室  
容积有变化也能适应于腔室容积没有变化的场合。最好，电子式阀控  
制器包含以微处理器为基础的控制器，对压力、位置反馈信号周期性  
地进行采样，随时修正回路的增益，对压力、流量的指令输入进行采  
样，并且，不论在流量控制方式还是压力控制方式工作时，自动地改  
变送至电动液压伺服阀的阀控制信号，以能在模具型腔处得到所需的  
流量和压力控制。

在本发明用于注塑机控制的应用实例中，电子式阀控制器包括这  
样的装置，它在开始时根据接受自远处主令电子设备的流量指令信号  
使阀工作在流量控制方式，以控制进入注塑机的材料的注入速率，随

后，根据接受自远处主令电子设备的压力指令信号的控制下，使阀按压力控制方式工作，以在型腔注满后维持注塑机中所需的压力分布。电子式伺服控制器包括这样的装置，当主阀流体出口处的压力传感器反映的腔压的增高表明腔室已满时，它能自动地从流量控制方式切换至压力控制方式。

与附加的目的一起，从如下的说明、所附权利要求和附图中，本发明的特征和优点将会得到最好的了解，其中：

图 1 是本发明一个优选实施例的电动液压伺服系统的原理图；

图 2 是图 1 所示系统的功能方框图；

图 3 是为了解本发明的实施例工作的图示。

图 1 表示本发明为传统注塑机 12 的注料缸工作用的电动液压伺服系统 10。系统 10 包括主阀 14，阀芯 16 可以在阀体 18 内滑动，控制液压流体从进口 20、22 加入，从出口 24、26 排出。泵 28 在靠泄流阀 29 设定的压力下，将液压流体从储槽 30 泵至进口 20、22。瞬间的压力变动可用储罐（图中未画出）来消除。主阀液体出口 24、26 连接在直线式液压传动装置 32 的活塞 34 的两侧。活塞 34 籍轴 36 与注塑机 12 的注料缸（图中未画出）连结。显然，主阀 14 是用来控制送至液压传动装置 32 的液压流体的流量  $Q$  和压力  $P$  的所谓  $P-Q$  阀，从而它控制注料缸的注射速度和加于注塑机 12 的压力。对压力控制来说，压缩中的总积是主阀 14 下游侧的容积，即，传动装置 32 中的流体容积加上注塑机 12 中的型腔容积。

电动液压伺服阀 38 装在阀体 18 上，它响应电子式控制器 40 发出的控制信号而动作，用以供给换向压力，控制阀芯 16 在阀体 18 内的位置。电子式控制器 40 和伺服阀 38 装配在一起。电子式控制器 40

接受来自远处主令控制器 42 的指令信号，并将适当的运行和状态数据传至远处主令控制器。一个传感器，如 LVDT，安装在阀体 18 上并和阀芯 16 相接，将表示阀芯 16 在阀体 18 内的位置的反馈信号 Y 提供给电子式阀控制器 40。阀芯 16 依靠弹簧 47、48 设置于阀体 18 的中性中心位置。第二个传感器 46 和出口 26 (或 24) 相连接，随阀出口流体压力的变化而提供给电子式阀控制器 40 以反馈信号 P。

最好，伺服阀 38 和电子式阀控制器 40 采取美国专利 NO. 4 75 774 7 所述的一体装配方式，该专利已转让给本受让人。它所公开的内容在此做为参考。在本发明的这样的优选实施例中，电子式控制器 40 包含微处理器为基础的控制器，它包括接收、采样和存贮来自主令控制器 42 的指令信号并产生适当的阀控制信号送至伺服阀 38 的装置。电子式控制器 40 还包括预先存有阀控制程序和运行数据的存贮器。这类程序可由远处的主令控制器 42 选用。运行数据包括回路增益常数或是来自主令控制器 42 的，或是如下面将详尽讨论的通过内部自适应控制程序的变量。主令控制器 42 的一个例子见于美国专利 NO. 4 74 5 74 4，同样转让给了本受让人。

图 2 是图 1 所示系统 10 的工作框图，包括依照本发明的以微处理器为基础的电子式控制器 40 的详细工作框图。如上面所述，电子式控制器 40 是如美国专利 NO. 4 75 774 7 所指的以微处理器为基础的控制器。因此，图 2 中电子式控制器 40 的工作框图就表示这样一种由适当的控制编程构成的微处理器为基础的控制器。显然，这种微处理器式控制器包括在周期性的采样间隔对每一个输入信号进行采样、存贮的功能。为了简明起见，这种采样回路未在图 2 中画出。

参照图 2，接受自主控制器 42 (图 1) 的压力指令  $P_c$  被送至电

子式控制器 40 中加法器 50 的非反转输入端。位置传感器 44 的输出  $Y$  经过模数转换器 52、反馈补偿网络 54 被送至加法器 50 的反转输入端。同样，压力传感器 46 的输出  $P$  经过模数转换器 56、反馈补偿网络 58 而送至加法器 50 的反转输入端。在反馈网络 54 中，位置反馈信号  $Y$  乘以增益  $K_d$  和拉普拉斯符号“ $S$ ”，这种乘法步骤是用来说明微分运算的标准技巧。同样，在反馈网络 58，压力传感器 46 的输出  $P$  乘以一个包含增益  $K_p$  的因子  $(1+K_p \cdot S)$ 。加法器 50 的输出代表压力指令信号  $P_c$  和分别由反馈网络 54、58 处理过的位置、压力反馈信号  $Y$ 、 $P$  的差，它被送至积分器 60，在此乘以增益  $K_e$  除以拉普拉斯符号“ $S$ ”。增益调整网络 70 的输入端接收位置反馈信号  $Y$  和压力反馈信号  $P$ ，而输出端则接至反馈网络 54、58 和积分器 60，以便有选择地、适当地改变增益  $K_p$ 、 $K_d$  或  $K_e$ ，如将在下面说明的。

积分器 60 的输出经过限值单元 62 送至最小值选择单元 64。单元 62、64 还接受来自主令控制器 42 的流量指令信号  $Q_c$  作为输入量。限值单元 62 提供一个等于其得自积分器 60 的输入量达到与流量指令信号  $Q_c$  相对应的限值的输出信号。最小值选择单元 64 的输出跟随其输入量的较小值，它经过放大级 66 后，作为位置指令信号  $Y_c$ ，被送至位置控制伺服回路 67 的加法器 68 的非反转输入端。加法器 68 的反转输入端接受来自传感器 44 的位置反馈信号  $Y$ 。这样，加法器 68 的差分输出就表示阀芯 16 的位置误差（图 1）。导前网络 72 补偿在阀 14、38 处的工作迟延以及数字采样过程引起的滞后对位置误差的影响。经补偿的位置误差信号被送至放大级 74，在其输出端又加了适当的偏置。合成的信号经过脉宽调制放大器 76 而送至伺服阀 38 的力矩电动机。

在工作中，电子式控制器40接收来自主令控制器42的流量指令 $Q_c$ ，它指示阀14出口24、26处所要求的液体流量、液压传动装置32中活塞34的对应的速度以及直接对应的注塑机12注入型腔的熔融塑料的流量。同样，控制器40接收的压力指令 $P_c$ 则表示模具型腔内所要求的压力。（显而易见，在忽略泄漏的情况下，靠轴36直接连结，注塑机中液态材料的流量相当于液压传动装置32的液压流体的流量，而模具型腔中的压力则直接相当于传感器46所测定的液压流体的压力）。电子式控制器40根据指令 $Q_c$ 、 $P_c$ 以及反馈信号 $Y$ 、 $P$ 来工作，选择压力控制或流量控制的工作方式，并且将相应的位置指令 $Y_c$ 送给位置伺服回路67。

比较特别的是，假定液压传动装置的活塞34（图1）和注塑机12的注料缸一开始都处于完全撤回状态，流体压力 $P$ 较低（图3），在积分器60产生一个高输出。因而在单元64处，选择流量指令 $Q_c$ ，经66适当放大后送至加法器68作为位置指令 $Y_c$ 。这样，位置控制回路67控制伺服阀38和阀14，以得到恒定的阀芯16（图1）的位置信号 $Y$ （图3），这与恒定的流量 $Q_c$ 相当。当注塑机12的模具型腔内充满塑料时，背压使传动装置32的活塞34的运动减缓，反馈压力开始迅速增高（图3）。在反馈网络58中，压力 $P$ 取微分后再与自身相加。这个和既代表压力的量值又代表其变化率，当它接近压力指令 $P_c$ 时，积分器60的输出降低。当该输出低于流量指令 $Q_c$ 时，最小值选择单元64便切换至压力控制方式，并且将积分的压力微分送至回路67作为位置指令 $Y_c$ 。选择单元64就这样根据取自传感器46的压力反馈信号 $P$ 的量值和变化率，在阀38、14处对流量控制和压力控制工作方式进行选择。对压力控制而言，系统10（图1）基本上由靠调节器

29 设定的流体供给压力、压缩中的有效容积和系统的泄漏来确定。系统的泄漏可以假定为常数。有效压缩容积定义为给出传动装置 32 中的流体和注塑机 12 中熔融塑料的可压缩性效应的等价容积。对于一个由上列参数定义的给定系统，为了达到所求的系统压力控制，存在一组唯一的  $K_e$ 、 $K_d$  和  $K_p$ 。增益  $K_e$ 、 $K_d$  和  $K_p$  由增益调整网络 70 来确定。

从流量控制阶段的终点开始，即当液压传动装置 32 充分伸展，注塑机 12 的型腔充满时，压力  $P$  上升（图 3），其变化按下列方程式：

$$V * (dp/dt) = B * Q(t) \quad (1)$$

式中  $V$  是型腔容积， $B$  是液压流体和熔融塑料的有效容积弹性模量。流量  $Q(t)$  可以用阀芯 16 的位置  $Y$  来表示，式 (1) 可以重写如下：

$$V * (dp/dt) = K * (Y - Y_z) * \text{SQRT}(P_s - P) \quad (2)$$

式中  $Y_z$  是阀芯 16 的中心位置或零流量位置， $K$  是常数， $P_s$  是液流供给压力， $\text{SQRT}$  表示平方根。式 (2) 假定，作为一级近似，阀 18 的计量面积比例于阀芯距中心的行程。当压力上升到控制器 40 从流量控制方式切换至压力控制方式之前，阀芯的位置  $Y$  是恒定不变的（图 3）。将方程 (2) 积分，得到：

$$K * (Y - Y_z) * t = 2 * V * (\text{SQRT}(P_s - P_1) - \text{SQRT}(P_s - P)) \quad (3)$$

式中  $\text{SQRT}(P_s - P_1)$  这一项是常数，它可以靠对图 3 中时间  $t_1$  时方程 (3) 的解来估算，此时  $P = P_1$  而位置  $Y = Y_1$ 。在  $N$  个采样间隔之后，即在时间  $t_2$ ，此时  $P = P_2$ ，方程 (3) 成为：

$$V = K / 2 * (N * T * (Y - Y_z)) / (\text{SQRT}(P_s - P_1) - \text{SQRT}(P_s - P_2)) \quad (4)$$

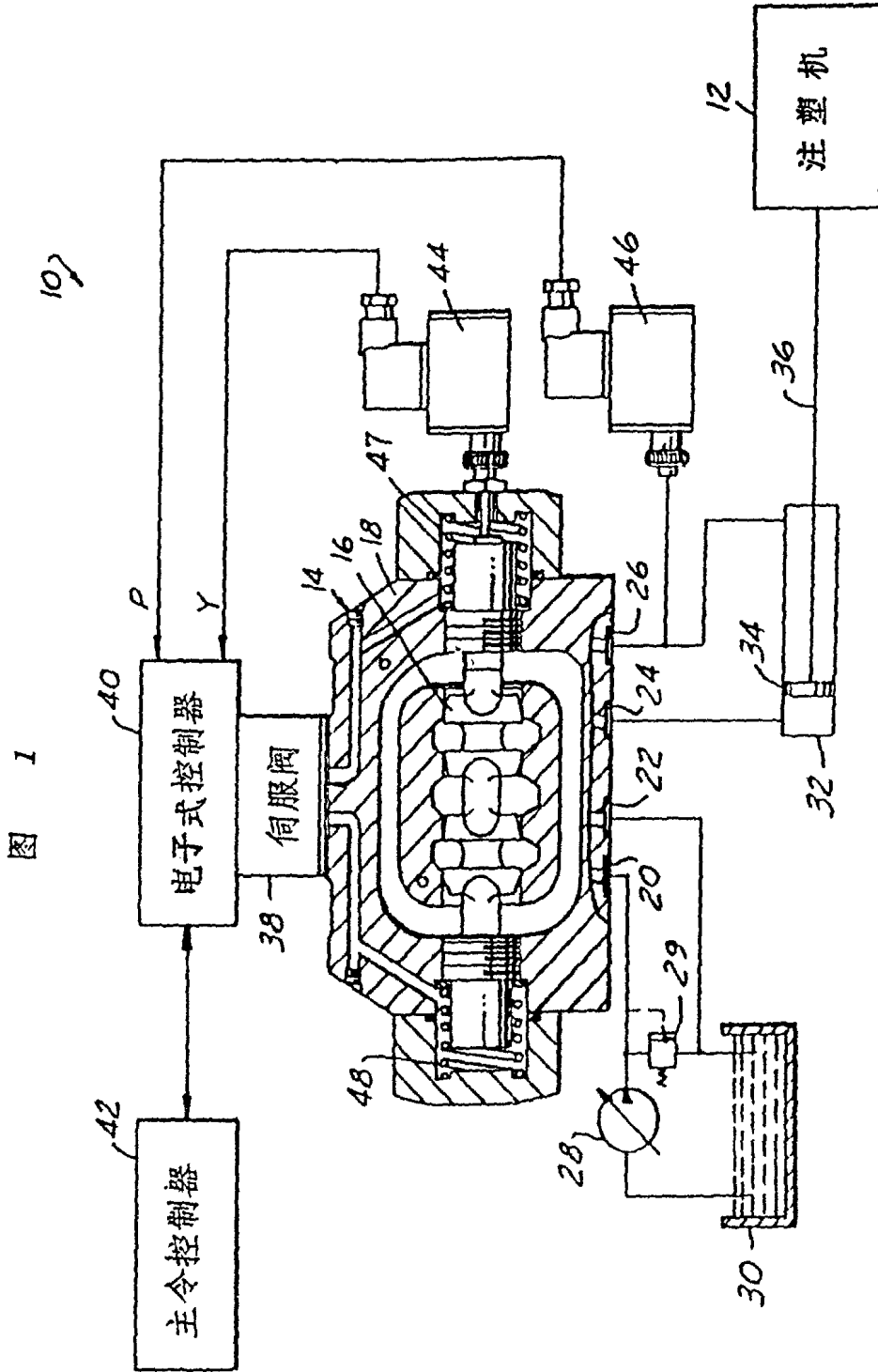
式中  $T$  是采样间隔长度，即  $N * T = (t_2 - t_1)$ 。这样，实际的型腔容积

便确定了。在采样期间( $t_2 - t_1$ ), 阀芯位置 $Y$ 从 $Y_1$ 变到 $Y_2$  的场合, 在方程(4)中可用平均位置 $(Y_1 + Y_2)/2$ 。

容积 $V$ —被增益调整网络70由方程式(4)所确认, 增益 $K_p$ 、 $K_d$ 和 $K_e$ 就相应地得到调整。已经知道, 积分器的增益 $K_e$ 基本上随容积 $V$ 线性增加, 阀芯位置反馈的增益 $K_d$ 随容积 $V$ 增大而下降, 压力反馈的增益 $K_p$ 在容积变化达12:1时几乎不变。这样, 在本发明优选的实例中, 在调整单元70, 增益 $K_e$ 、 $K_p$ 和 $K_d$ 的调整规律如下:

$$\begin{aligned}
 K_e &= K_{e1} * V_r \\
 K_p &= K_{p1} \\
 K_d &= K_{d1} / \sqrt{V_r} \\
 V_r &= V / V_1
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

式中 $K_{e1}$ 、 $K_{p1}$ 、 $K_{d1}$ 和 $V_1$ 是最初设定的额定或设计值。



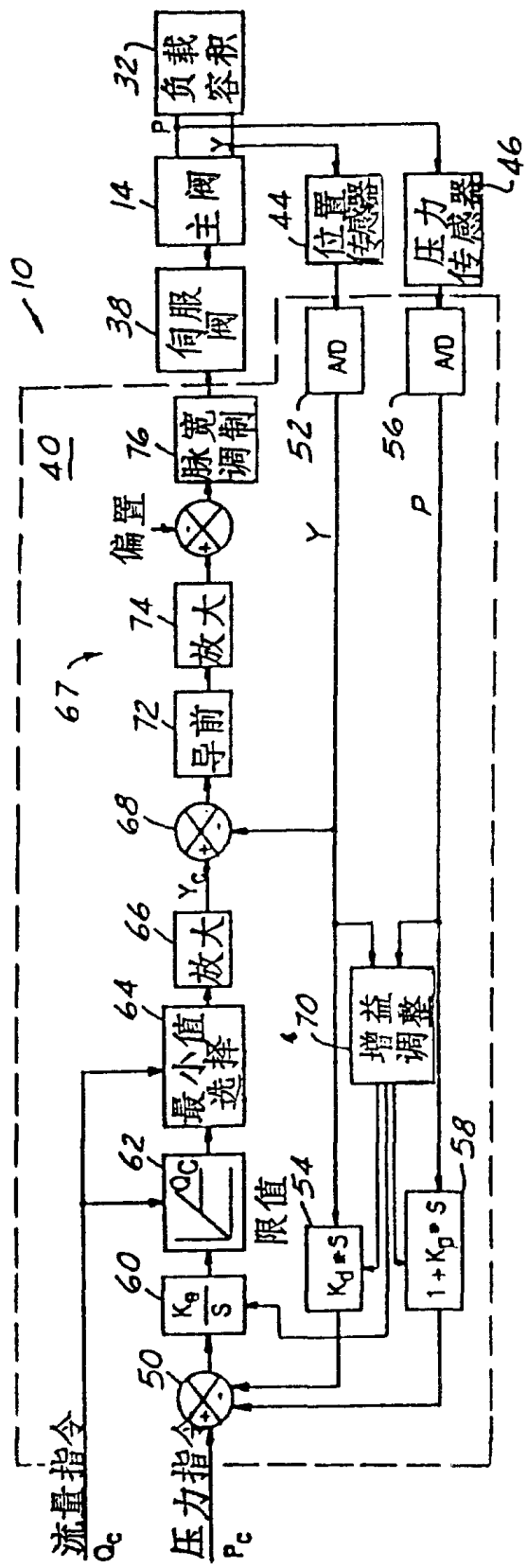


图 2

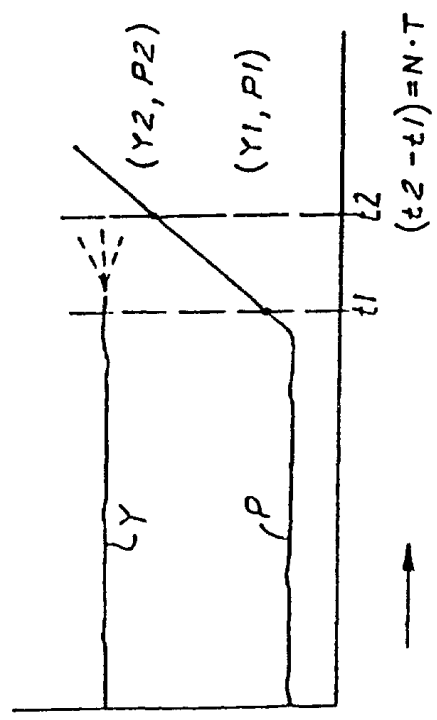


图 3