



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204789412 U

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201520384088. 1

(22) 申请日 2015. 06. 04

(73) 专利权人 中国科学院上海应用物理研究所
地址 201800 上海市嘉定区嘉罗公路 2019 号

(72) 发明人 王娟 何燕 秦海英 刘嘉斌
李爱国 闫帅 闫芬

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002
代理人 邓琪 杨希

(51) Int. Cl.
G01N 23/223(2006. 01)
H01M 4/86(2006. 01)

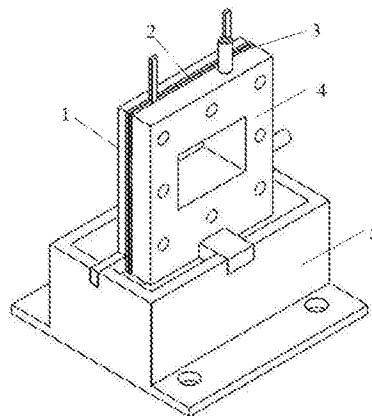
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 实用新型名称

一种燃料电池阳极原位测试装置

(57) 摘要

本实用新型涉及一种燃料电池阳极原位测试装置,其包括由左至右依次叠置且固定连接在一起的:一阴极压片;一与外部电路电连接的阴极导电片;一与所述外部电路电连接的阳极导电片;以及一阳极压片;还包括一用于支撑所述阴极压片、阴极导电片、阳极导电片和阳极压片的底座。本实用新型可用于实现在燃料电池电化学性能测试过程中对固-液界面上阳极催化剂的微观原子及电子结构进行原位测试,研究催化剂微观结构和燃料电池放电电流之间的关系,为催化剂催化机理的本质研究提供可靠的实验基础。



1. 一种燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述装置包括由左至右依次叠置且固定连接在一起的:

一阴极压片,其左侧面开设有一第一全透窗口;

一与外部电路电连接的阴极导电片,其左侧面开设有两个上下平行设置的第二全透窗口以及一平行设置在两个所述第二全透窗口之间的第一 X 射线窗口;

一与所述外部电路电连接的阳极导电片,其左侧面开设有一与所述第一 X 射线窗口位置对应的第二 X 射线窗口、一围绕部分所述第二 X 射线窗口呈凹槽状的燃料流场以及两个分别与所述燃料流场连通以供燃料流入和流出的第一燃料流通孔;以及

一阳极压片,其右侧面设有一与所述第二 X 射线窗口位置对应的呈凹槽状的第三 X 射线窗口,其左侧面设有一用于穿过所述第二 X 射线窗口以紧压在一夹设在所述阴极导电片和阳极导电片之间的外部膜电极组件的阳极上的凸块、一围绕所述凸块的用于容置一密封垫的回形凹槽以及两个开设在所述回形凹槽底面且分别与两个所述第一燃料流通孔位置对应的第二燃料流通孔,其顶面和后侧面上分别设有与两个所述第二燃料流通孔对应连通的燃料流入管和燃料流出管;

其中,所述两个第二全透窗口以及第一 X 射线窗口均曝露于所述第一全透窗口,所述第二全透窗口的位置与所述外部膜电极组件的阴极的位置相对应,所述第一 X 射线窗口的尺寸小于所述第二全透窗口的尺寸。

2. 根据权利要求 1 所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述装置还包括一用于支撑所述阴极压片、阴极导电片、阳极导电片和阳极压片的底座。

3. 根据权利要求 2 所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述底座的顶面设有一用于容纳溢出燃料的凹腔。

4. 根据权利要求 1 所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述装置还包括两块分别夹设在所述阴极导电片与外部膜电极组件之间以及该外部膜电极组件与阳极导电片之间的回形绝缘密封垫片。

5. 根据权利要求 4 所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述回形绝缘密封垫片的外缘尺寸与所述阴极导电片或阳极导电片的外缘尺寸相同,其内缘尺寸与所述外部膜电极组件中的阴极或阳极的尺寸相同。

6. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述第一 X 射线窗口的四个侧壁分别与所述阴极导电片的左侧面成 45° 角。

7. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述阴极导电片的顶面还设有一通过导线与所述外部电路连接的第一导线接线柱。

8. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述阳极导电片的顶面还设有一通过导线与所述外部电路连接的第二导线接线柱。

9. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述两个第一燃料流通孔分别设置在所述燃料流场的上、下两侧。

10. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述密封垫的形状和尺寸均与所述回形凹槽的形状和尺寸匹配。

11. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述凸块的形状和尺寸均与所述第二 X 射线窗口的形状和尺寸匹配。

12. 根据权利要求 11 所述的燃料电池阳极原位测试装置,其特征在于,所述凸块呈棱台状。

一种燃料电池阳极原位测试装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种利用同步辐射 X 射线对燃料电池固-液界面上的阳极催化剂进行原位测试的燃料电池阳极原位测试装置。

背景技术

[0002] 持续的经济发展和生活条件的改进推动着人们对清洁、可持续能源的追求。安全的反应物和氧化产物以及低温的工作环境使直接硼氢化物燃料电池 (DBFC) 被认为是适用于可移动便携式用电设备的极具吸引力的能源。研究表明 DBFC 的性能受到阳极反应的动力学和催化剂材料稳定性的制约。Pt 是 DBFC 最常用的阳极催化剂材料,但 Pt 对硼氢根离子的水解和氧化都具有的催化作用,因此只能催化硼氢根离子发生低电子 (2 到 4) 的氧化反应。因此,寻找新型材料合理制备阳极催化剂是提高 DBFC 性能的重要工作。

[0003] 对催化材料催化特性的研究需要在电池工作状态下对催化剂结构和性能进行深入表征和理解。常规的同步辐射与原位测试技术相结合,在动态过程中对物态进行原位、实时的表征,可有望在原来认识的基础上更加深入的理解催化剂在制备过程中及其在催化过程中所发生的物理化学变化。因此,利用同步辐射技术对燃料电池进行原位 XAFS (同步辐射 X 射线吸收谱) 和 XRD (X 射线衍射) 测试已成为对催化剂局域结构进行研究必不可少的表征方法。

[0004] 要在催化过程中对阳极催化剂催化活性位微观原子和电子结构的变化进行原位监测,则必须要建立一套能对阳极催化剂进行原位 XAFS 和 XRD 测试的电池装置。前人已经针对于阳极燃料为氢气、阴极燃料为氧气的质子交换膜燃料电池设计出一系列的原位测试装置,由于这些气体对 X 射线的散射极为微弱,因此可以取得较为理想的原位吸收谱线。然而,对于使用碱性硼氢化钠溶液作为阳极燃料的 DBFC,阳极上与液体燃料相接处的催化剂元素受 X 射线激发产生的 XRD 和荧光信号被电池中较厚的液体燃料层强烈散射,而无法被探测器有效的俘获,因此这些装置基本上只能适用于使用氧气为燃料的阴极 (即气-液界面) 上催化机理的研究,而对于以碱性硼氢化钠溶液为燃料的 DBFC 固-液界面 (即阳极) 上催化机理的原位研究,现有的测试装置还有待于进一步的改进与设计。

实用新型内容

[0005] 为了解决上述现有技术存在的问题,本实用新型旨在提供一种燃料电池阳极原位测试装置,以有效利用同步辐射 X 射线在燃料电池电化学性能测试过程中对其固-液界面上的各种阳极催化剂进行原位测试。

[0006] 本实用新型所述的一种燃料电池阳极原位测试装置,其包括由左至右依次叠置且固定连接在一起的:

[0007] 一阴极压片,其左侧面开设有一第一全透窗口;

[0008] 一与外部电路电连接的阴极导电片,其左侧面开设有两个上下平行设置的第二全透窗口以及一平行设置在两个所述第二全透窗口之间的第一 X 射线窗口;

[0009] 一与上述外部电路电连接的阳极导电片,其左侧面开设有一与上述第一 X 射线窗口位置对应的第二 X 射线窗口、一围绕部分上述第二 X 射线窗口呈凹槽状的燃料流场以及两个分别与上述燃料流场连通以供燃料流入和流出的第一燃料流通孔;以及

[0010] 一阳极压片,其右侧面设有一与上述第二 X 射线窗口位置对应的呈凹槽状的第三 X 射线窗口,其左侧面设有一用于穿过上述第二 X 射线窗口以紧压在上述外部膜电极组件的阳极上的凸块、一围绕上述凸块的用于容置一密封垫的回形凹槽以及两个开设在上述回形凹槽底面且分别与两个上述第一燃料流通孔位置对应的第二燃料流通孔,其顶面和后侧面上分别设有与两个上述第二燃料流通孔对应连通的燃料流入管和燃料流出管;

[0011] 其中,上述两个第二全透窗口以及第一 X 射线窗口均曝露于上述第一全透窗口,上述第二全透窗口的位置与一夹设在上述阴极导电片和阳极导电片之间的外部膜电极组件的阴极的位置相对应,上述第一 X 射线窗口的尺寸小于上述第二全透窗口的尺寸。

[0012] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述装置还包括一用于支撑上述阴极压片、阴极导电片、阳极导电片和阳极压片的底座。

[0013] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述底座的顶面设有一用于容纳溢出燃料的凹腔。

[0014] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述装置还包括两块分别夹设在上述阴极导电片与外部膜电极组件之间以及该外部膜电极组件与阳极导电片之间的回形绝缘密封垫片。

[0015] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述回形绝缘密封垫片的外缘尺寸与上述阴极导电片或阳极导电片的外缘尺寸相同,其内缘尺寸与上述外部膜电极组件中的阴极或阳极的尺寸相同。

[0016] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述第一 X 射线窗口的四个侧壁分别与上述阴极导电片的左侧面成 45° 角。

[0017] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述阴极导电片的顶面还设有一通过导线与上述外部电路连接的第一导线接线柱。

[0018] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述阳极导电片的顶面还设有一通过导线与上述外部电路连接的第二导线接线柱。

[0019] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述两个第一燃料流通孔分别设置在上述燃料流场的上、下两侧。

[0020] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述密封垫的形状和尺寸均与上述回形凹槽的形状和尺寸匹配。

[0021] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述凸块的形状和尺寸均与上述第二 X 射线窗口的形状和尺寸匹配。

[0022] 在上述的燃料电池阳极原位测试装置中,上述凸块呈棱台状。

[0023] 由于采用了上述的技术解决方案,本实用新型极大地减小了测试线路上装置材料的厚度以及燃料层厚度,降低了这些因素对阳极上与液体燃料相接处的催化剂元素受 X 射线激发所产生的 XRD 和荧光信号的散射作用,从而实现了在燃料电池电化学性能测试过程中对所用阳极催化剂进行原位 XAFS 和 XRD 测试,从原子程度上研究燃料电池以不同电流值放电时,燃料电池固-液界面上阳极催化剂微观结构的变化,为阳极催化剂催化机理的本

质研究提供可靠的实验依据。

附图说明

- [0024] 图 1 是本实用新型一种燃料电池阳极原位测试装置的结构立体图；
[0025] 图 2 是本实用新型一种燃料电池阳极原位测试装置的结构分解示意图；
[0026] 图 3 是本实用新型中阴极导电片的结构示意图；
[0027] 图 4 是本实用新型中阳极导电片的结构示意图；
[0028] 图 5 是本实用新型阳极压片的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图,给出本实用新型的较佳实施例,并予以详细描述。

[0030] 请参见图 1-5,本实用新型,即一种燃料电池阳极原位测试装置,包括:由左至右依次叠置且固定连接在一起的阴极压片 1、阴极导电片 2、阳极导电片 3 和阳极压片 4,以及用于支撑上述部件的底座 5。

[0031] 具体来说,阴极压片 1 的左侧面的中心位置开设有一矩形的第一全透窗口 11(即矩形通孔),该第一全透窗口 11 可以充当 X 射线窗口,以减少对 X 射线的吸收和散射;阴极压片 1 对右侧的阴极导电片 2 可起到固定和支撑作用。

[0032] 阴极导电片 2 位于阴极压片 1 的右侧,其左侧面开设有两个上下平行设置的矩形的第二全透窗口 21(即矩形通孔)以及一平行设置在两个第二全透窗口 21 之间的第一 X 射线窗口 22,阴极导电片 2 的顶面还设有一通过导线与外部电路连接以输入阴极燃料(例如氧气)还原所需的电子的第一导线接线柱 24,其中,两个第二全透窗口 21 以及第一 X 射线窗口 22 均位于第一全透窗口 11 所对应的范围内,即第一全透窗口 11 可使两个第二全透窗口 21 以及第一 X 射线窗口 22 均裸露在空气中,且第二全透窗口 21 的尺寸大于第一 X 射线窗口 22 的尺寸,第二全透窗口 21 用于使夹设在阴极导电片 2 和阳极导电片 3 之间的膜电极组件 6 上的阴极裸露在空气中,从而使空气中的氧气可以在阴极上进行还原反应,而不必通入燃料,第一 X 射线窗口 22 用于供照射到膜电极组件 6 的阳极的 X 射线透出,以减少阴极导电片对 X 射线的吸收;另外,为了增大实验测试点区域,该第一 X 射线窗口 22 的四个侧壁 23 分别与阴极导电片的左侧面成 45° 角(即第一 X 射线窗口 22 为开口尺寸由左至右逐渐缩小的棱台状通孔)。

[0033] 阳极导电片 3 位于阴极导电片 2 的右侧,其左侧面开设有一与第一 X 射线窗口 22 位置对应的第二 X 射线窗口 33、一围绕部分第二 X 射线窗口 33 的呈凹槽状的燃料流场 32 以及两个分别设置在燃料流场 32 的上、下两侧且与燃料流场 32 连通的第一燃料流通孔 31(即为圆形通孔),阳极导电片 3 的顶面还设有一通过导线与外部电路连接以收集并输出阳极燃料氧化产生的电子的第二导线接线柱 34,其中,两个第一燃料流通孔 31 分别用于供燃料流入和流出,由此,燃料可经过燃料流场 32 并通过第一燃料流通孔 31 向膜电极组件 6 扩散。

[0034] 阳极压片 4 位于阳极导电片 3 的右侧,并对阳极导电片 3 起到固定和支撑作用,其右侧面设有一与第二 X 射线窗口 33 位置对应的非全透的第三 X 射线窗口 41(即呈凹槽状),其左侧面设有一与第二 X 射线窗口 33 形状、尺寸匹配以穿过该第二 X 射线窗口 33 紧压在

膜电极组件 6 的阳极上的棱台状凸块 44、一围绕该凸块 44 的回形凹槽 43 以及两个开设在该回形凹槽 43 底面且分别与两个第一燃料流通孔 31 位置对应的第二燃料流通孔 42 (即圆形通孔), 阳极压片 4 的顶面和后侧面上分别设有与邻近的一个第二燃料流通孔 42 连通的燃料流入管 46 以及与邻近的另一个第二燃料流通孔 42 连通的燃料流出管 45, 其中, 第三 X 射线窗口 41 的不透部分的厚度 (即窗口底面与凸块 44 左侧面之间的距离) 极薄, 大致为 250 微米, 从而可减少压片材料对 X 射线的吸收和散射; 回形凹槽 43 用于容置与其形状、尺寸匹配的密封垫 (图中未示), 且该密封垫上设有与第二燃料流通孔 42 位置对应的圆形通孔, 从而既保证燃料可以顺利流通, 又保证其不会外漏; 安装过程中凸块 44 穿过阳极导电片 3 中心的同样呈棱台状的第二 X 射线窗口 33, 从而与阳极导电片 3 一起支撑和固定阳极, 进而减少燃料层厚度对 X 射线的吸收和散射; 外界燃料池中的燃料在蠕动泵的挤压下流入燃料流入管 46, 并经过第二燃料流通孔 42、第一燃料流通孔 31 和燃料流场 32 流到膜电极组件 6 中的离子交换膜, 最后再通过燃料流出管 45 流出, 回到外界燃料池, 构成燃料循环系统, 为外界燃料池中燃料的循环提供通道。

[0035] 另外, 在本实施例中, 在阴极导电片 2 和阳极导电片 3 之间还夹设有两块回形绝缘密封垫片 7, 膜电极组件 6 作为燃料电池的核心组分夹设在两块绝缘密封垫片 7 之间 (即, 阴极导电片 2 与膜电极组件 6 的离子交换膜之间以及离子交换膜和阳极导电片 3 之间设有回形绝缘密封垫片 7), 该回形绝缘密封垫片 7 的尺寸和形状与阴极导电片 2 或阳极导电片 3 相同, 具体来说, 其外边缘尺寸分别与阴极导电片 2 或阳极导电片 3 的尺寸相同, 内边缘尺寸与膜电极组件 6 的阴极或阳极的尺寸相同 (由于垫片和膜电极组件为耗材, 在实验过程中由实验者自行加工制作)。

[0036] 上述各部件安装好之后可采用八个螺钉通过各部件上的圆孔固定压实后通过底座 5 固定到外部实验平台上, 该底座 5 顶面还设有一个可以容纳溢出的少量燃料的凹腔 51, 从而防止燃料对外部实验平台的腐蚀。

[0037] 本实用新型的工作原理如下:

[0038] 测试时待电池放电电流稳定后, X 射线由阳极压片 4 的第三 X 射线窗口 41 入射并透过极薄的燃料层到达阳极催化剂, 阳极催化剂受 X 射线激发产生的荧光信号再透过极薄的燃料层和第三 X 射线窗口 41 后被外部探测器接收形成荧光 XAFS 信号, 而阳极催化剂受 X 射线激发后的衍射信号和透射 X 射线则透过阴极催化剂、第二 X 射线窗口 33 和第一 X 射线窗口 22 分别被电池后面的外部 CCD 和电离室接收, 得到 XRD 和透射 XAFS 信号, 从而实现在燃料电池电化学性能测试过程中对固-液界面上阳极催化剂的微观原子及电子结构进行原位测试, 研究催化剂微观结构和燃料电池放电电流之间的关系, 为催化剂催化机理的本质研究提供可靠的实验基础。

[0039] 以上所述的, 仅为本实用新型的较佳实施例, 并非用以限定本实用新型的范围, 本实用新型的上述实施例还可以做出各种变化。即凡是依据本实用新型申请的权利要求书及说明书内容所作的简单、等效变化与修饰, 皆落入本实用新型专利的权利要求保护范围。本实用新型未详尽描述的均为常规技术内容。

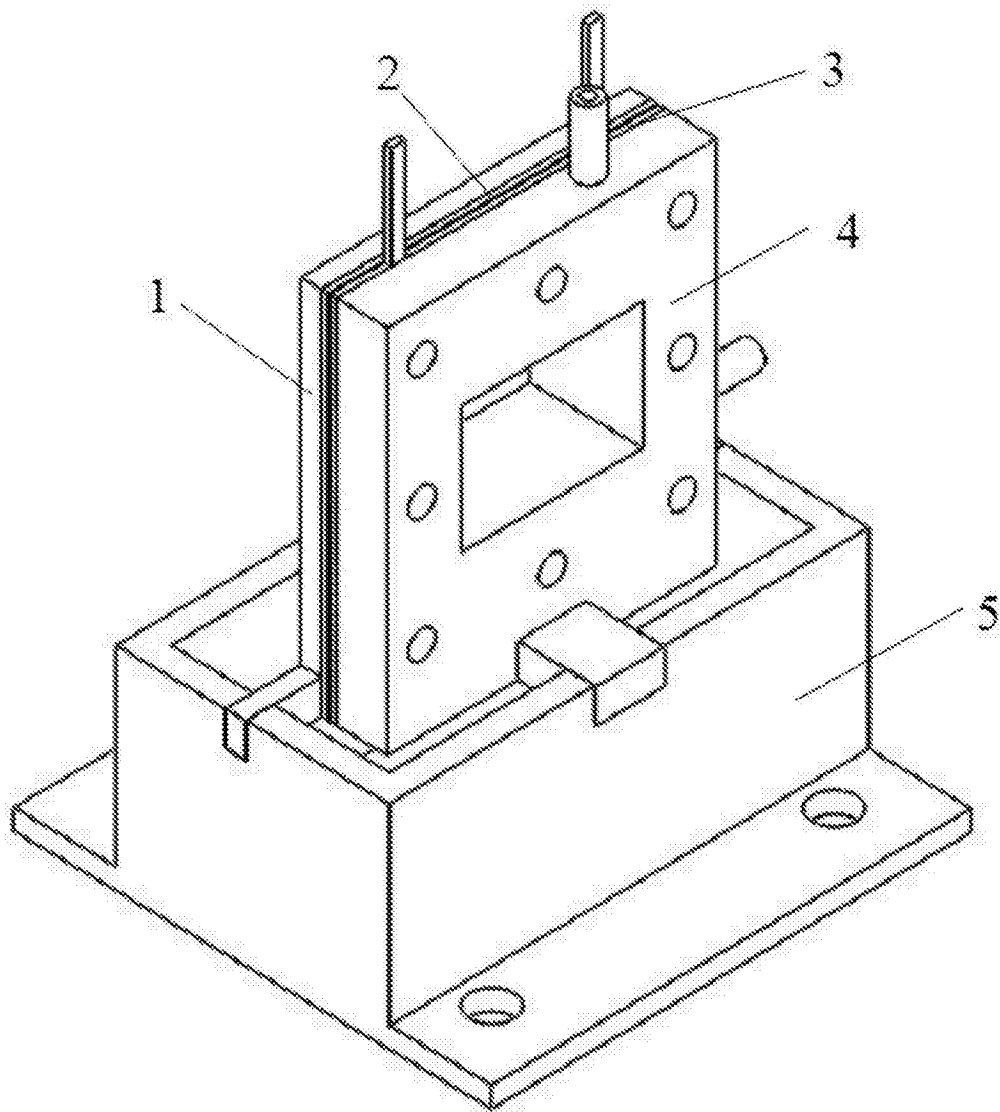


图 1

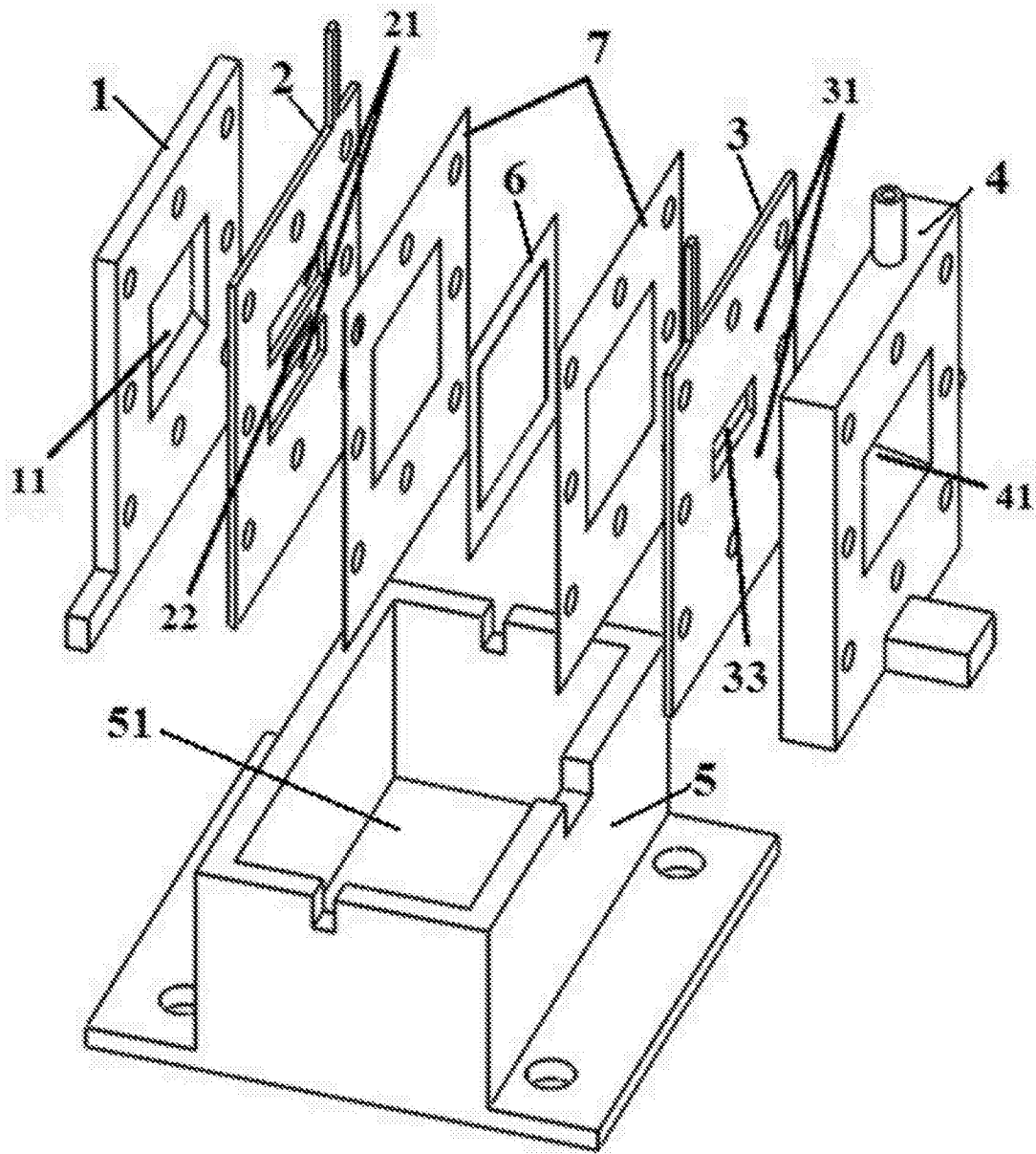


图 2

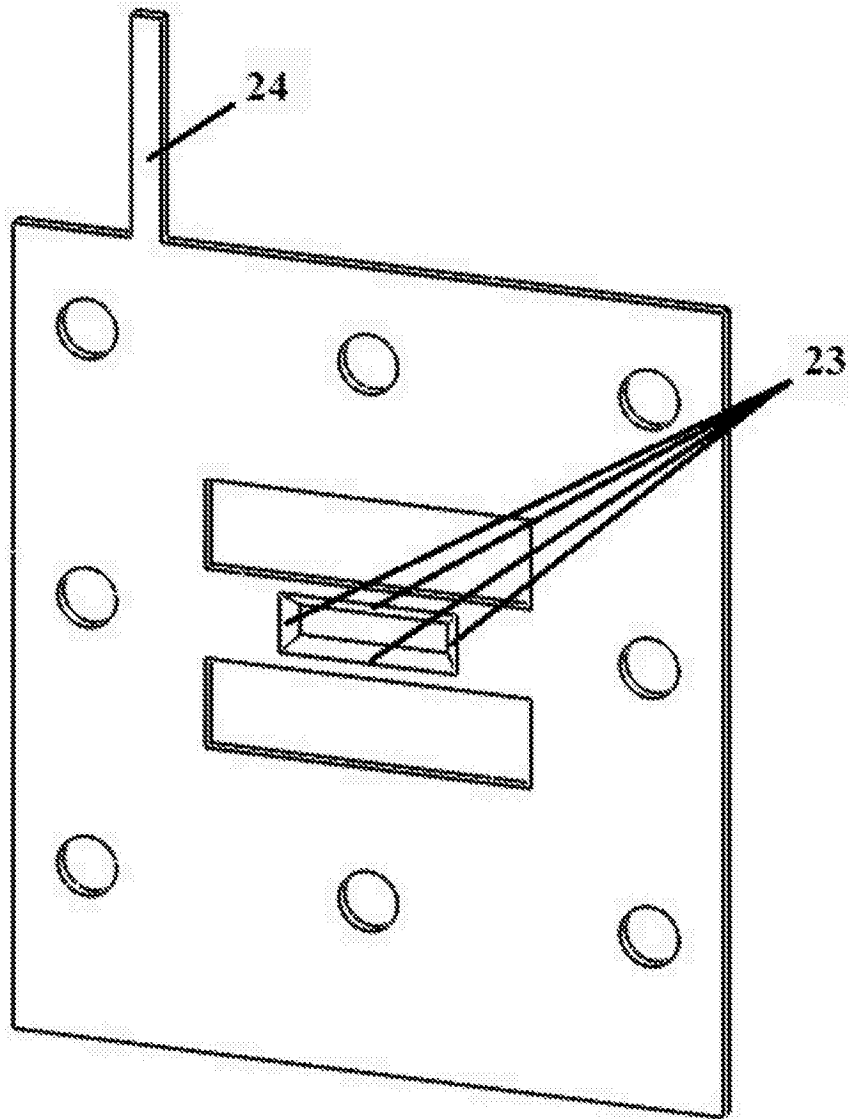


图 3

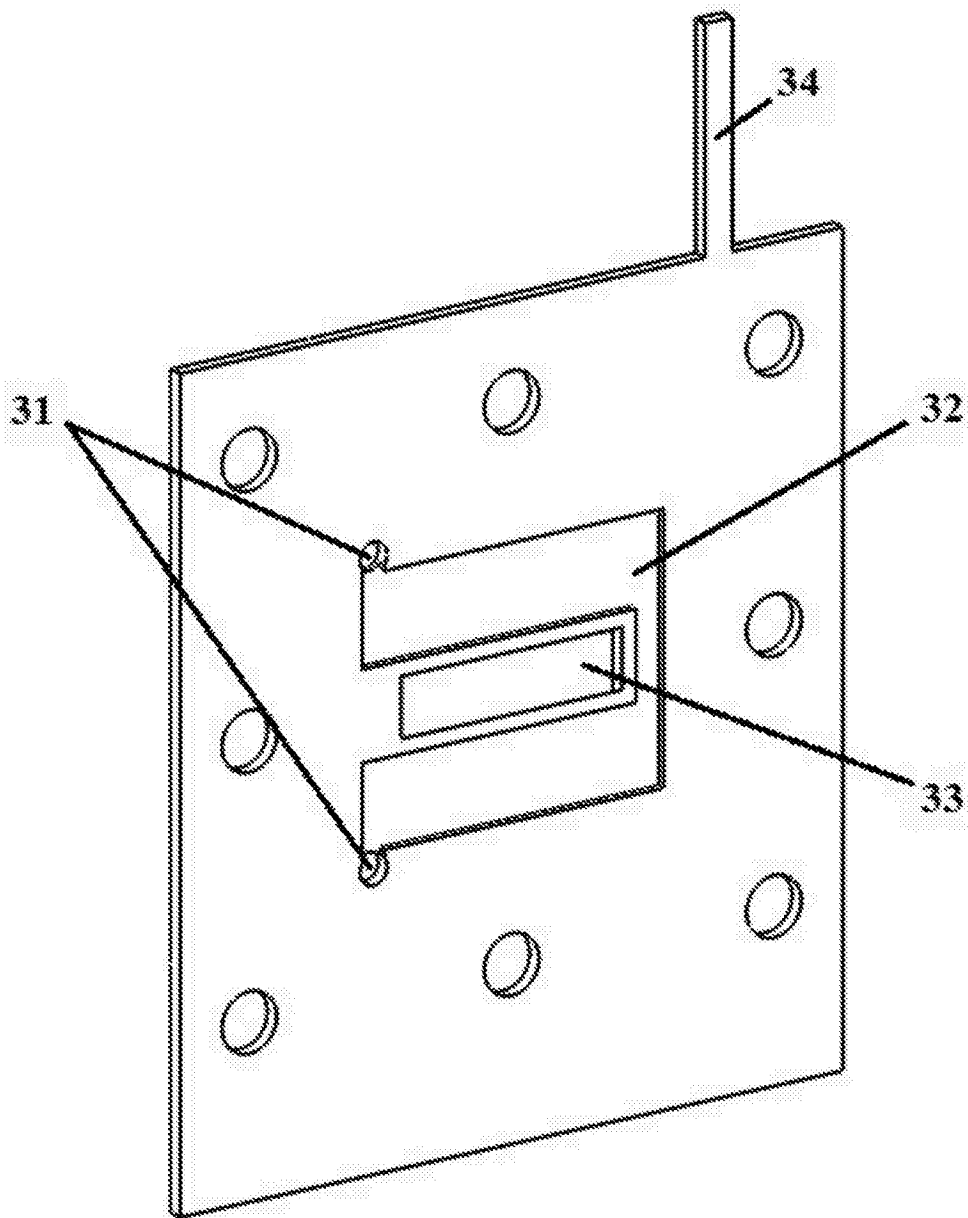


图 4

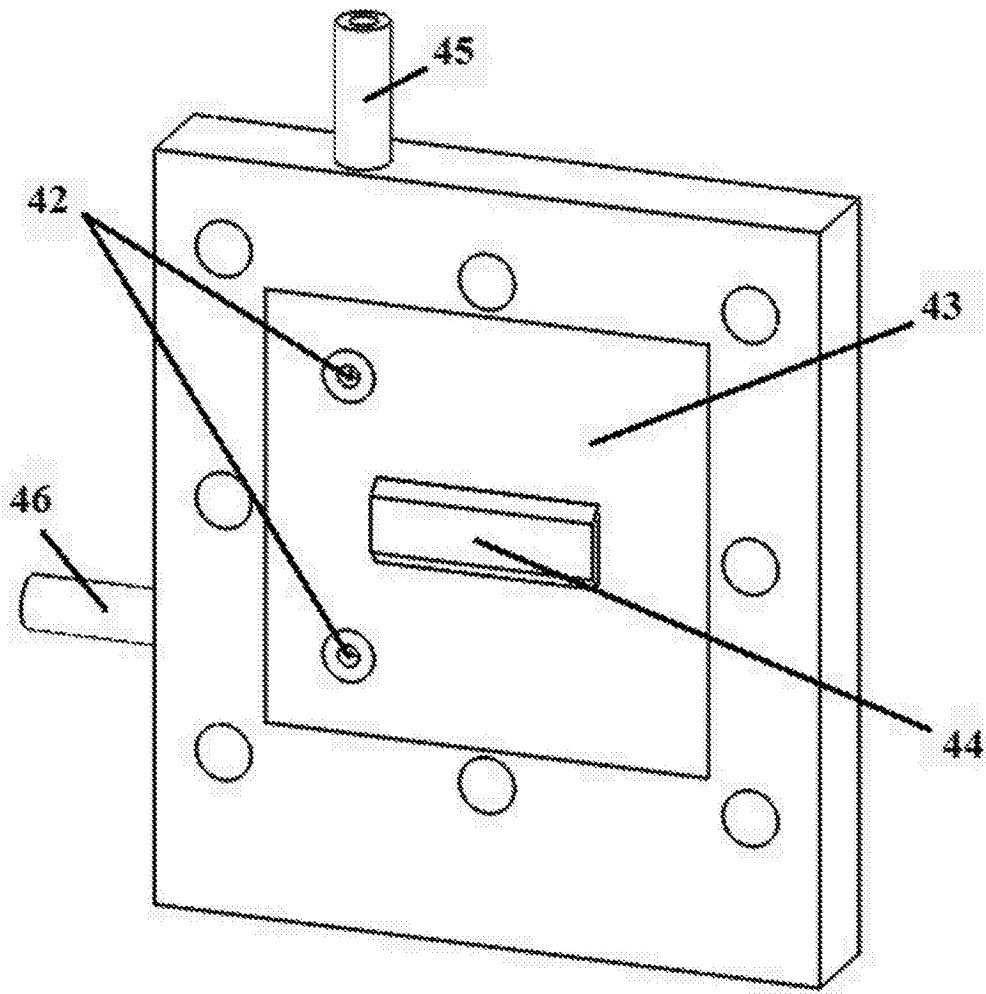


图 5