



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117758288 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 26

(21) 申请号 202311808478.2

G25B 9/60 (2021.01)

(22) 申请日 2023.12.26

G25B 9/67 (2021.01)

G25B 15/08 (2006.01)

(71) 申请人 中国科学院青岛生物能源与过程研究所

地址 266101 山东省青岛市崂山区松岭路189号

(72) 发明人 李晓锦 苗纪远 王秀玲 刘敏敏

(74) 专利代理机构 北京君慧知识产权代理事务所(普通合伙) 11716

专利代理师 冯妙娜

(51) Int. Cl.

G25B 9/19 (2021.01)

G25B 1/04 (2021.01)

G25B 9/70 (2021.01)

G25B 9/23 (2021.01)

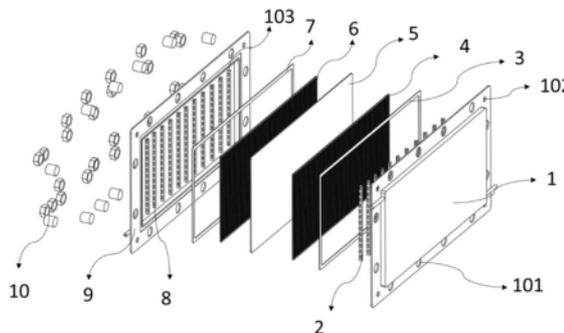
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54) 发明名称

一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽

## (57) 摘要

本发明涉及一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,由多个独立电解室单元、端板、集流体依次叠落压合紧固而成。独立电解室单元包括阴极端壳板、阳极端壳板、阴极流场肋条板、阳极流场肋条板、阴极扩散层、阳极扩散层、质子交换膜电极组件、密封垫片,外设多个导流支管口向电解室供液(纯水)并对电解所生成的氢气、氧气和水混合流体进行导流。端壳板外部设有紧固孔,方便电解室单元紧固密封。流场肋条板具有矩形结构且设有导流孔,呈现规则排列方式。电解槽模块化结构有益于电解槽组配与维护,提高水与扩散层接触面积,加强传质效果,通过流场肋条板引流作用,提升流体分配均匀性,提高换热效率与带走气泡功能,有效提高电解槽效率和安全性。



1. 一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于,电解槽是多个独立密封电解室单元组成。
2. 按权利要求1所述的独立密封电解室单元,其特征在于,电解室单元包括阴极端壳板、阳极端壳板、阴极流场肋条板、阳极流场肋条板、阴极扩散层、阳极扩散层、质子交换膜电极组件、密封垫片。
3. 按权利要求1所述的独立密封电解室单元,其特征在于,每个电解室单元通过端壳板外缘螺孔紧固密封成一个密封腔体结构。
4. 按权利要求1所述的独立密封电解室单元,其特征在于,电解室单元外设独立的导流管口。
5. 按权利要求2所述的阳极流场肋条板和阴极流场肋条板,其特征在于,流场肋条板具有矩形规则结构排列,肋条板面设有闭环导流孔或开环导流孔,导流孔呈圆形、椭圆形等,且孔径小于流场肋条板高度。
6. 按权利要求2所述的阳极流场肋条板和阴极流场肋条板,其特征在于,通过焊接工艺,将肋条板与对应的端壳板、扩散层相连接,起到支撑、引流及集流作用。
7. 按权利要求2所述的阴极扩散层和阳极扩散层,其特征在于,以多孔钛板、钛毡为基材,通过表面镀层处理后工艺制得。
8. 按权利要求2所述的端壳板,其特征在于,以金属板材为基材,通过刻蚀、铣削、钣金、焊接等工艺加工成类托盘结构,并进行表面防腐镀层处理。
9. 按权利要求2所述的密封垫片,其特征在于,以氟橡胶、硅橡胶、聚四氟乙烯、烯炔类胶材质等加工制成独立的矩形、O型、U型的密封垫,在电解槽内靠组装压合力起到密封效果。

## 一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽

### 技术领域

[0001] 本发明属于水电解制氢领域,具体涉及一种低压质子交换膜(PEM)纯水电解槽结构,通过本发明技术所制备的电解槽具有效率高、成本低、安全性高、可维护性强等特点。

### 背景技术

[0002] 水电解制氢技术可分为碱性电解池、固体氧化物电解池、PEM水电解等,质子交换膜水电解槽采用纯水电解制取氢气,是一种高效环保的制氢方式。PEM水电解制氢具有化学稳定性强、质子传导率高、气体分离性强的全氟磺酸质子交换膜为质子传输导体,制备的氢气具有纯度高、效率高等优点,且由于能有效阻止电子传递,相比与其他类型电解槽具有高安全性和高效率。PEM电解槽结构与一般电解槽有一些区别,PEM水电解槽部件包括质子交换膜、阴极和阳极催化层、阴极和阳极扩散层、阴极和阳极极板、电解槽端板、电解槽集流体等。其中催化层与质子交换膜组成CCM,CCM与扩散层或组成一体部件构成膜电极组件,或以独立组配形式进行组装。膜电极是电解槽电化学反应及热、质、电传输的主场所,膜电极特性与结构直接影响PEM水电解槽的性能和寿命。

[0003] 目前限制PEM水电解池商业化应用的问题主要是成本过高,研究工作集中在提高电解池性能与寿命、降低电解池成本及大型兆瓦级电解槽制备与开发等方面。在PEM材料部件方面,开发新型质子交换膜替代现有的Nafion膜,制备廉价的低含量贵金属催化剂,通过两相流体仿真及密封结构设计进行极板设计与制备,并对表面镀层研究提高极板耐腐蚀性等。在电解槽组装与活化测试方面,由于影响电解池工作性能因素比较复杂,包括流场分配、多孔扩散层材料、密封结构、液态水作为反应物只在阳极侧循环导致两极压差等,这些因素均导致不同的电解池需要按照特定组件进行组装参数优化。合理的电解槽构型设计与组装工艺条件,能有效解决电解池密封失效问题、不平衡的流体传输及分配,压力分布不均,接触电阻高,电解池寿命短等问题。因此对电解池组件匹配及电解池结构进行相关研究有着一定必要性。

[0004] 专利EP3489394B1公开了一种用于低压PEM电解的电解设备,设备具有至少一个电解池,每一个分别与供液储流罐相连接形成一个电解模块,其缺点在于每个电解池都作为一个电解模块,设备体积大,系统复杂,且没有提出流场有益效果。CN114703494A具体公开了一种PEM水电解槽阳极极板,包括连接于极板一侧的多个凸起部,凸起部之间形成阳极流道,提高反应水的传输效率,使反应水在流场内均匀分布,提高电解性能。但这种流场缺点是加工成本高,且流场内容容易出现导流死角,导致有效反应面积损失。

[0005] 针对目前PEM电解槽存在的问题,本发明公开一种具有独立电解室单元的PEM电解槽结构,其有益效果包括:1)电解槽是由多个独立电解室单元组成,模块化设计结构使电解槽维护变得简单易操作,而且可有效防止电解室单元之间发生密封失效而造成安全问题;2)通过独立电解室流场肋条板的设计,实现了流场压降与公用导流管路相匹配,各流道流体分配均匀,高效换热与带走气泡功能,扩散成与水接触面积大,活性区占比大等特点。

## 发明内容

[0006] 本发明公开一种低压PEM电解水制氢电解槽,所述电解槽是由具有独立电解室结构单元叠落紧固后组成。

[0007] 为了实现上述目的,本发明的技术方案是:

[0008] 所述独立电解室结构单元由端壳板、流场肋条板、扩散层、膜电极(CCM)、密封件、紧固件等组件组成。

[0009] 所述膜电极由质子交换膜两面分别通过转印、涂布或喷涂等工艺,将阴极催化剂和阳极催化剂分别涂至质子交换膜两面而组成膜电极组件。

[0010] 所述扩散层分为阴极扩散层和阳极扩散层,分别对应于MEA对应阴极和阳极电极,扩散层是以多孔钛板、钛毡通过表面镀层处理后制得。

[0011] 所述流场肋条板分为阴极流场肋条板和阳极流场肋条板,分别对应阴极和阳极扩散层,并通过焊接连接肋条板与扩散层。

[0012] 优选的,肋条板是具有矩形规则结构排列,肋条板通过焊接工艺连接端壳板与扩散层,起到支撑、集流和引流作用。在肋条板面设有导流孔,通过流场肋条板引流作用,提升了流体分配均匀性,能够高效换热与带走气泡功能,在低压操作条件有效提高电解槽效率。

[0013] 优选的,流场肋条板可通过机加工、蚀刻、冲压等工艺制备,并进行表面耐腐蚀处理。

[0014] 优选的,流场肋条板材质包括钛基合金、不锈钢等材质。

[0015] 所述的端壳板分为阴极端壳板和阳极端壳板。

[0016] 优选的,端壳板外围设有侧耳区域,侧耳设有多个螺纹孔,用于密封紧固。

[0017] 优选的,端壳板可采用焊接、冲压、钣金等工艺,以不锈钢、钛合金等金属板为基材制备。

[0018] 所述阳极端壳板在板面对角设有至少两个公用导流腔管。

[0019] 优选的,每个阳极导流管口采用管丝、卡套、管箍等方式与电解槽公用导流管进行独立连接。

[0020] 所述阴极端壳板在板面角处设有至少一个导流管。

[0021] 优选的,每个阴极导流管采用管丝、卡套、管箍等方式与电解槽出气管进行独立连接。

[0022] 所述电解室单元,通过压滤机方式将多个单元进行叠落一起,并靠电解槽最外面的端板和集流体进行压合组装成电解槽。

[0023] 与现有技术相比,本发明可以获得包括以下技术效果:

[0024] (1) 本发明所公开的电解槽结构,由独立的电解室单元组成。每个电解室具有独立的密封结构和导流管路。相比与一般电解槽,在电解槽单节出现性能下降或密封失效时,可直接将电解室独立单元进行拆解、检修和维护,避免其他电解室由于拆解检修过程造成的损伤。

[0025] (2) 电解槽密封结构属于低压型结构,一般电解槽腔体压力不超过兆帕级压强,电解槽安全性相比于高压型具有明显优势。同时,低压操作条件有利于电解槽制氢效率提高。

[0026] (3) 肋条板具有矩形结构并规则排列,肋条板通过焊接工艺连接端壳板与扩散层,起到支撑、集流和引流作用,通过交替改变肋条板引流孔的开闭孔状态、方位、形状等,实现

改变流体流动方向,有助于电解室压降与公用导流管路相匹配,各流道流体分配均匀,高效换热与带走气泡功能,扩散成与水接触面积大,活性区占比提高。

### 附图说明

[0027] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0028] 图1为本发明一种实施例下的PEM独立电解室单元结构图;

[0029] 图2为本发明一种实施例下的PEM电解槽外形结构图;

[0030] 图3为本发明一种实施例下的PEM独立电解室单元外形结构图;

[0031] 图4为本发明一种实施例下的流场肋条板结构图;

[0032] 其中,1阳极端壳板,2阳极流场肋条板,3阳极密封垫,4阳极扩散层,5质子交换膜,6阴极扩散层,7阴极密封垫,8阴极流场肋条板,9阴极端壳板,10螺栓,101螺孔,102定位孔,103肋条板间隔空隙,201电解槽端板,202电解槽集流板,301导流管,401流场肋条板闭环穿孔,402流场肋条板开环导流孔。

### 具体实施方式

[0033] 为了更清楚的阐释本发明的整体构思,下面结合说明书附图以示例的方式进行详细说明。

[0034] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是,本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施,因此,本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0035] 另外,在本发明的描述中,需要理解的是,术语“顶”、“底”、“内”、“外”、“轴向”、“径向”、“周向”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。

[0036] 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,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接,还可以是通信;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或两个元件的相互作用关系。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。

[0037] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。在本说明书的描述中,参考术语“实施方式”、“实施例”、“一种实施例”、“示例”或“具体示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0038] 一种低压PEM电解水制氢电解槽,由具有独立电解室单元叠落紧固后组成。电解室单元由端壳板、流场肋条板、扩散层、膜电极(CCM)、密封件、紧固件等组件组成。膜电极由质

子交换膜5两面通过转印、涂布或喷涂等工艺,将阴极催化剂和阳极催化剂涂印至质子交换膜5两面而形成膜电极组件。扩散层分为阴极扩散层6和阳极扩散层4,分别对应于MEA对应阴极和阳极电极,扩散层材质为多孔钛板或钛毡。

[0039] 流场肋条板分为阴极流场肋条板8和阳极流场肋条板2,具有矩形结构并规则排列,肋条板通过焊接工艺连接端壳板与扩散层,肋条板端与端壳板长边形成肋条板间隔空隙103,次空隙沿着端板边缘贯穿,起到导流作用。肋条板起到支撑、集流和引流作用,分别对应阴极和阳极扩散层连接。流场肋条板可通过机加工、蚀刻等工艺制备,并进行表面耐腐蚀处理。

[0040] 端壳板分为阳极端壳板1和阴极端壳板9,端壳板外围设有侧耳区域,侧耳设有多个螺纹孔,用于密封紧固。端壳板可采用焊接、冲压、钣金等工艺,以不锈钢、钛合金等金属板为基材。阳极端壳板1在板面对角设有至少两个导流支管,每个阳极导流管采用管丝、卡套、管箍等方式与电解槽供液管进行独立连接。阴极端壳板9在面板角处设有至少一个公用腔体管,每个阴极进出液支管采用管丝、卡套、管箍等方式与电解槽导流管进行独立连接。通过压滤机方式将多个单元进行叠落一起,并靠电解槽最外面的端板和集流体进行压合组装成电解槽。

[0041] 实施例1:

[0042] 电解室单元由端壳板、流场肋条板、扩散层、膜电极(CCM)、密封件、紧固件等组件组成。

[0043] 厚度不大于1mm的多孔钛板将表面进行镀铂处理制成扩散层与CCM共同组制成膜电极组件。

[0044] 阴极流场肋条板8和阳极流场肋条板2,均采用带有闭环圆形导流孔结构。肋条板与端壳板进行焊接连接,进一步的,肋板与扩散层进行焊接连接。该肋条板结构实现流场压降与公用导流管路相匹配,各流道流体分配均匀,提高扩散层与水接触面积和活性区占比。

[0045] 阳极端壳板1和阴极端壳板9为镜像对称结构,紧固方式包括侧耳区域螺纹孔进行紧固密封。

[0046] 实施例2:

[0047] 端壳板可采用冲压工艺,制成类托盘结构,并对端壳板进行表面镀Pt。阳极端壳板1在面对角两个公用流体腔管,用管丝连接电解槽公用导流管。阴极端壳板9在面板上角处开设一个导流管301,采用管丝进行与公用导流管独立连接。通过压滤机方式将多个单元进行叠落压合,并靠电解槽最外面的端板和集流板进行压合组装成电解槽。

[0048] 电解槽运行过程,高纯水由阳极公用导流管通过每个独立电解室单元的独立阳极进口导流支管进行分配,进入每个独立电解阳极室,同时阳极出口导流支管由阳极公用导流管汇流,到处氧气和水混合流体,一进步进行气液分离等过程。阴极通过独立电解室单元的独立导流支管,将氢气导出电解室外。

[0049] 实施例3:

[0050] 阳极流场肋条板2,在深度方向带有闭环圆形导流孔,孔在平行板面方向沿平行同轴等距开设同孔径圆孔,导流孔直径不大于肋条板深度。

[0051] 阴极流场肋条板8,在深度方向带有闭环椭圆形导流孔,孔在平行板面方向沿平行等距异轴开设同孔径椭圆孔,椭圆孔长轴距不大于肋条板深度。

[0052] 阴极肋条板与阳极肋条板,以膜电极组件为中心呈现镜面对称分布,有利于实现肋条板的强支撑作用。

[0053] 紧固方式依靠侧耳区域螺纹孔进行紧固密封,密封垫采用平皮密封件,分置CCM两侧。电解槽组合压装固定采用外框架施压组合,将独立电解室导流管301分别与公用导流管进行连接,完成电解槽的组装。

[0054] 实施例4:

[0055] 独立电解室单元由端壳板、流场肋条板、扩散层、膜电极(CCM)、密封件、紧固件依次叠落并通过边缘侧耳紧固后组成。再将电解槽端板201、集流板、多个独立电解室单元进行压合组装。进一步的,将电解槽的螺栓10进行紧固,电解室单元的导流支管,通过卡套与公用导流管连接,电解槽组合体完成组装。

[0056] 电解槽端板201,以不锈钢、碳钢等高强金属板材为基材通过机加工等方式加工而成,或以纤维增强树脂板、高强树脂板为基材通过机加工或一体注塑方式加工而成。电解槽集流板202以黄铜、紫铜、铝合金等高导电金属为基材,通过开设固定孔、定位孔102、集流耳等功能实现电解槽的集流支撑功能。

[0057] 本发明中未提及的地方采用或借鉴已有技术即可实现。

[0058] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。

[0059] 以上所述仅为本发明的实施例而已,并不用于限制本发明。对于本领域技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的权利要求范围之内。

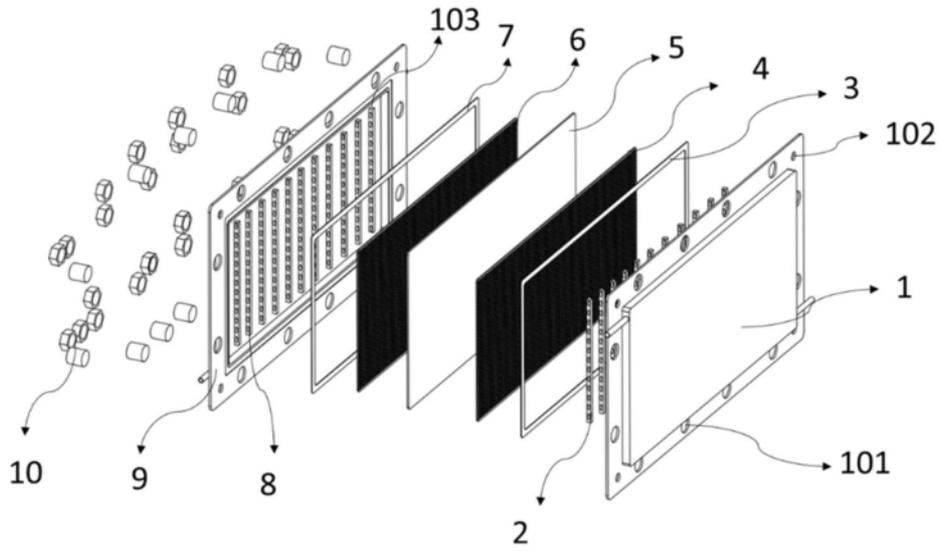


图1

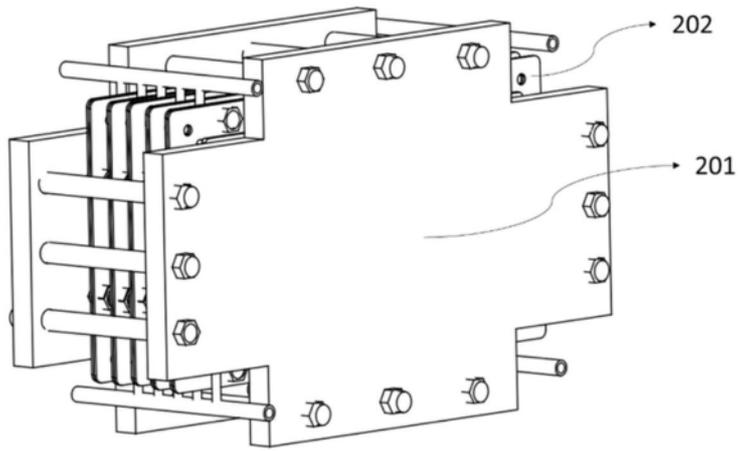


图2

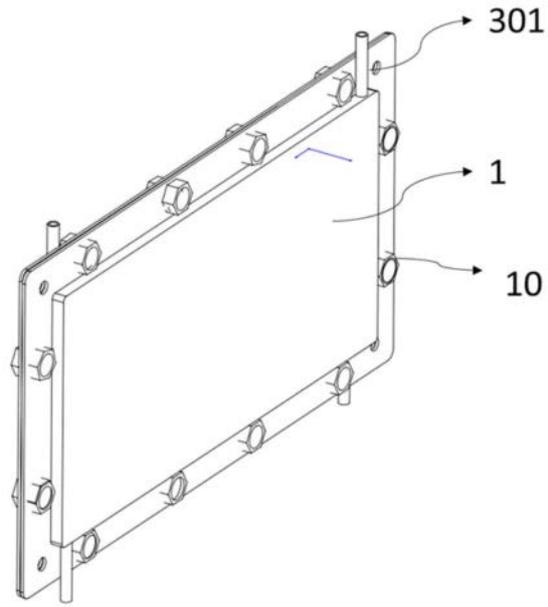


图3

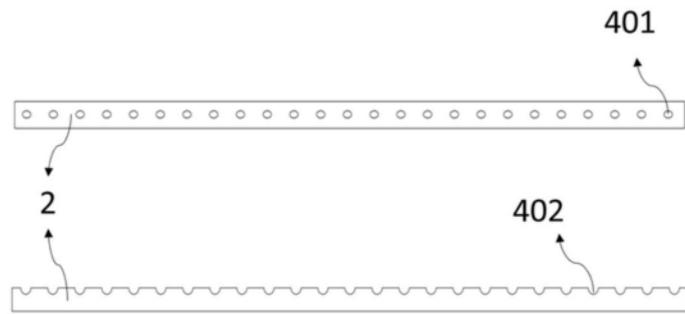


图4