

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B29C 45/77 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910150216.5

[43] 公开日 2009年12月23日

[11] 公开号 CN 101607437A

[22] 申请日 2009.6.19

[21] 申请号 200910150216.5

[30] 优先权

[32] 2008.6.20 [33] JP [31] 2008-162352

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 鸿丸几久夫

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责
任公司

代理人 吴孟秋 梁 韬

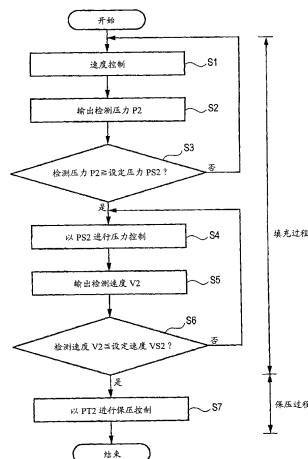
权利要求书 3 页 说明书 19 页 附图 6 页

[54] 发明名称

注射成型的控制方法以及注射成型的控制装置

[57] 摘要

本发明提供了一种注射成型的控制方法以及注射成型的控制装置。该注射成型的控制方法包括以下步骤：通过速度控制将熔融树脂填充在注射成型模具中，直到熔融树脂的填充压力的检测值达到第一设定压力值；在填充压力的检测值达到或超过第一设定压力值的时间点，将控制从速度控制切换至以第一设定压力值来执行控制的压力控制，填充熔融树脂；以及当通过上述压力控制进行填充时，在填充速度下降至或低于设定速度的时间点，将控制切换至以第二设定压力值来执行控制的保压控制。



1. 一种注射成型的控制方法，包括以下步骤：

通过速度控制将熔融树脂填充在注射成型模具中，直到所述熔融树脂的填充压力的检测值达到第一设定压力值；

在所述填充压力的检测值达到或超过所述第一设定压力值的时间点，通过将控制从所述速度控制切换至以所述第一设定压力值来执行控制的压力控制，填充所述熔融树脂；以及

当通过所述压力控制进行填充时，在填充速度下降至或低于设定速度的时间点，将控制切换至以第二设定压力值来执行控制的保压控制。

2. 根据权利要求1所述的注射成型的控制方法，

其中，在执行所述压力控制期间，通过利用聚积在所述树脂中的内能使所述树脂流动。

3. 根据权利要求1所述的注射成型的控制方法，

其中，将所述控制从所述速度控制切换至所述压力控制的时间点是在所述填充完成之前。

4. 根据权利要求1所述的注射成型的控制方法，

其中，所述控制从所述速度控制切换至所述压力控制的区间落在流道部分和浇口部分的填充过程中。

5. 根据权利要求1所述的注射成型的控制方法，

其中，所述设定速度的值是几乎为零的速度。

6. 根据权利要求1所述的注射成型的控制方法，

其中，通过对检测值进行微积分而获得所述填充速度，所述检测值通过使用回转式编码器检测注射电机的旋转数而得到，所述注射电机操作注射构件以填充所述树脂。

7. 根据权利要求1所述的注射成型的控制方法，

其中，以多个阶段来切换所述速度控制和所述压力控制并且在最后阶段执行所述压力控制，其中，由所述速度控制根据螺杆的位置来切换所述填充速度，并且由所述压力控制根据所述螺杆的位置来切换所述填充压力。

8. 根据权利要求7所述的注射成型的控制方法，

其中，通过在所述最后阶段执行所述压力控制，通过掌握模具内型腔空间的填充状态来抑制过大填充峰值压力的出现。

9. 一种注射成型的控制方法，包括以下步骤：

在开始时通过速度控制将熔融树脂填充在注射成型模具中；以及

当在中途将控制从所述速度控制切换至压力控制而执行所述熔融树脂的填充时，通过利用内能而使所述熔融树脂流动，所述内能通过利用作为所述熔融树脂的物理性质的压缩强度而聚积在填充的树脂中。

10. 一种注射成型的控制装置，包括：

压力检测部分，其检测被填充在注射成型模具中的树脂的填充压力；

速度检测部分，其检测所述树脂的填充速度；以及

填充控制部分，其通过根据由所述速度检测部分检测的速度进行的速度控制来填充熔融树脂，直到由所述压力检测部分检测的所述熔融树脂的所述填充压力达到第一设定压力值，在所述压力检测部分检测的所述填充压力的检测值达到或超过所述第一设定压力值的时间点，将控制从所述速度控制切换至以第一设定压力值来执行控制的压力控制，当通过所述压力控制进行填充时，在所述速度检测部分检测的所述填充速度下降至或低于设定速度的时间点，将所述控制切换至以第二设定压力值来执行控制的保压控制。

11. 根据权利要求 10 所述的注射成型的控制装置，

其中，在所述填充完成之前，所述填充控制部分将所述控制从所述速度控制切换至所述压力控制。

12. 根据权利要求 10 所述的注射成型的控制装置，

其中，根据流道部分和浇口部分中所述树脂的状态，所述填充控制部分将所述控制从所述速度控制切换至所述压力控制。

13. 根据权利要求 10 所述的注射成型的控制装置，

其中，当所述设定速度的值是几乎为零的速度时，所述填充控制部分将所述控制切换至所述保压控制。

14. 根据权利要求 10 所述的注射成型的控制装置，

其中，通过对利用回转式编码器检测注射电机的旋转数得到的检测值进行微积分，所述速度检测部分获得所述填充速度，所述注射电机操作注射构件以填充所述树脂。

注射成型的控制方法以及注射成型的控制装置

相关申请的引用

本申请包含涉及于2008年6月20日向日本专利局提交的日本优先权专利申请JP 2008-162352中披露的主题，将其全部内容并入本文作为参考。

技术领域

本发明涉及一种注射成型的控制方法以及适合于利用该控制方法的注射成型的控制装置。

背景技术

注射成型机通常包括成型单元、夹持单元（clamping unit）和注射单元，而成型单元具有固定模具（die）和可移动模具。通过利用夹持单元使该可移动模具前后移动而执行成型单元的模具关闭、模具夹持、和模具开启。与模具夹持相关联地，在固定模具与可移动模具之间限定型腔空间（cavity space）。注射单元具有加热圆筒以及被设置成在加热圆筒内可转动且可前后移动的螺杆。该注射单元还具有用于使螺杆旋转和前后移动的计量电机和注射电机。

在计量过程中，通过转动螺杆而迫使树脂向前并储存在加热圆筒内螺杆的前方。在注射过程中，通过使螺杆向前移动而由设置在加热圆筒的前端处的注射喷嘴来注射被储存的树脂。因此，树脂流动经过成型单元内的流道（runner）并且经由浇口（gate）进入型腔

空间，从而树脂被填充在型腔空间中。之后通过冷却该成型单元，型腔空间内的树脂被冷却并固化，从而形成模制品。

相关技术中该类型的注射成型的控制方法和控制装置被描述在例如，JP-A-2001-277322（在下文中，称为专利文献1）中。专利文献1描述了一种用于注射成型机的填充过程控制方法和控制装置。根据专利文献1的用于注射成型机的填充过程控制方法，当在注射成型填充过程中螺杆向前移动直到其到达预定位置时，螺杆以设定速度返回到设定位置，以便借助于减压而形成必需的压力波。

根据专利文献1的发明（在下文中，称为第一相关技术），当螺杆向前移动直到其到达预定填充位置（设定值）时，螺杆以设定速度向后移动至设定位置。因此，因为可以响应于速度控制而操作螺杆，所以能够急剧减压，这使得可以随意地设定所需的压力波形。因此期待获得可以稳定模制品的质量的优点（参见专利文献1的[0030]段）。

相关技术中注射成型机的另一实例被描述在例如，JP-A-3-243321（在下文中，称为专利文献2）中。专利文献2描述了一种电动注射成型机的控制方法，其使用伺服电机作为驱动源用于注射和保持压力。专利文献2的电动注射成型机的控制方法涉及使用伺服电机作为驱动源而在注射装置中切换注射过程和保压过程的电动注射成型机的控制方法。根据该控制方法，注射速度的微小反馈被提供至保压控制系统，并且与注射速度控制系统的速度反馈系统一起共享该微小反馈。将在注射过程中对保压控制系统的注射速度微小反馈的操作信号与注射速度设定信号进行比较，并且选择这两个信号中的较小的那一个并用作速度指令信号。

根据专利文献2的发明（在下文中，称为第二相关技术），当将控制从注射过程切换至保压过程时，确保注射压力的连续性以保

护模具。由此通过防止发生轧疤 (flash) 而获得令人满意的模制品变为可能。此外, 期待实现这样的优点, 即, 可以通过延长电动注射成型机的寿命来改善模制品的精度 (参见专利文献 2 中的发明优点一栏)。

附带地, 近来电视机和移动电器已经变得更薄, 并且极薄的模制品正在日益增加。为了满足这样的增加, 高速注射成型机被广泛使用, 使得通过加热而被流化 (流体化) 的成型材料在其被冷却和固化之前被散布到模具内用于模制品的空间 (型腔空间) 的每个角落中。在通过该高速注射成型机高速注射成型的情况下, 显然的是, 从流体动力学的观点来看, 模具内发生的压力损失按指数规律地增加。另外, 在高速注射的情况下, 注射装置的惯性很大, 使得当控制被切换至保压过程时, 变得难以控制螺杆速度。这引起的问题在于发生注射压力的过冲 (overshoot)。

为了克服该问题, 第一相关技术通过在 V (速度) -P (压力) 切换的时候暂时向后移动螺杆而实施降低压力的控制, 通过该 V (速度) -P (压力) 切换所述控制, 使得将控制从注射过程切换至保压过程。因为螺杆在开始保压控制之前被暂时向后移动, 所以在继续进行至随后的保压控制中存在延迟。该延迟使得对于极薄的模制品来说难以进行保压控制。此外, 暂时的过冲导致模制品变化, 这引起的问题在于对模具的寿命产生不利的影响。

在第二相关技术中, 为了防止当将控制从注射过程切换至保压过程时的压力过冲, 为保压系统提供注射速度的微小反馈并且通过与注射速度控制系统的速度反馈系统一起共享该微小反馈而控制切换时的速度。然而, 这种构造因此导致压力下降, 这是因为在注射过程中完成填充之前螺杆被减速。因此, 存在这样的问题, 即, 在填充结束时在极薄的模制品中或薄部分中容易发生注量不足 (short shot)。

下面将更具体地描述上述问题。

图 1 是示出了具有薄部分的模制品的具体实例的视图。模制品 1 包括产品部分 2、流道部分 3、以及连接产品部分 2 和流道部分 3 的浇口部分 4。产品部分 2 由矩形薄板构件形成，并且在其一个表面中设置有矩形凹陷部分 5。产品部分 2 的凹陷部分 5 的底部是被制造成薄于其他部分的产品薄部分。

对于具有这样的薄部分的模制品 1，需要通过高速注射的填充工作，因为熔融的成型材料的填充必须在其于模具内被冷却和固化之前完成。图 4 示出了在通过相关技术中的成型方法和控制来进行成型的情况下的速度波形、压力波形、螺杆位置的示例性实例。参照图 4，由粗实线指示的曲线表示检测压力 P1，由细实线指示的曲线表示检测螺杆位置 N1，而由粗的长和短交替的点划线指示的曲线表示检测速度 V1。此外，在图 4 中，横坐标用于成型时间。其示出了从成型开始经过了 0.5 秒。从成型开始后约 0.03 秒为填充过程的控制，并且之后将该控制转换至保压过程。

参照图 4，检测压力 P1 从成型开始急剧升高，并且在时间点 S1（从开始后约 0.05 秒）达到峰值，之后其急剧下降并在时间点 S2（从开始后约 0.13 秒）返回至零（0）附近。然后其在时间点 S3（从开始后约 0.18 秒）稍微升高并转换至预定特定压力并且之后保持该压力。检测螺杆位置 N1 从成型开始后开始向前移动并在时间点 S4（从开始后约 0.05 秒）到达前端。然后其改变成向后移动并且在时间点 S5（从开始后约 0.13 秒）返回至大约一半的距离。随后其稍微向前移动并保持该位置。检测速度 V1 从成型开始后升高并且在时间点 S6（从开始后约 0.03 秒）达到峰值，之后下降直到其沿负方向进一步转移并在时间点 S7（从开始后约 0.12 秒）改变成升高。随后，其在时间点 S8（从开始后约 0.14 秒）返回至几乎初始速度（0），并保持该停止状态。

以这种方式,根据图4所示的相关技术,当螺杆向前移动(在图4中向下移动)时,检测速度 $V1$ 升高(在图4中向上),以便响应注射开始时的设定速度 $VS1$,并且检测压力 $P1$ 也是这种情况。对于在检测速度 $V1$ 达到设定速度 $VS1$ 之前在时间点 $S11$ 超过设定压力 $PS1$ 的检测压力 $P1$,控制装置在时间点 $S6$ 输出减速控制信号。然而,因为注射装置具有惯性能量,所以压力在时间点 $S1$ 即时升高至峰值压力。在这种情况下,峰值压力与设定压力 $PS1$ 之间的差 SR 表示压力过冲。

而且,在该实例中,在螺杆向前移动(如在时间点 $S9$ 所指示的)且控制从填充过程切换至保压过程的同时进行 V (速度)- P (压力)切换。然而,螺杆保持向前移动,直至达到时间点 $S1$ 处的峰值压力,并且在时间点 $S4$ 达到向前移动的终点。这种现象被称为填充过量(over packing),并且在将超过模具中型腔空间(用于模制品的空间)的容量的量的成型材料放置到模具中时会发生该现象。这种现象不仅在模制品中产生剩余应力,而且导致缺陷尺寸、尺寸变化、和轧疤。在将控制切换至保压过程且螺杆位置急剧向后移动(如在时间点 $S10$ 所指示的)之后,继续用于降低压力的控制。因此,因为检测压力 $P1$ 下降至或低于保持压力设定值 $PT1$ (如在时间点 $S2$),所以引起减压的行为,之后,执行用于将检测压力 $P1$ 保持在保持压力设定值 $PT1$ 的控制。

在如上述示例性实例的薄产品的成型中,相关技术中的控制方法导致在填充过程中的压力过冲,并且在将控制切换至保持压力之后发生减压。因此非常难以控制填充压力和保持压力,这可能导致关于模制品质量的严重问题。另外,存在这样的问题,即,峰值压力的发生缩短了模具的寿命,并且增加了注射成型机所需的夹持力。

发明内容

相关技术中的注射成型机具有以下问题。即，因为在开始保压控制之前螺杆临时向后移动，所以在继续进行至随后的保压控制中存在延迟，并且该延迟使得对于极薄的模制品来说难以进行保压控制。而且，因为在完成注射过程中在填充之前螺杆被减速，所以压力降低，这容易在填充结束时在极薄的模制品中或薄部分中导致注量不足。

因此，期望通过在填充过程开始时压缩成型材料以聚积由成型材料中的压缩引起的内能并且利用在成型材料中聚积的内能来填充成型材料，使得改善成型性同时防止在填充（注射）过程中峰值压力的发生而有效地制造薄产品。

根据本发明的实施方式，熔融树脂通过速度控制被填充在注射成型模具中，直到熔融树脂的填充压力的检测值达到第一设定压力值。在填充压力的检测值达到或超过第一设定压力值的时间点，将控制从速度控制切换至以第一设定压力值来执行控制的压力控制，从而进一步填充熔融树脂。然后，当通过上述压力控制进行填充时，在填充速度下降至或低于设定速度的时间点，将所述控制切换至以第二设定压力值来执行控制的保压控制。

而且，根据本发明的实施方式，在熔融树脂被填充在注射成型模具中的情况下，熔融树脂被填充在模具中直到熔融树脂变为预定状态。然后以这样的方式对其进行控制，使用内能使熔融树脂进一步流动以填充在模具中，所述内能是利用填充在模具中的树脂变为预定状态之前的物理性质压缩强度而聚积在填充树脂中。

而且，根据本发明的实施方式，提供了检测被填充在注射成型模具中的树脂的填充压力的压力检测部分、检测树脂的填充速度的

速度检测部分、以及填充控制部分。填充控制部分通过根据由速度检测部分检测的速度进行的速度控制而填充熔融树脂，直到由压力检测部分检测的熔融树脂的填充压力达到第一设定压力值。此外，在由压力检测部分检测的填充压力的检测值达到或超过第一设定压力值时的时间点，填充控制部分将控制从速度控制切换至以第一设定压力值来执行控制的压力控制。随后，当通过上述压力控制进行填充时，在所述速度检测部分检测的所述填充速度下降至或低于设定速度的时间点，将所述控制切换至以第二设定压力值来执行控制的保压控制。

根据本发明的实施方式，检测被填充的成型材料的压力，并且在内能聚积在成型材料中的时间点，将填充控制从速度控制切换至压力控制。之后，通过利用成型材料的内能来将填充压力控制为连续平坦。因此变得可以防止在填充过程中峰值压力的发生，其又能够以相对低的压力进行成型材料的填充。另外，因为可以防止填充过量，所以变得可以防止填充后立即发生的注射压力的过冲。

附图说明

图1是由根据本发明实施方式的注射成型机制造的模制品及其流道部分和浇口部分的透视图；

图2是用于描述在根据本发明实施方式的注射成型机中使用的树脂的压缩强度的曲线图；

图3是示出了在通过根据本发明实施方式的注射成型方法进行成型的情况下的注射速度、填充压力、以及螺杆位置的记录波形的曲线图；

图4是示出了在通过根据相关技术中的注射成型方法进行成型的情况下的注射速度、填充压力、以及螺杆位置的记录波形的曲线图；

图5是用于描述根据本发明实施方式的注射成型机的示意性构造的框图；

图6是用于描述根据本发明实施方式的注射成型机的注射控制装置中的控制部分的示意性构造的框图；

图7是用于示意性描述由根据本发明实施方式的注射成型机的注射控制装置中的控制部分进行的控制的流程图。

具体实施方式

图2是示出了由所执行的实验获得的材料数据的曲线图，以描述构成本发明原理的成型材料的压缩强度。在该实验中，PC（聚碳酸酯）用作实际使用的同轴螺杆（screw in-line）的注射成型机的成型材料。将直径为36 mm的螺杆的计量值（螺杆的冲程）设定为50 mm、80 mm和120 mm。记录在以上指定的条件下注射成型材料时成型材料的压力和螺杆的位置。通过基于所记录的数据来计算成型材料PC的压缩强度而获得的结果被绘制在图2的曲线图上。在图2中，横坐标用于填充压力（MPa），而纵坐标用于压缩比率（%）。

参照图2，填充压力与压缩比率的关系从每个条件下的填充开始之后线性且相对明显地改变，直到填充压力超过100 MPa。在当填充压力超过100 MPa时的点处或附近，填充压力开始缓和地变化。之后，填充压力线性变化但相对微小。而且，存在这样的趋势，即，随着计量值变大，压缩比率变低。这种现象被认为发生的原因在于，

螺杆经历了由成型材料中聚积的内能引起的作用力，并且这种现象说明当注射容量变大时，聚积在成型材料中的内能增加得更多。

在下文中，将参照附图详细地描述本发明的实施方式。

图5是示意性示出了根据本发明实施方式的注射成型的控制装置的构造的说明性视图。图6是示出了图5所示的注射控制部分的构造的具体实例的框图。图7是描述了通过图5所示的注射控制部分15进行控制处理的具体实例的流程图。图3是用于描绘在通过根据本发明实施方式的成型方法对图1所示的形状和构造的产品进行成型的情况下的速度波形、压力波形和螺杆位置的检测值和设定值的关系的曲线图。

如图5所示，注射成型机10是同轴螺杆类型的注射成型装置。注射成型机10包括加热圆筒11、螺杆12、成型单元13、驱动单元14、注射控制部分15、速度检测部分16以及压力检测部分17。加热圆筒11是圆筒构件的具体实例。形成为圆筒形的圆筒本体的一端被圆锥形封闭部分11a封闭，并且注射喷嘴18设置在封闭部分11a的中心。注射喷嘴18以可连接和可拆卸方式连接至成型单元13的连接部分13a。

成型单元13包括作为第一模具的固定模具21、被设置为相对于固定模具21可前后移动的作为第二模具的可移动模具22、以及未示出的夹持单元。通过操作该未示出的夹持单元，执行通过固定模具21和可移动模具22的模具关闭、模具夹持和模具开启。在模具夹持过程中，在固定模具21与可移动模具22之间限定了型腔空间（用于模制品的空间）。为此，夹持单元包括连接有固定模具21的未示出的固定压盘（platen）、连接有可移动模具22的未示出的可移动压盘、以及作为夹持驱动部分的未示出的夹持电机，该夹持电机不仅前后移动可移动压盘而且还产生夹持力。

储存成型材料的储料器(料斗)23在沿轴向方向的后部中的预定位置处连接至加热圆筒11。储料器23由圆锥形、圆柱形构件形成,并且其连接至加热圆筒11,其中在渐缩侧(锥形侧)的尖端处具有进料开口24。储料器23储存作为成型材料的未示出的树脂,并且预定量的成型材料经由进料开口24被供给到加热圆筒11内。诸如聚碳酸酯(PC)的热塑性塑料是用作成型材料的树脂的适合实例。然而,也可使用热固性塑料。

螺杆12是注射构件的具体实例,并且其在加热圆筒11内的空间中是可旋转的。螺杆12被插入到该空间中,还可沿轴向方向前后移动。驱动螺杆12旋转并前后移动的驱动单元14设置在螺杆12的后端。驱动单元14包括作为导向构件的导向杆25、作为支撑构件的滑动基座26、沿轴向方向前后移动螺杆12的平移运动部分27、以及旋转螺杆12的未示出的旋转运动部分。

驱动单元14的导向杆25固定至未示出的框架,并且由导向杆25来导向滑动基座26,使得滑动基座26可以接近于加热圆筒11以及从加热圆筒11移动离开。平移运动部分27具有固定至未示出框架的作为注射驱动部分的注射电机31、与注射电机31的转动轴一体设置的滚珠螺杆轴32、以及与滚珠螺杆轴32啮合的滚珠螺母33。滚珠螺母33固定至滑动基座26,使得与滚珠螺母33一体地操作滑动基座26,以与滚珠螺杆轴32的旋转相关联地前后移动。

未示出的旋转运动部分具有固定至滑动基座26的作为计量驱动部分的未示出的计量电机,并且其用作将通过驱动计量电机而产生的转动传输至螺杆12的转动传输系统。螺杆12经由杆34耦接至轴承35,并且作为压力检测部分的具体实例的测压元件(load cell)17耦接至轴承35。测压元件17检测加热圆筒11内的熔融树脂的压力,并且被固定至滑动基座26。因此,螺杆12经由轴承35和测压元件17以可旋转方式被支撑在滑动基座26上。

在计量过程中，通过借助于驱动未示出的计量电机而向前旋转螺杆 12，储料器 23 内的树脂通过进料开口 24 被供给到加热圆筒 11 内并在螺杆 12 的槽中被迫向前。因此，通过向后移动螺杆 12，通过加热被熔融的树脂被迫向前且储存在位于螺杆 12 前端处的螺杆头部的前方。

随后，在注射过程中，通过借助于驱动注射电机 31 而向前移动螺杆 12，将储存在螺杆头部前方的熔融成型材料（树脂）从注射喷嘴 18 的喷嘴开口 18a 注射。熔融树脂由此被引入到成型单元 13 的两个模具 21 和 22 中并且通过流过流道部分 3 然后流过浇口部分 4 而被供给到型腔空间中。在熔融树脂已经经过产品薄部分 5 之后，其被填充在型腔空间中。如下面将描述的，优选将控制从速度控制切换至压力控制的区间（zone）落在流道和浇口部分的填充过程中。

如上述构造的注射成型机 10 能够控制注射速度和注射压力。为此，设置测压元件 17 作为压力检测部分，并且设置位置检测器 16 作为速度检测部分。位置检测器 16 设置在导向杆 25 与滑动基座 26 之间。

作为位置检测器 16，例如，可以利用回转式编码器（rotary encoder）。其包括连接至导向杆 25 的作为第一检测元件的定子 38 以及连接至滑动基座 26 的作为第二检测元件的转子 39。通过使转子 39 相对于定子 38 相对移动，可以通过检查转子 39 的位置而获知螺杆 12 的位置。确定螺杆 12 位置的转子 39 的传感器输出经由放大器 42 发送至填充控制部分 15。而且，测压元件 17 的传感器输出（其确定当注射电机 31 被驱动时传输至滑动基座 26 的负载）经由测压元件放大器 43 而被发送至填充控制部分 15。通过对填充控制部分 15 中的检出位置进行微分，可以通过微积分来获得速度。

伺服放大器 **44** 电连接至填充控制部分 **15**，并且注射电机 **31** 电连接至伺服放大器 **44**。该构造使得填充控制部分 **15** 能够根据有关经由放大器 **42** 提供的速度控制的信息以及有关经由测压元件放大器 **43** 提供的负载控制的信息来执行预定的算术处理。填充控制部分 **15** 然后经由伺服放大器 **44** 将以预定控制信号形式的算术处理的结果输出至注射电机 **31**，以在控制下驱动注射电机 **31**。填充控制部分 **15**、放大器 **42**、测压元件放大器 **43** 以及伺服放大器 **44** 一起形成注射成型的控制装置 **20**。

填充控制部分 **15** 具有如图 6 所示的构造。更具体地，填充控制部分 **15** 包括与主存储器和辅助存储器分开设置的作为存储部分（存储器）的四个设定表（setting table）**51** ~ **54**、微分器 **55**、速度和压力控制器 **56**、以及五个比较器 **61** ~ **65**。螺杆位置设定表 **51** 是用来预存储用作基准（用于控制螺杆位置）的位置的区域，并且将用作基准值（其通过计算或实验而预先被确定）的预定值（设定位置值）存储在其中。注射速度设定表 **52** 是用来预存储用作基准（用于控制注射速度 V ）的注射速度的区域，并且将用作基准值（其通过计算或实验而预先被确定）的预定值（设定速度值）存储在其中。

填充压力设定表 **53** 是用来预存储用作基准（用于控制填充压力）的填充压力 P 的区域，并且将用作基准值（其通过计算或实验而预先被确定）的预定值（设定压力值 $PS2$ ）存储在其中。类似地，保持压力切换速度设定表 **54** 是用来预存储用作基准（用于控制保持压力切换速度）的保持压力切换速度的区域，并且将用作基准值（其通过计算或实验而预先被确定）的预定值（设定保持压力速度切换值）存储在其中。微分器 **55** 能够通过通过对由回转式编码器（位置检测器）**16** 提供的检测信号的值求微分而计算速度。速度和压力控制器 **56** 作出关于从速度控制切换至压力控制的决定。

利用上述构造，当通过注射信号驱动注射电机 **31** 时，开始将熔融成型材料填充到模具内的型腔空间（用于模制品的空间）中，其中在加热圆筒 **11** 内的尖端处的区域中计量该熔融成型材料。在这种情况下，通过测压元件 **17** 检测加热圆筒 **11** 内的成型材料的压力，并且经由测压元件放大器 **43** 将压力检测信号提供至填充控制部分 **15**。同时，通过回转式编码器 **16** 检测螺杆 **12** 的位置，并且经由放大器 **42** 将位置检测信号提供至填充控制部分 **15**。

因此，在填充控制部分 **15** 中，第一比较器 **61** 首先将通过检测螺杆 **12** 的位置而获得的来自回转式编码器 **16** 的检测位置值与存储在螺杆位置设定表 **51** 中的设定位置值进行比较。将根据第一比较器 **61** 的比较结果提供至第二比较器 **62** 和第四比较器 **64**。第二比较器 **62** 将填充速度的检测速度值、存储在注射速度设定表 **52** 中的注射速度的设定速度值、以及为根据第一比较器 **61** 的比较结果的位置确定值进行比较，其中，通过对由回转式编码器 **16** 提供的位置检测信号求微分而获得来自微分器 **55** 的该填充速度的检测速度值。因此，基于比较结果的对应于速度的信号被输出至速度和压力控制器 **56**。将来自第三比较器 **63** 的信号以及来自第五比较器 **65** 的信号提供至速度和压力控制器 **56**。根据这些信号，控制信号从速度和压力控制器 **56** 被输出至伺服放大器 **44**，并且在根据该控制信号的控制下驱动注射电机 **31**。

在填充过程中的 V-P 切换区间，第三比较器 **63** 将检测压力值与存储在填充压力设定表 **53** 中的设定压力值进行比较，其中，该检测压力值取决于经由测压元件放大器 **43** 的由测压元件 **17** 提供的压力检测信号。由此确定了切换压力，并且当检测压力值达到预设填充压力的设定压力值时，通过速度和压力控制器 **56** 将控制从速度控制切换至压力控制。

随后，在至保持压力的切换区间中，在第四比较器 64 和第五比较器 65 中比较螺杆 12 的检测速度。更具体地，第四比较器 64 将由第一比较器 61 提供的螺杆 12 的位置确定值与用于保持压力速度切换的设定保持压力切换速度值进行比较，该设定保持压力切换速度值存储在保持压力切换速度设定表 54 中。将比较结果和由微分器 55 提供的注射速度的检测速度值提供至第五比较器 65。然后，第五比较器 65 将检测速度值与设定保持压力切换速度值进行比较，并且当检测速度值达到该设定保持压力切换速度值时由速度和压力控制器 56 将控制切换至保压过程。

图 3 示出了例如在通过根据本发明实施方式的成型方法和控制进行成型的情况下的速度波形、压力波形、和螺杆位置的关系。参照图 3，由粗实线指示的曲线表示检测压力 P2，由细实线指示的曲线表示检测螺杆位置 N2，而由粗的长和短交替的点划线指示的曲线表示检测速度 V2。在图 3 中，横坐标用于成型时间。其示出了从成型开始经过了 0.5 秒。从成型开始后约 0.08 秒是填充过程的控制，并且之后将该控制转换至保压过程。

参照图 3，通过操作注射成型机 10，通过速度控制来执行该填充，并且螺杆 12 向前移动（在图 3 中向下移动）。然后，检测压力 P2 从成型开始急剧升高（在图 3 中向上）。当检测压力 P2 在时间点 T1（从开始后约 0.05 秒）达到第一设定压力 PS2 时，将控制从速度控制切换至压力控制。因此螺杆 12 在时间点 T5 改变成稍微向前移动并且保持稍微向前移动直到时间点 T6。在该时间段期间，检测压力 P2 从时间点 T1 至时间点 T2 保持几乎相同的压力。在该时间段期间的压力是释放由于压缩强度（这是树脂的物理性质）而聚积在熔融树脂中的内能时产生的压力。利用这种压力，可以仅通过将螺杆 12 的位置保持在当前位置上而通过内能来保持几乎相同的压力。

通过以这种方式来利用聚积在树脂中的内能，可以保持此时的压力，而不必通过向前移动螺杆 12 来升高压力。由此可以防止如在相关技术中描述的当填充结束时压力峰值的增加。因此，树脂可以以相对低的压力散布到型腔空间的各个角落中。将控制从速度控制切换至压力控制时的时间点是在填充完成之前。

在时间点 T2 以及之后，检测压力 P2 急剧下降，并且其在时间点 T3（从开始后约 0.2 秒）降至几乎零（0）的压力。随后，检测压力 P2 开始稍微升高并且在时间点 T4（从开始后约 0.23 秒）转换至预设指定压力（保持压力设定值 PT2），并且之后保持该压力。在这种情况下，检测螺杆位置 N2 保持几乎相同的位置，直到时间点 T6（从开始后约 0.1 秒），之后，其改变为向后移动。在时间点 T7（从开始后约 0.19 秒）其返回至几乎一半的距离，并且之后保持该位置。

检测速度 V2 从成型开始升高，并且在其在时间点 T8（从开始后约 0.03 秒）达到设定速度 VS2 之前从加速侧改变成减速侧。在时间点 T9（从开始后约 0.05 秒）其返回至几乎零。更具体地，在该情况下的设定速度 VS 的值是几乎零（0）的速度。随后，检测速度 V2 逐渐改变到负方向，并且在时间点 T10（从开始后约 0.17 秒）改变为升高。然后，其在时间点 T11（从开始后约 0.2 秒）返回至几乎零（0）的初始速度并保持该停止状态。

以这种方式，根据本发明的实施方式，当螺杆 12 向后移动时，计量成型材料，并且通过速度控制来保持树脂被填充，直到填充压力的检测值达到第一设定压力值 PS2。随后，在当检测压力值 P2 达到或超过第一设定压力值 PS2 时的时间点，将控制从速度控制切换至压力控制，以第一设定压力值 PS2 来执行从速度控制切换至压力控制的控制，并且继续树脂的填充。在当填充速度下降至或低于

设定速度时的时间点，执行该控制以便将控制切换至保压控制，以第二设定压力值（PT2）来执行切换至保压控制的控制。

如已经描述的，通过根据设定速度的速度控制来开始将成型材料注射到模具中，并且在该注射开始之后启动注射控制装置 20 以监测注射压力。当在填充过程中填充压力达到 V-P 切换值（时间点 T1）时，开始螺杆 12 的减速（时间点 T8），即使当注射速度等于或小于设定速度 VS2 时也是这样。之后，在填充压力下控制螺杆 12（时间点 T2），并且继续成型材料的填充。与填充压力从时间点 T1 到时间点 T2 几乎恒定的事实无关，在时间点 T5 附近，螺杆 12 稍微向前移动，直到时间点 T6。因此可以理解继续成型材料的填充。因此，通过检查检测压力值 P2，可以知道没有峰值压力发生，通过相关技术中的控制方法不能控制这种峰值压力的发生。

简言之，本发明的实施方式的特征在于，从填充过程到保压过程的切换方法以及执行该控制的方式。在相关技术中，当将控制从注射过程转换至保压过程时，检测螺杆位置和树脂压力，并且通过确定检测值是否与设定值相符合来切换该控制。相反，本发明的实施方式的特征在于，在该过程中填充结束时监测螺杆 12 的向前移动速度，并且通过在螺杆 12 的速度达到处于零附近的设定值时自动确定填充的完成，将该控制切换至保压过程。由此可以获得如上所述的本发明实施方式特有的优点。

而且，如由图 3 所显而易见的是，当螺杆 12 的速度已经达到时间点 T12 的速度时，注射控制装置 20 自动确定填充的完成，并且将控制切换至保压过程。由此可以连续将填充压力切换至保持压力，而不会导致过冲。这证明了成型材料能够利用内能而自动流进型腔空间的各个角落中，其中，该内能仅通过保持此时的填充压力而不必进一步提高该填充压力而被施加至成型材料。

如已经描述的,根据本发明的实施方式,通过利用由压缩作用引起的且在填充过程中聚积在成型材料中的内能,可以防止在填充期间发生峰值压力,而通过相关技术中的成型方法会发生这种峰值压力。因此能够在低压力下进行该填充过程。而且,当将控制从填充过程切换至保压过程时,能够进行连续控制,而没有导致填充过量或减压。此外,通过以多个阶段切换速度控制和压力控制并且在最后阶段执行压力控制,可以以高产率来有效地生产具有令人满意的精加工的模制品,其中,通过速度控制根据螺杆 12 的位置来切换熔融树脂的填充速度,而通过压力控制根据螺杆 12 的位置来切换填充压力。此外,通过在最后阶段执行压力控制,可以通过了解模具内型腔空间的填充状态来抑制过大的峰值压力的发生。

图 7 是通过根据本发明实施方式的注射成型机 10 的注射控制装置 20 中的填充控制部分 15 (图 6 所示) 进行控制的实例的流程图。该流程图示意性示出了具有图 6 所示构造的填充控制部分 15 的操作。内容可以简要地描述如下。

最初,在步骤 S1 中执行填充过程中的速度控制,以通过注射成型获得模制品。为此,利用回转式编码器(位置检测器) 16 来检测螺杆 12 的位置,以根据位置检测信号来计算螺杆 12 的速度。然后,通过操作驱动单元 14 而以预定速度移动螺杆 12。随后,流程进行到步骤 S2,其中,检测施加在螺杆 12 上的树脂压力,即,由熔融成型材料赋予螺杆 12 的填充期间的压力,并且输出所得到的检测压力 P2。应该注意的是,在该时间段期间螺杆 12 保持以预定速度移动。

随后,流程进行到步骤 S3,其中,将检测压力 P2 与第一设定压力 PS2 进行比较。当检测压力 P2 低于第一设定压力 PS2 ($P2 < PS2$) 时,流程返回至步骤 S1 并且重复上述处理。同时,当检测压力 P2

等于或高于第一设定压力 $PS2$ ($P2 \geq PS2$) 时, 流程进行至步骤 **S4**。步骤 **S1** 至步骤 **S3** 是填充过程中用于速度控制的处理。

随后, 在步骤 **S4** 中, 在填充过程中将控制从速度控制切换至压力控制, 以便以第一设定压力 $PS2$ 执行压力控制。然后流程进行到步骤 **S5**, 其中, 计算通过检测螺杆 **12** 的位置而获得的螺杆 **12** 的检测速度 $V2$ 并且输出对应于该检测速度 $V2$ 的信号。

随后, 流程进行到步骤 **S6**, 其中, 将检测速度 $V2$ 与设定速度 $VS2$ 进行比较。当检测速度 $V2$ 高于设定速度 $VS2$ ($V2 > VS2$) 时, 流程返回至步骤 **S4**, 并且重复步骤 **S4** 至步骤 **S6** 中的处理。同时, 当检测速度 $V2$ 等于或低于设定速度 $VS2$ ($V2 \leq VS2$) 时, 流程进行到步骤 **S7**。步骤 **S4** 至步骤 **S6** 是填充过程中用于压力控制的处理。步骤 **S1** 至步骤 **S6** 形成填充过程, 以将熔融的成型材料填充到模具中, 这对应于图 3 所示的填充过程。

随后, 在步骤 **S7** 中执行处于保持压力设定值 $PT2$ (其为第二设定压力值) 的保压控制。该保压控制对应于图 3 所示的保压过程。保压过程通过未示出的定时器来管理。该处理在该点结束。因此, 即使如图 1 所示形状的产品也可以通过按照上述的过程以高产率有效地制造。

应该理解, 本发明的实施方式也可应用于无流道方法 (runnerless method), 诸如热流道型。

根据本发明的实施方式, 通过在填充过程的中间将控制从速度控制切换至压力控制, 可以通过利用被填充的成型材料的内能而以低于相关技术中成型方法压力的压力来执行注射成型。尤其是, 在薄成型的情况下, 不仅可以改善成型性, 而且还可以降低模制品的残留应力。而且, 根据本发明的实施方式可以降低最大注射压力。

因此，不仅可以降低成型能量，而且还可以延长模具的寿命。因此可以通过设计具有低刚度的模具而减低模具的成本。因此期待也可以延长使用这样的模具的注射成型机的寿命。

此外，根据本发明的实施方式，可以通过借助于压力控制以较高密度填充成型材料，在确保压力连续性且没有导致减压的同时将控制切换至保压过程。因此，可以获得的优点在于，可以防止模制品中的缩痕（sink mark），并且可以防止不良填充的发生。此外，可以获得的优点在于，模制品的厚度可以更加均匀。而且，因为可以控制填充压力和保压过程中的压力，所以可以降低模制品的残留压力，这使得可以通过降低模制品的尺寸变化而改善形状精度。此外，因为以螺杆的向前移动速度来执行到达保持压力的切换控制，所以可以防止填充过量的发生。

如已经描述的，根据本发明的实施方式，通过检测在多个阶段注射过程中被填充的成型材料的压力，在内能聚积在成型材料中时的时间点，将填充控制从速度控制切换至压力控制。之后，为了利用成型材料的内能，将注射（填充）压力控制为连续平坦，使得可以控制峰值压力的发生。由此能够以相对低的压力进行填充。而且，在填充过程的最后阶段，通过监测螺杆的注射速度并将该注射速度与设定速度进行比较来检测螺杆的向后移动，该向后移动表示型腔的填充几乎完成，之后，将控制从注射过程切换至保压过程。这种构造使得可以防止填充过量，这又可以消除填充之后立即发生的注射压力的过冲。因此，不仅可以改善模制品的质量，而且还可以延长模具的寿命。

虽然已经通过实施方式描述了本发明，但应该理解，本发明并不限于上述以及附图中所示的实施方式，并且在不偏离本发明范围的情况下，可以以各种方式对本发明进行更改。

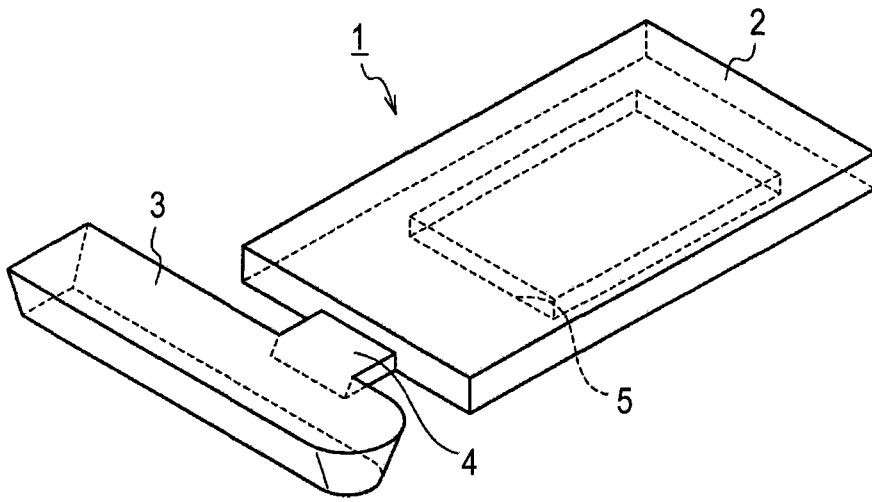


图 1

聚碳酸酯树脂的压缩强度
(螺杆直径: 36mm)

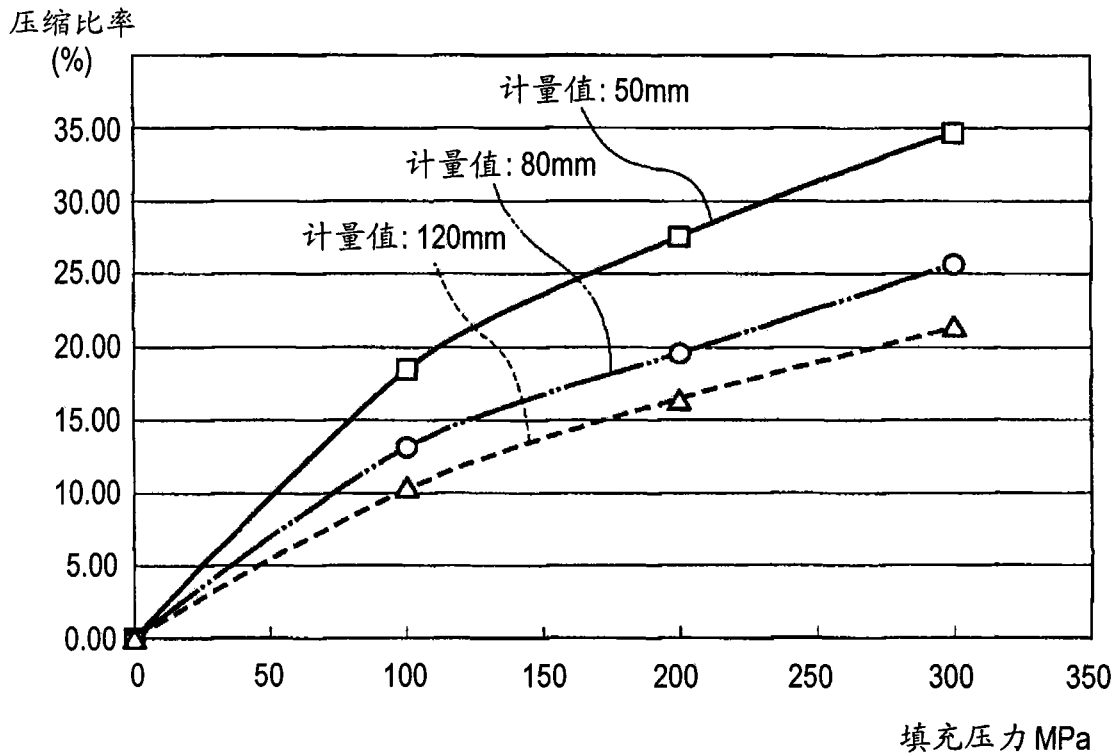


图 2

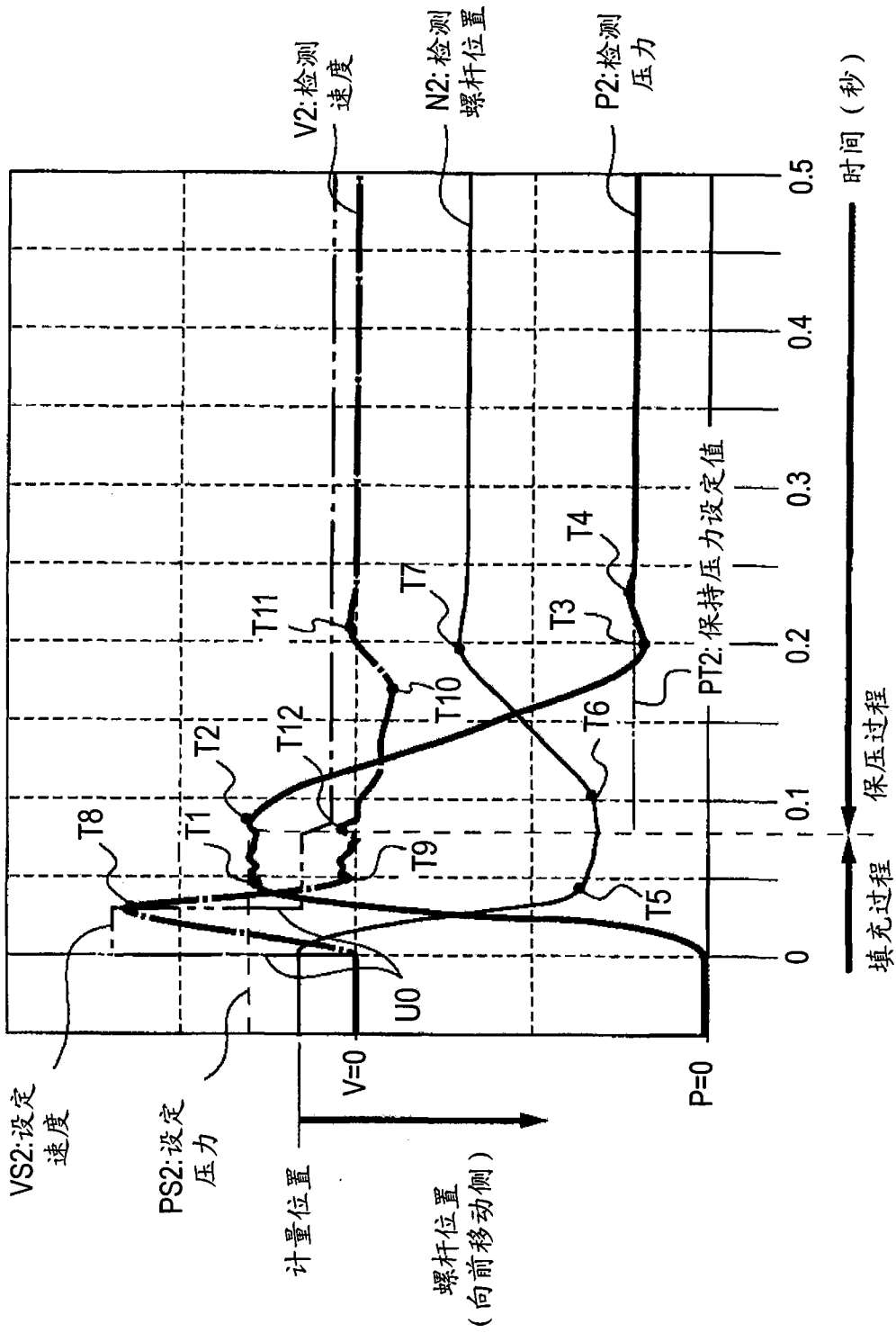


图 3

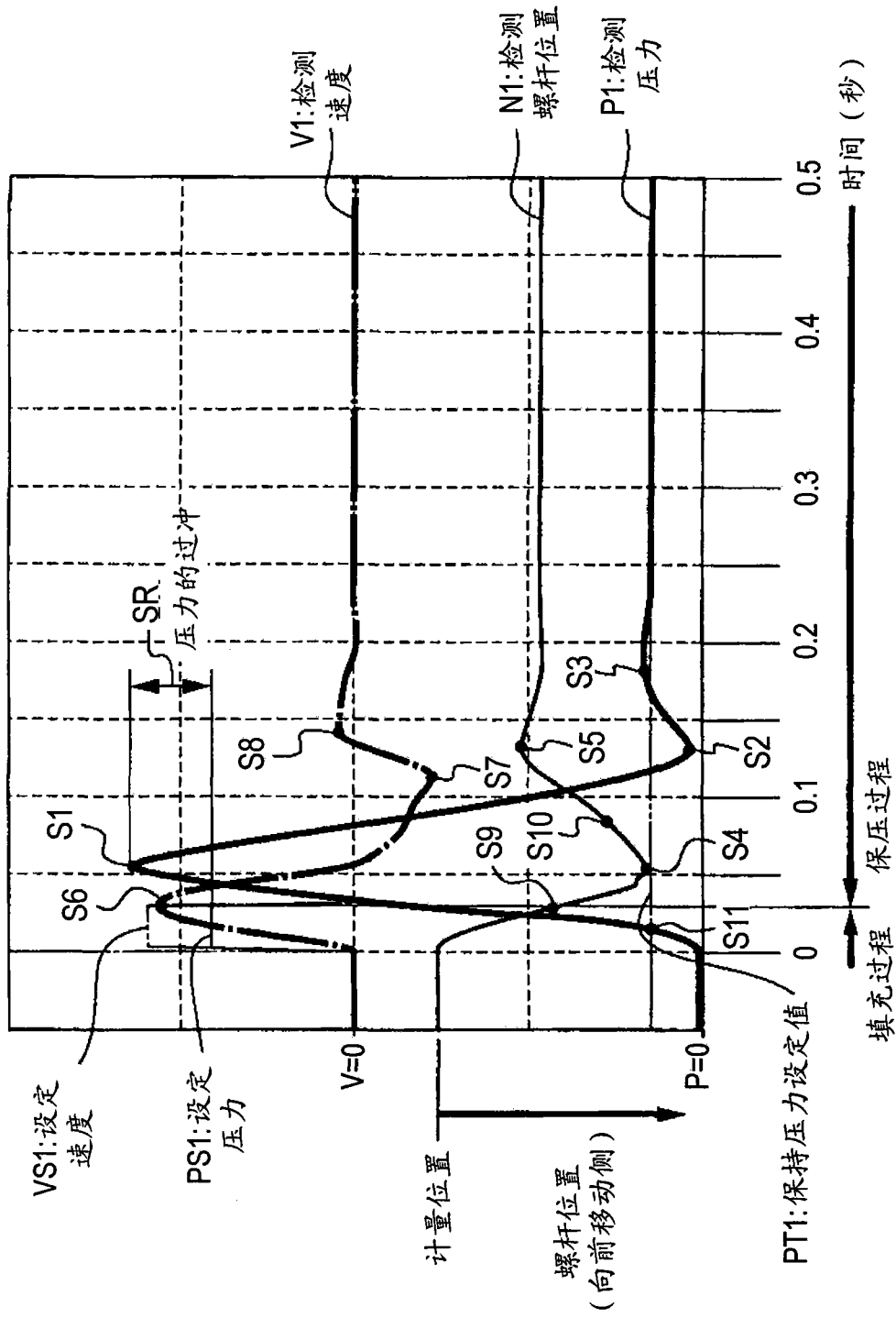


图 4

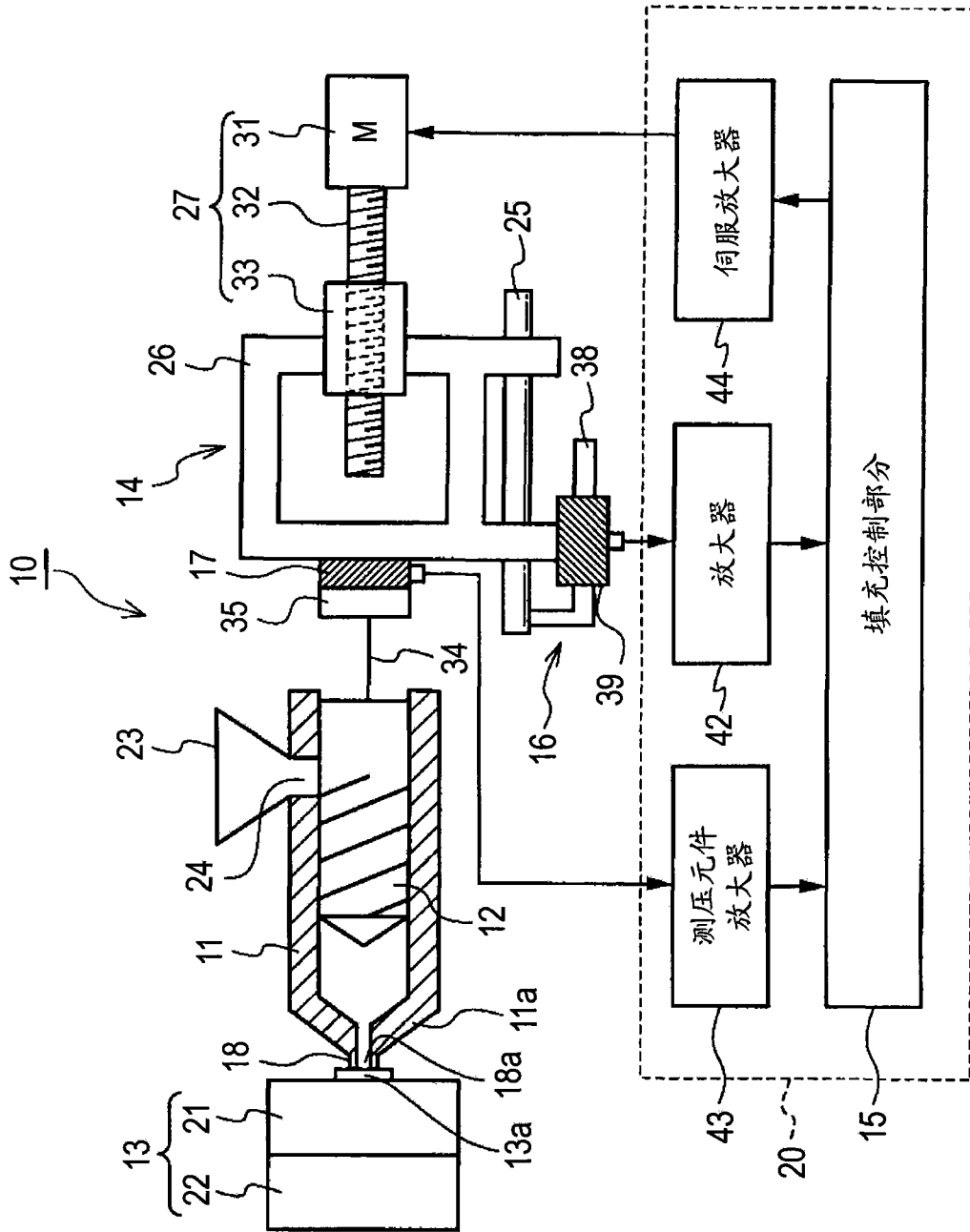


图 5

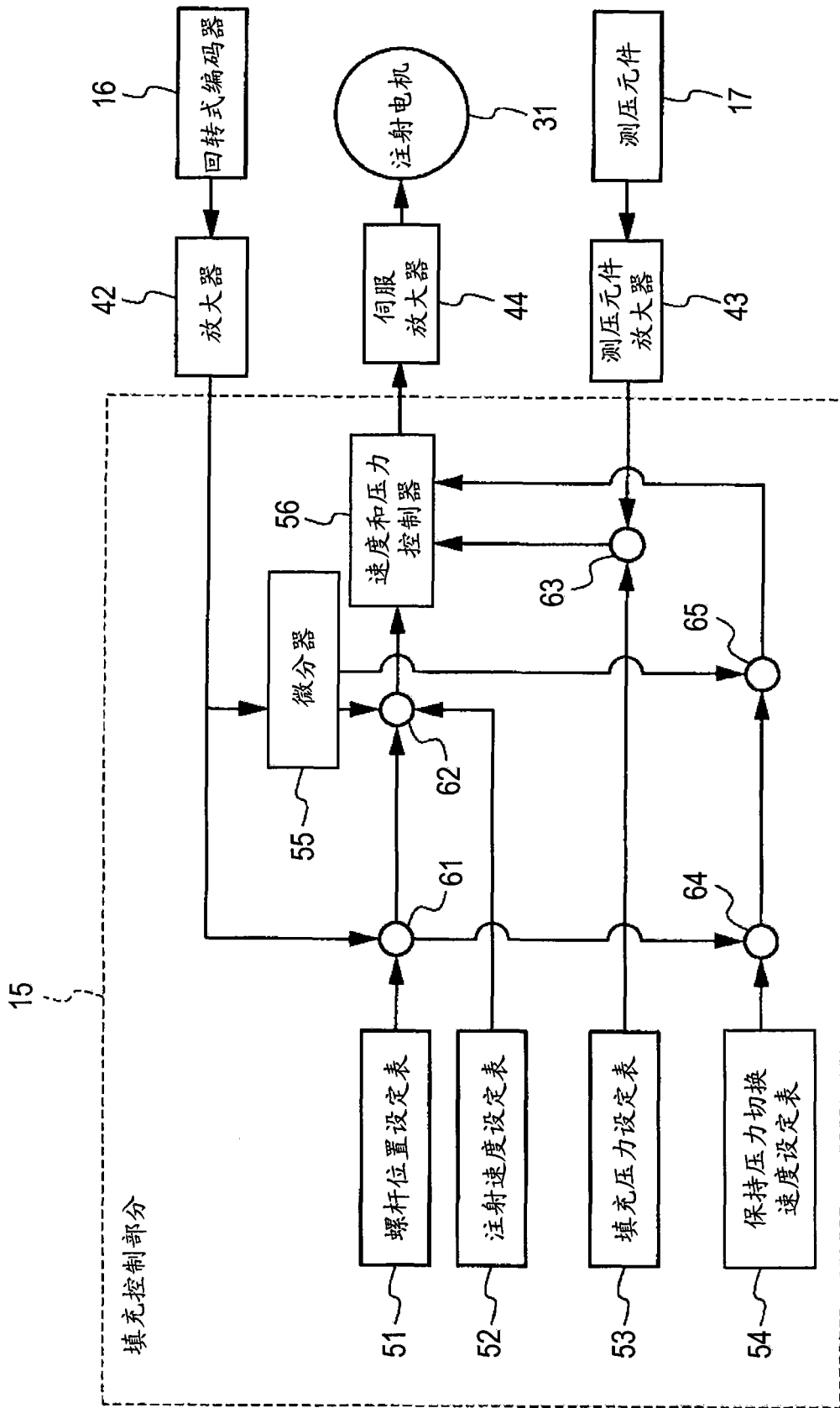


图 6

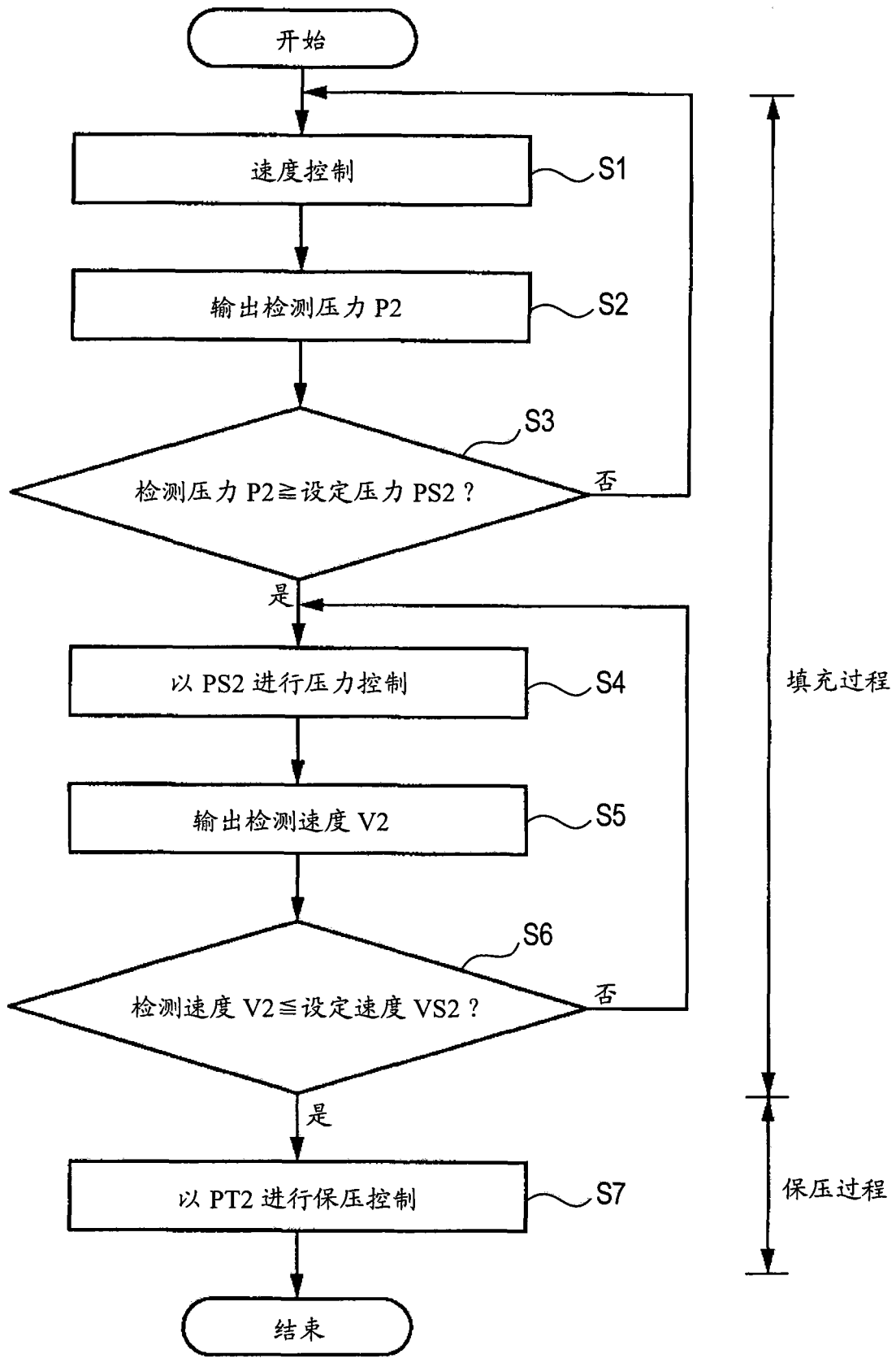


图 7