



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107894171 B

(45)授权公告日 2019.07.05

(21)申请号 201711116193.7

F28F 1/40(2006.01)

(22)申请日 2017.11.13

F28F 19/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F28F 21/08(2006.01)

申请公布号 CN 107894171 A

审查员 张勇福

(43)申请公布日 2018.04.10

(73)专利权人 福建奋安铝业有限公司

地址 350300 福建省福州市福清市阳下街  
道洪宽工业村

(72)发明人 黄秀华 黄奋

(74)专利代理机构 福州盈创知识产权代理事务  
所(普通合伙) 35226

代理人 谢名海

(51)Int.Cl.

F27D 17/00(2006.01)

F24H 1/00(2006.01)

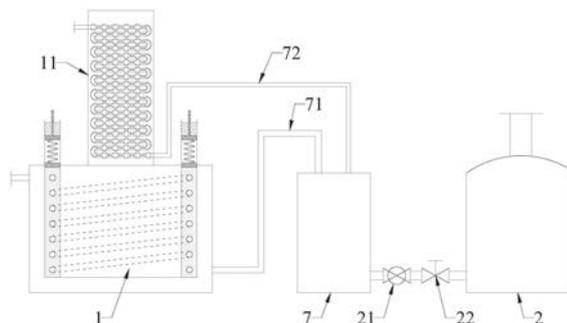
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

## (54)发明名称

铝型材生产线余热综合利用系统

## (57)摘要

本发明涉及铝型材生产线余热综合利用系统,属于铝型材加工技术领域,通过利用第二换热管对铝熔炼炉排出的高温烟气中的余热进行热交换,又利用第一换热管和导热粉配合对铝熔炼炉熔炼结束后铝熔炼炉自身残留的余热进行利用,第一换热管和第二换热管的换热效率高,换热效果好,热量损失少;利用上述余热将第一换热管和第二换热管中的自来水加热成热水并在保温水箱中暂存,当锅炉需要用水时,可直接利用保温水箱中储存的热水,缩短锅炉的加热时间,铝熔炼炉的余热被充分利用,余热利用率高,节省煤炭等燃料或电能的消耗,经济价值高,减少了环境污染,降低了温室效益,符合国家节能环保的政策要求,具有极大的推广价值。



1. 铝型材生产线余热综合利用系统,包括铝熔炼炉、锅炉,所述铝熔炼炉的燃烧室出烟口上方安装有烟囱,所述铝熔炼炉的外部包裹有保温层,其特征在于:所述铝熔炼炉的外侧壁和保温层之间设置有夹套,所述夹套和铝熔炼炉的外侧壁之间设置有换热室,换热室中设置有螺旋状第一换热管,换热室中还填充有导热粉;所述铝熔炼炉和锅炉之间设置有保温水箱,所述第一换热管和保温水箱之间设置有第一保温水管,所述第一保温水管的一端与第一换热管的出水端连通,所述第一保温水管的另一端与保温水箱连通;所述烟囱的内部设置有蛇形第二换热管,所述第二换热管的出水端口和保温水箱之间设置有第二保温水管,所述第二保温水管的一端与第二换热管的出水端口连通,所述第二保温水管的另一端与保温水箱连通;所述保温水箱和锅炉之间设置有水泵和水阀,所述水泵的输入端与保温水箱连通,所述水泵的输出端与水阀的一端连通,所述水阀的另一端与锅炉的进水管连通;

所述第一换热管的制作方法包括以下步骤,

步骤一、圆铜管体选用紫铜制成,对圆铜管体的内壁清洗、抛光后,通过化学镀银法或电镀银法在圆铜管体的内壁生成银镜层一;

步骤二、将石墨烯与水按照质量比为1:(100~150)的比例混合,然后利用超声波震荡分散5~6h制成石墨烯溶液;将还原剂水合肼和水按照质量比为1:(66~80)的比例混合均匀,制得还原剂溶液;将银氨溶液、还原剂溶液、石墨烯溶液按照质量比为1:10:53的比例混合进行还原银反应,得到银-石墨烯复合溶液;将银-石墨烯复合溶液静置6~7h产生沉淀,将沉淀物过滤然后在60~90℃的温度下烘干,在烘干后的物质中添加水制成pH为8的混合液,混合液再次静置3~5h产生沉淀,将沉淀物过滤然后在60~90℃的温度下烘干,即制得改性石墨烯;

步骤三、将改性石墨烯与水按照质量比为1:(130~150)的比例混合,然后利用超声波震荡分散5~6h制成改性石墨烯溶液;将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体的轴向在银镜层一的表面涂覆成长条状,在80~90℃的温度下烘干;再将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体的轴向在银镜层一的表面同样的位置再次涂覆成长条状,并在80~90℃的温度下烘干,如此重复6~8次得到半成品轴向凸筋;再将带有银镜层一和半成品轴向凸筋的圆铜管体送入到烧结炉中,在惰性气体的保护下,在950~956℃的温度下烧结即制成所述第一换热管。

2. 根据权利要求1所述的铝型材生产线余热综合利用系统,其特征在于:所述第一换热管包括圆铜管体,圆铜管体的内壁镀有一层银镜层一,银镜层一的表面设置有多道轴向凸筋,轴向凸筋由改性石墨烯制成。

3. 根据权利要求1所述的铝型材生产线余热综合利用系统,其特征在于:所述第二换热管包括多个首尾相连的波纹管,相邻波纹管之间设置有弯管,相邻波纹管之间通过弯管连通,所述波纹管的内壁镀有一层银镜层二;所述波纹管包括多段圆铜管段,相邻圆铜管段之间设置有球形管段,球形管段与圆铜管段连通,所述圆铜管段的侧壁设置有多个向圆铜管段的内部凹陷的球缺状凹坑。

4. 根据权利要求1所述的铝型材生产线余热综合利用系统,其特征在于:所述夹套的上方设置有缓冲装置,所述缓冲装置包括内圈、位于内圈外侧的外圈、位于内圈和外圈之间的环形活塞、位于内圈和外圈之间的环形密封板,所述内圈的下端与夹套的顶端密封连接,所述外圈的下端与夹套的顶端密封连接,所述内圈的外侧壁和外圈的内侧壁围成的腔室与换热室连通;所述活塞设置在密封板的下方,所述密封板与内圈之间螺纹连接,所述密封板与

外圈之间螺纹连接,所述密封板与内圈之间使用热熔胶密封,所述密封板与外圈之间使用热熔胶密封;所述活塞和密封板之间设置有多根弹簧,所述弹簧的下端与活塞固定连接。

5. 根据权利要求4所述的铝型材生产线余热综合利用系统,其特征在于:所述内圈和外圈之间还设置有位于密封板上方的水封层。

6. 根据权利要求4所述的铝型材生产线余热综合利用系统,其特征在于:所述密封板的上方设置有多根推杆,推杆的下端与密封板固定连接。

7. 根据权利要求1所述的铝型材生产线余热综合利用系统,其特征在于:所述导热粉是由铜粉和锆粉按照质量比100:(1.6~1.7)的比例混合制成。

8. 根据权利要求7所述的铝型材生产线余热综合利用系统,其特征在于:所述铜粉的粒径小于或等于0.5微米,所述锆粉的粒径小于或等于0.5微米。

## 铝型材生产线余热综合利用系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及铝型材加工技术领域,尤其涉及铝型材生产线余热综合利用系统。

### 背景技术

[0002] 铝加工和生产行业已经经历了几十年的发展,在大量引进和自身的努力发展之下,国内已经形成了从原铝生产到铝制品销售的完整产业链,而在生产当中的每个环节也几乎都经历过了技术工艺的革新。但工业的发展所带来的也少不了其负面效应,时至今日,当能源日益紧张、环境污染严重不再仅仅是大众议论的话题而作为企业的一项强力控制标准存在时,铝熔炼炉的成材率及能耗管控将显得尤为重要。在铝熔炼上所使用的设备也经历了很多年的变化发展,基本上每一项技术的进步对于国民经济的发展、对于国内附属产业发展的完善和引导以及对于环境的保护都起到了极大的促进作用。

[0003] 面对日益严峻的环境问题和能源危机,全世界都在大力提倡节能减排,尤其是对于耗能和污染都较严重的铝生产、加工相关产业,如何进行节能减排改造,已经成为本领域技术人员在设计该类设备时必须要考虑的因素。

[0004] 现有熔炼炉,其集烟管通过引风机直接连接集尘室,集尘室连接烟囱,高热的烟气随烟囱直接排向天空,既浪费热量,又耗费焦炭等燃料;并且,熔炼炉在熔炼完成后,炉壁本身仍含有大量的余热,该部分热量一般都是直接散发向空气中,造成大量的浪费;上述这些都不符合节能减排的产业化要求。

[0005] 目前铝加工生产行业中的余热利用的技术非常多,但是余热利用率都非常低,实施效果差。如授权公告号为CN205505768U的专利公开了一种“节能型余热循环利用的铝熔炼炉”,其主要结构为:包括一熔炼炉,所述熔炼炉体一侧设有预热炉,所述熔炼炉的燃烧室出烟口上方安装有用于收集烟气余热的收集罩,所述收集罩通过引风管道连接到预热炉,将熔炼炉烟气中排出的余热引入到预热炉内,为预热炉内的铝块加温,实现预热炉和熔炼炉之间余热的循环利用,所述预热炉上部出烟孔连接有烟气收集筒,所述烟气收集筒连接到尾气处理装置,对预热炉内的烟气进行处理。在实践中发现:通过将熔炼炉烟气中排出的余热引入到预热炉内,为预热炉内的铝块加温,实现预热炉和熔炼炉之间余热的循环利用这样的余热利用技术不甚理想,因为铝块自身导热率优良,且铝块的比热容非常小,铝块的降温速率非常快,在将铝块从预热炉转移至熔炼炉内部的过程中,会损失大量的热量,烟气的余热利用率非常低,节约的燃料或电能在3.2~6.1%。

[0006] 授权公告号为CN203132357U的专利公开了一种“再生铝熔炼炉加料预热平台”,其主要结构为:包括预热台面及设于该预热台面上方的数个支架,该预热台面包括有进料端及出料端,该出料端与一再生铝熔炼炉的炉门相对应且等高设置。该技术方案主要利用加料时的间隔时间及熔炼炉炉门外的余热对原料进行预热,缩短了原料在入炉后的熔化时间,熔化速度的提升使原料在炉内燃烧的时间缩短,提高了热效果,可以在一定程度上降低天然气能耗,且由于对原料的水分进行了烘干,提高了操作者在加料过程中的安全系数。同理,该技术方案节约的燃料或电能在5.3~9.1%。

[0007] 中国专利200920241826.1号公开的“一种熔铝炉的余热回收装置”，其包括分别设于两蓄热桶的通风室的、相互串接的蛇形管，蛇形管的外周壁上相间隔分布连接有吸热片，蛇形管通过其进出口串接于熔铝炉的供油管。然而，该专利申请所设计的节能装置仅能部分利用熔铝炉余热，还有大量的热能将会白白浪费掉。

[0008] 又如中国专利201220327875.9号公开的一种利用热管技术换热系统在熔铝炉上的节能装置，其包括壳体和热管，所述热管包括束热端和束冷端，所述束热端上套有护套，热管束热端的壳体上设有高温烟气入口和烟气出口，热管束冷端的壳体上设有助燃风入口和助燃风出口。同样，该专利申请所设计的节能装置仅能部分利用熔铝炉余热，还有大量的热能将会白白浪费掉。

## 发明内容

[0009] 本发明针对现有技术存在的不足，提供经济价值高，减少了环境污染，降低了温室效益的铝型材生产线余热综合利用系统。

[0010] 本发明通过以下技术手段解决上述技术问题的：铝型材生产线余热综合利用系统，包括铝熔炼炉、锅炉，所述铝熔炼炉的燃烧室出烟口上方安装有烟囱，所述铝熔炼炉的外部包裹有保温层；所述铝熔炼炉的外侧壁和保温层之间设置有夹套，所述夹套和铝熔炼炉的外侧壁之间设置有换热室，换热室中设置有螺旋状第一换热管，换热室中还填充有导热粉；所述铝熔炼炉和锅炉之间设置有保温水箱，所述第一换热管和保温水箱之间设置有第一保温水管，所述第一保温水管的一端与第一换热管的出水端连通，所述第一保温水管的另一端与保温水箱连通；所述烟囱的内部设置有蛇形第二换热管，所述第二换热管的出水端口和保温水箱之间设置有第二保温水管，所述第二保温水管的一端与第二换热管的出水端口连通，所述第二保温水管的另一端与保温水箱连通；所述保温水箱和锅炉之间设置有水泵和水阀，所述水泵的输入端与保温水箱连通，所述水泵的输出端与水阀的一端连通，所述水阀的另一端与锅炉的进水管连通。

[0011] 作为上述技术方案的改进，所述第一换热管包括圆铜管体，圆铜管体的内壁镀有一层银镜层一，银镜层一的表面设置有多道轴向凸筋，轴向凸筋由改性石墨烯制成。

[0012] 作为上述技术方案的改进，所述第一换热管的制作方法包括以下步骤：

[0013] 步骤一、所述圆铜管体选用紫铜制成，对圆铜管体的内壁清洗、抛光后，通过化学镀银法或电镀银法在圆铜管体的内壁生成银镜层一；

[0014] 步骤二、将石墨烯与水按照质量比为1:(100~150)的比例混合，然后利用超声波震荡分散5~6h制成石墨烯溶液；将还原剂水合肼和水按照质量比为1:(66~80)的比例混合均匀，制得还原剂溶液；将银氨溶液、还原剂溶液、石墨烯溶液按照质量比为1:10:53的比例混合进行还原银反应，得到银-石墨烯复合溶液；将银-石墨烯复合溶液静置6~7h产生沉淀，将沉淀物过滤然后在60~90℃的温度下烘干，在烘干后的物质中添加水制成pH为8的混合液，混合液再次静置3~5h产生沉淀，将沉淀物过滤然后在60~90℃的温度下烘干，即制得改性石墨烯；

[0015] 步骤三、将改性石墨烯与水按照质量比为1:(130~150)的比例混合，然后利用超声波震荡分散5~6h制成改性石墨烯溶液；将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体的轴向在银镜层一的表面涂覆成长条状，在80~90℃的温度下烘干；再将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体

的轴向在银镜层一的表面同样的位置再次涂覆成长条状,并在80~90℃的温度下烘干,如此重复6~8次得到半成品轴向凸筋;再将带有银镜层一和半成品轴向凸筋的圆铜管体送入到烧结炉中,在惰性气体的保护下,在950~956℃的温度下烧结即制成所述第一换热管。

[0016] 作为上述技术方案的改进,所述第二换热管包括多个首尾相连的波纹管,相邻波纹管之间设置有弯管,相邻波纹管之间通过弯管连通,所述波纹管的内壁镀有一层银镜层二;所述波纹管包括多段圆铜管段,相邻圆铜管段之间设置有球形管段,球形管段与圆铜管段连通,所述圆铜管段的侧壁设置有多个向圆铜管段的内部凹陷的球缺状凹坑。

[0017] 作为上述技术方案的改进,所述夹套的上方设置有缓冲装置,所述缓冲装置包括内圈、位于内圈外侧的外圈、位于内圈和外圈之间的环形活塞、位于内圈和外圈之间的环形密封板,所述内圈的下端与夹套的顶端密封连接,所述外圈的下端与夹套的顶端密封连接,所述内圈的外侧壁和外圈的内侧壁围成的腔室与换热室连通;所述活塞设置在密封板的下方,所述密封板与内圈之间螺纹连接,所述密封板与外圈之间螺纹连接,所述密封板与内圈之间使用热熔胶密封,所述密封板与外圈之间使用热熔胶密封;所述活塞和密封板之间设置有多根弹簧,所述弹簧的下端与活塞固定连接。

[0018] 作为上述技术方案的改进,所述内圈和外圈之间还设置有位于密封板上方的水封层。

[0019] 作为上述技术方案的改进,所述密封板的上方设置有多根推杆,推杆的下端与密封板固定连接。

[0020] 作为上述技术方案的改进,所述导热粉是由铜粉和锆粉按照质量比100:(1.6~1.7)的比例混合制成。

[0021] 作为上述技术方案的改进,所述铜粉的粒径小于或等于0.5微米,所述锆粉的粒径小于或等于0.5微米。

[0022] 本发明具有以下优点:该铝型材生产线余热综合利用系统通过利用第二换热管对铝熔炼炉排出的高温烟气中的余热进行热交换,又利用第一换热管和导热粉配合对铝熔炼炉熔炼结束后铝熔炼炉自身残留的余热进行利用,第一换热管和第二换热管的换热效率高,换热效果好,热量损失少;利用上述余热将第一换热管和第二换热管中的自来水加热成热水并在保温水箱中暂存,当锅炉需要用水时,可直接利用保温水箱中储存的热水,缩短锅炉的加热时间,铝熔炼炉的余热被充分利用,余热利用率高,节省煤炭等燃料或电能的消耗,经济价值高,减少了环境污染,降低了温室效益,符合国家节能环保的政策要求,具有极大的推广价值。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明所述铝型材生产线余热综合利用系统结构示意图

[0024] 图2为本发明所述铝熔炼炉结构示意图。

[0025] 图3为本发明所述第一换热管结构示意图。

[0026] 图4为本发明所述波纹管结构示意图。

[0027] 图5为本发明所述缓冲装置结构示意图。

## 具体实施方式

[0028] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0029] 需要说明的是，当元件被称为“固定于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。

[0030] 如图1-2所示，铝型材生产线余热综合利用系统，包括铝熔炼炉1、锅炉2，铝熔炼炉1的燃烧室出烟口上方安装有烟囱11，铝熔炼炉1的外部包裹有保温层5；铝熔炼炉1的外侧壁和保温层5之间设置有夹套，夹套和铝熔炼炉1的外侧壁之间设置有换热室，换热室中设置有螺旋状第一换热管3，换热室中还填充有导热粉4，导热粉4将第一换热管3包裹；铝熔炼炉1和锅炉2之间设置有保温水箱7，第一换热管3和保温水箱7之间设置有第一保温水管71，第一保温水管71的一端与第一换热管3的出水端连通，第一保温水管71的另一端与保温水箱7连通；烟囱11的内部设置有蛇形第二换热管6，第二换热管6的出水端口和保温水箱7之间设置有第二保温水管72，第二保温水管72的一端与第二换热管6的出水端口连通，第二保温水管72的另一端与保温水箱7连通；保温水箱7和锅炉2之间设置有水泵21和水阀22，水泵21的输入端与保温水箱7连通，水泵21的输出端与水阀22的一端连通，水阀22的另一端与锅炉2的进水管连通。

[0031] 铝型材生产线余热综合利用系统的余热利用过程具体如下：铝熔炼炉1在进行熔炼作业时，烟囱11中向外排出烟气；第二换热管6的进水端口接入自来水，该烟气中的热量与第二换热管6中的自来水进行热交换使其迅速变为85~90℃的热水，该热水通过第二保温水管72流入到保温水箱7中暂存，此时保温水箱7中热水的温度为75~81℃；此时，如果锅炉2需要用水，则只需要启动水泵21，打开水阀22，将保温水箱7中热水输入到锅炉2中加热至沸腾即可。在上述过程中，需要严格控制第二换热管6中水的流量，避免因流量过小导致第二换热管6中的水发生沸腾，第二换热管6中水的流量控制在13~20m<sup>3</sup>/s，严格控制第二换热管6的出水温度，使其为85~90℃。

[0032] 当铝熔炼炉1熔炼完毕时，烟囱11中仍有大量的余热，因此继续给第二换热管6进水，直至第二换热管6的出水温度低于65℃时，第二换热管6停止进水。在铝熔炼炉1熔炼完毕，铝熔炼炉1的侧壁在保温层5的作用下，铝熔炼炉1侧壁上的余热不易散失掉。此时给第一换热管3的进水端通入自来水，铝熔炼炉1侧壁的余热与换热室中的导热粉4进行热交换，导热粉4与第一换热管3中的水也发生热交换，使得第一换热管3中的水能够被迅速加热。通过控制第一换热管3中水的流量，使得第一换热管3的出水温度最高不超过90℃且最低不低于65℃；第一换热管3中的热水在第一保温水管71的输送下被送入保温水箱7中。如果锅炉2需要用水，则只需要启动水泵21，打开水阀22，将保温水箱7中热水输入到锅炉2中加热至沸腾即可。其中，在铝熔炼炉1进行熔炼时，由于需要保持铝熔炼炉1内部温度的恒定，第一换热管3中不能存在水，第一换热管3中残留的水需要排空。由于铝熔炼炉1侧壁本身材料大多使用铁合金、或者耐火砖之类的材料制成，夹套一般都用铁合金制成，这使得如果直接向换热室中通入自来水，那么自来水易被污染，即使后续被锅炉2加热，也不能直接饮用或洗漱，

限制了锅炉2排出水的用途;而且铝熔炼炉1侧壁直接被自来水冲刷易腐蚀受损,会影响铝熔炼炉1的使用寿命。而本发明中采用导热粉4作为换热中介,导热粉4能够迅速将铝熔炼炉1侧壁传递至第一换热管3,自来水在第一换热管3能够保证用水健康,即使第一换热管3发生损坏,只需要更换第一换热管3即可,维修成本低。同时,导热粉4虽然将第一换热管3完全包裹,但是导热粉4的粉体之间存在间隙,这使得导热粉4具有缓冲效果,导热粉4能够降低第一换热管3、第一换热管3内的水因热胀冷缩带来的不利影响。

[0033] 铝型材生产线余热综合利用系统即利用铝熔炼炉1排出的高温烟气中的余热,又利用铝熔炼炉1熔炼结束后铝熔炼炉1自身残留的余热,利用上述余热将自来水加热成热水并在保温水箱7中暂存;当锅炉2需要用水时,可直接利用保温水箱7中储存的热水,缩短锅炉2的加热时间,铝熔炼炉1的余热被充分利用,余热利用率高,节省煤炭等燃料的消耗,经济价值高,减少了环境污染,降低了温室效益,符合国家节能环保的政策要求。

[0034] 如图3所示,在有些实施例中,第一换热管3包括圆铜管体31,圆铜管体31的内壁镀有一层银镜层一32,银镜层一32的表面设置有多道轴向凸筋33,轴向凸筋33由改性石墨烯制成。

[0035] 由于圆铜管体31主要材质为紫铜,其导热性优良,成本低;银镜层一32的成分为银,银的热导率 $429\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,银的热导率大于铜。石墨烯具有非常好的热传导性能,纯的无缺陷的单层石墨烯的导热系数高达 $5300\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,是目前为止导热系数最高的碳材料,当它作为载体时,它的导热系数也可达 $600\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,也远大于银的热导率。由于第一换热管3从外到内可分为三层,每层的导热系数都是梯度上升的,这有利于热量从第一换热管3的外部传递至第一换热管3的内部,再加上轴向凸筋33的存在,根据尖端尖端热效应可知,热量会向轴向凸筋33处推移集中,这也有利于第一换热管3的外部传递至第一换热管3的内部,并使得第一换热管3与其内部的水发生热交换的效率变得更高,热交换效果变得更好;再加上由于银镜层一32的存在,银镜层一32的镜面,能够加强第一换热管3内部的热辐射发生镜面反射积聚增多,相对于漫反射的反射角无法控制,镜面反射的增多,使得热量损失更少,这使得热量对水的辐射传热效果得到增强,轴向凸筋33的存在能够改变折射角,这有利于延长辐射热量在第一换热管3内部的滞留时间,进一步提高换热效果。同时,银离子可以杀菌消毒,这使得第一换热管3内部水的卫生状况得到保证。

[0036] 本发明第一换热管3与同等管径及长度的紫铜管相比,根据他们在2h中管内部水提升温度的比值来计算,本发明第一换热管3的换热效率是同等管径及长度的紫铜管的1.043倍;而银的热导率只是铜热导率的1.07倍,由于普通纯银管的内壁非镜面,热量辐射大多为漫反射,热量损失较多;相对于使用普通纯银管来说,本发明第一换热管3更经济。使用本发明第一换热管3给管内的水加热到指定温度所消耗的时间相对于同等管径及长度的紫铜管来说,本发明第一换热管3的换热速率是同等管径及长度的紫铜管的1.92倍。

[0037] 第一换热管3的制作方法见以下实施例:

[0038] 实施例1

[0039] 1) 圆铜管体31选用紫铜制成,对圆铜管体31的内壁清洗、抛光后,通过化学镀银法或电镀银法在圆铜管体31的内壁生成银镜层一32;

[0040] 2) 将石墨烯与水按照质量比为1:100的比例混合,然后利用超声波震荡分散5h制成石墨烯溶液;将还原剂水合肼和水按照质量比为1:66的比例混合均匀,制得还原剂溶液;

将银氨溶液、还原剂溶液、石墨烯溶液按照质量比为1:10:53的比例混合进行还原银反应,得到银-石墨烯复合溶液;将银-石墨烯复合溶液静置6h产生沉淀,将沉淀物过滤然后在60℃的温度下烘干,在烘干后的物质中添加水制成pH为8的混合液,混合液再次静置3h产生沉淀,将沉淀物过滤然后在60℃的温度下烘干,即制得改性石墨烯;

[0041] 3) 将改性石墨烯与水按照质量比为1:130的比例混合,然后利用超声波震荡分散5h制成改性石墨烯溶液;将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体31的轴向在银镜层一32的表面涂覆成长条状,在80℃的温度下烘干;再将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体31的轴向在银镜层一32的表面同样的位置再次涂覆成长条状,并在80℃的温度下烘干,如此重复6次得到半成品轴向凸筋33;再将带有银镜层一32和半成品轴向凸筋33的圆铜管体31送入到烧结炉中,在惰性气体的保护下,在950℃的温度下烧结即制成第一换热管3。在该实施例中,轴向凸筋33的合格率为95.3%。

[0042] 实施例2

[0043] 1) 圆铜管体31选用紫铜制成,对圆铜管体31的内壁清洗、抛光后,通过化学镀银法或电镀银法在圆铜管体31的内壁生成银镜层一32;

[0044] 2) 将石墨烯与水按照质量比为1:120的比例混合,然后利用超声波震荡分散5.5h制成石墨烯溶液;将还原剂水合肼和水按照质量比为1:69的比例混合均匀,制得还原剂溶液;将银氨溶液、还原剂溶液、石墨烯溶液按照质量比为1:10:53的比例混合进行还原银反应,得到银-石墨烯复合溶液;将银-石墨烯复合溶液静置6.5h产生沉淀,将沉淀物过滤然后在80℃的温度下烘干,在烘干后的物质中添加水制成pH为8的混合液,混合液再次静置3.5h产生沉淀,将沉淀物过滤然后在80℃的温度下烘干,即制得改性石墨烯;

[0045] 3) 将改性石墨烯与水按照质量比为1:140的比例混合,然后利用超声波震荡分散5.5h制成改性石墨烯溶液;将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体31的轴向在银镜层一32的表面涂覆成长条状,在85℃的温度下烘干;再将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体31的轴向在银镜层一32的表面同样的位置再次涂覆成长条状,并在85℃的温度下烘干,如此重复7次得到半成品轴向凸筋33;再将带有银镜层一32和半成品轴向凸筋33的圆铜管体31送入到烧结炉中,在惰性气体的保护下,在955℃的温度下烧结即制成第一换热管3。在该实施例中,轴向凸筋33的合格率为95.9%。

[0046] 实施例3

[0047] 1) 圆铜管体31选用紫铜制成,对圆铜管体31的内壁清洗、抛光后,通过化学镀银法或电镀银法在圆铜管体31的内壁生成银镜层一32;

[0048] 2) 将石墨烯与水按照质量比为1:150的比例混合,然后利用超声波震荡分散6h制成石墨烯溶液;将还原剂水合肼和水按照质量比为1:80的比例混合均匀,制得还原剂溶液;将银氨溶液、还原剂溶液、石墨烯溶液按照质量比为1:10:53的比例混合进行还原银反应,得到银-石墨烯复合溶液;将银-石墨烯复合溶液静置7h产生沉淀,将沉淀物过滤然后在90℃的温度下烘干,在烘干后的物质中添加水制成pH为8的混合液,混合液再次静置5h产生沉淀,将沉淀物过滤然后在90℃的温度下烘干,即制得改性石墨烯;

[0049] 3) 将改性石墨烯与水按照质量比为1:150的比例混合,然后利用超声波震荡分散6h制成改性石墨烯溶液;将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体31的轴向在银镜层一32的表面涂覆成长条状,在90℃的温度下烘干;再将改性石墨烯溶液沿着圆铜管体31的轴向在银镜层

一32的表面同样的位置再次涂覆成长条状,并在90℃的温度下烘干,如此重复8次得到半成品轴向凸筋33;再将带有银镜层一32和半成品轴向凸筋33的圆铜管体31送入到烧结炉中,在惰性气体的保护下,在956℃的温度下烧结即制成第一换热管3。在该实施例中,轴向凸筋33的合格率为96.6%。

[0050] 在第一换热管3的制作过程中,如果直接采用化学气相沉积法制成轴向凸筋33,此时石墨烯与银镜层一32之间的结合力差,第一换热管3使用一段时间后,即会在水流的冲击下,使得水中含有微量的石墨烯,这会影晌水质,也就是说直接采用化学气相沉积法制成轴向凸筋33的使用寿命短。而本发明先通过对石墨烯进行改性,使得石墨烯与银进行复合,然后再制成半成品轴向凸筋33,最后经过烧结,使得本发明轴向凸筋33与银镜层一32之间的结合力更优。在改性石墨烯中,由于其中含有银,这与银镜层一32中的成分相同,在烧结的作用下,显著提高轴向凸筋33与银镜层一32之间的结合力。本发明轴向凸筋33的使用寿命是半成品轴向凸筋33使用寿命的76~87倍。其中,由于半成品轴向凸筋33的烧结温度低于银的熔点,并在惰性气体的保护下,银镜层一32不会被氧化,银镜层一32不会被大面积破坏。

[0051] 在有些实施例中,第二换热管6包括多个首尾相连的波纹管61,相邻波纹管61之间设置有弯管62,相邻波纹管61之间通过弯管62连通,波纹管61的内壁镀有一层银镜层二61a,如图4所示,波纹管61包括多段圆铜管段611,相邻圆铜管段611之间设置有球形管段612,球形管段612与圆铜管段611连通,圆铜管段611的侧壁设置有多个向圆铜管段611的内部凹陷的球缺状凹坑6111。

[0052] 由于第二换热管6内层的导热系数高,这有利于热量从第二换热管6的外部传递至第二换热管6的内部。由于银镜层二61a的存在,能够加强第二换热管6内部的热辐射发生镜面反射积聚增多,相对于漫反射的反射角无法控制,镜面反射的增多,使得热量损失更少,这使得热量对水的辐射传热效果得到增强。当热量被折射、反射到球形管段612的内部时,热量不易辐射出来,也就是说热量在球形管段612内部的滞留时间变长,辐射传热效果显著增强。由于球缺状凹坑6111的存在,使得圆铜管段611的内部存在一个与球缺状凹坑6111对应的凸起,该凸起能够改变反射、折射角,促使圆铜管段611内部的热量折射到球形管段612的内部,进一步提高换热效果。同时,银离子可以杀菌消毒,这使得第二换热管6内部水的卫生状况得到保证。

[0053] 第二换热管6在制作时,先加工出的换热效率球缺状凹坑6111,然后再采用化学镀银法或电镀银法制成银镜层二61a。

[0054] 本发明第二换热管6与同等管径(与圆铜管段611的管径相同)、同等长度(与第二换热管6的长度相同)的紫铜管相比,根据他们在2h中管内部水提升温度的比值来计算,本发明第二换热管6的换热效率是紫铜管的1.057倍;而银的热导率只是铜热导率的1.07倍,由于普通纯银管的内壁非镜面,热量辐射大多为漫反射,热量在管内滞留时间短,热量损失较多;相对于使用普通纯银管来说,本发明第二换热管6更经济。使用本发明第二换热管6给管内的水加热到指定温度所消耗的时间相对于同等管径(与圆铜管段611的管径相同)、同等长度(与第二换热管6的长度相同)的紫铜管来说,本发明第二换热管6的换热速率是紫铜管的1.68倍。

[0055] 在有些实施例中,为保证导热粉4与第一换热管3之间的换热效果,导热粉4在将第

一换热管3完全包裹的同时,导热粉4的粉体之间的缝隙越小,导热粉4与第一换热管3之间的接触面积就越大,导热粉4与第一换热管3之间的换热效果;但是,在高温下热膨胀时,由于导热粉4的粉体之间的缝隙变小,导热粉4能够起到缓冲的作用有限,第一换热管3在长时间的工作下,还是易发生变形。进一步地,如图5所示,夹套的上方设置有缓冲装置8,缓冲装置8包括内圈81、位于内圈81外侧的外圈82、位于内圈81和外圈82之间的环形活塞83、位于内圈81和外圈82之间的环形密封板84,内圈81的下端与夹套的顶端密封连接,外圈82的下端与夹套的顶端密封连接,内圈81的外侧壁和外圈82的内侧壁围成的腔室与换热室连通;活塞83设置在密封板84的下方,密封板84与内圈81之间螺纹连接,密封板84与外圈82之间螺纹连接,密封板84与内圈81之间使用热熔胶密封,密封板84与外圈82之间使用热熔胶密封;活塞83和密封板84之间设置有多根弹簧85,弹簧85的下端与活塞83固定连接。

[0056] 在有些实施例中,为保证导热粉4与第一换热管3之间的换热效果,需要向下旋转密封板84,密封板84挤压弹簧85使得活塞83向下运动,直至活塞83开始挤压导热粉4,弹簧85的弹力还能够促使导热粉4的粉体之间变得更致密,导热粉4的粉体之间的缝隙越小,保证导热粉4与第一换热管3之间的接触面积,保证导热粉4与第一换热管3之间的换热效果。当发生热膨胀时,由于导热粉4具有流动性且能够传递该形变力,导热粉4会将热膨胀产生的形变集中并转移至活塞83,而活塞83在弹簧85的缓冲下向上运动释放由热膨胀带来的影响;当温度恢复到室温后,热膨胀力消失,弹簧85恢复原状。这使得在保证导热粉4与第一换热管3之间的换热效果的同时,还能够消除热膨胀对第一换热管3的影响,避免第一换热管3发生剧烈变形,有效延长了第一换热管3的使用寿命。

[0057] 密封板84与内圈81之间螺纹连接,密封板84与外圈82之间螺纹连接,这使得密封板84拆卸简单,有利于后续维修。密封板84与内圈81之间使用热熔胶密封,密封板84与外圈82之间使用热熔胶密封;这使得换热室处于密封状态,避免外界空气中的氧气、二氧化碳等气体流到换热室内部,有效避免导热粉4被影响。热熔胶也方便除去,不会给后续维修带来阻力。

[0058] 在有些实施例中,内圈81和外圈82之间还设置有位于密封板84上方的水封层86。在密封板84上方灌入自来水形成水封层86,水封层86的作用有:一方面不但能够进一步隔绝空气,而且当密封板84与内圈81、外圈82之间存在缝隙时,在高温的作用,活塞83和密封板84之间的气压变大,如果在密封板84与内圈81或密封板84与外圈82的连接处之间发现气泡,说明密封板84与内圈81或密封板84与外圈82的连接处存在缝隙,需要及时维修;另一方面,水封层86还具有降温效果,水封层86易吸热并通过蒸发散热,使得密封板84的周围的温度不超过90℃,这使得密封板84与内圈81之间的热熔胶以及密封板84与外圈82之间的热熔胶不会因为高温导致软化,有效保证密封板84与内圈81之间以及密封板84与外圈82之间的密封性。由于水封层86存在蒸发,因此需要定期补充。

[0059] 在有些实施例中,为方便旋转推动密封板84,密封板84的上方设置有多根推杆87,推杆87的下端与密封板84固定连接。

[0060] 由于导热粉4为粉末状,导热粉4的粉体之间存在间隙,这使得换热室中仍然残留有微量的空气,导热粉4的主要材料是跟圆铜管体31材质相同,由于铜粉被氧化后其导热性下降,为避免部分铜粉被残留的氧气氧化。进一步地,导热粉4是由铜粉和锆粉按照质量比100:(1.6~1.7)的比例混合制成。锆的熔点为769℃,锆的活泼性远大于铜,锆也容易传热,

因此锆粉比铜粉易氧化,在铜粉和锆粉混合,锆粉先氧化消耗掉换热室中残留的氧气,降低铜粉被氧化的比例,延长导热粉4的使用寿命。本发明导热粉4的使用寿命是纯铜粉(不含其他材质粉体)的1.73倍。

[0061] 在有些实施例中,铜粉的粒径小于或等于0.5微米,锆粉的粒径小于或等于0.5微米。通过控制导热粉4的粒径,使得导热粉4能够易被紧密压实,保证导热粉4与第一换热管3的接触面积。

[0062] 在有些实施例中,本发明铝型材生产线余热综合利用系统,由于对第一换热管3和第二换热管6是对传统换热管的结构进行的优化设计,本发明第一换热管3和第二换热管6的换热效率高,换热效果好,热量损失少。本发明铝型材生产线余热综合利用系统运行24h,余热利用率高,锅炉2节约的燃料或电能可在67.7~73.1%,具有极大的推广价值。

[0063] 需要说明的是,在本文中,如若存在第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0064] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

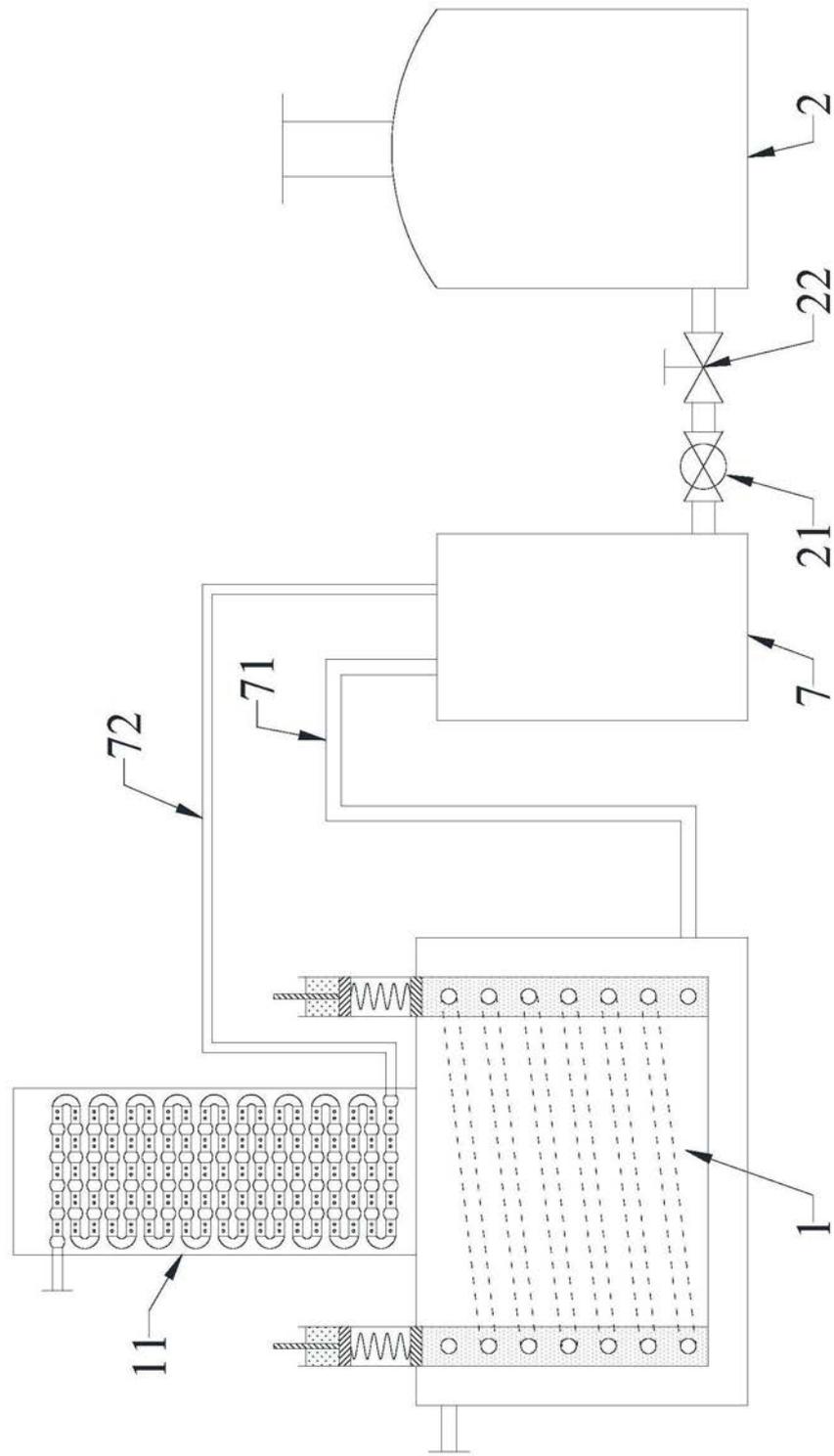


图1

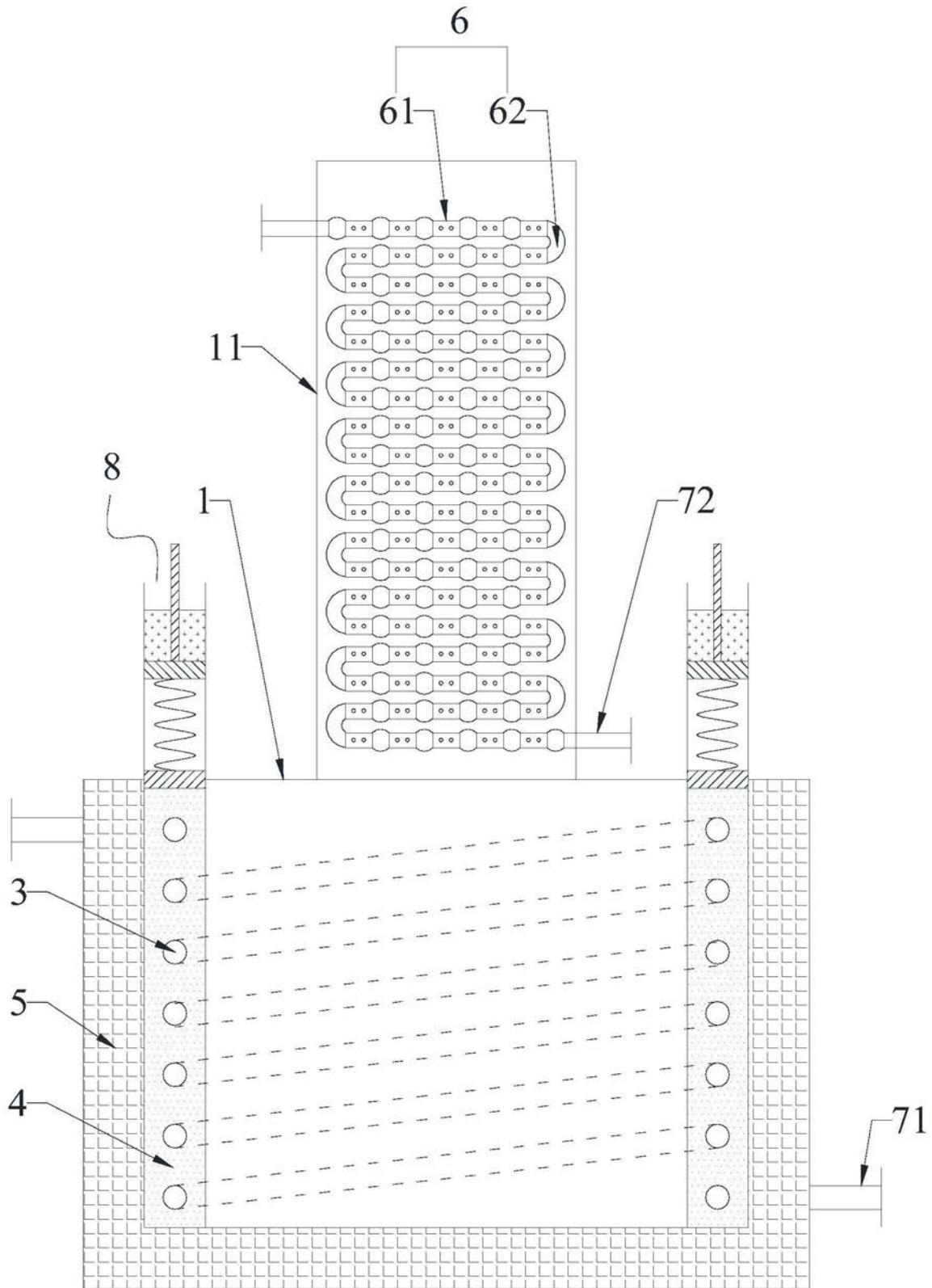


图2

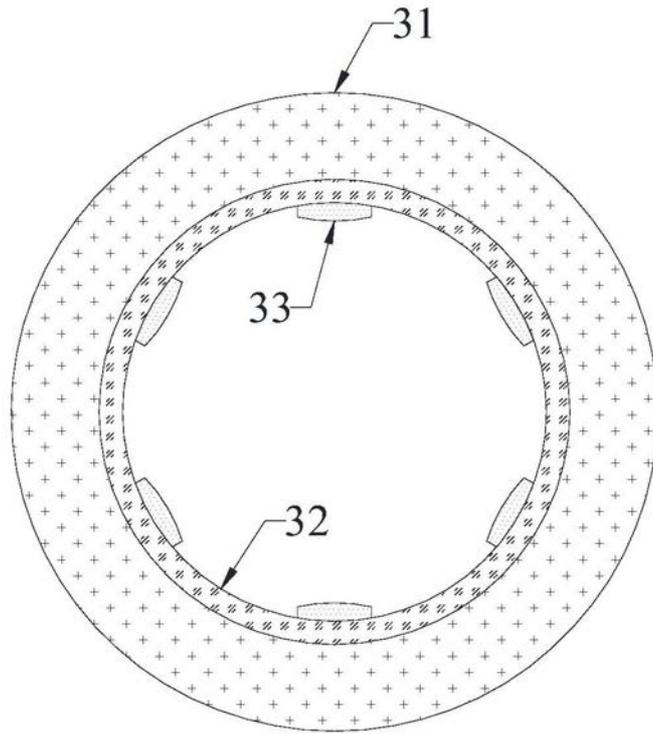


图3

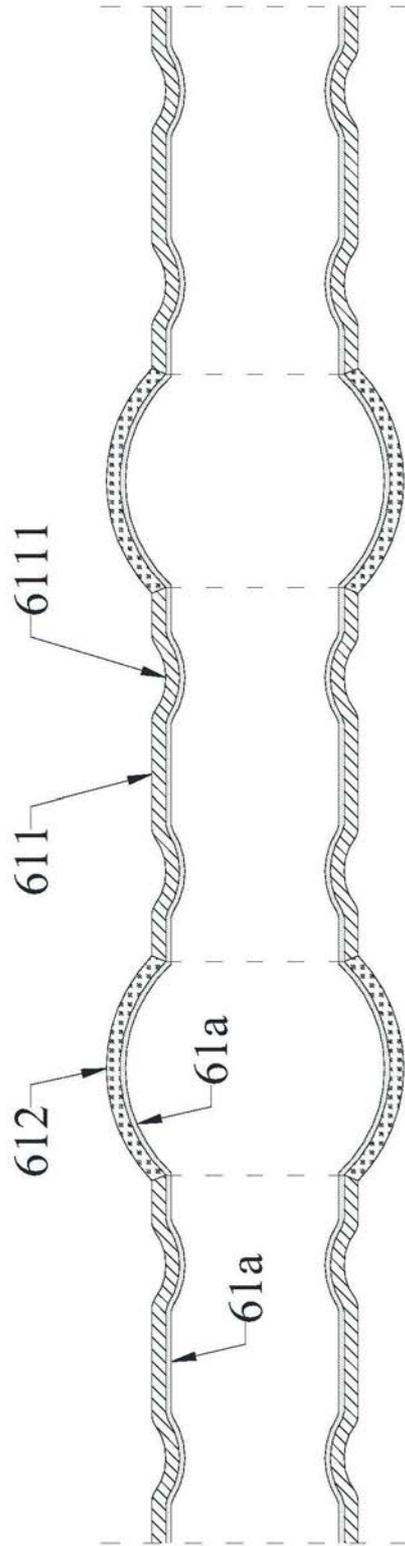


图4

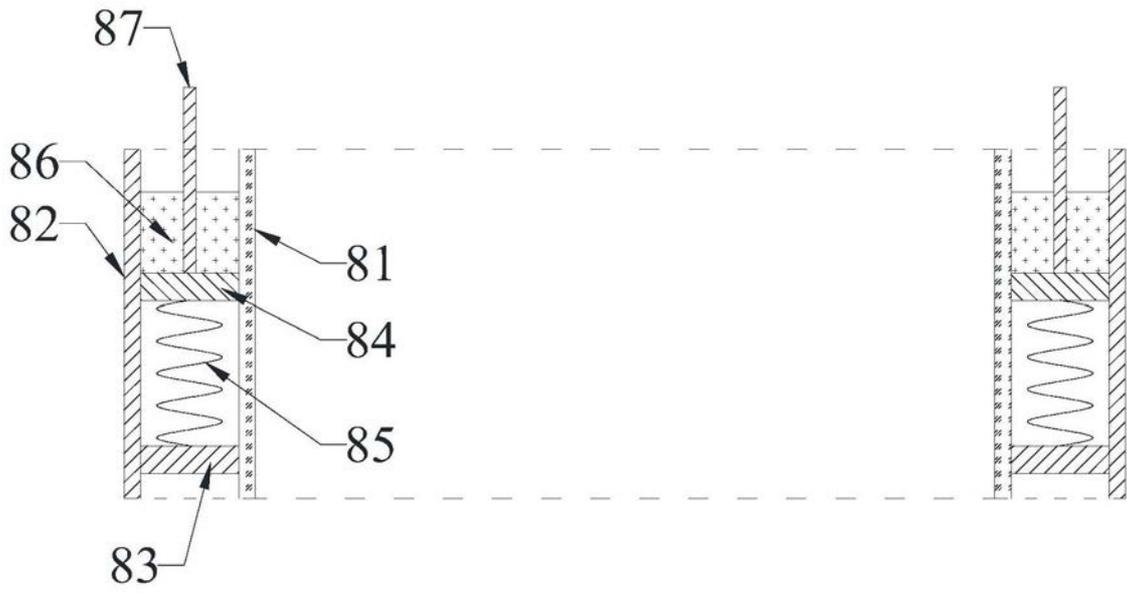


图5