



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111397414 A

(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010181618.8

(22)申请日 2018.03.09

(62)分案原申请数据

201810195991.1 2018.03.09

(71)申请人 青岛佰腾科技有限公司

地址 266073 山东省青岛市市南区宁夏路
288号青岛软件园2号楼8层D区

(72)发明人 赵伟 郭春生 李言伟 马玥

王兰文 马聚隆 欧阳宇恒

李雅倩 张瑞 马志腾 王铁信

(51)Int.Cl.

F28D 15/04(2006.01)

F28D 20/00(2006.01)

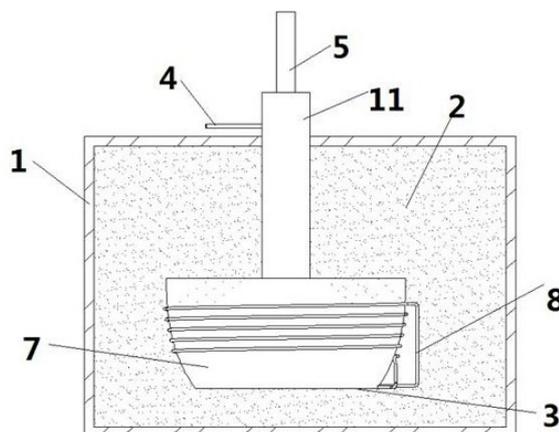
权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

一种环路热管蓄热器

(57)摘要

本发明提供了一种环路热管蓄热器,所述蓄热器包括壳体、气体进口通道、气体出口通道、环路热管和气体腔室,在壳体内设置蓄热材料,所述气体腔室设置在壳体中,其特征在于,所述气体腔室从连接进口管的位置向下,刚开始是直径逐渐变大,然后到了一定位置后直径开始逐渐变小。本发明提出了一种新式结构的蓄热器,有利于气体在气体腔室内流动,完成气体循环,并增加气体与气体腔室壁之间的换热效率。



1. 一种环路热管蓄热器,所述蓄热器包括壳体、气体进口通道、气体出口通道、环路热管和气体腔室,在壳体内设置蓄热材料,所述气体腔室设置在壳体中,其特征在于,所述气体腔室从连接入口管的位置向下,刚开始是直径逐渐变大,然后到了一定位置后直径开始逐渐变小。

2. 如权利要求1所述的蓄热器,所述热管包括蒸发端和冷凝端,所述蒸发端位于冷凝端上部,所述冷凝端通向蒸发端的管路中设置毛细芯,所述冷凝端设置在气体腔室的外壁上;所述气体腔室设置在壳体中,所述环路热管是反重力热管,气体进口通道的出口、气体出口通道的入口与气体腔室连通,所述气体从气体进口通道引入到气体腔室的过程中与蒸发端进行换热,冷凝端将热传导给壳体内部的蓄热材料。

3. 如权利要求1所述的蓄热器,其特征在于,所述毛细芯的一部分或者全部设置在蒸发端。

4. 如权利要求3所述的蓄热器,其特征在于,所述蒸发端包括上升管,所述上升管的至少一部分设置毛细芯,从而实现反重力热管的作用;蒸发端的外壁面环绕设置纵向竖直翅片;空气出口通道设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触;热管的下降管设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触;所述上升段和下降段的至少一部分设置在空气进口通道内。

5. 一种换热器,包括壳体、气体进口通道、气体出口通道、环路热管和气体腔室,所述气体腔室设置在壳体中。

6. 一种环路热管蓄热器,所述蓄热器包括壳体、气体腔室,气体腔室顶部以上部分蓄热材料的蓄热能力沿着高度方向向上越来越强,进一步,越来越强的幅度不断的增加。

一种环路热管蓄热器

[0001] 本申请是针对2018年03月09日、申请号2018101959911、发明名称“一种蓄热能力变化的环路热管蓄热器”的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种热管环路热管蓄热器。

背景技术

[0003] 热管技术是1963年美国洛斯阿拉莫斯(Los Alamos)国家实验室的乔治格罗佛(George Grover)发明的一种称为“热管”的传热元件,它充分利用了热传导原理与相变介质的快速热传递性质,透过热管将发热物体的热量迅速传递到热源外,其导热能力超过任何已知金属的导热能力。

[0004] 热管技术以前被广泛应用于宇航、军工等行业,自从被引入散热器制造行业,使得人们改变了传统散热器的设计思路,摆脱了单纯依靠高风量电机来获得更好散热效果的单一散热模式,采用热管技术使得散热器获得满意的换热效果,开辟了散热行业新天地。目前热管广泛的应用于各种换热设备,其中包括核电领域,例如核电的余热利用等。

[0005] 现有技术中,热管一般都是依靠重力实现热管的循环,但是此种热管只适合下部吸热上部放热的情况,对于相反上部吸热下部放热去无法适用。因此针对此种情况,在本发明人以前的发明中,本发明人进行了改进,发明了反重力热管。

[0006] 在目前的环路热管蓄热器中,基本上都是采用重力热管,而且因为热管冷凝端蒸发端管径相同,导致受热面积小,无法更好的拓展换热面积,因此针对上述问题,本发明在前面发明的基础上进行了改进,提供了一种新的环路热管蓄热器,进一步提高换热效果。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种新的环路热管蓄热器,利用反重力热管的性能及其拓展的换热面积,从而解决前面出现的技术问题。

[0008] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

一种环路热管蓄热器,所述蓄热器包括壳体、气体进口通道、气体出口通道、环路热管和气体腔室,在壳体内设置蓄热材料,所述气体腔室设置在壳体中,其特征在于,从气体腔室的外壁向壳体的外壁的方向,蓄热器中的蓄热材料的蓄热能力逐渐变强。

[0009] 优选的,从气体腔室的外壁向壳体的外壁方向,蓄热材料的蓄热能力逐渐增强的幅度逐渐增加。

[0010] 优选的,所述热管包括蒸发端和冷凝端,所述蒸发端位于冷凝端上部,所述冷凝端通向蒸发端的管路中设置毛细芯,所述冷凝端设置在气体腔室的外壁上;所述气体腔室设置在壳体中,所述环路热管是反重力热管,气体进口通道的出口、气体出口通道的入口与气体腔室连通,所述气体从气体进口通道引入到气体腔室的过程中与蒸发端进行换热,冷凝端将热传导给壳体内部的蓄热材料。

- [0011] 作为优选,蓄热材料是石蜡。
- [0012] 作为优选,壳体包括流体入口和流体出口,蓄热材料中设置连通流体入口和出口的通道。
- [0013] 作为优选,所述冷凝端是缠绕在气体腔室外壁的环形管。
- [0014] 作为优选,所述毛细芯的一部分或者全部设置在蒸发端。
- [0015] 作为优选,气体进口通道连接气体腔室的入口管,气体出口通道设置在气体腔室的入口管中,并从气体腔室的入口管一侧伸出。
- [0016] 作为优选,所述蒸发端包括上升管,所述上升管的至少一部分设置毛细芯,从而实现反重力热管的作用;毛细芯中心设置冷凝端流向蒸发端的管路,蒸发端的外壁面环绕设置纵向竖直翅片;空气出口通道设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触;热管的下降管设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触;所述上升段和下降段的至少一部分设置在空气进口通道内。
- [0017] 作为优选,所述流体入口位于壳体的下侧,流体出口位于壳体的上侧。
- [0018] 作为优选,气体腔室的入口管一部分延伸到壳体内,位于壳体内的气体腔室横截面积沿着高度方向向下逐渐变小。
- [0019] 作为优选,气体腔室的底部为平面结构。
- [0020] 作为优选,所述壳体内设置多个气体腔室,所述多个气体腔室的气体进口通道为并联结构。
- [0021] 作为优选,蒸发端设置在气体腔室的入口管,蒸发端的至少一部分充满了毛细芯,毛细芯中心设置冷凝端流向蒸发端的管路,蒸发端的外壁面环绕设置纵向竖直翅片。
- [0022] 作为优选,气体出口通道设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触。
- [0023] 作为优选,蒸发端流向的冷凝端管路设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触。
- [0024] 所述管路为多个,所述气体出口通道为多个,所述管路与气体出口通道的数量相等。
- [0025] 进一步优选,所述管路设置在相邻的气体出口通道的之间,所述气体出口通道在相邻的蒸发端流向冷凝端管路之间。
- [0026] 进一步优选,所述蒸发端流向冷凝端管路中心与相邻的气体出口通道中心距离相同;所述气体出口通道中心与相邻的气体蒸发端流向冷凝端管路中心距离相同。
- [0027] 作为优选,气体出口通道的半径为R,蒸发端流向冷凝端管路的半径为r,相邻翅片之间的夹角为A,满足以下要求:
$$\sin(A) = a * (r/R) - b * (r/R)^2 - c;$$

a, b, c是参数,
其中 $1.23 < a < 1.24$, $0.225 < b < 0.235$, $0.0185 < c < 0.0195$;
 $14^\circ < A < 30^\circ$;
 $0.24 < r/R < 0.5$;
进一步优选, $0.26 < r/R < 0.38$ 。
- [0028] 与现有技术相比较,本发明具有如下的优点:

1) 采取蓄热材料的蓄热能力的逐渐变化,可以进一步提高蓄热能力,能够实现蓄热材料的均匀加热。因为越到气体腔室外壁,则因为蓄热材料和气体腔室及其热管冷凝端直接接触,因此此处的温度最高,蓄热材料可以直接被加热,在蓄热材料被充分蓄热后,热量会向蓄热器的外部传递。通过蓄热器蓄热材料的蓄热能力的变化,可以保证内部蓄热材料达到蓄热饱和后,会立刻将热量向外部传递,保证外部也存储热量。这样,热量在蓄热器中的不同位置都能充分存储,避免有的局部过热,局部吸热不够,保证整体蓄热的均匀,这样使得流体通过蓄热器加热过程中能够均匀加热,避免局部过热或者局部加热不足。通过这样设置,可以是整体蓄热加热均匀,提高产品使用寿命。

[0029] 2) 本发明提出了一种新式结构的蓄热器,利用反重力热管进行换热,将气体中的热量传递给蓄热器中的冷源,提高热量利用。

[0030] 3) 本发明通过反重力热管的冷凝端缠绕在气体腔室外壁,以及气体腔室的面积的扩大,增加了换热面积,提高了换热效果。

[0031] 4) 本发明对环路热管蒸发端的结构和改进和设计,进一步提高换热系数。

[0032] 5) 本发明通过大量的数值模拟和实验,对环路热管的气体出口通道、蒸发端流向冷凝端管路9和相邻翅片之间的夹角进行了优化,进一步提高换热效率。

附图说明

[0033] 图1为本发明的蓄热器整体结构示意图。

[0034] 图2为本发明的气体腔室一个实施例的视意图。

[0035] 图3为本发明的气体腔室另一个实施例剖视图。

[0036] 图4是图3中A-A的截面图。

[0037] 图5为本发明的热管的结构示意图。

[0038] 图6为本发明的多个蒸发端流向冷凝端管路(下降段)的结构示意图。

[0039] 图7为本发明设置毛细芯位置的管路连接结构示意图。

[0040] 附图标记如下:1壳体,2蓄热材料,3气体腔室底部,4气体出口通道,5气体进口通道,6环路热管蒸发端,7气体腔室,8环路热管冷凝端,9蒸发端流向冷凝端管路(下降段),10冷凝端流向蒸发端管路,11气体腔室入口管,12翅片,13毛细芯。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0042] 本文中,如果没有特殊说明,涉及公式的,“/”表示除法,“×”、“*”表示乘法。

[0043] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0044] 一种反重力环路热管,如图5所示,所述热管包括蒸发端6和冷凝端8,所述蒸发端6位于冷凝端8上部,所述蒸发端6一部分设置在流体上升段,在流体上升段的蒸发端的至少一部分设置毛细芯13,如图7所示。

[0045] 作为优选,蒸发端包括蒸发端流向冷凝端管路(下降段)9、上升段两部分。其中作为优选,上升段内设置冷凝端流向蒸发端管路10。

[0046] 如图1所示,一种环路热管蓄热器,所述蓄热器包括壳体1、气体进口通道5、气体出口通道4、环路热管和气体腔室7,壳体1内设置蓄热材料2,所述热管包括蒸发端6和冷凝端

8,所述蒸发端6位于冷凝端8上部,所述冷凝端8通向蒸发端6的管路中设置毛细芯13,所述冷凝端8设置在气体腔室7的外壁上;所述气体腔室7设置在壳体1中,所述环路热管是如图5所述的反重力热管,气体进口通道的出口5、气体出口通道4的入口与气体腔室7连通,所述气体从气体进口通道5引入到气体腔室7的过程中与蒸发端6进行换热,冷凝端8将热传导给壳体1内的蓄热材料。

[0047] 本发明提供了一种新式结构的环路热管的蓄热器,通过设置环路热管作为高效传热工具,原理简单,结构紧凑,显著提高冷却效率。

[0048] 作为优选,环路热管的蒸发端6的至少一部分安装在气体腔室7入口处。

[0049] 作为优选,所述气体进口通道5至少一部分设置在气体腔室7入口管中,气体腔室7入口管的至少一部分设置在壳体1中。通过如此设置,可以使得气体进口通道5中的气体参与壳体1中的蓄热材料的换热,提高换热效果。

[0050] 作为优选,气体腔室7是由导热材料组成,优选是金属,例如铜、铝。通过气体腔室的材料,使得气体的热量可以通过腔室向外传递,从而增加了一种换热方式,使得气体的热量通过环路热管、气体腔室传递给外部蓄热材料。

[0051] 作为优选,所述的壳体1内设置辅助加热的电加热器。当热量不足的时候,通过电加热器补充加热。

[0052] 作为优选,电加热器设置多个,越靠近气体腔室7,电加热器的加热功率越来越低。进一步有选,越靠近气体腔室7,电加热器的加热功率越低的幅度越来越大。主要是因为越靠近气体腔室7,温度越高,通过设置电加热功率变化,可以实现整体的蓄热材料的蓄热均匀。

[0053] 作为优选,所述气体为废气或者是热空气。

[0054] 进一步优选,气体腔室7的入口管连接气体进口通道。

[0055] 作为优选,所述蓄热材料2是石蜡。

[0056] 作为优选,壳体1包括流体入口和流体出口,蓄热材料2中设置连通流体入口和出口的通道。需要加热的流体通过流体入口进入,然后穿过蓄热材料进行加热,然后通过流出口出来。

[0057] 作为优选,所述的通道为管道。

[0058] 作为优选,从气体腔室7的外壁向壳体的外壁的方向,蓄热器13中的蓄热材料的蓄热能力逐渐变强。

[0059] 采取蓄热材料的蓄热能力的逐渐变化,可以进一步提高蓄热能力,能够实现蓄热材料的均匀加热。因为越到气体腔室7外壁,则因为蓄热材料和气体腔室7及其热管冷凝端直接接触,因此此处的温度最高,蓄热材料可以直接被加热,在蓄热材料被充分蓄热后,热量会向蓄热器的外部传递。通过蓄热器蓄热材料的蓄热能力的变化,可以保证内部蓄热材料达到蓄热饱和后,会立刻将热量向外部传递,保证外部也存储热量。这样,热量在蓄热器中的不同位置都能充分存储,避免有的局部过热,局部吸热不够,保证整体蓄热的均匀,这样使得流体通过蓄热器加热过程中能够均匀加热,避免局部过热或者局部加热不足。通过这样设置,可以是整体蓄热加热均匀,提高产品使用寿命。

[0060] 作为优选,从气体腔室7的外壁向壳体的外壁方向,蓄热材料的蓄热能力逐渐增强的幅度逐渐增加。通过实验和数值模拟发现,采取这种设置,可以进一步提高整体蓄热加热

均匀。

[0061] 作为优选,如图3所示,所述气体腔室7从连接入口管的位置向下,刚开始是直径逐渐变大,然后到了一定位置后直径开始逐渐变小。有利于气体在气体腔室内流动,完成气体循环,并增加气体与气体腔室壁之间的换热效率。

[0062] 作为优选,如图1所示,气体腔室7的入口管一部分延伸到壳体内,气体腔室7横截面积要大于入口管11的横截面积。位于壳体内的气体腔室横截面积沿着高度方向向下逐渐变小。

[0063] 作为优选,气体腔室7的平均横截面积是入口管11的横截面积的15—30倍。

[0064] 通过上述结构设计,使得气体腔室的换热面积大的增加,而且使得缠绕气体腔室外壁的热管冷凝端8的长度也大的增加,增加了换热面积,进一步提高了换热效果。

[0065] 所述冷凝端是缠绕在气体腔室外壁的环形管。

[0066] 作为优选,沿着高度方向从上部到下部,环路热管的冷凝端8在气体腔室6外壁的缠绕的密度越来越大(环形管之间的而间距越老越小)。主要原因是将热量尽量集中在下部进行换热,而且下部换热量越来越大,则会使得加热的水向上流动,促进水的充分的对流,增强换热效果。通过实验发现,通过上述结构可以进一步提高15%左右的换热效果。

[0067] 进一步优选,沿着高度方向从上部到下部,环路热管的冷凝端8在气体腔室6外壁的缠绕的密度越来越大的幅度不断增加。通过实验发现,通过上述结构可以进一步提高7%左右的换热效果。

[0068] 在研究中发现,此蓄热器中的热源流体只能是气体,因为如果是液体,则会导致液体全部累积在腔室7中,难以排出,而且因为腔室7的横截面积远大于进口管道,使得过多的液体的存在会导致因为重力原因,无法使腔室7很好的固定在壳体上,增加了固定的难度,因此本申请中的热源只能是气体。

[0069] 作为优选,如图1所示,气体腔室7的底部3和顶部为平面结构。

[0070] 作为优选,所述壳体1内设置多个气体腔室7,所述多个气体腔室的气体进口通道5为并联结构。

[0071] 作为优选,所述多个气体腔室的气体出口通道5为并联结构。

[0072] 作为优选,所述气体腔室7在壳体1内为悬空,底部距离壳体1的底部具有一定的距离。通过这样设计,可以充分使底部与蓄热材料进行换热。通过悬空结构,也表明热源不能为液体,而只能为气体。

[0073] 作为优选,所述壳体内气体腔室7顶部以上的部分和底部以下部分蓄热材料的蓄热能力要大于顶部和底部之间材料的蓄热能力。通过如此设置,能够使得整体蓄热加热均匀,提高产品使用寿命。主要原因是中间部分温度最高,蓄热材料可以直接被加热,在蓄热材料被充分蓄热后,热量会向上部下部传递。通过蓄热器蓄热材料的蓄热能力的变化,可以保证中间部蓄热材料达到蓄热饱和后,会立刻将热量向上部下部传递,保证其他部分也存储热量。这样,热量在蓄热器中的不同位置都能充分存储,避免有的局部过热,局部吸热不够,保证整体蓄热的均匀,这样使得流体通过蓄热器加热过程中能够均匀加热,避免局部过热或者局部加热不足。通过这样设置,可以是整体蓄热加热均匀,提高产品使用寿命。

[0074] 作为优选,气体腔室7底部以下部分蓄热材料的蓄热能力沿着高度方向向下越来越强。

- [0075] 进一步有选,越来越强的幅度不断的增加。
- [0076] 作为优选,气体腔室7顶部以上部分蓄热材料的蓄热能力沿着高度方向向上越来越强。
- [0077] 进一步有选,越来越强的幅度不断的增加。
- [0078] 主要原因参见前面蓄热材料蓄热能力的变化,通过这样设置,可以是整体蓄热加热均匀,提高产品使用寿命。
- [0079] 作为优选,环路热管的蒸发端6安装在气体腔室入口管,环路热管的冷凝端8缠绕于气体腔室外部,和外部蓄热材料直接接触。环路热管冷凝器缠绕在气体腔室外部,与外部蓄热材料充分接触,增加对热管蒸发端气体的散热,提高冷却效率。
- [0080] 作为优选,所述蒸发端6的至少一部分内设置毛细芯13,其毛细力提供工质回流循环的动力,同时使得回流的工质量达到传热的需求,从而实现反重力热管的作用。
- [0081] 通过设置毛细芯13,而毛细芯13因为自身设置在蒸发端,使得蒸发端的上升段6内自然而然产生流动阻力,使得蒸发端产生的蒸汽自然流向阻力小的蒸发端流向冷凝端管路9,从而形成了反重力热管。
- [0082] 作为优选,所述毛细芯13只设置在蒸发端的的上升段中,作为优选设置在上升段的一部分中。例如图3、图7所示。
- [0083] 作为优选,气体出口通道4的至少一部分设置在气体腔室的入口管中,气体出口的冷气体预冷气体进口的热气体。通过出口气体与进口气体的换热,进一步实现换热效果,增加水的凝结效率。
- [0084] 作为优选,如图4所示,蒸发端设置在气体腔室的入口管,蒸发端的上升段充满了毛细芯13,以提供足够大的毛细力,毛细芯13中心设置冷凝端流向蒸发端的管路10,通过如此设置管路10(中无毛细芯),可以减少管路的流体阻力,使得工质回流更顺利,提高抗重力状态下的传热能力,蒸发端的的上升段外壁面环绕设置纵向竖直翅片12,增加换热面积,提高与气体的换热效率。
- [0085] 管路10为气体或液体管路,实现一个柔性布置,既管径较小,容易弯曲。环路热管原理为,如蒸发器侧与管路10为蒸汽管线,则原理为蒸发器受热内部工质蒸发,蒸汽沿蒸发器上出口进入管路10,然后流动到下部环绕的管路,与蓄热材料接触开始冷凝,当蒸汽全部冷凝后,受到蒸发器毛细芯毛细力作用回到蒸发器,从而实现工质的循环。
- [0086] 作为优选,管路10与毛细芯13之间连通。通过连通,能够实现毛细芯13与管路10之间的流体的流通,使得液体通过毛细芯上升过程中,如果因为吸热而产生较大的压力,例如甚至可能出现气泡,则可以通过管路10来均衡蒸发段的压力,从而保证压力的均衡。
- [0087] 进一步优选,所述毛细芯13延伸到冷凝端,以便直接将冷凝端的液体吸上去。进一步提高反重力热管的循环能力。
- [0088] 作为优选,毛细芯沿着高度方向分布,如附图3所示。进一步优选,沿着高度下降方向,所述毛细芯的毛细力逐渐增强。越是靠近冷凝端,毛细力越大。通过实验发现,采取此种方式,能够进一步提高对液体的吸力,在相同的成本下能够提高20%以上的吸力,从而提高换热效果。
- [0089] 通过进一步分析,初步原因可能是随着靠近冷凝端的毛细力越来越大,使得冷凝端的液体能够快速的吸到毛细芯中,并且液体不断的向蒸发端流动。在流动过程中,液体不

断的吸热,则因为吸热导致的温度升高,密度变小,因此因为密度变化原因,使其需要的毛细力明显变小,因此在毛细力小的情况下也很容易就往上吸。上述的原因是本发明人通过大量的实验和研究得到的,非本领域的公知常识。

[0090] 进一步优选,沿着高度下降方向,所述毛细芯的毛细力逐渐增强的幅度越来越大。通过实验发现,采取此种方式,能够进一步提高对液体的吸力,在相同的成本下能够进一步提高8%左右的吸力,从而提高换热效果。

[0091] 作为优选,管路是在毛细芯中间开设的通孔形成。

[0092] 作为优选,如图7所示,设置毛细芯的热管位置的管径大于不设置毛细芯的热管位置的管径。

[0093] 进一步优选,如图7所示,所述设置毛细芯的热管位置的管子与不设置毛细芯的热管位置的管子之间的管径变化是连续变化。进一步优选是直线变化。大管径位置的管子和小管径的管子在连接处是通过收缩件连接的。收缩件的管径的变化是线性变化。

[0094] 作为优选,气体出口通道4设置在相邻的两个竖直翅片12之间并与相邻的两个竖直翅片12接触。通过如此设置,可以减少设置独立的支撑气体出口通道4的机构,使得结构紧凑,出口通道的冷气体可通过管道与翅片换热,保持翅片的冷度,增强换热效果。

[0095] 作为优选,蒸发端流向的冷凝端蒸发端流向冷凝端管路9设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触。通过如此设置,可以减少设置独立的支撑气体出口通道4的机构,使得结构紧凑,管道中的蒸汽可通过管道向翅片短暂少量传热,减少系统整体热阻,避免在地面抗重力情况下蒸发器内产生蒸汽过热,来减缓热管启动过程中的温度震荡现象。

[0096] 进一步优选,所述蒸发端流向冷凝端管路9比气体出口通道4更靠近蒸发端管路的外壁,使得上述的两个传热过程能够同时实现,起到相应作用。

[0097] 进一步优选,所述蒸发端流向冷凝端管路9的直径小于气体出口通道4。

[0098] 作为优选,沿着可以设置多个蒸发端流向的冷凝端蒸发端流向冷凝端管路9,如图4、6所示。通过设置多个蒸发端流向冷凝端管路9,可以使得蒸发端吸热产生的蒸汽通过多个蒸发端流向冷凝端管路9进入冷凝端,进一步强化传热,而且因为热管内的流体吸热蒸发,导致体积增加,通过设置多个蒸发端流向冷凝端管路9,可以进一步缓解压力,提高换热效果。

[0099] 进一步优选,所述竖直翅片延伸穿过气体腔室的入口管的圆心,所述蒸发端上升段管路与气体腔室的入口管具有相同的圆心。

[0100] 作为优选,所述蒸发端流向冷凝端管路9为多个,所述多个蒸发端流向冷凝端管路9的圆心与蒸发端上升段管路之间的距离相同。

[0101] 进一步优选,每相邻的两个竖直翅片12之间设置一个蒸发端流向冷凝端管路9。所述的蒸发端流向冷凝端管路9是并联结构。

[0102] 作为优选,所述气体出口通道4为多个,所述多个气体出口通道4的圆心与蒸发端上升段管路之间的距离相同,使得翅片间温度分布更加均匀,且使得上述换热效果更明显。进一步优选,每相邻的两个竖直翅片12之间设置一个气体出口通道4。所述气体出口通道4是并联结构。

[0103] 进一步优选,所述蒸发端流向冷凝端管路9为多个,所述气体出口通道4为多个,所

述蒸发端流向冷凝端管路9与气体出口通道4的数量相等。

[0104] 进一步优选,所述蒸发端流向冷凝端管路9设置在相邻的气体出口通道4的之间,所述气体出口通道4在相邻的蒸发端流向冷凝端管路9之间。进一步优选,所述蒸发端流向冷凝端管路9中心与相邻的气体出口通道4中心距离相同;所述气体出口通道4中心与相邻的气体蒸发端流向冷凝端管路9中心距离相同。即所述蒸发端流向冷凝端管路9设置在相邻的气体出口通道4的中间,所述气体出口通道4在相邻的蒸发端流向冷凝端管路9中间。即如图4所示,蒸发端流向冷凝端管路9所在的圆心与蒸发端6的圆心之间的第一连线,相邻的气体出口通道4圆心与蒸发端6的圆心之间形成第一连线、第三连线,第一连线与第二连线之间形成的第一夹角等于第一连线与第三连线之间形成的第二夹角。同理,气体出口通道4所在的圆心与蒸发端6的圆心之间的第四连线,相邻的蒸发端流向冷凝端管路9圆心与蒸发端6的圆心之间形成第五连线、第六连线,第四连线与第五连线之间形成的第三夹角等于第四连线与第六连线之间形成的第四夹角。即沿着圆周方向上,蒸发端流向冷凝端管路9和出口通道4均匀分布。

[0105] 通过上述设置,可以保证蒸发端流向冷凝端管路9和气体出口通道4对入口气体进行吸热的均匀,避免局部受热不均。气体出口通道4吸收热量后可以继续参与换热,将热量通过翅片传递给蒸发端。

[0106] 在数值模拟和实验中发现,气体出口通道4和蒸发端流向冷凝端管路9的管径相差不能太大,也不能太小,太大的话导致气体出口通道4和蒸发端流向冷凝端管路9分布的距离太远,导致通道4和蒸发端流向冷凝端管路9之间的气体换热不好,导致整体换热不均匀,太小的话导致气体出口通道4和蒸发端流向冷凝端管路9分布的距离太近,导致靠近入口管11的外壁的气体 and/或靠近蒸发端6的外壁的气体换热不好,导致整体入口管11内的气体换热不均匀;同样的道理,相邻翅片12之间的夹角不能太大,太大的话会导致分布翅片少,换热效果过不好,同时导致气体出口通道4和蒸发端流向冷凝端管路9分布的数量太少,导致换热不均匀以及换热效果不好,同理,相邻翅片12之间的夹角不能太小,太小的话导致翅片分布太密,流动阻力大增,而且气体出口通道4和蒸发端流向冷凝端管路9的管径相差不大,但是他们同等面积的换热能力相差很大,因此此种情况下换热不均匀,导致换热效果不好。因此需要通过大量的数值模拟及其实验确定最佳的尺寸关系。

[0107] 气体出口通道4的半径为R,蒸发端流向冷凝端管路9的半径为r,相邻翅片之间的夹角为A,满足以下要求:

$$\sin(A) = a * (r/R) - b * (r/R)^2 - c;$$

a, b, c是参数,

其中 $1.23 < a < 1.24$, $0.225 < b < 0.235$, $0.0185 < c < 0.0195$;

$14^\circ < A < 30^\circ$;

$0.24 < r/R < 0.5$;进一步优选, $0.26 < r/R < 0.38$ 。

[0108] 进一步优选, $a=1.235$, $b=0.231$, $c=0.0190$ 。

[0109] 上述经验公式是通过大量数值模拟和实验得到,而且比先前的对数函数具有更高的准确度,而且经过试验验证,误差基本上在2.4以内。

[0110] 进一步优选, $a=1.235$, $b=0.231$, $c=0.0190$ 。

[0111] 作为优选,所述的 $3 < R < 10\text{mm}$;所述的 $1.5 < r < 4.0\text{mm}$;

进一步优选,设置毛细芯位置的热管管径是30-40mm,进一步优选为32mm;

进一步优选,没有设置毛细芯位置的热管管径是5.0-6.4mm;

进一步优选,冷凝端流向蒸发端的管路的管径是5.0-6.4mm;

进一步优选,入口管11管径是80-200mm;优选,120-150mm;

进一步优选,翅片的垂直方向长度为780-1500mm,优选1200mm;翅片纵向延伸的长度占蒸发端6外径与气体出口通道4内径差值的95%。此长度下翅片的整体换热能力显著提高,换热系数也在合适的范围内,且对边界层的破坏作用及流体流动效果的影响相对较小

气体过滤后,通过引风机将过滤后的气体吸入气体腔。外界热气体首先在所述进气通道5内与出气通道内正在排往室外的相对的温度低气体进行换热,换热后温度低的气体将热量通过翅片传递给蒸发端,金属外壁也有导热功能,二者共同作用完成气体换热。气体开始进入气体腔室后,较热气体先缓慢通过环路热管蒸发器翅片通道,与环路热管内介质完成换热,自身温度显著降低。剩余气体深入气体腔室7,通过腔体金属外壁与外界蓄热材料换热,随着气体的进一步换热,此时主要冷源由环路热管提供。所述环路热管的蒸发端6吸收热气体的热量,将液态工质蒸发成气态,然后通过气体腔室外部缠绕的环路热管冷凝端8将热量传导给外部蓄热材料,使气态工质冷凝成液态,且反重力环路热管具有能够使液体回流的特点。

[0112] 作为优选,使用粉末冶金方法制备环路热管毛细芯。启动前,环路热管的蒸发器的毛细芯、补充腔及输液管中充满工质,而蒸汽通道、冷凝器及蒸汽管中处于两相态。

[0113] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

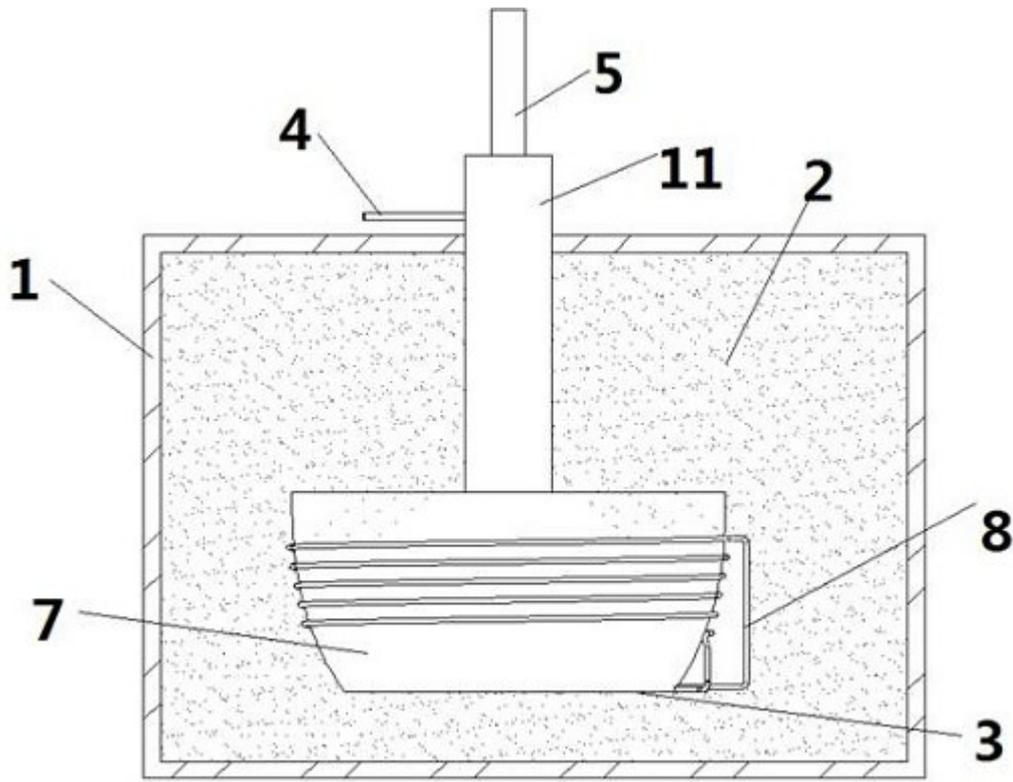


图1

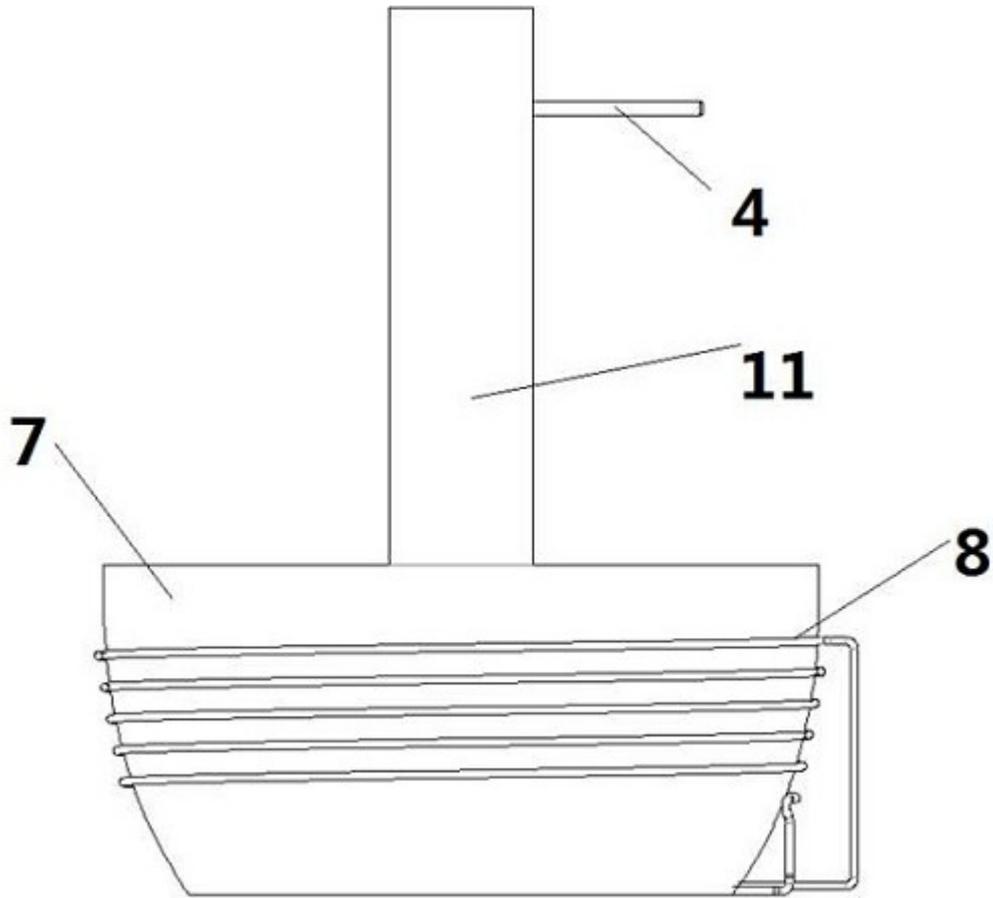


图2

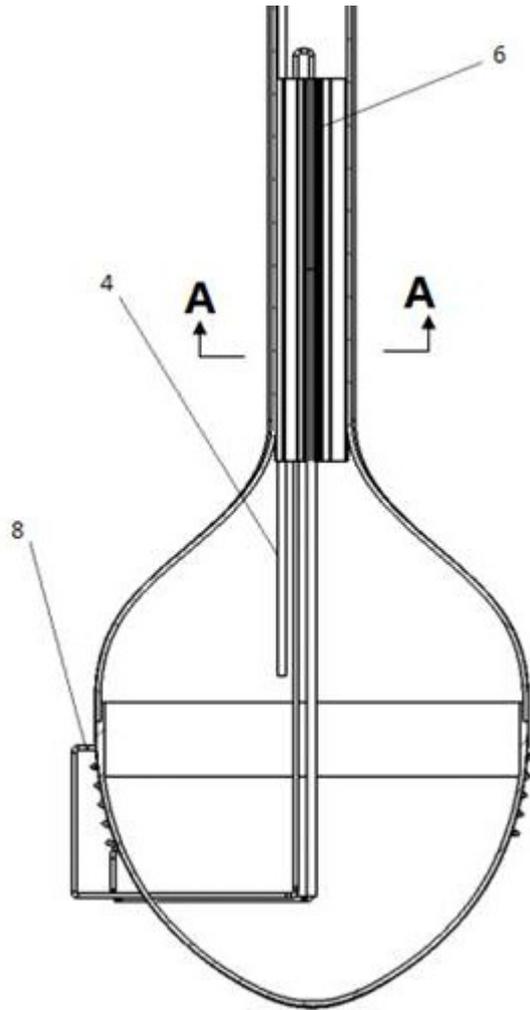


图3

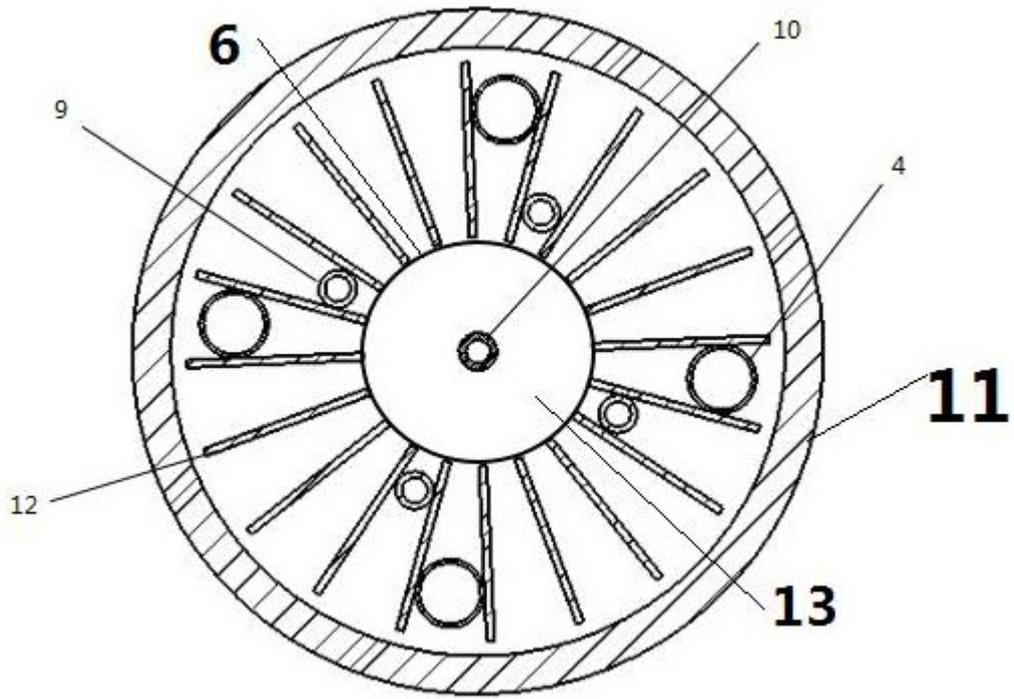


图4

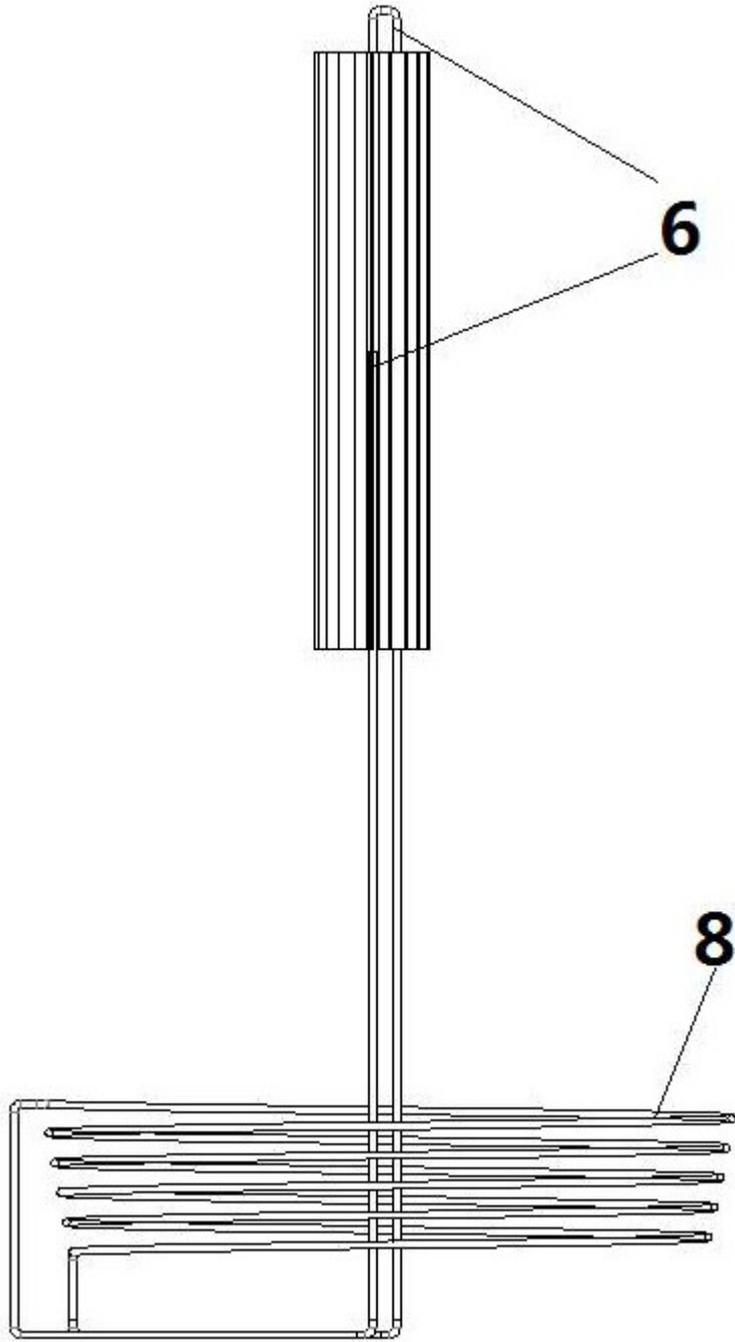


图5

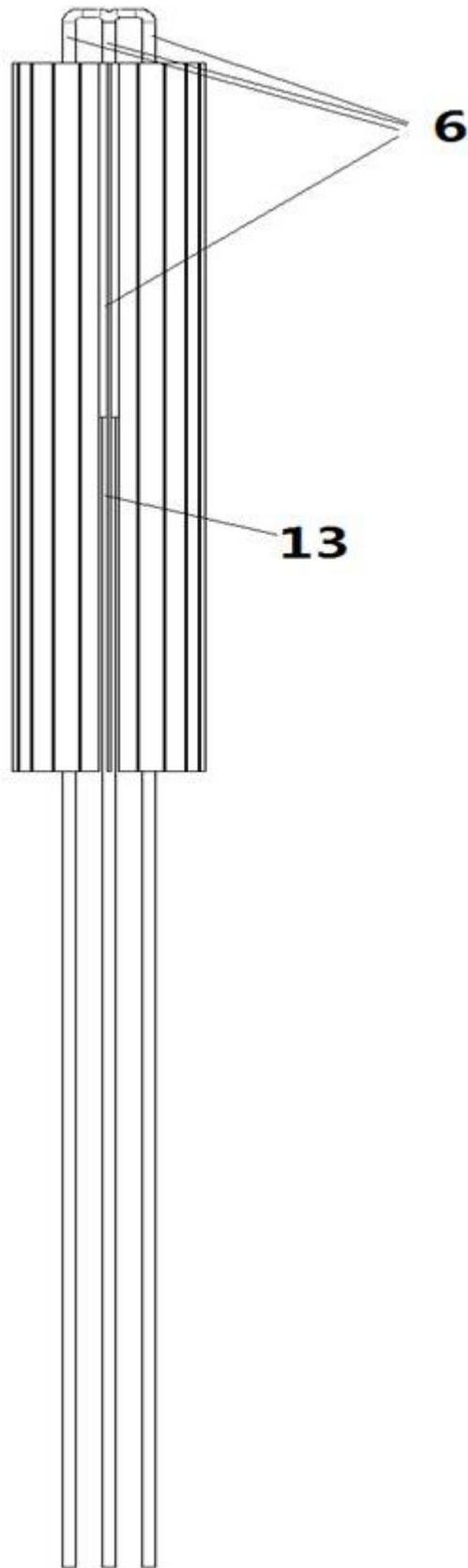


图6

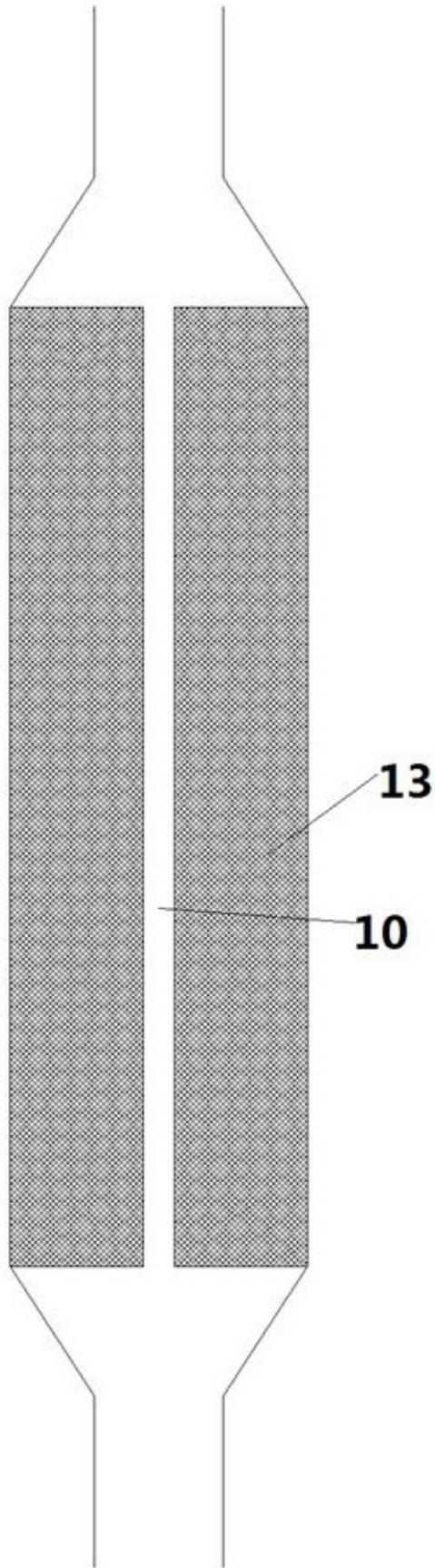


图7