



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103561935 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 05

(21) 申请号 201280024330. 3

K · N · 麦克康奈尔 D · D · 伦普金

(22) 申请日 2012. 05. 21

V · S · 布雷登巴赫 J · R · 罗森

(30) 优先权数据

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

61/488, 553 2011. 05. 20 US

代理人 茅翊恣

61/488, 559 2011. 05. 20 US

61/488, 555 2011. 05. 20 US

(51) Int. Cl.

61/488, 564 2011. 05. 20 US

B29C 45/77(2006. 01)

61/488, 547 2011. 05. 20 US

61/602, 781 2012. 02. 24 US

61/602, 650 2012. 02. 24 US

61/641, 349 2012. 05. 02 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 11. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/038846 2012. 05. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/162245 EN 2012. 11. 29

(71) 申请人 宝洁公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 G · M · 艾尔托宁 M · T · 多德

N · 雷蒙-马丁内斯

权利要求书1页 说明书18页 附图5页

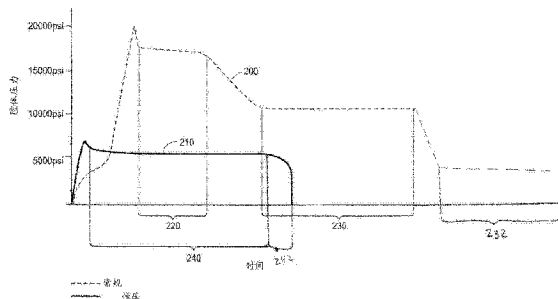
按照条约第19条修改的权利要求书1页

(54) 发明名称

用于基本上恒压注塑薄壁部件的方法和设备

(57) 摘要

本发明公开了一种基本上恒压注塑的方法和机器,其通过在基本上恒定的压力下将熔融热塑性材料注入模具腔体中而形成模塑部件。因此,所述模具腔体通过将热塑性材料的连续流动前沿从浇口推进到所述模具腔体的端部而填充有熔融热塑性材料。



1. 一种在基本上恒定的压力下注塑薄壁部件的方法,所述方法包括:
操作注射系统以在增加的功率下推进熔融热塑性材料进入模具腔体中直至达到预定的注射压力;以及
降低所述功率直至所述模具腔体基本上充满热塑性材料以保持基本上恒定的注射压力;
其中峰值功率在所述腔体被填充 30% 之前出现,所述模具腔体具有大于 100 的 L/T 比率,并且热塑性材料的注射量大于 50cc。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述峰值功率在所述腔体被填充 20% 之前出现。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述峰值功率在所述腔体被填充 10% 之前出现。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述基本上恒定的注射压力小于 6,000psi。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中操作所述注射系统以在所述热塑性材料穿过所述模具腔体推进时,保持无停顿地移动的热塑性材料的流动前沿为基本上连续的且移动的。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中在所述热塑性材料的流动前沿开始冻结之前,所述模具腔体是至少 99% 充满的。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述模具腔体具有 200 或更大的 L/T 比率。
8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述模具腔体具有 250 或更大的 L/T 比率。
9. 一种在基本上恒定的压力下注塑薄壁部件的方法,所述方法包括:
操作注射系统以在增加的功率下推进熔融热塑性材料进入模具腔体中直至达到预定的注射压力;以及
降低所述功率直至所述模具腔体基本上充满热塑性材料以保持基本上恒定的注射压力;
其中对于具有给定 L/T 比率的给定模具腔体,将所述熔融热塑性材料注入所述模具腔体中所需的瞬时功率小于在常规高可变压力注塑法中注射所述熔融热塑性材料所需的功率。
10. 根据权利要求 9 所述的方法,其中注射熔融热塑性材料所需的所述瞬时功率小于由下式计算的功率:
功率 = $138.14(L/T) + 7163.4$ 。
11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述模具腔体具有介于 100 和 250 之间的 L/T 比率。
12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中注射量大于 50cc。
13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述注射量大于 100cc。
14. 根据权利要求 9 所述的方法,其中所述模具腔体具有 5mm 或更小的最大厚度。

用于基本上恒压注塑薄壁部件的方法和设备

[0001] 相关专利申请

[0002] 本专利申请为非临时性专利申请,其要求分别于 2011 年 5 月 20 日、2011 年 5 月 20 日、2011 年 5 月 20 日、2011 年 5 月 20 日、2011 年 5 月 20 日、2012 年 2 月 24 日、2012 年 2 月 24 日和 2012 年 5 月 2 日提交的美国临时专利申请 61/488, 564、61/488, 547、61/488, 553、61/488, 555、61/488, 559、61/602, 650、61/602, 781、以及 61/641, 349 的优先权益。美国临时专利申请 61/488, 564、61/488, 547、61/488, 553、61/488, 555、61/488, 559、61/602, 650、61/602, 781、以及 61/641, 349 据此以引用方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于注塑的设备和方法,并且更具体地,涉及在基本上恒定的注射压力下制备薄壁注塑部件的设备和方法。

背景技术

[0004] 注塑是一种通常用于大批量制造由能够熔融的材料制成的部件,最常见的是由热塑性聚合物制成的部件的技术。在重复性注塑过程中,将塑性树脂(最常见的为小珠或粒料形式)引入注塑机中,注塑机在热、压力和剪切力下使所述树脂珠熔融。将这样熔融的树脂强力地注入到具有特定腔体形状的模具腔体中。注入的塑料在模具腔体中被保持在压力下,冷却,然后作为固化部件被取出,所述固化部件具有基本上复制了模具的腔体形状的形状。模具自身可具有单个腔体或多个腔体。每个腔体均可通过浇口连接至流动通道,所述浇口将熔融树脂流引导至所述腔体中。模塑部件可具有一个或多个浇口。常见的是大部件具有两个、三个或更多个浇口以缩短聚合物为填充模塑部件而必须行进的流动距离。每个腔体的一个或多个浇口可位于部件几何形状上的任何位置,并具有任何横截面形状如基本上圆形或以 1.1 或更大的纵横比成型。因此,典型的注塑程序包括四个基本的操作:(1) 将塑料在注塑机中加热,以允许其在压力下流动;(2) 将熔化的塑料注入限定于已闭合的两个模具半块之间的一个或多个模具腔体中;(3) 允许所述塑料处于压力下的同时在所述一个或多个腔体中冷却并硬化;以及(4) 打开模具半块以使部件从模具中弹出。

[0005] 在注塑过程中,将熔融塑性树脂注入模具腔体中,并且通过注塑机迫使所述塑性树脂注入腔体中,直至塑性树脂到达腔体中的最远离浇口的位置。此后,塑性树脂从背对着浇口的端部填充腔体。所得该部件的长度和壁厚起因于模具腔体的形状。

[0006] 在一些情况下,可能期望减小注塑部件的壁厚以减少塑料含量,并由此降低最终部件的成本。使用常规高可变压力注塑法减小壁厚可能是昂贵且不易完成的任务。事实上,常规的高可变压力注塑机(例如在介于约 8,000psi 至约 20,000psi 之间注射熔融塑性树脂的机器)具有关于可模塑的部件的薄壁的实际限制。一般来讲,常规的高可变压力注塑机不能模塑具有大于约 200 的薄壁比率(如由下文所示的 L/T 比率定义)的部件。此外,模塑具有大于 100 的薄壁比率的薄壁部件要求在电流容量高端点处的压力,并因此要求能够处理这些压力的压机。

[0007] 当填充薄壁部件时,当前的行业惯例是在模塑机可达到的最高可能速率下填充模具腔体。这种方法确保聚合物在模具中“冻结”之前填充模具腔体,并提供最低可能的循环时间,因此使聚合物尽可能快地暴露在冷却的模具腔体中。这种方法具有两个缺点。第一是为实现非常高的填充速度要求非常高的功率负荷,并且这要求非常昂贵的模塑设备。另外,大多数电压机不能提供足够的功率以实现这些高填充速率,或者要求非常复杂且昂贵的驱动系统,所述驱动系统显著增加了模塑设备的成本使得它们在经济上不实际。

[0008] 第二个缺点是高填充速率导致非常高的压力。这些高压导致需要非常高的夹紧力以在填充期间保持模具闭合,并且这些高夹紧力导致非常昂贵的模塑设备。高压还要求非常高强度的注射模具,通常由硬质工具钢制成。这些高强度模具也非常昂贵,并且对于很多模塑组件而言,可以是经济上不切实际的。即使具有这些基本的缺点,但是对薄壁注塑组件的需求仍然很高,因为这些组件使用较少的聚合物材料来构建模塑部件,从而导致多于抵消较高设备成本的节约。另外,一些模塑组件需要非常薄的设计元件以适当地运行,诸如需要挠曲的设计元件,或必须与非常小的结构配合的设计元件。

[0009] 当以常规高可变压力注塑方法将液态塑性树脂引入注射模具中时,邻近腔体壁的材料立即开始“冻结”、或硬化、或固化,并且在结晶聚合物的情况下,塑性树脂开始结晶,因为液态塑性树脂冷却至低于材料的不流动温度的温度,并且液态塑料的一部分变成静态。这种邻近模具壁的冻结材料使热塑性材料在其向模具腔体的端部前进时所行进的流动通道变窄。邻近模具壁的冻结材料层的厚度随着模具腔体填充的进行而增加,这造成聚合物必须流动通过以继续填充模具腔体的横截面积逐渐减小。随着材料冻结,其还收缩、从模具腔体壁脱离,这减少了材料通过模具腔体壁的有效冷却。因此,常规的高可变压力注塑机非常快速地用塑料填充模具腔体,然后保持填料压力以将材料推向模具腔体侧,来增强冷却并保持模塑部件的正确形状。常规的高变压模塑机通常具有由约 10% 注射时间,约 50% 填料时间,以及约 40% 冷却时间组成的循环时间。

[0010] 当模具腔体中的塑料冻结时,常规的高可变压力注塑机增加注射压力(以保持基本上恒定的体积流量,由于变小的横截面流动面积)。然而,增加压力会具有成本和性能两方面的缺点。当模塑所述组件所需的压力增加时,模塑设备必须具有足够的强度以经受附加的压力,这一般等同于更昂贵的费用。制造商可能不得不购买新的设备以适应这些增加的压力。因此,给定部件的壁厚的减小能够导致显著的用以通过常规注塑技术实现所述制造的资本费用。

[0011] 为了避免上述的一些缺点,很多常规的注塑操作使用剪切致稀塑性材料以改善塑性材料进入模具腔体中的流动特性。在将剪切致稀塑性材料注入模具腔体中时,在塑性材料和模具腔体壁之间产生剪切力并且模具腔体壁趋于减小塑性材料的粘度,由此使塑性材料更自由且容易地流入模具腔体中。因此,可足够快地填充薄壁部件以避免材料在完全填充模具之前完全冻结。

[0012] 粘度的降低与塑性材料和进料系统之间、以及塑性材料和模具腔体壁之间产生的剪切力的量级直接相关。因此,这些剪切致稀材料的制造商和注塑系统的操作者已努力驱使模塑压力更高以提高剪切,从而降低粘度。通常,高输出注塑系统(即,101 级和 30 级系统)在通常 15,000psi 或更高的熔体压力下将塑性材料注入模具腔体中。剪切致稀塑性材料的制造商教导注塑操作者在高于最小熔体压力下将塑性材料注入模具腔体中。例如,通常

在大于 6,000psi (由聚丙烯树脂制造商推荐的范围通常为大于 6,000psi 至约 15,000psi) 的压力下加工聚丙烯树脂。压机制造商和加工工程师通常推荐在所述范围的顶端或显著更高下加工剪切致稀聚合物,以实现最大的潜在剪切致稀,其通常大于 15,000psi,以从塑性材料中提取最大致稀和更好的流动性能。剪切致稀热塑性聚合物一般在超过 6,000psi 至约 30,000psi 的范围内加工。即使使用剪切致稀塑料,对于薄壁部件的高可变压力注塑也存在实际限制。目前该限制在具有 200 或更大的薄壁比率的薄壁部件的范围内。此外,即使具有介于 100 至 200 之间的薄壁比率的部件也可能变得成本过高,因为这些部件一般要求注射压力介于约 15,000psi 和约 20,000psi 之间。

[0013] 生产薄壁消费品的高产注塑机(即,101 级和 30 级模塑机)仅使用模具中的大部分由高硬度材料制成的模具。高产注塑机通常每年生产 500,000 次循环或更多。优质工业生产模具必须被设计成经受至少每年 500,000 次循环,优选地多于每年 1,000,000 次循环,更优选地多于每年 5,000,000 次循环,且甚至更优选地多于每年 10,000,000 次循环。这些机器具有多腔体模具和复杂的冷却系统以提高生产率。高硬度材料比低硬度材料更能够经受重复的高压夹紧操作。然而,高硬度材料如大多数工具钢,具有相对低的热导率,一般小于 20BTU/HR FT °F,这导致较长的冷却时间,因为热从熔融塑性材料传递通过高硬度材料。

[0014] 即使现有的高可变压力注塑机具有不断增加的注射压力范围,在常规的高(20,000psi)可变压力注塑机中模塑薄壁部件的实际限制也仍然为约 200 (L/T 比率),并且对于很多制造商而言,具有介于约 100 至约 200 之间的薄壁比率的薄壁部件可能是成本过高的。

附图说明

[0015] 附图中示出的实施例在性质上为例证性和示例性的,并且不旨在限制由权利要求所限定的主题。当结合以下附图阅读时,能够理解对以下例证性实施例的发明详述,其中用类似的附图标号表示类似的结构,并且其中:

[0016] 图 1 示出了根据本公开构造的基本上恒压注塑机的示意图;

[0017] 图 2 示出了在图 1 的基本上恒压注塑机中形成的薄壁部件的一个实施例;

[0018] 图 3 示出了图 1 的基本上恒压注塑机的腔体压力对时间的图,其叠加于常规高可变压力注塑机的腔体压力对时间的图之上;

[0019] 图 4 为图 1 的基本上恒压注塑机的腔体压力对时间的另一图,其叠加于常规高可变压力注塑机的腔体压力对时间的图之上,所述图示出了用于某些填充步骤的填充时间的百分比;

[0020] 图 5A-5D 为在通过常规高可变压力注塑机填充的各个阶段中,薄壁模具腔体的一部分的侧面剖视图;并且

[0021] 图 6A-6D 为在通过图 1 的基本上恒压注塑机填充的各个阶段中,薄壁模具腔体的一部分的侧面剖视图。

具体实施方式

[0022] 本发明的实施例一般涉及通过注塑制备产品的系统、机器、产品、以及方法,并且更具体地涉及通过基本上恒压注塑制备产品的系统、产品、以及方法。

[0023] 如本文所用,相对于热塑性材料的熔体压力的术语“低压”,是指 6000psi 和更低的注塑机的喷嘴附近的熔体压力。

[0024] 如本文所用,相对于热塑性材料的熔体压力的术语“基本上恒定的压力”,是指与基线熔体压力的偏差不会产生热塑性材料物理特性方面的有意义的变化。例如,“基本上恒定的压力”包括但不限于熔融热塑性材料的粘度不为此发生有意义变化的压力变化。在这方面,术语“基本上恒定”包括与基线熔体压力大约 30% 的偏差。例如,术语“大约 4600psi 的基本上恒定的压力”包括在约 6000psi (30% 高于 4600psi) 至约 3200psi (30% 低于 4600psi) 范围内的压力波动。只要熔体压力波动不超过所列举压力的 30%, 就认为熔体压力是基本上恒定的。

[0025] 如本文所用,术语“熔体夹持器”是指包含与机器喷嘴流体连通的熔融塑料的注塑机的部分。将熔体夹持器加热,使得聚合物可在期望的温度下制备并保持。将熔体夹持器连接至电源,例如液压缸或电动伺服马达,所述电源与中央控制单元连通,并可被控制以推进隔膜来迫使熔融塑料穿过机器喷嘴。然后熔融材料流动穿过流道系统进入模具腔体中。熔体夹持器的横截面可为圆柱形,或具有可供选择的横截面,所述横截面将允许隔膜迫使聚合物在范围可从低至 100psi 至 40,000psi 或更高的压力下穿过机器喷嘴。隔膜可任选地整体地连接至往复式螺杆,所述往复式螺杆具有设计成在注射前使聚合物材料塑化的刮片。

[0026] 术语“高 L/T 比率”一般是指 100 或更大的 L/T 比率,且更具体地是指 200 或更大的 L/T 比率。L/T 比率的计算定义如下。

[0027] 术语“峰值流量”一般是指如在机器喷嘴处测量的最大体积流量。

[0028] 术语“峰值注射速率”一般是指注射活塞在迫使聚合物进入进料系统的过程中行进的最大线性速度。所述活塞可以为往复式螺杆,如在单级注射系统的情况下,或液压式活塞,如在二级注射系统的情况下。

[0029] 术语“活塞速率”一般是指注射活塞在迫使聚合物进入进料系统的过程中行进的线性速度。

[0030] 术语“流量”一般是指如在机器喷嘴处测量的聚合物的体积流量。该流量可基于活塞速率和活塞横截面积来计算,或用位于机器喷嘴中的合适的传感器来测量。

[0031] 术语“腔体填充百分比”一般是指按体积计填充的腔体的百分比。例如,如果腔体被填充了 95%, 则被填充的模具腔体的总体积占模具腔体总体积容量的 95%。

[0032] 术语“熔体温度”一般是指使用热流道系统时,熔体夹持器中以及材料进料系统中所保持的聚合物温度,所述温度使聚合物保持在熔融状态。熔体温度按材料而变化,然而,期望的熔体温度一般理解为落入材料制造商推荐的范围内。

[0033] 术语“浇口尺寸”一般是指由流道和模具腔体相交而形成的浇口的横截面积。对于热流道系统而言,浇口可以为开口设计,其中在浇口处不存在材料流的主动切断,或闭合设计,其中使用阀销以机械切断通过浇口进入模具腔体的材料流(通常被称为阀门浇口)。浇口尺寸是指横截面积,例如 1mm 浇口直径是指在浇口与模具腔体相遇的点处,浇口的横截面积为 1mm。浇口的横截面可以为任何期望的形状。

[0034] 术语“增强比”是指在注射活塞迫使熔融聚合物穿过机器喷嘴时,注射电源具有的机械效益。对于液压式电源而言,常见的是液压式活塞将具有超过注射活塞 10:1 的机械效

益。然而,所述机械效益的范围可从非常低的比率如 2:1 至非常高的机械效益比率如 50:1。

[0035] 术语“峰值功率”一般是指在填充模具腔体时产生的最大功率。峰值功率可在填充周期中的任何点处产生。峰值功率通过在机械喷嘴处测量的塑性压力乘以机械喷嘴处测量的流量的乘积来测定。功率由式 $P=p*Q$ 计算,其中 p 为压力并且 Q 为体积流量。

[0036] 术语“体积流量”一般是指如在机器喷嘴处测量的流量。该流量可基于活塞速率和活塞横截面积来计算,或用位于机器喷嘴中的合适的传感器来测量。

[0037] 当相对于包含热塑性材料的模具腔体使用时,术语“填充”和“充满”可互换,并且两个术语均是指热塑性材料停止流入模具腔体中。

[0038] 术语“注射量”一般是指待从熔体夹持器中注射以完全填充一个或多个模具腔体的聚合物的体积。注射量体积基于注射前熔体夹持器中的聚合物的温度和压力来测定。换句话说讲,注射量是在给定温度和压力下的注塑活塞的一次冲程中注射的熔融塑性材料的总体积。注射量可包括穿过一个或多个浇口将熔融塑性材料注入一个或多个注射腔体中。熔融塑性材料的射流还可通过一个或多个熔体夹持器来制备和注射。

[0039] 术语“停顿”一般是指某个点,在所述点处流动前沿的速度最小化到足够使聚合物的一部分下降至低于其不流动温度并开始冻结。

[0040] 当用于本文时,术语“电动马达”或“电压机”包括电动伺服马达和电动线性马达。

[0041] 术语“峰值功率流量因子”是指在单个注塑循环中注塑系统所要求的峰值功率的归一化量度,并且可将所述峰值功率流量因子用于直接比较不同注塑系统的功率要求。峰值功率流量因子通过首先测定峰值功率,所述峰值功率对应于填充循环(如本文定义)期间的模塑压力乘以流量的最大乘积,然后测定待填充模具腔体的注射量来计算。然后,峰值功率流量因子通过峰值功率除以注射量来计算。

[0042] 将术语“腔体填充百分比”定义为按体积计的被填充腔体 %。因此,如果腔体被填充了 95%,则被填充的模具腔体的总体积占模具腔体总体积容量的 95%。

[0043] 详细地参见图,图 1 示出了用于大批量生产薄壁部件,尤其是 L/T 比率为 100 或更大的薄壁部件的示例性的基本上恒压注塑设备 10 (例如 101 级或 30 级注射模具,或“超高产量模具”)。所述基本上恒压注塑设备 10 一般包括注射系统 12 和夹紧系统 14。可以热塑性粒料 16 的形式将热塑性材料引入注射系统 12 中。可将热塑性粒料 16 置于料斗 18 中,所述料斗将热塑性粒料 16 喂送到注射系统 12 的加热圆筒 20 中。热塑性粒料 16 在被喂送到加热圆筒 20 中之后可通过往复式螺杆 22 驱动至加热圆筒 20 的端部。加热所述加热圆筒 20 以及通过往复式螺杆 22 压缩热塑性粒料 16 会导致热塑性粒料 16 熔化,从而形成熔融热塑性材料 24。通常在约 130°C 至约 410°C 的温度下对所述熔融热塑性材料进行加工。

[0044] 往复式螺杆 22 迫使熔融热塑性材料 24 朝向喷嘴 26 以形成热塑性材料的射流,所述射流将经由一个或多个浇口被注入模具 28 的模塑腔体 32 中。熔融热塑性材料 24 可通过浇口 30 注射,所述浇口将熔融热塑性材料 24 的流体引导至模具腔体 32。在其它实施例中,可通过进料系统(未示出)将喷嘴 26 与一个或多个浇口 30 隔开。模具腔体 32 在模具 28 的第一模具侧 25 和第二模具侧 27 之间形成,并且第一模具侧 25 和第二模具侧 27 通过压机或合模装置 34 在压力下保持在一起。压机或合模装置 34 在模塑过程中施加夹紧力,所述夹紧力大于由用于分离两个模具半块 25, 27 的注射压力所施加的力,由此在将熔融热塑性材料 24 注入模具腔体 32 中的同时使第一模具侧 25 和第二模具侧 27 保持在一起。在

典型的高可变压力注塑机中,压机通常施加 30,000psi 或更大,因为夹紧力与注射压力直接相关。为支持这些夹紧力,夹紧系统 14 可包括模具架和模具基座。

[0045] 一旦将熔融热塑性材料 24 的射流注入到模具腔体 32 中,往复式螺杆 22 就停止向前行进。熔融热塑性材料 24 采用模具腔体 32 的形式,并且熔融热塑性材料 24 在模具 28 内部冷却直至热塑性材料 24 固化。一旦热塑性材料 24 已固化,压机 34 就释放第一模具侧 25 和第二模具侧 27,所述第一模具侧 25 和第二模具侧 27 彼此分隔开,并且成品部件可从模具 28 中弹出。模具 28 可包括多个模具腔体 32 以增加总体生产率。所述多个模具腔体的腔体形状可以彼此相同、相似或不同。(可认为后者是一套模具腔体)。

[0046] 控制器 50 与位于喷嘴 26 和螺杆 36 附近的传感器 52 以通信方式连接。控制器 50 可包括微处理器、存储器、以及一个或多个通信链路。控制器 50 也可任选地连接至位于模具腔体 32 的端部近侧的传感器 53。该传感器 32 可提供热塑性材料接近模具腔体 32 中填充端部时的指示。传感器 32 可通过光学方式、气动方式、机械方式或换句话说讲感测热塑性材料的压力和 / 或温度来感测热塑性材料的存在。当通过传感器 52 测量热塑性材料的压力和温度时,该传感器 52 可将压力或温度的信号指示发送至控制器 50,以向控制器 50 提供完成填充时模具腔体 32 (或喷嘴 26) 中保持的目标压力。该信号一般可用于控制模塑过程,使得材料粘度、模具温度、熔体温度的变化、以及影响填充速率的其它变化通过控制器 50 来调节。这些调节可在模塑循环期间立即进行,或可在后续循环中进行校正。此外,可将多个信号对多次循环平均,然后用于通过控制器 50 对模塑过程进行调节。控制器 50 可分别经由有线连接 54, 56 而连接至传感器 52、和 / 或传感器 53、以及螺杆控制 36。在其它实施例中,控制器 50 可经由无线连接、机械连接、液压式连接、气动式连接、或本领域普通技术人员已知的将使控制器 50 与传感器 52, 53 和螺杆控制 36 两者通信的任何其它类型的通信连接而连接至传感器 52, 53 和螺杆控制 56。

[0047] 在图 1 的实施例中,传感器 52 是测量(直接或间接)喷嘴 26 附近的熔融热塑性材料 24 的熔体压力的压力传感器。传感器 52 产生传播到控制器 50 的电信号。然后控制器 50 命令螺杆控制 36 以保持喷嘴 26 中熔融热塑性材料 24 的基本上恒定的熔体压力的速率来推进螺杆 22。虽然传感器 52 可直接测量熔体压力,但是传感器 52 可测量熔融热塑性材料 24 的其它特性,诸如指示熔体压力的温度、粘度、流量等。同样,传感器 52 不需要直接位于喷嘴 26 中,而是传感器 52 可位于与喷嘴 26 流体连接的注射系统 12 或模具 28 内的任何位置处。如果传感器 52 不位于喷嘴 26 内,则可向所测量的特性施用适当的校正因子以计算喷嘴 26 中的熔体压力的估计值。传感器 52 不需要与注射流体直接接触,并可供选择地与流体动态通信,并能够感测流体压力和 / 或其它流体特性。如果传感器 52 不位于喷嘴 26 内,则可对所测量的特性施用适当的校正因子以计算喷嘴 26 中的熔体压力。在其它实施例中,传感器 52 不需要设置在与喷嘴流体连接的位置处。相反,传感器可测量由夹紧系统 14 在介于第一模具部件 25 和第二模具部件 27 之间的模具分模线处产生的夹紧力。在一个方面,控制器 50 可根据来自传感器 52 的输入而保持压力。作为另外一种选择,传感器可测量电压机所需的电力,这可用于计算喷嘴中压力的估计值。

[0048] 虽然图 1 示出了工作中的闭环控制器 50,但是可使用其它压力调节装置代替闭环控制器 50。例如,压力调节阀(未示出)或减压阀(未示出)可代替控制器 50 以调节熔融热塑性材料 24 的熔体压力。更具体地,压力调节阀和减压阀可防止模具 28 的过压。用于防

止模具 28 过压的另一种可供选择的机制为当检测到过压状态时启动警报。

[0049] 现在转向图 2, 示出了模塑部件 100 的例子。模塑部件 100 为薄壁部件。一般认为当流动通道的长度 L 除以流动通道的厚度 T 大于 100 (即 $L/T > 100$) 时, 模塑部件是薄壁的。对于具有更复杂的几何形状的模具腔体, 所述 L/T 比率可通过从浇口 30 到模具腔体 32 的端部, 将 T 尺寸对模具腔体 32 的长度积分, 并测定从浇口 30 到模具腔体 32 的端部的最长流动长度来计算。然后, L/T 比率可通过将最长流动长度除以平均部件厚度来测定。在模具腔体 32 具有多于一个浇口 30 的情况下, L/T 比率通过对由每个独立浇口填充的模具腔体 32 的部分的 L 和 T 积分来测定, 并且给定模具腔体的总体 L/T 比率为对浇口中任一个计算的最高 L/T 比率。在一些注塑行业中, 可将薄壁部件定义为具有 $L/T > 100$, 或具有 $L/T > 200$ 的部件。流动通道的长度 L 为从浇口 30 到模具腔体的端部 104 测量的最长流动长度。薄壁部件在消费品行业中是尤其普遍的。

[0050] 高 L/T 比率部件通常存在于具有小于约 10mm 的平均厚度的模塑部件中。在消费品中, 具有高 L/T 比率的产品一般具有小于约 5mm 的平均厚度。例如, 尽管具有高 L/T 比率的机动车缓冲器面板一般具有 10mm 或更小的平均厚度, 但是具有高 L/T 比率的高脚酒杯一般具有约 5mm 或更小的平均厚度, 具有高 L/T 比率的容器 (诸如桶或小瓶) 一般具有约 3mm 或更小的平均厚度, 具有高 L/T 比率的瓶盖包装一般具有约 2mm 或更小的平均厚度, 并且具有高 L/T 比率的各个牙刷刷毛一般具有约 1mm 或更小的平均厚度。本文所公开的基本上恒压方法和装置对于具有 5mm 或更小的厚度的部件而言是尤其有利的, 并且本发明所公开的方法和装置对较薄的部件更有利。

[0051] 具有高 L/T 比率的薄壁部件在注塑中存在某些障碍。例如, 流动通道的薄度趋于在材料到达流动通道端部 104 之前冷却熔融热塑性材料。当这种情况发生时, 热塑性材料冻结并不再流动, 这导致不完整的部件。为克服这个问题, 传统的注塑机在非常高的压力下, 通常大于 15,000psi, 注射熔融热塑性材料, 使得熔融热塑性材料在可能冷却和冻结之前快速填充模具腔体。这是热塑性材料的制造商教导在非常高的压力下注射的一个原因。传统注塑机在高压下注射的另一个原因是提高剪切, 这提高流动特性, 如上所述。此外, 这些非常高的注射压力需要使用非常硬的材料以形成模具 28 和进料系统。

[0052] 当在恒压下填充时, 一般认为填充速率将需要相对于常规填充方法降低。这是指在模具完全填充之前, 聚合物将与冷的模塑表面接触较长时间。因此, 在填充前需要除去更多热, 并且这将预期导致材料在模具被填充之前冻结。已经出人意料地发现, 当经受基本上恒定的压力条件时, 尽管模具腔体的一部分低于热塑性材料的不流动温度, 但是热塑性材料将流动。本领域的普通技术人员一般将预期此类条件将造成热塑性材料冻结并堵塞模具腔体, 而不是继续流动并填充整个模具腔体。不旨在受理论的束缚, 据信, 本文所公开的方法和装置的实施例的基本上恒压条件允许填充期间整个模具腔体中的动态流动条件 (即不断移动熔体前沿)。在其流动以填充模具腔体时熔融热塑性材料的流动没有停顿, 从而尽管至少模具腔体的至少一部分低于热塑性材料的不流动温度, 但是流体没有冻结的机会。

[0053] 另外, 据信由于动态流动条件, 尽管经受模具腔体中的这种温度, 但是由于剪切加热, 因此熔融热塑性材料能够保持高于不流动温度的温度。还据信在开始冻结过程时, 动态流动条件干扰热塑性材料中晶体结构的形成。晶体结构形成增加了热塑性材料的粘度, 这可阻止用以填充腔体的适宜流动。在晶体结构形成和 / 或晶体结构尺寸方面的减小可允许

在热塑性材料流入腔体中并经受低于材料的不流动温度的模具的低温时,所述热塑性材料粘度减小。

[0054] 本发明所公开的基本上恒压注塑方法和系统可使用位于靠近流动位点端部的传感器(如上图 1 中的传感器 53) 以监测材料粘度的变化、材料温度的变化、以及其它材料特性的变化。可将来自该传感器的测量传递给控制器以允许控制器实时校正过程,以确保熔体前沿压力在熔体前沿到达模具腔体的端部之前被解除,这可造成模具飞边、另一压力和功率峰值。此外,控制器可使用传感器测量以调节所述过程中的峰值功率和峰值流量点,以便实现一致的加工条件。除了使用传感器测量以在当前注射循环期间对过程进行实时微调之外,还可使用控制器随时间推移(即经过多个注射循环)来调节过程。以这种方式,当前注射循环可基于在较早时间点处的一个或多个循环期间发生的测量来校正。在一个实施例中,可将传感器读数对许多循环平均,以便实现过程一致性。

[0055] 在各种实施例中,模具可包括使整个模具腔体保持在低于不流动温度的温度下的冷却系统。例如,甚至可使接触包含熔融热塑性材料的射流的模具腔体表面冷却以保持较低温度。可使用任何适宜的冷却温度。例如,可使模具基本上保持在室温下。结合此类冷却系统可有利地提高冷却形成注塑部件的速度并易于从模具中弹出。

[0056] 热塑性材料:

[0057] 在本公开的基本上恒压注塑方法和装置中可使用多种热塑性材料。在一个实施例中,熔融热塑性材料具有粘度,所述粘度如由在约 230°C 的温度和 2.16kg 重量下进行的 ASTM D1238 所测量的、约 0.1g/10min 至约 500g/10min 的熔体流动指数来定义。例如,对于聚丙烯而言,熔体流动指数可在约 0.5g/10min 至约 200g/10min 的范围内。其它适宜的熔体流动指数包括约 1g/10min 至约 400g/10min,约 10g/10min 至约 300g/10min,约 20 至约 200g/10min,约 30g/10min 至约 100g/10min,约 50g/10min 至约 75g/10min,约 0.1g/10min 至约 1g/10min,或约 1g/10min 至约 25g/10min。基于模塑制品的应用和用途来选择材料的 MFI。例如,MFI 为 0.1g/10min 至约 5g/10min 的热塑性材料可适用于注拉吹塑(ISBM)用预成型件。MFI 为 5g/10min 至约 50g/10min 的热塑性材料可适用于包装制品用盖和塞。MFI 为 50g/10min 至约 150g/10min 的热塑性材料可适用于制造桶或盆。MFI 为 150g/10min 至约 500g/10min 的热塑性材料可适用于具有极高 L/T 比率的模塑制品,诸如薄板。此类热塑性材料的制造一般教导材料应使用超过 6000psi,并常常大大超过 6000psi 的熔体压力来注塑。与关于此类热塑性材料的注塑的常规教导内容相反,本公开的恒压注塑方法和装置的实施例有利地允许使用此类热塑性材料形成优质注塑部件并在低于 6000psi,并且可能远低于 6000psi 的熔体压力下加工。

[0058] 所述热塑性材料可以例如为聚烯烃。示例性聚烯烃包括但不限于聚丙烯、聚乙烯、聚甲基戊烯、以及聚丁烯-1。前述聚烯烃的任一种都可来源于生物基给料,诸如甘蔗或其它农业产品,以制备生物-聚丙烯或生物-聚乙烯。在熔融状态时,聚烯烃有利地展示剪切致稀。剪切致稀是流体在置于压缩应力下时粘度降低。剪切致稀可有益地允许使热塑性材料在整个注塑过程中保持流动。不旨在受理论束缚,据信热塑性材料,具体地聚烯烃的剪切致稀性能,导致在恒定的压力下加工所述材料时,材料粘度的较少变化。因此,本公开的方法和装置的实施例可对热塑性材料的变化较不敏感,所述变化例如由于着色剂或其它添加剂以及加工条件导致。这种对热塑性材料特性的批次间变化的降低的敏感度还可有利地允许

使用本公开的方法和装置的实施例加工工业后和消费后可再循环塑料。工业后、消费后可再循环塑料来源于作为消费品本身已结束其生命周期和换句话说讲将作为固体废品丢弃的终产品。此类可再循环的塑料,以及热塑性材料的共混物本身具有其材料特性的显著的批次间变化。

[0059] 热塑性材料还可以为例如聚酯。示例性聚酯包括但不限于聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。PET 聚合物可来源于生物基给料,诸如甘蔗或其它农业产品,以部分或完全地制备生物-PET 聚合物。其它适宜的热塑性材料包括聚丙烯和聚乙烯的共聚物、热塑性弹性体的聚合物和共聚物、聚酯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯)、聚(乳酸)、生物基聚酯诸如聚(呋喃甲酸乙烯酯)多羟基链烷酸酯、聚(乙烯呋喃酯)、(被认为是对 PET 的替代或简易替换)、多羟基链烷酸酯、聚酰胺、聚缩醛、乙烯- α -烯炔橡胶、以及苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物。热塑性材料还可以为多重聚合物材料和非聚合物材料的共混物。热塑性材料可以为例如产生多模态或双模态共混物的高、中、以及低分子量聚合物的共混物。多模态材料能够以获得具有优异的流动性能,还具有令人满意的化学/物理性能的热塑性材料的方式设计。热塑性材料还可以为聚合物与一种或多种小分子添加剂的共混物。小分子可以为例如硅氧烷或当加入热塑性材料中时,改善聚合物材料的流动性的其它润滑分子。

[0060] 其它添加剂可包括无机填料诸如碳酸钙、硫酸钙、滑石、粘土(例如纳米粘土)、氢氧化铝、 CaSiO_3 、形成纤维或微球的玻璃、结晶二氧化硅(例如,石英、novacite、crystallobite)、氢氧化镁、云母、硫酸钠、锌钡白、碳酸镁、氧化铁;或有机填料诸如稻壳、秸秆、大麻纤维、木粉、或木纤维、竹纤维或甘蔗纤维。

[0061] 其它适宜的热塑性材料包括可再生的聚合物如直接由生物体产生的聚合物的非限制性例子,诸如多羟基链烷酸酯(例如,聚(β -羟基链烷酸酯)、聚(3-羟基丁酸酯-共聚-3-羟基戊酸酯,NODAX(注册商标)),以及细菌纤维素;从植物、农作物和林木、以及生物质中提取的聚合物,如多糖及其衍生物(例如树胶、纤维素、纤维素酯、甲壳质、脱乙酰壳多糖、淀粉、化学改性的淀粉、乙酸纤维素的颗粒)、蛋白质(例如玉米素、乳清、谷蛋白、胶原)、脂质、木质素和天然橡胶;由淀粉和化学淀粉制备的热塑性淀粉、以及衍生自天然来源的单体的现有聚合物以及衍生物,诸如生物聚乙烯、生物聚丙烯、聚对苯二甲酸亚丙基酯、聚乳酸、NYLON11、醇酸树脂、基于琥珀酸的树脂、以及生物聚对苯二甲酸乙二醇酯。

[0062] 适宜的热塑性材料可包括如上所列例子中的不同热塑性材料的共混物或多种共混物。不同材料也可以为来源于天然生物衍生或石油衍生材料、或生物衍生或石油衍生材料的可再循环材料的组合。共混物中的一种或多种热塑性材料可以为能够生物降解的。并且对于非共混的热塑性材料而言,材料可以为能够生物降解的。

[0063] 示例性热塑性树脂连同其推荐的操作压力提供于下表中:

[0064]

材料	全名	注射压力范围 (PSI)	公司	材料商品名
PP	聚丙烯	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 100 系列 聚丙烯
尼龙		10000-18000	RTP Imagineering Plastics	RTP 200 系列 尼龙
ABS	丙烯腈丁二烯 苯乙烯	8000-20000	Marplex	Astalac ABS
PET	聚酯	5800-14500	Asia International	AIE PET 401F
乙缩醛共聚物		7000-17000	API Kolon	Kocetal
PC	聚碳酸酯	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 300 系列 聚碳酸酯
PS	聚苯乙烯	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 400 系列
SAN	苯乙烯丙烯腈	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 500 系列
PE	LDPE & HDPE	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 700 系列
TPE	热塑性弹性体	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 1500 系列
PVDF	聚偏二氟乙烯	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 3300 系列
PTI	聚对苯二甲酸 亚丙基酯	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 4700 系列
PBT	聚对苯二甲酸 丁二醇酯	10000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 1000 系列
PLA	聚乳酸	8000-15000	RTP Imagineering Plastics	RTP 2099 系列

[0065] 虽然多于一个的实施例涉及用包含熔融热塑性材料的射流填充基本上整个模具腔体,同时使所述包含熔融热塑性材料的射流的熔体压力保持在基本上恒定的压力下,但是在不同的恒定压力下,具体的热塑性材料从本发明中获得有益效果。具体地讲:PP、尼龙、PC、PS、SAN、PE、TPE、PVDF、PTI、PBT、和 PLA 在小于 10000psi 的基本上恒定的压力下;ABS 在小于 8000psi 的基本上恒定的压力下;PET 在小于 5800psi 的基本上恒定的压力下;乙缩醛共聚物在小于 7000psi 的基本上恒定的压力下;加上聚(呋喃甲酸乙烯酯)多羟基链烷酸酯、聚呋喃乙烯酯(aka PEF)在小于 10000psi、或 8000psi、或 7000psi 或 6000psi、或 5800psi 的基本上恒定的压力下。

[0066] 如上文详细描述,本发明所公开的基本上恒压方法和装置的实施例可实现优于常规高可变压力注塑法的一个或多个优点。例如,实施例包括消除平衡模具腔体和热塑性材料的预注射压力的需要的更高性价比和有效的方法,允许使用大气模具腔体压力,从而允许使用消除加压装置的必要性的简化的模具结构的方法,使用更高性价比和更易机器加工的较低硬度、高热导率的模具腔体材料的能力,对温度、粘度、以及热塑性材料的其它材料特性的变化较不敏感的更稳健的加工方法,以及在基本上恒定的压力下制备优质注塑部件而没有热塑性材料在模具腔体中的过早硬化,并且不需要加热或在模具腔体中保持恒温

的能力。

[0067] 在一个例子中,使用注射压力低于 6000PSI 的基本上恒压法来模塑样品部件。

[0068] 使用常用实验室切片机从注塑部件中分离样品。从每个注塑部件中获取至少四个样品。然后制备样品的横截面以暴露每个样品的组成层(外皮、芯等)。

[0069] 同步测量在德国电子同步加速器研究所(Deutsches Elektronen Synchrotron (DESY)) beamline G3 中在 DORIS III 下用全套 MAXIM 检测器进行,即第一次测量用点平均闪烁计数装置进行以获得样品衍射的概况。然后用 MAXIM 的位置敏感照相机(2D 检测器 Hamamatsu4880,在其 CCD 传感器的前面具有多通道板 [MCP]) 采集空间分辨衍射图像。

[0070] 同步测量揭示了使用基本上恒压法模塑的具有一定厚度的注塑部件示出在部件的芯中,取向的聚丙烯微晶的独特且明显的额外带或区域。这种取向材料的额外区域可见于使用钢或铝模具模塑的部件。与使用基本上恒压法模塑的部件相比时,使用常规的、较高可变压力法模塑的部件通常具有减少的取向带数。

[0071] 使用基本上恒压法模塑的部件可具有较小的模塑在内应力。在常规高可变压力法中,将控速填充法与对压力控制的较高传送或切换结合可导致具有高水平的不可取模塑在内应力的部件。如果将常规方法中的填充压力设定太高,则部件常常将具有过填充的浇口区域。所述模塑在内应力可通过将部件放置在交叉偏正光表上来目视评估。可将模塑部件中观察到的双折射用于观察模塑在内应力的不同。通常这作为部件中应力线的图案而观察到。较大的线数和 / 或应力线的不均匀性通常是不可取的。

[0072] 现在转向图 3,由虚线 200 示出了常规的高可变压力注塑法的典型压力 - 时间曲线。相反,由实线 210 示出了用于本发明所公开的恒压注塑机的压力 - 时间曲线。

[0073] 在常规的情况下,使熔体压力快速增加至远超过 15,000psi,然后在大于 15,000psi 的相对高的压力下保持第一时间段 220。第一时间段 220 是其中熔融塑性材料流入模具腔体的填充时间。此后,熔体压力降低并在通常是 10,000psi 或更大的较低、但是仍然相对高的压力下保持第二时间段 230。第二时间段 230 是其中保持熔体压力以确保模具腔体中的所有间隙都被回填的填料时间。在完成填料之后,可任选地使压力再次下降并持续第三时间段 232,所述时间段为冷却时间。常规高压注塑系统中的模具腔体被从流动通道的端部向浇口回填。模具中的材料通常在腔体的端部附近冻结,然后材料的完全冻结区域逐渐向一个或多个浇口位置移动。因此,模具腔体的端部附近的塑料比靠近一个或多个浇口位置的塑料材料填料更短的时间段并在降低的压力下填料。部件几何形状,如浇口和模具腔体的端部之间中部的非常薄的横截面积也可影响模具腔体区域中的填料压力水平。如上文所讨论的,不一致的填料压力可导致成品的一致性。此外,塑料在各固化阶段中的常规填料导致一些不理想的材料特性,例如,模塑在内的应力、凹陷、以及非最佳光学特性。

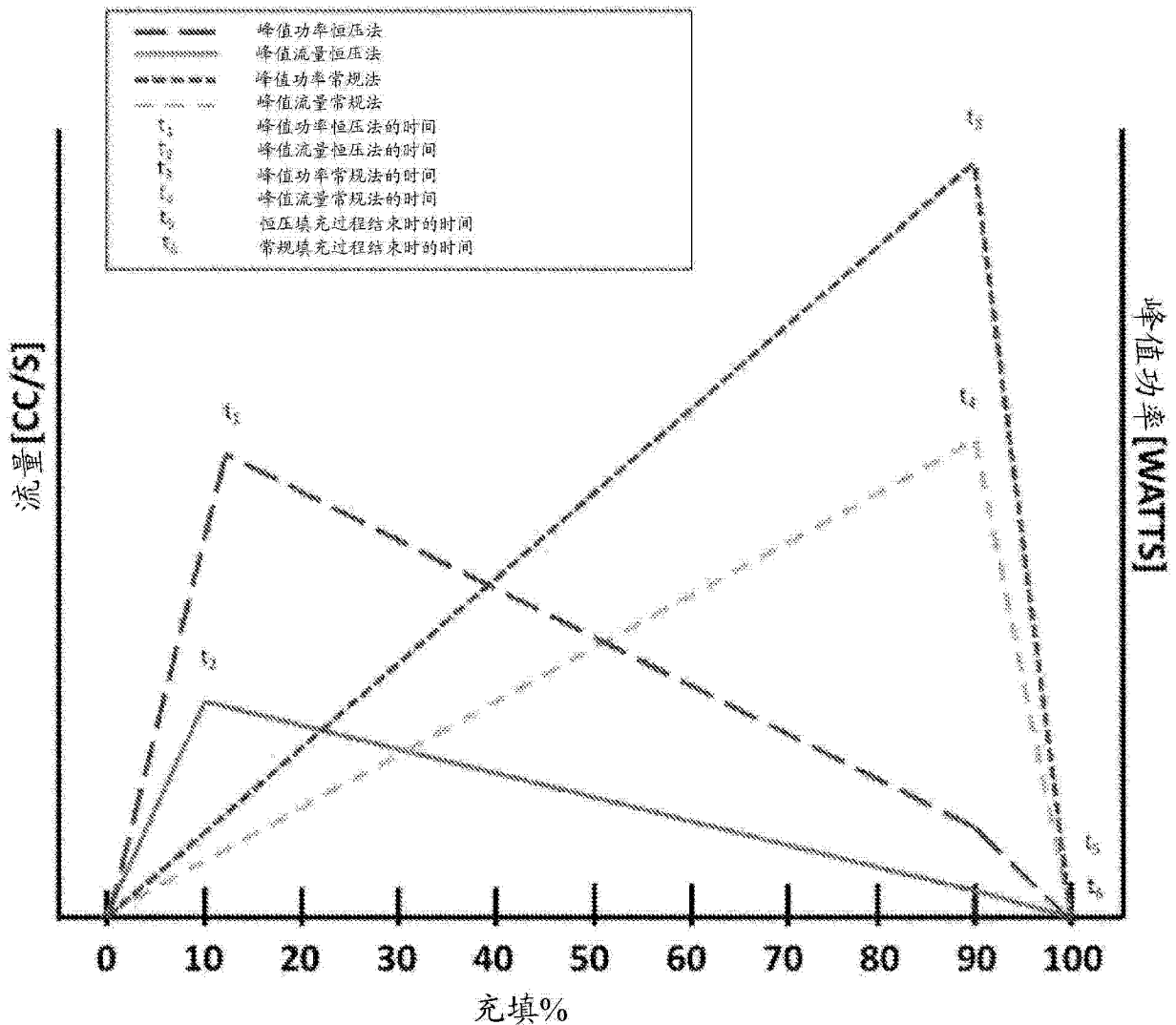
[0074] 另一方面,基本上恒压注塑系统在基本上恒定的压力下经过填充时间段 240 将熔融塑性材料注入模具腔体中。图 3 的例子中的注射压力小于 6,000psi。然而,其它实施例可使用更高的压力,只要压力在模塑过程中基本上恒定即可。在填充模具腔体后,随着模塑部件冷却,基本上恒压注塑系统经过第二时间段 242 逐渐降低压力。通过使用基本上恒定的压力,熔融热塑性材料保持连续的熔体流动前沿,其通过流动通道从浇口向流动通道的端部推进。换句话讲,熔融热塑性材料在整个模具腔体中保持移动,这防止过早冻结。因此,塑性材料在沿流动通道的任意点处保持相对均匀,这得到更均匀和一致的成品。通过用

相对均匀的压力填充模具,成品模塑部件形成可具有比常规模塑部件更好的机械特性和光学特性的结晶结构。此外,在恒压下模塑的部件表现出与常规模塑部件的表层不同的特性。因此,在恒压下模塑的部件可具有比常规模塑部件更好的光学特性。

[0075] 现在转向图 4,将填充的各个阶段以占总体填充时间的百分比形式分解。例如,在常规高可变压力注塑过程中,填充时段 220 占总填充时间的约 10%,填料时段 230 占总填充时间的约 50%,以及冷却时段 232 占总填充时间的约 40%。在另一方面,在基本上恒压注塑过程中,填充时段 240 占总填充时间的约 90%,而冷却时段 242 仅占总填充时间的约 10%。基本上恒压注塑法需要较少的冷却时间,因为熔融塑性材料在其流入模具腔体中时冷却。因此,在模具腔体被填充时,尽管不太足以在模具腔体的中心横截面中冻结,但是熔融塑性材料已显著冷却,并且为完成冻结过程而除去的总热量较少。另外,因为熔融塑性材料在整个填充中保持液态,并且填料压力通过该熔融中心横截面传递,所以熔融塑性材料仍然与模具腔体壁接触(与冻结和退缩相对)。因此,本文所述的基本上恒压注塑法能够以比常规高可变压力注塑法中更少的总时间来填充并冷却模塑部件。

[0076] 对于常规高可变压力法和基本上恒压法,峰值功率和峰值流量对模具腔体的填充百分比示出在以下图表中。

[0077]



[0078] 在基本上恒压法中,峰值功率负荷在大约等于峰值流量出现时间的的时间处出现,然后通过填充循环稳步下降。更具体地,峰值功率和峰值流量在填充的前 30%,更优选地填充的前 20%,且甚至更优选地填充的前 10%中出现。通过将峰值功率和峰值流量布置在填充开始期间出现,热塑性材料在其接近冻结时不经受极端条件。据信这导致模塑部件的优异的物理特性。

[0079] 功率水平一般在峰值功率负荷之后经过填充循环缓慢下降。另外,流量一般在峰值流量之后经过填充循环缓慢下降,因为填充压力保持基本上恒定。如上所示,峰值功率水平低于常规方法的峰值功率水平,一般低 30-50%,并且峰值流量低于常规方法的峰值流量,一般低 30-50%。

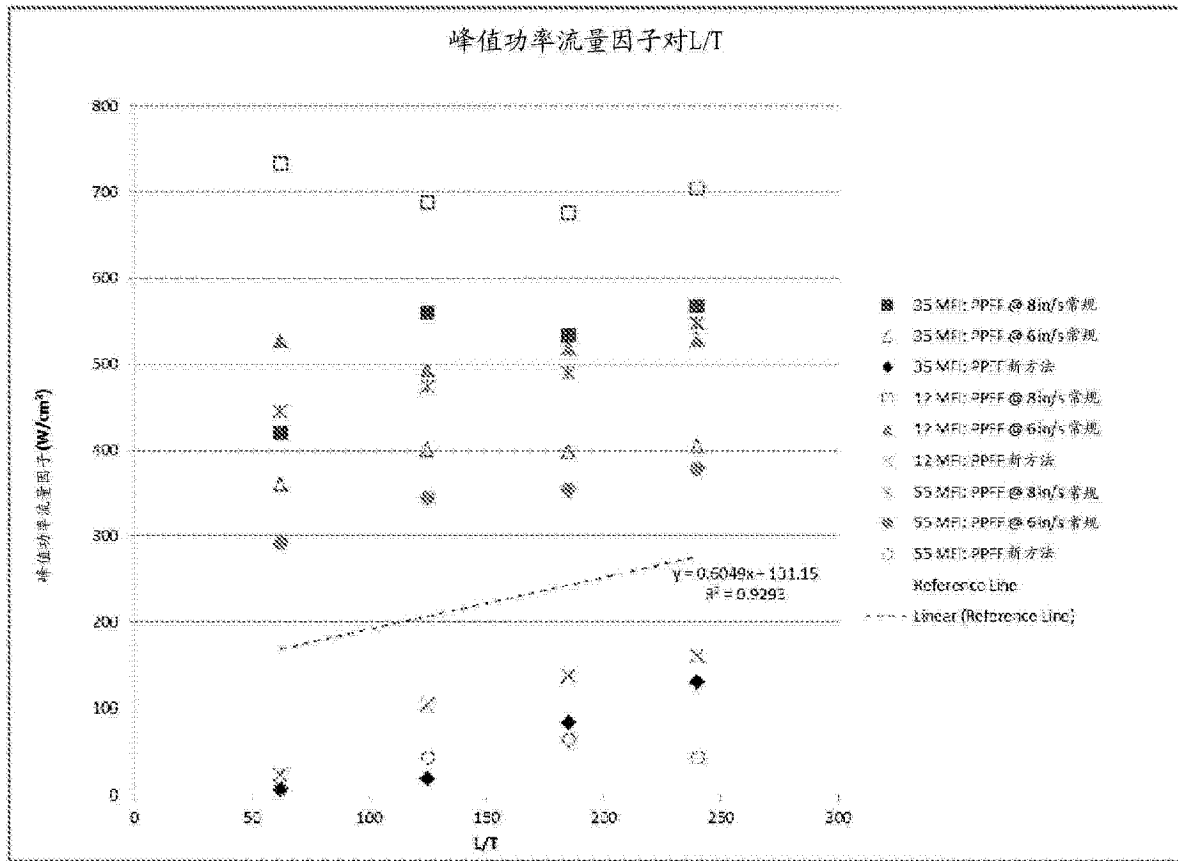
[0080] 相似地,常规高可变压力法的峰值功率负荷在大约等于峰值流量出现时间的的时间处出现。然而,不同于基本上恒压法,常规高可变压力法的峰值功率和流量在填充的最后 10%-30%出现,这使得热塑性材料在其处于冻结过程中时经受极端条件。另外,不同于基本上恒压法,常规高可变压力法中的功率水平一般在峰值功率负荷之后经过填充循环快速下降。相似地,常规高可变压力法中的流量一般在峰值流量之后经过填充循环快速下降。

[0081] 在本发明所公开的用于模塑高 L/T 部件的方法和装置中,部件通过以增加的流量将熔融热塑性聚合物注入模具腔体来模塑,以实现期望的注射压力,然后随时间推移降低流量以保持基本上恒定的注射压力。当模塑薄壁部件(例如,L/T 比率 >100 的部件)并使用大注射量(例如,大于 50cc,且具体地大于 100cc)时,基本上恒定的注射压力方法和装置是尤其有利的。尤其有利的是最大流量在腔体填充的前 30%内,优选地在腔体填充的前 20%内,且甚至更优选地在腔体填充的前 10%出现。通过调节填充压力曲线,最大流量在这些优选的模具填充范围内出现,模塑部件将具有上述物理优点中的至少一些(例如,较好的强度、较好的光学特性等),因为模塑部件的晶体结构与常规模塑部件不同。此外,因为高 L/T 产品较薄,所以这些产品要求较少的颜料来赋予所得产品期望的颜色。此外,在无颜料部件中,由于更一致的模塑条件,因此部件将具有不易看见的变形。使用较少颜料或不使用颜料节约了成本。

[0082] 作为另外一种选择,可调节峰值功率以保持基本上恒定的注射压力。更具体地,可将填充压力曲线调节成使得峰值功率在腔体填充的前 30%,优选地在腔体填充的前 20%,且甚至更优选地在腔体填充的前 10%出现。调节所述方法以使得峰值功率在优选的范围内出现,然后在整个腔体填充的剩余部分中具有降低的功率,从而导致如上所述相对于调节峰值流量的对模塑部件的相同有益效果。此外,以上述方式调节所述方法对于薄壁部件(例如 L/T 比率 >100)以及对于大射流量(例如,大于 50cc,具体地大于 100cc)是尤其有利的。

[0083] 对于给定的 L/T 比率,本文所公开的基本上恒定的注射压力方法和装置还要求比常规高可变压力注塑系统更小的功率,如下文图表中所示。

[0084]



[0085] 如上所示(由虚线),对于介于 100 至 250 之间的任何 L/T 比率,本文所公开的基本上恒定的注射压力法和装置要求比常规高可变压力注塑法更小的功率(即,具有较低的峰值功率流量因子)以填充给定的模具腔体,并且这种关系扩展到 L/T 为 300,以及 400L/T 和更大。事实上,本发明所公开的基本上恒定的注射压力方法和装置要求功率小于由下式计算的功率:

[0086] $Y=0.7218x+129.74$

[0087] 其中 Y= 峰值功率流量因子 ;且

[0088] X - L/T 比率

[0089] 在所有情况下,常规高可变压力注塑系统要求比由上式计算的功率更大的功率。

[0090] 现在转向图 5A-5D 以及图 6A-6D,示出了在其通过常规高可变压力注塑机填充时(图 5A-5D),以及通过基本上恒压注塑机填充时(图 5A-5D),模具腔体的一部分。

[0091] 如图 5A-5D 所示,在常规高可变压力注塑机开始通过浇口 30 将热塑性材料 24 注入模具腔体 32 中时,高注射压力趋于以高速率将熔融热塑性材料 24 注入模具腔体 32 中,这造成熔融热塑性材料 24 以层叠体 31,最常见被称为层流的方式流动(图 5A)。在模具腔体 32 完全充满之前,这些最外的层叠体 31 附着到模具腔体的壁并且随后冷却并冻结,从而形成冻结边界层 33 (图 5B)。然而,随着热塑性材料冻结,其也从模具腔体 32 的壁退缩,从而在模具腔体壁和边界层 33 之间留下间隙 35。该间隙 35 降低了模具的冷却效率。在浇口 30 的附近,熔融热塑性材料 24 也开始冷却并冻结,这减小了浇口 30 的有效横截面积。为了保持恒定的体积流量,常规高可变压力注塑机必须增加压力以迫使熔融热塑性材料穿过变窄的浇口 30。随着热塑性材料 24 继续流入模具腔体 32 中,边界层 33 越来越厚(图 5C)。

最后,整个模具腔体 32 基本上被冻结的热塑性材料填充(图 5D)。在该点处,常规高压注塑机必须保持填料压力,以将后退的边界层 33 推回模具腔体 32 壁以增加冷却。

[0092] 另一方面,基本上恒压注塑机使熔融热塑性材料,流入模具腔体 32 中(图 6A-6D)。在流动前沿 37 不断移动的情况下流动前沿 37 后的热塑性材料 24 保持熔融直至模具腔体 37 在冻结前基本上被填充(即,99% 或更多被填充)。因此,浇口 30 的有效横截面积不会减小,并且保持恒定的注射压力。此外,因为流动前沿 37 后的热塑性材料 24 是熔融的,所以热塑性材料 24 与模具腔体 32 的壁保持接触。因此,热塑性材料 24 在模塑过程的填充部分中冷却(没有冻结)。从而,该注塑过程的冷却部分不需要如常规过程一样长。

[0093] 因为热塑性材料保持熔融并不断移动进入模具腔体 32 中,所以要求比常规模具中更小的注射压力。在一个实施例中,注射压力可以为 6,000psi 或更小。因此,注射系统和夹紧系统不需要是大功率的。例如,本发明所公开的基本上恒定的注射压力装置可使用需要较低夹紧力,以及对应的较低夹紧电源的夹钳。此外,因为较低的功率要求,所以本发明所公开的注塑机可使用电压机,所述电压机的功率一般不足以大到用于在高可变压力下模塑薄壁部件的常规 101 级和 102 级注塑机中。即使当电压机足够用于一些具有较少模具腔体的简单模具中时,所述方法也可用本发明所公开的基本上恒定的注射压力方法和装置来改善,因为可使用较小的、较便宜的电动马达。本发明所公开的恒压注塑机可包含以下类型的电压机中的一种或多种:直接伺服驱动马达压机、双重马达皮带驱动压机、双重马达行星式齿轮压机、以及具有 200HP 或更小的额定功率的双重马达滚珠驱动压机。

[0094] 测试数据

[0095] 完成对测试模具的模具粘度测试,其用于产生上述力对 L/T 图表中的数据。该测试测定最佳的注射速率为 6" 每秒。运行 8" 每秒的附加速率以示出注射速率和模塑压力之间的关系。如上所述,当前行业惯例为以模塑压机能够实现的最大速率注射。下列数据示出,增加的注射速率导致模塑压力的显著增加,如由 8" 每秒数据运行所指示。在甚至更快的速率下注射,诸如 10" 每秒、20" 每秒或更快,将导致压力显著增加。测试数据概述于下表中。

[0096]

峰值功率流量因子对 L/T 图的数据						
材料	厚度	L/T	在 8in/s 下的峰值功率流量因子	在 6in/秒下的峰值功率流量因子	新方法的峰值功率流量因子	图表标签
35 MFI	2	62.5	420.15	360.53	6.15	35 MFI: PPF @ 8in/s 常规
	2	125	560.70	400.98	18.13	35 MFI: PPF @ 6in/s 常规
	2*	185	534.29	397.56	82.71	35 MFI: PPF 新方法
	2	240	568.47	404.40	130.28	
12 MFI	2	62.5	733.61	526.84	22.82	12 MFI: PPF @ 8in/s 常规
	2	125	687.22	492.85	103.45	12 MFI: PPF @ 6in/s 常规
	2	185	675.69	518.06	136.84	12 MFI: PPF 新方法
	2	240	703.58	528.70	159.89	
55 MFI	2	62.5	444.59	291.68	7.61	55 MFI: PPF @ 8in/s 常规
	2	125	473.08	344.33	42.70	55 MFI: PPF @ 6in/s 常规
	2	185	490.32	353.19	62.25	55 MFI: PPF 新方法

[0097]

	2	240	547.91	377.98	43.60	
基准线	厚度	L/T	值	*使用趋势线方程 ($y = 1.0857x - 80.383$) ; 其中 $x =$ L/T 值, 且 $y =$ 峰值功率流量, 计算在 185 L/T 下使用 35 MFI 的新方法的峰值流量因子数据点。		
	2	62.5	157.25			
	2	125	223.89			
	2	185	245.02			
	2	240	268.93			

[0098]

峰值体积流量数据的概述					
材料	厚度	L/T	在 8in/s 下的体 积流量 (m ³ /s)	在 6in/s 下的体 积流量 (m ³ /s)	新方法的体积分 量 (m ³ /s)
35 MFI	2	62.5	9.160E-05	8.262E-05	4.967E-06
	2	125	1.167E-04	9.339E-05	1.610E-05
	2*	185	1.185E-04	9.160E-05	3.719E-05
	2	240	1.185E-04	9.160E-05	7.671E-05
12 MFI	2	62.5	1.042E-04	8.441E-05	1.038E-05
	2	125	1.131E-04	8.980E-05	3.791E-05
	2	185	1.149E-04	8.980E-05	4.300E-05
	2	240	1.167E-04	8.980E-05	6.725E-05
55 MFI	2	62.5	1.006E-04	8.441E-05	8.360E-06
	2	125	1.167E-04	9.519E-05	9.519E-05
	2	185	1.203E-04	9.519E-05	4.959E-05
	2	240	1.203E-04	9.519E-05	4.669E-05

*使用趋势线方程 ($y = 2E-06e^{0.0158x}$) ; 其中 $x = L/T$ 值, 且 $y =$ 体积流量, 计算在 185 L/T 下使用 35 MFI 的新方法的体积流量数据点。

[0099]

材料	MFI
Braskem FPT350WV3	35
Braskem FT120W2	12
Flint Hills 5155	55

[0100]

注射螺杆数据	
螺杆直径 (mm)	30
注射面积 (mm ²)	706.86
注射面积 (in ²)	1.096

[0101]

转换因子	
1in	= 0.0254m
1mm	= 0.03937in
1in ³ /s	= 16.38706cm ³ /s
1psi	= 6894.757pa
1 瓦特	= 0.00134hp

[0102] 当比较模塑注塑部件所需的峰值流量和峰值功率水平时, 熔体温度和模具温度应在常规方法和恒压方法两者的运行条件之间均一致。此外, 这些温度设置一般应基于由树

脂制造商推荐的温度或在适宜的范围内以确保树脂按制造商预期来加工。

[0103] 本发明所公开的基本上恒压注塑机有利地减少了用于模塑加工的总循环时间,同时提高了部件质量。此外,在一些实施例中,本发明所公开的基本上恒压注塑机可使用电压机,所述电压机一般更节能并且要求比液压式压机更少的维护。另外,本发明所公开的基本上恒压注塑机能够使用更具挠性的支撑结构和适应性更强的递送结构,诸如更宽的台板宽度、增加的拉杆间距、消除拉杆、有利于更快移动的较轻重量的构造、以及非自然平衡的进料系统。因此,可改进本发明所公开的基本上恒压注塑机以适合递送需要并且更容易定制特定的模塑部件。

[0104] 另外,本发明所公开的基本上恒压注塑机和方法允许模具由更柔软的材料(例如,具有小于 30 的 Rc 的材料)制成,所述材料可具有较高的热导率(例如热导率大于 20BTU/HR FT²F),这导致具有改善的冷却能力和更均匀冷却的模具。

[0105] 值得注意的是,除非另外指明,本文可使用术语“基本上”、“约”和“大约”来表示可属于任何定量比较、值、量度或其它表示的不确定性的内在程度。本文也使用这些术语来表示定量表示可不同于所述参考值而不造成在讨论中受试主体的基本功能有变化的程度。除非本文另有定义,术语“基本上”、“约”、和“大约”是指定量比较、值、量度或其它表示可在所述基准的 20% 范围内。

[0106] 现在应当显而易见的是,本文所举例说明和所描述的产品的各种实施例均可通过基本上恒定的低压模塑法来生产。尽管本文具体地提到了包含消费品的产品或消费品产品自身,但应当显而易见的是,本文所述的模塑方法可适于结合用于以下行业中的产品来使用:消费品行业、食品服务行业、运输行业、医疗行业、玩具行业等。此外,本领域的技术人员将认识到本文所公开的教导内容可用于构造叠堆模具、包括旋转模具和芯后模具的多重材料模具、与模内装饰组合、嵌入件注塑、模具组件等。

[0107] 本发明的具体实施方式中引用的所有文献的相关部分以引用方式并入本文;任何文献的引用均不可解释为是对其作为本发明的现有技术的认可。如果此书面文件中术语的任何含义或定义与引入供参考的文件中所述术语的任何含义或定义相抵触,则以此书面文件中赋予所述术语的含义或定义为准。

[0108] 尽管本文举例说明和描述了特定实施例,但应当理解,在不脱离受权利要求书保护的主题的实质和范围的情况下,可作出各种其它改变和修改形式。此外,虽然本文描述了受权利要求书保护的主题的各种方面,但此类方面无需以组合方式来利用。因此有意地在所附权利要求中包括了在受权利要求书保护的主体范围内的所有此类改变和修改形式。

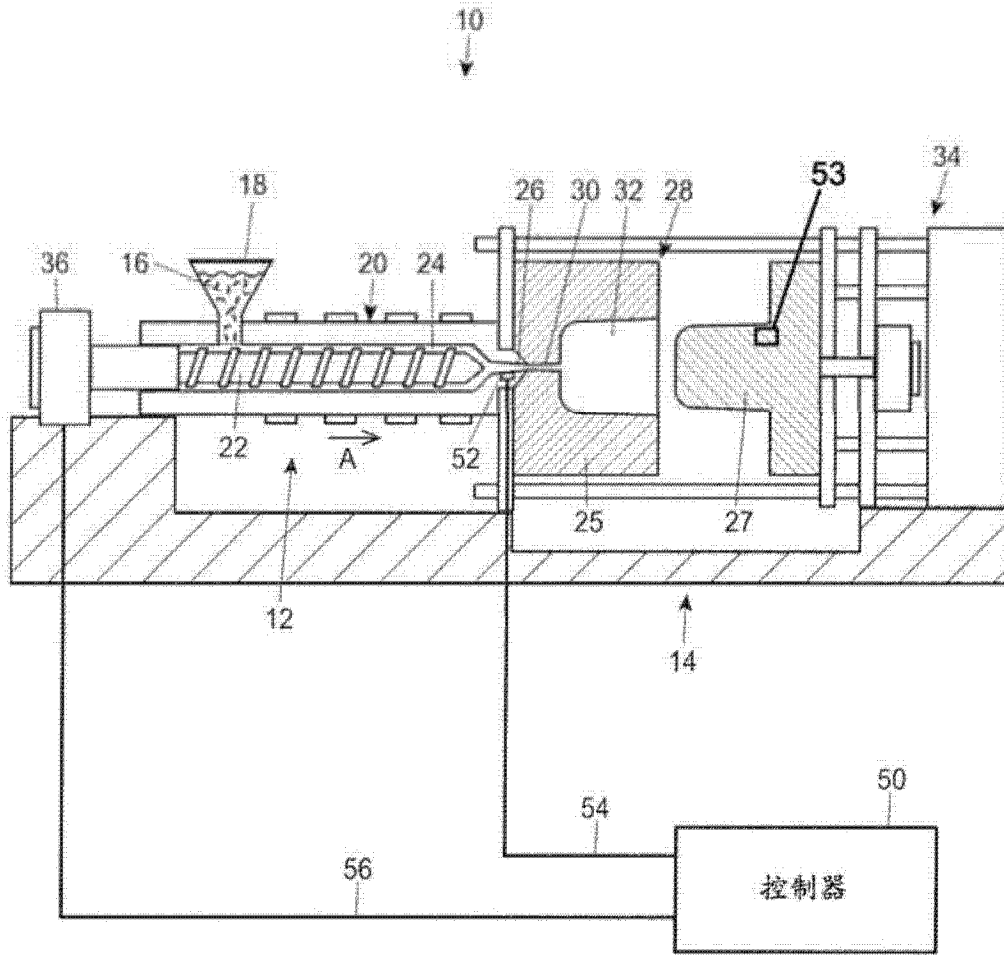


图 1

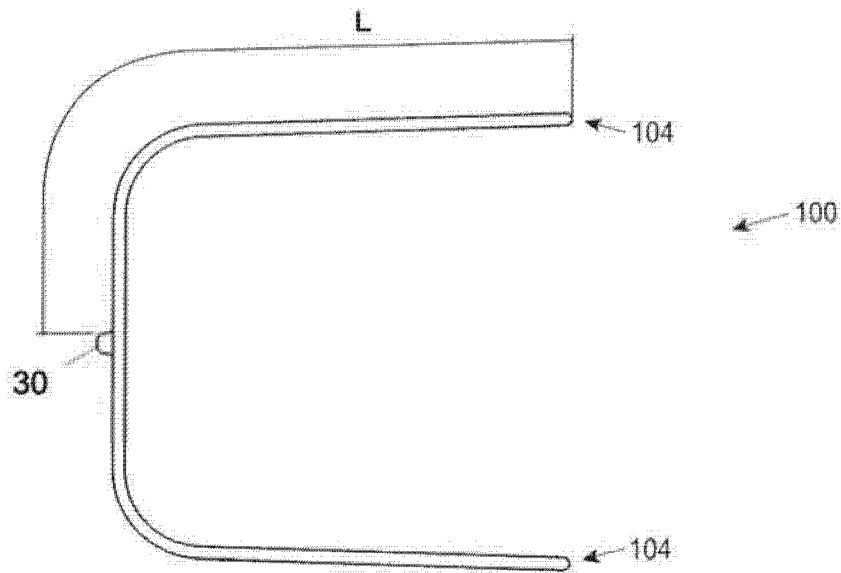


图 2

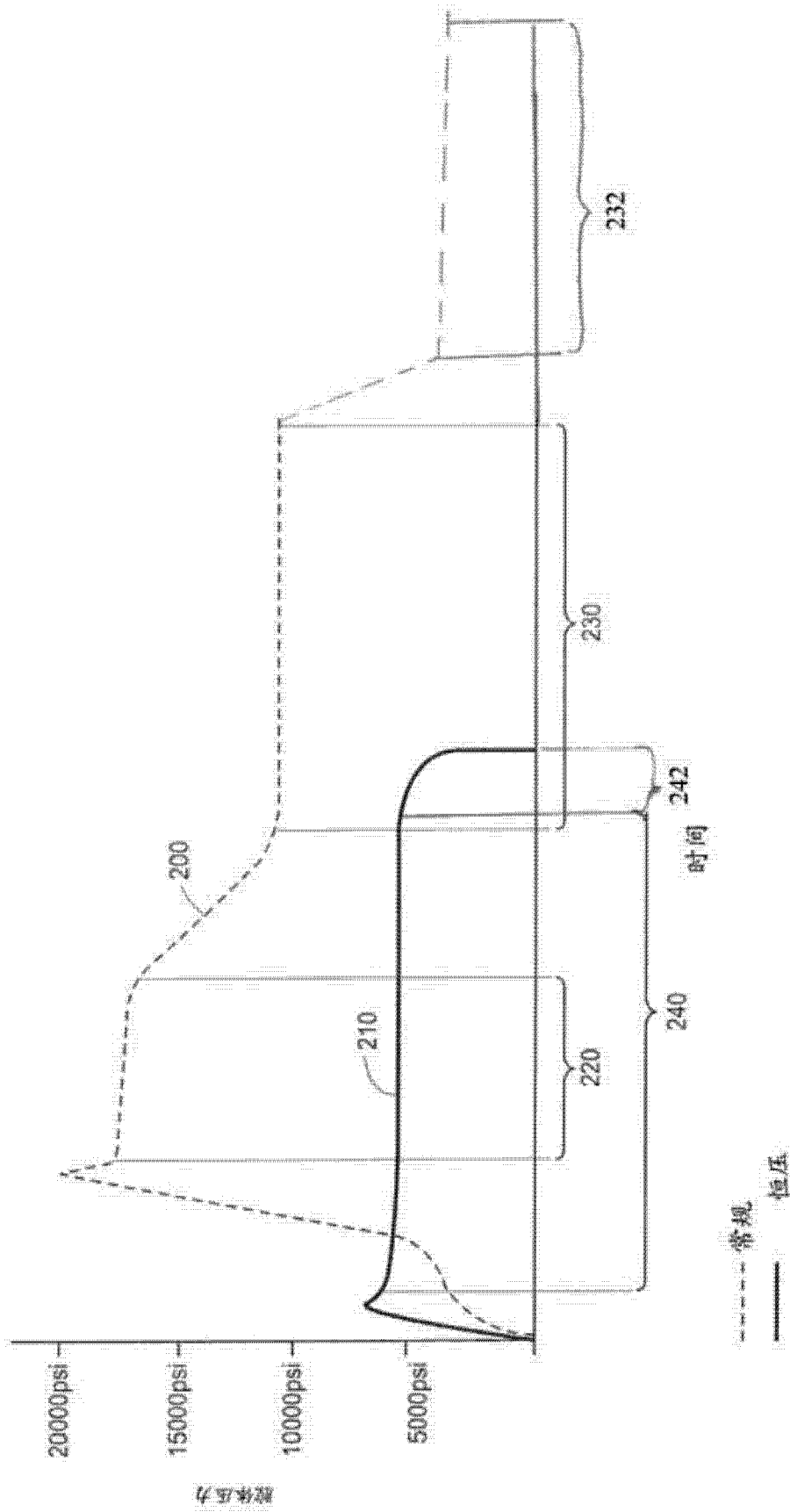


图 3

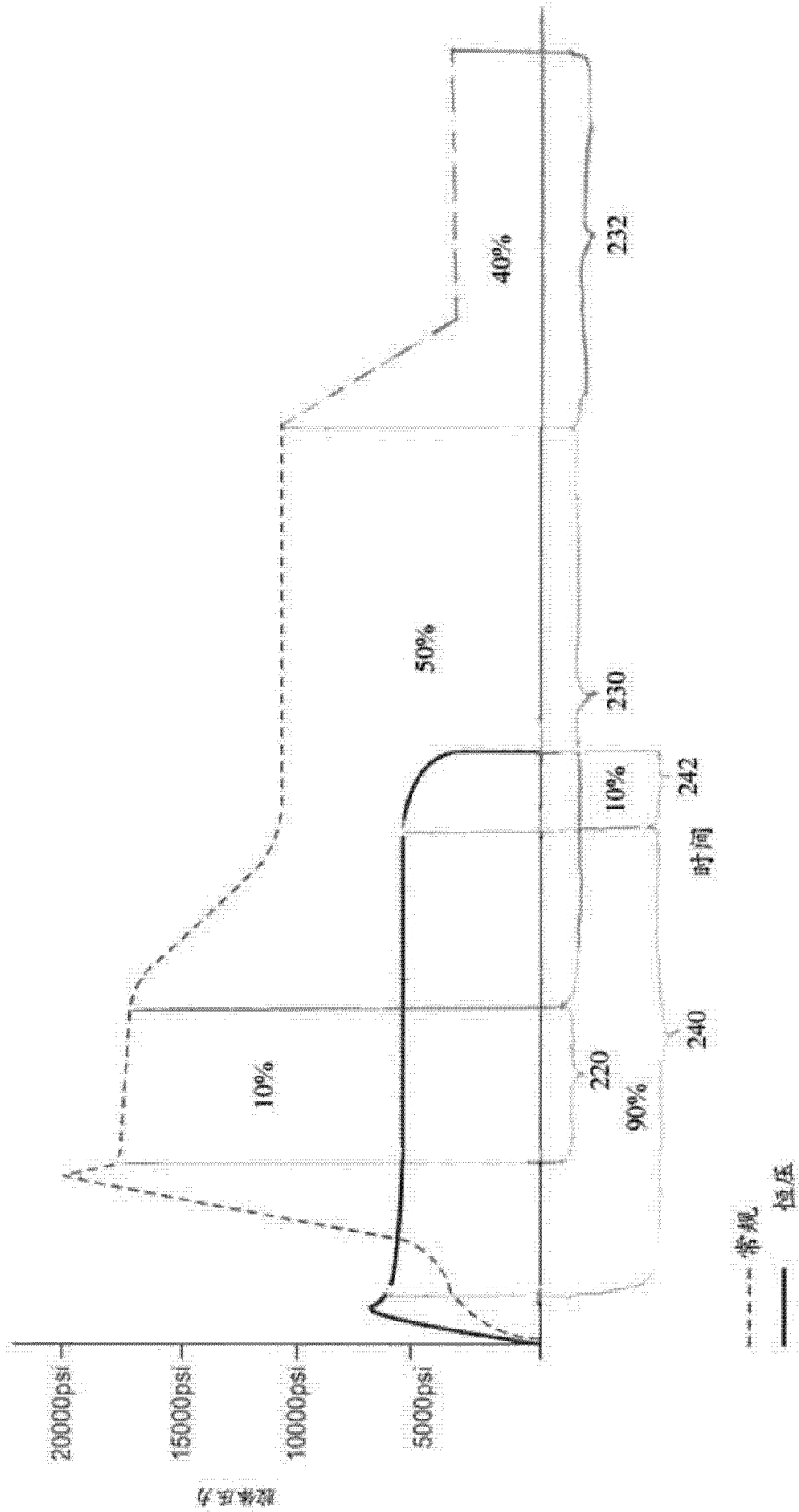


图 4

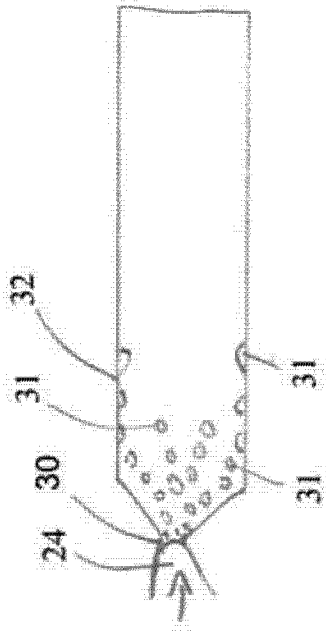


图 5A

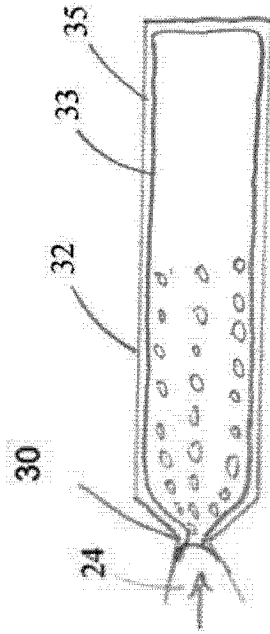


图 5B

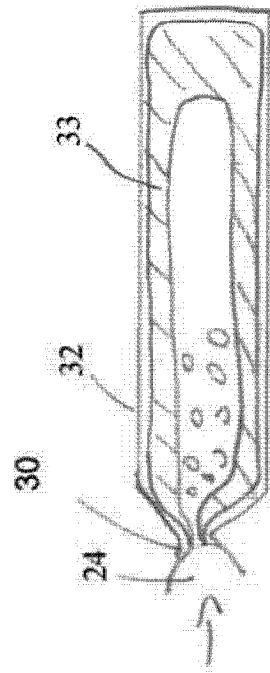


图 5C

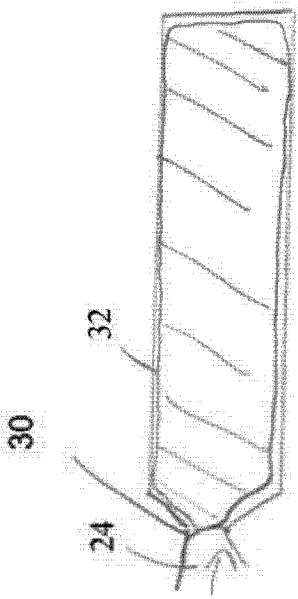


图 5D

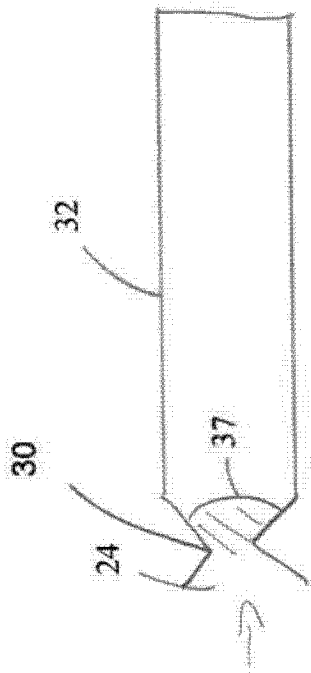


图 6A

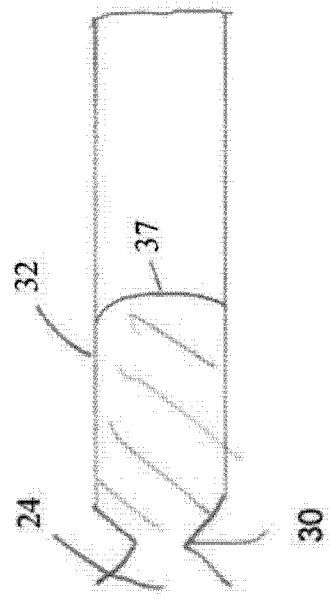


图 6B

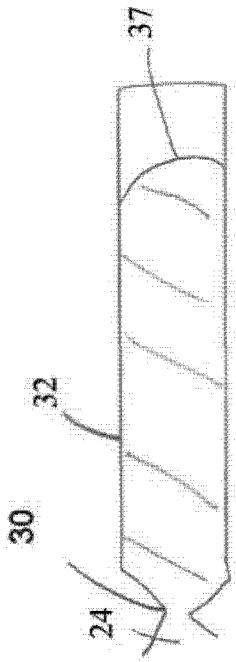


图 6C

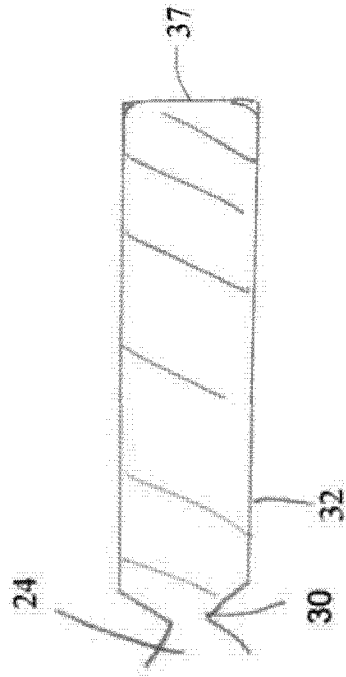


图 6D

1. 一种在基本上恒定的压力下注塑薄壁部件的方法,所述方法包括:

操作注射系统(图1中的#12)以推进熔融热塑性材料(图1中的#24)进入模具腔体(图1中的#32)中,其中所述模具腔体具有100或更大的L/T比率并且所述热塑性材料具有大于50cc的注射量,并且在增加的功率(0—t1,图表,第28页)下操作直至达到预定的注射压力;并且

其特征在于,所述方法还包括:

降低所述功率(t1—100,图表,第28页)直至所述模具腔体基本上充满热塑性材料以保持基本上恒定的注射压力;并且

所述操作包括其中峰值功率(t1,图表,第28页)在所述腔体被填充30%之前出现的操作。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述峰值功率在所述腔体被填充20%之前出现。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述峰值功率在所述腔体被填充10%之前出现。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述降低包括保持小于422千克力每平方厘米的基本上恒定的注射压力的降低。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述操作包括在所述热塑性材料穿过所述模具腔体推进时,保持无停顿地移动的热塑性材料的流动前沿为基本上连续的且移动的操作。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述操作包括在所述模塑材料的流动前沿开始冻结之前,将所述模具腔体填充至至少99%充满。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述操作包括推进熔融热塑性材料进入所述模具腔体中的操作,所述模具腔体具有200或更大的L/T比率。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述操作包括推进熔融热塑性材料进入所述模具腔体中的操作,所述模具腔体具有250或更大的L/T比率。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述操作包括操作所述注射系统,其中所述热塑性材料具有大于50cc的注射量。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述操作包括操作所述注射系统,其中所述热塑性材料具有大于100cc的注射量。