



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109037726 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 10

(21) 申请号 201810666383.4

H01M 8/04223 (2016.01)

(22) 申请日 2018.06.26

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 101083329 A, 2007.12.05

申请公布号 CN 109037726 A

US 2011206965 A1, 2011.08.25

CN 106602105 A, 2017.04.26

(43) 申请公布日 2018.12.18

US 2015171436 A1, 2015.06.18

(73) 专利权人 华南理工大学

审查员 房晓东

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381号

(72) 发明人 简弃非 刘家威

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有  
限公司 44245

专利代理师 向玉芳 唐善新

(51) Int. Cl.

H01M 8/0267 (2016.01)

H01M 8/04007 (2016.01)

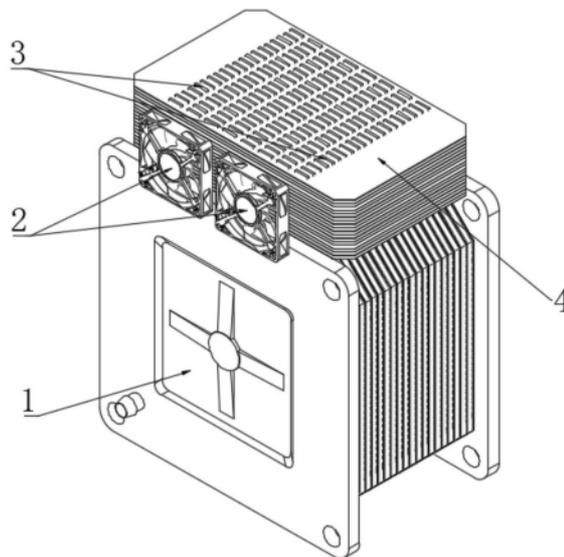
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

## (54) 发明名称

一种用于燃料电池传热均温的风冷式模块

## (57) 摘要

本发明公开了一种用于燃料电池传热均温的风冷式模块；主要由燃料电池组件、翅片和风机系统组成；燃料电池组件包括端盖、膜电极、超薄均温板，多个膜电极和多个超薄均温板交替设置，每个膜电极的两侧分别设有超薄均温板，超薄均温板包括壳体、空腔体、吸液芯和工质；空腔体设置在壳体中，空腔体至少从壳体的一端伸出，空腔中设有吸液芯和工质；壳体的上表面或者下表面分别设有空气流道或氢气流道；超薄均温板的总体厚度不超过3mm；超薄均温板冷凝端上安装多个翅片。本发明超薄均温板的蒸发端既能够起到分隔反应气体，收集并传导电流；又将聚集在双极板表面的热流迅速传递并扩散到大面积的冷凝表面上，起到均温散热的效果。



1. 一种用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于,主要由燃料电池组件、翅片和风机系统组成;

所述燃料电池组件包括端盖、膜电极、超薄均温板,多个膜电极和多个超薄均温板交替设置,每个膜电极的两侧分别设有超薄均温板,最外层的超薄均温板与端盖连接;超薄均温板包括壳体、空腔体、吸液芯和工质;空腔体设置在壳体中,空腔体至少从壳体的一端伸出,空腔中设有吸液芯和工质;壳体的上表面或者下表面分别设有空气流道或氢气流道;空气流道和氢气流道分别与膜电极的上表面或者下表面连接;壳体及与壳体连接的空腔体部分构成超薄均温板蒸发端,空腔体伸出壳体部分构成超薄均温板冷凝端;超薄均温板的总体厚度不超过3mm;超薄均温板冷凝端上安装多个翅片;风机系统安装在翅片的一侧;风机系统包括加热装置和风扇装置;所述的超薄均温板的蒸发端的空气流道和氢气流道为平直型通道。

2. 根据权利要求1所述的用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于:风机系统与翅片垂直安装,距翅片6~8cm。

3. 根据权利要求1所述的用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于:所述的空腔体从壳体的一端伸出,从壳体的一端伸出的空腔体为间隔设置的多个。

4. 根据权利要求1所述的用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于:所述的吸液芯由玻璃纤维、烧结的金属颗粒、丝网或超轻多孔泡沫金属制成。

5. 根据权利要求1所述的用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于:所述的工质选择丙酮、乙醇或去离子水中的一种或多种。

6. 根据权利要求1所述的用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于:所述的翅片为开缝型翅片、波纹型翅片或平直型翅片。

7. 根据权利要求6所述的用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于:所述的翅片为平直型翅片,厚度为0.2~1mm,多个翅片形成翅片阵列,翅片阵列与均温板冷凝端焊接成一体。

8. 根据权利要求1所述的用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于:所述的加热装置选用PTC加热装置或电热膜装置;所述的风扇装置的型号选用RS1238系列。

9. 根据权利要求1所述的用于燃料电池传热均温的风冷式模块,其特征在于:所述的壳体由紫铜或铜合金制成。

## 一种用于燃料电池传热均温的风冷式模块

### 技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池技术领域,特别是涉及一种用于燃料电池传热均温的风冷式模块。

### 背景技术

[0002] 燃料电池被称之为继水电、火电和核电之后能持续产生电力的第四种连续发电方式,有着传统的火力发电难以比拟的诸多技术上的优点,它不经历热机卡诺循环过程而直接把燃料的化学能转变成电能,再通过电机来驱动车辆,当用内燃机带动发电机时,其效率仅为30%~40%;而燃料电池的效率可达50%~60%,其突出优点是减少污染排放,对于氢燃料电池,发电后的产物只有水,可实现零污染。所以燃料电池动力装置在环保与节能两方面的优势均极其突出。PEMFC在低温快速启动、比功率能量转换效率等方面的优越性能使其成为运载工具的首选电源,由于电解质采用高分子膜,具有构造简单、启动快、常温工作的优势,最适宜为汽车等交通工具提供无污染的动力电源。而PEMFC燃料电池堆的散热是影响燃料电池性能、寿命和运行安全的主要因素,也是下一代燃料电池技术的研发重点之一。

[0003] 伴随着PEMFC化学反应生成电能的同时,还有部分化学能转化成热量,再加上电堆向外部输出电能时,由于自身内部也会产生极化热、欧姆热等热量,其中40%~50%的能量耗散将会产生热能,这些热能在PEMFC电堆内部积累导致电堆温度不断升高。温度对PEMFC性能的影响十分显著,PEMFC在运行中不断产生热量,如不及时排出多余的热量,其内部将逐渐升温,温度升高,有利于提高电化学反应速度和质子在电解质膜内的传递速度,获得更大的电流,电池性能变好,但温度高将使质子交换膜脱水,不满足膜的湿润条件,其电导率下降,电池性能变差,当温度接近100℃时,由于PEMFC采用的是聚合物电解质,质子膜的强度将下降,此时,如不及时降温,膜会出现微孔,使得氢气进入空气系统,危及运行安全,而且温度过高,水易呈气态,不利于膜电极内维持必要的水分。当电池内部温度过低时,输出电压将下降,电池组整体性能恶化。因此,维持PEMFC内部正常电化学反应的温度应保持在60~80℃,电堆内部要求各部分温度基本一致,以保证其工作性能。

[0004] 现有技术中虽然已有相关PEMFC散热冷却的装置或系统,如冷却液循环排热、空气冷却和液体蒸发冷却、空冷加蒸发冷却。但这类系统由于需要风机、泵、换热器、管线以及其他附件而使结构过于庞大、复杂,同时它也使系统的投资增加。也有将热管应用于电子器件散热方面的文章和技术,但热管工作时将热源的热流从蒸发端传递到冷凝端,然后通过对流传热的方式将热量带走,由于热管的形状所限,其主要实现由蒸发端到冷凝端的一维方向传热。

[0005] 中国实用新型专利CN203812974U公开了阵列热管式质子交换膜燃料电池热管理结构,中国发明专利申请CN103715441A公开了基于阵列热管相变传热的质子交换膜燃料电池热管理方法,但是该类现有技术存在有如下的问题:

[0006] 1、基于燃料电池功率和尺寸的考虑,因此每个燃料电池单元做的非常薄,每个双极板厚度约为1~3mm。但是上述现有专利技术中在每个电池单元中插入安装一个铜制工作

板,并将普通圆形热管安装在工作板内达到散热目的,这样会大大增加电堆的总体尺寸。

[0007] 2、上述现有专利技术中热管采用普通圆管,普通圆形热管与工作板之间接触面积较小,换热效率不高,不能将大量的热量及时从燃料电池内部排出,严重影响电堆的正常工作。

[0008] 3、上述现有专利技术中热管是独立散热的,不能保持每根热管具有相同的温度,且热管之间有一定的距离,这样会使双极板面上的温度分布不均温,温度梯度较大,影响电堆的工作状况,严重时甚至会损害电堆的使用寿命。

[0009] 4、上述现有专利技术中热管蒸发端与冷凝端成 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 角度,这样会增加热管内相工质的流动阻力,严重影响热管换热效率,可行性不高。

## 发明内容

[0010] 针对现有技术中存在的缺点和不足,本发明提供了一种可以低温快速启动,均温散热效果良好,燃料电池尺寸较小,可以始终保持电堆在极佳温度下工作的传热均温风冷式单元模块。

[0011] 本发明基于燃料电池产热的机理、电池单元的结构等特点,将超薄均温板的功能和双极板的功能集成在一起,设计成带有复合表面功能的超薄均温板,也可称为双极板,将具有二维平面传热均温的超薄均温板应用于燃料电池热管理系统。该超薄均温板的蒸发端既能具有普通双极板的功能,如分隔反应气体,并通过流场将反应气体导入到燃料电池中,收集并传到电流;同时具有均温板的功能,将双极板表面上产生的“热点”,迅速传递并扩散大面积的冷凝表面上,降低双极板表面的热流密度,达到均温散热的效果。

[0012] 本发明在超薄均温板的冷凝端安装平板翅片阵列,加强了均温板的结构,起到了防震、抗变形的目的;同时也作为风机系统的导流槽,增大了均温板的散热面积,达到均温散热的效果。本发明既有效解决了散热问题,又使电池结构紧凑降低成本,是一种新型的冷却手段。

[0013] 本发明针对低温启动的问题,在风机系统中加入了加热装置,利用均温板传热的可逆性,可以使燃料电池在低温环境条件下仍然能够顺利的启动。

[0014] 本发明目的通过如下技术方案实现:

[0015] 一种用于燃料电池传热均温的风冷式模块,主要由燃料电池组件、翅片和风机系统组成;

[0016] 所述燃料电池组件包括端盖、膜电极、超薄均温板,多个膜电极和多个超薄均温板交替设置,每个膜电极的两侧分别设有超薄均温板,最外层的超薄均温板与端盖连接;超薄均温板包括壳体、空腔体、吸液芯和工质;空腔体设置在壳体中,空腔体至少从壳体的一端伸出,空腔中设有吸液芯和工质;壳体的上表面或者下表面分别设有空气流道或氢气流道;空气流道和氢气流道分别与膜电极的上表面或者下表面连接;壳体及与壳体连接的空腔体部分构成超薄均温板蒸发端,空腔体伸出壳体部分构成超薄均温板冷凝端;超薄均温板的总体厚度不超过3mm;超薄均温板冷凝端上安装多个翅片;风机系统安装在翅片的一侧;风机系统包括加热装置和风扇装置。

[0017] 为了进一步实现本发明目的,优选地,所述的风机系统与翅片垂直安装,距翅片6~8cm。

[0018] 优选地,所述的空腔体从壳体的一端伸出,从壳体的一端伸出的空腔体为间隔设置的多个。

[0019] 优选地,所述的吸液芯由玻璃纤维、烧结的金属颗粒、丝网或超轻多孔泡沫金属制成。烧结的金属颗粒优选为颗粒直径在200目以下的纯铜粉体。

[0020] 优选地,所述的工质选择丙酮、乙醇或去离子水中的一种或多种。

[0021] 优选地,所述的翅片为开缝型翅片、波纹型翅片或平直型翅片。

[0022] 优选地,所述的翅片为平直型翅片,厚度为0.2~1mm,多个翅片形成翅片阵列,翅片阵列与均温板冷凝端焊接成一体。

[0023] 优选地,所述的加热装置选用PTC加热装置或电热膜装置;所述的风扇装置的型号选用RS1238系列。

[0024] 优选地,所述的壳体由紫铜或铜合金制成。

[0025] 优选地,所述的超薄均温板的蒸发端的空气流道和氢气流道为平直型通道。

[0026] 本发明与现有技术相比具有以下有益效果:

[0027] 1、本发明采用的核心传热均温部件是具有复合表面功能的超薄均温板,区别于现有风冷、液体直接冷却等方式。每片均温板是一个独立的传热单元,一片热管的损坏不影响其他均温板的正常使用,所以换热性能更加稳定可靠。均温板具有换热面积大、传热效率高且工作介质的循环是依靠回流液的重力作用,无机械运行部件,增加了设备的可靠性,减少了功耗,大大提高了燃料电池的输出性能。

[0028] 2、本发明利用均温板传热的可逆性,在冬天寒冷的天气(如气温在-30℃的北方)对燃料电池堆进行保温(燃料电池堆里面的湿润气体如果结冰,会损坏燃料电池堆的膜组件,导致燃料电池堆性能衰减、电堆失效,严重情况会出现爆炸等安全问题)。在低温冷启动过程中,通过风机吹出的热风对均温板的冷凝段进行加热,利用均温板传热的可逆性,热量快速传递到燃料电池单元中对电堆进行快速预热升温,促使电池在低温启动成功,从而提高燃料电池的低温环境适应性与工作寿命;在燃料电池的温度过高时,热量从均温板蒸发段(双极板)外壁面传到内壁面和吸液芯,最终传到冷凝段,在风机的强制对流换热下热量经平直型翅片扩散到空气中,最终达到电堆均温散热的效果。

[0029] 3、本发明开发的燃料电池系统中的超薄均温板代替传统的冷却通道板,同时将超薄均温板与燃料电池的双极板集成,制成具有复合表面功能的超薄均温板。均温板的蒸发端具有双极板的功能,起到导流的作用。同时整个均温板又起到均温散热的效果,把燃料电池在高温时需要散发的热量与低温时需要加热的热量通过均温板来进行传递,避免了要通过流体穿过燃料电池才能冷却或加热的传统方法,达到快速加热(冷却)燃料电池内部热量的效果,同时使燃料电池系统结构更加简单、紧凑。

[0030] 4、相比常规热管来说,超薄均温板是二维平面散热,具有更大的蒸发和散热面积,适用于结构紧凑和散热面积较大的使用环境,有利于将点热源均温到大面积的蒸发基板上,降低双极板表面的热流密度。由于超薄均温板厚度和体积都大幅度下降,超薄均温板可以对配对散热设备的热沉作出更灵活的装配配合,散热装置结构形式更趋多样化。而超薄均温板能灵活地改变散热表面积,更有效地将局部过热高温(低温)点的温度均温化。

[0031] 5、本发明在每个电池单元中的均温板(双极板)对电池单元进行热控制。

[0032] 6、把单块超薄均温板通过金属平直翅片,构成一个整体模块,形成均温板整体结

构。其冷凝端(冷却散热)通过导热性能良好的金属翅片,使所有均温板的同一端温度相同,促使均温板的另一端(双极板)的温度趋于相同,实现均温散热的目标。

[0033] 7、平直性翅片与均温板形成一个整体结构,增强了均温板的结构强度和稳定性,增强了整个系统的抗震、抗变形的目的。

[0034] 8、在均温板的冷凝端安装整列平直翅片,增加了冷却面积,起到了导流的作用,增强散热效果。

[0035] 本发明考虑到了低温启动的问题,在风机系统中加入了加热装置,利用均温板的可逆性,可以使燃料电池在低温环境条件下仍然能够顺利的启动。

## 附图说明

[0036] 图1为燃料电池传热均温的风冷式独立单元模块结构及系统的结构示意图。

[0037] 图2为图1的正视图。

[0038] 图3为图1的侧视图。

[0039] 图4为超薄均温板及翅片组合安装的电堆示意图。

[0040] 图5为装有超薄均温板的电堆示意图。

[0041] 图6为电堆爆炸图。

[0042] 图7为超薄均温板结构示意图。

[0043] 图8为超薄均温板剖面图。

[0044] 图中示出:燃料电池组件1、风机系统2、超薄均温板3、翅片4、端盖1-1、膜电极1-2、超薄均温板蒸发端3-1、超薄均温板冷凝端3-2、氢气流道3-3、氧气流道3-4、吸液芯3-5。

## 具体实施方式

[0045] 为了更好地理解本发明,下面结合附图对本发明作进一步的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0046] 如图1-图8所示,一种用于燃料电池传热均温的风冷式模块,主要由燃料电池组件1、风机系统2和翅片4组成;燃料电池组件1包括端盖1-1、膜电极1-2和超薄均温板3;膜电极1-2优选MEA膜电极;多个膜电极1-2和多个超薄均温板3交替设置,每个膜电极1-2的两侧分别设有超薄均温板3,最外层的超薄均温板3与端盖1-1连接;超薄均温板3包括壳体、空腔体、吸液芯3-3和工质;空腔体设置在壳体中,至少从壳体的一端伸出,优选空腔体从壳体的一端伸出;空腔中设有吸液芯3-3和工质;壳体的上表面或者下表面分别设有空气流道3-4或氢气流道3-5;空气流道3-4或氢气流道3-5分别与膜电极1-2的上表面或者下表面连接;壳体及与壳体连接的空腔体部分构成超薄均温板蒸发端3-1,空腔体伸出壳体部分构成超薄均温板冷凝端3-2。超薄均温板3的总体厚度不超过3mm,优选从壳体的一端伸出的空腔体为间隔设置的多个;超薄均温板冷凝端3-2上安装多个翅片4;风机系统2安装在翅片4的一侧,风机系统2的风垂直吹向翅片4。

[0047] 风机系统包括加热装置和风扇装置;加热装置选用PTC加热或电热膜装置,该PTC或电热膜加热装置的最高温度不高于60℃,具有功率大、自动控温、可靠性高、使用环境温度范围宽等优点,因此可以快速加热燃料电池电堆,达到燃料电池低温启动的目的;风扇的型号可选用RS1238系列,采用直流电供电,电压12V或24V,具有风量大、风速快、噪音低等优

点。风机系统与平直型翅片4垂直安装,距翅片约6~8cm。在燃料电池低温启动时,加热装置PTC或电热膜开始工作,通过风扇将热量传递给超薄均温板的冷凝段进行加热,利用均温板传热的可逆性,热量快速传递到燃料电池单元中对电堆进行保温与快速预热升温,促使电池在低温启动成功。

[0048] 如图5、图7所示,超薄均温板3的蒸发端的两端面均匀开设平直性反应气体流道;为超薄均温板3的冷凝端3-2优选为8~10个,间隔设置,均温板3的蒸发端3-1具备了双极板的作用,安装于电堆内部,便于简化系统结构、缩小燃料电池尺寸。

[0049] 如图4、图5,在复合表面功能的均温板3的冷凝端3-2处平行间隔安装多块翅片4,翅片4为开缝型翅片、波纹型翅片或平直型翅片,由于平直型翅片具有结构简单,易于加工,成本低廉等特点,因此本发明优选平直型翅片,在翅片四周做相应的倒角处理,避免安装时被翅片割伤。平直型翅片厚度为0.2~1mm,多个翅片形成翅片阵列,翅片阵列与均温板冷凝端焊接成一体。

[0050] 工质选择丙酮、乙醇和去离子水中的一种或多种。本发明工质具有良好的综合物理性质;应用场合正常的工作范围一般为-20℃-120℃,工质的熔点、沸点和临界点在工作温度范围内可以良好地工作。

[0051] 壳体优选由紫铜或铜合金制成;紫铜耐腐蚀,质地相对较软,便与加工、剪裁。

[0052] 吸液芯3-3优选由玻璃纤维、烧结的金属颗粒、丝网或超轻多孔泡沫金属制成;其中超轻多孔泡沫金属可以显著强化均温板的传热性能,具有优异的均温性能,扩展了均温板承载高热流密度的能力,可达200W/cm<sup>2</sup>以上,并减小了均温板的热阻,热阻最小可达0.025℃/W。

[0053] 本发明超薄均温板蒸发端3-1为双极板。超薄均温板蒸发端3两端面上开设平直性反应气体流道,即超薄均温板的蒸发端两面的空气流道和氢气流道为平直型通道。超薄均温板具有双极板分隔反应气体、导流、收集电流的功能,起到双极板的作用。本发明超薄均温板是依靠工质的相变来传递热量的,工质适应均温板的工作温度区,并有适当的饱和蒸汽压;工质与壳体材料相容,且具有良好的热稳定性。超薄均温板冷凝端3-2与翅片4组合安装成整体结构。

[0054] 本发明将超薄均温板与双极板集成在一起,设计出了具有复合表面功能的超薄均温板,每个电池单元的双极板又起到均温板的作用对电池单元进行热控制,大大缩小了电堆的整体尺寸,使燃料电池系统结构更加简单、紧凑,同时均温板接触面积大,换热效率高。

[0055] 在超薄均温板的冷凝端安装平板翅片阵列,加强了均温板的结构,起到了防震、抗变形的目的;其冷凝端(冷却散热)通过导热性能良好的金属翅片,使所有均温板的同一端温度相同,促使均温板的另一端(蒸发端)的温度趋于相同,实现均温散热的目标;同时平直翅片也作为风机系统的导流槽,增大了均温板的散热面积,达到均温散热的效果。其蒸发端同时具有双极板的功能,起分隔反应气体,并通过流场将反应气体导入到燃料电池中,收集并传到电流。本发明既能够有效解决燃料地电池低温启动的问题,也能够有效解决电堆散热问题,使燃料电池结构紧凑降低成本,从而燃料电池始终处于优良的工作环境中,极大提高燃料电池的工作性能。

[0056] 上述实施方式仅仅是为了清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出不同形

式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均包含在本发明权利要求的保护范围之内。

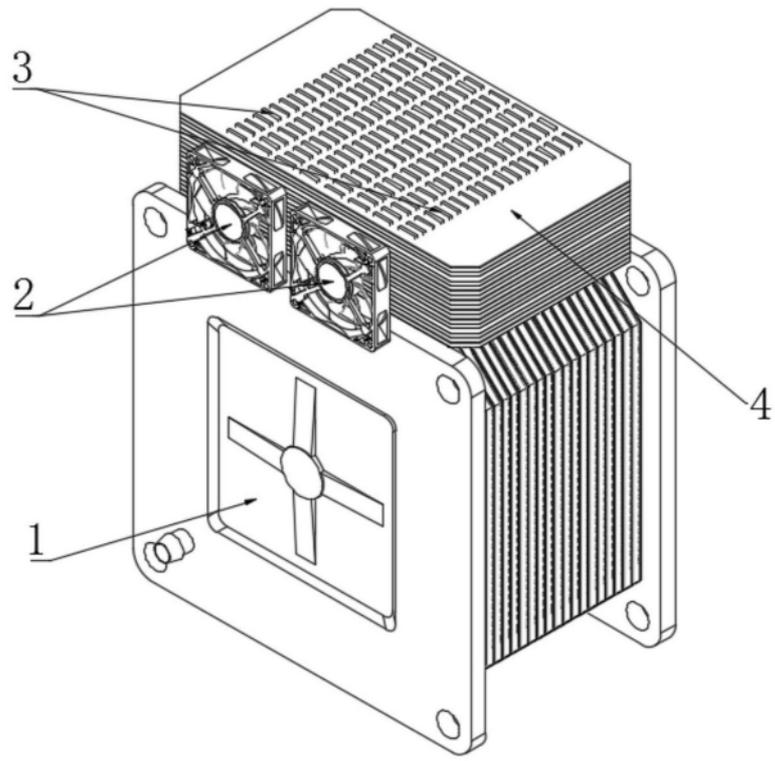


图1

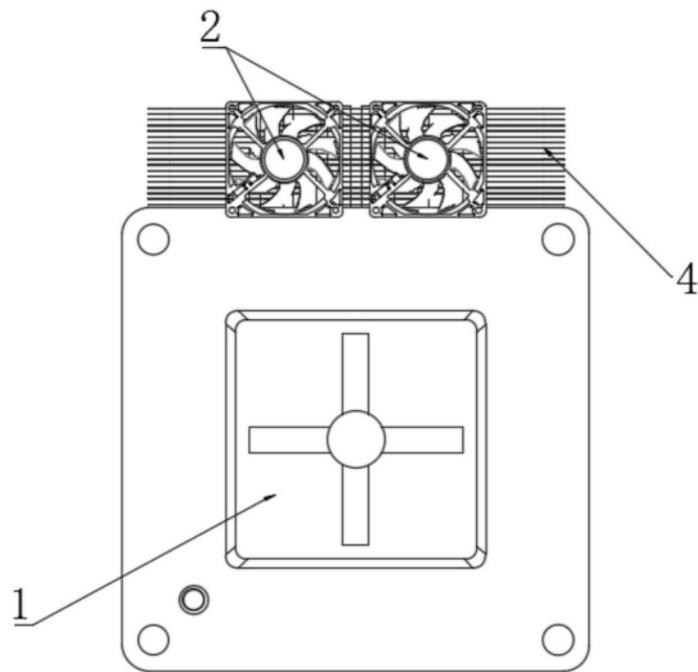


图2

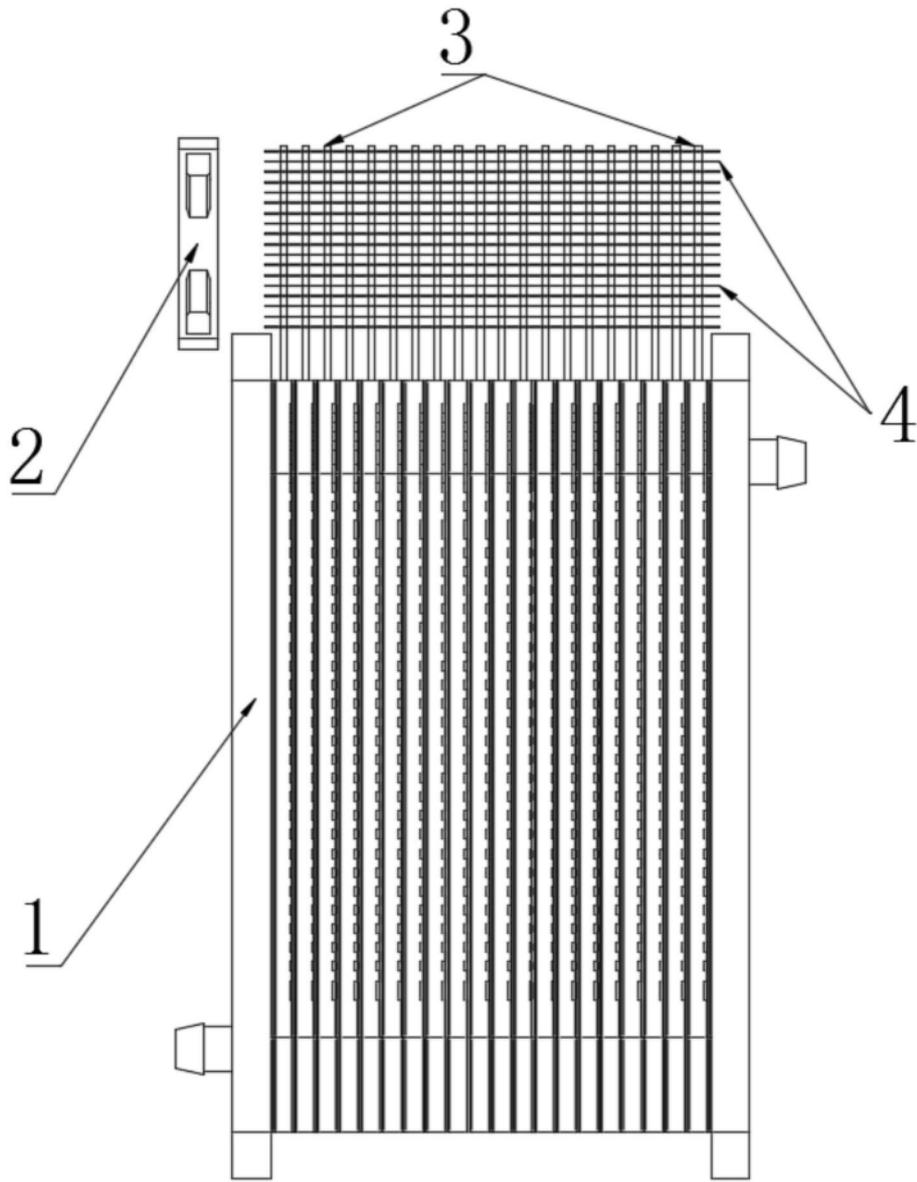


图3

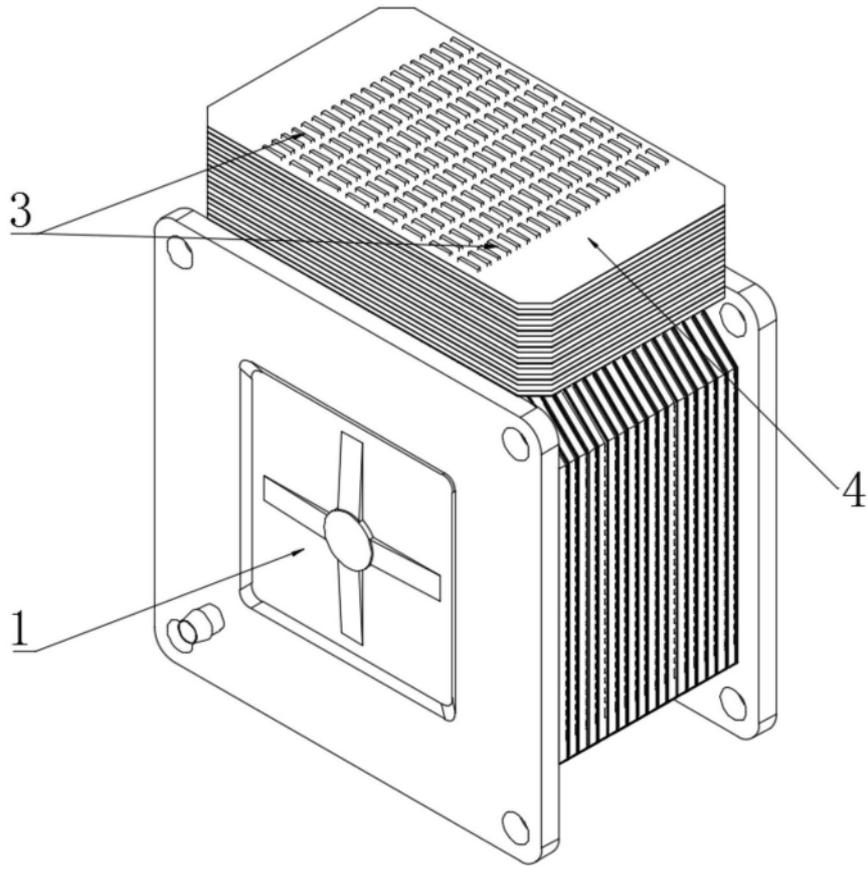


图4

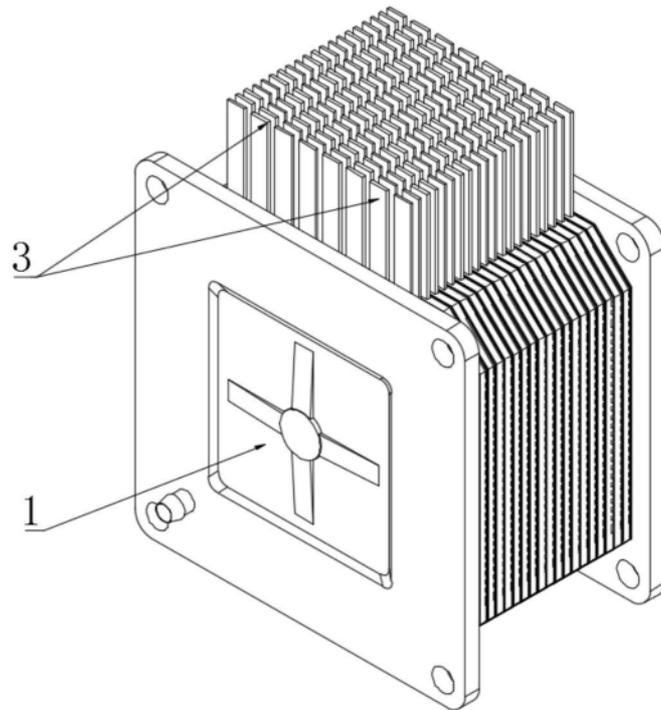


图5

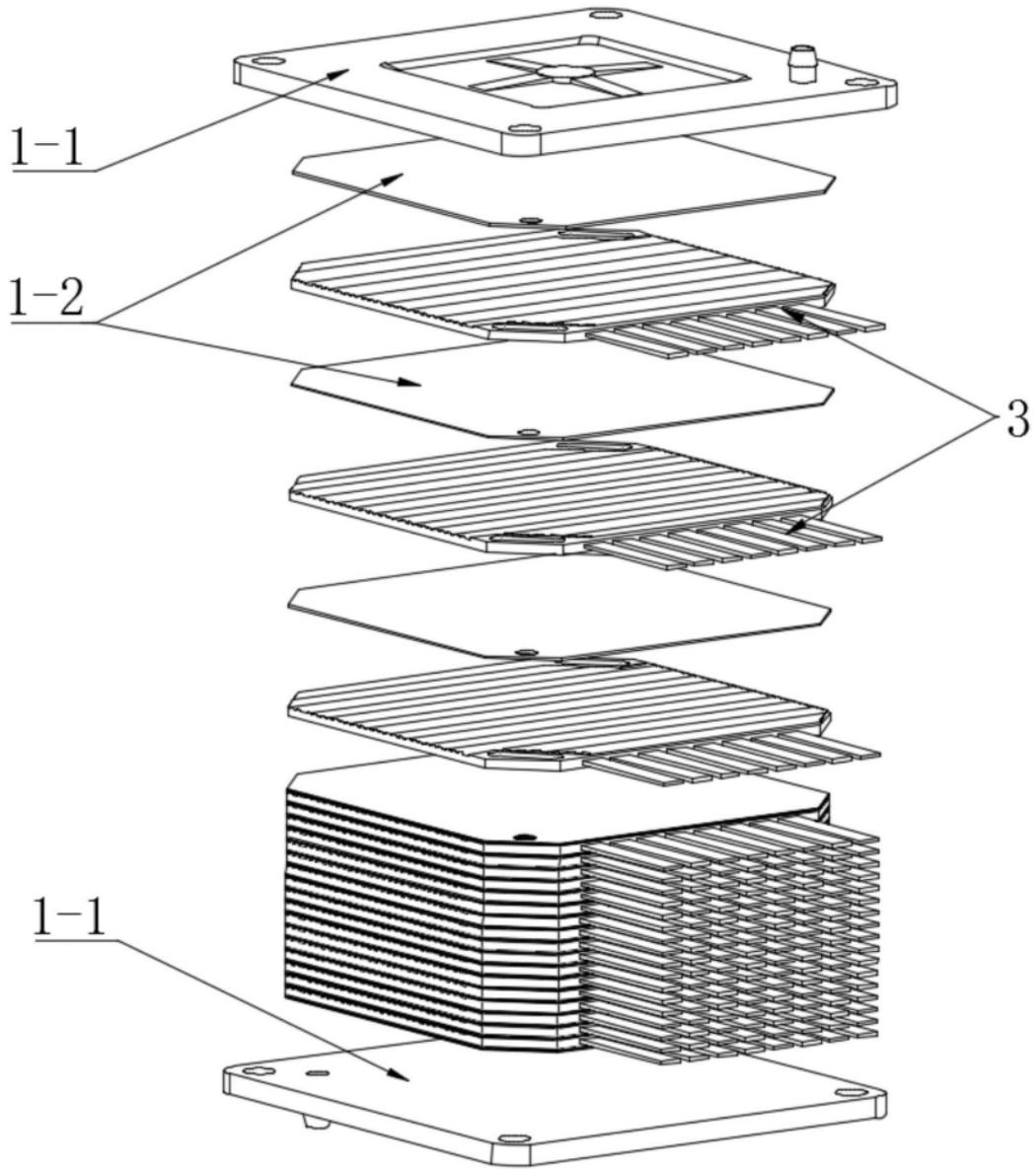


图6

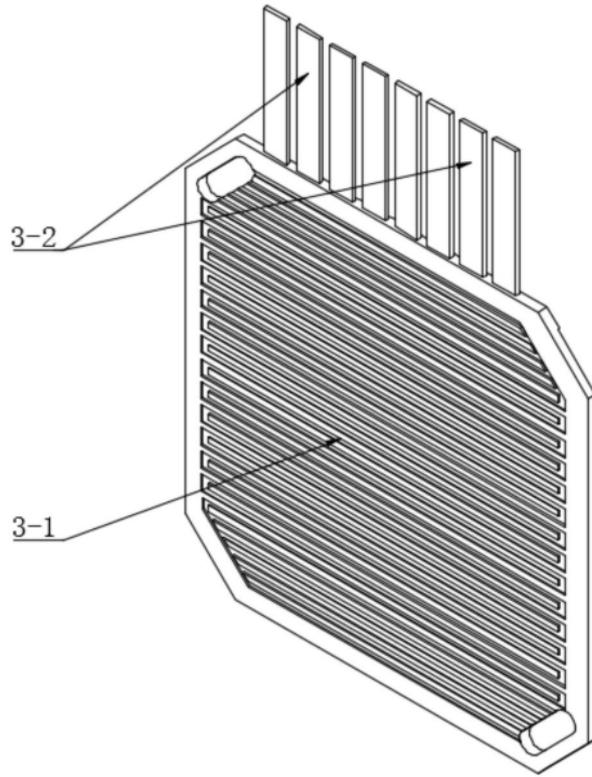


图7

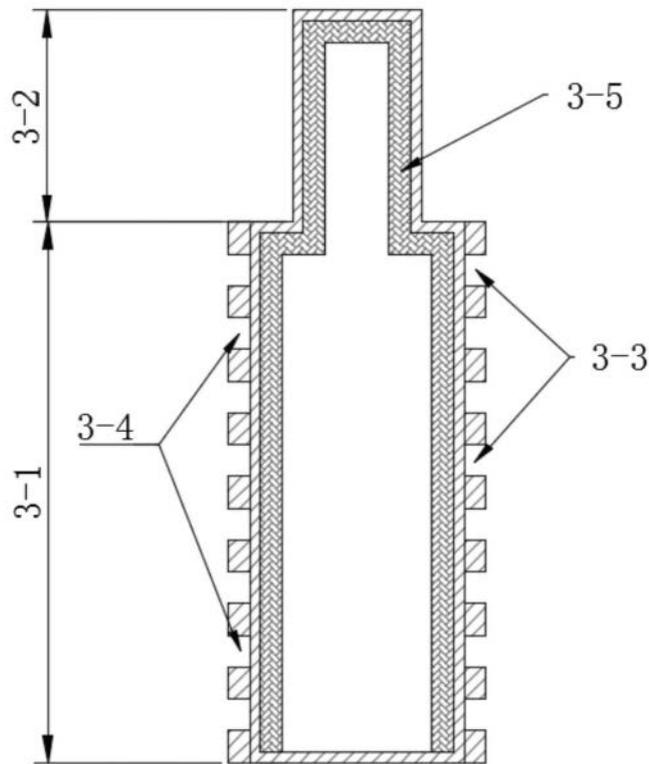


图8