



(10) 授权公告号 CN 110730710 B

(45) 授权公告日 2022.05.17

(21) 申请号 201880038559.X

(22) 申请日 2018.05.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110730710 A

(43) 申请公布日 2020.01.24

(30) 优先权数据
62/523,067 2017.06.21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.12.10

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/035079 2018.05.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/236561 EN 2018.12.27

(73) 专利权人 艾姆弗勒克斯有限公司
地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 W·F·劳莱斯三世 R·A·波拉德
G·M·艾尔托宁 C·C·黄

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100
专利代理师 茅翊恣

(51) Int.Cl.
B29C 45/76 (2006.01)
B29C 45/77 (2006.01)
B29K 105/24 (2006.01)

(56) 对比文件
US 5447425 A, 1995.09.05
CN 105829049 A, 2016.08.03

审查员 徐宁

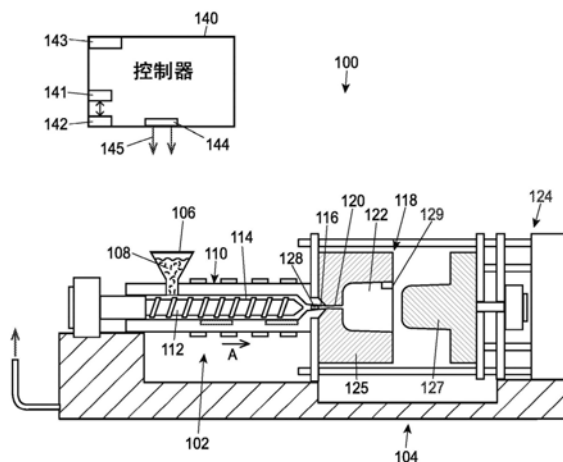
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

使用应变数据交联聚合物的注射模制

(57) 摘要

使用基于测量的应变的非时间依赖的计算的变量来有效地确定用于模腔中膨胀交联聚合物部件的最佳保持轮廓。一种系统和/或方法可以首先将熔融膨胀交联聚合物注入模腔中,然后在注射模制系统内的模腔处或另一位置处测量应变,之后在注射模制周期期间计算至少一个非时间依赖的变量。接下来,该系统 and/或方法对于部件开始保持轮廓,并且一旦完成保持轮廓,就将部件从模腔中排出,从而开始固化轮廓。



1. 一种用于确定膨胀交联聚合物部件在注射模制系统的注射模制周期期间是否准备好从模腔排出的方法,所述方法包括:

在低于膨胀交联聚合物的活化温度的温度下将熔融的膨胀交联聚合物注入模腔中;

将所述模腔加热到高于膨胀交联聚合物的活化温度的温度;

在所述注射模制周期期间,测量形成所述模腔的模具侧的外表面处的应变,并且测量所述注射模制系统的温度,用来与测量到的应变结合使用;

在所述注射模制周期期间,从测量的应变和测量的温度计算至少一个非时间依赖的变量;

对于所述部件,开始保持轮廓;

一旦完成所述保持轮廓,就将所述部件从所述模腔中排出,并且对于所述部件开始固化轮廓,以完成膨胀交联聚合物的膨胀,并且其中,开始所述保持轮廓包括:

一旦所述计算的至少一个非时间依赖的变量达到第一阈值,就开始所述保持轮廓;

限制额外的熔融的膨胀交联聚合物注入所述模腔中;以及

一旦所述计算的至少一个非时间依赖的变量达到第二阈值,就终止所述保持轮廓,其中,所述第一阈值指示所述模腔基本上充满了熔融的膨胀交联聚合物,并且

其中,所述第二阈值指示所述部件在结构上完好,以开始膨胀交联聚合物在所述模腔外部的膨胀和交联。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述计算的至少一个非时间依赖的变量另外地包括腔体压力值。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述保持轮廓在基本恒定的压力下开始。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,开始所述固化轮廓包括:

进一步计算不同的非时间依赖的变量;以及

一旦所述计算的不同的非时间依赖的变量达到第三阈值,就从所述注射模制系统排出所述部件。

5. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,所述第三阈值指示所述部件的膨胀交联聚合物完全成型。

6. 如权利要求4所述的方法,其特征在于,所述计算的不同的非时间依赖的变量包括压力值。

7. 如权利要求1至3中的任一项所述的方法,其特征在于,开始所述固化轮廓包括允许所述部件冷却预定的时间量。

8. 一种膨胀交联聚合物注射模制系统,所述系统包括:

注射模制机器,所述注射模制机器包括注射单元和形成模腔的模具,所述注射单元适于接纳熔融的膨胀交联聚合物并且在低于熔融的膨胀交联聚合物的活化温度的温度下将熔融的膨胀交联聚合物注入所述模腔中以形成模制部件,所述模腔适于加热到高于熔融的膨胀交联聚合物的活化温度的温度;

控制器,所述控制器适于控制所述注射模制机器的操作;以及

一个或多个传感器,所述一个或多个传感器联接到所述注射模制机器和所述控制器;

其中,所述一个或多个传感器中的至少一个传感器适于在注射模制周期期间测量形成所述模腔的模具侧的外表面处的应变,并且所述一个或多个传感器中的至少另一个传感器

适于在注射模制周期期间测量所述注射模制系统的温度,用来与测量到的应变结合使用,

其中,所述控制器适于对于由注入的熔融的膨胀交联聚合物形成的部件开始保持轮廓,并且还适于一旦完成所述保持轮廓就使所述部件从所述模腔中排出,并且对于所述部件开始固化轮廓,以完成熔融的膨胀交联聚合物的膨胀,

其中,所述控制器通过当从所述测量的应变和测量的温度计算的至少一个非时间依赖的变量达到第一阈值时开始所述保持轮廓来开始所述保持轮廓,限制了额外的熔融的膨胀交联聚合物注入所述模腔中,并且当所述计算的至少一个非时间依赖的变量达到第二阈值时,终止所述保持轮廓,

其中,所述第一阈值指示所述模腔基本上充满了熔融的膨胀交联聚合物,

其中,所述第二阈值指示所述部件在结构上完好,以开始熔融的膨胀交联聚合物在所述模腔外部的膨胀和交联。

9.如权利要求8所述的系统,其特征在于,所述计算的至少一个非时间依赖的变量包括腔体压力值。

10.如权利要求8或9所述的系统,其特征在于,开始所述固化轮廓包括:

进一步计算不同的非时间依赖的变量;以及

一旦所述计算的不同的非时间依赖的变量达到第三阈值,就从所述注射模制系统排出所述部件。

11.如权利要求10所述的系统,其特征在于,所述第三阈值指示所述部件的膨胀交联聚合物完全成型。

12.如权利要求10所述的系统,其特征在于,所述计算的不同的非时间依赖的变量包括压力值。

13.如权利要求8或9所述的系统,其特征在于,开始所述固化轮廓包括允许所述部件冷却预定的时间量。

14.如权利要求8或9所述的系统,其特征在于,所述保持轮廓在基本恒定的压力下开始。

使用应变数据交联聚合物的注射模制

技术领域

[0001] 本公开总地涉及注射模制,并且更具体地,涉及膨胀交联聚合物的注射模制,并使用测量的应变来控制膨胀交联聚合物的注射模制。

背景技术

[0002] 注射模制是通常用于大量制造由热塑料材料构成的部件的技术。在重复注射模制工艺期间,将通常呈小团粒或珠粒形式的热塑性树脂引入在热量和压力下熔融团粒的注射模制机器中。熔融材料随后强制地注入具有特定期望腔体形状的空腔中。注射的塑料在压力下保持在空腔中,并且随后冷却并作为形状与模具的空腔形状极其相似的固化部件移除。单个模具可具有任何数量的单独腔体,其可通过引导熔融树脂流入腔体的浇口连接到流动通道。

[0003] 膨胀交联聚合物(例如,乙烯-乙酸乙烯酯或“EVA”)是通常注射模制的一类聚合物。膨胀交联聚合物的典型注射模制工艺大体上包括四个基本操作。首先,在注射模制机器中加热塑料以允许塑料在压力下流动;当注射模制膨胀交联聚合物时,在此步骤中,将聚合物加热到低于聚合物的活化温度的温度,或在聚合物内开始发生膨胀和交联的温度。

[0004] 接下来,将熔融塑料注入限定在已闭合的两个模具半体之间的一个或多个空腔中。模具或腔体的温度设置为足够高的值,以激活化学反应或引起聚合物开始膨胀和交联的反应。在第三步骤中,将塑料保持在压力下以允许在一个或多个腔体中发生足够的交联和膨胀(或吹制)。最后,打开模具半体,并且将模制品从模具中取出或排出,从而允许塑料膨胀到最终形状和构造,该最终形状和构造大于空腔的内部容积。

[0005] 在常规系统中,将固定的预定体积的塑料注入空腔中。该体积仅部分地填充空腔。然后加热空腔以引起化学反应,此时,然后使塑料膨胀以填充空腔并交联指定的保持时间。

[0006] 在该部件排出后,将其从模具中快速移至稳定通道,在此处发生固化。通过快速从模具移除部件,部件可以完全膨胀,并且由于材料在部件仍被捕获在模具中的区域处受约束不膨胀而将不会变形。在固化阶段期间,允许部件缓慢冷却至接近室温的温度。过量的内部气体将缓慢地从部件中逸出。

[0007] 确定或计算出塑料被排出的时间(这取决于计算的保持时间),以为注射的塑料提供足够的时间来膨胀和交联(从而充分硬化)为期望的最终形状,从而使塑料不会变形或以其它方式变坏。然而,由于材料和机器的差异,使用固定的保持时间作为确定变量可能会导致内部峰值腔体压力变化,这可能会影响空腔中的交联和膨胀。具体地,引起部件膨胀的化学反应的一致性较差,如通过现有系统中的压力建立延迟和不一致两者所证明的。反过来,当部件从模具中排出并进入固化阶段时,模制部件将继续膨胀和交联直至达到最终形式,膨胀和交联可能会以变化的速率发生,从而导致部件尺寸不一致。此外,部件可能有难看的瑕疵和其它不期望的缺陷。

[0008] 例如,熔融塑料在后续注射周期中可具有略微不同的材料特征,因此如果后续注射周期依赖于先前的保持时间,那么可引起部件瑕疵、缺陷及其它不规则性发生。如果部件

保持在腔体中长于所需的时间,则总注射模制周期不必要地长,因此注射模制机器消耗过多的能量,其进而增加操作成本且不利地影响生产能力。此外,模制部件在模具中可能不会经受一致的传热,这可能会导致不均匀的表皮层。模制部件的孔结构也可以是不均匀的,这意味着自由基分子可能不对齐。当这些分子均匀分布时,所得部件具有更稳定的尺寸和物理性能。

[0009] 此外,由于变化的模具厚度,常规系统通常在模制工艺期间不能在整个塑料中提供均匀的热量分布。通过不均匀地加热塑料,模腔内的塑料的不同区域可以以不同的速率膨胀,这可能导致具有宽的公差的不一致的部件。

[0010] 此外,模制部件的尺寸可能不正确(意味着部件可能太大或太小),并且可能由于交联不足而变得太软或太有弹性。结果,模制部件可能无法通过诸如磨损测试、压缩永久变形测试和/或利用受控负载在多次紧密撞击下测量能量损失的动态弹性测试之类的许多客观测试。

[0011] 使用非时间依赖的测量变量来控制用于使交联聚合物膨胀的注射模制系统解决了上述问题。然而,一些用于测量非时间依赖的变量的直接传感器(诸如放置在模腔内的传感器),在部件表面上留下了不期望的标记。例如,对具有高光洁度的注塑部件的需求一直在增长,并且定位在模腔中的直接传感器趋向于损坏部件的高光洁度,从而需要进行模制后运行以精加工或以其它方式掩盖或从部件移除损坏的区域。结果,不位于模腔中的间接传感器是较佳的。此外,当模制系统用于制作医疗应用的产品时,传感器和热塑料材料之间的接触会被禁止。

发明内容

[0012] 在本发明的范围内的实施例是针对使用根据测量的应变计算的非时间依赖的测量变量以有效地确定形成在模腔中的一个或多个膨胀交联部件的最佳保持轮廓(profile)。一种系统和/或方法可以首先将熔融膨胀交联聚合物注入模腔中,然后在注射模制系统内的模腔处或另一位置处测量应变,之后在注射模制周期期间根据测量的应变计算至少一个非时间依赖的变量。接下来,该系统 and/或方法对于该部件开始保持轮廓,并且一旦完成保持轮廓,就将部件从模腔中排出,从而该系统 and/或方法对于该部件开始固化轮廓。

[0013] 在这些示例中,模腔在注射阶段几乎被完全填充。当至少一个计算的非时间依赖的变量达到第一阈值时,合适的保持轮廓开始,并且持续直到计算的至少一个非时间依赖的变量达到第二阈值。在此期间,限制了额外的熔融膨胀交联聚合物被注入模腔中。

[0014] 在一些示例中,第一阈值指示模腔基本上充满熔融膨胀交联聚合物。第二阈值可以指示该部件在结构上完好并且准备好被排出。

[0015] 在一些示例中,计算的变量是腔体压力值。在这些示例中,第一阈值可以是腔体压力中的名义增加。第二阈值可以指示在指定的时间段内基本恒定的腔体压力值。关于腔体压力测量的阈值的其它示例是可能的。

[0016] 在其它示例中,计算的变量是温度值。在这些示例中,第一阈值可以是高于初始腔体温度的名义增加。第二阈值可以表示在指定的时间段内基本恒定的腔体温度值。关于腔体温度测量的阈值的其它示例是可能的。

[0017] 在一些示例中,固化轮廓的开始包括首先从测量的应变计算不同的非时间依赖的变量。一旦计算的不同的非时间依赖的变量达到第三阈值,就终止固化轮廓。在这些示例中,第三阈值可以指示该部件在结构上完好。计算的不同的非时间依赖的变量包括压力值。

[0018] 在其它示例中,开始固化轮廓包括允许部件冷却预定时间量。

[0019] 在一些方法中,膨胀交联聚合物注射模制系统包括:注射模制机器,其包括注射单元和形成至少一个模腔的模具;控制器,其适于控制注射模制机器的运行;以及联接到注射模制机器和控制器的一个或多个传感器。注射单元适于将熔融膨胀交联塑料材料接纳并注入至少一个模腔中以形成模制部件。一个或多个传感器中的至少一个传感器适于在注射模制周期期间测量应变。控制器适于对于膨胀交联聚合物部件开始保持轮廓,并且还适于一旦完成保持轮廓就使模制部件从模腔中排出,然后此时开始固化轮廓。

[0020] 通过优化保持轮廓,生产出具有最小缺陷和尺寸变化的一致部件。基于应变数据计算一个或多个非时间依赖的变量可用作何时进行工艺参数决策的高度精确测量。此外,由于当使用优化的保持轮廓时生产的模制部件的一致性,后续的固化轮廓可以进一步确保模制部件保持一致并且在严格的公差范围内(例如,在大约2mm的公差范围内)。

附图说明

[0021] 通过提供以下具体实施方式中描述的用于注射模制膨胀交联聚合物的方法的一种、一种以上或任何组合,至少部分地满足了上述需求,特别是结合附图进行研究时,附图中:

[0022] 图1根据本公开的各种实施例示出了具有与其联接的两个应变仪和控制器的示例性注射模制机器的正视图;

[0023] 图2根据本公开的各种实施例示出了在膨胀交联聚合物的注射模制期间,发泡剂和交联剂之间随时间的示例关系;以及

[0024] 图3根据本公开的各种实施例示出了在膨胀交联聚合物注射模制周期期间螺杆位置、腔体压力和熔融压力之间的示例关系。

[0025] 技术人员将理解,附图中的元件是为了简单和清楚而示出的,并且不一定按比例绘制。例如,附图中的一些元件的尺寸和/或相对位置可以相对于其它元件被放大,以帮助改善对本发明的各种实施例的理解。而且,通常没有描绘在商业上可行的实施例中有用或必需的普通但易于理解的元件,以便于对这些各种实施例的较少阻碍的观察。还应当理解,可以以特定的发生顺序描述或描绘某些动作和/或步骤,而本领域技术人员将理解,实际上不需要序列方面的这种特定性。还应当理解,如上文所述,本文使用的术语和表达具有与技术领域的技术人员理解的这些术语和表达相一致的普通技术含义,除非本文另外阐述了不同的具体含义。

具体实施方式

[0026] 本文描述了用于膨胀交联聚合物的注射模制工艺。膨胀交联聚合物的示例是EVA,当聚合时,它包括被温度活化的任何数量的交联剂和任何数量的发泡剂。例如,发泡剂和交联剂可以在大约160℃至大约190℃之间,或者更佳地在大约165℃至大约185℃之间,并且更佳地在大约170℃至180℃之间被活化,这可以提供发生发泡和交联的最佳范围。其它示

例是可能的。

[0027] 如图1所示,模制膨胀交联聚合物的注射模制机器100包括注射单元102和夹持系统104。本文所述的方法可适用于立式压力注射模制机器和任何其它已知类型的注射模制机器。注射单元102包括料斗106,该料斗106适于接纳呈团粒108形式或任何其它合适形式的膨胀交联聚合物材料。在许多这些示例中,团粒108包括任何数量的发泡剂、交联剂和类似物。其它示例是可能的。

[0028] 料斗106将团粒108馈送到注射单元102的经加热的筒体110中。一旦馈送到经加热的筒体110中,就可通过往复式螺杆112将团粒108驱动到经加热的筒体110的端部。通过往复式螺杆112加热经加热的筒体110并且压制团粒108引起团粒108熔融,由此形成熔融塑料材料114。熔融塑料材料114通常在大约110°至大约150°之间的范围内选定的温度下进行处理。该熔融温度在熔融塑料材料114的活化温度之下。

[0029] 往复式螺杆112向前推进且迫使熔融塑料材料114朝向喷嘴116以形成一束(shot)塑料材料114,其将经由引导熔融塑料材料114流到模腔122的一个或多个浇口120最终注入模具118的模腔122中。在其它实施例中,喷嘴116可通过馈送系统(未示出)与一个或多个浇口120分离。模腔122形成在模具118的第一模侧125与第二模侧127之间,并且第一模侧125与第二模侧127在压力下经由压机或夹持单元124结合在一起。模具118可包括任何数量的模腔122以增加总生产率。腔体的形状和/或设计可相同、类似和/或彼此不同。

[0030] 在模制工艺期间压机或夹持单元124施加预定夹持力,该夹持力大于通过注射压力施加的力,该注射压力作用以使两个模具半体125、127分离,由此在将熔融塑料材料114注入模腔122中时使第一模侧125及第二模侧127结合在一起。为支承这些夹持力,除任何其它数量的组件之外,夹持系统104可包括模具框架及模具基底。

[0031] 往复式螺杆112继续向前移动,致使该束熔融塑料材料114被注入模腔122中。将模腔122加热到高于熔融塑料材料114的活化温度的温度。例如,模腔122可以被加热到大约160℃至大约185℃之间,并且较佳地加热到大约170℃至180℃之间。这样,随着熔融塑料材料114接触模腔122的侧壁,化学反应开始在熔融塑料材料114内发生。应当理解,模腔122的壁可以在注射熔融塑料材料114之前被预热,或者替代地,可以随着熔融塑料材料114进入模腔122被快速加热到合适的温度。可用于加热限定模腔的模具表面的加热技术的示例为:电阻加热(或焦耳加热)、传导、对流、使用加热流体(例如,歧管或护套中的过热蒸汽或油,以及热交换器)、辐射加热(诸如通过使用来自细丝或其它发射器的红外辐射之类)、RF加热(或介电加热)、电磁感应加热(在本文中也称为感应加热)、使用热电效应(也称为珀耳帖-塞贝克(Peltier-Seebeck)效应)、振动加热、声波加热以及使用热泵、热管、筒式加热器或电阻丝,无论是否使用它们,均被视为在任何一种以上列出的加热方式的范围内。

[0032] 注射模制机器100还包括控制器140,其经由连接件145与机器100通信地联接,并且通常用于控制注射模制机器100的操作。连接件145可以是适于传输和/或接收电子信号的任何类型的有线和/或无线通信协议。在这些示例中,控制器140与至少一个传感器信号通信,诸如例如与位于喷嘴116中的应变传感器128和/或位于模具118的外表面上的应变传感器129信号通信。应变传感器129可以直接固定到模具118的外表面,或者可以通过组件固定到模具118的外表面。位于注射模制系统的喷嘴中的应变传感器的示例在2017年6月7日提交的并且题为“用于注射模制设备上游喷嘴传感器和使用方法(Upstream Nozzle

Sensor for Injection Molding Apparatus and Methods of Use)”的美国专利申请第15/615,996号中公开,该公开以参见的方式纳入本文。直接固定到模具外表面的应变传感器的示例在2016年7月22日提交的并且题为“使用一个或多个应变仪作为虚拟传感器的注射模制方法(Method of Injection Molding using One or More Strain Gauges as a Virtual Sensor)”的美国专利申请第15/216,754号中公开,该公开以参见的方式纳入本文。通过组件固定在模具的外表面上的应变传感器的示例在2017年3月3日提交的并且题为“用于注射模制设备的外部传感器套件和使用方法(External Sensor Kit for Injection Molding Apparatus and Methods of Use)”的美国专利申请第15/448,992号中公开,该公开以参见的方式纳入本文。

[0033] 在一些布置中,如图1所示,应变传感器129通过应变仪传感器组件附连到模具118。模具118的第一模侧125具有在其中钻出的孔。应变仪传感器组件258的第一部分通过螺栓282固定到第一模侧125,螺栓282穿过应变仪传感器组件258的第一部分并插入第一模侧125,并通过销284,该销284部分地插入应变仪传感器组件258的第一部分中,并且部分地插入第一模侧125的孔中。第二模侧127具有钻入其中的孔,并且应变仪传感器组件262的第二部分通过螺栓288固定到第二模侧127,螺栓288穿过应变仪传感器组件262的第二部分插入第二模侧127中,并且通过销90,该销90部分地插入应变仪传感器组件262的第二部分中,并且部分地插入第二模侧127中的孔中。应变仪传感器组件262的第二部分的侧部沿着第二模侧127的边缘与模具118的分模线对齐,并且构造成当模具118闭合时接触应变仪传感器组件258的第一部分。

[0034] 返回图1,应理解,能够感测任何数量的模具118和/或机器100的特征的任何数量的额外传感器可放置在机器100的期望位置处。具体地,可以将温度传感器放置在机器100上,并且从温度传感器获得的数据可以与来自应变传感器128或应变传感器129的所测量的应变结合使用。此外,尽管在图1中示出了两个应变传感器128和129,但是可以在机器100上设置单个应变传感器或两个以上应变传感器。

[0035] 控制器140可相对于注射模制机器100设置在多个位置中。作为示例,控制器140可与机器100成整体、包含在安装在机器上的外壳中、包含在邻近或接近机器定位或可远离机器定位的单独的外壳中。在一些实施例中,控制器140可经由如本领域中已知和/或常用的有线和/或有线信号通信部分地或完全控制机器的功能。

[0036] 应变传感器128产生传输至控制器140的输入部的信号。控制器140与虚拟腔体传感器141通信,该虚拟腔体传感器141被实现为程序或一组软件指令。在本公开中,术语“虚拟腔体传感器”是指可以在不直接测量该非时间依赖的变量的情况下,计算诸如模腔122内的压力之类的非时间依赖的变量的值的模块。如果应变传感器128不位于喷嘴116内,则控制器140可用逻辑、命令和/或可执行程序指令来设定、构造和/或程序化以提供适当的校正因子,从而估计或计算喷嘴116中的所测量特征的值。

[0037] 同样,应变传感器129产生传输到虚拟腔体传感器141和控制器140的输入部的信号。如果应变传感器129不设置在模腔122上,则控制器140可用逻辑、命令和/或可执行程序指令来设定、构造和/或程序化以提供适当的校正因子,从而估计或计算填充结束位置处的测量特性的值。

[0038] 应理解,任何数量的额外传感器可用于感测和/或测量包括但不限于应变的操作

参数。例如,2016年6月30日提交并公开为美国公开第2017/0001356号的美国专利申请第15/198,556号,描述了一种定位成填充结束之前以预测填充结束的传感器,并且其全文以参见的方式纳入本文。

[0039] 控制器140也与螺杆控制部126信号通信。在一些实施例中,控制器140产生信号,该信号从控制器140的输出部传输至螺杆控制部126。控制器140可控制任何数量的机器特征,诸如例如,注射压力(通过以保持喷嘴116中的熔融塑料材料114的期望熔融压力的速率来控制螺杆控制部126推进螺杆112)、筒体温度、夹钳闭合和/或打开速度、冷却时间、向前注射时间、保持轮廓、总周期时间、压力设定点、排出时间、固化轮廓、螺杆恢复速度及螺杆流速。其它示例是可能的。

[0040] 来自控制器140的一个或多个信号可大体上用于控制模制工艺的操作,使得控制器140考虑材料黏度、模腔122温度、熔融温度的变化及其它影响填充速率的变化。可通过控制器140实时或接近实时(即,用对工艺进行感测值及变化的传感器128与129之间的最小延时)进行调整,或可在后续周期中进行校正。此外,来源于任何数量的单独周期的若干信号可用作对模制工艺做出调整的基础。控制器140可经由本领域中已知的或以后开发的任何类型的信号通信连接到机器100中的传感器128、传感器129、螺杆控制部126及或任何其它组件。

[0041] 控制器140包括适于控制其操作的虚拟腔体传感器141、任何数量的硬件元件142(诸如例如内存模块和/或处理器之类)、任何数量的输入部143、任何数量的输出部144及任何数量的连接件145。虚拟腔体传感器141可直接加载到呈非暂时性计算机可读介质形式的控制器140的内存模块上,或可替代地位于远离控制器140处,并且可经由任何数量的控制方法与控制器140通信。虚拟腔体传感器141包括逻辑、命令和/或可执行程序指令,该可执行程序指令可包含用于根据模具周期控制注射模制机器100的逻辑和/或命令。虚拟腔体传感器141可以或不包括操作系统、操作环境、应用环境和/或用户接口。

[0042] 硬件142使用输入部143从被控制器140控制的注射模制机器接收信号、数据及信息。硬件142使用输出部144将信号、数据和/或其它信息发送至注射模制机器。连接件145表示一路径,通过该路径可将信号、数据及信息在控制器140与其注射模制机器100之间传输。在各种实施例中,该路径可为物理连接件或非物理通信链路,该非物理通信链路类似于以本文所述或本领域中已知的任何方式构造的直接或间接的物理连接件工作。在各种实施例中,控制器140能以本领域中已知的任何额外或替代性方式构造。

[0043] 连接件145表示一路径,通过该路径可将信号、数据及信息在控制器140与注射模制机器100之间传输。在各种实施例中,这些路径可以是物理连接件或非物理通信链路,该非物理通信链路类似于以本文所述或本领域中已知的任何方式构造的直接或间接的物理连接件工作。在各种实施例中,控制器140能以本领域中已知的任何额外或替代性方式构造。

[0044] 如先前所述,在注射模制周期期间,应变传感器128、129适于测量与操作机器100相关的应变。虚拟腔体传感器141构造成在注射周期期间从测得的应变计算至少一个非时间依赖的变量。尽管所示的布置示出了两个用于测量应变的应变传感器128和129,但是虚拟腔体传感器141可以基于来自单个应变传感器或来自两个或多个应变传感器的数据来计算至少一个非时间依赖的变量。虚拟空腔传感器141也可以使用非应变数据来计算至少一

个非时间依赖的变量,非应变数据是诸如由温度传感器提供的温度数据。在操作期间,控制器140开始保持轮廓,该保持轮廓可以存储在虚拟腔体传感器141中。在一些示例中,一旦计算的变量达到阈值就可以开始保持轮廓。一旦完成保持轮廓,控制器140就将向机器发送信号,该信号使模腔122打开并从模具118中排出部件,从而使其可以开始固化轮廓,在必要时会发生持续的膨胀和交联,以形成结构上完好的模制部件。例如,结构上完好的模制部件可能无毛刺、残留、飞边、部分填充、烧伤、撕裂、诸如表面层上凹痕和/或漩涡的最小缺陷、厚度变化处的弱点,并且应具有均匀的机械性能。

[0045] 在这些示例中,变量或特征可以是除时间(例如,周期、步骤或任何其它时间)外的变量或特征,因此不直接测量时间并用于确定保持轮廓的长度,并且相应地何时排出部件。而是,变量或特征依赖于作为确定部件准备状态的因子的另一值或指示。使用一个或多个非时间依赖的变量是有利的,因为在连续运行期间,即使使用相同的团粒108供应,在注射与注射之间团粒质量、催化剂稳定性、环境条件或其它因素的变化,也可能影响聚合物材料的交联。虽然时间依赖的工艺可以在大多数时候提供令人满意的部件,但是基于一个或多个非时间依赖的变量来确定脱模准备状态的系统是较佳的,因为这样可以为模制系统的每个单独注射或运行提供更准确的评估。

[0046] 转到图2,其示出了膨胀交联合聚合物的发泡剂和交联剂之间随时间变化的示例关系,在注射模制工艺期间,发泡剂首先在给定温度下活化并随着时间开始反应。一般而言,图2中实线所示的发泡剂会使部件膨胀,从而决定部件的尺寸。在与发泡剂活化大致相同的点处,如图2中的虚线所示,交联剂活化并开始在聚合物内形成结构键。发泡剂和交联剂都会产生放热反应,因此随着反应的进行,它们会产生热量,进而致使发泡剂和交联剂继续它们各自的化学反应。当吹制工艺结束时,反应将停止放热。在该点处,交联持续到该部分被充分形成为止,这意味着熔融塑料材料114不再处于可流动状态。

[0047] 再次参考图1,一旦熔融塑料材料114基本上填充模腔122,就开始保持轮廓。在保持轮廓期间,一旦所计算的变量(这可以由虚拟腔体传感器141根据应变传感器128和/或129中的任何一个所测量的应变来计算)达到第一阈值,该保持轮廓就可以开始,限制了额外的熔融塑料114被注入模腔122中。这可以通过将熔融塑料材料114的供应切断,或者替代地,通过控制螺杆112的移动来发生。另外,在保持轮廓期间保持模腔122闭合。一旦计算的变量(这可以由虚拟腔体传感器141根据传感器128和/或129中任何一个所测量的应变来计算)达到第二阈值,控制器140就使保持轮廓结束,从而打开模腔122,然后将部件从模具118中排出并开始固化轮廓。

[0048] 现在转到图3,其表示膨胀交联合聚合物注射模制周期300的示例,所测量的变量可以达到第一阈值和第二阈值。线302描绘了一旦腔体压力建立到期望的和/或指定的触发点,螺杆112在一定的注射压力(即5,000psi)下的位置。作为示例,此时压力可以从大约5,000psi降低到大约2,000psi。在该示例中,在膨胀交联合聚合物的注射期间,首先增加由线304描绘的熔融压力,然后将其保持在基本恒定的值。因此,所计算的变量(这可以由虚拟腔体传感器141根据由应变传感器128和/或129中的任何一个所测量的应变来计算)可以是熔融压力。作为非限制性示例,熔融压力可以在大约0psi至大约11,000psi之间。合适的熔融压力的其它示例是可能的。此外,应理解,在一些示例中,熔融压力可能不保持为基本恒定的值。

[0049] 在图3中,线306将计算的变量描绘为腔体压力值。在示出的示例中,在区域I中,所计算的腔体压力值(这可以由虚拟腔体传感器141根据由应变传感器128和/或129中的任何一个所测量的应变来计算)超过第一阈值。如前所述,在一些示例中,在注射模制工艺期间,模腔122可以基本上完全填充有熔融塑料材料114。

[0050] 在该示例中,所计算的腔体压力值被限定为大于名义值的腔体压力,其可以至少部分地由完全填充模腔122并在模腔壁上施加压力的熔融塑料材料114引起。模腔压力的增加可以附加地或替代地由模腔122内的熔融塑料材料114的膨胀引起。应当理解,在一些示例中,第一阈值可以是任何期望的值。例如,第一阈值可以是不同的腔体压力值,比如大约100psi。其它示例是可能的。

[0051] 一旦虚拟腔体传感器141计算出计算的腔体压力值超过第一阈值,控制器140就开始保持轮廓。如图3中线304所示,然后调节(例如降低)熔融压力。在所示的示例中,熔融压力再次保持在基本恒定的值,诸如例如在大约500psi至大约3500psi之间。其它示例是可能的。通过控制螺杆112移动到由传感器128在喷嘴处测得的保持压力来维持该压力。

[0052] 在区域II处,随着熔融压力的保持,计算的腔体压力随着熔融塑料114的吹制或膨胀而增加。一旦虚拟腔体传感器141计算出超过第二阈值的腔体压力值,保持轮廓就完成,并且控制器140使部件从模腔122中排出。作为示例,第二阈值可以是不同的腔体压力值,比如在大约100psi到大约2,000psi之间。其它示例是可能的。该第二阈值指示膨胀交联聚合物部件在结构上完好以在模腔外部完成其膨胀和交联。此时,模腔122被打开,因此熔融压力降低到大约0。

[0053] 在一些示例中,由虚拟腔体传感器141根据测量的应变计算的计算变量是腔体温度值。因此,在这些示例中,第一阈值可以是腔体温度值,该腔体温度值表示模腔122被基本上完全填充。例如,第一阈值温度值可以在大约168℃到大约176℃之间。其它示例是可能的。类似地,在这些示例中,第二阈值可以是腔体温度值,该腔体温度值表示熔融塑料材料114足够结构上完好以用于喷射。在这些示例中,腔体温度可以在准备好从模腔122排出零件的时间点处达到稳定或降低。作为非限制性示例,第二阈值温度值可以在大约160℃到大约180℃之间。其它示例是可能的。

[0054] 因为在保持轮廓开始之前模腔122基本上被完全填充(例如,在大约95%到大约99%之间填充),并且因为压力被施加到熔融塑料材料114,从而使其保持抵靠模腔122的经加热的壁,由于增加的表面接触,热量被均匀地分配或传递到熔融塑料材料114。有利地,发泡剂和交联剂将更均匀地活化,从而形成更多的共聚键。

[0055] 如此构造,可以将保持轮廓描述为图3中区域I和II的组合。注射模制机器100不考虑开始保持轮廓所需的实际持续时间,而是机器100以闭环模具保持模式运行。如此构造,模制部件具有更一致的部件尺寸和外观,并且由于一致的热传递而具有均匀的表皮层。此外,不仅特定的部件将具有一致的尺寸,而且保持轮廓有助于确保在整个部件的尺寸范围内的可靠性和一致性,这对于膨胀交联聚合物制品而言尤其具有挑战性。更进一步地,保持轮廓提供了对工艺的更好的控制,从而允许部件指示腔体何时充满并且准备好排出。在一些示例中,由于减少的固化时间,使用保持轮廓可以减少总周期时间。另外,由于自由基分子变得对准,使用保持轮廓可以产生在细胞结构中具有更均匀性的部件。这样,保持轮廓使部件具有更一致和更稳定的尺寸,具有一致的物理特性。

[0056] 在区域III处,控制器140开始固化轮廓。如图3所示,随着部件停止进一步膨胀,腔体压力最终将达到稳定。一旦虚拟空腔传感器141计算出超过第三阈值的计算的腔体压力值,就完成固化轮廓,并且部件被排出,从腔体122或整个机器100中取出,然后转移到稳定通道,在此处发生固化。作为示例,第三阈值可以是不同的腔体压力值,比如在大约2,000psi到大约4,000psi之间。其它示例是可能的。替代地,第三阈值可以是指示压力不再增加的压力值的预定变化率。其它示例是可能的。该第三阈值指示膨胀交联聚合物部件基本上完全形成并准备用于进一步加工。通过使用第三阈值确定固化轮廓的持续时间,机器100将不会过早排出尚未完全固化的部件。另外,机器100减少了通过使用不必要长的固化时间的低效率,该不必要长的固化时间会消耗不必要的功率并降低机器的总产量。

[0057] 在一些示例中,固化轮廓可以开始用于部件完全固化所必需的固定的预定时间。例如,可以将固化轮廓编程为持续大约100秒至大约450秒之间。其它示例是可能的。由于使用了优化的保持轮廓,机器100能够对于固化轮廓使用固定的时间段,这形成具有诸如内部交联和键强度的均匀特性的一致部件。固化轮廓开始处的这种均匀性将导致在固化轮廓期间持续的均匀性。

[0058] 本领域技术人员将认识到,可在不脱离本发明的范围的情况下对于上述实施例作出各种修改、更改及组合,并且这些修改、更改及组合应视为在本发明概念的范围内。

[0059] 除非传统装置加功能术语明确地叙述,诸如明确在权利要求书中叙述的“用于…的装置”或“用于…的步骤”术语,否则在该专利申请的结尾处的该专利权利要求书不旨在在35 U.S.C. §112(f)下理解。本文所述的系统及方法是针对计算机功能性的改进,并且提高传统的计算机的功能。

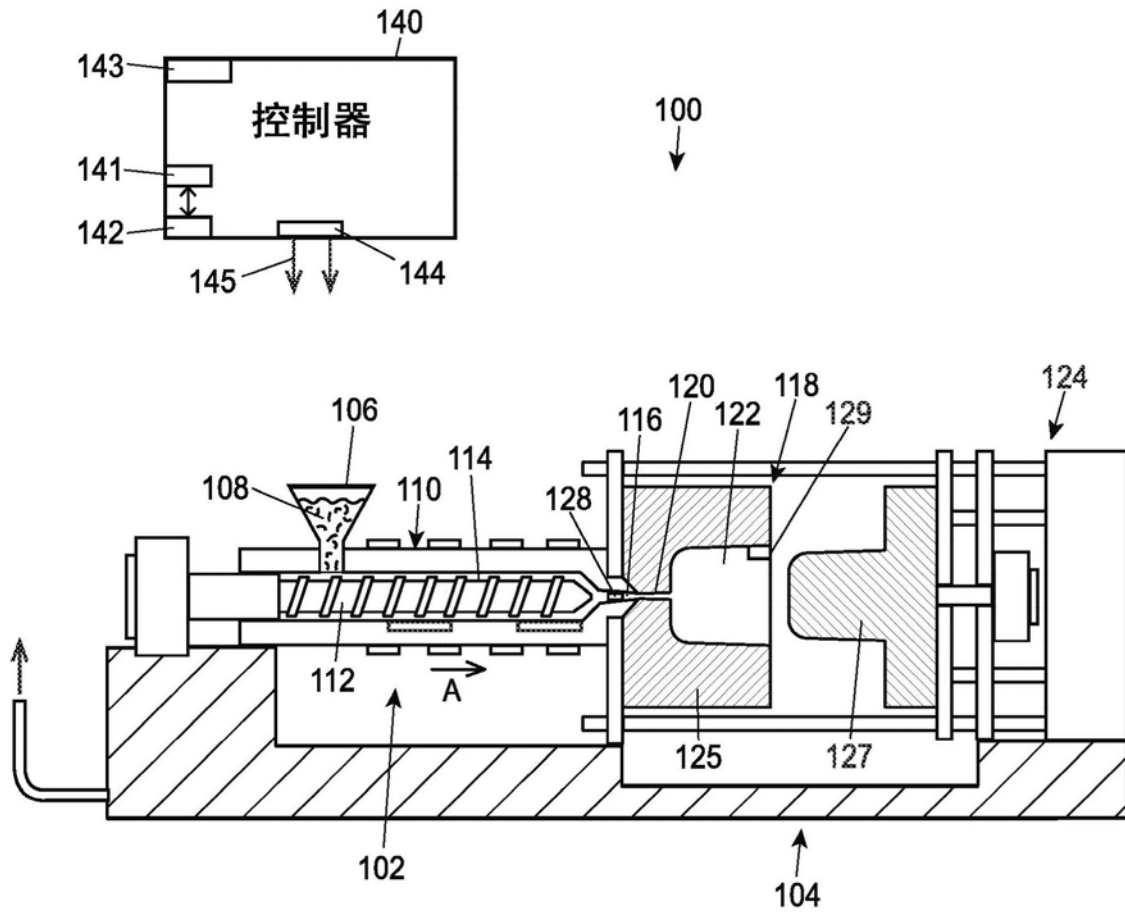


图1

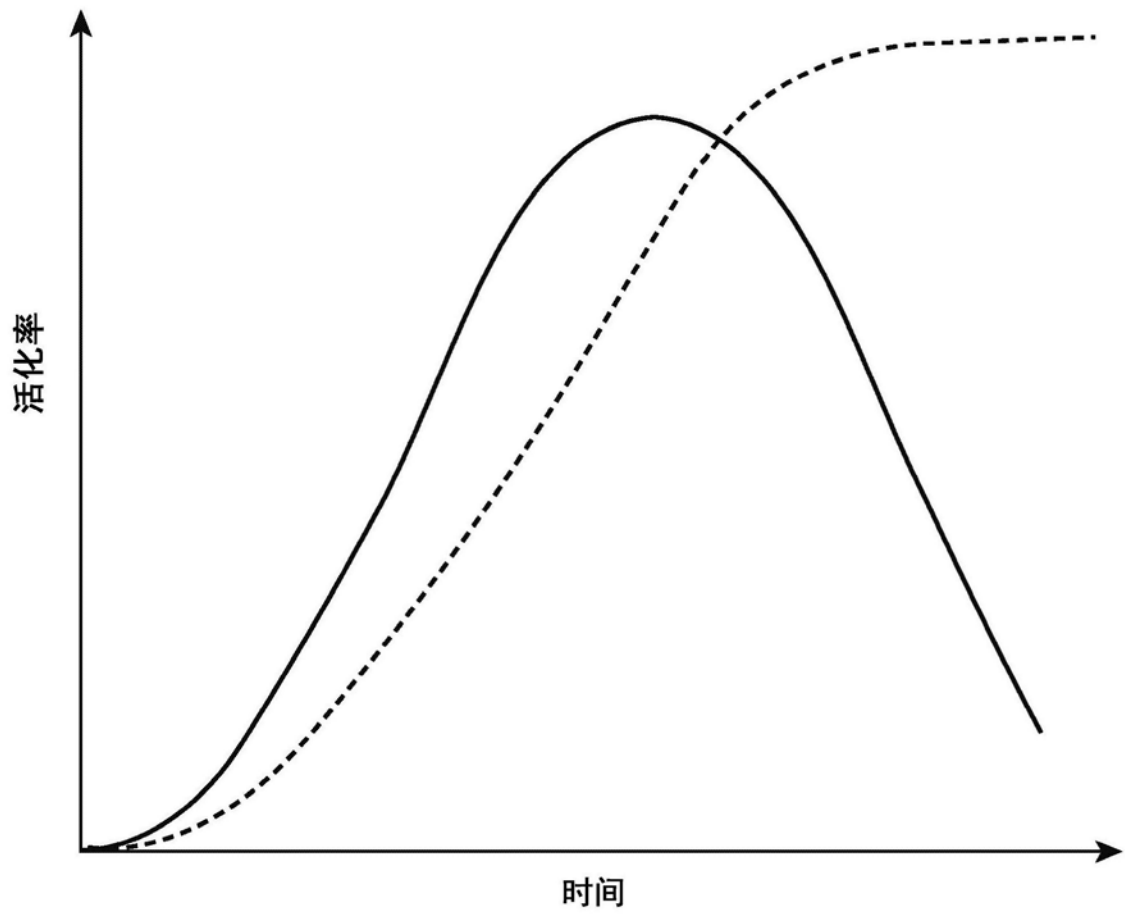


图2

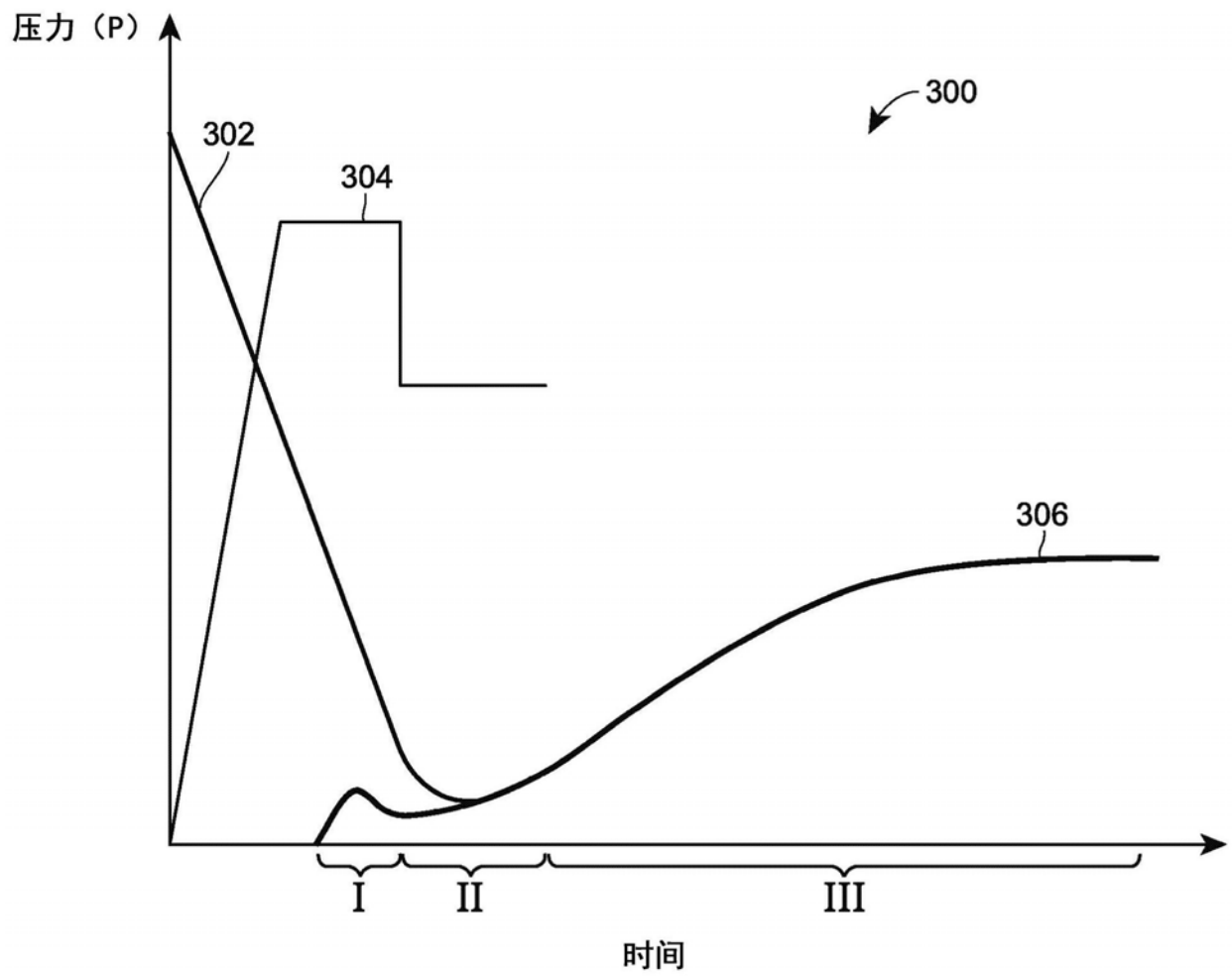


图3