

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B29C 45/00

B29C 45/76



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99109069.1

[43] 授权公告日 2003 年 8 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1118361C

[22] 申请日 1999.6.17 [21] 申请号 99109069.1

[30] 优先权

[32] 1998.6.17 [33] JP [31] 169931/1998

[71] 专利权人 住友重机械工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 平冈和夫

[56] 参考文献

US4755123 1988.07.05

审查员 何文

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

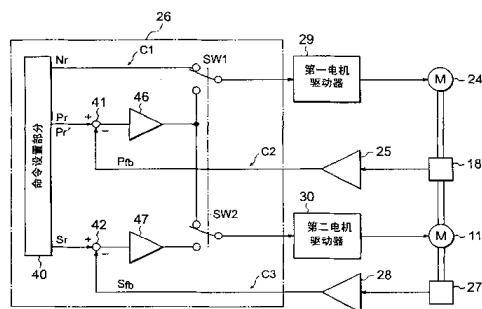
代理人 姜丽楼

权利要求书 6 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称 电机驱动注塑机的增塑与计量过程中的减压方法

[57] 摘要

一种电机驱动注塑机包括一个注射装置，注射装置有一个将树脂粉末加热使之熔化的加热压筒和一个置于加热压筒中将以加热压筒中熔化树脂向前送进进行计量的螺杆。根据位置传感器检测的位置检测信号和测力传感器检测的压力检测信号，在增塑和计量过程完成之时和之后，控制器使用注射伺服电机将螺杆定位于计量位置，使用螺杆转动伺服电机使螺杆反方向旋转，以对加热压筒内螺杆前部已计量的熔化树脂进行减压。



1. 一种操作注塑机的方法，其特征在于，它包括：

(a) 对加热压筒内的树脂粉末进行处理，使树脂粉末熔化，产生熔化的树脂；

(b) 在增塑和计量过程中使布置于加热压筒中的螺杆向第一方向旋转，以便将熔化的树脂传送至加热压筒的嘴部端，并且沿螺杆的纵向轴线方向调整螺杆的位置以达到在加热压筒嘴部端的熔化树脂的第一预期压力；及

(c) 在增塑和计量过程完成之时和之后立即使加热压筒中的螺杆向与第一方向相反的方向旋转以达到在加热压筒嘴部端的熔化树脂的第二预期压力；

所述第一预期压力大于所述第二预期压力。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

步骤 (c) 包括根据加热压筒嘴部端的熔化树脂的压力，使螺杆向与第一方向相反的方向旋转。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

步骤 (c) 还包括通过将加热压筒嘴部端的熔化树脂的第二预期压力与加热压筒嘴部端的熔化树脂的实际压力进行比较来控制螺杆在与第一方向相反的方向上的旋转。

4. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

步骤 (b) 包括以恒定的速度向第一方向旋转螺杆。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：

(d)，在步骤 (c) 期间，沿螺杆的纵向轴线方向控制螺杆的位置达到预期的位置。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：

(d)，在步骤 (b) 期间，根据加热压筒嘴部端的熔化树脂的压力，沿螺杆的纵向轴线方向调整螺杆的位置。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

还包括步骤(d)，在步骤(b)期间通过沿螺杆的纵向轴线方向调整螺杆的位置，控制加热压筒嘴部端的熔化树脂的压力。

8. 如权利要求6所述的方法，其特征在于，

步骤(d)包括通过比较加热压筒嘴部端的熔化树脂的第一预期的压力和加热压筒嘴部端的熔化树脂的实际的压力，来沿螺杆的纵向轴线方向控制螺杆的位置

9. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，

步骤(c)包括使螺杆向与第一方向相反的方向旋转最大时间段。

10. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，

步骤(b)和(c)以预定的最大速度旋转螺杆。

11. 一种电机驱动注塑机，其特征在于，它包括：

一个加热压筒，用于将其中的树脂粉末加热，使树脂粉末熔化为熔化的树脂，

一个安装在所述加热压筒内的螺杆，用于向前输送所述加热压筒内的熔化的树脂，以对其进行计量，在熔化的树脂中产生后推力，

一个与所述螺杆配合工作的螺杆转动伺服电机，用来旋转所述螺杆，

一个与所述螺杆配合工作的注射伺服电机，用来驱动所述螺杆沿轴线方向运动，向前注射已在加热压筒中计量的熔化的树脂，

一个第一电机驱动器，驱动所述螺杆旋转，

一个第二电机驱动器，驱动所述注射，

一个测力传感器，用于测定所述加热压筒中的熔化的树脂的后推力，以产生压力检测信号，

一个位置传感器，用于检测所述螺杆的位置，以产生位置检测信号，以及

一个控制器，根据压力检测信号和位置检测信号，通过分别向所述第一和所述第二电机驱动器发出第一和第二致动命令，控制由所述第一和所述第二电机驱动器进行的所述螺杆转动伺服电机和所述注射伺服电机的驱动，所述控制器包括

旋转装置，其与所述测力传感器连接，用于在增塑和计量过程中在第一方向旋转所述螺杆，随后，根据压力检测信号，在增塑和计量

过程完成之时和之后立即向所述第一电机驱动器传送第一致动命令，使所述螺杆反方向旋转，从而使在所述加热压筒内在所述螺杆前已计量的熔化树脂减压；以及

定位装置，其与所述位置传感器连接，用于根据位置检测信号，在增塑和计量过程完成之时和之后立即向所述第二电机驱动器传送第二致动命令，使所述螺杆定位于计量位置。

12. 如权利要求 11 所述的注塑机，其特征在于，所述旋转装置包括：压力设置装置，用于在增塑和计量过程完成之时和之后立即产生代表减压目标值的压力命令；

一个减法器，与所述压力设置装置和所述测力传感器连接，用于从由压力命令表示的减压目标值减去由压力检测信号表示的压力检测值，产生代表减压目标值和压力检测值二者之间差值的减法结果信号；

一个补偿器，与所述减法器连接，用于补偿减法结果信号，产生补偿信号；以及

传送装置，与所述补偿器和所述第一电机驱动器连接，用于在增塑和计量过程完成之时和之后立即将补偿信号作为第一致动命令向所述第一电机驱动器传送。

13. 如权利要求 11 所述的注塑机，其特征在于，所述旋转装置包括：压力设置装置，用于在增塑和计量过程完成之时和之后立即产生代表减压目标值的压力命令；

一个减法器，与所述压力设置装置和所述测力传感器连接，用于从由压力命令表示的减压目标值减去由压力检测信号表示的压力检测值，产生代表减压目标值和压力检测值二者之间差值的减法结果信号；

一个限幅器，与所述补偿器连接，用于限制补偿信号；以及

传送装置，与所述限幅器和所述第一电机驱动器连接，用于在增塑和计量过程完成之时和之后立即将限制信号作为第一致动命令向所述第一电机驱动器传送。

14. 如权利要求 11 所述的注塑机，其特征在于，所述旋转装置包括：压力设置装置，用于在增塑和计量过程完成之时和之后立即产生代表减压目标值的压力命令；

一个比较器，具有接收压力命令信号的同相输入端子和接收压力检测信号的反相输入端子，所述比较器比较由压力检测信号表示的压力检测值和由压力命令表示的减压目标值，产生表示减压目标值和压力检测值二者之间比较结果的比较结果信号；以及

传送装置，与所述比较器和所述第一电机驱动器连接，用于在增塑和计量过程完成之时和之后立即将比较结果信号作为第一致动命令向所述第一电机驱动器传送。

15. 如权利要求 11 所述的注塑机，其特征在于，所述定位装置包括：

定位设置装置，用于在增塑和计量过程完成之时和之后立即产生表示螺杆位置命令值的位置命令；

一个减法器，与所述定位设置装置和所述位置传感器连接，用于从由位置命令表示的螺杆位置命令值减去由位置检测信号表示的螺杆位置检测值，产生代表螺杆位置命令值和螺杆位置检测值二者之间差值的减法结果信号；

一个补偿器，与所述减法器连接，用于补偿减法结果信号，产生补偿信号；以及

传送装置，与所述补偿器和所述第二电机驱动器连接，用于在增塑和计量过程完成之时和之后立即将补偿信号作为第二致动命令向所述第二电机驱动器传送。

16. 一种电机驱动注塑机，其特征在于，它包括：

一个加热压筒，用于将其中的树脂粉末加热，使树脂粉末熔化为熔化的树脂，

一个安装在所述加热压筒内的螺杆，用于向前输送所述加热压筒内的熔化的树脂，以对其进行计量，在熔化的树脂中产生后推力，

一个与所述螺杆配合工作的螺杆转动伺服电机，用来旋转所述螺杆，

一个与所述螺杆配合工作的注射伺服电机，用来驱动所述螺杆沿轴线方向运动，向前注射已在加热压筒中计量的熔化的树脂，

一个第一电机驱动器，驱动所述螺杆旋转，

一个第二电机驱动器，驱动所述注射，

一个测力传感器，用于测定所述加热压筒中的熔化的树脂的后推力，

以产生压力检测信号,

一个位置传感器,用于检测所述螺杆的位置,以产生位置检测信号,以及

一个控制器,根据压力检测信号和位置检测信号,通过分别向所述第一和所述第二电机驱动器发出第一和第二致动命令,控制由所述第一和所述第二电机驱动器进行的所述螺杆转动伺服电机和所述注射伺服电机的驱动,所述控制器包括

一个命令设置部分,用于产生表示螺杆转速命令值的螺杆转速命令、表示压力命令值的压力命令以及表示螺杆位置命令值的螺杆位置命令;

一个第一减法器,与所述命令设置部分和所述测力传感器连接,用于从由压力命令表示的压力命令值减去由压力检测信号表示的压力检测值,产生表示压力命令值和压力检测值二者之间差值的第一减法结果信号;

一个第一补偿器,与所述第一减法器连接,用于补偿第一减法结果信号,产生第一补偿信号;

一个第二减法器,与所述命令设置装置和所述位置传感器连接,用于从由位置命令表示的螺杆位置命令值减去由位置检测信号表示的螺杆位置检测值,产生表示螺杆位置命令值和螺杆位置检测值二者之间差值的第二减法结果信号;

一个第二补偿器,与所述第二减法器连接,用于补偿第二减法结果信号,产生第二补偿信号;

一个第一开关,与所述命令设置装置、所述第一补偿器、所述第一电机驱动器连接,用于选择螺杆转速命令和第一补偿信号之一作为第一选择信号,所述第一开关将第一选择信号作为第一致动命令传送给所述第一电机驱动器;以及

一个第二开关,与所述第一和第二补偿器及所述第二电机驱动器连接,用于选择第一和第二补偿信号之一作为第二选择信号,所述第二开关将第二选择信号作为第二致动命令传送给所述第二电机驱动器。

17. 如权利要求 16 所述的注塑机,其特征在于,所述命令设置部分在增塑和计量过程完成之时和之后立即产生表示减压目标值的压力命令,

在增塑和计量过程中,所述第一开关产生螺杆转动命令作为第一选择

信号，在增塑和计量过程完成之时和之后，所述第一开关立即产生第一补偿信号作为第一选择信号，

在增塑和计量过程中，所述第二开关产生第一补偿信号作为第二选择信号，在增塑和计量过程完成之时和之后，所述第二开关立即产生第二补偿信号作为第二选择信号。

18. 如权利要求 16 所述的注塑机，其特征在于，还包括：置于所述第一补偿器和所述第二开关之间的限幅器，用于限制第一补偿信号。

19. 如权利要求 16 所述的注塑机，其特征在于，还包括：置于所述减法器 and 所述第二开关之间的补偿器，用于补偿第二减法结果信号。

电机驱动注塑机的增塑与计量过程中的减压方法

本发明涉及一种电机驱动注塑机，它包括一个由伺服电机驱动的注射装置，更具体地说，涉及一种对增塑与计量过程中加热压筒的减压方法的改进。

近年来，电机驱动注塑机得到广泛应用。电机驱动注塑机使用伺服电机代替液压致动器作为致动机构，下面将简要介绍上述使用伺服电机作为致动机构的注射装置的操作。

(1) 在增塑与计量过程中，螺杆随螺杆转动伺服电机旋转。螺杆位于加热压筒内部。树脂粉末作为进料树脂从料斗输送到加热压筒内螺杆的后部。螺杆的旋转，使预定计量数量的进料树脂被输送到加热压筒的前端，并由加热压筒熔化成熔融的树脂。在此期间，由于陷入加热压筒的前端的熔化的树脂的压力（后推力），螺杆退回。

螺杆的后端部分直接与注射轴连接。注射轴通过轴承被可旋转地支承于压力板上。注射轴由支承于压力板上的注射伺服电机沿轴线方向驱动。压力板通过滚珠丝杠随注射伺服电机的动作沿导向杆前后运动。在下面将说明的方法中，上述熔化的树脂的后推力，可使用测力传感器测定，并由反馈控制回路控制。

(2) 随后在填充过程中，压力板借助于起动注射伺服电机被推动前进。螺杆的前端起活塞的作用，以使用熔化的树脂填满模具。

(3) 在填充过程的最后，熔化的树脂填满模具空腔内的空隙。此时，螺杆前进运动的控制模式由速度控制模式转换为压力控制模式。这一转换被称为“V-P 转换”。

(4) 在 V-P 转换之后，模具空腔内的树脂可以在预定压力下冷却。这个过程叫做保持过程。在保持过程中，树脂的压力由反馈控制回路控制，其方式与和结合上述后推力控制介绍的方式相类似。

随后，在完成(4)中所述的保持过程之后，注射装置的操作返回至(1)中所述的增塑与计量过程。

另一方面，与(1)中所述的增塑与计量过程相并行，在一个夹紧装置中，完成将固体产品从模具中退出的退出操作。退出操作包括开模，借助于退出机构从模具中取出固化产品，并且其后合模，以便如(2)中所述填充树脂。

总之，对于增塑与计量过程，获得高精确度是十分重要的。这在理论上可以通过停止螺杆的旋转运动，使螺杆定位于预定的固定冲程位置上来获得。但是，在实际中，采用下文中结合图 3A 至 3C 和图 4A 至 4C 介绍的方式来达到此目的是很困难的。

本发明的一个目的就是为电机驱动注塑机的增塑与计量过程提供一种减压方法。它能在增塑与计量过程完成之时和完成之后立即高精确度地控制加热压筒内的后推力和螺杆的位置。

本发明的其它目的将在叙述过程中加以说明。

本发明的一个方面是涉及含有注射装置的电机驱动注塑机的增塑与计量过程中的减压方法。注射装置包括一个加热压筒，用于加热其中的树脂粉末，并将其熔化成熔融的树脂；一个安装在加热压筒内的螺杆，用于向前输送加热压筒内的熔化的树脂，以对其进行计量；一个与螺杆配合工作的螺杆转动伺服电机，用来旋转螺杆；一个与螺杆配合工作的注射伺服电机，用来驱动螺杆沿轴线方向运动，向前注射已在加热压筒中计量的熔化的树脂。注射装置安装有测力传感器，用于测定加热压筒中已经在螺杆前头计量过的熔化的树脂的后推力，产生表示后推力的压力检测信号；还安装有位置传感器，用于检测螺杆的位置，产生表明螺杆位置的位置检测信号。电机驱动注塑机包括一个控制器，用以根据压力检测信号和位置检测信号，控制螺杆转动伺服电机和注射伺服电机的驱动。

依据本发明的另一方面，上面介绍的控制器方式中的减压方法包括下述步骤：定位步骤，根据位置检测信号，在增塑与计量过程完成之时和完成之后立即使用注射伺服电机，将螺杆定位于计量位置；旋转步骤，根据压力检测信号，在上述的增塑与计量过程完成之时和完成之后立即使用螺杆转动伺服电机，使螺杆沿相反方向旋转，对加热压筒中已经在螺杆前头

计量过的熔化的树脂进行减压。

在上述的减压方法中，控制器最好能使螺杆沿相反方向旋转，直至压力检测信号表示的后推力已降低至一预定压力。控制器最好可以根据后推力和预定压力之间的压力差值，决定使螺杆沿相反方向旋转的螺杆转动伺服电机的转速。另外，控制器最好能限制螺杆沿相反方向旋转的速度在其上限之内。而且，控制器最好能限制螺杆沿相反方向旋转的时间间隔在其上限之内。

本发明的另一方面是涉及用于含有注射装置的电机驱动注塑机中的控制器。注射装置包括：一个加热压筒，用于加热其中的树脂粉末，并将树脂粉末熔化成熔化的树脂；一个螺杆，布置于加热压筒中，用于将加热压筒中的熔化的树脂向前输送，以对其进行计量；一个与螺杆配合工作的螺杆转动伺服电机，用于旋转上述螺杆；以及一个与螺杆配合工作的注射伺服电机，用于驱动螺杆沿轴线方向运动，以将上述加热压筒中计量过的熔化的树脂向前注射。注射装置安装有测力传感器，用于测定加热压筒中已经在螺杆前头计量过的熔化的树脂的后推力，产生表示后推力的压力检测值的压力检测信号；还安装有位置传感器，用于检测螺杆的位置，产生表明螺杆位置的螺杆位置检测值的位置检测信号。依据位置检测信号和压力检测信号，控制器通过分别向第一和第二电机驱动器发送第一和第二致动命令，经过第一和第二电机驱动器来控制螺杆转动伺服电机和注射伺服电机的驱动。

依据本发明的另一方面，上面介绍的控制器包括：一个与测力传感器相连接的反向旋转装置，用于根据压力检测信号，通过在增塑与计量过程完成之时和完成之后立即向第一电机驱动器发送第一致动命令，使螺杆沿相反方向旋转，从而对加热压筒中已经在螺杆前头计量过的熔化的树脂进行减压；一个与位置传感器相连接的定位装置，根据位置检测信号，通过在增塑与计量过程完成之时和完成之后立即向第二电机驱动器发送第二致动命令，将螺杆定位于计量位置。

图 1 是常规的电机驱动注塑机的示意图，它包括由伺服电机驱动的注射装置；

图 2A 和 2B 是示意图，共同显示了用于图 1 中所示的常规的电机驱动注塑机中的螺杆的结构；

图 3A-3C 是时间曲线图，用于共同描述在图 1 中所示的常规的电机驱动注塑机中增塑与计量过程完成之时和完成之后立即进行的操作；

图 4A-4C 是时间曲线图，用于共同描述在图 1 中所示的常规的电机驱动注塑机中增塑与计量过程完成之时和完成之后立即进行的另一操作；

图 5 是控制系统的方块图，适用于依据本发明第一实施例的包括螺杆转动伺服电机和注射伺服电机的注射装置；

图 6 是控制系统的方块图，适用于依据本发明第二实施例的包括螺杆转动伺服电机和注射伺服电机的注射装置；

图 7 是控制系统的方块图，适用于依据本发明第三实施例的包括螺杆转动伺服电机和注射伺服电机的注射装置。

为了便于理解本发明，下面参照图 1 首先介绍常规的电机驱动注塑机。图示的电机驱动注塑机通过使用滚珠丝杠和螺母，将伺服电机的旋转运动转换成线性运动或往复运动，从而完成熔化的树脂的填装工作。

在图 1 中，注射伺服电机 11 的旋转运动传递给滚珠丝杠 12。螺母 13 固定在压力板 14 上，以便随滚珠丝杠 12 的旋转前进和退回。压力板 14 可沿安装在机座（未示出）上的导向杆 15 和 16 移动。压力板 14 的前后运动，可由轴承 17、测力传感器 18 和注射轴 19 传递给螺杆 20。螺杆 20 布置在加热压筒 21 内，从而可沿轴线方向旋转和移动。加热压筒 21 在对应于螺杆 20 后端部分的位置装有料斗 22，用于填加树脂粉末。螺杆转动伺服电机 24 的旋转运动经偶合件 23，比如包括皮带和皮带轮，传递给注射轴 19。换言之，注射轴 19 被螺杆转动伺服电机 24 旋转驱动，结果使螺杆 20 旋转。

在增塑和计量过程中，当螺杆 20 在加热压筒 21 中旋转退出时，熔化的树脂在螺杆 20 的头部陷入加热压筒 21 中，即处于嘴部 21-1 一侧。在加热压筒 21 前部的熔化的树脂被填入模具（未示出）压制成型。作用于熔化的树脂上的压力被测力传感器 18 作为反作用力即压力检测到。测力传感器 18 产生表示压力的压力检测信号。压力检测信号由测力传感器放大器 25 放大为放大的压力信号传送给控制器 26'。

固定在压力板 14 上的位置传感器 27 检测到螺杆 20 的位移量，产生表

明螺杆 20 的位移量的位置检测信号。位置检测信号由位置放大器 28 放大为放大的位置信号传送给控制器 26'。控制器 26' 根据操作者设定的预期值,向第一和第二电机驱动器 29 和 30 传送第一和第二电流(致动)命令。

对第一电流(致动)命令产生反应,第一电机驱动器 29 通过控制供给螺杆转动伺服电机 24 的第一驱动电流控制螺杆转动伺服电机 24 的转速。对第二电流(致动)命令产生反应,第二电机驱动器 30 通过控制供给注射伺服电机 11 的第二驱动电流控制注射伺服电机 11 的转动速度。螺杆转动伺服电机 24 装有一个第一编码器 31,用于检测螺杆转动伺服电机 24 的第一转速,产生一个表示第一转速的第一转速信号。同样,注射伺服电机 11 装有一个第二编码器 32,用于检测注射伺服电机 11 的第二转速,产生一个表示第二转速的第二转速信号。第一和第二转速信号被传送至控制器 26'。通常,由第一编码器 31 测定的第一转速用于决定螺杆 20 的转速。

应注意,图 1 所示的构造形式是为了简单与方便起见。本发明的注射装置的特定结构,在此处作为参考资料所附的、比如 Tokkai 的日本未审查的专利公告平 9-174,626 号或 JP-A9-174,626 中有所介绍。

下面将参照图 2A 和 2B,对螺杆 20 进行详细的介绍。如图 2A 所示,螺杆 20 由四部分组成:送料段 20-1,压缩段 20-2,计量段 20-3 和头部段 20-4。送料段 20-1 用于从料斗 22(如图 1)向前输送固体状态或半融化状态的树脂粉末。在送料段 20-1,树脂的温度升高至熔点左右。在此环境下,送料段 20-1 一般有一个杆状元件 20'(如图 2B),通常沿其长度方向具有恒定的直径,在其圆周表面上具有螺旋状凹槽。

从送料段 20-1 传送到压缩段 20-2 时,树脂粉末由许多彼此分开的树脂颗粒组成。因此,压缩段 20-2 中的熔化的树脂的体积大约只是树脂粉末的一半。压缩段 20-2 用于减小允许树脂通过的空间,以弥补减少的体积。此压缩可通过使杆状元件 20' 上与压缩段 20-2 相对应的部分渐减成锥形以使螺旋状凹槽变浅来实现。压缩段 20-2 压缩熔化的树脂,增强了由摩擦引起的放热效果,提高了熔化树脂的压力,从而可将加热压筒 21 内的空气、包含在空气中和混杂在熔化树脂中的水蒸气和挥发性气体推回至料斗 22。上述介绍表明,加热压筒 21 在压缩段 20-2 有最高的树脂压力。

杆状元件 20' 在与计量段 20-3 相对应的区域直径最大。在杆状元件 20'

上, 计量段 20-3 的螺旋状凹槽最浅。熔化树脂在计量段 20-3 承受很大的剪切力, 并由内部放热反应加热至恒定温度。预定数量的熔化树脂随后被送往加热压筒 21 的嘴部一侧。

熔化树脂从计量段 20-3 到嘴部一侧的输送是经由头部段 20-4 上的单向阀环 20-5 来完成的。在计量过程中, 单向阀环 20-5 在图上位于靠近左手侧的位置, 在此状态下, 熔化树脂可以从计量段 20-3 被输送至嘴部一侧。

计量过程完成后, 由于存在压力差, 单向阀环 20-5 移向图中的右手侧。因此, 可防止熔化树脂从嘴部一侧流回计量段 20-3。头部段 20-4 一般与杆状元件 20' 分开制作。头部段 20-4 在其根部有外螺纹。杆状元件 20' 在其末端有内螺纹。通过头部段 20-4 上的外螺纹与杆状元件 20' 上的内螺纹相接合, 头部段 20-4 与杆状元件 20' 连接在一起。所以, 头部段 20-4 的根部直径明显小于杆状元件 20'。

总之, 在增塑和计量过程中, 获得精确的位置和压力是十分重要的。这在理论上可以通过停止螺杆 20 的旋转运动, 使螺杆 20 定位于预定的固定冲程位置上来获得。但是, 在实际中, 采用下文中将介绍的方式来达到此目的是很困难的。

假设螺杆的位置已被控制, 可以在增塑和计量过程完成的瞬间定位螺杆的位置。在增塑和计量过程完成的瞬间螺杆 20 停止后退, 但由于加热压筒 21 内螺杆 20 的压缩段 20-2 的残余压力的作用, 熔化树脂仍通过单向阀环 20-5 被送至嘴部一侧。此状态如图 3A 至 3B 所示。

图 3A 显示了螺杆 20 的转速 N 的波形图, 图 3B 显示了螺杆 20 的后退速度 V 的波形图, 另外, 图 3C 显示了加热压筒 21 内的在螺杆 20 前已经计量的熔化树脂的后推力 P 的波形图。如图 3B 所示, 通过控制螺杆 20 的位置, 螺杆 20 的后退在瞬间时刻 $T1$ 停止。即螺杆 20 的后退速度 V 被设置为零。但是, 如图 3A 所示, 螺杆 20 的转速 N 在瞬间时刻 $T1$ 之后并没有变成零。因此, 如图 3C 所示, 加热压筒 21 内的在螺杆 20 前已经计量的熔化树脂的后推力 P 在瞬间时刻 $T1$ 之后仍会增加。

为了防止出现此现象, 建议在增塑和计量过程完成之后进行压力控制。此状态如图 4A 至 4C 所示。

图 4A 显示了螺杆 20 的转速 N 的波形图, 图 4B 显示了螺杆 20 的后退

速度 V 的波形图, 另外, 图 4C 显示了加热压筒 21 内的已经计量的熔化树脂的后推力 P 的波形图。在图 4A 至 4C 中, 增塑和计量过程在瞬间时刻 $T1$ 完成, 与图 3A 至 3B 所示的方式类似。在增塑和计量过程完成之后, 加热压筒 21 内的已经计量的熔化树脂的后推力 P 受到监测并进行压力控制, 从而如图 4C 所示, 加热压筒 21 内的已经计量的熔化树脂的后推力 P 被控制为一个恒定值。然而, 此压力控制实际上是由使螺杆 20 后退实现的, 如图 4B 所示。这使得在填充过程之前螺杆的位置不精确。此外, 熔化树脂的填充数量、填充时间间隔与预期值不同, 降低了成型的质量。

而且, 在增塑和计量过程完成之后会产生由反吸引起的减压。由于这一减压作用, 螺杆位置以与图 3A 至 3C 所示类似的方式被确定。但是由于加热压筒 21 内较高的残余压力作用, 熔化的树脂通过单向阀环 20-5 泄漏至嘴部一侧。而且, 由于此残余压力不是恒定值, 不能预先加以考虑; 从加热压筒 21 中经由单向阀环 20-5 泄漏至嘴部一侧的泄漏数量, 随每次注射成型不同而发生变化, 结果导致计量结果不精确。

参照图 5, 下面将对依据本发明第一实施例的电机驱动注塑机中的螺杆转动伺服电机 24 和注射伺服电机 11 的控制系统进行说明。被说明的控制系统包括第一至第三控制子系统 $C1$ 、 $C2$ 和 $C3$ 。分别称为转速开环子系统、压力反馈回路控制子系统和位置反馈回路控制子系统。

转速开环子系统 $C1$ 是根据针对螺杆 20 的螺杆转速命令值 N_r 来控制螺杆转动伺服电机 24 的控制子系统。压力反馈回路控制子系统 $C2$ 是根据压力命令值 P_r 和压力检测值 P_{fb} 之间的压力差值来控制注射伺服电机 11 或螺杆转动伺服电机 24 的控制子系统。位置反馈回路控制子系统 $C3$ 是根据螺杆位置命令值 S_r 和螺杆位置检测值 S_{fb} 之间的位置差值来控制注射伺服电机 11 的控制子系统。

具体地说, 控制器 26 包括命令设置部分 40, 第一和第二减法器 41 和 42, 第一和第二补偿器 46 和 47, 第一和第二开关 $SW1$ 和 $SW2$ 。

命令设置部分 40 产生一个表示螺杆转速命令值 N_r 的螺杆转速命令, 一个表示压力命令值 P_r 的压力命令, 一个表示螺杆位置命令值 S_r 的螺杆位置命令。表示压力检测值 P_{fb} 的放大的压力信号, 由测力传感器 18 经测力传感器放大器 25 发送至控制器 26。此外, 表示螺杆位置检测值 S_{fb} 的放大

的位置信号，由位置传感器 27 经位置放大器 28 也发送至控制器 26。

表示压力命令值 P_r 的压力命令被发送至第一减法器 41，第一减法器 41 已经接收了表示压力检测值 P_{fb} 的放大的压力信号。第一减法器 41 从由压力命令表示的压力命令值 P_r 减去由放大压力信号表示的压力检测值 P_{fb} ，计算出压力命令值 P_r 和压力检测值 P_{fb} 之间的压力差值。第一减法器 41 产生表示压力差值的第一减法结果信号。第一减法结果信号被发送至第一补偿器 46。第一补偿器 46 补偿第一减法结果信号产生第一补偿信号。

表示螺杆位置命令值 S_r 的螺杆位置命令被发送至第二减法器 42，第二减法器 42 已经接收了表示螺杆位置检测值 S_{fb} 的放大的位置信号。第二减法器 42 从由位置命令表示的位置命令值 S_r 减去由放大位置信号表示的螺杆位置检测值 S_{fb} ，计算出螺杆位置命令值 S_r 和螺杆位置检测值 S_{fb} 之间的位置差值。第二减法器 42 产生表示位置差值的第二减法结果信号。第二减法结果信号被发送至第二补偿器 47。第二补偿器 47 补偿第二减法结果信号产生第二补偿信号。

第一补偿信号被发送至第一和第二开关 SW1 和 SW2。第二补偿信号被发送至第二开关 SW2。第一开关 SW1 从命令设置部分 40 接收表示螺杆转速命令值 N_r 的螺杆转速命令。第一开关 SW1 选择螺杆转速命令和第一补偿信号之一作为第一选择信号。第一开关 SW1 向第一电机驱动器 29 发送第一选择信号作为第一致动命令。第二开关 SW2 选择第一和第二补偿信号中的一个作为第二选择信号。第二开关 SW2 向第二电机驱动器 30 发送第二选择信号，作为第二致动命令。在下面将介绍的方式中，第一开关 SW1 和第二开关 SW2 是彼此联动的。

上述介绍表明，命令设置部分 40、第一开关 SW1、第一电机驱动器 29 和螺杆转动伺服电机 24 的组合起转速开环子系统 C1 的作用。此外，命令设置部分 40、第一减法器 41、第一补偿器 46、第二开关 SW2、第二电机驱动器 30、注射伺服电机 11、测力传感器 18 和测力传感器放大器 25 的组合起压力反馈回路控制子系统 C2 的作用。命令设置部分 40、第一减法器 41、

第一补偿器 46、第一开关 SW1、第一电机驱动器 29、螺杆转动伺服电机 24、测力传感器 18 和测力传感器放大器 25 的组合也起压力反馈回路控制子系统 C2 的作用。此外，命令设置部分 40、第二减法器 42、第二补偿器 47、

第二开关 SW2、第二电机驱动器 30、注射伺服电机 11、位置传感器 27 和位置放大器 28 的组合可作为位置反馈回路控制子系统 C3。

下面对如图 5 所示的控制系统进行操作进行介绍。电机驱动注塑机的增塑和计量过程应引起注意。在增塑和计量过程中，第一和第二开关 SW1 和 SW2 处于如图 5 所示的状态。即，表示螺杆转速命令值 N_r 的螺杆转速命令作为第一致动命令，经第一开关 SW1，被发送至第一电机驱动器 29。而且，第一补偿信号作为第二致动命令经第二开关 SW2 发送至第二电机驱动器 30。

在这种情况下，转速开环子系统 C1 通过将表示螺杆转速命令值 N_r 的螺杆转速命令，作为第一致动命令，经第一开关 SW1 发送至第一电机驱动器 29，实现对螺杆转动伺服电机 24 的转速控制。而且，压力反馈回路控制子系统 C2 通过将表示压力命令值 P_r 和压力检测值 P_{fb} 之间的压力差值的第一减法结果信号作为第二致动命令，经第一补偿器 46 和第二开关 SW2 发送至第二电机驱动器 30，对注射伺服电机 11 进行压力控制。

现在假定电机驱动注塑机的增塑和计量过程到了最后。在这种情况下，第一和第二开关 SW1 和 SW2 从图 5 所示的状态切换。即，第一补偿信号作为第一致动命令，经第一开关 SW1 发送至第一电机驱动器 29。另外，第二补偿信号作为第二致动命令经第二开关 SW2 发送至第二电机驱动器 30。而且，命令设置部分 40 产生一个表示减压目标值 P_r 的压力命令，它在增塑和计量过程中小于压力命令值 P_r 。

在这种情况下，压力反馈回路控制子系统 C2 通过将表示减压目标值 P_r 和压力检测值 P_{fb} 之间的压力差值的第一减法结果信号作为第一致动命令，经第一补偿器 46 和第一开关 SW1 发送至第一电机驱动器 29，对螺杆转动伺服电机 24 进行压力控制。而且，位置反馈回路控制子系统 C3 通过将表示螺杆位置命令值 S_r 和螺杆位置检测值 S_{fb} 之间的位置差值的第二减法结果信号作为第二致动命令，经第二补偿器 47 和第二开关 SW2 发送至第二电机驱动器 30，对注射伺服电机 11 进行位置控制。

总之，命令设置部分 40、第一减法器 41、第一补偿器 46 和第一开关 SW1 的组合起反方向旋转电路的作用，用于根据压力检测信号，通过在增塑和计量过程完成之时和之后立即向第一电机驱动器 29 发送第一致动命

令, 向相反方向旋转螺杆 20, 以便对加热压筒 21 内的已在螺杆 20 前计量过的熔化的树脂进行减压。此外, 命令设置部分 40、第二减法器 42、第二补偿器 47 和第二开关 SW2 的组合起位置电路的作用, 用于根据位置检测信号, 通过在增塑和计量过程完成之时和之后立即向第二电机驱动器 30 发送第二致动命令, 将螺杆定位于计量位置。

在增塑和计量过程中, 通过上述的控制系统, 在螺杆转速命令值 N_r 的基础上控制螺杆转动伺服电机 24, 对熔化的树脂进行计量; 在压力命令值 P_r 和压力检测值 P_{fb} 之间的压力差值的基础上控制注射伺服电机 11, 对加热压筒 21 内已经计量的熔化的树脂的后推力进行控制。增塑和计量过程完成以后, 第一和第二开关 SW1 和 SW2 从图 5 所示的状态切换。结果, 在增塑和计量过程完成之时和之后, 位置反馈回路控制子系统 C3 将螺杆位置定位于由螺杆位置命令值 S_r 确定的计量位置。另一方面, 在增塑和计量过程完成之时和之后, 压力反馈回路控制子系统 C2 立即监测由测力传感器 18 检测到的压力检测值 P_{fb} , 通过根据压力检测值 P_{fb} 使螺杆 20 反方向旋转, 对加热压筒 21 内的在螺杆 20 前部已经计量的熔化的树脂进行减压。螺杆 20 反方向旋转的原因是, 增塑和计量过程完成时, 给出的减压目标值 $P_{r'}$ 小于压力检测值 P_{fb} 。

严格地说, 依据图 5 所示的控制系统, 螺杆转动伺服电机 24 的反方向的转速是根据被监测的压力检测值 P_{fb} 和预定值或减压目标值 $P_{r'}$ 之间的压力差值确定的。此外, 图 5 所示的控制系统使螺杆反方向旋转直至被监测的压力检测值 P_{fb} 和减压目标值 $P_{r'}$ 相等。

另外, 螺杆转动伺服电机 24 的反方向的转速最好被限制于预先设定的上限。这是因为, 如果螺杆转动伺服电机 24 的转速太高, 减压会太大。而且, 螺杆 20 的反方向的旋转的时间间隔最好也被限制于预先设定的上限。原因如下: 当加热压筒 21 内的已经计量的熔化的树脂的后推力因减压而降低时, 单向阀环 20-5 (如图 2) 阻止熔化的树脂流回加热压筒 21 内计量段 20-3 一侧。总之, 此种上限的设置是可以实现的。因此控制器 26A 在第一补偿器 46 的输出侧安装有限幅器 48, 如图 6 所示的本发明的第二实施例。接收来自第一补偿器 46 的第一补偿信号, 限幅器 48 限制第一补偿信号以产生一限制信号。限制信号被发送至第一和第二开关 SW1 和 SW2 的输

入端子。

总之，命令设置部分 40、第一减法器 41、第一补偿器 46 和第一开关 SW1 的组合起反方向旋转电路的作用，用于根据压力检测信号，通过在增塑和计量过程完成之时和之后立即向第一电机驱动器 29 发送第一致动命令，向相反方向旋转螺杆 20，对加热压筒 21 内的已在螺杆 20 前计量过的熔化的树脂进行减压。

在以上所述的方式中，根据本发明的第一和第二实施例，控制加热压筒 21 内熔化的树脂的后推力是可能的。尤其是在增塑和计量过程完成之时和之后，使螺杆 20 的位置保持在螺杆位置命令值 S_r 指示的计量位置，可将加热压筒 21 内的已经计量的熔化的树脂的后推力控制在严格恒定值。

参照图 7，下面将介绍依据本发明第三实施例的电机驱动注塑机中的螺杆转动伺服电机 24 和注射伺服电机 11 的控制系统。除了如下所述控制器会对图 5 所示的有所改进外，图示的控制系统在结构和操作上都与图 5 所示的控制系统相同。控制器如图 26B 所示。为了简化叙述起见，相同的零件用相同的标记符号表示，其说明则被省略。

除了控制器 26B 包括一个比较器 49 以代替第一减法器 41 和第一补偿器 46 的组合以外，控制器 26B 在结构和操作上都与图 5 所示的控制器 26 相同。比较器 49 有一个接收表示压力命令值 P_r 的压力命令的同相输入端子，和一个接收表示压力检测值 P_{fb} 的放大的压力信号的反相输入端子。比较器 49 将由压力命令表示的压力命令值 P_r 与由放大的压力信号表示的压力检测值 P_{fb} 相比较，以产生表示压力命令值 P_r 和压力检测值 P_{fb} 比较结果的比较结果信号。比较结果信号被发送至第一和第二开关 SW1 和 SW2 的输入端子。当压力检测值 P_{fb} 大于压力命令值 P_r 时，比较器 49 产生一个含有逻辑低电平的信号，作为比较结果信号。当压力检测值 P_{fb} 小于压力命令值 P_r 时，比较器 49 产生一个含有逻辑高电平的信号，作为比较结果信号。

与参照图 5 说明的方式相同，在增塑和计量过程完成时，第一和第二开关 SW1 和 SW2 由图 7 所示的状态切换。而且，命令设置部分 40 产生表示减压目标值 P_r' 的压力命令。当减压目标值 P_r' 小于压力检测值 P_{fb} 时，比较器 49 产生一个含有逻辑低电平的信号作为比较结果信号，该信号在增

塑和计量过程完成之时和之后，经第一开关 SW1，发送至第一电机驱动器 29。结果，在增塑和计量过程完成之时和之后，螺杆转动伺服电机 24 使螺杆 20 反方向旋转直至压力检测值 P_{f0} 与减压目标值 P_r 相同。在这种情况下，螺杆转动伺服电机 24 使螺杆 20 反方向旋转，转速为固定值。

总之，命令设置部分 40、比较器 49 和第一开关 SW1 的组合起反方向旋转电路的作用，用于根据压力检测信号，通过在增塑和计量过程完成之时和之后立即向第一电机驱动器 29 发送第一致动命令，向相反方向旋转螺杆 20，对加热压筒 21 内的已在螺杆 20 前计量过的熔化的树脂进行减压。

特别强调，上述的最佳实施例仅仅是本发明的详细示例。结合本发明的最佳实施例，已对本发明进行了如此深入的介绍，如今对于技术熟练的人来说，可以很容易地采用与根据这些最佳实施例揭示的具体细节不同的各种方式，将本发明付诸实施。例如，控制器可包含于微型计算机中，微型计算机能很简单地改变用于控制螺杆旋转的子程序。

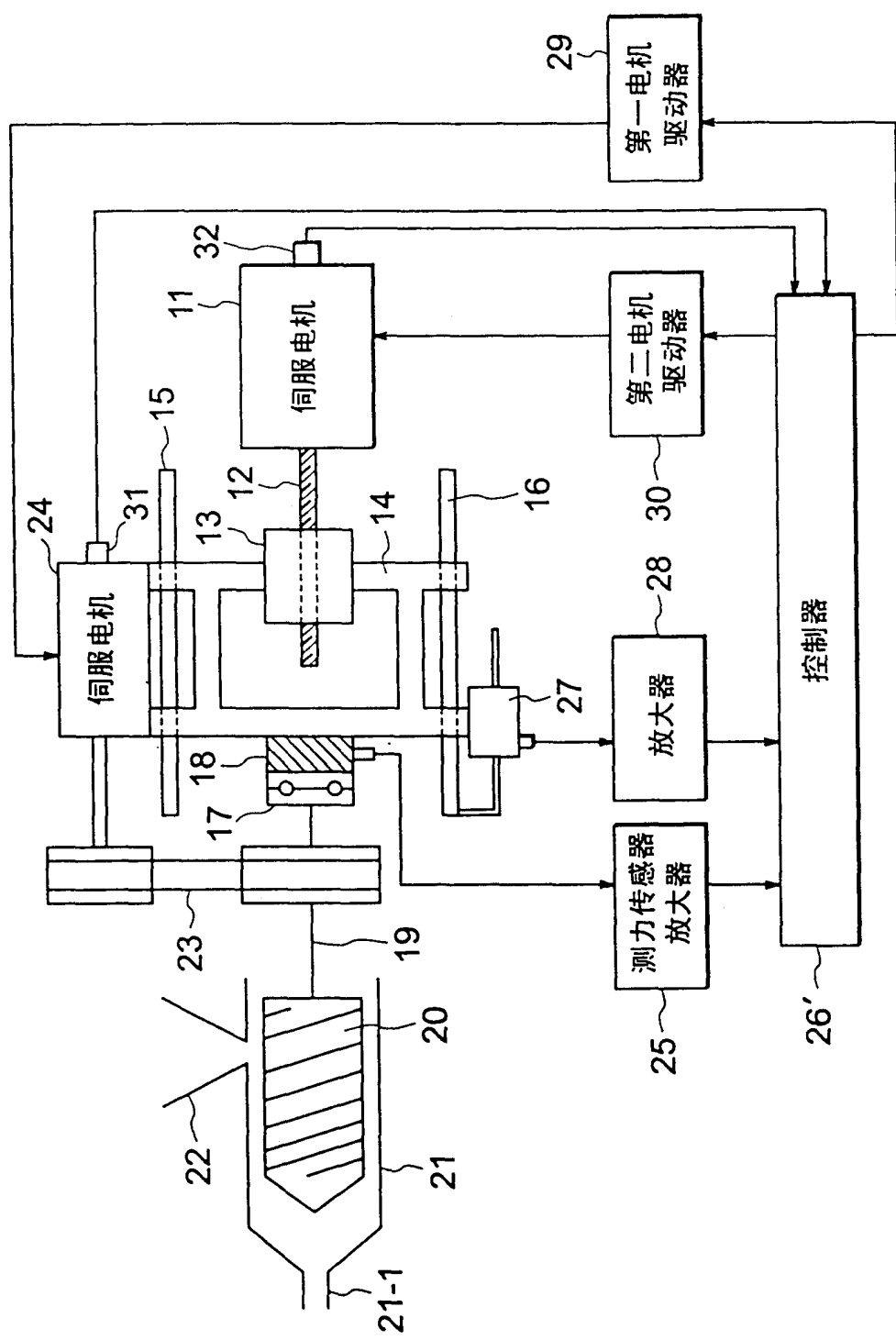
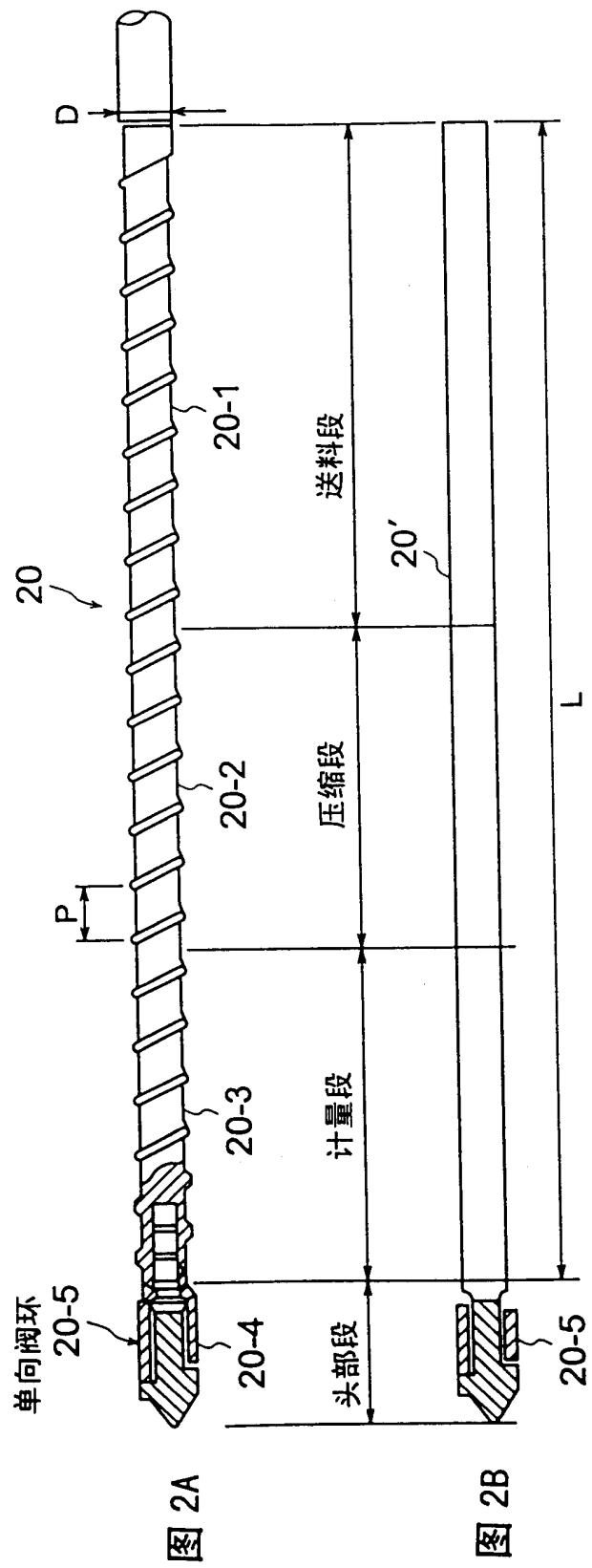
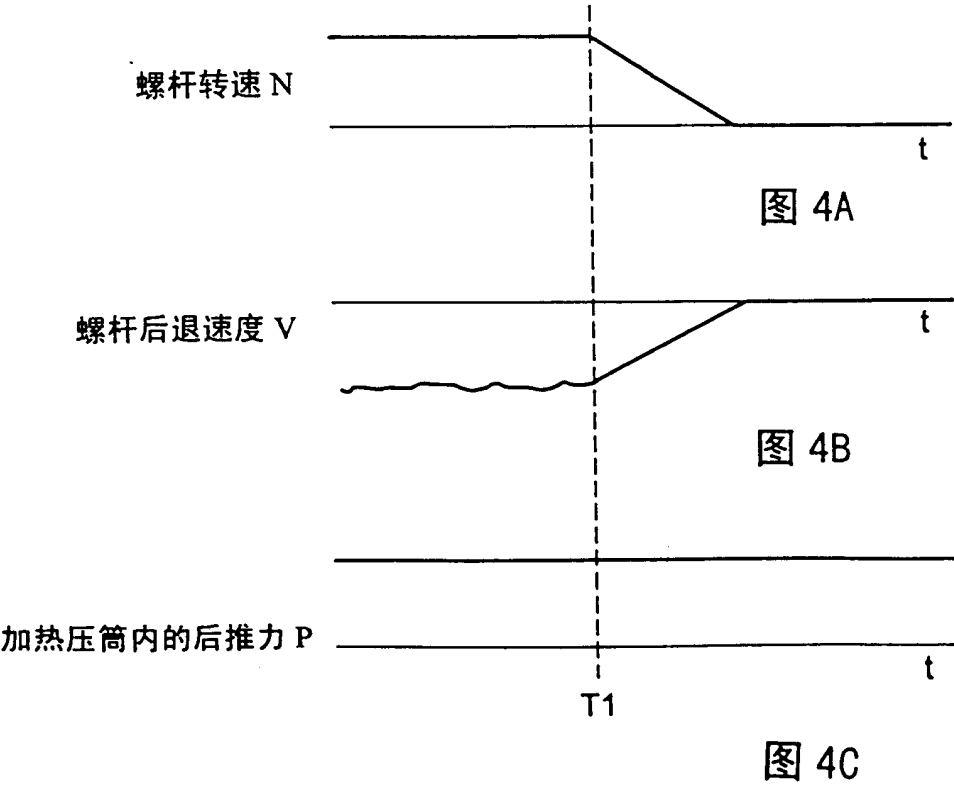
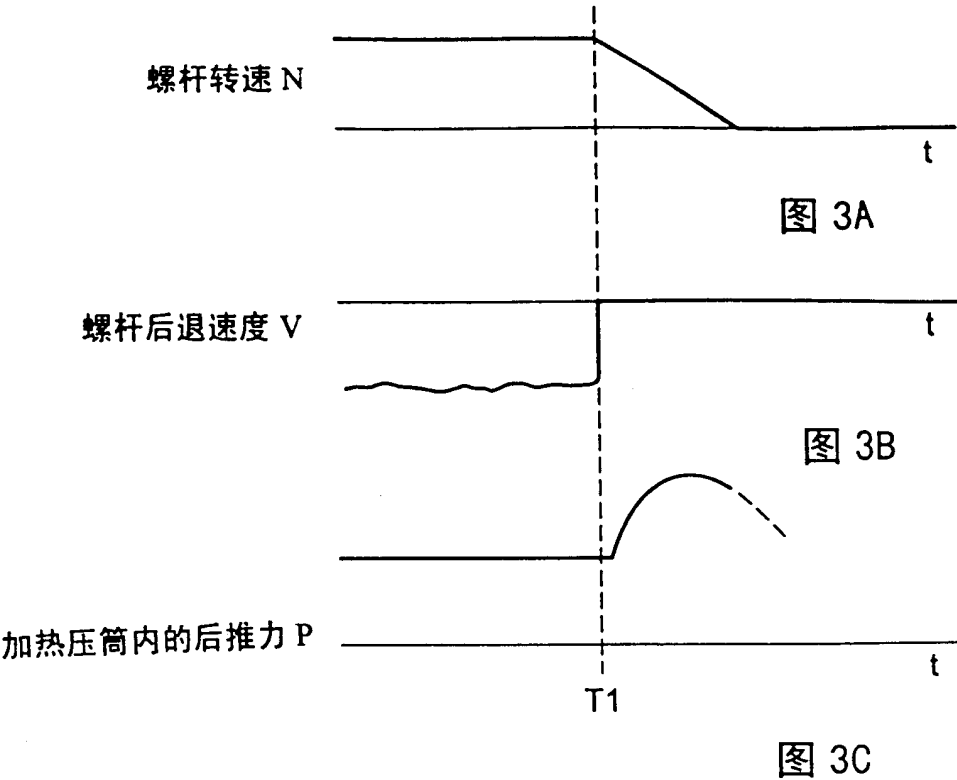


图 1





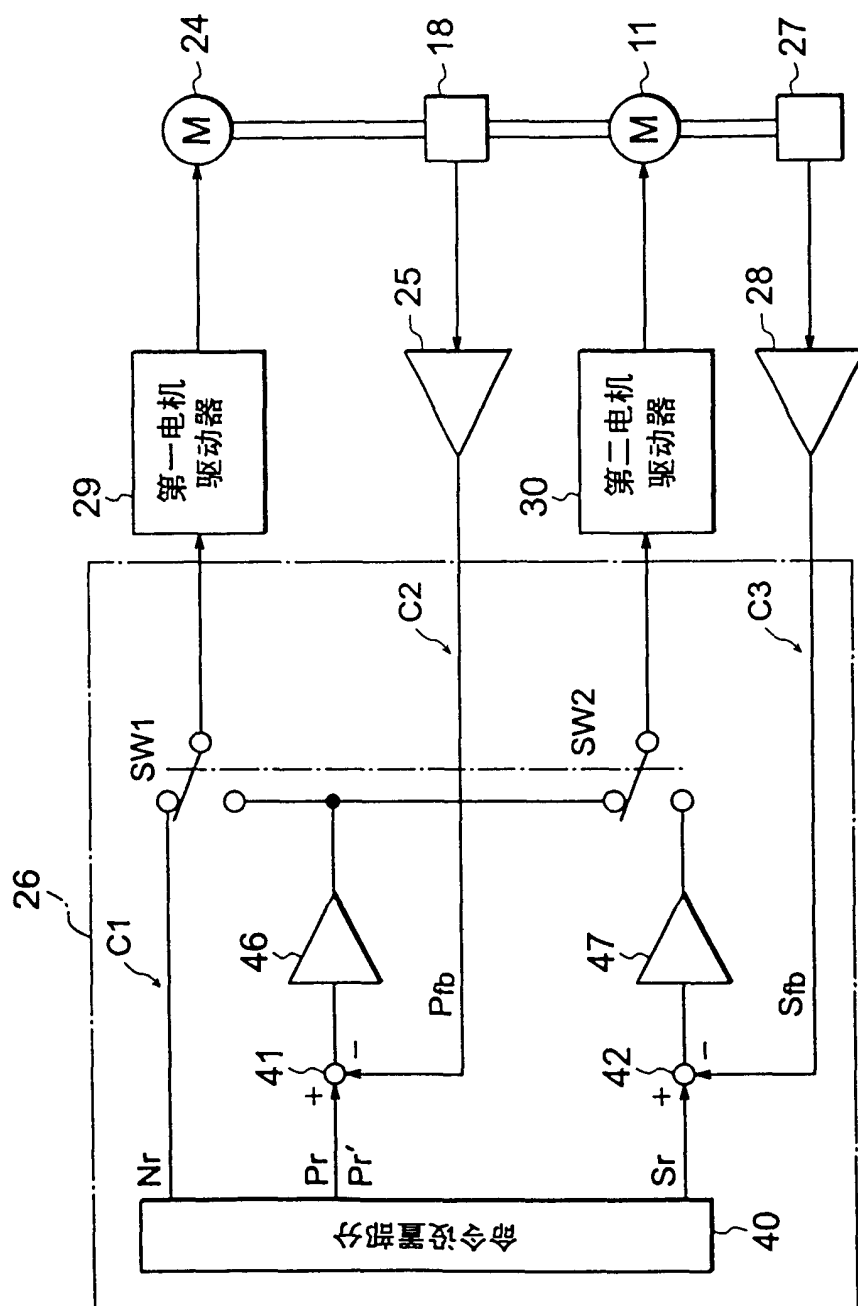


图 5

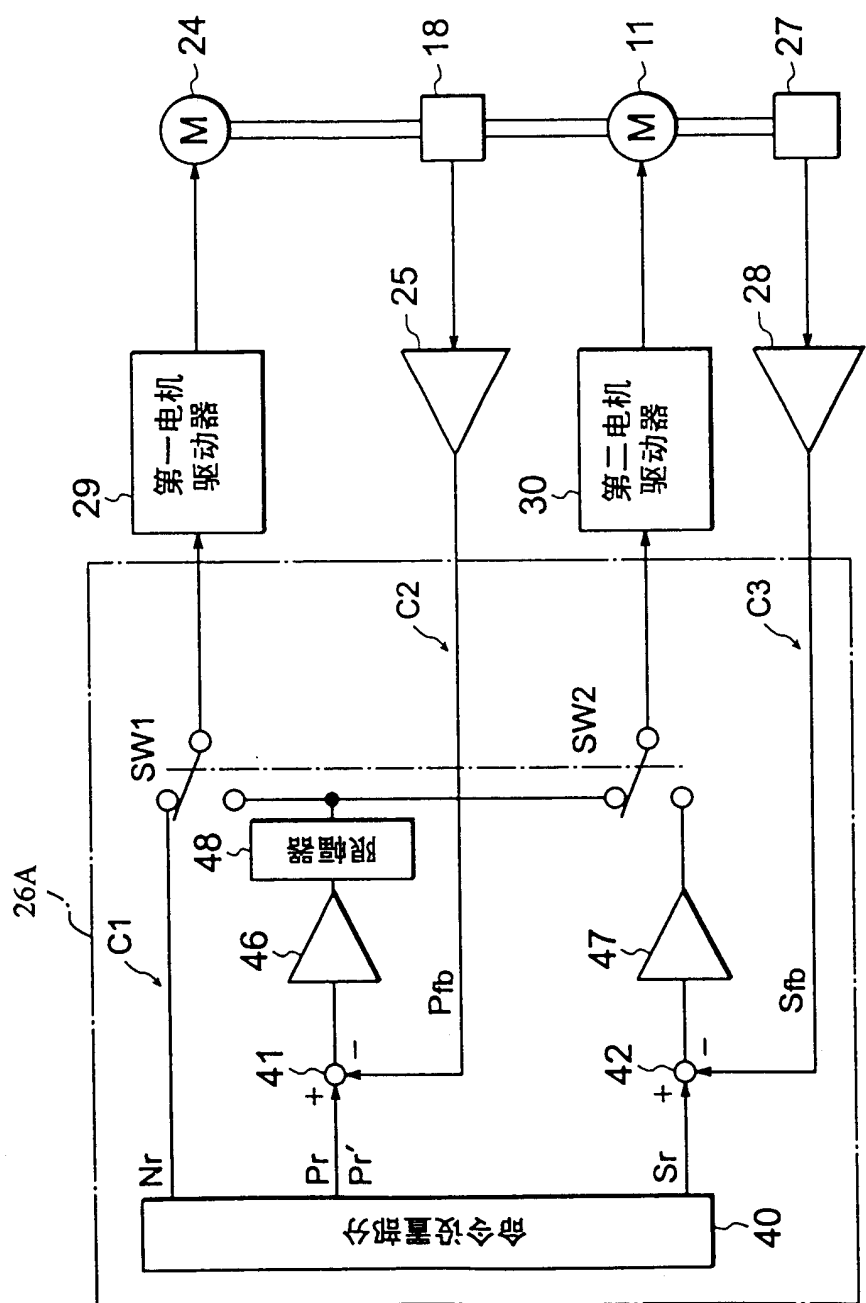


图 6

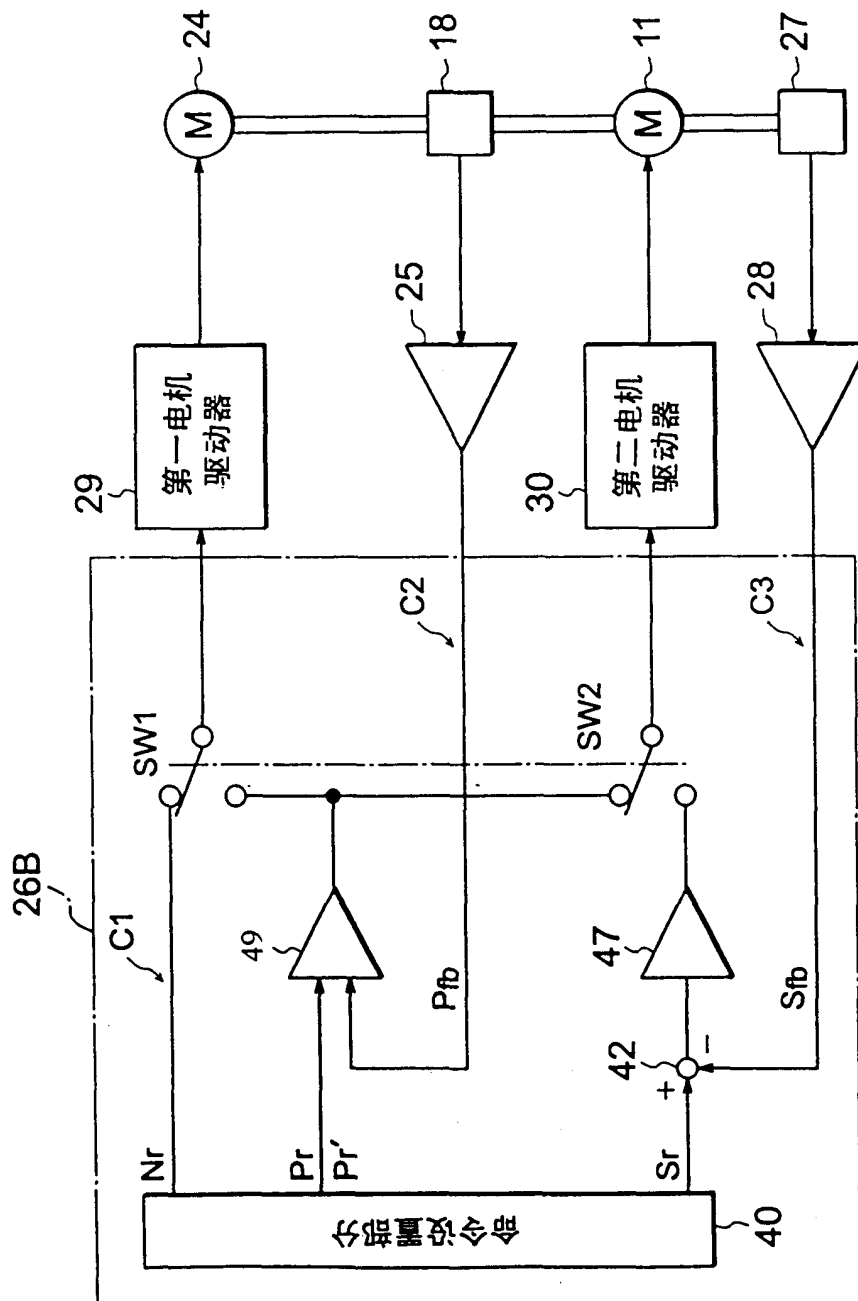


图 7