



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108352541 B

(45) 授权公告日 2021.12.24

(21) 申请号 201680066397.1

(22) 申请日 2016.11.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108352541 A

(43) 申请公布日 2018.07.31

(30) 优先权数据
62/256,847 2015.11.18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.05.14

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/061992 2016.11.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/087365 EN 2017.05.26

(73) 专利权人 英钒能源(加拿大)公司
地址 加拿大不列颠哥伦比亚

(72) 发明人 安德鲁·克拉森 瑞奇·布莱克

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 张瑞 杨明钊

(51) Int.Cl.
H01M 4/86 (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)
B81B 1/00 (2006.01)
C25B 15/08 (2006.01)
C25B 11/03 (2021.01)
H01M 8/18 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2011223450 A1, 2011.09.15
US 2014065460 A1, 2014.03.06
US 2012244395 A1, 2012.09.27
US 2012107715 A1, 2012.05.03
US 2011281169 A1, 2011.11.17

审查员 马海燕

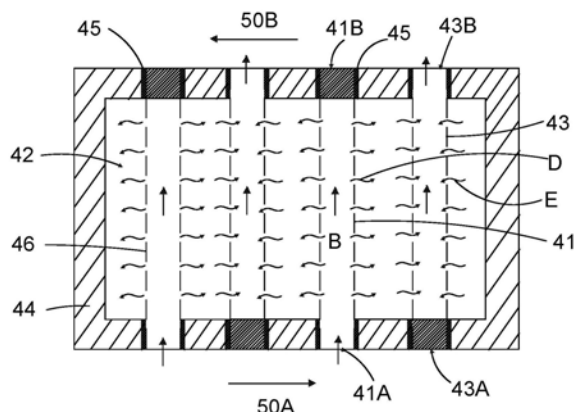
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

电极组件以及电解质分布得到改进的液流电池

(57) 摘要

本发明披露了一种用于液流电池的电极组件,所述电极组件包括多孔电极材料、围绕所述多孔电极材料的框架、嵌入在所述多孔电极材料中的具有用于将电解质供应到所述多孔电极材料的入口的至少一个分配管、以及嵌入在所述多孔电极材料中的具有用于将电解质从所述多孔电极材料排出的出口的至少另一个分配管。所述分配管的所述壁优选地设置有孔或孔隙,以允许所述电解质均匀地分布在所述电极材料内。所述分配管在所述电极材料内提供所需的电解质流动路径长度,以最小化在所述电池组的所述液流电池单元之间流动的分路电流。



1. 一种液流电池,所述液流电池包括至少一个液流电池单元,所述液流电池单元包括:
 - 负电极组件和正电极组件,
 - 将所述正电极组件和所述负电极组件分开的隔膜,以及
 - 第一双极板和第二双极板,每个双极板与相应的电极组件相邻,其中,所述负电极组件或所述正电极组件中的至少一个电极组件包括:
 - 多孔电极材料;
 - 围绕所述多孔电极材料的框架;
 - 嵌入所述多孔电极材料中的至少一个第一分配管,所述第一分配管具有用于将电解质供应到所述多孔电极材料的入口;以及
 - 嵌入所述多孔电极材料中的至少一个第二分配管,所述第二分配管具有用于将电解质排出所述多孔电极材料的出口,其中,所述框架、所述第一分配管和所述第二分配管由非导电塑料材料制成。
2. 如权利要求1所述的液流电池,其中,所述第一分配管和所述第二分配管在所述框架的第一侧和所述框架的第二侧之间延伸超过所述框架的所述第一侧和所述第二侧之间的中点。
3. 如权利要求1所述的液流电池,其中,所述第一分配管具有密封到所述框架的出口,并且所述第二分配管具有密封到所述框架的入口,并且其中,所述第一分配管和所述第二分配管是中空管,每个中空管具有内部流动通路和围绕所述内部流动通路的壁,其中,所述中空管的所述壁由设置有孔的固体材料制成,以允许电解质流经所述中空管的所述壁进入所述多孔电极材料中。
4. 如权利要求1所述的液流电池,其中,所述第一分配管具有密封到所述框架的出口,并且所述第二分配管具有密封到所述框架的入口,并且其中,所述第一分配管和所述第二分配管是中空管,每个中空管具有内部流动通路和围绕所述内部流动通路的壁,其中,所述中空管的所述壁由多孔材料制成,以允许电解质流经所述中空管的所述壁进入所述多孔电极材料中。
5. 如权利要求1所述的液流电池,其中,所述第一分配管具有通向所述多孔电极材料的出口,并且所述第二分配管具有通向所述多孔电极材料的入口。
6. 如权利要求5所述的液流电池,其中,所述第一分配管和所述第二分配管是中空管,每个中空管具有内部流动通路和围绕所述内部流动通路的壁,其中,所述中空管中的至少一个中空管的壁由固体材料制成。
7. 如权利要求5所述的液流电池,其中,所述第一分配管和所述第二分配管是具有内部流动通路和围绕所述内部流动通路的壁的中空管,其中,所述中空管中的至少一个中空管的壁由多孔材料制成,以允许电解质分布在所述多孔电极材料内。
8. 如权利要求5所述的液流电池,其中,所述第一分配管和所述第二分配管是中空管,每个中空管具有内部流动通路和围绕所述内部流动通路的壁,其中,每个中空管的壁由设置有至少一个孔的固体材料制成,以允许电解质分布在所述多孔电极材料内。
9. 如权利要求1所述的液流电池,其中,所述第一分配管和所述第二分配管是中空管,每个中空管具有内部流动通路和围绕所述内部流动通路的壁,其中,所述第一分配管或所述第二分配管中的至少一个的内部流动通路由多孔材料制成,所述多孔材料的孔隙率比所

述壁的孔隙率高。

10. 如权利要求1所述的液流电池, 其中, 所述第一分配管或所述第二分配管中的至少一个具有圆形截面。

11. 如权利要求1所述的液流电池, 其中, 所述第一分配管或所述第二分配管中的至少一个具有三角形截面。

12. 如权利要求1所述的液流电池, 其中, 所述第一分配管或所述第二分配管中的至少一个完全嵌入所述多孔电极材料内。

13. 如权利要求1所述的液流电池, 其中, 所述第一分配管或所述第二分配管中的至少一个部分地嵌入所述多孔电极材料中。

14. 如权利要求1所述的液流电池, 其中, 所述第一分配管或所述第二分配管中的至少一个是具有蛇形形状的中空管, 并且所述中空管的壁由设置有至少一个孔的固体材料制成, 以允许电解质分布在所述多孔电极材料内。

15. 如权利要求1所述的液流电池, 其中, 所述第一分配管或所述第二分配管中的至少一个是具有蛇形形状的中空管, 并且所述中空管的壁由多孔材料制成, 以允许电解质分布在所述多孔电极材料内。

16. 如权利要求1所述的液流电池, 包括多个第一分配管和多个第二分配管, 所述多个第一分配管和所述多个第二分配管均匀地分布在所述多孔电极材料的面积上。

17. 如权利要求1所述的液流电池, 包括具有相同截面流动面积的多个第一分配管和多个第二分配管。

18. 如权利要求1所述的液流电池, 其中, 所述第一分配管的长度等于所述第二分配管的长度。

19. 如权利要求1所述的液流电池, 其中, 所述第一分配管和所述第二分配管由聚乙烯或聚丙烯制成。

20. 一种制造用于液流电池的电极组件的方法, 包括以下步骤:

- 将多孔电极材料定位在框架内;
- 将定位针穿过设置在围绕所述多孔电极材料的所述框架中的孔而插入所述多孔电极材料中;

- 通过将所述定位针插入所述多孔电极材料内, 滑动分配管穿过设置在所述框架中的所述孔和设置在所述多孔电极材料中的孔, 由此将所述分配管定位在所述多孔电极材料内并相对于所述框架定位; 以及

- 将所述分配管密封在所述框架的所述孔内,

其中, 所述分配管包括第一分配管和第二分配管, 所述第一分配管具有用于将电解质供应到所述多孔电极材料的入口, 所述第二分配管具有用于将电解质排出所述多孔电极材料的出口, 所述框架、所述第一分配管和所述第二分配管由非导电塑料材料制成。

21. 如权利要求20所述的方法, 进一步包括密封至少一个分配管的端部以防止电解质流经其入口或出口。

22. 一种制造用于液流电池的电极组件的方法, 包括以下步骤:

- a. 将至少一个分配管固定到电极框架上;

- b. 将多孔电极材料在所述分配管上定位在所述电极框架旁边; 以及

c. 压缩所述电极框架、所述分配管和所述多孔电极材料以至少部分地将所述分配管嵌入所述多孔电极材料内，

其中，所述分配管包括第一分配管和第二分配管，所述第一分配管具有用于将电解质供应到所述多孔电极材料的入口，所述第二分配管具有用于将电解质排出所述多孔电极材料的出口，所述电极框架、所述第一分配管和所述第二分配管由非导电塑料材料制成。

23. 一种制造液流电池组的方法，包括以下步骤：

- a. 将至少一个分配管固定到电极框架上；
- b. 依次将具有分配管的电极框架、多孔电极材料、隔膜、另一多孔电极材料、具有分配管的另一电极框架上下叠置定位；
- c. 重复步骤a和b，直到达到所述液流电池组中所需数量的液流电池单元为止；以及
- d. 压缩在步骤a至c中形成的部件组，以至少部分地将所述分配管嵌入所述多孔电极材料内，

其中，所述分配管包括第一分配管和第二分配管，所述第一分配管具有用于将电解质供应到所述多孔电极材料的入口，所述第二分配管具有用于将电解质排出所述多孔电极材料的出口，所述电极框架、所述第一分配管和所述第二分配管由非导电塑料材料制成。

24. 如权利要求23所述的方法，进一步包括密封至少一个分配管的端部以防止电解质流经其入口或出口。

电极组件以及电解质分布得到改进的液流电池

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于液流电池的电极组件,该电极组件具有允许电极材料内改进的电解质分布的构造,并且涉及包括此类电极组件的液流电池。

背景技术

[0002] 液流电池又被称为氧化还原液流电池,将电能转换为化学能,化学能可以被储存,然后当有需求时被转换为电能释放。

[0003] 液流电池因使用参与可逆电化学反应的液体电解质而不同于其他电化学装置,例如燃料电池。燃料电池使用气体燃料产生能量,它们不储存能量,而液流电池不产生任何能量,它们储存和释放能量。这是燃料电池和液流电池之间的基本区别,但是这两种类型的电化学电池之间存在许多其他差异,在此对其中一些差异进行进一步描述。

[0004] 基本液流电池,诸如图1中由附图标记10展示的基本液流电池包括氧化还原液流电池单元11,该氧化还原液流电池单元具有由隔膜16分开的负电极12和正电极14。将负极液体电解质17从储罐18输送到负电极,并且将正极液体电解质19从储罐20输送到正电极,以推动电化学可逆的氧化还原反应。隔膜可以是微孔隔膜或离子交换膜,该隔膜将电极分开并防止电解质混合,但允许所选择的离子穿过以完成氧化还原反应。如图所示,液流电池包括第一集电板22和第二集电板24,该第一集电板和该第二集电板各自分别被安排成与多孔电极12和多孔电极14相邻。多孔电极由相对于液体电解质17和液体电解质19具有导电性和催化活性并且优选地耐腐蚀的材料构成。集电板优选地由在液流电池单元内的高度酸性环境中高度导电且化学稳定的材料制成。集电板联接到导体26和导体28,这些导体或通过电源30(用于充电)或经由电开关34至电力负载32(用于放电)而形成回路。

[0005] 图1中的正电极和负电极通过隔膜与液流电池单元11分开。液流电池组通常包括不止一个液流电池单元,这取决于液流电池的设计容量,并且两个相邻的液流电池单元通过双极板分开。在运行时,液体电解质17和19被输送至液流电池单元组,以将电能转换成化学能或将化学能转换成电能,通过电连接至电力负载可以释放电能。

[0006] 在一些液流电池中,每种电解质完全穿过多孔电极从每个电池单元的入口流至出口。在这种类型的液流电池中,由于穿过电极的多孔材料的流动阻力,电解质流可能发生高压降。在其他液流电池中,液体电解质流经设置在双极板任一侧的通道,并扩散到相邻的电极中。这种类型的设计提供较少的压降,因为电解质不受限制地流经流动通道,但由于电解质不均匀地分布到电极中,因此性能相对较低。

[0007] 在双极板中设置有流场通道的一些液流电池通过改变流场的设计来解决这个问题,试图实现电解质在电极内相对均匀的分布并防止电极中的任何电解质浓度梯度。

[0008] 例如,为了解决这个问题,美国专利申请号20120244395描述了具有叉指状通道的流场,所述叉指状通道的出口或入口被至少部分地阻塞,从而迫使电解质在通道的肋下流经液体多孔电极。据称,如上所述,迫使液体电解质在肋下流经电极相比像在一些液流电池的流经安排中那样完全流经电极提供了较低的压降,并且具有增强电解质暴露于电极下的

益处。

[0009] 在其他设计中,例如在国际专利申请W0 2016/072254中所描述的,双极板设置有形成到或切入模制板中的纵向凹槽,这些纵向凹槽产生电解质供应通道和电解质排出通道,这有助于减小由供应侧和排出侧之间的压力不平衡引起的板框架变形。双极板进一步包括在电解质供应通道和电解质排出通道之间的电解质引导部分,所述电解质引导部分将电解质流引导至电极。电解质供应通道和电解质排出通道由塑料保护板覆盖,所述塑料保护板有助于将电解质流引导至电极。申请人声明,如果电解质引导部分设置有凹槽来促进电解质更好地分布到电极,会获得较好的性能。这个现有技术文件中的电池单元的每个电极,例如正电极或负电极不是一件式形成的,而是分成至少两部分,每部分面向双极板上的一个电解质引导部分。将电极部件放置在距电解质供应通道和电解质排出通道一定距离处以形成电解质引导区域,并且仅允许这些电解质引导区域部分地覆盖电解质供应通道和电解质排出通道。这个现有技术文件中披露的设计是复杂的,涉及包括几个部分的电极、覆盖切入或形成到双极板中的电解质循环凹槽的塑料保护板、以及需要将电极部分适当定位的安排,使得电极部分不干扰电解质循环通道。

[0010] 一般来讲,液流电池的另一特征性问题是:液流电池单元的电解质供给端口是电流从电池单元组中的一个电池单元泄漏到下一个电池单元的导电路径。例如,在燃料电池中,由离子导电电解质引起的通过流体路径的分路电流不成问题,但是在液流电池中却是需要解决的事情。这一问题可以通过增加沿进入和离开电池单元的流动路径的有效电阻来解决,以减少电池单元之间的电流泄漏。实现增加的电阻的一种方式是通过增加电解质流路长度与截面积之比,这通常通过增加电极周围的框架内的电解质流动路径来完成。电解质流动路径长度的增加必须与减小电解质流经电池单元时的电解质压降的需要相平衡,从而减少电解质泵送能量损失并在每个电池单元中实现均匀的流分布。

[0011] 在组装过程中,液流电池单元组被放置在两块端板之间,并且通过施加于端板的压缩力使液流电池单元在一起保持接触。组装液流电池组所需的压缩力小于例如组装燃料电池组所需的压缩力。在液流电池中,电池组通常具有塑料框架以及利用金属棒和螺母保持在一起的金属或塑料端板。由于塑料和金属具有相差很大的热膨胀系数,因此在夹紧系统中需要弹簧来确保在温度波动期间期望的组压缩力保持不变。

[0012] 考虑到与现有系统相关的已知困难,需要一种液流电池,所述液流电池允许电解质整个在电极内更好的分布,并且通过使用电极组件和电池单元组组件的简单且高效的构造来降低在所述组中出现分路电流的风险。

发明内容

[0013] 本发明描述了一种用于液流电池的电极组件,该电极组件包括多孔电极材料、围绕该多孔电极材料的框架、嵌入在多孔电极材料中的具有用于将电解质供应到多孔电极材料的入口的至少一个分配管、以及嵌入在多孔电极材料中的具有用于将电解质从多孔电极材料排出的出口的至少另一个分配管。框架和分配管由非导电塑料材料制成。

[0014] 在根据本发明的电极组件的优选实施例中,分配管在框架的第一侧和框架的第二侧之间延伸超过框架的两侧之间的中点。

[0015] 在本发明的第一实施例中,具有用于向多孔电极材料供应电解质的入口的分配管

每者具有密封到框架的出口,并且具有用于将电解质从多孔电极材料中排出的出口的分配管每者具有密封到框架的入口。

[0016] 分配管是具有内部流动通路和围绕该内部通路的壁的中空管。在优选实施例中,中空管的壁由设置有孔的固体材料制成,以允许电解质流经分配管的壁进入多孔电极材料。替代性地,中空管的壁可以由多孔材料制成,以允许电解质流经分配管的壁。

[0017] 在本发明的第二实施例中,具有用于向电极材料供应电解质的入口的分配管每者具有通向多孔电极材料的出口,并且具有用于将电解质从电极材料中排出的出口的分配管每者具有通向多孔电极材料的入口。在此类实施例中,分配管是中空管,具有内部流动通路和围绕该内部通路的壁,并且这些中空管中的至少一个中空管的壁可以由固体材料制成。在此类实施例中,中空管的壁还可以由多孔材料或设置有至少一个孔的固体材料制成,以允许电解质在多孔电极材料内更好地分布。

[0018] 在本发明的电极组件的一些实施例中,分配管是具有内部流动通路的中空管,该内部流动通路由多孔材料制成,该多孔材料的孔隙率比管壁的孔隙率高。

[0019] 一般来讲,分配管具有圆形截面。替代性地,如在此所述,分配管可以具有三角形截面。

[0020] 在优选实施例中,分配管完全嵌入多孔电极材料内。然而,在其他实施例中,分配管仅部分地嵌入多孔电极材料中。

[0021] 在本发明的一些实施例中,电极组件的分配管可以是具有蛇形形状的中空管,并且每个分配管的壁可以由设置有至少一个孔的固体材料或者由多孔材料制成,以允许电解质分布在多孔电极材料内。

[0022] 在此描述的电极组件的实施例可以包括均匀分布在电极材料区域上的多个分配管。在一些实施例中,电极组件的至少一些分配管具有相同的截面流动面积或长度相等。

[0023] 本发明的电极组件的分配管可以由聚乙烯或聚丙烯或其他与液流电池内的高度酸性环境相容的导电材料制成,诸如聚四氟乙烯 (PTFE)、聚偏二氟乙烯 (PVDF)、乙基乙烯基乙酸乙烯酯 (EVA)、PE 共聚物、UHMW PE、热塑性聚氨酯、聚醚砜、聚碳酸酯、和聚碳酸酯合金。

[0024] 本发明还涉及一种包括至少一个液流电池单元的液流电池,该液流电池单元包括具有上述构造和特征的负电极组件和正电极组件。每个液流电池单元进一步包括将正电极组件和负电极组件分开的隔膜、以及第一双极板和第二双极板,每个双极板与相应的电极组件相邻。

[0025] 此外,本发明还描述了一种液流电池,该液流电池包括被包封在设置有两块端板的圆柱形塑料壳体中的液流电池单元组,该液流池单元组连接至圆柱形塑料壳体的内壁,由此该圆柱形塑料壳体在径向方向上压缩液流电池单元并且两块端板在轴向方向上压缩液流电池单元。电池单元组中的燃料电池单元通过双极板分开,每个液流电池单元包括由隔膜分开的正电极组件和负电极组件,每个电极组件包括由框架围绕的多孔电极材料。圆柱形塑料壳体和包封燃料电池单元组的两块端板由非导电材料制成。

[0026] 在优选实施例中,圆柱形塑料壳体和端板的材料具有与框架材料相同或约相同的热膨胀系数。例如,框架、圆柱形塑料壳体和端板的材料可以是聚乙烯或聚丙烯。

[0027] 液流电池单元组具有矩形外部形状,其角部与圆柱形塑料壳体的内表面连接,以在液流电池单元组与圆柱形塑料壳体之间形成四个隔室,更具体地讲,液流电池单元组的

角部通过密封件连接至圆柱形塑料壳体的内壁以在液流电池单元组和圆柱形塑料壳体之间形成四个密封隔室,用于使正极电解质和负极电解质流经其中。其中两个隔室用于使正极电解质流经其中,另外两个隔室用于使负极电解质流经其中。

[0028] 在一些实施例中,如上所述,被包封在设置有分别在径向方向和轴向方向上压缩液流电池单元的两块端板的圆柱形壳体中的液流电池单元组,包括具有电极组件的液流电池单元,该电极组件具有本发明中描述的构造,更具体地讲,该电极组件包括多孔电极材料、围绕该多孔电极材料的框架、嵌入在多孔电极材料中的具有用于将电解质供应到多孔电极材料的入口的至少一个分配管、以及嵌入在多孔电极材料中的具有用于将电解质从多孔电极材料排出的出口的至少另一个分配管。此类电极组件可以具有本发明中描述的任何特征。

[0029] 还描述了一种根据本发明制造用于液流电池的电极组件的方法,该方法包括以下步骤:

[0030] -将多孔电极材料定位在框架内;

[0031] -将定位针穿过设置在围绕所述多孔电极材料的所述框架中的孔而插入所述多孔电极材料中;

[0032] -通过将所述定位针插入所述多孔电极材料内,滑动分配管穿过设置在所述框架中的所述孔和设置在所述多孔电极材料中的孔,由此将所述分配管定位在所述多孔材料内并相对于所述框架定位;以及

[0033] -将所述分配管密封在所述框架的所述孔内。

[0034] 在另一个实施例中,一种制造用于液流电池的电极组件的方法包括以下步骤:

[0035] a.将至少一个分配管固定到电极框架上;

[0036] b.将多孔电极材料在所述分配管上定位在所述电极框架旁边;以及

[0037] c.压缩所述电极框架、所述分配管和所述多孔电极材料以至少部分地将所述分配管嵌入所述多孔电极材料内。

[0038] 在所有实施例中,当液流电池的电极组件是包括必须分别使其入口或其出口闭合的一些分配管的电极组件时,制造电极组件的方法进一步包括密封这些分配管的端部以防止电解质流经其入口或出口。

[0039] 还描述了一种用于制造液流电池组的方法,该方法包括以下步骤:

[0040] a.将至少一个分配管固定到电极框架上;

[0041] b.依次将具有分配管的电极框架、电极材料、隔膜、另一电极材料、具有分配管的另一电极框架上下叠置定位;

[0042] c.重复步骤a和b,直达到所述液流电池单元组中所需数量的液流电池单元为止;以及

[0043] d.压缩在步骤a至c中形成的部件组,以至少部分地将所述分配管嵌入所述多孔电极材料内。

[0044] 当电极组件包括必须分别使其入口或其出口闭合的一些分配管时,制造液流电池的方法进一步包括密封那些分配管的端部以防止电解质流经其入口或出口。

[0045] 还披露了一种制造液流电池的方法,其中,液流电池包括液流电池单元组,该液流电池单元组被包封在设置有两块端板的圆柱形塑料壳体中,并且其中,该方法包括以下步

骤:

[0046] a.提供圆柱形塑料壳体 and 两块端板;

[0047] b.将所述液流电池单元组放置在所述圆柱形塑料壳体内,使得所述液流电池单元连接至所述圆柱形塑料壳体的内壁,并且所述圆柱形塑料壳体在径向方向上压缩所述液流电池单元;以及

[0048] c.在所述两块端板之间在轴向方向上压缩所述液流电池单元组。

附图说明

[0049] 附图展示了本发明的具体优选实施例,但不应被认为是以任何方式限制本发明的精神或范围。

[0050] 图1展示了传统液流电池的实例。

[0051] 图2A示出了根据本发明优选实施例的电极组件的示意图。

[0052] 图2B示出了沿线A-A穿过图2A中表示的电极组件的截面。

[0053] 图2C展示了穿过图2A中表示的电极组件的纵向截面。

[0054] 图2D示出了穿过本发明的分配管之一的截面视图,特别是参照图 2A、图2B和图2C中所示的实施例。

[0055] 图3展示了穿过根据本发明第二实施例的电极组件的截面视图。

[0056] 图4展示了穿过根据本发明另一实施例的电极组件的截面视图。

[0057] 图5展示了制造本发明的电极组件的一种方法。

[0058] 图6A展示了可用于本发明的电极组件中的具有三角形截面的分配管的视图,图6B展示了这种电极组件。

[0059] 图6C和图6D展示了制造具有如图6B所展示的电极组件的液流电池单元组的方法中的步骤,该电极组件使用具有三角形截面的分配管。

[0060] 图7A和图7B展示了用于压缩和密封液流电池中的液流电池单元组的系统和方法。

具体实施方式

[0061] 在本说明书中使用某些术语,并且旨在根据下面提供的定义进行解释。此外,术语诸如“一个”和“包含”等应被视为是开放式的。

[0062] 在此,在定量的情况下,术语“约”应被解释为在高达20%至低至20%的范围内。

[0063] 术语“完全嵌入”在此用于描述放置在电极的多孔材料内的分配管,使得管的外表面由电极材料围绕。

[0064] 术语“部分嵌入”在此用于描述放置在电极的多孔材料内的分配管,其中,分配管的外表面的至少一部分未由电极材料围绕。

[0065] 图2A示出了根据本发明优选实施例的电极组件的示意图。电极组件40包括由框架44围绕的多孔电极材料42以及嵌入多孔电极材料42内的分配管46。在该实施例中,分配管46完全嵌入多孔电极材料中,如图 2B中进一步展示,该图表示电极组件40沿线A-A的截面。

[0066] 如图2C中进一步展示,每个分配管46的两端位于框架44中设置的孔45内。一些分配管如标记41所指示的分配管被设计成允许电解质从储罐流动至电极材料,而其他分配管如标记43所指示的分配管被设计成允许电解质从电极材料流向储罐。分配管41具有开放入

口41A和密封出口41B,该开放入口在操作的电池组中流体连接至电解质供应流50A。分配管43具有密封入口43A和出口43B,该出口在操作的电池组中通向电解质罐的电解质排出流50B。由于分配管的构造,在操作的液流电池中,电解质可以从管41流经电极材料至分配管43,如箭头D所指示并在下面进一步解释。

[0067] 如图2D所示,具有管状形状的分配管46具有电解质在一个方向B上流经其中的内部通路54,以及围绕该内部通路的壁56。分配管的内部通路可以是如图2D所展示的开放通路,或者可以填充具有高孔隙率的材料,更具体地讲,孔隙率高于电极材料孔隙率的材料。在任何情况下,分配管的内部通路都必须允许电解质以低压差沿管流动,优选地沿管的整个长度流动。如图2C和图2D所展示,分配管的壁56可以包括多个孔58,这些孔允许电解质从内部通路流动至电极材料,如图2C和图2D中的箭头D所展示,以使电解质分布在电极材料上或使电解质从电极材料流动至分配管的内部,如图2C中的箭头E所展示。孔58可沿管的长度均匀分布以允许电解质在电极材料上均匀分布,或者如本领域的技术人员将容易理解的那样,孔的密度可根据电极材料的需要较多或较少电解质的面积而变化。替代性地,分配管46的壁56可以是具有孔隙的多孔套管,孔隙的尺寸允许电解质在比内部通路中存在的压差高的压差下流经套管。

[0068] 如图2C所展示,分配管的端部密封在框架44的孔45中,以防止除了穿过分配管41和分配管43的专用路径以外的任何电解质流动。电解质流经分配管41的开放入口并流经管的内部通路54,并且如箭头D所展示的那样穿过孔58分布到电极材料,到达放置在分配管41附近的电极材料内的分配管43,并且穿过设置在管壁上的孔58进入分配管43的内部通路,如箭头E所展示。由于分配管端部之间的压力差较低,电解质流动至分配管的出口43B并流入电解质排出流50B,返回到电解质罐。

[0069] 本领域的技术人员将认识到,分配管的尺寸、内部通路的尺寸和分配管的壁中的孔的尺寸、或者分别为占据内部通路的材料的孔隙率和壁材料的孔隙率,被计算为允许电解质流经具有低压差的内部通路并允许电解质流入电极材料。

[0070] 在图2A和图2B中,分配管被展示为沿电极材料的整个表面均匀分布并横跨电极组件的整个面积。应当理解,虽然通常分配管之间的相同频率和间隔对于实现并且使电解质均匀流经多孔电极材料是优选的,但在一些其他实施例中,分配管之间的频率和间隔可以变化。例如,当优选的是非均匀电解质分布时,分配管不横跨电极材料的整个面积。同样在该实施例的当前图示中,所有管呈现为具有相同的尺寸(例如截面)。在其他实施例中,每个分配管可以具有不同的截面尺寸,或者一些分配管可以具有不同的截面尺寸。类似地,一些分配管可以具有比其他分配管更多的孔或更多孔的壁材料。

[0071] 图3展示了本发明的第二实施例。在该实施例中,电极组件140包括由框架144围绕的多孔电极材料142和以与图2B中展示的分配管类似的方式完全嵌入电极材料中的分配管146。为了简化本图示,在图3中仅示出了四个分配管146。本领域的技术人员将容易理解,可以使用更多数量的分配管,并且分配管可以均匀地分布在电极材料的整个表面上,或者其密度和频率可以根据所需的电解质分布而在电极组件的一个区域和另一区域之间有所不同。

[0072] 在图3中,电极组件140被展示为处于操作状态,因为该电极组件将会在液流电池中使用,因此更具体地讲,与电解质供应和排出流体连通。如图3所示,一个分配管141具有

通向电解质供应流150A的入口141A 和通向电极材料并且不与电解质150B的排出液流体连通的出口141B。相邻的分配管143具有通向电极材料的入口143A和与电解质150B的排出液流体连通的出口143B。如在前述实施例中那样,分配管146具有壁和内部通路,唯一的区别在于,在该第二实施例中,分配管的壁不必设置允许电解质流经管状壁的孔或孔隙。如箭头所展示,当电解质通过位于电极材料内的管的出口离开时,电解质在电极材料上分布。电解质然后进入附近的管中的一个管,该管具有通向电极材料的入口并且通过连接至电解质排出流的管的端部离开分配管。在这个安排中,与现有技术中框架中的供应/ 排出通道提供唯一支路长度的解决方案相比,电流支路长度几乎全部设置在电极组件内。

[0073] 在一些其他实施例中,根据需要,分配管146可以设置有孔或具有较高孔隙率的壁,优选地朝向在电极材料内开放的管的端部。

[0074] 在一些实施例中,连接至电极框架的分配管146的端部可以穿过孔145突出至框架的外部。如图3所示,分配管的长度可以变化。一些管可以具有相等的长度(例如,11=12),而其他管可以具有不同的长度(例如,11可以不同于13并且不同于14)。

[0075] 图3中所展示的电极组件具有中线C-C。在优选实施例中,分配管146延伸超过中线以便电解质在电极材料上更好地分布。

[0076] 在本披露内容的所有实施例中,电极组件的框架可以是设置有孔的注塑框架,以允许分配管穿过电极材料。

[0077] 图4展示了本发明的另一实施例。图4仅展示了两个分配管,但本领域的技术人员将容易理解,在其他实施例中,可以提供不止两个分配管。分配管241具有蛇形形状,具有连接至电解质供应流250A的入口241A 和密封出口241B,并且分配管243也具有蛇形形状,具有密封入口243A 和通向电解质排出流250B的出口243B。在该实施例中,如关于图2A和图2B所讨论的,分配管在管壁中设置有孔或孔隙,并且为了便于制造,通过下面结合图6C和图6D进一步呈现的方法,仅将管部分地嵌入电极材料中。

[0078] 在图3所展示的替代实施例中,入口或出口通向电极材料的分配管146也可以具有类似于图4所展示的蛇形形状。

[0079] 在本文所呈现的所有实施例中,分配管可以具有圆形截面形状或者可以具有任何其他形状,例如图6A中所展示的三角形形状。

[0080] 图5展示了制造根据本发明,更具体地讲,根据图2A、图2C和图3所展示的实施例的电极组件的方法。使用定位针53将分配管46穿过设置在框架44中的孔45插入到多孔电极材料42中。

[0081] 在该方法的第一步骤中,将电极材料42放置在框架44内,然后将定位针53从框架的任一侧穿过孔45插入并穿过电极材料以到达框架的相对侧上的孔45。在下一步骤中,通过插入定位针,分配管46滑动穿过孔45并穿过设置在电极材料中的孔。这些针帮助将分配管定位在电极材料内和框架的孔中。接下来,分配管相对于框架中的孔被密封焊接,并且分配管的一些入口/出口被密封以防止与操作的液流电池中的电解质的任何流体连通。

[0082] 分配管可以由例如聚丙烯(PP)或聚乙烯(PE)制成,这些是低成本材料并且可以容易地密封到框架边缘中,这降低了整个制造过程的成本。

[0083] 图6A、图6B、图6C和图6D展示了根据本发明的电极组件的另一实施例及其制造方法。图6A和图6B中展示的实施例类似于图2A和图 2C中展示的实施例,不同之处在于分配管

346具有三角形截面并且仅部分地嵌入电极材料中,如在此进一步解释的那样。分配管346优选地沿其整个长度设置有孔358,如图6A详细展示,并且尽管未示出,但针对图6B、图6C和图6D中的分配管341和分配管343进一步进行了暗示。一些分配管341具有与设置在电极框架344中的电解质入口通道351A(并且分别与操作的液流电池中的电解质供应通道350A)流体连通的入口341A和密封出口341B,而其他分配管343具有密封入口343A和与设置在电极框架344中的电解质排出通道351B(并且分别与操作的液流电池中的电解质排出通道350B)流体连通的出口343B。通过电解质供应通道350A将电解质供应到电极组件,该电解质供应通道在液流电池中流体连接至电解质储罐,并且电解质通过电解质排出通道350B从电极组件排出回到电解质储罐。

[0084] 图6B的实施例的制造方法在图6C和图6D中展示。如图6B所展示,分配管346首先连接至框架344,然后将电池组的部件上下叠置安排在平坦表面上,使得由分配管和这些分配管所连接的框架组成的每个组件连接至电极材料342并放置在其旁边,电极材料342由隔膜359分开,并且每个带有分配管346的框架344通过双极板360与具有分配管的下一个框架分开。图6C中展示了如此形成的未压缩电池单元组370。

[0085] 该下一步包括压缩电池单元组370,使得分配管346从顶部被按压到底部进入电极材料342中,如图6D所展示,并且确保电池单元组部件之间良好的连接。

[0086] 如图6D所示,在该实施例中,在压缩的电池单元组中,分配管仅部分地嵌入电极材料中,由此由参考标记380所指示的分配管的表面与双极板接触并且未被电极材料围绕。

[0087] 图6C和图6D所展示的制造方法特别推荐用于实施例诸如图4所展示的包括蛇形分配管的实施例,使用在此描述的先前的制造方法将较难以组装这些蛇形分配管。

[0088] 图7A和图7B展示了用于压缩和密封液流电池中的液流电池单元组的系统和方法。电池可以包括例如具有电极组件的液流电池,该电极组件具有在本发明的实施例中描述的构造。该系统使用包封液流电池单元组92的圆柱形塑料壳体90,并且设置有两块端板91和端板95,圆柱形塑料壳体和端板将液流电池单元组中的液流电池单元保持在一起,同时密封所有液流电池单元组部件。圆柱形塑料壳体在径向方向上压缩液流电池单元组,而端板在轴向方向上压缩液流电池单元组。虽然圆柱形塑料壳体90被展示为具有圆形内部截面,但是本领域的技术人员将容易理解,可以对这种内部截面进行修改,只要圆柱形塑料壳体的内表面与液流电池单元组的角部或边缘接触即可。此外,即使在此展示的液流电池单元组具有正方形形状,其他液流电池单元组还可以具有不同的形状(例如矩形)。

[0089] 用密封件93将液流电池单元组的四个角部相对于圆柱形壳体90的内表面密封,以在液流电池单元组与圆柱形塑料壳体的内表面之间形成四个密封隔室95A、95B、95C和95D。隔室95A和隔室95B分别表示例如正极电解质供应隔室和正极电解质排出隔室,并且隔室95C和隔室95D分别表示负极电解质供应隔室和负极电解质排出隔室。虽然这种压缩系统对于包括具有本发明所述构造的电极的液流电池单元组效果更好,但也可以与具有现有技术中已知构造的液流电池单元组一起使用。该压缩系统特别与具有电极组件的液流电池单元兼容,其中电池单元入口/出口支路长度由电极材料内的分配管产生,如在本文描述的实施例中所展示,其中不需要将这种电池单元支路长度容纳到电极框架周边中。

[0090] 本压缩系统的塑料圆柱形壳体90和端板91和端板95的材料具有与电极框架94的材料相同或约相同的热膨胀系数。由于具有与框架相同或约相同的热膨胀系数,圆柱形塑

料壳体在各种操作温度下在液流电池组的角部处提供良好的密封,并且由于圆柱形塑料壳体和端板都具有与框架相同或约相同的热膨胀系数,因此不需要使用现有技术中通常使用的系杆和弹簧来补偿不同的热膨胀系数,同时保持液流电池组的压缩。在本压缩系统中,液流电池单元的压缩在液流电池单元组的典型存储和操作温度(例如可在-40度和70度之间变化)范围内保持恒定。

[0091] 本压缩系统的另一个优点是,在圆柱形塑料壳体和液流电池单元组框架之间形成的四个密封隔室可以包含液流电池单元组中的框架之间或者框架与液流电池单元的其他部件(例如,隔膜、双极板、电极材料)之间的任何内部泄漏。

[0092] 上述压缩系统可用于液流电池组,液流电池组的需要作用在液流电池单元组中的液流电池单元上的压缩力通常比例如燃料电池的低得多。

[0093] 图7B中展示了压缩和密封液流电池单元组的方法,示出了液流电池单元组92如何在圆柱形塑料壳体90内滑动,并且因此形成的组件随后被定位在端板91和端板95之间并且被组装在一起。

[0094] 本发明的分配管可以由与电解质化学性质相容的任何非导电材料制成。例如,对于钒液流电池,分配管可以由低成本材料聚丙烯(PP)或聚乙烯(PE)制成,并且可以容易地密封到框架边缘中。其他用于分配管的材料可以是聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、乙基醋酸乙烯酯(EVA)、PE共聚物、UHMW PE、热塑性聚氨酯、聚醚砜、聚碳酸酯和聚碳酸酯合金等等。可用于本申请的商用管的实例是用于医疗或工业过滤系统的塑料多孔管,例如由Porex®或Parker TexLoc®生产的塑料多孔管。

[0095] 在本文所呈现的所有实施例中,电极材料是多孔的,但是在其整个体积中可以具有均匀的孔隙率,或者电极材料的孔隙率可以随着电极材料的特定区域具有比其他区域高的孔隙率而变化,以促进那些特定区域中的电化学反应。

[0096] 在本文描述的实施例中,分配管完全嵌入电极材料内,这被解释为指的是分配管完全被电极材料围绕,如图2A和图2B中最佳展示,或者可以部分地嵌入电极材料内,这被解释为指的是管表面的至少一部分未被电极材料围绕,并且在组装好的叠堆中例如暴露于双极板而不暴露于电极材料,如图6B和图6C中所展示。

[0097] 贯穿本披露内容,电极框架被展示为具有直角的矩形形状。本领域的技术人员将容易理解,在其他实施例中,电极框架可以具有其他形状,例如具有圆角的矩形形状等。在一些图中,电极材料(例如,42、142、242)未被展示为多孔材料,但是本领域的技术人员将理解,这是出于简化附图的目的,并且在所有图中,暗示多孔电极材料被展示为如图6D中的电极材料342。

[0098] 在本文描述的所有实施例中,在电池组的液流电池单元中将负电极组件和正电极组件分开的隔膜可以是微孔隔膜或离子交换膜。

[0099] 在本文描述的所有实施例中,将电极分开的双极板未设置有框架和/或如在一些现有技术文献中描述的用于循环、引导或调节流动电解质的特征,因为电解质循环通过分配管完全或部分地嵌入电极材料中来实现。在本发明中展示的双极板仅具有将分配管和/或电极分开的作用,同时是导电的。

[0100] 根据本发明的液流电池的实例是钒液流电池,钒液流电池是采用不同氧化态的钒离子来储存化学势能的可再充电液流电池。

[0101] 本发明的优点在于具有本文描述的构造的电极组件提供了电极材料上的低压降的改进的电解质分布,并且提供了分路电流控制,而不需要额外的框架区域或材料来容纳延长的支路长度。本发明的电极组件易于制造,不需要电极相对于电解质分布通道的一些高公差定位和/或附接,不需要像在现有技术中那样将双极板永久附接或结合到塑料电池单元框架,而是使用适合大批量生产的低成本材料和制造技术。此外,在本发明中披露的设计中,由于电极材料内的分配管的定位和设计,电解质流速和反应速率可能增加,并且电极特性(孔隙率、电解质分布等)可以改变以实现比现有技术中已知的解决方案高的能量效率和电流密度。

[0102] 虽然已经示出和描述了本发明的特定元件、实施例和应用,但应当理解,本发明当然并不限于此,因为本领域的技术人员可以在不脱离本披露内容的精神和范围的情况下,特别是借鉴前述传授内容作出修改。此类修改应被认为在所附权利要求书的权限和范围内。

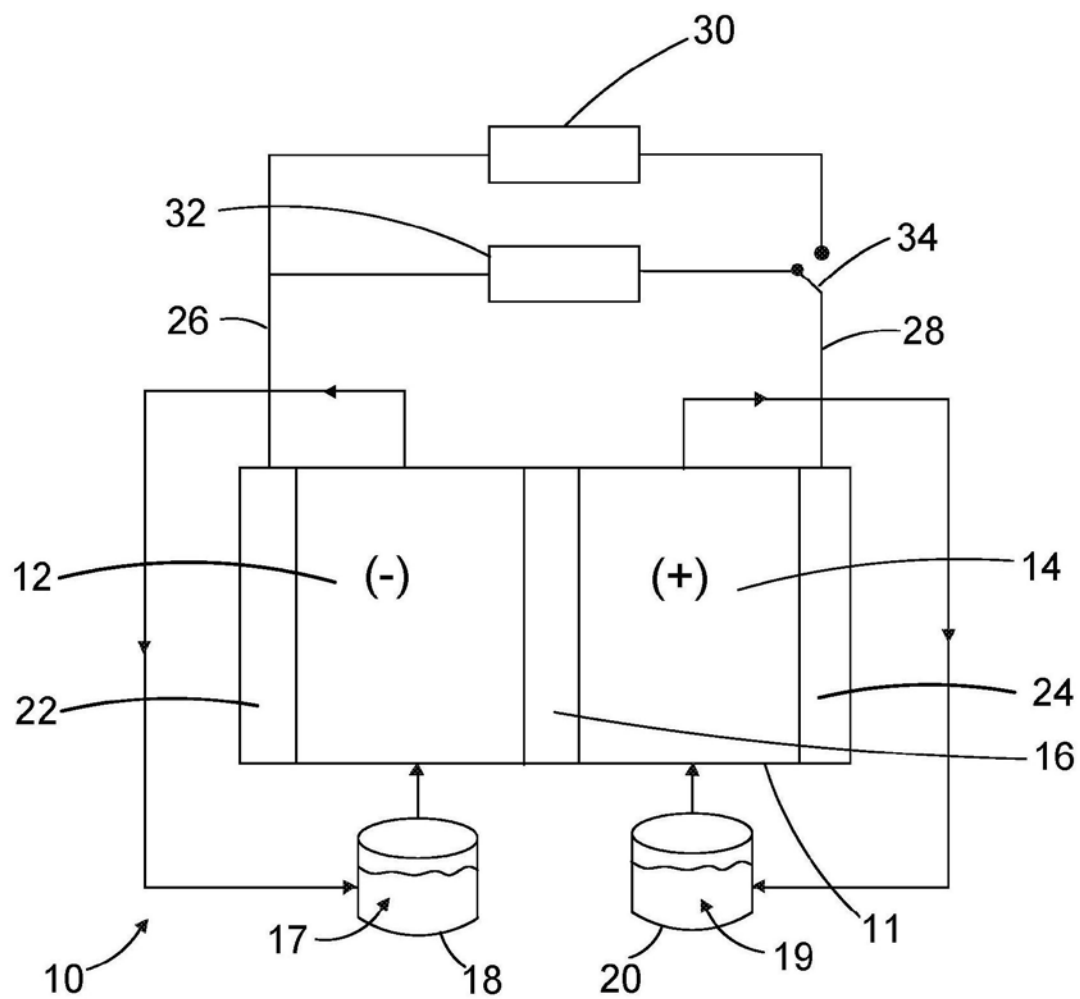


图1

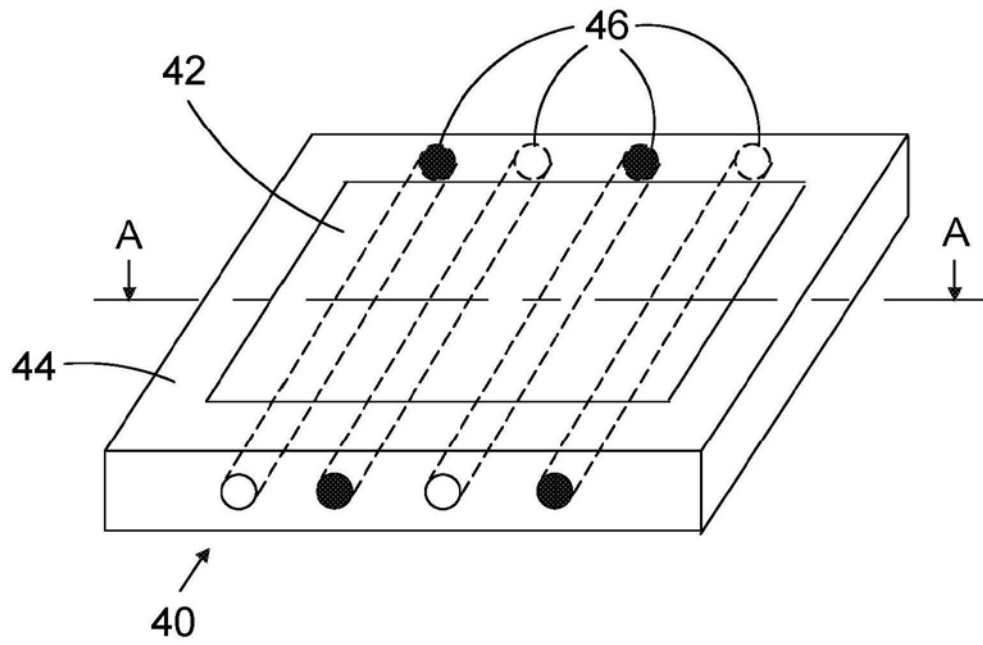


图2A

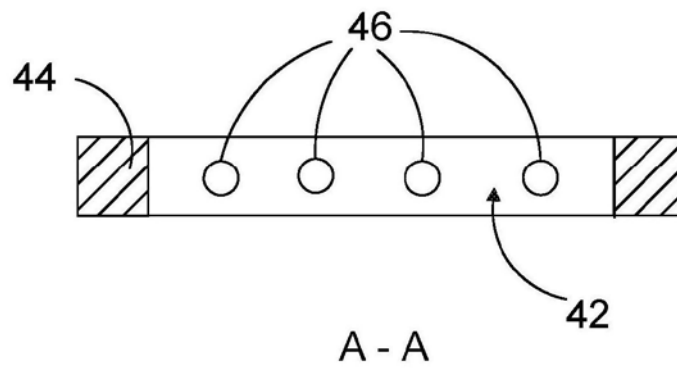


图2B

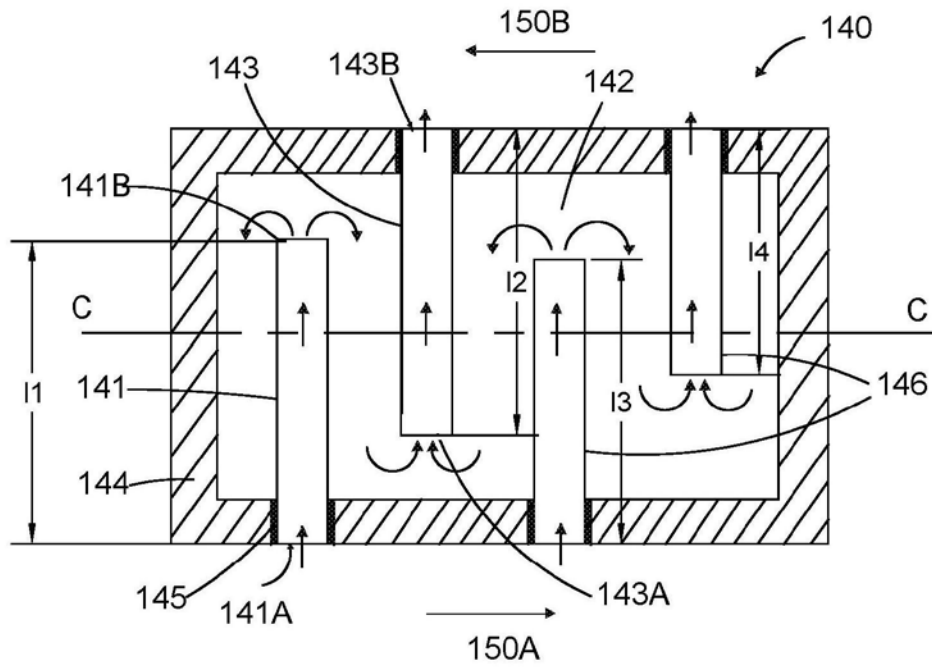


图3

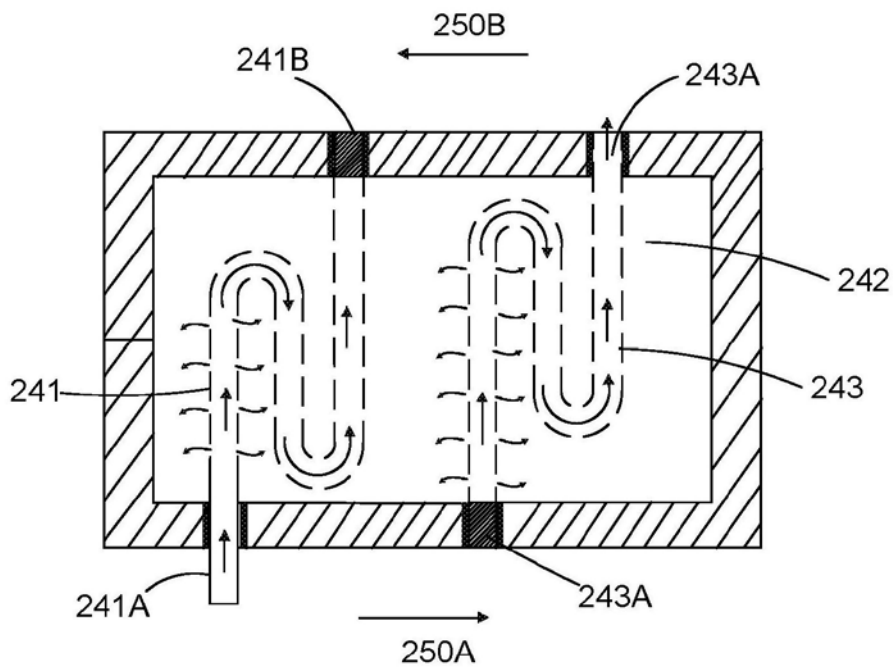


图4

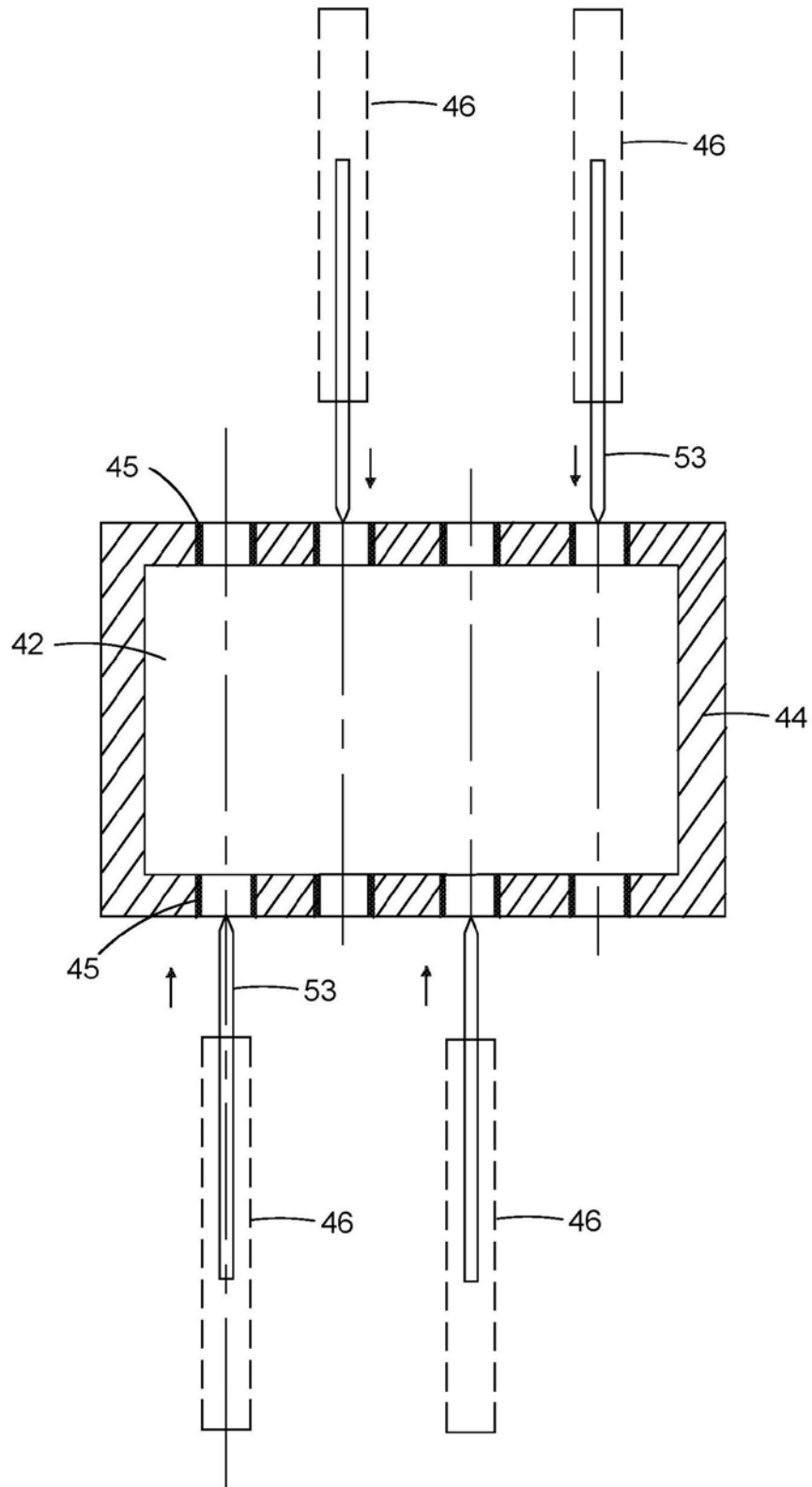


图5

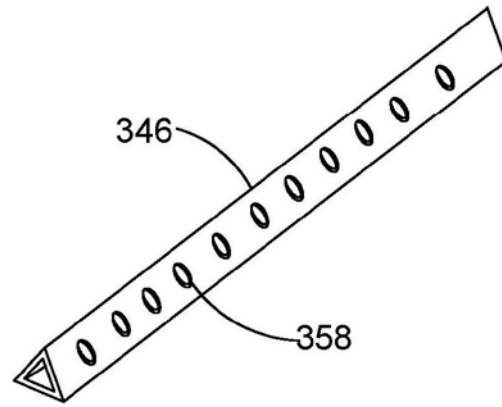


图6A

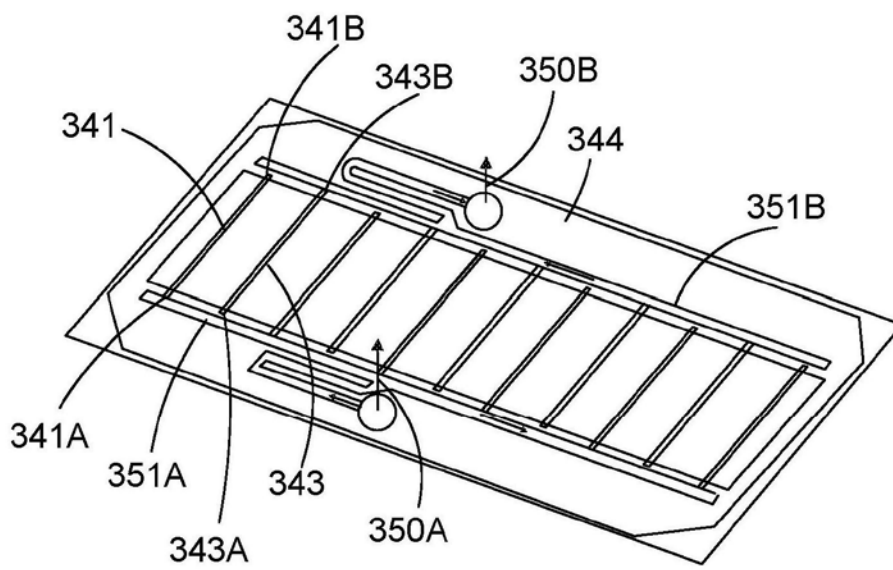


图6B

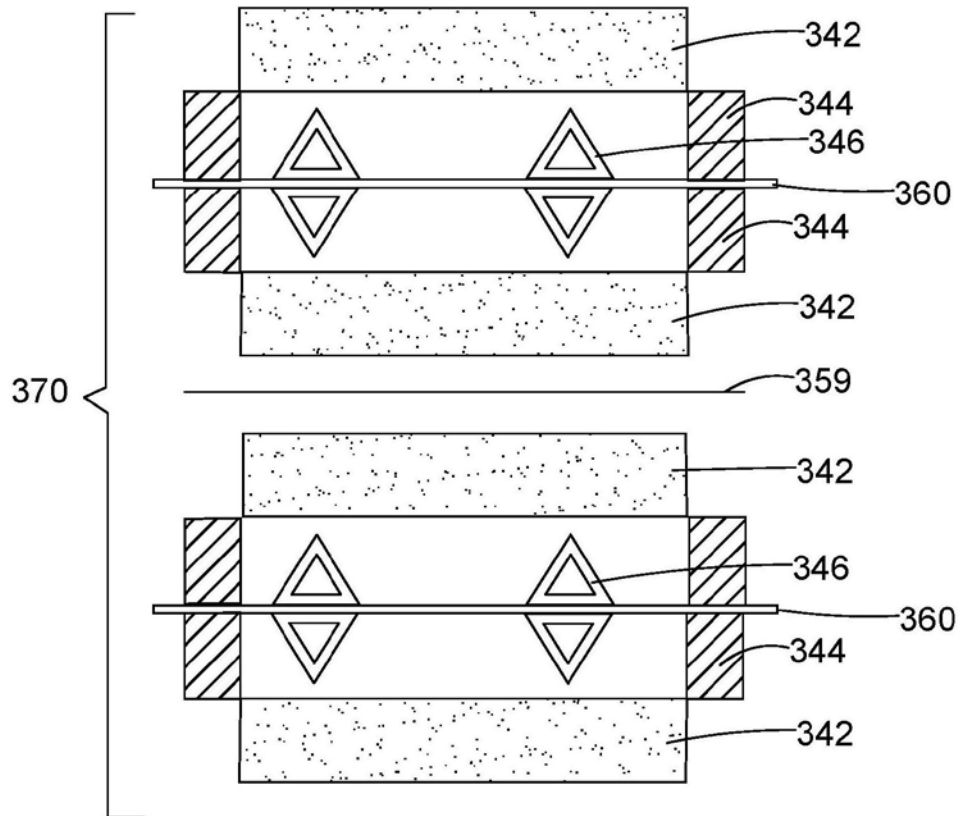


图6C

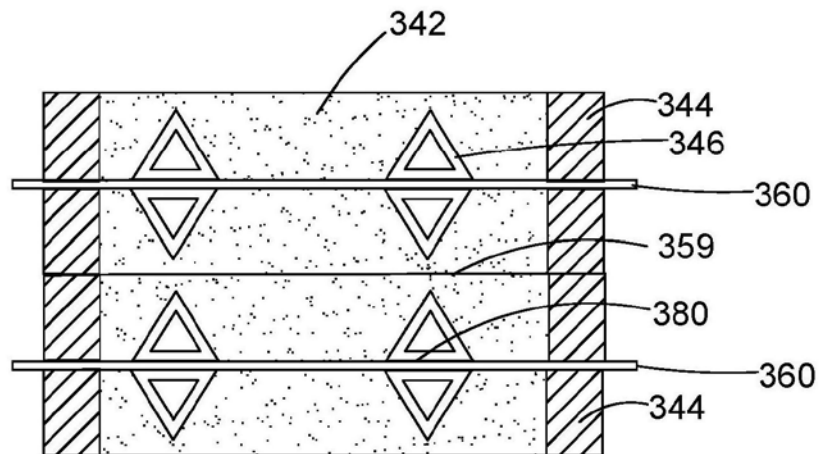


图6D

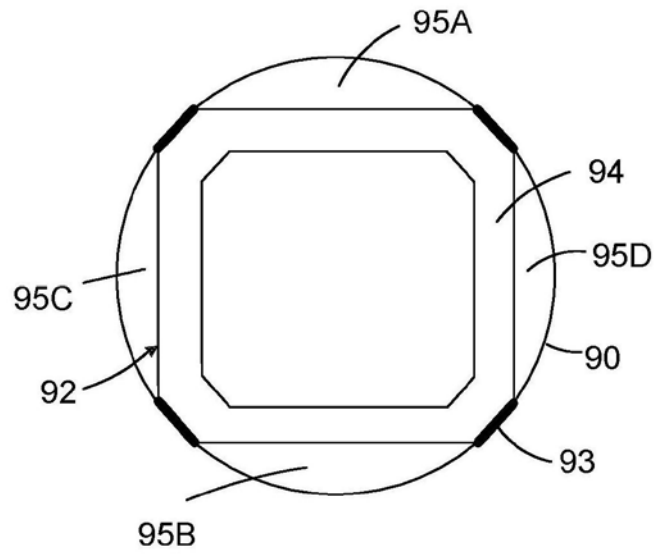


图7A

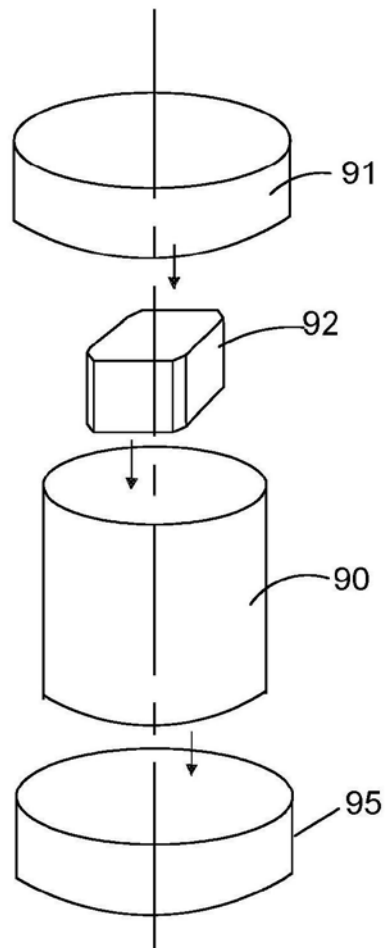


图7B