



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118186429 A

(43) 申请公布日 2024. 06. 14

(21) 申请号 202410372731.2

(22) 申请日 2024.03.29

(71) 申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72) 发明人 张存满 邓凌澳 金黎明 耿振

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

专利代理师 陈天宝

(51) Int. Cl.

C25B 9/60 (2021.01)

C25B 9/19 (2021.01)

C25B 1/04 (2021.01)

C01G 53/10 (2006.01)

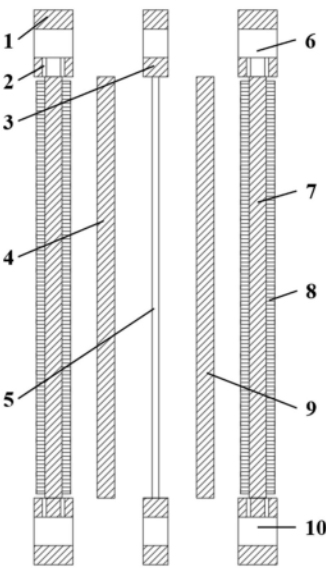
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽

(57) 摘要

本发明涉及一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽。所述碱性水电解槽包括隔膜、分别设于隔膜两侧的阳极和阴极、设于阳极和阴极侧方的极板、与极板匹配的极框、碱液流道和刻蚀流道；所述阳极、隔膜、阴极和极板的主体形状均为正方形或矩形；刻蚀流道覆盖于所述极板表面。与现有技术相比，本发明在金属极板的表面采用电化学刻蚀法直接刻蚀流道，生产方便，减少了接触电阻，提高制氢效率。相比于传统式圆形电解槽尺寸更小，生产所消耗的材料更少；同时，在刻蚀流道过程中产生的副产物，如硫酸镍等也属于高附加值产品，不会产生额外的经济损失。



1. 一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,包括隔膜(5)、分别设于隔膜(5)两侧的阳极(4)和阴极(9)、设于阳极(4)和阴极(9)侧方的极板(7)、与极板(7)匹配的极框(1)、碱液流道(10)和刻蚀流道(8);

所述阳极(4)、隔膜(5)、阴极(9)和极板(7)的主体形状均为正方形或矩形;

所述刻蚀流道(8)覆盖于所述极板(7)表面。

2. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述碱液流道(10)设于极框(1)的底部,所述极框(1)顶部设有用于出液的气液流道(6)。

3. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述极框(1)与隔膜(5)之间设有垫片(3)。

4. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述极板(7)与碱液流道(10)、极板(7)与气液流道(6)之间均设有联通的径向孔流道(2)。

5. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述极框(1)环绕于所述极板(7)的外侧。

6. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述极板(7)为镍、钛、不锈钢中的一种。

7. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述阴极(9)电极为石墨、导电炭黑、铂片中的一种。

8. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述极板(7)与极框(1)之间焊接连接。

9. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述刻蚀流道(8)为平行流道或点流场流道,所述平行流道或点流场流道通过电化学刻蚀法制备得到。

10. 根据权利要求1所述的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,其特征在于,所述极板(7)的上方和下方均设有半圆形区域,所述半圆形区域为中空腔体;

下方半圆形区域用于分散进入极板(7)内流场的碱液;

上方半圆形区域上设有径向孔流道(2),所述上方半圆形区域用于汇聚碱液,使碱液从径向孔流道(2)流出。

一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽

技术领域

[0001] 本发明涉及电解制氢技术领域,尤其是涉及一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽。

背景技术

[0002] 氢能作为一种清洁、高效的可持续能源,会在未来的世界能源体系中发挥重要作用。利用可再生能源进行电解水制氢是顺应我国能源发展趋势的必然需求。因此随着对可再生能源需求的加大,对于大规模的高纯度氢气制备的需要也越来越高。

[0003] 碱性电解制氢是应用最广的电解水技术,它又称为碱性水溶液电解制氢技术,是以强碱为电解质、以多孔隔膜为特征。该技术是最早被发现和应用的电解水技术,其获得工业应用已有超过100多年的历史,对于实现我国的“双碳目标”,有着重要意义。

[0004] 在目前商业上使用的碱性水电解槽中,通常存在两种流场设计:在主极板上选取镍网与电极构成的复合流场与传统的乳凸状流场。镍网复合流场能够增加电极与电解液的接触,降低欧姆电阻,进一步提升电解槽的最大电流密度。但是在碱液的进口处,由于镍网流场没有一个明显的阻流效果,对流体的分散作用仍有待提升。乳凸状流场能有效分散电解液,但加工复杂、成本较高,同时内部复杂结构导致的涡流和缓速区域可能导致电解液流速过慢,影响效率。经过对现有技术的文献检索发现目前对于碱性电解水的流道研究多停留在流道设计方面,以实现提高电解槽制氢效率、提升安全性的目的。中国发明CN115652352 A公开了一种改性的乳突状流场,在传统乳突流场的基础上修改成由编织网或者版网制成的波浪形状流道,可以部分减小流动阻力。中国发明CN113818038A公开了一种轴向非等距波纹板电极,在电极片上设置有正反向凸起的乳突结构,相邻乳突结构的间距从中心轴向到外侧逐渐扩大,使得流场中电解液分布更加均匀,整体流速接近中心轴线部分流体流速。中国专利CN218089821U公开了一种汇流型水流纹电解槽极板及电解水制氢单元,通过在电解槽极板板体的两个板面上分别加设水流纹槽的方式,使得电解水制氢单元内的气液流体可通过水流纹槽的引导,形成相对规则的气液流体流动通道,可以显著降低电解槽内气液流动阻力,降低整个碱水电解制氢系统总能耗。但现有研究主要集中于复杂的流道设计,流道的加工比较复杂,需要进一步优化流道和极板的制作工艺。同时目前碱性电解槽为了满足1.6Mpa的压力条件通常设计为圆形,但圆形小室会在左右两侧形成大量的缓速区域,因此需要进一步优化槽体设计。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,通过在金属极板的表面采用电化学刻蚀法直接刻蚀流道,减少了接触电阻,提高制氢效率生产方便,并提高电解效率。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 本发明提供一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,包括隔膜、分别设于隔膜两侧的阳极和阴极、设于阳极和阴极侧方的极板、与极板匹配的极框、碱液流道和刻蚀流道;

- [0008] 所述阳极、隔膜、阴极和极板的主体形状均为正方形或矩形；
- [0009] 所述刻蚀流道覆盖于所述极板表面。
- [0010] 进一步地,所述碱液流道设于极框的底部,所述极框顶部设有用于出液的气液流道。
- [0011] 进一步地,所述极框与隔膜之间设有垫片。
- [0012] 进一步地,所述极板与碱液流道、极板与气液流道之间均设有联通的径向孔流道。
- [0013] 进一步地,所述极框环绕于所述极板的外侧。
- [0014] 进一步地,所述极板为镍、钛、不锈钢中的一种。
- [0015] 进一步地,所述阴极电极为石墨、导电炭黑、铂片中的一种。
- [0016] 进一步地,所述极板与极框之间焊接连接。
- [0017] 进一步地,所述刻蚀流道为平行流道或点流场流道,所述平行流道或点流场流道通过电化学刻蚀法制备得到。
- [0018] 进一步地,所述极板的上方和下方均设有半圆形区域,所述半圆形区域为中空腔体；
- [0019] 下方半圆形区域用于分散进入极板内流场的碱液；
- [0020] 上方半圆形区域上设有径向孔流道,所述上方半圆形区域用于汇聚碱液,使碱液从径向孔流道流出。
- [0021] 与现有技术相比,本发明具有以下优点和有益效果：
- [0022] 1、本发明在金属极板的表面采用电化学刻蚀法直接刻蚀流道,生产方便,只需要根据需求将流道外区域用绝缘材料涂覆,即可蚀刻各种不同形状的流道,有利于根据使用场合快速生产需要的极板,同时针对不同厚度的极板的需求,只需调控蚀刻的电流和时间即可获得不同厚度/形状的极板。
- [0023] 2、本发明中的电解槽采用与极板一体化的刻蚀流道减少了接触电阻,提高制氢效率；同时,本发明中的电解槽舍弃了反应缓慢的缓流区域,提高了电解液分布的均匀性,结合刻蚀流道可以实现碱液在电解槽内的快速均匀分布,提高电解效率。
- [0024] 3、本发明中的电解槽相比于传统式圆形电解槽尺寸更小,生产所消耗的材料更少。同时,在刻蚀流道过程中产生的副产物,如硫酸镍等也属于高附加值产品,不会产生额外的经济损失。

附图说明

- [0025] 图1为一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽的结构示意图；
- [0026] 图2为实施例1中极板和刻蚀流道的结构示意图；
- [0027] 图3为实施例2中极板和刻蚀流道的结构示意图；
- [0028] 图4为实施例3中极板和刻蚀流道的结构示意图；
- [0029] 图5为实施例3中极板和刻蚀流道的结构侧视图；
- [0030] 图6为实施例4中极板和刻蚀流道的结构示意图。
- [0031] 图中的标号说明：
- [0032] 1-极框,2-径向孔流道,3-垫片,4-阳极,5-隔膜,6-气液流道,7-极板,8-刻蚀流道,9-阴极,10-碱液流道,11-球形凹凸结构。

具体实施方式

[0033] 下面通过实施例对本发明的具体实施方式作详细说明,这些实施例在以本发明所述方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0034] 下面结合附图和具体实施例,对本发明进行进一步阐述。本技术方案中如未明确说明的部件型号、材料名称、连接结构等特征,均视为现有技术中公开的常见技术特征。

[0035] 实施例1

[0036] 图1、2是用于本发明第1实施例的说明性示意图,展示了简化的碱性水电解槽的一个示例。一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,包括隔膜5、分别设于隔膜两侧的阳极4和阴极9、设于阳极和阴极侧方的极板7、与极板匹配的极框1、碱液流道10和刻蚀流道8。其中,极板7的表面覆盖有刻蚀流道8,采用电刻蚀法形成刻蚀流道8。极板7的外侧环绕有极框1,极框1底部设置有用进液的碱液流道10,上方有用出液的气液流道6,同时极框1与隔膜之间安装有垫片3,电极板7与碱液流道10、气液流道6之间有联通的径向孔流道2,极板7与极框之间通过焊接连接。

[0037] 通过电化学刻蚀法制备得到平行直流道,具体过程如下:极板7选用镍板,将极板7除刻蚀流道8以外的区域均用绝缘材料,如四氟布等包裹,作为阳极电极,并与阴极电极石墨共同置于6mol/L的硫酸溶液中进行电解,得到表面粗糙的三维结构平行直流道。通过设计绝缘材料覆盖的区域,可以简单实现对于不同流道和不同厚度的极板制备。

[0038] 在该示例中,采用质量分数25%-35%的氢氧化钾或者氢氧化钠作为电解液,即碱液。碱液通过碱液流道10进入电解槽,之后从径向孔流道2流入极板7内。碱液进入极板内流场后,将沿着粗糙的平行直流道流动,流道在实现初步分散碱液作用的同时,还能保证碱液以较快的速度穿越整个流场,从径向孔流道2中流出并在气液流道6汇集流出,提高了电解槽的制氢效率。

[0039] 本实施例通过舍弃左右两端的低速缓流区域,流体不再需要缓慢通过两侧,可以适用于各种流道,使得电解液可以快速的被流道分散,同时还可以协同特殊的进出液口进一步使流动均匀化。在极板上,通过电化学刻蚀等手段形成的刻蚀流道加工工艺简单,同时流道与极板的一体化设计能降低一部分欧姆电阻,提高电解工作效率,进而充分发展流动,保证流体在流场间的均匀分布,提高电解工作稳定性。

[0040] 实施例2

[0041] 图1、3是用于本发明第2实施例的说明性示意图,展示了简化的碱性水电解槽的一个示例,使本发明具有特征的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,包括隔膜5、分别设于隔膜两侧的阳极4和阴极9、设于阳极和阴极侧方的极板7、与极板匹配的极框1、碱液流道10和刻蚀流道8。其中,极板7的表面覆盖有刻蚀流道8,采用电化学刻蚀法形成点流场流道,具体为:极板7选用镍板,将极板7除刻蚀流道8以外的区域均用绝缘材料,如四氟布等包裹,作为阳极电极,并与阴极电极石墨共同置于6mol/L的硫酸溶液中进行电解,得到表面粗糙的三维结构点流场流道。

[0042] 极板7的外侧环绕有极框1,极框1底部设置有用进液的碱液流道10,上方有用出液的气液流道6,同时极框1与隔膜之间安装有垫片3,电极板7与碱液流道10、气液流道6之间有联通的径向孔流道2,极板7与极框之间通过焊接连接。

[0043] 在该示例中,采用质量分数25%-35%的氢氧化钾或者氢氧化钠作为电解液,即碱液。碱液通过碱液流道10进入电解槽,之后从径向孔流道2流入极板7内。碱液进入极板内流场后,将沿着点状流场流道流动,点状流场可以尽可能的分散电解液,使得电极表面各个区域均分布有较均匀的电解液,电解液最终从径向孔流道2中流出并在气液流道6汇集流出,提高了电解槽的工作稳定性。

[0044] 实施例3

[0045] 图1、4、5是用于本发明第3实施例的说明性示意图,展示了简化的碱性水电解槽的一个示例。使本发明具有特征的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,包括隔膜5、分别设于隔膜两侧的阳极4和阴极9、设于阳极和阴极侧方的极板7、与极板匹配的极框1、碱液流道10和刻蚀流道8。其中,极板7的表面覆盖有刻蚀流道8,采用电刻蚀法形成刻蚀流道8。极板7的外侧环绕有极框1,极框1底部设置有用进液的碱液流道10,上方有用于出液的气液流道6,同时极框1与隔膜之间安装有垫片3,电极板7与碱液流道10、气液流道6之间有联通的径向孔流道2,电极板与极框之间通过焊接连接。

[0046] 通过电化学刻蚀法制备得到平行直流道,具体过程如下:极板7选用镍板,将极板7除刻蚀流道8以外的区域均用绝缘材料,如四氟布等包裹,作为阳极电极,并与阴极电极石墨共同置于6mol/L的硫酸溶液中进行电解,得到表面粗糙的三维结构平行直流道,此外,极板7的下方和上方设有半圆形区域,所述半圆形区域为中空腔体,下方半圆形区域用于分散进入极板7内流场的碱液;上方半圆形区域上设有径向孔流道2,所述上方半圆形区域用于汇聚碱液,使碱液从径向孔流道2流出。

[0047] 在该示例中,采用质量分数25%-35%的氢氧化钾或者氢氧化钠作为电解液。碱液通过碱液流道10进入电解槽,之后从径向孔流道2流入极板7内。流体进入极板内流场后,先经过下方半圆形区域进行充分分散,然后再经过中间矩形区域的平行流道快速穿过小室内部,最终经上方半圆形区域汇聚流场从径向孔流道2中流出并在气液流道6汇集流出。既实现了对电解液的充分分散,又保证了电解液的足够流速,提高电解槽的制氢效率。

[0048] 实施例4

[0049] 图1、6是用于本发明第1实施例的说明性示意图,展示了简化的新型碱性水电解槽的一个示例,使本发明具有特征的一种具有刻蚀流道的碱性水电解槽,包括隔膜5、分别设于隔膜两侧的阳极4和阴极9、设于阳极和阴极侧方的极板7、与极板匹配的极框1、碱液流道10和刻蚀流道8。极板7的外侧环绕有极框1,极框1底部设置有用进液的碱液流道10,上方有用于出液的气液流道6,同时极框1与隔膜之间安装有垫片3,电极板7与碱液流道10、气液流道6之间有联通的径向孔流道2,电极板与极框之间通过焊接连接。

[0050] 通过电化学刻蚀法制备得到平行直流道,具体过程如下:极板7选用镍板,将极板7除刻蚀流道8以外的区域均用绝缘材料,如四氟布等包裹,作为阳极电极,并与阴极电极石墨共同置于6mol/L的硫酸溶液中进行电解,得到表面粗糙的三维结构平行直流道,此外,极板7的下方和上方设有半圆形区域,上方半圆形区域上设有径向孔流道2,所述上方半圆形区域用于汇聚碱液,使碱液从径向孔流道2流出,且上方和下方的半圆形区域中设有球形凹凸结构11。

[0051] 在该示例中,采用质量分数25%-35%的氢氧化钾或者氢氧化钠作为电解液,即碱液。碱液通过碱液流道10进入电解槽,球形凹凸结构11起到扰流作用,将电解液充分分散,

之后从径向孔流道2流入极板7内。碱液进入极板内流场后,先经过下方的半圆形区域进行充分分散,然后再经过中间矩形区域的平行流道快速穿过小室内部,最终经上方半圆形区域汇聚流场从径向孔流道2中流出并在气液流道6汇集流出。既实现了对电解液的充分分散,又保证了电解液的足够流速,提高电解槽的制氢效率。

[0052] 本行业的相关人员应了解,本发明不受上述实施例的限制,对于其余球凸球凹结构设计、排布方式、以及进液口设计等都应纳入本发明的保护范围。上述实施例说明的仅是本发明的原理,在不脱离其原理范围的前提下,任何基于本发明的变化和改进都落入要求保护的本发明专利范围内。

[0053] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

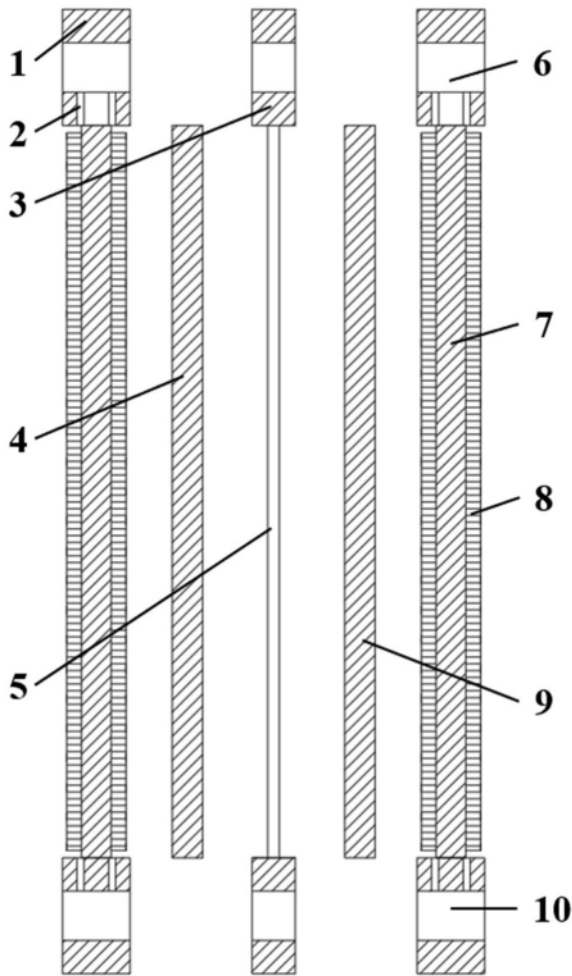


图1

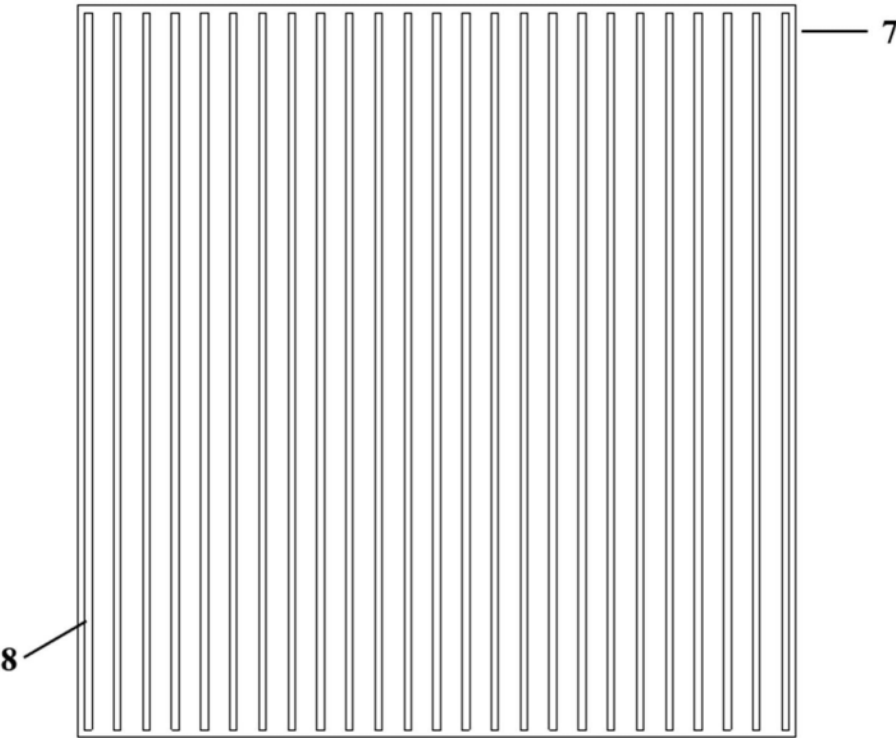


图2

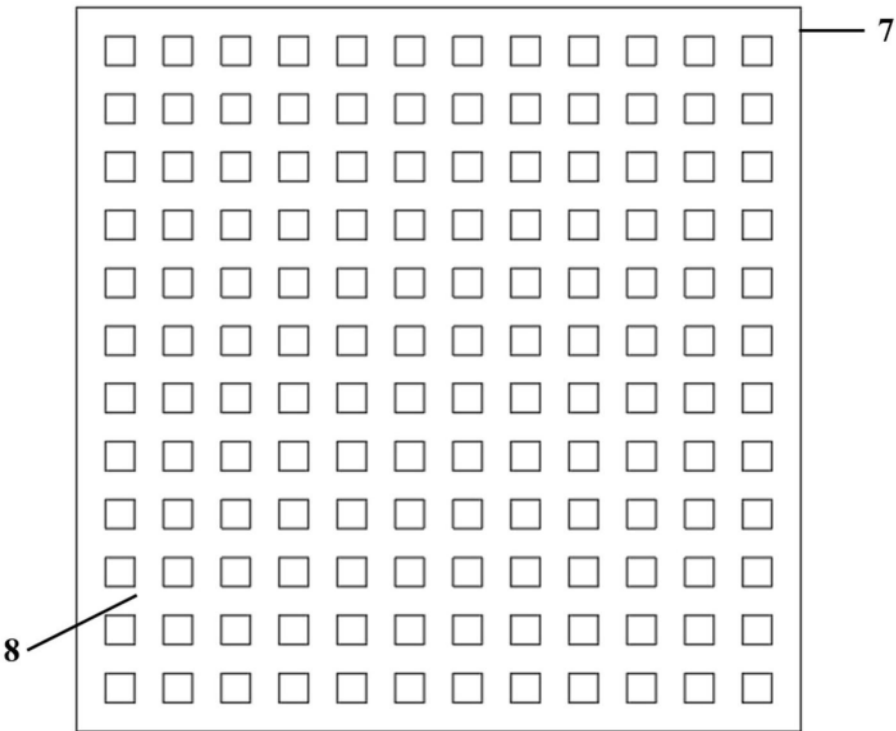


图3

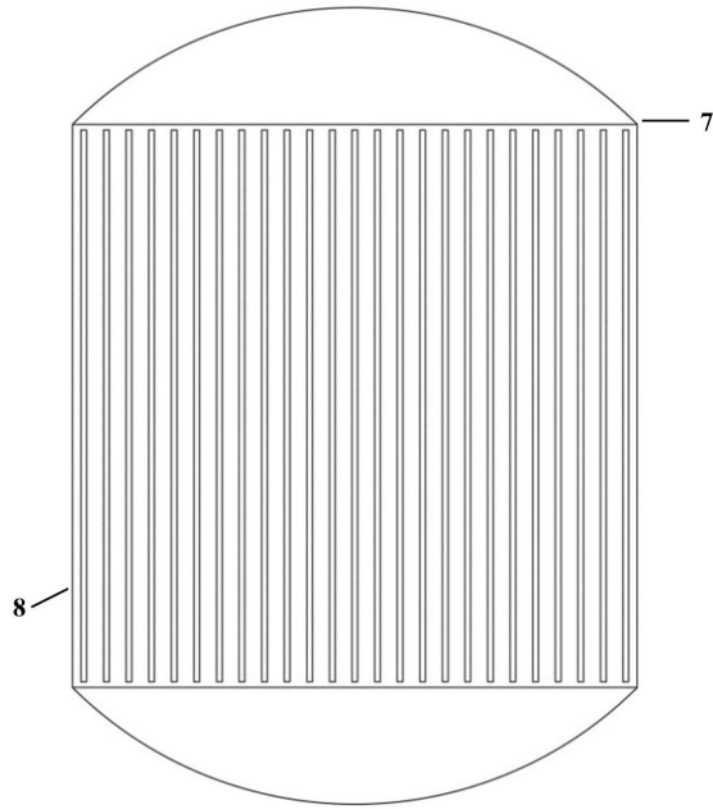


图4

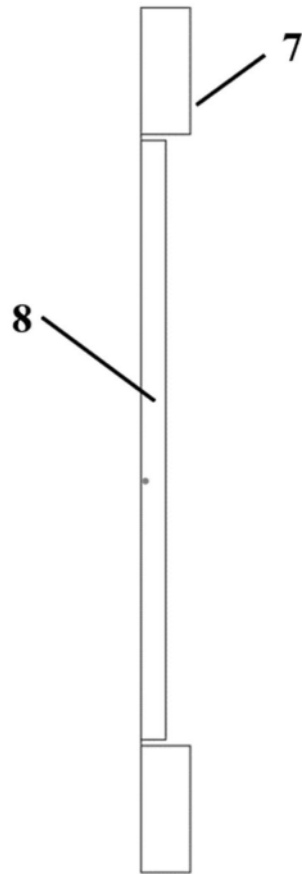


图5

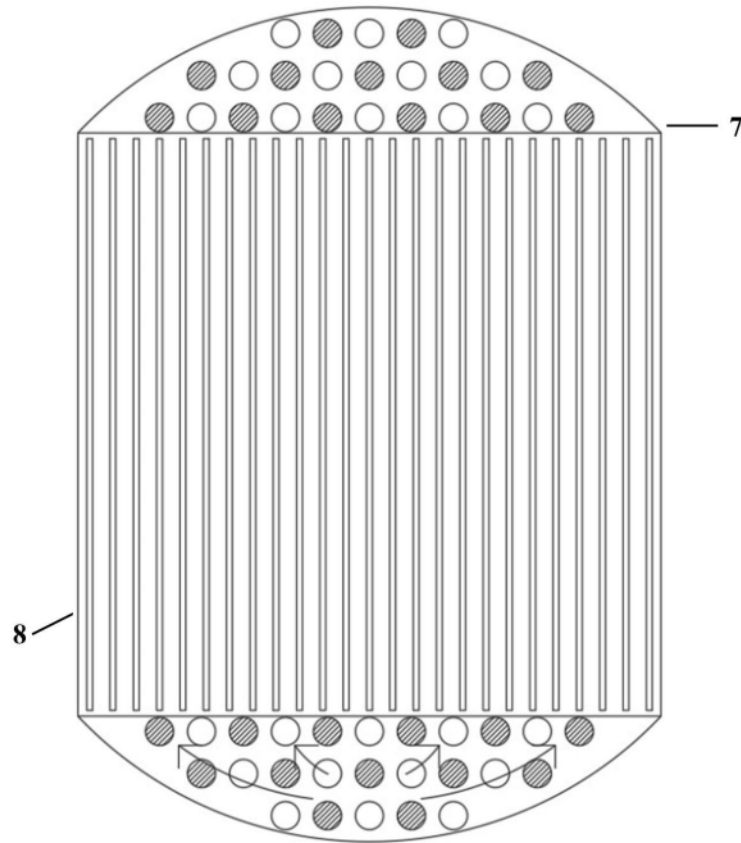


图6