



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209104276 U

(45)授权公告日 2019. 07. 12

(21)申请号 201821972326.0

(22)申请日 2018.11.28

(73)专利权人 中国科学院大连化学物理研究所

地址 116023 辽宁省大连市沙河口区中山路457-41号

专利权人 大连融科储能技术发展有限公司

(72)发明人 郑琼 李先锋 岳孟 张华民

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 马驰

(51)Int.Cl.

H01M 8/0258(2016.01)

H01M 8/026(2016.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

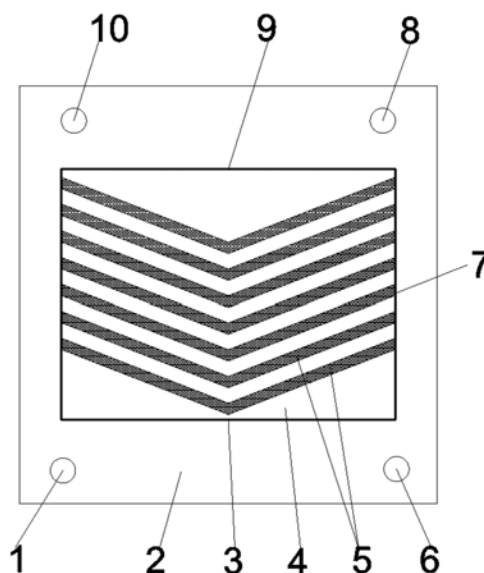
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)实用新型名称

一种适用于矩形液流电池的双极板

(57)摘要

一种适用于矩形液流电池的双极板,所述双极板为一矩形平板状结构,在平板的一侧表面或二侧表面中部有一用于与电极接触的矩形区域,称之为电极区域;电解液从矩形区域的矩形下部侧边流入经电极区域后再由矩形上部侧边流出,流入的矩形下部侧边称之为电极区域入口侧边,流出的矩形上部侧边称之为电极区域出口侧边;在电极区域的矩形左侧侧边和右侧侧边分别向电极区域中部设有1组由2个以上长条状凹槽构成的顺序间隔的长条状凹槽组。其结构简单,加工方便,通过在双极板上设计适当朝向的导流四边形状结构,来消除壁面附近的低流速区,从而实现矩形电池内部电解液的均匀分布,缓解局部效应,提高电解液利用率,最终提升电池性能,降低系统成本。



1. 一种适用于矩形液流电池的双极板,其特征在于:所述双极板为一矩形平板状结构,在平板的一侧表面或二侧表面中部有一用于与电极接触的矩形区域,称之为电极区域;电解液从矩形区域的矩形下部侧边流入经电极区域后再由矩形上部侧边流出,流入的矩形下部侧边称之为电极区域入口侧边,流出的矩形上部侧边称之为电极区域出口侧边;在电极区域的矩形左侧侧边和右侧侧边分别向电极区域中部设有1组由2个以上长条状凹槽构成的顺序间隔的长条状凹槽组。

2. 按照权利要求1所述双极板,其特征在于:

2组侧边向电极区域中部开设的长条状凹槽在板体所在平面A上,以电极区域入口侧边的中垂线B成轴对称;长条状凹槽平行于平面A的截面为四边形C,四边形C中二条相对边中的一条边与矩形左侧侧边或右侧侧边重合、另一条边D位于重合边的下方;另二条相对边分别为靠上的边E和靠下的边F;

2组长条状凹槽组中的2个以上长条状凹槽一一左右对称设置;相对称凹槽边D相重合,相对称的边E和相对称的边F分别相交成V字形;或,相对称凹槽边D相间隔,相对称的边E和相对称的边F分别成对应的倒八字形。

3. 按照权利要求2所述双极板,其特征在于:

V字形或倒八字形凹槽由两个长条状凹槽组成,这些凹槽组成的V字形或倒八字形的底部朝向电解液流入侧边,开口方向朝向电解液流出侧边;组成V字形凹槽的两条长条状凹槽相互连通,但组成倒八字形的两个长条状凹槽彼此不连通。

4. 按照权利要求2所述双极板,其特征在于:

边E或边F所在直线分别与中垂线B呈 $5\sim 85^\circ$ 的夹角。

5. 按照权利要求1所述双极板,其特征在于:于双极板上开设有作为正负极电解液流入和流出口的4个通孔。

一种适用于矩形液流电池的双极板

技术领域

[0001] 本实用新型涉及液流电池领域,特别涉及液流电池或电堆双极板。

背景技术

[0002] 化石能源消耗引发了诸如温室效应、冰川融化、气候变化等一系列环境问题,使得人们将更多的目光投向了可再生能源。可再生能源具有不连续和不稳定的特点,为了更好地利用可再生能源,人们开发了一系列储能技术,其中电化学储能具有地域环境限制低、灵活性高等特点,受到了广泛关注。在众多电化学储能技术中,以全钒液流电池为代表的液流电池十分适合于大规模储能应用。液流电池活性物质通常溶解于液体中,电池运行时,溶有活性物质的电解液在泵的推动作用下游经多孔电极而发生电化学反应,从而实现能量的存储与释放。液流电池中,电解液的流动特性与电池性能密切相关。但采用现有的结构,电解液的分布均匀性难以得到保证,尤其是在平行于进出口截面方向上,在靠近壁面的位置,这会进一步影响活性物质浓度的分布,使得电池性能降低。

实用新型内容

[0003] 针对液流电池中壁面附近电解液流速下降引起的性能下降问题,提出一种新型的液流电池双极板结构,其结构简单,加工方便,通过在双极板上设计适当朝向的导流四边形结构,来消除壁面附近的低流速区,从而实现矩形电池内部电解液的均匀分布,缓解局部效应,提高电解液利用率,最终提升电池性能,降低系统成本。

[0004] 为实现上述目的,本实用新型提供的具体技术方案如下:

[0005] 一种适用于矩形液流电池或电堆的双极板,所述双极板为一矩形平板状结构,在平板的一侧表面或二侧表面中部有一用于与电极接触的矩形区域,称之为电极区域;电解液从矩形区域的矩形下部侧边流入经电极区域后再由矩形上部侧边流出,流入的矩形下部侧边称之为电极区域入口侧边,流出的矩形上部侧边称之为电极区域出口侧边;在电极区域的矩形左侧侧边和右侧侧边分别向电极区域中部设有1组由2个以上长条状凹槽构成的顺序间隔的长条状凹槽组。

[0006] 本实用新型电池或电堆设计标准为:

[0007] 2组侧边向电极区域中部开设的长条状凹槽在板体所在平面A上,以电极区域入口侧边的中垂线B成轴对称;长条状凹槽平行于平面A的截面为四边形C,四边形C中二条相对边中的一条边与矩形左侧侧边或右侧侧边重合、另一条边D位于重合边的下方;另二条相对边分别为靠上的边E和靠下的边F;2组长条状凹槽组中的2个以上长条状凹槽一一左右对称设置;相对称凹槽边D相重合,相对称的边E和相对称的边F分别相交成V字形;或,相对称凹槽边D相间隔,相对称的边E和相对称的边F分别成对应的倒八字形。

[0008] V字形或倒八字形凹槽由两个长条状凹槽组成,这些凹槽组成的V字形或倒八字形的底部朝向电解液流入侧边,开口方向朝向电解液流出侧边;组成V字形凹槽的两条长条状凹槽相互连通,但组成倒八字形的两个长条状凹槽彼此不连通。

- [0009] 边E或边F所在直线分别与中垂线B呈 $5\sim 85^\circ$ 的夹角。
- [0010] 作为优选,组成所述V字形或倒八字形凹槽的长条状凹槽宽度为 $0.1\sim 100\text{mm}$,深度为 $0.1\sim 100\text{mm}$ 。
- [0011] 作为优选,组成所述V字形或倒八字形凹槽的长条状凹槽宽度和高度/深度相同,或遵循靠近电极区域电解液流入和流出截面中点处的导流四边形结构宽度较窄和/或深度/高度较小而远离端宽度较宽和/或深度/高度较大的原则。
- [0012] 作为优选,所述电解液流入、流出口直径 $0.1\sim 100\text{mm}$ 。
- [0013] 所述板体上电极区域四周板体宽度为 $1\sim 500\text{mm}$;板体厚度为 $0.1\sim 100\text{mm}$ 。
- [0014] 作为优选,组成所述V字形或倒八字形凹槽的长条状凹槽内部转角与各边缘交汇处均为弧形过渡。
- [0015] 本实用新型提供的双极板材质可以选用石墨等材料,但不限于此。板体上的凹槽结构可采用机械加工雕刻成型、热压等,但不限于此。
- [0016] 较现有技术相比,本实用新型采用的双极板结构特别适用于矩形液流电池,可使电解液分配的均匀性得到极大提高,从而保证电池和电堆内部反应均匀一致,减弱局部效应,且可通过调整凹槽的高度或深度提高进出口方向电解液分布的均匀性,提高电解液利用率。尤其对于大功率电堆,可以有效较低成本,节约材料。
- [0017] 本实用新型技术方案带来的有益效果
- [0018] 该双极板结构简单,加工方便,通过促使电解液沿朝矩形壁面流动而有效提高电解液分配的均匀性,从而缓解局部效应,提升电池性能。具体来说:
- [0019] 受流体,尤其是液流本身粘性的影响,流体在靠近壁面区域流动时,在一定的范围内,越靠近壁面,流体的流速越小,直至壁面处流速降至0。因此,在该区域内电解液更新速率慢,随着反应的不进行,出现活性物质供应不足,进而极化增加,电压效率降低,电解液利用率降低,最终使得电池整体性能降低。
- [0020] 通过在壁面附近加设适当朝向的导流结构,使得电解液在壁面附近流速加快,从而消除壁面附近的滞留薄层,使得壁面附近的活性物质浓度升高,活性物质分布更均匀,降低电池极化,提升电池性能。

附图说明

- [0021] 图1矩形液流电池放电过程中内部浓度分布示意图
- [0022] 图2实施例1结构示意图;
- [0023] 图3实施例2结构示意图;
- [0024] 图4对比例3结构示意图;
- [0025] 符号说明:
- [0026] 1-负极电解液流入口,2-板体,3-电极区域入口侧边,4-电极区域,5-长条形凹槽,6-电极区域壁面,7-正极电解液流入口,8-负极电解液流出口,9-电极区域出口侧边,10-正极电解液流出口

具体实施方式

- [0027] 实施例1

[0028] 如图2所示,一种液流电池双极板。采用石墨压制而成,包括双极板板体2,板体上设有负极电解液流入入口1、负极电解液流出口8、正极电解液流入入口7、正极电解液流出口10。其中,负极电解液流入入口1和正极电解液流入入口7位于板体下底边侧,负极电解液流出口8和正极电解液流出口10位于板体板体上底边侧。板体中部设置有电极区域4,该区域为矩形,电极区域内设有V字形凹槽,该V字形凹槽可看作由两个长条状凹槽组成。

[0029] 板体厚度8mm;负极电解液流入入口1、负极电解液流出口8、正极电解液流入入口7和正极电解液流出口10均为圆形,直径14mm;电极区域所在的矩形中,作为入口和出口侧边的边长280mm,另外两条边长180mm。V字形凹槽的深度1mm,由14个长度相同,宽度为3mm的长条状凹槽组成,这些凹槽最左边和最右边的两条边与电极区域壁面重合。剩下的四条边与电解液入口和出口侧边的中垂线夹角为60°。

[0030] 板体两面加工有相同的V字形凹槽;所有存在转角的交汇点均以弧形过渡。双极板上的凹槽采用机械加工雕刻成型。

[0031] 实施例2

[0032] 如图3所示,一种液流电池双极板。采用石墨压制而成,包括双极板板体2,板体上设有负极电解液流入入口1、负极电解液流出口8、正极电解液流入入口7、正极电解液流出口10。其中,负极电解液流入入口1和正极电解液流入入口7位于板体下底边侧,负极电解液流出口8和正极电解液流出口10位于板体板体上底边侧。板体中部设置有电极区域4,该区域为矩形,电极区域内设有倒八字形凹槽,该倒八字形凹槽由两个长条状凹槽组成。

[0033] 板体厚度10mm;负极电解液流入入口1、负极电解液流出口8、正极电解液流入入口7和正极电解液流出口10均为圆形,直径12mm;电极区域所在的矩形中,作为入口和出口侧边的边长300mm,另外两条边长220mm。倒八字形凹槽的深度2mm,由14个长度相同,宽度为1.5mm的长条状凹槽组成,左侧凹槽最左边和右侧凹槽最右边与电极区域壁面重合。剩下的边与电解液入口和出口侧边的中垂线夹角为65°。

[0034] 板体两面加工有相同的倒八字形凹槽;所有存在转角的交汇点均以弧形过渡。双极板上的凹槽采用机械加工雕刻成型。

[0035] 对比例3

[0036] 对比例为无V字形或倒八字形凹槽的平板,结构如图4所示。以全钒液流电池为例,利用商业软件包COMSOL Multiphysics[®]进行模拟计算,模拟所用数学模型主要包括:

[0037] 动量守恒与连续性方程:

$$[0038] \quad \frac{\mu}{K} \vec{v} = -P + \mu^* [\nabla \vec{v} + (\nabla \vec{v})^T]$$

$$[0039] \quad \nabla \cdot \vec{v} = 0$$

[0040] 其中, \vec{v} 和P分别表示速度矢量和压强, μ 和 μ^* 分别表示电解质本征粘度和有效粘度,K表示多孔介质(多孔电极)的渗透性,由Carman-Kozeny方程求得。

[0041] 物料守恒方程:

$$[0042] \quad \vec{v} \nabla c_i - D_i^{eff} \nabla^2 c_i = S_i$$

[0043] 其中 c_i 为物料i的浓度, S_i 为物料i守恒方程中的源项, D_i^{eff} 为多孔电极区域内的有效扩散系数。

[0044] 边界条件与初始条件:

$$[0045] \begin{cases} P = P_{in} & (\text{入口}) \\ P = P_{out} & (\text{出口}) \\ \nabla P \cdot \vec{n} = 0 & (\text{其它边界}) \end{cases}$$

[0046] 其中入口压强设为24000Pa,出口压强设为0Pa。

[0047] 在模型中,将入口钒离子的浓度与充放电状态 (SoC) 相关联,以消除反应时间的影响。根据充分发展流的假设,出口处所有物料的扩散通量均设为0。壁面边界设为0通量。具体的表达式为:

$$[0048] \quad c_2^{in} = c_2^0 \cdot SoC$$

$$[0049] \quad c_3^{in} = c_2^0 \cdot (1-SoC) \quad (\text{负极入口})$$

$$[0050] \quad c_4^{in} = c_1^0 \cdot (1-SoC)$$

$$[0051] \quad c_5^{in} = c_1^0 \cdot SoC \quad (\text{正极入口})$$

$$[0052] \quad -D_i^{eff} \nabla c_i \cdot \vec{n} = 0 \quad (\text{出口})$$

$$[0053] \quad (-D_i^{eff} \nabla c_i + c_i \vec{v}) \cdot \vec{n} = 0 \quad (\text{其它边界})$$

[0054] c_1^0 与 c_2^0 分别为正极和负极钒离子的初始浓度,在此模型中设为1000mol m⁻³。模型收敛的相对误差因子为1×10⁻⁶。

[0055] 以厚度5mm的碳毡为电极,在120mA cm⁻²的电流密度下充电,SoC为90%时,对实施例和对比例模拟计算得到的结果如下表所示:

[0056]

序号	四价钒离子平均浓度 (mol m ⁻³)	平均浓差极化 (mV)	电解液利用率 (%)	功率密度 (W m ⁻²)
对比例 3	75	911	40	1310
实施例 1	80	452	58	1666
实施例 2	85	393	62	1899

[0057] 可见,采用本实用新型的双极板能显著提高电解液分布的均匀性。进而降低极化,减少局部放热,提高电解液利用率。

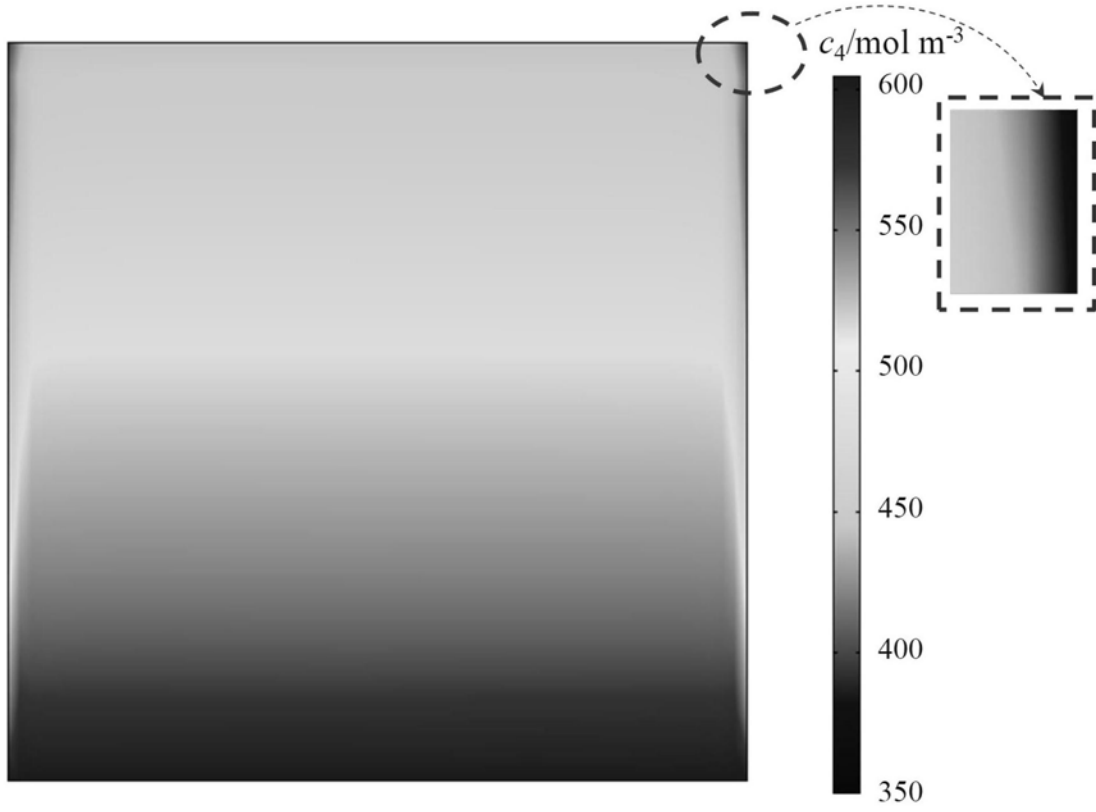


图1

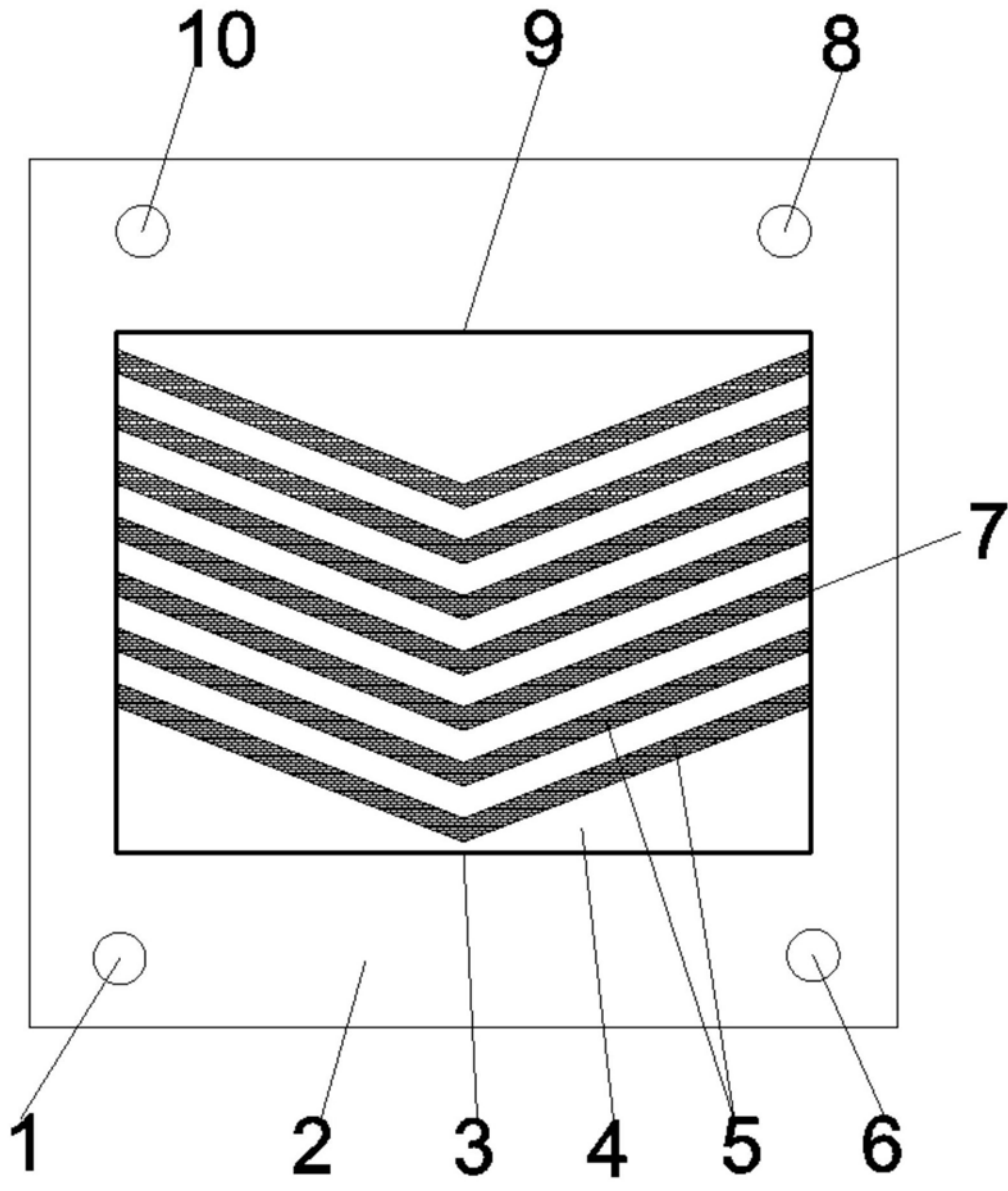


图2

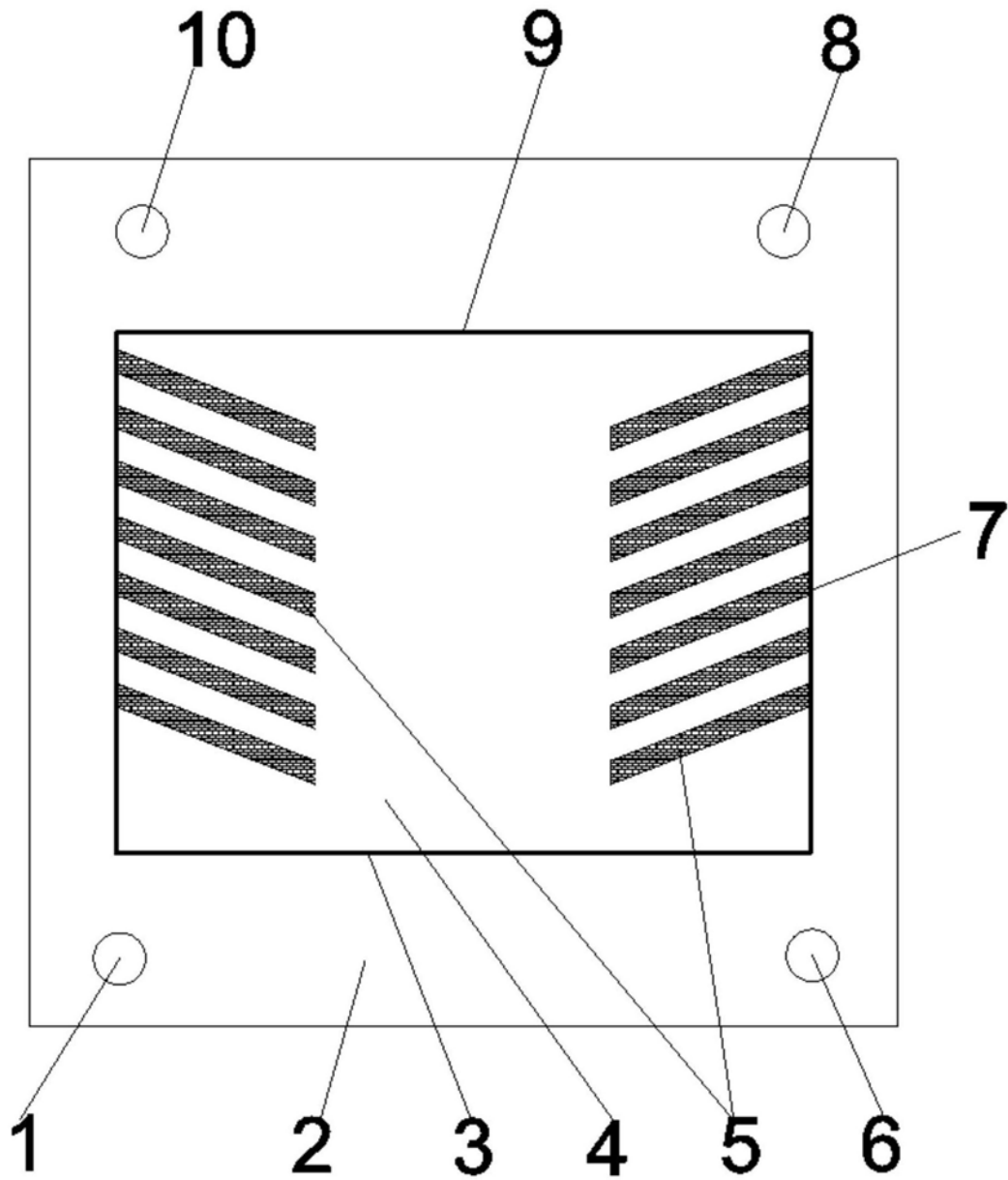


图3

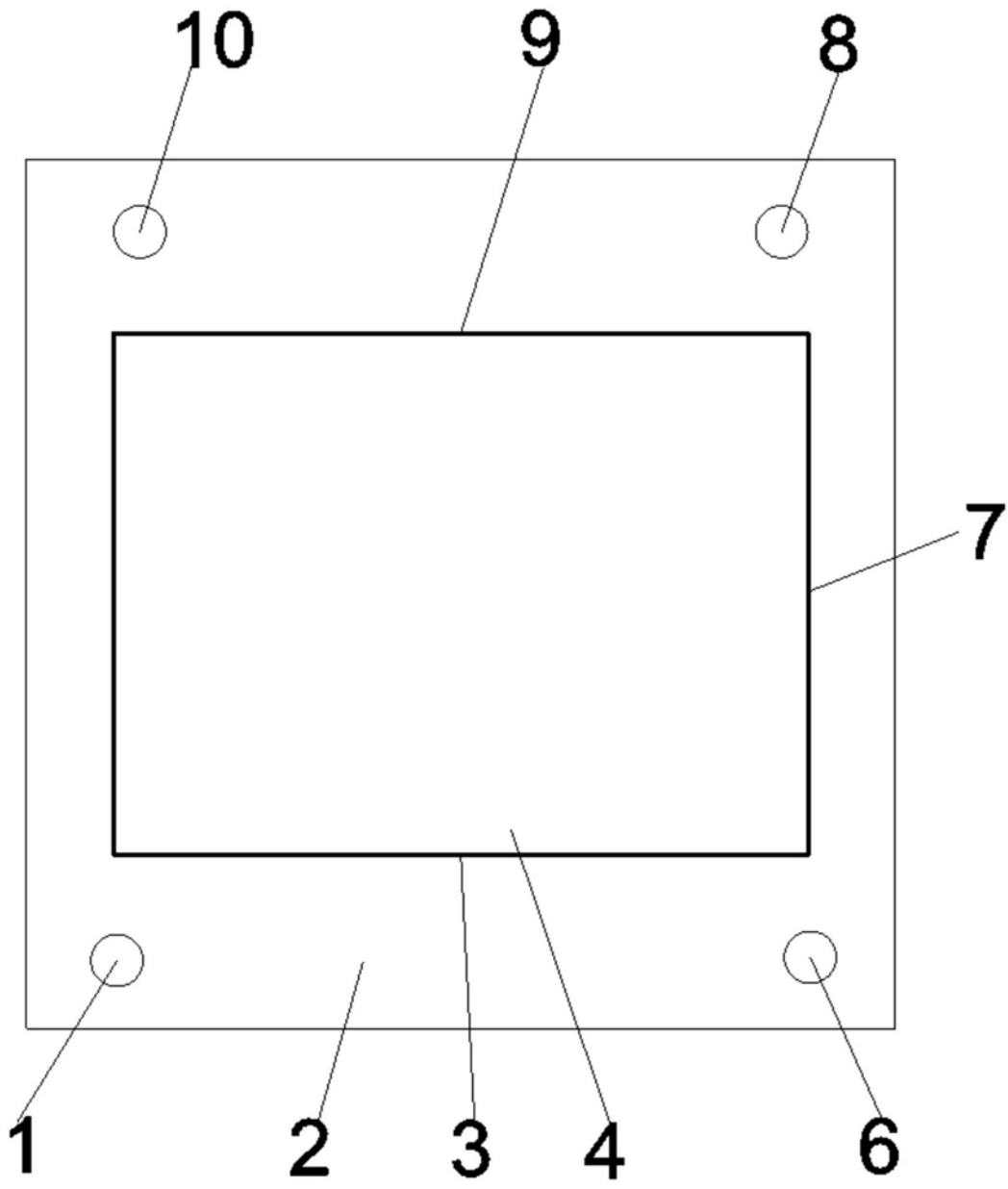


图4