



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116864730 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 10

(21) 申请号 202311044886.5

H01M 8/04276 (2016.01)

(22) 申请日 2023.08.18

H01M 8/0276 (2016.01)

(71) 申请人 大连融科储能技术发展有限公司  
地址 116023 辽宁省大连市高新技术产业  
园区信达街22号

(72) 发明人 王世宇 吴静波 江杉 王紫雪  
徐广民 陈放 陶媛媛

(74) 专利代理机构 大连智高专利事务所(特殊  
普通合伙) 21235  
专利代理师 胡景波

(51) Int. Cl.

H01M 8/0273 (2016.01)

H01M 8/18 (2006.01)

H01M 8/0258 (2016.01)

H01M 8/04186 (2016.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

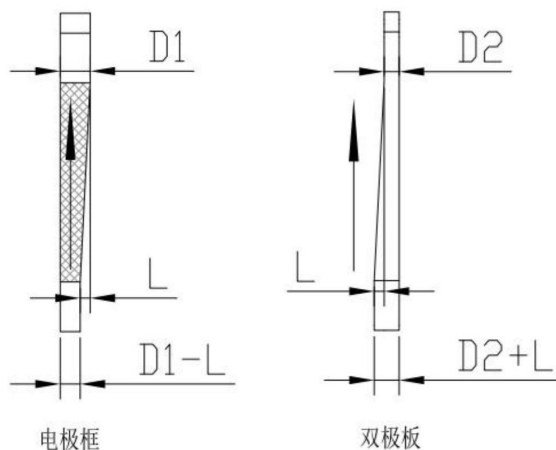
## (54) 发明名称

一种降低液流电池浓差极化的电极框和双极板

## (57) 摘要

本发明属于液流电池领域,公开了一种能够降低液流电池浓差极化的电极框和双极板,采用注塑或3D打印的方法形成电堆电极框,图中电解液流动方向是从电解液流动入口处到出口处的方向,电解液流动入口处和出口处厚度差为L,L范围为0.1~D1,电极框电解液出口处厚度为D1,电极框电解液入口处厚度为D1-L,电极框厚度范围为D1-L~D1;采用粘接或模压的方法形成电堆双极板,图中电解液流动方向是从电解液流动入口到出口的方向,电解液流动入口处和出口处厚度差为L,L范围为0.1~D1,双极板电解液出口处厚度为D2,双极板电解液入口处厚度为D2+L,双极板厚度范围为D2~D2+L.本发明结构使电解液中活性物质在多孔电极上反应更加均匀,从而可以减小浓差极化,提升电池性能。

电解液流动方向 →



1. 一种降低液流电池浓差极化的电极框,其特征是,电极框电解液出口处厚度为 $D_1$ ,电解液流动入口处和出口处厚度差为 $L$ , $L$ 范围为 $0.1\sim D_1$ ,电极框电解液入口处厚度为 $D_1-L$ ,电极框厚度范围为 $D_1-L\sim D_1$ 。

2. 如权利要求1所述的一种降低液流电池浓差极化的电极框,其特征是,电极框采用注塑或3D打印的方法制备。

3. 一种降低液流电池浓差极化的双极板,其特征是,双极板电解液出口处厚度为 $D_2$ ,电解液流动入口处和出口处厚度差为 $L$ , $L$ 范围为 $0.1\sim D_1$ ,双极板电解液入口处厚度为 $D_2+L$ ,双极板厚度范围为 $D_2\sim D_2+L$ 。

4. 如权利要求3所述的一种降低液流电池浓差极化的双极板,其特征是,双极板采用粘接或模压的方法制备。

5. 一种用于液流电池的电极框和双极板组合结构,其特征是,包括权利要求1所述的电极框、密封垫、权利要求3所述的双极板和电极。

6. 如权利要求5所述的一种用于液流电池的电极框和双极板组合结构,其特征是,所述电极的厚度均匀,电极厚度 $D_3$ 范围为 $1\sim 10\text{mm}$ 。

7. 如权利要求5所述的一种用于液流电池的电极框和双极板组合结构,其特征是,所述电极在电解液入口处的压缩率和在出口处的压缩率,取值范围均为 $10\%\sim 70\%$ ,电极在电解液入口处的压缩率是电解液出口处压缩率的 $1.2\sim 8$ 倍。

8. 如权利要求5所述的一种用于液流电池的电极框和双极板组合结构,其特征是,所述密封垫的厚度均匀,密封垫厚度 $D_4$ 范围为 $0.2\sim 3\text{mm}$ 。

9. 如权利要求5所述的一种用于液流电池的电极框和双极板组合结构,其特征是,所述密封垫的压缩系数 $\alpha$ 范围 $0.5\sim 1$ 。

## 一种降低液流电池浓差极化的电极框和双极板

### 技术领域

[0001] 本发明属于液流电池领域,涉及一种降低液流电池浓差极化的电极框和双极板。

### 背景技术

[0002] 液流电池是一种新型的电化学储能技术,近些年得到了一定程度的发展。在液流电池中,电解液是能量单元,是储存电能的媒介,电堆是功率单元,是电能与化学能互相转化的场所。在电堆内部,多孔电极(通常为碳毡、碳布或碳纸)是电解液中活性物质进行电化学反应的载体,在目前使用的电堆结构中,多孔电极通常被压缩在电极框的限定厚度内(多孔电极被压缩的程度一般用压缩率表示),多孔电极的压缩率需要选取合适的范围,压缩率过低,多孔电极过于松散会增加电池内阻,而压缩率过高,多孔电极被压缩过大,则可能阻碍电解液流动,也会降低电池性能。

[0003] 现有的技术中,由于电极框的厚度是一定的,整块多孔电极均采用相同的压缩率,电解液从入口流过多孔电极后流出的过程中,电解液流速始终相同,但电解液在流动过程中电化学反应在逐步进行,导致电解液中活性物质浓度从进口到出口逐渐降低,并且靠近出口处已参与完反应的电解液不能及时排出,从而产生较大的浓差极化损失,降低了电池效率。

### 发明内容

[0004] 为了弥补现有技术的不足,本发明提供一种降低液流电池浓差极化的电极框和双极板的组合结构,可以降低液流电池运行过程中的浓差极化,提高电池电压效率和能量效率。

[0005] 本发明技术方案如下:

[0006] 一种降低液流电池浓差极化的电极框,电极框电解液出口处厚度为 $D_1$ ,电解液流动入口处和出口处厚度差为 $L$ , $L$ 范围为 $0.1 \sim D_1$ ,电极框电解液入口处厚度为 $D_1 - L$ ,电极框厚度范围为 $D_1 - L \sim D_1$ 。

[0007] 进一步地,电极框采用注塑或3D打印的方法制备。

[0008] 一种降低液流电池浓差极化的双极板,双极板电解液出口处厚度为 $D_2$ ,电解液流动入口处和出口处厚度差为 $L$ , $L$ 范围为 $0.1 \sim D_1$ ,双极板电解液入口处厚度为 $D_2 + L$ ,双极板厚度范围为 $D_2 \sim D_2 + L$ 。

[0009] 进一步地,双极板采用粘接或模压的方法制备。

[0010] 一种用于液流电池的电极框和双极板组合结构,该组合结构包括上述电极框、密封垫、上述双极板和电极。

[0011] 进一步地,所述电极的厚度均匀,电极厚度 $D_3$ 范围为 $1 \sim 10\text{mm}$ 。

[0012] 进一步地,电极在电解液入口处的压缩率和在出口处的压缩率,取值范围为 $10\% \sim 70\%$ ,电极在电解液入口处的压缩率是电解液出口处压缩率的 $1.2 \sim 8$ 倍。

[0013] 进一步地,所述密封垫的厚度均匀,密封垫厚度 $D_4$ 范围为 $0.2 \sim 3\text{mm}$ 。

[0014] 进一步地,在实现密封过程中,密封垫被压缩,压缩系数 $\alpha$ 范围0.5~1。

[0015] 进一步地,由电极框、密封垫、双极板和电极组成的结构,厚度均匀,压缩后厚度为 $D1+D2+\alpha D4+\alpha D5$ ,电堆内单节的正极结构和负极结构相同,可实现电堆的密封,避免了电堆漏液风险,同时有效减少装堆成本。

[0016] 以上为本发明所述的一种降低液流电池浓差极化的电极框和双极板组合结构。为了本发明的更好理解,在此做进一步阐述:

[0017] 比值过低则斜坡设置没有意义,过高则会导致入口区域压缩率过大,影响电解液流速。

[0018] 在以往液流电堆结构设计中,为保证电解液均匀分配到电堆各单节电池,同时保证多孔电极能完全与电解液接触参与电化学反应,电解液的进液方式通常采取下方进液上方出液的方式。因此,在多孔电极的下方(电解液入口处)参与电化学反应的活性物质最为充足,随着活性物质反应的进行和电解液的向上传输,参与电化学反应的活性物质减少。

[0019] 本发明通过对电解液入口处和出口处不同厚度的设计,使得在电解液入口处多孔电极的压缩率最高,从而减缓电解液流速,使得电解液利用更加充分。在电解液自下方向上方流动过程中,电极压缩率逐渐降低,电解液流速逐渐增加。在电解液出口处多孔电极的压缩率最低,电解液流速加快,可以使活性物质不充足的电解液能够快速更新,避免产生局部反应物不充足的情况。与传统结构相比较,本发明结构电解液在多孔电极上的反应更加均匀,从而降低浓差极化。

[0020] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0021] 本发明提供的能够降低液流电池浓差极化的电极框、双极板及其组合结构,能够使多孔电极的压缩率线性变化,从而可以让电解液中活性物质在多孔电极上反应更加均匀,从而可以减小浓差极化,提升电池性能。

[0022] 本发明操作简单,成本较低,效果明显,适合大规模推广。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明电极框和双极板截面图;

[0024] 图2为本发明电极框、双极板以及多孔电极组装示意图。

[0025] 其中:1.多孔电极,2.电极框,3.双极板,D1.电极框电解液出口处厚度,D2.双极板电解液出口处厚度,L.电解液流动入口处和出口处厚度差。

## 具体实施方式

[0026] 为了更好的理解本发明,下面结合实施例进一步阐明本发明的内容,但本发明的内容不仅仅局限于以下实施例。

[0027] 如无特殊说明,本发明所采用的实验方法均为常规方法,所用实验器材、材料、试剂等均可从商业途径获得。

[0028] 本发明的组合结构包括电极框、密封垫、双极板和电极。电极框和双极板截面图如图1所示。

[0029] 采用注塑或3D打印的方法形成电堆电极框,图中电解液流动方向是从电解液流动入口处到出口处的方向,电解液流动入口处和出口处厚度差为L,L范围为0.1~D1,电极框

电解液出口处厚度为D1,电极框电解液入口处厚度为D1-L。电极框厚度范围为D1-L~D1。

[0030] 采用粘接或模压的方法形成电堆双极板,图中电解液流动方向是从电解液流动入口到出口的方向,电解液流动入口处和出口处厚度差为L,L范围为0.1~D1,双极板电解液出口处厚度为D2,双极板电解液入口处厚度为D2+L。双极板厚度范围为D2~D2+L。

[0031] 使用厚度均匀的电极作为活性电极,电极厚度D3范围为1~10mm。在电解液入口处,电极被压缩程度最高,压缩率计算公式为 $1 - (D1 - L + \alpha D4 + \alpha D5) / D3$ ;在电解液出口处,电极被压缩程度最低,压缩率计算公式为 $1 - (D1 + \alpha D4 + \alpha D5) / D3$ 。因此,电极压缩率在 $1 - (D1 + \alpha D4 + \alpha D5) / D3 \sim 1 - (D1 - L + \alpha D4 + \alpha D5) / D3$ 范围内。

[0032] 电极在电解液入口处的压缩率和在出口处的压缩率,取值范围为10%~70%。同时,电极在电解液入口处的压缩率是电解液出口处压缩率的1.2~8倍。

[0033] 电极框和双极板间通过厚度均匀的密封垫实现密封,密封垫厚度D4范围为0.2~3mm。在实现密封过程中,密封垫被压缩,压缩系数 $\alpha$ 范围0.5~1。

[0034] 电极框和离子膜间通过厚度均匀的密封垫实现密封,密封垫厚度D5范围为0.2~3mm。在实现密封过程中,密封垫被压缩,压缩系数 $\alpha$ 范围0.5~1。

[0035] 由电极框、密封垫、双极板和电极组成的结构,厚度均匀,压缩后厚度为D1+D2+ $\alpha$ D4+ $\alpha$ D5,电堆内单节的正极结构和负极结构相同,可实现电堆的密封,避免了电堆漏液风险,同时有效减少装堆成本。

[0036] 本发明液流电池选用技术工艺最成熟的全钒液流电池进行实施例说明,但并不限制液流电池的具体类型,本发明所述降低液流电池浓差极化的方法在其他种类液流电池中的应用同样在本发明保护范围之内。

[0037] 全钒液流电池电堆性能测试条件:选取用于全钒液流电池电堆的石墨碳毡作为电极,正负极电解液分别为 $VO_2^{2+}/VO_2^+$ 和 $V^{2+}/V^{3+}$ 的硫酸溶液,电堆工作温度为37~40℃。

[0038] 实施例1

[0039] 选用D1为5mm厚电极框,D2为2mm厚双极板,D3为6mm厚电极,D4和D5为0.2mm厚密封垫,L取值3.5mm,电极厚度为6mm,则电极在电解液入口处的压缩率为69.7%,在电解液出口处的压缩率为11.3%,电解液入口处和出口处的比值为6.1。

[0040] 组装成44节电堆,电极面积为920cm<sup>2</sup>。以100mA/cm<sup>2</sup>的电流密度进行恒流充放电(平均放电功率5kW),选取第5循环的数据作为初始性能数据。

[0041] 实施例2

[0042] 选用D1为5mm厚电极框,D2为2mm厚双极板,D3为6mm厚电极,D4和D5为0.2mm厚密封垫,L取值1.5mm,电极厚度为6mm,则电极在电解液入口处的压缩率为36.3%,在电解液出口处的压缩率为11.3%,电解液入口处和出口处的比值为3.2。

[0043] 组装成44节电堆,电极面积为920cm<sup>2</sup>。以100mA/cm<sup>2</sup>的电流密度进行恒流充放电(平均放电功率5kW),选取第5循环的数据作为初始性能数据。

[0044] 实施例3

[0045] 选用D1为5mm厚电极框,D2为2mm厚双极板,D3为6mm厚电极,D4和D5为0.2mm厚密封垫,L取值0.5mm,电极厚度为6mm,则电极在电解液入口处的压缩率为19.7%,在电解液出口处的压缩率为11.3%,电解液入口处和出口处的比值为1.7。

[0046] 组装成44节电堆,电极面积为920cm<sup>2</sup>。以100mA/cm<sup>2</sup>的电流密度进行恒流充放电(平

均放电功率5kW),选取第5循环的数据作为初始性能数据。

[0047] 对比例1

[0048] 使用传统的电极框以及双极板结构,选用D1为5mm厚电极框,D2为2mm厚双极板,D3为6mm厚电极,D4和D5为0.2mm厚密封垫,L取值0mm,则电极的压缩率为11.3%。

[0049] 组装成44节电堆,电极面积为920cm<sup>2</sup>。以100mA/cm<sup>2</sup>的电流密度进行恒流充放电(平均放电功率5kW),选取第5循环的数据作为初始性能数据。

[0050] 对比例2

[0051] 使用传统的电极框以及双极板结构,选用D1为2.5mm厚电极框,D2为2mm厚双极板,D3为6mm厚电极,D4和D5为0.2mm厚密封垫,L取值0mm,则电极的压缩率为53.0%。

[0052] 组装成44节电堆,电极面积为920cm<sup>2</sup>。以100mA/cm<sup>2</sup>的电流密度进行恒流充放电(平均放电功率5kW),选取第5循环的数据作为初始性能数据。

[0053] 实施例1-3和对比例1-2电堆在第5循环的性能见表1。

[0054] 表1实施例1-3、对比例1-2电堆的测试数据

[0055]

	电压效率(%)	能量效率(%)
实施例1	88.9	85.2
实施例2	89.7	86.1
实施例3	88.3	84.6
对比例1	87.1	83.2
对比例2	87.7	83.8

[0056] 从实施例1-3和对比例1-2可以看出,实施例1-3的电压效率和能量效率整体高于对比例,实施例2的效率最优,电压效率高出对比例2%以上,能量效率高出对比例3%。使用本发明所述方法可以显著降低电堆的浓差极化,提高电堆电压效率和能量效率。

[0057] 以上为本发明典型的实施例和对比例,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明创造的保护范围之内。

电解液流动方向 →

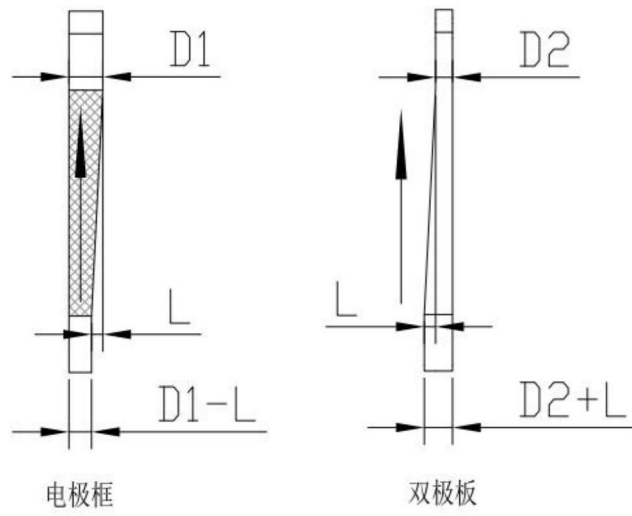


图1

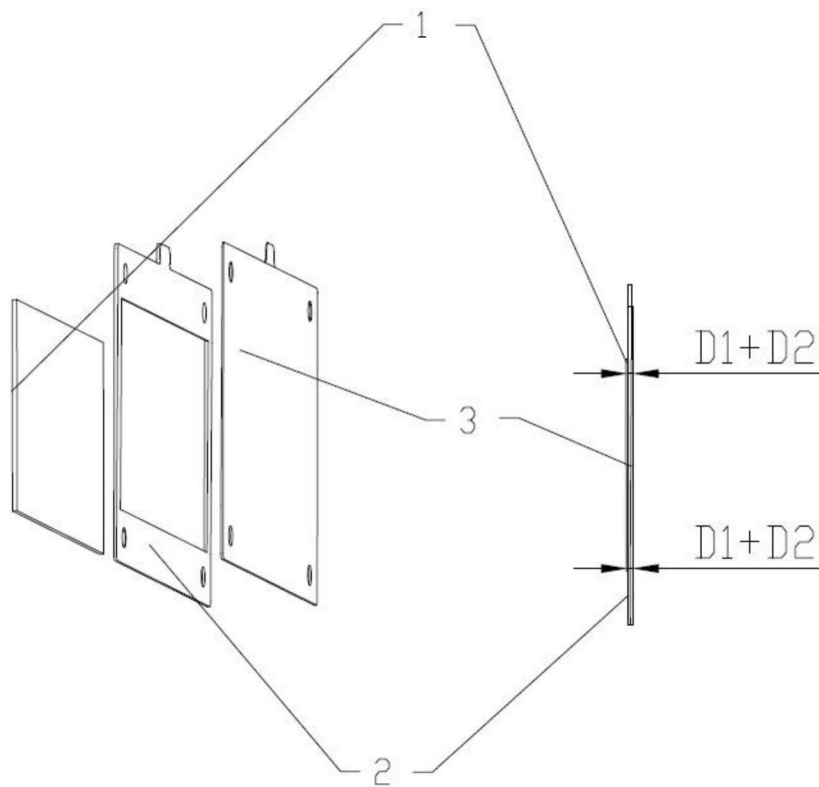


图2