(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114182278 B
(45)授权公告日 2023.11.07

(21)申请号 202111442143.4
(22)申请日 2021.11.30
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114182278 A
(43)申请公布日 2022.03.15
(73)专利权人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司
地址 102209 北京市昌平区北七家镇未来科技城南区华能人才创新创业基地实验楼A楼
(72)发明人 王韬 王凡 郭海礁 刘丽萍 王金意 王鹏杰
(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201
专利代理师 黄垚琳
(51)Int.Cl.
C25B 11/02(2021.01)
C25B 11/031(2021.01)
C25B 1/04(2021.01)
C25B 13/02(2006.01)
C25B 9/17(2021.01)

(56)对比文件
CN 113463121 A,2021.10.01
US 2015200401 A1,2015.07.16
CN 112242536 A,2021.01.19
US 2006254047 A1,2006.11.16
CN 110770955 A,2020.02.07
CN 201424509 Y,2010.03.17
CN 101550552 A,2009.10.07
WO 2013139247 A1,2013.09.26

审查员 周睿琪

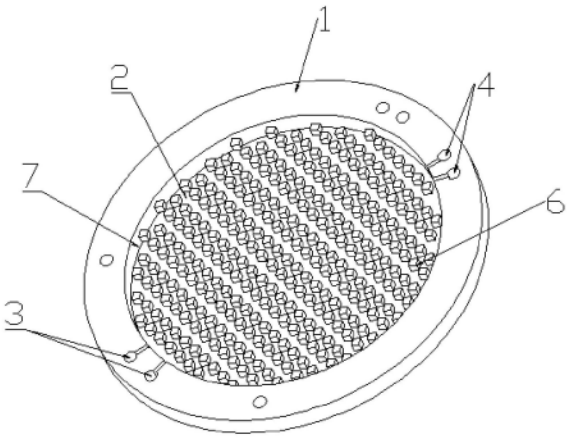
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种导向菱形结构的电极单元、电解单元及应用

(57)摘要

本发明提供了一种新型导向菱形结构的电极单元、电解单元及应用，其中新型导向菱形结构的电极单元，包括：电极框和电极板；所述电极框内设有电极板，且两者同轴设置；电极框与电极板构成一个储液腔；电极框设有与储液腔连通的液体入口流道和气液出口流道；所述电极板为钢板，电极板位于储液腔内的表面间隔设有若干凹凸排列的菱形单元；若干菱形单元均匀分布，且每个菱形单元均有一条对角线与流经电极板的液体流动方向平行设置。本发明所述新型导向菱形结构的电极单元，由于设置了若干凹凸排列的菱形结构单元，可促进原料碱液在极板上的均匀分布，减小接触电阻及气泡在小室内的停留时间，提高电解效率，降低能耗。



CN 114182278 B

1.一种导向菱形结构的电极单元,其特征在于,包括:电极框和电极板;

所述电极框内设有电极板,且两者同轴设置;电极框与电极板构成一个储液腔;电极框设有与储液腔连通的液体入口流道和气液出口流道;

所述电极板为钢板,电极板位于储液腔内的表面间隔设有若干凹凸排列的菱形单元;若干菱形单元均匀分布,且每个菱形单元均有一条对角线与流经电极板的液体流动方向平行设置;

若干菱形单元中,与流经电极板的液体流动方向平行的对角线的长度和菱形单元自身另一条对角线长度相等,且与流经电极板的液体流动方向平行的对角线和其相邻的两条边夹角为45°;

若干菱形单元为通过冷轧深冲的方式形成于电极板上的菱形凸起或凹槽;

若干凸起的菱形单元间隔一定间距成排设置,若干下凹的菱形单元间隔一定间距成排设置;成排设置的凸起的菱形单元与成排设置的下凹的菱形单元相互平行,且间隔设置。

2.根据权利要求1所述的导向菱形结构的电极单元,其特征在于,所述电极框为环状;电极板内嵌于电极框的内圆周内,且两者焊接于一体;

和/或,电极板直径长度上至少分布有15个菱形单元。

3.根据权利要求1所述的导向菱形结构的电极单元,其特征在于,

相邻两排的凸起的菱形单元和下凹的菱形单元间隔设置。

4.根据权利要求1所述的导向菱形结构的电极单元,其特征在于,相邻两排的凸起的菱形单元和下凹的菱形单元位置一一对应设置。

5.根据权利要求1所述的导向菱形结构的电极单元,其特征在于,所述液体入口流道和气液出口流道相对设置,且液体入口流道和气液出口流道均沿储液腔的深度方向设置。

6.一种电解单元,其特征在于,包括如权利要求1至5任意一项所述的导向菱形结构的电极单元和电极;所述电极自储液腔一侧覆盖在所述导向菱形结构的电极单元的电极板上,且电极与若干凸起的菱形单元紧贴。

7.根据权利要求6所述的电解单元,其特征在于,所述电极为镍网。

8.如权利要求1至5任意一项所述的导向菱形结构的电极单元在电解水制氢领域的应用。

一种导向菱形结构的电极单元、电解单元及应用

技术领域

[0001] 本发明属于电解水制氢技术领域，尤其涉及一种新型导向菱形结构的电极单元、电解单元及应用。

背景技术

[0002] 氢能是一种新型的清洁能源，氢能利用过程最终仅产生水，不会产生污染物及二氧化碳排放。因此，目前在清洁能源大发展以及“碳达峰”、“碳中和”的历史大背景下，氢能技术的发展势在必行。目前，电解水制氢是最常用也是唯一大规模商业化运行的制氢方法。电解槽的结构决定了电解液的流动分布，对电解产氢过程的效率有重要影响。目前商用的压滤式电解槽电解单元(小室)内部的主极板表面多采用凹凸相间的结构(乳凸结构)，如图1 所示。该结构的设计初衷，一方面可以使两侧的极板能够以“顶对顶”的形式形成多点接触；另一方面增加了流动的扰动程度，减小流道内各处电解液的浓度差，使电解液分布更均匀。但是在实际应用中，该乳凸结构的电极板有以下缺点：

[0003] 1、乳凸结构对碱液的分布作用较弱。碱液在电解单元(小室)下端流入，当遇到乳凸结构时，大部分将形成绕流而继续沿原方向流动，如图2所示。这将导致碱液在电极板上横向速度分布存在较大差异，即极板中央区域流速较大，两侧区域流速较小，则进一步导致小室内部碱液浓度的不均匀，且极板两侧区域气泡不易被碱液带出，且随着电解槽尺寸的增加，碱液的非均匀分布越严重，将大大阻碍电解槽设备大型化的发展；

[0004] 2、极板表面的凹凸结构使两侧极板为“顶对顶”接触，即并未完全接触，随着电解的进行，小室产生的大量气泡运动至凹凸顶点附近位置，将会增加电极板的接触电阻，增大电解能耗；

[0005] 3、电解单元内的气泡经过凹凸结构时，有可能会被“卡”在凹陷处，增加气泡的停留时间，增加电解能耗。

[0006] 综上，需要设计一种新型的电极板结构，以克服现有电极板的缺陷。

发明内容

[0007] 有鉴于此，本发明一个目的在于提出一种新型导向菱形结构的电极单元，用于电解水制氢时，由于设置了若干凹凸排列的菱形单元，可促进原料碱液在极板上的均匀分布，减小接触电阻及气泡在小室内的停留时间，提高电解效率，降低能耗。

[0008] 本发明的另一个目的在于提出一种电解单元。

[0009] 本发明的又一个目的在于提出新型导向菱形结构的电极单元在电解水制氢领域的应用。

[0010] 为了达到上述目的，本发明第一方面实施例提出了一种新型导向菱形结构的电极单元，包括：电极框和电极板；所述电极框内设有电极板，且两者同轴设置；电极框与电极板构成一个储液腔；电极框设有与储液腔连通的液体入口流道和气液出口流道；所述电极板为钢板，电极板位于储液腔内的表面间隔设有若干凹凸排列的菱形单元；若干菱形单元均

匀分布，且每个菱形单元均有一条对角线与流经电极板的液体流动方向平行设置。

[0011] 本发明实施例的新型导向菱形结构的电极单元，由于设置了若干凹凸排列的菱形结构单元，可促进原料碱液在极板上的均匀分布，减小接触电阻及气泡在小室内的停留时间，提高电解效率，降低能耗。

[0012] 另外，根据本发明上述实施例提出的新型导向菱形结构的电极单元，还可以具有如下附加技术特征：

[0013] 在本发明的一个实施例中，所述电极框为环状；电极板内嵌于电极框的内圆周内，且两者焊接于一体。

[0014] 在本发明的一个实施例中，电极板直径长度上至少分布有15个菱形单元。

[0015] 在本发明的一个实施例中，若干凸起的菱形单元间隔一定间距成排设置，若干下凹的菱形单元间隔一定间距成排设置；成排设置的凸起的菱形单元与成排设置的下凹的菱形单元相互平行，且间隔设置。

[0016] 在本发明的一个实施例中，若干菱形单元为通过冷轧深冲的方式形成于电极板上的菱形凸起或凹槽。

[0017] 在本发明的一个实施例中，相邻两排的凸起的菱形单元和下凹的菱形单元间隔设置。

[0018] 在本发明的一个实施例中，相邻两排的凸起的菱形单元和下凹的菱形单元位置一一对应设置。

[0019] 在本发明的一个实施例中，若干菱形单元中与流经电极板的液体流动方向平行的对角线的长度是菱形单元自身另一条对角线长度的1-1.5倍。

[0020] 在本发明的一个实施例中，所述液体入口流道和气液出口流道相对设置，且液体入口流道和气液出口流道均沿储液腔的深度方向设置。

[0021] 为达到上述目的，本发明第二方面实施例提出了一种电解单元，包括如上所述的新型导向菱形结构的电极单元和电极；所述电极自储液腔一侧覆盖在所述新型导向菱形结构的电极单元的电极板上，且电极与若干凸起的菱形单元紧贴。

[0022] 本发明实施例的电解单元，除了具有新型导向菱形结构的电极单元的优势之外，电极与若干凸起的菱形单元紧贴，可实现新型导向菱形结构的电极单元和电极的“面与面”的紧密接触，避免了气泡经过时导致的接触电阻的增大。

[0023] 在本发明的一个实施例中，所述电极为镍网。

[0024] 为达到上述目的，本发明第三方面实施例涉及如上所述的新型导向菱形结构的电极单元在电解水制氢领域的应用。

[0025] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0026] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

[0027] 图1是传统电解槽乳凸结构的电极板。

[0028] 图2是 碱液流经乳凸结构前后流向分布示意图。

[0029] 图3是本发明一个实施例的新型导向菱形结构的电极单元一个角度的简单立体图。

[0030] 图4是本发明一个实施例的新型导向菱形结构的电极单元另一个角度的立体图。

[0031] 图5是本发明一个实施例的新型导向菱形结构的电极单元的俯视图。

[0032] 图6是图5中D处的放大结构示意图。

[0033] 图7是图5中A-A剖视结构示意图。

[0034] 图8是图5中F-F剖视结构示意图。

[0035] 图9是图5中B-B剖视结构示意图。

[0036] 图10是图5中C-C剖视结构示意图。

[0037] 图11是图5中G-G剖视结构示意图。

[0038] 图12是本发明另一个实施例的新型导向菱形结构的电极单元的俯视图。

[0039] 图13是本发明一个实施例的新型导向菱形结构的电极单元中菱形单元附近速度矢量图。

[0040] 图14是本发明一个实施例的电解单元的侧视结构示意图。

[0041] 附图标记：

[0042] 1-电极框;2-电极板;3-液体入口流道;4-气液出口流道;5-电极;6-菱形单元;601-凸起的菱形单元;602-下凹的菱形单元;7-储液腔。

具体实施方式

[0043] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0044] 下面结合附图来描述本发明实施例的新型导向菱形结构的电极单元和电解单元。

[0045] 如图3-11所示,一种新型导向菱形结构的电极单元,包括:电极框1和电极板2;电极框1内设有电极板2,且两者同轴设置;电极框1与电极板2构成一个储液腔7;电极框1上设有与储液腔7连通的液体入口流道3和气液出口流道4;电极板2为钢板,电极板2位于储液腔7内的表面间隔设有若干凹凸排列的菱形单元6;若干菱形单元6均匀分布,且每个菱形单元6均有一条对角线与流经电极板2的液体流动方向平行设置。

[0046] 可以理解的是,由于菱形的两条对角线垂直设置,因此,流经电极板的液体流动方向与菱形单元的一条对角线平行,则与菱形单元的另一条对角线垂直。

[0047] 可以理解的是,电解水制氢时,碱液自液体入口流道进入,并在流经电极板时,从若干菱形单元的间隙中均匀流过,由于若干菱形单元凹凸排列,故可以在沿平行于电极板表面的方向起到均与分布作用,而由于与菱形单元有的凸起,有的下凹,则当碱液流经电极板时,还可以起到沿垂直于电极板表面方向对流体的扰动。

[0048] 综上,本发明实施例的新型导向菱形结构的电极单元,用于电解水制氢时,由于设置了若干凹凸排列的菱形结构单元,对自液体入口流道流入并经过电极板的碱液起到了横向分布的作用,促进了碱液在极板上的均匀分布,同时可产生垂直以及横向两个方向的流体扰动,大大增加了流动的湍动程度,可加快气泡运输,减小气泡在腔室内的停留时间,强化产氢反应的传质过程,提高系统的产氢效率。

[0049] 在一些实施例中,如图3-4所示,电极框1为环状;电极板2内嵌于电极框1的内圆周

内，且两者焊接于一体。

[0050] 在一些实施例中，如图3-5、图7-12所示，可以理解的是，电极板2位于储液腔7内的表面间隔设有若干凹凸排列的菱形单元6，也即菱形单元包括凸起的菱形单元601和下凹的菱形单元602。需要说明的是，“凸起”和“下凹”是相对的，都是相对于电极板表面而言，前者是指向靠近储液腔一侧分布，后者是指向远离储液腔一侧分布。若干凸起的菱形单元601间隔一定间距成排设置，若干下凹的菱形单元602间隔一定间距成排设置；成排设置的凸起的菱形单元601与成排设置的下凹的菱形单元602相互平行，且间隔设置。凸起的菱形单元可以设置多排，下凹的菱形单元也可以设置多排，它们各自设置的排数以电极板的尺寸大小为准，电极板尺寸越大，排数越多，反之，则越少。但需要保证每一排凸起的菱形单元两侧均紧邻一排下凹的菱形单元。

[0051] 在一些实施例中，如图5、图9和图10所示，相邻两排的凸起的菱形单元和下凹的菱形单元位置一一对应设置，也即与液体流动方向平行的对角线在同一条直线上。

[0052] 在另一些实施例中，如图12所示，相邻两排的凸起的菱形单元和下凹的菱形单元间隔设置，也即每个凸起的菱形单元均与其相邻的下凹的菱形单元间隔设置。相邻两排菱形单元之间的间距与同一排相邻两个菱形单元之间的间距可以相等，也可以不等，但优选相邻两排菱形单元之间的间距与同一排相邻两个菱形单元之间的间距相等。属于同一排的两个凸起的菱形单元之间的间距与属于同一排的两个下凹的菱形单元的间距相等。

[0053] 在一些实施例中，若干菱形单元6通过冷轧深冲的方式形成于电极板2上的菱形凸起或菱形凹槽。可以理解的是，通过冷轧深冲的方式在电极板相对的两侧分别加工，当在冲压的一侧形成下凹的菱形单元时，即在另一侧形成凸起的菱形单元，反之亦然，这样就在电极板表面形成若干凹凸排列的菱形单元，如图7和图8所示。

[0054] 在一些实施例中，若干菱形单元6的边长可根据电极板直径选择，但需保证电极板直径长度上分布最少15个菱形单元6，由此可计算出菱形结构尺寸。比如，在一些实施例中，菱形单元的边长在5-20mm之间。此外，若干菱形单元6的两条对角线长度可以一致，也可不同，但为了保证良好的分布效果，若干菱形单元6中与流经电极板2的液体流动方向平行的对角线的长度需是菱形单元自身另一条对角线长度的1-1.5倍。当菱形单元的两条对角线长度相等时，如图6所示，菱形单元中，与流经电极板的液体流动方向平行的对角线与其相邻的两条边夹角为45°，也即菱形单元为正方形。

[0055] 在一些实施例中，如图3-5和图12所示，液体入口流道3和气液出口流道4均设在电极框1远离电极板位于储液腔7内一侧的表面上，且它们相对设置；液体入口流道3和气液出口流道4均沿储液腔7的深度方向设置。

[0056] 使用时，本发明实施例的新型导向菱形结构的电极单元与自储液腔一侧覆盖其上的镍网材质电极5(镍网材质电极5覆盖在电极板2上)，紧固形成相应的电解小室(电解单元)，如图14所示。原料碱液通过碱液入口流道3流入，在电解单元内发生电解反应生成氢气或氧气，之后碱液与气体的混合物从气液出口流道4流出，进入下一工段。整个工作过程中，凹凸排列的菱形结构单元对流经的碱液起到了横向分布的作用，促进了碱液在电极板上的均匀分布；同时，凹凸排列的菱形结构单元，可产生垂直以及横向两个方向的流体扰动，大大增加了流动的湍动程度，可加快气泡运输，减小气泡在腔室内的停留时间，强化产氢反应的传质过程，提高系统的产氢效率。

[0057] 本发明实施例的新型导向菱形结构的电极单元可用于电解水制氢领域，比如用于电解单元、电解制氢系统等。

[0058] 如图14所示，一种电解单元，包括上述实施例的新型导向菱形结构的电极单元和电极5；电极5自储液腔7一侧覆盖在新型导向菱形结构的电极单元的电极板2上，且电极5与若干凸起的菱形单元6紧贴。其中，电极5可以采用金属网，优选镍网。

[0059] 下面结合附图3-11、图13和图14给出本发明实施例一个较佳的实施方式。

[0060] 如图3-11所示，一种新型导向菱形结构的电极单元，包括环状的钢制电极框1，电极框1内圆周内焊接有电极板2。电极板2和电极框1均与水平面平行设置，且电极板2的上表面与电极框1侧壁构成储液腔7。电极板2为钢板，电极板2上表面均匀分布有若干凹凸排列的菱形单元6，具体来说，从紧邻液体入口流道3一侧开始，电极板2表面依次设置第一排凸起的菱形单元601、第一排下凹的菱形单元602、第二排凸起的菱形单元601、第二排下凹的菱形单元602……这样成排设置的凸起的菱形单元601与下凹的菱形单元602间隔且平行设置，直至紧邻气液出口流道4一侧；每一排下凹的菱形单元602均由间隔一定间距设置的若干下凹的菱形单元602构成，每一排凸起的菱形单元601均由间隔一定间距设置的若干凸起的菱形单元601构成，相邻两排菱形单元6的间距等于同一排中相邻两个菱形单元6之间的间距，相邻两排凸起的菱形单元601和下凹的菱形单元602位置一一对应设置。若干菱形单元6通过冷轧深冲的方式形成于电极板2上的菱形凸起或菱形凹槽，若干菱形单元6均有一条对角线与流经电极板的液体流动方向平行设置；若干菱形单元中，与流经电极板的液体流动方向平行的对角线的长度和菱形单元自身另一条对角线长度相等，且与流经电极板的液体流动方向平行的对角线和其相邻的两条边夹角为45°(如图6所示)。电极板直径长度上分布有19个菱形单元。电极框1顶部相对的两侧分别开有液体入口流道3和气液出口流道4，液体入口流道3和气液出口流道4均为圆柱和长方体组合图形，紧邻储液腔一侧为长方体状。液体入口流道3和气液出口流道4的长方体状部分的深度均自电极框1顶部延伸至电极板2的上表面，圆柱状部分的深度均自电极框1顶部延伸至电极框底部(如图11所示)，液体入口流道3和气液出口流道4的长度均自电极框1中间部位延伸至储液腔7，与储液腔7连通。

[0061] 使用时，如图14所示，将本实施例的新型导向菱形结构的电极单元与自储液腔一侧覆盖其上的镍网材质电极5(镍网材质电极5覆盖在电极板2上)，紧固形成相应的电解小室(电解单元)。原料碱液通过碱液入口流道流入，在电解单元内发生电解反应生成氢气或氧气，之后碱液与气体的混合物从气液出口流道4流出，进入下一工段。模拟结果表明(如图13所示)，菱形单元可有效增加碱液的横向分布，加速电极板两侧部分碱液流动，促进了碱液在电极板上速度的均匀分布。此外，由于电极板水平设置，菱形单元顶部为水平结构，镍网材质电极与电极板若干凸起的菱形单元紧贴，实现镍网材质电极与电极板2“面与面”的紧密接触，避免了气泡经过时导致的接触电阻的增大。

[0062] 综上，本发明实施例的新型导向菱形结构的电极单元，可应用于电解制氢领域。该电极板采用特殊设计的菱形单元，可促进原料碱液在极板上的均匀分布，减小接触电阻及气泡在小室内的停留时间，提高电解效率，降低能耗。

[0063] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“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。

[0064] 此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

[0065] 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，也可以是电连接或彼此可通讯；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，除非另有明确的限定。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。

[0066] 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。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0067] 在本发明中，术语“一个实施例”、“一些实施例”、 “示例”、“具体示例”、或“一些示例”等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须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。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0068] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

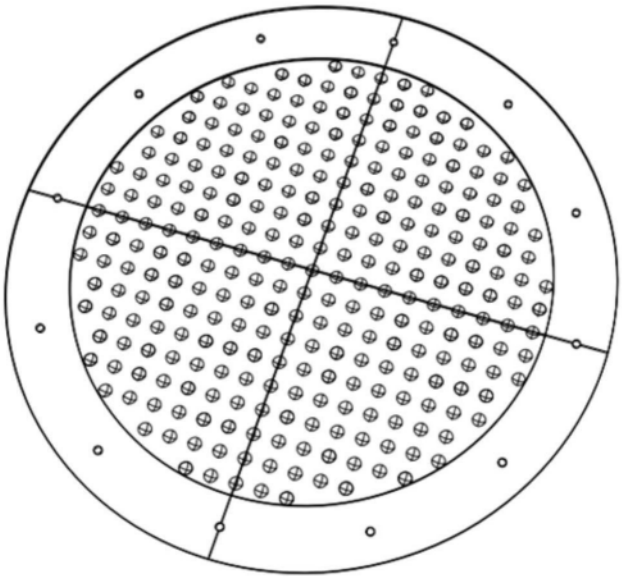


图1

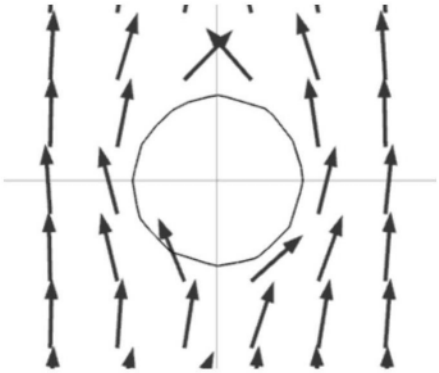


图2

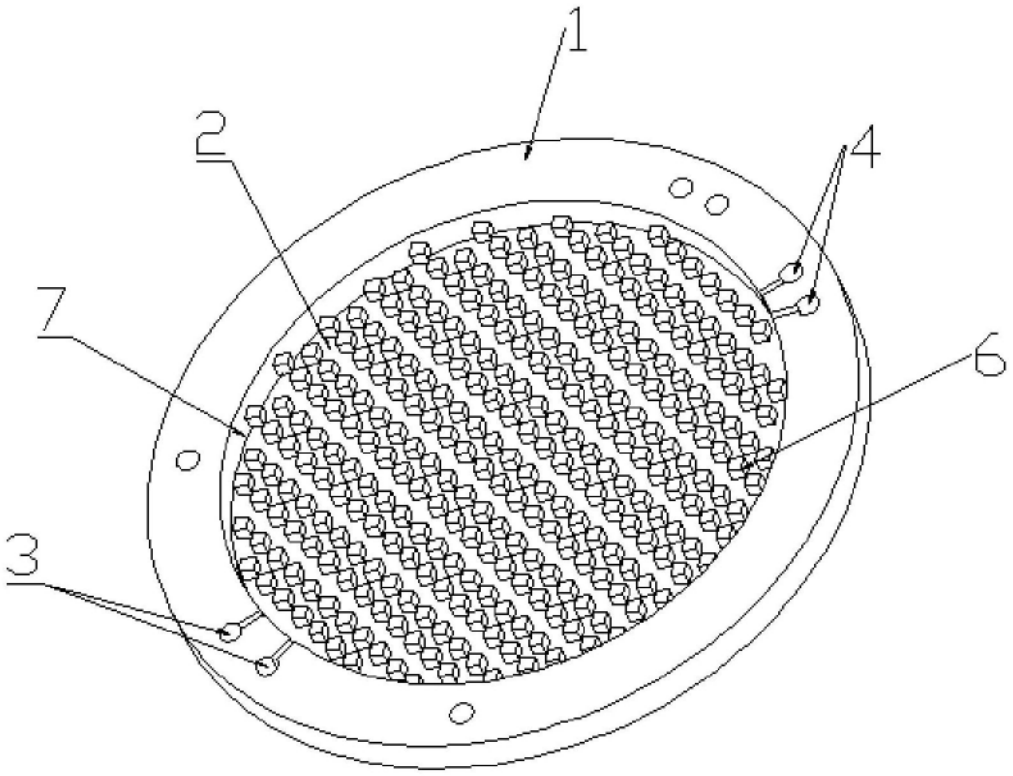


图3

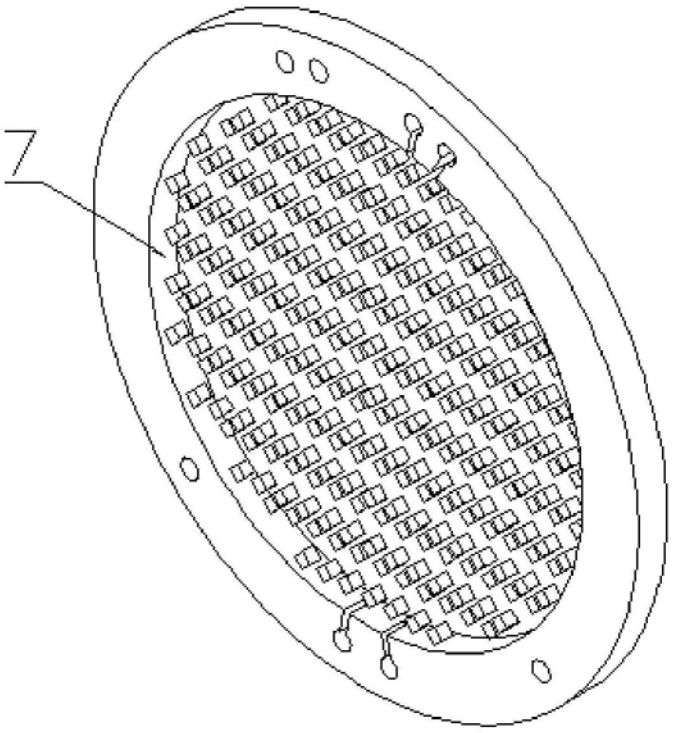


图4

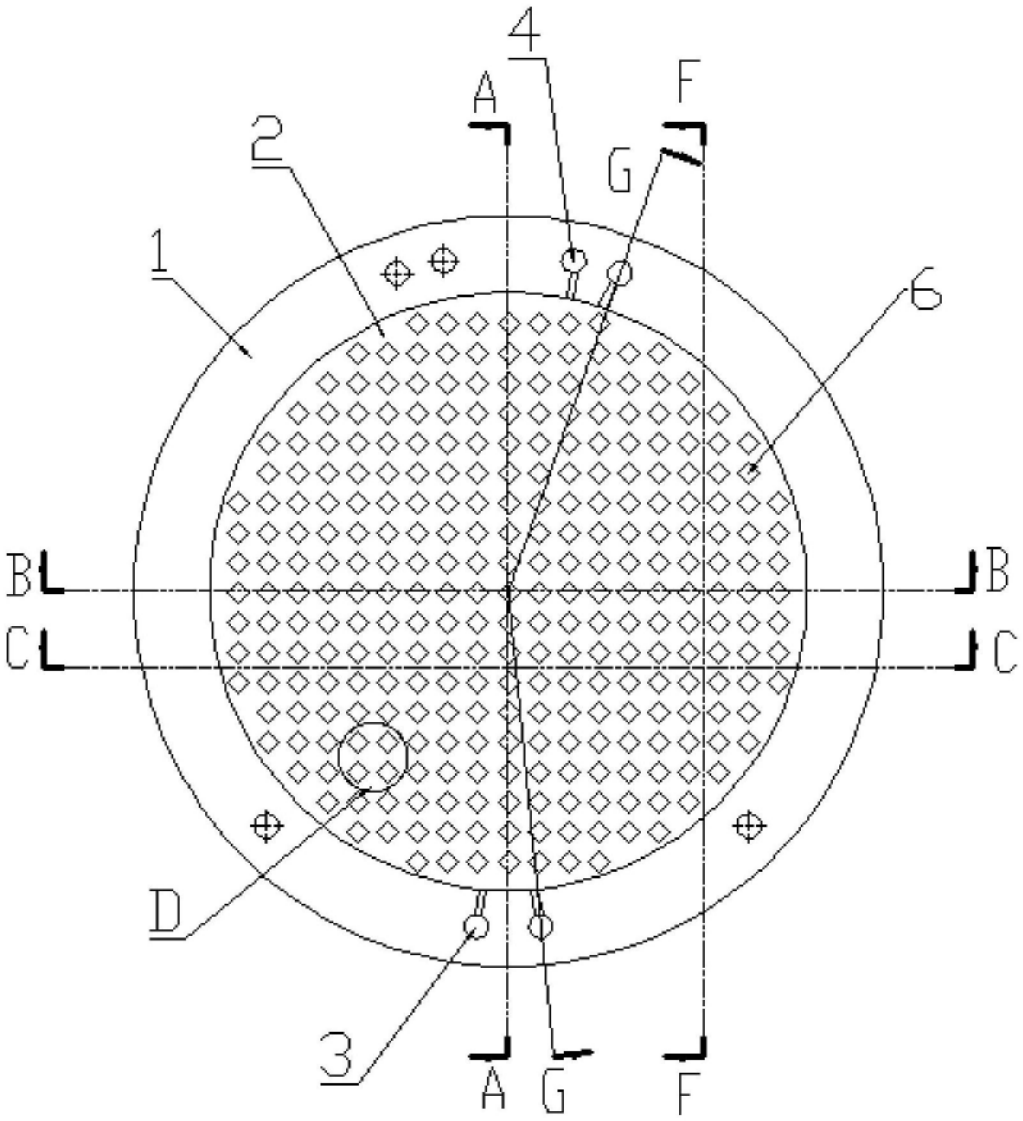


图5

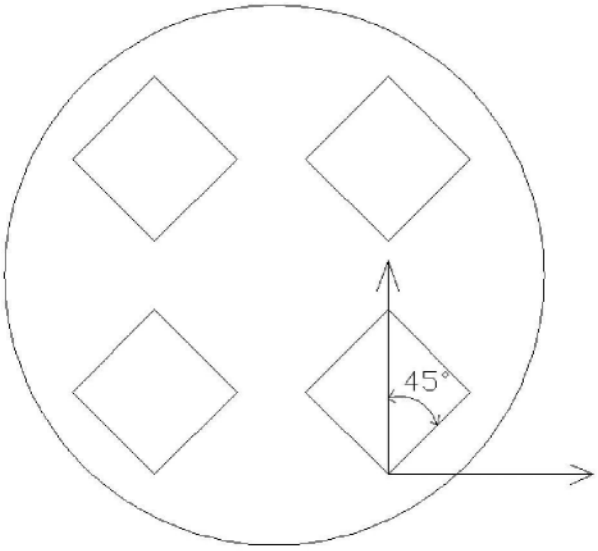


图6

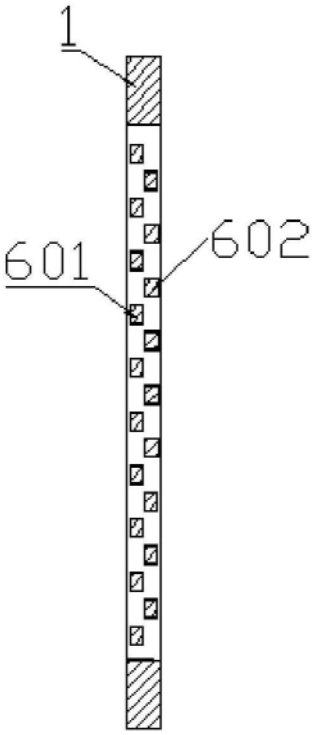


图7

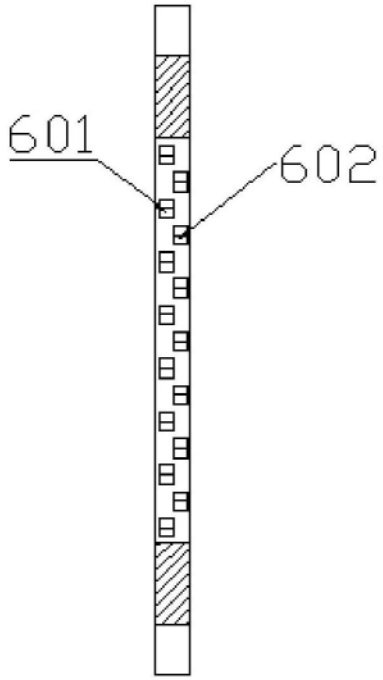


图8

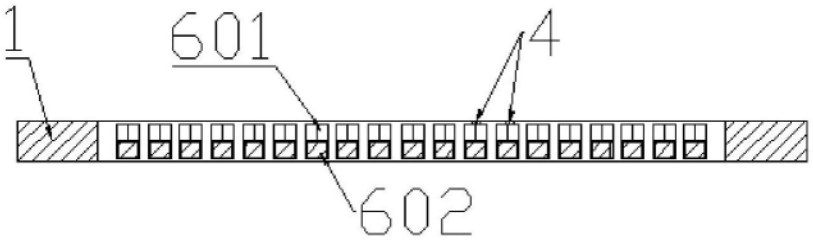


图9

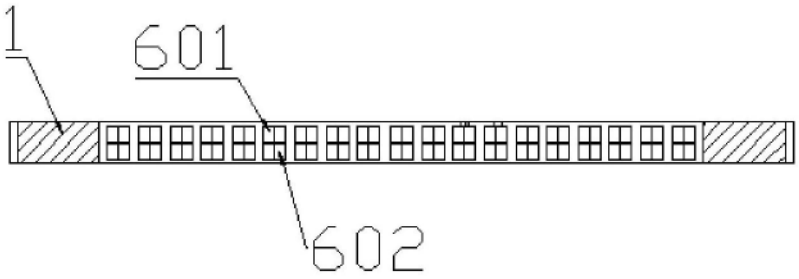


图10

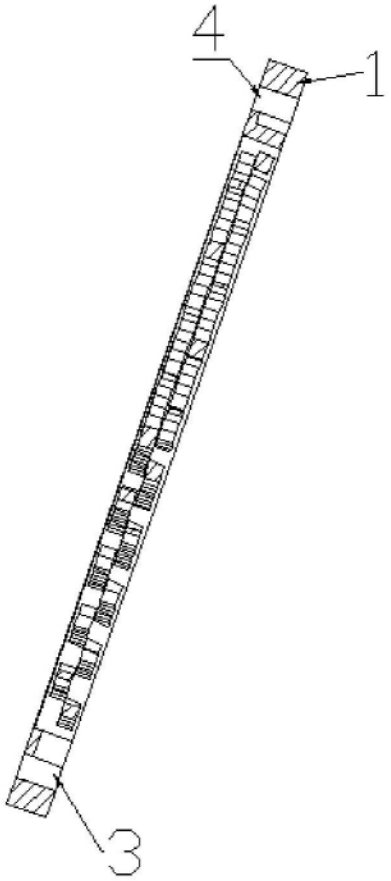


图11

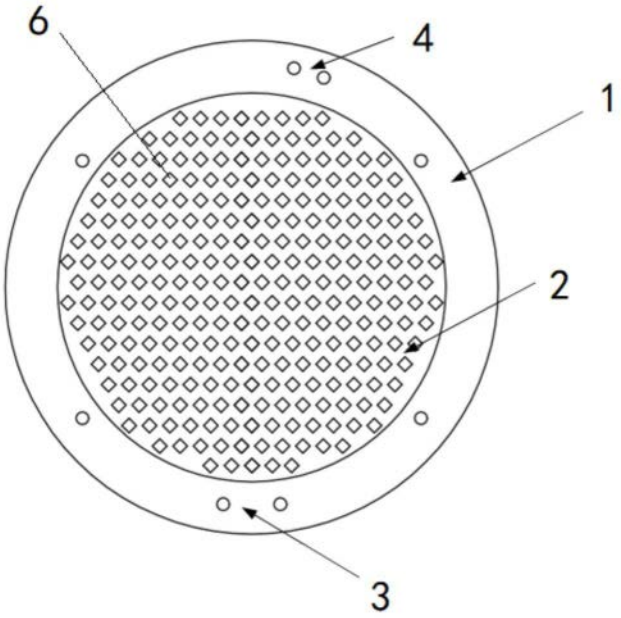


图12

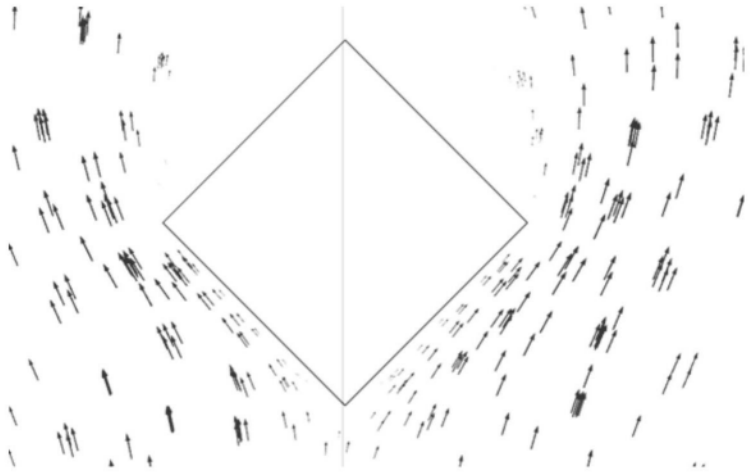


图13

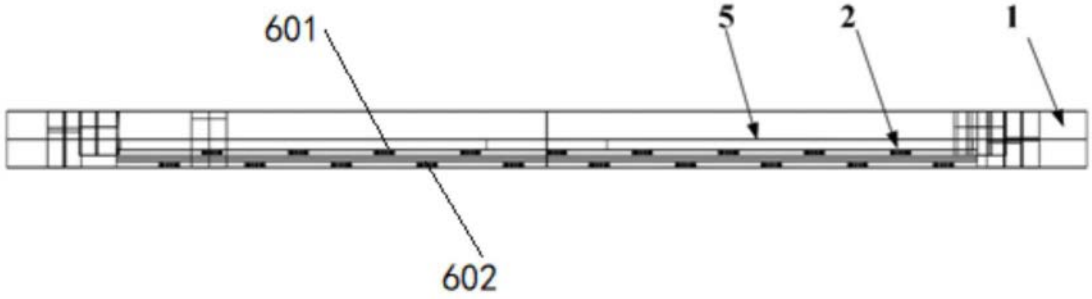


图14