



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104493125 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201410721168. 1

(22) 申请日 2014. 12. 02

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 彭青 陈光南 罗耕星 肖京华  
王红才 李正阳 张坤

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int. Cl.

B22D 17/00(2006. 01)

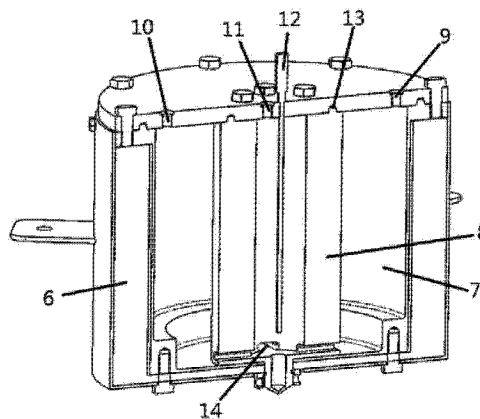
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种应用于金属构件移动微压铸成型方法的双仓式精炼炉

(57) 摘要

本发明涉及一种用于金属构件移动微压铸成型的双仓式精炼炉,所述双仓包括储液仓和工作仓,双仓底部连通,并列或嵌套设置,该双仓式精铸炉能够在加工过程中通过控制双仓中的气压,严格控制工作仓的液面稳定不变,从而使得金属熔体恒速稳定流出,或者仅通过调节压力来控制其流速;而且该双仓式精炼炉在加工过程中可以严格控制熔体流出时的温度,并根据需要控制精铸炉上压铸头的开闭。因此,采用该双仓式精炼炉,可以通过调整熔体的流量、压力、压铸层厚度、熔体的凝固速度以及压铸头的移动轨迹,逐点逐层调控构件材料的组织形态、残余应力状态和表面质量。本发明不仅可以按设定的形状和尺寸成型金属构件,还能实现对能对其机械性能进行有效调控。



1. 一种应用于金属构件移动微压铸成型方法的精炼炉,其特征在于,为双仓式精炼炉,所述双仓式精炼炉包括双仓式精炼炉体,出液口和压铸头;其中所述双仓包括精炼炉储液仓和精炼炉工作仓,所述精炼炉储液仓和精炼炉工作仓底部连通;所述出液口与精炼炉工作仓连通,出液口设置有压铸头。

2. 如权利要求1所述的精炼炉,其特征在于,所述双仓式精铸炉体的精炼炉储液仓和精炼炉工作仓的并列或嵌套设置,组成双仓式精炼炉体。

3. 如权利要求1所述的精炼炉,其特征在于,所述精炼炉储液仓在精炼炉工作仓的外围,二者嵌套设置。

4. 如权利要求1-3任一所述的精炼炉,其特征在于,所述双仓式精炼炉体的上方设置炉盖,所述炉盖同时对精炼炉储液仓和精炼炉工作仓的上方进行密封。

5. 如权利要求4所述的精炼炉,其特征在于,所述炉盖还设置有储液仓顶部接口,所述储液仓顶部接口接入保护气体进气口电磁阀和排气阀,为精炼炉储液仓内的金属液体提供保护气体气氛。

6. 如权利要求4或5所述的精炼炉,其特征在于,所述炉盖还设置有工作仓顶部接口,所述工作仓顶部接口接入保护气体进气口电磁阀和排气阀,为精炼炉工作仓内的金属液体提供保护气体气氛。

7. 如权利要求5所述的精炼炉,其特征在于,所述储液仓顶部接口还接入压力传感器,用于监测精炼炉储液仓内保护气体的压力。

8. 如权利要求6所述的精炼炉,其特征在于,所述工作仓顶部接口还接入压力传感器,用于监测精炼炉工作仓内保护气体的压力。

9. 如权利要求1-8任一所述的精炼炉,其特征在于,所述的精炼炉工作仓还设置有热电偶,用于测定工作仓中金属液体的温度。

10. 如权利要求1-9任一所述的精炼炉,其特征在于,所述精炼炉储液仓顶部还设置有安全阀,所述安全阀设置在炉盖上,用于在保护气体进气口电磁阀和/或排气阀损坏后的排气或减压。

## 一种应用于金属构件移动微压铸成型方法的双仓式精炼炉

### 技术领域

[0001] 本发明涉及材料加工设备领域,具体的说,涉及一种实现金属构件移动微压铸成型的装置。

### 背景技术

[0002] 近年来,在大尺寸薄壁钛合金构件的直接制造和工程应用方面,各种新型的成型技术都快速发展和应用。如激光立体成型技术、电子束立体成型技术、精密压铸技术、喷射成型技术等,由于工艺或原料的限制,上述技术各有缺点。近期研究人员提出了一种具有成型精度高、原料要求低、成型环境要求低等优点的金属构件移动微压铸成型方法,目前该方法已经在中国专利申请 201310139419.0 公开,它是利用计算机辅助设计 (CAD) 或实物扫描的方法建立构件的 3D 图形数据库,并依据构件性能与精度的设计要求,选择图形的切片方向与分切厚度以及与之相应的熔体压铸程序和运动轨迹,在惰性气体(如氮气、氩气等)保护环境下,当结晶器(压铸基板)的指定部位,对准压铸头出口、且二者之间距达到指定层片厚度(以微米尺度为宜)时,压铸头以预定的流速和压力,将熔体填充到其出口端部与结晶平台之间的空间。与此同时,压铸头以指定速度和轨迹在结晶器上移动(也可以是压铸器不动而结晶器相对其移动),移出压铸头内的熔体迅速凝固,压铸头向其下方不断产生的新的空间继续填充并压铸熔体。当压铸头的移动轨迹填满设定形状时,一个厚度可达微米尺度的金属层片便成型完成。然后,结晶器沿 Z 轴方向上移动一个层片厚度,压铸头开始执行下一层片的熔体压铸作业。如此往复,直至整个金属构件成型完成。

[0003] 而且也公开了能够实现金属构件移动微压铸成型方法的装置,然而,在成型过程中,金属熔体的液位的不断下降会导致压铸头出口部位流体流动速度的减小。这种现象不利于控制成型质量。解决该问题的途径有两种,其中之一是随着成型的进行,不断修正工艺参数,如改变液面上方的气压,利用气体压力的变化,来控制精铸头的流体速度大小或停止;或者控制工作台的运动速度。这样则带来了新的问题:为了使得液面上方的气压值能够补偿仓内液位的下降,或者使工作台运动速度匹配流动速度(某一函数关系),都必须精确地获得流量变化,而这在加工过程中难以实时地、自动地获取。

[0004] 基于上述缺陷,本发明提出了解决上述问题的另一办法,通过双仓式恒定液位的方法来保障加工过程中不会因熔体减少而导致流速变化,因此提出一种应用于金属构件移动微压铸成型方法的双仓式精炼炉。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种应用于金属构件移动微压铸成型方法的双仓式精炼炉。

[0006] 所述微压铸,是指压铸层的厚度以限制在微米尺度为宜,因此能够实现微压铸的设备也必须能够在微米级自动控制。

[0007] 精铸炉是以一种能够将熔融的金属液体直接进行铸造成型的装置,其关键部件包

括金属液体容器,容器下方的出口,位于出口处的压铸头;

[0008] 本发明所述的能够实现移动微压铸熔体直接成型金属构件的双仓式精铸炉包括双仓式精炼炉体,出液口和压铸头;其中所述双仓是指精炼炉储液仓和精炼炉工作仓,所述精炼炉储液仓和精炼炉工作仓底部连通;所述进液口与精炼炉储液仓连通,所述出液口与精炼炉工作仓连通,出液口设置有压铸头。所述双仓式精铸炉体的精炼炉储液仓和精炼炉工作仓的相对位置可以并列,也可以采用替他的方式,如嵌套设置;优选所述精炼炉储液仓在精炼炉工作仓的外围嵌套设置。

[0009] 所述精炼炉储液仓和精炼炉工作仓上部不连通;

[0010] 进一步的,更优选所述精炼炉储液仓在精炼炉工作仓的外围,底部连通,其余部分不连通,且二者嵌套设置。

[0011] 进一步的,所述双仓式精炼炉体的上方设置炉盖,所述炉盖通过止口对精炼炉储液仓和精炼炉工作仓同时起防护、密封作用,打开炉盖,可以向精炼炉体中加入金属液体。

[0012] 熔融的金属液体从进料口进入精炼炉储液仓后,经过精炼炉储液仓和精炼炉工作仓之间的底部通道进入精炼炉工作仓,然后从出料口流出,并经过压铸头进行微压铸。

[0013] 进一步的,所述炉盖还设置有储液仓顶部接口,所述储液仓顶部接口接入保护气体进气口电磁阀和排气阀,为精炼炉体内的金属液体提供保护气体气氛。

[0014] 所述炉盖还设置有工作仓顶部接口,所述工作仓顶部接口接入保护气体进气口电磁阀和排气阀,为精炼炉体内的金属液体提供保护气体气氛。

[0015] 另外,所述储液仓顶部接口还接入压力传感器,用于监测精炼炉储液仓内保护气体的压力。

[0016] 另外,所述工作仓顶部接口还接入压力传感器,用于监测精炼炉工作仓内保护气体的压力。

[0017] 进一步的,所述的精炼炉工作仓还设置有热电偶,用于测定工作仓中金属液体的温度。

[0018] 另外,所述精炼炉储液仓顶部还设置有安全阀,所述安全阀设置在炉盖上,用于在保护气体进气口电磁阀和/或排气阀损坏后的排气或减压。

[0019] 本发明所述的包括双仓式精炼炉体从外到内依次包括炉体外壳,绝热材料和炉体内壳。

[0020] 所述压铸头包括压铸头外壳,压铸头绝缘材料、压铸头加热源以及压铸口;所述压铸口位于压铸头的中心,与熔炼炉体内的金属液体连通;压铸口周围设置压铸头加热源,以保证其中金属液体的流动性;压铸头加热源外围设置压铸头绝缘材料;

[0021] 压铸口的内径依据毛细原理设计,可确保仅有重力作用时熔体不会自然流出,但在有外加压力作用的情况下,熔体能够顺畅稳定地输出;所述压铸头加热源可为感应加热器,感应加热器既可起到局部控温作用,也可在压铸口内壁出现熔体凝固和熔体流动受阻时发挥作用。

[0022] 所述双仓式精炼炉还包括加热和/或搅拌装置,所述加热和/或搅拌装置位于精炼炉的外侧,用于加热或精炼其中的金属液体,并使精炼炉中的金属液体均一化。

[0023] 一般来说,本发明的加工过程中存在两种状态:

[0024] 1) 低速流动状态,工作仓液面上方压强小于一个大气压。其步骤为:

[0025] 步骤 1:初始状态时,工作仓、储液仓以及压铸头均封闭,精炼炉内金属熔体液面高度相等;

[0026] 步骤 2a:维持工作仓接口封闭状态,开启储液仓接口,并启动工作仓接口处的压力传感器,排气泵,通过反馈控制开启或关闭排气孔,使工作仓液面上方气压压强恒定为 P。此时开启压铸头加工时,出口驱动压力恒定。

[0027] 2) 高速流动状态,工作仓液面上方压强大于一个大气压。其步骤为:

[0028] 步骤 1:初始状态时,封闭工作仓、储液仓、以及压铸头,精炼炉内金属熔体液面高度相等

[0029] 步骤 2b:维持储液仓接口封闭状态,开启工作仓接口,并启动工作仓接口处的压力传感器,进气泵,使得工作仓液面上方气压压强恒定为 P。此时开启压铸头加工时,出口驱动压力恒定。

[0030] 当然,实际情况下,在上述两种情况中,炉盖并不能完全密封精炼炉,工作中伴随漏气现象:低速流动状态时,气流方向为炉外部环境至内部,高速情况下则相反。通过监控工作仓、储液仓内的压力传感器数值变化,反馈控制接口处的比例阀,补偿漏气,维持出口流速恒定。

[0031] 本发明所述的装置结构紧凑,能够精确实现熔体直接成型金属构件的移动微压铸,采用本发明所述的双仓式精铸炉,能够在加工过程中通过控制双仓中的气压,严格控制作仓的液面稳定不变,从而使得金属熔体恒速稳定流出;而且在加工过程中可以严格控制熔体流出时的温度;在加工过程中根据需要控制精铸炉上压铸头的开闭。因此,本发明所述的装置可以通过调整熔体的流量、压力、压铸层厚度、熔体的凝固速度以及压铸头的移动轨迹,逐点逐层调控构件材料的组织形态(包括晶粒尺寸、相成分和界面结构等)、残余应力状态(包括大小与分布)和表面质量。本发明不仅可以按设定的形状和尺寸成型金属构件,还能实现对能对其机械性能进行有效调控。

## 附图说明

[0032] 图 1 为本发明双仓式精炼炉的工作状态图,分别为步骤 1,步骤 2a 和步骤 2b;

[0033] 图 2 为本发明双仓式精炼炉的俯视图;

[0034] 图 3 为本发明双仓式精炼炉的仰视图;

[0035] 图 4 为本发明双仓式精炼炉的剖视图;

[0036] 其中 1 为精炼炉连接耳;2 为炉盖;3 为精炼炉体;4 为压铸头外壳;5 为压铸头;6 为炉体绝热层;7 为精炼炉储液仓;8 为精炼炉工作仓;9 为储液仓顶部压力传感器、比例阀、排气泵接口;10 为储液仓顶部安全阀接口;11 为工作仓压力传感器、比例阀、进气泵顶部接口;12 为热电偶;13 为止口;14 为底部通道。

## 具体实施方式

[0037] 以下实施例仅用于说明本发明,但不用来限制本发明的发明范围。该领域的技术工程师可根据上述发明的内容对本发明作出一些非本质的改进和调整。如无特别说明,所采用的方法是本领域常用的方法和设备。

[0038] 实施例 1

[0039] 如图 2 所示,本发明所述的双仓式精炼炉包括炉盖 2 和精炼炉体 3,在精炼炉体 3 的外壁上布置了 8 个精炼炉连接耳 1,用于固定精炼炉体 3。

[0040] 如图 4 所示,所述的双仓式精铸炉包括双仓式精炼炉体 3,,出液口和压铸头 5;其中精炼炉体 3 由精炼炉储液仓 7 和精炼炉工作仓 8 组成,所述精炼炉储液仓 7 和精炼炉工作仓 8 上部不连通;所述精炼炉储液仓底部和精炼炉工作仓底部之间有连通的底部通道 14;所述进液口与精炼炉储液仓 7 连通,所述出液口与精炼炉工作仓 8 连通,出液口设置有压铸头 5。

[0041] 所述双仓式精铸炉体的精炼炉储液仓 7 在精炼炉工作仓 8 的外围,且二者同心环设置。

[0042] 所述双仓式精炼炉体 3 的上方设置炉盖 2,通过止口 13 对精炼炉储液仓 7 和精炼炉工作仓 8 起防护和密封作用。

[0043] 所述炉盖 2 还设置有储液仓顶部压力传感器、比例阀、排气泵接口 9,用于接入保护气体进气口电磁阀和排气阀,为精炼炉体内的金属液体提供保护气体气氛,同时设置压力传感器,以便于为储液仓 7 中的金属液体提供保护气体气氛和气体压力;以及储液仓顶部安全阀接口 10,防止保护气体进气口电磁阀或排气阀损坏引发安全事故。

[0044] 同时,所述炉盖 2 还设置有工作仓顶部压力传感器、比例阀、排气泵接口 11,用于接入保护气体进气口电磁阀和排气阀,为精炼炉体内的金属液体提供保护气体气氛,同时设置压力传感器,以便于检测工作仓 8 中保护气体的压力。

[0045] 工作仓 8 顶部,炉盖 2 上还设置了热电偶进口,用于布置热电偶 12,以便控制金属液体的温度。

[0046] 精炼炉体 3 从外到内依次包括炉体外壳,绝热层 6 和炉体内壳,炉体的内壳和外壳均可选用本领域常用的材料。

[0047] 所述压铸头 5 包括压铸头外壳 4,起固定压铸头 5,以及局部加热的作用以及压铸口(未示出);所述压铸口位于压铸头的中心,与熔炼炉体内的金属液体连通。

[0048] 压铸口的内径依据毛细原理设计,结合液面上方压力控制可确保仅有重力作用时熔体不会自然流出,但在有外加压力作用的情况下,熔体能够顺畅稳定地输出;所述压铸头外壳加热源可为感应加热器,感应加热器可在压铸口内壁出现熔体凝固和熔体流动受阻时发挥作用。

[0049] 所述双仓式精炼炉还包括加热和/或搅拌装置(未示出),本实施例采用了电磁加热搅拌装置,设置在精炼炉体 3 的外围。

[0050] 本发明所述的双仓式精炼炉的工作过程如下:

[0051] 1) 低流速恒定液面工作过程:

[0052] 关闭压铸头 5,接口 9、接口 11 处的比例阀,此时工作仓、储液仓处于密封状态;

[0053] 加热精铸炉至所需的熔体温度,并保持该温度,此时工作仓、储液仓熔体液面高度相同;

[0054] 打开接口 9 处比例阀,使储液仓为排气状态,此时储液仓液面上升,待工作仓处压力传感器显示为所需压力时,关闭接口 9 处比例阀,停止排气。

[0055] 开启压铸头 5,工作。此时工作常液面恒定,液面上方压强恒定,压铸头 5 出口熔体流速恒定。

[0056] 实际上炉盖 2 与精炼炉 3 并不能完全密封,工作中伴随漏气现象(气流方向为外部至炉内)。通过监控工作仓、储液仓内的压力传感器数值变化,反馈控制接口 9 处比例阀,补偿漏气,维持出口流速恒定。

[0057] 2) 高流速恒定液面工作过程:

[0058] 关闭压铸头 5,接口 9、接口 11 处的比例阀,此时工作仓、储液仓处于密封状态;

[0059] 加热精铸炉至所需的熔体温度,并保持该温度,此时工作仓、储液仓熔体液面高度相同;

[0060] 打开接口 11 处比例阀,使工作仓为进气状态,此时储液仓液面上升,待工作仓处压力传感器显示为所需压力时,关闭接口 11 处比例阀,停止进气。

[0061] 开启压铸头 5,工作。此时工作常液面恒定,液面上方压强恒定,压铸头 5 出口熔体流速恒定。

[0062] 实际上炉盖 2 与精炼炉 3 并不能完全密封,工作中伴随漏气现象(气流方向为炉内部至外部环境)。通过监控工作仓、储液仓内的压力传感器数值变化,反馈控制接口 11 处比例阀,补偿漏气,维持出口流速恒定。

[0063] 本发明所述的装置结构紧凑,能够精确实现熔体直接成型金属构件的移动微压铸,采用本发明所述的双仓式精铸炉,能够在加工过程中通过控制双仓中的气压,严格控制作仓的液面稳定不变,从而使得金属熔体恒速稳定流出;而且在加工过程中可以严格控制熔体流出时的温度;在加工过程中根据需要控制精铸炉上压铸头的开闭。因此,本发明所述的装置可以通过调整熔体的流量、压力、压铸层厚度、熔体的凝固速度以及压铸头的移动轨迹,逐点逐层调控构件材料的组织形态(包括晶粒尺寸、相成分和界面结构等)、残余应力状态(包括大小与分布)和表面质量。本发明不仅可以按设定的形状和尺寸成型金属构件,还能实现对能对其机械性能进行有效调控。

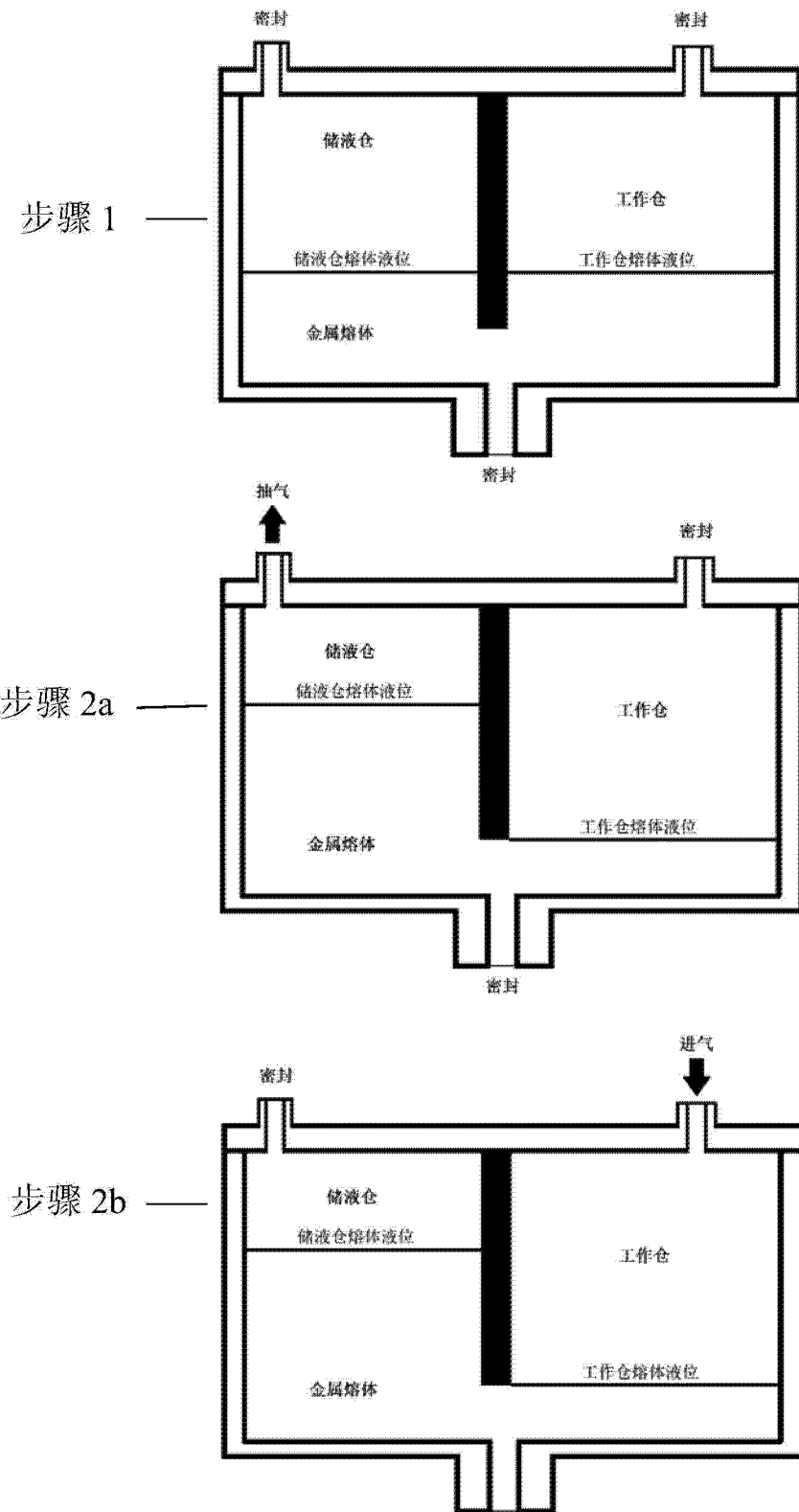


图 1



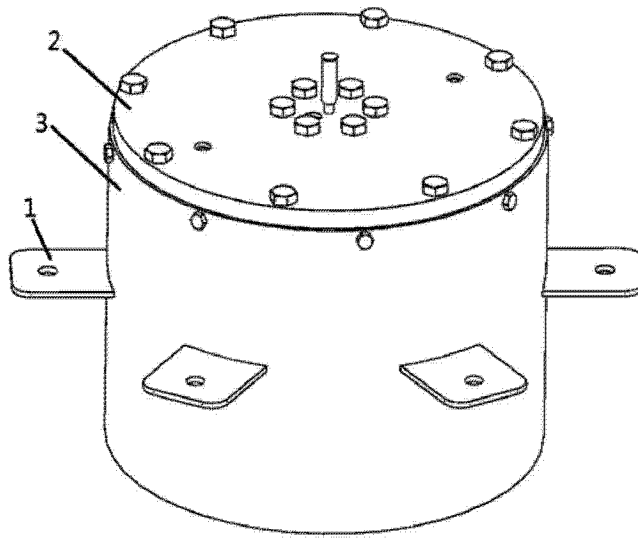


图 2

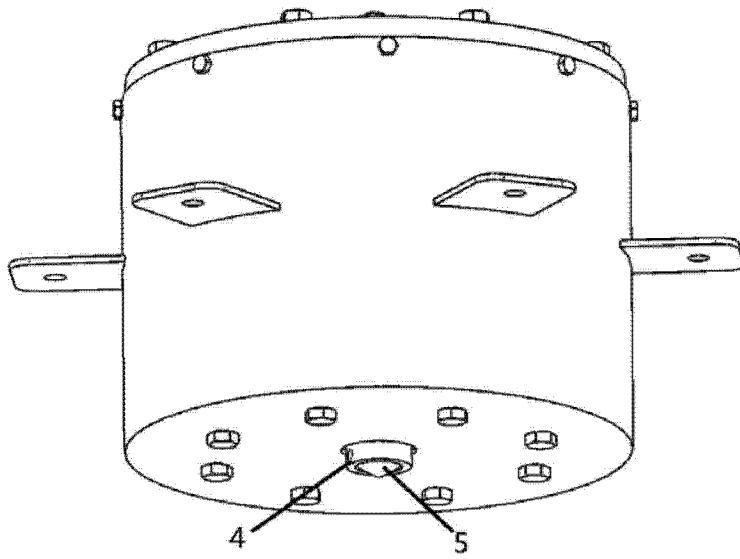


图 3

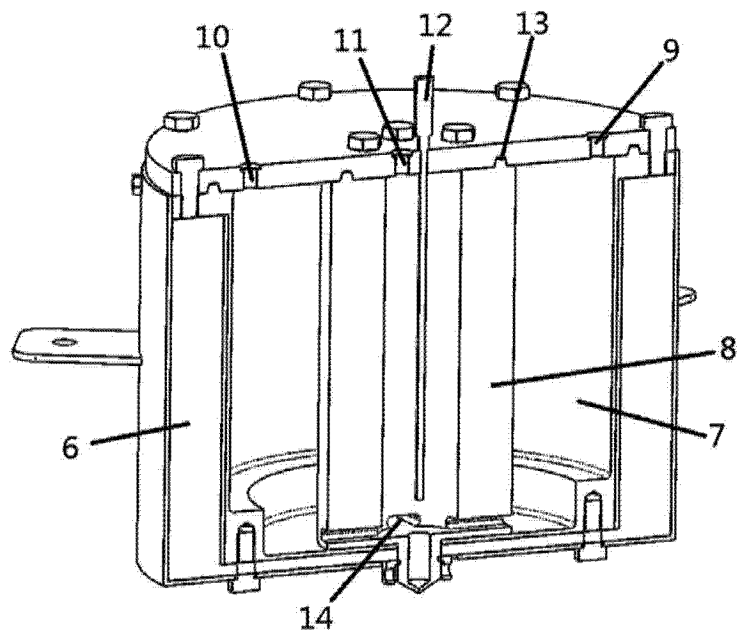


图 4