



(21) 申请号 202310112951.7

(22) 申请日 2023.02.15

(71) 申请人 中船(邯郸)派瑞氢能科技有限公司
地址 056000 河北省邯郸市丛台区经济开发
区中船路5号东北角

(72) 发明人 马颖 丁睿 王杰鹏 郝珍
李非凡 刘岩岩 李朋喜 宋保芳
王雪泽 乔东伟

(74) 专利代理机构 中国船舶专利中心 11026
专利代理师 董金鹏

(51) Int. Cl.

G25B 13/08 (2006.01)

G25B 11/036 (2021.01)

G25B 9/23 (2021.01)

G25B 1/02 (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种碱性阴离子交换膜电解槽

(57) 摘要

本申请实施例提供了一种碱性阴离子交换膜电解槽。电解槽包括：阴极端板、阴极极板、阴极极框、阴极流场板、阴极集电器、膜电极、阳极集电器、阳极流场板、阳极极框、阳极极板和阳极端板；阴极极板和阳极极板将阴极流场板、阴极集电器、膜电极、阳极集电器和阳极流场板夹紧构成一个电解小室；电解槽包括由拉杆串接的阴极端板、串联的至少一个电解小室分、及阳极端板，拉杆两端通过螺母锁紧。该碱性阴离子交换膜电解槽具有结构简单、组装过程方便、响应快的优势，能够很好地适应可再生能源的波动性，应用于可再生能源制氢领域，可提高经济性。

1. 一种碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,包括:阴极端板、阴极极板、阴极极框、阴极流场板、阴极集电器、膜电极、阳极集电器、阳极流场板、阳极极框、阳极极板和阳极端板;所述阴极极板和所述阳极极板将所述阴极流场板、所述阴极集电器、所述膜电极、所述阳极集电器和所述阳极流场板夹紧构成一个电解小室;

所述电解槽包括由拉杆串接的所述阴极端板、串联的至少一个所述电解小室分、及所述阳极端板,所述拉杆两端通过螺母锁紧。

2. 根据权利要求1所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述阴极端板、所述阴极极板、所述阴极流场板、所述阴极集电器、所述膜电极、所述阳极集电器、所述阳极流场板、所述阳极极板和所述阳极端板均为圆形,所述电解槽为圆柱形结构。

3. 根据权利要求1所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述阴极极框和所述阳极极框为环形,所述阴极流场板、所述阴极集电器嵌入到所述阴极极框内,所述阳极集电器、所述阳极流场板嵌入到所述阳极极框内,所述膜电极置于所述阴极极框和所述阳极极框之间。

4. 根据权利要求1所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述膜电极包括阳极催化剂层、阴离子交换膜和阴极催化剂层。

5. 根据权利要求4所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述阴离子交换膜包括以下至少之一:聚苯醚类阴离子交换膜、聚芳醚砜类阴离子交换膜、聚烯烃类阴离子交换膜、聚苯并咪唑类阴离子交换膜以及其他类聚醚酮、聚芳醚腈、聚芳烯类聚合物或无醚氧键的芳香聚合物阴离子交换膜。

6. 根据权利要求4所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述阳极催化剂材料包括为镍或铜钴氧,所述阴极催化剂材料包括镍或镍合金,对应涂覆于所述阴离子交换膜两侧表面。

7. 根据权利要求1所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述阴极极板、所述阴极极框、所述阳极极板、所述阳极极框对称设置在所述膜电极的两侧,用于固定所述膜电极。

8. 根据权利要求1所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述阴极极板和所述阳极极板为金属双极板;

所述阴极极板开设有至少一个阴极电解液进口和至少一个阴极氢气和电解液出口;

所述阳极极板开设有至少一个阳极电解液进口和至少一个阳极氧气和电解液出口。

9. 根据权利要求1所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述阴极极框和所述阳极极框的材料包括不锈钢、钛钢、钛、镍或高分子聚合物;

所述阴极极框开设有至少一个阴极电解液进口和至少一个阴极氢气和电解液出口,以及连接所述阴极电解液进口与所述阴极极框内部空腔的的阴极进液沟槽和连接所述阴极氢气和电解液出口与所述阴极极框内部空腔的的阴极出氢气出液沟槽;

所述阳极极框开设有至少一个阳极电解液进口和至少一个阳极氧气和电解液出口,以及连接所述阳极电解液进口与所述阳极极框内部空腔的的阳极进液沟槽和连接所述阳极氧气和电解液出口与所述阳极极框内部空腔的的阳极出氧气出液沟槽。

10. 根据权利要求1所述的碱性阴离子交换膜电解槽,其特征在于,所述阴极集电器和所述阳极集电器的材料包括:不锈钢网、镍网、泡沫镍、钛网、钛毡、多孔钛板、碳布、碳纸、碳

毡,或通过热喷涂、高温烧结、电沉积或真空蒸镀方法涂覆了一层功能材料的多孔金属材料中的一种或几种组合。

一种碱性阴离子交换膜电解槽

技术领域

[0001] 本申请涉及水电解制氢技术领域,尤其涉及一种碱性阴离子交换膜电解槽。

背景技术

[0002] 氢能具有能量密度大、热值高、储量丰富、来源广泛、转化效率高等特点,随着国际社会对全球气候变化和能源革命的日益重视,氢能作为一种清洁、高效的能源载体,成为建立可持续社会的重要支撑。立足于“3060”双碳目标,氢能逐渐成为了绿色低碳能源产业发展的重点方向。水电解制氢是目前获得氢气较为成熟、简单的方法,利用富足的可再生能源转化的电力电解水制氢,因其全过程碳排放量几乎为零而被称为“绿氢”,绿氢可以有效解决风电、光伏、水电等可再生能源不稳定以及长距离输送的难题,是实现碳中和路径的重要抓手。

[0003] 水电解制氢系统是绿氢产业化发展的重要组成部分,电解槽作为水电解制氢系统的核心部件,其投资成本直接影响绿氢规模化。根据电解槽类型,电解水制氢技术分为碱性电解水(Alkaline Water Electrolysis,ALK)、质子交换膜电解水(Proton Exchange Membrane,PEM)、阴离子交换膜电解水(Anion Exchange Membrane,AEM),ALK是目前发展最成熟的电解水制氢工艺技术,操作简便且已实现大规模的商业化应用,但碱性电解液具有腐蚀性,制氢设备体积大,并且由于电解液和电极表面黏附气泡的高欧姆内阻,还会降低电解效率和电解性能。PEM制氢技术因其制氢效率高、设备集成化程度高及环境友好等特点成为水电解技术的研究重点,但该技术的瓶颈在于电解槽的寿命较低,且贵金属催化剂的使用致使设备成本较高。AEM电解水一般以低浓度的碱液为电解液,以非贵金属催化剂作为阴阳电极材料,与传统的ALK技术相比,AEM电解水技术具有电流密度高、碱液浓度低等优点,可大幅缩小电解槽的体积,减缓设备腐蚀速率;与PEM技术相比,又克服了贵金属大量使用带来的高成本问题。综合来说,AEM电解水技术综合了传统碱性水电解低成本和PEM高电流密度的优点,具有极大的发展及应用前景。AEM电解水技术目前仍处于研究阶段,AEM电解槽设备开发缓慢,影响阴离子交换膜、阴阳极催化剂等相关关键材料在工况条件下的性能考核和寿命测试,也导致AEM技术的产业化应用发展缓慢。

发明内容

[0004] 本发明为解决现有技术中存在的问题,提供了一种加工简单、低成本、高效率的阴离子交换膜电解槽。

[0005] 本申请实施例提供了一种碱性阴离子交换膜电解槽,包括:阴极端板、阴极极板、阴极极框、阴极流场板、阴极集电器、膜电极、阳极集电器、阳极流场板、阳极极框、阳极极板和阳极端板;所述阴极极板和所述阳极极板将所述阴极流场板、所述阴极集电器、所述膜电极、所述阳极集电器和所述阳极流场板夹紧构成一个电解小室;

[0006] 所述电解槽包括由拉杆串接的所述阴极端板、串联的至少一个所述电解小室分、及所述阳极端板,所述拉杆两端通过螺母锁紧。

[0007] 在一些实施例中,所述阴极端板、所述阴极极板、所述阴极极框、所述阴极流场板、所述阴极集电器、所述膜电极、所述阳极集电器、所述阳极流场板、所述阳极极板和所述阳极端板均为圆形,所述电解槽为圆柱形结构。

[0008] 在一些实施例中,所述电解小室包括阴极极框和阳极极框,所述阴极极框和所述阳极极框为环形,所述阴极流场板、所述阴极集电器嵌入到所述阴极极框内,所述阳极集电器、所述阳极流场板嵌入到所述阳极极框内,所述膜电极置于所述阴极极框和所述阳极极框之间。

[0009] 在一些实施例中,所述膜电极包括阳极催化剂层、阴离子交换膜和阴极催化剂层。

[0010] 在一些实施例中,所述阴离子交换膜包括以下至少之一:聚苯醚类阴离子交换膜、聚芳醚砜类阴离子交换膜、聚烯烃类阴离子交换膜、聚苯并咪唑类阴离子交换膜以及其他类聚醚酮、聚芳醚腈、聚芳烯类聚合物或无醚氧键的芳香聚合物阴离子交换膜。

[0011] 在一些实施例中,所述阳极催化剂材料包括为镍或铜钴氧,所述阴极催化剂材料包括镍或镍合金,对应涂覆于所述阴离子交换膜两侧表面。

[0012] 在一些实施例中,所述阴极极板、所述阴极极框、所述阳极极板、所述阳极极框对称设置在所述膜电极的两侧,用于固定所述膜电极。

[0013] 在一些实施例中,所述阴极极板和所述阳极极板为金属双极板;

[0014] 所述阴极极板开设有至少一个阴极电解液进口和至少一个阴极氢气和电解液出口;

[0015] 所述阳极极板开设有至少一个阳极电解液进口和至少一个阳极氧气和电解液出口。

[0016] 在一些实施例中,所述阴极极框和所述阳极极框的材料包括不锈钢、钛钢、钛、镍或高分子聚合物;

[0017] 所述阴极极框开设有至少一个阴极电解液进口和至少一个阴极氢气和电解液出口,以及连接所述阴极电解液进口与所述阴极极框内部空腔的的阴极进液沟槽和连接所述阴极氢气和电解液出口与所述阴极极框内部空腔的的阴极出氢气出液沟槽;

[0018] 所述阳极极框开设有至少一个阳极电解液进口和至少一个阳极氧气和电解液出口,以及连接所述阳极电解液进口与所述阳极极框内部空腔的的阳极进液沟槽和连接所述阳极氧气和电解液出口与所述阳极极框内部空腔的的阳极出氧气出液沟槽。

[0019] 在一些实施例中,所述阴极集电器和所述阳极集电器的材料包括:不锈钢网、镍网、泡沫镍、钛网、钛毡、多孔钛板、碳布、碳纸、碳毡,或通过热喷涂、高温烧结、电沉积或真空蒸镀方法涂覆了一层功能材料的多孔金属材料中的一种或几种组合。

[0020] 本申请上述实施例的有益效果包括:

[0021] 本申请实施例一种碱性阴离子交换膜电解槽具有结构简单、组装过程方便、响应快的优势,能够很好地适应可再生能源的波动性,应用于可再生能源制氢领域,可提高经济性。该装置可在碱性或纯水条件下工作,无需使用昂贵的贵金属作为电极催化剂,极大地降低制氢系统成本。

附图说明

[0022] 附图以示例而非限制的方式大体示出了本文中所讨论的各个实施例。

- [0023] 图1为本发明的阴离子交换膜电解槽局部爆炸结构示意图；
- [0024] 图2为本发明的单个阴离子交换膜电解小室爆炸结构示意图；
- [0025] 图3为本发明的阴离子交换膜电解槽的阴极极板结构示意图；
- [0026] 图4为本发明的阴离子交换膜电解槽的阳极极板结构示意图；
- [0027] 图5为本发明的阴离子交换膜电解槽的阴极极框结构示意图；
- [0028] 图6为本发明的阴离子交换膜电解槽的阳极极框结构示意图。
- [0029] 符号说明：
- [0030] 1-阴极端板；2-阴极极板；3-阴极极框；4-阴极流场板；5-阴极集电器；6-膜电极；7-阳极集电器；8-阳极流场板；9-阳极极框；10-阳极极板；11-阳极端板；12-阴极电解液进口；13-阴极氢气和电解液出口；14-阳极电解液进口；15-阳极氧气和电解液出口；16-阴极进液沟槽；17-阴极出氢气出液沟槽；18-阳极进液沟槽；19-阳极出氧气出液沟槽；20-电解液进液管；21-气体和电解液出液管；22-拉杆。

具体实施方式

[0031] 为了能够更加详尽地了解本申请实施例的特点与技术内容，下面结合附图对本申请实施例的实现进行详细阐述，所附附图仅供参考说明之用，并非用来限定本申请实施例。

[0032] 在本申请实施例记载中，需要说明的是，除非另有说明和限定，术语“连接”应做广义理解，例如，可以是电连接，也可以是两个元件内部的连通，可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，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的具体含义。

[0033] 本实施例提供了一种阴离子交换膜电解槽，如图1所示，包括：阴极端板1、阴极极板2、阴极极框3、阴极流场板4、阴极集电器5、膜电极6、阳极集电器7、阳极流场板8、阳极极框9、阳极极板10和阳极端板11。

[0034] 如图2所示，阴极极板2和阳极极板10将阴极流场板4、阴极集电器5、膜电极6、阳极集电器7和阳极流场板8夹紧构成一个电解小室。

[0035] 电解槽包括由拉杆22串接的阴极端板1、串联的至少一个电解小室分、及阳极端板11，拉杆22两端通过螺母锁紧。

[0036] 在一些实施例中，阴极端板1、阴极极板2、阴极流场板4、阴极集电器5、膜电极6、阳极集电器7、阳极流场板8、阳极极板10和阳极端板11均为圆形，同轴设置，电解槽为圆柱形结构。

[0037] 在一些实施例中，阴极极框3和阳极极框9为环形，阴极流场板4、阴极集电器5嵌入到阴极极框3内，阳极集电器7、阳极流场板8嵌入到阳极极框9内，膜电极6置于阴极极框3和阳极极框9之间。

[0038] 在一些实施例中，阴离子交换膜包括以下至少之一：聚苯醚类阴离子交换膜、聚芳醚砜类阴离子交换膜、聚烯烃类阴离子交换膜、聚苯并咪唑类阴离子交换膜以及其他类聚醚酮、聚芳醚腈、聚芳烯类聚合物或无醚氧键的芳香聚合物阴离子交换膜。

[0039] 在一些实施例中，阳极催化剂材料包括为镍或铜钴氧，阴极催化剂材料包括镍或镍合金，对应涂覆于阴离子交换膜两侧表面。

[0040] 这里，阴极催化剂为析氢催化剂，阳极催化剂为析氧催化剂。

[0041] 在一些实施例中,阴极极板2、阴极极框3、阳极极板10、阳极极框9对称设置在膜电极6的两侧,用于固定膜电极6。

[0042] 阴极极板2、阴极极框3和阳极极框9、阳极极板10均为圆形结构,同轴设置在膜电极6两侧,用于夹持膜电极6。

[0043] 在一些实施例中,阴极极板2和阳极极板10为金属双极板。

[0044] 如图3所示,阴极极板2开设有至少一个阴极电解液进口12和至少一个阴极氢气和电解液出口13。

[0045] 如图4所示,阳极极板10开设有至少一个阳极电解液进口14和至少一个阳极氧气和电解液出口15。

[0046] 在一些实施例中,阴极极框3和阳极极框9的材料包括不锈钢、钛钢、钛、镍或高分子聚合物。

[0047] 如图5所示,阴极极框3开设有至少一个阴极电解液进口12和至少一个阴极氢气和电解液出口13,以及连接阴极电解液进口12与阴极极框3内部空腔的的阴极进液沟槽16和连接阴极氢气和电解液出口13与阴极极框3内部空腔的的阴极出氢气出液沟槽17。

[0048] 如图6所示,阳极极框9开设有至少一个阳极电解液进口14和至少一个阳极氧气和电解液出口15,以及连接阳极电解液进口14与阳极极框9内部空腔的的阳极进液沟槽18和连接阳极氧气和电解液出口15与阳极极框9内部空腔的的阳极出氧气出液沟槽19。

[0049] 在一些实施例中,阴极集电器5和阳极集电器7的材料包括:不锈钢网、镍网、泡沫镍、钛网、钛毡、多孔钛板、碳布、碳纸、碳毡,或通过热喷涂、高温烧结、电沉积或真空蒸镀方法涂覆了一层功能材料的多孔金属材料中的一种或几种组合。

[0050] 阴极集电器5和阳极集电器7均用于汇集电流,阴极流场板4和阳极流场板8均用于电解槽内部气液流场分布。电解槽由多个电解小室组成,其两端分别为阴极端板1和阳极端板11,两端端板与极板之间设有密封绝缘垫片,并通过穿过两块端压板的拉杆22及紧固螺母拉紧。这里,拉杆22可以是金属材质杆,两端设置有螺纹,用于与螺母紧固连接。

[0051] 膜电极6将阴极极板2和阳极极板10之间的腔室隔开为阴极电解室和阳极电解室;其中,阴极电解室为阴极极板2和膜电极6之间的腔室,阳极电解室为阳极极板10和膜电极6之间的腔室;

[0052] 阴极极板2上设置阴极电解液进口12和阴极氢气和电解液出口13,分别用于阴极电解室输入碱液和输出含氢碱液;阳极极板10上设置阳极电解液进口14和阳极氧气和电解液出口15,分别用于阳极电解室输入碱液和输出含氧碱液。

[0053] 阴极端板1和阳极端板11分别连接有电解液进液管20和气体和电解液出液管21,阴极端板1和阳极端板11连接的电解液进液管20和气体和电解液出液管21分别连通阴极电解室和阳极电解室。其中,图中未示出阴极端板1侧连接电解液进液管20和气体和电解液出液管21的具体结构,其与阳极端板11侧相对应,可参照阳极端板11侧。具体地,阳极端板11侧连接的电解液进液管20与阳极电解液进口14连通,气体和电解液出液管21与阳极氧气和电解液出口15连通;阴极端板1侧连接的电解液进液管20与阴极电解液进口12连通,气体和电解液出液管21与阴极氢气和电解液出口13连通。

[0054] 电解槽工作前,先分别通过电解液进液管20向阴极电解室和阳极电解室输入碱液,待碱液能够从气体和电解液出液管21流出时,再通过导体将电压施加在阴极极板2和

阳极极板10,使电解槽通电运行,膜电极6两侧分别产生氢气和氧气,并分别通过气体和电解液出液管21向外输出含氢碱液和含氧碱液。

[0055] 本申请上述实施例一种碱性阴离子交换膜电解槽具有结构简单、组装过程方便、响应快的优势,能够很好地适应可再生能源的波动性,应用于可再生能源制氢领域,可提高经济性。该装置可在碱性或纯水条件下工作,无需使用昂贵的贵金属作为电极催化剂,极大程度地降低制氢系统成本。

[0056] 以上描述仅为本申请的较佳实施例以及对所运用技术原理的说明。本领域技术人员应当理解,本申请中所涉及的公开范围,并不限于上述技术特征的特定组合而成的技术方案,同时也应涵盖在不脱离上述公开构思的情况下,由上述技术特征或其等同特征进行任意组合而形成的其它技术方案。例如上述特征与本申请中公开的(但不限于)具有类似功能的技术特征进行互相替换而形成。

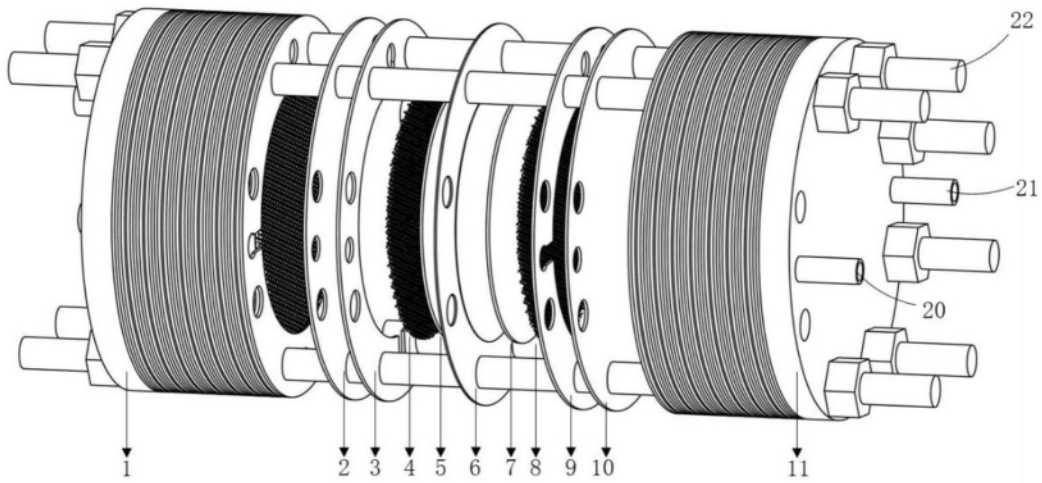


图1

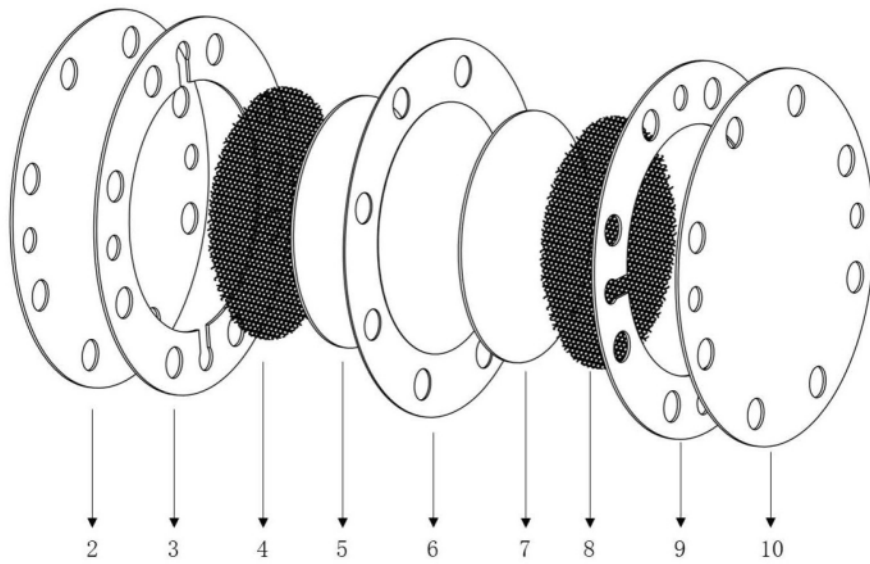


图2

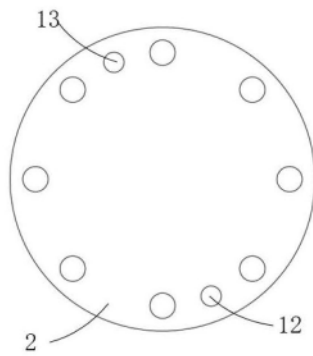


图3

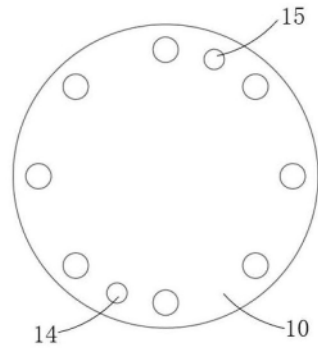


图4

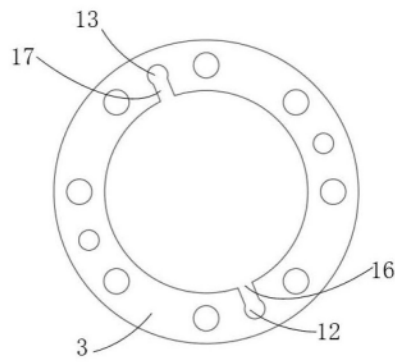


图5

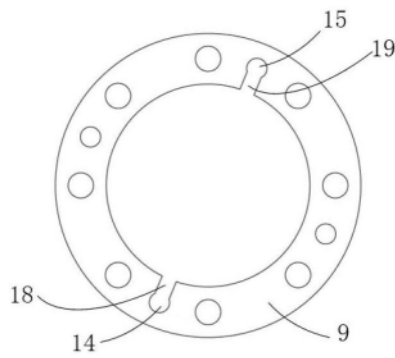


图6