



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112105470 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(21) 申请号 201980031264.4

(22) 申请日 2019.05.10

(30) 优先权数据

62/670,064 2018.05.11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.11.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/031667 2019.05.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/217781 EN 2019.11.14

(71) 申请人 麦格纳国际公司

地址 加拿大安大略省

(72) 发明人 兰迪·S·贝亚尔斯

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 蔡胜有 苏虹

(51) Int.Cl.

B22D 17/20 (2006.01)

B23P 11/02 (2006.01)

B32B 15/18 (2006.01)

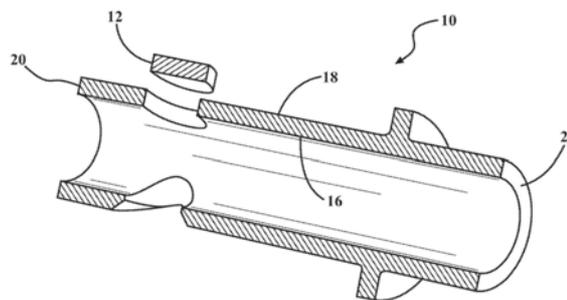
权利要求书3页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

通过增材制造金属基体复合材料插入件改进高压压铸储筒的方法

(57) 摘要

提供一种用于高压压铸组合件的压铸储筒的插入件,高压压铸组合件用于形成铝制车辆部件。插入件通过增材制造、例如激光烧结而形成,并且定位成与压铸储筒的浇注孔对置。插入件包括设计用以减少在铸造部件时引起的对压铸储筒的损坏的由金属和陶瓷形成的多个层。例如,压铸储筒的筒形本体可以由钢形成,并且插入件可以包括由钢形成的基层。插入件可以包括由钢与铬、铁和钼的合金以及氧化锆的混合物形成的中间层。插入件还可以包括由氧化锆形成的内层。在朝向内层移动的方向上,陶瓷的量增加并且金属的量减少。



1. 一种用于压铸设备的压铸储筒的插入件,所述插入件包括:  
基层,所述基层包括金属;  
内层,所述内层包括陶瓷;  
至少一个中间层,所述至少一个中间层位于所述基层与所述内层之间;  
所述至少一个中间层包括的金属的量大于所述内层中的金属的量并且小于所述基层中的金属的量;以及,  
所述至少一个中间层包括的陶瓷的量小于所述内层中的陶瓷的量并且大于所述基层中的陶瓷的量。
2. 根据权利要求1所述的插入件,其中所述基层的金属和所述至少一个中间层的金属包括钢;所述至少一个中间层的金属还包括铬、铁和钼的合金;并且所述至少一个中间层的陶瓷和所述内层的陶瓷包括氧化锆。
3. 根据权利要求2所述的插入件,其中所述至少一个中间层包括第一中间层、第二中间层、第三中间层和第四中间层;所述第一中间层位于所述内层与所述第二中间层之间;所述第一中间层包括钢以及所述铬、铁和钼的合金;所述第二中间层位于所述第一中间层与所述第三中间层之间;所述第二中间层包括的所述铬、铁和钼的合金的量大于所述第一层中的所述合金的量;所述第三中间层位于所述第二中间层与所述第四中间层之间;所述第三中间层包括钢、所述铬、铁和钼的合金、以及氧化锆;所述第四中间层位于所述第三中间层与所述内层之间;所述第四中间层包括钢、所述铬、铁和钼的合金、以及量大于所述第三中间层中的氧化锆的量的氧化锆。
4. 根据权利要求1所述的插入件,其中所述层是弯曲的。
5. 一种压铸储筒,包括:  
本体,所述本体绕中心轴周向地延伸并且从第一端纵向地延伸至第二端;  
所述本体具有本体内表面和本体外表面;  
所述本体包括浇注孔;  
插入件,所述插入件定位成与所述浇注孔对置;  
所述插入件包括基层、内层、以及位于所述基层与所述内层之间的至少一个中间层;  
所述内层具有与所述本体内表面相邻的插入件内表面;  
所述基层包括金属;  
所述内层包括陶瓷;  
所述至少一个中间层包括的金属的量大于所述内层中的金属的量并且小于所述基层中的金属的量;以及  
所述至少一个中间层包括的陶瓷的量小于所述内层中的陶瓷的量并且大于所述基层中的陶瓷的量。
6. 根据权利要求5所述的压铸储筒,其中所述插入件焊接至所述压铸储筒的所述本体的定位成与所述浇注孔对置的开口;并且所述基层具有与所述本体外表面相邻并且由所述本体外表面环绕的基部外表面。
7. 根据权利要求5所述的压铸储筒,其中所述插入件设置在所述本体内表面上;并且在所述压铸储筒的所述第一端处设置有与所述插入件相邻的环,以将所述插入件保持就位。
8. 根据权利要求5所述的压铸储筒,其中所述基层的金属和所述至少一个中间层的金

属包括钢；所述至少一个中间层的金属还包括铬、铁和钼的合金；并且所述至少一个中间层的陶瓷和所述内层的陶瓷包括氧化锆。

9. 根据权利要求8所述的压铸储筒，其中所述至少一个中间层包括第一中间层、第二中间层、第三中间层和第四中间层；所述第一中间层位于所述内层与所述第二中间层之间；所述第一中间层包括钢以及所述铬、铁和钼的合金；所述第二中间层位于所述第一中间层与所述第三中间层之间；所述第二中间层包括的所述铬、铁和钼的合金的量大于所述第一层的量；所述第三中间层位于所述第二中间层与所述第四中间层之间；所述第三中间层包括钢、所述铬、铁和钼的合金、以及氧化锆；所述第四中间层位于所述第三中间层与所述内层之间；所述第四中间层包括钢、所述铬、铁和钼的合金、以及量大于所述第三中间层的量的氧化锆。

10. 一种制造用于压铸设备的压铸储筒的插入件的方法，所述方法包括以下步骤：

形成包括金属的基层；

在所述基层上形成至少一个中间层；

在所述至少一个中间层上形成包括陶瓷的内层，所述至少一个中间层包括的金属的量大于所述内层中的金属的量；并且所述至少一个中间层包括的陶瓷的量小于所述内层中的陶瓷的量；以及

形成所述基层、所述至少一个中间层和所述内层的步骤包括增材制造过程。

11. 根据权利要求10所述的方法，其中所述层的金属和陶瓷呈颗粒的形式，并且形成所述层的步骤包括向所述颗粒施加激光。

12. 根据权利要求11所述的方法，还包括向所述颗粒施加超声振动和磁场。

13. 一种制造压铸设备的压铸储筒的方法，所述方法包括以下步骤：

通过增材制造过程制造插入件，所述增材制造过程包括：

形成包括金属的基层；

在所述基层上形成至少一个中间层；

在所述至少一个中间层上形成包含陶瓷的内层，所述至少一个中间层包括的金属的量大于所述内层中的金属的量；并且所述至少一个中间层包括的陶瓷的量小于所述内层中的陶瓷的量；

将所述插入件联接至压铸储筒的本体，所述本体绕中心轴周向地延伸并且包括浇注孔；以及

其中所述插入件设置成与所述浇注孔对置。

14. 根据权利要求13所述的方法，其中将所述插入件联接至所述压铸储筒的所述本体的步骤包括将所述插入件焊接至所述压铸储筒的所述本体中的定位成与所述浇注孔对置的开口。

15. 一种制造用于车辆的部件的方法，所述方法包括以下步骤：

将熔融铝或铝合金浇注到联接至压铸设备的腔的压铸储筒中，所述压铸储筒包括：本体，所述本体绕中心轴周向地延伸并且从第一端纵向地延伸至第二端；所述本体具有本体内表面和本体外表面；所述本体包括浇注孔；插入件，所述插入件定位成与所述浇注孔对置；所述插入件包括基层、内层、以及位于所述基层与所述内层之间的至少一个中间层；所述内层具有与所述本体内表面相邻的插入件内表面；所述基层包括金属；所述内层包括陶

瓷;所述至少一个中间层包括的金属的量大于所述内层中的金属的量;并且所述至少一个中间层包括的陶瓷的量小于所述内层中的陶瓷的量;以及  
使所述熔融铝或铝合金在所述压铸设备的所述腔中成型。

## 通过增材制造金属基体复合材料插入件改进高压压铸储筒的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 该PCT国际专利申请要求于2018年5月11日提交的序列号为62/670,064并且题为“Method For Improving High Pressure Die Casting Shot Sleeve By Additive Manufacturing Metal Matrix Composite Insert (通过增材制造金属基体复合材料插入件改进高压压铸储筒的方法)”的美国临时专利申请的权益,该美国临时专利申请的全部公开内容通过参引并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明一般性涉及用于高压压铸设备的压铸储筒的插入件、包括该插入件的压铸储筒、用于制造该插入件和压铸储筒的方法、以及使用包括该插入件的压铸储筒来制造车辆部件的方法。

### 背景技术

[0004] 金属部件,例如由铝形成并且设计成在车辆中使用的部件,通常通过高压压铸过程形成。该过程通常包括将熔融金属浇注到压铸储筒中,然后在高速和高压下迫使熔融金属进入模具组合件中以使熔融金属成型为所期望的形状。

[0005] 伴随高压压铸可能发生的问题是接纳待成型的熔融金属的压铸储筒的损坏或失效。存在若干种可能的失效模式。失效模式中的一种模式称为冲蚀(wash out),这是压铸储筒的材料由于损坏和/或腐蚀而造成的逐渐损失。另一失效模式是粘模(soldering),这包括熔融材料在钢制压铸储筒的表面上的附着和积聚。其他失效模式包括变形(压铸储筒的底部与顶部之间的温度梯度导致不均匀的热膨胀)、横向破裂(压铸储筒中柱塞的梢部的严重阻塞(jamming)或热冲击)、热疲劳破裂(通过重复的热循环即应力/应变导致的压铸储筒破裂)、以及热损失(快速热提取导致过早固化)。

[0006] 在尝试去防止对压铸储筒的损坏中使用的一种方法包括对压铸储筒施加钼涂层。然而,钼(Mo)涂层包含较大的钼原子,并且钼与钢的结合强度不高。钼涂层由于与钢的热膨胀相比较低的近似 $4.8 \times 10^{-6}/K$ 的热膨胀( $\alpha$ )可能会快速地磨损。

[0007] 在尝试去减少压铸储筒损坏中使用的另一方法包括对压铸储筒施加(TiAl)N PVD涂层。然而(TiAl)N PVD涂层的厚度限制为大约10微米(0.01mm)。这种较薄的涂层也往往被快速磨损。另一涂层包括钴基合金,比如Stellite<sup>®</sup>6,但是这种类型的金属当暴露于熔融铝时由于钴在熔融铝中的溶解度而通常使压铸储筒快速地磨损。因此,需要改进用于防止压铸储筒在高压压铸系统中的损坏的技术。

### 发明内容

[0008] 本发明的一方面提供了用于高压压铸设备的压铸储筒的插入件。该插入件包括设计用以降低对压铸储筒的损坏和磨损的不同材料的多个层。

[0009] 本发明的另一方面提供了用于高压压铸设备的压铸储筒。压铸储筒包括定位成与用于在铸造期间接纳熔融金属的浇注孔对置的插入件。该插入件包括设计用以降低对压铸储筒的损坏和磨损的不同材料的多个层。

[0010] 本发明的又一方面提供了使用增材制造过程来制造用于高压压铸的压铸储筒的插入件的方法。

[0011] 本发明的另一方面提供了制造包括插入件的压铸储筒的方法,其中插入件包括通过增材制造过程形成的不同材料的多个层。

[0012] 本发明的又一方面提供了使用包括插入件的压铸储筒来制造车辆部件的方法。

## 附图说明

[0013] 通过参照在结合附图考虑时的以下详细描述,将容易地认识到本发明的其他优点,因此将更好地理解本发明的其他优点,在附图中:

[0014] 图1A是用于高压压铸设备的压铸储筒的截面图,其中压铸储筒包括根据一个示例性实施方案的插入件;

[0015] 图1B是图1A的压铸储筒的立体图;

[0016] 图2A是根据一个示例性实施方案的包括与浇注孔对置的插入件的压铸储筒的截面端视图;

[0017] 图2B是图2A的压铸储筒的截面侧视图;

[0018] 图2C是图2A的压铸储筒的截面俯视图;

[0019] 图3图示了根据一个示例性实施方案的金属、金属与陶瓷、或者形成插入件的金属的多个层;

[0020] 图4是根据另一示例性实施方案的包括插入件和柱塞的压铸储筒的侧视截面图;

[0021] 图5和图6图示了根据一个示例性实施方案的用于形成插入件的系统和设备;

[0022] 图7图示了根据一个示例性实施方案的包括具有插入件的压铸储筒的高压压铸设备;

[0023] 图8是根据一个示例性实施方案的用于较大的模具组合件的压铸储筒的示例,其包括设置在压铸储筒内部的凹槽或凹口中的插入件;以及

[0024] 图9至图11图示了根据一个示例性实施方案的当熔融熔体浇注到压铸储筒中时沿着压铸储筒的温度变化。

## 具体实施方式

[0025] 本发明的一方面提供了压铸储筒10,该压铸储筒10包括由钢形成的本体并且包括金属基体复合材料插入件12,该金属基体复合材料插入件12联接至本体并且当在高压压铸过程期间使用压铸储筒10以由铝或铝合金形成车辆部件时能够减少对压铸储筒10的损坏。插入件12包括通过增材制造过程形成的不同金属和陶瓷材料的层14。插入件12具有在铝中较低的溶解度并且因此可以防止冲蚀。插入件12还是耐磨的并且提供较高的硬度和强度,包括疲劳强度。插入件12的热膨胀性和热传导性与压铸储筒10的本体的钢相似。插入件12的陶瓷也能够减少粘模。插入件12在操作期间还保持与压铸储筒10的钢制本体的强结合。

[0026] 压铸储筒10的示例在图1A至图2C中示出,但是压铸储筒10可以具有其他尺寸和设

计。在示例性实施方案中,压铸储筒10包括具有本体内表面16和本体外表面18的本体。本体从第一端20纵向地延伸至第二端22并且绕中心轴周向地延伸。压铸储筒10的本体包括用于在压铸过程期间接纳熔融金属例如铝的沿着一个侧部的浇注孔24。在示例实施方案中,与压铸储筒10的位于模具分型表面附近的第二端22相比,浇注孔24更靠近于第一端20。插入件12定位成与压铸储筒10的浇注孔24对置,并且插入件12通常焊接至压铸储筒10的本体。插入件12包括与本体内表面16相邻并且由本体内表面16环绕的插入件内表面25。在图1A至图1C的实施方案中,插入件外表面27定位成与本体外表面18相邻并且由插入件外表面27环绕。插入件外表面27还可以焊接至本体内表面16,如图2A至图2C中所示。替代性地,压铸储筒10由内部件和外部件形成,并且插入件12是插入到较大的压铸储筒外部件中的内部件的部分,如图8中所示。在此情况下,插入件12具有19mm的厚度并且整个压铸储筒10具有66.5mm的厚度。在这个实施方案中,插入件外表面27设置在本体内表面18上。还在这个实施方案中,在压铸储筒10的端部处定位有环70以将插入件12保持就位。

[0027] 压铸储筒12的本体通常由钢、例如一种称为H13的钢形成,H13利用铬和钼合金化。H13钢还称为铬热作钢。H13钢由于其韧性与疲劳强度的优异组合而作为压铸储筒10的基线材料。插入件12的尺寸和形状可以根据压铸储筒10的本体和浇注孔24的大小变化。在图1A至图1C的实施方案中,插入件12具有大约19mm的厚度,并且插入件12的长度稍微长于宽度。在图2A至图2C的实施方案中,插入件12具有3.25英寸的长度、2.5英寸的宽度、以及0.75英寸的厚度。插入件12的至少一些层可以具有半径R为0.50的弯曲侧壁,如图2A中所示。插入件12的尺寸稍微小于浇注孔24的尺寸,所述浇注孔24具有3.75英寸的直径。该示例性实施方案的压铸储筒10的厚度是0.75英寸。

[0028] 插入件12通过增材制造过程形成并且包括金属和陶瓷材料的多个层14。插入件12包括位于压铸储筒10的本体外表面18上的基层14a,沿着压铸储筒10定位的本体内表面16的内层14f,以及至少一个中间层,但是通常为多个中间层14b至14e。插入件12的示例包括图3中所示的多个内层。根据一个实施方案,插入件12的热膨胀性和热传导性可以与压铸储筒的本体的钢相似。根据另一实施方案,可以调整插入件12的热膨胀和热传导性以使压铸储筒10与柱塞梢部之间的间隙(clearance)变化量最小。

[0029] 插入件12的基层14a通常完全由金属(例如与用于形成压铸储筒10的本体相同的金属)形成。在图3的示例中,插入件12的基层14a和压铸储筒10的本体部分由H13钢形成,这提供了优异的高韧性与耐疲劳性的组合。用于形成基层14a的材料通常存在于中间层14b至14e中,但是该材料的量沿着朝向内层14f移动的方向减少。至少一个中间层14b至14e通常包括不同金属的组合和/或金属与陶瓷的组合。最靠近于基层14a的中间层14b至14e通常包括不同金属的组合,例如H13钢与和Hastelloy X的组合。然而,可以使用其他类型的金属。Hastelloy X是包括镍、铬、铁和钼的合金,并且因为其具有罕见的抗氧化性和高强度而推荐用于高温应用。Hastelloy X的量通常在朝向内层移动的方向上随着H13钢的量减少而增加。最靠近于内层14f的中间层14b至14e通常包括金属与陶瓷的组合。例如,那些中间层14b至14e可以包括H13、Hastelloy X与陶瓷的组合。陶瓷的示例是氧化锆( $ZrO_2$ ),氧化锆具有优异的隔热性和高抗裂纹扩展性。然而,可以使用其他类型的陶瓷。如果插入件12包括含有陶瓷的多个层,则在朝向内层14f移动的方向上,陶瓷的量通常增加而金属的量通常减少。

[0030] 在图3的示例性实施方案中,插入件12组合有H13钢、Hastelloy X和 $ZrO_2$ 的不同

层。更具体地,插入件12包括基层14a、四个中间层14b至14e、以及内层14f。基层14a由100%的H13钢形成。最靠近于基层14a定位的第一中间层14b由基于第一中间层14b的总重量的75%的H13钢和25%的Hastelloy X形成。第二中间层14c由基于第二中间层14c的总重量的50%的H13钢和50%的Hastelloy X形成。第三中间层14d由基于第三中间层14d的总重量的95%的金属和5%的 $ZrO_2$ 形成。第四中间层14e由基于第四中间层14e的总重量的90%的金属和10%的 $ZrO_2$ 形成。内层14f由基于内层14f的总重量的85%的金属和15%的 $ZrO_2$ 形成。第三中间层、第四中间层和第五中间层14c至14d包括基于层的金属部分的总重量的50%的H13钢和50%的Hastelloy X。H13钢、Hastelloy X和 $ZrO_2$ 都具有近似 $4.8 \times 10^{-6}/K$ 的热膨胀( $\alpha$ )。金属基体可以交织在陶瓷之间以允许插入件具有与H13钢类似的热传导性。

[0031] 压铸储筒10的插入件12提供了许多优点,包括在铝中较低的溶解度,这可以防止冲蚀。插入件12还是耐磨的并且提供较高的硬度和强度、以及良好的疲劳强度。插入件12的热膨胀性和热传导性与压铸储筒10的钢、例如H13相似。插入件12的陶瓷也能够减少粘模。插入件12能够减少压铸储筒的失效,特别是在高压压铸过程期间由浇注到压铸储筒10中的熔融金属而引起的浇注孔24下方的损坏。

[0032] 本发明的另一方面提供了制造具有插入件10的压铸储筒10的方法,如上所述,插入件12的层14通过增材制造过程形成,然后完成的插入件12焊接至或以其他方式接合至钢制压铸储筒10的本体。插入件12可以是焊接到压铸储筒的与浇注孔24对置的开口中的插塞的形式,如图1A至图1C所示,或者插入件12可以焊接至压铸储筒10的本体内表面16的与浇注孔24对置的位置中,如图2A至图2C所示。

[0033] 本发明的另一方面提供了能够执行增材制造过程并且形成插入件12的系统26。图5和图6中示出了用于形成插入件12的示例性系统26,但是可以使用其他系统以形成插入件12和具有插入件12的压铸储筒10。在图5和图6的示例性系统中,插入件12的不同层14由金属和陶瓷的粉末和颗粒使用激光烧结工艺利用对准金属粉末与陶瓷颗粒的超声振动和旋转磁场来构成以形成坚固的结构。如图5中所示,示例性系统26包括用于形成层14的金属和陶瓷粉末供应装置28。系统26还包括发出激光束32的激光器30、透镜34、X-Y扫描镜36、重涂机(recoater)臂38、旋转磁场40、以及超声振动42。激光束32融化金属颗粒以构建基层14a,融化金属和陶瓷混合物的颗粒以形成至少一个中间层14b至14e,以及融化陶瓷颗粒以形成内层14f。系统优选地包括创新的重涂机臂,以从陶瓷和金属粉末供应盘中按每层一定的比例铺置陶瓷和金属粉末。

[0034] 激光烧结过程本身应该同时在多个点/阶段中更多地集中于陶瓷上,以在插入件12中获得残留应力最小的良好性能。激光烧结过程可能无法控制陶瓷微粒的对准。然而,可以使用磁场和超声振动来控制陶瓷周围的粉末金属,这允许总体上改善的粉末运动和堆积密度。该方法可以包括对金属和陶瓷的颗粒施加超声振动和磁场。图6示出了在一个示例性实施方案的系统中用于对金属和陶瓷的颗粒施加磁场的螺线管44。

[0035] 本发明的另一方面提供了包括具有插入件12的压铸储筒10的高压压铸设备46、以及使用高压压铸设备46来制造部件的方法。设备46的示例在图7中示出,但是其他类型的铸造设备可以与上述的压铸储筒10和插入件12一起使用。该设备包括模具组合件48、液压缸50、柱塞52、压铸储筒10以及用于将熔融金属浇注到压铸储筒10中的钢包56。通常,柱塞52的梢部与压铸储筒10之间的间隙介于0.002英寸与0.005英寸(0.051mm与0.127mm)之间。任

何小于0.002英寸的间隙都可能导致柱塞梢部卡住。任何大于0.005英寸的间隙都可能导致飞边 (flashing), 并且然后柱塞梢部可能在飞边上卡住。

[0036] 图7的插入件12定位成与压铸储筒10的浇注孔24对置。压铸储筒10联接至模具组合件48, 并且液压缸50推动熔融金属、例如铝或铝合金通过压铸储筒12并且进入模具组合件48中。模具组合件48包括固定压板58、模具腔60、顶出压板62、盖模具64、顶出模具66和顶出箱68。制造部件的方法包括将熔融材料形成到模具腔60中, 并且使熔融材料在模具腔60中成型为期望形状、例如用于机动车辆的部件的形状。

[0037] 压铸储筒10的尺寸取决于模具组合件48的尺寸。存在用于不同尺寸的高压压铸机器或组合件的不同尺寸的压铸储筒10。例如, 对于较大的模具组合件, 插入件12可以形成单独的零件, 然后装配到在压铸储筒10内部形成的凹槽或凹口中, 如图8所示。对于较小的模具组合件, 插入件12可以本身是压铸储筒10的本体的部分, 如图1A至图2C和图4所示。

[0038] 如图9和图10中所示, 当熔融金属经由浇注孔24浇注到压铸储筒10中时, 浇注孔24正下方的区域通常比更远的区域 (朝向模具分型表面) 更热。柱塞梢部与压铸储筒10之间还存在温度变化, 并且沿压铸储筒10本身也存在温度变化。当压铸储筒10在不同位置中处于不同温度时, 其会改变压铸储筒10的形状以及尺寸。如图11中所示, 压铸储筒10的一些区域与其他区域相比膨胀更多, 因为它们处于不同的温度。

[0039] 应当理解的是, 出于说明的目的已经提供了对实施方案的前述描述。换句话说, 主题公开内容并非意在穷举或限制本公开。特定实施方案的各个元件或特征通常不限于该特定实施方案, 而是在适用的情况下是可互换的并且可以在选定实施方案中使用, 即使没有具体地示出或描述亦是如此。本公开也可以以许多方式变化。这样的变化不被视为偏离本公开, 并且所有这样改型意在包括在本公开的范围之内。

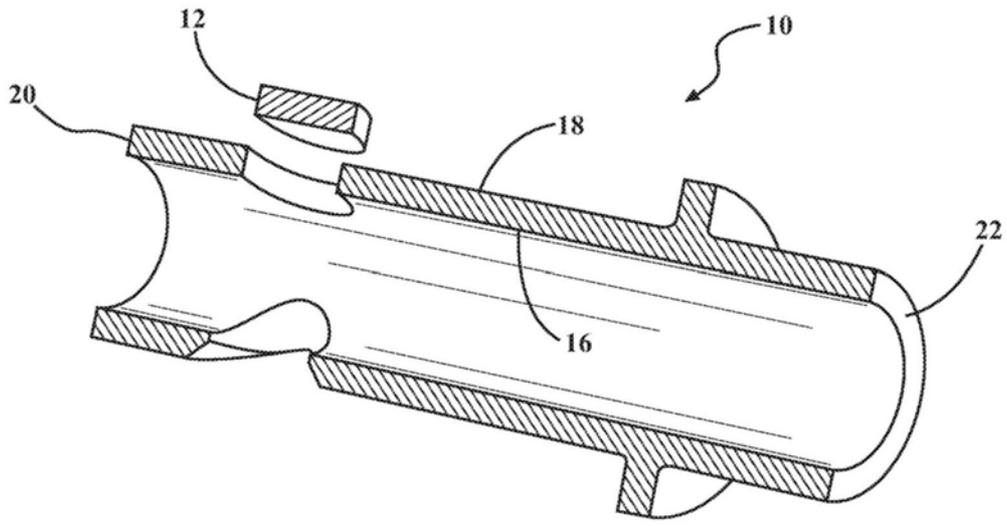


图1A

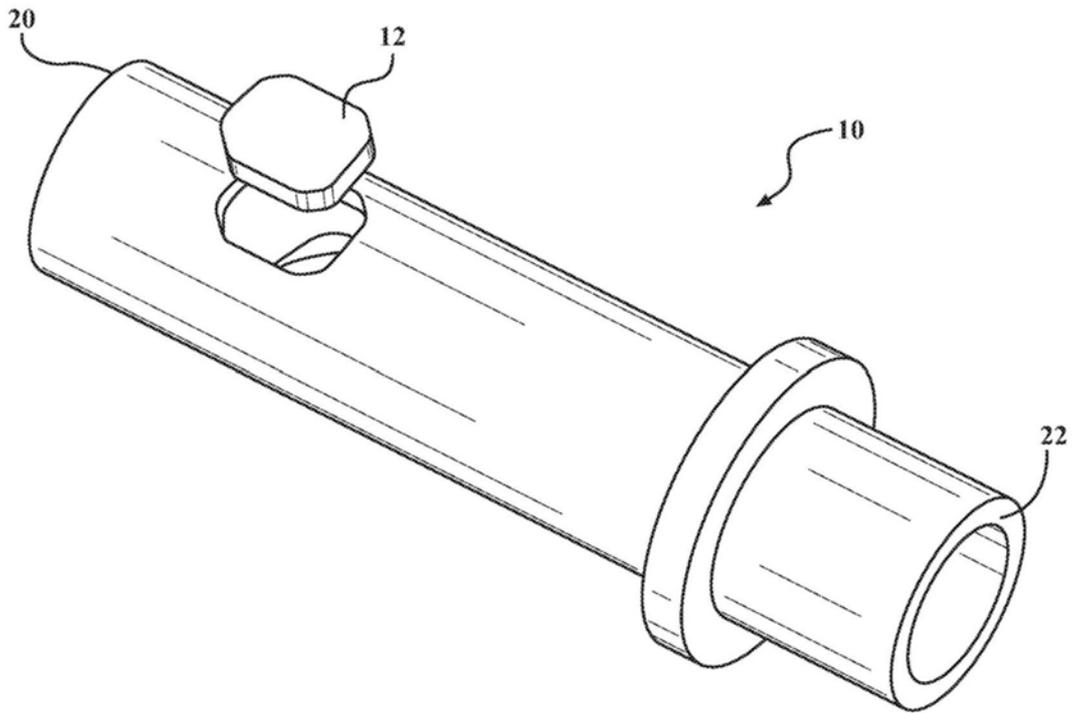


图1B

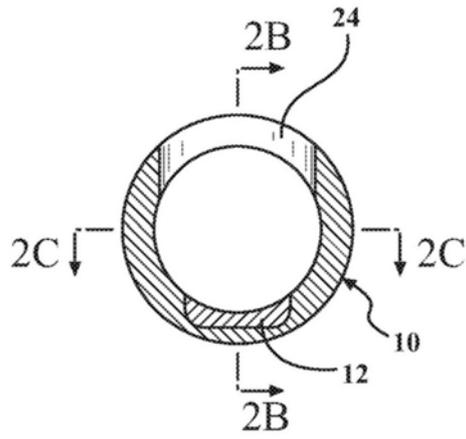


图2A

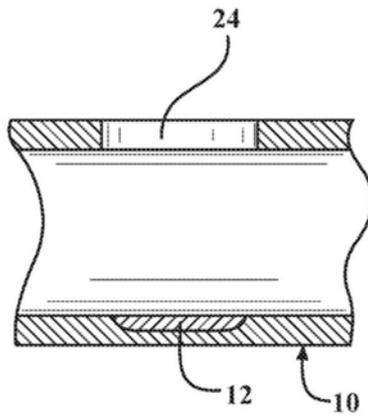


图2B

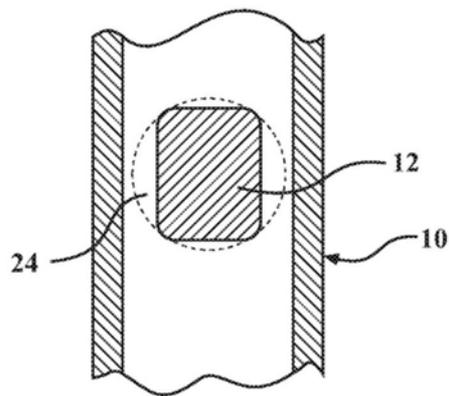


图2C

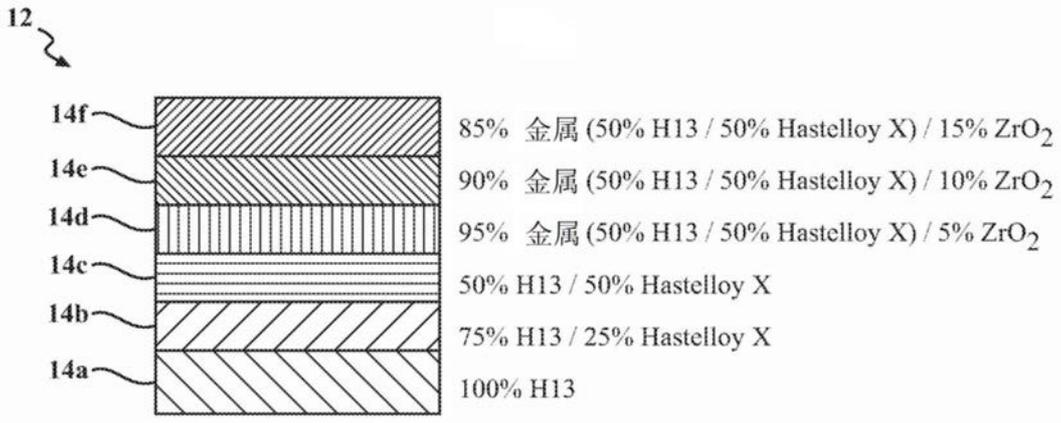


图3

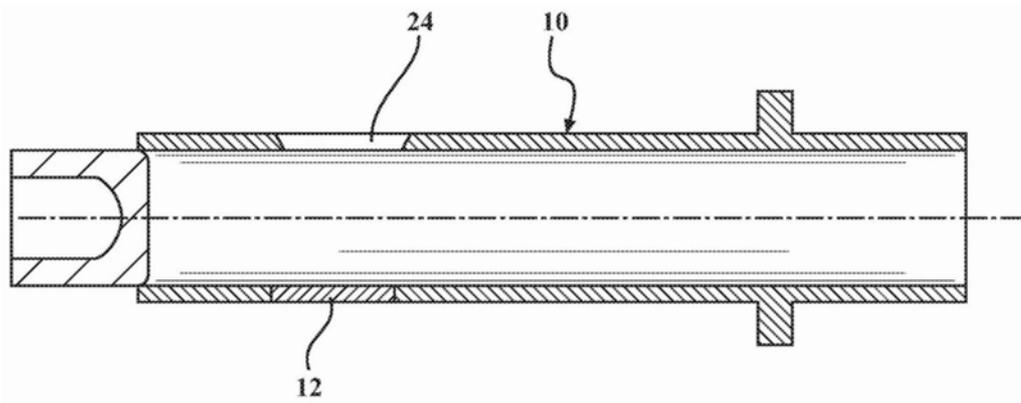


图4

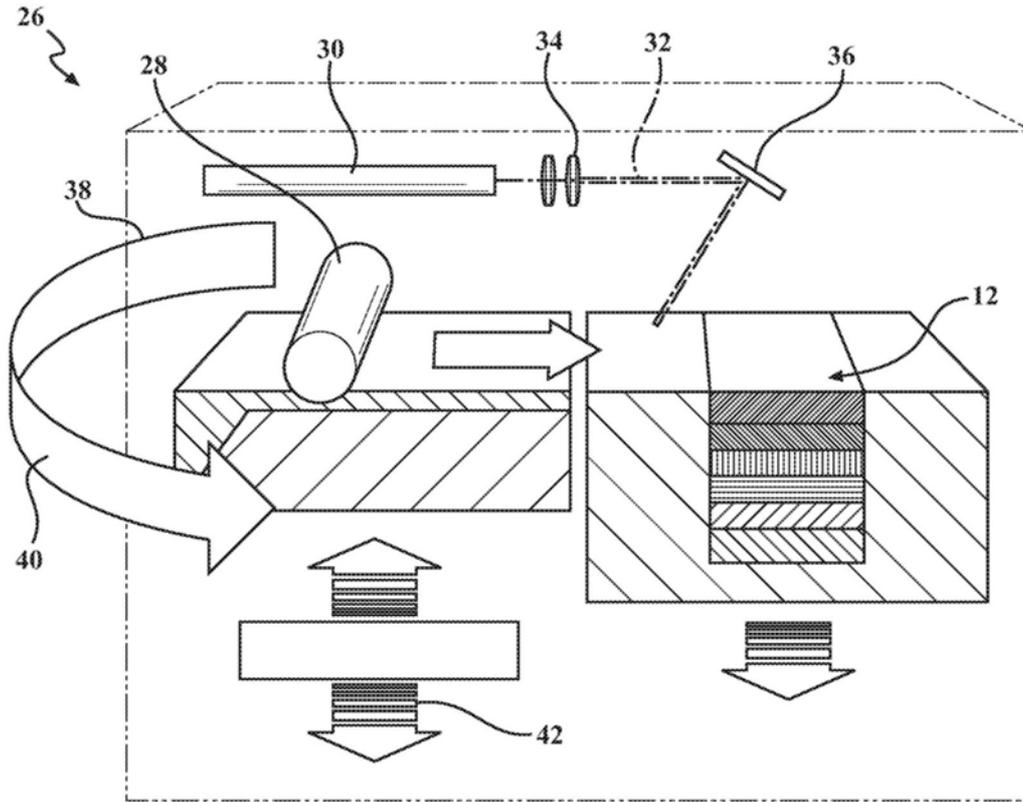


图5

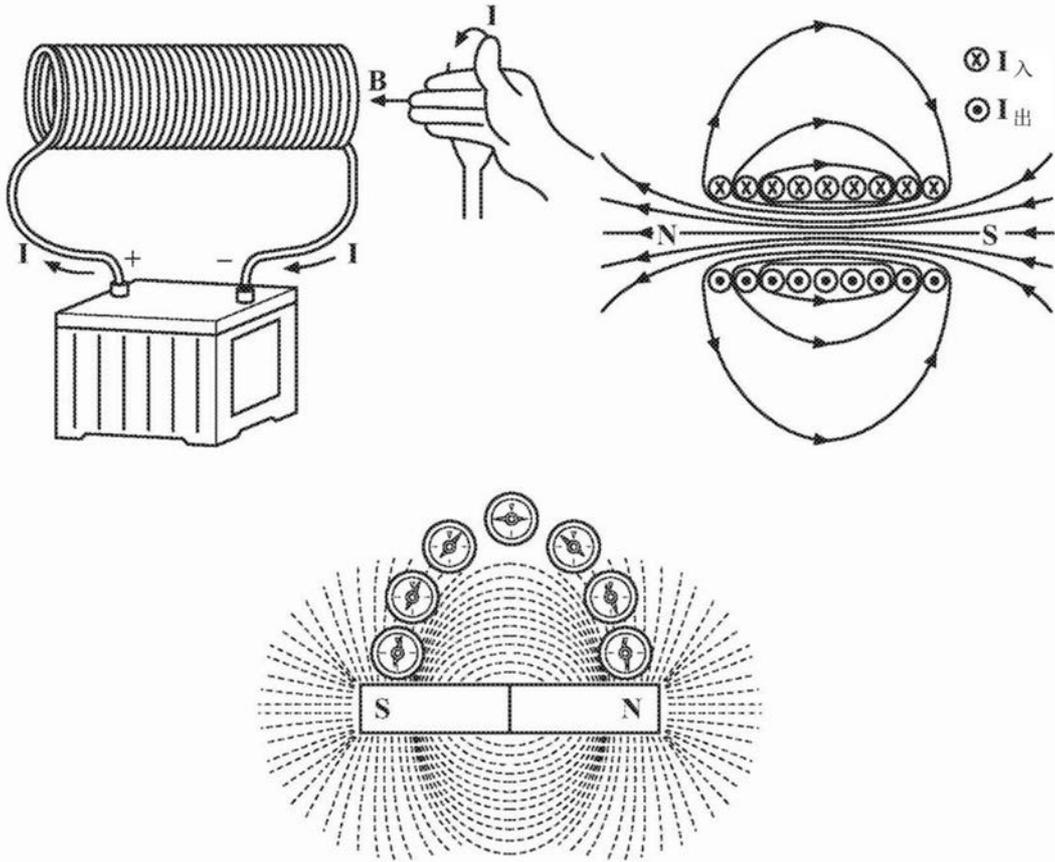


图6

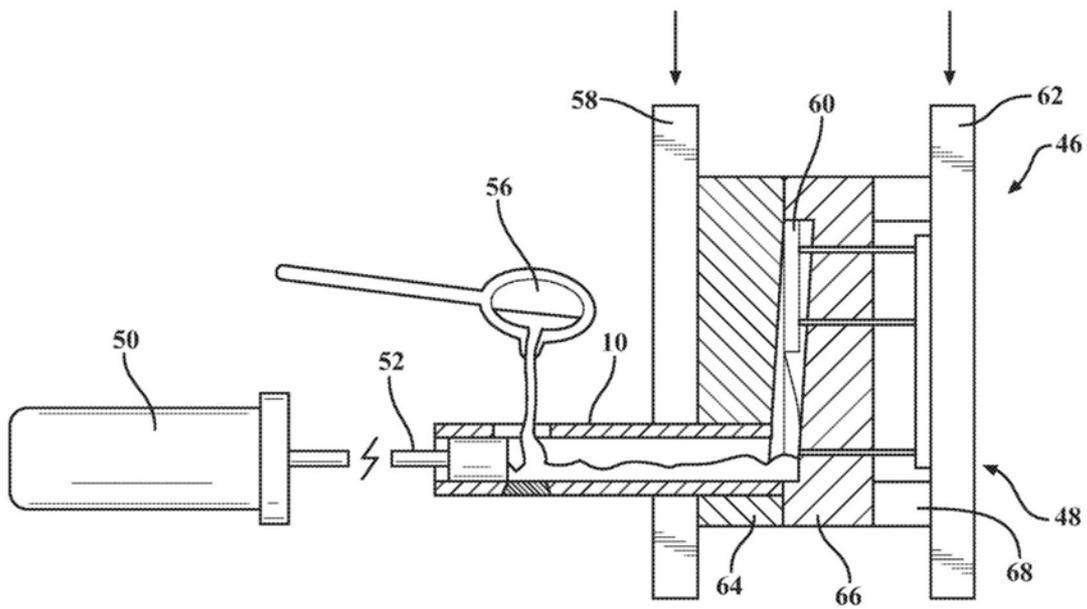


图7

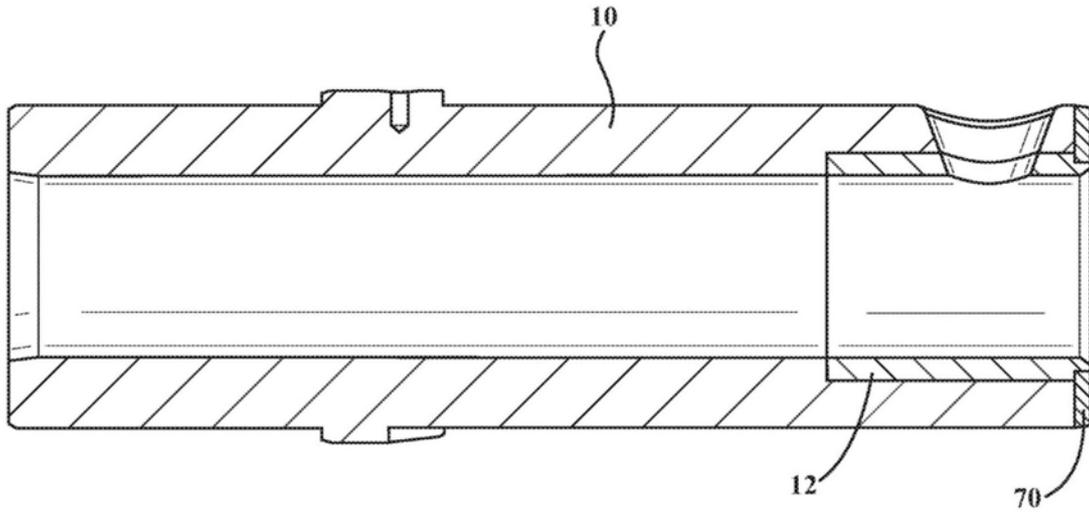


图8

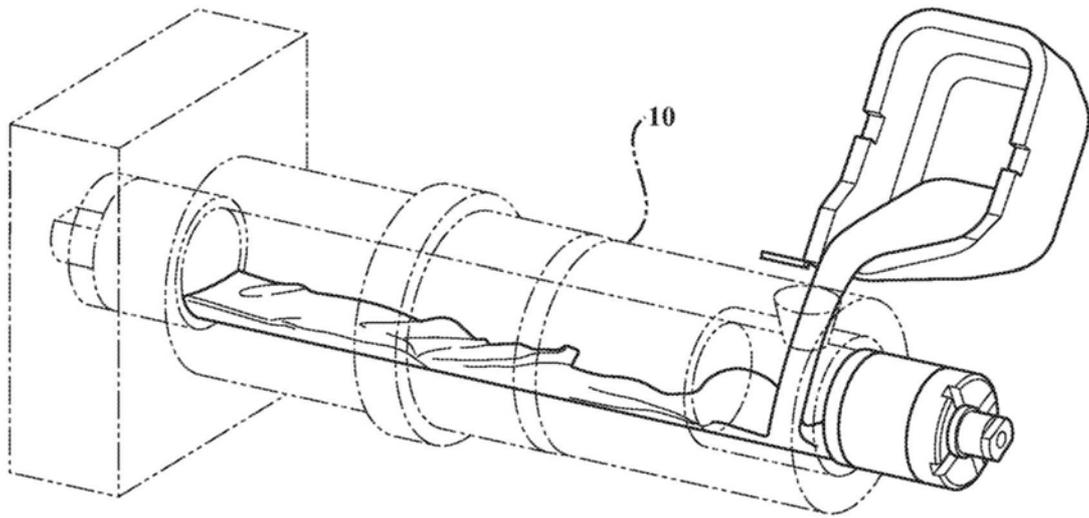


图9

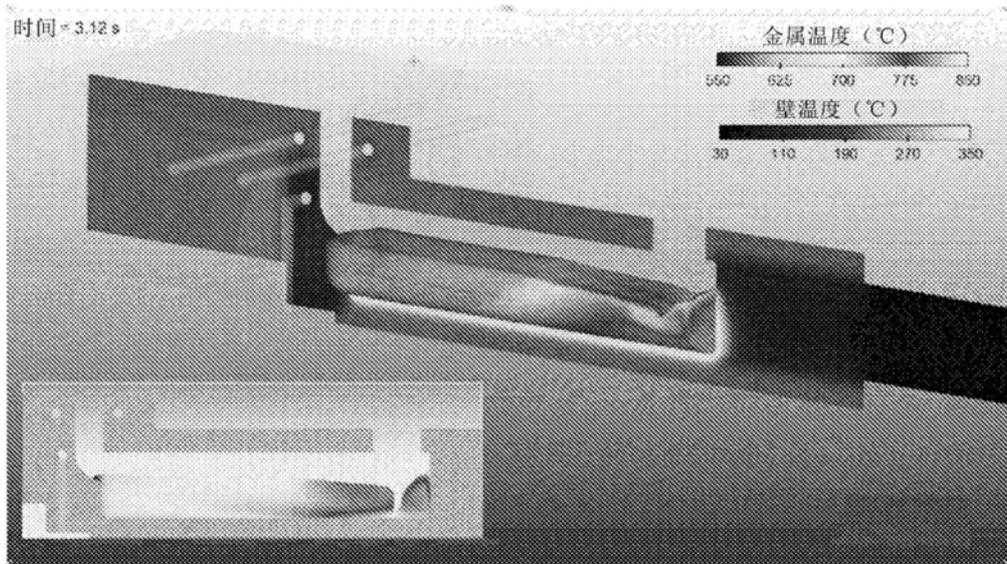


图10

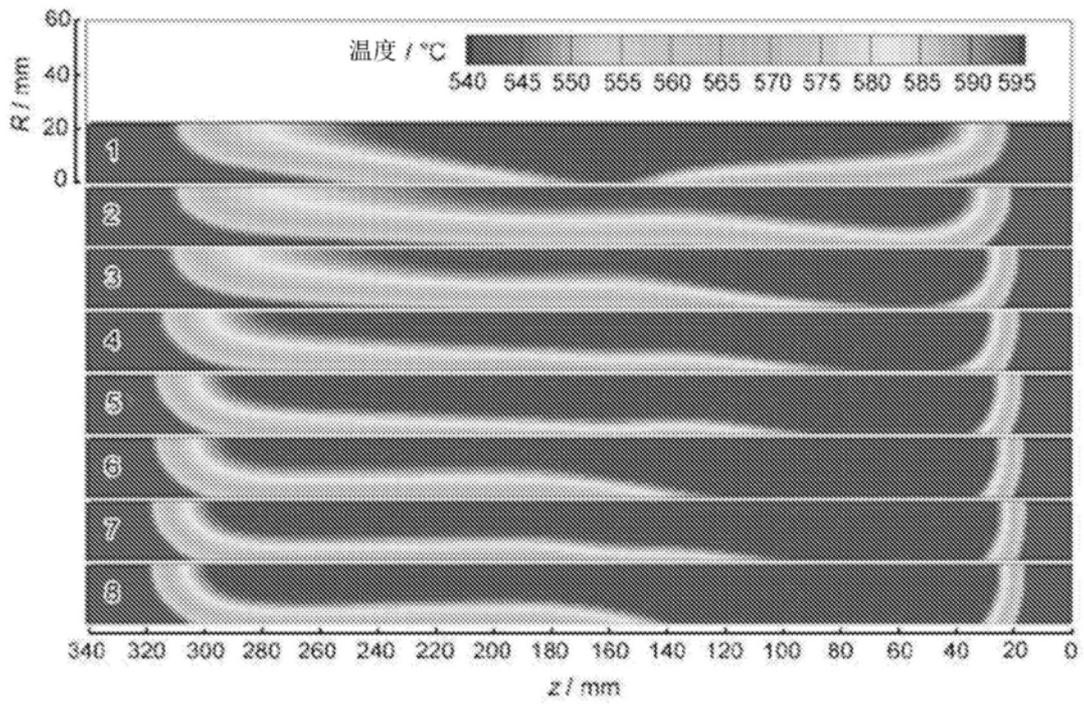


图11