(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114262909 B
(45)授权公告日 2024.09.10

(21)申请号 202210066378.6
(22)申请日 2022.01.20
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114262909 A
(43)申请公布日 2022.04.01
(73)专利权人 氢鸿(杭州)科技有限公司
地址 310018 浙江省杭州市钱塘新区白杨街道五号大街19号A1号厂房
(72)发明人 宗卫峰 田丰
(74)专利代理机构 上海光华专利事务所(普通合伙) 31219
专利代理师 余明伟
(51)Int.Cl.
C25B 9/23(2021.01)
C25B 13/02(2006.01)
C25B 1/04(2021.01)
(56)对比文件
CN 216972701 U,2022.07.15
审查员 徐晶

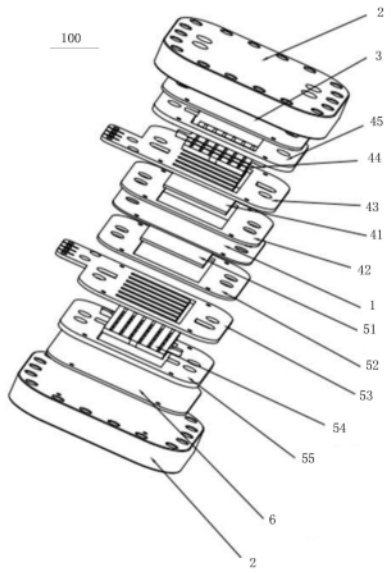
权利要求书1页 说明书9页 附图9页

(54)发明名称

质子交换膜水电解槽、系统及方法

(57)摘要

本发明提供一种质子交换膜水电解槽、系统及方法。电解槽包括膜电极、端板、正极流场组件及负极流场组件,正极流场组件和负极流场组件位于膜电极的相对两侧,端板分别位于正极流场组件和负极流场组件背离膜电极的一端,端板上设置有开孔,正极流场组件和负极流场组件上均设置有导流孔,且正极流场组件和负极流场组件设置有扩散结构层、双极板、流道板和流道框,其中,双极板上设置有长孔、短孔及贯通槽,流道板上设置有第一开槽和第二开槽,贯通槽通过长孔、流道板及流道框之间的间隙互相连通而构成储水排气腔。本发明可以大大降低水电解槽的流场结构的加工难度,降低加工成本,有助于延长电解槽的使用寿命,实现水电解槽的无泵化运行。



CN 114262909 B

1.一种质子交换膜水电解槽,其特征在于,包括膜电极、端板、正极流场组件及负极流场组件,所述正极流场组件和负极流场组件位于所述膜电极的相对两侧,所述端板分别位于所述正极流场组件和负极流场组件背离所述膜电极的一端,至少一个端板上设置有用于排出气体和进出水的开孔,所述正极流场组件和负极流场组件上均设置有与所述开孔相连通的导流孔,且正极流场组件和负极流场组件沿远离所述膜电极的方向设置有扩散结构层、双极板、流道板和流道框,其中,所述双极板上设置有长孔、短孔及贯通槽,长孔和短孔的位置及结构不同,所述流道板上设置有第一开槽和第二开槽,第一开槽和第二开槽中的一个为贯通槽,另一个为非贯通槽,双极板的贯通槽、流道板的第一开槽及第二开槽通过双极板上的长孔、流道板及流道框之间的间隙互相连通而构成储水排气腔,所述储水排气腔经由双极板的长孔与导流孔相连通。

2.根据权利要求1所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,所述流道板的第一开槽和第二开槽交叉设置且相互连通。

3.根据权利要求1所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,所述双极板的多个贯通槽构成梳齿结构,位于同一梳齿结构上的贯通槽相互连通。

4.根据权利要求3所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,位于同一梳齿结构上的贯通槽的齿宽为0.1-3mm,贯通槽的槽宽为0.5-5mm。

5.根据权利要求1所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,所述双极板的多个贯通槽的形状选自条形、H形、圆形、串珠形和Z字形中的多种,且至少部分贯通槽相互连通。

6.根据权利要求1所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,所述扩散结构层包括软垫和集电器。

7.根据权利要求1所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,所述流道框和流道板的材质为非钛材质,且所述流道板由弹性材料制成。

8.根据权利要求1所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,所述质子交换膜水电解槽还包括用于防止端板污染水质的盲板,位于所述负极流场组件和端板之间。

9.根据权利要求1-8任一项所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,所述质子交换膜水电解槽包括多个正极流场组件、负极流场组件和氢氧分隔板,正极流场组件和负极流场组件交替设置,构成多个相互串联的电解水单元,所述氢氧分隔板上设置有导流孔,氢氧分隔板不参与导电,相邻的电解水单元通过氢氧分隔板进行气体分隔。

10.根据权利要求9所述的质子交换膜水电解槽,其特征在于,所述质子交换膜水电解槽还包括导电片,各电解水单元的双极板向外延伸至与所述导电片实现电连接。

11.一种质子交换膜水电解系统,其特征在于,所述质子交换膜水电解系统包括水箱及如权利要求1-10任一项所述的质子交换膜水电解槽,所述质子交换膜水电解槽以正极析氧面朝上的方式水平放置于所述水箱下方,且与所述水箱相连通。

12.一种质子交换膜水电解方法,其特征在于,所述质子交换膜水电解方法包括,将如权利要求1-10任一项所述的质子交换膜水电解槽以正极析氧面朝上的方式水平放置于水箱下方,将质子交换膜水电解槽的水气进出口和水箱相连通,在无泵条件下实现连续的电解水操作。

质子交换膜水电解槽、系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电解水技术领域,特别是涉及一种质子交换膜水电解槽、系统及方法。

背景技术

[0002] 目前PEM(聚合物电解质膜,也叫质子交换膜)水电解制氢的瓶颈环节在于电解槽的寿命和成本。膜电极的寿命是决定电解槽寿命的主要原因。现有的膜电极寿命实际上受两个方面的制约,一个是催化剂的寿命,但催化剂的寿命在近年已有很大进展。另一个影响膜电极寿命的是电解槽的几何结构,特别是流场结构,不良的流场设计会导致膜电极出现缺水、过热等致命缺陷,从而使得膜电极过早失效。

[0003] 传统PEM电解槽是由两块端板通过螺栓将钛双极板、钛毡集电器和涂布有催化剂的质子膜电极等部件多层堆叠串联后紧密的压在一起。通常在电解槽上部设置一个出水口,下部设置一个进水口,通过一个水泵来完成水的持续供给。双极板两侧或单侧需要雕刻复杂狭窄的流道(通常在1mm左右宽窄,深度0.3mm以上)。流道的做法目前有几种,一种是通过电火花加工蚀刻,另一种是利用雕铣机进行雕铣加工,另有采用将0.05-0.8mm左右的钛箔通过冲压形成流道,然后在两侧焊接或胶接边框,以便密封并分隔两边的气体。但是前两种方法通常加工一片流场面积为100平方厘米的双极板就需要在高速CNC机床或电火花机上加工十几个小时,且也很难保证全面积上加工质量的一致性,更不用说大型电解槽上用的上千平方厘米的双极板了,其加工不但耗时,成品率也很难保证,加工成本极高。后一种冲压方法,由于钛的特性,太薄时冲压出的流道无法提供足够的支撑力,使用时造成流道坍塌,钛箔太厚时又无法冲压出平整且小间距(小于1mm)的深流道,其可实现性,及双极板的电性能往往并不如意。

[0004] 更致命的问题是,当电极面积很大时,由于流道深度不够(前述的窄而深的流道非常难加工),电解槽在以大电流密度(>1A·cm^{-2})运行时,生成的气流会挤占水道,从而造成局部,特别是造成电解槽上部缺水而导致过热,严重影响电解槽寿命。

[0005] 专利CN211556044U中公布了一种电解槽及阳极双极板结构,其阳极电极板(即双极板)上留有2到100个条形槽,同时在阳极侧设置了导水板,其竖直使用的方式可能依旧会导致电解槽上部气体堆积而造成局部缺水。大型电解槽通常是多单元串联的,电极板同时起到提供流场和隔断两边气体的作用,同时多单元串联成一体时有严苛的密封要求,而该专利仅适用于单片电解槽时的情况,无法实现多单元的串联。且大型电解槽中阴极出氢侧的水路气路管理也极其重要,该专利显然并未对阴极侧加以改进。

[0006] 因此发展出一种既能用于多级串联的,又能提供流畅流道的电解槽结构是非常关键的。同时,电解槽成本中,双极板(通常称为双极板)约占48%,因此寻求一种新的流场结构并改善双极板的加工方式,以降低成本及提高可加工性非常重要。

发明内容

[0007] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种质子交换膜水电解

槽、系统及方法,用于解决现有技术中的PEM电解槽双极板加工难度大,加工成本高,电解槽中存在水路气路不畅、缺水等流场难题及电解槽容易局部缺水过热,导致电解槽使用寿命缩短等问题。

[0008] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种质子交换膜水电解槽,包括膜电极、端板、正极流场组件及负极流场组件,所述正极流场组件和负极流场组件位于所述膜电极的相对两侧,所述端板分别位于所述正极流场组件和负极流场组件背离所述膜电极的一端,至少一个端板上设置有用于排出气体和进出水的开孔,所述正极流场组件和负极流场组件上均设置有与所述开孔相连通的导流孔,且正极流场组件和负极流场组件沿远离所述膜电极的方向设置有扩散结构层、双极板、流道板和流道框,其中,所述双极板上设置有长孔、短孔及贯通槽,长孔和短孔的位置及结构不同,所述流道板上设置有第一开槽和第二开槽,双极板的贯通槽、流道板的第一开槽及第二开槽通过双极板上的长孔、流道板及流道框之间的间隙互相连通而构成储水排气腔。

[0009] 可选地,所述流道板的第一开槽和第二开槽交叉设置且相互连通。

[0010] 可选地,所述双极板的多个贯通槽构成梳齿结构,位于同一梳齿结构上的贯通槽相互连通。

[0011] 可选地,位于同一梳齿结构上的贯通槽的齿宽为0.1-3mm,贯通槽的槽宽为0.5-5mm。

[0012] 可选地,所述双极板的多个贯通槽的形状选自条形、H形、圆形、串珠形和Z字形中的多种,且至少部分贯通槽相互连通。

[0013] 可选地,所述扩散结构层包括软垫和集电器。

[0014] 可选地,所述流道框和流道板的材质为非钛材质,且所述流道板由弹性材料制成。

[0015] 可选地,所述质子交换膜水电解槽还包括用于防止端板污染水质的盲板,位于所述负极流场组件和端板之间。

[0016] 可选地,所述质子交换膜水电解槽包括多个正极流场组件、负极流场组件和氢氧分隔板,正极流场组件和负极流场组件交替设置,构成多个相互串联的电解水单元,所述氢氧分隔板上设置有导流孔,氢氧分隔板不参与导电,相邻的电解水单元通过氢氧分隔板进行气体分隔。

[0017] 可选地,所述质子交换膜水电解槽还包括导电片,各电解水单元的双极板向外延伸至与所述导电片实现电连接。

[0018] 本发明还提供一种质子交换膜水电解系统,所述质子交换膜水电解系统包括水箱及如上述任一方案中所述的质子交换膜水电解槽,所述质子交换膜水电解槽以正极析氧面朝上的方式水平放置于所述水箱下方,且与所述水箱相连通。

[0019] 本发明还提供一种质子交换膜水电解方法,所述质子交换膜水电解方法包括,将如上述任一方案中所述的质子交换膜水电解槽以正极析氧面朝上的方式水平放置于水箱下方,将质子交换膜水电解槽的水气进出口和水箱相连通,在无泵条件下实现连续的电解水操作。

[0020] 如上所述,本发明的质子交换膜水电解槽、系统及方法,具有以下有益效果:本发明通过改善的结构设计,可以大大降低水电解槽的流场结构的加工难度,降低加工成本,且可以显著提高电解槽中的水流通畅性,避免膜电极出现缺水过热现象,有助于延长电解槽

的使用寿命,降低系统复杂度,实现大型质子交换膜水电解槽的无泵化运行。

附图说明

[0021] 图1显示为本发明实施例一提供的质子交换膜水电解槽的组装结构示意图。

[0022] 图2显示为图1的爆炸图。

[0023] 图3显示为本发明提供的质子交换膜水电解槽的使用状态示意图。

[0024] 图4显示为本发明提供的质子交换膜水电解槽电解水过程中的流场示意图。

[0025] 图5显示为本发明提供的质子交换膜水电解槽的双极板于一示例中的结构示意图。

[0026] 图6显示为图5沿AA线方向的截面结构示意图。

[0027] 图7显示为本发明提供的质子交换膜水电解槽的双极板于另一示例中的结构示意图。

[0028] 图8显示为图4的局部流场示意图。

[0029] 图9和10分别显示为图8的I部分和II部分的放大示意图。

[0030] 图11显示为本发明提供的质子交换膜水电解槽的流道板的例示性结构示意图。

[0031] 图12显示为图11沿BB线方向的截面结构示意图。

[0032] 图13显示为本发明实施例二提供的质子交换膜水电解槽的组装结构示意图。

[0033] 图14显示为图13的爆炸图。

[0034] 元件标号说明

[0035]	100	质子交换膜水电解槽
[0036]	1	膜电极
[0037]	2	端板
[0038]	3	氢氧分隔板
[0039]	41	集电器
[0040]	42	软垫
[0041]	43	双极板
[0042]	431	长孔
[0043]	432	短孔
[0044]	433	贯通槽
[0045]	44	流道板
[0046]	441	第一开槽
[0047]	442	第二开槽
[0048]	45	流道框
[0049]	51	集电器
[0050]	52	软垫
[0051]	53	双极板
[0052]	54	流道板
[0053]	55	流道框
[0054]	6	盲板

[0055] 7 导电片

[0056] 8 水箱

[0057] 81 氢气槽

[0058] 82 氧气槽

[0059] 83 连通孔

具体实施方式

[0060] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。如在详述本发明实施例时,为便于说明,表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大,而且所述示意图只是示例,其在此不应限制本发明保护的范围。此外,在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

[0061] 为了方便描述,此处可能使用诸如“之下”、“下方”、“低于”、“下面”、“上方”、“上”等的空间关系词语来描述附图中所示的一个元件或特征与其他元件或特征的关系。将理解到,这些空间关系词语意图包含使用中或操作中的器件的、除了附图中描绘的方向之外的其他方向。此外,当一层被称为在两层“之间”时,它可以是所述两层之间仅有的层,或者也可以存在一个或多个介于其间的层。

[0062] 在本申请的上下文中,所描述的第一特征在第二特征“之上”的结构可以包括第一和第二特征形成为直接接触的实施例,也可以包括另外的特征形成在第一和第二特征之间的实施例,这样第一和第二特征可能不是直接接触。

[0063] 需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。为使图示尽量简洁,各附图中并未对所有的结构全部标示。

[0064] 传统多级PEM电解槽是由两块端板通过螺栓将钛电极板、钛毡集电器和涂布有催化剂的质子膜电极等部件多级堆叠后紧密的压在一起。通常在电解槽上部设置一个出水口,下部设置一个进水口,通过一个水泵来完成反应中水的持续供给。其中的电极板由于其在多级串接时同时充当相邻单元的正负极,所以一般称为双极板,双极板同时还起着分隔氢氧气体的作用。双极板上雕刻有复杂的流道。由于双极板上的流道通常细长且窄(流道通常为约1mm宽,不超过1mm深的非贯通槽),无论雕铣还是电蚀刻加工都非常困难。对此,本申请的发明人经长期研究,提出了一种改善方案。

[0065] 请参阅图1至图14。

[0066] 实施例一

[0067] 如图1至12所示,本发明提供一种质子交换膜水电解槽100,包括膜电极1、端板2、正极流场组件及负极流场组件,所述正极流场组件和负极流场组件位于所述膜电极1的相对两侧,所述端板2分别位于所述正极流场组件和负极流场组件背离所述膜电极1的一端,即端板2为两个(参考图2,可将两个端板2分别定义为上端板和下端板),前述的膜电极1、正极流场组件和负极流场组件设置在两块端板2之间,上端板、正极流场组件、膜电极1、负极

流场组件和下端板顺序层叠后可通过螺栓锁固而形成图1所示的结构,当然,在其他示例中,各结构也可以通过其他方式固定,对此不做严格限制;且在一示例中,所述质子交换膜水电解槽还可以包括氢氧分隔板3,所述氢氧分隔板3位于所述正极流场组件及端板之间,所述氢氧分隔板3上设置有导流孔,所述氢氧分隔板3顾名思义用于将氢气和氧气分离,其不参与电解导电,因而可以为绝缘材质,例如为聚乙烯板等高分子材料板,当然也可以为其他材质;至少一个端板2上设置有用于排出气体及进出水的开孔,比如本实施例中,于上端板上设置包括排出氢气和进出水的第一开孔以及用于排出氧气和进出水的第二开孔("第一"和"第二"只是出于描述的方便而不具有实质上限定意义),且本实施例中,正极流场组件和负极流场组件均为单个,因而可以仅在与正极流场组件相邻的端板上设置第一开孔和第二开孔(第一开孔和第二开孔例如均为两个),而与负极流场组件相邻的端板2上则不设置有用于水流通过的开孔;所述正极流场组件和负极流场组件上均设置有与所述第一开孔和第二开孔相连通的导流孔,且正极流场组件和负极流场组件沿远离所述膜电极1的方向依次设置有扩散结构层、双极板43/53、流道板44/54和流道框45/55,所述流道框例如为内部具有容纳槽的结构,而流道板则嵌设于流道框的容纳槽内,流道板的两个凸出端和流道框间留有一定宽度的间隙,所述双极板43/53和流道板44/54上设置有贯通槽,且双极板上的长孔431和流道板/流道框之间的间隙交叉连通,使得水流能够流入由双极板的贯通槽和流道板的贯通槽相互连通而构成的储水排气腔内,更具体地,可参考图5-7所示,所述双极板43上设置有长孔431、短孔432及贯通槽433,所述流道板44上设置有第一开槽441和第二开槽442,第一开槽441和第二开槽442中的一个为贯通槽(即贯通流道板),另一个为非贯通槽,双极板43的贯通槽433、流道板44的第一开槽441及第二开槽442通过双极板43上的长孔431、短孔432、流道板44/54及流道框45/55之间的间隙互相连通而构成储水排气腔(即该储水排气腔经由双极板的长孔与导流孔相连通)。

[0068] 本实施例提供的质子交换膜水电解槽100的例示性工作过程为,如图3所示,工作时将该电解槽水平放置,使正极(析氧侧)在上,电解槽的多个(例如4个)水气进出口和水箱直接相连通,水箱8置于电解槽上方,水箱8可以包括氢气槽81和氧气槽82,两个槽之间可以通过设置有连通孔83的板相间隔,设置连通孔有助于水位平衡;在双极板上施加直流电压,此时表面涂布有催化剂的膜电极1的两面分别析出氢气和氧气,析出的氢气和氧气迅速穿过疏松的集电器(氧气穿过正极流场组件的集电器41,氢气穿过负极流场组件的集电器51),进入由双极板上的贯通槽(也可以定义为导流槽,只是该导流槽贯通双极板)及流道板的贯通槽,以及流道框和流道板之间的间隙构成的储水排气腔中,经过长孔431从进出口排出到水箱中。通过调整流道板的厚度可以让流道板的贯通槽的容积变得足够大,以便排出的气体能有足够的缓冲存储空间。如图4所示,从水箱8中进入电解槽正极侧的水在重力和析出氧气压力的共同作用下留在储水排气腔的下部,这使得整片膜电极1的析氧面一直浸润在水中,电解反应在膜面上分布的更加均匀;析氢侧的储水排气腔结构和析氧侧相似。析氢侧虽然不需要补水,但在析氢侧也设置储水排气腔,可以更有效的利用水的流动带走反应热,防止膜电极过热失效,有助于延长膜电极的使用寿命。本发明通过在双极板后增加一块流道板,流道板上刻有贯通槽,双极板上贯穿的导流槽和导流板上的贯通槽,以及流道框和流道板之间的间隙共同组成了一个大容积的储水排气腔,这可以大大提高电解槽和外部进行水气交换的效率,从而为水流散热及气体排出提供了良好的条件。本发明中组成储水

排气腔的双极板的贯通槽由于为贯通所在的板的结构,相较于现有技术中的非贯通槽的结构,本发明的双极板可以采用激光切割、离子切割、水刀、线割等多种方式来加工,原来100平方厘米的流场(0.5mm宽流道)用CNC高速机床加工需要10几个小时,而采用本发明的流场结构2分钟就可以用激光加工完毕,极大的提高了加工效率,降低了加工成本,且贯通槽的宽度和深度可以做成远大于传统雕铣的流道,因此流阻可大大降低。本发明中的流道板可以通过机加工或注塑的方式生产,成本低廉。区别于传统的立放方式,本发明将电解槽以双极板平行于地面的方式水平放置,正极析氧面在上,并将水箱置于电解槽上部,直接和电解槽相连,运行时分离出的气体会自然上升进入储水排气腔,纯水在重力和气压共同作用下留在储水排气腔的底部,使得每时每刻膜电极都浸润在纯水中,彻底解决了膜电极缺水问题,实现了电解槽无泵式运行,大大简化了系统复杂度,提高了系统可靠性。采用本发明提供的质子交换膜水电解槽已经实现在无泵条件下,$2A \cdot cm^{-2}$的电流密度下稳定运行了上千多小时,目前仍在稳定运行中。

[0069] 如图5-7所示,所述双极板43的长孔431和短孔432均和流道框的导流孔相连通,,两两一组位于双极板43的相对两端,即相对的两端各具有一个长孔431和一个短孔432。正极流场组件的双极板的长孔431和负极流场组件的双极板的短孔432同轴叠放并和流道框的导流孔等组成公共流道。此时正极流场组件的双极板的短孔432和负极流场组件的双极板的长孔431也是同轴的。由于长孔和短孔存在形状和位置差异,即两类孔存在一个孔位差d(参考图5所示),叠放压紧后其中短孔无法和储水排气腔连通,而长孔由于孔位差的存在,延伸至流道板上凸块流道框之间的间隙,从而和储水排气腔连通(参考图8-10所示)。电解时氢氧气体各自通过位于正极流场组件的双极板上的长孔431和负极流场组件的双极板上的长孔431组成的气路进入公共流道后流回水箱。由于短孔不和储水排气腔相连通,因此每条公共流道上只能有一种气体流通(正极侧的气体或负极侧的气体),从而隔绝了氢氧。电解水过程中,水箱8中设置一隔板分隔氢氧气体,同时隔板底部可设有连通孔,以便使两边水位保持平衡。

[0070] 如图5-6所示,在一示例中,双极板43的贯通槽433可以为梳齿状分布,即其多个贯通槽433构成一梳齿结构,位于同一梳齿结构上的贯通槽433相互连通。参考图5可以看到,多个平行间隔设置的贯通槽433连通至与之垂直的一贯通槽上而呈现为梳齿结构,因而这些平行间隔设置的贯通槽的一端是自由活动端(即具有一定柔性),这使得双极板43对应贯通槽的部分可以在垂直平面内来回摆动,这有助于整个电解槽的压紧固定,尤其是有助于提高双极板和膜电极1的压紧固定。位于同一梳齿结构上的贯通槽在水平面内构成一连通的封闭结构。且需要特别说明的是,本实施例中,虽然仅示意了一个梳齿结构,但并不以此为限。如果是应用于特大型电解槽,则由于梳齿结构太大难以加工安装,此时可以将双极板进行分拆,例如分为几平方米一片的电极,其贯通槽可能为几千条,此时为了提高结构稳定性,可以将贯通槽设置为多个梳齿结构,只要确保位于同一梳齿结构上的贯通槽相互连通即可。当采用梳齿结构设计的贯通槽时,位于同一梳齿结构上的贯通槽的齿宽较佳地为0.1-3mm,例如为0.1mm,1mm,2mm,3mm或这区间的任意值,贯通槽的槽宽为0.5-5mm,例如为0.5mm,1mm,2mm,3mm,4mm,5mm或这区间的任意值,由于贯通槽的可加工性大大提高,相较于现有技术中的双极板的导流槽的深度通常只能深到1mm的情况下,本发明的深度可以有更多选择,尤其是可以做到远大于1mm的情况。

[0071] 在其他的示例中,如图7所示,所述双极板43的多个贯通槽433的形状也可以选自条形、H形、圆形、串珠形(即包括多个圆形部分和将圆形部分连通的直线部分)和Z字形中的多种,且至少部分贯通槽433相互连通而形成内部封闭区域。

[0072] 图5和7中的双极板虽然贯通槽的结构不同,但是导流孔的设计是一样的,均包括长孔和短孔,因而具体应用到图1的电解槽中,流场结构也是一样的,具体可以参考图4和8,而图9和10则分别对应图4和图8中I部分和II部分的水流走向。

[0073] 需要说明的是,虽然本实施例中仅以正极流场组件的双极板为例,但负极流场组件的双极板结构可与之完全相同,正极流场组件的双极板的厚度和负极流场组件的双极板的厚度(也即贯通槽的厚度)可以相同或不同。

[0074] 如图11及12所示,本实施例中,所述流道板44的贯通槽包括相互交叉设置的第一开槽441和第二开槽442,第一开槽441和第二开槽442相互连通。更具体地,例如第一开槽441为横槽而第二开槽442为竖槽,横槽和竖槽的延伸方向相互垂直,横槽的延伸方向例如与双极板的贯通槽相互平行且一一上下对应。通过这样的设计,有助于减少流体阻力,使水气流动更顺畅。同时,位于流道板上的贯通槽的宽度和深度可以远大于传统极板上雕铣的流道,因此流阻可大大降低。

[0075] 同样需要说明的是,虽然本实施例中仅以正极流场组件的流道板为例,但负极流场组件的流道板结构可与之完全相同,正极流场组件的流道板的厚度和负极流场组件的流道板的厚度(也即贯通槽的厚度)可以相同或不同。

[0076] 作为示例,所述扩散结构层包括软垫和集电器,即所述正极流场组件的扩散结构层包括软垫42和集电器41,所述负极流场组件同样包括集电器51和软垫52。所述软垫例如为硅胶柔性垫,所述集电器例如为钛毡或钛网,所述集电器用于将电荷均匀分布于整个膜电极1上,并降低接触电阻。

[0077] 所述流道框和流道板的材质通常为非钛的廉价材质,且所述流道板较佳地由弹性材料制成,例如为聚乙烯材质、聚丙烯材质或其他高性能的高分子材料,但并不以此为限,即也可以为其他材质。所述氢氧分隔板3可以为绝缘板,但也可以为其他材质,只要确保电解水过程中不参与导电即可。

[0078] 在一示例中,所述质子交换膜水电解槽100还包括用于防止端板2污染水质的盲板6,位于端部的所述负极流场组件(参考图2所示,该端部即为与端板最邻近的负极流场组件)和端板2之间,所述盲板6顾名思义为表面没有设置导流孔的平面板,其材质可以为表面光滑的绝缘材质,通过设置盲板6,避免位于负极流场组件一端的端板2(即下端板)与水接触而污染水质。

[0079] 本实施例的示意图中,虽然氢氧出口设置在同一侧,但实际上也可以在上下两个端板2上均设置进水口+氢氧出口,这种情况下,盲板6需要用氢氧分隔板3替代。

[0080] 实施例二

[0081] 如图13及14所示,本实施例提供另一种结构的质子交换膜水电解槽。本实施例与实施例一的主要区别在于,实施例一中仅具有单个的正极流场组件和单个的负极流场组件,而本实施例中,所述质子交换膜水电解槽包括多个正极流场组件、多个负极流场组件和多个氢氧分隔板3,正极流场组件和负极流场组件交替设置,构成多个相互串联的电解水单元A,单个电解水单元A包括一个正极流场组件和负极流场组件,所述氢氧分隔板3上设置有

导流孔,氢氧分隔板3不参与导电,相邻的电解水单元通过氢氧分隔板3进行气体分隔(即氢氧分隔板3位于正极流场组件和负极流场组件之间,且最顶部的正极流场组件和隔板之间也可以设置氢氧分隔板3),正极流场组件和负极流场组件的具体结构与实施例一相同,具体请参考实施例一的描述,出于简洁的目的不赘述。通过将多个电解水单元串联,有助于提高电解水效率,进一步简化系统结构,减少电解槽的占地空间,降低电解成本。

[0082] 在一示例中,所述质子交换膜水电解槽还包括导电片7,各电解水单元的双极板向外延伸,因而在将各结构压合紧固后,各电解水单元的双极板向外延伸的部分与导电片7接触而实现电连接,所述导电片包括但不限于铜片。这样的设计有助于提高质子交换膜水电解槽拆装的便利性。当然,在其他示例中,也可以通过导线或焊接来实现电连接,将各电解水单元串联,对此不做严格限定。

[0083] 实施例三

[0084] 如图3所示,本发明还提供一种质子交换膜水电解系统,所述质子交换膜水电解系统包括水箱8及如实施例一或二中所述的质子交换膜水电解槽100,所述质子交换膜水电解槽100以正极析氧面朝上的方式水平放置于所述水箱8下方,且与所述水箱8相连通。所述水箱8例如包括氢气槽81和氧气槽82,两个槽之间可以通过设置有连通孔83的板相间隔,设置连通孔有助于水位平衡。如图4所示,从水箱8中进入电解槽正极侧的水在重力和析出氧气压力的共同作用下留在储水排气腔的下部,这使得整片膜电极1的析氧面一直浸润在水中,电解反应在膜面上分布的更加均匀;析氢侧的储水排气腔结构和析氧侧相似。析氢侧虽然不需要补水,但在析氢侧也设置储水排气腔,可以更有效的利用水的流动带走反应热,防止膜电极过热失效,有助于延长膜电极的使用寿命。对所述质子交换膜水电解槽的更多介绍还请参考前述内容,出于简洁的目的不赘述。本实施例提供的质子交换膜水电解系统由于采用前述的质子交换膜水电解槽,因而不需要使用泵就可以实现连续地电解水作业,即本实施例提供的质子交换膜水电解系统中没有泵。

[0085] 实施例四

[0086] 本实施例提供一种质子交换膜水电解方法,所述质子交换膜水电解方法包括,将如上述任一方案中所述的质子交换膜水电解槽以正极析氧面朝上的方式水平放置于水箱下方(也即是采用实施例三所述的质子交换膜水电解系统),将质子交换膜水电解槽的水气进出口和水箱相连通,在无泵条件下实现连续的电解水操作。具体地,如图3所示,从水箱8中进入电解槽正极侧的水在重力和析出氧气压力的共同作用下留在储水排气腔的下部,在双极板上施加直流电压后,此时表面涂布有催化剂的膜电极1的两面分别析出氢气和氧气,析出的氢气和氧气迅速穿过疏松的集电器(氧气穿过正极流场组件的集电器41,氢气穿过负极流场组件的集电器51),进入由双极板的贯通槽、流道板的第一开槽及第二开槽通过双极板上的长孔、流道板及流道框之间的间隙互相连通而构成的储水排气腔中,从进出口排出到水箱中而实现无泵状态下的持续电解水作业。本实施例提供的质子交换膜水电解方法由于采用前述的质子交换膜水电解槽,因此可以有效避免膜电极的过热,且无需使用泵,可以降低电解成本和提高电极效率。

[0087] 综上所述,本发明提供一种质子交换膜水电解槽、系统及方法。电解槽包括膜电极、端板、正极流场组件及负极流场组件,所述正极流场组件和负极流场组件位于所述膜电极的相对两侧,所述端板分别位于所述正极流场组件和负极流场组件背离所述膜电极的一

端,所述端板上设置有用于排出气体和进出水的开孔,所述正极流场组件和负极流场组件上均设置有与所述开孔相连通的导流孔,且正极流场组件和负极流场组件沿远离所述膜电极的方向设置有扩散结构层、双极板、流道板和流道框,其中,所述双极板上设置有长孔、短孔及贯通槽,长孔和短孔的位置及结构不同,所述流道板上设置有第一开槽和第二开槽,双极板的贯通槽、流道板的第一开槽及第二开槽通过双极板上的长孔、流道板及流道框之间的间隙互相连通而构成储水排气腔。本发明通过改善的结构设计,可以大大降低水电解槽的流场结构的加工难度,降低加工成本,且可以显著提高电解槽中的水流通畅性,避免膜电极出现缺水过热现象,有助于延长电解槽的使用寿命,降低系统复杂度,实现大型质子交换膜水电解槽的无泵化运行。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0088] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

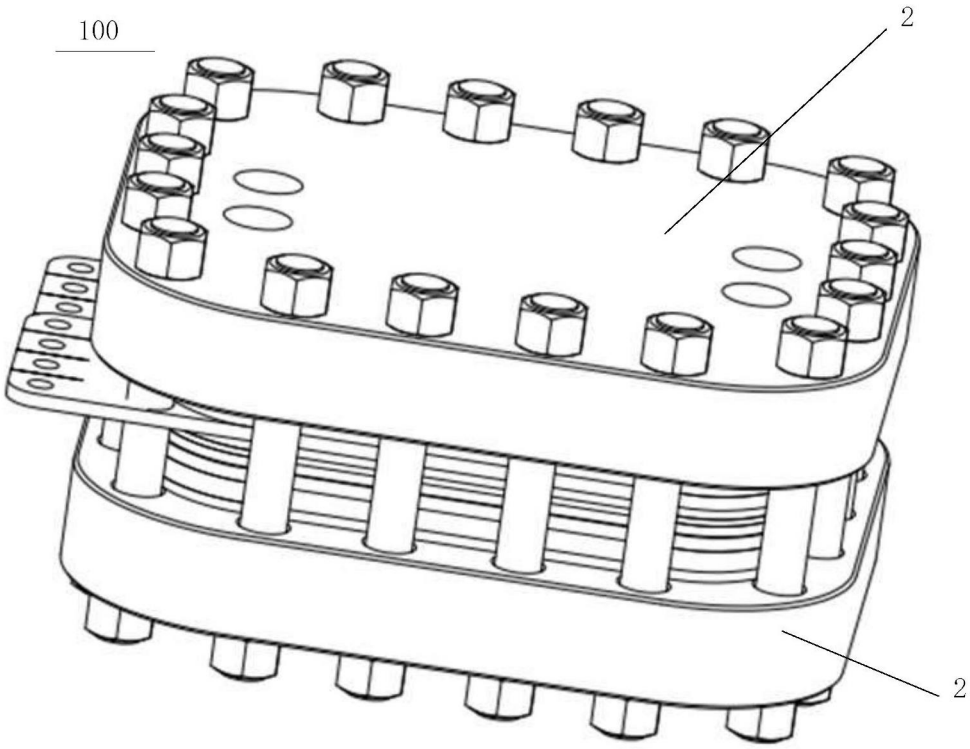


图1

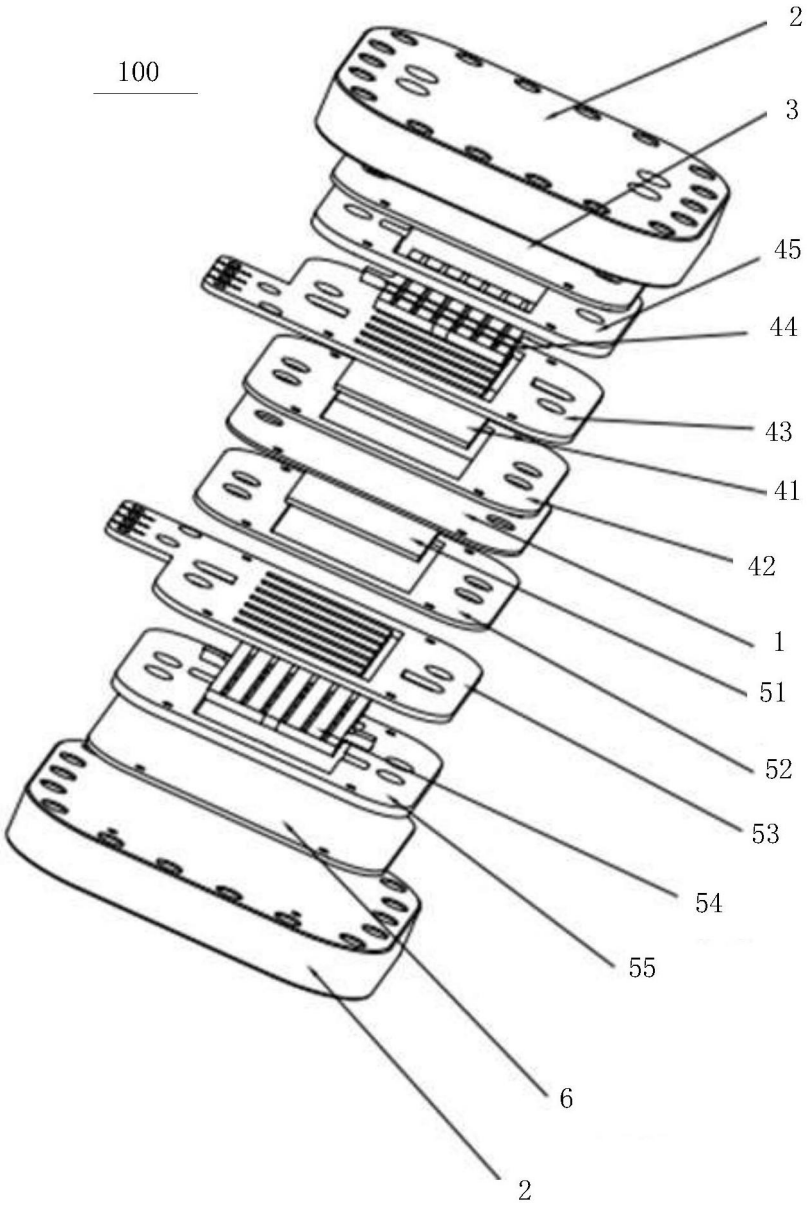


图2

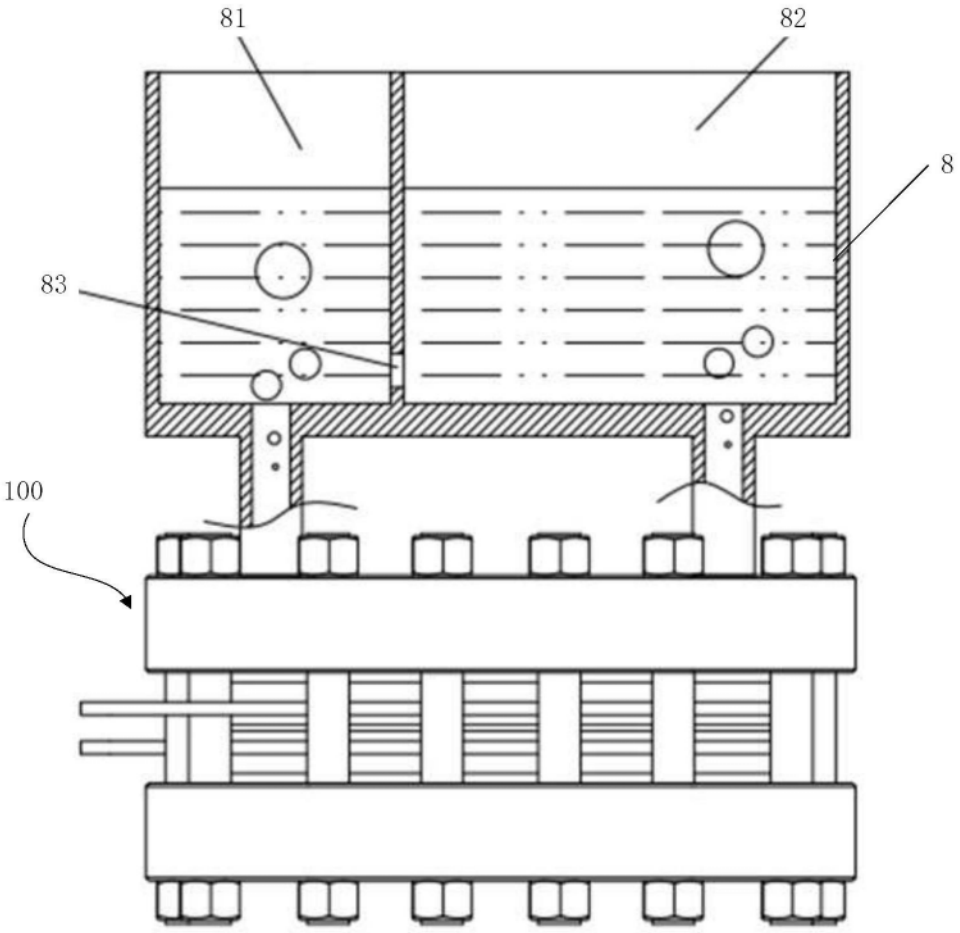


图3

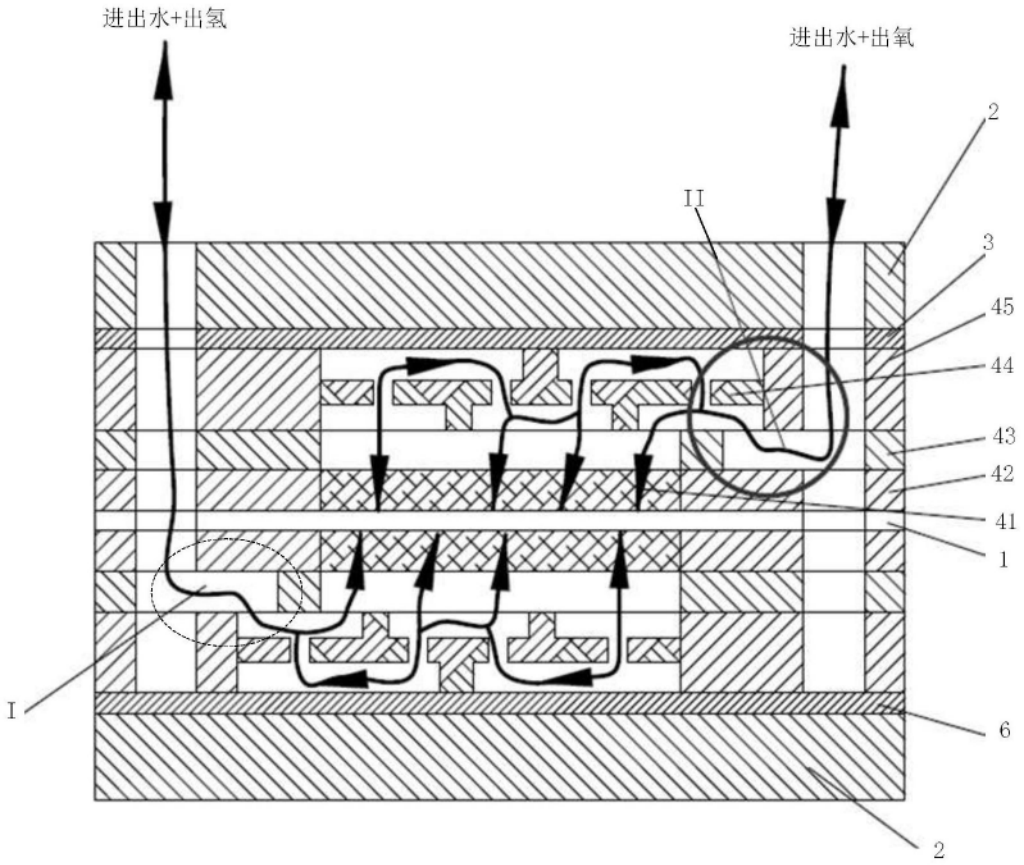


图4

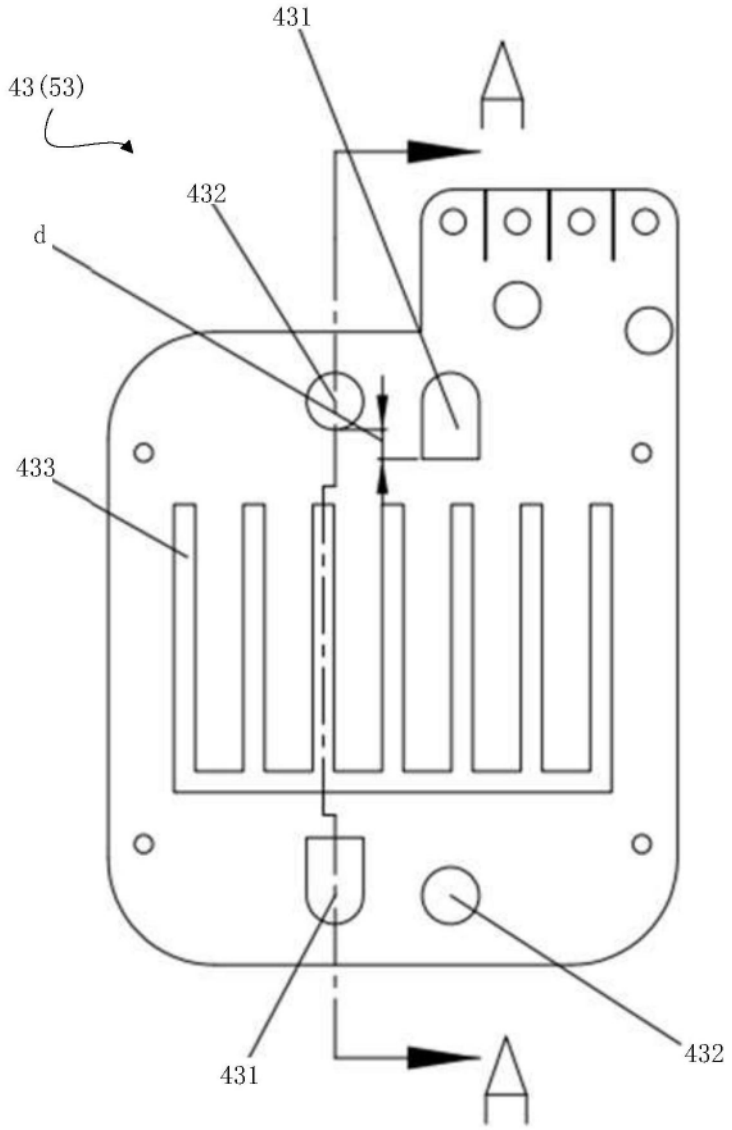


图5

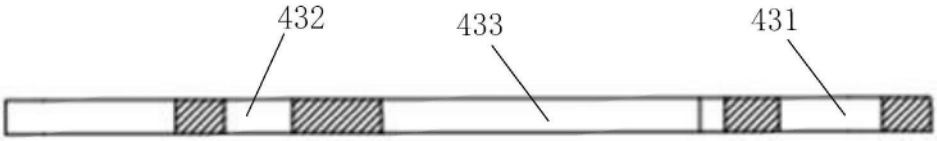


图6

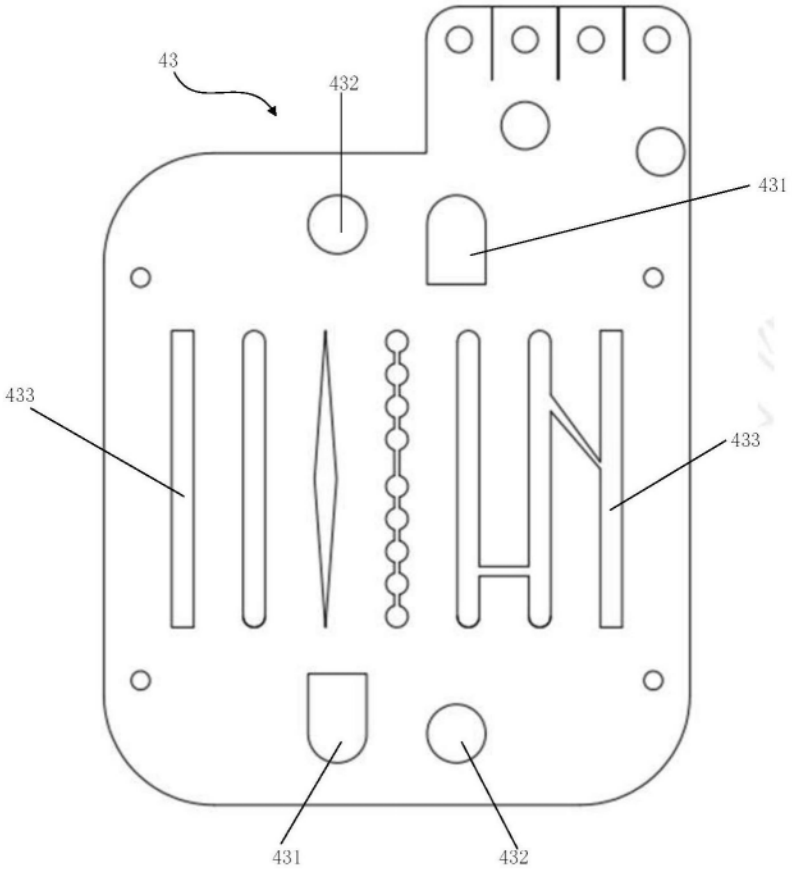


图7

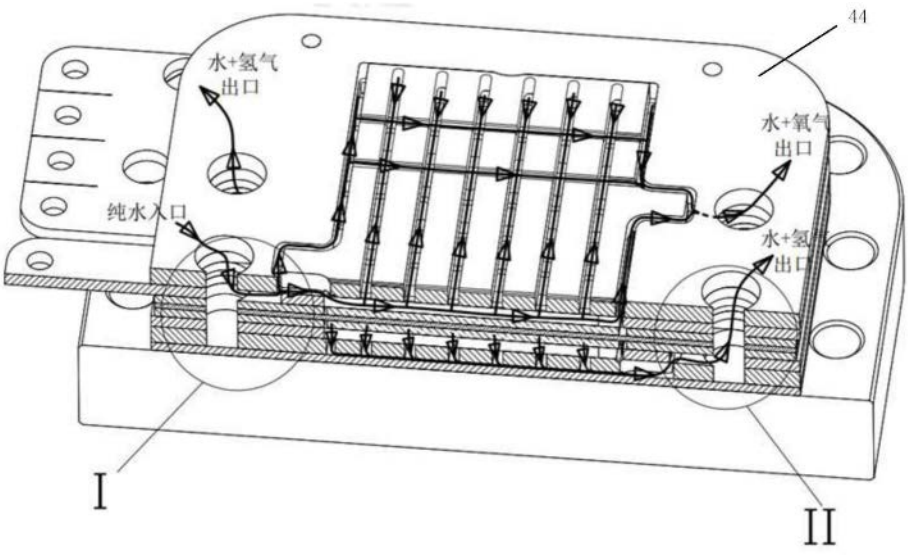


图8

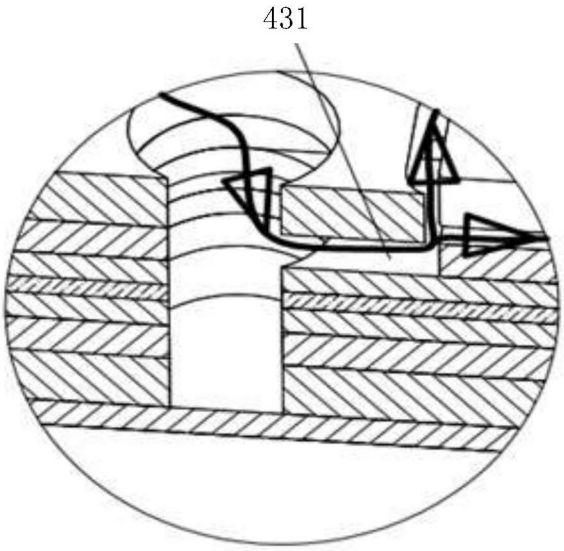


图9

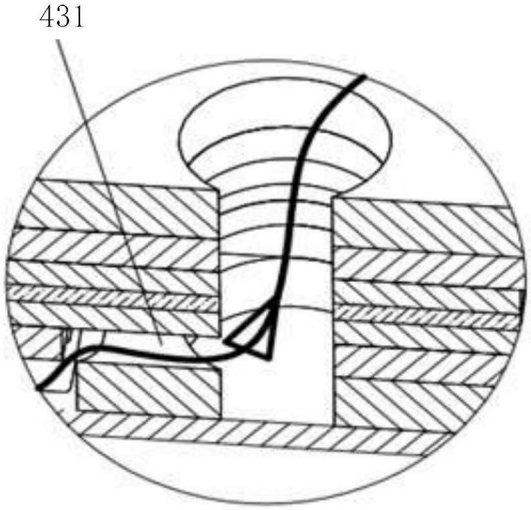


图10

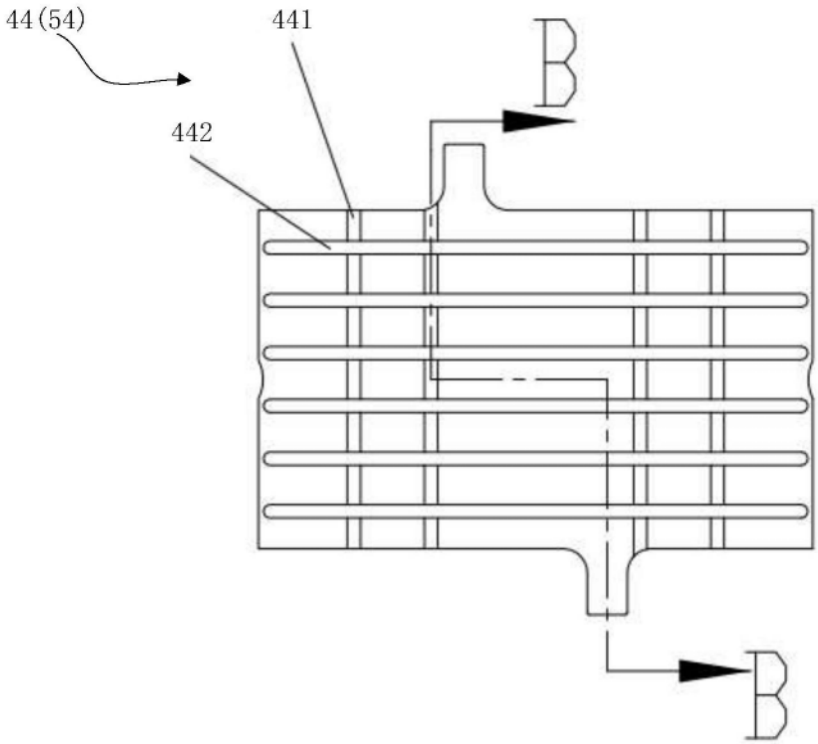


图11

图12

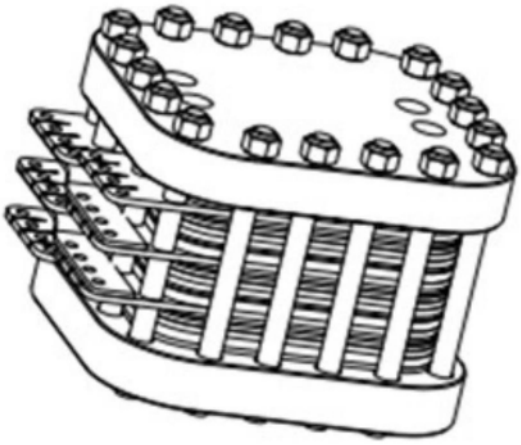


图13

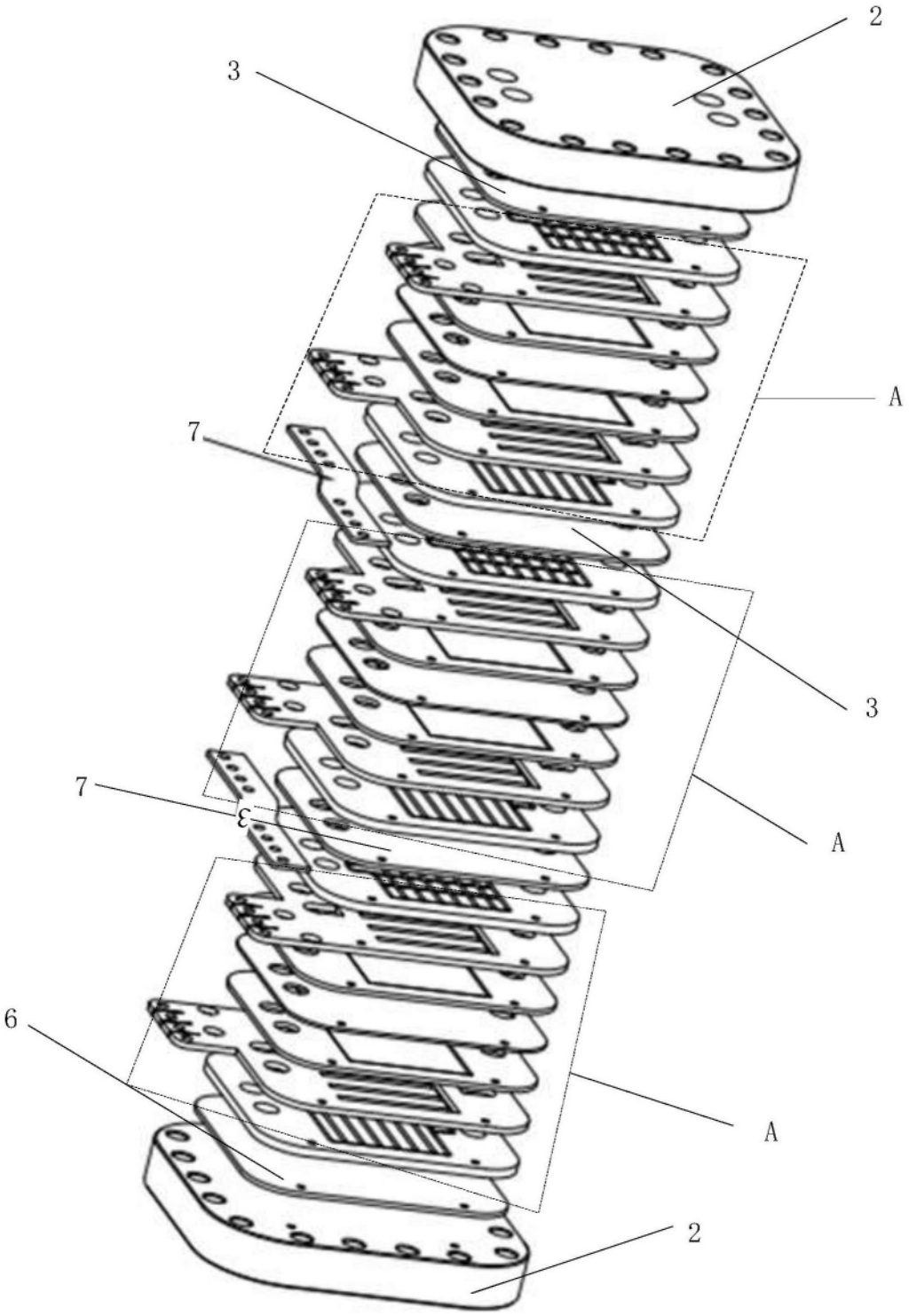


图14