



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111780076 A

(43) 申请公布日 2020.10.16

(21) 申请号 202010765018.6

(22) 申请日 2019.01.16

(62) 分案原申请数据

201910038634.9 2019.01.16

(71) 申请人 青岛佰腾科技有限公司

地址 266072 山东省青岛市市南区南京路  
100号A座2804

(72) 发明人 黄雪涛 王海霞 董新婷 毋青松  
刘宗泽

(51) Int. Cl.

F22B 1/28 (2006.01)

F22B 37/10 (2006.01)

F22B 37/42 (2006.01)

F24H 1/00 (2006.01)

F24H 9/18 (2006.01)

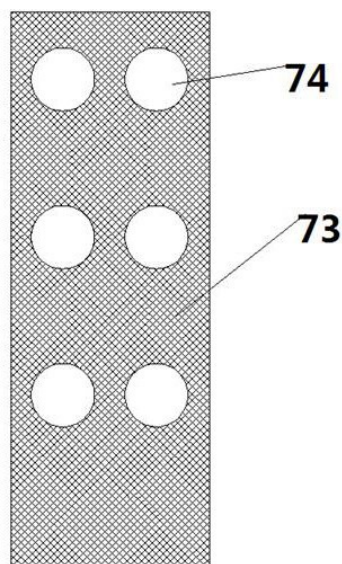
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

一种贯通孔分布密度变化的蒸汽发生器

(57) 摘要

本发明提供了一种蒸汽发生器,所述蒸汽发生器包括箱体、内管体、冷水入口和蒸汽出口,所述冷水入口设置在箱体的侧壁上,所述内管体设置在箱体内,所述内管体包括外管和设置在外管内的芯体,所述芯体为正方形通孔和正八边形通孔组成;其特征在于,四边形和八边形的至少一条边上设置贯通孔;沿着从下往上的高度方向,贯通孔的分布密度越来越大。本发明通过设置贯通孔分布密度变化可以保证沿着高度方面贯通孔的贯通面积越来越大,进一步保证加热均匀以及整体的压力均衡。



1. 一种蒸汽发生器,所述蒸汽发生器包括箱体、内管体、冷水入口和蒸汽出口,所述冷水入口设置在箱体的侧壁上,所述内管体设置在箱体内,所述内管体包括外管和设置在外管内的芯体,所述芯体为正方形通孔和正八边形通孔组成;其特征在于,四边形和八边形的至少一条边上设置贯通孔;沿着从下往上的高度方向,贯通孔的分布密度越来越大。

2. 如权利要求1所述的蒸汽发生器,其特征在于,沿着从下往上的高度方向,贯通孔的分布密度越来越大的幅度不断增加。

## 一种贯通孔分布密度变化的蒸汽发生器

[0001] 本申请是针对2019年1月16日、申请号2019100386349、发明名称“一种正方形通道延伸到底部的蒸汽发生器”的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明是对本申请人在先申请的进一步的改进,涉及锅炉技术领域,尤其涉及一种新式结构的蒸汽发生器。

### 背景技术

[0003] 蒸汽发生器是利用燃料或其他能源的热能把水加热成为蒸汽的机械设备。蒸汽发生器应用领域广泛,广泛适用于制衣厂,干洗店,饭店,馍店,食堂,餐厅,厂矿,豆制品厂等场所。

[0004] 目前的蒸汽发生器多采用燃气或者燃油加热,而且加热效率低,而目前采用的电热蒸汽发生器,大多是采用电热管设置在给储水箱底部,给储水箱内的水直接加热而产生蒸汽。这种电热蒸汽发生器,存在加热慢,热效率低的问题。

[0005] 如中国专利文献CN2071061U公开一种用于美容、保健等作用的蒸汽发生器具,包括金属电极板及用耐热塑料制成的壳体、出汽盖板、内部挡板、活动手柄,金属电极板必须经电源线接通电源,壳体中有内部挡板,上口有出汽盖板,壳体底外部有插口槽可与带插口的活动手柄相连接。再如中国专利文献CN2651594Y公开的一种改进的电热蒸汽发生器,用于产生蒸汽,包括主体腔体和电加热器,电加热器置于主体腔体中,主体腔体中设有隔板将腔体上、下隔开,上腔体为蒸汽腔体,下腔体为加热水腔,隔板上设有通汽孔;隔板有2-6层,隔板之间形成过渡室,相临隔板上的通汽孔错位布置。电加热器将加热水腔中的水加热,蒸汽通过隔板及其形成的过渡室进入蒸汽腔体中备用。上述两个专利文献所公开的电热蒸汽发生器,均属于此类产品。

[0006] 现有技术的蒸汽发生器加热不均匀,整体产生蒸汽的效率不高,加热器结构比较单一。

### 发明内容

[0007] 本发明针对现有技术中的不足,提供一种新式结构多功能蒸汽发生器,能够快速提供蒸汽,而且该蒸汽发生器具有加热迅速、温度分布均匀、安全可靠的功能,提高了加热效率。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

一种蒸汽发生器,所述蒸汽发生器包括箱体、内管体、冷水入口和蒸汽出口,所述冷水入口设置在箱体的侧壁上,所述的箱体上部设置排气口,所述内管体设置在箱体内,所述内管体包括外管和设置在外管内的芯体,所述内管体为竖直方向设置,所述内管体下部设置进水通道,保证箱体的水能够进入内管体进行加热,内管体的上部连接蒸汽出口;所述芯体设置在进水通道上部,所述芯体所在内管体竖直方向上延伸;所述芯体为正方形通孔和正

八边形通孔组成,所述正方形通孔的边长等于正八边形通孔的边长,所述正方形通孔的四个边分别是四个不同的正八边形通孔的边,正八边形通孔的四个互相间隔的边分别是四个不同的正方形通孔的边;正方形通孔中设置电加热器;其特征在于,沿着从下往上的高度方向,贯通孔的分布密度越来越大。

[0009] 作为优选,沿着从下往上的高度方向,贯通孔的分布密度越来越大的幅度不断增加。

[0010] 作为优选,贯通孔是圆形、方形或者椭圆形。

[0011] 作为优选,所述内管体的横截面是正方形。

[0012] 作为优选,所述内管体内壁设置凹槽,所述芯体的外端设置在凹槽内。

[0013] 作为优选,内管体为多段结构焊接而成,多段结构的连接处设置芯体。

[0014] 作为优选,所述的蒸汽出口与内管体的外管是密封连接。

[0015] 作为优选,蒸汽出口管道的横截面积小于内管体的外管的横截面积。

[0016] 作为优选,所述内管体设置在箱体的中间位置。

[0017] 作为优选,进水通道是条状缝隙。

[0018] 作为优选,所述进水通道设置在箱体水位的50%以下。

[0019] 作为优选,所述的电加热器是电阻加热器。

[0020] 作为优选,电阻加热器填充整个正方形通道。

[0021] 作为优选,所述芯体沿着竖直方向设置为多个,相邻两个芯体之间的外管上设置进水通道。

[0022] 作为优选,正方形通孔中心距离芯体的中心越远,则竖直方向上单位长度的电阻加热器的加热功率越大。

[0023] 作为优选,正方形通孔中心距离芯体的中心越远,则竖直方向上单位长度的电阻加热器的加热功率越来越大的幅度不断的增加。

[0024] 作为优选,所述芯体中心为正八边形通道,所述正四边形通道为围绕芯体的两层结构,最外层是正八边形通道,所述外管的边长为8倍的正方形通道的边长。

[0025] 作为优选,所述第一层的每个电加热器的加热功率是W1,第二层的每个电加热器的加热功率是W2,所述的芯体高度是H,正四边形的边长为L,则满足下面的要求:

$$W2/W1=a-b*LN(H/L); \text{其中} a, b \text{是参数}, 3.3 < a < 3.4, 0.90 < b < 0.95;$$

$$1.15 < W2/W1 < 1.75; 5.9 < H/L < 10.1;$$

第一层和第二层的总加热功率为M,  $2500W < M < 5500W$ 。

[0026] 作为优选,  $a=3.343, b=0.921$ 。

[0027] 本发明具有如下优点:

1) 本发明通过设置贯通孔,因为沿着高度方向,水受热越来越高,导致水受热分布越来越不均匀,而且内部压力分配也越来越不均衡。通过如此设置可以保证沿着高度方面贯通孔74的贯通面积越来越大,进一步保证加热均匀以及整体的压力均衡。

[0028] 2) 本发明通过设置内管体内电加热器距离芯体中心的加热功率的变化,进一步提高了加热均匀度和加热效率。

[0029] 3) 本发明设计了内管体内芯体的竖直方向间隔分布,并且在间隔的内管体上设置进水通道,可以保证不同位置处的水及时进入内管进行加热,可以进一步的提高加热效率。

[0030] 4) 本发明设计了内管体内不同的电加热器加热功率沿着高度方向的变化,能够进一步提高装置的安全性能和加热性能。

[0031] 5) 本发明通过数值模拟和大量实验,确定了不同层的电加热功率的最优的比例关系,进一步提高了加热均匀度和加热效率,也为此种结构的内管体的设计提供了一个最佳的参考依据。

[0032] 6) 本发明通过数值模拟和大量实验,确定了芯体的各个尺寸的最优关系,进一步提高了加热均匀度和加热效率。

[0033] 附图说明:

图1为本发明产生热水和蒸汽的蒸汽发生器优选结构示意图。

[0034] 图2为本发明的仅产生蒸汽的蒸汽发生器优选结构示意图。

[0035] 图3是内管体横切面结构示意图。

[0036] 图4是图3内管体内芯体A—A截面示意图。

[0037] 图5是内管体纵向切面示意图。

[0038] 图6是改进的内管体内芯体截面示意图。

[0039] 图7是设置贯通孔的边示意图。

[0040] 图中:1-箱体; 2-内管体; 3-冷水入口; 4-热水出口; 5-蒸汽出口; 6-排气口; 7-芯体; 71-正四边形; 72-正八边形; 73-边; 74-贯通孔; 8-开孔; 9-电加热器。

## 具体实施方式

[0041] 图1-6展示了一种蒸汽发生器。如图1所示,所述蒸汽发生器包括箱体1、内管体2、冷水入口3、热水出口4和蒸汽出口5,所述冷水入口3设置在箱体1的下部,所述热水出口4位于箱体1的上部。所述内管体2设置在箱体内,所述内管体2为竖直方向设置(垂直于水箱底部平面设置),内管体2包括外管和设置在外管内的芯体7,所述内管体2下部设置进水通道8,保证箱体1的水能够进入内管体2进行加热,内管体2的上部连接蒸汽出口5;所述芯体7设置在进水通道8上部,所述芯体7在内管体2竖直方向上延伸;所述芯体7为正方形通孔71和正八边形通孔72组成,所述正方形通孔的边长等于正八边形通孔的边长,所述正方形通孔71的四个边73分别是四个不同的正八边形通孔72的边,正八边形通孔72的四个互相间隔的边73分别是四个不同的正方形通孔71的边;正方形通孔71中设置电加热器9。

[0042] 作为优选,参见图6,芯体最外层是正方形通孔71,所述正方形通孔的顶角固定连接内管体2的内壁上。

[0043] 本发明设计了新式结构的蒸汽发生器,相对于在先申请,通过将正方形的顶角位置固定在内管体上,可以充分利用内管内的加热空间,使得最外层与内管体内壁之间的空间也能实现充分的加热,而且保证内管体和芯体的充分的固定,能够快速高效的产生蒸汽,而且该蒸汽发生器具有加热迅速、温度分布均匀、安全可靠的功能,提高了加热效率。

[0044] 进一步优选,正方形通孔的顶角通过焊接的方式固定连接内管体的内壁。作为优选,此方法可以通过设置焊层在内管体内,然后进行一体化加热的方式使得正方形通孔的顶角通过焊接的方式固定连接内管体的内壁。

[0045] 作为优选,内管体的内壁设置凹槽,正方形通孔的顶角设置在凹槽内。

[0046] 作为优选,内管体的内壁设置凹部,正方形通孔的顶角设置凸起部,所述凸起部设

置在凹部内。

[0047] 作为优选,内管体具有弹性,内管体可以弹性包围芯体。通过设置弹性的内管,使得芯体可以通过插入等的方式设置在内管体内,通过内管体的弹性包裹芯体。

[0048] 本发明通过设置新式加热结构的蒸汽发生器,该加热结构将电加热器均匀分布在多个正八边形通道的周围,使得流体进入正八边形通道中通过电加热器能够均匀的加热,通过此种结构,可以通过一个装置能够实现快速提供蒸汽,而且该蒸汽发生器具有加热迅速、温度分布均匀、安全可靠的功能,提高了加热效率。

[0049] 作为优选,形成的正八边形通孔但不是正四边形通孔的边上设置贯通孔74。通过设置贯通孔74,可以保证进入内管的水在内管内自由流动。例如某一八边形通孔内的水受热大导致的压力增加,则可以通过贯通孔74向邻近的八边形通孔内流动,保证整体的加热均匀以及整体的压力均衡。

[0050] 作为优选,沿着从上往下的高度方向,贯通孔74设置为多个。

[0051] 沿着从下往上的高度方向,贯通孔74的分布密度越来越大。因为沿着高度方向,水受热越来越高,导致水受热分布越来越不均匀,而且内部压力分配也越来越不均衡。通过如此设置可以保证沿着高度方面贯通孔74的贯通面积越来越大,进一步保证加热均匀以及整体的压力均衡。

[0052] 沿着从下往上的高度方向,贯通孔74的分布密度越来越大的幅度不断增加。通过大量的实验和数值模拟发现,如此设置可以保证沿着高度方面贯通孔74的贯通面积越来越大,进一步保证加热均匀以及整体的压力均衡。

[0053] 沿着从下往上的高度方向,单个贯通孔74的面积越来越大。因为沿着高度方向,水受热越来越高,导致水受热分布越来越不均匀,而且内部压力分配也越来越不均衡。通过如此设置可以保证沿着高度方面贯通孔74的贯通面积分布越来越大,进一步保证加热均匀以及整体的压力均衡。

[0054] 沿着从下往上的高度方向,单个贯通孔74的面积越来越大的幅度不断增加。通过大量的实验和数值模拟发现,如此设置可以保证沿着高度方面贯通孔74的贯通面积越来越大,进一步保证加热均匀以及整体的压力均衡。

[0055] 作为优选,所述的蒸汽出口5管道与内管体2的外管是密封连接。

[0056] 作为优选,蒸汽出口5管道的横截面积小于内管体2的外管的横截面积。这样能够保证蒸汽排出速度。

[0057] 冷水通过冷水入口3进入箱体。进行工作时,内管体2设置在箱体1内,箱体1内的水通过外管上的进水通道8进入内管体2,然后水在正八边形通孔内,通过内管体2内的芯体7正四边形通孔内的电加热器进行加热,加热后产生的蒸汽通过蒸汽出口5排出。同时,内管体在产生蒸汽的同时,同时加热箱体1内的水,加热后产生的热水可以通过热水出口进行利用。

[0058] 作为优选,正四边形通孔上下封闭,水无法进入。

[0059] 通过上述的结构设置,可以同时产生蒸汽和热水,使得蒸汽发生器具有多种功能,拓展了其利用的范围,而且产生的蒸汽直接通过与内管体连接的蒸汽出口排出,因为是通过外管来加热内管体外部的的水,因此外部的的水不会沸腾蒸发,也保证了加热的安全性。

[0060] 本发明通过内管体2为竖直方向设置,可以使得在竖直方向上加热水,使得水在上

升过程中持续加热,相对于水平方向设置的内管体,进一步提高了加热效率。

[0061] 作为优选,内管体的外管就是芯体的外壁面。作为优选,内管体与芯体是一体化制造。

[0062] 作为一个改进,可以去除热水出口4,例如如图2所示,仅仅将蒸汽发生器作为一个产生蒸汽的单一功能蒸发器。

[0063] 作为优选,所述的箱体1上部设置排气口6。通过设置排气口6,避免箱体1内部压力过大,可以保证安全。

[0064] 作为优选,所述的箱体1的横截面是圆形。

[0065] 作为优选,所述内管体2的横截面是正方形。

[0066] 作为优选,所述内管体2设置在箱体1的中间位置。通过如此设置,保证热水加热的均匀性。

[0067] 作为优选,所述内管体2的外管的横截面积边长是箱体1的横截面积的0.01-0.15倍。进一步优选为0.11-0.13倍。

[0068] 作为优选,进水通道8是条状缝隙。

[0069] 作为优选,进水通道8是开孔。如图5所示。需要说明的是,图5中仅仅是示意图,虽然图5中仅仅显示设置的1个或者一排开孔,实际上不仅仅局限于一个或者一排,可以在相邻的电加热棒9的之间的上下位置上设置多个或者多排。

[0070] 作为优选,所述开孔形状可以是圆形或者方形。

[0071] 作为优选,所述开孔设置在箱体1水位的50%以下。通过如此设置,能够保证水能够及时的进入内管体2内部进行加热,同时也避免开孔设置过高导致蒸汽从开孔溢出,避免整个箱体内压力过大,同时也避免过高处的水进入内管体内,造成产生的蒸汽携带的水分太多。

[0072] 作为优选,连接电加热器9的导线通过进水通道进入。

[0073] 作为优选,连接电加热器9的导线穿过内管体2底部进入内管体2。

[0074] 作为优选,所述内管体2内壁设置凹槽,所述芯体7的外壁面设置在凹槽内。通过如此设置可以进一步提高芯体安装的牢固性。

[0075] 作为优选,内管体2为多段结构焊接而成,多段结构的连接处设置芯体7。通过如此设置,可以使得加工方便,节省成本。

[0076] 作为优选,所述的电加热器9是电阻加热器。

[0077] 作为优选,电阻加热器9填充整个正方形通道。通过如此设置能够保证电加热器与正方形通道的壁面接触,进一步提高加热效率。

[0078] 作为优选,所述芯体7沿着竖直方向间隔设置为多个,相邻两个芯体7之间间隔的外管上设置进水通道。本发明设计了内管体内的芯体的竖直方向间隔分布,并且在间隔的内管体上设置进水通道,可以保证不同位置处的水及时进入内管进行加热,可以进一步的提高加热效率。

[0079] 作为优选,正方形通孔的中心距离芯体7的中心越远,则竖直方向上单位长度的电阻加热器的加热功率越大。例如,图3中,第一层的加热功率小于第二层的加热功率,但是第二层的加热功率也不同,具体的是四个顶角的加热功率大于非顶角的加热功率。通过竖直模拟和实验发现,距离中心越远,则因为加热涉及的面积越大,因此需要更多的加热功率,

尤其是在最外层,因为还要加热内管体外部的的水,因此需要的竖直方向上单位长度的加热功率更大。本发明通过设置内管体内电加热器距离芯体中心的加热功率的变化,进一步提高了加热均匀度和加热效率。

[0080] 作为优选,正方形通孔的中心距离芯体7的中心越远,则竖直方向上单位长度的电阻加热器的加热功率越来越大的幅度不断的增加。上述的加热幅度的变化也是经过大量的数值模拟和实验得到,并非本领域的公知常识。通过上述幅度的变化,能够进一步提高加热效率和加热均匀度。

[0081] 作为优选,所述芯体7是正八边形中心芯体,正八边形通孔位于芯体的中心。如图3所示。

[0082] 进一步优选,所述芯体7中心为正八边形通道,所述正四边形通道为围绕芯体的两层结构,最外层是正八边形通道,所述外管的边长为8倍的正八边形通孔的边长。

[0083] 通过大量的数值模拟和实验可以得知,不同层电加热器的加热功率要求不同才能达到均匀加热的目的,正四边形边长越长,则因为需要加热的体积越大,外部空间也越大,则需要的内外层的加热功率比例就越大;而竖直方向上芯体的长度越长,则因为整体的长度上的加热面积越大,加热的分布越均匀,因此导致的内外层的加热功率比例要求越小。因此本发明通过大量的竖直模拟和实验对于每一层的加热功率及其边长、高度进行了大量的研究,得出了最佳的加热功率关系。而对于上述的图3的结构而言,最外层加热功率与最内层的加热功率的比值是满足如下要求:

作为优选,类似图3的结构,所述电加热器是正八边形位于中心,电加热器有两层,所述第一层的每个电加热器的加热功率是 $W_1$ ,第二层的每个电加热器的加热功率是 $W_2$ ,所述的芯体高度时 $H$ ,正四边形的边长为 $L$ ,则满足下面的要求:

$$W_2/W_1 = a - b * \ln(H/L); \text{其中} a, b \text{是参数}, 3.3 < a < 3.4, 0.90 < b < 0.95;$$

$$1.15 < W_2/W_1 < 1.75; 5.9 < H/L < 10.1;$$

第一层和第二层的总加热功率为 $M$ ,  $2500w < M < 5500W$ 。

[0084] 作为优选, $a=3.343, b=0.921$ 。

[0085] 作为优选, $1.3 < W_2/W_1 < 1.5; 7.1 < H/L < 8.1$ ;

第一层和第二层分别是内层和外层。

[0086] 作为优选,随着 $H/L$ 增加, $a$ 逐渐减小, $b$ 逐渐增加。通过如此设置能够进一步使得加热均匀,提高加热效率。

[0087] 作为优选,沿着竖直从下往上的方向,内管体2的管径不断的变大。主要原因如下: 1) 通过增加内管体2的管径,可以减少蒸汽向上流动的阻力,使得内管体2内蒸发的汽体不断的向着管径增加的方向运动,从而进一步促进蒸汽上升。2) 因为随着流体的不断的流动,液体在内管体2内不断的蒸发,从而使得汽体体积越来越大,压力也越来越大,因此通过增加管径来满足不断增加的汽体体积和压力的变化,从而使得整体上压力分布均匀。

[0088] 作为优选,沿着竖直方向从下往上的方向,内管体2的管径不断的增加的幅度越来越大。上述管径的幅度变化是本申请人通过大量的实验和数值模拟得到的结果,通过上述的设置,能够进一步的促进蒸汽流动,达到压力整体均匀。

[0089] 作为优选,内管体2内设置多个芯体7,从内管体2的底端到内管体2的上端,芯体7之间的间距越大。设距离内管体2底端的距离为 $H$ ,相邻芯体之间的间距为 $S, S = F_1(H)$ ,即 $S$ 是



以距离H为变量的函数,S'是S的一次导数,满足如下要求:

$$S' > 0;$$

主要原因是避免上部蒸汽加热过快导致的干涸。通过设置下部的加热功率大于上部加热功率,使得水充分在下部进行加热,上升过程中再加热上部的水,一方面能够保证加热的充分均匀混合,另一方面还能避免因为上部加热过大导致的上部的水先蒸发导致的加热干涸现象。因此需要设置的相邻芯体之间的距离越来越短。

[0090] 通过实验发现,通过上述的设置,既可以最大程度上保持加热的整体均匀,同时可以提高加热效果。

[0091] 进一步优选,从内管体2的入口到内管体2的出口,相邻芯体之间的距离越来越大的幅度不断增加。即S''是S的二次导数,满足如下要求:

$$S'' > 0;$$

通过实验发现,通过如此设置,能够进一步保持加热的整体均匀,同时可以提高加热效果。需要说明的是,上述规律是申请人通过大量的实验和数值模拟得到的规律,并不是本领域的公知常识或者常规手段。

[0092] 作为优选,内管体2内设置多个芯体,从内管体2的底端到内管体2的上端,不同芯体的每个正四边形内布置的电加热器的加热功率逐渐减小。设距离内管体2底端的距离为H,相邻芯体的每个正四边形内布置的电加热器功率为W, $S=F_3(H)$ ,即W是以距离H为变量的函数,W'是W的一次导数,满足如下要求:

$$W' < 0;$$

主要原因是避免上部蒸汽加热过快导致的干涸。通过设置下部的加热功率大于上部加热功率,使得水充分在下部进行加热,上升过程中再加热上部的水,一方面能够保证加热的充分均匀混合,另一方面还能避免因为上部加热过大导致的上部的水先蒸发导致的加热干涸现象。因此需要设置的相邻芯体之间的距离越来越短。

[0093] 通过实验发现,通过上述的设置,既可以最大程度上保持加热的整体均匀,同时可以提高加热效果。

[0094] 进一步优选,从内管体2的入口到内管体2的出口,相邻芯体的每个正四边形内布置的电加热器功率变小的幅度不断增加。即W''是S的二次导数,满足如下要求:

$$W'' > 0;$$

通过实验发现,通过如此设置,能够进一步保持加热的整体均匀,同时可以提高加热效果。需要说明的是,上述规律是申请人通过大量的实验和数值模拟得到的规律,并不是本领域的公知常识或者常规手段。

[0095] 作为优选,内管体2内设置多个芯体,从内管体2的底端到内管体2的上端,正方形的边长越来越小。距离内管体2入口的距离为H,正方形的边长为C, $C=F_2(H)$ ,C'是C的一次导数,满足如下要求:

$$C' < 0;$$

主要原因是因为正方形边长越小,则制造越困难,但是整体加热的均匀性越好。因为越到上部,应该保持水的整体加热均匀,避免加热不均匀而导致的部分烧干,而且越到上部,因为蒸汽要通过出口出去,也越是要加强蒸汽出气以及加热的均匀性。通过上述设置,可以节省成本,而且达到最好的加热均匀以及蒸汽产出效率,同时避免烧干。

[0096] 进一步优选,内管体2的入口到内管体2的出口,正方形的边长越来越小的幅度不断的增加。 $C''$ 是 $C$ 的二次导数,满足如下要求:

$$C'' > 0。$$

[0097] 作为优选,相邻芯体之间的距离保持不变。

[0098] 通过实验发现,通过如此设置,能够进一步保持加热的整体均匀,同时可以提高加热效果。需要说明的是,上述规律是申请人通过大量的实验和数值模拟得到的规律,并不是本领域的公知常识或者常规手段。

[0099] 作为优选,正方形通孔中心距离芯体的中心越远,则垂直方向上单位长度的电阻加热器的加热功率越大。

[0100] 因为通过实验和数值模拟可以得知,越是向外,则需要加热的体积越大,尤其是最外侧,需要加热周边的水和内管内的水。本发明通过设置内管体内电加热器距离芯体中心的加热功率的变化,进一步提高了加热均匀度和加热效率。

[0101] 作为优选,正方形通孔距离芯体的中心越远,则垂直方向上单位长度的电阻加热器的加热功率越来越大的幅度不断的增加。通过如此规律设置,进一步提高了加热均匀度和加热效率。

[0102] 作为优选,沿着高度方向(即从下往上方向,下文出现的沿着高度方向,如果没有特殊说明,都是指从下往上方向),所述开孔设置为多排。

[0103] 通过设置多排,可以保证不同的高度位置进水,避免单独一个位置进水,造成加热的不均匀,同时避免进入的水被蒸发,造成加热管内干涸。

[0104] 作为优选,沿着高度方向,所述开孔的分布密度越来越小。开孔分布的密度越来越小,也就是意味着开孔分布的越来越少,开孔的面积也就越来越小。

[0105] 通过大量的数值模拟及其实验研究发现,通过设置开孔分布密度越来越小,主要原因是保证大部分水在下部加热,在水变成蒸汽上升过程中不断的有水进入内管体2,持续加热。如果下部进水少,则可能造成下部水快速汽化,造成内管体2内压力过大,造成上部的水也因为压力原因无法进入内管体。减少了内管体的干涸,同时提高了加热效率。

[0106] 进一步优选,沿着高度方向,所述开孔的分布密度越来越小的幅度不断的增加。

[0107] 经过大量的实验和数值模拟,经过上述的开孔分布密度的变化,能够进一步提高加热效率,提高蒸汽的产出效率,同时能够减少内管体内的干涸。

[0108] 作为优选,沿着高度方向,单个开孔的面积越来越小。进一步优选,沿着高度方向,单个开孔的面积越来越小的幅度不断的增加。具体理由参见开孔分布密度的变化。

[0109] 作为优选,沿着高度方向,所述每排开孔的面积之和越来越小。作为优选,沿着高度方向,所述每排开孔的面积之和越来越小的幅度不断增加。具体理由参见开孔分布密度的变化。

[0110] 作为优选,沿着高度方向,所述每排开孔之间的间距越来越大。作为优选,沿着高度方向,所述每排开孔之间的间距越来越大的幅度不断增加。具体理由参见开孔分布密度的变化。

[0111] 作为优选,沿着高度方向,电加热棒9的单位长度的加热功率不断的减少。通过设置电加热棒9的加热功率不断的减少,保证下部的流体快速加热,然后热流体通过自然对流到了上部,上部的流体及其下部的内管体2外部的流体快速进入,能够进一步提高加热效

率。经过大量的实验和数值模拟,经过上述的内管体加热功率的变化,能够进一步提高10%左右的加热效率,节省加热时间。

[0112] 作为优选,沿着高度方向,电加热棒9的单位长度的加热功率不断的减少的幅度不断的增加。

[0113] 经过大量的实验和数值模拟,经过上述的电加热棒9加热功率幅度的变化,能够进一步提高5%加热效率,进一步节省加热时间。

[0114] 作为优选,同一个芯体内的同一个电加热棒9分为多段,沿着高度方向,不同段的单位长度的加热功率不同。其中沿着高度方向,不同段的单位长度的加热功率不断的降低。进一步优选,降低的幅度不断的增加。

[0115] 作为优选,每段的长度相同。

[0116] 作为优选,每段的单位长度的加热功率相同。

[0117] 具体理由如上。

[0118] 通过设置分段,可以进一步使得制造简单方便。

[0119] 通过分析以及实验得知,竖直方向芯体之间的间距不能过大,过大的话导致蒸汽产生的效果不好,同时也不能过小,过小的话导致内管内容易烧干,同理,正方形的边长也不能过大或者过小,过大导致加热不均匀,过小导致正四边形和八边形分布过密,造成流动阻力增加以及加工成本增加。因此本发明通过大量的实验,在优先满足蒸汽出汽量的情况下,使得阻力达到最优化,整理了各个参数最佳的关系。

[0120] 作为优选,对于正八边形中心结构,相邻芯体之间的距离为 $S_1$ ,正方形的边长为 $L$ ,芯体为正方形截面,芯体正方形截面的边长为 $B_2$ ,满足如下要求:

$$10 * L / B_2 = a - b * (S_1 / B_2);$$

其中 $a, b$ 是参数,其中 $0.95 < a < 0.96, 0.158 < b < 0.165$ ;

$$90 < B_2 < 240 \text{mm};$$

$$8 < L < 30 \text{mm};$$

$$29 < S_1 < 110 \text{mm}。$$

[0121] 进一步优选, $a=0.956, b=0.163$ ;

进一步优选,随着 $L/B_2$ 的增加, $a$ 越来越大, $b$ 越来越小。

[0122] 作为优选,正方形通孔的边长 $L$ 是正方形通孔内边长和外边长的平均值,芯体正方形截面的边长 $B_2$ 是芯体正方形截面内边长和外边长的平均值。

[0123] 相邻芯体之间的距离为 $S_1$ 是以相邻芯体相对的面之间的距离。例如下部芯体的上端面与上部芯体的下端面之间的距离。

[0124] 作为优选,随着 $B_2$ 的增加, $L$ 也不断增加。但是随着 $B_2$ 的增加, $L$ 不断增加的幅度越来越小。此规律变化是通过大量的数值模拟和实验得到的,通过上述规律的变化,能够进一步提高换热效果,降低噪音。

[0125] 作为优选,随着 $B_2$ 的增加, $S_1$ 不断减小。但是随着 $B_2$ 的增加, $S_1$ 不断减小的幅度越来越小。此规律变化是通过大量的数值模拟和实验得到的,通过上述规律的变化,能够进一步提高换热效果,降低噪音。

[0126] 对于类似图6的正方形为中心的结构,相邻芯体之间的距离为 $S_1$ ,正方形的边长为 $L$ ,芯体为正方形截面,芯体正方形截面的边长为 $B_2$ ,作为优选,满足如下要求:

$10 * L / B2 = c * (S1 / B2)^d$ ; 其中  $c, d$  是参数, 其中  $1.225 < c < 1.235, -0.065 < d < -0.060$ ;  
 $90 < B2 < 240 \text{mm}$ ;  
 $11 < L < 34 \text{mm}$ ;  
 $29 < S1 < 110 \text{mm}$ 。

[0127] 进一步优选,  $c=1.228, d=-0.063$ ;

进一步优选, 随着  $L/B2$  的增加,  $c$  越来越大,  $d$  越来越小。

[0128] 作为优选, 正方形通孔的边长  $L$  是正方形通孔内边长和外边长的平均值, 芯体正方形截面的边长  $B2$  是芯体正方形截面内边长和外边长的平均值。

[0129] 相邻芯体之间的距离为  $S1$  是以相邻芯体相对的面之间的距离。例如下部芯体的上端面与上部芯体的下端面之间的距离。

[0130] 作为优选, 随着  $B2$  的增加,  $L$  也不断增加。但是随着  $B2$  的增加,  $L$  不断增加的幅度越来越小。此规律变化是通过大量的数值模拟和实验得到的, 通过上述规律的变化, 能够进一步提高换热效果, 降低噪音。

[0131] 作为优选, 随着  $B2$  的增加,  $S1$  不断减小。但是随着  $B2$  的增加,  $S1$  不断减小的幅度越来越小。此规律变化是通过大量的数值模拟和实验得到的, 通过上述规律的变化, 能够进一步提高换热效果, 降低噪音。

[0132] 芯体高度  $H$  优选为  $100-500 \text{mm}$ , 进一步有选为  $200-300 \text{mm}$ 。

[0133] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上, 但本发明并非限定于此。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。

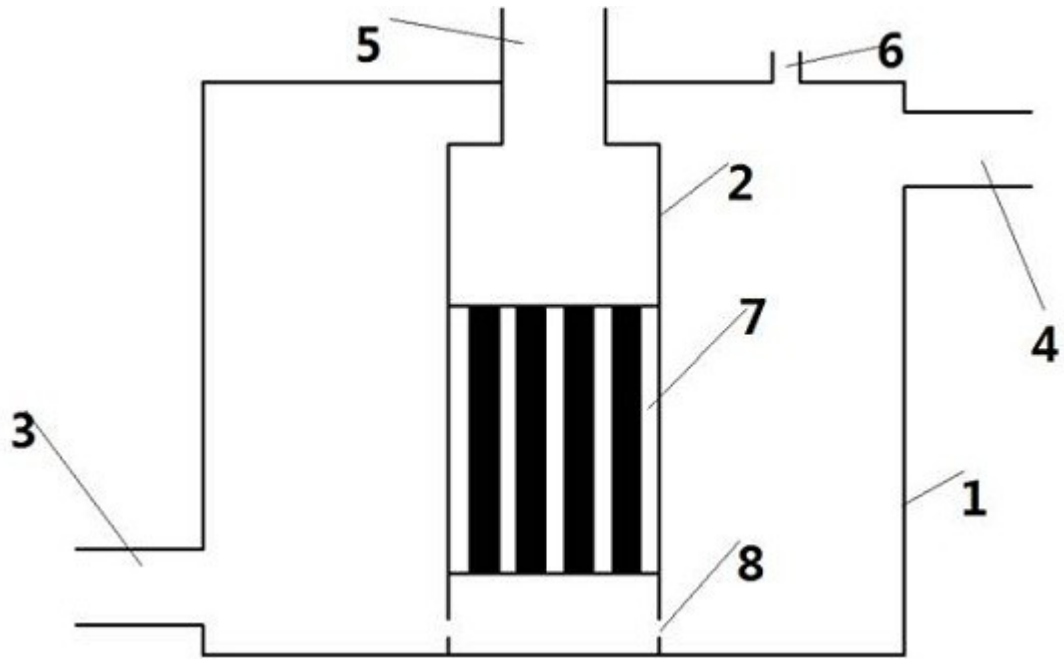


图1

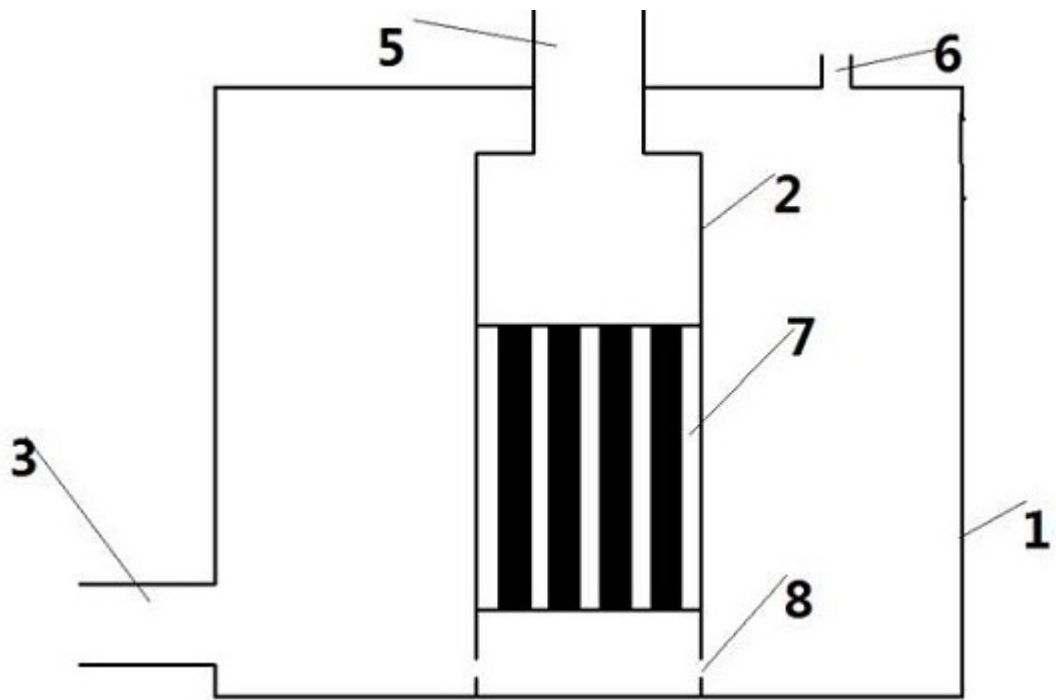


图2

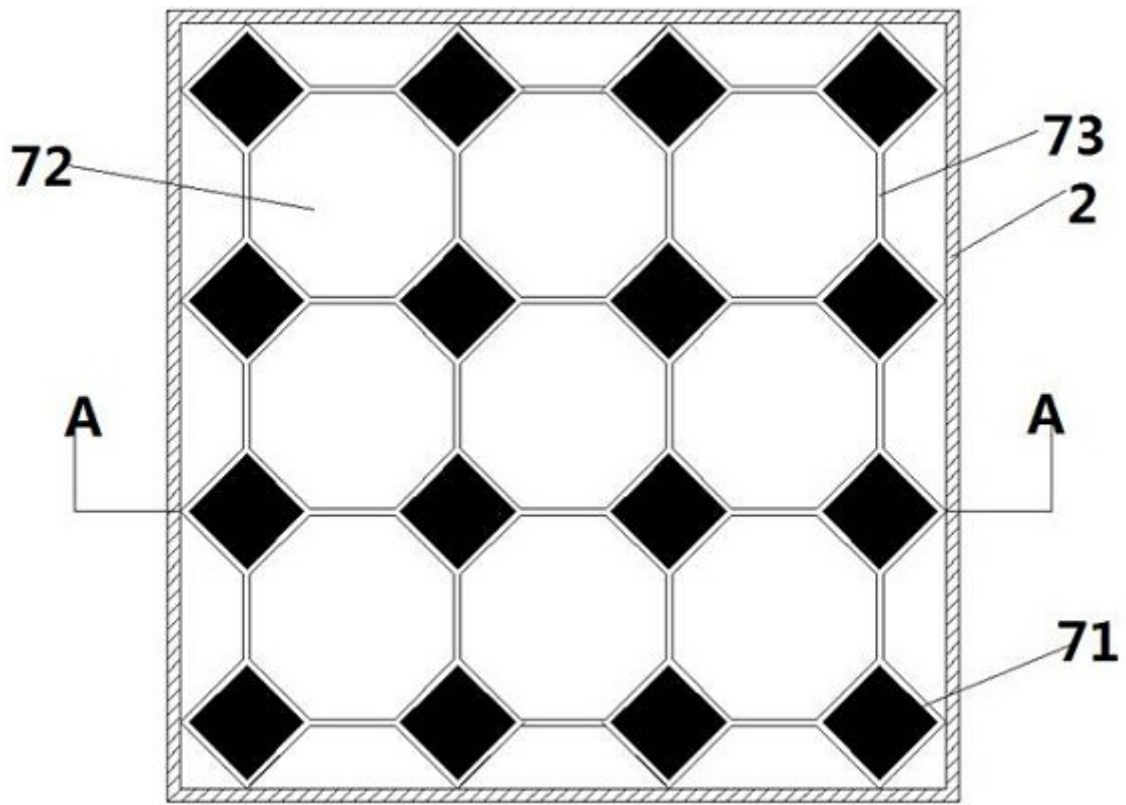


图3

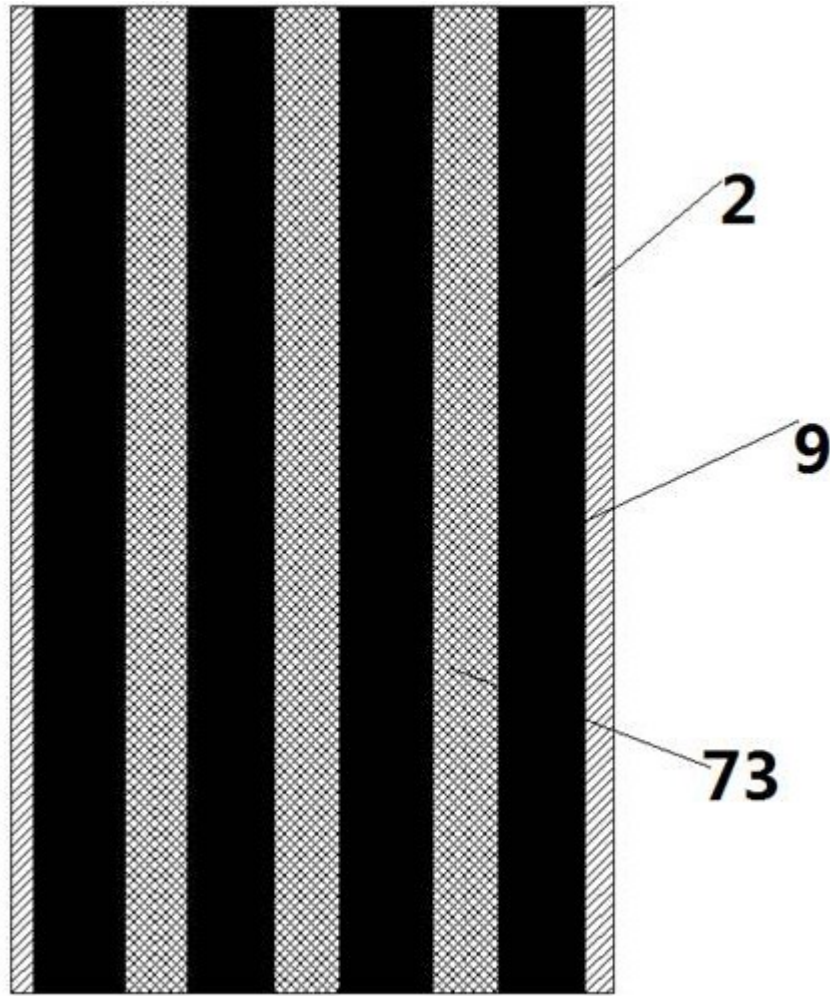


图4

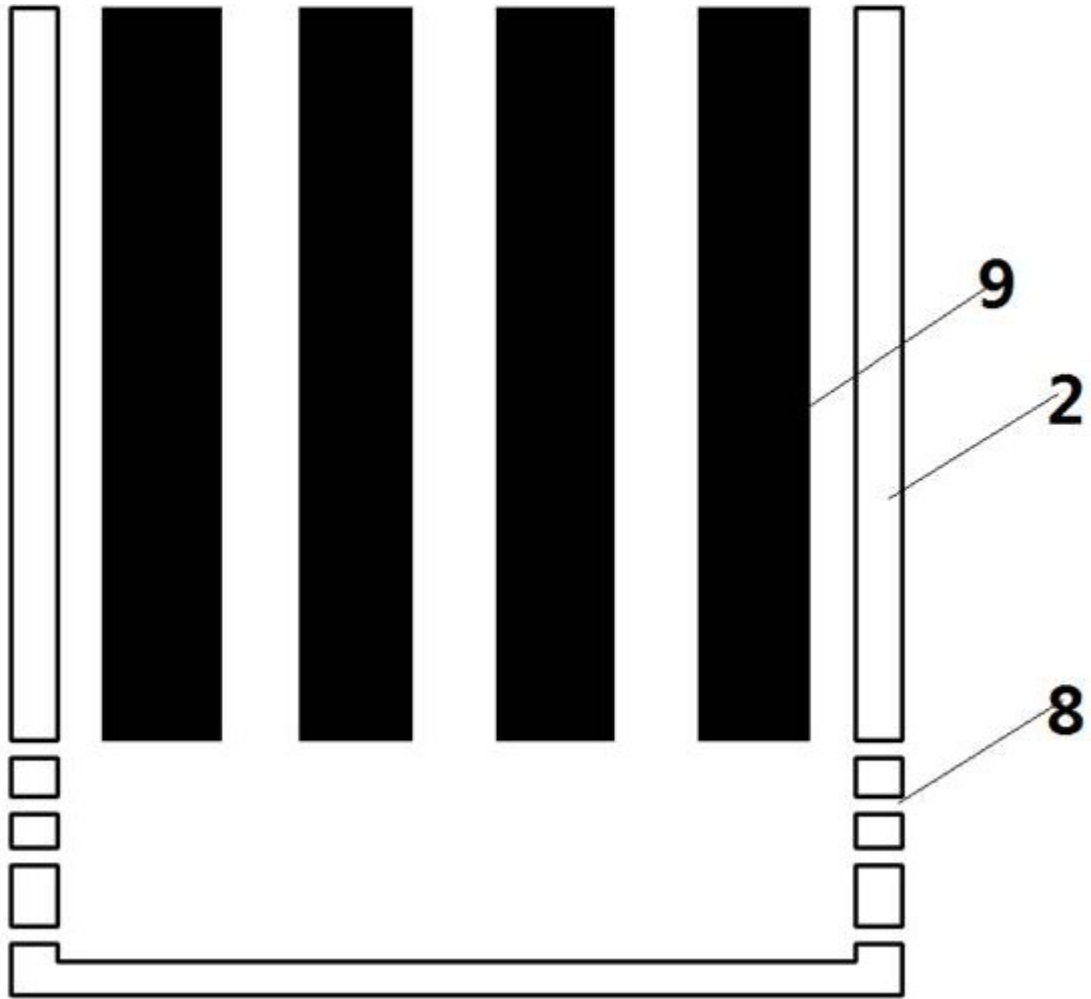


图5



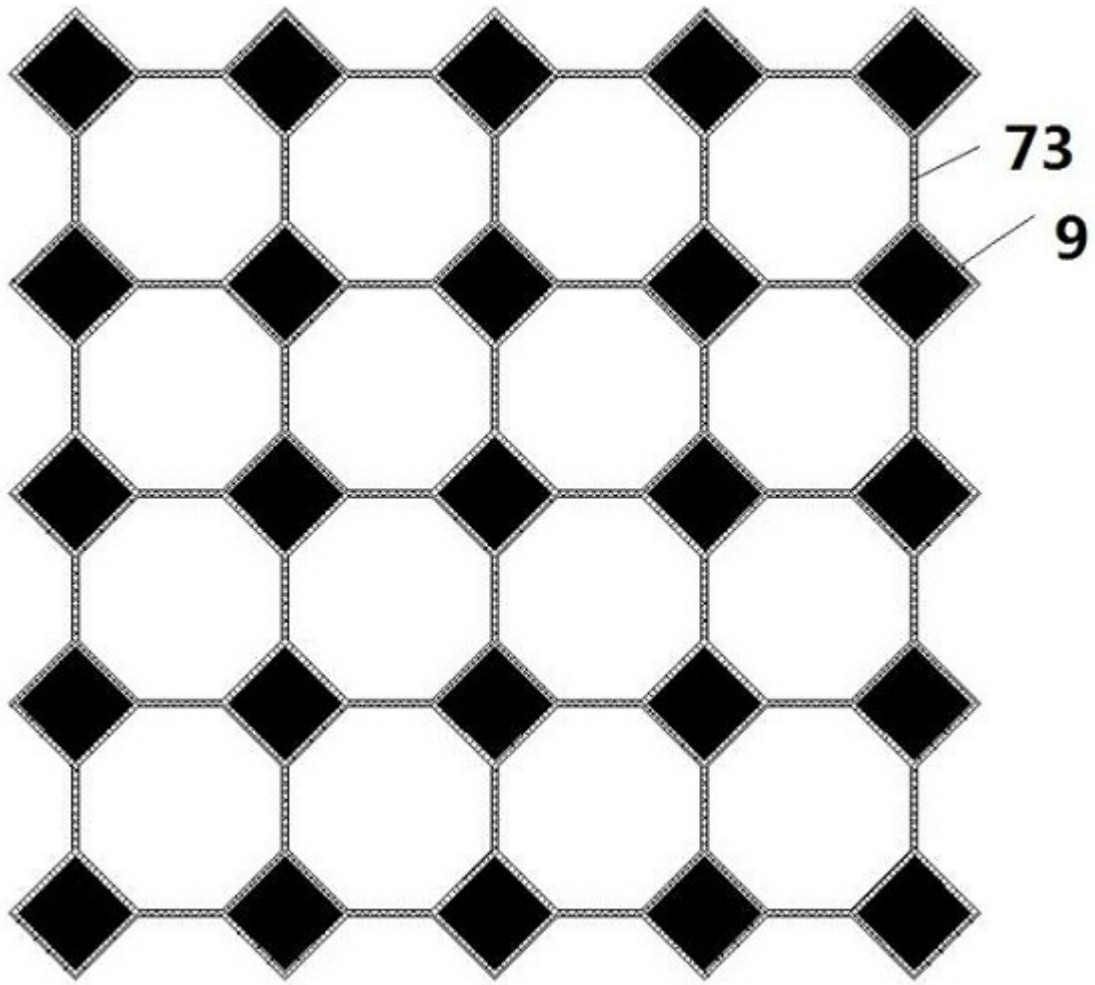


图6

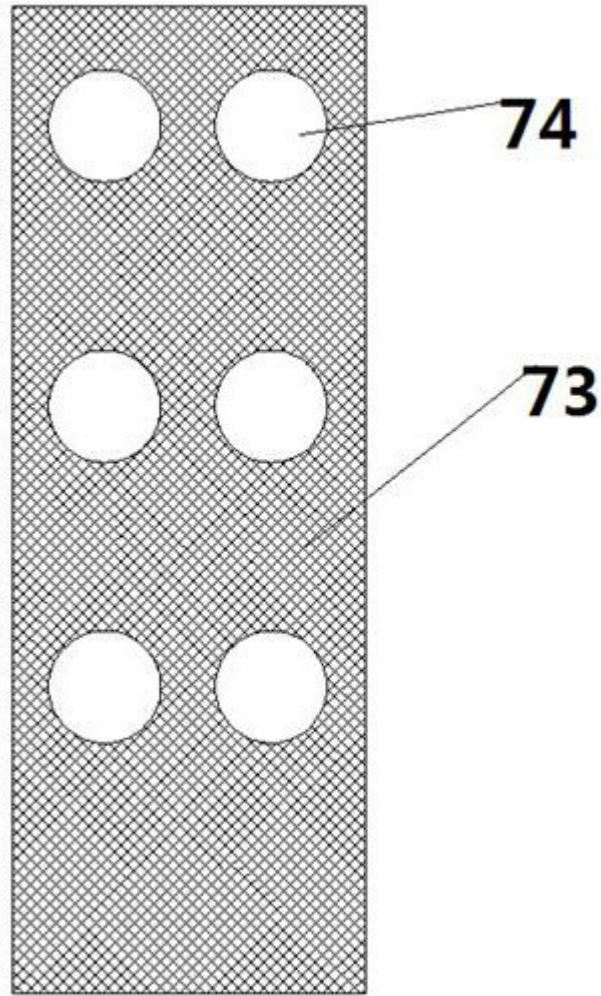


图7