



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106654318 B

(45)授权公告日 2019.09.27

(21)申请号 201611146139.2

H01M 8/04029(2016.01)

(22)申请日 2016.12.13

H01M 8/10(2016.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106654318 A

(56)对比文件

CN 103988144 A,2014.08.13,

CN 103113853 A,2013.05.22,

CN 104989548 A,2015.10.21,

US 2009205590 A1,2009.08.20,

CN 202855872 U,2013.04.03,

陈思彤 等.相变材料用于质子交换膜燃料电池的热管理.《化工学报》.2016,第67卷(第S1期),第1-6页.

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区北京市100084-82信箱

审查员 井二宝

(72)发明人 王树博 谢晓峰

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 陈波

(51)Int.Cl.

H01M 8/04(2016.01)

H01M 8/04007(2016.01)

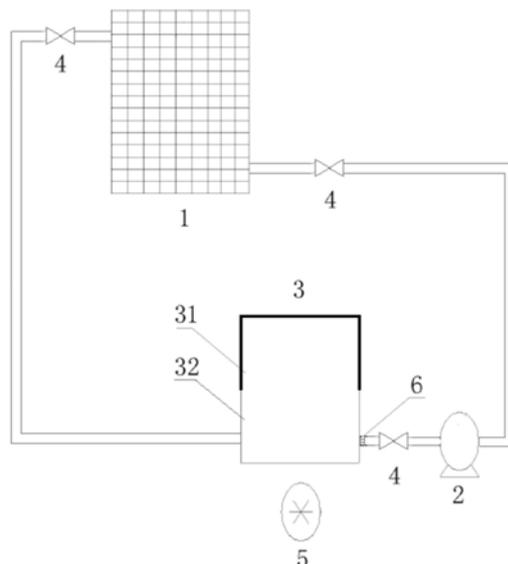
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统

(57)摘要

本发明涉及一种相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统。在冷却液箱内装有悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系，悬浮/漂浮相变胶囊的密度与冷却液的密度相当，使其能够悬浮于冷却液中，吸热后密度降低，使其能够漂浮于冷却液表面；冷却液箱与燃料电池堆之间连接形成冷却液的循环回路。本系统通过悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系与燃料电池堆进行热交换，当燃料电池工作时悬浮/漂浮相变胶囊吸收大量的热量使冷却液为燃料电池堆循环降温，并存储热量，当燃料电池停止运行时悬浮/漂浮相变胶囊释放相变潜热为燃料电池堆保温，缩短燃料电池冷启动时的预热时间，从而同时达到为燃料电池降温和保温的作用，优化燃料电池的热管理和冷启动系统。



1. 一种相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统的应用,其特征在于,所述系统为:冷却液箱(3)分为上部的保温区(31)和下部的散热区(32);在冷却液箱(3)内装有悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系,所述悬浮/漂浮相变胶囊的密度与冷却液的密度相当,使其能够悬浮于冷却液中,吸热后密度降低,使其能够漂浮于冷却液表面而进入保温区(31);冷却液箱(3)的冷却液出口经液泵(2)连接至燃料电池堆(1)中的冷却液进口,燃料电池堆(1)中的冷却液出口连接至冷却液箱(3)的冷却液进口,形成冷却液的闭合循环回路;在冷却液箱(3)的冷却液出口设有金属筛(6),所述金属筛(6)的孔径小于悬浮/漂浮相变胶囊的粒径;还设有散热风扇(5)用于对散热区(32)中的冷却液进行散热;

所述悬浮/漂浮相变胶囊以固液相变材料和气液相变材料作为胶囊的芯材;

悬浮/漂浮相变胶囊材料吸热前悬浮分散在冷却液中;

燃料电池堆(1)处于工作状态时,使用液泵(2)驱动,将冷却液部分循环于燃料电池堆(1)中的冷却液流场中,在冷却液箱(3)中的悬浮/漂浮相变胶囊吸收冷却液的热量分别发生固-液相变和液-气相变,从而实现冷却液与燃料电池堆(1)循环发生热交换,其中气液相变材料从液体转变为气体使得悬浮/漂浮相变胶囊膨胀而密度降低,从而使冷却液中的悬浮/漂浮相变胶囊从悬浮状态转变为漂浮状态,漂浮的悬浮/漂浮相变胶囊在保温区(31)中进行保温,同时便于冷却液在散热区(32)的良好散热;

燃料电池堆(1)处于停止状态时,悬浮/漂浮相变胶囊贮存的相变潜热缓慢释放,加热冷却液,使冷却液对燃料电池堆(1)进行保温;

悬浮/漂浮相变胶囊放热后发生气-液相变而密度增大,从而使得悬浮/漂浮相变胶囊重新回到冷却液中,在燃料电池堆(1)工作时继续吸热。

2. 根据权利要求1所述的应用,其特征在于,所述固液相变材料采用石蜡;所述气液相变材料采用低沸点易挥发的醇类,包括甲醇和/或乙醇;所述悬浮/漂浮相变胶囊的囊壁膜采用弹性膜,包括聚乙烯膜或聚丙烯膜。

3. 根据权利要求1或2所述的应用,其特征在于,所述悬浮/漂浮相变胶囊的平均密度为 $0.8\sim 1.1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4. 根据权利要求1或2所述的应用,其特征在于,所述悬浮/漂浮相变胶囊的粒径为 $1\sim 10\text{mm}$;选用的悬浮/漂浮相变胶囊或粒径相当,或为不同粒径的混合。

5. 根据权利要求1或2所述的应用,其特征在于,所述冷却液采用醇/水混合液,所述醇选自甲醇、乙醇、异丙醇、乙二醇、丙三醇中的一种或几种;通过调节醇/水比例,使得醇/水混合液的密度与所述悬浮/漂浮相变胶囊的密度相当。

6. 根据权利要求5所述的应用,其特征在于,所述悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系的制备方法包括如下步骤:

1) 分别制备固液相变材料、气液相变材料和囊壁膜;

2) 囊壁膜包覆固液相变材料和气液相变材料,制备悬浮/漂浮相变胶囊;

3) 调配醇/水混合液,通过调节醇和水之间的比例,获得与悬浮/漂浮相变胶囊材料密度相当的醇/水混合液体作为冷却液;

4) 将步骤2)制得的悬浮/漂浮相变胶囊和步骤3)制得的冷却液混合,使悬浮/漂浮相变胶囊材料悬浮分散在冷却液中。

一种相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统

技术领域

[0001] 本发明属于燃料电池热管理和冷启动技术领域,特别涉及一种相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统。

背景技术

[0002] 当前,传统化石能源日趋枯竭,且由于化石能源的大规模消耗造成了严重的环境污染,从而急需一种环境友好的新能源。氢能是一种洁净新能源,质子交换膜燃料电池以氢气为燃料,能够将氢气中的化学能直接转换为电能,在发电过程中只排出水,是一种利用氢能的零排放发电装置。该燃料电池已经被广泛应用于固定式电站、便携式电源、汽车驱动电源等领域。

[0003] 目前,广泛应用于质子交换膜燃料电池中的关键材料之一是基于全氟磺酸膜的质子交换膜。该膜材料需在水存在的条件下发挥质子传导的特性,这限制了质子交换膜燃料电池仅能在100℃以下运行,从而使得燃料电池系统需要热管理。当燃料电池系统在低于0℃条件下启动时,由于发电过程中生成的水会迅速结冰,造成膜电极被不同程度破坏,从而较大程度上缩短燃料电池的使用寿命,这就需要燃料电池在停止工作期间保持一定的温度,也就是需要冷启动系统。综合上述热管理和冷启动,在设计燃料电池的辅助系统时,需要一整套较为复杂的热管理和冷启动系统。

发明内容

[0004] 基于上述技术问题,本发明提供了一种相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统。

[0005] 一种相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统,其为,冷却液箱3分为上部的保温区31和下部的散热区32;在冷却液箱3内装有悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系,所述悬浮/漂浮相变胶囊的密度与冷却液的密度相当,使其能够悬浮于冷却液中,吸热后密度降低,使其能够漂浮于冷却液表面而进入保温区;冷却液箱3的冷却液出口经液泵2连接至燃料电池堆1中的冷却液进口,燃料电池堆1中的冷却液出口连接至冷却液箱3的冷却液进口,形成冷却液的闭合循环回路;在冷却液箱3的冷却液出口设有金属筛6,所述金属筛6的孔径小于悬浮/漂浮相变胶囊的粒径。

[0006] 一种实施方式中,本系统还设有散热风扇5用于对散热区32中的冷却液进行散热。

[0007] 一种实施方式中,所述悬浮/漂浮相变胶囊以固液相变材料和气液相变材料作为胶囊的芯材。

[0008] 一种实施方式中,所述固液相变材料采用石蜡;所述气液相变材料采用低沸点易挥发的醇类,包括甲醇和/或乙醇;所述悬浮/漂浮相变胶囊的囊壁膜采用弹性膜,包括聚乙烯膜或聚丙烯膜。

[0009] 一种实施方式中,所述悬浮/漂浮相变胶囊的平均密度为0.8~1.1g/cm³。

[0010] 一种实施方式中,所述悬浮/漂浮相变胶囊的粒径为1~10mm;选用的悬浮/漂浮相变胶囊粒径相当,或为不同粒径的混合。悬浮/漂浮相变胶囊形状可以为半球形、球形,但不

限于某种特定外形。

[0011] 一种实施方式中,所述冷却液采用醇/水混合液,所述醇选自甲醇、乙醇、异丙醇、乙二醇、丙三醇中的一种或几种;通过调节醇/水比例,使得醇/水混合液的密度与所述悬浮/漂浮相变胶囊的密度相当。

[0012] 一种实施方式中,所述悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系的制备方法包括如下步骤:

[0013] 1) 分别制备固液相变材料、气液相变材料和囊壁膜;

[0014] 2) 囊壁膜包覆固液相变材料和气液相变材料,制备悬浮/漂浮相变胶囊;

[0015] 3) 调配醇/水混合液,通过调节醇和水之间的比例,获得与悬浮/漂浮相变胶囊材料密度相当的醇/水混合液体作为冷却液;

[0016] 4) 将步骤2) 制得的悬浮/漂浮相变胶囊和步骤3) 制得的冷却液混合,使悬浮/漂浮相变胶囊材料悬浮分散在冷却液中。

[0017] 一种实施方式中,相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统的应用在于:

[0018] 悬浮/漂浮相变胶囊材料吸热前悬浮分散在冷却液中;

[0019] 燃料电池堆1处于工作状态时,使用液泵2驱动,将冷却液部分循环于燃料电池堆1中的冷却液流场中,在冷却液箱3中的悬浮/漂浮相变胶囊吸收冷却液的热量分别发生固-液相变和液-气相变,从而实现冷却液与燃料电池堆1循环发生热交换,其中气液相变材料从液体转变为气体使得悬浮/漂浮相变胶囊膨胀而密度降低,从而使冷却液中的悬浮/漂浮相变胶囊从悬浮状态转变为漂浮状态,漂浮的悬浮/漂浮相变胶囊在保温区31中进行保温,同时便于冷却液在散热区32的良好散热;

[0020] 燃料电池堆1处于停止状态时,悬浮/漂浮相变胶囊贮存的相变潜热缓慢释放,加热冷却液,使冷却液对燃料电池堆1进行保温;

[0021] 悬浮/漂浮相变胶囊放热后发生气-液相变而密度增大,从而使得悬浮/漂浮相变胶囊重新回到冷却液中,在燃料电池堆1工作时继续吸热。

[0022] 本发明所提供的含有悬浮/漂浮相变胶囊的燃料电池热管理和冷启动系统,是利用固液相变材料和气液相变材料能够贮存大量相变潜热的特点,通过点胶机注入法将固液相变材料和气液相变材料注入具有弹性的囊壁膜中制备成胶囊,并通过调配与之密度相同的醇/水混合液作为冷却液,实现使悬浮/漂浮相变胶囊在其中可以发生悬浮和漂浮状态循环转变的冷却液。在冷却液中的悬浮/漂浮相变胶囊贮存燃料电池堆工作时产生的大量的热量,这样一方面存储了热量,另一方面也减小了散热风扇的能量消耗,同时在燃料电池堆停止运行期间也可缓慢释放所贮存的相变潜热而给燃料电池堆进行保温,大大延长燃料电池堆的降温时间,简化冷启动系统或减少维持燃料电池堆温度所消耗的能量,从而提高燃料电池系统的能量转化效率。

[0023] 本发明在已有水作为冷却液的燃料电池热管理系统基础之上,混合悬浮/漂浮相变胶囊材料即可实现贮存大量相变潜热,同时提高燃料电池的散热效果,降低了燃料电池辅助系统内部功耗,达到了提高系统能量效率的目的。

附图说明

[0024] 图1为凹面模具示意图。

[0025] 图2为凸面模具示意图。

[0026] 图3为热封模具示意图。

[0027] 图4为实施方式中用于燃料电池的相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统结构示意图。

[0028] 标号说明:1-燃料电池堆;2-液泵;3-冷却液箱;31-保温区;32-散热区;4-阀门;5-散热风扇;6-金属筛。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。应该强调的是,下述说明仅仅是示例性的,而不是为了限制本发明的范围及其应用。

[0030] 本发明涉及一种相变胶囊悬浮/漂浮热管理和冷启动系统。如图4所示,冷却液箱3分为上下两部分,上部分为保温区31,下部分为散热区32;在冷却液箱3内装有悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系,所述悬浮/漂浮相变胶囊的密度与冷却液的密度相当,使其能够悬浮于冷却液中,吸热后密度降低,使其能够漂浮于冷却液表面而进入保温区31进行保温;冷却液箱3的冷却液出口经液泵2连接至燃料电池堆1中的冷却液进口,燃料电池堆1中的冷却液出口连接至冷却液箱3的冷却液进口,形成冷却液的闭合循环回路;在冷却液箱3的冷却液出口设有金属筛6,所述金属筛6的孔径小于悬浮/漂浮相变胶囊的粒径。本系统旨在通过使用悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系与燃料电池堆1进行热交换,当燃料电池工作时通过悬浮/漂浮相变胶囊吸收大量的热量使冷却液为燃料电池堆1循环降温,并存储热量,当燃料电池停止运行时悬浮/漂浮相变胶囊释放相变潜热为燃料电池堆1保温,缩短燃料电池冷启动时的预热时间,从而同时达到为燃料电池降温 and 保温的作用,优化燃料电池的热管理系统,提高燃料电池冷启动的速度。

[0031] 首先,制备密度可调节的悬浮/漂浮相变胶囊,使用固液相变材料和气液相变材料作为胶囊的芯材,通过调节胶囊材料和相变材料的选型及其含量得到具有特定密度的悬浮/漂浮相变胶囊;其次,调配醇/水混合液,通过调节醇和水之间的比例,获得与悬浮/漂浮相变胶囊的密度相当的醇/水混合液体作为冷却液;第三,将一定量的上述悬浮/漂浮相变胶囊分散在醇/水冷却液中,使悬浮/漂浮相变胶囊材料悬浮分散在冷却液中,得到悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系;第四,将一定量上述悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系置于一定体积的冷却液箱3中;最后,使用液泵2驱动,将冷却液部分循环于燃料电池堆1中的冷却液流场中,从而实现该冷却液与工作中或停止运行中的燃料电池堆1发生热交换。燃料电池堆1处于工作状态时,冷却液部分循环于燃料电池堆1和冷却液箱3中,在冷却液箱3中的悬浮/漂浮相变胶囊吸收冷却液的热量分别发生固-液相变和液-气相变,利用相变材料的相变潜热,吸收并贮存大量的热量,同时实现冷却液与燃料电池堆1循环发生热交换。其中气液相变材料从液体转变为气体使得胶囊膨胀而密度降低,从而使冷却液中的悬浮/漂浮相变胶囊从悬浮状态转变为漂浮状态,漂浮的悬浮/漂浮相变胶囊在保温区31中进行保温,同时便于冷却液在散热区32的良好散热,还可以进一步选用散热风扇5促进散热区32中冷却液的散热。燃料电池堆1处于停止状态时,悬浮/漂浮相变胶囊贮存的相变潜热缓慢释放,加热冷却液,使冷却液对燃料电池堆1进行保温。漂浮的悬浮/漂浮相变胶囊放热后发生气-液相变而密度增大,从而使得悬浮/漂浮相变胶囊重新回到冷却液中继续吸热,实

现悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系与燃料电池堆1进行充分热交换。

[0032] 本发明通过设计制备密度可调节的悬浮/漂浮相变胶囊,实现悬浮/漂浮相变胶囊在冷却液中发生悬浮和漂浮的状态循环转变。一方面贮存大量热量并提高散热效果,悬浮/漂浮相变胶囊吸收了大量的热量,从而减少了用于给冷却液降温的散热风扇5的功耗,节省了燃料电池辅助系统的内部能量消耗。当燃料电池堆1处于停止状态时,尤其是在环境温度低于0℃(甚至-30℃)时,需要燃料电池堆1在冷启动时的温度维持在0℃以上,已有技术之一是通过燃料电池微放电产生热或通过电加热来维持一定的温度,而本发明中通过悬浮/漂浮相变胶囊贮存了大量的相变潜热,在燃料电池堆1停止工作期间,可以缓慢释放贮存的热量,对燃料电池堆1进行保温,大大延长燃料电池堆1降温的时间,从而减少维持燃料电池温度的冷启动系统内部功耗。另一方面利用冷却液箱3上层的保温区31的设计可实现漂浮状态的悬浮/漂浮相变胶囊保温效果的提高。这种设计相对于相变材料静止或始终浸泡于冷却液中的热管系统还能够进一步提高冷却液的散热效率。因为若相变材料始终处于与冷却液接触的状态,吸热达到饱和的相变材料在冷却液中相当于热源,会影响液体的降温过程,从而影响冷却液对处于工作状态的燃料电池堆1的降温效果。

[0033] 综上所述,使用本发明提供的含有悬浮/漂浮相变胶囊的燃料电池热管理和冷启动系统,可以同时减少燃料电池运行和停止时的内部热管理和冷启动系统消耗,从而提高燃料电池系统的整体能量效率。

[0034] 以下通过实施例具体说明本发明。

[0035] 实施例1:

[0036] 1.将1000g石蜡加热熔融后得到石蜡固液相变材料,待用;

[0037] 2.取500ml乙醇作为气液相变材料,待用;

[0038] 3.以聚乙烯为材料,使用制膜机制备聚乙烯膜材料若干,聚乙烯膜厚度为120μm,备用;

[0039] 4.将步骤3制得的聚乙烯膜放在凹面模具表面,半球形凹面直径2.1mm,如图1所示;

[0040] 5.将凸面模具倒置在置有聚乙烯膜的凹面模具表面,半球形凸面直径2mm,如图2所示,将聚乙烯膜压出半球形凹形槽;

[0041] 6.将步骤1和步骤2的相变材料用点胶机逐个点胶注入至步骤5得到的半球形凹形槽内,每个半球形凹形槽中加入石蜡质量为1.2mg,乙醇0.3μL;

[0042] 7.将步骤3制得的另一平整的聚乙烯膜放置在步骤6含有相变材料的聚乙烯膜表面,使用热封模具(如图3所示)在100℃下热封;

[0043] 8.将完成热封的含有相变材料的聚乙烯膜裁剪,即获得密度可调节的悬浮/漂浮相变胶囊;

[0044] 9.重复步骤4至步骤8,制备1Kg该悬浮/漂浮相变胶囊;

[0045] 10.配备乙醇:水=2:3体积比的醇/水混合液,作为冷却液;

[0046] 11.将1Kg步骤9得到的悬浮/漂浮相变胶囊与20L步骤10所配备的冷却液搅拌混合,使悬浮/漂浮相变胶囊材料悬浮分散在冷却液中,制备成悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系;

[0047] 12.将步骤11中的悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系转移到体积为35L的冷

却液箱中；冷却液箱由上下材质不同的两部分组成，上半部分冷却液箱为保温区，由隔热保温材料构成；而下半部分为散热区，由导热良好的金属板材构成以保证良好散热；

[0048] 13. 采用液泵驱动冷却液部分循环于质子交换膜燃料电池的冷却液流场板中，实现热交换。在冷却液箱的冷却液出口端放置小于悬浮/漂浮相变胶囊直径的金属筛，防止悬浮/漂浮相变胶囊进入液泵。

[0049] 实施例2：

[0050] 1. 将2Kg石蜡加热熔融后得到石蜡固液相变材料，待用；

[0051] 2. 取1L甲醇作为气液相变材料，待用；

[0052] 3. 以聚丙烯为材料，使用制膜机制备聚丙烯膜材料若干，聚丙烯膜厚度100 μ m，备用；

[0053] 4. 将步骤3制得的聚丙烯膜放在凹面模具表面，半球形凹面直径4.1mm，如图1所示；

[0054] 5. 将凸面模具倒置在置有聚丙烯膜的凹面模具表面，半球形凸面直径4mm，如图2所示，将聚丙烯膜压出半球形凹形槽；

[0055] 6. 将步骤1和步骤2的相变材料用点胶机逐个点胶注入至步骤5得到的半球形凹形槽内，每个半球形凹形槽中石蜡质量为10mg，甲醇3 μ L；

[0056] 7. 将步骤3制得的另一平整的聚丙烯膜放置在步骤6含有相变材料的聚丙烯膜表面，使用热封模具(如图3所示)在110 $^{\circ}$ C下热封；

[0057] 8. 将完成热封的含有相变材料的聚丙烯膜裁剪，即获得密度可调节的悬浮/漂浮相变胶囊；

[0058] 9. 重复步骤4至步骤8，制备2Kg该悬浮/漂浮相变胶囊；

[0059] 10. 配备丙三醇:水=1:1体积比的醇/水混合液，作为冷却液；

[0060] 11. 将2Kg的步骤9所制备的悬浮/漂浮相变胶囊与50L步骤10所配备的冷却液搅拌均匀，使悬浮/漂浮相变胶囊材料悬浮分散在冷却液中，制备成悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系；

[0061] 12. 将步骤11中的悬浮/漂浮相变胶囊和冷却液的组合体系转移到体积为65L的上半部为保温区下半部为金属散热区的冷却液箱中；

[0062] 13. 采用液泵驱动冷却液部分循环于质子交换膜燃料电池的冷却液流场板中，实现热交换。在冷却液箱的冷却液出口端放置小于悬浮/漂浮相变胶囊直径的金属筛，防止悬浮/漂浮相变胶囊进入液泵。

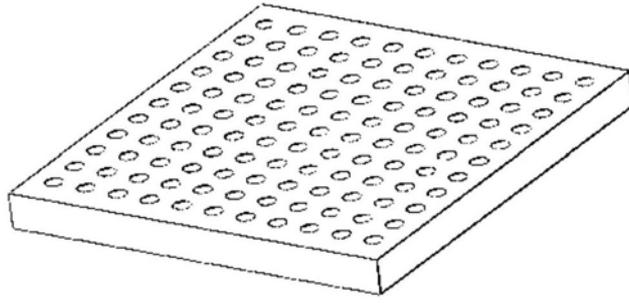


图1

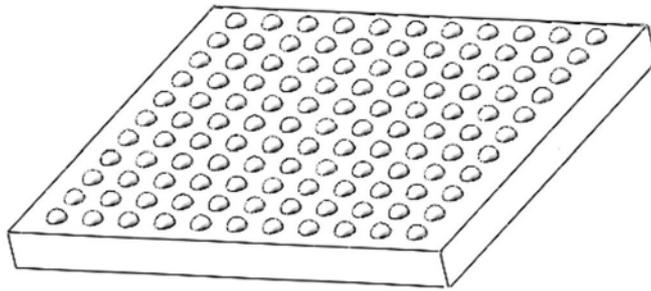


图2

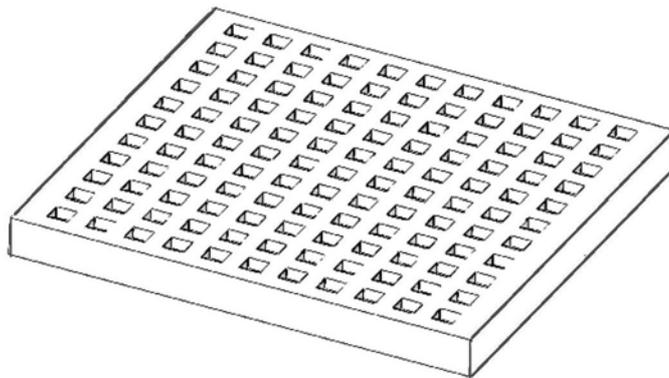


图3

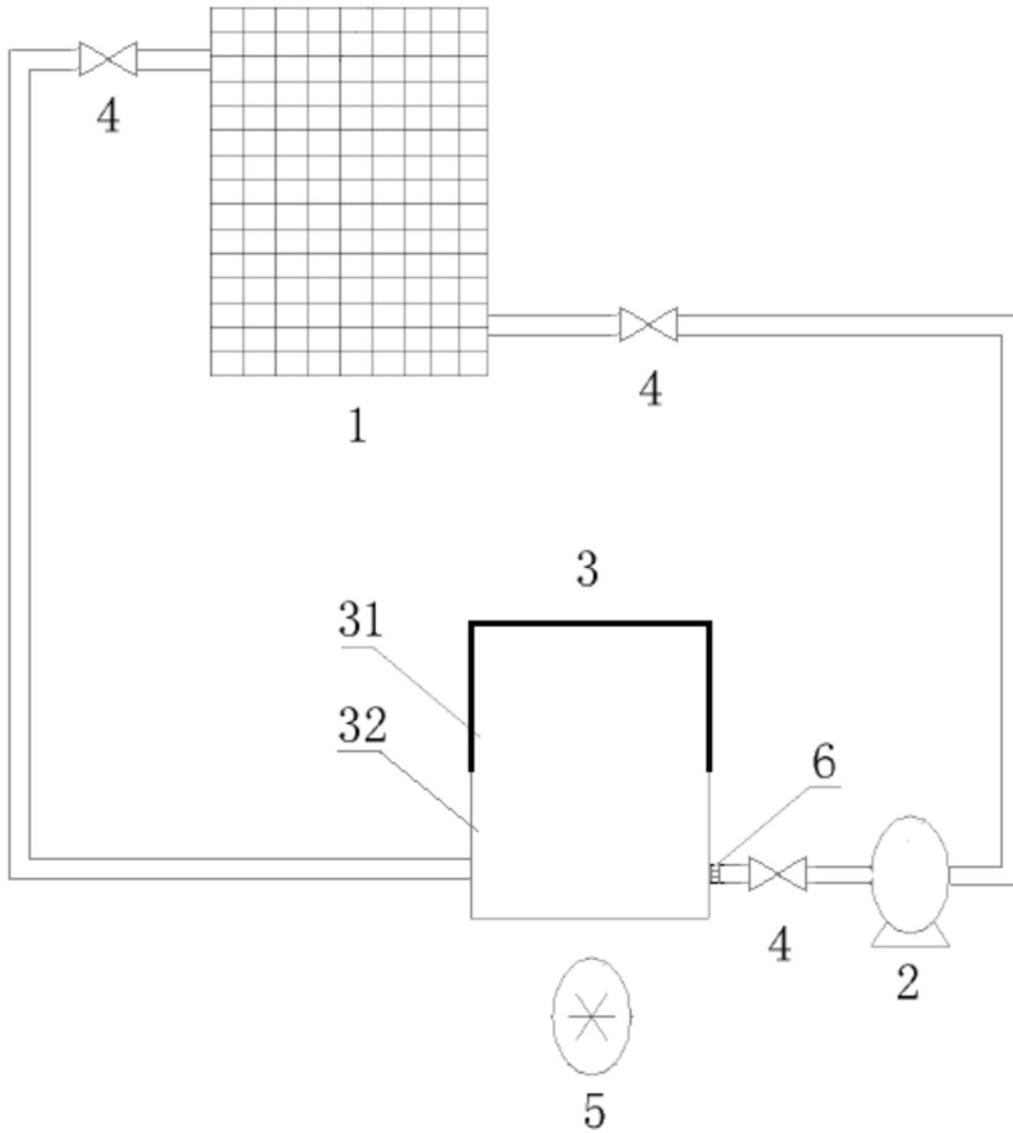


图4