(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116083932 A
(43)申请公布日 2023.05.09

(21)申请号 202211696510.8
(22)申请日 2022.12.28
(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 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
专利代理师 杨旭
(51)Int.Cl.
C25B 9/21(2021.01)
C25B 9/70(2021.01)
C25B 9/67(2021.01)
C25B 15/021(2021.01)
C25B 1/04(2021.01)

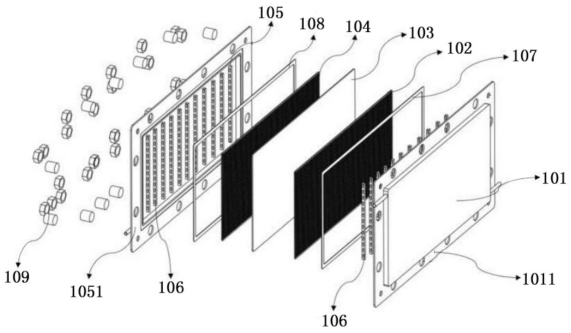
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(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

本发明属于水电解制氢技术领域，具体地说是一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽，包括被叠落紧固的多个电解室结构；每个电解室结构均包括阳极端壳板、阳极扩散层、膜电极、阴极扩散层及阴极端壳板，还设有若干个流场肋条板。本发明的低压PEM电解槽由多个独立电解室结构组成，这种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结构之间发生密封失效而造成安全问题；且通过流场肋条板的设置，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，扩散层与水接触面积大，活性区占比大，在低压操作条件有效提高电解槽效率和安全性，结构相对简单，也降低了加工成本。



CN 116083932 A

1.一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:包括被叠落紧固的多个电解室结构(1);

每个所述电解室结构(1)均包括阳极端壳板(101)、阳极扩散层(102)、膜电极(103)、阴极扩散层(104)及阴极端壳板(105),所述阳极端壳板(101)的内侧开设有阳极扩散层容纳腔、外周延伸有连接边沿A(1011),所述阴极端壳板(105)的内侧开设有阴极扩散层容纳腔、外周延伸有连接边沿B(1051),所述阳极端壳板(101)的连接边沿A(1011)与所述阴极端壳板(105)的连接边沿B(1051)连接、并将所述膜电极(103)夹在阳极端壳板(101)与阴极端壳板(105)之间,所述阳极扩散层(102)位于所述膜电极(103)一侧的阳极扩散层容纳腔中,所述阴极扩散层(104)位于所述膜电极(103)另一侧的阴极扩散层容纳腔中。

2.根据权利要求1所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:所述阳极端壳板(101)上分别设有输入导流管及输出导流管A,所述输入导流管及输出导流管A分别与所述阳极扩散层容纳腔相连通;

所述阴极端壳板(105)上设有输出导流管B,所述输出导流管B与所述阴极扩散层容纳腔相连通。

3.根据权利要求1所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:所述阳极扩散层容纳腔中的阳极端壳板(101)内侧底面上及所述阴极扩散层容纳腔中的阴极端壳板(105)内侧底面上均设有若干个流场肋条板(106)。

4.根据权利要求3所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:所述阳极端壳板(101)上设置的各所述流场肋条板(106)的长度方向均相互平行,所述阴极端壳板(105)上设置的各所述流场肋条板(106)的长度方向均相互平行,所述阳极端壳板(101)上的各所述流场肋条板(106)的设置位置与所述阴极端壳板(105)上的各所述流场肋条板(106)的设置位置一一对应。

5.根据权利要求3所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:每个所述流场肋条板(106)上均沿长度方向均匀开设有若干个导流口(1061)。

6.根据权利要求5所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:各所述导流口(1061)均开设于所述流场肋条板(106)的中部或所述流场肋条板(1061)的顶面上。

7.根据权利要求1所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:所述阳极端壳板(101)的连接边沿A(1011)与所述膜电极(103)之间设有密封垫A(107),所述阴极端壳板(105)的连接边沿B(1051)与所述膜电极(103)之间设有密封垫B(108)。

8.根据权利要求1所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:所述阳极端壳板(101)的连接边沿A(1011)与所述阴极端壳板(105)的连接边沿B(1051)通过若干个螺栓A(109)连接。

9.根据权利要求1所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:每个所述电解室结构(1)的阴极端壳板(105)与相邻的另一个所述电解室结构(1)的阳极端壳板(101)相抵接,所有所述电解室结构(1)一一叠落形成电解槽主体,所述电解槽主体的外侧设有用于紧固所述电解槽主体的紧固结构。

10.根据权利要求9所述的一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽,其特征在于:所述紧固结构包括两个端板(201),所述电解槽主体位于外侧的一个电解室结构(1)的阳极端

壳板(101)与其中一个所述端板(201)抵接，所述电解槽主体位于外侧的另一个电解室结构(1)的阴极端壳板(105)与另一个所述端板(201)抵接，两个所述端板(201)之间通过若干个螺栓B(202)连接、并将所述电解槽主体压紧紧固。

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技术领域，具体地说是一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽。

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、质子交换膜(Proton Exchange Membrane，简称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。现有技术的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(Catalyst Coating Membrane，催化剂涂层质子膜)，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(Membrane Electrode Assembly，MEA)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。

[0004] 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、不均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。而现有的低压PEM电解槽的结构设置复杂，且加工成本高。

发明内容

[0005] 针对上述问题，本发明的目的在于提供一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：

[0007] 一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽，包括被叠落紧固的多个电解室结构；

[0008] 每个所述电解室结构均包括阳极端壳板、阳极扩散层、膜电极、阴极扩散层及阴极端壳板，所述阳极端壳板的内侧开设有阳极扩散层容纳腔、外周延伸有连接边沿A，所述阴极端壳板的内侧开设有阴极扩散层容纳腔、外周延伸有连接边沿B，所述阳极端壳板的连接边沿A与所述阴极端壳板的连接边沿B连接、并将所述膜电极夹在阳极端壳板与阴极端壳板

之间，所述阳极扩散层位于所述膜电极一侧的阳极扩散层容纳腔中，所述阴极扩散层位于所述膜电极另一侧的阴极扩散层容纳腔中。

[0009] 所述阳极端壳板上分别设有输入导流管及输出导流管A，所述输入导流管及输出导流管A分别与所述阳极扩散层容纳腔相连通；

[0010] 所述阴极端壳板上设有输出导流管B，所述输出导流管B与所述阴极扩散层容纳腔相连通。

[0011] 所述阳极扩散层容纳腔中的阳极端壳板内侧底面上及所述阴极扩散层容纳腔中的阴极端壳板内侧底面上均设有若干个流场肋条板。

[0012] 所述阳极端壳板上设置的各所述流场肋条板的长度方向均相互平行，所述阴极端壳板上设置的各所述流场肋条板的长度方向均相互平行，所述阳极端壳板上的各所述流场肋条板的设置位置与所述阴极端壳板上的各所述流场肋条板的设置位置一一对应。

[0013] 每个所述流场肋条板上均沿长度方向均匀开设有若干个导流口。

[0014] 各所述导流口均开设于所述流场肋条板的中部或所述流场肋条板的顶面上。

[0015] 所述阳极端壳板的连接边沿A与所述膜电极之间设有密封垫A，所述阴极端壳板的连接边沿B与所述膜电极之间设有密封垫B。

[0016] 所述阳极端壳板的连接边沿A与所述阴极端壳板的连接边沿B通过若干个螺栓A连接。

[0017] 每个所述电解室结构的阴极端壳板与相邻的另一个所述电解室结构的阳极端壳板相抵接，所有所述电解室结构一一叠落形成电解槽主体，所述电解槽主体的外侧设有用于紧固所述电解槽主体的紧固结构。

[0018] 所述紧固结构包括两个端板，所述电解槽主体位于外侧的一个电解室结构的阳极端壳板与其中一个所述端板抵接，所述电解槽主体位于外侧的另一个电解室结构的阴极端壳板与另一个所述端板抵接，两个所述端板之间通过若干个螺栓B连接、并将所述电解槽主体压紧紧固。

[0019] 本发明的优点与积极效果为：

[0020] 本发明公开的低压PEM电解槽由多个独立电解室结构组成，这种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结构之间发生密封失效而造成安全问题，结构相对简单，也降低了加工成本；且通过流场肋条板的设置，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，扩散层与水接触面积大，活性区占比大，在低压操作条件有效提高电解槽效率和安全性。

附图说明

[0021] 图1为本发明的电解室结构的拆分结构示意图；

[0022] 图2为本发明的电解室结构的外部结构示意图；

[0023] 图3为本发明的流场肋条板的结构示意图之一；

[0024] 图4为本发明的流场肋条板的结构示意图之二；

[0025] 图5为本发明的整体结构示意图。

[0026] 图中：1为电解室结构、101为阳极端壳板、1011为连接边沿A、102为阳极扩散层、103为膜电极、104为阴极扩散层、105为阴极端壳板、1051为连接边沿B、106为流场肋条板、

1061为导流口、107为密封垫A、108为密封垫B、109为螺栓A；

[0027] 201为端板、202为螺栓B。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图1-5对本发明作进一步详述。

[0029] 一种具有独立电解室结构的低压PEM电解槽，如图1-5所示，本实施例中包括被叠落紧固的多个电解室结构1。

[0030] 每个电解室结构1均包括阳极端壳板101、阳极扩散层102、膜电极103、阴极扩散层104及阴极端壳板105，阳极端壳板101的内侧开设有阳极扩散层容纳腔、外周延伸有连接边沿A 1011，阴极端壳板105的内侧开设有阴极扩散层容纳腔、外周延伸有连接边沿B1051，阳极端壳板101的连接边沿A 1011与阴极端壳板105的连接边沿B 1051连接、并将膜电极103夹在阳极端壳板101与阴极端壳板105之间，阳极扩散层102位于膜电极103一侧的阳极扩散层容纳腔中，阴极扩散层104位于膜电极103另一侧的阴极扩散层容纳腔中。

[0031] 具体而言，本实施例中阳极端壳板101及阴极端壳板105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成类托盘结构，并进行表面镀铂。本实施例中膜电极103由质子交换膜两面通过转印、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两面而形成。本实施例中阳极扩散层102及阴极扩散层104的材质采用多孔钛板或钛毡并表面进行镀铂处理制成。

[0032] 具体而言，本实施例中阳极端壳板101上分别设有输入导流管及输出导流管A，输入导流管及输出导流管A分别与阳极扩散层容纳腔相连通；阴极端壳板105上设有输出导流管B，输出导流管B与阴极扩散层容纳腔相连通。输入导流管及输出导流管A分别用于阳极扩散层容纳腔的输入或输出流体，输出导流管B用于从阴极扩散层容纳腔输出流体。输入导流管、输出导流管A、输出导流管B的设置结构均采用现有技术，可采用管丝、卡套、管箍等方式与外接电解槽导流管分别进行独立连接。

[0033] 电解槽运行过程，高纯水由外接阳极公用输入导流管通过每个独立电解室结构1的独立输入导流管进行分配，进入每个独立的阳极扩散层容纳腔，同时输出导流管A由外接阳极公用输出导流管汇流，导出氧气和水混合流体，待进一步进行气液分离等过程。每个独立电解室结构1的阴极扩散层容纳腔则通过输出导流管B将氢气导出电解室结构1外。

[0034] 具体而言，本实施例中阳极扩散层容纳腔中的阳极端壳板101内侧面上及阴极扩散层容纳腔中的阴极端壳板105内侧面上均通过焊接设有若干个流场肋条板106。每个流场肋条板106的两端与阳极扩散层容纳腔的内周面或阴极扩散层容纳腔的内周面之间均具有起到导流作用的间隙。阳极端壳板101上设置的各流场肋条板106的长度方向均相互平行，阴极端壳板105上设置的各流场肋条板106的长度方向均相互平行，阳极端壳板101上的各流场肋条板106的设置位置与阴极端壳板105上的各流场肋条板106的设置位置一一对应，可起到稳定支撑效果。如图3及图4所示，每个流场肋条板106上均沿长度方向均匀等距开设有若干个相同大小的导流口1061，各导流口1061均开设于流场肋条板106的中部或流场肋条板1061的顶面上，导流口1061的口径小于流场肋条板106高度。流场肋条板106的设置，起到对阳极扩散层102、膜电极103及阴极扩散层104的支撑作用，还起到对阳极扩散层容纳腔及阴极扩散层容纳腔中流体的集流和引流作用。流场肋条板106实现流场压降与公用导流

管路相匹配，使电解室结构1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。本实施例中流场肋条板106可通过机加工、蚀刻等工艺制备，并进行表面耐腐蚀处理。

[0035] 具体而言，本实施例中阳极端壳板101的连接边沿A 1011与膜电极103之间设有密封垫A 107，阴极端壳板105的连接边沿B 1051与膜电极103之间设有密封垫B 108。密封垫A 107及密封垫B 108均采用现有技术的以氟橡胶、硅橡胶、聚四氟乙烯、烯烃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。连接边沿A 1011及连接边沿B 1051上分别开设有用于镶嵌密封垫A 107或密封垫B 108的镶嵌槽。通过密封垫A 107及密封垫B 108的设置，可保证阳极端壳板101的连接边沿A 1011与膜电极103之间及阴极端壳板105的连接边沿B 1051与膜电极103之间的密封效果。

[0036] 具体而言，本实施例中阳极端壳板101的连接边沿A 1011与阴极端壳板105的连接边沿B 1051通过若干个螺栓A 109连接，连接结构简单。

[0037] 具体而言，本实施例中每个电解室结构1的阴极端壳板105与相邻的另一个电解室结构1的阳极端壳板101相抵接，所有电解室结构1一一叠落形成电解槽主体，电解槽主体的外侧设有用于紧固电解槽主体的紧固结构。本实施例中所有电解室结构1通过压滤机方式叠落在一起形成电解槽主体。如图5所示，本实施例中紧固结构包括两个端板201，电解槽主体位于外侧的一个电解室结构1的阳极端壳板101与其中一个端板201抵接，电解槽主体位于外侧的另一个电解室结构1的阴极端壳板105与另一个端板201抵接，两个端板201之间通过若干个螺栓B 202连接、并将电解槽主体压紧紧固。本实施例中端板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。紧固结构也可根据使用需求采用其他形状的框架结构。端板201与电解槽主体之间还可以夹设有电解槽集流板，电解槽集流板以黄铜、紫铜、铝合金等高导电金属为基材制成。

[0038] 工作原理：

[0039] 通过由多个独立电解室结构1组成低压PEM电解槽，形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结构之间发生密封失效而造成安全问题，相比与一般电解槽，在单个电解室结构1出现性能下降或密封失效时，可直接将该单个电解室结构1进行拆解、检修和维护，避免其他电解室结构1由于拆解检修过程造成的损伤；通过阳极端壳板101、阳极扩散层102、膜电极103、阴极扩散层104及阴极端壳板105配合设置而成的电解室结构1，可使单个电解室结构1拆装维护方便；通过密封垫A 107及密封垫B 108的设置，可保证阳极端壳板101的连接边沿A 1011与膜电极103之间及阴极端壳板105的连接边沿B 1051与膜电极103之间的密封效果；通过流场肋条板106的设置，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，扩散层与水接触面积大，活性区占比大，在低压操作条件有效提高电解槽效率和安全性。

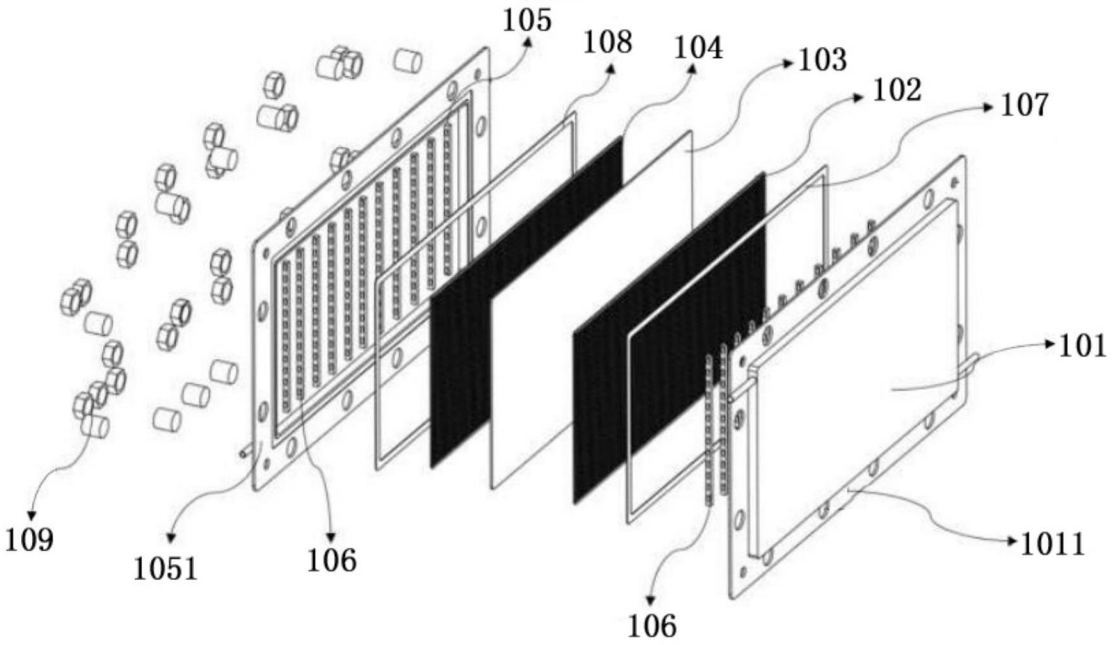


图1

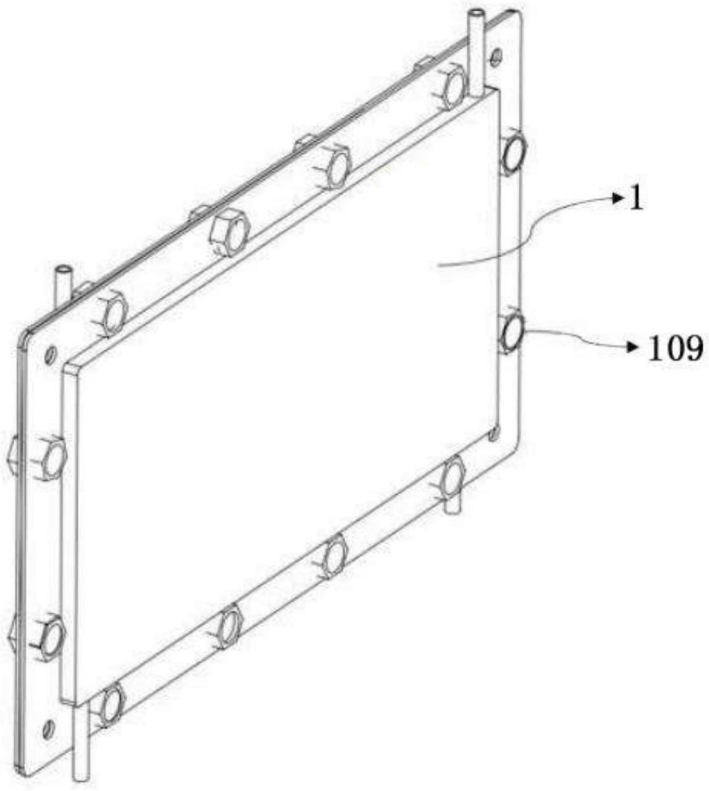


图2

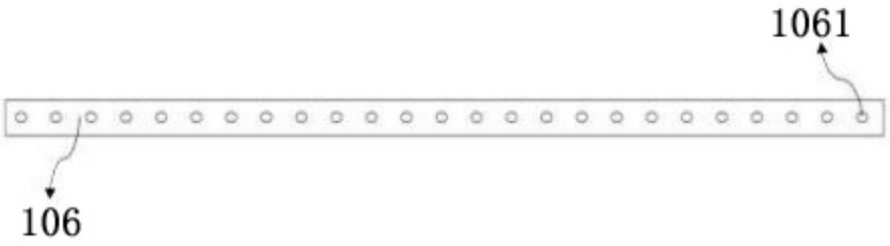


图3



图4

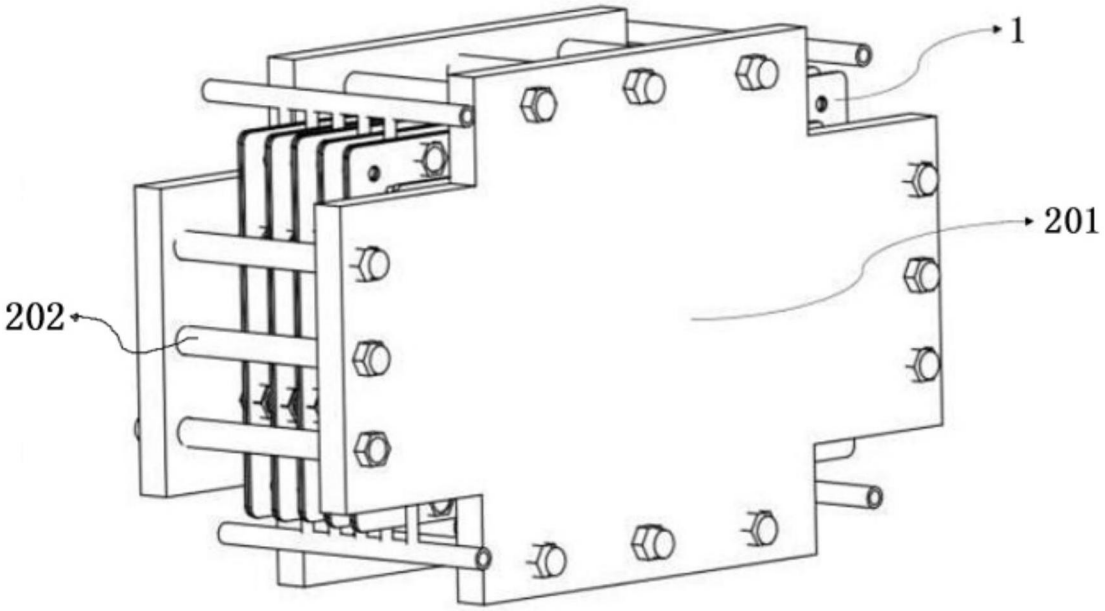


图5