



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107871915 A

(43)申请公布日 2018.04.03

(21)申请号 201710865443.0

H01M 10/42(2006.01)

(22)申请日 2017.09.22

(71)申请人 北京机械设备研究所

地址 100854 北京市海淀区永定路50号(北京市142信箱208分箱)

(72)发明人 马泽 李勇 王刚

(74)专利代理机构 北京天达知识产权代理事务所(普通合伙) 11386

代理人 龚颐雯 张春

(51) Int. Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 8/04007(2016.01)

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 12/08(2006.01)

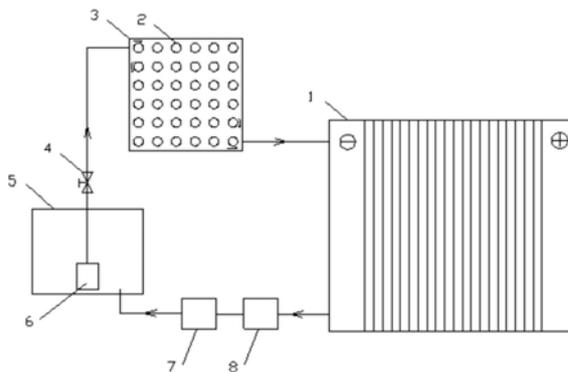
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

## (54)发明名称

一种燃料电池和蓄电池的混合电源和热管理方法

## (57)摘要

本发明提供了一种燃料电池和蓄电池的混合电源和热管理方法,该电源包括燃料电池、蓄电池及加热/冷却模块;加热/冷却模块对燃料电池和/或蓄电池加热或散热。该电源将金属空气燃料电池和蓄电池的热管理系统混合,利用两者的优点,可获得高功率密度和高能量密度的电源系统;利用金属空气燃料电池较好的低温启动特性,可以为蓄电池加热,可解决蓄电池在低温环境下无法工作的问题。



1. 一种燃料电池和蓄电池的混合电源,其特征在于,包括燃料电池、蓄电池及加热/冷却模块;

所述加热/冷却模块对所述燃料电池和/或蓄电池加热或散热。

2. 根据权利要求1所述的混合电源,其特征在于,所述加热/冷却模块包括冷却液箱(5)、加热器(7)和散热器(8);

所述燃料电池为燃料电池堆(1),蓄电池为蓄电池组合(3);

所述冷却液箱(5)通过管线与蓄电池组合(3)的进液口相连,蓄电池组合(3)的出液口连接至燃料电池堆(1),燃料电池堆(1)与冷却液箱(5)之间依次连接有散热器(8)和加热器(7)。

3. 根据权利要求2所述的混合电源,其特征在于,所述燃料电池堆(1)由多个单节燃料电池串联而成;

所述蓄电池组合(3)内多个蓄电池单体(2)串联或并联,蓄电池组合(3)内部有金属片实现单体电池之间的连接。

4. 根据权利要求3所述的混合电源,其特征在于,所述燃料电池为碱性燃料电池;所述冷却液箱(5)内的冷却液为电解液,泵(3)放置于所述冷却液箱(5)内,通过管线与所述蓄电池组合(3)的进液口相连,管线上安装有控制阀(4)。

5. 根据权利要求1所述的混合电源,其特征在于,所述加热/冷却模块为燃料电池;

所述燃料电池为金属空气燃料电池;所述金属空气燃料电池和蓄电池为一个整体,并且所述金属燃料电池包裹在所述蓄电池的周围。

6. 根据权利要求5所述的混合电源,其特征在于,所述金属空气燃料电池为具有容纳空间的结构,所述容纳空间自外而内依次由空气电极(13),隔膜(12)和金属电极(10)围成,所述容纳空间中容纳有所述蓄电池,所述电解液(11)充满所述容纳空间和所述蓄电池外围之间的区域。

7. 根据权利要求6所述的混合电源,其特征在于,所述金属电极(10)和空气电极(13)之间有孔隙,所述金属电极(10)内部以及金属电极(10)和空气电极(13)之间的孔隙内均充满电解液(11),所述隔膜(12)位于金属电极(10)和空气电极(13)之间的孔隙内。

8. 根据权利要求1所述的混合电源,其特征在于,所述加热/冷却模块为通过电加热的加热装置(15);

所述蓄电池外表面用加热装置(15)包覆,电缆(16)连接所述燃料电池(17)和加热装置(15)。

9. 一种权利要求1-8任一所述的混合电源的热管理方法,其特征在于,在环境温度极低导致燃料电池和蓄电池均无法工作时,所述加热/冷却模块对燃料电池和蓄电池加热;

在环境温度低时,低温自启动性能好的电池先工作,待加热/冷却模块通过电加热或热传导实现对所述混合电源温度提升以后,再启动低温自启动性能差的电池。

10. 根据权利要求9所述的热管理方法,其特征在于,所述燃料电池为金属空气燃料电池,通过所述金属空气燃料电池的电解液(11)对蓄电池加热。

## 一种燃料电池和蓄电池的混合电源和热管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电池领域,尤其是一种燃料电池和蓄电池的混合电源和热管理方法。

### 背景技术

[0002] 随着科学技术的进步与人们生活水平的提高,人类活动对电能的需求日益增加,电源在各类产品中得到广泛应用。现有电源系统包括一次电池、蓄电池、燃料电池及发电机组等形式,其中蓄电池和燃料电池在节能环保的需求牵引下市场需求越来越大,在便携式电源、新能源汽车、军事电源、储能等领域均有迫切需求。然而,现有蓄电池和燃料电池均存在一定的缺陷和不足,如铅酸电池、镍氢电池、锂离子电池等蓄电池存在能量密度低、充电时间长、低温特性差等缺点;燃料电池存在功率密度低、动态特性差等缺点,在单独使用过程中不能很好满足用户需求。近几年,采用蓄电池和燃料电池联合的混合供电系统在电动汽车、便携式电源等领域得到广泛应用,如燃料电池+锂离子电池混合动力城市公交、燃料电池+锂离子电池综合单兵电源系统等,利用两者在能量密度和功率密度方面的优点相结合,以构建一个功率密度大、动态特性好、续航时间长的动力或电源系统。然而,低温特性差是燃料电池和蓄电池的一个共同缺陷,进行合理的热管理设计对系统性能及系统简化均十分关键。

[0003] 对于燃料电池而言,当电池温度较低时,电池内部欧姆阻抗增大,各种极化现象增强,电池的输出性能将会降低。当电池温度在一定范围内升高时,能加快质子在交换膜内的传递速度,加快电池内部的电化学反应速度,对电池的输出特性有促进作用。但是,电池温度过高时,会导致质子交换膜的含水量降低,膜的电导率下降,电池输出性能将会降低。同时,低温环境下的冷启动作为当前燃料电池的主要瓶颈之一,制约着其推广应用。因此,为实现燃料电池正常、高效运行,将温度控制在一定范围内。

[0004] 蓄电池的低温充放电特性是其重要性能之一。在某些特定场合,如野外电动工具用电池、通信信号中转站、军用场合以及高纬度地区的电动汽车等场合,会对电池的低温充放电特性提出严格的要求。目前常见的几种蓄电池,包括铅蓄电池、镍氢电池和锂离子电池等,在低温条件下,由于电解液导电率随着温度的降低而降低,电极反应的物质扩散速度会显著降低,电池的电极反应浓差极化现象会显著增强。导致低温环境下,电池的平均放电电压以及放电电荷量均下降明显,甚至在极寒环境(-30℃以下)下可能无法工作。此外,蓄电池工作过程中,如果散热条件不良将造成电池温度升高,在温度过高时存在自燃爆炸的危险。因此,蓄电池的热管理是电池管理系统中的一个关键环节。

[0005] 当前的燃料电池和锂离子电池在进行混合供电时,最主要的问题时仅仅在能量流(电能)上实现了联合管理和相互配合输出,而在关键的热管理方面依然相互独立。从目前燃料电池+蓄电池混合系统的热管理现状来看,目前主流散热方式和加热保温的效能还有待提升,远不能满足目前混合系统在复杂环境条件下的安全平稳运行,且散热冷却和加热保温是两套独立的系统甚至有些存在干涉,不利于系统整体性能的发挥,使得目前并不令人满意的电池性能大打折扣,且不利于电池系统的长期安全、稳定、可靠运行。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种燃料电池和蓄电池混合系统的热管理方法,解决燃料电池和蓄电池冷却液循环系统相对独立时存在的系统复杂、管理效果不佳的问题。

[0007] 金属空气燃料电池,或称为金属空气电池,是一种以金属和空气中氧气为反应物质的电池,可连续或间歇的向电池内部补充金属,以实现电池的连续运行。

[0008] 蓄电池,具备充电和放电功能的可充电电池,如锂离子电池、铅酸电池、镍氢电池等。

[0009] 具体的,本发明提供了一种燃料电池和蓄电池的混合电源,包括燃料电池、蓄电池及加热/冷却模块;

[0010] 加热/冷却模块对所述燃料电池和/或蓄电池加热或散热。

[0011] 进一步地,加热/冷却模块包括冷却液箱、加热器和散热器;

[0012] 所述燃料电池为燃料电池堆,蓄电池为蓄电池组合;

[0013] 所述冷却液箱通过管线与蓄电池组合的进液口相连,蓄电池组合的出液口连接至燃料电池堆,燃料电池堆与冷却液箱之间依次连接有散热器和加热器。

[0014] 加热/冷却模块中的冷却液箱用于储存冷却液,完成冷却液的循环,冷却液流经加热器时可升温,冷却液流经散热器时用于降温,加热器和散热器使得冷却液保持在合适的温度,对蓄电池进行加热或者冷却。

[0015] 进一步地,燃料电池堆由多个单节燃料电池串联而成;

[0016] 蓄电池组合内多个蓄电池单体串联或并联,蓄电池组合内部有金属片实现单体电池之间的连接。

[0017] 燃料电池堆和蓄电池堆的蓄电量明显多于单个电池,因此选用电池堆可适应于需电量大的场合。

[0018] 进一步地,燃料电池为碱性燃料电池;冷却液箱内的冷却液为电解液,泵放置于所述冷却液箱内,通过管线与所述蓄电池组合的进液口相连,管线上安装有控制阀。

[0019] 当燃料电池为碱性燃料电池时,电解液充当冷却液,节省了冷却液的成本,同时使得系统结构简单,易于操作。

[0020] 进一步地,加热/冷却模块为燃料电池;

[0021] 燃料电池为金属空气燃料电池;金属空气燃料电池和蓄电池为一个整体,并且金属燃料电池包裹在蓄电池的周围。

[0022] 将金属燃料电池和蓄电池做成一个整体,并且二者是可拆分的连接形式,既能节省空间,且当其中一个电池坏了的时候,不需要将整个电池扔掉,只需要更换其中坏的那个电池即可,提高电池的利用率。

[0023] 进一步地,金属空气燃料电池中心区域为中空的多层结构,自外而内依次是空气电极、隔膜和金属电极,中空的多层结构中间设置有蓄电池,电解液充满各个层结构以及蓄电池外围的整个内部空间。

[0024] 电解液中正负离子可以穿过,进而导电,蓄电池位于电解液环境中,由电解液对其进行加热或冷却。

[0025] 进一步地,金属电极和空气电极之间有孔隙,金属电极内部以及金属电极和空气

电极之间的孔隙内均充满电解液,隔膜位于金属电极和空气电极之间的孔隙内。

[0026] 圆筒形的结构使得整个结构紧凑,且电解液充满整个空间,与蓄电池充分接触,由电解液对蓄电池进行加热或冷却。

[0027] 进一步地,加热/冷却模块为通过电加热的加热装置;

[0028] 蓄电池外表面用加热装置包覆,电缆连接燃料电池和加热装置。

[0029] 燃料电池对加热装置供电,加热装置对蓄电池加热,使得蓄电池温度升高,达到合适的工作温度。

[0030] 本发明提供了一种混合电源的热管理方法,在环境温度极低导致燃料电池和蓄电池均无法工作时,加热/冷却模块对燃料电池和蓄电池加热;

[0031] 在环境温度低时,低温自启动性能好的电池先工作,待加热/冷却模块通过电加热或热传导实现对所述混合电源温度提升以后,再启动低温自启动性能差的电池。

[0032] 进一步地,燃料电池为金属空气燃料电池,通过所述金属空气燃料电池的电解液对蓄电池加热。

[0033] 本发明的有益效果是:

[0034] 1.将金属空气燃料电池和蓄电池混合,利用两者的优点,可获得高功率密度和高能量密度的电源系统。

[0035] 2.将金属空气燃料电池和蓄电池混合,可通过补充金属的方式为系统补充能量,解决蓄电池对充电电源依赖及充电时间长等问题。

[0036] 3.利用金属空气燃料电池较好的低温启动特性,可以为蓄电池加热,可解决蓄电池在低温环境下无法工作的问题。

[0037] 4.利用加热/冷却模块为蓄电池加热或冷却。可解决蓄电池在低温环境下工作特性差及工作温度过高存在热失控危险等问题。

[0038] 5.将燃料电池和蓄电池的冷却液循环系统一体化设计,可简化系统组成,同时提高两种电源的低温启动特性。

[0039] 6.将燃料电池和蓄电池制作成一个整体,两者之间可直接进行热交换。利用金属空气燃料电池或碱性燃料电池较好的低温启动特性,可以为蓄电池加热,从而没有燃油加热器或燃气加热器等辅助加热的燃料电池和蓄电池混合系统的低温环境适应性。

[0040] 7.利用金属空气燃料电池或碱性燃料电池的电解液循环系统同时作为燃料电池和蓄电池的冷却液循环系统,可简化系统组成。

## 附图说明

[0041] 附图仅用于示出具体实施例的目的,而并不认为是对本发明的限制,在整个附图中,相同的参考符号表示相同的部件。

[0042] 图1是本发明的实施例一的混合电源系统结构示意图;

[0043] 图2是本发明的实施例二的混合电源系统结构示意图;

[0044] 图3是本发明的实施例三的混合电源系统结构示意图。

[0045] 图中:1-金属空气燃料电池堆、2-蓄电池单体、3-蓄电池组合、4-电解液控制阀、5-冷却液箱、6-泵、7-加热器、8-散热器、9-蓄电池、10-燃料电池的金属电极、11-燃料电池的电解液、12-燃料电池的隔膜、13-燃料电池的空气电极、14-蓄电池、15-加热装置、16-电缆、

17-金属空气燃料电池。

### 具体实施方式

[0046] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0047] 实施例一：

[0048] 本发明提供了一种燃料电池和蓄电池的混合电源及热管理方法，该混合电源包括燃料电池、蓄电池及加热/冷却模块，其中加热/冷却模块由泵、散热器及加热器等组成部分，加热器可以是电加热器、燃气加热器或燃油加热器。

[0049] 燃料电池为氢燃料电池、直接甲醇燃料电池、金属空气燃料电池等基于不同燃料的燃料电池。

[0050] 蓄电池为锂离子电池、铅酸电池、镍氢电池、镍镉电池等可充电电池。

[0051] 在环境温度极低(40℃以下)导致燃料电池和蓄电池均无法工作时，将燃料直接供入燃气加热器或燃油加热器中将冷却液快速升温，冷却液循环系统同时实现燃料电池和蓄电池升温，从而保障混合系统正常使用。在环境温度较低(-30℃以上,0℃以下)时，根据蓄电池和燃料电池的低温特性让低温自启动性能好的电池先工作，利用自身产热及电加热器为冷却液加热，待冷却液温度提升后再启动低温自启动性能差的电池，从而提高整个系统的低温冷启动特性。在燃料电池和蓄电池混合系统正常工作时，冷却液循环系统同时流经燃料电池和蓄电池，通过散热器将热量散至环境中，从而保障燃料电池和蓄电池工作在理想温度范围内。

[0052] 对于金属空气燃料电池和碱性燃料电池，其电解液循环系统可充当冷却液循环系统，因此将金属空气燃料电池或碱性燃料电池的电解液循环流经蓄电池组，即可实现整套系统的热管理，整个系统的复杂性大幅降低。此外，可将燃料电池和蓄电池设计为一个整体，制作小型便携式燃料电池和蓄电池的混合电源。可将金属空气燃料电池和碱性燃料电池等几类低温特性好的燃料电池在低温环境下先启动，通过热传递实现燃料电池对蓄电池的直接加热，保障蓄电池在低温环境的使用性能。

[0053] 具体的，如图1所示，混合电源系统包括泵6、冷却液箱5、控制阀4、蓄电池组合3、蓄电池单体2、燃料电池堆1、加热器7、散热器8。

[0054] 泵3放置于冷却液箱5内，通过管线与蓄电池组合3的进液口相连，管线上安装有控制阀4，蓄电池组合3包含若干个蓄电池单体2，蓄电池组合3内蓄电池单体2的排列方式很多，蓄电池组合3内部有金属片实现单体电池之间的串联或并联。蓄电池组合3的出液口连接至燃料电池堆1，燃料电池堆1由多个单节燃料电池串联而成。燃料电池堆1与冷却液箱5之间依次连接有散热器8、加热器7。

[0055] 图1中小箭头表示冷却液的流动方向。冷却液箱5中的冷却液在泵6的驱动下，先后流经控制阀4、蓄电池组合3、燃料电池堆1、散热器8和加热器7。

[0056] 蓄电池组合3由大量单体蓄电池2通过串和/或并联组成，该蓄电池组合3内部具有冷却液流道。

[0057] 加热器7可以为燃油加热器、燃气加热器或电加热器，其中对于燃油加热器和燃气加热器可直接使用燃料电池系统自带或附带的液体或气体燃料燃烧制热，对于电加热器则需要系统中附加一个低温性能更优的蓄电池供电或外接市电等电源供电。

[0058] 对本电源系统,在极端低温(如 $-40^{\circ}\text{C}$ 以下)环境下启动时,散热器8暂不工作,由加热器7工作将冷却液加热,实现蓄电池组合3和燃料电池堆1的温度提升。待温度提升到一定程度后,加热器7停止工作,蓄电池组合3或燃料电池堆1工作时的自身产物可将整个系统的温度进一步提升。当系统温度提升至理想温度区间或某一预设值后,散热器7开始工作,将系统内多余热量从系统内散出,实现系统工作在理想温度区间。

[0059] 可选的,燃料电池堆1由许多单节燃料电池串联而成。燃料电池可为具有电解液循环系统的碱性燃料电池,其电解液循环系统即可充当电冷却液循环系统,此时冷却液箱5内的冷却液为电解液。

[0060] 实施例二:

[0061] 如附图2所示,混合电源系统包括金属空气燃料电池和蓄电池9。将金属空气燃料电池和蓄电池9设计成一个整体,其中蓄电池9位于中心区域,两者可以拆分。

[0062] 金属空气燃料电池中心区域为具有容纳空间的结构,具体为中空的多层结构,自外而内依次是空气电极13、隔膜12和金属电极10,电解液11充满整个内部空间。蓄电池9位于金属空气燃料电池的容纳空间内,周围是金属空气燃料电池的电解液11。金属空气燃料电池的盖子是可以打开的,打开上面的盖子可以更换金属电极10和蓄电池9,使得金属空气燃料电池中金属消耗完后添加金属板以维持其继续放电。底部无特殊要求,一般情况下仅仅是容器底面,无其他功能部件。

[0063] 空气电极13为中空的圆柱形、方形或者其它任何形状,隔膜12、电解液11和金属电极10均位于空气电极13内部,金属电极10和空气电极13之间有孔隙,金属电极10内部以及孔隙内均充满电解液11,隔膜位于金属电极10和空气电极13之间的孔隙内,将电解液11分隔开。

[0064] 空气中的氧气在扩散穿越空气电极13,在空气电极13的内表面发生电化学还原反应,金属空气燃料电池内部的金属发生电化学氧化反应,即氧气和金属的电化学氧化还原反应,将化学能直接转化成电能输出。金属空气燃料电池的金属是可以更换或连续添加的,这样没有充电过程,可以通过补充金属燃料,实现电池的连续运行。

[0065] 蓄电池9置于金属空气燃料电池内部,蓄电池9与电解液11接触并可直接进行热交换。由于金属空气燃料电池具备很好的低温( $-30^{\circ}\text{C}$ 以下温度)自启动能力,因此在低温环境下可以由金属空气燃料电池先工作,随着电解液11温度的升高,可加热其内部的蓄电池,从而避免了蓄电池9在极端低温环境下无法常启动的问题,解决蓄电池低温特性差的问题。

[0066] 在极低的温度下,大部分种类的蓄电池均无法工作,本电源系统以电加热或热传导的方法对低温特性差的电池加热,以提高电池在低温环境中应用的可行性。

[0067] 实施例三:

[0068] 如附图1所示,混合电源系统包括燃料电池17,电缆16,加热装置15和蓄电池14。

[0069] 蓄电池14外表面用电阻丝、加热膜等加热装置15包覆,当环境温度为低温时( $-30^{\circ}\text{C}$ ),由于金属空气燃料电池具备很好的低温自启动能力,燃料电池17先启动发电,利用其输出的电能,通过加热装置15为蓄电池14加热,将蓄电池温度提升,可解决蓄电池低温特性差的问题;电缆16连接燃料电池17和加热装置15,通过燃料电池对加热装置15供电,将蓄电池14加热,从而避免了蓄电池14在极端低温环境下无法常启动的问题。

[0070] 可选的,蓄电池为锂离子电池、铅酸电池、镍氢电池等可充电电池。

[0071] 燃料电池17为金属空气燃料电池,金属空气燃料电池使用的金属为铝、镁、锌等活泼金属,其金属形态可为金属箔、金属板、金属颗粒、金属网、属泡沫、金属粉或金属碎末。

[0072] 电解液为KOH、NaOH、NaCl水溶液或其混合溶液,或添加有防冻材料的溶液。

[0073] 燃料电池为氢燃料电池、直接甲醇燃料电池、金属空气燃料电池等基于不同燃料的燃料电池,可以为质子交换膜燃料电池、碱性燃料电池、磷酸盐燃料电池等基于不同电解质的燃料电池。

[0074] 上述三种实施例中,当燃料电池和蓄电池均处于合适的工作温度时,根据用电需要,可分别对负载进行供电。

[0075] 综上所述,本发明提供了一种将金属空气燃料电池和蓄电池混合,利用两者的优点,可获得高功率密度和高能量密度的电源系统。

[0076] 尽管已经结合优选的实施例对本发明进行了详细地描述,但是本领域技术人员应当理解的是在不违背本发明精神和实质的情况下,各种修正都是允许的,它们都落入本发明的权利要求的保护范围之内。

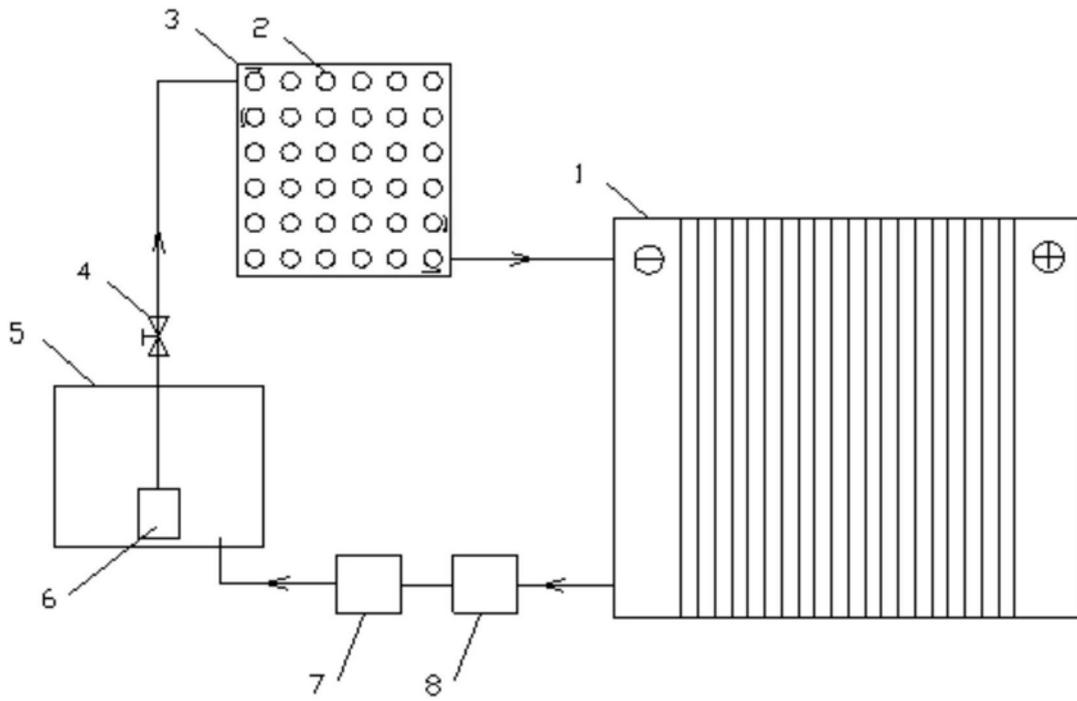


图1

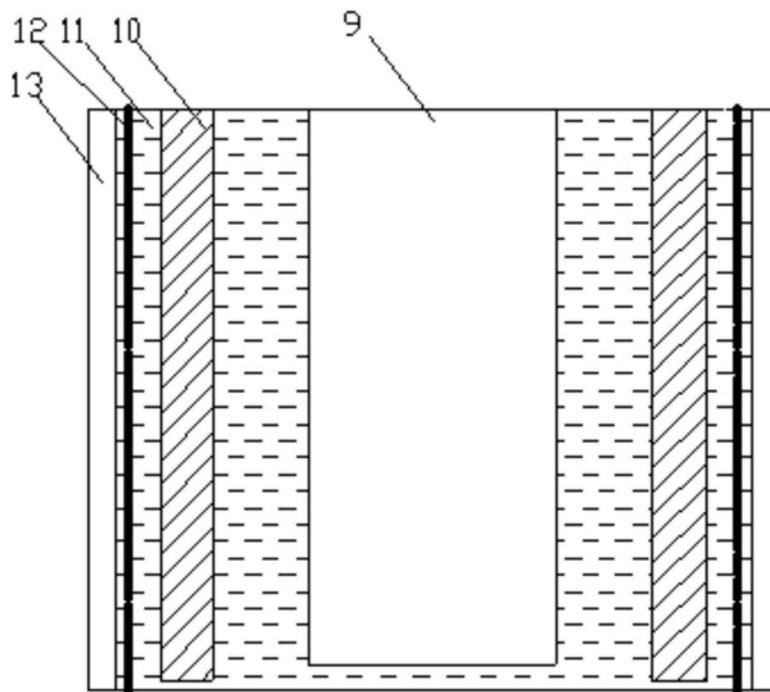


图2

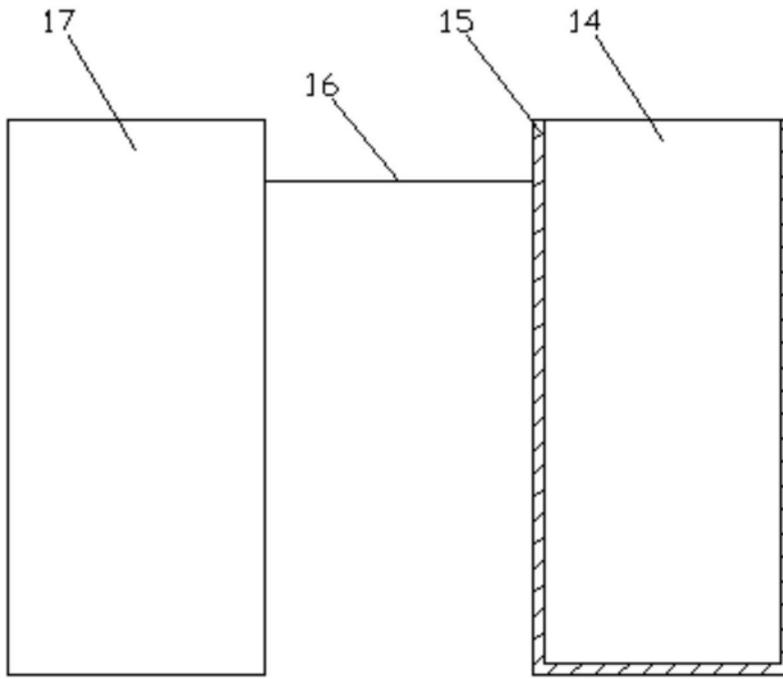


图3