



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118835259 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 25

(21) 申请号 202411189141.2

(22) 申请日 2024.08.28

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72) 发明人 杨小涛 卫海桥 马非 赵军

李文甲

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

专利代理师 程毓英

(51) Int. Cl.

G25B 9/23 (2021.01)

G25B 9/70 (2021.01)

G25B 1/04 (2021.01)

G25B 11/036 (2021.01)

G25B 15/08 (2006.01)

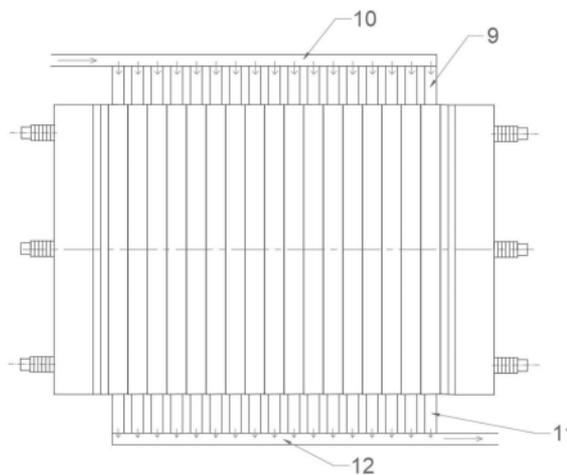
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种阴离子交换膜水电解制氢电解槽

(57) 摘要

本发明涉及一种阴离子交换膜水电解制氢电解槽,包括多个膜电极组件、双极板、两侧集流板、两侧绝缘垫片、两侧端板,所述膜电极组件包括阴离子交换膜、阴极和阳极。所述阴离子交换膜水电解制氢电解槽包括阴阳两极体外气液循环通道,所述阴阳两极体外气液循环通道包括电解液进口主路,电解液出口主路,氧气出口主路、氢气出口主路,用以将各小室相应的进液口或出气口通过支路并联一起,所述双极板两侧流场附近的相邻小室侧向之间完全隔离。



1. 一种阴离子交换膜水电解制氢电解槽,包括多个膜电极组件、双极板、两侧集流板、两侧绝缘垫片、两侧端板,所述膜电极组件包括阴离子交换膜、阴极和阳极,其特征在于,所述阴离子交换膜水电解制氢电解槽包括阴阳两极体外气液循环通道,所述阴阳两极体外气液循环通道包括电解液进口主路,电解液出口主路,氧气出口主路、氢气出口主路,用以将各小室相应的进液口或出气口通过支路并联一起,所述双极板两侧流场附近的相邻小室侧向之间完全隔离。

2. 根据权利要求1所述的阴离子交换膜水电解制氢电解槽,其特征在于,阴阳两极体外气液循环通道包括与各个小室分别连通的若干小室电解液进口支路、电解液出口支路、氧气出口支路、氢气出口支路,分别并联到相应的电解液进口主路、电解液出口主路、氧气出口主路、氢气出口主路。

3. 根据权利要求1所述的阴离子交换膜水电解制氢电解槽,其特征在于,所述阴阳两极体外气液循环通道包括阳极体外气液循环通道(9、10、11、12)和阴极体外气液循环通道(17、18、19、20),其中,阳极体外气液循环通道(9、10、11、12)包括小室阳极侧电解液进口支路(9)、电解槽阳极侧电解液进口主路(10)、若干小室阳极侧氧气出口支路(11)、电解槽阳极侧氧气出口主路(12),用于在电解槽外部分别将各小室的阳极侧进液口和阳极侧氧气出口通过各条支路并联到相应的主路;所述阴极体外气液循环通道(17、18、19、20)包括若干小室阴极侧电解液进口支路(17)、电解槽阴极侧电解液进口主路(18)、若干小室阴极侧氢气出口支路(19)、电解槽阴极侧氢气出口主路(20),用于在电解槽外部分别将各小室的小室阴极侧进液口和小室阴极侧氢气出口通过各条支路并联到相应的主路。

4. 根据权利要求3所述的阴离子交换膜水电解制氢电解槽,其特征在于,当不需要阴极供给电解液时,将电解槽阴极侧电解液进口主路(18)关闭。

5. 根据权利要求3所述的阴离子交换膜水电解制氢电解槽,其特征在于,所述阴阳两极体外气液循环通道采用快插组合式结构,用于常压的情况。

一种阴离子交换膜水电解制氢电解槽

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电解槽,特别涉及一种阴离子交换膜水电解制氢电解槽。

背景技术

[0002] 氢是一种理想的能量储存介质,具有能量密度高、清洁无污染等优点。发展氢能是解决能源危机的重要手段,在未来的能源结构中,氢能可以应用于冶金、炼钢、交通运输等多个领域。而利用可再生能源电解水制取绿氢不仅能够解决可再生能源的电网消纳和储存问题,也能解决绿氢的来源问题,被认为是能源结构绿色低碳转型的关键支撑之一,受到各国高度重视,已成为国际竞争的关键领域。

[0003] 随着氢能产业的迅猛发展,阴离子交换膜水电解制氢技术因其电流密度高、成本低、不使用贵金属催化剂等显著优势,逐渐成为制氢领域的研究焦点。目前,市场上主流的阴离子交换膜水电解制氢电解槽主要由膜电极组件、金属双极板和密封垫片等零部件组成。这些零部件的相互配合在阴离子交换膜水电解制氢电解槽内部形成了若干电解小室,同时也分别形成了阴阳两极区域的进液和出气通道。为了保证电解槽的安全可靠运行,阴极与阳极侧的氢/氧进出通道之间应避免互混,氢氧混合极易发生爆炸。另外氢氧混合后也会增加氢气或氧气的提纯成本。而且,阴极与阳极侧的进液通道如果连通,也会使电解槽无法进行干阴极运行模式,影响其电解效率。因此,各小室阴极与阳极侧的进液和出气通道结构会影响电解槽的整体性能以及制氢成本,而改进该进液和出气通道结构成为设计阴离子交换膜水电解制氢电解槽的关键。

[0004] 尽管现有阴离子交换膜水电解制氢电解槽技术在制氢领域取得了一定的成果,但在实际应用过程中,仍存在以下不足:

[0005] (1) 双极板设计问题:现有的阴离子交换膜水电解制氢电解槽中,双极板上设计有用于密封的沟槽和气液循环通道。这种设计使得双极板的加工难度较大,装配精度难以保证。在实际操作过程中,双极板与膜电极组件、密封垫片之间的密封性能不佳,导致阴阳两极气液容易互混,影响电解槽的正常运行和氢气纯度。

[0006] (2) 装配精度问题:由于双极板上的沟槽和气液循环通道加工难度大,导致装配精度难以保证。在电解槽运行过程中,零部件之间的装配间隙可能导致气液泄漏,进一步加剧阴阳两极气液的互混现象。

[0007] (3) 密封性能问题:双极板与膜电极组件、密封垫片之间的密封性能是影响电解槽性能的重要因素。现有技术中,由于装配精度不足,密封性能难以达到理想状态,导致电解槽运行不稳定,氢气产量和纯度受到影响。

[0008] 综上所述,现有阴离子交换膜水电解制氢电解槽技术面临氢氧互混、密封性能不佳等问题,不仅影响电解效率,还带来安全隐患。因此,针对这些问题进行技术改进显得尤为迫切。本发明旨在针对上述问题,提出一种新型的阴离子交换膜水电解制氢电解槽设计结构,以期为氢能产业的发展提供有力支持。

发明内容

[0009] 针对现有阴离子交换膜水电解制氢电解槽双极板加工费用高,密封性能不足和槽体内部有氢氧互混风险的问题:本发明的目的是提供一种工艺简单、结构合理、制造成本低,节能环保的阴离子交换膜水电解制氢电解槽。本发明的技术方案是:

[0010] 一种阴离子交换膜水电解制氢电解槽,包括多个膜电极组件、双极板、两侧集流板、两侧绝缘垫片、两侧端板,所述膜电极组件包括阴离子交换膜、阴极和阳极,其特征在于,所述阴离子交换膜水电解制氢电解槽包括阴阳两极体外气液循环通道,所述阴阳两极体外气液循环通道包括电解液进口主路,电解液出口主路,氧气出口主路、氢气出口主路,用以将各小室相应的进液口或出气口通过支路并联一起,所述双极板两侧流场附近的相邻小室侧向之间完全隔离。

[0011] 进一步的,阴阳两极体外气液循环通道包括与各个小室分别连通的若干小室电解液进口支路、电解液出口支路、氧气出口支路、氢气出口支路,分别并联到相应的电解液进口主路、电解液出口主路、氧气出口主路、氢气出口主路。

[0012] 进一步的,所述阴阳两极体外气液循环通道包括阳极体外气液循环通道(9、10、11、12)和阴极体外气液循环通道(17、18、19、20),其中,阳极体外气液循环通道(9、10、11、12)包括小室阳极侧电解液进口支路(9)、电解槽阳极侧电解液进口主路(10)、若干小室阳极侧氧气出口支路(11)、电解槽阳极侧氧气出口主路(12),用于在电解槽外部分别将各小室的阳极侧进液口和阳极侧氧气出口通过各条支路并联到相应的主路;所述阴极体外气液循环通道(17、18、19、20)包括若干小室阴极侧电解液进口支路(17)、电解槽阴极侧电解液进口主路(18)、若干小室阴极侧氢气出口支路(19)、电解槽阴极侧氢气出口主路(20),用于在电解槽外部分别将各小室的小室阴极侧进液口和小室阴极侧氢气出口通过各条支路并联到相应的主路。

[0013] 进一步的,当不需要阴极供给电解液时,将电解槽阴极侧电解液进口主路(18)关闭。

[0014] 进一步的,所述阴阳两极体外气液循环通道采用快插组合式结构,用于常压的情况。

[0015] 本发明的阴离子交换膜水电解制氢电解槽,通过在电解槽体外设置独立的气液循环通道,将直接发生在电解槽内部的气液密封问题转移至外部,使各小室拥有相对独立的气液循环腔,小室之间的气液连通仅在外部通道进行,可有效隔绝阴极和阳极的气液,避免氢气和氧气互混,同时也避免了气体产物在槽体内部的积聚,防止阻碍电极上的活性位点或导电界面。通过这种设计,可以提高阴离子交换膜水电解制氢电解槽的整体性能和氢气产量。本发明的有益效果是:

[0016] 1) 本发明淘汰了各双极板之间的互连进出液结构,采用电解槽体外进出液结构,规避了多组双极板叠加形成多个密封面的情况,解决阴离子交换膜电解槽内部池间密封难题,有效防止氢氧互混,降低爆炸风险,提高安全性。

[0017] 2) 本发明淘汰了各双极板之间的互连进出液结构,采用电解槽体外进出液结构,规避了传统双极板、密封垫片孔道和密封面的加工难题,也简化了电解槽双极板堆叠安装工艺的精度要求,减少了双极板、密封垫片的制造成本。

[0018] 2) 本发明采用的电解槽体外进出液结构,便于检查气液通道的漏点,同时也便于

对其维修,降低了电解槽的维护成本。

[0019] 3) 本发明采用的电解槽体外进出液结构,能够在某一小室发生故障时(比如膜出现穿孔,阴阳两极导通),通过封闭该小室气液循环通道支路的方式,及时隔离该故障,避免拆开槽体进行大修,延长了电解槽的使用寿命。

[0020] 4) 本发明采用的电解槽体外进出液结构,能够做成密封性更高的整管并联阴阳两极体外气液循环通道,便于电解槽采用更高的工作压力生产高压高纯氢气,减少后续对氢气进行二次加压和提纯的成本,达到降低生产成本的目的,同时高压电解槽能够适用于更广泛的工业应用场景。

附图说明

[0021] 下面结合实施例附图对本发明作进一步说明,但不作为对本发明的限定。

[0022] 图1是本发明阴离子交换膜水电解制氢电解槽在未安装体外气液循环通道时的主视图;

[0023] 图2是本发明阴离子交换膜水电解制氢电解槽在安装有阳极侧体外气液循环通道时的俯视图;

[0024] 图3是本发明阴离子交换膜水电解制氢电解槽在安装有阴极侧体外气液循环通道时的俯视图;

[0025] 图4是图1中膜电极组件7的组成示意图;

[0026] 图中:1、左端板;2、紧固螺栓;3、弹簧垫片与螺母;4、左绝缘垫片;5、左集流板;6、双极板;7、膜电极组件;8、小室阳极侧氧气出口;9、小室阳极侧电解液进口支路;10、电解槽阳极侧电解液进口主路;11、小室阳极侧氧气出口支路;12、电解槽阳极侧氧气出口主路;13、右集流板;14、右绝缘垫片;15、右端板;16、小室阴极侧电解液进口;17、小室阴极侧电解液进口支路;18、电解槽阴极侧电解液进口主路;19、小室阴极侧氢气出口支路;20、电解槽阴极侧氢气出口主路;7-1、阴离子交换膜;7-2、阳极;7-3、阴极;7-4、阳极侧密封垫片;7-5、阴极侧密封垫片。

具体实施方式

[0027] 下面将结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。此处所描述的具体实施方式仅用于解释本发明,并不用于限定本发明的保护范围。

[0028] 这种阴离子交换膜水电解制氢电解槽的设计方法是,它通过在传统的阴离子交换膜水电解制氢电解槽体外设计进出液结构,规避了多组双极板叠加形成多个密封面的情况,解决了阴离子交换膜电解槽内部池间密封难题,同时也达到了简化工艺、降低制造成本的目的。

[0029] 实施例1:

[0030] 如图1、图2和图3所示,一种阴离子交换膜水电解制氢电解槽,它包括左端板1、左绝缘垫片4、左集流板5、若干双极板6、若干膜电极组件7、右集流板13、右绝缘垫片14、右端板15、若干小室阳极侧电解液进口支路9、电解槽阳极侧电解液进口主路10、若干小室阳极侧氧气出口支路11、电解槽阳极侧氧气出口主路12、若干小室阴极侧电解液进口支路17、电解槽阴极侧电解液进口主路18、若干小室阴极侧氢气出口支路19、电解槽阴极侧氢气出口

主路20等组成。

[0031] 所述的电解槽在左端板1和右端板15之间通过紧固螺栓2、若干弹簧垫片/螺母3固定。紧固螺栓2表面有耐碱的绝缘热缩管。

[0032] 所述左绝缘垫片4设置在左端板1与左集流板5之间。电解槽右侧同样设置。

[0033] 所述左集流板5和右集流板13表面做有导电镀层,且耐强碱腐蚀。

[0034] 所述双极板6上不再留有传统堆叠电解槽中使用的小室间进液/出气用垂直通孔,从结构上避免了各小室之间气液互混情况的出现。

[0035] 所述密封垫片7-4和7-5可以是耐腐蚀的聚四氟乙烯、氟橡胶等材料或不同材料复合起来使用。密封垫片与阴离子交换膜7-1结合使用可以实现各小室内阳极7-2与阴极7-3之间的隔绝密封。

[0036] 所述阳极体外气液循环通道(9、10、11、12)是在电解槽外部分别将各小室的进液口和出氧气口通过一整根管并联在一起,可以采用无缝钢管技术制作,使电解槽能够在高压条件下安全产氢。

[0037] 所述阴极体外气液循环通道(17、18、19、20)同样如此。当不需要阴极供给电解液时,可将电解槽阴极侧电解液进口主路18关闭。

[0038] 如图4所示,图1中的膜电极组件7由阴离子交换膜7-1、阳极7-2、阴极7-3、阳极侧密封垫片7-4和阴极侧密封垫片7-5组成。

[0039] 所述电极(阳极7-2和阴极7-3)的形状可以是编织网状,纤维毡状、泡沫孔或平状板状,所述电极(阳极7-2和阴极7-3)也可以是带催化剂涂层的电极。

[0040] 实施例2:

[0041] 在实施例1的基础上做进一步说明,所述的阴阳两极体外气液循环通道(9、10、11、12、17、18、19、20)可采用一体式钢管结构,也可采用快插组合式结构,但这种方案不适用于供给高压液体或高流速的情况,可能存在漏液/漏气问题。不过这种快插组合式体外气液循环通道的阴离子交换膜水电解制氢电解槽安装、拆卸更方便,适用于常压、需要频繁拆装电解槽的情况。

[0042] 实施例3:

[0043] 在实施例1或2的基础上做进一步说明,所述各小室双极板6之间的配合面间隙可以使用密封胶封死。该方案可满足高压力密封需求,适用性强,满足不同型号的阴离子交换膜水电解制氢电解槽在3MPa、5MPa或更高的压力需求。

[0044] 本发明提供的阴离子交换膜水电解制氢电解槽及设计方法,不仅提升了电解槽的安全性和效率,还降低了制造成本,极具市场推广潜力。随着氢能产业的持续扩张,本发明有望在可再生能源电解制氢、能源存储等领域发挥重要作用,推动氢能技术的进一步发展。

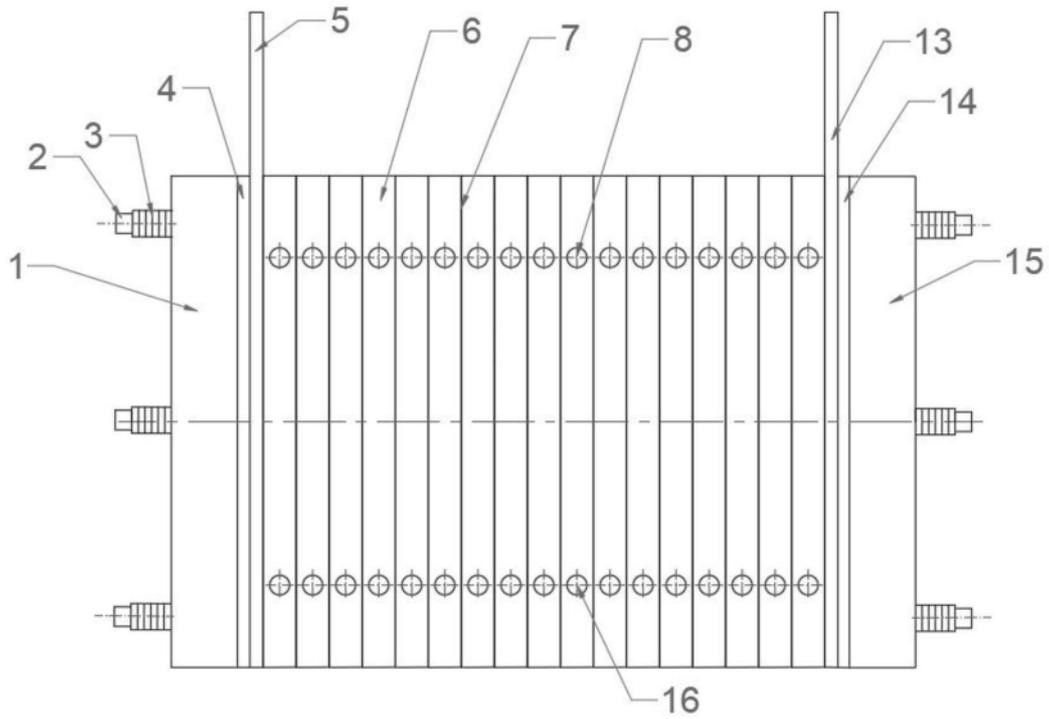


图1

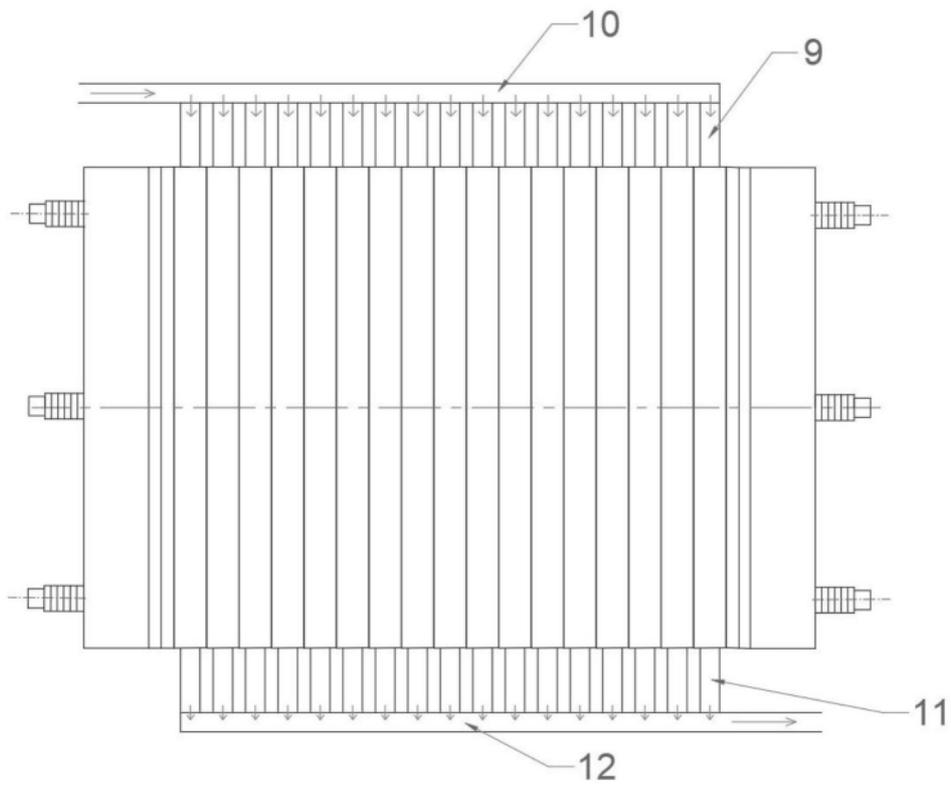


图2

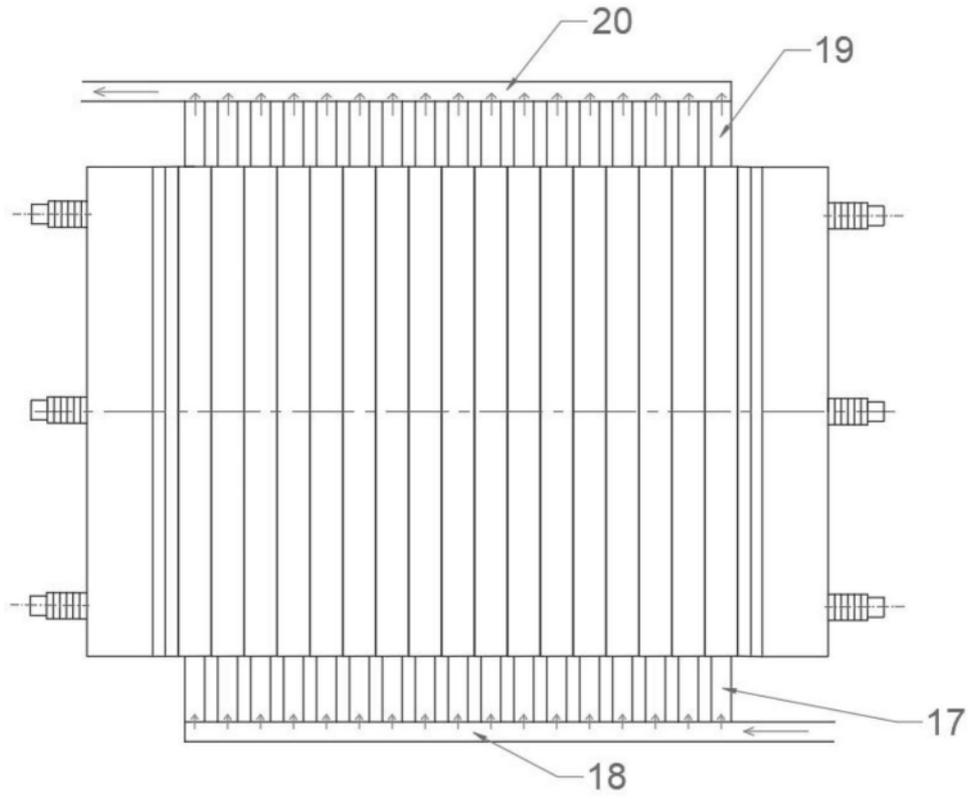


图3

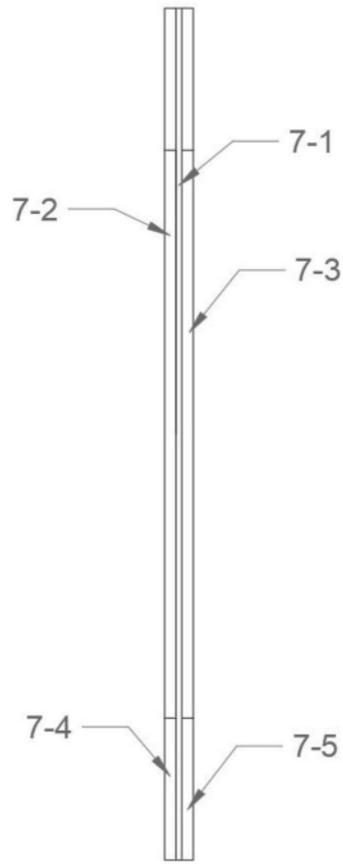


图4