



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103402611 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 20

(21) 申请号 201180035438. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 05. 18

*B01D 61/00* (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/345, 740 2010. 05. 18 US

61/359, 022 2010. 06. 28 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 01. 18

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/036915 2011. 05. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02011/146558 EN 2011. 11. 24

(71) 申请人 西门子私人有限公司

地址 新加坡新加坡城

(72) 发明人 K. H. 恩 R. 傅 L-S. 梁 Z. M. J. 杨

K. H. 约

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 贾静环

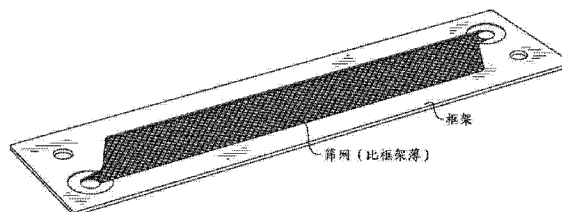
权利要求书1页 说明书16页 附图5页

(54) 发明名称

用于电渗析的系统和技术

(57) 摘要

电化学分离装置配置为具有较低的能耗。用于减小屏蔽效应的技术可包括在间隔件筛网和邻近的离子选择性膜之间提供间距。可使用薄于周围框架的具有筛网的间隔件。也可以向隔室施加温和的压力以增加间隔件筛网和邻近的离子选择性膜之间的间距。



1. 一种电驱动分离装置,包括:  
第一隔室,其至少部分地由第一离子选择性膜和第二离子选择性膜限定;和  
包括筛网的间隔件,所述间隔件位于第一和第二离子选择性膜之间,构造和布置以保持筛网和第一和第二离子选择性膜中的每一个之间的分离。
2. 根据权利要求 1 的装置,其中,所述筛网被比该筛网厚的框架包围。
3. 根据权利要求 2 的装置,其中,所述筛网在第一隔室之内相对于所述第一和第二离子选择性膜大致居中。
4. 根据权利要求 1 的装置,其中,所述筛网位于所述第一隔室的入口通道和出口通道处。
5. 根据权利要求 2 的装置,其还包括盖件,其构造和布置成与间隔件配合支撑所述第一离子选择性膜。
6. 根据权利要求 1 的装置,其中,相对所述第一隔室的其余部分,朝向所述第一隔室的入口通道和出口通道的至少一个的所述筛网是较厚的。
7. 根据权利要求 1 的装置,其还包括第二隔室,其至少部分地由第二离子选择性隔膜和第三离子选择性膜限定。
8. 根据权利要求 7 的装置,其中,所述第一隔室包括稀释隔室和所述第二隔室包括浓缩隔室。
9. 根据权利要求 7 的装置,其还包括第二间隔件,该间隔件包括第二筛网,所述第二间隔件位于第二和第三离子选择性膜之间,并且构造和布置以保持所述第二筛网和第二以及第三离子选择性膜之间的分离。
10. 根据权利要求 2 的装置,其中,所述筛网比所述框架薄约 0.002 英寸至约 0.02 英寸。
11. 一种处理水的方法,包括:  
将水引入至电驱动分离装置的至少第一隔室;  
促进间隔件筛网与电驱动分离装置中的邻近离子选择性膜分离;  
促进水中的离子物质从电驱动分离装置的第一隔室向第二隔室传输;  
在第一隔室的出口回收处理过的水。
12. 根据权利要求 11 的方法,其中,促进分离包括向第一隔室施加压力。
13. 根据权利要求 11 的方法,进一步包括反转通过电驱动分离装置施加的电流的极性。
14. 根据权利要求 11 的方法,进一步包括监测处理过的水中的离子物质浓度。
15. 一种将电渗析装置的能耗减少至少 10%的方法,该方法包括在所述电渗析装置的隔室中降低屏蔽效应。

## 用于电渗析的系统和技术

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 依据第 119 款, 本申请要求 2010 年 5 月 18 提交的名称为 ELECTRODIALYSIS SPACER AND SCREEN CONFIGURATION FOR LOWER ENERGY CONSUMPTION 的美国临时申请 No. 61/345, 740 和 2010 年 6 月 28 日提交的名称为 ELECTRODIALYSIS SPACER WITH CAPS IN INLET AND OUTLET AREAS 的美国临时申请 No. 61/359, 022 的优先权, 为所有目的, 其中每个临时申请的全部公开内容通过引用其全部而并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明的各方面一般地涉及电化学分离, 更具体地, 涉及低能耗的电渗析系统和技术。

### 背景技术

[0004] 能够使用所施加的电场处理液体流以分离其中的离子物质的装置是已知的。这些包括但不限于电渗析和电去离子装置的电驱动分离装置通常被用以生产纯化水。

[0005] 这些装置内是被离子选择性膜隔离的浓缩和稀释隔室。电渗析装置通常包括交替的、电活性的、半透的阴离子和阳离子交换膜。膜间的空间配置为具有入口和出口的液体流动隔室。通过电极施加的外加电场致使溶解的离子被吸引向各自的反电极从而迁移穿过阴离子和阳离子交换膜。这通常会导致稀释隔室液体中的离子贫化, 并且使浓缩隔室液体富集被转移的离子。

[0006] 发明简述

[0007] 本发明的各方面一般地涉及低能耗的电渗析系统和技术。

[0008] 根据一个或多个方面, 电驱动分离装置可以包括至少部分地由第一离子选择性膜和第二离子选择性膜限定的第一隔室, 和包含筛网 (screen) 的间隔件, 间隔件位于第一和第二离子选择性膜之间, 构造和布置为保持筛网和每个所述第一和第二离子选择性膜之间的分离。

[0009] 在一些方面, 所述筛网可被比该筛网厚的框架包围。在至少某些方面, 所述筛网可以相对所述第一和第二离子选择性膜而在第一隔室内大致居中。在一些方面, 筛网可位于第一隔室的入口通道和出口通道。在一个或更多方面, 所述装置可以进一步包括盖件 (cap), 其构造和布置为与间隔件一起支持所述第一离子选择性膜。在一些方面, 该筛网可以更厚一些, 相对第一隔室的剩余部分朝向第一隔室的入口通道和出口通道中的至少一个。在一些方面, 该装置可进一步包括至少部分地由第二离子选择性隔膜和第三离子选择性膜限定的第二隔室。所述第一隔室可包括稀释隔室并且所述第二隔室包括浓缩隔室。第二间隔件可包括第二筛网。所述第二间隔件可位于所述第二和第三离子选择性膜之间, 并且构造和布置为保持所述第二筛网和所述第二及第三离子选择性膜之间的分离。在一些方面, 所述筛网可比所述框架薄约 0.002 英寸至约 0.02 英寸。

[0010] 根据一个或多个方面, 处理水的方法可以包括将水引入电驱动分离装置的至少第

一隔室,促进间隔件筛网与电驱动分离装置中的邻近离子选择性膜分离,促进水中的离子物质从电驱动分离装置的第一隔室向第二隔室运输,以及在第一隔室的出口回收处理过的水。

[0011] 在一些方面,促进分离可以包括向第一隔室施加压力。在至少某些方面,该方法可以进一步包括反转通过所述电驱动分离装置施加的电流的极性。在其它方面,该方法可以进一步包括监测处理过的水中的离子物质浓度。

[0012] 根据一个或多个方面,使电渗析装置的能耗降低至少约 10%的方法可包括降低电渗析装置的隔室中的屏蔽效应 (shadow effect)。

[0013] 下面将详细讨论其它方面实施方式,以及这些示例性的方面和实施方式的优点。此外,应当理解的是,前面的信息和下面的详细描述仅仅是各种方面和实施方式的说明性的实例,且旨在提供纲要或框架以理解所要求保护的方面和实施方式的性质和特征。包含的附图用以例证和进一步理解各个方面和实施方式,并且被并入并构成本说明书的一部分。附图与本说明书的其余部分一起,用于解释要求保护的和所描述的方面和实施方式的原理和操作。

[0014] 附图简要说明

[0015] 参照附图,下面将对至少一个实施方式的各个方面进行讨论。这些图,并非意欲按比例绘制,每一个相同或几乎相同的堆在各个附图中用相同的标号表示。为清楚起见,在每一个图中,不是每一个堆均被标记。所提供的附图是以图示和说明为目的,并且不意欲作为本发明的限制。在这些图中:

[0016] 图 1 呈现了根据一个或多个实施方式的离子选择性膜间隔件的示意图;

[0017] 图 2 呈现了根据一个或多个实施方式的电化学分离池堆的示意图;

[0018] 图 3 呈现了根据一个或多个实施方式的中空间隔件的示意图;

[0019] 图 4 呈现了根据一个或多个实施方式的螺旋缠绕电渗析池的示意性构造;

[0020] 图 5 呈现了在如同所附的实施方式讨论的不同压差下,涉及每个电池对的电压降对产品的 TDS 的数据;

[0021] 图 6 呈现了在如同所附的实施方式所讨论的电渗析产品中,涉及能耗对 ppm TDS 的数据;

[0022] 图 7 呈现了在如同所附的实施方式所讨论的涉及普通间隔件和中空间隔件的每个电池对的电压降对产品 TDS 的数据;以及

[0023] 图 8 呈现了如同所附的实施方式所讨论的流速对应的每个流路的压力降数据。

[0024] 发明详述

[0025] 根据一个或多个实施方式,水处理系统可以包括一个或多个电化学分离装置。电分离装置或电驱动分离装置的非限制性实例包括电渗析和电去离子装置。通常这些示例性装置内是被具有选择渗透性介质隔离的浓缩和稀释隔室,所述选择渗透性介质如阴离子选择性膜和阳离子选择性膜。在这些装置中,所施加的电场导致电离物质,溶解的离子,迁移穿过所述选择渗透性介质,即,阴离子选择性膜和阳离子选择性膜,从而导致稀释隔室的液体贫离子化,以及浓缩隔室中的液体富集迁移、转移的离子。在一些实施方式中,电化学分离装置可包括该装置内的一个或多个隔室内的介质,例如一个或多个浓缩和稀释隔室。固体“介质”(例如,电活性介质或吸附介质,如离子交换介质)可提供离子转移路径,和/或

用作所述选择性膜之间增强的导电桥,以方便离子在该装置的隔室内移动。在其他实施方式中,如那些涉及电渗析的,至少一些隔室可不包含选择性介质。在至少一个实施方式中,没有一个电化学分离装置的隔室包含选择性介质。

[0026] 电化学分离是利用电活性介质和电势来影响离子运输进而从水中消除,或至少减少一种或多种电离的或可电离的物质的方法。所述电活性介质通常用于交替地收集和释放离子和/或可电离物质,以及,在某些情况下,通过离子或电子取代机制促进离子的运输,其可以是连续的。电化学分离装置可以包括永久或临时充电的电化学活性介质,并可以被分批地,间歇地,连续地,和/或以反转极性模式操作。可操作电化学分离装置以促进一个或多个专门设计用来实现或提高性能的电化学反应。另外,这样的电化学分离装置可以包括电活性膜,如半透的或选择渗透性的离子交换膜或双极性膜。

[0027] 电渗析(ED)装置通常不包含离子选择性膜之间的电活性介质。因为缺乏电活性介质,ED操作可能会在低盐度进料水方面由于电阻升高而受到阻碍。此外,因为高盐度进料水的ED操作可导致电流消耗提高,迄今,ED装置至少在中等盐度水源方面已经得到最有效地使用。在以ED为基础系统中,因为没有电活性介质,分解水的效率不高,并且通常避免在这样的状况下操作。ED的一种变体是倒极式电渗析(electrodialysis reversal, EDR),其中通过反转所施加的电流的极性,而反转离子流的方向。另一种变体是反向电渗析(reverse electrodialysis, RED),其中从跨交替的阴极和阳极选择性膜的盐水和淡水之间的化学势差给出(retrieve)盐度梯度能。

[0028] 在ED装置中,多个邻近电池或隔室通常是由选择渗透性膜分隔,其使得带正电的或带负电的物质中任一个通过,但通常不是两种都通过。在这样的装置中,稀释或贫化隔室通常是被提浓(concentrating)或浓缩(concentration)隔室间隔开。随着水流过贫化(depletion)隔室,离子和其他带电物质通常受电场的影响而带入到浓缩隔室中,例如受直流(DC)电场的影响。带正电的物质带向阴极,其通常位于多个贫化和浓缩隔室形成的堆的一端,带负电荷的物质类似的带向这种装置的阳极,其通常位于所述隔室堆的相反端。电极通常装在电解液隔室内,其通常与联通贫化和/或浓缩隔室的流体部分地隔离。一旦在浓缩隔室中,带电物种通常被至少部分地限定出该浓缩隔室的选择渗透性膜的屏障捕集。例如,阴离子通常被阳离子选择膜阻止而不能进一步朝阴极向浓缩隔室外迁移。一旦被俘获到浓缩隔室中,捕集的带电物质可以浓缩流移出。

[0029] 向装置施加的电场通常是直流(DC)电场。然而,也可以使用任何能够在一个电极和另一个之间产生偏压或电位差的施加电流,以促进离子物质在该装置中的迁移。该DC电场通常通过施加到电极(阳极或正极以及阴极或负极)的电压和电流源而施加到电池。所述电压和电流源(统称为“电源”)本身可以由各种装置供电,如AC电源(交流电源),或者例如,来自太阳能、风能或潮汐能的电源。在电极/液体界面上,发生电化学半电池反应,启动和/或促进离子通过膜和隔室转移。发生在所述电极/界面的具体的电化学反应可以在一定程度上由容置电极堆的专门隔室中盐的浓度来控制。例如,高氯化钠浓度的阳极电解液室的进料将倾向于产生氯气和氢离子,而这样的阴极电解液室的进料将趋向于生成氢气和氢氧根离子。一般情况下,在阳极室生成的氢离子会与游离阴离子如氯离子缔合而保持电荷中性,并生成盐酸溶液,和类似的,在阴极室生成的氢氧根离子会与游离阳离子如钠缔合而保持电荷中性,并生成氢氧化钠溶液。根据一些实施方式,电极隔室的反应产物,如

生成的氯气和氢氧化钠,可用于如下述目的所需的过程:消毒目的、膜清洁和除垢的目的、和 pH 调节的目的。

[0030] 根据一个或多个实施方式,可以由通过经由电极施加的跨隔室的电场来操作电化学装置。可以改变装置的操作参数以提供所需的特性。例如,所施加的电场可以响应于一个或多个特性或条件而改变。因此,电场强度可以保持恒定或随着该装置或其处理流的特性而改变。事实上,所述一个或多个操作参数随一个或多个传感器的测量值而改变,所述测量值例如,pH 值,电阻率,离子或其他物质的浓度。通过电极所施加的电场促进带电物质如离子通过离子选择性膜从一个隔室迁移到另一个隔室。

[0031] 根据一个或多个实施方式,所述电驱动分离装置的典型配置包括至少一个电极对,通过该电极对施加的力,如电场,可以促进一种或多种离子物质或可电离物质的运输或迁移。该装置因此可以包括至少一个阳极和至少一个阴极。每个电极可以独立地由适合在装置内产生电场的任何材料制成。在某些情况下,可以选择这样的电极材料,使得电极可以,例如,在没有重大腐蚀或降解的情况下长时间使用。在本领域中,合适的电极材料和配置是公知的。电化学装置的电极一般可包括由如碳、铂、不锈钢或钛的材料制成的基体或核心。该电极可涂覆有各种材料,例如,氧化铱,氧化钌,铂族金属,铂族金属氧化物,或它们的组合或混合物。该电极通常会促进水合氢离子和氢氧根离子的形成。连同各种进料中的离子一起,这些离子通过电化学装置的电势而被运输。离子流与施加到该模块的电流相关。

[0032] 在操作中,待净化的液体,其通常具有溶解的阳离子和阴离子组分,可以被引入到一个或多个贫化隔室中。可以跨该装置的一个或多个隔室施加电场,这可以促进离子物质迁移向他们各自的吸引电极。在电场的影响下,阳离子和阴离子组分可离开贫化隔室并迁移到提浓隔室。离子选择性膜可能会阻止或至少抑制阳离子和阴离子物质迁移到下一个隔室。电化学分离装置因此可被用来生产基本上由水组成的产品,并且在某些情况下,生产基本上是水的产品,即,水可能有痕量或检测不到量的离子等,但该水被那些本技术领域的普通技术人员认为是“纯”水。在一些实施方式中,所施加的电场产生极化现象,这可能会导致水水解成氢和羟基离子。

[0033] 在一些实施方式中,电场可以基本上垂直于装置内液体流动的方向施加。其他的方向也可以使用。在至少一个实施方式中,电场可大致均匀地跨隔室施加,导致跨隔室产生实质上均匀的、基本上恒定的电场。在其它实施方式中,电场可非均匀地施加,导致跨隔室的非均匀电场密度。在一些实施方式中,电极的极性可以在操作过程中反转,反转该装置内电场的方向,如在 EDR 装置中。

[0034] 根据一个或多个实施方式,施加的电场可以促进水水解成氢或水合氢离子,以及羟基离子。所施加的电场也可以促进电化学装置中一种或多种离子的迁移。氢气、羟基(hydroxyl)和/或一种或多种存在的目标离子可能迁移。离子迁移可跨电化学装置的一个或多个离子选择性膜。离子可浓缩或捕集在一个或多个隔室中,例如,根据它们的电荷或性质。电化学装置内的各种离子选择性膜的取向和性质可能会影响其内的迁移,以及各隔室可形成什么类型的产品。所产生的产品流可由各隔室的出口流出电化学装置,例如,产品溶液出口和/或废液(reject solution)出口。

[0035] 根据一个或多个实施方式,电化学装置可包括一个或多个隔室,如第一隔室和第二隔室。在与电化学分离技术方面有关的一个或多个实施方式中,电驱动分离装置可以包

括一个或多个贫化室以及一个或多个提浓隔室。功能上就类型,和 / 或引入其中的流体组成而言,隔室或电池通常不同。但是,结构差异也可以区分各隔室。在一些实施方式中,装置可以包括一个或多个类型的贫化隔室以及一个或多个类型的提浓隔室。任何给定的隔室的性质,如它是提浓隔室还是贫化隔室,通常可由界定隔室的膜的类型,以及供给到隔室的进料类型认定。相邻隔室的性质可能相互影响。在一些实施方式中,隔室可以是电解隔室。例如,贫化隔室可被称为电解隔室。在一些实施方式中,提浓隔室也可以被称为电解隔室。在一些实施方式中,水分解通常可发生在电解室。电解室可以是水分解池。电解隔室也可能发生其它的离子相互作用。

[0036] 膜通常形成邻近隔室之间的边界。在一些实施方式中,所述膜可以是离子选择性,离子渗透性的或选择渗透性膜。这种膜通常可允许特定类型电荷的离子通过,而抑制或阻止具有不同电荷或价态或电荷类型的离子通过。所述离子选择性膜可以是任何合适的膜,该膜可允许至少一种离子相对于另一种离子优先穿过。因此,一个或多个隔室可至少部分地由一个或多个离子选择性膜限定。电化学装置中,多个隔室通常配置为堆。离子选择性膜之间可包含间隔件。贫化隔室通常由贫化隔室间隔件限定,提浓隔室通常由提浓隔室间隔件限定。

[0037] 装配的堆通常由端部的端块限界,且通常是通过螺母固定的贯穿螺栓装配。在某些实施方式中,所述隔室包括阳离子选择性膜和阴离子选择性膜,其通常外围地密封到所述间隔件两侧的外周。在一些非限制性实施方式中,阳离子选择性隔膜和阴离子选择性膜可包含离子交换粉体,聚乙烯粉体粘合剂以及甘油润滑剂。在一些实施方式中,阳离子和阴离子选择性膜是异相膜 (heterogeneous membrane)。这些可能是聚烯烃类膜或其他类型的膜。膜可以通过使用热和压力以生成复合片材的热塑性工艺压出 (extruded)。在一些实施方式中,可以实现均质膜。可使用其他的膜。所述的一个或多个选择渗透性膜可以是任何离子选择性膜,中性膜,尺寸特定的膜 (size-exclusive membrane),或甚至是特别地对一个或多个特定的离子的离子类不可透过的膜。在某些情况下,电驱动的装置内使用阳离子和阴离子选择性膜交替顺序。

[0038] 根据一个或多个实施方式,两个邻近的离子选择性膜可形成电池或隔室。例如,第一离子选择性膜和第二离子选择性膜可以形成电池。两个电池可形成电池对。在一些实施方式中,稀释隔室和浓缩隔室可形成电池对。具有特征在于其结合的离子选择性膜的特性的电池或电池对的其他配置也是可能的。电化学分离装置可以包括电池对的堆,并且因此包括多个隔室的堆。在一个实施方式中,多个隔室可以是结合在一起的,分离的,或至少部分地由一个或多个离子选择性膜限定。在一些实施方式中,阳离子选择性膜可用“c”表示以及阴离子选择性膜用“a”表示。在一些实施方式中,离子选择性膜 a 和 c 配置为相对阴离子优先让阳离子穿过的阳离子选择性膜 (指定为“c”) 和相对阳离子优先让阴离子穿过的阴离子选择性膜 (指定为“a”) 的交替系列。在其它实施方式中,可以使用例如“c c a c”或“a a c a”的排列。基于目标应用以及基于期望的离子选择膜所限定的隔室的性质,可以使用离子选择性膜的任意组合和排列。可认为邻近隔室之间是离子连通的,如经由邻近的离子选择性膜。远侧的隔室也可认为是离子连通的,如经由其间附加的隔室。

[0039] 隔室内可存在多种结构或配置。因此,所述分离系统的一个或多个隔室可能包含额外的堆和 / 或结构,例如,但不限于,挡板,筛 (mesh screen),板,肋,带,筛网,管道,碳颗

粒,碳过滤器,在某些情况下,其可以用于包含离子交换介质,和/或用来控制液体流动。这些堆可以分别包含相同类型和/或数量的所述多种部件和/或具有相同的结构,或者可以具有不同的堆和/或结构/配置。传统的电化学分离装置包括由电极限定的区域(stage)。与端板邻近的可以是端块(endblock),用于容纳电极和所需的歧管装置。电极间隔件可以与端块邻近,并且可包括筛网,其能实现液体湍流通过所述电极间隔件。离子渗透膜可被密封到所述电极间隔件的外周。形成的间隔件包括筛网。

[0040] 在一些非限制性实施方式中,定位电极,以使得在电极表面和离子渗透膜或端块之间存在间隙。在电极,平板,网状或多孔板电极之间的间隙或间距,可以通过插入间隔件或任何其他类型的结构来产生,该结构的形状和尺寸构成为置换或设置所述电极与所述离子渗透膜、所述端块或两者形成一定间距。在一个实施方式中,间隔件是在相对所述离子渗透膜,所述端块或二者的预定位置置换电极的结构。在又一个实施方式中,所述间隔件可以使所述电极连接到支撑结构上,以使电极之间的距离可以改变。例如,间隔件可以是筛网,编织网或织物,或可以是任何适合于排列或定位所述电极的结构。在另一实施方式中,间隔件是这样的结构,该结构允许或促进液体在紧邻电极的流体区域以竖直的、水平的,垂直的或者优选随机的方向流动。所述间隔件可以接触所述电极的表面或表面的至少一部分并且可适用于排列电极,同时,优选地,引导或促进邻近电极的流体的混合。因此,在另一实施方式中,间隔件可以是流体混合器,其促进任何气体或因例如流体改向而捕集的气泡的去除或排斥。

[0041] 根据一个或多个实施方式,离子选择性膜之间的间隔件或隔离板(separator)通常保证分别在稀释和浓缩隔室内的稀释或浓缩溶液的平等分配,确保每个稀释空间和每个浓缩空间的速度均匀,限制溶液泄漏到堆之外和限制稀释和浓缩溶液之间的交叉泄漏。一般而言,传统的隔室在离子选择性膜之间使用间隔件。这些间隔件通常允许流体流过装置装置,支持所述离子选择性膜,和促进所期望的流动模式或流动剖面。在一些实施方式中,湍流可以是有利的。

[0042] 贫化和提浓隔室可由具有特定的亲和度的离子选择性膜界定,以便表征隔室的性质。贫化隔室结构可以包括第一离子可渗透膜、间隔件和第二离子可渗透膜。提浓隔室结构可以包括第一离子可渗透膜、间隔件和第二离子可渗透膜。在一些实施方式中,所述间隔件可以由刚性的、惰性材料制成。所述离子渗透膜可密封到所述间隔件相对表面的相应间隔件的外周。一个阶段内待纯化的液体可以通过至少一个包括间隔件和膜的隔室。为了提供合理的液体流通容量,重复包括间隔件和膜的单元,通常重复5至250次。

[0043] 这些重复的隔室,或重复的电池对,可能由支撑电极和电极间隔件的端块界定。电极间隔件可以位于容纳电极的端块附近。端板(end plate)可位于端块电极堆上与邻近电极间隔件侧所相对的一侧的附近。全部堆可以不同方式保持在一起。在一些非限制性实施方式中,拉杆(tie-bars)可沿着装置的整个长度延伸以维持装置元件在适当的位置。

[0044] 根据一个或多个实施方式中,定义隔室的邻近离子选择性膜之间的间隔件可包括筛网,用于提供流体流动路径。所述筛网可由任何材料制成,以及制成任何配置,但通常应当促进所需的流体流动。所述筛网元件通常可被框架或垫圈元件包围。因此,在一些实施方式中,间隔件可以包括筛网和框架。包括筛网和框架的间隔件可以是连续或单一构造。在一些实施方式中,间隔件可以由各种技术构建,包括模塑和挤压。在至少一个实施方式中,



所述筛网可被切断以适合在所述框架之内。在其它实施方式中,筛网可以嵌入在框架内。间隔件可以由任何的惰性材料制成,例如,适合用在该装置中的任何塑料或聚合物材料,例如,聚酯或聚丙烯编织网或织物。在一些实施方式中,所述间隔件通常可是重量轻、耐用和刚性的。在一些非限制性实施方式中,间隔件的整体厚度可小于约 0.1 英寸,小于 0.01 英寸,甚至小于 0.005 英寸。在一些实施方式中,如本文所讨论的,间隔件的厚度在整个间隔件上可以不是均匀的。在至少一个实施方式中,间隔件最厚的部分可以由框架的厚度限定。

[0045] 在一些实施方式中,间隔件可以帮助或改进隔室中或电极附近或周围区域的流体的混合或流动分布。例如,所述间隔件可以是流动混合器,其混合、促进或产生周围流体的错流 (cross-flow)。在一个实施方式中,所述横流可以由所述筛网、网或织网的编织特性产生。因此,所述筛网或流动混合器可具有促进邻近电极的区域的期望流体流的任何图案模式 (pattern)。在一些实施方式中,筛网可以由惰性材料制成或由挤压塑料制成,例如聚乙烯,聚丙烯,聚四氟乙烯,具有的图案模式包括,例如,正方形,箱,编织或菱形 (diamond) 图案。电化学堆的各离子选择性膜之间的分隔板可以包括框架,例如聚乙烯,乙烯醋酸乙烯酯共聚物,乙烯-丙烯酸乙酯或乙烯-丙烯酸共聚物框架,以及在所述框架包围的空间中的无纺的或延伸的筛网。在至少一些实施方式中,框架可以是弹性体的。在一些实施方式中,所述筛网通常可以具有与框架相同的厚度。在其它实施方式中,所述筛网可能会比如下面所讨论的框架薄。文献公开了许多筛网型间隔件的设计以及许多制备它们的方法,包括模塑和挤出。

[0046] 在一些实施方式中,ED 装置或其中的单个电池的尺寸可能会影响一个或多个设计参数。可能期望保证通过筛网型间隔件的溶液的流动是均匀的。同时,可能有必要避免提浓隔室和稀释隔室之间的交叉泄漏,并避免所施加的直流电沿着内部歧管分流,尤其是避免沿着浓缩溶液歧管分流。

[0047] 根据一个或多个实施方式,间隔件可以应用于电化学分离装置中的离子选择性膜之间,所述电化学分离装置例如 ED, RED 或 EDR 堆。所述织物或所述间隔件筛网可支撑所述离子选择性膜以及促进隔室内的混合。由于促进了混合,极限电流密度可能会增加,它是有助于确保所施加的电流密度不超过极限电流密度。由于阻断,所述筛网可能会降低过滤用的有效膜面积。膜表面积的阻断通常可被称为屏蔽效应。一些实验数据中将有效膜面积减少约 30% 归因于此屏蔽效应。该筛网也会因筛网所占据的体积而减少有效隔室容积。由于屏蔽效应,结合所减少的有效隔室容积的有效膜面积减少,可能会增加膜的电阻和隔室的电阻。在该堆中,这可能会增加能耗总量。因此筛网,虽然由于上面提到的原因所必需,已会使能耗增加。

[0048] 根据一个或多个实施方式中,电化学分离装置可以配置为降低能耗。在一些实施方式中,可以实现至少 10% 的能耗减少。在至少一个实施方式中,可以实现最多至约 15% 的能耗的减少。例如,使用基本上相同的 ED 装置,在大致相同的条件下操作,但是使用这里所讨论的间隔件的结构或技术,从 35,000ppm 至 2800ppm 的水脱盐相关的能耗可减少最多达约 15%。在一些实施方式中,所施加的电流密度,例如,在海水脱盐操作中,可能已经是比较低的,并且根据一个或多个实施方式的间隔件构造可以进一步降低能耗。在一些实施方式中,构造或技术可最小化 ED 装置中的至少一个离子选择性膜上的屏蔽效应。根据一个或多个实施方式,由于所用的间隔件的特性,制造成本也可以被减小。

[0049] 根据一个或多个实施方式中,在电化学分离装置中,屏蔽效应可以至少部分地减少,整体能耗可以至少部分地减小。在一些实施方式中,结构和/或操作参数可有利于减少能耗。在一些实施方式中,位于离子选择性膜之间的一个或多个间隔件的特性可能与减少能耗相关联。在至少一个实施方式中,间隔件的筛网和离子选择性膜的接近度可被操纵以影响能耗。在一些实施方式中,可以在筛网和离子选择性膜之间设置距离。在一些实施方式中,筛网的至少一部分可能不接触离子选择性膜。因此,所述筛网可至少部分地被从离子选择性隔膜隔开。所述筛网表面区域的一部分或全部的被从离子选择性隔开。在至少一个实施方式中,所述筛网上可完全远离离子选择性膜使得筛网和离子选择性膜之间不接触。这样的距离可以在结构上或操作中设置。

[0050] 根据一个或多个实施方式,筛网部分和位于离子选择性膜之间的间隔件的周围框架部分可被操控以减少屏蔽效应和整体能耗。在用于电化学分离装置中的离子选择性膜之间的普通间隔件中,筛网可以具有与周围框架大致相同的厚度或高度。所述间隔件因此具有大致均匀的厚度或高度。因此,当间隔件层叠或夹在邻近的离子交换膜之间时,所述间隔件的筛网的至少一个表面与周围框架的表面具有基本上一致的高度,使得框架和间隔件的筛网二者与邻近的离子选择性膜实质性的接触。在本文所讨论的至少一些实施方式中,可以在间隔件上使用相对薄的筛网。在一些实施方式中,薄的和开放的筛网可以用于一个或多个隔室。在某些实施方式中,所述筛网通常可被配置为使得它比周围的框架或间隔件的垫圈相对薄,如图 1 所示。因此,间隔件未必具有均匀的厚度或高度。相反,相对于周围的框架或间隔件的垫圈,所述筛网可以更薄或高度更低。因此,间隔件的筛网的至少一个表面可能不与周围框架的表面具有相同的高度。因此,当这样的具有薄筛网的间隔件层叠或夹入邻近的离子交换膜之间时,间隔件的筛网可能不完全,部分或实质上接触邻近的离子选择性膜。

[0051] 根据一个或多个实施方式中,如图 2 所示,间隔件的筛网和邻近的离子选择性膜之间可存在间隙。所述筛网的第一侧和第一离子选择性膜之间可存在第一间隙,和所述筛网的第二侧和第二离子选择性膜之间可存在第二间隙。所述间隙可在所述筛网和离子选择性膜之间提供距离或空间以减少屏蔽效应以及减少电化学装置总的能耗。所述第一和第二间隙在一些实施方式中通常具有相同的宽度。在其它实施方式中,所述第一和第二间隙可具有不同宽度。较薄的筛网可增加有效膜面积,和增加有效的隔室体积,从而降低膜的电阻和隔室的电阻。这可能会从整体上减少能耗。

[0052] 根据一个或多个实施方式中,电化学装置可包括第一隔室,其是由第一和第二离子选择性膜定义。间隔件可定位在第一和第二的离子选择性膜之间。因此,所述间隔件可以是在所述第一隔室之内。所述间隔件可以包括筛网和周围的框架。所述筛网可比周围的框架薄。第一间隙可因此存在于所述筛网的第一侧和第一离子选择性膜之间。第二间隙可存在于所述筛网的第二侧和所述第二离子选择性膜之间。多个此种隔室可限定出该电化学装置。在至少一个实施方式中,包括薄的筛网的间隔件可以用在所述装置的一个或多个稀释隔室中。在其它实施方式中,薄的筛网可用于所述装置的一个或多个浓缩隔室的间隔件。

[0053] 在一些实施方式中,可插入盖件以在存在间隙的地方支持膜。在至少一些实施方式中,可以插入如这里进一步所论的间隙,例如在隔室的入口和出口处。在这样的实施方式中,盖件的厚度可与相应的间隙的宽度大致相等。在至少一个实施方式中,隔室的宽度可以

基本上等于筛网和间隙的组合厚度,或筛网和盖件的组合厚度,以确保膜的支撑。

[0054] 所述间隔件的构造可能会影响所述筛网与一个或多个离子选择性膜的接近度。所述间隔件的构造因此可能影响所述筛网在邻近的离子选择性膜限定的隔室内的定位。在一些实施方式中,间隔件的筛网部分相对周围的框架部分厚度的相对厚度可能会决定所述筛网部分与电化学分离堆中一个或多个离子选择性膜的接近度。在至少一些实施方式中,所述间隔件的构造可能是这样的,所述筛网的定位为大致朝向的隔室的中心。在至少一个实施方式中,所述筛网可能会占据隔室的相对中央的部分。这样的安排可以最小化由所述筛网引起的在离子选择性膜上所造成的屏蔽效应。在其它实施方式中,相对第二离子选择性膜,所述筛网可能被定位为更接近第一离子选择性膜。在至少一些实施方式中,当所述筛网不与邻近的离子选择性膜的整个表面接触并因此在膜上具有减小的屏蔽效应时,筛网可以被称为“浮动的”。所述筛网可仍然附着到间隔件框架,但为了减少屏蔽效应,其相对于邻近的离子选择性膜可被描述为浮动的。在至少一些实施方式中,可以通过防止筛网间隔件阻塞有效膜面积而减少屏蔽效应。在一些实施方式中,可以通过将所述筛网从邻近的离子选择性膜间隔开,以至于获得更大的膜面积用于过滤来实现该效果。

[0055] 根据一个或多个实施方式,也可以通过其他的方式来实现减少屏蔽效应,该方式可能允许所述筛网在流体流动的同时消除其与邻近的离子选择性膜的接触。依赖本申请和相关的情况,不同的技术可能是适当的。为屏蔽效应减少的间隔件的设计修改在确保重现性的同时,仍通常确保坚固耐用的构造。在一些实施方式中,如图3所示的基本中空的间隔件可以应用在ED堆中以降低在操作过程中能耗和压降。在一些实施方式中,可以只在间隔件的入口和出口通道使用筛网,而在间隔件的其余部分基本上不用筛网。在这些实施方式中,间隔件可以在流动通道中没有筛网。相对于依赖所述间隔件目标特征定位的所述筛网,任何所需百分比的间隔件可以是中空的。在一些实施方式中,入口和出口区域的筛网可以防止邻近隔室之间的内部泄漏。中空的间隔件可有助于最小化所述筛网的屏蔽效应和所述筛网所占的体积,这二者可减少堆的电压降。在至少一个实施方式中,中空的间隔件可以用于稀释隔室并且普通间隔件可用在浓缩隔室。因此,筛网可以定位在所述间隔件的入口和/或出口通道,而不是其余部分。在其它实施方式中,较薄的筛网可用在间隔件的入口和出口通道,而相对较厚的筛网用于间隔件的其余部分。这样的实施方式也可以减少屏蔽效应和整体能耗。

[0056] 在某些应用中,如在海水脱盐,为实现低的能耗,间隔件的所述筛网一般应尽可能地薄。然而,随着所述筛网的网丝直径以及通过所述筛网的流路开口的尺寸减小,通过所述筛网的压力降以及堵塞和结垢的风险增大。在一些实施方式中,所述筛网可能会比整个间隔件的厚度更薄。在至少一些实施方式中,所述筛网可能会比周围的框架或垫片薄。在某些非限制性的实施方式中,筛网可能会比整体间隔件或者其框架的厚度薄约0.002"到约0.02"。在至少一些非限制性实施方式中,筛网厚度的优选范围可以在约0.0075"(0.19毫米)到大约0.012"(0.30毫米)之间。在这样的非限制性实施方式中,围绕所述筛网的所述间隔件的框架的厚度可以在约0.010"(0.25毫米)至约0.015"(0.38毫米)的范围内。对于一些能耗不具有较高优先级并且关注堵塞和结垢的其它应用中,厚度可以更高。在某些非限制性实施方式中,依据应用,与所述框架厚度相等的整体间隔件的厚度可以高达约0.060"(1.52毫米)或更高。在这样的非限制性实施方式中,所述筛网优选比该框架薄约

0.005”(0.13 毫米) 至约 0.01”(0.25 毫米)。

[0057] 根据一个或多个实施方式,用于定位在邻近的离子选择性膜的间隔件,可以用各种公知的方式构造。在一些实施方式中,筛网部分可以按照各种已知的技术固定或嵌入框架部分内。该构造可能会导致筛网部分比周围的框架部分具有更小的宽度。相对于较厚的框架部分的宽度,较薄的筛网的宽度可能会处于该构造的中央,或者可替代地在一个方向或另一个方向偏移。根据一个或多个实施方式,用于 ED 的所述间隔件筛网通常可以是织造或挤出构造。通常使用的材料包括聚乙烯,聚丙烯,聚酯和尼龙。在需要更高的耐化学性的应用中,其它材料也可以使用,如 PVDF。

[0058] 根据某些实施方式,可操纵电化学分离装置的一个或多个操作参数,以减少屏蔽效应,并降低整体能耗。在一些实施方式中,可促进筛网远离邻近的离子选择性膜。在一些实施方式中,可以促进膜的运动以便在筛网表面和邻近的离子选择性膜之间产生间隙。在至少一个实施方式中,可以在操作过程中对电化学分离堆的一个或多个隔室施加温和的压力。这种增压可通过不同的技术引起,但一般应避免变形等不良影响。在一些非限制性实施方式中,可施加小于约 25psi 的压力。在至少一些非限制性的实施方式中,可施加小于约 20psi 的压力。在某些非限制性实施方式中,可施加约 5psi 至约 10psi 的压力。在一些实施方式中,可以通过下述方法实现加压,通过调整供给到所述装置的一个或多个隔室中的工艺流体流速,通过调整一个或多个出口阀来实现反压,或通过外部压力源的应用,如空气。在至少一个实施方式中,可以调整稀释隔室的流速。在至少一个其他的实施方式中,可在一个或多个隔室施加反压。在一些非限制性实施方式中,反压可施加到一个或多个稀释隔室。所述隔室加压通常可将膜推离筛网,从而降低膜的屏蔽效应。这种压力操纵技术可以单独使用或结合上面讨论的一个或多个结构配置使用。

[0059] 为了防止或至少抑制离子和 / 或液体从贫化隔室向浓缩隔室泄露,反之亦然,夹在贫化隔室和浓缩隔室间隔件之间的离子选择性膜可是基本上水密封的。通常情况下,所述间隔件和所述离子选择性膜被压缩并原位固定在一起,例如,使用螺母和拉杆。在一个实施方式中,贫化隔室,位于浓缩隔室之间,可以至少部分地通过形成于贫化隔室间隔件和离子选择性膜间的空腔来定义。同样地,提浓隔室可以是,至少部分地限定在提浓隔室间隔件和以及选择性膜之间的空腔。可以使用水密封防止贫化隔室和浓缩隔室及其之间的泄漏。位于贫化隔室和浓缩隔室间隔件之间的密封,可以包括弹性的密封部件,其设置在贫化隔室间隔件的表面上形成的凹槽内。在另一实施方式中,可以使用在所述间隔件的一侧上具有形成的凹槽的隔室间隔件。例如,凹槽可设置在贫化隔室或浓缩隔室的周边。弹性密封部件可以是二维构造,并在该电化学装置装配时,布置成至少部分地配合到(和在某些情况下,可能会被压缩)间隔件的表面上形成的凹槽内。可以使用多个密封,例如主密封和辅助密封。端口密封圈可在流体端口周围和 / 或邻近间隔件之间形成防水密封。端口密封通常可以包括弹性的密封部件。所述端口密封,在某些情况下,可能被压缩进流体连接端口周围的凹槽内。因此,组装时,弹性密封部件可以防止或至少抑制流体端口的泄漏。

[0060] 按照一个或多个实施方式,实现更薄的间隔件筛网,可能会导致机械的交叉泄漏,例如,在端口处。交叉泄漏可能随装置的各种所需的尺寸放大进一步恶化。在一些实施方式中,端口区域的间隔件的厚度可以改变以解决交叉泄漏。在每一个入口或出口端口周围,膜可以被透过所述筛网传递的压力压靠在邻近的间隔件上。该膜应该具有足够的机械刚性

来跨越的所述间隙以使他们能够对邻近的间隔件的垫圈材料充分进行密封。如果为降低电阻而减小了膜的厚度,在端口区域密封膜可能更具挑战性。具有少于约 1.5 欧姆 - 厘米<sup>2</sup> 电阻率的膜通常具有的厚度为 50 μm 或更小,例如,这可能在机械压力下导致更小的刚性和更高的挠度。

[0061] 根据一个或多个实施方式,甚至薄的柔性膜可适应具有比周围的垫圈更薄筛网的间隔件。所述间隔件可以在端口周围区域有凹陷部位。中空的圆盘状盖件可放置在凹陷区域以支持膜和传输堆中的压力,使该膜被压靠在邻近的间隔件上,如图 2 所示。所述盖件的厚度可比所述间隔件上的凹槽深度大,以使得所述盖件也占据邻近的间隔件的凹槽。间隔件中的凹槽中的所述盖件可以部分地由垫圈材料支撑,并部分地是从端口向所述流隔室导流的入口或出口通道中的所述筛网。所述膜也可以压入邻近的间隔件的凹槽,并被所述盖件压向那些间隔件中的垫圈材料。可以使用较厚的盖件,所述盖件能够通过借用邻近间隔件用于所述盖件的空间跨越筛网上的间隙。

[0062] 根据一个或多个实施方式,所述盖件一般应在厚度上具有的精密公差。潜在的盖件材料包括由聚酯或聚碳酸酯制造的塑料衬垫料。聚酯垫片的厚度公差可达 0.005 英寸 (0.127 毫米) 厚,例如,可以是小于 +/-0.0002 英寸 (0.005 毫米)。另一个潜在的材料是厚度公差为 +/-0.0005 英寸 (0.013 毫米) 的玻璃纤维增强的环氧树脂层压板。在一些实施方式中,凹陷区域的表面可以是光滑的,与膜之间密封,并且间隔件的凹陷表面是平垫片密封。在其它实施方式中,所述凹陷表面可具有可改善膜和邻近的间隔件之间的密封的密封珠,尤其是当由于制造限制的凹陷表面不平滑时。

[0063] 根据一个或多个实施方式,防止产物流体流失和减少电流泄露可以通过引入盖件和在间隔件上膜不能正确被间隔件垫圈支撑的部位上的凹槽来实现。可以在间隔件上的选择的位置的创建凹槽,并可在所述凹槽中插入盖件,以起到在所述筛网区域支撑膜,防止在两个电池中压力差增加时,ED 模块的稀释和浓缩流之间的流体交换。可以在选定部位,所述部位端口直接连接所述筛网,在每个间隔件上创建凹槽。可在间隔件制造中采取预防措施,以确保所述凹槽的厚度与所述筛网厚度是相同的。除了所述凹槽之外,具有精心选定尺寸的盖件可以插入到部分或全部的凹槽中以支撑膜。较厚的盖件可以提高所创建的凹槽邻近的端口部位的间隔件和膜之间的密封。可以使用的一个方程来估计盖件厚度:

$$[0064] \quad T_{\text{盖件}} > (t_{\text{间隔件,最大值}} - t_{\text{凹槽,最小值}}) / 2$$

[0065] 根据一个或多个实施方式,可使用各种生产能力和几何形状的 ED 装置。在一些实施方式中,可以使用板框式 ED 装置。在其它实施方式中,可以使用横流式 ED 装置。仍在其它装置中,螺旋缠绕式 ED 装置可以组装浮动筛网。在螺旋缠绕式 ED 装置中,一个或多个电池对或叶片缠绕在中央芯上,其中通常含有阳极。所述螺旋的的端部通通过在卷绕后灌注粘接剂或粘合剂可随着所述堆的缠绕施加到所述膜和筛网的边缘来密封。在一些实施方式中,可以使用各种方法确保稀释和浓缩隔室的“浮动”筛网。在一些实施方式中,所述电池对可被松散地缠绕和然后端部封装,以使得所述电池对的边缘使用粘合剂密封,并且所述筛网在膜之间浮动。绕组的相对松紧度可能不容易控制或量化。在其它实施方式中,如图 4 所示,所述筛网可以内含比所述筛网厚的弹性体材料的条带。所述条带可以作为的肋筋,其在膜之间创建通道,并帮助确保均匀的气流分布。可以在外部的条带的外面施加粘合剂以密封所述的装置,其可以通过卷绕后灌封或者在卷绕过程中敷贴。在稀释和浓缩隔室的

入口,合适的材料制成的薄带可插入膜和筛网之间,以确保所述筛网是不与入口区域下游侧的膜接触。也可以使用这些方法的组合,以确保在所述筛网和邻近的膜之间有间隙。

[0066] 根据一个或多个实施方式,要防止 ED 模块中盖件的遗漏或错位,以提高所生产的模块的质量以及降低使用盖件来防止机械的交叉泄漏的模块的生产成本。在传统装置中,可以在安装的每个间隔件上插入六个盖件。在一些实施方式中,例如在间隔件生产过程中,由操作员在没有额外成本的情况下,所述盖件可以在模块装配前钉入到每个间隔件上。在至少一个实施方式中,用于热叠层橡胶和筛网形成间隔件的热压操作的等待时间可以用于操作者将盖件钉到所述间隔件上,例如,使用低粘度胶。因而,重点可放在模块装配过程的其他质量关键性行为,而不是确保盖件的正确安装,这可以缩短整体模块装配周期。

[0067] 根据一个或多个实施方式,被处理的水溶液可以从源或入口点引入电化学处理装置。可以使用导管作为歧管流体地连接的工艺流体源和一个或多个电化学处理装置中的一个或多个隔室。工艺流体源通常可流体地连接到至少一个电化学装置的隔室。在一些实施方式中,可引入工艺水到电化学分离装置的第一隔室和第二隔室。

[0068] 如本文所用,“纯化”涉及减少的总的溶解固体含量和任选地将悬浮固体物,胶体含量和水源中的离子化和非离子化的杂质的浓度降低到一定程度,使得纯化的水适于饮用,以及用于新鲜水的用途,如可用于,但不限于,人和动物消费,灌溉和工业应用。脱盐是一种纯化类型,其中从海水中除去盐。一个或多个实施方式中可能涉及到的海水脱盐。进料水或待处理的水可以是各种来源,包括那些具有约 3,000ppm 和约 40,000ppm 之间的 TDS 含量,或更多的水源。进料水可以是,例如,来自海洋的海水,淡水,中水,工业废水,油填充回收水(oil fill recovery water)。所述进料水可能有高含量的一价盐,二价和多价的盐,和有机物。在一些实施方式中,值得注意的方面可能涉及处理或脱盐工艺水或者由海水组成或基本上由海水组成的进料水的方法。水可以被处理成所希望的或所需的纯度水平。

[0069] 纯化水可以作为饮用水被发送使用或储存。可保存饮用水或进一步消毒,如果需要的话,以及可能会使用在包括农业和工业的各种应用中,如用于半导体制造。电化学装置产生的废水或浓缩流可收集并排出废水,通过该系统循环,或馈送到下游的单元进一步处理。产品流可以在下游使用,上游使用或出售之前被进一步处理。例如,可以调整酸产品或碱产品流的 pH 值。在一些实施方式中,可能期望混合一种或多种产品流,它可能是部分地或整体地混合。可以在电化学单元的下游侧流体连接一个或多个附加的单元操作。例如,可以配置一个或多个操作单元来接收和处理目标产物流,例如在交付到使用点之前。也可以存在精制单元,如那些涉及化学或生物处理,以在使用或排放之前处理所述装置的产物或流出物。

[0070] 根据一个或多个实施方式中,可以定位一个或多个传感器,用来检测一个或多个特性,条件,属性或任意的流,堆或通常与该装置相关联的子系统的状态。在一些非限制性实施方式中,传感器中的一个或多个可以配置为检测进入或离开所述装置的流中目标物质的浓度。在一个实施方式中,可以定位一个或多个传感器,用来检测所述装置的一个或多个隔室的入口和 / 或出口位置的浓度。在另一个非限制性实施方式中,可以定位一个或多个传感器,用来检测所述装置的一个或多个隔室的入口和 / 或出口位置的 pH 水平。在其它实施方式中,所述装置的一个或多个隔室可以关联压力传感器。

[0071] 在一些实施方式中,装置和方法包括控制器,该控制器用于调整或调节的所述装

置或所述系统的堆的至少一个操作参数,例如,但不限于,操纵阀和泵,以及调整通过电驱动分离装置的电流或外加电场的属性或特征。所述控制器可以电连接至少一个传感器,该传感器配置为检测所述系统的至少一个操作参数。该控制器通常可以配置为生成控制信号,以调整一个或多个响应由传感器产生的信号的操作参数。例如,该控制器可以配置为接收条件,性质,或任何流,所述装置的或来自所述装置的部件或子系统的状态的表征。所述控制器通常包含一种算法,其便于生成至少一个输出信号,该信号通常是基于任意所述表征的一个或多个以及目标或期望值,例如,给定值。根据本发明的一个或多个特定的方面,所述控制器可以配置为接收来自所述装置的任何流的任意测定性质的表达,和产生控制,驱动或输出信号给任意的处理系统堆,包括所述装置,以减少所测性质对目标值的任何偏差。

[0072] 根据一个或多个实施方式,控制器可以配置为反转通过该装置施加的电流的极性。所述控制器可与一个或多个传感器连接,该传感器配置为提供测量信号,该信号是与装置相关联的流的目标物种浓度的表征,例如,流出所述装置的隔室的产品流。在一些实施方式中,pH水平,压力或浓度测定可以通过传感器检测,并传达给控制器。该控制器可以配置为响应所收到的大于或超过预定值的测量而产生控制信号。该控制信号可反转通过所述装置施加的电流的极性,以使得其中的隔室中的膜或介质再生。在一些实施方式中,该控制信号可以被发送到电源上,其与至少部分地基于所述测量信号的装置相关联。

[0073] 在其他配置中,所述控制器可以是开环控制,提供或改变所述处理系统的至少一个堆的一个或多个操作条件。例如,典型地根据预定义的时间表,该控制器可以周期性地生成输出或驱动信号,这反转所施加的电场的极性,并且优选地,所述流流过路径通过该装置,从一个预定的布置到第二个预定布置。在一些实施方式中,该控制器可以发送控制信号向一个或多个隔室施加预定的压力水平,以便减弱屏蔽效应。

[0074] 在所述系统和方法中可实现的一个或多个传感器可以提供流入所述装置,流出所述装置,或所述装置内的流的性质或特性,或通过该装置施加的电流的性质或特性的表征。例如,所述一个或多个传感器可以配置为测量以及提供表征,例如,测得的信号的表征,处理条件,如流出任何隔室的任何流的pH的表征。所述一个或多个传感器还可以提供测得的流入所述装置,流出所述装置,或所述装置内的流中任意一个的导电率或电阻率值。在特别有利的配置中,至少一个传感器可以用来提供来自所述装置的产品流中至少一种物质浓度的表征,通过直接测量或通过委托代理。浓度的测量可能受到影响,例如,受到技术,其中样品分批的,周期性地检索和分析,或通过一个或多个侧支流半持续地分析。

[0075] 所述控制器通常是基于微处理器的装置,如可编程逻辑控制器(PLC)或分布式控制系统,其接收或发送输入和输出信号到和从所述装置或系统的堆,其中所述装置是运转的。通信网络可以允许任何传感器或信号产生装置位于远离控制器或相关联的计算机系统的位置,同时还能在其间提供数据。这样的通信机制,可通过利用任何适当的技术来实现,包括,但并不限于那些利用无线协议的。

[0076] 在至少一个实施方式中,可以引入一个或多个双极性膜以至少部分地定义一个或多个隔室。通常双极性膜的一侧为阴离子膜,另一侧为阳离子膜。双极性膜通常可高效的分解水。在一些实施方式中,可以用双极性膜来代替水分解电池。在一些实施方式中,可以与一个或多个阴离子和/或阳离子选择性隔膜一起使用一个或多个双极性膜。根据一个或多

个实施方式,电化学装置可以包括双极性膜和阴离子选择性膜的交替系列。同样地,根据一个或多个实施方式,电化学装置可包括双极性膜和阳离子选择性膜的交替系列。那些本领域中普通技术人员会认识到,根据某些方面,也可以使用其他类型和 / 或配置的选择性膜。在至少一个实施方式中,电化学装置不包括双极性膜。

[0077] 根据一些实施方式,可以利用处理系统中的多个阶段来净化水或至少减少其中的固体溶解物浓度。例如,待处理的水可在多阶段被纯化,每个阶段选择性地去除一个或多个类型的溶解固体,从而产生纯化水,例如,脱盐水甚至饮用水。在一些实施方式中,单个电化学装置可存在多个处理阶段。在其它实施方式中,不同的处理阶段可存在于一系列的电化学装置中。在某些情况下,一个或多个阶段可以包括一个或多个单元操作,实现选择性保留一种类型的溶解物质,然后,可以在一个或多个后续的或下游阶段中除去。因此,在本发明的净化系统的一些实施方式中,第一级可去除或至少减少一种类型的溶解物的浓度。在其它实施方式中,第一阶段可以去除或减少除去一个类型的其他所有的溶解物的浓度。任何保留的物种,没有从水中去除的,然后可以在一个或多个后续阶段移除或减少浓度。

[0078] 在该装置中,阳极可位于贫化和提浓隔室堆内的阴极位置的相对端。每个阳极和阴极可设置有电极间隔件和离子选择性膜,其中电解质可以通过所述电极间隔件。待净化的液体,通常含有水,平行通过每个贫化隔室,以及第二液体可以在每个阶段通过每个提浓隔室,以实现从贫化隔室的所述第一液体中将离子和 / 或离子物质移除到提浓隔室的所述第二液体中。的离子,可能溶解在待纯化的水中的离子的例子包括钠,氯,钾,镁,钙,铁,等。电解质可以通过邻近装置种每个电极的间隔件。其他流程安排是可能的。

[0079] 待净化的液体可以含有各种物质,如溶解或悬浮在其中的,例如离子和离子物质,有机物等。所述待净化液体可包含,例如,至少约 20 重量%,至少约 15 重量%,至少约 10 重量%,至少约 5 重量%,至少约 3 重量%,至少约 1 重量%,至少约 0.5 重量%,或至少约 0.1 重量%的一种或更多种内含的物质。在其他情况下,所述待净化水货其他夜里可以包含少量其内物质。在一个实施方式中,待净化的液体基本上由水组成(即,所述水可包括其它离子,盐,悬浮物质等,所以只要那些在本技术领域的普通技术人员会人为该液体基本上是水,例如,该液体可以是自来水,过滤水,等)。

[0080] 电化学装置可以任何合适的得到期望的产物和 / 或实现所需的处理的方式工作。例如,各种实施方式可以连续地,或基本上连续地或持续地 (continually),间歇地,周期性地,或甚至按照需求操作。也可以采用多通道系统,其中进料通常是通过所述装置两次或更多次,或者可以通过可选的第二装置。电气分离装置可以可操作地关联到一个或多个其它单元,零件,和 / 或堆。辅助堆和 / 或子系统可包括管道,泵,容器,传感器,控制系统,以及电源和配合允许系统操作的分配子系统。

[0081] 应当理解,可以使用与各种各样的期望处理一种或多种液体的系统相关的所述系统,技术和方法。因此,不脱离本发明范围的情况下,如特定过程所需要的,本技术领域的普通技术人员可以改良所述电分离装置。

[0082] 从以下的非限制性的实施例中,这些和其他实施例的功能和优点将被更充分地理解。该示例的目的,本质上是说明性的,不视为本文所讨论的实施例的范围的限制。

## 实施例



[0083] 进行实验以对 ED 装置中的屏蔽效应的影响进行评价,并评估减少屏蔽效应的潜在技术。

[0084] 第一个实验室规模的 ED 模块的流道尺寸为 3.18 厘米(宽)x35.56 厘米(长)并且操作总共 32 个 ASTOM<sup>®</sup> CMX/AMX 离子交换膜电池对。35000ppm 的 NaCl 溶液作为进料水。在稀释隔室中,每个电池对的流速为 20 毫升/分钟,并且浓缩隔室中的每个电池对的流速 5.625 毫升/分钟。工作电流密度为 88.6amp/m<sup>2</sup>,操作是在室温下(约 25℃)进行。测量中央 12 个电池对两端的电压降。一个实验在稀释出口物流零反压(0psi)的条件下操作,并且第二个实验在 10psi 的稀释出口物流反压下操作。图 5 给出了 0psi 和 10psi 的反压条件下,每个电池对的电压对产品 TDS 的数据。加压稀释的能耗低于不加压稀释的能耗。

[0085] 第二个实验室规模的 ED 模块的流道尺寸 3.18 厘米(宽)x35.56 厘米(长)并且操作总共 16 个 ASTOM<sup>®</sup> CMX/AMX 离子交换膜电池对。35000ppm 的 NaCl 溶液作为进料水。在稀释隔室中,每个电池对的流速为 20 毫升/分钟,并且浓缩隔室中的每个电池对的流速 5.625 毫升/分钟。工作电流密度为 88.6amp/m<sup>2</sup>,操作是在室温下(约 25℃)进行。测量中央 10 个电池对两端的电压降。一个实验在稀释和提浓隔室都包括筛网。第二个实验仅在提浓隔室包括筛网。图 6 给出了稀释隔室有和没有筛网情况下,脱盐能量对产品 TDS 的数据。当稀释隔室没有筛网时,能耗较低。

[0086] 这些数据表明,屏蔽效应确实通过增加能耗影响 ED 的性能。这些数据还表明,稀释隔室加压可以减弱屏蔽效应,从而降低能耗。

[0087] 进行另一个实验以评估使用中空的间隔件减少屏蔽效应。两个可比较的 ED 实验是通过实验室模块运行。第一个实验在所有隔室中使用了普通的间隔件,第二个实验在稀释隔室采用中空间隔件,在浓缩隔室采用普通间隔件。图 5 和图 6 给出了结果,其中要注意的是,相比普通间隔件,使用中空间隔件的每电池对的电压降较低。中空间隔件对管道内流动的流体的也具有较低的相关的压降。例如,在约 20 毫升/分钟的流速下,普通间隔件的压降约 4.7psi,而中空间隔件的压降仅为 3.0psi。这些数据表明,在非常低的 TDS 下使用的中空间隔件可能产生较高的电压,由于较少的湍流可能导致浓差极化。

[0088] 在相应的预示的例子中,进行可比较的 ED 实验以测试具有更薄的筛网的间隔件相比传统间隔件的影响。首轮实验所有隔室均采用传统的间隔件。第二轮在所有稀释隔室中使用具有比周围间隔件框架更薄的筛网,和在所有的浓缩隔室中使用普通间隔件。当在稀释隔室使用较薄的筛网时,每个电池对的电压降较低,导致能耗整体上减少。在进一步的预示例子中,使用基本上相同的 ED 装置,在大致相同的条件下操作,但是使用如本文所讨论的薄的筛网间隔件,从 35,000ppm 海水脱盐至 2800ppm 的海水,能耗降低约 15%。

[0089] 现在描述本发明的一些说明性实施方式,本领域技术人员在本领域中,这应该是显而易见的,前述仅仅是说明性的,而不是限制性的,已被提出的仅作为示例。许多修改和其他实施方式中在本技术领域的普通技术人员的范围内,并作为落入本发明的范围内考虑。特别是,尽管许多这里介绍的实施方式涉及方法步骤或系统元件的特定组合,应理解的是,这些步骤,这些元素也可以其他的方法组合并达到同样的目的。

[0090] 那些本领域技术人员应该理解,这里所描述的参数和配置是示例性的,并且,实际的参数和/或配置,将取决于特定的申请,在该申请中使用本发明的系统和技术的。本领域

的技术人员在本领域中也应承认或能够确定,使用不超过常规实验,等同物的本发明的具体实施方式。因此,应当理解,本文所描述的实施方式仅作为示例的方式,并且,在所附权利要求及其等价物的范围内,本发明可以具体描述之外的方式实施。

[0091] 此外,也应该理解的是,本发明是针对每个功能,系统,子系统,或本文所描述的技术,和两个或更多的功能,系统,子系统,或本文所描述的技术的任何组合和两个或更多的功能,系统,子系统,和 / 或方法的任意组合,如果这样的功能,系统,子系统和技术不是相互不一致的,则被认为是在如在权利要求中体现的本发明的范围之内。另外,仅在一个实施方式中讨论的步骤,元件和功能并被排除在其它实施方式中类似的作用。

[0092] 如本文所用,术语“多个”是指两个或两个以上的项目或堆。术语“包括”,“包含”,“载有”,“具有”,“含有”和“涉及”不论是在书面说明或在权利要求书中,是开放式的术语,即,意味着“包括但不限于”。因此,这些术语的使用意味着包括其后列出的项及其等同物,以及额外的项目。只有过渡短语“由……组成”、“基本由……组成”跟别是封闭式或半封闭式的过渡短语,相对于权利要求书。权利要求中使用的序数的术语,例如“第一”,“第二”,“第三”,等修改主张元素的,本身并不意味着任何优先级,先后次序,或一个主张元素对另一的顺序或者或作用为时间顺序的方法的进行,而仅是用来作为标签来区分具有相同名称的不同主张元素(但使用的序号内),以区分主张元素。

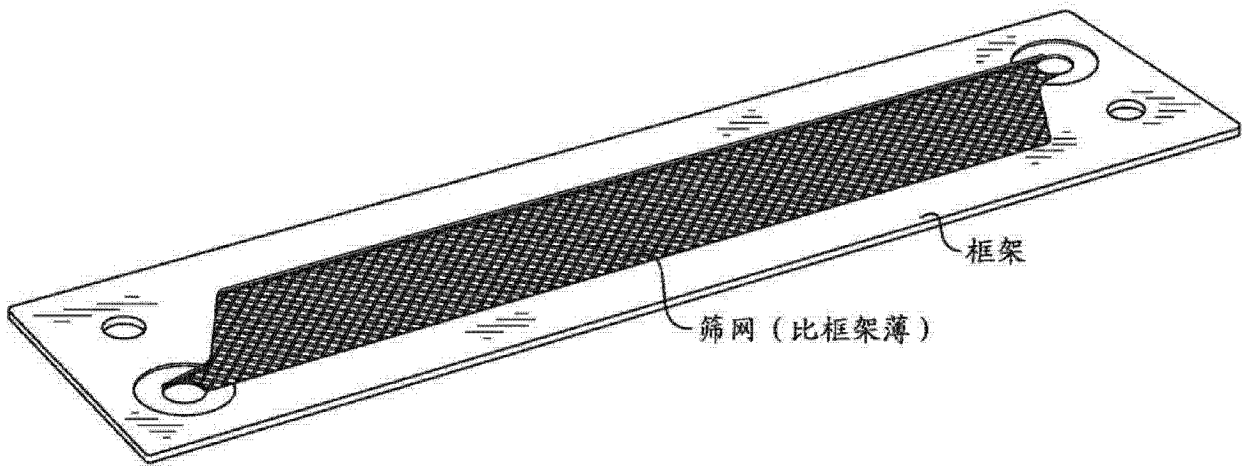


图 1

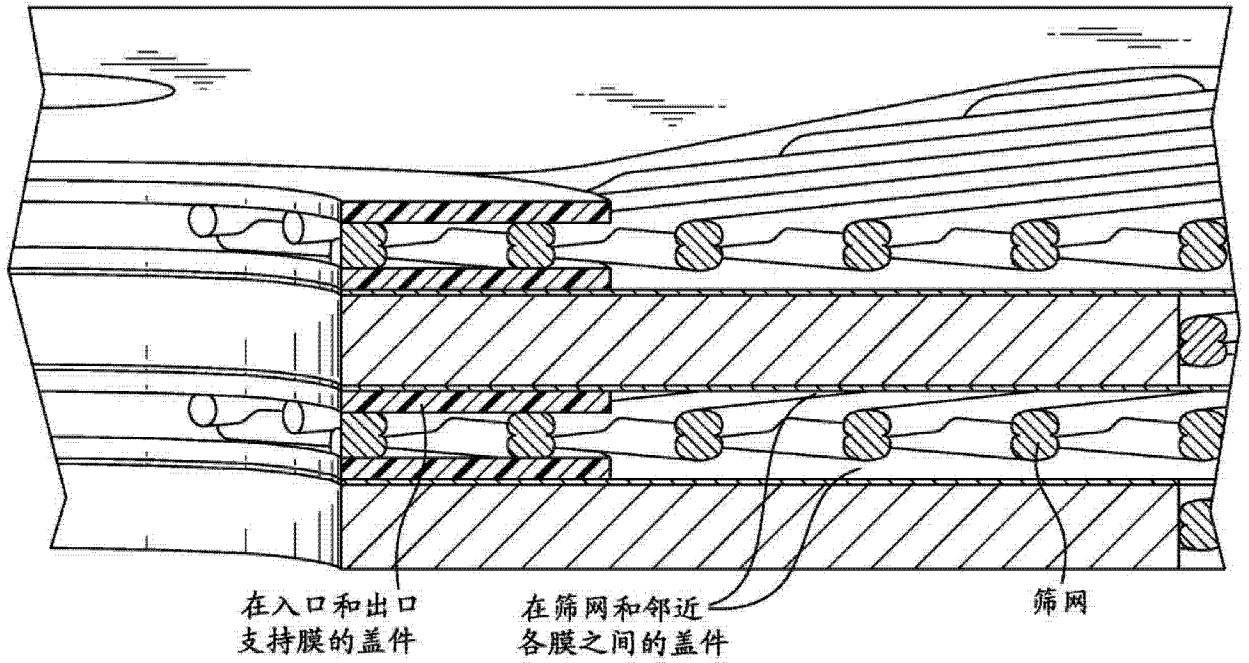


图 2

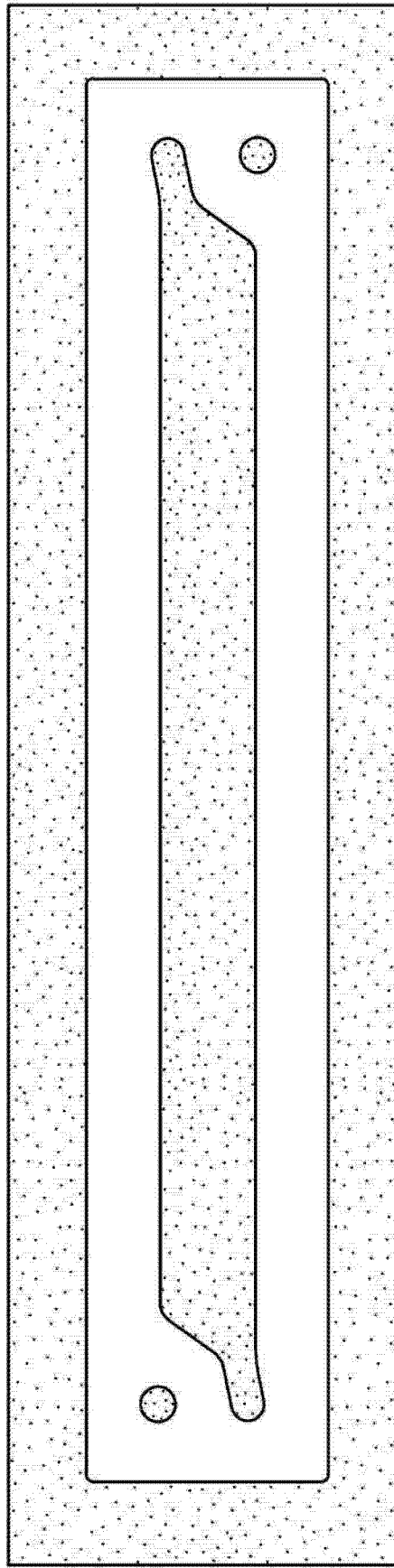


图 3

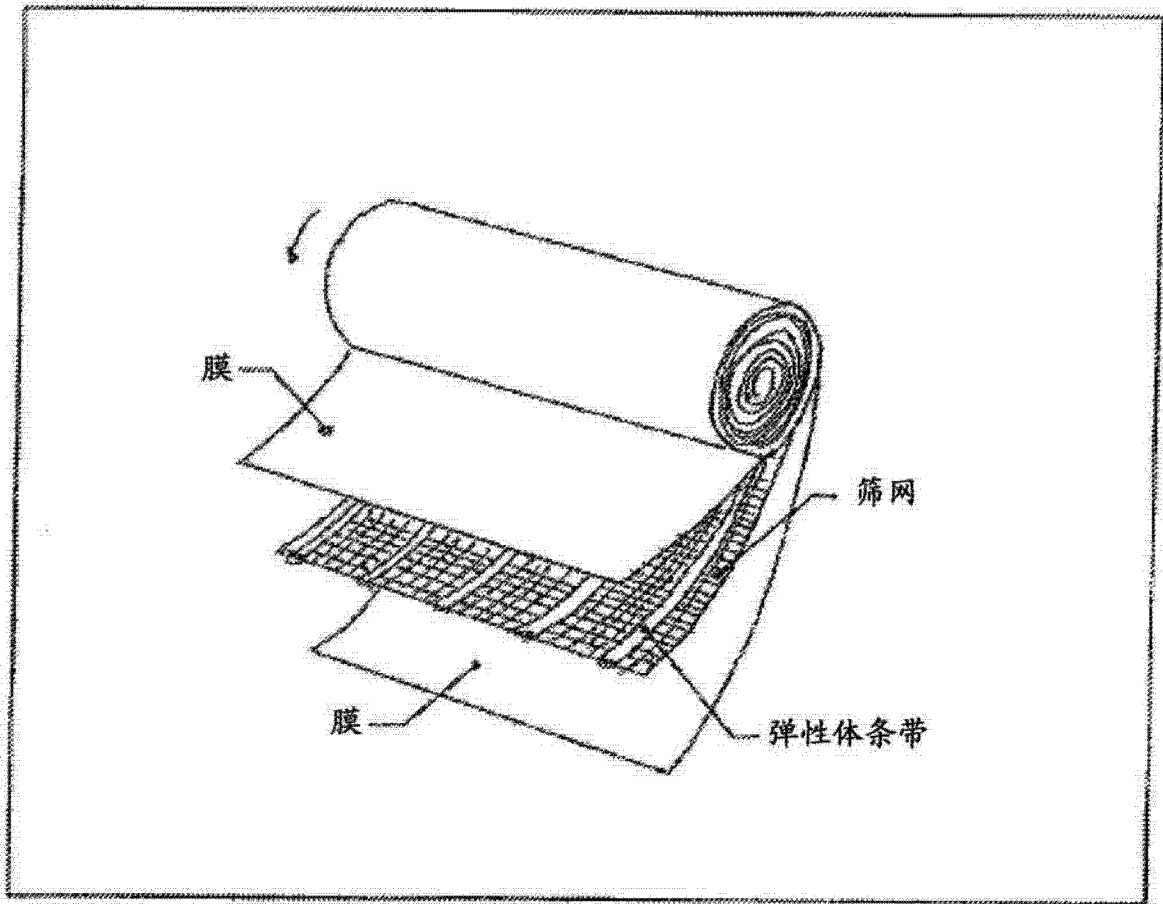


图 4

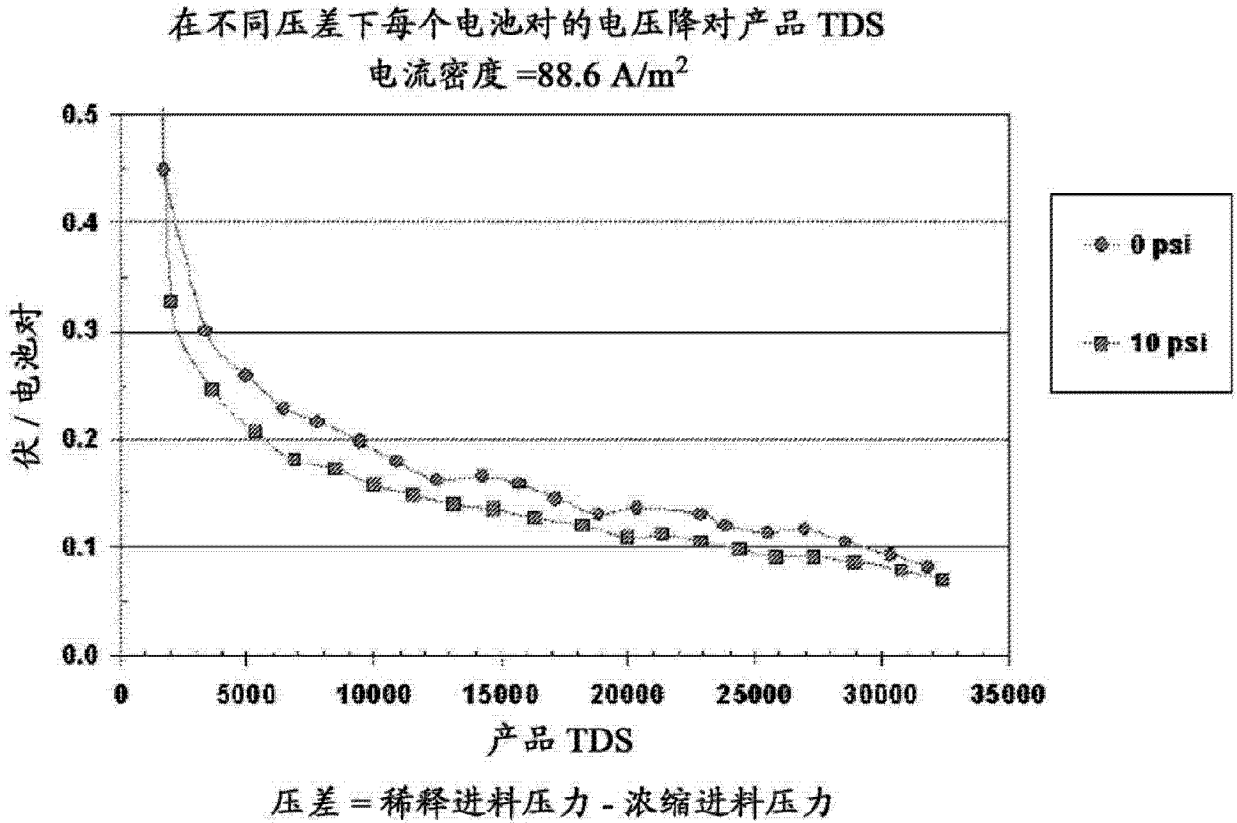


图 5

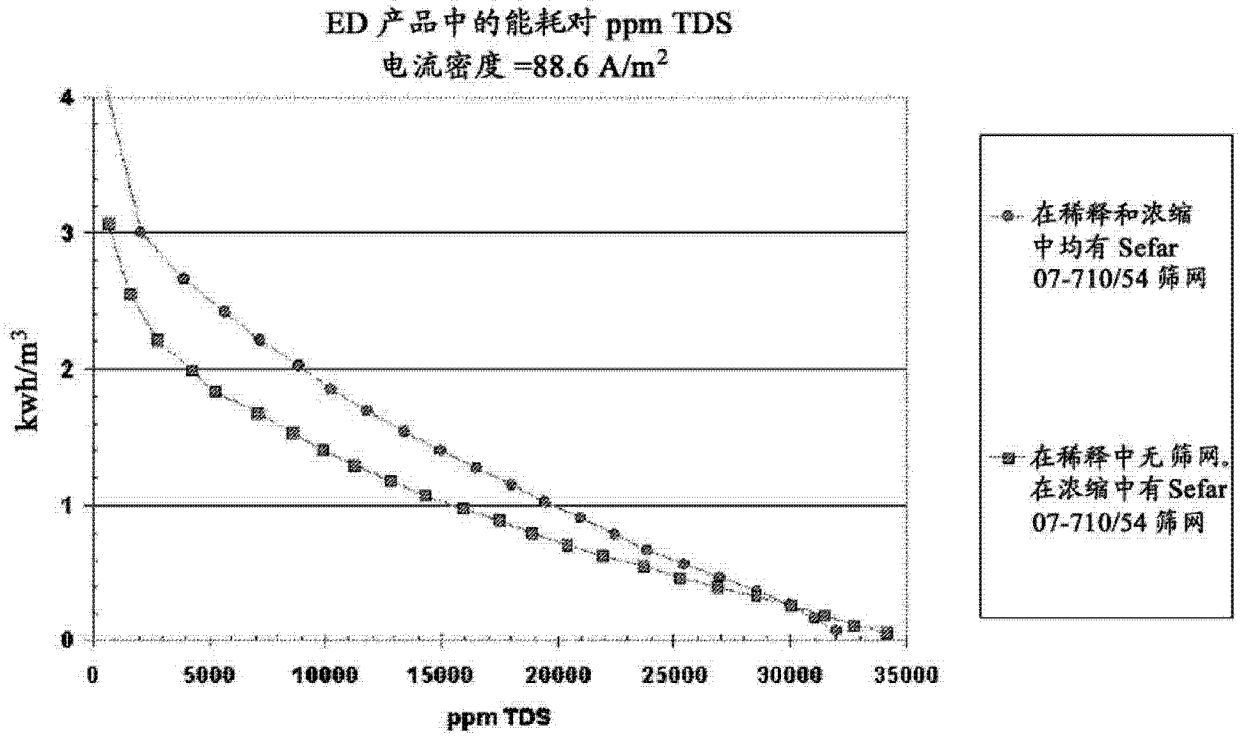


图 6

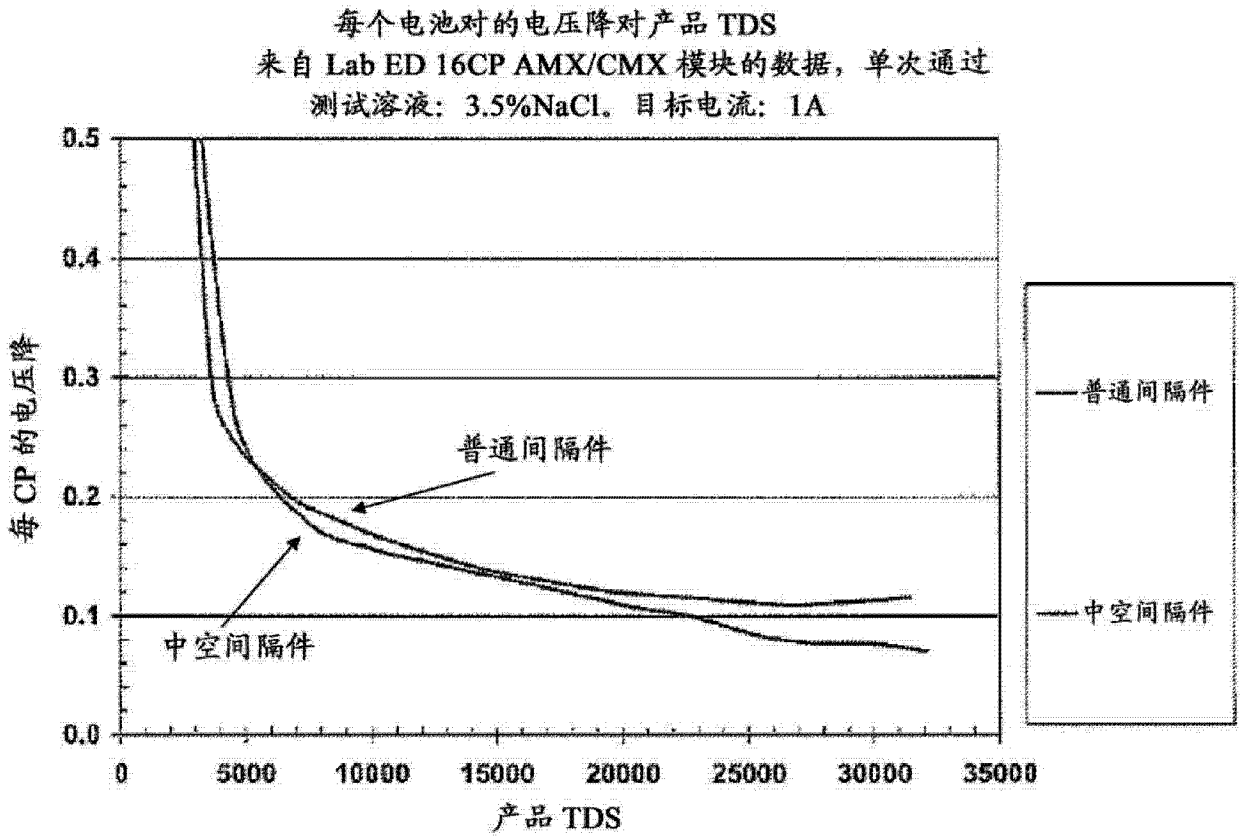


图 7

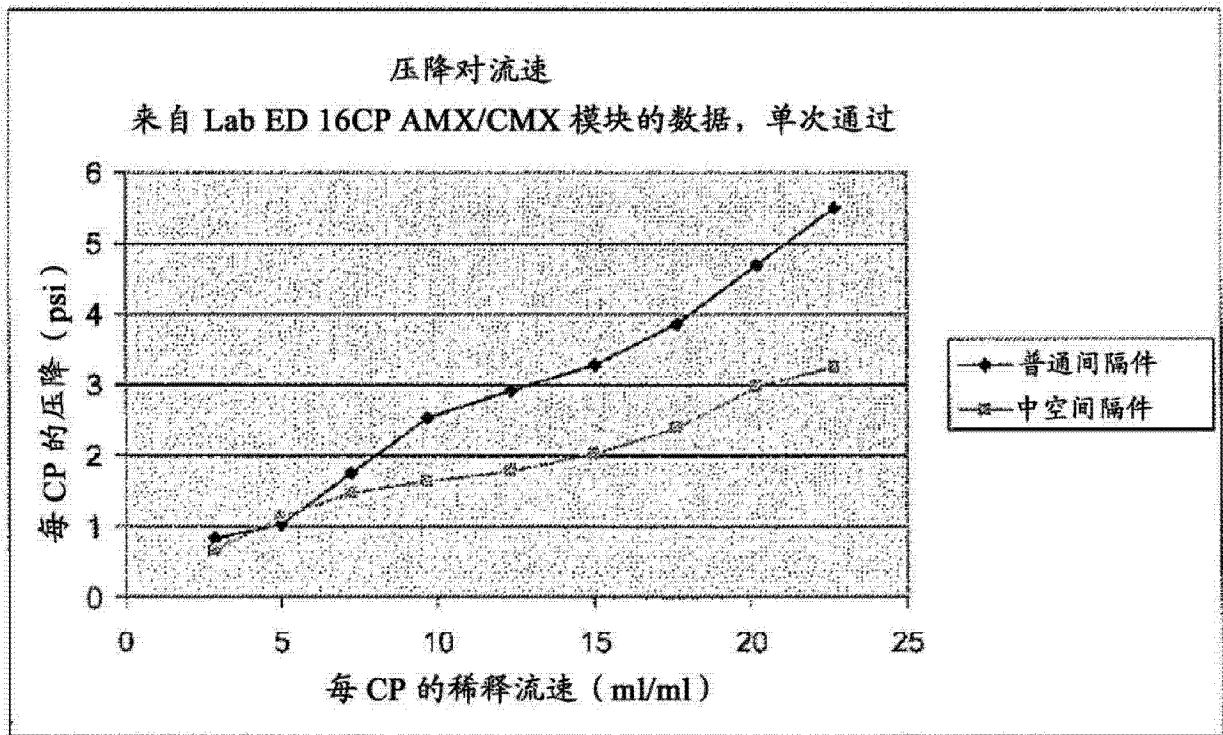


图 8