



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112909282 A

(43) 申请公布日 2021.06.04

(21) 申请号 202110124414.5

(22) 申请日 2021.01.29

(71) 申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301号

(72) 发明人 邢磊 陈高健 徐远翔 施伟东

(51) Int. Cl.

H01M 8/0258 (2016.01)

B29C 64/10 (2017.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

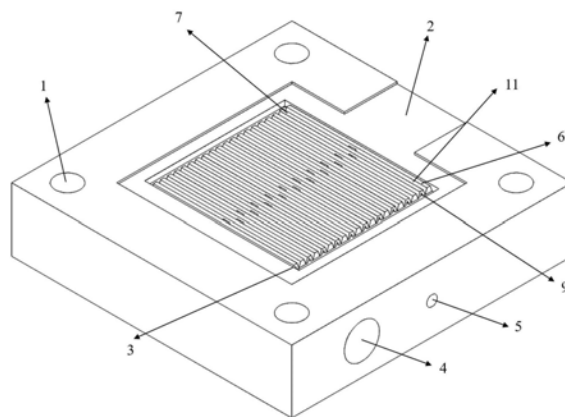
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种燃料电池双极板及其制作方法

(57) 摘要

本发明提供一种燃料电池双极板及其制作方法,包括双极板主体;所述双极板主体设有导电板预留区域、流道区域、进气孔和出气孔;本发明在肋条内部增设了交错分布的副流道,为液态水提供了额外的排出途径,增强了流道排水能力,降低了多孔电极水淹风险,强化了反应物传质,提高了燃料电池在中高电流密度操作条件下的性能。同时实现了气体的优化分配,提高了电极内氧气的有效浓度,优化了电池性能。本发明利用3D打印技术制作燃料电池双极板,弥补了传统加工工艺不能满足复杂结构流道制造需求的不足,且加工时间短、成本低、精度高,有助于拓宽燃料电池流场设计的发展方向。



1. 一种燃料电池双极板,其特征在于,包括双极板主体;所述双极板主体设有导电板预留区域(2)、流道区域(3)、进气孔(4)和出气孔(8);

所述导电板预留区域(2)为具有深度的上面敞开的腔体,腔体用于安装导电板(12);所述导电板预留区域(2)内设有流道区域(3);所述流道区域(3)内设置多组肋条,每组肋条均包括肋条I(6)和肋条II(7),肋条I(6)和肋条II(7)交错排布,相邻的肋条之间、以及肋条与流道区域(3)的边界之间形成主流道;相邻肋条间的宽度与导电板(12)格栅的宽度一致;肋条的两端分别与流道区域(3)的边界之间留有距离形成进气口流道(41)和出气口流道(81),所述进气口流道(41)与进气孔(4)连通,所述出气口流道(81)与出气孔(8)连通;

所述肋条II(7)与进气口流道(41)相近的一段内设有通道一,所述通道一的一端与进气口流道(41)连通,另一端设有相通的侧出气孔I(71)和侧出气孔II(72),所述侧出气孔I(71)和侧出气孔II(72)分别与主流道相通,所述通道一、侧出气孔I(71)和侧出气孔II(72)形成副流道I(9);

所述肋条I(6)与出气口流道(81)相近的一段内设有通道二,所述通道二的一端与出气口流道(81)连通,另一端设有相通的侧排水孔I(61)和侧排水孔II(62),所述侧排水孔I(61)和侧排水孔II(62)分别与主流道相通,所述通道二、侧排水孔I(61)和侧排水孔II(62)形成副流道II(10)。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池双极板,其特征在于,所述肋条为梯形肋条。

3. 根据权利要求2所述的燃料电池双极板,其特征在于,相邻肋条之间形成的主流道等腰倒三角形。

4. 根据权利要求1所述的燃料电池双极板,其特征在于,所述通道一和通道二的截面为等腰三角形。

5. 根据权利要求1所述的燃料电池双极板,其特征在于,所述双极板主体还设有测温孔(5);所述测温孔(5)位于进气孔(4)的侧边。

6. 根据权利要求1所述的燃料电池双极板,其特征在于,所述双极板主体还设有定位孔(1);所述定位孔(1)位于双极板主体表面的四角。

7. 根据权利要求1所述的燃料电池双极板,其特征在于,所述肋条的组数为 n , $n \in \mathbb{N}$, N 为正整数,且 $n \geq 2$ 。

8. 根据权利要求1所述的燃料电池双极板,其特征在于,所述导电板预留区域(2)为“凸”字型,所述流道区域(3)为矩形的凹槽。

9. 一种根据权利要求1-8任意一项所述燃料电池双极板的制作方法,其特征在于,包括以下步骤:绘制所述燃料电池双极板的3D结构图,再按照3D结构图以3D打印材料通过3D打印技术将所述燃料电池双极板制作成型。

10. 根据权利要求9所述的燃料电池双极板的制作方法,其特征在于,所述3D打印材料为耐高温树脂,最高耐温 $100^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$ 。

一种燃料电池双极板及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电池技术领域,具体涉及一种燃料电池双极板及其制作方法。

背景技术

[0002] 环境问题一直是民生大计。氢能因其具有能量高、无污染等优点,一直是研究者们所研究的重点。传统内燃机对于化石燃料的依赖对环境造成极大污染,催生了燃料电池的发展。质子交换膜燃料电池(PEMFC)通过质子交换膜在阳极催化剂的作用下将氢气分解为质子和电子,质子经膜与阴极氧气结合生成水,电子通过外电路为用电器提供电能,整个过程清洁无污染。双极板是燃料电池中的重要部件,具有分配反应气、收集电流、排出多余液态水的作用,其中双极板上的流道设计对均匀分配反应气和促进排水一直是研究者们关注的研究热点。目前被广泛应用的有平行流道、蛇形流道,但都存在不足之处。例如,平行流道内反应气对流传质能力弱,肋条下方电极利用率低,且流道内易积水;蛇形流道改善了平行流道的传质问题,但进出口压降较大,泵压损失较高,同时较长的流道也会造成反应物分布不均匀等问题。作为阴极氧还原反应的产物,液态水需要及时、快速排出,以增加多孔电极内反应物的有效浓度和传质速率。尤其是流道肋条下的多孔电极区域,由于与肋条更易发生热交换,造成该区域电极内液态水聚集,影响电池性能。因此,需要设计性能更为优异的流道,以提高电池的排水能力,促进反应物在电极内的扩散,实现反应物的均匀分布。

[0003] 流道的加工通常为机械加工制造。目前主要应用的双极板材料有石墨板、金属板、复合材料,大都采用铣刀切割和模具冲压的方法,然而传统方法并不能满足一些复杂结构流道制作的需求。3D打印作为一种快速发展的模型制作技术,可以高效、经济地实现复杂多样的模型制造,应用于燃料电池将有助于拓宽燃料电池流场设计的发展方向。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明在于提供一种燃料电池双极板及其制作方法,在肋条内部增设了交错分布的副流道,为液态水提供了额外的排出途径,增强了流道排水能力,降低了多孔电极水淹风险,强化了反应物传质,优化了电池性能。同时在不增加额外设备的情况下实现了气体的优化分配,即在流道后半段借助流道特殊结构设计,实现了以副流道I9内未参与反应的气体部分代替主流道11含水量较高的已参与反应的气体,提高了电极内氧气的有效浓度,优化了电池性能。利用3D打印技术解决铣刀切割和模具冲压不能制作复杂流道的限制,提高燃料电池流道的可设计性,降低双极板制造的成本。

[0005] 本发明通过以下方案实现的:

[0006] 一种燃料电池双极板,包括双极板主体;所述双极板主体设有导电板预留区域、流道区域、进气孔和出气孔;所述导电板预留区域为具有深度的上面敞开的腔体,导电板安装在腔体内;所述导电板预留区域内设有流道区域;所述流道区域内设置多组肋条,每组肋条均包括肋条I和肋条II,肋条I和肋条II交错排布,相邻的肋条之间、以及肋条与流道区域的边界之间形成主流道;相邻肋条间的宽度与导电板格栅的宽度一致;肋条的两端分别与流

道区域的边界之间留有距离形成进气口流道和出气口流道,所述进气口流道与进气孔连通,所述出气口流道与出气孔连通;所述肋条Ⅱ与进气口流道相近的一段内设有通道一,所述通道一的一端与进气口流道连通,另一端设有相通的侧出气孔Ⅰ和侧出气孔Ⅱ,所述侧出气孔Ⅰ和侧出气孔Ⅱ分别与主流道相通,所述通道一、侧出气孔Ⅰ和侧出气孔Ⅱ形成副流道Ⅰ;所述肋条Ⅰ与出气口流道相近的一段内设有通道二,所述通道二的一端与出气口流道连通,另一端设有相通的侧排水孔Ⅰ和侧排水孔Ⅱ,所述侧排水孔Ⅰ和侧排水孔Ⅱ分别与主流道相通,所述通道二、侧排水孔Ⅰ和侧排水孔Ⅱ形成副流道Ⅱ。

[0007] 上述方案中,所述肋条为梯形肋条。

[0008] 进一步的,相邻肋条之间形成的主流道等腰倒三角形。

[0009] 上述方案中,所述通道一和通道二的截面为等腰三角形。

[0010] 上述方案中,所述双极板主体还设有测温孔;所述测温孔位于进气孔的侧边。

[0011] 上述方案中,所述双极板主体还设有定位孔;所述定位孔位于双极板主体表面的四角。

[0012] 上述方案中,所述肋条的组数为 n , $n \in \mathbb{N}$, N 为正整数,且 $n \geq 2$ 。

[0013] 上述方案中,所述导电板预留区域为“凸”字型,所述流道区域为矩形的凹槽。

[0014] 一种根据所述燃料电池双极板的制作方法,包括以下步骤:绘制所述燃料电池双极板的3D结构图,再按照3D结构图以3D打印材料通过3D打印技术将所述燃料电池双极板制作成型。

[0015] 上述方案中,所述3D打印材料为耐高温树脂,最高耐温 $100^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$ 。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明所述的燃料电池双极板,在传统平行流道的基础上于肋条内部增设了交错分布的副流道,相邻肋条分别在前段和后段内设有副流道,为液态水提供了额外的排出途径,增强了流道排水能力,降低了多孔电极水淹风险,强化了反应物传质,提高了燃料电池在中高电流密度操作条件下的性能。同时在不增加额外设备的情况下实现了气体的优化分配,即在流道后半段以副流道Ⅰ内未参与反应的气体部分代替主流道Ⅰ内含水量较高的已参与反应的气体,提高了电极内氧气的有效浓度,优化了电池性能。本发明利用3D打印制备燃料电池双极板,弥补了传统加工工艺不能满足复杂结构流道制造需求的不足,且加工时间短、成本低、精度高,有助于拓宽燃料电池流场设计的发展方向。通过本发明制得的双极板具有强化反应物传质速率、提高多孔电极内反应物有效浓度、增强排水能力,优化电池性能的优点。

附图说明

[0017] 图1为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板右侧视图;

[0018] 图2为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板左侧视图;

[0019] 图3为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板俯视图;

[0020] 图4为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板副流道Ⅰ剖面图;

[0021] 图5为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板副流道Ⅰ截面图;

[0022] 图6为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板副流道Ⅱ剖面图;

[0023] 图7为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板副流道Ⅱ截面图;

[0024] 图8为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板与导电板组合图;

[0025] 图9为本发明一实施方式的3D打印燃料电池双极板单电池爆炸视图；

[0026] 图10为传统平行流道与本发明新型流道的电池极化曲线性能对比图。

[0027] 图中：1定位孔、2导电板预留区域、3流道区域、4进气孔、41进气口流道、5测温孔、6肋条I、61侧排水孔I、62侧排水孔II、7肋条II、71侧出气孔I、72侧出气孔II、8出气孔、81出气口流道、9副流道I、10副流道II、11主流道、12导电板。

具体实施方式

[0028] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0029] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“轴向”、“径向”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0030] 在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0031] 图1所示，所述燃料电池双极板，包括双极板主体；所述双极板主体设有导电板预留区域2、流道区域3、进气孔4和出气孔8；所述导电板预留区域2为具有深度的上面敞开的腔体，导电板12安装在腔体内；所述导电板预留区域2内设有流道区域3；所述流道区域3内设置多组肋条，每组肋条均包括肋条I6和肋条II7，肋条I6和肋条II7交错排布，相邻的肋条之间、以及肋条与流道区域3的边界之间形成主流道；相邻肋条间的宽度与导电板12格栅的宽度一致；肋条的两端分别与流道区域3的边界之间留有距离形成进气口流道41和出气口流道81，所述进气口流道41与进气孔4连通，所述出气口流道81与出气孔8连通。

[0032] 所述肋条II7与进气口流道41相近的一段内设有通道一，所述通道一的一端与进气口流道41连通，另一端设有相通的侧出气孔I71和侧出气孔II72，所述侧出气孔I71和侧出气孔II72分别与主流道相通，所述通道一、侧出气孔I71和侧出气孔II72形成副流道I9。

[0033] 所述肋条I6与出气口流道81相近的一段内设有通道二，所述通道二的一端与出气口流道81连通，另一端设有相通的侧排水孔I61和侧排水孔II62，所述侧排水孔I61和侧排水孔II62分别与主流道相通，所述通道二、侧排水孔I61和侧排水孔II62形成副流道II10。

[0034] 根据本实施例优选的，所述肋条为梯形肋条。

[0035] 根据本实施例优选的，相邻肋条之间形成的主流道等腰倒三角形。

[0036] 根据本实施例优选的，所述通道一和通道二的截面为等腰三角形。

[0037] 根据本实施例优选的,所述双极板主体还设有测温孔5;所述测温孔5位于进气孔4的侧边,且测温孔5位于双极板主体侧边中央位置,深至流道中心区域,用以实时监测工作时电池内部实际温度。

[0038] 根据本实施例优选的,所述双极板主体还设有定位孔1;所述定位孔1位于双极板主体表面的四角。

[0039] 根据本实施例优选的,所述肋条的组数为 n , $n \in \mathbb{N}$, N 为正整数,且 $n \geq 2$ 。

[0040] 根据本实施例优选的,所述导电板预留区域2为“凸”字型,所述流道区域3为矩形的凹槽。

[0041] 一种根据所述燃料电池双极板的制作方法,包括以下步骤:绘制所述燃料电池双极板的3D结构图,再按照3D结构图以3D打印材料通过3D打印技术将所述燃料电池双极板制作成型。

[0042] 根据本实施例优选的,所述3D打印材料为耐高温树脂,最高耐温 $100^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$ 。

[0043] 所述导电板预留区域2为具有一定深度的空腔,空腔呈“凸”字状,与导电板12的形状匹配,在空腔下方设计了矩形流道区域3。所述流道区域3为在导电板预留区域2底部设计的矩形空腔,空腔内设置多组梯形肋条构成流道,其中流道包括梯形肋条内部副流道、梯形肋条间等腰倒三角形主流道、进气孔4侧的进气口流道41、出气孔8侧的出气口流道81。所述肋条内部副流道为在间隔的肋条梯形内部前段和后段交错设置的具有一定长度的中空通道,通道截面为等腰三角形,并在通道的末端两侧设有连通主副流道的矩形孔。所述矩形孔为肋条Ⅱ7的侧出气孔I71、侧出气孔Ⅱ72和肋条I6的侧排水孔I61和侧排水孔Ⅱ62,使各肋条内部副流道与主流道相连通。所述梯形肋条前后两端分别与流道区域3边界留有一定距离形成进气口流道41和出气口流道81。

[0044] 反应气经进气孔4流入进气口流道41后,在进气口流道41处经主流道和副流道I9发生气体分流;随后气体于肋条Ⅱ7支侧的侧出气孔I71和侧出气孔Ⅱ72处发生气体交换,以副流道I9内未参与反应的气体部分代替主流道11含水量较高的已参与反应的气体;主流道前半段反应产生的液态水将部分分流至肋条I6后半段的副流道Ⅱ10内,降低后半段主流道内的液态水含量;最后主副流道内的反应气与液态水汇合于出气口流道81,经出气孔8流出。所述燃料电池双极板,在传统平行流道的基础上提高了电池内液态水的排出能力,同时在不增加额外设备的情况下实现了气体的优化分配,即在流道后半段以副流道I9内未参与反应的气体部分代替主流道11含水量较高的已参与反应的气体,提高了电极内氧气的有效浓度,优化了电池性能。

[0045] 以下为本发明一具体实施例,但本发明的保护范围不限于此。如图1、2所示,定位孔1位于双极板主体的四个角上,测温孔5设置于双极板的进气孔4侧;“凸”字状导电板预留区域2位于双极板主体的中央区域,导电板预留区域2的主体部分为矩形,优选的,长为 $20.0\text{mm} \sim 60.0\text{mm}$,宽为 $20.0\text{mm} \sim 60.0\text{mm}$,高为 $0.3\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$;流道区域3位于双极板的中心,由进气口流道41、出气口流道81和多组肋条I6、肋条Ⅱ7组成,流道区域3呈矩形,优选的,长为 $20.0\text{mm} \sim 60.0\text{mm}$,宽为 $20.0\text{mm} \sim 60.0\text{mm}$,高为 $1.0\text{mm} \sim 3.0\text{mm}$;相邻肋条形成的主流道横截面呈等腰倒三角形,副流道横截面呈等腰三角形,肋条横截面呈等腰梯形,优选的,等腰梯形底边长为 $2.0\text{mm} \sim 5.0\text{mm}$,高为 $1.0\text{mm} \sim 3.0\text{mm}$,上底为下底的 $1/3 \sim 1/2$ 。

[0046] 如图3所示,相邻肋条间为主流道区域,优选的,该主流道宽为 $1.0\text{mm} \sim 2.0\text{mm}$;肋条

两端与左右边界分别相距一定距离形成出气口流道81和进气口流道41;多组侧排水孔I61、侧排水孔II62和侧出气孔I71、侧出气孔II72构成整个流道的气体优化分配系统。

[0047] 如图4~7所示,肋条内部副流道长度为L, $2.0\text{mm} < L < 38.0\text{mm}$,侧排水孔I61、侧排水孔II62、侧出气孔I71和侧出气孔II72呈矩形,优选的,长为 $1.0\text{mm} \sim 2.0\text{mm}$,宽为 $1.0\text{mm} \sim 2.0\text{mm}$,与副流道相通。

[0048] 优选的,所述进气口流道41宽为 $1.0\text{mm} \sim 3.0\text{mm}$,高为 $1.0\text{mm} \sim 3.0\text{mm}$;

[0049] 优选的,所述出气口流道81宽为 $1.0\text{mm} \sim 3.0\text{mm}$,高为 $1.0\text{mm} \sim 3.0\text{mm}$;

[0050] 优选的,所述导电板12材料包括但不限于铜、铝、不锈钢、铝合金中的一种。

[0051] 如图8所示,所述导电板12为“凸”形导电金属板,导电板格栅间隔与流道区域3相邻肋条间宽度相一致;所述导电板12与双极板组装后,整个上表面光滑平整,处于同一水平面。单电池装置组装示意图如图9所示。

[0052] 如图10所示,本发明燃料电池双极板的肋条内部具有副流道,相比于传统平行流道在中高电流密度区间表现出更好的电池性能。在 0.35V 的电压下,电流密度由 $0.77\text{A}/\text{cm}^2$ 提高至 $0.92\text{A}/\text{cm}^2$,性能提高了 19.53% 。这得益于本发明所述的燃料电池双极板,在传统平行流道的基础上于肋条内部增设了交错分布的副流道,为液态水提供了额外的排出途径,增强了流道排水能力,降低了多孔电极水淹风险,强化了反应物传质,优化了电池性能。同时在不增加额外设备的情况下实现了气体的优化分配,即在流道后半段借助流道特殊结构设计,实现了以副流道I9内未参与反应的气体部分代替主流道11内含水量较高的已参与反应的气体,提高了电极内氧气的有效浓度,优化了电池性能。

[0053] 应当理解,虽然本说明书是按照各个实施例描述的,但并非每个实施例仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

[0054] 上文所列出的一系列详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施例的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施例或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

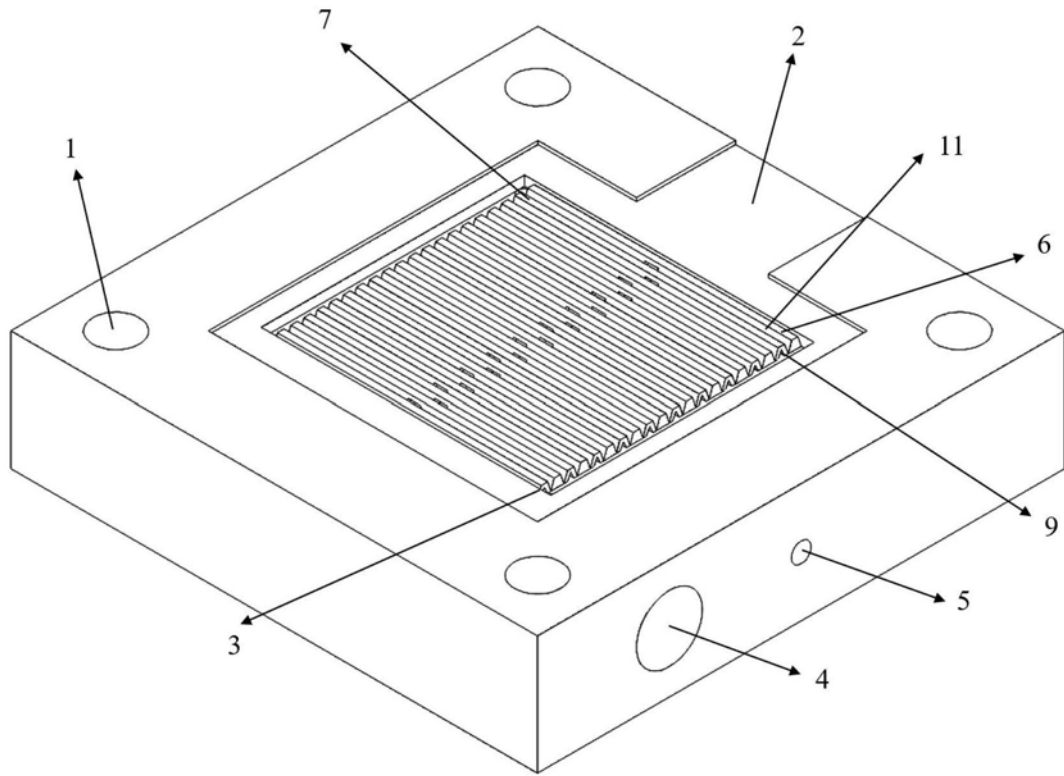


图1

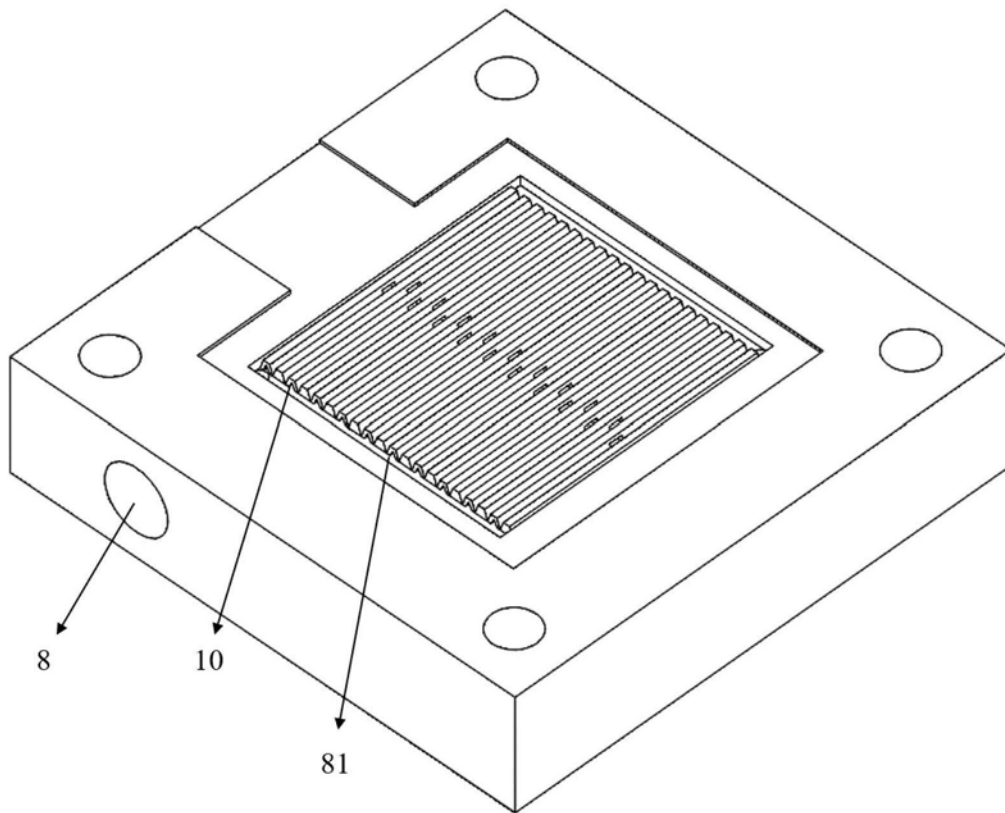


图2

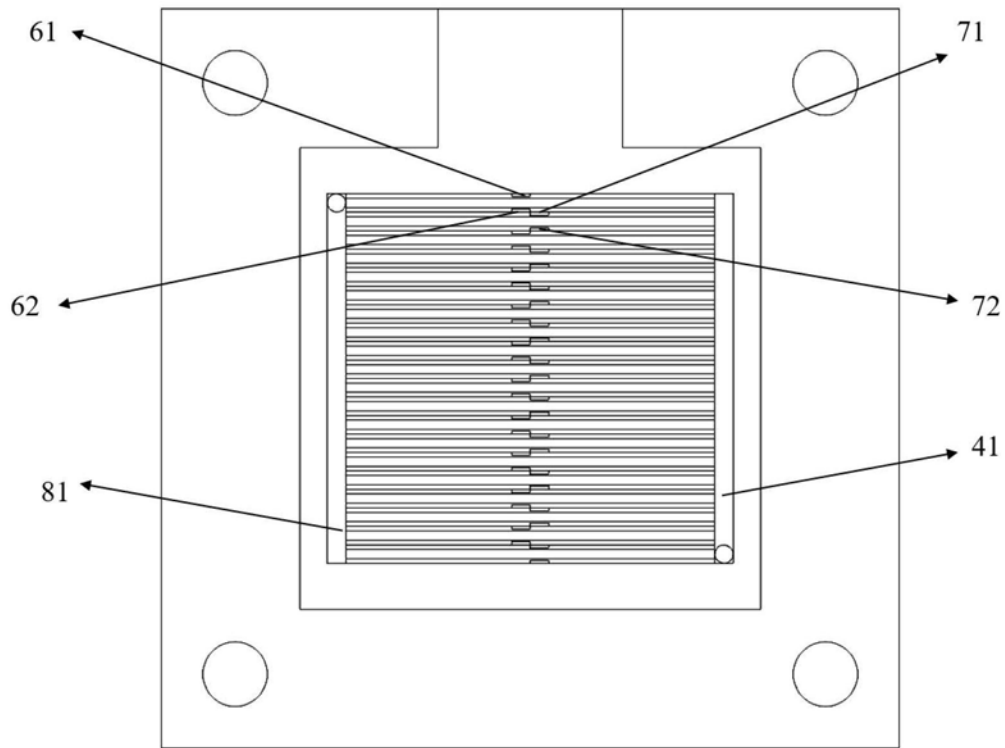


图3

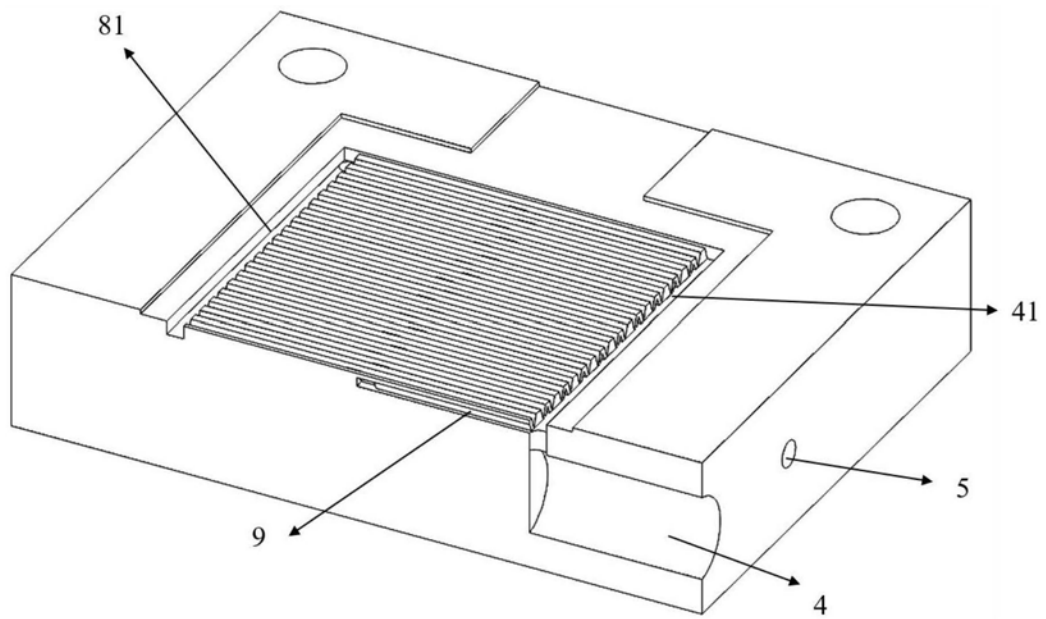


图4

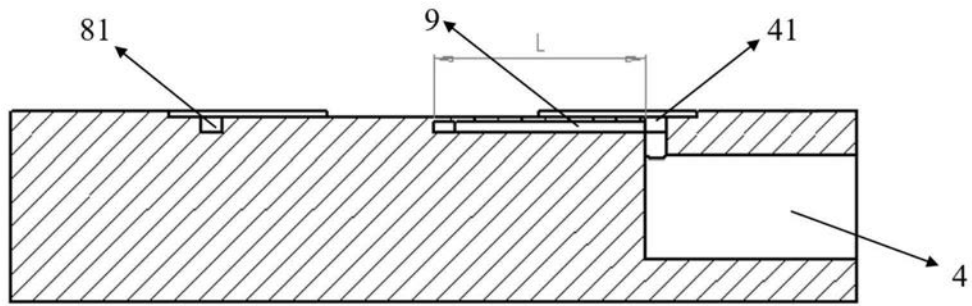


图5

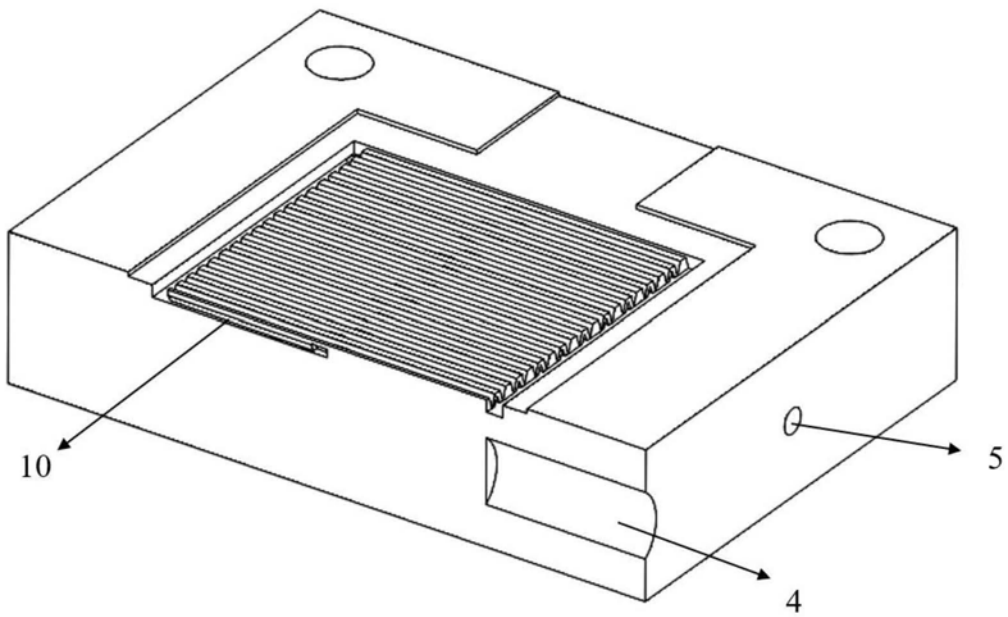


图6

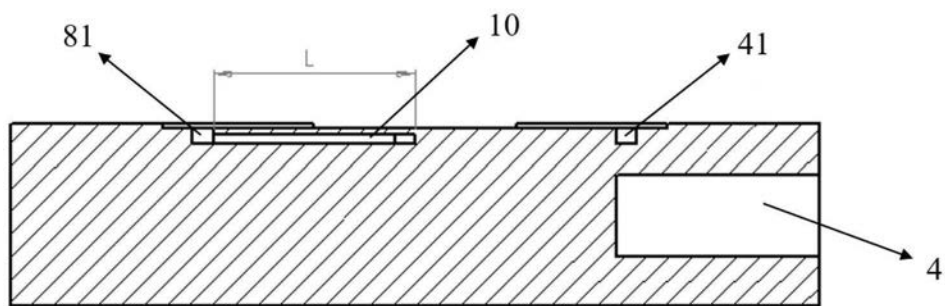


图7

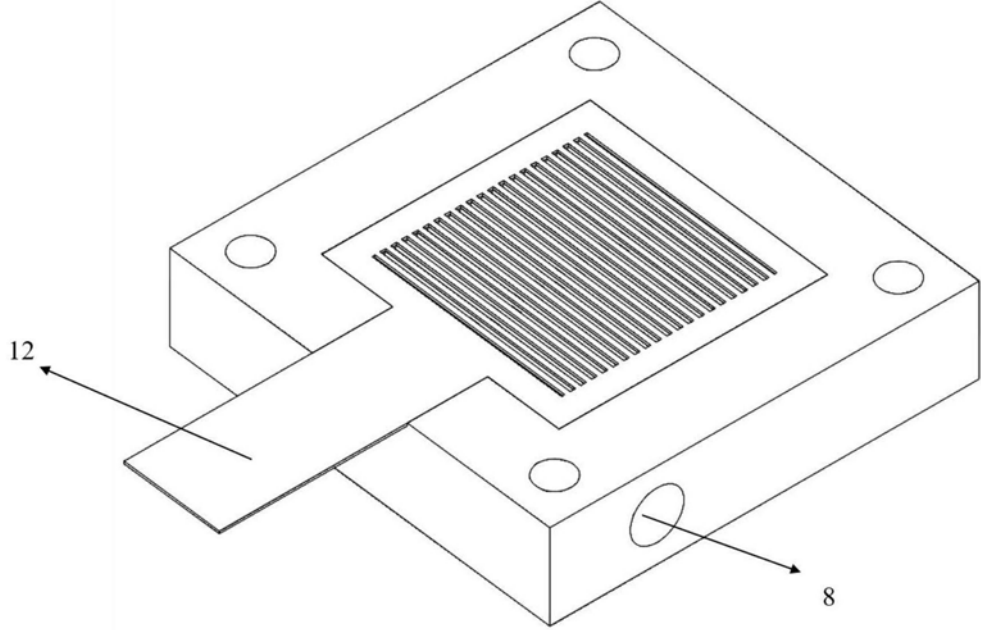


图8

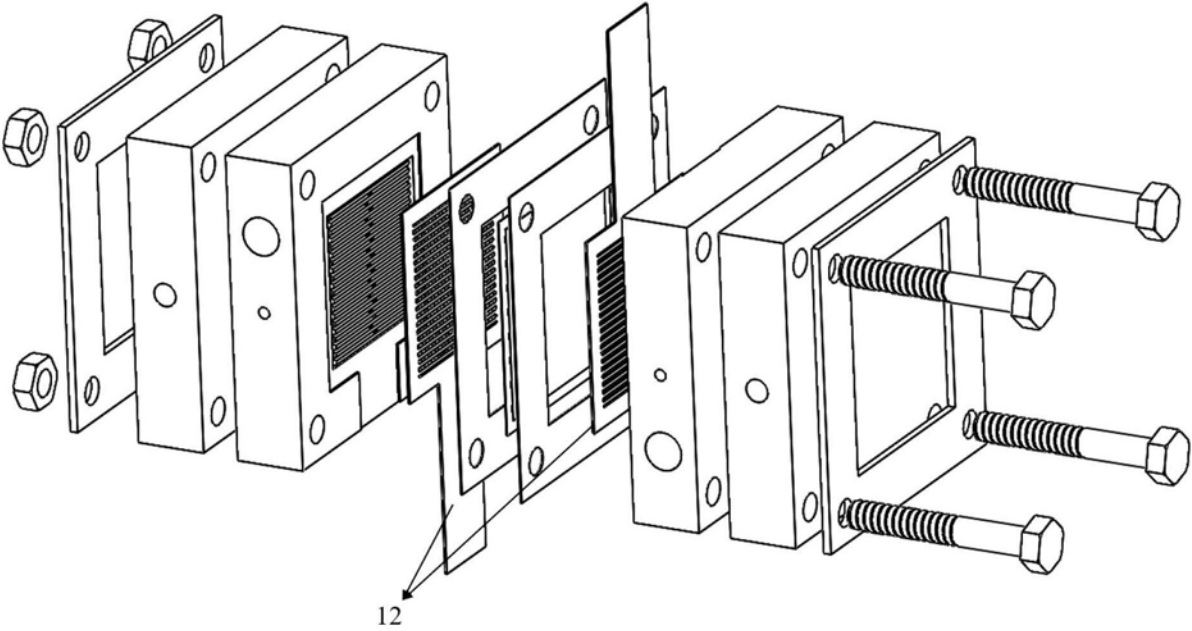


图9

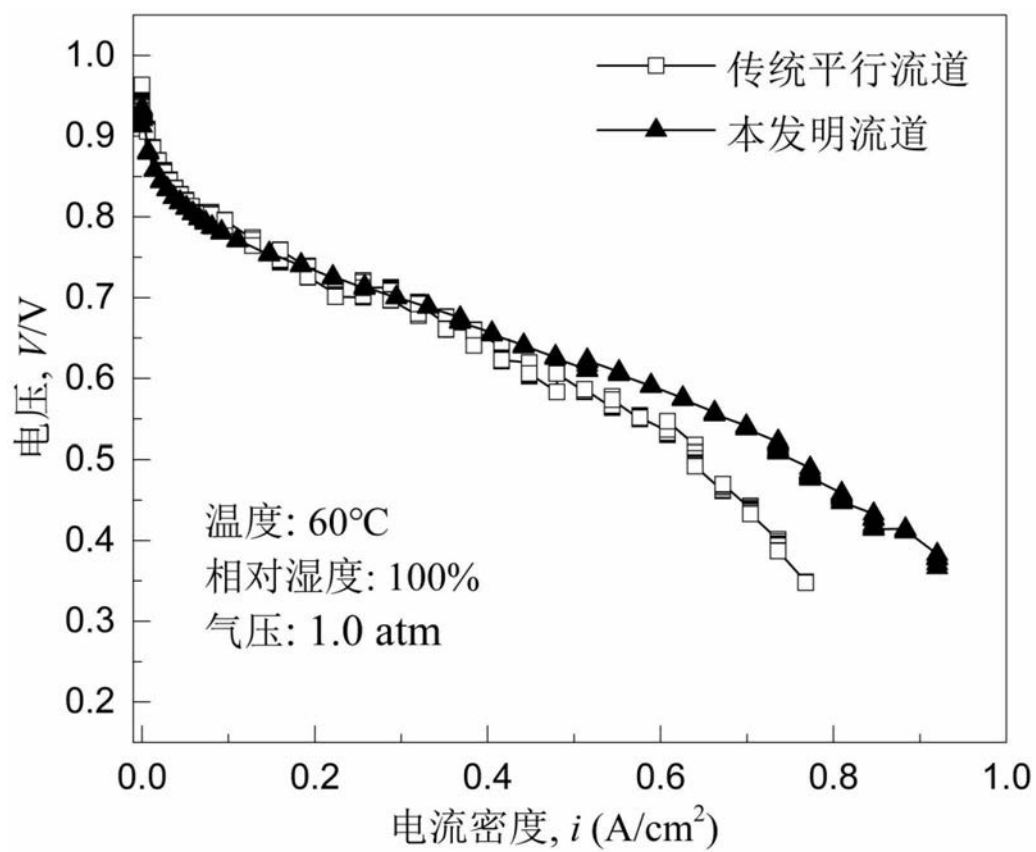


图10