(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104190736 B
(45)授权公告日 2015.12.16

(21)申请号 201410427584.0

(22)申请日 2014.08.27

(73)专利权人 山东科技大学
地址 266590 山东省青岛市经济技术开发区前湾港路579号

(72)发明人 李辉平 贺连芳 杨肖丹 杨慧

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 崔苗苗

(51)Int.Cl.
B21C 23/26(2006.01)
B21C 25/06(2006.01)
B21C 29/00(2006.01)
B21C 35/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 204108007 U,2015.01.21, 权利要求1-8.
GB 695012 A,1953.08.05, 全文.
CN 2198654 Y,1995.05.24, 全文.
CN 1506173 A,2004.06.23, 全文.
CN 103028625 A,2013.04.10, 全文.

审查员 武茂蒙

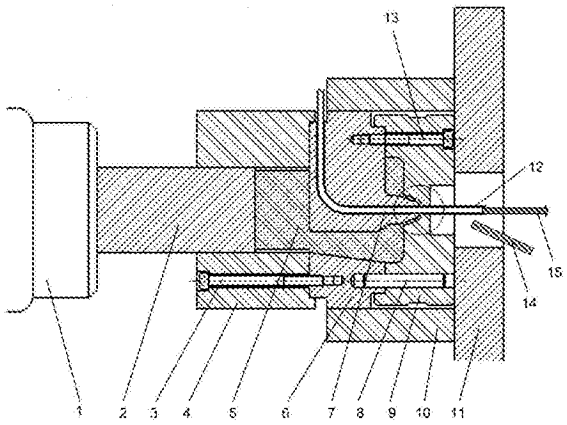
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置及工艺

(57)摘要

本发明涉及一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置及工艺，包括线材牵引装置、挤压凸模、挤压筒、挤压凹模、定形套，挤压筒大小与挤压凸模配合，挤压筒与挤压凹模固定连接，挤压凹模与定形套固定连接，挤压筒、挤压凹模、定形套共同围成挤压凸模通道、坯料室、分流室、焊合室和成形室，成形室出口设冷却气体喷管，所述的挤压凹模的模壁上设有线材进口，模体中和模芯内各设有一段线材通道，模芯周围有坯料分流室与坯料室相通，坯料与线材在焊合室混合包覆。本发明将非晶态合金包覆在线材的表面，改善线材的表面质量，使其具有优良的耐腐蚀和耐磨损性能，扩大线材的应用领域，延长线材的使用寿命。



CN 104190736 B

1. 一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，其特征是，包括线材牵引装置、挤压凸模、挤压筒、挤压凹模、定形套，挤压筒大小与挤压凸模配合，挤压筒与挤压凹模固定连接，挤压凹模与定形套固定连接，挤压筒、挤压凹模、定形套共同围成挤压凸模通道、坯料室、分流室、焊合室和成形室，成形室出口设冷却气体喷管，所述的挤压凹模的模壁上设有线材进口，模体中和模芯内各设有一段线材通道，模芯周围有坯料分流室与坯料室相通，坯料与线材在焊合室混合包覆。

2. 根据权利要求 1 所述的一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，其特征是，所述的挤压凹模由至少两块拼块拼合而成，在挤压凹模外有挤压凹模夹紧套。

3. 根据权利要求 2 所述的一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，其特征是，挤压凹模的外表面与挤压凹模夹紧套的内表面以渐进式锥面的形式结合。

4. 根据权利要求 1 所述的一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，其特征是，所述的挤压凸模连接挤压油缸和液压系统。

5. 根据权利要求 1 所述的一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，其特征是，所述的挤压筒、挤压凹模、定形套通过螺钉或销钉紧固在一起，定形套固定在挤压工装框架上。

6. 根据权利要求 1 所述的一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，其特征是，所述的冷却气体喷管与氮气系统连接。

7. 根据权利要求 2 所述的一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，其特征是，所述的挤压筒和挤压凹模夹紧套中设有电热元件、温度测量装置，电热元件、温度测量装置均与温度控制器相连接；挤压凹模中设有温度测量装置与温度控制器相连接。

8. 根据权利要求 1 所述的一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，其特征是，所述的线材通道，模芯内部分的长度为 10 ～ 15mm，线材通道与线材表面之间的间隙为 0.04 ～ 0.08mm；模体中线材通道与线材表面之间的间隙为 0.2 ～ 0.5mm。

9. 利用权利要求 1-8 任一项所述的装置实现非晶金属持续包覆线材的工艺，其特征是，包括步骤如下：

(1) 将线材插入挤压凹模中的线材通道，并保证线材从定形套的出口位置露出，将线材牵引装置夹持住露出的线材端部；

(2) 对挤压筒和定形套进行加热；

(3) 将挤压凸模从挤压筒中抽出；

(4) 把非晶态合金坯料放入挤压筒中；

(5) 将挤压凸模插入挤压筒，并通过挤压凸模把非晶态合金坯料压紧；

(6) 当挤压凹模的温度达到非晶态合金玻璃化温度以上 20 ～ 30℃，而且保持温度恒定 2 ～ 3 分钟后，挤压凸模将压力传递给非晶态合金坯料；非晶态合金坯料发生塑性流动，进入坯料分流室，然后再进入焊合室，最终通过定形套和挤压凹模型芯之间的空隙以空心圆管的形式挤出；打开冷却气体喷管对包覆了非晶态合金的线材进行冷却；

(7) 由线材牵引装置对线材施加恒定的牵引力，将线材拉出；如果要连续挤出，在成形过程中需要添加非晶态合金坯料，转到第 (4) 步，更换坯料后，重复步骤 (5)、(6)。

一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置及工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及非晶态金属玻璃挤压成形工艺，属于非晶态金属成形技术领域。

背景技术

[0002] 金属玻璃又称非晶态合金，由于其独特的无序微观结构，使其既有金属和玻璃的优点，又克服了它们各自的弊端。玻璃易碎，没有延展性；但金属玻璃的强度高于钢，硬度超过高硬工具钢，且具有一定的韧性和刚性，所以，人们称金属玻璃为“敲不碎、砸不烂”的“玻璃之王”。非晶态合金具有高强度、高硬度、良好的耐磨性和耐蚀性等较好的力学、物理和化学性能，从而决定其应用的领域非常广泛，具有广阔的应用前景。

[0003] 锆基非晶对于极限冷却速度的要求较低，可以在低于100K/s以下的冷却速度下得到完全的非晶态组织，因而针对锆基非晶的零件有多种成形工艺。专利CN 102877010A“一种锆基块体非晶合金铸件的铸造成形方式”公开了一种锆基块体非晶合金铸件的铸造成形方法，其铸件的化学成分的at％是：Zr 35-45、Ti 11-16、Cu 10-15、Ni 8-12、Be 16-25，熔炼前对上述原材料用超声波在酒精介质中进行净化处理，再将每一种平均分成两份，按其各自的密度，由下到上两次重复布料装入坩埚中，布料时要避免原料铜和铜坩埚相接触，以防止原料铜熔化时与铜坩埚发生粘结；然后合炉进行抽真空，充入0.05MPa的氩气保护，开始加热熔炼，在60KW、80KW、120KW各保持5分钟后将功率加至140KW使合金熔体的温度达到800℃以上。专利CN101164722A“一种非晶合金工件的制备加工净成形一体化方法”公开一种非晶合金工件的制备加工净成形一体化方法。本发明方法是把合金母料加热熔化后注入可溃型模具中，待熔融合金冷却后形成非晶态合金，模具溃型后对试件进行简单的清理即可获得所需工件。利用可溃型模具通过铸造的方法制备出任何复杂形状的临界厚度在一定范围内的非晶合金工件，实现了复杂非晶合金工件的制备、加工，净成形一体化技术。专利CN 1199747C“一种非晶合金精密零部件超塑性模锻成形装置及方法”公开了一种用于大块非晶合金精密零部件超塑性模锻成形的装置及采用这种装置制备大块非晶合金精密零件的工艺。可以成形外廓直径尺寸0.1～100mm、厚度尺寸0.1～50mm的各种复杂形状零部件，如齿轮类、实心或实心台阶轴（锥度轴）类以及等轴类扁薄零件等。所发明的装置由真空炉、可更换压头和模具三部分组成。专利CN 100473472C“金属玻璃的成形方法”公开了一种金属玻璃的成形方法。该方法在保持金属玻璃的非晶质的同时成形不产生表面缺陷的成形品，利用使用了构造简单的模具的简化工序成形高尺寸精度的成形部件，即便是薄壁或厚度不等的成形品或复杂形状的成形品也可简单地成形。

[0004] 非晶态合金具有高强度、高硬度和优良的耐磨及耐腐蚀性，而且表面光亮、美观，但是非晶态合金的价格较高。黄铜、钢、热固性塑料等材料的价格要比非晶态合金低很多，但是他们的某些物理和化学性能与非晶态合金相比，要差很多。由于非晶态合金在300～400℃即可玻璃化，并具有极好的塑性，因而可以将非晶态合金包覆在其他材料的表面，综合利用这些材料各自的优势，制造低成本、高强度、高硬度、耐磨损和耐腐蚀的零件。通过将

非晶态合金包覆在相应零件外表面，改善零件表面质量、耐磨性、耐腐蚀性，提高零件的使用寿命，也可将包覆非晶态合金的零件用于其他零件无法承受腐蚀环境。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置及工艺，将非晶态合金包覆在线材的表面，改善线材的表面质量，使其具有优良的耐腐蚀和耐磨损性能，扩大线材的应用领域，延长线材的使用寿命。

[0006] 本发明采取的技术方案为：

[0007] 一种通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的装置，包括线材牵引装置、挤压凸模、挤压筒、挤压凹模、定形套，挤压筒大小与挤压凸模配合，挤压筒与挤压凹模固定连接，挤压凹模与定形套固定连接，挤压筒、挤压凹模、定形套共同围成挤压凸模通道、坯料室、分流室、焊合室和成形室，成形室出口设冷却气体喷管，所述的挤压凹模的模壁上设有线材进口，模体中和模芯内各设有一段线材通道，模芯周围有坯料分流室与坯料室相通，坯料与线材在焊合室混合包覆。

[0008] 所述的挤压凹模由至少两块拼块拼合而成，在挤压凹模外有挤压凹模夹紧套。挤压凹模的外表面与挤压凹模夹紧套的内表面以渐进式锥面的形式结合。挤压凹模夹紧套通过螺钉固定在挤压工装框架上。

[0009] 所述的挤压凸模连接挤压油缸和液压系统。

[0010] 所述的挤压筒、挤压凹模、定形套通过螺钉或销钉紧固在一起，定形套固定在挤压工装框架上。

[0011] 所述的冷却气体喷管与氮气系统连接。

[0012] 所述的挤压筒和挤压凹模夹紧套中设有电热元件、温度测量装置，电热元件、温度测量装置均与温度控制器相连接；挤压凹模中设有温度测量装置与温度控制器相连接。

[0013] 所述的线材通道，模芯内部分的长度为 10 ～ 15mm，线材通道与线材表面之间的间隙为 0.04 ～ 0.08mm，该部分以避免非晶态合金挤入线材通道；模体中线材通道与线材表面之间的间隙为 0.2 ～ 0.5mm，这有利于减小线材与挤压凹模之间的摩擦力，便于线材的移动和挤出。利用上述装置实现非晶金属持续包覆线材的工艺，步骤如下：

[0014] (1) 将线材插入挤压凹模中的线材通道，并保证线材从定形套的出口位置露出，将线材牵引装置夹持住露出的线材端部；

[0015] (2) 对挤压筒和定形套进行加热；

[0016] (3) 利用液压系统控制油缸的柱塞回退，将挤压凸模从挤压筒中抽出；

[0017] (4) 把非晶态合金坯料放入挤压筒中；

[0018] (5) 利用液压系统控制油缸的柱塞伸出，将挤压凸模插入挤压筒，并通过挤压凸模把非晶态合金坯料压紧；

[0019] (6) 当挤压凹模的温度达到非晶态合金玻璃化以上 20 ～ 30℃，而且保持温度恒定 2 ～ 3 分钟后，将液压系统切换为挤压模式，通过柱塞、挤压凸模将压力传递给非晶态合金坯料；非晶态合金坯料发生塑性流动，进入坯料分流室，然后再进入焊合室，最终通过定形套和挤压凹模型芯之间的空隙以空心圆管的形式挤出；打开冷却气体喷管对包覆了非晶态合金的线材进行冷却。

[0020] (7) 由线材牵引装置对线材施加恒定的牵引力，将线材拉出；如果要连续挤出，在成形过程中需要添加非晶态合金坯料，转到第 (4) 步，更换坯料后，重复步骤 (5)、(6)。

[0021] 为了通过挤压工艺实现非晶态合金对于线材的持续包覆，通过分流室将非晶态合金坯料进行分流，分流后的坯料进入焊合室；在焊合室中有挤压凹模的型芯用于将分流以后的非晶态合金坯料成形为空心圆管的形式，而且分流后的坯料在焊合室沿着圆管的纵向接合面进行融合；焊合以后的管材沿着挤压凹模的型芯继续前移，进入成形室，非晶态合金管坯包覆在线材的外围，并跟随线材沿着定形套挤出，最终得到包覆着非晶态合金的线材。在成形过程中，包覆的非晶态合金的厚度由线材的直径和定形套的内孔尺寸决定。

[0022] 本发明的有益效果是：

[0023] (1) 挤压凹模采用多块拼块式结构，根据分流室的布局结构，将挤压凹模沿着分流槽通道分成多块拼块式结构，便于加工挤压凹模中线材的通道，以及便于挤压余料的清除；通过拼块结构，将内表面变为外表面，便于挤压凹模的加工，提高了模具的加工精度和表面质量。

[0024] (2) 挤压凹模的外表面与夹紧套的内表面以渐进式锥面的形式结合，而且夹紧套通过螺钉固定在挤压工装框架上，这种设计方式可保证挤压凹模的各拼块可以紧紧地结合在一起，而且挤压力越大，拼合的越结实，保证了挤压凹模的整体尺寸精度，也保证了线材包覆层的尺寸精度。

[0025] (3) 挤压凹模的外表面与夹紧套的内表面以渐进式锥面的形式结合，还便于挤压模具的拆装。

[0026] (4) 在线材的出口处采用氮气对包覆在线材表面的非晶态合金进行冷却，使包覆了非晶态合金的线材的温度尽快降至室温附近，避免非晶态合金包覆层的氧化和晶化。

[0027] (5) 采用线材牵引装置以恒力的方式对线材施加牵引力，减小了非晶态合金在成形室中的流动阻力，加快了线材包覆非晶态合金的速度，可大幅度提高生产效率。

[0028] (6) 将非晶态合金包覆在线材的表面，改善线材的表面质量，使其具有优良的耐腐蚀和耐磨损性能，扩大线材的应用领域，延长线材的使用寿命。

附图说明

[0029] 图 1 为本发明通过挤压实现非晶金属持续包覆的装置结构示意图；

[0030] 图 2 为图 1 的局部放大图；

[0031] 图 3 为需要包覆非晶态合金的线材与挤压凹模拼块的位置关系图；

[0032] 图 4 为通过挤压实现非晶金属持续包覆的模具结构示意图（爆炸图）；

[0033] 图 5 为通过挤压实现非晶金属持续包覆的模具结构示意图（装配图）；

[0034] 图 6 为氮气系统结构示意图；

[0035] 图 7 为温度控制系统结构图；

[0036] 图 8 为定形套结构放大图；

[0037] 其中，1、挤压油缸，2、挤压凸模，3、螺钉，4、挤压筒，5、非晶态合金坯料，6、挤压凹模，6a、6b 和 6c、挤压凹模拼块，7、需要包覆非晶态合金的线材，8、销钉，9、定形套，10、挤压凹模夹紧套，11、挤压工装框架，12、包覆在线材表面的非晶态合金，13、螺钉，14、冷却气体喷管，15、线材牵引装置，16、氮气发生器，17、压缩机，18、油水分离器，19、储气罐，20、压力

表，21、温度控制器，22、温度测量装置，23、电热元件。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和具体实施方式进一步说明。

[0039] 如图 1、3 所示，一种通过挤压实现非晶金属持续包覆的装置，包括线材牵引装置 15、挤压凸模 2、挤压筒 4、挤压凹模 6、定形套 9，挤压筒 4 大小与挤压凸模 2 配合，挤压筒 4 与挤压凹模 6 固定连接，挤压凹模 6 与定形套 9 固定连接，挤压筒 4、挤压凹模 6、定形套 9 共同围成挤压凸模通道、坯料室、分流室、焊合室和成形室，成形室出口设冷却气体喷管 14，所述的挤压凹模 6 的模壁上设有线材进口，模体中和模芯内各设有一段线材通道，模芯周围有坯料分流室与坯料室相通，坯料与线材在焊合室混合包覆。

[0040] 整个挤压模具的腔体有坯料室、分流室、焊合室和成形室等部分组成。在挤压结束后，有部分剩余坯料会留在分流室、焊合室，为了便于加工挤压凹模中线材的通道，以及便于挤 压余料的清除，根据分流室的布局结构，将挤压凹模沿着线材通道分成多块拼块式结构。在挤压过程中，为了保证挤压凹模的精度，避免由于挤压力的作用导致拼块沿着拼合面分开，在挤压凹模 6 有挤压凹模夹紧套 10。挤压凹模 6 的外圆面与挤压凹模夹紧套 10 的内圆面以锥面的形式结合，而且挤压凹模夹紧套 10 通过螺钉固定在挤压工装框架 11 上，这种设计方式可保证挤压凹模的各拼块可以紧紧地结合在一起，而且挤压力越大，拼合的越结实。另外，挤压凹模的外圆面与夹紧套的内圆面以锥面的形式结合，还便于挤压模具的拆装。

[0041] 在挤压筒 4 中设置有电热元件 23 和温度测量装置 22。温度控制器 21 根据温度测量装置 22 测试得到的挤压筒的温度，控制电热元件的电力供应，从而将挤压筒的温度控制在要求的范围之内。

[0042] 在定形套 9 中设置有电热元件 23 和温度测量装置 22。温度控制器 21 根据温度测量装置 22 测试得到的定形套 9 的温度，控制电热元件的电力供应，从而将定形套的温度控制在要求的范围之内。

[0043] 挤压筒 4 及定形套 9 均与挤压凹模 6 紧固在一起，在成形过程中，挤压筒 4 和定形套 9 的热量将传递给挤压凹模 6，并将挤压凹模 6 的温度控制在要求的温度范围之内。在挤压凹模 6 中只设置有温度测量装置 22，通过温度测量装置 22 测试挤压凹模 6 的温度。

[0044] 为了通过挤压工艺实现非晶态合金对于线材的持续包覆，通过分流室将非晶态合金坯料进行分流，分流后的坯料进入焊合室 ；在焊合室中有挤压凹模的型芯用于将分流以后的非晶态合金坯料成形为空心圆管的形式，而且分流后的坯料在焊合室沿着圆管的纵向接合面进行融合 ；焊合以后的管材沿着挤压凹模的型芯继续前移，进入成形室，非晶态合金管坯包覆在线材的外围，并跟随线材沿着定形套挤出，最终得到包覆着非晶态合金的线材。在成形过程中，包覆的非晶态合金的厚度由线材的直径和定形套的内孔尺寸决定。

[0045] 为了使包覆了非晶态合金的线材的温度尽快降至室温附近，避免非晶态合金包覆层的氧化，在线材的出口处设置有冷却气体喷管 14。

[0046] 为了减小非晶态合金在成形室中的流动阻力，加快线材包覆非晶态合金的速度，在工装中设置有线材牵引装置 15 ；线材牵引装置 15 以恒力的方式对线材施加牵引力。

[0047] 在挤压凹模 6 中的线材通道分为两部分，模芯内部分靠近挤压凹模的线材出口位

置，线材通道与线材表面之间的间隙为0.04～0.08mm，该部分的长度为10～15mm，该部分以避免非晶态合金挤入线材通道；模体内部分的线材通道与线材表面之间的间隙为0.2～0.5mm，这有利于减小线材与挤压凹模之间的摩擦力，便于线材的移动和挤出。

[0048] 通过挤压实现非晶金属持续包覆线材的工艺过程如下：

[0049] (1) 将线材插入挤压凹模中的线材通道，并保证线材从定形套的出口位置露出，将线材牵引 装置夹持住露出的线材端部。

[0050] (2) 由温度控制系统对挤压筒和定形套进行加热。

[0051] (3) 利用液压系统控制油缸的柱塞回退，将挤压凸模从挤压筒中抽出。

[0052] (4) 把非晶态合金坯料放入挤压筒中。

[0053] (5) 利用液压系统控制油缸的柱塞伸出，将挤压凸模插入挤压筒，并通过挤压凸模把非晶态合金坯料压紧。

[0054] (6) 当挤压凹模的温度达到要求的温度，而且保持温度恒定2～3分钟后，将液压系统切换为挤压模式，通过柱塞、挤压凸模将压力传递给非晶态合金坯料；非晶态合金坯料发生塑性流动，进入分流室，然后再进入焊合室，最终通过定形套和挤压凹模型芯之间的空隙以空心圆管的形式挤出；打开氮气系统，氮气通过氮气喷管对包覆了非晶态合金的线材进行冷却。由牵引装置对线材施加恒定的牵引力。

[0055] (7) 如果要连续挤出，在成形过程中需要添加非晶态合金坯料，转到第(4)步，更换坯料后，通过非晶态合金界面之间的压力，利用温度和压力促进金属原子的扩散，将非晶态合金坯料焊接在一起。

[0056] 如果挤压结束，断开氮气系统，停止挤压筒和定形套的加热；等模具冷却至室温附近时，将包覆了非晶态合金的线材沿着挤压框架切断，将挤压模具从挤压工装框架上卸下；松开螺钉等紧固部件，拆开挤压凹模，将分流室、焊合室、定形套等部分的剩余非晶态合金坯料去除；最后，将挤压模具组合并紧固。

[0057] 实施例1

[0058] 线材的材料为紫铜导线，直径为4mm；包覆在紫铜导线外层的非晶态合金为Zr58.5Cu15.6Ni12.8Al10.3Nb2.8。非晶态合金Zr58.5Cu15.6Ni12.8Al10.3Nb2.8的玻璃化温度和晶化温度分别为385℃和470℃，在加热温度为405℃时，可以保温30分钟而没有晶化现象，可以满足包覆工艺的要求。在包覆非晶态合金时，通过温度控制器将挤压筒和定形套的加热温度控制在403℃～407℃。包覆时所用的牵引力为500N。

[0059] 上述实施例虽然对本发明作了比较详细的说明，但是这些说明，只是对本发明的优选实例说明，并不是对本发明的限制，任何不超出本发明实质精神内的发明创造，均落入本发明的保护范围内。

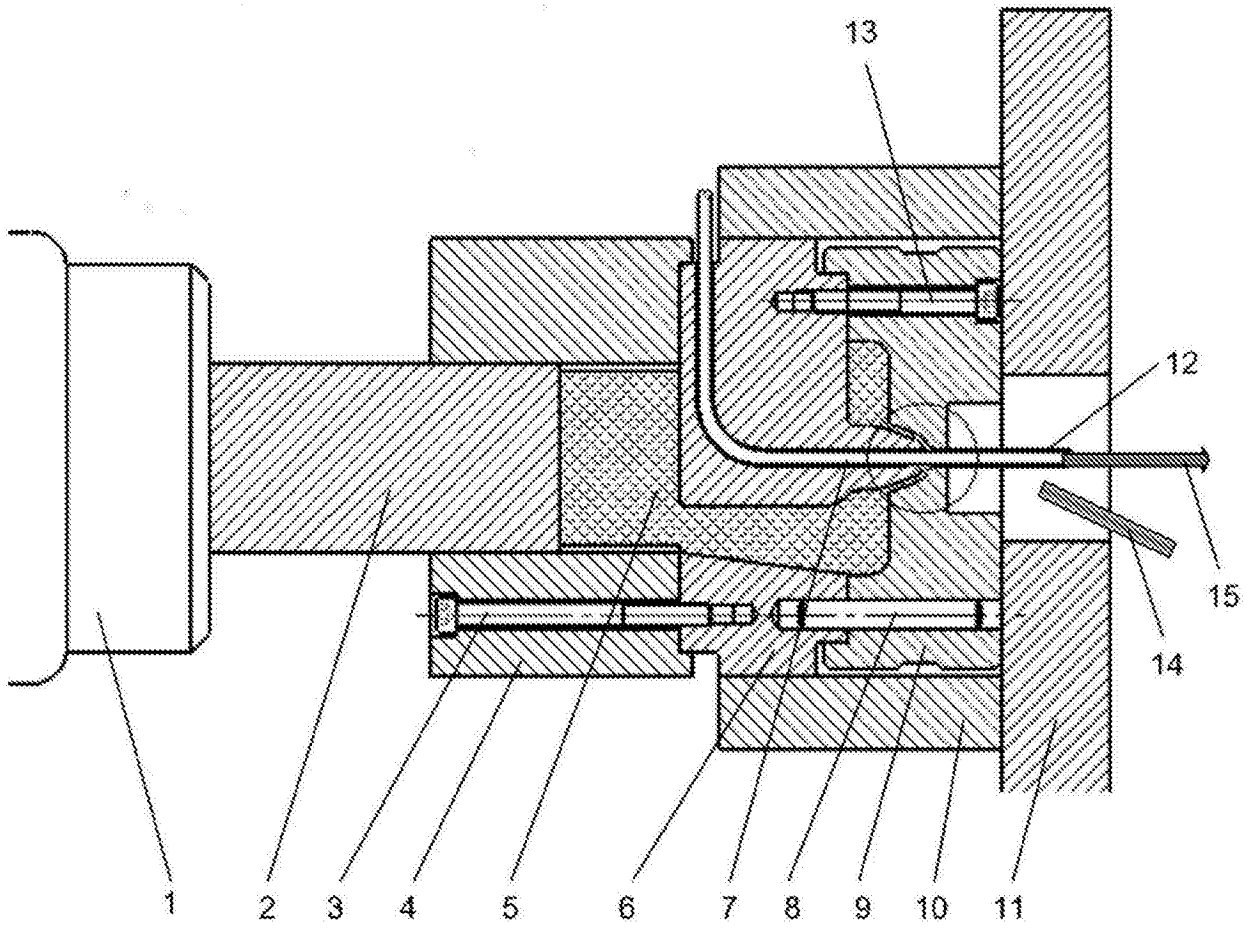


图 1

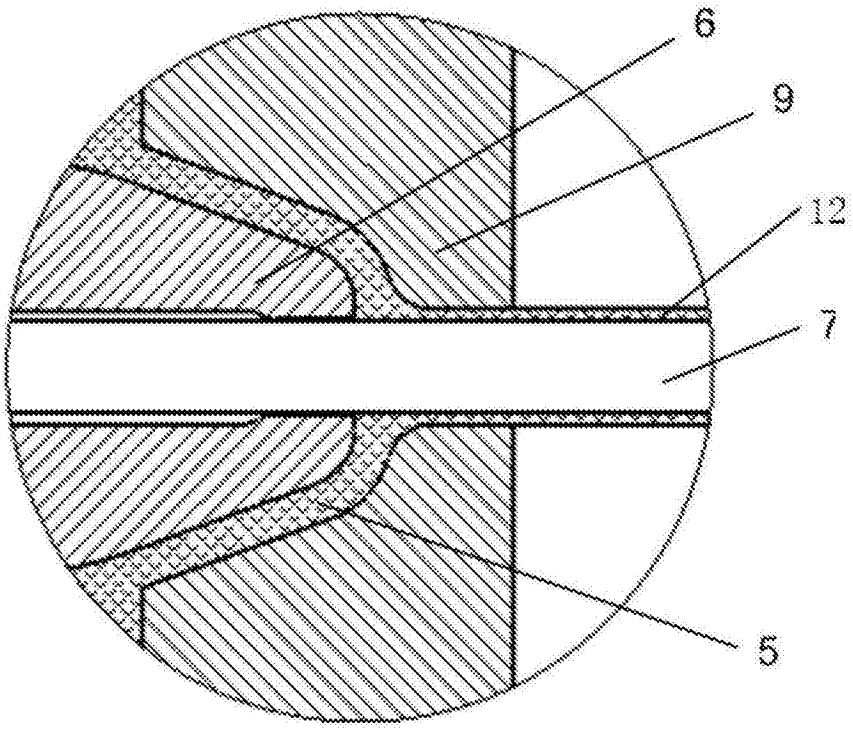


图 2

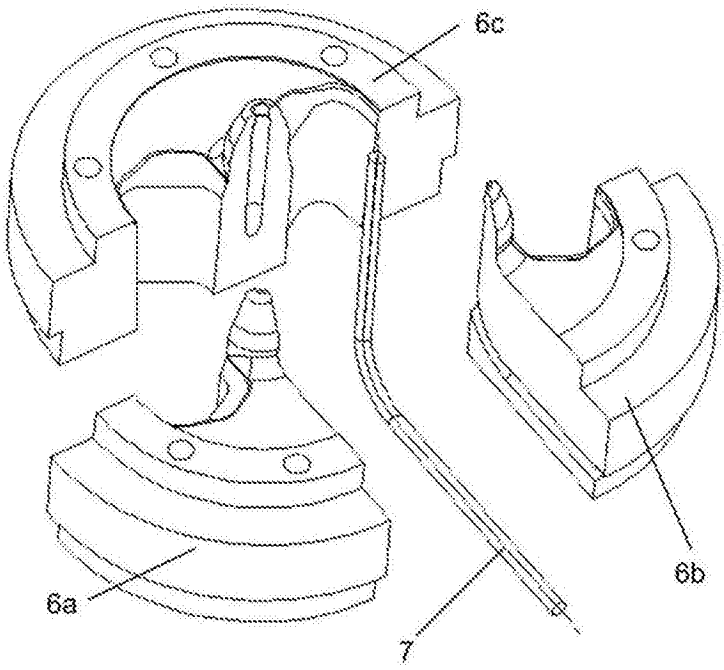


图 3

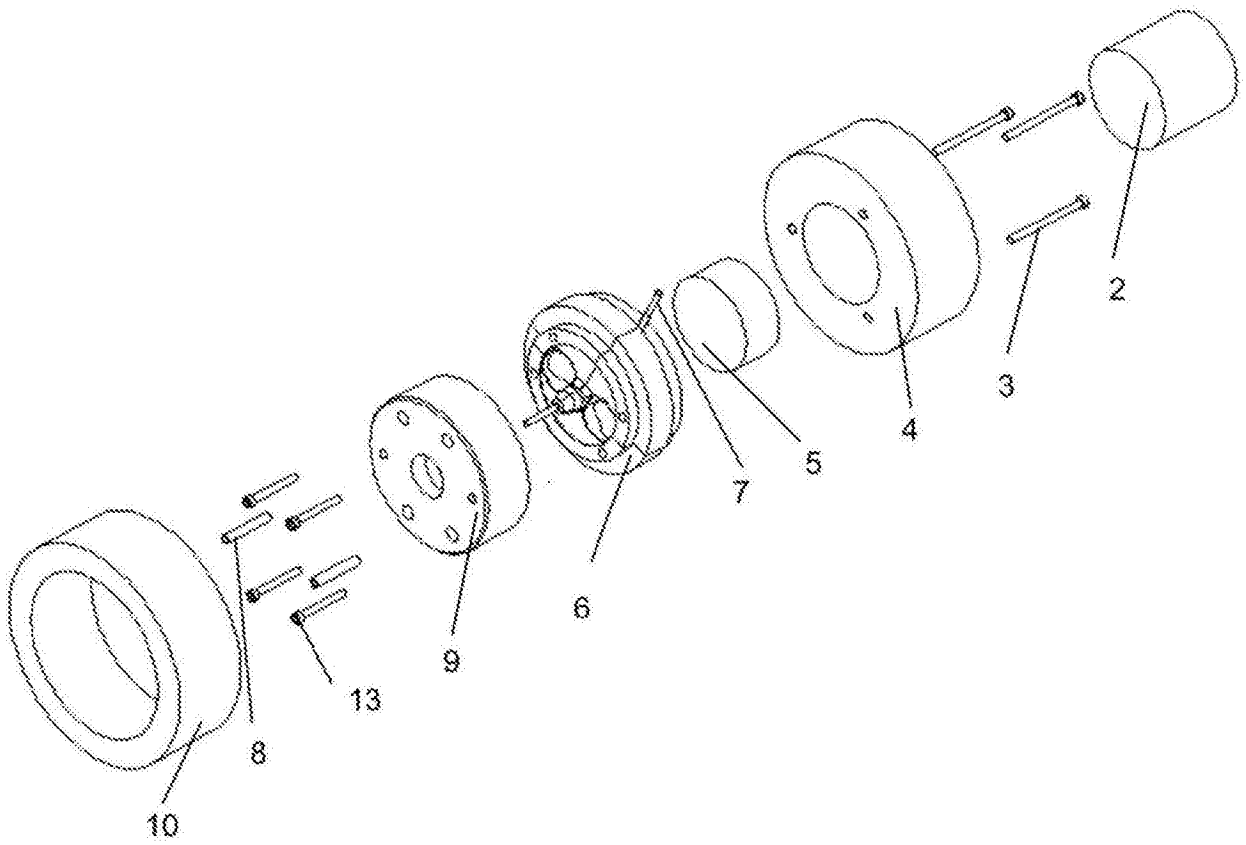


图 4

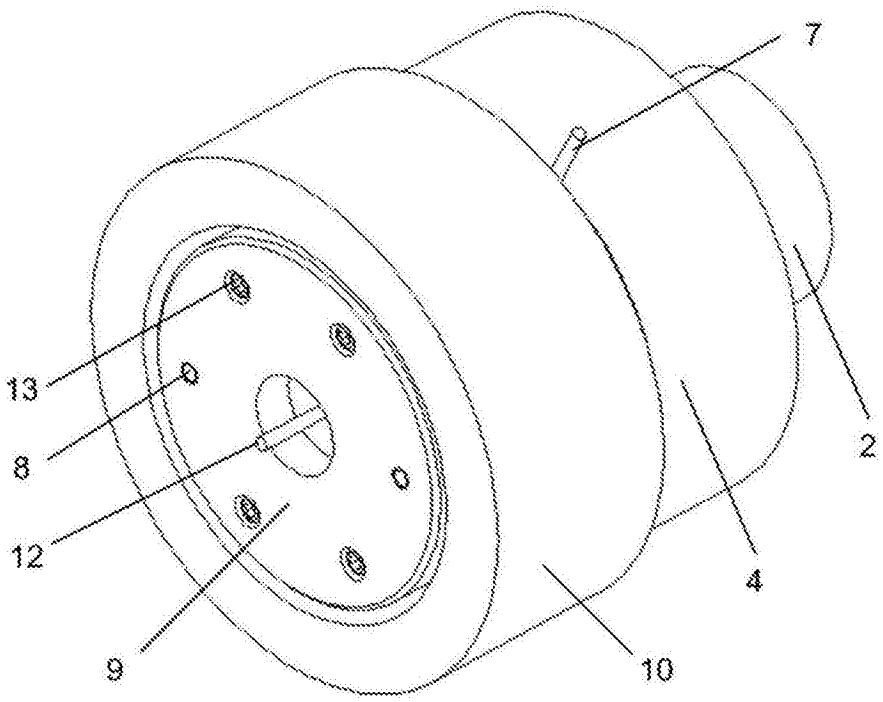


图 5

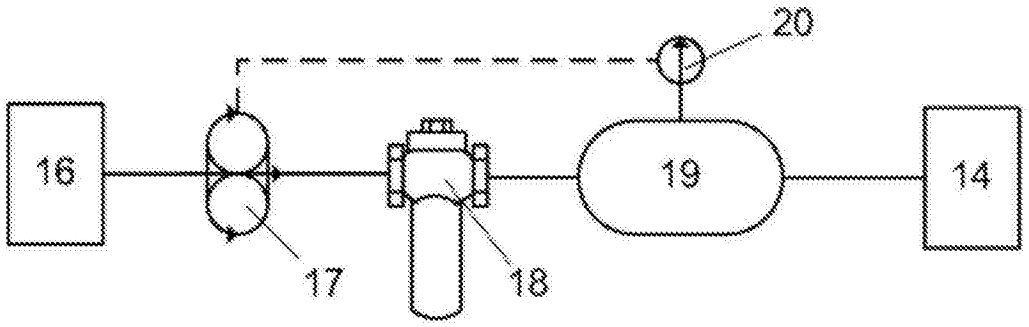


图 6

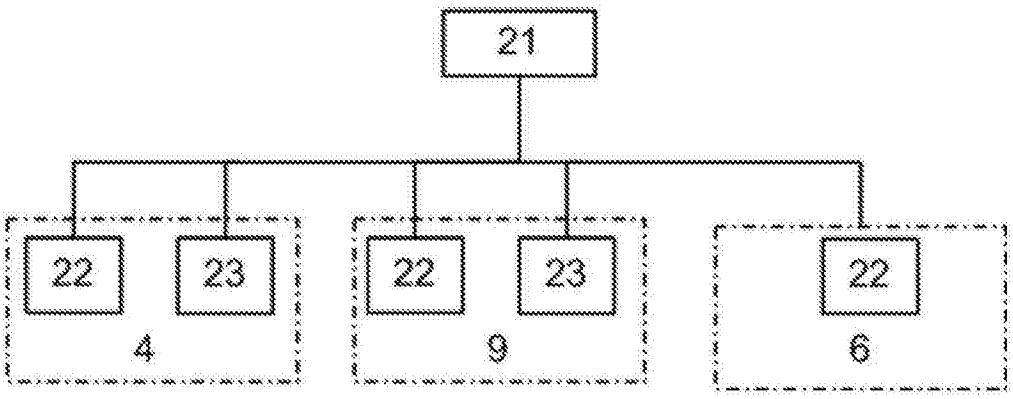


图 7

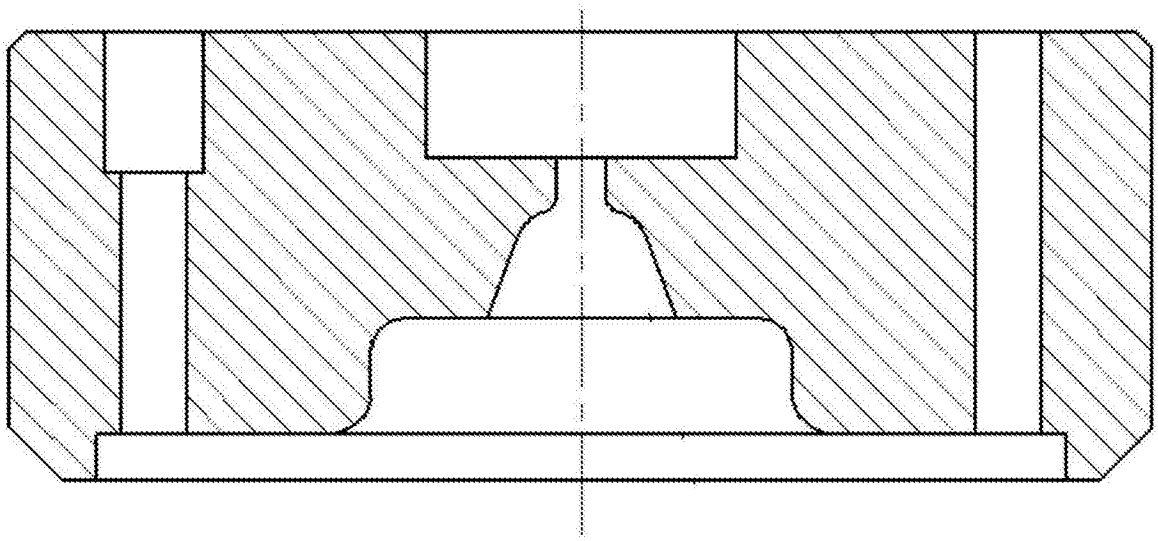


图 8