



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110783601 B

(45) 授权公告日 2020.10.27

(21) 申请号 201911081925.2

H01M 8/04082 (2016.01)

(22) 申请日 2019.11.07

H01M 8/04701 (2016.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110783601 A

审查员 陈盛

(43) 申请公布日 2020.02.11

(73) 专利权人 安徽伯华氢能源科技有限公司
地址 235100 安徽省淮北市濉溪县濉芜产
业园区海棠路与芜湖四路交叉口

(72) 发明人 刘青 马凯成 史亮 张晓岭
祝妍 王国庆 王广飞 姜慧

(74) 专利代理机构 合肥市浩智运专利代理事务
所(普通合伙) 34124
代理人 杜丹丹

(51) Int. Cl.

H01M 8/04007 (2016.01)

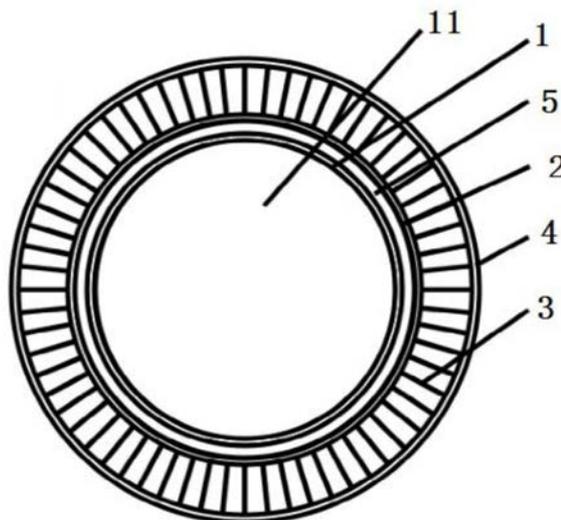
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种换热装置及加热系统

(57) 摘要

本发明公开一种换热装置,设置在储氢罐外,包括与储氢罐间隔设置的内套筒,内套筒外壁设有多个翅片,翅片外设置外套筒;本发明还公开使用该换热装置的加热系统,包括燃料电池、储氢罐、供氢管道、空气入口管道、燃料电池尾气管道或冷却系统,换热装置。本发明的有益效果:通过在储氢罐设置换热装置,进行换热,提高湍流强度,从而提高换热效率;该加热系统一方面有利于降低系统能耗、提高能量综合利用效率;另一方面实现储氢罐放氢工作温度的有效控制,实现储氢系统最大有效储氢能力的利用。



1. 一种换热装置,设置在储氢罐外,其特征在于,包括与储氢罐间隔设置的内套筒,内套筒外壁设有多个翅片,翅片外设置外套筒;所述储氢罐的外壁与内套筒之间采用柔性石墨薄套筒填充;

所述翅片为波纹结构的翅片、具有开缝结构的翅片、具有百叶窗结构的翅片、具有带涡产生器结构的翅片中的任意一种或组合。

2. 根据权利要求1所述的一种换热装置,其特征在于,所述翅片为沿储氢罐壁外圆周散射布置的强化传热翅片。

3. 一种采用上述权利要求1-2任一项所述的换热装置的加热系统,其特征在于,包括燃料电池、储氢罐、供氢管道、空气入口管道、燃料电池尾气管道、换热装置;换热装置设置在储氢罐外,储氢罐内为能够产生氢气的金属氢化物反应床,储氢罐通过供氢管道连接燃料电池,空气入口管道连接燃料电池,燃料电池尾气管道连接燃料电池与换热装置。

4. 根据权利要求3所述的一种加热系统,其特征在于,还包括用于将在换热装置中换热后的尾气排入空气中的排气管道,排气管道连接换热装置。

5. 一种采用上述权利要求1-2任一项所述的换热装置的加热系统,其特征在于,包括燃料电池、储氢罐、供氢管道、空气入口管道、燃料电池尾气管道、换热装置、冷却剂管道、循环泵、散热器;换热装置设置在储氢罐外,储氢罐内为能够产生氢气的金属氢化物反应床,储氢罐通过供氢管道连接燃料电池,空气入口管道连接燃料电池,冷却剂管道由散热器出口引出,穿过燃料电池后穿过换热装置,后连接散热器入口,冷却剂管道内冷却剂由冷却剂管道上的循环泵驱动循环流动。

6. 根据权利要求5所述的一种加热系统,其特征在于,还包括用于将燃料电池产生的废气排入到空气中的排气管道,排气管道连接燃料电池。

一种换热装置及加热系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种氢燃料电池系统与金属氢化物储氢技术领域,尤其涉及的是一种换热装置及加热系统。

背景技术

[0002] 燃料电池的工作原理是通过氢气与氧气发生电化学反应产生电能。燃料电池的电效率大约在50%左右,即产生一定功率的燃料电池系统,就会同时产生相同功率的余热。

[0003] 目前,燃料电池产生的余热主要通过3种方式排出:1)燃料电池自身以热辐射形式向大气环境散发热量,该辐射热量的大小与燃料电池的表面结构、工作温度与环境温度相关;2)氢气与氧气反应生成水中的一部分水吸收热量被汽化,将电堆热量带走;3)辐射散热和汽化散热,其占据燃料电池余热的份额并不大,常见的车用燃料电池(质子交换膜型燃料电池)的工作温度在100℃以内,为了使系统温度维持在燃料电池的最佳工作温度,通常需要设计燃料电池冷却系统,带走90%以上的余热。对于低功率燃料电池系统,通常采用空气冷却,因此燃料电池尾气中携带了大量余热;对于高功率燃料电池系统,通常采用水冷系统,利用循环冷却水流经燃料电池电堆的散热结构,带走热量。鉴于燃料电池的余热如此可观,对这部分余热的回收利用对于降低系统能耗、提高能量综合利用效率意义十分重大。

[0004] 为燃料电池提供氢气的储氢系统,通常采用高压储氢、低温液态储氢、金属氢化物储氢以及物理吸附储氢等技术手段。其中,高压储氢是目前使用比较广泛的储氢方式,但是高压储氢存在安全性风险、加氢难度大、能耗高等缺点。金属氢化物储氢是通过金属与氢间生成化学键、氢以原子状态存在合金中来实现氢气存储的。金属储氢具有充氢压力低、储氢密度高、安全性强等特点,是一种极具竞争力的储氢方式。金属储氢材料放氢必须达到两个条件:第一,储氢材料达到放氢平台温度,这样储氢材料才具有相当的活化能,完成打开化学键的任务,这是放出氢气的前提。第二,释出的氢气压力要大于环境压力,氢气要具有一定的压力能,才能从金属储氢材料释放出来。否则,当环境压力大于氢气压力时,氢气会被吸入储氢材料内无法释出。因此,为保证氢燃料电池有足够的输出功率,需要对金属储氢系统进行必要的加热控制。加热控制的目的是通过提供足够的热量,保证储氢金属材料处于满足释放氢气所需要的工作温度。

[0005] 结合上述两方面的需求,有文献提出了回收利用燃料电池余热以加热金属氢化物储氢系统的设计。比如专利200810148884.X(用于燃料电池车的储氢系统)中公开了针对车载燃料电池系统中利用燃料电池余热加热金属氢化物储氢系统的设计,该设计在储氢罐内部设置了多个热交换管,使燃料电池组循环冷却系统的冷却剂在冷却燃料电池组之后,首先经由这些热交换管直接通入储氢罐内部,冷却储氢罐内部的合金粉末,之后再进入散热器将热量送出系统。该设计的缺点是由于利用燃料电池余热加热合金粉末的换热器内置于储氢罐中,造成储氢罐内部结构非常复杂,增加了储氢罐制造加工和内部结构安装的困难;传热管及其进出口腔室占据了储氢罐中较大体积,造成系统储氢能力下降;储氢罐两端均需开孔供冷却介质流通,造成储氢罐接头、密封等结构增加,泄漏风险增加;将冷却介质通入合金

反应床内部,如果发生传热管破损、冷却介质渗入反应床等情况,可能引发安全问题。又比如专利201510763446(金属氢化物储氢与燃料电池联合系统)中公开了针对作为手机信号基站备用电源系统的金属氢化物储氢与燃料电池联合系统的设计,该设计中将金属氢化物储氢罐置于与排风管道联通的热交换室内,利用燃料电池尾气中的余热加热储氢罐,尾气离开热交换室后再与新鲜空气混合,循环供给燃料电池。该设计的特征是热交换室截面形状为圆形,且内壁上设有散热叶片。该设计的缺点是散热叶片与热交换室内壁相连,而与储氢罐外表面不接触,且叶片纵向布置,叶片形状沿流动方向规则,实际上仅能起到将储氢罐与热交换室之间的环形流道沿圆周方向进行分隔的作用,对于空气与储氢罐之间传热的强化作用十分有限。该热交换室的设计虽然提供了一种空气流道的可能结构,但是这种设计的换热效果差,空气流经储氢罐光滑的外表面时,传热系数很低,空气中的热量很难有效传递给储氢罐内部的合金反应床,实际有效传热量仅为空气携带余热总量的很小一部分,无法实现燃料电池尾气中余热的高效利用。

[0006] 有鉴于此,现有技术还有待改进和提高。

[0007] 公开于该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题在于:如何解决现有燃料电池尾气中余热利用率低的问题。

[0009] 本发明通过以下技术手段实现解决上述技术问题的:

[0010] 一种换热装置,设置在储氢罐外,包括与储氢罐间隔设置的内套筒,内套筒外壁设有多个翅片,翅片外设置外套筒。

[0011] 本发明通过在储氢罐设置换热装置,进行换热,翅片用于改变传热面的外形,形成扩展表面,增加传热面积,并对流体造成强烈扰动,破坏流体的层流边界层,提高湍流强度,从而提高换热效率,且换热翅片设置在内套筒上,使换热装置与储氢罐结构分离,换热装置作为独立设备,可以很方便地适用于多种不同几何尺寸的储氢罐,适用范围广,设计灵活性高,方便加工不同的强化传热结构,安装与拆卸也十分便捷。

[0012] 优选的,所述翅片为波纹结构的翅片、具有开缝结构的翅片、具有百叶窗结构的翅片、具有带涡产生器结构的翅片中的任意一种或组合。

[0013] 优选的,所述翅片为沿储氢罐壁外圆周方向布置的强化传热翅片。

[0014] 优选的,所述储氢罐的外壁与内套筒之间采用柔性石墨薄套筒填充。

[0015] 本发明还提供一种采用上述任一种换热装置的加热系统,包括燃料电池、储氢罐、供氢管道、空气入口管道、燃料电池尾气管道、换热装置;换热装置设置在储氢罐外,储氢罐内为能够产生氢气的金属氢化物反应床,储氢罐通过供氢管道连接燃料电池,空气入口管道连接燃料电池,燃料电池尾气管道连接燃料电池与换热装置。

[0016] 本发明通过将燃料电池产生的废气预热传输到换热装置,换热装置将预热对储氢罐进行加热,一方面解决燃料电池余热高效回收的问题,有利于降低系统能耗、提高能量综合利用效率;另一方面同时解决金属氢化物储氢装置加热的问题,实现储氢罐放氢工作温度的有效控制,实现储氢系统最大有效储氢能力的利用;本发明用于采用空气冷却的小功

率燃料电池系统的余热回收。

[0017] 优选的,还包括用于将在换热装置中换热后的尾气排入空气中的排气管道,排气管道连接换热装置。

[0018] 本发明还提供一种采用上述任一种换热装置的加热系统,包括燃料电池、储氢罐、供氢管道、空气入口管道、燃料电池尾气管道、换热装置、冷却剂管道、循环泵、散热器;换热装置设置在储氢罐外,储氢罐内为能够产生氢气的金属氢化物反应床,储氢罐通过供氢管道连接燃料电池,空气入口管道连接燃料电池,冷却剂管道由散热器出口引出,穿过燃料电池后穿过换热装置,后连接散热器入口,冷却剂管道内冷却剂由冷却剂管道上的循环泵驱动循环流动。

[0019] 本发明通过冷却系统的循环换热原理,能够实现大功率的燃料电池系统的余热回收。

[0020] 优选的,还包括用于将燃料电池产生的废气排入到空气中的排气管道,排气管道连接燃料电池。

[0021] 本发明的优点在于:

[0022] (1) 本发明通过在储氢罐设置换热装置,进行换热,翅片用于改变传热面的外形,形成扩展表面,增加传热面积,并对流体造成强烈扰动,破坏流体的层流边界层,提高湍流强度,从而提高换热效率,且换热翅片设置在内套筒上,使换热装置与储氢罐结构分离,换热装置作为独立设备,可以很方便地适用于多种不同几何尺寸的储氢罐,适用范围广,设计灵活性高,方便加工不同的强化传热结构,安装与拆卸也十分便捷;

[0023] (2) 本发明通过将燃料电池产生的废气预热传输到换热装置,换热装置将预热对储氢罐进行加热,一方面解决燃料电池余热高效回收的问题,有利于降低系统能耗、提高能量综合利用效率;另一方面同时解决金属氢化物储氢装置加热的问题,实现储氢罐放氢工作温度的有效控制,实现储氢系统最大有效储氢能力的利用,可用于采用空气冷却的小功率燃料电池系统的余热回收;

[0024] (3) 本发明还可以通过冷却系统的循环换热原理,能够实现大功率的燃料电池系统的余热回收。

附图说明

[0025] 图1是本发明实施例一一种换热装置的横截面的结构示意图;

[0026] 图2是本发明实施例一中翅片的结构示意图;

[0027] 图3是本发明实施例二中翅片的结构示意图;

[0028] 图4是本发明实施例三中翅片的结构示意图;

[0029] 图5是本发明实施例四中翅片的结构示意图;

[0030] 图6是本发明适应于小功率燃料电池的加热系统的工艺结构图;

[0031] 图7是本发明适应于大功率燃料电池的加热系统的工艺结构图。

[0032] 图中标号:储氢罐1、内套筒2、翅片3、外套筒4、石墨薄套筒5、燃料电池6、供氢管道61、空气入口管道62、燃料电池尾气管道63、排气管道7、冷却剂管道8、循环泵81、散热器82。

具体实施方式

[0033] 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，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。

[0034] 实施例一：

[0035] 如图1、2所示，一种换热装置，设置在储氢罐1外，储氢罐1内为能够产生氢气的金属氢化物反应床11，包括与储氢罐间隔设置的内套筒2，内套筒2外壁设有多个翅片3，翅片3外设置外套筒4。

[0036] 本实施例中内套筒2与外套筒4为圆筒形结构，为了便于安装和拆卸，可以设置成能够拆卸的结构，如将内套筒2和外套筒4分体式设计，通过螺纹、卡接等方式再将分体式组装成整体式结构。

[0037] 本实施例中，所述翅片3为波纹结构的翅片，且沿内套筒2的外壁沿圆周方向布置，储氢罐1外表面通常为光滑表面，在储氢罐1外表面直接加工或焊接强化传热结构，会造成储氢罐1结构过于复杂，增加储氢罐1的成本，且造成储氢罐1加工、安装、拆卸的困难，而将翅片3固定在内套筒2上，使换热装置与储氢罐1结构分离，换热装置作为独立设备，可以很方便地适用于各种不同几何尺寸的储氢罐，适用范围广，设计灵活性高，方便加工不同的强化传热结构，安装与拆卸也十分便捷。

[0038] 本实施例中，所述储氢罐1的外壁与内套筒2之间采用柔性石墨薄套筒5填充。柔性石墨的导热系数非常高，石墨薄套筒5的传热热阻可以忽略，对传热过程的影响非常小；柔性石墨通常可用做密封填料，其弹性好、可压紧，用于补偿换热装置内套筒2储氢罐壁之间由于加工精度问题造成的安装间隙，可以解决安装间隙引入较大接触热阻的问题，降低换热装置内套筒2和储氢罐壁加工精度的要求，提高换热装置的总体换热性能。

[0039] 本发明通过在储氢罐1设置换热装置，进行换热，翅片3用于改变传热面的外形，形成扩展表面，增加传热面积，并对流体造成强烈扰动，破坏流体的层流边界层，提高湍流强度，从而提高换热效率，且换热翅片设置在内套筒上，使换热装置与储氢罐结构分离，换热装置作为独立设备，可以很方便地适用于多种不同几何尺寸的储氢罐，适用范围广，设计灵活性高，方便加工不同的强化传热结构，安装与拆卸也十分便捷。

[0040] 实施例二：

[0041] 如图3所示，本实施例与实施例一的区别在于：翅片3的结构不同。

[0042] 本实施中的翅片3为具有开缝结构的翅片。

[0043] 实施例三：

[0044] 如图4所示，本实施例与实施例一的区别在于：翅片3的结构不同。

[0045] 本实施中的翅片3为具有百叶窗结构的翅片。

[0046] 实施例四：

[0047] 如图5所示，本实施例与实施例一的区别在于：翅片3的结构不同。

[0048] 本实施中的翅片3为具有带涡产生器结构的翅片。

[0049] 所述换热装置的最主要特征在于，采用强化传热技术提高换热装置的传热性能，提高对燃料电池余热热能的利用效率，降低系统能耗。强化传热技术是能显著改善换热器

传热效果、提高传热速率的节能新技术。由于储氢罐1的圆柱形几何结构特征,以及所述换热装置对储氢罐采用外部加热方式的设计特点,决定了携带燃料电池余热的冷却介质(空气、水或其它冷却剂)在换热装置内的流道基本几何结构为环形流道,即所述换热装置内套筒2与外套筒3之间的环形流道。当冷却介质通过该环形流道流经待加热对象储氢罐外表面时,冷却介质与储氢罐之间的传热量可以由传热方程确定:

$$[0050] \quad Q=h \cdot A \cdot \Delta T_m$$

[0051] 为了提高冷却介质与储氢罐1之间的传热量,可以通过提高冷却介质与储氢罐1之间的传热系数 h 、增大冷却介质与储氢罐1之间的有效传热面积 A 、增大整个传热面上冷却介质与储氢罐壁面的平均温差 ΔT_m 来实现。强化传热技术就是通过改造传热面、改变流道形状或者借助导流件改变流体的流动,一方面通过扩展表面增大传热面积,另一方面促使边界层流体发生较大的扰动,以达到强化传热效果,从而增加单位面积换热量,提高热量的利用率。

[0052] 更进一步的,换热装置采用强化传热翅片作为强化传热结构。在换热装置内套筒2表面加工形成翅片3,翅片3的作用是改变传热面的外形,形成扩展表面,增加传热面积,并对流体造成强烈扰动,破坏流体的层流边界层,提高湍流强度,从而提高换热效率。翅片3沿储氢罐纵向布置,根据翅片表面结构的不同,所述强化传热翅片40又分为采用波纹结构(图2)、开缝结构(图3)、百叶窗结构(图4)、带涡产生器的结构(图5)四种翅片设计,相比平直翅片,其强化传热效果能够得到明显提高。

[0053] 如图6所示,本发明还提供一种采用上述换热装置的加热系统,包括燃料电池6、储氢罐1、供氢管道61、空气入口管道62、燃料电池尾气管道63、换热装置、排气管道7;排气管道7连接换热装置,换热装置设置在储氢罐1外,储氢罐1内为能够产生氢气的金属氢化物反应床,储氢罐1通过供氢管道61连接燃料电池,空气入口管道62连接燃料电池6,燃料电池尾气管道63连接燃料电池6与换热装置。

[0054] 供氢管道61连接金属氢化物储氢罐和燃料电池6,由储氢罐1向燃料电池6供氢;冷空气经空气入口管道62、与供氢管道61中的氢气混合后,进入燃料电池1;混合气体在燃料电池中发生化学反应后,由燃料电池6排出,携带余热的尾气进入燃料电池尾气管道63,并经由连接至安装在储氢罐1外侧的高效换热装置内的气体流道,将热量通过换热装置的强化传热结构传递给储氢罐1后,由排气管道7排入大气环境;该系统可用于采用空气冷却的小功率燃料电池系统的余热回收,例如在燃料电池电动自行车中利用燃料电池尾气中的余热为金属氢化物储氢装置提供加热。

[0055] 本系统通过将燃料电池产生的废气预热传输到换热装置,换热装置将预热对储氢罐进行加热,一方面解决燃料电池余热高效回收的问题,有利于降低系统能耗、提高能量综合利用效率;另一方面同时解决金属氢化物储氢装置加热的问题,实现储氢罐放氢工作温度的有效控制,实现储氢系统最大有效储氢能力的利用。

[0056] 本发明还提供一种采用上述任一种换热装置的加热系统,包括燃料电池6、储氢罐1、供氢管道61、空气入口管道62、燃料电池尾气管道63、换热装置、排气管道7、冷却剂管道8、循环泵81、散热器82;换热装置设置在储氢罐1外,储氢罐1内为能够产生氢气的金属氢化物反应床,储氢罐1通过供氢管道61连接燃料电池6,空气入口管道62连接燃料电池6,冷却剂管道8由散热器82出口引出,穿过燃料电池6后穿过换热装置,后连接散热器82入口,冷

却剂管道8内冷却剂由冷却剂管道8上的循环泵81驱动循环流动,排气管道7连接燃料电池6。

[0057] 本系统基于闭式水冷(或其它冷却剂)燃料电池余热回收利用的金属氢化物储氢装置加热系统。供氢管道61连接金属氢化物储氢罐和燃料电池6,由储氢罐1向燃料电池6供氢;冷空气经空气入口管道62、与供氢管道61中的氢气混合后,进入燃料电池6;混合气体在燃料电池6中发生化学反应后,与冷却剂管道8内的冷却剂换热,后冷却的废气由燃料电池6排出,携带热量的冷却剂在循环泵81的作用下进入换热装置,换热装置将热量传递给储氢罐1,用于加热,失去热量的冷却剂进入散热器82,进一步得到降温,冷却后的冷却剂重新进入燃料电池1进行热交换。所述系统可用于采用水(或其它冷却剂)冷却的大功率燃料电池系统的余热回收,例如在燃料电池电动汽车中利用燃料电池冷却剂中的余热为金属氢化物储氢装置提供加热。

[0058] 综上所述,本发明针对不同应用场景,分为2种设计:(1)针对小功率燃料电池系统,如燃料电池电动自行车,使用基于开式空气冷却燃料电池余热回收利用的金属氢化物储氢装置加热系统;(2)针对大功率燃料电池系统,如燃料电池汽车,使用基于闭式水冷(或其它介质作为冷却剂)燃料电池余热回收利用的金属氢化物储氢装置加热系统。

[0059] 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。

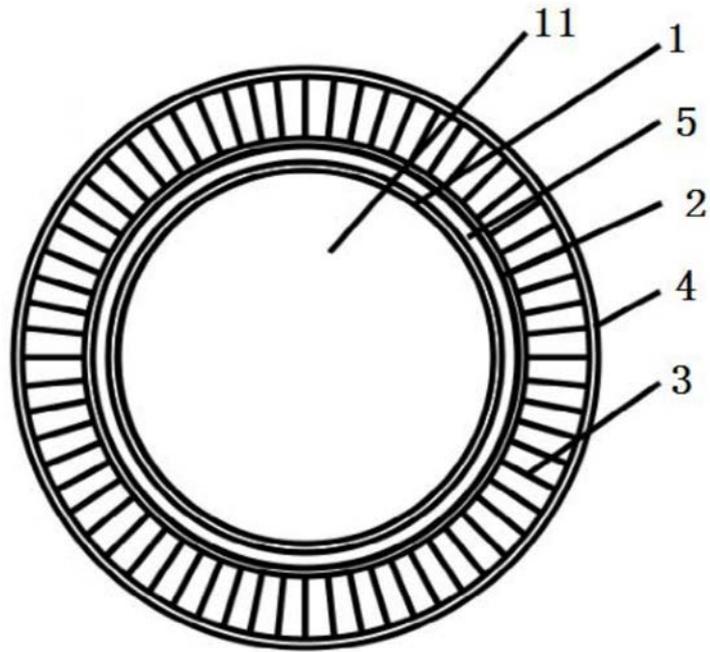


图1

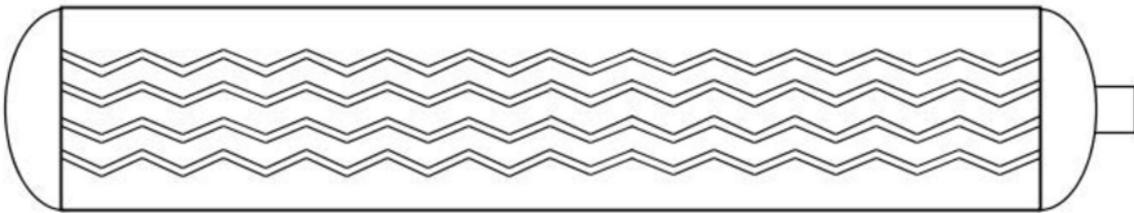


图2

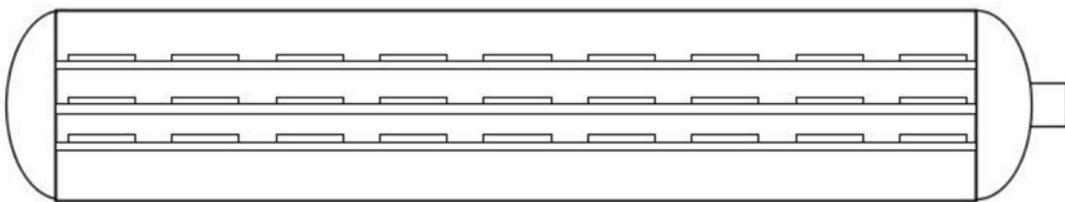


图3

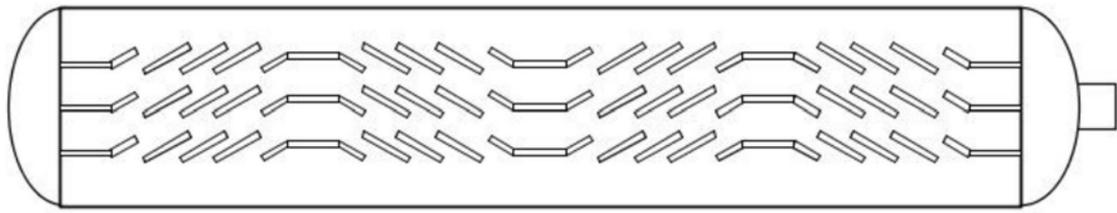


图4

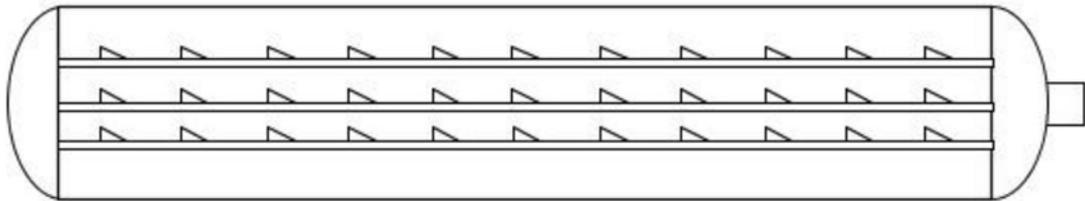


图5

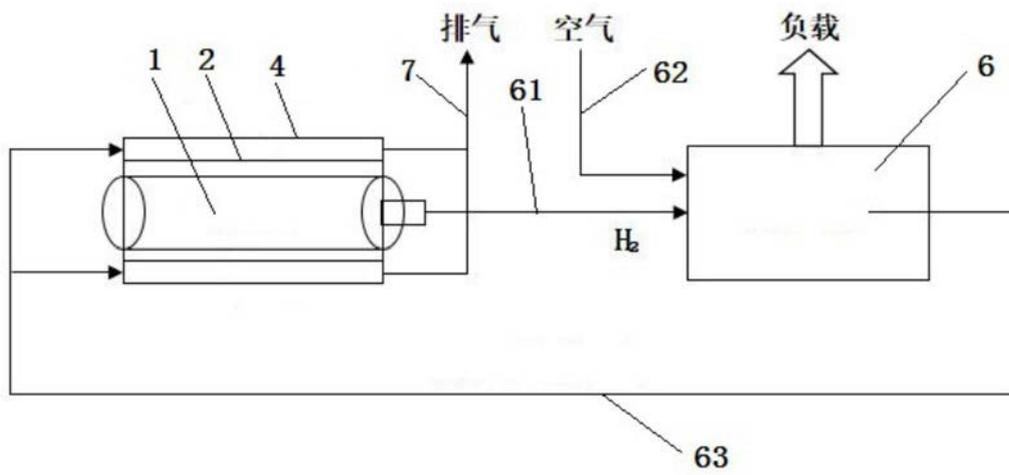


图6

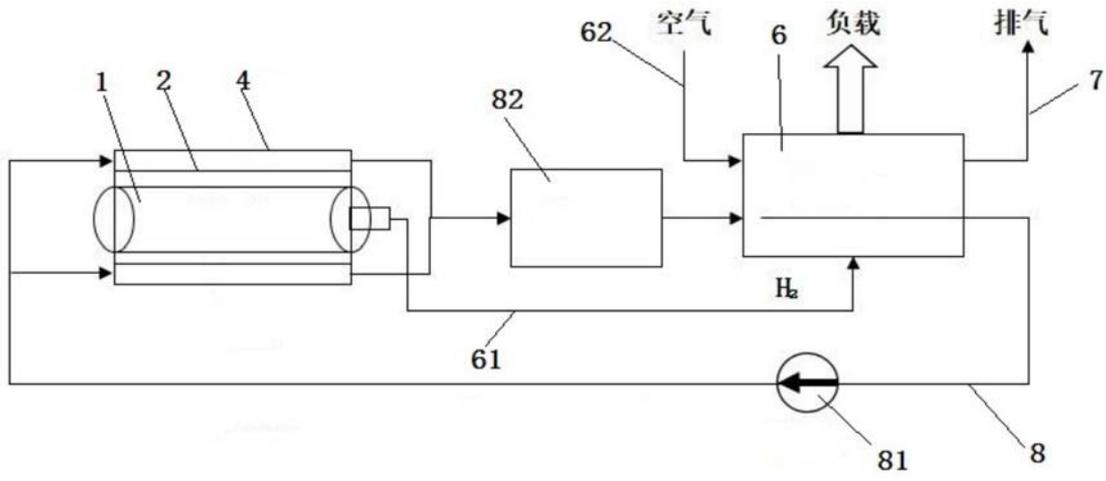


图7