



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01803354.7

[45] 授权公告日 2005 年 12 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1233519C

[22] 申请日 2001. 10. 30 [21] 申请号 01803354.7

[30] 优先权

[32] 2000. 10. 31 [33] JP [31] 332869/00

[32] 2001. 3. 23 [33] JP [31] 86052/01

[86] 国际申请 PCT/JP2001/009508 2001. 10. 30

[87] 国际公布 WO2002/036325 日 2002. 5. 10

[85] 进入国家阶段日期 2002. 6. 28

[71] 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 筒井健司 前川明宽 村田直史

村濑淳治

审查员 赵 艳

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

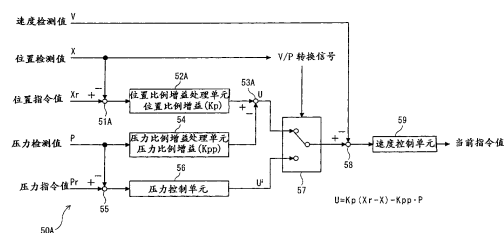
代理人 王永刚

权利要求书 6 页 说明书 28 页 附图 10 页

[54] 发明名称 电注射成型机及其注射速度和注射
压力的控制方法

[57] 摘要

本发明涉及一种电注射成型机及其注射速度和注射压力的控制方法，本发明的目的在于在使用电注射成型机注模时，即使操作环境改变也能模塑出在质量方面具有极小分散的稳定的树脂产品。当置于注射缸(22)内的注射螺杆(23)由电动机(29A)驱动前后移动使得注射缸内(22)的树脂原料(3)注入金属型模(1, 2)并填充该金属型模(1, 2)时，电动机(29A)先被速度控制以将树脂原料(3)填充入金属型模(1, 2)，在填充之后，电动机(29A)被压力控制以便对树脂原料的收缩进行再填充。在速度控制时，根据作用力检测值校正注射螺杆(23)的速度目标值，使得注射螺杆(23)的速度目标值随作用力检测值的增大而减小以实现电动机(29A)的速度反馈控制，从而速度检测装置的速度检测值可以等于速度目标值。



1. 一种电注射成型机,其中配置在注射缸(22)内的注射螺杆(23)由电动机(29A)驱动前后运动,并注射所述注射缸(22)中的树脂原料(3)到金属型模(1,2)中并填充所述金属型模(1,2),其特征在于,所述电注射成型机还包括:

控制装置(50A到50C),其在树脂原料(3)填充入所述金属型模(1,2)时对所述电动机(29A)进行速度控制,而在树脂原料(3)填充后因树脂收缩再次填充时对所述电动机(29A)进行压力控制,

位置检测装置,用来检测或估计注射螺杆(23)在前后方向上的位置,

速度检测装置,用来检测或估计注射螺杆(23)在前后方向上的速度,

作用力检测装置(63a到63d),用来检测或估计施加于所述金属型模(1,2)中的树脂原料(3)的作用力,

并且所述控制装置(50A到50C)可操作地:

实现当来自所述位置检测装置的位置检测值达到了预定值时进行从速度控制到压力控制的转换,

至少在速度控制向压力控制转换前的速度控制期间实现速度控制,其中在速度控制期间,所述控制装置(50A到50C)响应来自所述作用力检测装置(63a到63d)的作用力检测值来校正所述注射螺杆(23)的速度目标值,使得用于所述注射螺杆(23)的速度目标值可随作用力检测值的增大而减小,从而以下述方式进行所述电动机(29A)的速度反馈控制,即使得来自所述速度检测装置的速度检测值变为等于速度目标值,以及

实现压力控制,其中在压力控制期间,所述控制装置(50A到50C)响应施加于树脂原料(3)的作用力检测值和作用力目标值之间的差值确定速度目标值,从而以下述方式进行所述电动机(29A)的速度反馈控制,即使得速度检测值变为等于预定的速度目标值,并使得作用

力检测值和作用力目标值相符。

2. 如权利要求 1 所述的电注射成型机, 其特征在于,

所述控制装置(50A 到 50C)在速度控制时, 除非在速度控制开始后位置检测值达到距预定位置预定距离内的某个值, 否则不会响应作用力检测值对所述注射螺杆(23)的速度目标值进行衰减校正, 而只有当位置检测值达到距预定位置预定距离内, 才响应作用力检测值对所述注射螺杆(23)的速度目标值进行衰减校正。

3. 如权利要求 2 所述的电注射成型机, 其特征在于,

所述控制装置(50A 到 50C)响应作用力检测值对所述注射螺杆(23)的速度目标值进行衰减校正时, 所述控制装置(50A 到 50C)将衰减校正量与一从 0 到 1 逐渐增大的系数相乘, 使得当位置检测值接近预定位置时衰减校正量响应作用力检测值而增大。

4. 如权利要求 2 所述的电注射成型机, 其特征在于,

该预定距离是以在当前时刻的速度目标值和作用力检测值为基础通过算术运算确定的。

5. 如权利要求 1 所述的电注射成型机, 其特征在于,

作用力检测装置(63a 到 63d)为压力检测装置,用于检测或估计施加于所述金属型模(1, 2)中树脂原料(3)上的压力,

速度控制时, 所述控制装置(50A)从所述注射螺杆(23)的位置指令值与位置检测装置的位置检测值之间的偏差和位置比例增益的乘积中, 减去所述作用力检测装置(63a 到 63d)的压力检测值和压力比例增益的乘积, 并将该减法的结果值当作速度目标值,

但是在压力控制时, 将根据相应于作用力目标值的压力指令值与所述压力检测装置(63a 到 63d)的压力检测值之间的偏差确定的数值作为速度目标值。

6. 如权利要求 1 所述的电注射成型机, 其特征在于,

作用力检测装置(63a 到 63d)为压力检测装置,用于检测或估计施加于所述金属型模(1, 2)中树脂原料(3)上的压力,

速度控制时, 所述控制装置(50B)从所述注射螺杆(23)的速度指令

值与所述速度检测装置的速度检测值之间的偏差和速度比例增益的乘积中,减去所述压力检测装置(63a到63d)的压力检测值和压力比例增益的乘积,并将该减法的结果值作为速度目标值,

但是在压力控制时,将根据相应于作用力目标值的压力指令值与所述压力检测装置63a到63d的压力检测值之间的偏差确定的数值作为速度目标值。

7. 如权利要求1所述的电注射成型机,其特征在于,

作用力检测装置(63a到63d)为压力检测装置,用于检测或估计施加于所述金属型模(1,2)中树脂原料(3)上的压力,

并且在速度控制时,所述控制装置(50C)将所述注射螺杆(23)的位置指令值与所述位置检测装置的位置检测值之间的偏差和位置比例增益的乘积,与所述注射螺杆(23)的速度指令值与所述速度检测装置的速度检测值之间的偏差和速度比例增益的乘积相加,将该加法的结果值减去所述压力检测装置(63a到63d)的压力检测值和压力比例增益的乘积,并将该减法的结果值作为速度目标值,

但是在压力控制时,将根据相应于作用力目标值的压力指令值与所述压力检测装置(63a到63d)的压力检测值之间的偏差确定的数值作为速度目标值。

8. 一种电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法,其中置于注射缸(22)内的注射螺杆(23)由电动机(29A)驱动在前后方向上移动使得所述注射缸(22)内的树脂原料(3)注入金属型模(1,2)并充满所述金属型模(1,2),其特征在于,所述电注射成型机具有

控制装置(50A到50C),用于当树脂原料(3)填充入所述金属型模(1,2)时进行所述电动机(29A)的速度控制,在树脂原料(3)充满之后,对树脂原料(3)的收缩进行再填充时进行所述电动机(29A)的压力控制,

位置检测器,用来检测或估计注射螺杆(23)在前后方向上的位置,
速度检测器,用来检测或估计注射螺杆(23)在前后方向上的速度,
作用力检测器(63a到63d),用来检测或估计施加于所述金属型模

(1, 2) 中的树脂原料(3)的作用力, 以及
所述方法包括步骤:

至少在速度控制向压力控制转换前的速度控制期间通过控制装置(50A 到 50C)进行速度控制, 其中控制装置(50A 到 50C)响应来自于作用力检测器(63a 到 63d)的作用力检测值校正所述注射螺杆(23)的速度目标值, 使得用于所述注射螺杆(23)的速度目标值随作用力检测值的增大而减小以实现所述电动机(29A)的速度反馈控制, 从而来自速度检测器的速度检测值等于速度目标值,

当来自位置检测器的位置检测值达到预定值时, 通过控制装置(50A 到 50C)进行从速度控制到压力控制的转换, 以及,

进行压力控制, 其中控制装置(50A 到 50C)响应施加于树脂原料(3)的作用力检测值与作用力目标值之差确定速度目标值, 由此进行所述电动机(29A)的速度反馈控制, 使得速度检测值等于预定的速度目标值, 以及作用力检测值和作用力目标值相符。

9. 如权利要求 8 所述的电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法, 其特征在于,

在速度控制中, 除非在速度控制开始后位置检测值达到距预定位置预定距离内的某个值, 否则不会响应作用力检测值的对注射螺杆(23)的速度目标值进行衰减校正, 而当位置检测值达到距预定位置预定距离内时, 才响应作用力检测值对所述注射螺杆(23)的速度目标值进行衰减校正。

10. 如权利要求 9 所述的电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法, 其特征在于,

当响应作用力检测值对所述注射螺杆(23)的速度目标值进行衰减校正时, 将衰减校正量与一个从 0 到 1 逐渐增大的系数相乘, 使得当位置检测值接近预定位置时衰减校正量可响应作用力检测值而增大。

11. 如权利要求 9 所述的电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法, 其特征在于,

该预定距离是以在当前时刻的速度目标值和作用力检测值为基础

通过算术运算确定的。

12. 如权利要求 8 所述的电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法, 其特征在于,

将施加于所述金属型模(1, 2)中树脂原料(3)上的压力作为施加于树脂原料(3)上的作用力, 以及

速度控制时, 从所述注射螺杆(23)的位置指令值与位置检测值之间的偏差和位置比例增益的乘积中, 减去施加于树脂原料(3)上的压力检测值和压力比例增益的乘积, 并将该减法的结果值当作速度目标值,

但是在压力控制时, 将根据相应于作用力目标值的压力指令值与压力检测值之间的偏差确定的数值作为速度目标值。

13. 如权利要求 8 所述的电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法, 其特征在于,

将施加于所述金属型模(1, 2)中树脂原料(3)上的压力作为施加于树脂原料(3)上的作用力, 以及

速度控制时, 从所述注射螺杆(23)的速度指令值与速度检测值之间的偏差和速度比例增益的乘积中, 减去压力检测值和压力比例增益的乘积, 并将该减法的结果值作为速度目标值,

但是在压力控制时, 将根据压力指令值与压力检测值之间的偏差确定的数值作为速度目标值。

14. 如权利要求 8 所述的电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法, 其特征在于,

将施加于所述金属型模(1, 2)中树脂原料(3)上的压力作为施加于树脂原料(3)上的作用力, 以及

在速度控制时, 将所述注射螺杆(23)的位置指令值与位置检测值之间的偏差和位置比例增益的乘积, 以及所述注射螺杆(23)的速度指令值与速度检测值之间的偏差和速度比例增益的乘积相加, 将该加法结果值减去施加于树脂原料(3)上的作用力检测值和压力比例增益的乘积, 并将该减法的结果值作为速度目标值,

但是在压力控制时, 将根据相应于施加在树脂原料(3)上的作用力

目标值的压力指令值与压力检测值之间的偏差确定的数值作为速度目标值。

电注射成型机及其注射速度 和注射压力的控制方法

技术领域

本发明涉及一种电注射成型机及其注射速度和注射压力的控制方法，其中由电动机驱动注射螺杆前后移动，并且以速度控制和压力控制这两种控制模式控制电动机。

背景技术

如图 9(a)至 9(c)、10(a)至 10(c)中所示，注射成型机使两个金属型模 1 和 2 叠置，并将树脂原料（树脂材料）3 提供到金属型模 1 和 2 形成的空腔内，以模塑具有预期形状的树脂产品。因此，注射成型机包括一型模闭合设备 10，用于使两个金属型模 1 和 2 叠置，以及一注射设备 20，用于将树脂原料 3 注射和提供到金属型模 1 和 2 形成的空腔内。这里需要注意的是，金属型模 1 形成一凹面形状，金属型模 2 形成一凸面形状。

型模闭合设备 10 包括一固定模板 11，其固定于机座 31 上，金属型模 1 安装于该模板上，一可移动模板 12，另一金属型模 2 安装于其上，并且该模板可以朝向和远离固定模板 11 移动，一连杆 14，其一端连接到固定模板 11 上，另一端连接到连接板 13 用于引导可移动模板 12 的移动，以及一增压缸 15，用于驱动可移动模板 12。

因此，如果增压缸 15 运行，那么金属型模 2 与可移动模板 12 一起在连杆 14 的引导下朝向和远离金属型模 1 移动。当金属型模 1 和 2 叠置时，增压缸 15 将金属型模 2 向金属型模 1 挤压以抵抗金属型模 1 和 2 之间空腔内树脂的压力。

可移动模板 12 包括一挤压缸 16，用于取出成型后贴合在凸形金属型模 2 一侧的树脂产品 4。

同时,注射设备 20 包括一注射缸 22,其内部顶端配有一喷嘴 21,一注射螺杆 23,其插入在注射缸 22 中可前后移动和转动,一加热器 24,用于加热注射缸 22 内的树脂原料 3,一工作台(驱动设备工作台) 25,其固定于机座 32 上,一固定机架 26,其固定于工作台 25 上并用于支撑注射缸 22,一可移动机架 27,其安装于工作台 25 上运动并与注射螺杆 23 相连,一螺杆旋转电动机 28,其安装于可移动机架 27 上并用于驱动注射螺杆 23 旋转,一注射螺杆移动机构 29,其安装于固定机架 26 和可移动机架 27 之间,用于使注射螺杆 23 和可移动机架 27 一起沿轴向方向移动,以及一漏斗 30,用于将树脂原料提供到注射缸 22 内。

需要注意的是,喷嘴前后移动缸 33 设置于工作台 25 和固定模板 11 之间,用于沿注射缸 22 的轴向方向上移动工作台 25 以便向前或者向后调整喷嘴 21 的位置。

因此,利用螺杆旋转电动机 28 带动注射螺杆 23 转动,可以使树脂原料 3 以颗粒状从漏斗 30 引入注射缸 22 并向前喂入。接着,利用加热器 24 加热树脂原料 3 使其熔化。随后,通过驱动注射螺杆移动机构 29 使注射螺杆 23 前进,从而积聚在喷嘴 21 内部的熔化树脂注入金属型模 1 和 2 之间的空腔内。

在上述注射成型设备中,以如图 9(a)至 9(c)、10(a)至 10(c)所示的方式完成注射成型。

特别地,可移动模板 12 首先被设置为如图 9(a)所示的初始位置(初始位置设置步骤,图 11 的步骤 S1)。然后,如图 9(b)所示,可移动模板 12 被移动到金属型模 1 和 2 相叠置的位置以完成型模闭合(型模闭合步骤,图 11 的步骤 S2)。

随后,熔化树脂的注料量在喷嘴 21 内部积聚。接着,如图 9(c)所示,通过驱动注射螺杆移动机构 29 使注射螺杆 23 前进,从而使熔化树脂在增压的同时被注入金属型模 1 和 2 之间的空腔内(增压和注射步骤,图 11 的步骤 S3)。

熔化树脂注入金属型模 1 和 2 之间的空腔后,利用定时器或诸如

此类的东西使增压状态保持预定的一段时间。树脂固化时因收缩使其体积减小，因此如图 10(a)所示，注射螺杆 23 被向前推进为补偿收缩量而再次填充树脂（保压步骤，图 11 的步骤 S4）。之后，成型产品被冷却，启动螺杆旋转电动机 28 和注射螺杆移动机构 29 使熔化树脂的压力保持为一定的压力。在这种状态下，以颗粒状投入漏斗 30 的树脂原料 3 熔化，并通过旋转注射螺杆 23 喂入，以使得树脂的注料量在喷嘴内部积聚（冷却和计量步骤，步骤 S5）。

在冷却和计量步骤完成后（图 11 的步骤 S6），如图 10(b)所示，移动可移动模板 12 使金属型模 1 和 2 互相分离以实现型模打开（型模打开步骤，图 11 的步骤 S7）。然后，如图 10(c)所示，驱动挤压缸 16 用以模压贴合在凸形金属型模 2 一侧的树脂产品 4（产品模压步骤，图 11 的步骤 S8）。之后，再次进行型模闭合步骤（图 11 的步骤 S2）到产品模压步骤（图 11 的步骤 S8）直到完成模塑成型（图 11 的步骤 S9）。

需要注意的是，以上述方式进行注射成型时，作为注射成型机，除了使用液压缸例如水压缸作为注射螺杆移动机构 29 的水压注射成型机之外，还有使用电动机作为注射螺杆移动机构 29 的电注射成型机。与水压注射成型机相比，电注射成型机能以高精度及多种形式控制注射螺杆的前后移动。

这样，利用电注射成型机以上述方式进行注射成型时，在树脂填充到金属型模内的增压和注射步骤（图 11 的步骤 S3）中，如果填充时树脂温度下降则树脂会发生固化，因而在这种树脂填充时要控制注射螺杆的速度以阻止树脂固化。更进一步地，在树脂填充后的保压步骤以及冷却和计量步骤（图 11 的步骤 S4 和 S5）中，为了补偿树脂冷却造成的收缩要控制保压时注射螺杆的压力。

在树脂填充步骤（增压和注射步骤）中，对驱动注射螺杆前后移动的电动机进行控制，从而使注射螺杆前进和后退的速度可以等于目标速度。更进一步地，树脂填充步骤之后的保压等步骤中，对驱动注射螺杆前后移动的电动机进行控制，通过注射螺杆使树脂压力可以等

于目标压力。

因此，在模塑成型步骤中需要将注射螺杆的驱动控制在速度控制和压力控制这两种控制模式之间转换。通常，根据注射螺杆的位置进行速度控制和压力控制之间的转换（称为 V/P 转换）。那么，当熟练工作者以手工操作的方式几次完成注射成型直到成功地实现高质量模塑成型时，根据该操作步骤进行设置上述情况中用作转换参考的注射螺杆的位置。

例如，图 12 是显示注射成型时用于控制注射螺杆前进和后退的一种常规控制设备的方框图。

如图 12 所示，在当前控制设备中，以下述方式进行速度控制。特别地，（加法器 71）计算位置指令值 X_r 与位置检测值 X 之间的偏差 $(X_r - X)$ ，其中 X_r 为电动机位置（转角）的目标值， X 为电动机位置（转角）的检测值，通过增益处理单元 72，偏差 $(X_r - X)$ 与位置比例增益 K_p 相乘以将其转换为相应于速度的指令值 $[V_r = K_p(X_r - X)]$ 。然后，（加法器 73）计算速度指令值 V_r 与速度检测值 V 之间的偏差 $(V_r - V)$ ，其中 V 为电动机速度（转速）的检测值，然后由速度控制单元 74 根据偏差 $(V_r - V)$ 设置并输出电动机指令值（当前指令值）。

更进一步地，在控制设备中，以下述方式进行压力控制。特别地，设置压力指令值 P_1 和 P_2 ，它们为金属型模间空腔内的压力（树脂压力）目标值。压力指令值 P_1 被用于控制，从而在速度控制时金属型模间空腔内的压力不会过分地增加， P_1 还被用于实现从速度控制到压力控制的转换。另一个压力指令值 P_2 在压力控制时使用。

这样，在转换单元 75 中，以 V/P 转换信号为基础，在速度控制时（V 控制时）选择压力指令值 P_1 ，而在压力控制时（P 控制时）选择压力指令值 P_2 。（加法器 76）计算选定的压力指令值 P_1 或者 P_2 （下文中称为 P_r ）与压力检测值 P 之间的偏差 $(P_r - P)$ ，其中 P 为金属型模间空腔内的压力检测值，然后由压力控制单元 77 根据偏差 $(P_r - P)$ 设置并输出电动机指令值（当前指令值）。

来自速度控制单元 74 的电动机指令值和来自压力控制单元 77 的

电动机指令值之间的选择转换由转换单元 78 完成，转换单元 78 从上面提到的电动机指令值中选择一个较小值（低值选择）。在速度控制的最后阶段，当注射螺杆的位置接近填充完成状态时，由于温度下降树脂原料的粘度增加，位置指令值 X_r 和位置检测值 X 之间的偏差 $(X_r - X)$ 不容易变小。因此，在速度指令值 V_r 不减小的情况下，实际速度下降，而来自速度控制单元 74 的电动机指令值增加。

此时，选择压力指令值 P_1 ，来自速度控制单元 74 的电动机指令值高于来自以压力指令值 P_1 为基础的压力控制单元 77 的电动机指令值，因此，选择来自压力控制单元 77 的电动机指令值。即，实现从速度控制到压力控制的转换。压力控制时，选择压力指令值 P_2 ，同时，来自压力控制单元 77 以压力指令值 P_2 为基础的电动机指令值输入到转换单元 78。

需要注意的是，以上述方式通过选择较小的电动机指令值实现速度控制和压力控制之间的转换的技术在日本专利公开第 369520/1992 号和日本专利第 2660636 号的公报中公开。

更进一步地，在日本实用新型公开第 28253/1994 号的公报中，公开了一种设备，该设备能在速度控制电路、位置控制电路和另一种速度控制电路之间进行自动转换，其中第一种速度控制电路在保压时通过控制伺服电动机的速度来控制树脂压力，位置控制电路根据位置检测单元的信息控制伺服电动机的位置和速度，第二种速度控制电路控制速度指令值，该值是以保压时的保压指令信号与利用转换电路从压力传感器输出的实际保压值之间的偏差值为基础的。

更进一步地，在日本专利公开第 67722/1995 号的公报中，公开了一种技术，其中当螺杆的实际推进力高于预定值时，输出控制电动机转速的一个控制信号，从而使实际推进力等于设定的推进力，然而，当螺杆的实际推进力低于预定值时，输出另一个控制信号，该控制信号控制电动机的转速从而使螺杆以设定的速度前进，并且根据上述控制信号之一以及速度和位置反馈信号进行控制电动机的转速。

同时，也可以利用这样一种技术，其中根据注射螺杆的位置进行

速度控制和压力控制之间的转换（V/P 转换）。在这种情况下，当熟练工作者以手工操作的方式几次完成注射成型直到成功地实现高质量模塑成型时，根据该操作步骤进行设置用作转换参考的注射螺杆的位置。

然而，（如图 12 所示）以上述方式从用于速度控制的电动机指令值和用于压力控制的电动机指令值中选择较小值的装置，这些装置已经在日本专利实用新型公开第 28253/1994 号和日本专利公开第 67722/1995 号的公报中公开，在这些装置中有时会发生速度控制和压力控制之间频繁地转换，因此，它们具有控制不稳定的缺陷。

特别地，在控制模式从速度控制到压力控制转换的情况下，由于已填充树脂的粘度增加及其逐步固化，树脂的状态非常不稳定，因此，用于速度控制的电动机指令值和用于压力控制的电动机指令值也不稳定。因而如果以上述方式从用于速度控制的电动机指令值和用于压力控制的电动机指令值之间选择较小值，那么速度控制和压力控制之间的转换仍会频繁地发生，因此，控制也不稳定。所以，不仅树脂的填充不能稳定地进行而且可能造成成型产品的质量分散。

更进一步地，在这种转换技术中，该技术根据熟练工作者工作的结果来确定注射螺杆的位置从而实现速度控制与压力控制之间的转换，如果根据预定的注射螺杆位置进行 V/P 转换，那么树脂的填充不能稳定地进行，而且可能造成成型产品的质量分散。

特别地，利用注射成型法生产的树脂产品的质量（形状，尺寸等等）易受诸如温度和湿度等操作环境的影响。因此，如果针对应用常规的速度控制或压力控制的注射螺杆的固定位置进行 V/P 转换，那么树脂产品的质量会随着操作环境的变化而变化，同时会增大树脂产品的质量分散。

需要注意的是，与上述涉及速度控制和压力控制之间转换的技术一样，在日本专利第 2866361 号和日本专利第 2921754 号的公报中，公开了这样一种技术，其中在控制模式转换为压力控制后，有关压力反馈的增益立刻设为低于标准操作的增益以提高压力反馈的稳定性。

在这种情况下，即使控制是稳定的，转变时压力反馈的控制指令值也不一定合适，不仅树脂的填充不能适当地进行而且可能造成成型产品的质量分散。

本发明就是针对上述问题的，其目的在于提供一种电注射成型机及其注射成型方法，其中，利用电注射成型机注射成型时，即使操作环境发生变化也能模塑出在质量方面具有极小分散的稳定的树脂产品。

发明内容

为实现上述目的，根据本发明，提供一种电注射成型机，其中配置在注射缸(22)内的注射螺杆(23)由电动机(29A)驱动前后运动，并注射所述注射缸(22)中的树脂原料(3)到金属型模(1, 2)中并填充所述金属型模(1, 2)，其特征在于，所述电注射成型机还包括：控制装置(50A到50C)，其在树脂原料(3)填充入所述金属型模(1, 2)时对所述电动机(29A)进行速度控制，而在树脂原料(3)填充后因树脂收缩再次填充时对所述电动机(29A)进行压力控制，位置检测器，用来检测或估计注射螺杆(23)在前后方向上的位置，速度检测器，用来检测或估计注射螺杆(23)在前后方向上的速度，作用力检测器(63a到63d)，用来检测或估计施加于所述金属型模(1, 2)中的树脂原料(3)的作用力，并且所述控制装置(50A到50C)可操作地：实现当来自所述位置检测器的位置检测值达到了预定值时进行从速度控制到压力控制的转换，至少在速度控制向压力控制转换前的速度控制期间实现速度控制，其中在速度控制期间，所述控制装置(50A到50C)响应来自所述作用力检测器(63a到63d)的作用力检测值来校正所述注射螺杆(23)的速度目标值，使得用于所述注射螺杆(23)的速度目标值可随作用力检测值的增大而减小，从而以下述方式进行所述电动机(29A)的速度反馈控制，即使得来自所述速度检测器的速度检测值变为等于速度目标值，以及实现压力控制，其中在压力控制期间，所述控制装置(50A到50C)响应施加于树脂原料(3)的作用力检测值和作用力目标值之

间的差值确定速度目标值，从而以下述方式进行所述电动机（29A）的速度反馈控制，即使得速度检测值变为等于预定的速度目标值，并使得作用力检测值和作用力目标值相符。

因此，在速度控制时，检测施加于树脂的作用力，根据该检测的作用力来校正速度目标值，由速度反馈控制来控制电动机的运行从而使实际的速度值可以等于速度目标值。于是，当树脂施加于螺杆的作用力沿渐减的方向磨合运转时螺杆能实现其前移。很自然地，与现有技术不同的是，相应于树脂的填充状态不会频繁地发生速度控制和压力控制之间的转换，可实现稳定控制。

同时，在压力控制时，被检测的作用力与要施加于树脂的预定作用力值相比较，根据它们之间的差值确定速度目标值。然后进行速度反馈控制从而使实际速度可以等于预定的速度目标值以控制电动机的运行。因此，通过进行这样的压力控制使施加于树脂的作用力和预定值相符，保压能被适当地进行，并且在树脂填充后因冷却引起的收缩也能被适当地补偿。

更进一步地，速度控制时，在这里，除非在速度控制开始后位置检测值达到距预定位置的预定距离内的某个值，否则不会根据作用力检测值对注射螺杆的速度目标值进行衰减校正，而只有当位置检测值达到距预定位置的预定距离内时，才根据作用力检测值对注射螺杆的速度目标值进行衰减校正，这样做可实现如下优点，即控制开启时的启动特性得到改善，在接近速度控制到压力控制的转换位置处的压力过调量能被避免。

优选地，速度控制时，除非在速度控制开始后位置检测值达到距预定位置的预定距离内的某个值，否则控制装置不会根据作用力检测值对注射螺杆的速度目标值进行衰减校正，而只有当位置检测值达到距预定位置的预定距离内时，控制装置才根据作用力检测值对注射螺杆的速度目标值进行衰减校正。

更优选地，当控制装置依据作用力检测值对注射螺杆的速度目标值进行衰减校正时，控制装置用一个从 0 到 1 逐渐增大的系数与衰减

校正量相乘，使得位置检测值接近预定位置时衰减校正量可随作用力检测值而增大。

优选地，该预定距离是以当前时刻的速度目标值和作用力检测值为基础通过算术运算而确定的。

优选地，电注射成型机，包括作为作用力检测装置的一压力检测装置，用于检测或估计施加于金属型模内树脂原料的压力，以及一控制装置，速度控制时，该控制装置从注射螺杆的位置指令值与位置检测装置的位置检测值之间的偏差和位置比例增益的乘积中，减去作用力检测装置的压力检测值和压力比例增益的乘积，并将该减法的结果值作为速度目标值，但是在压力控制时，根据相应于作用力目标值的压力指令值与压力检测装置的压力检测值之间的偏差所确定的数值作为速度目标值。

作为一种替代方案，优选地，电注射成型机，包括作为作用力检测装置的一作用力检测装置，用于检测或估计施加于金属型模内树脂原料的压力，而且速度控制时，控制装置从注射螺杆的速度指令值与速度检测装置的速度检测值之间的偏差和速度比例增益的乘积中，减去压力检测装置的压力检测值和压力比例增益的乘积，并利用该减法的结果值作为速度目标值，但是在压力控制时，根据相应于作用力目标值的压力指令值与压力检测装置的压力检测值之间的偏差所确定的数值作为速度目标值。

作为另一种替代方案，电挤压模塑机，包括作为作用力检测装置的一压力检测装置，用于检测或估计施加于金属型模内树脂原料的压力，而且在速度控制时，控制装置将注射螺杆的位置指令值与位置检测装置的位置检测值之间的偏差和位置比例增益的乘积，以及注射螺杆的速度指令值与速度检测装置的速度检测值之间的偏差和速度比例增益的乘积相加，并从该加法的结果值中减去压力检测装置的压力检测值和压力比例增益的乘积，然后将该减法的结果值作为速度目标值，但是在压力控制时，根据相应于作用力目标值的压力指令值与压力检测装置的压力检测值之间的偏差所确定的数值作为速度目标值。

更进一步地,根据本发明,提供了一种电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法,其中置于注射缸(22)内的注射螺杆(23)由电动机(29A)驱动在前后方向上移动使得所述注射缸(22)内的树脂原料(3)注入金属型模(1,2)并充满所述金属型模(1,2),其特征在于,所述电注射成型机具有控制装置(50A到50C),用于当树脂原料(3)填充入所述金属型模(1,2)时进行所述电动机(29A)的速度控制,在树脂原料(3)充满之后,对树脂原料(3)的收缩进行再填充时进行所述电动机(29A)的压力控制,位置检测器,用来检测或估计注射螺杆(23)在前后方向上的位置,速度检测器,用来检测或估计注射螺杆(23)在前后方向上的速度,作用力检测器(63a到63d),用来检测或估计施加于所述金属型模(1,2)中的树脂原料(3)的作用力,以及所述方法包括步骤:至少在速度控制向压力控制转换前的速度控制期间通过控制装置(50A到50C)进行速度控制,其中控制装置(50A到50C)响应来自于作用力检测器(63a到63d)的作用力检测值校正所述注射螺杆(23)的速度目标值,使得用于所述注射螺杆(23)的速度目标值随作用力检测值的增大而减小以实现所述电动机(29A)的速度反馈控制,从而来自速度检测器的速度检测值等于速度目标值,当来自位置检测器的位置检测值达到预定值时,通过控制器(50A到50C)进行从速度控制到压力控制的转换,以及,进行压力控制,其中控制装置(50A到50C)响应施加于树脂原料(3)的作用力检测值与作用力目标值之差确定速度目标值,由此进行所述电动机(29A)的速度反馈控制,使得速度检测值等于预定的速度目标值,以及作用力检测值和作用力目标值相符。

优选地,速度控制时,除非在速度控制开始后位置检测值达到距预定位置的预定距离内的某个值,否则不会根据作用力检测值对注射螺杆的速度目标值进行衰减校正,而只有当位置检测值达到距预定位置的预定距离内时,才根据作用力检测值对注射螺杆的速度目标值进行衰减校正。

更优选地,当根据作用力检测值对注射螺杆的速度目标值进行衰

减校正时，用一个从 0 到 1 逐渐增大的系数与衰减校正量相乘，使得位置检测值接近预定位置时衰减校正量可随作用力检测值而增大。

优选地，该预定距离是以当前时刻的速度目标值和作用力检测值为基础通过算术运算确定的。

同样在这种情况下，优选地，施加于金属型模内树脂原料的压力作为施加于树脂原料的作用力，并且在速度控制时，从注射螺杆的位置指令值与位置检测值之间的偏差和位置比例增益的乘积中，减去施加于树脂原料的压力检测值与压力比例增益的乘积，将该减法的结果值作为速度目标值，但是在压力控制时，根据相应于作用力目标值的压力指令值与压力检测值之间的偏差所确定的数值作为速度目标值。

作为一种替代方案，优选地，施加于金属型模内树脂原料的压力作为施加于树脂原料的作用力，并且在速度控制时，从注射螺杆的速度指令值与速度检测值之间的偏差与速度比例增益的乘积中，减去压力检测值与压力比例增益的乘积，将该减法的结果值作为速度目标值，但是在压力控制时，根据压力指令值与压力检测值之间的偏差所确定的数值作为速度目标值。

作为另一种替代方案，优选地，施加于金属型模内树脂原料的压力作为施加于树脂原料的作用力，并且在速度控制时，将注射螺杆的位置指令值与位置检测值之间的偏差和位置比例增益的乘积，以及注射螺杆的速度指令值与速度检测值之间的偏差和速度比例增益的乘积相加，从该加法的结果值中减去施加于树脂原料的作用力检测值和压力比例增益的乘积，然后，用该减法的结果值作为速度目标值，但是在压力控制时，根据要施加于树脂原料的作用力目标值相应的压力指令值与压力检测值之间的偏差所确定的数值作为速度目标值。

附图说明

图 1 是根据本发明第一实施例的电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的控制方框图；

图 2 示出了根据本发明第一实施例的电注射成型机注射螺杆喷嘴的剖面图；

图 3 是根据本发明第二实施例的电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的控制方框图；

图 4 是根据本发明第三实施例的电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的控制方框图；

图 5 示出了根据本发明第四实施例控制电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的控制图；

图 6 示出了根据本发明第五的电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的补偿系数图；

图 7 示出了根据本发明第六实施例的电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的控制图；

图 8 示出了根据本发明第六实施例的电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的控制图；

图 9(a) 至 9(c) 是一种常规注射成型机的结构和操作的侧面正视图，并以 9(a)、9(b) 和 9(c) 的顺序表示其操作过程；

图 10(a) 至 10(c) 是另一种常规注射成型机的结构和操作的侧面正视图，并以 10(a)、10(b) 和 10(c) 的顺序表示其操作过程；

图 11 是一种常规的注射成型机的操作流程图中；以及

图 12 是一种常规的电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的控制方框图。

具体实施方式

下面参考附图说明本发明的具体实施例。

下面参考附图给出本发明的具体实施例的说明。

[1] 第一实施例的描述

首先，说明根据本发明的第一实施例的电注射成型机。图 1 是电注射成型机注射螺杆的向前和向后驱动系统的控制方框图，图 2 是注射螺杆喷嘴的剖面图。需要注意的是，除了注射螺杆的前后驱动系统，电注射成型机的构造与图 9(a) 至 9(c)、10(a) 至 10(c) 所示的已有技术相似，因而对相同部分给出简单说明。

首先,说明电注射成型机的一般构造。如图 9(a) 至 9(c)、10(a) 至 10(c)所示,示出的注射成型机包括一型模闭合设备 10,用于叠置两个金属型模 1 和 2,以及一注射设备 20,用于将树脂原料(树脂材料) 3 注射并提供到金属型模 1 和 2 之间形成的空腔内。

型模闭合设备 10 包括一固定模板 11,其固定于机座 31 上,金属型模 1 安装于该固定模板上,一可移动模板 12,金属模板 2 安装于其上,并且该可移动模板 12 可以朝向和远离固定模板 11 移动,一连杆 14,其两端分别连接到固定模板 11 和连接板 13 用于引导可移动模板 12 的移动,以及一增压缸 15,用于驱动可移动模板 12。可移动模板 12 包括一挤压缸 16,用于模塑成型后从金属型模 2 取出树脂产品 4。

注射设备 20 包括一注射缸 22,其配有一喷嘴 21,一注射螺杆 23,插入在注射缸 22 中可前后移动和转动,一加热器 24,用于加热注射缸 22 内的树脂原料 3,一工作台(驱动设备工作台) 25,其固定于机座 32 上,一固定机架 26,其固定于工作台 25 上用于支撑注射缸 22,一可移动机架 27,其安装于工作台 25 上移动,并与注射螺杆 23 相连,一螺杆旋转电动机 28,其安装于可移动机架 27 上用于驱动注射螺杆 23 转动,一注射螺杆移动机构(也被称为驱动设备) 29,其安装于固定机架 26 和可移动机架 27 之间,并用于使注射螺杆 23 和可移动机架 27 一起沿轴向方向移动,以及一漏斗 30,用于将树脂原料 3 提供到注射缸 22 中。

喷嘴前后移动缸 33 安装于工作台 25 和固定模板 11 之间,可沿注射缸 22 的轴向移动注射缸 22,从而向前和向后调整喷嘴 21 的位置。

顺便提及,在注射螺杆移动机构 29 中,注射螺杆 23 由电动机(也称为伺服电动机或简称为电机) 29A 驱动前进和后退。动力传递装置 29B 安装于电动机 29A 和注射螺杆 23 之间,用于降低电动机 29A 的转动速度,将减速转动转换为线性运动,并将该线性移动传送到注射螺杆 23。

这种将旋转运动转换为线性运动的机构,可以使用例如滚珠螺纹机构,该机构包括滚珠螺纹轴和滚珠螺纹螺母。特别地,电动机 29A

和滚珠螺纹轴都被安装在固定机架 26 端,使它们可以转动但不能沿轴向移动,同时以低速将电动机 29A 的转动传递到滚珠螺纹轴的机构安装于电动机 29A 和滚珠螺纹轴之间,滚珠螺纹螺母被安装于可移动机架 27 上。滚珠螺纹轴和滚珠螺纹螺母的轴线定向为注射螺杆 23 的前后移动方向,并且滚珠螺纹轴和滚珠螺纹螺母互相啮合。因此,如果电动机 29A 驱动滚珠螺纹轴转动,那么连接到可移动机架 27 的注射螺杆 23 通过可移动机架 27 可沿前后方向移动,并且在可移动机架上形成与滚珠螺纹轴相互啮合的滚珠螺母。

具有上述结构的电动机 29A 由图 1 所示的控制装置(控制设备) 50A 进行控制。

注射成型时,在树脂填充步骤(增压和注射步骤,图 11 的步骤 S3),控制设备 50A 对电动机 29A 进行速度控制,从而使注射螺杆 23 在前后方向上的移动速度可以等于目标速度,但是在树脂填充后的保压等步骤(保压步骤以及冷却和计量步骤,图 11 的步骤 S4 和 S5),控制设备 50A 对电动机 29A 进行压力控制,从而注射螺杆 23 施加于树脂的压力可以等于目标压力。

特别地,在增压和注射步骤(图 11 的步骤 S3),其中树脂被注入到金属型模内,如果填充过程中树脂温度下降,那么由于树脂固化,通过电动机 29A 对注射螺杆 23 进行速度控制以阻止这样的树脂填充时树脂的固化,但是在树脂填充后的保压步骤以及冷却和计量步骤(图 11 的步骤 S4 和 S5),为了补偿树脂冷却导致的收缩,通过电动机 29A 对注射螺杆 23 进行压力控制以进行保压。

在当前控制设备 50A 中,电动机 29A 可受速度反馈控制和压力反馈控制。同样在压力控制中,设定一速度目标值,用该速度目标值对电动机 29A 进行速度控制以反馈控制注射螺杆 23 的速度或压力从而实现控制,尽管这是速度控制中常用的方式。

当前控制设备 50A 的特征在于速度控制时速度目标值的设置。特别地,现有技术(参考图 12)用位置比例增益 K_p 与位置偏差($=$ 位置指令值 X_r - 位置检测值 X)的乘积作为速度反馈的速度目标值 U ,

而当前控制设备 50A 从位置比例增益 K_p 与位置偏差 $(X_r - X)$ 的乘积 $[= K_p \cdot (X_r - X)]$ 中，减去金属型模 1 和 2 间空腔内的压力（模内压力）检测值 P 与压力比例增益 K_{pp} 的乘积 $K_{pp} \cdot P$ 作为速度反馈的速度目标值 U （参考下面的表达式），其中 P 对应于施加于树脂的作用力。

$$U = K_p \cdot (X_r - X) - K_{pp} \cdot P$$

通过减去与压力检测值 P 变化一致的值 $K_{pp} \cdot P$ 而对位置比例增益 K_p 与位置偏差 $(X_r - X)$ 的乘积进行校正的原因是，使速度目标值随施加于树脂的作用力（压力）的增大而减小，其中 P 对应于施加于树脂上的作用力。

树脂填入金属型模 1 和 2 间的空腔内时，首先进行速度控制以控制注射螺杆 23 前进的速度，使其等于进行树脂填充的目标速度。然后，以通常方式完成树脂填充后，控制模式转换为压力控制，进行压力控制使要施加于树脂的压力（作用力）可以等于目标压力，该目标压力为补偿因树脂冷却导致的收缩而再次进行填充的压力。然而，同样在速度控制过程中，树脂逐渐冷却，特别在转换为压力控制前的速度控制的最后阶段，树脂粘度增大，阻止注射螺杆 23 前进的阻力也增大。在这种情况下，即使电动机 29A 的当前指令值增大，电动机 29A 的转速也变得不稳定而不能达到目标值，其后控制模式从速度控制转换为压力控制时，电动机 29A 的当前指令值突然改变（突然减小）。这样，施加于树脂的作用力（压力）也突然改变（突然减小），致使模塑成型不稳定。

因此，随着施加于树脂的作用力（压力）增大，速度目标值减小，使得速度控制向压力控制转换时电动机 29A 的当前指令值不会突然改变，由此施加于树脂的作用力（压力）很稳定。换句话说，速度控制向压力控制转换时，要进行“磨合运转控制”，以使速度目标值可以平稳地磨合运转。

为此，速度控制系统包括一加法器 51A，用于将位置指令值 X_r 减去位置检测值 X 以计算位置偏差 $(= X_r - X)$ ，一位置比例增益处

理单元 52A, 用于将位置比例增益 K_p 与位置偏差 $(X_r - X)$ 相乘从而使位置偏差 $(X_r - X)$ 转化为相应于速度的指令值 $[= K_p \cdot (X_r - X)]$, 一压力比例增益处理单元 54, 用于将压力比例增益 K_{pp} 与压力检测值 P 相乘从而使压力检测值 P 转化为相应于速度的校正值 $(K_{pp} \cdot P)$, 以及一加法器 53A, 通过减去压力比例增益处理单元 54 转化得到的校正值 $(K_{pp} \cdot P)$ 对位置比例增益处理单元 52A 转化得到的指令值 $[= K_p \cdot (X_r - X)]$ 进行校正, 从而确定相应于速度的指令值 (速度控制时的速度目标值) U 。

同时, 压力控制系统包括一加法器 55, 用于从压力指令值 P_r 中减去压力检测值 P 而计算压力偏差 $(= P_r - P)$, 以及一压力控制单元 (压力控制时速度目标值设置单元) 56, 用于将压力偏差 $(P_r - P)$ 转化为相应于速度的指令值 (压力控制时的速度目标值) U' 。

需要注意的是, 前面介绍的有关注射螺杆 23 的位置和速度, 这里不直接作为研究对象, 而用于驱动注射螺杆 23 的电动机 29A 的位置 (转角) 和速度 (转速) 作为研究对象。在这种情况下, 电动机 29A 的位置由未示出的编码器 (位置检测装置) 检测, 电动机 29A 的速度由时间微分电动机 29A 的位置 (该功能可参考速度检测装置) 来确定。

自然地, 注射螺杆 23 的位置和速度可以直接用作关于控制中所使用的位置和速度。更进一步地, 在这种情况下, 注射螺杆 23 的位置可以由位置传感器 (位置检测装置) 进行检测和使用。更进一步地, 通过位置传感器 (位置检测装置) 检测的注射螺杆 23 的位置可以进行时间微分以计算速度 (该功能可参考速度检测装置) 并被使用。

至于速度, 电动机 29A 的转速可以直接由转速传感器来直接检测并使用, 或者注射螺杆 23 的移动速度可以直接利用速度传感器来检测并使用。

换句话说, 注射螺杆 23 或者电动机 29A 的位置和速度或者与它们对应的一些参数可以用作控制中使用的位置和速度, 对于位置和速度的检测值, 可以使用实际检测值或根据某些检测值的估计值, 例如通过对检测值进行算术运算而得到的值。

同时,如图2所示,至于施加于树脂的作用力相对应的压力检测值(实际模内压力) P ,金属型模1或2的型模空腔5内部压力值显示出高精确性,并且该压力值更为可取。在这种情况下,用于直接检测型模空腔5内压力的型模内部压力传感器(作用力检测装置,压力检测装置)63a被安装,并被用于压力检测。然而,必须为每一个金属型模配备如上所述的这种型模内部压力传感器63a,这就在传感器安装的操作和成本方面增加了负担。因此,检测与实际压力检测值(型模空腔5内部压力) P 相关的压力,并根据检测的压力与实际的型模内部压力 P 的关系估计该实际的型模内部压力 P 。

如图2所示,对型模内部压力 P 进行校正的压力可以是注射缸22尖端处的喷嘴21内部的压力(喷嘴压力),喷嘴21外部的压力(喷嘴部分注射压力),螺杆推进作用力(螺杆23前后方向上的驱动作用力(注射压力))等等。在这些情况下,要配备喷嘴压力传感器63b,喷嘴部分注射压力传感器63c或者注射压力传感器63d。

为了以上述方式设置的速度目标值 U 或 U' 为基础控制电动机29A,如图1所示,控制装置50A包括:一转换单元57,用于有选择地或转换地使用来自速度控制系统的速度目标值 U 和来自压力控制系统的速度目标值 U' ,一加法器58,用于从速度目标值 U 或 U' (在以后的描述中,用 U 来表示 U 或 U')中减去速度检测值 V ,计算速度偏差($U-V$),以及一速度控制装置59(电动机指令值设置装置),用于将速度偏差($U-V$)转换成电动机指令值(当前指令值)。

该转换单元57根据位置检测值 X 来进行转换。特别地,在控制开始时,转换单元57从速度控制单元中选择速度目标值 U 来进行速度控制。当电动机29A的位置(转角)和注射螺杆23的位置随着速度控制而变化,当由位置检测装置例如编码器测定的位置检测值 X 达到了预先设定的参考位置 X_0 时,控制模式从速度控制转变为压力控制,并且选择来自压力控制系统的速度目标值 U' 进行速度控制。需要注意的是,参考位置 X_0 可以根据预先进行的试验结果等等进行设置。

当按照本发明第一实施例以上述方式配置电注射成型机时,在将用于注射成型的树脂填充到金属型模的步骤中,对注射螺杆 23 前进和后退方向的控制(前后运动控制)通过电动机 29A 以下列步骤来完成(根据本实施例的电注射成型机的注射速度和注射压力的控制方法)。

特别地,转换单元 57 处于这种状态,即它选择来自速度控制系统的速度目标值 U ,通过加法器 51A 从位置指令值 X_r 中减去位置检测值 X ,计算位置偏差($=X_r-X$)。然后,位置比例增益处理单元 52A 将位置偏差($=X_r-X$)乘以位置比例增益 K_p ,从而将位置偏差($=X_r-X$)转换成相应于速度的指令值 $[=K_p \cdot (X_r-X)]$ 。

同时,通过压力比例增益处理单元 54 将压力检测值 P 与压力比例增益 K_{pp} 相乘,从而将压力检测值 P 转换成相应于速度的校正值($K_{pp} \cdot P$)。然后,通过加法器 53A,从指令值 $[=K_p \cdot (X_r-X)]$ 中减去校正值($K_{pp} \cdot P$)进行校正,来确定相应于速度的指令值(速度控制时的速度目标值) $U [U = K_p \cdot (X_r-X) - K_{pp} \cdot P]$ 。

更进一步地,通过加法器 58 从速度目标值 U 中减去速度检测值 V ,计算速度偏差($U-V$),通过速度控制单元(电动机指令值设置单元) 59 将速度偏差($U-V$)转换成电动机指令值(当前指令值)。这样,根据电动机指令值(当前指令值)控制电动机 29A,使它的速度(检测值)可以与目标值相同。

电动机 29A 的位置(转角)和注射螺杆 23 的位置随着该速度控制而变化。如果位置检测值 X 达到了预先设定的参考位置 X_0 ,那么转换单元 57 将控制模式从速度控制转换到压力控制,并从压力控制系统中选择速度目标值 U' 进行速度控制。

在压力控制中,加法器 55 从压力指令值 P_r 中减去压力检测值 P ,计算压力偏差($=P_r-P$),压力控制单元(压力控制速度目标值设定单元) 56 将压力偏差(P_r-P)转换成相应于速度的指令值(压力控制速度目标值) U' 。

然后,加法器 58 从速度目标值 U' 中减去速度检测值 V ,计算速度偏差($U' - V$),速度控制单元(电动机指令值设定单元) 59

将速度偏差 ($U' - V$) 转换成电动机指令值 (当前指令值), 并根据电动机指令值 (当前指令值) 控制电动机 29A。

电注射成型机在注射成型时以上述方式对注射速度和注射压力进行控制。由于速度控制时的速度目标值 U 是从压力检测值 P 中减去了校正值 ($K_{pp} \cdot P$) 进行校正的, 因此目标速度值随着施加在树脂上的作用力 (压力) 的增加而减少。从而, 当控制模式根据电动机 29A 或注射螺杆 23 的位置从速度控制转换到压力控制时, 在这个转换过程中电动机 29A 的当前指令值不会发生突然的变化。因此, 施加在树脂上的作用力 (压力) 在控制模式的转换时不会改变, 而且能够抑制注射压力的突然波动 (压力峰值), 可以进行稳定的树脂填充。从而树脂填充可以稳定地进行, 并抑制模塑产品的质量分散。

更进一步地, 在压力控制中, 进行这种压力控制, 即施加在树脂上的压力值和预设的值相符。这样, 保压可以适当地进行, 树脂填充后因其冷却而引起的收缩可以适当地得到补偿。

更进一步地, 速度控制和压力控制不是频繁地转换。而且在这一点上, 控制得到了稳定, 树脂填充可以稳定地进行, 并能抑制模塑产品的质量分散。

[2] 第二实施例的描述

现在, 描述本发明电注射成型机的第二实施例。图 3 是电注射成型机注射螺杆的向前和向后的驱动系统控制方框图。需要注意的是, 除了控制装置单元部分 (速度控制系统), 该电注射成型机与第一实施例中的电注射成型机配置相类似, 因此省略了或是简化了对它的描述。

根据本实施例的控制装置 50B, 本实施例的速度控制系统使用速度指令值 V_r 和速度检测值 V , 而在第一实施例中的速度控制系统使用位置指令值 X_r 和位置检测值 X 。

特别地, 本实施例中的速度控制系统包括一加法器 51B, 用于从速度指令值 V_r 中减去速度检测值 V , 以计算速度偏差 ($= V_r - V$), 一速度比例增益处理单元 52B, 用于将速度偏差 ($= V_r - V$) 与速度比

例增益 K_{pv} 相乘,从而将速度偏差 ($= V_r - V$) 转换成相应于速度的指令值 [$= K_{pv} \cdot (V_r - V)$], 一压力比例增益处理单元 54, 用于将压力检测值 P 与压力比例增益 K_{pp} 相乘,从而将压力检测值 P 转换成相应于速度的校正值 ($= K_{pp} \cdot P$), 一加法器 53B, 用于校正指令值 [$= K_{pv} \cdot (V_r - V)$], 即将由速度比例增益处理单元 52B 转换得到的指令值 [$= K_{pv} \cdot (V_r - V)$] 减去由压力比例增益处理单元 54 转换得到的校正值 ($= K_{pp} \cdot P$), 并由该指令值确定相应于速度的指令值 (速度控制时的速度目标值) U (参考下面的表达式)。

$$U = K_{pv} \cdot (V_r - V) - K_{pp} \cdot P$$

总而言之, 第一实施例是根据位置信息来进行速度控制, 而第二实施例是根据速度信息进行速度控制。

当按照本发明第二实施例以上述方式配置电注射成型机时, 可以达到如第一实施例那样的电注射成型机及其注射速度和注射压力的控制方法的相同的效果。但是, 由于第二实施例是根据速度信息进行速度控制, 第一实施例是根据位置信息来进行速度控制, 所以可以得到独特的效果。

特别地, 基于动态位置信息的反馈控制具有“类似弹簧特性”的作用, 基于动态速度信息的反馈控制具有“类似减速器特性”的作用。在从速度控制到压力控制的转换过程中, 尽管这种“类似弹簧特性”的作用能够平稳地改变注射螺杆 23 的运动或者施加在树脂上的作用力, 但是在控制模式的转换过程中, 树脂粘性增加并被固化, 在这种粘性下, 反馈控制具有“类似减速器特性”的作用。基于速度信息的反馈控制能够使注射螺杆 23 的运动或者施加在树脂上的作用力更加稳定。从而, 能够抑制注射压力的突然波动 (压力峰值), 进行稳定的树脂填充, 并进一步抑制了模塑产品的质量分散。

[3] 第三实施例的描述

现在, 描述本发明电注射成型机的第三实施例。图 4 是电注射成型机注射螺杆的向前和向后的驱动系统控制方框图。需要注意的是, 除了控制装置单元部分 (除了速度控制系统), 该电注射成型机与第

一和第二实施例中的电注射成型机配置相类似，因此省略了或是简化了对它的描述。

在本实施例控制装置 50C 中，速度控制系统结合了第一和第二实施例的速度控制系统。

特别地，在本实施例速度控制系统包括：一加法器 51A，用于从位置指令值 X_r 中减去位置检测值 X ，计算位置偏差 ($= X_r - X$)，一位置比例增益处理单元 52A，用于将位置偏差 ($= X_r - X$) 与位置比例增益 K_p 相乘，从而将位置偏差 ($= X_r - X$) 转换成相应于速度的指令值 [$= K_p \cdot (X_r - X)$]，一加法器 51B，用于从速度指令值 V_r 中减去速度检测值 V ，计算速度偏差 ($= V_r - V$)，一速度比例增益处理单元 52B，用于将速度偏差 ($= V_r - V$) 与速度比例增益 K_{pv} 相乘，从而得到相应于速度的指令值 [$= K_{pv} \cdot (V_r - V)$]，一压力比例增益处理单元 54，用于将压力检测值 P 与压力比例增益 K_{pp} 相乘，从而将压力检测值 P 转换成相应于速度的校正值 ($= K_{pp} \cdot P$)，以及一加法器 53C，用于校正指令值的和值即 [$K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V)$]，其中， [$K_p \cdot (X_r - X)$] 是通过位置比例增益处理单元 52A 转换得到的，指令值 [$K_{pv} \cdot (V_r - V)$] 是通过速度比例增益处理单元 52B 转换得到的，并且从上述和值中减去由压力比例增益处理单元 54 转换得到的校正值 ($= K_{pp} \cdot P$)，从而确定相应于速度的指令值（速度控制时的速度目标值） U （参考下面的表达式）。

$$U = K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V) - K_{pp} \cdot P$$

当按照本发明第三实施例以上述方式配置电注射成型机时，可以达到与第一实施例一样的电注射成型机及其注射速度和注射压力的控制方法的运行和效果，也可以达到与第二实施例一样的电注射成型机及其注射速度和注射压力的控制方法的运行和效果

特别地，根据“类似于弹簧的特性”和“类似于减速器的特性”，由于将注射螺杆 23 的运动或由电动机 29A 施加在树脂上的作用力用于反馈控制，由此可以使注射螺杆 23 的运动或施加在树脂上的作用力更进一步稳定，注射压力的突然波动（压力峰值）能够更有效地抑制，

从而稳定地进行树脂填充。因此，进一步抑制了模塑产品的质量分散。

顺便提及，在上述实施例1中，当进行速度控制时，通过减去压力检测值（作用力检测值）对注射螺杆的速度目标值进行校正，从而随着压力检测装置的作用力检测值增加时，注射螺杆的速度目标值会降低。

特别地，在上述第一实施例中的速度控制中，从相应于速度的指令值 $[K_p \cdot (X_r - X)]$ 中减去校正値 $(= K_{pp} \cdot P)$ 进行校正，来确定相应于速度的指令値（速度控制时的速度目标値） U $[U = K_{pv} \cdot (X_r - X) - K_{pp} \cdot P]$ ，其中，相应于速度的指令値 $[K_p \cdot (X_r - X)]$ 是通过位置偏差 $(= X_r - X)$ 与位置比例增益 K_p 相乘而得到的，位置偏差 $(= X_r - X)$ 是通过从位置指令値 X_r 中减去位置检测値 X 而得到的，校正値 $(= K_{pp} \cdot P)$ 是通过压力检测値 P 与压力比例增益 K_{pp} 相乘而得到的。在速度控制开始的这个时间点之后，速度控制时的速度目标値 U 就被使用以进行速度控制。

同时，在上述第二实施例中的速度控制中，从相应于速度的指令値 $[K_{pv} \cdot (V_r - V)]$ 中减去校正値 $(= K_{pp} \cdot P)$ 进行校正，从而确定相应于速度的指令値（速度控制时的速度目标値） U $[U = K_{pv} \cdot (V_r - V) - K_{pp} \cdot P]$ ，其中，相应于速度的指令値 $[K_{pv} \cdot (V_r - V)]$ 是通过速度偏差 $(= V_r - V)$ 与速度比例增益 K_{pv} 相乘而得到的，速度偏差 $(= V_r - V)$ 是通过从速度指令値 V_r 中减去速度检测値 V 而得到的，校正値 $(= K_{pp} \cdot P)$ 是通过压力检测値 P 与压力比例增益 K_{pp} 相乘而得到的。在速度控制开始的这个时间点之后，速度控制时的速度目标値 U 就被使用以进行速度控制。

更进一步地，在上述第三实施例中的速度控制中，从相应于速度的指令値的和値 $[= K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V)]$ 中减去校正値 $(= K_{pp} \cdot P)$ 进行校正，来确定相应于速度的指令値（速度控制时的速度目标値） U $[U = K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V) - K_{pp} \cdot P]$ 。其中，相应于速度的指令値 $[K_p \cdot (X_r - X)]$ 是通过位置偏差 $(= X_r - X)$ 与位置比例增益 K_p 相乘而得到的，相应于速度的指令値

[$K_{pv} \cdot (V_r - V)$] 是通过速度偏差 ($= V_r - V$) 与速度比例增益 K_{pv} 相乘而得到的, 校正值 ($= K_{pp} \cdot P$) 是通过压力检测值 P 与压力比例增益 K_{pp} 相乘而得到的。在速度控制开始的这个时间点之后, 速度控制时的速度目标值 U 就被使用以进行速度控制。

这里, 在这些实施例中, 通过减去以压力检测值 P 为基础的相应于速度的校正值 ($= K_{pp} \cdot P$) 来对相应于速度的指令值进行校正的原因是即使在控制模式从速度控制装换到压力控制的过程中, 电动机 29A 的当前指令值也不会突然变化, 即随着施加在树脂上的作用力(压力)的增加而降低目标速度值。

为了达到上述目的, 有必要在控制模式从速度控制装换到压力控制的过程中, 至少通过减法运算对速度控制的速度目标值 U 进行校正, 而不必在速度控制一开始就通过减法运算对速度控制的速度目标值 U 进行校正。

因此, 可以使用不同的配置方式, 其中, 在速度控制中, 直到在速度控制开始之后, 注射螺杆 23 的位置检测值达到一位置, 即达到距离预定位置的一个预定距离内时, 以压力检测值(作用力检测值)为基础的注射螺杆 23 的速度目标值的衰减校正才开始进行, 然后, 如果注射螺杆 23 的位置检测值达到一位置, 该位置处于预定距离内的预定位置, 注射螺杆 23 的速度目标值就在压力检测值(作用力检测值)的基础上向减少的方向进行校正。

以下从第四到第六实施例具有如上所述的配置。

[4] 第四实施例的描述

现在, 描述作为本发明的第四实施例的电注射成型机及其注射速度和注射压力控制方法。图 5 示出了第四实施例在速度控制中的衰减校正的时间图, 即注射螺杆前进和后退操纵系统的基于压力检测值(作用力检测值)的衰减校正。

图 5 的横坐标表示注射螺杆 23 的位置 X , 纵坐标表示注射螺杆 23 的目标速度值 U 。参考记号 $X0$ 表示从速度控制到压力控制的转换位置 (V/P 转换位置)。

在本实施例中，参考图 5，当设定速度控制目标值为 U 时，检测到的注射螺杆 23 的位置 X 达到离 V/P 转换位置 X_0 的预先设定的距离 a 之后，控制装置（控制设备）根据压力检测值（作用力检测值）进行衰减校正，反之，控制装置不会根据压力检测值（作用力检测值）进行衰减校正，直到检测到的注射螺杆 23 的位置 X 达到离速度压力转换位置 X_0 的预先设定的距离 a 。

需要注意的是，由于距离 a 可以由使用者任意设定，因此需要预先进行检测，以根据检测的结果对距离 a 设定一个理想的值或一个理想的范围，使它与理想电注射成型机相适应，并且适于将该理想值或范围介绍给使用者。

例如，在第一实施例中，在速度控制开始之后，如果将该控制装置应用于第一实施例中的速度控制，当检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离速度压力转换位置 X_0 的预先设定的距离 a 之前时，指令值 $[K_p \cdot (X_r - X)]$ 被用作相应于速度的指令值（速度控制时的速度目标值） $U [U = K_p \cdot (X_r - X)]$ ，其中，指令值 $[K_p \cdot (X_r - X)]$ 是通过位置偏差（ $= X_r - X$ ）与位置比例增益 K_p 相乘而得到的，位置偏差（ $= X_r - X$ ）是通过从位置指令值 X_r 中减去位置检测值 X 而得到的，但是在检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离 V/P 转换位置 X_0 的预先设定的距离 a 之后，指令值 $[K_p \cdot (X_r - X) - K_{pp} \cdot P]$ 被用作相应于速度的指令值（速度控制时的速度目标值） $U [U = K_p \cdot (X_r - X) - K_{pp} \cdot P]$ ，该速度指令值是通过使用校正值（ $= K_{pp} \cdot P$ ）对相应于速度的指令值 $[K_p \cdot (X_r - X)]$ 进行校正得到的，其中，速度指令值 $[K_p \cdot (X_r - X)]$ 是通过位置偏差（ $= X_r - X$ ）与位置比例增益 K_p 相乘而得到的，位置偏差（ $= X_r - X$ ）是通过从位置指令值 X_r 中减去位置检测值 X 而得到的，校正值（ $= K_{pp} \cdot P$ ）是通过压力检测值 P 与压力比例增益 K_{pp} 相乘而得到的。

类似地，如果将前述控制装置应用于第二实施例中的速度控制，在速度控制开始之后，当检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离速度压力转换位置 X_0 的预先设定的距离 a 之前时，指令值

$[K_{pv} \cdot (V_r - V)]$ 被用作相应于速度的指令值（速度控制时的速度目标值） $U [U = K_{pv} \cdot (V_r - V)]$ ，但是在检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离 V/P 转换位置 X_0 的预定的距离 a 之后，指令值 $[K_{pv} \cdot (V_r - V) - K_{pp} \cdot P]$ 被用作相应于速度的指令值（速度控制时的速度目标值） $U [U = K_{pv} \cdot (V_r - V) - K_{pp} \cdot P]$ 。

类似地，如果将前述控制装置应用于第三实施例中的速度控制，在速度控制开始之后，当检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离速度压力转换位置 X_0 的预先设定的距离 a 之前时，指令值 $[K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V)]$ 被用作相应于速度的指令值（速度控制时的速度目标值） $U [U = K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V)]$ ，但是在检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离速度压力转换位置 X_0 的预定的距离 a 之后，指令值 $[K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V) - K_{pp} \cdot P]$ 被用作相应于速度的指令值（速度控制时的速度目标值） $U [U = K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V) - K_{pp} \cdot P]$ 。

当按照本发明第四实施例以上述方式配置电注射成型机及其注射速度和注射压力的控制方法，在速度控制中，基于压力检测值（作用力检测值）的速度目标值的衰减校正开始于这样一个阶段，即在检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离 V/P 转换位置 X_0 的某一距离时开始。这样，在速度控制中，不进行衰减校正，除非当控制开始时（当速度控制开始时），优先选择的速度目标值达到速度设定值。

因此，除了如上所述的第一到第三实施例的效果，即注射压力的突然变动（压力峰值）能进一步有效地抑制使得进行稳定的树脂填充成为可能，还可以达到以下效果，当控制开始时，启动特性得到改善，以及可以避免接近 V/P 转换位置处的压力过调量。

[5] 第五实施例的描述

现在，描述作为第五实施例的本发明电注射成型机及其注射速度和注射压力控制方法。图 6 表示第五实施例中的速度控制中，注射螺杆前进和后退驱动系统的校正系数图。

在本实施例中，如下面的表达式所表示的，在上述速度控制中的

衰减校正中，衰减校正量与一个随时间从 0 到 1 增加的可变的校正系数相乘，如图 6 所示。

对应于第一实施例：

$$U = K_p \cdot (X_r - X) - \alpha \cdot K_{pp} \cdot P$$

对应于第二实施例：

$$U = K_{pv} \cdot (V_r - V) - \alpha \cdot K_{pp} \cdot P$$

对应于第三实施例：

$$U = K_p \cdot (X_r - X) + K_{pv} \cdot (V_r - V) - \alpha \cdot K_{pp} \cdot P$$

需要注意的是，如图 6 所示，尽管校正系数 α 在 t_n 时刻为 0，此后线性增加直到 t_a 时刻校正系数等于 1，但是在速度控制中该 t_n 时刻点可被设定为衰减校正的起始点， t_a 时刻点可以从预先获得的数据等等中设定，从而使 t_a 时刻点可能在注射螺杆 23 达到 V/P 转换位置的时刻点之前。

更进一步地，如果把检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离 V/P 转换位置 X_0 距离为 a 的时刻点当作 t_n 时刻点，此时校正系数 α 开始增大（变为大于 0），这样就与第四实施例中的配置相同。同时这也是更好的配置。

当按照本发明第五实施例以上述方式配置电注射成型机及其注射速度和注射压力的控制方法时，除了与第一实施例到第四实施例一样的运行和效果，从速度控制到压力控制的转换过程能更平稳地进行，这是由于校正系数 α 的原因，尽管衰减校正开始时衰减校正量很小，但是随着注射螺杆 23 的位置接近 V/P 转换位置衰减校正量会逐渐增大。

[6] 第六实施例的描述

现在，描述作为第六实施例的本发明电注射成型机及其注射速度和注射压力控制方法。图 7 示出了第六实施例中的速度控制中，进行基于压力检测值（作用力检测值）的注射螺杆前进和后退操纵系统的衰减校正的时间设定图，这与图 5 是一致的。图 8 示出了时间的设定。

在本实施例中，如图 7 所示，与第四实施例相类似，在设定速度

控制时的速度目标值 U 时，当检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离 V/P 转换位置 X_0 距离为 b 的位置时，基于压力检测值（作用力检测值）的衰减校正开始进行，但是相反，在检测到的注射螺杆 23 的位置值 X 达到离 V/P 转换位置 X_0 距离为 b 的位置之前时，不进行基于压力检测值（作用力检测值）的衰减校正。

在第四实施例中的距离 a 是预先设定的常数，而本实施例中的距离 b 是在某一时刻（在每个控制周期的某一时刻点）速度目标值和压力检测值（作用力检测值）的基础上通过算术运算来确定的。

例如，当在某一时刻检测到的注射螺杆 23 的位置 X 为 X_a ，压力指令值 P_r 为 P_a 时，在接近 V/P 转换位置 X_0 时的压力指令值 P_r 的理论值用 P_h 来表示，注射螺杆 23 的最大压力值用 P_{max} 来表示，距离 b 就能根据下面的表达式计算出来：

$$b = (|P_a - P_h| / P_{max}) \cdot (X_0 - X_a)$$

以这种方式设定距离 b 的原因是，因为在达到 V/P 转换位置的时刻，进入保压步骤，这就必须根据由用户设定的保压压力目标值与压力检测值之间的偏差，将磨合运转控制（简而言之，衰减校正控制）的起始位置设置在 V/P 转换位置之前的位置。因此，磨合运转控制（简而言之，衰减校正控制）的起始位置设置在压力设定值或速度设定值在转换到保压步骤之前迅速改变的位置和 V/P 转换位置之间。同时另一个原因是，当保压压力目标值与压力检测值之间的偏差很大时，如果衰减校正开始于一个尽可能早的时刻相对于 V/P 转换位置，磨合运转控制能比当该偏差较小时更有效地运行。

当按照本发明第六实施例以上述方式配置电注射成型机及其注射速度和注射压力的控制方法时，除了与第四实施例一样的运行和效果，而且随着压力指令值 P_r 的增加，基于压力检测值（作用力检测值）的衰减校正开始进行的时刻设定在较早的时刻，从而从速度控制到压力控制的转换过程能更平稳地进行。

虽然已描述了本发明的实施例，但是本发明并不限于上述的实施例，在不脱离本发明的精神范围内可以进行多种变化。

例如，可以将第五实施例与第六实施例结合起来。

发明的工业实用性

如上所述，根据本发明在速度控制中，注射压力的突然变动（压力峰值）能够被抑制以使得树脂填充稳定地进行，相对应于填充的树脂的状态，速度控制和压力控制之间的转换不会频繁地进行，并且可以得到稳定的控制。在压力控制中，施加在树脂上的与预定值相同的作用力的压力控制和保压都能适当地进行，并且由树脂填充之后的冷却所引起的收缩量可以适当地补偿。更进一步地，在那里，在速度控制中，不会对基于作用力检测值的注射螺杆的速度目标值进行衰减校正，直到在速度控制开始之后，检测到的位置值达到距离预定位置的预定距离内时，但是在检测到的位置值达到距离预定位置的预定距离内时，对基于作用力检测值的注射螺杆的速度目标值进行衰减校正，还可以达到以下优点，即当控制开始时启动特性得到了改善，并且在接近从速度控制转换到压力控制的转换位置时的压力过调量可以避免。

因此，本发明能够恰当地应用于电注射成型机，其中注射螺杆是由电动机驱动前后运动的，并且电动机是由速度控制和压力控制这两种控制模式控制的，应该相信本发明是非常有用的。

图 1

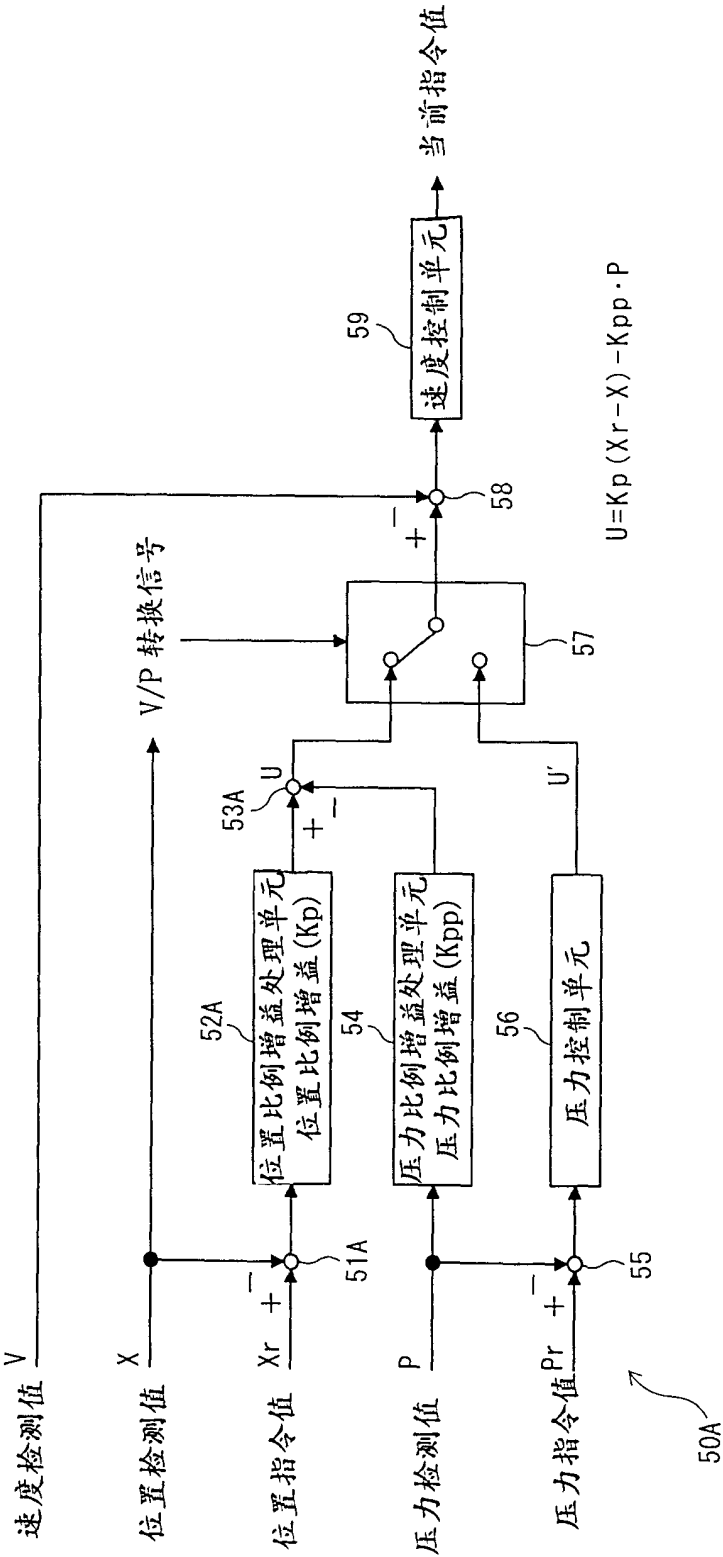


图 2

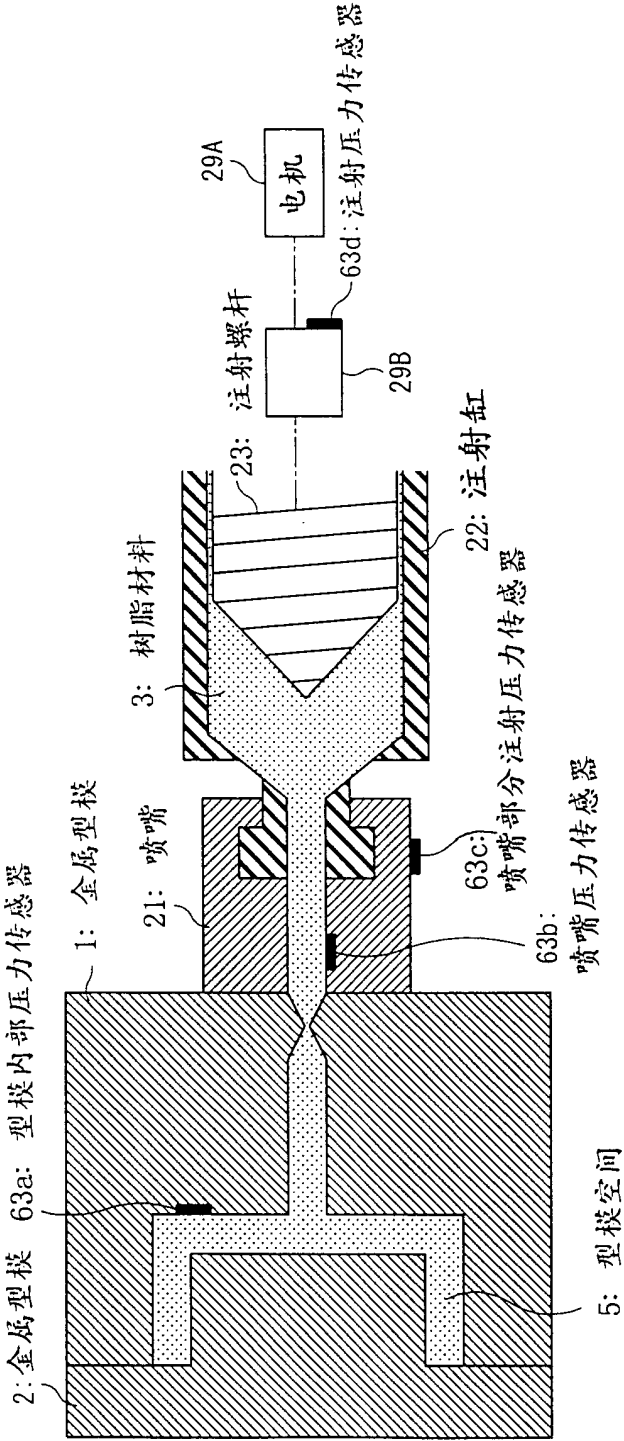


图 4

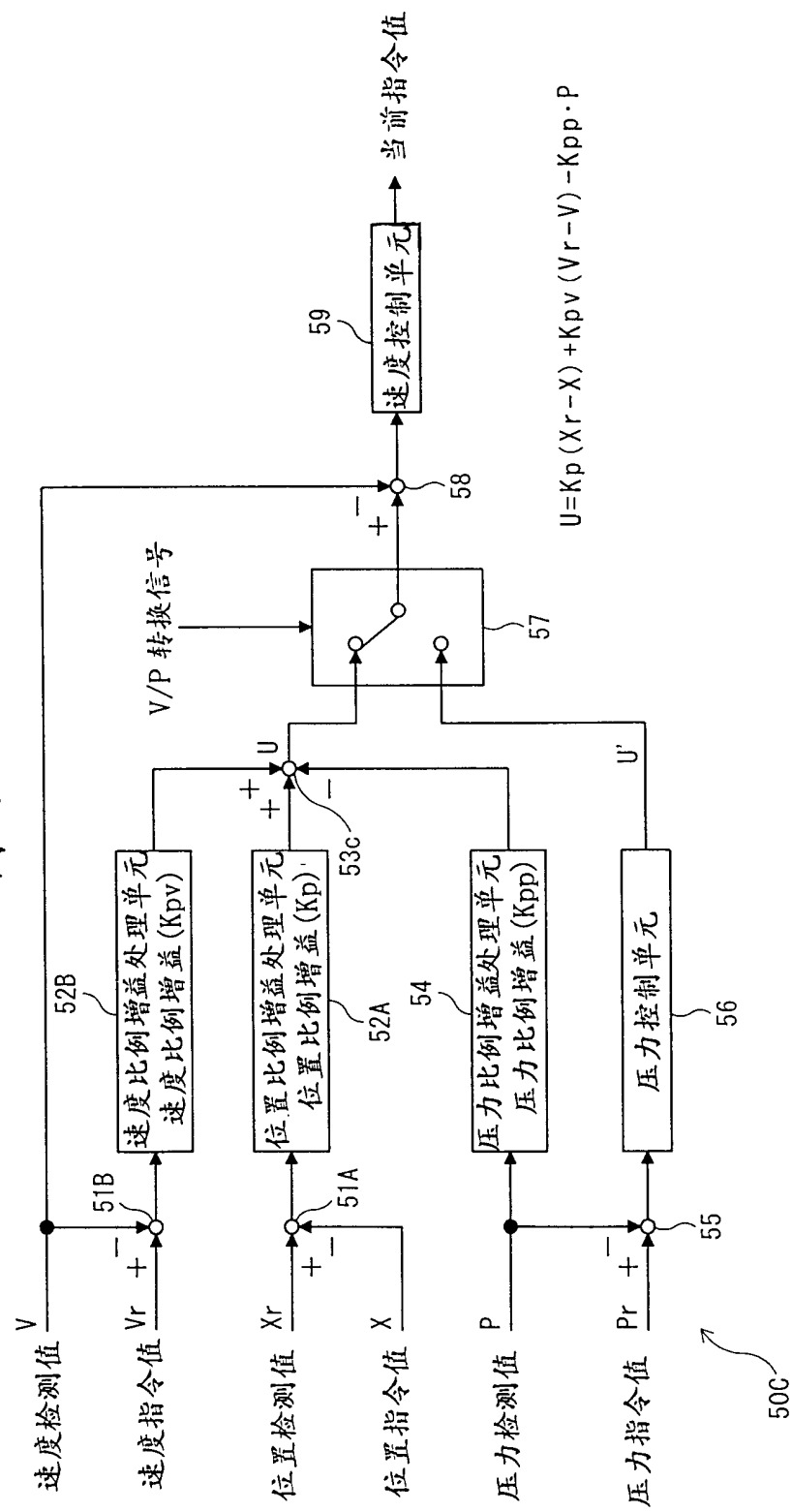


图 5

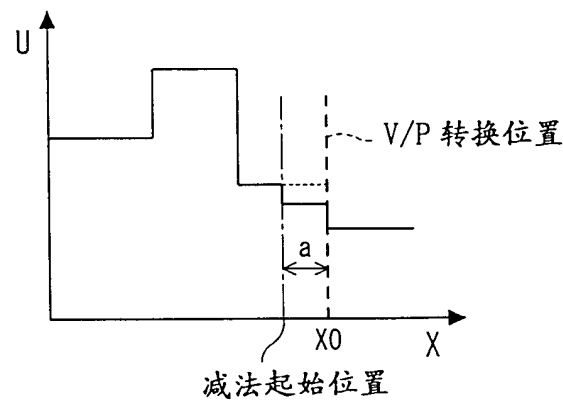


图 6

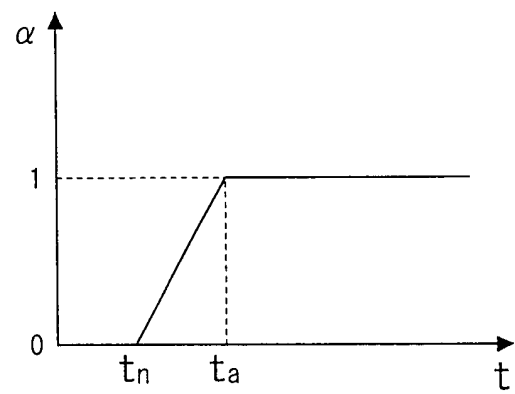


图 7

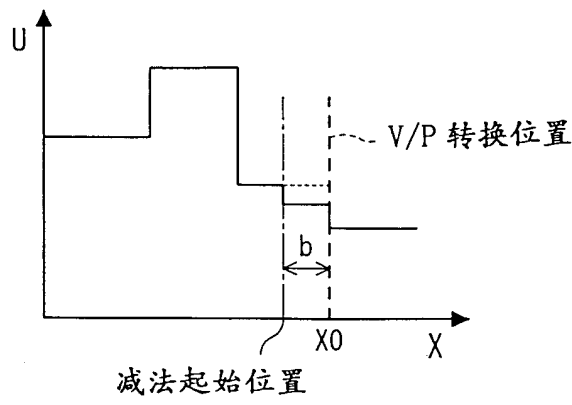


图 8

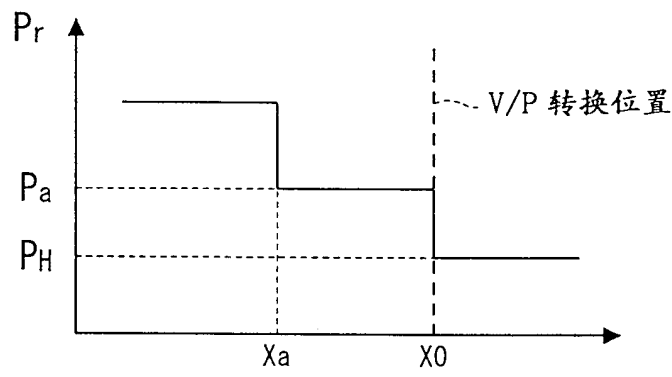


图 9 (a)

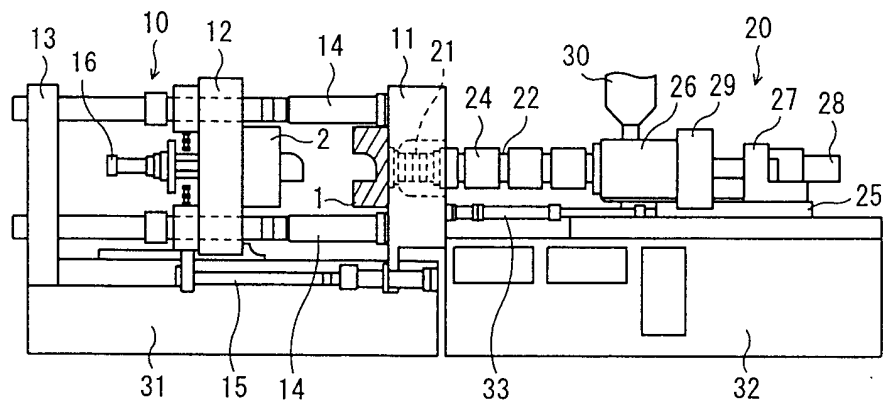


图 9 (b)

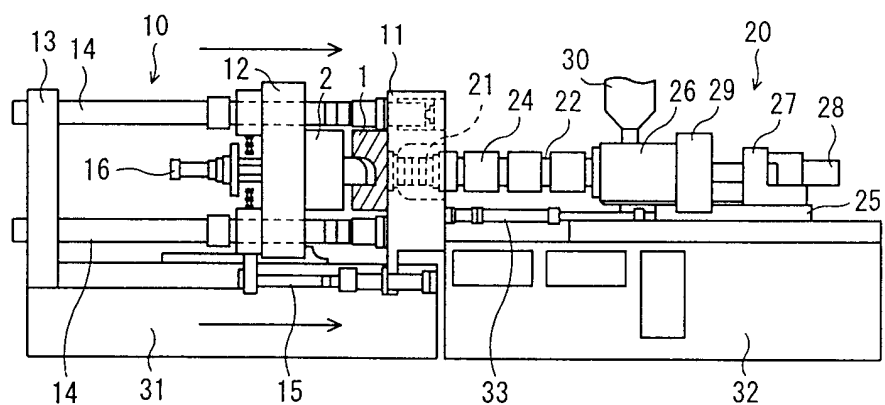


图 9 (c)

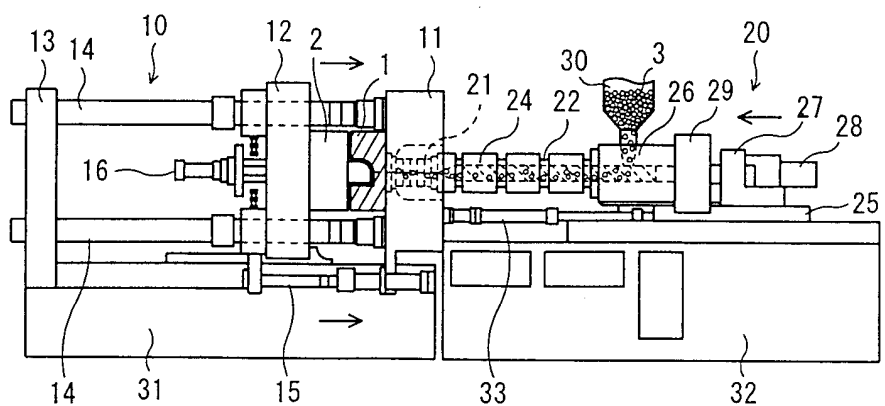


图 10 (a)

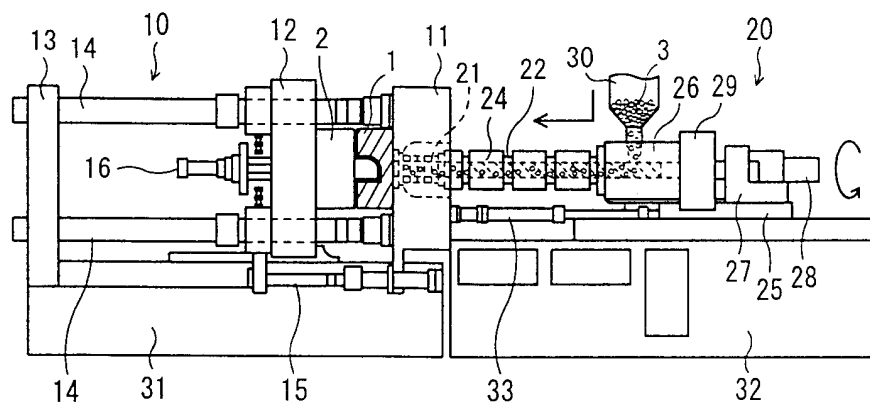


图 10 (b)

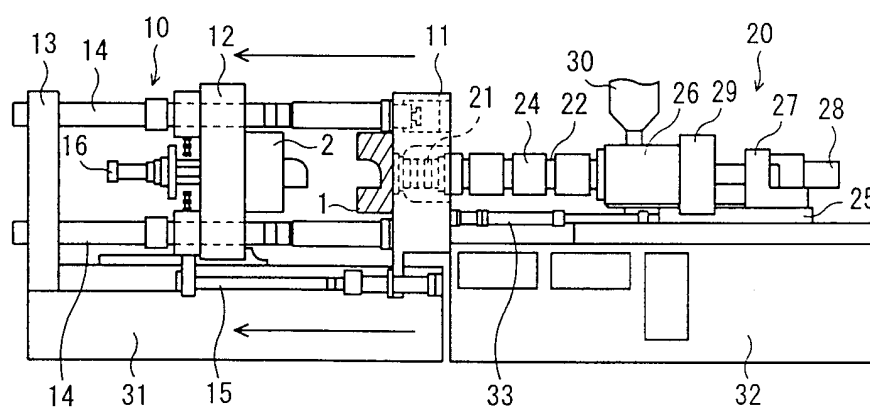


图 10 (c)

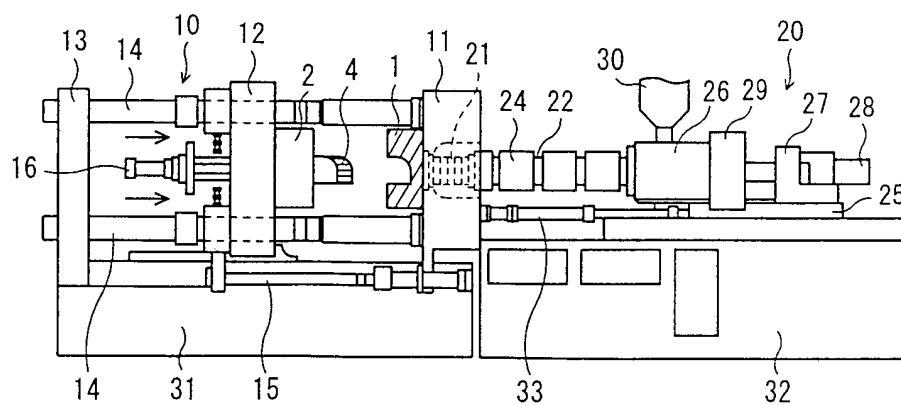


图 11

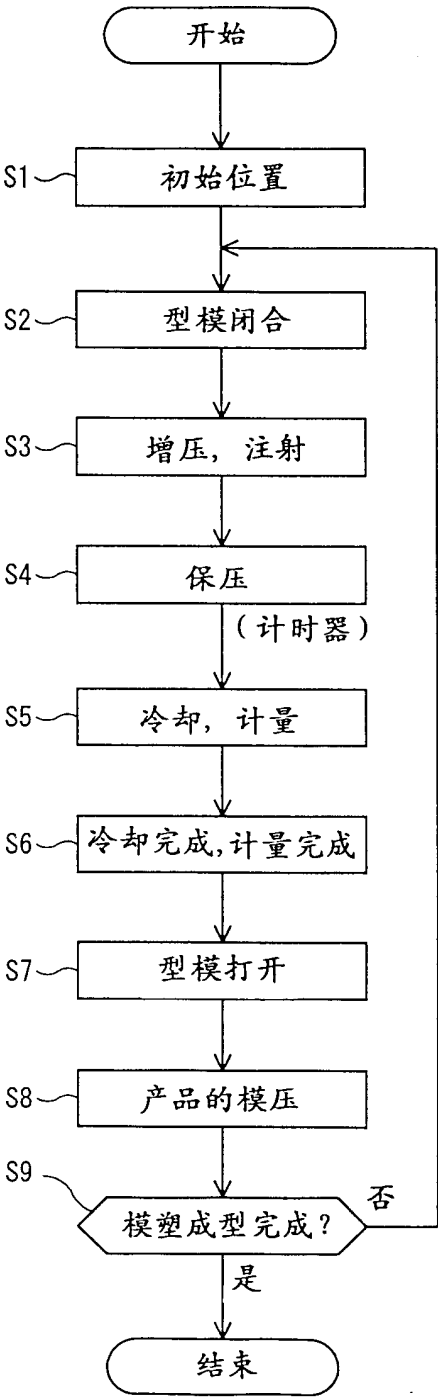


图 12

