



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104736272 B

(45)授权公告日 2017.05.03

(21)申请号 201280073300.1

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

(22)申请日 2012.03.22

利商标事务所 11038

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 柳爱国

申请公布号 CN 104736272 A

(51) Int.CI.

B22D 17/04(2006.01)

(43)申请公布日 2015.06.24

B22D 17/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B22D 17/20(2006.01)

2014.11.20

B22D 17/22(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/US2012/030170 2012.03.22

EP 0897768 A1, 1999.02.24, 全文.

(87)PCT国际申请的公布数据

US 5730201 A, 1998.03.24, 全文.

WO2013/141866 EN 2013.09.26

CN 1876278 A, 2006.12.13, 全文.

(73)专利权人 苹果公司

CN 1876277 A, 2006.12.13, 全文.

地址 美国加利福尼亚

CN 101296769 A, 2008.10.29, 全文.

(72)发明人 T·A·瓦尼乌克 Q·T·法姆

审查员 毛秀

J·W·斯泰维克 S·T·欧基夫

权利要求书2页 说明书21页 附图8页

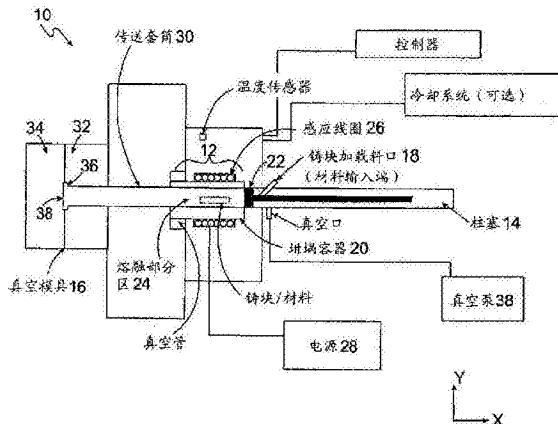
C·普雷斯特 J·C·浦尔

(54)发明名称

用于凝壳捕集的方法、系统与柱塞

(57)摘要

本发明公开了用于通过机械方式减少利用注塑系统由无定形合金形成的成品模塑部件中凝壳材料量的系统与方法。可以在对熔融的无定形合金的凝壳材料进行模塑之前将这种材料捕集到捕集器中。可以在注塑系统中提供腔体以捕集凝壳材料。例如，腔体可以在模具、柱塞杆的柱塞头或传送套筒中提供。作为另外一种选择，可以引起熔融无定形合金的混合，从而在模塑之前减少凝壳材料。柱塞和/或其柱塞头可被用来引起混合(例如，柱塞杆或其柱塞头外形的系统性移动)。通过使成品模塑部件中凝壳材料的量最小化，从而提高部件的质量。



1. 一种用于将熔融的无定形合金移动到注塑系统的模具中的柱塞，所述柱塞包括柱塞头，所述柱塞头限定腔体，所述腔体用于随着所述柱塞将熔融的无定形合金移动到模具中而从所述熔融的无定形合金捕集凝壳材料到所述腔体中。
2. 根据权利要求1所述的柱塞，其中所述腔体具有由阶梯形横截面限定的形状。
3. 根据权利要求1所述的柱塞，其中所述腔体具有由倒圆的横截面限定的形状。
4. 根据权利要求1所述的柱塞，其中所述柱塞被配置为沿着水平轴线移动，以及所述腔体位于所述柱塞头的水平中心线下方。
5. 一种注塑系统，包括：
熔融区，其被配置为熔融其中接收的无定形合金，由此形成熔融的无定形合金，模具，其用于对所述熔融的无定形合金进行模塑，以及柱塞，其被配置为将所述熔融的无定形合金从所述熔融区移动到所述模具中，以及腔体，所述腔体由所述注塑系统的其它部件或者所述柱塞当中的至少一种限定并被配置为在所述熔融的无定形合金被注入到所述模具之前从所述熔融的无定形合金捕集凝壳材料。
6. 根据权利要求5所述的系统，其中所述腔体由所述模具限定。
7. 根据权利要求5所述的系统，其中所述腔体由所述柱塞的柱塞头限定。
8. 根据权利要求7所述的系统，其中所述柱塞被配置为沿着水平轴线移动，以及所述腔体位于所述柱塞的水平中心线下方。
9. 根据权利要求7所述的系统，其中所述腔体具有由阶梯形横截面限定的形状。
10. 根据权利要求7所述的系统，其中所述腔体具有由倒圆的横截面限定的形状。
11. 根据权利要求5所述的系统，其中所述腔体位于所述模具外部。
12. 根据权利要求5所述的系统，还包括在所述熔融区和所述模具之间的传送套筒，其中所述腔体由所述传送套筒的内表面限定。
13. 根据权利要求12所述的系统，其中所述传送套筒沿着水平轴线纵向延伸，以及所述内表面是所述传送套筒的底部表面。
14. 根据权利要求5所述的系统，其中所述熔融区包括容器，所述容器沿水平轴线定位。
15. 根据权利要求14所述的系统，其中所述容器包括一条或多条温度调节管路，所述温度调节管路被配置为使液体在其中流动以在所述无定形合金的熔融期间调节所述容器的温度。
16. 根据权利要求5所述的系统，还包括与所述熔融区相关联的感应线圈，所述感应线圈被配置为熔融所述无定形合金。
17. 一种制备块体无定形合金部件的方法，包括：
将无定形合金布置在注塑装置的熔融区内；
在所述熔融区中熔融所述无定形合金，由此形成熔融的无定形合金；
利用柱塞将所述熔融的无定形合金移动到模具中；
将凝壳材料从所述熔融的无定形合金捕集到腔体中，所述腔体由所述注塑装置的其它

部件或者所述柱塞当中的至少一种限定；以及

将所述熔融的无定形合金模塑成块体无定形合金部件。

18. 根据权利要求17所述的方法，其中利用所述柱塞来移动所述熔融的无定形合金的操作包括在水平方向上移动所述柱塞。

19. 根据权利要求17所述的方法，其中熔融所述无定形合金的操作包括为感应源供电以熔融所述熔融区中的无定形合金。

用于凝壳捕集的方法、系统与柱塞

技术领域

[0001] 本公开整体涉及熔融和模塑无定形合金材料以及最大限度减少存在于模塑产品中的凝壳材料。

背景技术

[0002] 在加热并熔融无定形合金之后,如果材料未被均匀加热到高温(以完全熔融),其中可能会形成晶体或凝壳材料,导致熔融池具有在介于熔融材料和熔融其的容器之间的任何接口处(例如在底部)形成的凝壳或晶体。无定形合金中有凝壳材料的模塑可能在部件形成并模塑之后降低其最终质量并劣化其机械性能。

[0003] 因此,减少模塑部件中凝壳或结晶材料的量将会提高其质量,包括但不限于:强度相关的特性、美观性、耐腐蚀性和无定形均匀度。

发明内容

[0004] 一种根据本文实施例的用于改善模塑物件或部件的所提议的解决方案为使用块体凝固型无定形合金。

[0005] 一个方面包括一种柱塞,其被配置为在注塑系统中使用并被配置为将熔融的无定形合金材料移动到模具中。该柱塞包括柱塞头,柱塞头中具有腔体,腔体被配置为在注入期间从熔融的无定形合金捕集凝壳材料并捕集到柱塞头之内。

[0006] 另一个方面包括一种注塑系统,其包括:被配置为熔融在其中接收的可熔性无定形合金材料的熔融区,用于对熔融的无定形合金材料进行模塑的模具,以及配置为从熔融区并向模具中移动熔融的无定形合金材料的柱塞杆。该注塑系统还包括腔体,其被配置为从熔融的无定形合金捕集凝壳材料,以便大幅减少成品模塑部件中凝壳材料的量。

[0007] 另一个方面包括一种制备块体无定形合金部件的方法,包括:提供具有熔融区、柱塞和模具的注塑装置;提供要在熔融区中熔融的无定形合金材料;向该装置施加真空;在熔融区中熔融无定形合金材料;在熔融之后利用柱塞将熔融的无定形合金材料移动到模具中;在注塑装置的腔体中捕集熔融的无定形合金材料的至少一部分;以及将该材料模塑成块体无定形合金部件。腔体中捕集的熔融无定形合金材料包括来自熔融的无定形合金的凝壳材料,使得块体无定形合金部件具有更少量的硬化凝壳材料。

[0008] 另一个方面包括一种柱塞,其被配置为在注塑系统中使用并被配置为将熔融的无定形合金材料移动到模具中。该柱塞被配置为在熔融的无定形合金材料进入模具之前引起对其混合。

[0009] 另一个方面包括一种制备模塑部件的方法,包括:提供具有熔融区、柱塞和模具的注塑装置;提供要在熔融区中熔融的无定形合金材料;向该装置施加真空;在熔融区中熔融无定形合金材料;在熔融之后利用柱塞将熔融的无定形合金材料移动到模具中;以及将材料模塑成模塑部件。利用柱塞移动熔融的无定形合金材料引起在熔融的无定形合金材料进入模具之前对其混合,使得模塑部件具有减少的凝壳材料量。

附图说明

- [0010] 图1提供了一种示例性块体凝固型无定形合金的温度-粘度图。
- [0011] 图2提供了用于一种示例性块体凝固型无定形合金的时间-温度-转变(TTT)图的示意图。
- [0012] 图3示出了根据一个实施例用于实施本文所公开的一种或多种凝壳捕集系统与方法的注塑系统。
- [0013] 图4示出了根据一个实施例,与图3中所示的注塑系统相关联的模具、传送套筒和熔融区的详细横截面图。
- [0014] 图5和图6示出了根据另一个实施例,与图3中所示的注塑系统相关联的柱塞的柱塞头和模具分别沿图5的线6-6截取的详细截面图和横截面图。
- [0015] 图7示出了根据另一个实施例,可用于注塑系统中的图5中所示的柱塞的柱塞头沿图5的线6-6截取的另选设计的横截面图。
- [0016] 图8和图9示出了根据另一个实施例,与图3中所示的注塑系统相关联的柱塞的柱塞头和模具分别沿图5的线9-9截取的详细截面图和横截面图。
- [0017] 图10-图12示出了根据一个实施例在将熔融的材料从熔融区移动到模具时使用柱塞引起并提供熔融材料混合的详细视图。
- [0018] 图13示出了根据另一个实施例可用于注塑系统中以混合熔融材料的柱塞的柱塞头的另选设计的截面图。
- [0019] 图14和图15示出了根据另一个实施例,图3中所示的注塑系统之内通道的详细截面图和横截面图。
- [0020] 图16和图17示出了根据另一个实施例用于从注塑系统中的通路清除刮削或捕集的凝壳材料的示例性设备与方法。
- [0021] 图18示出了根据一个实施例具有要清除的利用横截面如图7所示的柱塞头从捕集凝壳材料形成的模塑部分的顶出模塑部件的透视图。
- [0022] 图19-图21示出了根据另一个实施例可用于注塑系统中的不同柱塞头的另选设计。

具体实施方式

- [0023] 在本说明书中引用的所有出版物、专利和专利申请均据此全文以引用方式并入。
- [0024] 本文所用冠词“一个”和“一种”是指一个或多于一个(即,至少一个)冠词的语法对象。以举例的方式,“聚合物树脂”意指一种聚合物树脂或多于一种聚合物树脂。本文所引用的任何范围均包括端值在内。在本说明书的全文中所用的术语“基本上”和“约”用于描述并说明小的波动。例如,它们可指小于或等于 $\pm 5\%$,诸如小于或等于 $\pm 2\%$ 、诸如小于或等于 $\pm 1\%$ 、诸如小于或等于 $\pm 0.5\%$ 、诸如小于或等于 $\pm 0.2\%$ 、诸如小于或等于 $\pm 0.1\%$ 、诸如小于或等于 $\pm 0.05\%$ 。
- [0025] 块体凝固型无定形合金或块体金属玻璃(“BMG”)为最近开发的一类金属材料。这些合金可以相对较慢的速率凝固和冷却,并且它们在室温下保持无定形的非结晶(即,玻璃态)状态。无定形合金具有许多比其晶态对应物优越的属性。然而,如果冷却速率不够快,则

晶体可能在冷却期间形成于合金内部,使得无定形状态的有益效果可能丧失。例如,制造块体无定形合金部件的一个挑战在于由缓慢冷却或合金原材料中的杂质所导致的部件的局部结晶。由于在BMG部件中期望较高程度的无定形度(相反地,较低程度的结晶度),因此需要开发用于铸造具有受控量的无定形度的BMG部件的方法。

[0026] 图1(得自美国专利7,575,040)示出了来自由Liquidmetal Technology制造的Zr—Ti—Ni—Cu—Be族VIT-001系列的示例性块体凝固型无定形合金的粘度-温度曲线图。应当指出的是,在形成无定形固体期间,不存在块体凝固型无定形金属的明显液体/固体转变。随着过冷却逐渐扩大,熔融的合金变得越来越粘,直至其在大约玻璃化转变温度处接近固体形式。因此,块体凝固型无定形合金的凝固前沿的温度可为大约玻璃化转变温度,其中出于拔出经淬火的无定形片材产品的目的,合金将实际上充当固体。

[0027] 图2(得自美国专利7,575,040)示出了一种示例性块体凝固型无定形合金的时间-温度-转变(TTT)冷却曲线图或TTT图示。与常规金属一样,块体凝固型无定形金属在冷却时不会经历液体/固体结晶转变。相反,随着温度降低(接近玻璃化转变温度T_g),在高温(接近“熔融温度”T_m)下发现的高度流体化的非晶态形式的金属变得更粘,最终呈现常规固体的外在物理特性。

[0028] 尽管对于块体凝固型无定形金属并不存在液体/结晶转变,但可将“熔融温度”T_m定义为对应结晶相的热力学液相线温度。在该机构下,在熔融温度下的块体凝固型无定形合金的粘度可处于约0.1泊至约10,000泊的范围内,并且甚至有时低于0.01泊。在“熔融温度”下的较低粘度将提供使用块体凝固型无定形金属对壳体/模具的复杂精细部分进行更快且完全的填充,以用于形成BMG部件。此外,熔融金属形成BMG部件的冷却速率应使得在冷却期间的时间-温度曲线不横向穿过界定图2的TTT图中的结晶区的鼻形区域。在图2中,T_{nose}为其中结晶最为迅速且在最短时间尺度内发生的临界结晶温度T_x。

[0029] 过冷液相区(介于T_g与T_x之间的温度区)是阻止块体凝固型合金的结晶的卓越稳定性的体现。在该温度区内,块体凝固型合金可作为高粘性液体而存在。块体凝固型合金在过冷液相区中的粘度可在玻璃化转变温度下的 $10^{12}\text{Pa}\cdot\text{s}$ 低至结晶温度(过冷液相区的高温极限)下的 $10^5\text{Pa}\cdot\text{s}$ 之间变化。具有这种粘度的液体可在所施加的压力下经受基本的塑性应变。本文的实施例使用过冷液相区中的较大塑性成形性作为成形和分离方法。

[0030] 需要对T_x进行一些阐释。在技术上,TTT图中所示的鼻形曲线将T_x描述为温度和时间的函数。因此,不管在加热或冷却金属合金时采取的是何种轨线,当碰到TTT曲线时,就已达到T_x。在图2中,将T_x示出为虚线,因为T_x可从接近T_m变化至接近T_g。

[0031] 图2的示意性TTT图示出了在时间-温度轨线(示出为(1),作为示例性轨线)不碰到TTT曲线的情况下,从处于或高于T_m至低于T_g的压铸加工方法。在压铸期间,成形与快速冷却基本上同时发生,以避免轨线碰到TTT曲线。在时间温度轨线(示出为(2)、(3)和(4),作为示例性轨线)不碰到TTT曲线的情况下,从处于或低于T_g至低于T_m的超塑性成形(SPF)加工方法。在SPF中,将无定形BMG重新加热至过冷液相区,在该过冷液相区可用的加工窗口可能比压铸时大得多,从而导致工艺具备更好的可控性。SPF工艺不需要快速冷却以避免在冷却期间结晶。另外,如示例性轨线(2)、(3)和(4)所示,SPF可在SPF期间的最高温度高于T_{nose}或低于T_{nose}、最高至约T_m的情况下进行。如果对一件无定形合金进行加热但设法避免碰到TTT曲线,则已加热到“介于T_g与T_m之间”,但不会达到T_x。

[0032] 在20°C/分钟的加热速率下得到的块体凝固型无定形合金的典型差示扫描量热仪(DSC)加热曲线主要描述了横跨TTT数据的特定轨线,其中将可能看到在某个温度下的Tg、当DSC加热斜坡横跨TTT结晶起点时的Tx,以及当同一条轨线横跨用于熔融的温度范围时的最终熔融峰。

[0033] 如果以如图2中的轨线(2)、(3)和(4)的倾斜升温部分所示的快速加热速率来加热块体凝固型无定形合金,则可能完全避开TTT曲线,并且DSC数据将示出加热时的玻璃化转变但无Tx。考虑此过程的另一种方式为,只要轨线(2)、(3)和(4)不碰到结晶曲线,这些轨线便可落在TTT曲线的鼻部(以及甚至高于此的地方)与Tg线之间温度中的任何位置处。这仅仅意味着轨线中的水平平台可能随着加工温度的提高而大幅变短。

[0034] 相

[0035] 本文中的术语“相”可指在热力学相图中发现的相。相为遍及其中材料的所有物理特性基本上是一致的空间(例如热力学系统)区域。物理特性的例子包括密度、折射率、化学组成以及晶格周期性。将相简单地描述为在化学上一致、在物理上不同和/或可机械分离的材料的区域。例如,在处于玻璃罐中的由冰和水组成的系统中,冰块为一个相,水为第二相,水上方的湿空气为第三相。罐的玻璃为另一个分离相。相可指固溶体,该固溶体可以是二元、三元、四元或更多元的溶液或化合物,诸如金属互化物。又如,无定形相不同于结晶相。

[0036] 金属、过渡金属和非金属

[0037] 术语“金属”是指正电性的化学元素。本说明书中的术语“元素”通常是指可见于元素周期表中的元素。在物理上,基态中的金属原子包含具有接近占有态的空态的部分填充的带。术语“过渡金属”为元素周期表中第3族到第12族内的任何金属元素,其具有不完全的内电子层,并且在一系列元素中在最大正电性和最小正电性之间起到过渡连接的作用。过渡金属通过多重价、有色的化合物和形成稳定的络离子的能力来表征。术语“非金属”是指不具有丢失电子和形成阳离子能力的化学元素。

[0038] 取决于应用,可使用任何合适的非金属元素,或它们的组合。合金(或“合金组合物”)可以包含多种非金属元素,诸如至少两种、至少三种、至少四种、或更多种非金属元素。非金属元素可以是见于元素周期表中第13-17族中的任何元素。例如,非金属元素可以是F、Cl、Br、I、At、O、S、Se、Te、Po、N、P、As、Sb、Bi、C、Si、Ge、Sn、Pb和B中的任何一种。有时,非金属元素也可指第13-17族中的某些准金属(例如,B、Si、Ge、As、Sb、Te和Po)。在一个实施例中,非金属元素可包括B、Si、C、P、或它们的组合。因此,例如,合金可以包括硼化物、碳化物、或这两者。

[0039] 过渡金属元素可以是钪、钛、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌、钇、锆、铌、钽、钌、铑、锇、铱、铂、金、汞、⁹⁴(rutherfordium)、⁹⁶(dubnium)、⁹⁷(seaborgium)、铍(bohrium)、¹⁰⁰(hassium)、¹⁰¹(meitnerium)、¹⁰²(ununnilium)、¹⁰³(unununium)和ununbium中的任何一种。在一个实施例中,包含过渡金属元素的BMG可具有Sc、Y、La、Ac、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Tc、Re、Fe、Ru、Os、Co、Rh、Ir、Ni、Pd、Pt、Cu、Ag、Au、Zn、Cd和Hg中的至少一种。取决于应用,可使用任何合适的过渡金属元素、或它们的组合。所述合金组合物可包含多种过渡金属元素,诸如至少两种、至少三种、至少四种、或更多种过渡金属元素。

[0040] 当前所描述的合金或合金“样品”或“样本”合金可具有任何形状或尺寸。例如，所述合金可具有微粒形状，该微粒形状可具有诸如球状、椭球状、线状、杆状、片状、薄片状或不规则形状的形状。所述微粒可以具有任何尺寸。例如，它可具有介于约1微米与约100微米之间的平均直径，诸如介于约5微米与约80微米之间、诸如介于约10微米与约60微米之间、诸如介于约15微米与约50微米之间、诸如介于约15微米与约45微米之间、诸如介于约20微米与约40微米之间、诸如介于约25微米与约35微米之间。例如，在一个实施例中，微粒的平均直径介于约25微米与约44微米之间。在一些实施例中，可使用更小的微粒诸如纳米范围内的那些微粒，或者更大的微粒诸如大于100微米的那些微粒。

[0041] 合金样品或样本还可以具有大得多的尺寸。例如，它可以是块体 结构组件，诸如铸块、电子设备的外壳/保护套甚至是具有在毫米、厘米或米范围内的尺寸的结构组件的一部分。

[0042] 固溶体

[0043] 术语“固溶体”是指固体形式的溶体。术语“溶体”是指两种或更多种物质的混合物，其可为固体、液体、气体或这些的组合。该混合物可为均质的或异质的。术语“混合物”是彼此结合并且通常能够分离的两种或更多种物质的组合物。一般来讲，这两种或更多种物质不彼此化学结合。

[0044] 合金

[0045] 在一些实施例中，本文所描述的合金组合物可被完全合金化。在一个实施例中，术语“合金”是指两种或更多种金属的均质混合物或固溶体，其中一种金属的原子取代或占据其他金属的原子之间的间隙位置；例如，黄铜是锌和铜的合金。与复合物不同，合金可以指金属基体中的一种或多种元素部分的或完全的固溶体，诸如金属基体中的一种或多种化合物。本文的术语合金可指可给出单一固相微结构的完全固溶体合金以及可给出两种或更多种相的部分溶体两者。本文所描述的合金组合物可指包含合金的合金组合物，或包含含合金的复合物的合金组合物。

[0046] 因此，完全合金化的合金可具有均匀分布的成分，不管是固溶体相、化合物相还是这两者。本文所使用的术语“完全合金化”可解释误差容限内的微小变化。例如，其可指至少90%合金化的，诸如至少95%合金化的、诸如至少99%合金化的、诸如至少99.5%合金化的、诸如至少99.9%合金化的。本文的百分比可指体积百分比或重量百分比，这取决于上下文。这些百分比可由杂质平衡，其可能在组成或相方面不是合金的一部分。

[0047] 无定形或非晶态固体

[0048] “无定形”或“非晶态固体”是缺乏作为晶体特性的晶格周期性的固体。如本文所用，“无定形固体”包括“玻璃”，其是在加热时通过玻璃化转变而软化并转变成类液体状态的无定形固体。一般来讲，尽管无 定形材料因化学键合的性质而可在原子长度尺度下具有一些短程有序，但是它们缺乏晶体的长程有序特性。基于通过结构表征技术诸如X射线衍射和透射电子显微镜法所确定的晶格周期性，可区分无定形固体和晶态固体。

[0049] 术语“有序”和“无序”指定多粒子系统中一些对称性或相关性的存在或不存在。术语“长程有序”和“短程有序”基于长度范围区分材料中的有序。

[0050] 固体中最严格形式的有序是晶格周期性：反复重复一定的模式（晶胞中的原子排列）以形成平移不变的空间拼接（tiling）。这是晶体的限定属性。可能的对称性分为14个布

拉菲(Bravais)晶格和230个空间群。

[0051] 晶格周期性意味着长程有序。如果仅已知一个晶胞，则通过平移对称性可准确地预测在任意距离处的所有原子位置。反过来通常是正确的，除了例如在具有完美确定性拼接但不具有晶格周期性的准晶体中。

[0052] 长程有序表征其中相同样品的远程部分表现相关联的行为的物理系统。这可表示为相关性函数，即自旋-自旋相关性函数： $G(x, x') = \langle s(x), s(x') \rangle$ 。

[0053] 在上面的函数中， s 为自旋量子数，并且 x 为特定系统内的距离函数。当 $x=x'$ 时该函数等于1，并且随着距离 $|x-x'|$ 增加而减小。通常，其在较大距离处以指数方式衰减至零，并且认为该系统为无序的。然而，如果相关性函数在大的 $|x-x'|$ 处衰减至常数值，则可认为该系统具有长程有序性。如果其作为距离的幂衰减至零，则其可被称为准长程有序。注意，所谓构成 $|x-x'|$ 的大数值是相对的。

[0054] 当定义其行为的一些参数为不随时间变化的随机变量时，则可认为系统呈现淬火无序(即它们是淬火或冷冻的)，如自旋玻璃。这与退火无序相反，在该退火无序中随机变量允许自己演变。本文的实施例包括包含淬火无序的系统。

[0055] 本文所述的合金可为晶态的、部分晶态的、无定形的、或基本上无定形的。例如，合金样品/样本可包括至少一些结晶度，其中晶粒/晶体具有处于纳米和/或微米范围内的尺寸。作为另外一种选择，合金可为基本上无定形的，诸如完全无定形的。在一个实施例中，合金组合物至少基本上不是无定形的，诸如为基本上晶态的、诸如为完全晶态的。

[0056] 在一个实施例中，晶体或多个晶体在另外的无定形合金中的存在可理解为其中的“结晶相”。合金的结晶度程度(或在一些实施例中简称为“结晶度”)可以指存在于合金中的结晶相的量。所述程度可指例如存在于合金中的晶体的分数。根据上下文，所述分数可以指体积分数或重量分数。对无定形合金的“无定形”的量度可以是无定形度。无定形度可根据结晶度的程度来测量。例如，在一个实施例中，具有低程度的结晶度的合金可被认为具有高程度的无定形度。在一个实施例中，例如，具有60体积%的结晶相的合金可具有40体积%的无定形相。

[0057] 无定形合金或无定形金属

[0058] “无定形合金”为具有大于50体积%的无定形含量，优选大于90体积%的无定形含量、更优选大于95体积%的无定形含量、并且最优选大于99体积%至几乎100体积%的无定形含量的合金。注意，如上所述，合金的无定形度高相当于结晶度程度低。“无定形金属”为具有无序的原子尺度结构的无定形金属材料。与为晶态并因此具有高度有序的原子排列的大多数金属相比，无定形合金为非晶态的。在冷却期间直接从液态产生这样的无序结构的材料有时被称为“玻璃”。因此，通常将无定形金属称为“金属玻璃”或“玻璃态金属”。在一个实施例中，块体金属玻璃(“BMG”)可指合金，其中的微结构至少部分是无定形的。然而，除极其快速冷却外，还存在许多方式来产生无定形金属，这些方式包括物理气相沉积、固态反应、离子辐照、熔融纺丝和机械合金化。不管无定形合金是如何制备的，它们可能均为单一类材料。

[0059] 无定形金属可通过多种快速冷却方法来产生。例如，可通过将熔融的金属溅射到旋转金属盘上来产生无定形金属。大约上百万度每秒的快速冷却会过快而不能形成结晶，并因此将材料“锁定”在玻璃状态。此外，可以以低得足以允许无定形结构以厚层的方式形

成的临界冷却速率来制备无定形金属/合金,如块体金属玻璃。

[0060] 术语“块体金属玻璃”(“BMG”)、块体无定形合金(“BAA”)和块体凝固型无定形合金在本文中可互换地使用。它们是指具有至少在毫米范围内的最小尺寸的无定形合金。例如,所述尺寸可为至少约0.5mm,诸如至少约1mm、诸如至少约2mm、诸如至少约4mm、诸如至少约5mm、诸如至少约6mm、诸如至少约8mm、诸如至少约10mm、诸如至少约12mm。取决于几何形状,所述尺寸可指直径、半径、厚度、宽度、长度等。BMG也可为具有在厘米范围内诸如至少约1.0cm、诸如至少约2.0cm、诸如至少约5.0cm、诸如至少约10.0cm的至少一个尺寸的金属玻璃。在一些实施例中,BMG可具有至少在米范围内的至少一个尺寸。BMG可呈现与金属玻璃有关的上述任何形状或形式。因此,在一些实施例中,本文所述的BMG在一个重要方面可能不同于通过常规沉积技术制成的薄膜—前者可具有比后者大得多的尺度。

[0061] 无定形金属可为合金,而不是纯金属。该合金可包含明显不同尺寸的原子,从而导致熔融状态中的低自由体积(并因此具有比其他金属和合金高多达数个数量级的粘度)。该粘度防止原子充分移动以形成有序的晶格。材料结构可导致冷却期间的低收缩率和对塑性变形的抵抗性。不存在晶界(在一些情况下为晶态材料的弱点)可例如导致对磨损和腐蚀的更好的抵抗性。在一个实施例中,无定形金属(同时在技术上讲为玻璃)还可比氧化物玻璃和陶瓷坚韧得多且不易碎。

[0062] 无定形材料的热导率可能低于其晶态对应物的热导率。为了即使在较缓慢冷却期间仍实现形成无定形结构,该合金可由三种或更多种组分组成,从而导致具有较高势能和较低形成概率的复杂的晶体单元。无定形合金的形成可取决于多个因素:合金的组分的组成;组分的原子半径(优选具有超过12%的显著差异以获得高堆积密度和低自由体积);以及混合组分的组合、抑制晶体成核并延长熔融的金属处于过冷却状态的时间的负热量。然而,由于无定形合金的形成基于很多不同的变量,因此可能难以事先确定合金组合物是否将形成无定形合金。

[0063] 例如,硼、硅、磷及其他玻璃形成元素与磁性金属(铁、钴、镍)的无定形合金可为磁性的,具有低矫顽磁力和高电阻。高电阻导致在经受交变磁场时由涡电流所致的低损耗,例如作为变压器磁芯的有用属性。

[0064] 无定形合金可具有多种潜在有用的属性。具体地,它们倾向于比类似化学组成的晶态合金更强,并且它们可承受比晶态合金更大的可逆(“弹性”)变形。无定形金属的强度直接源于它们的非晶态结构,所述非晶态结构可能不具有限制晶态合金的强度的任何缺陷(诸如位错)。例如,一种现代无定形金属,被称为VitreloyTM,具有几乎是高级钛的抗拉强度两倍的抗拉强度。在一些实施例中,室温下的金属玻璃是不可延展的并且当在受力情况下加载时倾向于突然失效,这限制了在注重可靠性的应用中的材料的适用性,因为即将发生的失效是不明显的。因此,为了战胜该挑战,可使用具有包含可延展的晶态金属的枝晶粒子或纤维的金属玻璃基体的金属基体复合物材料。作为另外一种选择,可使用倾向于导致脆化的一种或多种含量低的元素(例如Ni)的BMG。例如,不含Ni的BMG可用于提高BMG的延展性。

[0065] 块体无定形合金的另一种有用属性是它们可为真玻璃;换句话讲,它们可在加热时软化并且流动。可允许以与聚合物几乎相同的方式进行简单加工,诸如通过注塑。因此,可使用无定形合金来制备运动装备、医疗设备、电子组件以及装备和薄膜。可经由高速氧燃

料技术沉积无定形金属的薄膜作为保护性涂层。

[0066] 材料可具有无定形相、结晶相或两者。无定形相和结晶相可具有相同的化学组成并且仅在微结构中不同,即一者为无定形微结构而另一者为结晶微结构。在一个实施例中的微结构是指由显微镜以25倍放大率或更高放大率显示的材料的结构。作为另外一种选择,这两个相可具有不同的化学组成和微结构。例如,组合物可为部分无定形的、基本上无定形的或完全无定形的。

[0067] 如上所述,可通过存在于合金中的晶体分数来测量无定形度的程度(并且反之为结晶度的程度)。该程度可指存在于合金中的结晶相的体积分数或重量分数。部分无定形组合物可指其至少约5体积%,诸如至少约10体积%、诸如至少约20体积%、诸如至少约40体积%、诸如至少约60体积%、诸如至少约80体积%、诸如至少约90体积%为无定形相的组合物。已经在本申请的其他地方定义了术语“基本上”和“约”。因此,至少基本上无定形的组合物可指其至少约90体积%,诸如至少约95体积%、诸如至少约98体积%、诸如至少约99体积%、诸如至少约99.5体积%、诸如至少约99.8体积%、诸如至少约99.9体积%为无定形的组合物。在一个实施例中,基本上无定形的组合物可具有在其中存在的一些附带的微量的结晶相。

[0068] 在一个实施例中,相对于无定形相,无定形合金组合物可为均质的。在组成上均匀的物质为均质的。这与为异质的物质形成对照。术语“组成”是指物质中的化学组成和/或微结构。当将一定体积的物质分成两半并且两半均具有基本上相同的组成时,该物质为均质的。例如,当一定体积的微粒悬浮液分成两半并且两半均具有基本上相同体积的粒子时,该微粒悬浮液为均质的。然而,在显微镜下可能看到单独的粒子。均质物质的另一个例子为空气,其中虽然空气中的粒子、气体和液体可单独分析或从空气中分离,但其中的不同成分等几率地悬浮。

[0069] 相对于无定形合金为均质的组合物可指在其整个微结构中具有基本上均匀分布的无定形相的组合物。换句话讲,该组合物宏观上包含在整个组合物中基本上均匀分布的无定形合金。在另选的实施例中,该组合物可为具有无定形相的复合物,该复合物具有在其中具有非无定形相的无定形相。该非无定形相可为一种晶体或多种晶体。该晶体可为任何形状诸如球状、椭球状、线状、杆状、片状、薄片状或不规则形状的微粒形式。在一个实施例中,其可具有枝晶形式。例如,至少部分地无定形的复合组合物可具有分散于无定形相基体中的枝晶形状的结晶相;该分散体可为均匀或非均匀的,并且该无定形相和结晶相可具有相同或不同的化学组成。在一个实施例中,它们具有基本上相同的化学组成。在另一个实施例中,结晶相可比BMG相更易延展。

[0070] 本文所描述的方法可适用于任何类型的无定形合金。类似地,本文中作为组合物或制品的成分所描述的无定形合金可为任何类型。无定形合金可包含元素Zr、Hf、Ti、Cu、Ni、Pt、Pd、Fe、Mg、Au、La、Ag、Al、Mo、Nb、Be、或它们的组合。即,合金可在其化学式或化学组成中包括这些元素的任意组合。所述元素可以不同的重量或体积百分比而存在。例如,铁“基”合金可以指具有非轻微的重量百分比的铁存在于其中的合金,该重量百分比可为例如至少约20重量%、诸如至少约40重量%、诸如至少约50重量%、诸如至少约60重量%、诸如至少约80重量%。作为另外一种选择,在一个实施例中,上述百分比可为体积百分比,而不是重量百分比。因此,无定形合金可为锆基、钛基、铂基、钯基、金基、银基、铜基、铁基、镍基、

铝基、钼基等等。该合金还可以不含前述元素中的任一种，以适合特定目的。例如，在一些实施例中，该合金或包含合金的组合物可基本上不含镍、铝、钛、铍或它们的组合。在一个实施例中，该合金或复合物完全不含镍、铝、钛、铍或它们的组合。

[0071] 例如，无定形合金可具有式 $(Zr, Ti)_a (Ni, Cu, Fe)_b (Be, Al, Si, B)_c$ ，其中a、b和c各自代表重量或原子百分比。在一个实施例中，以原子百分比计，a在30至75的范围内，b在5至60的范围内，并且c在0至50的范围内。作为另外一种选择，无定形合金可具有式 $(Zr, Ti)_a (Ni, Cu)_b (Be)_c$ ，其中a、b和c各自代表重量或原子百分比。在一个实施例中，以原子百分比计，a在40至75的范围内，b在5至50的范围内，并且c在5至50的范围内。该合金还可以具有式 $(Zr, Ti)_a (Ni, Cu)_b (Be)_c$ ，其中a、b和c各自代表重量或原子百分比。在一个实施例中，以原子百分比计，a在45至65的范围内，b在7.5至35的范围内，并且c在10至37.5的范围内。作为另外一种选择，合金可具有式 $(Zr)_a (Nb, Ti)_b (Ni, Cu)_c (Al)_d$ ，其中a、b、c和d各自代表重量或原子百分比。在一个实施例中，以原子百分比计，a在45至65的范围内，b在0至10的范围内，c在20至40的范围内，并且d在7.5至15的范围内。前述合金体系的一个示例性实施例为由美国加利福利亚州液态金属科技公司(Liquidmetal Technologies, CA, USA)制造的商品名为VitreloyTM(诸如Vitreloy-1和Vitreloy-101)的Zr-Ti-Ni-Cu-Be基无定形合金。表1和表2中提供了不同系统的无定形合金的一些例子。

[0072] 表1：示例性无定形合金组合物(原子%)

[0073]

合金	原子%	原子%	原子%	原子%	原子%	原子%
1	Zr	Ti	Cu	Ni	Be	
	41.20%	13.80%	12.50%	10.00%	22.50%	
2	Zr	Ti	Cu	Ni	Be	
	44.00%	11.00%	10.00%	10.00%	25.00%	
3	Zr	Ti	Cu	Ni	Nb	Be
	56.25%	11.25%	6.88%	5.63%	7.50%	12.50%
4	Zr	Ti	Cu	Ni	Al	Be
	64.75%	5.60%	14.90%	11.15%	2.60%	1.00%
5	Zr	Ti	Cu	Ni	Al	
	52.50%	5.00%	17.90%	14.60%	10.00%	
6	Zr	Nb	Cu	Ni	Al	
	57.00%	5.00%	15.40%	12.60%	10.00%	
7	Zr	Cu	Ni	Al		
	50.75%	36.23%	4.03%	9.00%		
8	Zr	Ti	Cu	Ni	Be	
	46.75%	8.25%	7.50%	10.00%	27.50%	
9	Zr	Ti	Ni	Be		
	21.67%	43.33%	7.50%	27.50%		
10	Zr	Ti	Cu	Be		
	35.00%	30.00%	7.50%	27.50%		
11	Zr	Ti	Co	Be		

[0074]

	35.00%	30.00%	6.00%	29.00%		
--	--------	--------	-------	--------	--	--

12	Zr	Ti	Fe	Be		
	35.00%	30.00%	2.00%	33.00%		
13	Au	Ag	Pd	Cu	Si	
	49.00%	5.50%	2.30%	26.90%	16.30%	
14	Au	Ag	Pd	Cu	Si	
	50.90%	3.00%	2.30%	27.80%	16.00%	
15	Pt	Cu	Ni	P		
	57.50%	14.70%	5.30%	22.50%		
16	Zr	Ti	Nb	Cu	Be	
	36.60%	31.40%	7.00%	5.90%	19.10%	
17	Zr	Ti	Nb	Cu	Be	
	38.30%	32.90%	7.30%	6.20%	15.30%	
18	Zr	Ti	Nb	Cu	Be	
	39.60%	33.90%	7.60%	6.40%	12.50%	
19	Cu	Ti	Zr	Ni		
	47.00%	34.00%	11.00%	8.00%		
20	Zr	Co	Al			
	55.00%	25.00%	20.00%			

[0075] 表2:附加的示例性无定形合金组合物

[0076]

合金	原子%	原子%	原子%	原子%	原子%	原子%	原子%	原子%
1	Fe	Mo	Ni	Cr	P	C	B	
	68.00%	5.00%	5.00%	2.00%	12.50%	5.00%	2.50%	
2	Fe	Mo	Ni	Cr	P	C	B	Si
	68.00%	5.00%	5.00%	2.00%	11.00%	5.00%	2.50%	1.50%
3	Pd	Cu	Co	P				

[0077]

	44.48%	32.35%	4.05%	19.11%				
4	Pd	Ag	Si	P				
	77.50%	6.00%	9.00%	7.50%				
5	Pd	Ag	Si	P	Ge			
	79.00%	3.50%	9.50%	6.00%	2.00%			
6	Pt	Cu	Ag	P	B	Si		
	74.70%	1.50%	0.30%	18.0%	4.00%	1.50%		

[0078] 其他示例性的铁金属基合金包括组合物,诸如美国专利申请公开2007/0079907和2008/0118387中所公开的那些。这些组合物包括Fe (Mn, Co, Ni, Cu) (C, Si, B, P, Al) 体系,其中Fe含量为60至75原子百分比,(Mn, Co, Ni, Cu) 的总量在5至25原子百分比范围内,并且(C, Si, B, P, Al) 的总量在8至20原子百分比范围内,以及包括示例性组合物Fe48Cr15Mo14Y2C15B6。它们也包括由Fe-Cr-Mo-(Y, Ln)-C-B、Co-Cr-Mo-Ln-C-B、Fe-Mn-Cr-Mo-(Y, Ln)-C-B、(Fe, Cr, Co)-(Mo, Mn)-(C, B)-Y、Fe-(Co, Ni)-(Zr, Nb, Ta)-(Mo, W)-B、Fe-(Al, Ga)-(P, C, B, Si, Ge)、Fe-(Co, Cr, Mo, Ga, Sb)-P-B-C、(Fe, Co)-B-Si-Nb合金和Fe-(Cr-Mo)-(C, B)-Tm所述的合金体系,其中Ln表示镧系元素并且Tm表示过渡金属元素。此外,无定形合金还可以是示例性组合物Fe80P12.5C5B2.5、Fe80P11C5B2.5Si1.5、

Fe74.5Mo5.5P12.5C5B2.5、Fe74.5Mo5.5P11C5B2.5Si1.5、Fe70Mo5Ni5P12.5C5B2.5、Fe70Mo5Ni5P11C5B2.5Si1.5、Fe68Mo5Ni5Cr2P12.5C5B2.5和Fe68Mo5Ni5Cr2P11C5B2.5Si1.5的一种，如美国专利申请公开2010/0300148中所述。

[0079] 无定形合金还可为铁基合金，诸如(Fe,Ni,Co)基合金。此类组合物的例子在美国专利6,325,868、5,288,344、5,368,659、5,618,359和5,735,975,Inoue等人,Appl.Phys.Lett.,第71卷,第464页(1997),Shen等人,Mater.Trans.,JIM,第42卷,第2136页(2001),以及日本专利申请200126277(公开号2001303218 A)中有所公开。一种示例性组合物为Fe₇₂Al₁₅Ga₂P₁₁C₆B₄。另一个实例为Fe₇₂Al₇Zr₁₀Mo₅W₂B₁₅。在美国专利申请公开2010/0084052中公开了可用于本文涂层中的另一种铁基合金体系，其中无定形金属包含例如锰(1至3原子%)、钇(0.1至10原子%)以及硅(0.3至3.1原子%)，组成范围在括号内给出；并且包含以下元素：铬(15至20原子%)、钼(2至15原子%)、钨(1至3原子%)、硼(5至16原子%)、碳(3至16原子%)，并且余量为铁，指定的组成范围在括号内给出。

[0080] 前述的无定形合金体系还可包含附加的元素，诸如附加的过渡金属元素，包括Nb、Cr、V和Co。所述附加的元素可以小于或等于约30重量%，诸如小于或等于约20重量%、诸如小于或等于约10重量%、诸如小于或等于约5重量%的量存在。在一个实施例中，附加的任选元素为钴、锰、锆、钽、铌、钨、钇、钛、钒和铪中的至少一种，以形成碳化物并进一步改善耐磨性和耐腐蚀性。其他的任选元素可包括磷、锗和砷，总计至多约2%，并且优选地小于1%，以降低熔点。另外的，附带的杂质应小于约2%并且优选地为0.5%。

[0081] 在一些实施例中，具有无定形合金的组合物可包含少量的杂质。可故意添加杂质元素以改变组合物的属性，诸如改善机械性能(例如，硬度、强度、断裂机制等)和/或改善耐腐蚀性。作为另外一种选择，杂质可作为不可避免的附带杂质(诸如作为加工和制造的副产物而获得的那些)而存在。杂质可小于或等于约10重量%，诸如约5重量%、诸如约2重量%、诸如约1重量%、诸如约0.5重量%、诸如约0.1重量%。在一些实施例中，这些百分比可为体积百分比，而不是重量百分比。在一个实施例中，合金样品/组合物基本上由无定形合金组成(仅具有少量附带的杂质)。在另一个实施例中，该组合物包含无定形合金(没有可观察到的少许杂质)。

[0082] 在一个实施例中，成品部件超过块体凝固型无定形合金的临界浇铸厚度。

[0083] 在本文的实施例中，其中块体凝固型无定形合金可作为高粘度液体存在的过冷液相区的存在允许超塑性成形。可获得大的塑性变形。将在过冷液相区中发生大的塑性变形的能力用于成形和/或切割工艺。与固体相反，液体块体凝固型合金局部变形，这极大地降低了切割和成形所需的能量。切割和成形的容易性取决于合金、模具和切割工具的温度。随着温度越高，粘度越低，因此切割和成形就越容易。

[0084] 本文的实施例可利用例如以无定形合金在T_g与T_x之间进行的热塑性成形工艺。在本文中，根据在典型加热速率(例如20°C/分钟)下的标准DSC测量值，将T_x和T_g确定为结晶温度的起始点和玻璃化转变温度的起始点。

[0085] 无定形合金组分可具有临界浇铸厚度，并且成品部件可具有比临界浇铸厚度更厚的厚度。此外，选择加热和塑形操作的时间和温度使得无定形合金的弹性应变极限可基本上保持为不小于1.0%，并且优选地不小于1.5%。在本文的实施例的上下文中，大约玻璃化转变的温度意指成形温度可低于玻璃化转变温度、处于玻璃化转变温度处或在玻璃化转变

温度周围以及高于玻璃化转变温度,但优选地处于低于结晶温度 T_x 的温度。用与加热步骤中的加热速率类似的速率,并且优选地用高于加热步骤中的加热速率的速率来进行冷却步骤。冷却步骤还优选地在成形和塑形加载仍得以保持的同时实现。

[0086] 电子设备

[0087] 本文的实施例在使用BMG制造电子设备的过程中可为有价值的。本文的电子设备可指本领域已知的任何电子设备。例如,其可为电话诸如移动电话和座机电话,或任何通信设备诸如智能电话(包括例如iPhoneTM),以及电子邮件发送/接收设备。其可为显示器诸如数字显示器、电视监视器、电子书阅读器、便携式网页浏览器(例如iPadTM)以及计算机监视器的一部分。其还可为娱乐设备,包括便携式DVD播放机、常规DVD播放机、蓝光碟片播放机、视频游戏控制器、音乐播放机诸如便携式音乐播放机(例如iPodTM)等。其还可为提供控制的设备的一部分,诸如控制图像流、视频流、声音流(例如Apple TVTM),或其可为电子设备的遥控器。其可为计算机或其附件的一部分,诸如硬盘塔外壳或保护套、膝上型计算机外壳、膝上型计算机键盘、膝上型计算机触控板、台式计算机键盘、鼠标和扬声器。该制品还可应用于诸如手表或时钟的设备。

[0088] 本文示出的方法、技术和设备并非旨在受例示的实施例的限制。

[0089] 如本文所公开,装置或系统(或设备或机器)被配置为执行一种或多种材料(诸如无定形合金)的熔融和注塑。系统被配置为通过在将熔融材料注入到模具内以进行模塑之前在较高熔融温度下熔融来加工此类材料或合金。如下文进一步描述,装置的部件彼此串列定位。根据一些实施例,装置的部件(或至其的通道)在水平轴线上对齐。

[0090] 在利用无定形合金材料模塑部件时,在形成和模塑部件时可能会降低部件的质量,因为在处理周期期间无定形合金材料未完全熔融。具体地讲,在注塑机中使用无定形合金材料时,如果未将材料均匀加热到高温和/或如果在模塑之前未保持熔融材料的均匀加热高温,则材料(在其熔融状态中)可能在熔融和/或将材料移动到机器的模具中期间在其中形成晶体或凝壳。如整个本公开中提到的,“凝壳”被定义为结晶的无定形合金或晶体。在处理周期期间可熔性材料的一部分温度降低时,或者如果部分或一层材料未熔融或未被加热到足够高温度时,则可能在无定形合金材料中形成凝壳。它可能包括熔融材料中的晶体层、膏或浆液。可能在与(更)冷表面直接接触的区域中形成凝壳。例如,如果在具有温度控制或冷却能力的容器或舟皿式坩埚(例如由铜制成)中熔融无定形合金,与温度冷却区域接近的容器接触的一些材料可能无法达到完全熔融的充分高温度,从而在接近与容器那些更冷部分(例如在熔融材料的底部或侧面)接触的表面附近的熔融材料中形成凝壳层。作为另一个实例,在移动熔融的无定形合金材料以从熔融区注入到模具中时(例如通过传送套筒),一些熔融材料可能冷却并形成凝壳。在一些情况下,诸如在通过传送套筒移动时,可能会意外引起凝壳层的形成,因为并非注塑系统或机器的所有部件都受到温度控制和/或加热。例如,本文描述的传送套筒(30)可以是冷套筒,如未被加热或在室温下提供。

[0091] 凝壳可能给注塑工艺带来不良影响。例如,无定形合金(或BMG)的凝壳可能导致结晶结构。向注塑部件中引入结晶材料例如可能会降低部件的强度、削弱部件的质量并在部件表面上导致不美观的斑点。因此,本公开提供了若干示例性方法与系统,用于最小化和/或除去注塑系统不同部分之内的热传递差异导致的无定形合金凝壳。

[0092] 在整个本公开中,提到可熔性材料、熔融材料或熔融状态中的材料在注入系统中

被使用、熔融和模塑，是指无定形合金材料，诸如上文详细描述的那些材料。

[0093] 另外，如通篇中要理解的，“曲奇(cookie)”是来自带有模塑部件的模具和/或一旦完成模塑而保留在传送套筒中的剩余材料(例如料块)(一开始能够进入模具，但可能在模塑期间被推出或流出的材料)。在一些情况下，可能需要从模塑件去除(例如切掉)它，或者可以在部件完成之前向顶出的模塑件应用加工技术。

[0094] 以下实施例仅用于示例性目的，并且并非旨在为限制性的。

[0095] 图3示出了此类示例性系统的示意图。更具体地，图3示出了注塑装置或系统10。根据一个实施例，注塑系统10具有被配置为熔融其中所接收接收的可熔性材料的熔融区12，以及被配置为将熔融材料从熔融区12移动和顶出并使其进入模具16中的具有柱塞头22的至少一个柱塞杆14。在一个实施例中，至少柱塞杆14和熔融区12成串列形式并在水平轴线(例如X轴)上被提供，使得将柱塞杆14在水平方向上(例如沿着X轴)基本上穿过熔融区12移动，从而将熔融材料移动到模具16中。模具可邻近熔融区而被定位。

[0096] 可熔性无定形合金材料可以任意种形式接收接收在熔融区中。例如，可熔性材料可以铸块(固态)、半固态、经预热的浆料、粉末、球粒等的形式在熔融区12中提供。在一些实施例中，加载料口(诸如铸块加载料口18的所示实例)可作为注塑系统10的一部分提供。加载料口18可在许多位置处提供的机器内的单独开口或区域。在一个实施例中，加载料口18可以是通过机器一个或多个部分的通路(例如在其中不单独形成)。例如，材料(例如铸块)可通过柱塞14在水平方向上被插入到容器20中，或可在水平方向上从注入系统10的模具侧被插入(例如，穿过模具16和/或穿过传送套筒30进入容器20中)。在其他实施例中，可以其他方式和/或使用其他设备来将可熔性材料提供到熔融区12中(例如，穿过注入系统的相对端)。

[0097] 熔融区12包括被配置为接收可熔性材料并且在材料被加热至熔融状态时保存材料的熔融机构。熔融机构可例如以容器20的形式，其具有用于接收可熔性材料并被配置为熔融在其中的材料的主体。在整个本公开中所用的容器是由用于将物质加热至高温的材料所制成的器皿。例如，在一个实施例中，容器可为坩埚，诸如船型坩埚或凝壳炉等。在一个实施例中，容器20为冷床熔炼设备，其被配置为当处于真空(例如，通过真空设备38或泵而施加的)下时用于一种或多种可熔性材料。在一个实施例中，如下文进一步描述，容器为温度调节的容器。

[0098] 容器20还可具有将材料(例如给料)输入到其主体的接收或熔融部分24中的入口。在一个实施例中，容器20的主体包括基本U形的结构。然而，此形状不旨在是限制性的。容器20可具有许多的形状或构造。容器的主体具有长度并且可在纵向和水平方向上延伸，使得使用柱塞14将熔融材料从该主体中水平地移除。例如，主体可包括基部，基部具有从基部竖直延伸的侧壁。用于加热或熔融的材料可被接收在容器的熔融部分24中。熔融部分24被配置为接收在其中待熔融的可熔性材料。例如，熔融部分24具有用于接收材料的表面。容器20可使用用于输送的注入系统的一个或多个设备(例如加载料口、加载设备和/或柱塞)来将材料(例如铸块的形式)接收在其熔融部分24中。

[0099] 容器20的主体可被配置为接收在水平方向经由其的柱塞杆以移动熔融材料。即，在一个实施例中，熔融机构与柱塞杆位于相同轴线上，并且主体可被配置为和/或尺寸被设计为接收柱塞杆的至少一部分。因此，柱塞杆14可被配置为通过基本上穿过容器20移动而

将熔融的材料(加热/熔融之后)从容器和熔融区12移动到模具16中。参考图3中系统10的例示的实施例,例如,柱塞杆14将在水平方向上自右向左移动穿过容器20,从而朝着模具16移动并推送熔融材料并将熔融材料移动并推送到模具16中。

[0100] 为了加热熔融区12并对容器20中所接收的可熔性材料进行熔融,注入系统10还包括用于对可熔性材料进行加热和熔融的热源。如果不是基本上整个主体自身,容器的至少熔融部分24被配置为受热使得在其中所接收的材料被熔融。使用例如定位在被配置为熔融可熔性材料的熔融区12内的感应源26来实现加热。在一个实施例中,感应源26邻近容器20定位。例如,感应源26可以是基本上围绕容器主体的长度以螺旋模式定位的线圈的形式。因此,容器20可被配置为通过使用电源或源28向感应源/线圈26提供电力而使熔融部分24内的可熔性材料(例如插入的铸块)感应地熔融。因此,熔融区12可包括感应区。感应线圈26被配置为在不熔融和润湿容器20的情况下对容器20所接收的任何材料进行加热和熔融。感应线圈26朝容器20发射射频(RF)波。如图所示,主体和围绕容器20的线圈26可被配置为沿着水平轴线(例如X轴)在水平方向上定位。

[0101] 在一个实施例中,容器20为温度调节容器。此类容器可包括一条或多条温度调节管路,所述一条或多条温度调节管路被配置为在熔融被接收在容器中的材料期间使液体(例如,水或其他流体)在其中流动,以用于调节容器20的主体的温度(例如,以强制冷却容器)。此类强制冷却堆块还可在与柱塞杆相同的轴线上提供。一条或多条冷却管路可有助于防止容器20自身的主体过度加热和熔融。可将一条或多条冷却管路连接到被配置为引起容器中的液体流动的冷却系统。一条或多条冷却管路可包括用于供液体或流体经由其流过的一个或多个入口和出口。可以任意种方式构造冷却管路的入口和出口,并且不旨在受到限制。例如,一条或多条冷却管路可相对于熔融部分24定位,使得熔融在其上的材料并调节容器温度(即,吸收热量和冷却容器)。一条或多条冷却管路的数量、定位和/或方向不应受到限制。当感应源26通电时,冷却液体或流体可被配置为在熔融可熔性材料期间流经一条或多条冷却管路。

[0102] 在材料在容器20中被熔融之后,柱塞14可用于迫使熔融材料从容器20进入模具16中,以用于模塑成物件、部件或工件。在可熔性材料为无定形合金的情况下,模具16被配置为形成模塑块体无定形合金物件、部件或工件。模具16具有用于接收经由其的熔融材料的入口。容器20的输出口和模具16的入口可串列并在水平轴线上提供,使得柱塞杆14在水平方向上穿过容器的主体移动以顶出熔融的材料并经由模具16的入口进入模具16中。

[0103] 在一些实施例中,注塑系统10包括传送套筒30。传送套筒30(本领域和本文中有时称为射料套筒、冷套筒或注入套筒)可在熔融区12与模具16之间提供。传送套筒30具有被配置为接收熔融材料并允许对经由其的熔融材料进行传送并使其进入模具16中(使用柱塞14)的开口。其开口可沿着水平轴线(例如X轴)在水平方向上被提供。传送套筒不需要冷室。在一个实施例中,至少柱塞杆14、容器20(例如,其接收或熔融部分)以及传送套筒30的开口或路径串列并在水平轴线上提供,使得柱塞杆14可在水平方向上穿过容器20移动以便将熔融材料移动到(并随后穿过)传送套筒30的开口。熔融的材料在水平方向上通过传送套筒30并经由模具腔体入口推送到模具腔体中。

[0104] 如先前所指出的,用于模塑材料(诸如金属或合金)的系统(诸如注塑系统10)可在迫使熔融材料进入模具或模腔时实施真空。注塑系统10可还包括被配置为向至少熔融区12

和模具16施加真空压力的至少一个真空源38或泵。真空压力可施加于用于熔融、移动或传送和模塑在其中的材料的注塑系统10的至少一些部件上。例如，容器20、传送套筒30和柱塞杆14可全部处在真空压力下和/或封闭在真空室中。

[0105] 在一个实施例中，模具16为真空模具，该真空模具为被配置为在模塑材料时调节其中的真空压力的封闭结构。例如，在一个实施例中，真空模具16包括(分别)相对于彼此相邻定位的第一板32(也称为“A”模具或“A”板)和第二板34(也称为“B”模具或“B”板)。第一板32和第二板34大体上各自具有分别与之相关联以用于在两者间模塑熔融材料的模具腔体36和38。腔体被配置为模塑经由注入套筒或传送套筒30在其间接收的熔融材料。模具腔体36和38可以包括用于在其中形成和模塑部件的部件腔体。

[0106] 一般来讲，第一板32可连接至传送套筒30。根据一个实施例，柱塞杆14被配置为从容器20通过传送套筒30向模具16中移动熔融的材料，例如，进入模具16的腔体中的入口在第一板32中提供，腔体分别介于第一板32和第二板34之间。

[0107] 在材料模塑期间，配置模具16的至少第一板和第二板以基本消除其间的材料(例如熔融的无定形合金)暴露于至少氧和氮中。具体地，施加真空使得基本上排除板和它们的腔体内的气体。使用经由真空管路连接的至少一个真空源38来向真空模具16的内部施加真空压力。例如，在熔融和后续的模塑循环期间，系统上的真空压力或真空度可保持在介于 1×10^{-1} 至 1×10^{-4} 托之间。在另一个实施例中，在熔融和模塑过程期间，真空度保持在介于 1×10^{-2} 至约 1×10^{-4} 托之间。当然，可使用其他压力水平或范围，诸如 1×10^{-9} 托至约 1×10^{-3} 托，和/或 1×10^{-3} 托至约0.1托。顶出机构(未示出)被配置为将模塑(无定形合金)材料(或模塑部件)从模具16的第一板32和第二板34之间的模具腔体顶出。顶出机构与致动机构(未示出)相关联或连接至致动机构，致动机构被配置为经致动以便顶出模塑材料或部件(例如在第一板和第二板水平地且相对地远离彼此移动之后，在释放至少板之间的真空压力之后)。

[0108] 在一些情况下，如下文所述，在制备成品模塑部件之前，对顶出的模塑件执行另外的加工。例如，可以在部件完成之前清除曲奇和/或多余的模塑材料(例如包括凝壳材料的捕集和模塑材料)。

[0109] 在装置10中可采用任何数量或类型的模具。例如，可在第一板和第二板之间和/或邻近于第一板和第二板提供任意数量的板以形成模具。称为“A”系列、“B”系列和/或“X”系列模具的模具例如可在注塑系统/装置10中实施。

[0110] 尽管容器20中的冷却管路能够辅助冷却容器主体，但如前所述，在一些情况下，它们也可能在熔融的无定形合金材料中引起凝壳材料的形成。或者，即使没有冷却管路，熔融的无定形合金材料的部分在被模塑之前也可能结晶成凝壳材料。例如，熔融的材料可能在从熔融区12传输到模具16期间被冷却。均匀加热要熔融的材料以及在这样的注塑装置10中保持熔融的材料的温度有助于形成均匀的模塑部件。带凝壳材料的模塑降低了其质量和完整性。

[0111] 因此，本公开提供了几种不同的概念以通过减少和/或清除注塑系统不同部分之内的热传递差异导致的无定形合金的凝壳部分，解决对减少和/或防止带凝壳材料的模塑的需求。

[0112] 根据一些实施例，凝壳被设计成在处理周期期间在注塑系统，诸如系统10中被机械分离，即，处理周期至少是从熔融区12中熔融的时间直到在模具16中完成熔融材料模塑。

在一个实施例中,注塑系统中包括腔体,腔体被配置为从熔融材料捕集凝壳材料并捕集到柱塞头之内,以便显著减少成品模塑部件中凝壳或结晶材料的量。这从而减小了凝壳材料被推送到腔体中并夹带在模塑部件中的概率(从而提高部件的质量)。例如,如图4中所示,在柱塞杆14的柱塞头22将熔融的材料42从熔融区12通过传送套筒30向模具16移动时,熔融的材料42可以形成凝壳46。即,熔融材料42可以包括材料(无定形合金)的更高温熔融池44和更冷的凝壳材料46。为了减少和/或防止成品模塑部件中有这种凝壳材料46,图4示出了在模具16中提供的腔体40的一个实施例,其被配置为捕集熔融无定形合金中的凝壳材料。更具体地,在用于模塑部件的模具腔体之内提供凝壳捕集区40、腔体或区域。凝壳捕集区40可以是用于形成部件的真实模具的延伸。在例示的实施例中,凝壳捕集区40被提供为模具16的第二板34中模具腔体38的延伸。设计它使得在第一板32和第二板34之间并向其相应的腔体36和38中注入熔融材料42时,基本将凝壳材料46推入凝壳捕集区40中,使得大量或基本上全部凝壳材料46都进入与用于形成部件的腔体不同的模具16的独立区域中。在形成该部件之后,可以顶出模塑部件,并可以使用进一步的加工来完成模塑部件。即,可以加工清除掉凝壳捕集区40中注入、模塑和硬化的任何材料,使得成品部件不必包括任何硬化的凝壳或结晶材料。

[0113] 在例示的实施例中,凝壳材料46被示为形成于底部行进表面(例如传送套筒30中的通路)附近和柱塞头22附近。这是示例性的。基于此实例,凝壳捕集区40被配置为定位于模具16中,使得在向模具16中注入时,迫使凝壳材料46处于其中。然而,即使图4将凝壳捕集区40示为第二腔体38中的延伸,但其位置仅仅是示例性的并非旨在进行限制。例如,可以将凝壳捕集区40作为第一板32的腔体36的一部分来提供。因此,应当理解,可以将凝壳捕集区40定位于模具中或与模具相邻,被确定会从熔融材料42接收大量凝壳材料46的区域中。

[0114] 根据一些其他实施例,凝壳46在进入模具之前与熔融材料42机械地分离。图5-图8示出了用于分离凝壳材料的另选实例。具体地讲,在利用柱塞杆14的柱塞头22从熔融区12向模具16中推送熔融材料时,将凝壳与熔融材料(合金)机械地分离。例如,可以在柱塞杆14的柱塞头22中提供腔体。在一些实施例中,可以在柱塞杆14的中心线(水平线、纵线)下方提供柱塞杆22的柱塞头中的腔体,使得在其中捕获或捕集凝壳材料。即,当凝壳材料46形成于底部表面附近和/或柱塞杆22的末端(例如,如图4中所示)时,可以设计腔体以将凝壳46从熔融材料42的池44分离。

[0115] 图5和图6示出了柱塞头22的一个实例,其具有主体48,主体具有在其末端处提供的腔体50,所述腔体被配置为至少将熔融的材料从熔融区12移动到模具16。例如,腔体50可基本上在柱塞杆14的中心线下方提供并具有倒圆的构造。腔体50被配置为从柱塞头22的末端向后延伸。设计并配置腔体50,使得在向模具16移动期间和/或在向模具16中注入熔融的材料时,在腔体50中捕集大量或基本上全部熔融材料42中的凝壳材料46,同时无定形合金材料的更高温熔融池44被推送到模具16中并利用腔体36和38模塑成部件。在形成该部件之后,可以顶出模塑部件,并可以使用进一步的加工来完成模塑部件。即,可以利用该部分硬化并模塑捕集到柱塞主体48的腔体50中的任何材料。因此,可以加工清除掉此类材料,使得成品部件不必包括任何硬化的凝壳或结晶材料。

[0116] 图7示出了具有另选的倒圆的构造的腔体52的柱塞头22的另一个实例。如腔体50那样的腔体52在柱塞头22的末端处提供,柱塞头22被配置为至少将熔融材料从熔融区12移

动到模具16。腔体52可基本上在柱塞杆14的中心线下方提供并具有倒圆的构造,该构造的形式为圆弧或舌形凹槽,例如图7中所示。腔体52被配置为从柱塞头22的末端向后延伸。设计并配置腔体52,使得在向模具16移动期间和/或在向模具16中注入熔融材料时,在腔体52中捕集大量或基本上全部熔融材料42中的凝壳材料46,同时无定形合金材料的更高温熔融池44被推送到模具16中。在形成该部件之后,可以顶出模塑部件,并可以使用进一步的加工来完成模塑部件。即,可以利用该部件硬化并模塑捕集到柱塞的腔体52中的任何材料,如图18中所示。具体地,图18示出了从注塑机中的模具顶出的部件100的透视图。除了具有其模塑部件102,即成品部件之外,部件100还包括在图7中的腔体52之内硬化的模塑部分104。这一模塑部分104包括被捕集和/或防止被推送到模具16中的凝壳材料46的至少一些。因此,可以从模塑部分102加工去掉模塑部分104,使得成品部件100不必包括任何硬化的凝壳或结晶材料。

[0117] 图8和图9示出了柱塞头22的另一个实例,其具有主体54,主体具有在其末端处提供的腔体56,柱塞头22被配置为至少将熔融的材料从熔融区12移动到模具16。腔体56可基本上在柱塞杆14中心线下方提供并具有阶梯形构造。腔体56被配置为从柱塞头22的末端向后延伸。设计并配置腔体56,使得在向模具16移动期间和/或在向模具16中注入熔融材料时,将大量或基本上全部熔融材料42中的凝壳材料46捕集到腔体56的部分中,同时无定形合金材料的更高温熔融池44被推送到模具16中并利用腔体36和38模塑成部件。在形成该部件之后,可以顶出模塑部件,并可以使用进一步的加工来完成模塑部件。即,可以利用该部件硬化并模塑柱塞主体54的腔体56中捕集的任何材料。因此,可以加工清除掉此类材料,使得成品部件不必包括任何硬化的凝壳或结晶材料。

[0118] 当然,应当理解,柱塞头中图5-图8中所示的腔体的构造是示例性的而非限制性的。可以使用任意数量的不同构造或几何形状形成柱塞杆14柱塞头22中的腔体。

[0119] 因此,利用设计有腔体的柱塞头的概念,诸如图5-图8中所示的那些实例,熔融材料中形成的凝壳材料将基本上不会进入模具的腔体中。相反,凝壳被柱塞头捕集(并与部件或曲奇在一起)。

[0120] 然而,可以配置机器或系统中除模具或柱塞杆之外的部分以在凝壳进入模具之前从熔融材料清除它。可在模具或柱塞外部提供腔体,但仍然配置为在柱塞将熔融材料移动到模具中之前捕集凝壳材料。例如,在包括传送套筒30(在熔融区和模具之间)的系统中,可在传送套筒的通路中提供腔体。然后,在移动通过于此的熔融材料时,可以使用腔体捕集或捕获至少一些凝壳材料。图14和图15示出了在传送套筒30中路径(用于移动通过于此的柱塞杆和材料)的底部表面58中提供的这种腔体60或通道的实例。如大体所示,腔体60在路径中纵向延伸(例如在沿水平轴线的方向上)。在路径的底部表面58下方提供腔体60,使得在柱塞杆14从熔融区12移动熔融材料42时,将凝壳材料46捕获到腔体60之内,同时将熔融池44推送到模具16中。例如,腔体60可以是在路径中沿纵向(例如沿X轴)延伸的滑槽或开口的形式,其被配置为在凝壳材料能够进入模具的模塑部件区之前捕集凝壳材料。

[0121] 在一个实施例中,腔体60被配置为定位于与模具16入口相邻的传送套筒30的路径中,使得在向模具16中注入之前,捕获与通过套管30移动熔融材料时形成的同样多的凝壳材料46。然而,即使图14-图15示出了其中具有腔体60的传送套筒30,但应当理解,可以与熔融区12相邻或在熔融区12中,和/或在进入模具中之前的任一点提供这样的腔体或通道。在

另一个实施例中,可以沿传送套筒的长度提供 多个腔体或通道。例如,腔体或通道可以沿底部表面沿纵向分隔,以在熔融材料沿路径行进时从其选择性地收集或刮削凝壳材料。

[0122] 在一个实施例中,腔体60的深度可以介于大约0.10mm至大约0.25mm之间。或者,在另一个实施例中,腔体的深度可以在大约0.25mm至大约10.0mm之间。在另一个实施例中,腔体60的深度介于2.0mm至大约5.0mm之间。此类尺寸为示例性的而非限制性的。例如,在另一个实施例中,腔体60的深度可以取决于要从熔融材料收集的材料量,例如,其可以是被注入并模塑的熔融材料总量的一定百分比。根据另一个实施例,腔体60的深度可以取决于注入的速度。因此,可以使用任意数量的因素确定腔体60的尺寸。因此,通过实现腔体60,熔融材料中形成的凝壳材料将基本不会进入模具的腔体中。相反,通过在凝壳经传送套筒移动时滴入腔体中来捕集凝壳。

[0123] 一旦材料被捕集到腔体60中,就可以使用任意数量的装置或设备来清除材料。在一些情况下,可以冷却腔体60中的材料,以便在清除其之前形成固体件。图16和图17示出了用于在注塑系统中使用设备从注塑系统中的通路清除刮削或捕集的凝壳材料的示例性实施例。在例示的实施例中,顶出设备包括附接到致动机构68(以轴的形式示出)的板66。板66在通路(例如在熔融区12和模具16之间的传送套筒30中)中提供并被布置成使得在熔融池的路径下方形成腔体。例如,板66可被布置成使得形成类似于腔体60的腔体,如图16中所示。可以在任何位置并在相对于通路的任何深度提供板66。

[0124] 可以利用所示的设备通过若干种方式顶出腔体中捕集的材料。例如,可以向上或向下移动设备。在一个实施例中,致动机构68可以沿垂直方向向下并离开路径移动板66,使得腔体60中的材料被释放和/或滴落。在图17中所示的另一个实施例中,可以沿垂直方向将板66向上移动到路径中,使得材料被向上推送。例如,板66可以被配置为对准,使得可以从通路清除材料。在图17所示的实施例中,柱塞14被配置为在水平方向上向后移动(到初始位置,例如在开始熔融和注入之前的位置),以便利用其柱塞头22将材料向后移动或推送到例如 熔融区12中。然而,也可以或替代地使用柱塞14从腔体中通过模具16顶出材料。例如,在移动板66之前,可以将柱塞14收回至其初始位置。然后,可以配置致动机构68以利用板66将腔体中的材料向上推送。然后可以向前向着模具16移动柱塞14,以向着模具并可能通过模具移动和推送材料以进行清除。

[0125] 作为另外一种选择,据设想在另一个实施例中,可以提供销子以从腔体60顶出材料。例如,可以将多个销子设计成通过腔体区域有选择地移动,使得从腔体(例如从底部)推出腔体中的材料。例如此类销子可类似于用于从模具腔体顶出模塑部件的脱模销。

[0126] 根据另一个另选的实施例,可以配置机器或系统的部分以在凝壳进入模具之前从熔融材料清除它而不从熔融池44清除材料。例如,图10-图13示出了用于利用柱塞头在进入模具之前(即在材料从熔融区12移动到模具16期间)引起熔融材料(合金)混合的概念和方法。

[0127] 参考图3的注塑系统10中的设备,使用柱塞杆14在水平方向上自右向左从熔融区12向模具16移动材料。在一个实施例中,为了引起并提供熔融材料42的混合,可以对柱塞杆14进行预编程以便以受控方式移动,以引起材料的混合或搅拌。例如,在一个实施例中,当再次向模具移动之前,可以沿其水平路径周期性地停止和/或在短时间(例如1秒)内以相反或前后移动方式(例如,在相反方向上,如从左到右,或向回和离开模具)周期性地移动柱

塞。柱塞杆14的这种移动能够引起熔融材料混合。例如,如图10中的箭头所示,当柱塞杆14沿水平方向通过路径并沿传送套筒30的表面58推送材料时,熔融材料42可以在其前方倾注,使其向前流动,以基于柱塞运动而混合。然后,熔融材料42中的紊流使得凝壳材料46与更高温熔融池44混合,如图11中所示,使其变成熔融池44的一部分。通过引发此类搅动,可以在对其进行模塑之前在更高温的池44中溶解凝壳材料46。

[0128] 在另一个实施例中,柱塞杆14的柱塞头22可成形使得熔融材料在向模具16移动时它将引起熔融材料混合或搅拌。可以通过至少成形柱塞头的面,以便根据柱塞头和材料熔融池向前移动到模具中来搅拌 熔融合金,从而引起混合。图13示出了包括主体62的柱塞头22的实例,主体62具有成轮廓的末端64,柱塞头22被配置为从熔融区12向模具16中推送熔融材料。成轮廓的末端64可以稍微凹陷(例如图所示)或具有锥形形状,其被设计成在沿水平方向向模具16移动柱塞杆14时,引起混合和搅拌。这样的柱塞头设计还能够在柱塞移动时引起熔融材料42中的移动,使得熔融材料42在更高温熔融池44上方倾注并使得凝壳材料46与更高温熔融池44混合,且在凝壳材料46被模塑之前可溶解于更高温熔融池44中。图19-图21示出了根据其他实施例可用于注塑系统中的不同柱塞头的另选设计。在一个实施例中,搅拌运动可以是绕注入轴(例如水平X轴)的角旋转,可以由柱塞头22的螺旋形柱塞头面70产生,诸如图19所示。作为另外一种选择,柱塞头22可以包括倾斜的平面柱塞头面72,诸如图20中所示,其能够通过轴向旋转从熔体底部向顶部搅动熔融的流体。在另一个实施例中,搅动可能由锥形柱塞头面从注入轴径向发散,例如图21中所示。

[0129] 因此,可以使用这些柱塞头设计、设备和/或方法的任一种来增强混合,使得凝壳连续混合到熔融材料中。通过在移动并注入熔融池的同时在其中融入并混合凝壳材料,减小和/或消除了成品模塑部件中存在的凝壳材料的量。

[0130] 在一些实施例中,据设想可以将本文描述的具体实施的组合用于注塑机中,以大幅减少和/或基本消除成品模塑部件中的凝壳材料(晶体)。例如,在一个实施例中,据设想可以由柱塞头中的腔体(例如参见图5-图8中的设计)和传送套筒中的腔体(例如参见图14-图15)两者捕集凝壳材料。在另一个实施例中,可以使用凝壳捕集区40和引起的混合两者。在另一个实施例中,可以使用引起的混合和一个或多个腔体两者来捕集凝壳材料。

[0131] 除了所述的具体实施之外,还可以提供注塑系统10的额外特征结构,以便减少成品模塑部件中凝壳材料的量。例如,据设想在一些情况下,可以由某种材料制造传送套筒30的通路壁,以便于凝壳去除或减轻凝壳形成。在一些实施例中,传送套筒300可以由不良热导体材料制造,以减少柱塞杆14移动熔融材料时冷却和形成凝壳。在其他实施例中,如果可熔性材料可被过度加热,系统10可以被配置为将材料加热到更高温度,使得凝壳形成最小化。

[0132] 如利用图4-图8和图14-图15中的方法/设备所示,被捕集或清除且至少基本上包括凝壳的材料,例如不必被浪费或丢弃。在一些情况下,凝壳材料可以被循环利用。因为凝壳与被熔融的材料(合金)具有基本上相同的组成,所以可以将凝壳与可熔性材料组合和/或插入具有可熔性材料的熔融区12中,以重新熔融。在一些情况下,可以根据需要增加额外的成分。

[0133] 本文描述的配置不会要求与形成机器部分的已知其他材料有材料方面的差异。在一些实施例中,可以增加涂层和/或纹理(例如在传送套筒中)以改善耐磨性并减少热损失。

[0134] 上述方法与系统减少和/或最小化凝壳形成和/或清除处理期间形成的任何凝壳。因此,减少和/或最小化了成品模塑产品中的凝壳。在一些情况下,可以从成品模塑产品基本上消除凝壳。减少模塑部件中凝壳或结晶材料的量提高了质量,包括但不限于:强度相关的特性、美观性、耐腐蚀性和无定形均匀度。

[0135] 一般来讲,为了利用可熔性材料(例如无定形合金)形成部件(例如块体无定形合金部件),可以按照如下方式操作注塑系统/装置10:将可熔性材料(例如铸块形式的无定形合金或BMG)加载到进料机构(例如加载料口18或设备)中,插入并接收在熔融区12中并且到容器20(由感应线圈26围绕)中。向系统(熔融区和模具)应用真空,并通过熔融区12中的感应过程加热材料(即,经由电源向感应线圈26供电)。注塑机可通过闭环系统控制温度,该闭环系统将材料稳定在特定温度(例如使用温度传感器和控制器)。在材料熔融期间,将装置保持在真空下。此外,在加热/熔融期间,可激活冷却系统以使(冷却)液体在容器20的任何冷却管路中流动。一旦达到并保持所需温度以对可熔性材料进行熔融,便可停止使用感应线圈26加热。然后机器便将开始通过沿着水平轴线(X轴)在水平方向上(自右向左)移动熔融的材料来开始注入来自容器20的熔融的材料,使其穿过传送套筒30并进入真空模具16中。这可使用柱塞14进行控制,所述柱塞可使用伺服驱动的驱动器或液压驱动器来启动。模具16被配置为通过入口接收熔融材料并且被配置为在真空下模塑熔融材料。即,将熔融材料注入到所述至少第一板与第二板之间的腔体中以在模具16中对部件进行模塑。在一个实施例中,在注塑装置的腔体中捕集熔融材料的至少一部分。具体地讲,利用参考图4-图8和图14-图15所述的模具、柱塞头和/或传送套筒的配置的任何单一形式或组合捕集或捕获来自熔融材料的凝壳材料。在另一个实施例中,引起(例如使用柱塞)熔融材料的混合,使得基本上防止凝壳材料形成和/或确实形成的任何凝壳在熔融池中混合和熔融。然后,将材料注入模具中。一旦模具腔体已开始填充,可将真空压力(经由真空管路及真空源38)保持在给定压力以将熔融的材料“充装”到模具腔体的剩余空隙区域中并对材料进行模塑。在模塑过程(例如大约10至15秒)之后,释放向至少模具16(例如不是整个装置10)施加的真空压力。然后打开模具16以泄压并使部件暴露于大气环境。启动顶出机构以通过致动设备从模具16的至少第一板与第二板之间顶出凝固的模塑物件。此后,可再次开始该过程。然后可通过将所述至少第一板和第二板相对于彼此并朝向彼此移动使得第一板和第二板彼此相邻,来关闭模具16。一旦柱塞14已移动回装料位置,通过真空源来抽空熔融区12和模具16,以便插入和熔融更多材料并且对另一部件进行模塑。可以根据需要加工顶出的模塑部件以制备成品模塑部件,其硬化的凝壳材料减少和/或基本上没有硬化的凝壳材料。

[0136] 因此,本文所公开的实施例示出了示例性注入系统中使用的凝壳捕集方法与设备,该示例性注入系统具有其沿水平轴线串列的熔融系统。然而,据设想也可以在定位于垂直轴上的系统中实施本文所述实施例中的一些。

[0137] 尽管未详细描述,但本发明所公开的注入系统可包括附加部件,附加部件包括但不限于一个或多个传感器、流量计等(例如用于监视 温度、冷却水流量等),和/或一个或多个控制器。另外,密封件可与任何数量的部件一起或邻近提供,以通过基本上限制或消除空气的显著暴露或泄漏而在处于真空压力下时在熔融的材料的部件熔融和形成期间提供辅助。例如,密封件可以是O环的形式。密封件被定义为可由任何材料制成且阻止其密封的部件之间的材料(诸如空气)移动的设备。注入系统可实现自动或半自动工艺,以用于将可熔

性材料插入其中、施加真空、加热、注入以及对材料进行模塑以形成部件。

[0138] 本文任何例示性实施例中的柱塞、传送套筒或模具的类型和用于其的材料并非意在进行限制。柱塞杆及其柱塞头可以由相似或不同材料制造。例如，用于形成柱塞杆主体的常见材料是硬化工具钢。对于柱塞头，可以使用一种或多种非铁可加工材料，诸如铜、铜合金、铜镀合金、不锈钢、黄铜、钨或多种高温高强度陶瓷和/或类似材料。在一些实施例中，柱塞主体和/或柱塞头上可以具有涂层（例如碳化物、氮化物、陶瓷等涂层），以促进高耐磨性，提供热障，目的在于提高柱塞头的寿命和/或改善熔体的同质性。也可以利用更软的材料涂布柱塞头，以在柱塞头和舟皿和/或冷套管材料之间提供更好的滑动机构。柱塞头涂层实际上可以是陶瓷或金属，并通过多种方法沉积，包括化学浴槽、气相沉积、粉末涂覆等。在一些实施例中，用于形成柱塞头材料的材料是非磁性的。柱塞头也可以由多个部件或工件形成，诸如由更强的主体部分和可更换柱塞头部分组成（例如，其可包含或由具有丰富特性以与熔融材料接触的材料形成）。

[0139] 此外，应当指出，如图5-图8和图13-图15所示的柱塞杆和柱塞头的本文所述实施例的任一个都可以被配置为以某种方式进行温度控制或冷却，如使用流体。

[0140] 在一些实施例中，将使用本文所公开的注入系统的实施例的任何一个被模塑（和/或熔融）的材料可包括任何数量的材料并且不应受限于无定形合金。在一些实施例中，可以使用本文所述的任何柱塞来移动除无定形合金之外的材料。

[0141] 虽然在上文阐述的示例性实施例中已澄清了本公开的原理，但将 对于本领域的技术人员而言显而易见的是，可对本公开的实践中使用的结构、布置、比例、元件、材料和组件进行各种修改。

[0142] 应当理解，上文所公开的许多内容以及其他特征和功能或它们的替代形式可根据需要组合成多种其他的不同系统/设备或应用。本领域的技术人员可随后在其中进行各种目前未预见或未预料的替代、修改、变型或改进，这些替代、修改、变型或改进也旨在由以下权利要求书所涵盖。

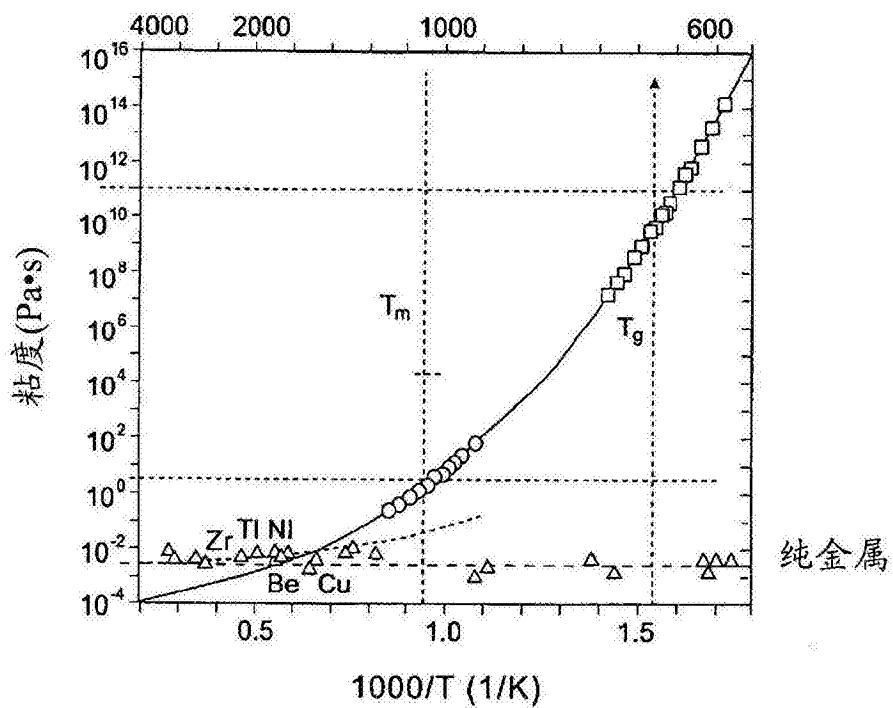


图1

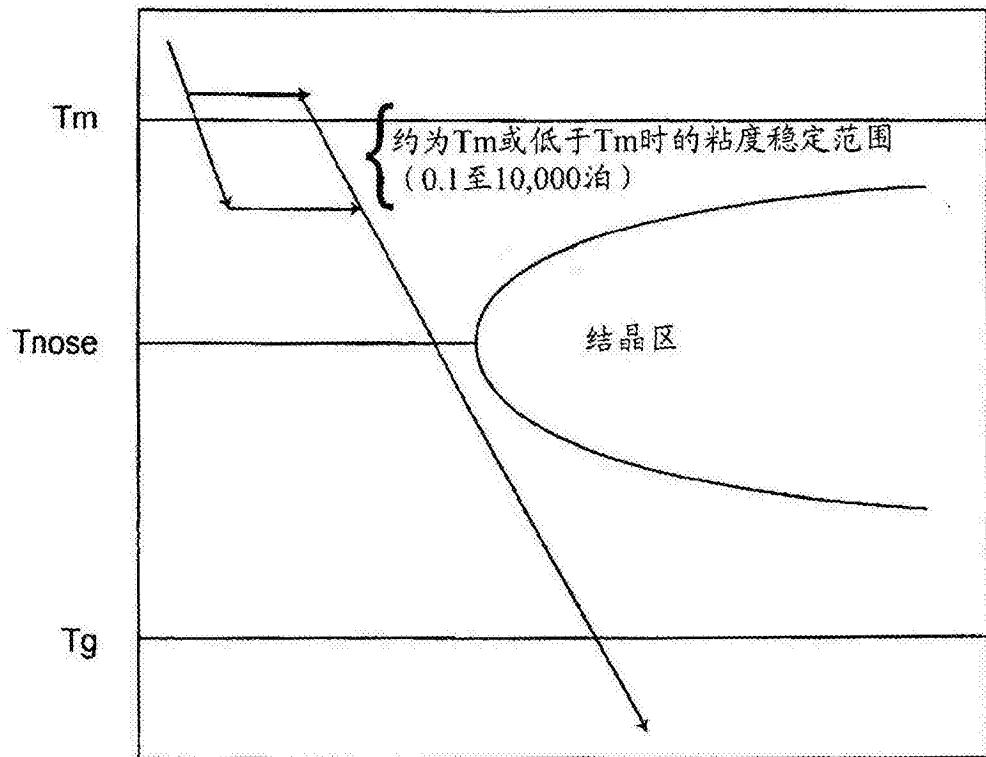


图2

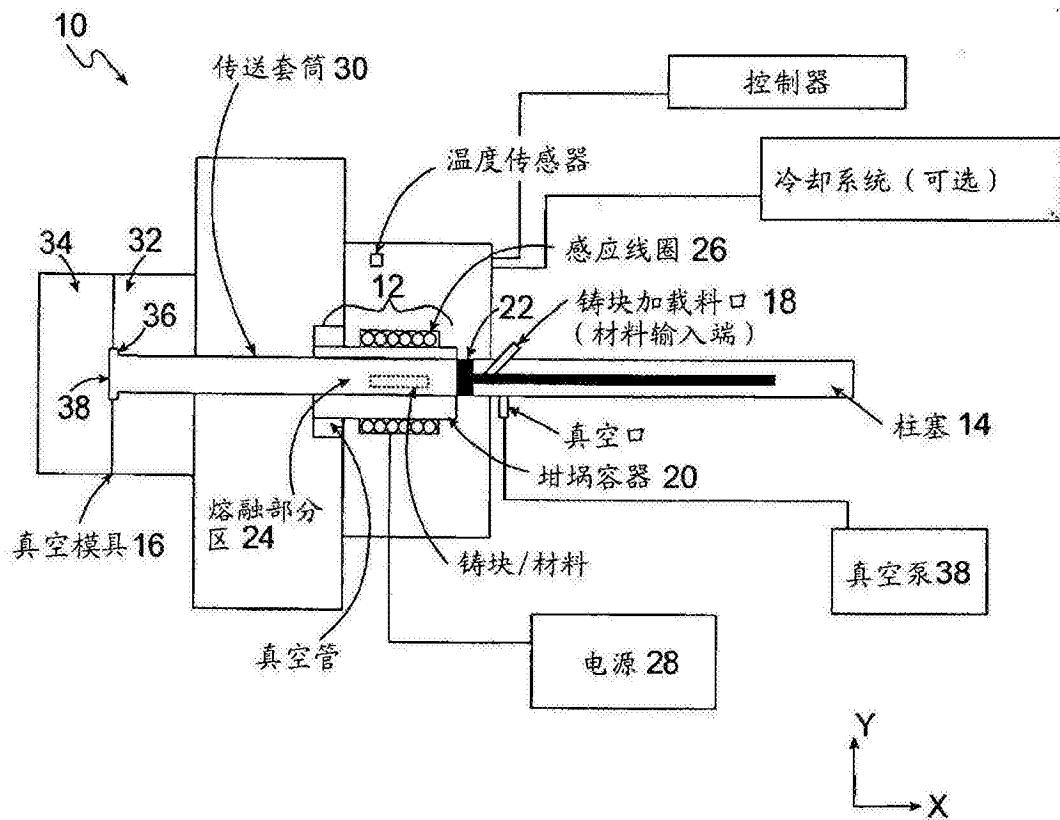


图3

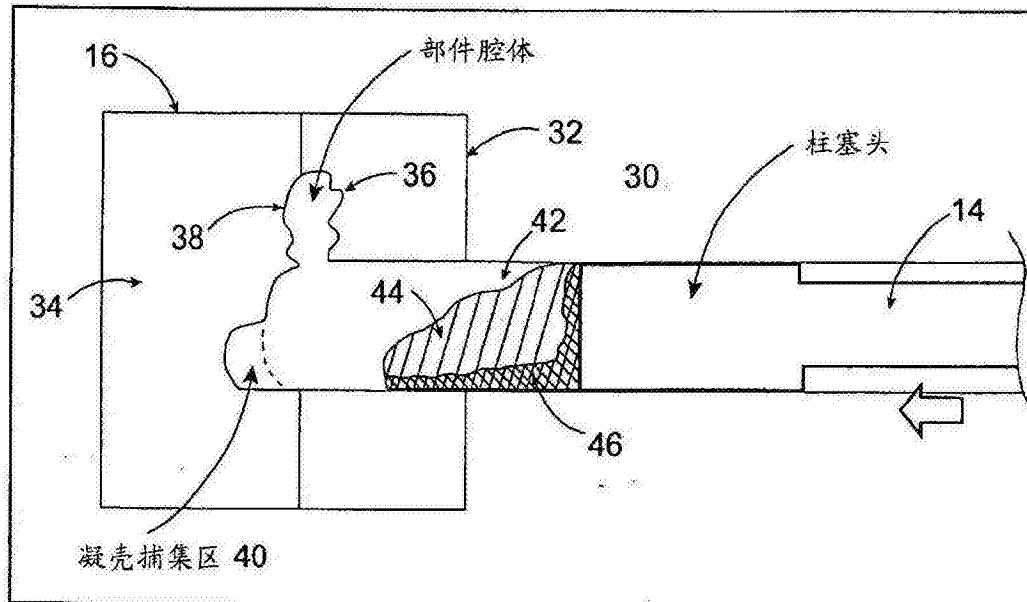


图4

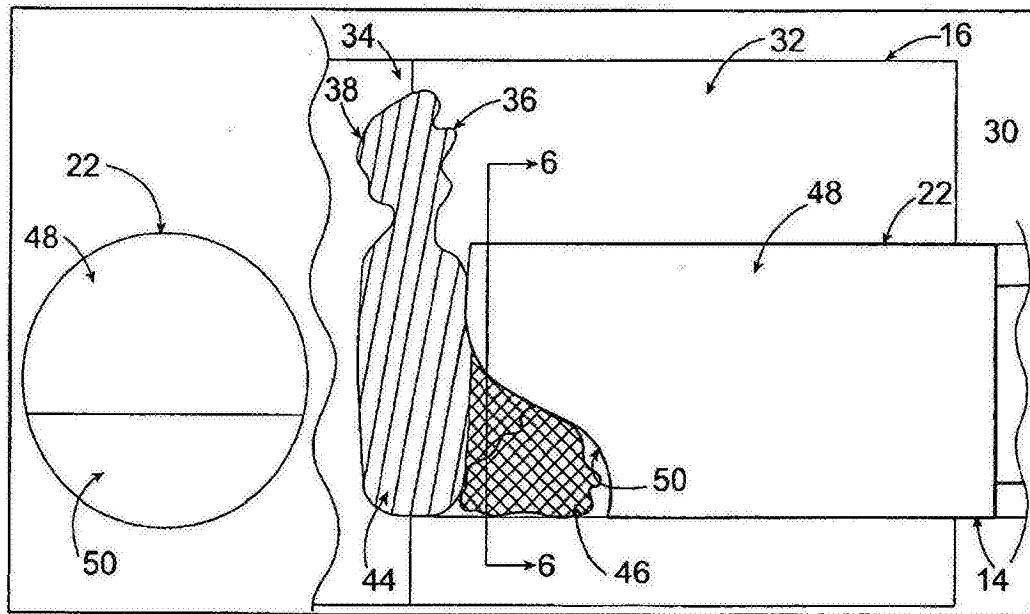


图6

图5

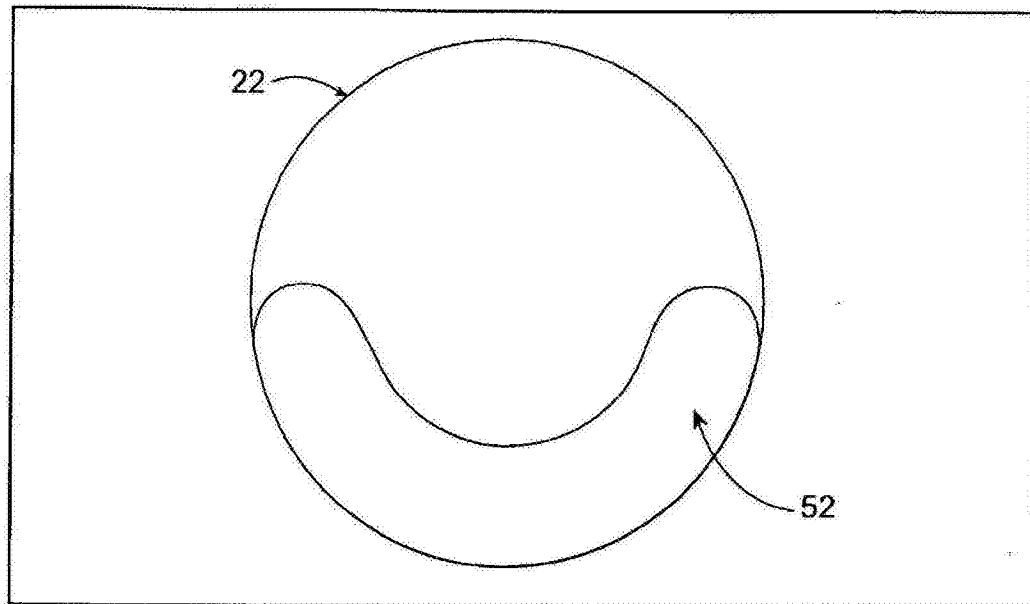


图7

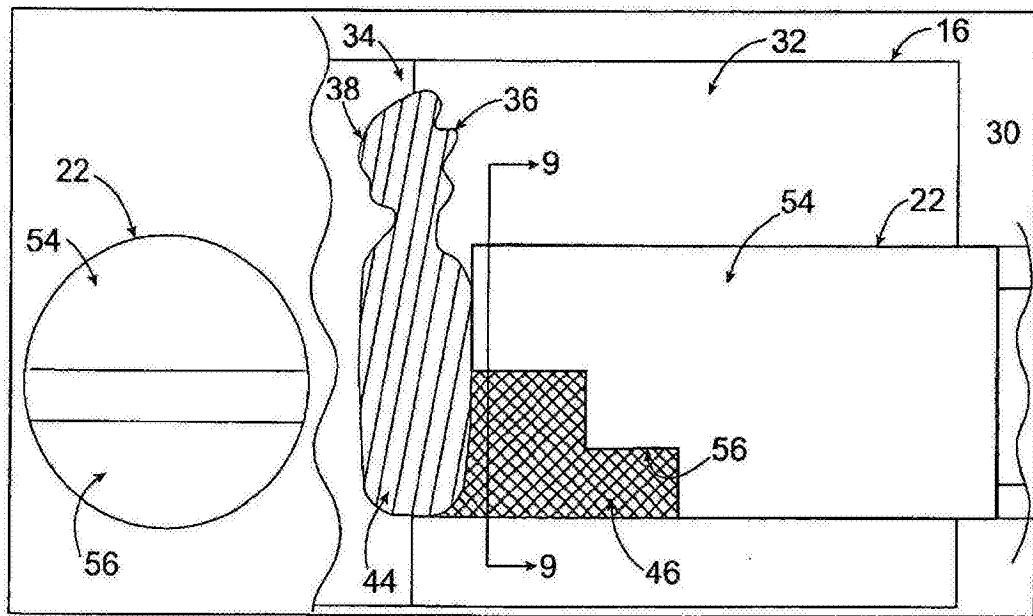


图9

图8

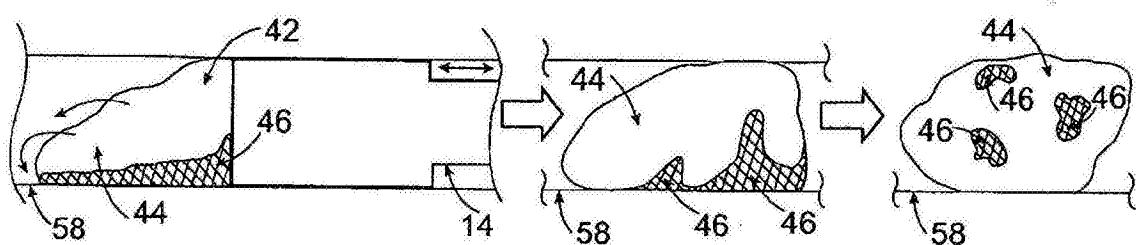


图10

图11

图12

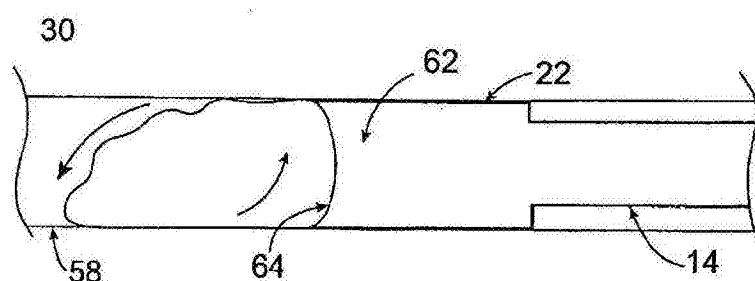


图13

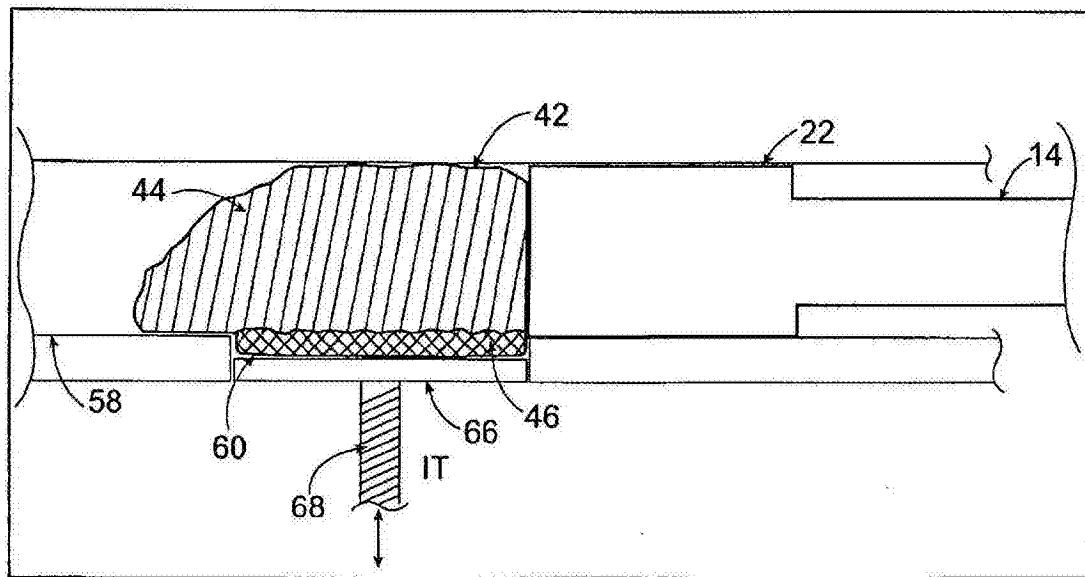
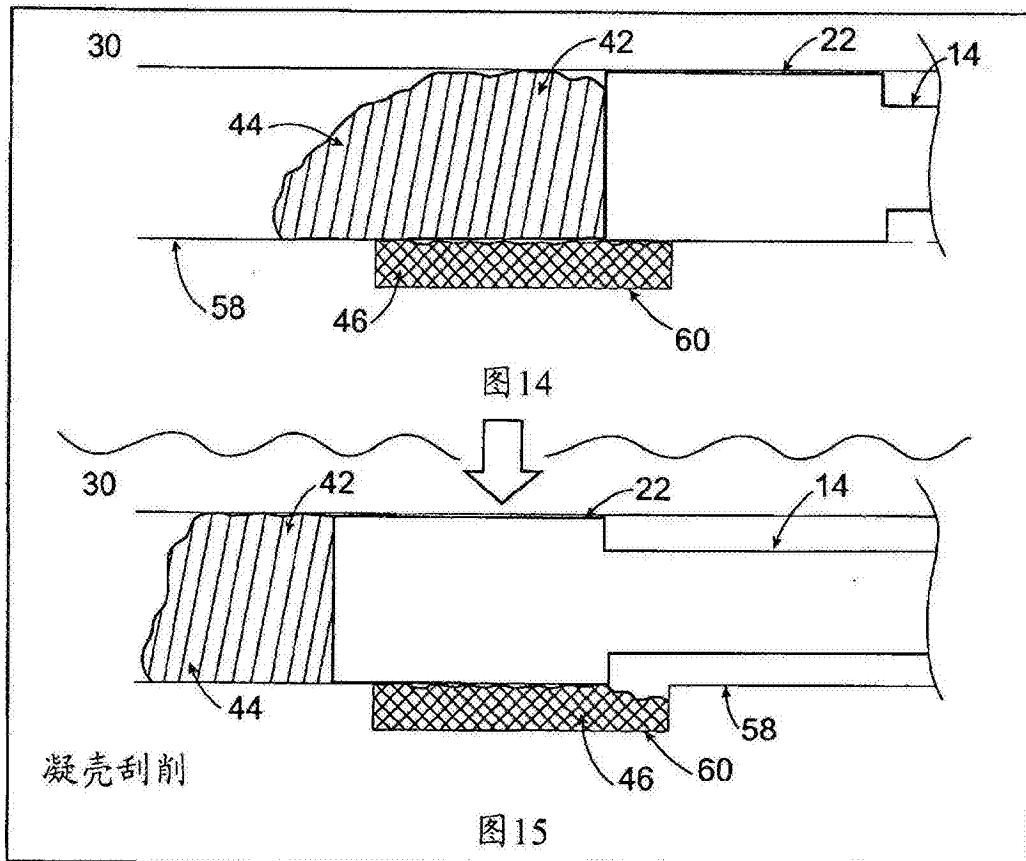


图 16

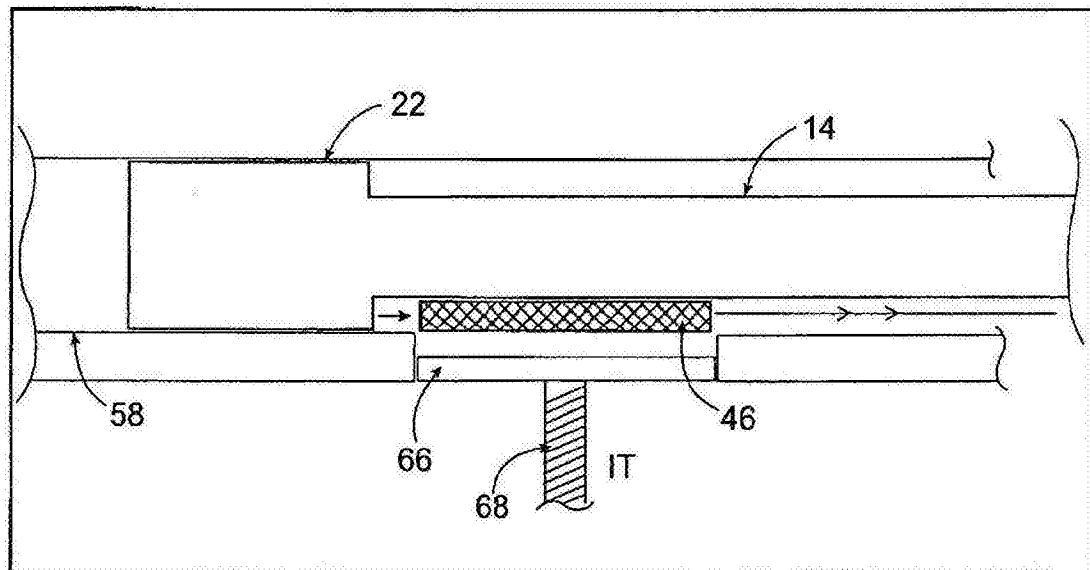


图17

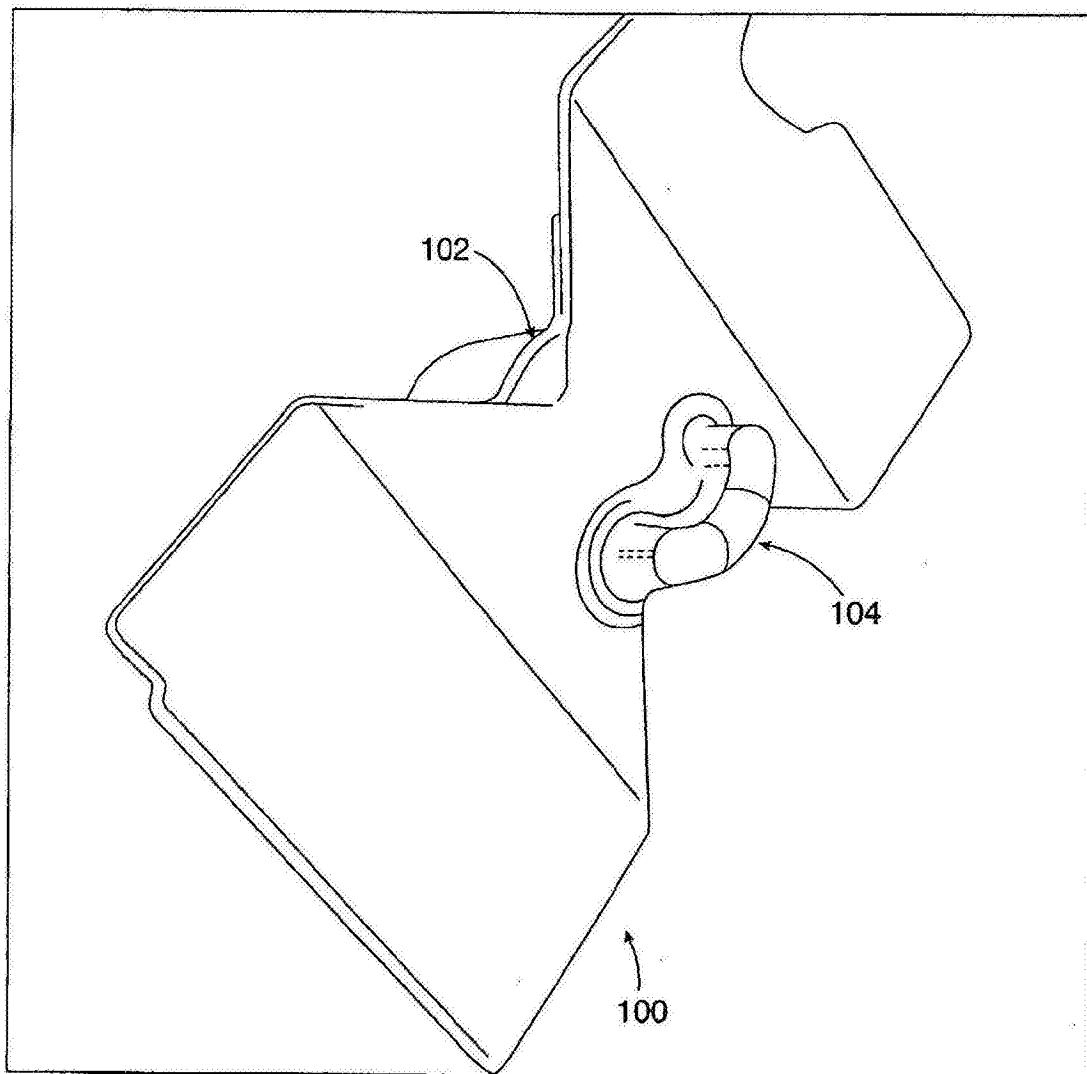


图18

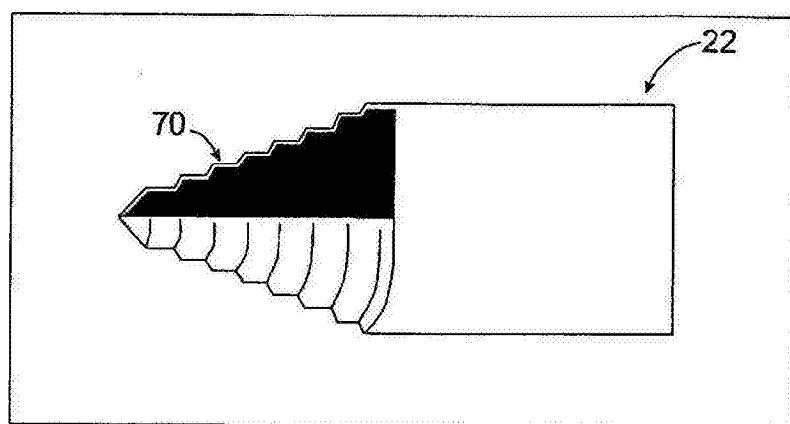


图19

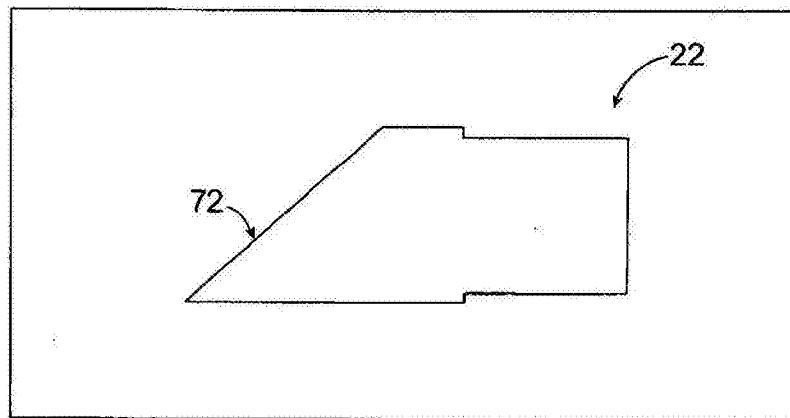


图20

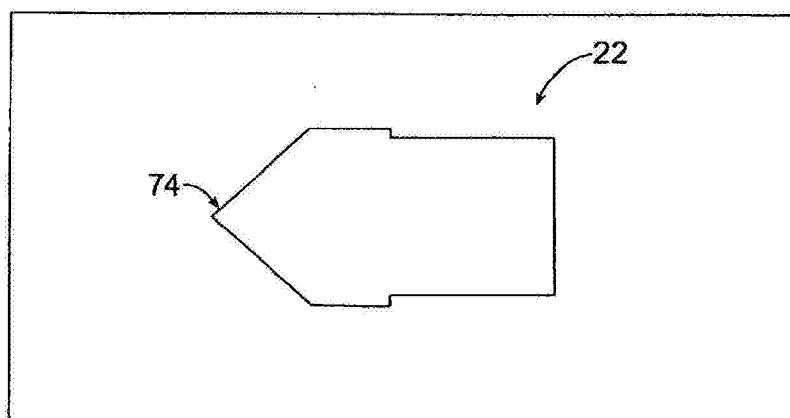


图21