



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107403942 B

(45)授权公告日 2019.11.05

(21)申请号 201610327826.8

CN 203205486 U,2013.09.18,

(22)申请日 2016.05.18

CN 103000925 A,2013.03.27,

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 201435423 Y,2010.03.31,

申请公布号 CN 107403942 A

CN 102664280 A,2012.09.12,

(43)申请公布日 2017.11.28

WO 2013086579 A1,2013.06.20,

(73)专利权人 北京好风光储能技术有限公司

WO 2007131250 A1,2007.11.22,

地址 100085 北京市海淀区上地十街1号院
5号楼17层1711

US 6558827 B1,2003.05.06,

审查员 李改

(72)发明人 陈永翀 张晓虎 陈翠杰 张艳萍
张萍

(51)Int.Cl.

H01M 8/18(2006.01)

H01M 8/04082(2016.01)

(56)对比文件

CN 104064797 A,2014.09.24,

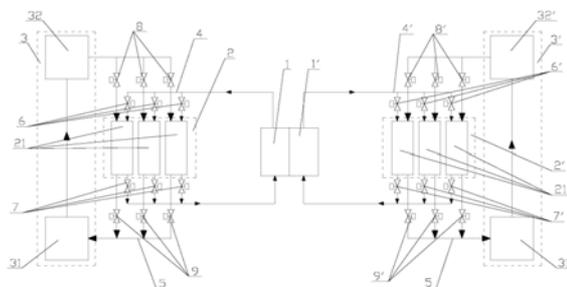
权利要求书3页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种半固态锂液流电池系统及其工作方法

(57)摘要

本发明涉及储能电池领域,尤其涉及一种半固态锂液流电池系统及其工作方法,包括半固态锂液流电池、正极储液装置、负极储液装置、正极气压驱动系统和负极气压驱动系统,所述正极储液装置通过正极输液管路与半固态锂液流电池的正极反应腔相连通,所述负极储液装置通过负极输液管路与半固态锂液流电池的负极反应腔相连通;所述正极气压驱动系统通过正极输气管路与所述正极储液装置相连通,所述负极气压驱动系统通过输气管路与所述负极储液装置相连通,所述的正极储液装置由至少两个正极储液管组成,所述的负极储液装置由至少两个负极储液管组成。本发明使用多个储液管,使得电极悬浮液的固相颗粒的沉降面积减小,避免了电池漏电电流。



CN 107403942 B

1. 一种半固态锂液流电池系统,包括半固态锂液流电池、正极储液装置(2)、负极储液装置(2')、正极气压驱动系统(3)和负极气压驱动系统(3'),所述正极储液装置(2)通过正极输液管路(4)与半固态锂液流电池的正极反应腔(1)相连通,所述负极储液装置(2')通过负极输液管路(4')与半固态锂液流电池的负极反应腔(1')相连通;所述正极气压驱动系统(3)通过输气管路(5)与所述正极储液装置(2)相连通,所述负极气压驱动系统(3')通过输气管路(5)与所述负极储液装置(2')相连通;其特征在于:

所述的正极储液装置(2)由至少两个正极储液管(21)组成,所述正极储液管(21)为连续弯曲的管,或者为直线管和弯曲管形成的组合管;其中至少一个正极储液管(21)内充满正极悬浮液,至少一个正极储液管(21)内充满氮气或惰性气体,多个正极储液管(21)之间通过正极输液管路(4)并联连通,多个正极储液管(21)之间通过输气管路(5)并联连通;

所述的负极储液装置(2')由至少两个负极储液管(21')组成,所述负极储液管(21')为连续弯曲的管,或者为直线管和弯曲管形成的组合管;其中至少一个负极储液管(21')内充满负极悬浮液,至少一个负极储液管(21')内充满氮气或惰性气体,多个负极储液管(21')之间通过负极输液管路(4')并联连通,多个负极储液管(21')之间通过输气管路(5)并联连通。

2. 根据权利要求1所述的一种半固态锂液流电池系统,其特征在于:所述的正极储液管(21)的上端口处设有正极进液口,其底部端口处设有正极出液口,多个正极储液管(21)的正极进液口之间通过正极输液管路(4)并联连通,多个正极储液管(21)的正极出液口之间通过正极输液管路(4)并联连通,正极反应腔(1)的出液口与正极储液管(21)的正极进液口通过正极输液管路(4)相连通,正极反应腔(1)的进液口与正极储液管(21)的正极出液口通过正极输液管路(4)相连通,在正极储液管(21)的正极进液口处的正极输液管路(4)上设置有正极进液控制器(6),在正极储液管(21)的正极出液口处的正极输液管路(4)上设置有正极出液控制器(7)。

3. 根据权利要求1所述的一种半固态锂液流电池系统,其特征在于:所述的负极储液管(21')上端口处设有负极进液口,其底部端口处设有负极出液口,多个负极储液管(21')的负极进液口之间通过负极输液管路(4')并联连通,多个负极储液管(21')的负极出液口之间通过负极输液管路(4')并联连通,负极反应腔(1')的出液口与负极储液管(21')的负极进液口通过负极输液管路(4')相连通,负极反应腔(1')的进液口与负极储液管(21')的负极出液口通过负极输液管路(4')相连通,在负极储液管(21')的进液口处的负极输液管路(4')上设置有负极进液控制器(6'),在负极储液管(21')的出液口处的负极输液管路(4')上设置有负极出液控制器(7')。

4. 根据权利要求1所述的一种半固态锂液流电池系统,其特征在于:所述的正极气压驱动系统(3)包括正极集气装置(31)和与正极集气装置(31)相连通的正极气压驱动装置(32),所述的正极储液管(21)的上端口处设有正极进气口,其底部端口处设有正极排气口,所述的多个正极储液管(21)的正极进气口之间通过输气管路(5)并联连通,多个正极储液管(21)的正极排气口之间通过输气管路(5)并联连通,所述正极排气口与正极集气装置(31)通过输气管路(5)相连通,正极进气口与正极气压驱动装置(32)通过输气管路(5)相连通,所述的正极进气口处的输气管路(5)上设置有正极进气控制器(8),正极排气口处的输气管路(5)上设置有正极排气控制器(9)。

5. 根据权利要求1所述的一种半固态锂液流电池系统,其特征在于:所述的负极气压驱动系统(3')具有负极集气装置(31')和与负极集气装置(31')相连通的负极气压驱动装置(32'),所述的负极储液管(21')的上端口处设有负极进气口,其底部端口处设有负极排气口,所述的多个负极储液管(21')的负极进气口之间通过输气管路(5)并联连通,多个负极储液管(21')的负极排气口之间通过输气管路(5)并联连通,所述的负极储液管(21')的负极排气口与负极集气装置(31')通过输气管路(5)相连通,负极储液管(21')的负极进气口与负极气压驱动装置(32')通过输气管路(5)相连通,所述的负极进气口处的输气管路(5)上设置有负极进气控制器(8'),负极排气口处的输气管路(5)上设置有负极排气控制器(9')。

6. 根据权利要求1所述的一种半固态锂液流电池系统,其特征在于:所述的正极储液管(21)为直线管和弯曲管形成的组合管,正极储液管(21)的直线部的内直径为 $\leq 50\text{cm}$,长度 $\leq 500\text{cm}$ 。

7. 根据权利要求1所述的一种半固态锂液流电池系统,其特征在于:所述的负极储液管(21')为直线管和弯曲管形成的组合管,负极储液管(21')的直线部内直径为 $\leq 50\text{cm}$,长度 $\leq 500\text{cm}$ 。

8. 根据权利要求1所述的一种半固态锂液流电池系统,其特征在于:所述的正极储液管21和负极储液管路21'的材料为绝缘耐腐蚀材料:聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚四氟乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、尼龙、聚酰亚胺、聚醚腈、聚偏氟乙烯、改性聚烯烃、氟硅橡胶、二甲基硅橡胶、甲基乙烯基硅橡胶、腈硅橡胶、苯撑和苯醚撑硅橡胶中一种或几种混合组成;或者,正极储液管21和负极储液管路21'为不锈钢管;或者,正极储液管21和负极储液管路21'的主体材料为不锈钢,其中内衬为不锈钢,外表面是上述绝缘耐腐蚀材料;或者,正极储液管21和负极储液管路21'的主体材料为不锈钢,正极储液管21和负极储液管路21'的内衬为绝缘耐腐蚀材料,外表面是金属材料。

9. 根据权利要求1所述的一种半固态锂液流电池系统的工作方法,其操作过程为:

(a) 电池系统开始放电时,开启一个储存有已充满电的正极悬浮液的正极储液管(21)的正极出液控制器(7)和正极进气控制器(8)、关闭正极进液控制器(6)和正极排气控制器(9),与此同时,开启另一个充满气体的正极储液管的正极进液控制器(6)和正极排气控制器(9),关闭正极出液控制器(7)和正极进气控制器(8),然后启动正极气压驱动系统(3),正极气压驱动装置(32)驱动正极集气装置(31)内的氮气或惰性气体通过上述充满电的正极悬浮液的正极储液管(21)的正极进气口进入该正极储液管(21),该正极储液管(21)的正极悬浮液通过正极出液控制器(7)和正极反应腔的进液口流入正极反应腔内部,正极反应腔内原有的正极悬浮液流入到上述充满气体的正极储液管(21)内,上述充满气体的正极储液管(21)内的气体通过正极排气口进入正极集气装置(31)内,到此,正极气压驱动系统(3)停止工作,关闭系统所打开的控制器,电池系统开始放电;负极悬浮液的驱动方法与上述正极悬浮液的驱动方法一致,且同时进行;电池系统将正极反应腔内的正极悬浮液放电完成后,如需继续放电时,重复执行上述(a)过程;

(b) 电池系统开始充电时,开启一个储存已完成放电的正极悬浮液的正极储液管(21)的正极出液控制器(7)和正极进气控制器(8),关闭正极进液控制器(6)和正极排气控制器(9),与此同时,开启另一个充满氮气或惰性气体的正极储液管(21)的正极进液控制器(6)

和正极排气控制器(9),关闭正极出液控制器(7)和正极进气控制器(8),启动正极气压驱动系统(3),正极气压驱动装置(32)驱动正极集气装置(31)内的气体通过上述完成放电的正极悬浮液的正极储液管(21)的正极进气口进入该正极储液管(21),该正极储液管(21)的正极悬浮液通过正极出液口和正极反应腔的进液口流入电池内部,正极反应腔内原有的正极悬浮液流入到上述充满气体的正极储液管(21)内,上述充满气体的正极储液管(21)内的气体通过排气口进入正极集气装置(31)内,到此,正极气压驱动系统(3)停止工作,关闭系统所打开的控制器,电池系统开始充电;负极悬浮液的驱动方法与上述正极悬浮液的驱动方法一致,且同时进行;电池系统将正极反应腔内的正极悬浮液充电完成后,如需继续充电时,重复执行上述(b)过程。

一种半固态锂液流电池系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及化学储能电池领域,尤其涉及降低电极悬浮液的沉降量、避免漏电流的一种半固态锂液流电池系统及其工作方法。

背景技术

[0002] 半固态锂液流电池是最新发展起来的一种电化学电池技术,它综合了锂电池和液流电池的优点,是一种输出功率和储能容量彼此独立,且能量密度大、成本较低的新型二次电池。它不仅可以作为太阳能、风能发电系统的配套储能设备,还可以作为电网的调峰装置,提高输电质量,保障电网安全。利用化学电源进行蓄电储能,可以不受地理条件限制,有望实现大规模储能,具有重大社会经济价值。

[0003] 目前液流电池(如:全钒液流电池)通常使用液泵直接驱动电解液循环流动,并且正、负电解液通常分别使用一个大型储液罐,使用液泵驱动电解液单方向循环流动。半固态锂液流电池若采用这种驱动方法,会导致以下问题:(1)半固态锂液流电池的电极悬浮液为固液两相半固态流体,具有一定的沉降性,若使用如全钒液流电池所用的大型储液罐存储电极悬浮液,容易导致电极悬浮液的集中大量沉降,非常不利于悬浮液的稳定输运;(2)半固态锂液流电池的电极悬浮液具有电子导电特性,若在一套电池系统内正、负电极悬浮液分别只使用一个储液罐,电极悬浮液主回路内漏电电流会降低电池的库仑效率,尤其当系统放大后,漏电电流的影响将更加显著,所以需采取新的措施避免产生漏电电流。

发明内容

[0004] 为了解决半固态锂液流电池电极悬浮液沉降以及漏电流的问题,实现气压驱动电极悬浮液的间歇式流动,本发明提供一种半固态锂液流电池系统,能够有效降低电极悬浮液的沉降量,避免漏电流的现象产生,提高电池运行的稳定性,本发明同时提供了一种半固态锂液流电池系统的工作方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种半固态锂液流电池系统,包括半固态锂液流电池、正极储液装置、负极储液装置、正极气压驱动系统和负极气压驱动系统,所述正极储液装置通过正极输液管路与半固态锂液流电池的正极反应腔相连通,所述负极储液装置通过负极输液管路与半固态锂液流电池的负极反应腔相连通;所述正极气压驱动系统通过正极输气管路与所述正极储液装置相连通,所述负极气压驱动系统通过输气管路与所述负极储液装置相连通;

[0006] 所述的正极储液装置由至少两个正极储液管组成,所述正极储液管为连续弯曲的管,或者为直线管和弯曲管形成的组合管,其中至少一个正极储液管内充满正极悬浮液,至少一个正极储液管内充满氮气或惰性气体,多个正极储液管之间通过正极输液管路并联连通,多个正极储液管之间通过输气管路并联连通;正极悬浮液固相颗粒在重力的作用下会在正极储液管内发生沉降,正极悬浮液通过正极储液管的弯曲部,形成扰流,能够将沉降的固相颗粒荡起,使得沉降固相颗粒与正极悬浮液一同流动;

[0007] 所述的负极储液装置由至少两个负极储液管组成,所述负极储液管为连续弯曲的管,或者为直线管和弯曲管形成的组合管,其中至少一个负极储液管内充满正极悬浮液,至少一个负极储液管内充满氮气或惰性气体,多个负极储液管之间通过负极输液管路并联连通,多个负极储液管之间通过输气管路并联连通;负极悬浮液的固相颗粒在重力的作用下会在负极储液管内发生沉降,负极悬浮液通过负极储液管的弯曲部,形成扰流,能够将沉降的固相颗粒荡起,使得沉降颗粒与负极悬浮液一同流动。

[0008] 所述的正极储液管可以是分体结构,也可以是一体结构。

[0009] 所述的负极储液管可以是分体结构,也可以是一体结构。

[0010] 所述的正极储液装置具有立柱,正极储液管可以依附于立柱环绕成各种形状。

[0011] 所述的负极储液装置具有立柱,负极储液管可以依附于立柱环绕成各种形状。

[0012] 所述的正极储液管与负极储液管的形状为螺旋形、波浪形、连续的弓字形或者连续的U形。

[0013] 所述的正极储液管的上端口处设有正极进液口,其底部端口处设有正极出液口,多个正极储液管的正极进液口之间通过正极输液管路并联连通,多个正极储液管的正极出液口之间通过正极输液管路并联连通,正极反应腔的出液口与正极储液管的正极进液口通过正极输液管路相连通,正极反应腔的进液口与正极储液管的正极出液口通过正极输液管路相连通,在正极储液管的正极进液口处的正极输液管路上设置有正极进液控制器,在正极储液管的正极出液口处的正极输液管路上设置有正极出液控制器。

[0014] 所述的负极储液管上端口处设有负极进液口,其底部端口处设有负极出液口,多个负极储液管的负极进液口之间通过负极输液管路并联连通,多个负极储液管的负极出液口之间通过负极输液管路并联连通,负极反应腔的出液口与负极储液管的负极进液口通过负极输液管路相连通,负极反应腔的进液口与负极储液管的负极出液口通过负极输液管路相连通,在负极储液管的负极进液口处的负极输液管路上设置有负极进液控制器,在负极储液管的负极出液口处的负极输液管路上设置有负极出液控制器。

[0015] 所述的正极气压驱动系统包括正极集气装置和与正极集气装置相连通的正极气压驱动装置,所述的正极储液管的上端口处设有正极进气口,其底部端口处设有正极排气口,所述的多个正极储液管的正极进气口之间通过输气管路并联连通,多个正极储液管的正极排气口之间通过输气管路并联连通,所述的正极储液管的正极排气口与正极集气装置通过输气管路相连通,正极储液管的正极进气口与正极气压驱动装置通过输气管路相连通,所述的正极储液管的正极进气口处的输气管路上设置有正极进气控制器,正极储液管的正极排气口处的输气管路上设置有正极排气控制器。

[0016] 所述的负极气压驱动系统具有负极集气装置和与负极集气装置相连通的负极气压驱动装置,所述的负极储液管的上端口处设有负极进气口,其底部端口处设有负极排气口,所述的多个负极储液管的负极进气口之间通过输气管路并联连通,多个负极储液管的负极排气口之间通过输气管路并联连通,所述的负极储液管的负极排气口与负极集气装置通过输气管路相连通,负极储液管的负极进气口与负极气压驱动装置通过输气管路相连通,所述的负极储液管的负极进气口处的输气管路上设置有负极进气控制器,负极储液管的负极排气口处的输气管路上设置有负极排气控制器。

[0017] 所述的气压驱动系统中的控制器是阀门、闸板或者其他控制部件。

[0018] 所述的正极储液管为直线管和弯曲管形成的组合管,正极储液管的直线部的内直径为 $\leq 50\text{cm}$,长度 $\leq 500\text{cm}$,优选为 $50\text{cm}-100\text{cm}$ 。

[0019] 所述的负极储液管为直线管和弯曲管形成的组合管,负极储液管的直线部内直径为 $\leq 50\text{cm}$,长度 $\leq 500\text{cm}$,优选为 $50\text{cm}-100\text{cm}$ 。

[0020] 所述的正极储液管和负极储液管的材料为绝缘耐腐蚀材料:聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚四氟乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、尼龙、聚酰亚胺、聚醚腈、聚偏氟乙烯、改性聚烯烃、氟硅橡胶、二甲基硅橡胶、甲基乙基硅橡胶、腈硅橡胶、苯撑和苯醚撑硅橡胶中一种或几种混合组成;或者,正极储液管和负极储液管路为不锈钢管;或者,正极储液管和负极储液管路的主体材料为不锈钢,其中内衬为不锈钢,外表面是上述绝缘耐腐蚀材料;或者,正极储液管和负极储液管路的主体材料为不锈钢,正极储液管和负极储液管路的内衬为绝缘耐腐蚀材料,外表面是金属材料。

[0021] 所述的一种半固态锂液流电池系统的工作方法,其操作过程为:

[0022] (a) 电池系统开始放电时,开启一个储存有已充满电的正极悬浮液的正极储液管的正极出液控制器和正极进气控制器、关闭正极进液控制器和正极排气控制器,与此同时,开启另一个充满气体的正极储液管的正极进液控制器和正极排气控制器,关闭正极出液控制器和正极进气控制器,然后启动正极气压驱动系统,正极气压驱动装置驱动正极集气装置内的氮气或惰性气体通过上述充满电的正极悬浮液的正极储液管的正极进气口进入该正极储液管,该正极储液管的正极悬浮液通过正极出液控制器和正极反应腔的进液口流入电池内部,正极反应腔内原有的正极悬浮液流入到上述充满气体的正极储液管内,上述充满气体的正极储液管内的气体通过正极排气口进入正极集气装置内,到此,正极气压驱动系统停止工作,关闭系统所打开的控制器,电池系统开始放电;负极悬浮液的驱动方法与上述正极悬浮液的驱动方法一致,且同时进行;电池系统将正极反应腔内的正极悬浮液放电完成后,如需继续放电时,重复执行上述(a)过程;

[0023] (b) 电池系统开始充电时,开启一个储存已完成放电的正极悬浮液的正极储液管的正极出液控制器和正极进气控制器,关闭正极进液控制器和正极排气控制器,与此同时,开启另一个充满氮气或惰性气体的正极储液管的正极进液控制器和正极排气控制器,关闭正极出液控制器和正极进气控制器,启动正极气压驱动系统,正极气压驱动装置驱动正极集气装置内的气体通过上述完成放电的正极悬浮液的正极储液管的正极进气口进入该正极储液管,该正极储液管的正极悬浮液通过正极出液口和正极反应腔的进液口流入电池内部,正极反应腔内原有的正极悬浮液流入到上述充满气体的正极储液管内,上述充满气体的正极储液管内的气体通过正极排气口进入正极集气装置内,到此,正极气压驱动系统停止工作,关闭系统所打开的控制阀,电池系统开始充电;负极悬浮液的驱动方法与上述正极悬浮液的驱动方法一致,且同时进行;电池系统将正极反应腔内的正极悬浮液充电完成后,如需继续充电时,重复执行上述(b)过程。

[0024] 正极气压驱动系统与负极气压驱动系统内的气体为氮气或惰性气体。

[0025] 正极气压驱动系统与负极气压驱动系统的工作原理是:集气装置将从储液管内排出的气体回收处理,气压驱动装置将集气装置内的气体按照一定的压力排出。

[0026] 本发明的有益效果是:

[0027] 1) 半固态锂液流电池系统电极悬浮液使用储液管存储,一方面,管状的储液装置

使得电极悬浮液的沉降面积减小；另一方面，不断流动的电极悬浮液能够有效冲击沉降的电极悬浮液的固相颗粒，使得电极悬浮液沉降量降到最低。

[0028] 2) 半固态锂液流电池系统使用多个储液管并联联通存储电极悬浮液，一方面，由于电池的漏电电流是由于电池内部的电极悬浮液通道和电池外部电极悬浮液主回路通道在电池工作时连续流通造成的，所以使用多个储液管就可以使进入电池内部的电极悬浮液所在储液管和从电池内部流出的电极悬浮液所在储液管不是同一个储液管，所以相当于切断了电极悬浮液的主回路，避免漏电电流的产生；另一方面，能够有效避免刚参加充放电循环的电极悬浮液与早已完成或者还未进行充放电循环的电极悬浮液直接接触而产生的电池漏电。

[0029] 3) 半固态锂液流电池系统使用气压系统驱动电极悬浮液循环流动，避免出现使用液泵直接驱动电极悬浮液，能有效防止电极悬浮液的泄露或与大气中的水氧气体接触，有效提高电池系统的安全性，降低电池成本。

[0030] 4) 本发明提供一种半固态锂液流电池系统采用间歇式驱动控制方法：当上一工作程序完成后，正极储液管和负极储液管内就开始充、放电，为下一次的工作程序做准备，能够保证电池系统持续工作，可以有效提高电池工作效率，可控性和可操作性，节约成本，降低能量损耗。

附图说明

[0031] 下面结合附图对本发明进一步说明。

[0032] 图1是本发明半固体锂液流电池系统的结构示意图；

[0033] 图2是正极储液管是螺旋形状时，正极储液管横向设置的状态图；

[0034] 图3是正极储液管是螺旋形状时，正极储液管纵向设置的状态图；

[0035] 图4是以图3为基础，正极储液管向左倾斜设置的状态图；

[0036] 图5是以图3为基础，正极储液管向右倾斜设置的状态图；

[0037] 图6是正极储液管是弓字形时，正极储液管横向设置的状态图；

[0038] 图7是正极储液管是弓字形时，正极储液管纵向设置的状态图；

[0039] 图8是本发明的正极储液管的造型结构三；

[0040] 图9是本发明的正极储液管的造型结构四。

[0041] 其中：1. 正极反应腔，1' . 负极反应腔，2. 正极储液装置，21. 正极储液管，2' . 负极储液装置，21' . 负极储液管，3. 正极气压驱动系统，31. 正极集气装置，32. 正极气压驱动装置，3' . 负极气压驱动系统，31' . 负极集气装置，32' . 负极气压驱动装置，4. 正极输液管路，4' . 负极输液管路，5. 输气管路，6. 正极进液控制器，6' . 负极进液控制器，7. 正极出液控制器，7' . 负极出液控制器，8. 正极进气控制器，8' . 负极进气控制器，9. 正极排气控制器，9' . 负极排气控制器。

具体实施方式

[0042] 现在结合具体实施例对本发明作进一步的说明。这些附图均为简化的示意图仅以示意方式说明本发明的基本结构，因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0043] 如图1所示的一种半固态锂液流电池系统，包括半固态锂液流电池、正极储液装置

2、负极储液装置2'、正极气压驱动系统3和负极气压驱动系统3'，正极储液装置2通过正极输液管路4与半固态锂液流电池的正极反应腔1相连通，负极储液装置2'通过负极输液管路4'与半固态锂液流电池的负极反应腔1'相连通；正极气压驱动系统3通过输气管路5与正极储液装置2相连通，负极气压驱动系统3'通过输气管路5与所述负极储液装置2'相连通；

[0044] 正极储液装置2由三个正极储液管21组成，其中两个正极储液管21内充满正极悬浮液，一个正极储液管21内充满氮气，正极储液管21为连续弯曲的管，或者为直线管和弯曲管形成的组合管，正极储液管21的直线部的内直径为10cm，长度为70cm；

[0045] 正极储液管21的上端口处设有正极进液口，其底部端口处设有正极出液口，三个正极储液管21的正极进液口之间通过正极输液管路4并联连通，三个正极储液管21的正极出液口之间通过正极输液管路4并联连通，正极反应腔1的正极出液口与正极储液管21的正极进液口通过正极输液管路4相连通，正极反应腔1的正极进液口与正极储液管21的正极出液口通过正极输液管路4相连通，在正极储液管21的正极进液口处的正极输液管路4上设置有正极进液控制阀6，在正极储液管21的正极出液口处的正极输液管路4上设置有正极出液控制阀7。

[0046] 负极储液装置2'由三个负极储液管21'组成，其中两个负极储液管21'内充满正极悬浮液，一个负极储液管21'内充满氮气，负极储液管21'为连续弯曲的管，或者为直线管和弯曲管形成的组合管，负极储液管21'的直线部的内直径为10cm，长度为70cm；

[0047] 负极储液管21'上端口处设有负极进液口，其底部端口处设有负极出液口，三个负极储液管21'的负极进液口之间通过负极输液管路4'并联连通，三个负极储液管21'的正极出液口之间通过负极输液管路4'并联连通，负极反应腔1'的出液口与负极储液管21'的负极进液口通过负极输液管路4'相连通，负极反应腔1'的进液口与负极储液管21'的负极出液口通过负极输液管路4'相连通，在负极储液管21'的负极进液口处的负极输液管路4'上设置有负极进液控制阀6'，在负极储液管21'的负极出液口处的负极输液管路4'上设置有负极出液控制阀7'。

[0048] 正极气压驱动系统3包括正极集气装置31和与正极集气装置31相连通的正极气压驱动装置32，正极储液管21的上端口处设有正极进气口，其底部端口处设有正极排气口，三个正极储液管21的正极进气口之间通过输气管路5并联连通，三个正极储液管21的正极排气口之间通过输气管路5并联连通，正极储液管21的正极排气口与正极集气装置31通过输气管路5相连通，正极储液管21的正极进气口与正极气压驱动装置32通过输气管路5相连通，正极储液管21的正极进气口处的输气管路5上设置有正极进气控制阀8，正极储液管21的正极排气口处的输气管路5上设置有正极排气控制阀9。

[0049] 负极气压驱动系统3'具有负极集气装置31'和与负极集气装置31'相连通的负极气压驱动装置32'，负极储液管21'的上端口处设有负极进气口，其底部端口处设有负极排气口，三个负极储液管21'的负极进气口之间通过输气管路5'并联连通，三个负极储液管21'的负极排气口之间通过输气管路5'并联连通，负极储液管21'的负极排气口与负极集气装置31'通过输气管路5'相连通，负极储液管21'的负极进气口与负极气压驱动装置32'通过输气管路5'相连通，负极储液管21'的负极进气口处的输气管路5'上设置有负极进气控制阀8'，负极储液管21'的负极排气口处的输气管路5'上设置有负极排气控制阀9'。

[0050] 如图2-图9所示，正极储液管21与负极储液管21'的形状为螺旋形、波浪形、连续的

弓字形、连续的U形等。正极集气装置31与正极气压驱动装置32相连通,两者之间可以通过输气管路5连通,正极集气装置31也可以直接设置在正极气压驱动装置32的顶部并相互连通;负极集气装置31'与负极气压驱动装置32'的连通方式和正极集气装置31与正极气压驱动装置32的连通方式相同。

[0051] 下面列举制作正极储液管21和负极储液管路21'材料的实施例:

[0052] 实施例一:

[0053] 正极储液管21和负极储液管路21'的材料为绝缘耐腐蚀材料:聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚四氟乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、尼龙、聚酰亚胺、聚醚腈、聚偏氟乙烯、改性聚烯烃、氟硅橡胶、二甲基硅橡胶、甲基乙基硅橡胶、腈硅橡胶、苯撑和苯醚撑硅橡胶中一种或几种混合组成。

[0054] 实施例二:

[0055] 正极储液管21和负极储液管路21'为不锈钢管。

[0056] 实施例三:

[0057] 正极储液管21和负极储液管路21'的主体材料为不锈钢,内衬为不锈钢,外表面是上述绝缘耐腐蚀材料。

[0058] 实施例四:

[0059] 正极储液管21和负极储液管路21'的主体材料为不锈钢,正极储液管21和负极储液管路21'的内衬为绝缘耐腐蚀材料,外表面是金属材料,如不锈钢、铁、铜、铝、铝合金等。

[0060] 下面列举正极储液管21和负极储液管21'形状的实施例:

[0061] 实施例五:

[0062] 如图2所示,正极储液管21与负极储液管21'为螺旋形状时,正极储液管21与负极储液管21'横向设置时,其电极悬浮液的固相颗粒沉积在储液管横向轴线下方的圆弧过渡区内。如图3所示,正极储液管21与负极储液管21'为螺旋形状时,正极储液管21与负极储液管21'纵向设置时,其电极悬浮液的固相颗粒沉积在储液管纵向轴线两侧的圆弧过渡区内。

[0063] 实施例六:

[0064] 如图4、图5所示,以图3位基准,正极储液管21与负极储液管21'倾斜设置时,其电极悬浮液的固相颗粒沉积在储液管斜轴线下方的圆弧过渡区内。

[0065] 实施例七:

[0066] 如图6所示,正极储液管21与负极储液管21'是弓字形时,弓字形的每个边之间通过圆弧过渡连接,正极储液管21与负极储液管21'横向设置时,其电极悬浮液的固相颗粒沉积在储液管底部。

[0067] 实施例八:

[0068] 如图7所示,正极储液管21与负极储液管21'是弓字形时,正极储液管21与负极储液管21'纵向设置时,其电极悬浮液的固相颗粒沉积在储液管的上下两个侧管臂内。

[0069] 实施例九:

[0070] 如图6和图7所示,正极储液管21与负极储液管21'是弓字形时,其槽的底边与两侧槽臂的长度可以相等,也可以不相等。

[0071] 电极悬浮液在正极储液管21和负极储液管21'内流动时,一部分正极悬浮液继续流动,另一部分电极悬浮液的固相颗粒会在重力的作用下会在储液管内发生沉降,电极悬

浮液通过储液管的弯曲部时,会产生回流,就会扰动沉降的固相颗粒,形成扰流,能够将沉降的固相颗粒荡起,使得沉降固相颗粒与正极悬浮液一同流动,以此循环工作。

[0072] 实施例十:

[0073] 如图8所示,本发明的正极储液管21与负极储液管21'的形状为波浪形,其电极悬浮液的固相颗粒沉积在储液管横向轴线下方的圆弧过渡区内。

[0074] 实施例十一:

[0075] 如图9所示,本发明的正极储液管21与负极储液管21'的形状为连续的U形,正极储液管21与负极储液管21'纵向放置时,其电极悬浮液的固相颗粒沉积在储液管的两侧的U形臂内,储液管的两侧U形臂的长度相同。

[0076] 在正极反应腔1与正极储液装置2之间的正极输液管路4上设置有过渡装置,过渡装置内盛放正极悬浮液,可以随时对正极储液管21进行正极悬浮液的补充。

[0077] 在负极反应腔1'与负极储液装置2'之间的负极输液管路4'上设置有过渡装置,过渡装置内盛放负极悬浮液,可以随时对负极储液管21'进行负极悬浮液的补充。

[0078] 以上述依据本发明的理想实施例为启示,通过上述的说明内容,相关工作人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内,进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容,必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。

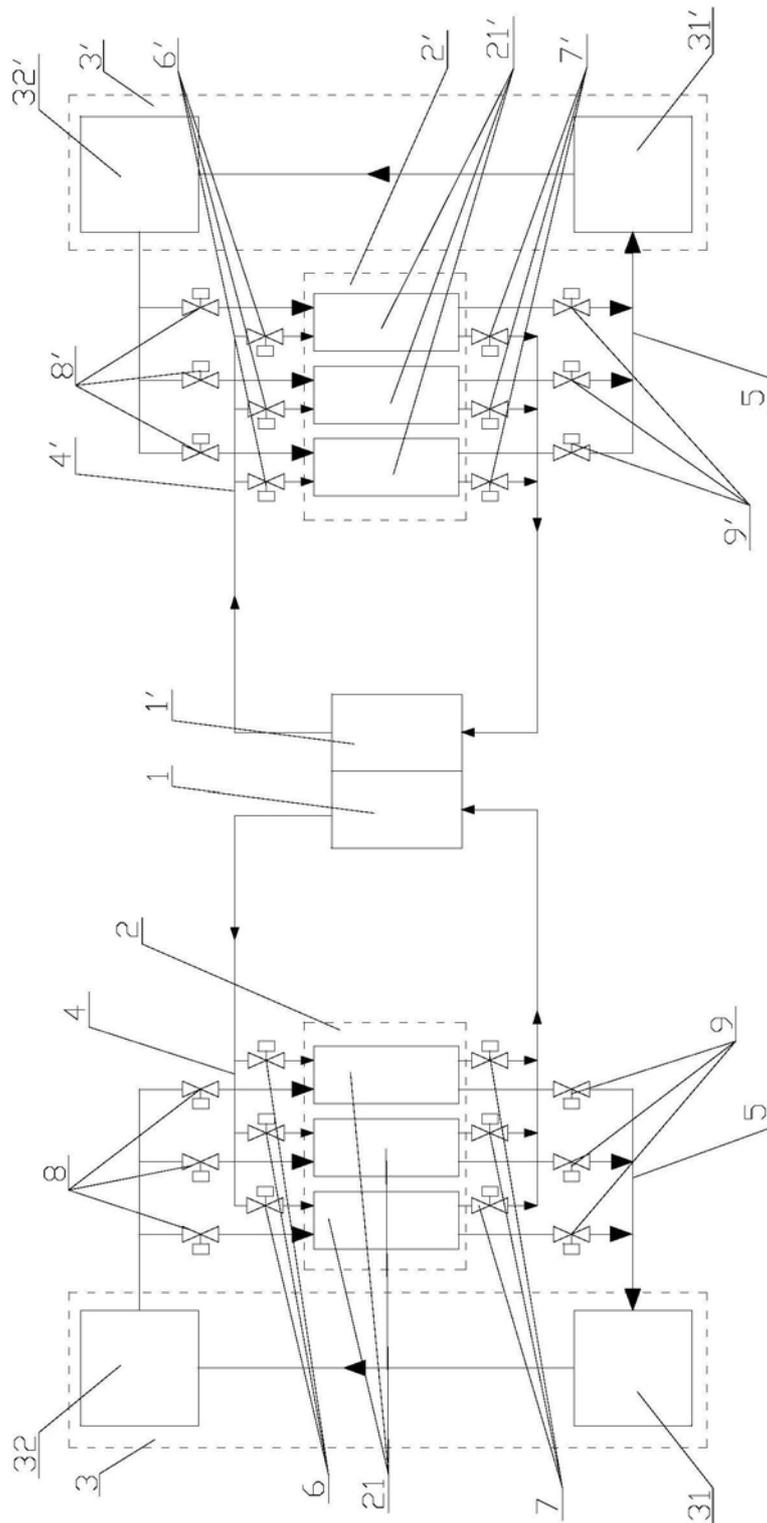


图1

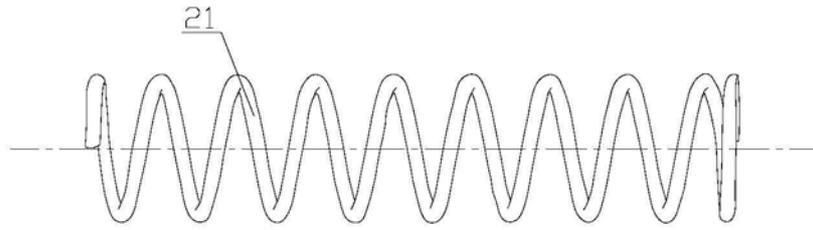


图2



图3

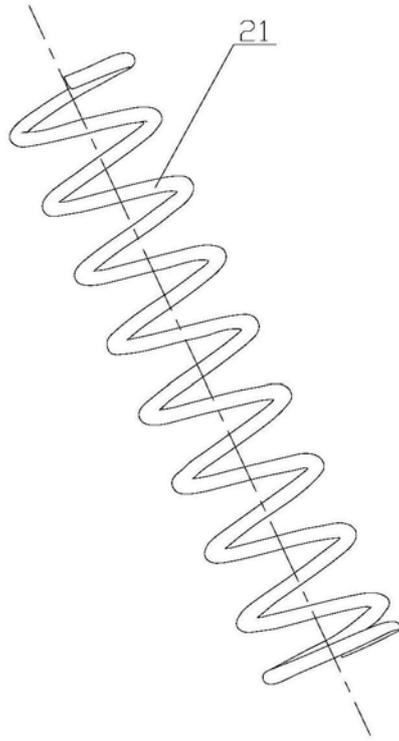


图4

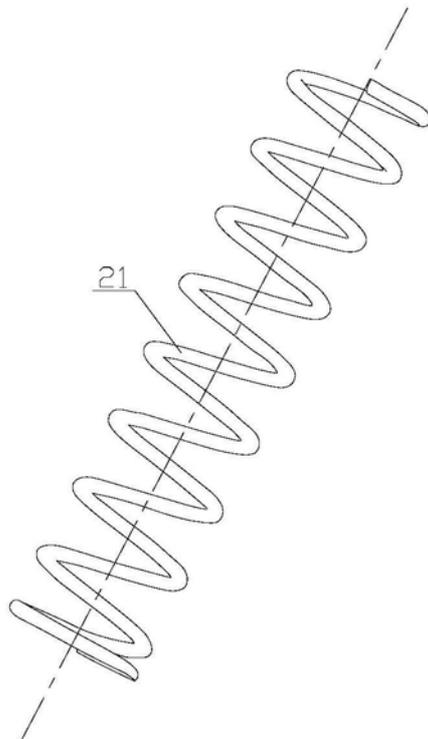


图5

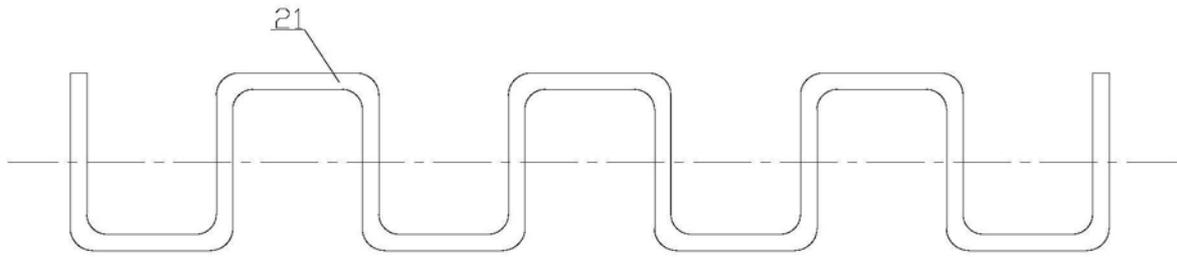


图6

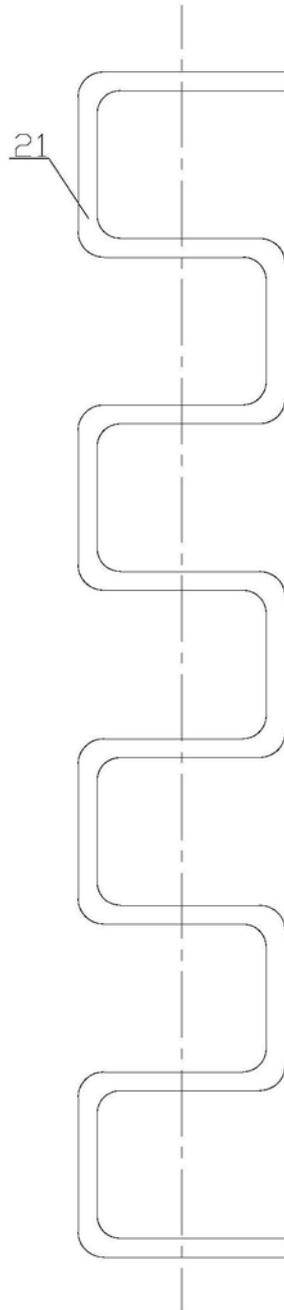


图7

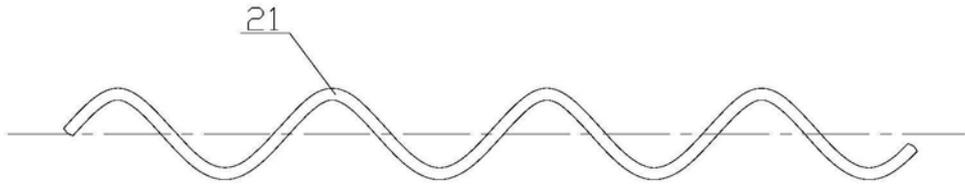


图8

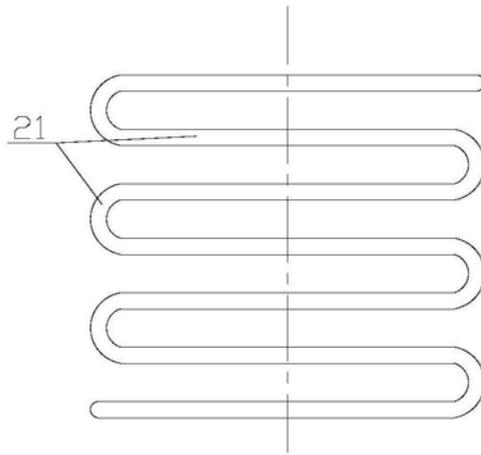


图9