



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116404224 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 25

(21) 申请号 202310666421.7

H01M 8/04089 (2016.01)

(22) 申请日 2023.06.07

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 115799574 A, 2023.03.14

申请公布号 CN 116404224 A

审查员 赵晔

(43) 申请公布日 2023.07.07

(73) 专利权人 苏州大学

地址 215000 江苏省苏州市工业园区仁爱路199号

(72) 发明人 康振辉 刘阳 周赞杰 黄慧

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务所(特殊普通合伙) 11463

专利代理师 方晓燕

(51) Int. Cl.

H01M 8/2483 (2016.01)

H01M 8/0258 (2016.01)

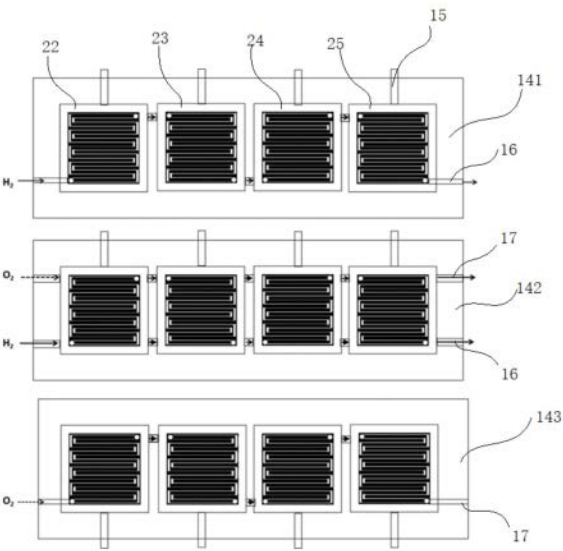
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

一种燃料电池堆及其电能器件

(57) 摘要

本发明提供了一种燃料电池堆及其电能器件,涉及燃料电池的技术领域;该燃料电池堆包括多个依次并列的框架和安装在所述框架内的单电池,每一所述单电池的一端设置有气体入口、另一端设置有气体出口;每一所述单电池设置有多个依次排列的电池单元,且每一所述单电池的所述电池单元的燃料依次串联流通、氧化剂依次串联流通。本申请还提供包括该燃料电池堆的电能器件。本申请提供的燃料电池堆可以改善现有技术中燃料电池气体利用率较低的技术问题。本申请提供的燃料电池堆可灵活调控相邻电池单元的串联/并联,进而实现燃料电池堆的输出电压、输出功率的灵活调整。本申请提供的燃料电池堆还可检测每一所述电池单元的故障实现故障的可针对性排除。



1. 一种燃料电池堆,其特征在于,包括多个依次并列的框架和安装在所述框架内的单电池,每一所述单电池的一端设置有气体入口、另一端设置有气体出口;

每一所述单电池设置有多个依次排列的电池单元,且每一所述单电池的所述电池单元的燃料依次串联流通、氧化剂依次串联流通;所述气体入口包括设置在每一所述单电池的阳极一侧的燃料气体入口和设置在每一所述单电池的阴极一侧的氧化剂气体入口,所述气体出口包括设置在每一所述单电池的阳极一侧的燃料气体出口和设置在每一所述单电池的阴极一侧的氧化剂气体出口;每一所述单电池的阳极一侧设置有多个依次排列的阳极活性区域、阴极一侧设置有多个依次排列的阴极活性区域,且相邻的所述阳极活性区域和所述阴极活性区域之间均设置有气体通道;使从所述燃料气体入口进入的燃料依次通过多个所述阳极活性区域到达所述燃料气体出口;使从所述氧化剂气体入口进入的氧化剂依次通过多个所述阳极活性区域到达所述氧化剂气体出口。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池堆,其特征在于,相邻所述电池单元上的所述气体通道对应设置,且同一所述电池单元的阴极侧、阳极侧中用于输入所述气体的进口和输出所述气体的出口均呈对角设置。

3. 根据权利要求1所述的燃料电池堆,其特征在于,每一所述阴极活性区域和阳极活性区域上的流道呈S型延伸。

4. 根据权利要求1所述的燃料电池堆,其特征在于,多个所述单电池的燃料依次串联流通、氧化剂依次串联流通。

5. 根据权利要求1所述的燃料电池堆,其特征在于,每一所述单电池均包括两个极板和夹在两个所述极板之间膜电极;两个所述极板一个为阴极板、另一个为阳极板;

每一所述阴极板上设置多个阴极活性区域;每一所述阴极板上的多个所述阴极活性区域依次排列且相互密封隔离;每一所述阳极板上设置多个阳极活性区域,每一所述阳极板上的多个所述阳极活性区域依次排列且相互密封隔离。

6. 根据权利要求5所述的燃料电池堆,其特征在于,所极板为单极板和/或双极板。

7. 根据权利要求5所述的燃料电池堆,其特征在于,相邻所述阴极活性区域和相邻所述阳极活性区域之间通过隔离腔室密封隔离;

所述气体通道从所述隔离腔室的一端贯穿到所述隔离腔室的另一端;所述气体通道用于输入气体的一端的结构为漏斗状开口,所述气体通道用于输出气体的一端的结构为至少一个反向漏斗状开口。

8. 根据权利要求7所述的燃料电池堆,其特征在于,所述反向漏斗状开口为多个时,所述反向漏斗状开口呈放射状分布。

9. 根据权利要求5所述的燃料电池堆,其特征在于,所述膜电极包括质子交换膜和设置在所述质子交换膜阴极一侧的阴极电催化剂层、设置在所述质子交换膜阳极一侧的阳极电催化剂层;

其中所述阴极电催化剂层和/或所述阳极电催化剂层中包括碳点催化剂;所述碳点催化剂为包括多个交联的碳点且含有杂原子X的催化剂,所述杂原子X为氧原子、氮原子、硼原子、磷原子中的至少一种。

10. 根据权利要求9所述的燃料电池堆,其特征在于,所述杂原子X在所述碳点催化剂中的元素质量占比为1~12%;和/或

所述碳点的平均粒径不超过10nm;和/或

所述碳点催化剂的比表面积为1000-3000m²/g。

11.根据权利要求1所述的燃料电池堆,其特征在于,每一所述电池单元均外接有用于检测每一所述电池单元是否存在故障的故障检测模块。

12.根据权利要求11所述的燃料电池堆,其特征在于,每一所述电池单元的阴极一侧和阳极一侧均设置有电极柱;所述故障检测模块与所述电极柱电连接;

所述故障检测模块包括用于指示所述电池单元是否故障的指示装置。

13.根据权利要求12所述的燃料电池堆,其特征在于,所述指示装置为指示灯、电流检测装置、电压检测装置、功率检测装置中的至少一种。

14.根据权利要求1所述的燃料电池堆,其特征在于,所述燃料电池堆还设置有散热装置;

所述散热装置由所述燃料电池堆提供电源或者外接电源。

15.一种电能器件,其特征在于,包括权利要求1~14任一项所述的燃料电池堆。

一种燃料电池堆及其电能器件

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池的技术领域,尤其是涉及一种燃料电池堆及其电能器件。

背景技术

[0002] 传统的化石燃料短时间内不可再生,且使用后带来一系列的环境问题,因此解决环境污染和寻找新型能源成为当前亟待解决的难题。燃料电池是一种能量密度高、放电性能好的能源器件,是新型能源的研发热点之一。现有技术中,燃料电池中单电池的结构通常为包括两极板和位于两极板之间的膜电极,燃料和氧化剂分别从膜电极两侧的通入单电池中,在膜电极上的活性区域内进行反应,并从单电池的另一侧排出单电池。由于单个单电池无法满足用电需求,因此单电池常多个串联组成电池堆,以为其他用电装置提供电能。在燃料电池堆中,多个单电池的燃料和氧化剂通常采用分别单独注入,其通入的气体利用率不高。

发明内容

[0003] 本申请的目的在于提供一种燃料电池堆,改善现有技术中燃料电池通入的气体利用率较低的技术问题。

[0004] 本申请的另一目的在于提供一种电能器件。

[0005] 第一方面,基于上述技术问题,本申请提供了一种燃料电池堆,包括多个依次并列的框架和安装在所述框架内的单电池,每一所述单电池的一端设置有气体入口、另一端设置有气体出口;

[0006] 每一所述单电池设置有多组依次排列的电池单元,且每一所述单电池的所述电池单元的燃料依次串联流通、氧化剂依次串联流通。

[0007] 进一步地,在本申请的一些实施例中,所述气体入口包括设置在每一所述单电池的阳极一侧的燃料气体入口和设置在每一所述单电池的阴极一侧的氧化剂气体入口,所述气体出口包括设置在每一所述单电池的阳极一侧的燃料气体出口和设置在每一所述单电池的阴极一侧的氧化剂气体出口;每一所述单电池的阳极一侧设置有多组依次排列的阳极活性区域、阴极一侧设置有多组依次排列的阴极活性区域,且相邻的所述阳极活性区域和所述阴极活性区域之间均设置有气体通道;使从所述燃料气体入口进入的燃料依次通过多个所述阳极活性区域到达所述燃料气体出口;使从所述氧化剂气体入口进入的氧化剂依次通过多个所述阳极活性区域到达所述氧化剂气体出口。

[0008] 进一步地,在本申请的一些实施例中,相邻所述电池单元上的所述气体通道对应设置,且同一所述电池单元的阴极侧、阳极侧中用于输入所述气体的进口和输出所述气体的出口均呈对角设置。

[0009] 进一步地,在本申请的一些实施例中,每一所述阴极活性区域和阳极活性区域上的流道呈S型延伸。

[0010] 进一步地,在本申请的一些实施例中,多个所述单电池的燃料依次串联流通、氧化

剂依次串联流通。

[0011] 进一步地,在本申请的一些实施例中,每一所述单电池均包括两个极板和夹在两个所述极板之间膜电极;两个所述极板一个为阴极板、另一个为阳极板;

[0012] 每一所述阴极板上设置多个阴极活性区域;每一所述阴极板上的多个所述阴极活性区域依次排列且相互密封隔离;每一所述阳极板上设置多个阳极活性区域,每一所述阳极板上的多个所述阳极活性区域依次排列且相互密封隔离。

[0013] 进一步地,在本申请的一些实施例中,所极板为单极板和/或双极板。

[0014] 进一步地,在本申请的一些实施例中,相邻所述阴极活性区域和相邻所述阳极活性区域之间通过隔离腔室密封隔离;

[0015] 所述气体通道从所述隔离腔室的一端贯穿到所述隔离腔室的另一端;所述气体通道用于输入气体的一端的结构为漏斗状开口,所述气体通道用于输出气体的一端的结构为至少一个反向漏斗状开口。

[0016] 进一步地,在本申请的一些实施例中,所述反向漏斗状开口为多个时,所述反向漏斗状开口呈放射状分布。

[0017] 进一步地,在本申请的一些实施例中,所述膜电极包括质子交换膜和设置在所述质子交换膜阴极一侧的阴极电催化剂层、设置在所述质子交换膜阳极一侧的阳极电催化剂层;

[0018] 其中所述阴极电催化剂层和/或所述阳极电催化剂层中包括碳点催化剂;所述碳点催化剂为包括多个交联的碳点且含有杂原子X的催化剂,所述杂原子X为氧原子、氮原子、硼原子、磷原子中的至少一种。

[0019] 进一步地,在本申请的一些实施例中,所述杂原子X在所述碳点催化剂 中的元素质量占比为1~12%;和/或

[0020] 所述碳点的平均粒径不超过10nm;和/或

[0021] 所述碳点催化剂的比表面积为1000-3000m²/g。

[0022] 进一步地,在本申请的一些实施例中,每一所述电池单元均外接有用于检测每一所述电池单元是否存在故障的故障检测模块。

[0023] 进一步地,在本申请的一些实施例中,每一所述电池单元的阴极一侧和阳极一侧均设置有电极柱;所述故障检测模块与所述电极柱电连接;

[0024] 所述故障检测模块包括用于指示所述电池单元是否故障的指示装置。

[0025] 进一步地,在本申请的一些实施例中,所述指示装置为指示灯、电流检测装置、电压检测装置、功率检测装置中的至少一种。

[0026] 进一步地,在本申请的一些实施例中,所述燃料电池堆还设置有散热装置;

[0027] 所述散热装置由所述燃料电池堆提供电源或者外接电源。

[0028] 第二方面,本申请还提供一种电能器件,包括第一方面所述的燃料电池堆。

[0029] 本申请提供一种燃料电池堆,在同一单电池上设置多个气体串联使用的电池单元,使燃料和氧化剂可以在多个电池单元中依次串联流通,实现了单电池中多个电池单元的活性区域串联,可以明显提高单次通入的燃料和氧化剂的利用率;同时,由于这一设置相当于将同一极板上的活性区域分为了多个区域,并单独进行燃料和氧化剂的流场控制,有利于提高流场的均匀性,且便于流场的单独控制,进一步提高了燃料和氧化剂这些原料气

体的反应效率。

[0030] 本申请还提供一种电能器件,该电能器件采用设置有多个电池单元且气体串联使用的电池单元串联组成的燃料电池堆,其燃料和氧化剂的利用率高,燃料和氧化剂的流场易于控制,电性能优良。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本申请具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1A本申请实施例1提供的燃料电池堆的正面结构示意图;

[0033] 图1B为本申请实施例1提供的燃料电池堆的侧面结构示意图;

[0034] 图1C为本申请实施例1提供的燃料电池堆的内部框架及极板结构示意图;

[0035] 图1D为本申请实施例1提供的燃料电池堆的膜电极结构示意图;

[0036] 图2为本申请实施例1提供的燃料电池堆的第一夹具的结构示意图;

[0037] 图3A为本申请实施例1提供的燃料电池堆的框架内嵌极板的上视图;

[0038] 图3B为本申请实施例1提供的燃料电池堆的框架内嵌极板的俯视图;

[0039] 图3C为本申请实施例1提供的燃料电池堆的框架内嵌极板的左视图;

[0040] 图4为本申请实施例1提供的燃料电池堆的极板A的结构示意图;

[0041] 图5为本申请实施例1提供的燃料电池堆的气路示意图;

[0042] 图6为本申请实施例1提供的燃料电池堆包括电堆箱的结构示意图;

[0043] 图7为本申请实施例得到的碳点催化剂 和20%Pt/C的氢氧燃料电池放电曲线;

[0044] 图8为本申请实施例得到的碳点催化剂 和20%Pt/C的电流衰减率-时间曲线图。

[0045] 其中,11-第一夹具,12-第二夹具,13-螺丝柱,14-框架,141-上框架,142-中间框架,143-下框架,15-电极柱,16-氢气通道,17-氧气通道,18-气体通道,20-单电池,21-膜电极,211- C-900阴极催化剂,222-阳极催化剂,223-碳纸,224-质子交换膜,22-极板A、23-极板B,24-极板C,25-极板D;221-电极柱孔洞;31-散热风扇,32-电堆箱。

具体实施方式

[0046] 下面将结合实施例对本申请的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0047] 下面将结合实施例对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0048] 下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本申请的不同结构。为了简化本申请的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并

且目的不在于限制本申请。此外,本申请可以在不同例子中重复参考数字和/或参考字母,这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施方式和/或设置之间的关系。此外,本申请提供了的各种特定材料的例子,但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的应用和/或其他材料的使用。

[0049] 现有技术中燃料电池通常在膜电极的两侧分别通入燃料,如氢气、甲醇,和氧化剂,如空气、氧气,使其在电催化剂的作用下,分别发生氧化、还原反应,将化学能转化为电能。因此,燃料和氧化剂与电催化剂的接触面积对燃料电池的放电性能影响至关重要。而影响燃料和氧化剂与电催化剂的接触面积的因素包括活性区域的表面积、燃料和氧化剂的扩散分布情况。为了改善上述两个因素,现有技术中通常通过(1)提高活性区域中的流道的表面积;(2)对燃料和氧化剂加压后通入,使其可以快速扩散。但是,这样的扩散方式容易导致燃料和氧化剂在活性区域靠近气体入口的一端快速扩散,之后气压下降,其扩散速度下降,导致燃料和氧化剂扩散不均匀;还会导致燃料和氧化剂从气体入口一侧到气体出口一侧的扩散时间较短,燃料和氧化剂的利用率极低,导致燃料电池的纯放电效率下降。

[0050] 因此,基于上述问题,发明人在本申请中提供了一种燃料电池堆,包括多个依次并列的框架和安装在所述框架内的单电池,每一所述单电池的一端设置有气体入口、另一端设置有气体出口;

[0051] 每一所述单电池设置有多组依次排列的电池单元,且每一所述单电池的所述电池单元的燃料依次串联流通、氧化剂依次串联流通。

[0052] 在本申请中,一个框架与一个单电池对应,多个框架通过分别位于所有框架两侧的两个夹具和连接两个夹具的螺丝柱实现整个燃料电池堆中的多个单电池固定。在本申请中,每一单电池的主体结构与常规燃料电池相近,其也包括两个极板和位于极板之间的膜电极。示例性地,每一所述单电池均包括阴极板、阳极板和夹在所述阴极板与所述阳极板之间膜电极;每一所述阴极板上设置多个阴极活性区域;每一所述阴极板上的多个所述阴极活性区域依次排列且相互密封隔离;每一所述阳极板上设置多个阳极活性区域,每一所述阳极板上的多个所述阳极活性区域依次排列且相互密封隔离。所述气体入口包括设置在每一所述单电池的阳极一侧的燃料气体入口和设置在每一所述单电池的阴极一侧的氧化剂气体入口,所述气体出口包括设置在每一所述单电池的阳极一侧的燃料气体出口和设置在每一所述单电池的阴极一侧的氧化剂气体出口;每一所述单电池的阳极一侧设置有多组依次排列的阳极活性区域、阴极一侧设置有多组依次排列的阴极活性区域,且相邻的所述阳极活性区域和所述阴极活性区域之间均设置有气体通道;使从所述燃料气体入口进入的燃料依次通过多个所述阳极活性区域到达所述燃料气体出口;使从所述氧化剂气体入口进入的氧化剂依次通过多个所述阳极活性区域到达所述氧化剂气体出口。

[0053] 需要说明的是,本申请中的多个电池单元为共用一个阴极板、一个阳极板,其膜电极可以共用,也可以不共用。相邻的电池单元之间通过设置在阴极板和阳极板上的隔离腔室(用于气体通过和气压调整的气体腔室)实现相邻电池单元的密封隔离。

[0054] 在本申请中,由于阴极板上的活性区域和阳极板上的活性区域均对应电池单元被分为多个阴极活性区域和阳极活性区域,进入每一阴极活性区域/阳极活性区域的气体经过气体入口加压注入或者通过气体通道空间收缩加压,实现在每个阴极活性区域和阳极活性区域快速扩散,同时每一个单一的阴极活性区域和阳极活性区域的流道可以单独设置,

有利于单个分别控制阴极活性区域和阳极活性区域的气体流场,优化流场,其多个阴极活性区域或阳极活性区域相较于同等面积的一整体的活性区域,其气体流场更衣控制,流场均匀性更高,提高了气体的反应效率。此外,由于燃料和氧化剂从单电池的一端进入单电池中,依次串联性的经过多个电池单元发生电化学反应再排出,其相较于每一电池单元都外接一个输入气体的管道和装置,其结构更为简单,单次输入的气体的利用率更高。同时依次串联得到的多个电池单元之间的隔离空腔只需要设置一气体腔室即可,相较于并联的电池单元,其阳极活性区域和阴极活性区域的设置范围可以更大,有利于提高燃料电池堆的放电性能。

[0055] 在一些实施例中,相邻所述电池单元上的所述气体通道对应设置,且同一所述电池单元的阴极侧、阳极侧中用于输入所述气体的进口和输出所述气体的出口均呈对角设置。即,每一电池单元上的进气口和出气口呈对角线设置在对应的活性区域的两端,以使得燃料或氧化剂可以均匀、广泛在活性区域中进行扩散。

[0056] 在一些实施例中,每一所述阴极活性区域和阳极活性区域上的流道呈S型延伸。需要说明的是,本申请所述的阴极活性区域和阳极活性区域的流道的设置可以相同,也可以不同,不同电池单元的阴极活性区域和阳极活性区域的流道的设置可以相同,也可以不同,此处的S型的流道仅为本申请中的阴极活性区域和阳极活性区域的流道结构的一种,并不是限定本申请中所采用的阴极活性区域和阳极活性区域的流道只能设置为S型,比如其还可以为回字型、栅型。

[0057] 流道不仅形状可调,其材质也可以采用石墨、钛合金等其他导电材质。其中,气体通道、气体入口、气体出口可以为设置在极板内的L型孔道,也可以为直接在极板表面刻槽形成的可以将气体流道延伸到框架边缘的通道,同时将框架内的气体通道、气体入口、气体出口改为在相对应的位置表面刻槽来连通气路。为了气体端口的结构稳定性,框架两侧的气体进出口和极板以及与进出口相连的气体通道仍需保持内部开孔结构。

[0058] 此外,需要说明的是,每一单电池上的多个电池单元可以按照任一的方式依次排列,如可以横向依次排列,也可以竖向依次排列,还可以矩形阵列。优选为横向依次排列,其阴极活性区域和阳极活性区域的可利用面积更高。

[0059] 在一些实施例中,多个所述单电池的燃料依次串联流通、氧化剂依次串联流通,即相邻的所述单电池中上一个单电池的气体出口与下一个单电池的气体入口联通,使上一个单电池排出的燃料或氧化剂通过下一个单电池的气体入口进入下一个单电池。

[0060] 在本申请中,多个单电池在框架内依次排列,相邻的单电池之间的气体流通可以并联也可以串联,可以实现气体流动路径的灵活调整。

[0061] 在一些实施例中,所极板为单极板和/或双极板。优选地,每一所述燃料电池堆中即包括单极板也包括双级板,其中每一燃料电池堆两端的极板为单极板,而位于两单极板之间的极板为双极板。

[0062] 需要说明的,双极板两侧可以都为阴极或都为阳极,也可以为一侧为阳极、另一侧为阳极。

[0063] 在一些实施例中,相邻所述阴极活性区域和相邻所述阳极活性区域之间通过隔离腔室密封隔离;所述气体通道从所述隔离腔室的一端贯穿到所述隔离腔室的另一端;所述气体通道用于输入气体的一端的结构为漏斗状开口,所述气体通道用于输出气体的一端的

结构为至少一个反向漏斗状开口。需要说明的是,本申请中的漏斗状开口为朝向气体流动方向的一侧为较大端的漏斗,反向漏斗状开口为朝向气体流动方向的一端为较小端的漏斗。其中,气体从漏斗状开口的入口流入,可以使气体均匀的进入所述隔离腔室,同时隔离腔室中还会形成一定的负压,加速气体的扩散;而气体从反向漏斗状开口流出隔离腔室,可以使流出的气体的气压增加,加速气体的通入流速,加速气体的扩散。

[0064] 在一些实施例中,所述反向漏斗状开口为多个时,所述反向漏斗状开口呈放射状分布。需要说明的是,多个呈放射状分布的反向漏斗状开口可以为多个反向漏斗状开口完整的呈放射状分布,也可以该结构的较大端为一体连通的,仅较小端分为多个,并呈放射状分布,以使气体通过多个开口进入活性区域内,加速气体的扩散。

[0065] 在一些实施例中,每一所述电池单元上还设置有用与电连接的电极柱或者耳片,通过串联所述电池单元上的电极柱或者耳片或者并联所述电池单元上的电极柱或者耳片可以实现相邻电池单元的串联/并联,进而实现燃料电池堆的输出电压、输出功率的灵活调整。此外,每一所述电池单元还可以通过外接用于检测每一所述电池单元是否存在故障的故障检测模块,实现每一电池单元的单独立监测,实现故障的可针对性排除。尤其是当发生质子交换膜破损、催化剂失活等现象时,可以对工况不利的膜电极进行定向更换,延长电池寿命。

[0066] 优选地,每一所述电池单元的阴极一侧和阳极一侧均设置有电极柱;所述故障检测模块与所述电极柱电连接;所述故障检测模块包括用于指示所述电池单元是否故障的指示装置。

[0067] 在一些实施例中,所述指示装置为指示灯、电流检测装置、电压检测装置、功率检测装置中的至少一种。示例性地,所述指示装置可以为串联在同一电池单元的阴极的电极柱和阳极的电极柱之间的LED灯,当电池单元正常运行时,则证明电池单元正常运行;若电池单元未正常运行时,则LED灯熄灭,表示此处发生了短路故障。

[0068] 由于本申请提供的燃料电池堆实际上为多个纵向电池堆和多个横向电池堆组合而成,因此在燃料电池堆发生故障时,为了快速的找到故障发生地,可以通过先连接纵向或者横向两端部的单电池的电极柱,判断该方向上的电池单元是否输出故障;在检测到某一方向上的电池单元发生故障后,再通过二分法不断缩小故障范围,直至精确定位到发生故障的单电池模块。当电堆长时间运行后需要维护时,可利用其他检测装置,如电流检测装置、电压检测装置、功率检测装置对每一个电池单元进行检测,并记录该电池单元的检测数据,当发现有检测数据异常的电池单元时可及时对该电池单元的膜电极或者该电池单元对应的单电池的膜电极进行更换。

[0069] 在一些实施例中,所述燃料电池堆还设置有散热装置;所述散热装置由所述燃料电池堆提供电源或者外接电源。其中,所述散热装置可以市售的散热设备,如散热风扇、散热器。

[0070] 在一些实施例中,所述膜电极包括质子交换膜和设置在所述质子交换膜阴极一侧的阴极电催化剂层、设置在所述质子交换膜阳极一侧的阳极电催化剂层;

[0071] 其中所述阴极电催化剂层和/或所述阳极电催化剂层中包括碳点催化剂;所述碳点催化剂为包括多个交联的碳点且含有杂原子X的催化剂,所述杂原子X为氧原子、氮原子、硼原子、磷原子中的至少一种。优选的,阴极电催化剂层采用碳点催化剂,而阳极电催化剂

采用的Pt/C催化剂,其中Pt/C催化剂优选为40%Pt/C催化剂。

[0072] 在一些实施例中,所述杂原子X在所述碳点催化剂 中的元素质量占比为1~12%;和/或

[0073] 所述碳点的平均粒径不超过10nm;和/或

[0074] 所述碳点催化剂的比表面积为1000-3000m²/g。

[0075] 在本申请中,碳点应当理解为碳量子点,其实际为碳的晶体,如高结晶度且短程有序的石墨晶格,形成的平均粒径在10nm以下的颗粒。其中碳点互联,应当理解为:各碳点之间通过化学键连接。由于各碳点之间实际上是通过化学键互联,其形成的结构稳定。在本申请中,包括杂原子X的基团通常接枝或者悬挂在碳点的表面,并与相邻的碳点颗粒或者碳点颗粒表面的包括杂原子X的基团连接,实现碳点材料之间的互联,进而使碳点组装形成大尺寸的碳点材料,因此碳点之间的连接处保留了大量的碳缺陷和含有杂元素的官能团,这些缺陷和含有杂原子的官能团均具有高效的氧还原活性,可以作为催化剂的活性位点,使得到的碳点催化剂 具有良好的导电性能和催化性能。

[0076] 所述碳点之间利用包括C-C、C-X、C-X-C、X-X的基团中的至少一种化学键交联。需要说明的是,在本申请中,碳点表面接枝或者悬挂的含有杂元素的基团根据所采用的原料的不同而不同。以杂元素X为氧元素为例:其碳点表面接枝或者悬挂的含氧基团可以为含有羟基、羧基、羰基等含氧基团,因此,其得到的催化剂的碳点之间的键联可以通过醚、羰基、羧基等基团连接。同理的,含有其他杂元素,如氮元素的基团也可以根据所采用的碳点原料的不同而不同,在此不再一一详述。

[0077] 为了本领域技术人员更好的理解本申请,发明人在申请文件中还提供了本申请还提供碳点催化剂的制备方法,包括:

[0078] 提供碳点原料溶液;

[0079] 冷冻干燥所述碳点原料溶液,得到碳点原料粉末;

[0080] 在保护气体环境下,400~1100℃碳化所述碳点粉末,冷却得到碳点催化剂 ;

[0081] 其中,碳点原料溶液可以为碳点溶液,也可以为可以在碳化过程中直接形成碳点材料的溶液。示例性地,所述碳点原料溶液可以为石墨电解形成的含有碳点的电解液。其中,所述电解工艺中采用的电解液可以直接为水,也可以包括其他电解质或者有机物,如可以包括含有羧基、羰基、羟基、含氮基团、含磷基团、含硼基团中至少一种的有机物或者无机物,示例性的,其可以包括氨、植酸、硼酸。当电解液中包含了含氮基团、含磷基团、含硼基团的化合物,其得到的碳点材料中会引入P、B或N元素,其可以形成氧还原活性位点,提高催化剂的催化性能。

[0082] 在本申请中,碳点原料溶液不直接碳化得到碳点材料,而是先通过冷冻干燥得到碳点原料粉末,再碳化得到的碳点材料可以使得到的碳点材料更加蓬松、团聚程度更低,比表面积更大,活性位点被更大暴露,催化性能更优。其碳化温度不宜过高,也不宜过底,避免因碳化程度不足而导致碳点之间未发生足够的交联,同时又避免碳化程度过高,团聚程度过高,导致比表面积下降,不利于活性位点的保留。

[0083] 需要说明的是,根据杂元素的选择、碳点原料溶液的不同,其所采用的碳化温度可以适当调整,如:当碳点原料溶液采用石墨电解得到的碳点溶液,则其所采用的碳化温度可以为400~1100℃,最优选为900℃。

[0084] 在一些实施例中,所述冷冻干燥所述碳点原料溶液包括:在0~-60℃的温度将所述碳点溶液冷冻成固体,将所述固体置于0~100pa的负压环境中12~72h,使碳点材料在炭化之前完全去除游离的水分子,得到极其蓬松的碳点原料,有利于碳化形成的碳化材料保持蓬松状态,比表面积更大,活性位点暴露更多。

[0085] 其中,保护气体可以为氮气或者惰性气体,如氦气、氖气、氩气。

[0086] 第二方面,本申请还提供一种电能器件,包括第一方面所述的燃料电池堆

[0087] 下面将结合实施例对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0088] 实施例1

[0089] 本实施例提供一种燃料电池堆,其具体结构参阅图1A~图3C:

[0090] 该燃料电池堆包括第一夹具11、第二夹具12、用于连接所述第一夹具11和第二夹具12的螺丝柱13以及多个框架14、设置框架中的单电池20,如图1A、图1B所示,其中,框架14包括与第一夹具11紧贴的上框架141、与第二夹具12紧贴的下框架143和位于上框架141和下框架143之间的中间框架142;所述中间框架142可以为一个,也可以为多个,其根据单电池20的数量进行设定;每一单电池20包括4个电池单元,每一电池单元包括两个极板和位于两个极板之间的膜电极21,为了便于描述,下文中其每一单电池中的电池单元对应的极板可以分别依次命名为极板A22、极板B23、极板C24和极板D25。如图1C所示,每一框架中内嵌横向排列的四块极板,四块极板被不具导电性的框架隔开,不相互导通,在纵向上框架进行叠加,每上下两块相对的极板构成一个电池单元,增加纵向上框架的层数能快速增加电池单元的数量,同一纵向上的电池单元为串联结构。其中,如图1D所示,膜电极21为在质子交换膜224两侧分别喷涂 $4*4\text{cm}^2$ 的C-900阴极催化剂211及Pt/C作为阳极催化剂222,在两侧同时叠加带空气疏散层的碳纸223,并进行热压处理获得。

[0091] 其中,参阅图2,第一夹具11、第二夹具12均为外圈厚度为5mm,中间厚度为3.5mm,使上、下框架能分别嵌入中间位置。第一夹具、第二夹具在框架对应的有效电极位置开孔,尺寸为 $4*4\text{cm}^2$,开孔位置可嵌入散热片。在围绕框架周边的第一夹具11、第二夹具12上开孔处,用于插入螺丝柱进行整体柱状固定。

[0092] 其中,参阅图3A~图3C,本申请所采用的框架的参数为:框架厚长245 mm,宽6mm,高80mm。在框架上部开孔4个用于插入电极柱15,孔径4mm,左右两孔距离边缘38mm,四个孔两两相距51mm。在框架内部开四个正方形口,尺寸50mm*50mm,供极板嵌入,左右距离边缘15mm,正方形口子相互距离5mm。在框架中做气体通道18,上框架的气体通道18开始端距离顶部19mm,下框架的气体通道18开始端距离底部19mm。中框架在具体顶部和底部19mm处均开气体通道18,根据通入的气体不同,其气体通道18可以分为燃料通道,如氢气通道16,和氧化剂通道,如氧气通道17。参阅图4,本申请中的极板A、极板B均在单侧做气体通道18,流道槽深1mm,槽宽1.14mm,凸面宽度1.14mm。在极板A正面的左下角及右上角开孔,孔径3mm,深4mm;在孔洞对应的左、右侧面分别开孔,孔径3mm,深5mm,侧面开孔与正面开孔相连通,在上部中间位置开螺纹孔,孔径4mm,深5mm,为电极柱孔洞221。在极板B正面的左上角及右下角开孔,孔径3mm,深4mm;在孔洞对应的左、右侧面分别开孔,孔径3mm,深5mm,侧面开孔与正

面开孔相连通;在上部中间位置开螺纹孔,孔径4mm,深5mm,为电极柱孔洞。

[0093] 中间框架中的极板C、极板D的结构与上框架中的极板A和极板B的结构相似,为极板C、极板D均在双侧做气体流道,流道槽深1mm,槽宽1.14mm,凸面宽度1.14mm。在极板A正面及背面的左下角、右上角开孔,孔径3mm,深4mm;在孔洞对应的左、右侧面分别开孔,孔径3mm,深5mm,侧面开孔与正面开孔相连通,在上部中间位置开螺纹孔,孔径4mm,深5mm,为电极柱孔洞。在极板D正面及背面的左上角及右下角开孔,孔径3mm,深4mm;在孔洞对应的左、右侧面分别开孔,孔径3mm,深5mm,侧面开孔与正面开孔相连通;在上部中间位置开螺纹孔,孔径4mm,深5mm,为电极柱孔洞;

[0094] 以图5中的中间框架为例,极板C和极板D在横向方向上交替设置,氢气从氢气管道流入极板C的氢气流道进口,流经极板C后,从氢气流道出口流出,然后进入相邻极板D的氢气流道入口,流经极板D后,从氢气流道出口流出,再流入相邻极板C的氢气流道进口,即,经极板C对应的膜电极反应后的氢气,进入极板D,经极板D对应的膜电极反应后的氢气,再进入下一个极板C,每个极板之间的氢气为“串联”流通过程,提高了反应气体的利用率。

[0095] 除了横向方向的反应气体呈“串联”形式外,垂直方向的反应气体也可以进一步串联,整个电池电堆的气体路径分配可以根据实际需要灵活设置,大大提高了气体利用率、电堆输出性能调整的灵活性。

[0096] 在一些实施例中,本申请所提供的燃料电池堆还设置有散热装置,如散热风扇31,其结构如图6所示:燃料电池堆还包括电堆箱32,所述散热风扇31设置在电堆箱32内壁上,以实现燃料电池堆的散热。散热装置可以用燃料电池堆供电。

[0097] 为了验证本申请中提供的碳点催化剂的性能,发明人还通过以下步骤制备了碳点催化剂:

[0098] 将两根清洗过的所述石墨棒置于去离子水中,持续电解过程若干天至溶液整体颜色为棕黑色;将获得棕黑色溶液过滤三次,除去大尺寸的石墨颗粒,经16000 rpm离心后获得碳点原料溶液;

[0099] 在-40℃下冷冻碳点原料溶液,完全冻成固态后放入冻干机抽负压至10~100 Pa,维持48h后完全去除碳点溶液中的水分,获得碳点粉末;

[0100] 在氮气保护下碳化碳点粉末,其炭化参数为:升温速率为5℃/min,碳化温度900℃,碳化2h;自然冷却后得到碳点催化剂。

[0101] 将上述得到的碳点催化剂作为燃料电池的阴极催化剂,制备形成燃料电池,该燃料电池的电极有效面积为1 cm² (1 cm×1 cm)。以碳纸为载体,阳极涂敷的20%Pt/C,负载量为0.1 mg·cm⁻¹;阴极涂敷碳点催化剂(C-900),负载量为0.4 mg·cm⁻¹;采用Nafion-117为质子交换膜。以阴极涂覆0.4 mg的20%Pt/C cm⁻¹的铂碳催化剂作为对比组。其测试方法为:在常温(25℃)常压下进行单电池放电测试,通入氧气和氢气的气流大小为100 mL·min⁻¹,其测试结果如图7所示。

[0102] 从图7中可以看出,以C-900为阴极催化剂的单电池具有1150W·L⁻¹的最大功率密度(130 mA·cm⁻²@0.25V),达到了以20% Pt/C为阴极催化剂的单电池最大功率的60%。由此可见,本申请得到的碳点催化剂的催化性能优良,可以满足燃料电池的需求。

[0103] 为了进一步验证本申请所采用碳点催化剂的稳定性,发明人分别测试了实施例得到的C-900和20%Pt/C在0.7V下的电流衰减率-时间曲线,即电流保持程度与时间的相关曲

线,其测试结果如图8所示。从图8可以看出,C-900的相对电流密度衰减速度较慢,在10 h结束时,C-900的电流密度保持在95.5%,远高于20% Pt/C的72.3%,表明C-900具有较高的氧还原催化反应稳定性。

[0104] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

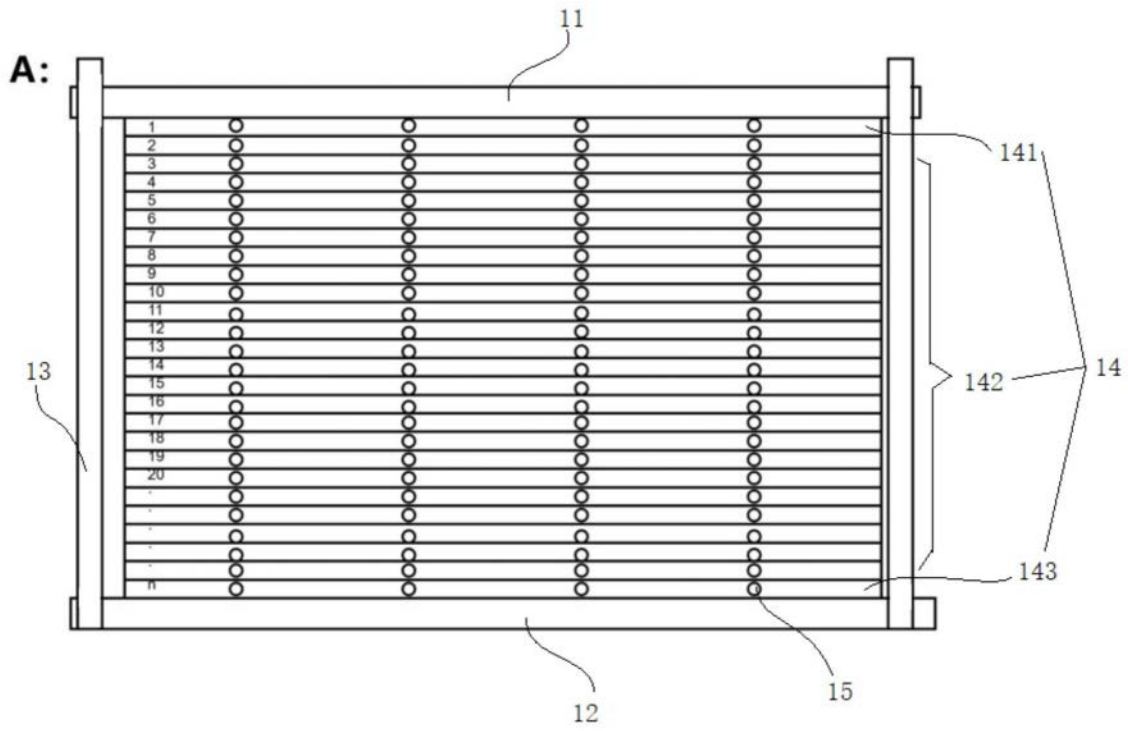


图1A

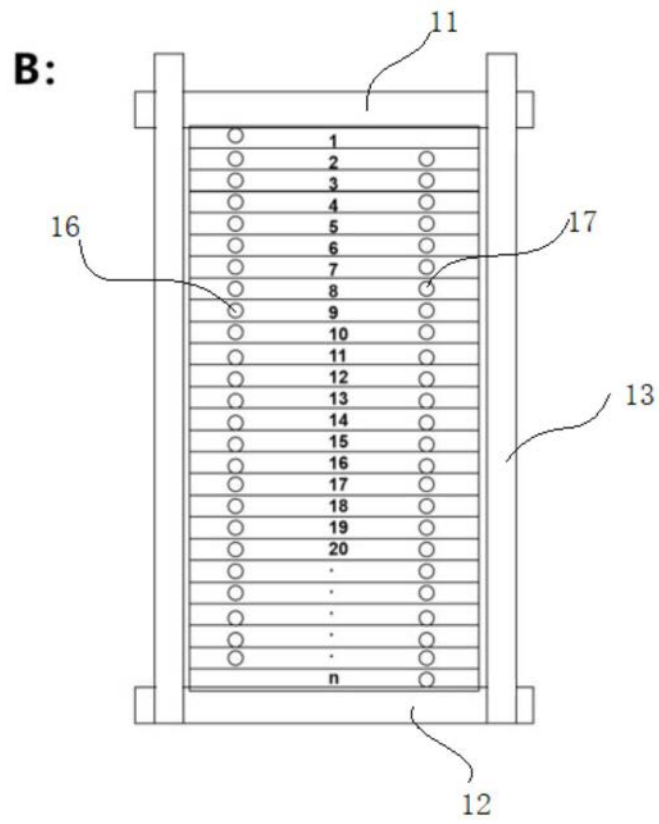


图1B

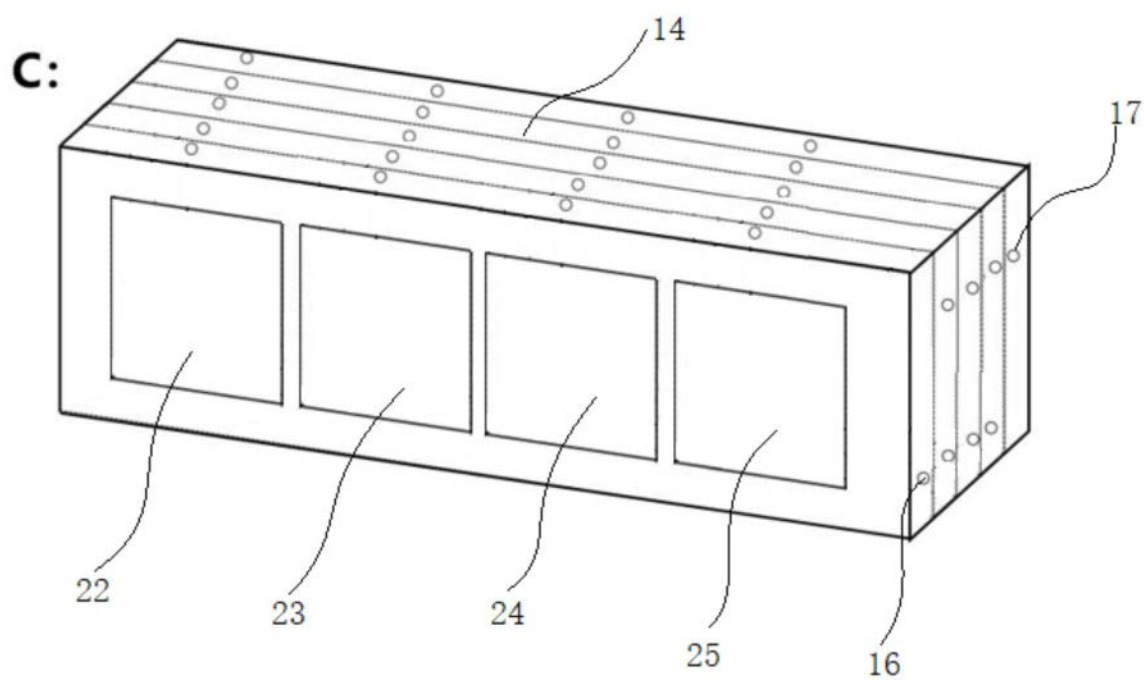


图1C

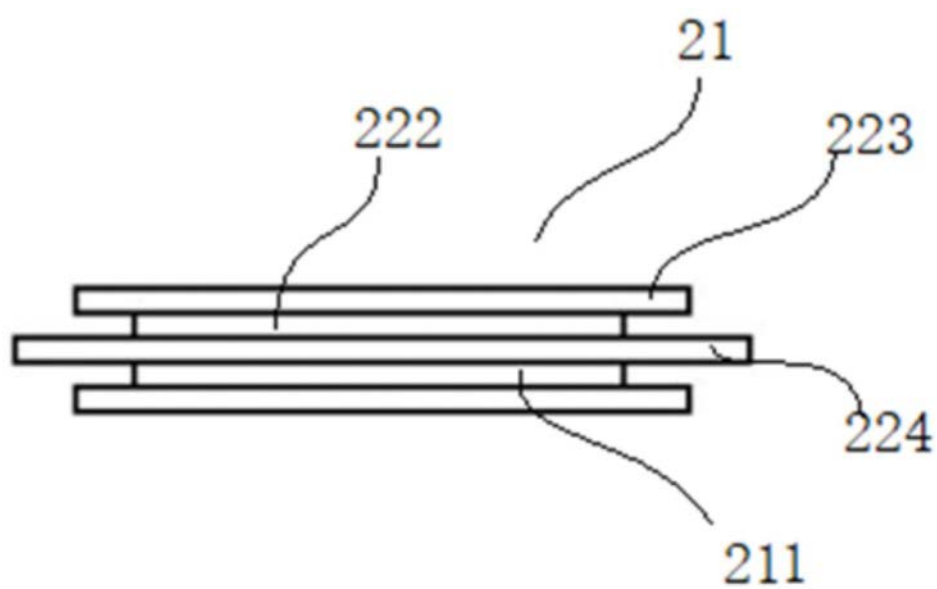


图1D

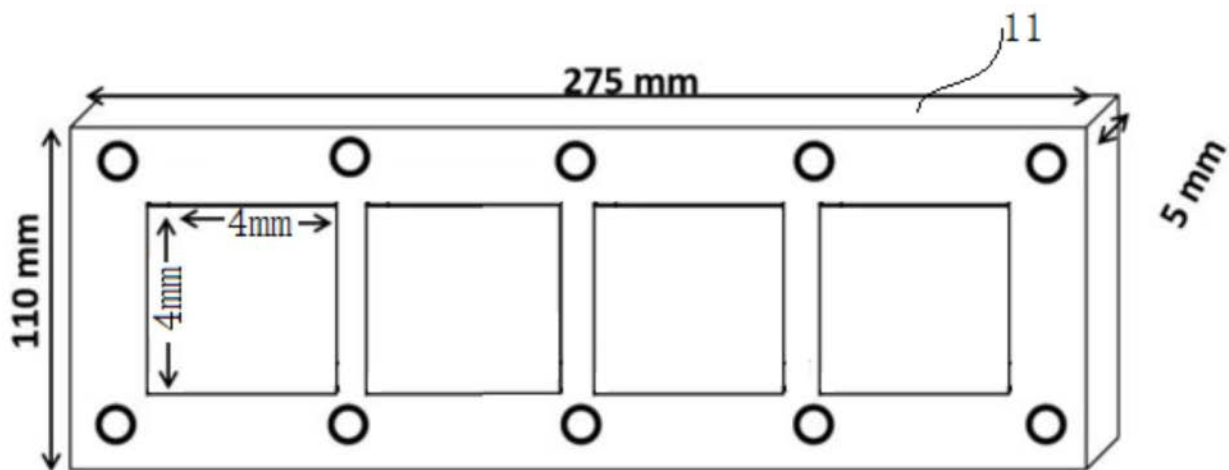


图2

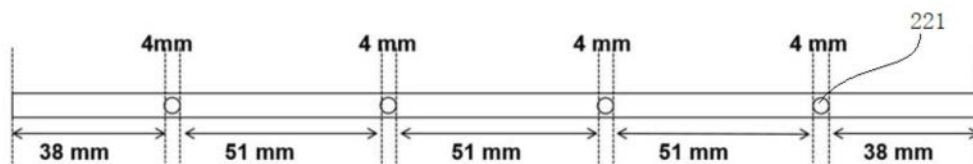


图3A

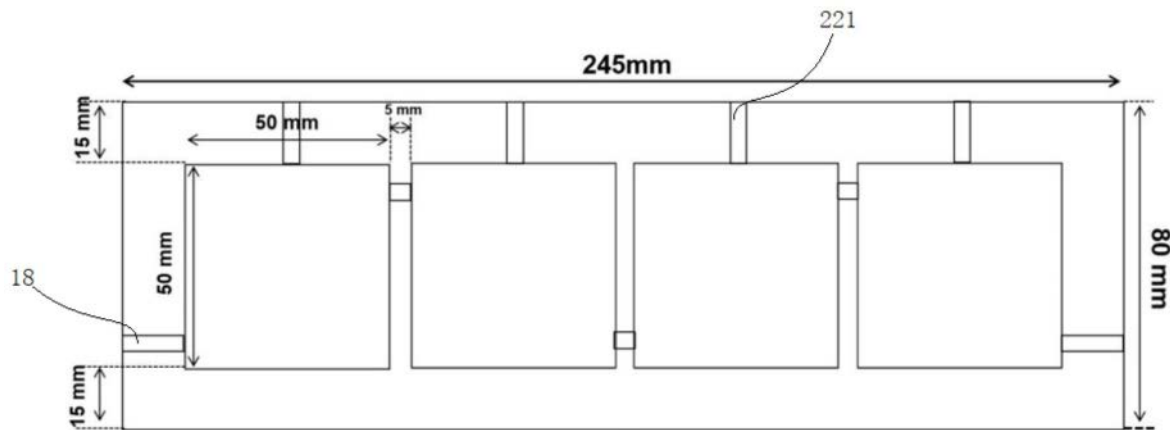


图3B

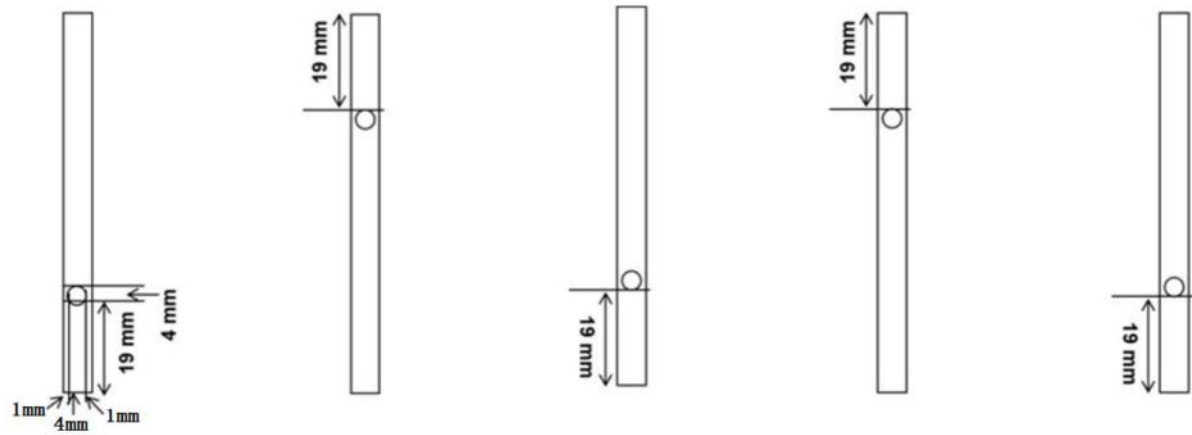


图3C

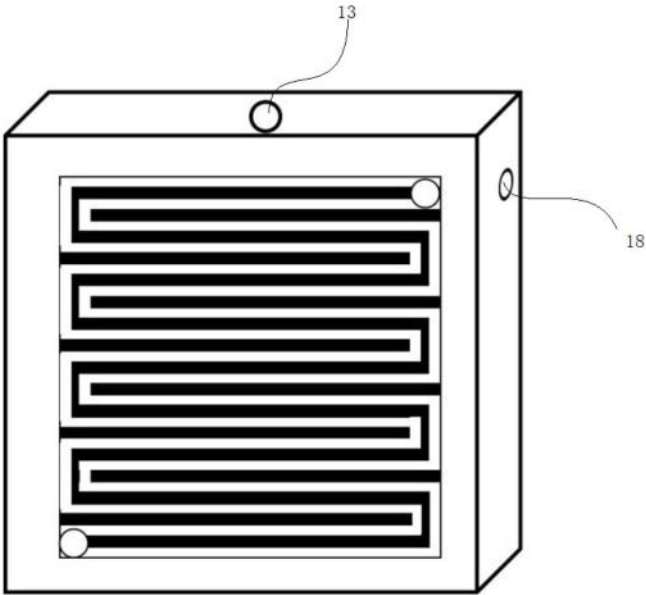


图4

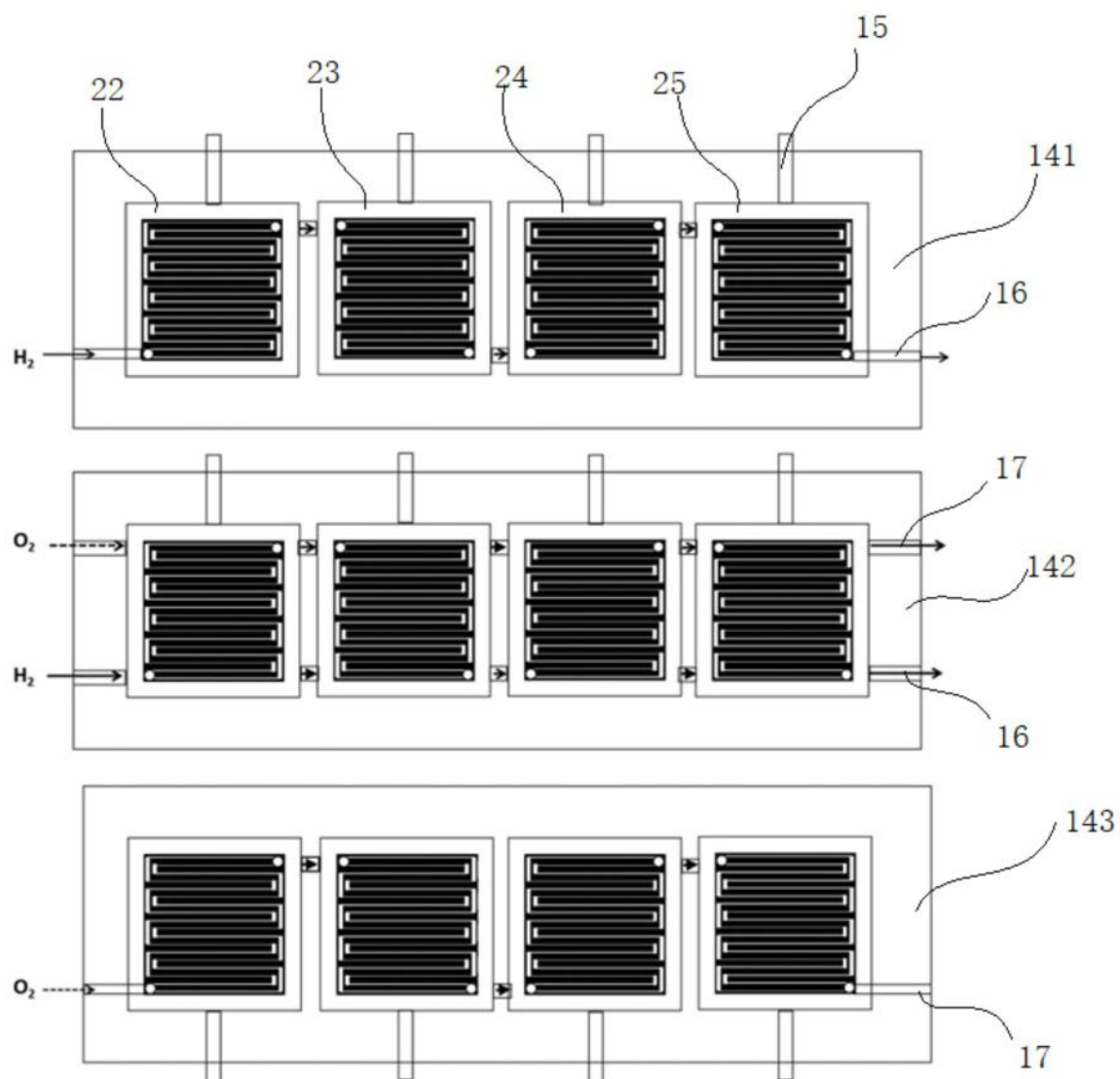


图5

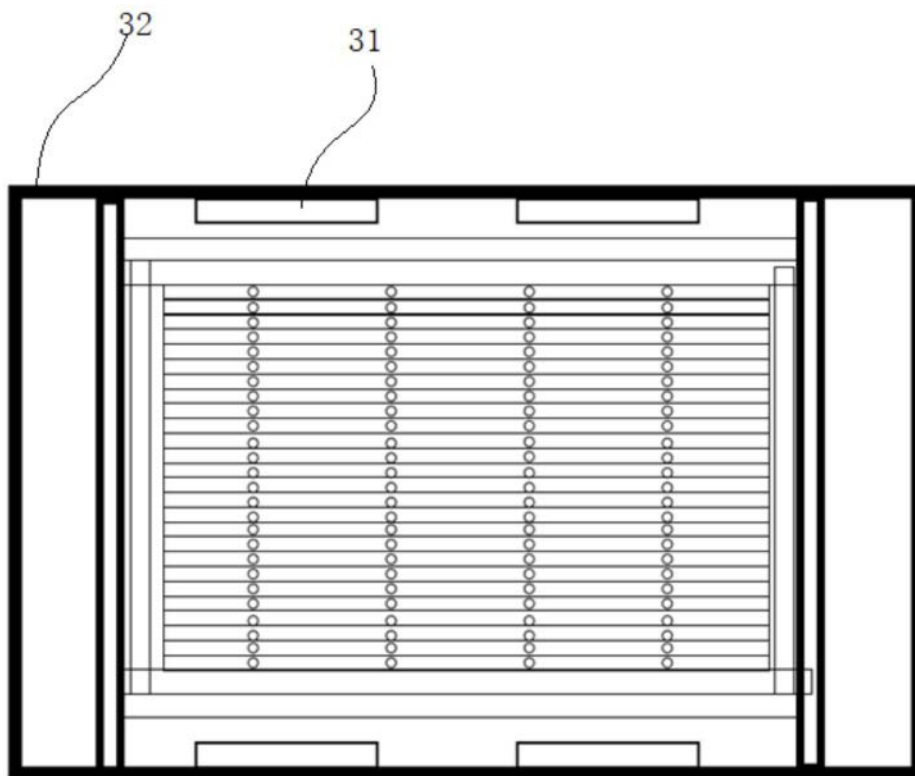


图6

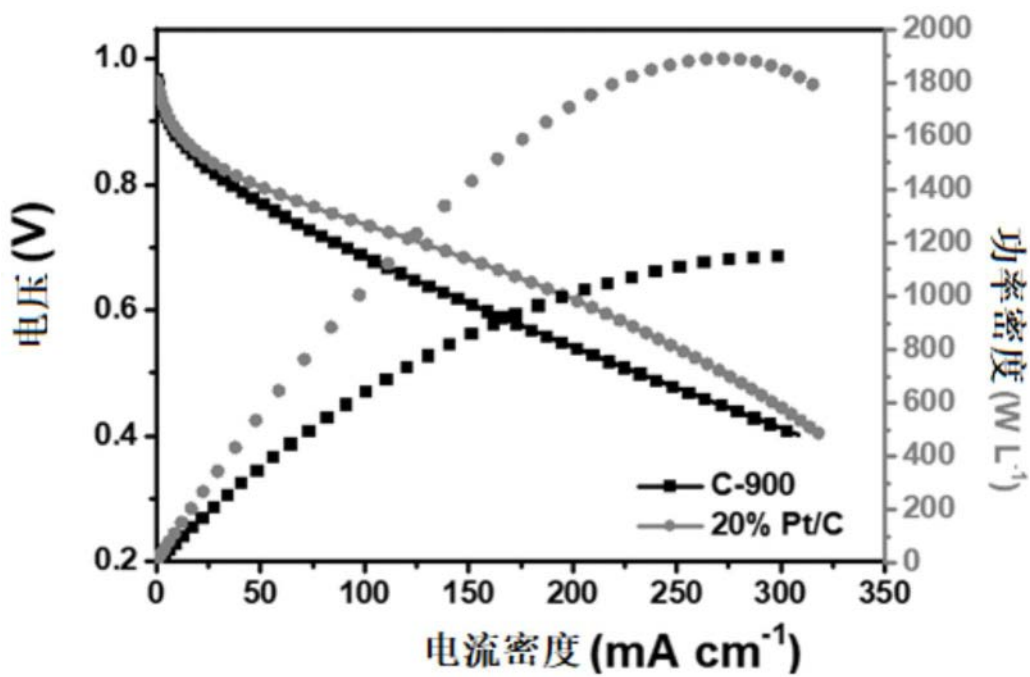


图7

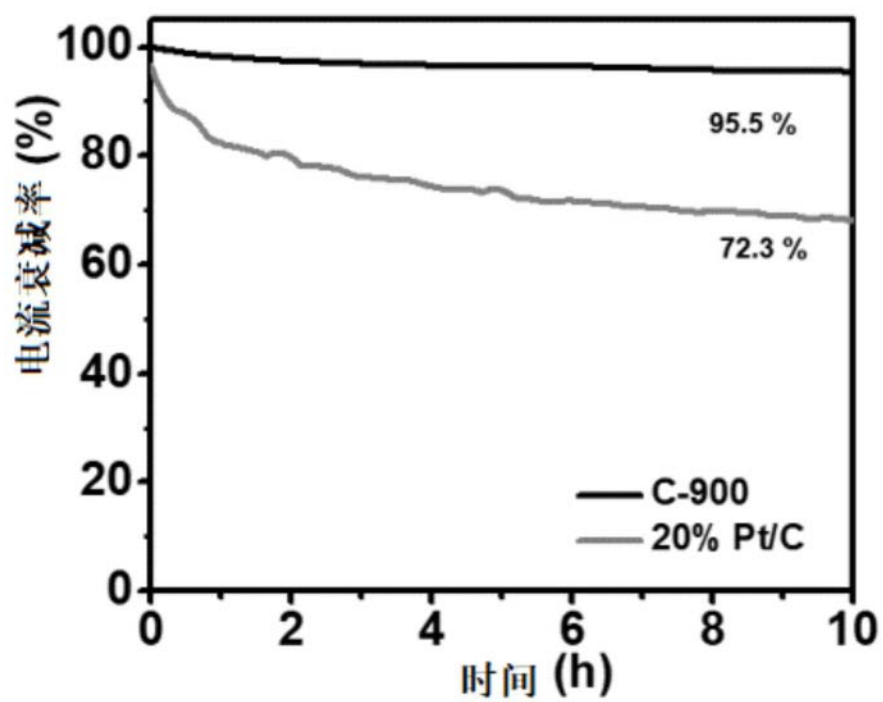


图8