



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105980315 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201580007606.0

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

(22)申请日 2015.02.05

代理人 李辉

(30)优先权数据

14154055.9 2014.02.06 EP

(51)Int.Cl.

G02F 1/46(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G02F 1/469(2006.01)

2016.08.05

G02F 1/461(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

G02F 101/20(2006.01)

PCT/EP2015/052348 2015.02.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/118036 EN 2015.08.13

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 A·R·M·维许伦

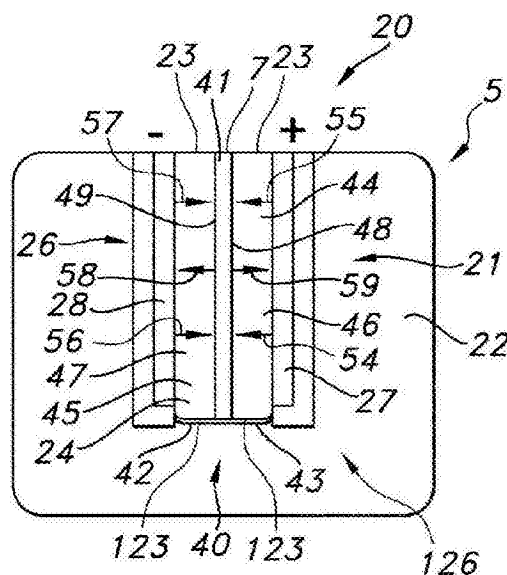
权利要求书3页 说明书26页 附图14页

(54)发明名称

脱钙设备

(57)摘要

本发明涉及用于对水溶液进行脱钙的脱钙设备(20)。脱钙设备(20)具有被构造为接纳水溶液的电解池部(26)。电解池部具有第一电极布置(27)和第二电极布置(28)、以及诸如水裂解膜或插入电解电极的离子生成体(41)。离子生成体(41)在第二操作状况下被插入电解池部中。脱钙设备(20)被构造为在用于从水溶液去除离子的第一操作状况下和用于将离子再生到水溶液中的第二操作状况下操作,后者例如通过颠倒电势。本发明还涉及包括脱钙设备的家用器具和采用设备(20)对水溶液进行脱钙的方法。



1. 一种脱钙设备(5),用于对水溶液进行脱钙,所述脱钙设备包括:  
电解池部(26),被构造为接纳所述水溶液,  
所述电解池部包括第一电极布置(27)和第二电极布置(28),其中所述第一电极布置(27)包括第一电吸附电极(34),并且其中所述第二电极布置(28)包括第二电吸附电极(35);  
离子生成体(7),其中所述离子生成体不被电连接,  
所述脱钙设备被构造为在用于从所述水溶液去除离子的第一操作状况下操作,  
并且所述脱钙设备被构造为在用于将所述离子再生到水溶液中的第二操作状况下操作,其中所述离子生成体在所述第二操作状况下被插入在所述电解池部中。
2. 根据权利要求1所述的脱钙设备(5),其中所述离子生成体被构造为生成氢阳离子和氢氧根阴离子,以平衡从第一电极布置和第二电极布置两者再生的所述离子的电荷,并且其中所述离子生成体被构造为阻挡所述第二操作状况期间从所述电解池内部的第一电极布置和第二电极布置再生的离子之间的复合。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的脱钙设备(5),其中所述脱钙设备被构造为操作在(a)空间和(b)时间中的一个或多个上彼此分开的所述第一操作状况和所述第二操作状况。
4. 根据权利要求1-3中任一项所述的脱钙设备(5),其中所述离子生成体是水裂解膜(142)。
5. 根据权利要求1-3中任一项所述的脱钙设备(5),其中所述离子生成体是插入电极(41)。
6. 根据权利要求4所述的脱钙设备(5),其中所述水裂解膜(142)包括阴离子交换膜(144)和阳离子交换膜(146),所述阴离子交换膜(144)和所述阳离子交换膜(146)被构造为阻挡在所述第二操作状况下从面向的相应第一电极布置(27)和第二电极布置(28)脱附的离子。
7. 根据权利要求6所述的脱钙设备(5),其中所述水裂解膜(142)还包括布置在所述阴离子交换膜(144)与所述阳离子交换膜(146)之间的交换膜流间隔件(1142)。
8. 根据权利要求6或7所述的脱钙设备(5),其中所述水裂解膜(142)还包括在所述阴离子交换膜(144)与所述阳离子交换膜(146)之间的质子传导材料。
9. 根据权利要求5所述的脱钙设备(5),其中所述插入电极(41)的表面面积小于所述第一电极布置(27)和所述第二电极布置(28)中的每一个的表面面积。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的脱钙设备(5),还包括隔离装置(42),在所述第二构造下,所述隔离装置(42)被构造为流体性地隔离所述电解池部(26)与用于接纳处理过的水溶液的处理过的水溶液部(22)。
11. 根据权利要求10所述的脱钙设备(5),其中所述隔离装置(42)被构造为在所述第二操作状况下流体性地隔离所述第一电极布置(27)与所述第二电极布置(28),并且其中所述隔离装置(42)位于所述离子生成体(7)上。
12. 根据前述权利要求中任一项所述的脱钙设备(5),其中所述离子生成体(7)被构造为在所述第一操作状况下不在所述电解池部(26),或其中所述离子生成体(7)在所述第一操作状况下被插入在所述电解池部(26)中。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的脱钙设备(5),被构造为在所述第一操作状况下,在具有低电势的所述第一电极布置(27)与具有高电势的所述第二电极布置(28)之间施加电压,以将所述离子吸引到电极布置并且从所述水溶液去除所述离子,并且被构造为在所述第二操作状况下颠倒极性,以在具有颠倒电势的所述第一电极布置与所述第二电极布置之间施加电压,使得所述第一电极布置具有高电势并且所述第二电极布置具有低电势,以再生从所述水溶液去除的所述离子。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的脱钙设备(5),包括电解池单元(126),所述电解池单元包括所述第一电极布置(27)和所述第二电极布置(28),还包括用于接纳所述水溶液的入口(23)和用于释放所述水溶液的出口(123),其中所述电解池单元(126)被构造为流过式单元。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的脱钙设备(5),包括第一电解池单元(1126)和第二电解池单元(2126);其中所述第一电解池单元(1126)包括:

第一电解池部(1026),被构造为接纳水溶液的至少一部分,

所述第一电解池部包括第一电极布置(1027)和第二电极布置(1028),其中所述第一电极布置(1027)包括第一电吸附电极(1034),并且其中所述第二电极布置(1028)包括第二电吸附电极(1035);

其中所述第二电解池单元(2126)包括:

第二电解池部(2026),被构造为接纳水溶液的至少一部分,

所述第二电解池部包括第一电极布置(2027)和第二电极布置(2028),其中所述第一电极布置(2027)包括第一电吸附电极(2034),并且其中所述第二电极布置(2028)包括第二电吸附电极(2035),并且

所述脱钙设备被构造为在用于从水溶液去除离子的第一操作状况下利用所述第一电解池单元(1126)进行操作,

所述脱钙设备被构造为在用于将所述离子再生到水溶液中的第二操作状况下利用所述第二电解池单元(2126)进行操作,其中所述离子生成体在所述第二操作状况下被插入在所述第二电解池部中;

其中所述第一电极布置(1027、2027)和所述第二电极布置(1028、2028)包括在操作中通过膜(1321、1322)与所述水溶液分开的可流动电吸附材料(1311、1312);

其中所述脱钙设备还包括可流动电吸附材料循环系统(1300),所述可流动电吸附材料循环系统被构造为在所述第一电解池单元(1126)和所述第二电解池单元(2126)的电极布置(1027、1028、2027、2028)之间循环所述可流动电吸附材料。

16. 一种家用器具,包括根据前述权利要求中任一项所述的脱钙设备(5)。

17. 一种对水溶液进行脱钙的方法,具有用于从水溶液去除离子的第一操作状况和用于将所述离子再生到水溶液中的第二操作状况,所述第一操作状况包括:

(a) 引入水溶液,以及

(b) 在所述水溶液中的具有低电势的第一电极布置(27)与具有高电势的第二电极布置(28)之间施加电压,以将所述离子吸引到电极布置并从所述水溶液去除所述离子;

所述第二操作状况,其中离子生成体(7)插入在所述第一电极布置与所述第二电极布置中的每一个之间,以限定第一电池(44)和第二电池(45),每个电池含有带相反电荷的第

一电极布置和第二电极布置,其中所述离子生成体不被电连接,所述第二操作状况包括:

(c)在具有颠倒电势的所述第一电极布置与所述第二电极布置之间施加电压,使得所述第一电极布置具有高电势且所述第二电极布置具有低电势,以再生在所述第一操作状况下从所述水溶液去除的所述离子,以及

(d)从电解池部(26)去除所产生的废水溶液,

其中所述第一电极布置(27)包括第一电吸附电极(34),并且其中所述第二电极布置(28)包括第二电吸附电极(35)。

18.根据权利要求17所述的方法,其中应用脱钙设备,所述脱钙设备包括电解池单元,所述电解池单元包括所述第一电吸附电极和所述第二电吸附电极,并且其中所述第一操作状况和所述第二操作状况交替进行,并且在相同的电解池单元中执行。

19.根据权利要求16-17中任一项所述的方法,其中所述离子生成体仅在所述第二操作状况期间插入在所述第一电极布置与所述第二电极布置中的每一个之间。

20.根据权利要求16-17中任一项所述的方法,其中所述离子生成体在所述第一操作状况和所述第二操作状况两者期间插入在所述第一电极布置与所述第二电极布置中的每一个之间。

21.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中应用根据权利要求15所述的脱钙设备,并且其中所述第一操作状况和所述第二操作状况在相同时间但在不同的电解池单元中被应用。

## 脱钙设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及脱钙设备。具体地,本发明涉及用于对水溶液进行脱钙的脱钙设备。本发明还涉及包括脱钙设备的家用器具和对水溶液进行脱钙的方法。

### 背景技术

[0002] 结垢(还称为钙化)在使用水(尤其是硬自来水)的许多日常器具中是个问题。这些日常器具的重复使用造成水垢堆积,这可以显著地降低由器具提供的功能的效率或质量。为了避免这一功能性降低并防止故障,需要定期清洁,以去除水垢,还称为除垢、脱钙或去钙。

[0003] 未能对装置进行除垢的后果可能包括例如,咖啡机中的结垢阻挡流体流动或隔离加热元件。在蒸汽熨斗中,生垢可以导致褐色水溅到衣物上。而且,基于超声换能器的空气加湿器中使用的硬自来水可以扩散白色垢尘。

[0004] 已知提供具有一次性芯(cartridge)(例如借助离子交换树脂)的脱钙设备。离子交换树脂通过用钠离子或钾离子替换钙离子和镁离子对水进行脱钙。然而,树脂用钠离子来替代水中的钙离子和镁离子,这使处理的水非常富钠。富钠水通常不适于泡茶、做豆奶或冲婴儿奶粉。

[0005] 备选地,电吸附可以用于处理水。正离子(例如钙)和负离子(例如碳酸氢根)由电极捕获,电极由施加在两个电极之间的电势来驱动。

[0006] EP2402289描述了具有水软化装置的根据本发明的热水供给装置,水软化装置包括至少一对电极和;一对水裂解离子交换器,每个水裂解离子交换器具有正离子交换器和负离子交换器;流道,与水裂解离子交换器接触;以及入口和出口,它们与流道连通,并且加热后的热水被引导到水软化装置中。设备的维护是不需要的,设备的构造简单,设备的尺寸可以缩小,并且设备可以软化具有高硬度的原水并且用低功率消耗复原。

[0007] US2004231976描述了用于液体的电化学净化或处理的装置,采用电化电池,其中,两个电极设置有离子交换膜,离子交换膜设置在两个电极之间,以划定多个通道。根据本发明,至少几个通道具有与它们关联的相应的第二电极(+,-),以用于获得清洁物质或溶液,后者易于溶解和/或去除沉积在电池内部的可能的残留物和/或生垢。

[0008] US5788826描述了用于从溶液流去除离子的电化学电池,包括具有第一电极和第二电极的壳体。至少一个水裂解离子交换膜位于电极之间,水裂解膜包括(i)面向第一电极的阳离子交换表面,和(ii)面向第二电极的阴离子交换表面。溶液流路径由水裂解膜限定。溶液流路径包括(i)用于流入的溶液流的入口,(ii)至少一个通道,其允许流入的溶液流流过水裂解膜的至少一个表面,以形成一个或多个处理的溶液流,和(iii)单个出口,其组合处理的溶液流,以形成单个流出的溶液。优选地,溶液流路径包括单一且连续的通道,此通道流过水裂解膜的阳离子交换表面和阴离子交换表面两者,并且更优选地,连续不断地到处连接,并且从入口到出口大致连续地延伸。

[0009] US2005029124描述了处理包括离子的流入溶液以获得流出溶液中的可选离子浓

度的设备。设备包括电化学电池,电化学电池包括壳体,壳体包括第一电极和第二电极。水裂解离子交换膜在第一电极与第二电极之间,膜包括面向第一电极的阴离子交换表面和面向第二电极的阳离子交换表面,或者反之亦然。壳体还具有流入溶液入口和流出溶液出口,其中溶液通道允许流入溶液流过水裂解离子交换膜的阴离子和阳离子交换表面两者,以形成流出溶液。可变电压电源能够在离子交换阶段期间将第一电极和第二电极维持在多个不同电压。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的是提供基本缓解或克服上述问题的、用于对水溶液进行脱钙的设备和方法。

[0011] 本发明由独立权利要求来限定;从属权利要求限定有利的实施方式。

[0012] 根据本发明的一个方面,提供了用于对水溶液(诸如(自来)水)进行脱钙的脱钙设备(本文中还可指示为“设备”),脱钙设备包括:电解池部,被构造为接纳水溶液,电解池部包括第一电极布置和第二电极布置,尤其其中,第一电极布置包括第一电吸附电极,并且其中,第二电极布置包括第二电吸附电极;和离子生成体,尤其其中,离子生成体不被电连接(在电极的情况下是“浮动电极”),其中脱钙设备被构造为在用于从水溶液去除离子的第一操作状况下操作,并且脱钙设备被构造为在用于将离子再生到水溶液中的第二操作状况下操作,其中,离子生成体在第二操作状况下被插入在电解池部中。

[0013] 因此,离子生成体可能生成离子(氢阳离子和氢氧根阴离子),以平衡从第一电极布置和第二电极布置两者再生的离子的电荷。离子生成体还可以能够用于大致阻挡第二操作状况期间从电解池内部的第一电极布置和第二电极布置再生的离子之间的复合。

[0014] 因此,在特定实施方式中,离子生成体被构造为生成(在使用期间)氢阳离子和氢氧根阴离子,以平衡从第一电极布置和第二电极布置两者再生的离子的电荷,并且其中,离子生成体被构造为阻挡第二操作状况期间从电解池内部的第一电极布置和第二电极布置再生的离子之间的复合。

[0015] 凭借该布置,可能帮助提供对例如家用器具中的水溶液的简单且高效的脱钙。因此,最小化设备中的结垢,所以可以提高器具的性能并且延长其操作寿命。

[0016] 本文中,术语“第一电极布置”、“第二电极布置”、“第一电吸附电极”和“第二电吸附电极”等可以各自独立地还指代多个第一电极布置、多个第二电极布置、多个第一电吸附电极和多个第二电吸附电极等。

[0017] 尤其,在实施方式中,脱钙设备被构造为操作在(a)空间和(b)时间中的一个或多个上彼此分开的第一操作状况和第二操作状况。这可以暗示脱钙设备和/或脱钙方法可以(分别)在批处理式过程和连续式过程中使用和执行。因此,第一操作状况和第二操作状况可以用相同的电解池单元相继执行,但还可以可选地在使用两个或更多个电解池单元时同时执行。因此,具有单个电解池单元的设备将通常分批应用(相继进行净化和再生),而具有多于一个的电解池单元的设备可以分批应用或连续应用,其中后者选项具有连续过程的优点。因此,在实施方式中,脱钙设备被构造为操作在空间上彼此分开的第一操作状况和第二操作状况(即例如,在不同的电解池单元中),并且在又一个实施方式中,脱钙设备被构造为操作在时间上彼此分开的第一操作状况和第二操作状况(即例如,在相同的电解池单元中,

但在另一个时间(即,在净化阶段之后是再生阶段))。术语“操作状况”还可以称为“操作阶段”或“操作模式”等。

[0018] 本文中,术语“电解池单元”指的是包括第一电极布置和第二电极布置的单元。尤其,第一电极布置和第二电极布置由处理空间分开。进一步地,在第一电极布置与第二电极布置之间,可选地,可以设置离子生成体。离子生成体可以由此被构造为将电解池单元(或电解池部)分割为两个(单独的)电池。通过使用通过电解池单元的水溶液流或通过使用隔离装置(与离子生成体组合)(还参见下面),(电解池单元的)两个电池部分可以大致彼此隔离(虽然在它们下游,但来自两个部分的水液体可以再次组合)。注意,当可以使用水裂解膜时,水裂解膜可以提供在相应两个电池部分之间的第三体积。

[0019] 如本文中描述的设备可以包括多个电解池,多个电解池在实施方式中可以被串联构造,在实施方式中被并联构造,并且在又一个(混合)实施方式中,它们中的一些可以串联构造且它们中的一些可以并联构造。

[0020] 离子生成体可以(在被插入时)被构造为大致阻挡从(面向的)相应第一电吸附电极和第二电吸附电极脱附的离子之间的复合,并且可以被构造为生成氢离子和氢氧根离子,尤其从而维持与这些脱附离子的电荷平衡。因此,术语“插入”尤其指示离子生成膜被构造在第一电极布置(更加尤其的是,第一电吸附电极)与第二电极布置(更加尤其的是,第二电吸附电极)之间。由于插入的电极,离子从一个电极到另一个电极的直接(线性)迁移可能是不可能的。

[0021] 注意,第一电吸附电极和第二电吸附电极可以尤其彼此平行布置。进一步地,这些电极可以通常具有类似高度或长度。同样地,离子生成体可以大致具有相同高度或长度,从而允许第一电吸附电极、用于水溶液的空间、离子生成体、用于水溶液的空间、第二电吸附电极的分层结构。因此,离子生成体可以被构造为至少部分流体性地隔离电解池的第一电吸附电极侧处的水液体和电解池的第二电吸附电极侧处的水溶液。因此,离子生成体可以尤其被构造为至少部分流体性地隔离第一电极布置与第二电极布置。

[0022] 设备还可以包括切换装置,切换装置被构造为传送电解池和离子生成体中的一个或更多个,以提供第一操作状况或第二操作状况。

[0023] 离子生成体可以是水裂解膜。尤其,水裂解膜可以被构造为插入(在电吸附电极之间,但不与它们中的任何电吸附电极进行物理和电接触)。

[0024] 水裂解膜经由水的自动电离生成氢阳离子和氢氧根阴离子,因此,该布置防止第二操作状况期间形成气体,例如可以在水的电解期间形成的氯气和氢气和氧气的形成。

[0025] 水裂解膜可以包括阴离子交换膜和阳离子交换膜。

[0026] 凭借此布置,在第二操作状况中,阴离子交换膜允许氢氧根离子朝向第一电极布置穿过阴离子交换膜,并且阳离子交换膜允许氢离子朝向第二电极布置穿过阳离子交换膜。因此,最大化电解池部的效率。

[0027] 水裂解膜可以包括阴离子交换膜与阳离子交换膜之间的交换膜流间隔件(spacer)。

[0028] 凭借此布置,流间隔件元件提供在交换膜之间的用于含有离子的未处理的水溶液的空间。这可以有助于导电性,所以降低水裂解膜上的电压降。在这种情况下,可以有水溶液的三个体积(和/或流)。

- [0029] 水裂解膜还可以包括阴离子交换膜与阳离子交换膜之间的质子传导材料。
- [0030] 凭借该布置,交换膜之间的质子传导材料可以便于膜之间的氢离子的传送,从而降低水裂解膜上的电压降。
- [0031] 质子传导材料可以是全氟磺酸(Nafion)。
- [0032] 脱钙设备可以包括隔离装置,隔离装置在第二操作状况下被构造为流体性地隔离电解池部与用于接纳处理过的水溶液的处理过的水溶液部。
- [0033] 该布置的优点在于可能防止产生的废水溶液污染处理过的水。
- [0034] 隔离装置可以被构造为流体性地隔离第一电极布置(与第二电极布置)(在第二操作状况下)。
- [0035] 因此,可能防止在第二操作状况下来自第一电极布置和第二电极布置的再生离子之间的复合。
- [0036] 隔离装置可以在离子生成体上。该隔离装置可以是可滑动密封物,当离子生成体在电极布置之间的插入位置中时,可滑动密封物充当流体障碍。进一步地,该隔离装置还可以用于其他目的。如下面还指示的,隔离装置可以包括泵、(止回)阀、障碍材料(可以使障碍材料移动以阻挡流体通路)、或可以被构造为防止流体通路和/或器皿之间的流体连通的任何备选装置。
- [0037] 离子生成体可以是插入电极。因此,尤其,作为离子生成体的实施方式的电极可以被构造为插入(在电吸附电极之间,但不与它们中的任何电吸附电极进行物理和电接触)。
- [0038] 因此,可以容易且有成本效益地制造离子生成体。
- [0039] 插入电极可以由碳和/或钛形成。
- [0040] 插入电极的表面面积可以小于第一电极布置和第二电极布置中的每一个的表面面积。
- [0041] 该布置帮助确保电解反应发生在插入电极上,而不发生在第一电极布置和第二电极布置上。
- [0042] 离子生成体可以被构造为在第一操作状况下不存在于电解池部。
- [0043] 备选地,离子生成体可以在第一操作状况下插入在电解池部中。因此,在实施方式中,离子生成体被构造为在第一操作状况下不存在于电解池部,或离子生成体在第一操作状况下被插入在电解池部中。
- [0044] 在特定实施方式中,根据本发明的一个方面的脱钙设备的特征在于离子生成体仅在第二操作状况下插入在电解池部(或电解池单元)中。在又一个实施方式中,根据本发明的一个方面的脱钙设备的特征在于离子生成体总是插入在电解池部(或电解池单元)中。
- [0045] 该布置帮助简化脱钙设备的构造。因此,可以简化制造并且可以最大化设备的可靠性。
- [0046] 脱钙设备可以被构造为在第一操作状况下,在具有低电势的第一电极布置与具有高电势的第二电极布置之间施加电压,以将离子吸引到电极布置并且从水溶液去除离子,并且脱钙设备可以被构造为在第二操作状况下颠倒极性,以在具有颠倒电势的第一电极布置与第二电极布置之间施加电压,使得第一电极布置具有高电势并且第二电极布置具有低电势,以再生从水溶液去除的离子。
- [0047] 离子生成体可以不被电连接。因此,简化了设备。因此,离子生成体可以是浮动电

极。如上面所指示的,离子生成体可以被构造为将电解池单元划分为两个部分,这(划分)可以在再生期间尤其有用。因为不需电连接离子生成体,所以可以大大简化设备的构造-由此制造。出乎意料地是,看起来用这种浮动电极,可以执行高效再生。在未外部提供电流到离子生成体的情况下,生成离子,因为浮动电极被构造在第一电极布置与第二电极布置(的至少一部分)之间。浮动电极可以(大致)确保产生相等量的氢阳离子和氢氧根阴离子,从而(大致)确保电解池中的组合溶液的整体pH保持不受影响。

[0048] 在又一个实施方式中,如本文中限定的脱钙设备可以包括电解池单元,电解池单元包括第一电极布置和第二电极布置,还可选地包括用于接纳所述水溶液的入口和用于释放所述水溶液的出口,其中,电解池单元尤其被构造为流过式单元。当应用单独的入口和出口时,设备可以被构造为使水溶液在第一电极布置(更尤其的是第一电吸附电极)与第二电极布置(更尤其的是第二电吸附电极)之间流动。尤其,电极布置可以彼此平行地构造。又更尤其地,电吸附电极彼此平行地构造。这样,水溶液可以分别在电极布置或电吸附电极之间流动,从而在开口处进入电解池单元且在出口处离开(离子耗尽(净化)或离子富集(再生模式))。

[0049] 根据本发明的另一个方面,提供了家用器具,其包括如权利要求中限定的脱钙设备。

[0050] 根据本发明的另一个方面,提供了对水溶液进行脱钙的方法,该方法具有用于从水溶液去除离子的第一操作状况和用于将离子再生到水溶液中的第二操作状况,第一操作状况包括(a)引入水溶液,以及(b)在水溶液中的具有低电势的第一电极布置与具有高电势的第二电极布置之间施加电压,以将离子吸引到电极布置并从水溶液去除离子;第二操作状况,其中,离子生成体插入在第一电极布置与第二电极布置中的每一个之间,以限定第一电池和第二电池,每个电池含有带相反电荷的第一电极布置和第二电极布置,第二操作状况包括:(c)在具有颠倒电势的第一电极布置与第二电极布置之间施加电压,使得第一电极布置具有高电势且第二电极布置具有低电势,以在第一操作状况下再生从水溶液去除的离子,以及(d)从电解池部去除产生的废水溶液。尤其,如上面指示的,离子生成体不被电连接。进一步地,如上面还指示的,尤其第一电极布置包括第一电吸附电极,并且其中,第二电极布置包括第二电吸附电极。

[0051] 这提供最大化对水溶液进行脱钙的方法的效率。

[0052] 在第二操作状况中,方法还可以包括将电解池部中的第一电极布置和第二电极布置与室隔离。

[0053] 此方法的优点在于可能容易地防止再生的离子被传递到室中的处理过的水溶液中。

[0054] 在其他实施方式中,可以应用脱钙设备,尤其如本文中限定的,脱钙设备包括电解池单元,电解池单元包括所述第一电吸附电极和所述第二电吸附电极,并且其中,第一操作状况和第二操作状况交替进行,并且在相同的电解池单元中执行。进一步地,在实施方式中,离子生成体仅在第二操作状况期间插入在第一电极布置与第二电极布置中的每一个之间。备选地,离子生成体在第一操作状况和第二操作状况这两者期间被插入在第一电极布置和第二电极布置中的每一个之间。然而,在又一个实施方式中,应用脱钙设备,尤其如本文中限定的,这种脱钙设备尤其包括两个电解池,第一电解池被构造为用于第一操作状况,

并且第二电解池被构造为用于第二操作状况,并且其中,第一操作状况和第二操作状况在相同时间但在不同的电解池单元中被应用。

[0055] 本发明的这些和其他方面将从下文描述的实施方式显而易见并参照下文描述的实施方式来阐明。

[0056] 因此,除了其他之外,在实施方式中,本发明提供两种类型的电极,两种类型的电极被用于电驱动的两个相继阶段或用于两个并行阶段中。

[0057] 在实施方式中,在第一阶段(本文中还可指示为“净化阶段”或“净化模式”或“充填模式”)中,在正常(充填)操作下,电势施加于第一和第二相对的“电吸附”电极,以将阳离子存储在第一电极(低电势)中并且将阴离子存储在第二电极(高电势)中。这可以确保将显著减少经过两个电极的水的总离子含量,直到达到第一电吸附电极和第二电吸附电极的总吸附容量。在第二阶段(本文中还被指示为“再生模式”或“除垢模式”)中,为了除垢维护,第三非电吸附电极(通常仅具有几何表面面积)被插入在第一电极与第二电极之间,使得(有效地)形成两个单独的电池。颠倒所施加的电势(当相同电池用于净化阶段时),其中高电势到第一电极,低电势到第二电极,并且浮动电势到第三电极。在那些电势的影响下,之前存储的阳离子和阴离子将有效地被释放到它们相应的电池,并且各自分别由 $\text{OH}^-$ 和 $\text{H}^+$ 平衡, $\text{OH}^-$ 和 $\text{H}^+$ 由发生在第三非电吸附电极处的电解反应形成。因此,具有第一电极的第一电池将变为碱性,这将被释放的钙离子和镁离子转换为固态氢氧化物盐。具有第二电极的第二电池将变为酸性的,这将被释放的碳酸氢根离子转换成 $\text{CO}_2$ 气体,并且另外地,第三电极处释放的氯离子将反应成氯气。另外,第三电极处的电解反应将在第一电池中形成氢气,并且在第二电池中形成氧气。

[0058] 然而,如本发明中描述的,如果再生电吸附电池不具有插入离子生成体,这会暗示无效操作。为了避免再生电池内部的钙化问题,必须维持最小流速,这导致大量的废物体积。因此,与现有技术的解决方案的状态相比,具有离子生成体或插入电极的本发明提供大的优势,并且降低废物形成。

[0059] 因此,在实施方式中,本发明的主要元件是流电极电吸附系统的再生电池中存在的离子生成体。此离子生成体防止脱附的正离子(具体地 $\text{Ca}^{2+}$ )与脱附的负离子(具体地 $\text{HCO}_3^-$ )复合,从而防止再生电池内部的钙化问题,这允许更紧凑的废物流。

[0060] 因为流电极电吸附系统具有两个单独的电吸附电池,所以离子生成体仅需要放置在再生电池中并且不会影响净化电池。这允许分优化两个电池,有可能实现最优性能和最少废物。

[0061] 如上面所指示的,应用离子生成体。此离子生成体可以包括水裂解膜或简单地包括电极(如Pt板)。后者本文中还被指示为第三电极。此第三电极的优点是:

[0062] • 有效脱附。因为从第一电吸附电极和第二电吸附电极释放的离子的主要物种被转化为其他物种,所以这些脱附的离子不阻止进一步释放剩余离子。

[0063] • 不需要与电吸附电极物理接触的电极布置中的阳离子/阴离子交换膜。这从成本视角是有益的,而且通过在后续充填-除垢循环中颠倒第一电极和第二电极的极性可以提高电极寿命。在没有第三电极的情况下,除垢模式下的极性颠倒会导致从第一电极释放的离子立即被重新吸附在第二(相对的)电极中,并且反之亦然。所以,在之间没有第三电极的情况下,会需要阳离子/阴离子交换膜以防止此相反的重新吸附。然而,注意,本发明不排

除阳离子/阴离子交换膜。

[0064] • 插入电极引入表面面积的大的非对称,从而防止电吸附电极处的电解(甚至在更高电压和电流下)。这允许电吸附电极的更快再生。

[0065] • 电解反应产生可见的可辨认的废物。特别地,碱性电池中的钙离子和镁离子将形成固态氢氧化钙/氢氧化镁沉淀,这将水变成乳白色流体。这可以由消费者容易地辨认为废物,给予除垢过程可信性。

[0066] • 本发明允许插入离子生成体(诸如电极)的两侧处的组合溶液体积的总pH不变为酸性的,这避免对器具内部的储藏器和更远下游中的金属部件的潜在损坏。

[0067] 除了(插入)电极的上述优点之外,(插入)水裂解膜的优点(尤其当离子交换膜被应用有之间的空间(间隔件)时)可以在于,可降低或防止气体形成。

[0068] 在实施方式中,电吸附电极具有高(内部)表面面积,以存储离子。优选地,这些电极由如常规且有成本效益地应用于超级电容器或电容性去离子化应用的活性炭制成。至少 $500\text{m}^2/\text{gr}$ (诸如至少 $1000\text{m}^2/\text{gr}$ )的表面面积可行。

[0069] 在实施方式中,第三插入电极具有比电吸附电极小得多的(内部)面积(诸如至少小99倍)。这可以确保电解反应可以仅发生在此第三电极上(而不发生在第一电极和第二电极处)。尤其,电解电极由碳制成(例如,如常规且有成本效益地应用于燃料电池的注射成型碳、或玻璃碳),或备选地由涂布有钨或铱的氧化物涂层的钛制成,用于延长寿命(现有技术中已知为尺寸稳定阳极DSA)。

[0070] 我们已经意外地发现再生期间的第三插入电极不需要电连接。如果此第三电极保持断开(浮动),它将自动接收相对的电吸附电极之间的电势。浮动电极的优点在于其需要更少的部件并允许更多的设计选项。浮动电极的其他优点在于,在此电极的相反侧处产生相等量的氢阳离子和氢氧根阴离子,从而确保电解池中的组合溶液的整体pH保持不受影响。插入电极的备选实施方式是插入双极膜。类似于插入电极,此双极膜可以仅在再生期间插入(虽然其他实施方式也是可能的,诸如永久插入等)。而且,此插入双极膜不需要电连接。双极膜可以由层叠在一起的阳离子交换膜和阴离子交换膜组成。在再生期间,尤其阳离子交换膜侧应当面向负电吸附电极并且释放 $\text{H}^+$ 离子。反之亦然,阴离子交换膜侧应当面向正电吸附电极并且释放 $\text{OH}^-$ 离子。与金属插入电极相比的附加优点在于,双极膜经由水的自动电离而不是电解生成 $\text{H}^+/\text{OH}^-$ ,所以避免氢气、氧气和氯气形成。

[0071] 假定可切换(诸如批处理)系统,充填和除垢模式下的电极构造之间的切换可以以多个方式发生,诸如例如(a)通过使第一电极和第二电极处于适当的位置并且插入第三电极(例如经由旋转,还参见别处),(b)通过将第一电极和第二电极平移到器具内部的可以插入第三电极的新位置,(c)通过从器具去除(优选地,芯(cartridge)中的)第一电极和第二电极,并且将它们插入到可以插入第三电极的不同位置或单独“除垢”装置中。此最后方法的优点在于,在密集使用之后,可以由用户购买和更换备用的电吸附电极。

[0072] 尤其,在具有第三电极的除垢构造中,两个电池优选地不处于流体性接触,使得最小化酸和碱的复合。例如,这可以由电极之下的(临时)密封层实现。另外,此密封层防止废物流体泄漏到储藏器,并且可能泄漏到电解池的更远下游。在备选实施方式中,密封功能可以由止回阀执行。在此实施方式中,半电池两者具有单独的流体出口,这些单独的流体出口中的至少一个含有在它们在更远下游合并成单个出口之前的止回阀。在正常的净化操作

中,止回阀将打开,但在零流再生模式下,止回阀将防止半电池两者的流体之间的混合,并且防止泄漏到储藏器和可能泄漏到位于下游的其他电解池。

[0073] 在实施方式中,第一电极和第二电极可以位于水储藏器的入口处,但还可以在储藏器内部。后者的优点在于,离子的捕获更小程度地时间先决,例如在蒸汽熨斗中,充填操作期望花费20秒,而储藏器中水的停留时间通常是30分钟。

[0074] 采用电吸附的备选方式已经在US2013/0209916中描述,通过引用将其并入于此。本文中,描述了多孔电极的实施方式,其包括可以流入和流出电吸附电池的浆态相的活性炭。

[0075] 这种系统(称为“流电极电吸附”)在本发明的实施方式中允许连续过程,连续过程由以下组成:

[0076] • 在净化电吸附电池内:来自输入水的离子吸附到浆内的活性炭上;

[0077] • 将含有吸附离子的浆从净化电吸附电池传送到再生电吸附电池;

[0078] • 在再生电吸附电池内:将来自浆的离子脱附到废水流;

[0079] • 将再生浆从再生电吸附电池传送到净化电吸附电池。

[0080] 与本文中也描述的常规批处理过程相比,这具有如下优点:可以更容易地优化,并且可以具有优秀且更稳健的净化和最少废物性能的可能性。

[0081] 因此,本发明在其他实施方式中提供了如本文中限定的脱钙设备,设备包括第一电解池单元和第二电解池单元;其中,第一电解池单元包括:第一电解池部,被构造为接纳水溶液的至少一部分;第一电解池部包括第一电极布置和第二电极布置,其中,第一电极布置包括第一电吸附电极,并且其中,第二电极布置包括第二电吸附电极;其中,第二电解池单元包括:第二电解池部,被构造为接纳水溶液的至少一部分;第二电解池部包括第一电极布置和第二电极布置,其中,第一电极布置包括第一电吸附电极,并且其中,第二电极布置包括第二电吸附电极;并且脱钙设备被构造为在用于从水溶液去除离子的第一操作状况下用第一电解池单元操作;脱钙设备被构造为在用于将离子再生到水溶液中的第二操作状况下用第二电解池单元操作,其中,离子生成体在第二操作状况下插入在第二电解池部中;其中,第一电极布置和第二电极布置包括在操作中通过膜与水溶液分开的可流动电吸附材料;其中,脱钙设备还包括可流动电吸附材料循环系统,可流动电吸附材料循环系统被构造为在第一电解池单元和第二电解池单元的电极布置之间循环可流动电吸附材料。

[0082] 因此,凭借这种设备,可以提供连续净化过程。

[0083] 如还在US2013/0209916中描述的,上述连续流电极系统可以包括含有流动阳极活性材料的流动阳极和含有流动阴极活性材料的流动阴极。阳极活性材料和阴极活性材料可以包括典型连续流电极系统(即,电池或蓄电池)中使用的任何一个,这可以由本领域技术人员通过考虑使用其的目的和/或情况来适当选择。在实施方式中,阳极活性材料和阴极活性材料可以包括不同材料,或不然,包括相同材料。诸如阳极活性材料和/或阴极活性材料的电极材料可以包括多孔碳(活性炭、碳气溶胶、碳纳米管等)、石墨粉、金属氧化物粉末等,它们可以与要在流体化状态下使用的电解质混合。此电解质可以尤其包括可溶于水的电解质,诸如NaCl、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、HCl、NaOH、KOH、Na<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>等,和有机电解质,诸如碳酸丙烯酯(PC)、碳酸二乙酯(DEC)、四氢呋喃(THF)等。在实施方式中,阳极包括阳极收集器(anode collector);阳极分离层;阳极流通道,形成在阳极收集器与阳极分离层之间;以及阳极活性材料,流过阳

极流通道。在实施方式中,阴极包括阴极收集器;阴极分离层;阴极流通道,形成在阴极收集器与阴极分离层之间;以及阴极活性材料,流过阴极流通道。进一步地,电极收集器和电极分离层可以包括常规连续流电极系统(电池、蓄电池等)中使用的任何一个,这可以由本领域技术人员通过考虑使用其的目的和状况来适当选择或采用。

[0084] 被构造为使可流动电吸附材料在操作中保持与水溶液分开的膜还可以被分别指示为阳极分离层和阴极分离层。阳极分离层可以是多微孔绝缘分离膜或阴离子交换(导电)膜,而阴极分离层可以是多微孔绝缘分离膜或阳离子交换(导电)膜。分离层用于电分离和物理分离,并且多微孔绝缘分离膜仅在离子交换(导电)膜可以选择性地转移阳离子或阴离子时允许离子转移。阳极活性材料或阴极活性材料可以包括浆态相活性材料,浆态相活性材料包括与电解质混合的阳极活性材料或阴极活性材料。

[0085] 在实施方式中,连续流电极系统可以包括:阳极,阳极包括阳极收集器、阳极分离层、和流过阳极收集器与阳极分离层之间形成的阳极流通道的阳极活性材料;阴极,阴极包括阴极收集器、阴极分离层、和流过阴极收集器与阴极分离层之间形成的阴极流通道的阴极活性材料。水溶液是(或流动)在阳极与阴极之间。连续流电极系统可以是单元电池,其中,两个或更多个单元电池可以相继布置,并且可以同时且连续地使电极材料以及电解质流动。在实施方式中,电极材料可以被微胶囊化,以增大水溶液与电极材料之间的接触面积。更具体地,使用阴离子分离层(在阻挡液体电解质的流过的同时选择性使阴离子通过的致密层)和阳离子分离层(选择性使仅阳离子通过的致密层)。

[0086] 当使用由每个选择性离子层封装的电极活性材料时,可以不必在两个电极之间设置离子导电致密层。备选地,当使用允许水溶液以及离子流过的多微孔绝缘分离膜时,增大水溶液与封装的电极活性材料粒子之间的接触面积。

[0087] 微胶囊化的电极在实施方式中可以包括中心处的核、和围绕在核外围的壳,其中,壳材料具有交换电解质中存在的离子的性质。根据本发明的一个实施方式,壳材料可以包括含有磺酸基( $\text{SO}_3^-$ )、羧基( $\text{COO}^-$ )或磷酸基( $\text{PO}_4^-$ )等的、能够交换阳离子的聚合物膜;或者含有与其结合的伯铵基、仲铵基、叔铵基或季铵基的、能够交换阴离子的聚合物膜。微胶囊可以由固相或液相法来制备。具体地,在液相法中,核/壳结构可以通过以下来形成:例如,使用表面活性剂的乳液法、聚合单体以制备壳材料的聚合法、或同时或单独地注入或挤出核和壳以便形成微胶囊化的电极的方法。因为微胶囊化电极包括单个颗粒或凝聚在一起的个体颗粒和围绕它们的壳,所以其具有的优点在于,每单位重量或体积的电极面积大于由所有凝聚颗粒形成的块电极的电极面积。

## 附图说明

[0088] 现在将参照附图仅以示例的方式描述本发明的实施方式,附图中:

[0089] 图1示出了具有脱钙设备的蒸汽系统熨斗;

[0090] 图2示出了具有脱钙设备的水壶;

[0091] 图3是处理模式下的脱钙设备的示意图;

[0092] 图4是再生模式下的图3中所示的脱钙设备的示意图;

[0093] 图5是处理模式下的脱钙设备的另一个实施方式的示意图;

[0094] 图6是再生模式下的脱钙设备的另一个实施方式的示意图;

- [0095] 图7是处理模式下的脱钙设备的另一个实施方式的示意图；
- [0096] 图8是再生模式下的脱钙设备的另一个实施方式的示意图；
- [0097] 图9是处理模式下的脱钙设备的另一个实施方式的示意图；
- [0098] 图10是再生模式下的脱钙设备的另一个实施方式的示意图；
- [0099] 图11a-11b、12a-12b、13、14a-14b、15a-15b、16a-16b、17a-17b、和18评估一些备选设备(11a-11b、12a-12b、13、14a-14b、15a-15b)以及如本文中限定的设备(16a-16b、17a-17b;18)。

### 具体实施方式

[0100] 参照图1,示出蒸汽系统熨斗10。蒸汽系统熨斗10包括基本单元11、基本单元11中的入口储藏器12(充当流体储藏器)、和手持熨烫单元13。入口储藏器12被构造为贮藏要馈送到基本单元11中的蒸汽生成器(未示出)的、未处理的水溶液(诸如自来水)。蒸汽生成器将被馈送的水溶液转换成蒸汽,蒸汽通过软管14馈送到熨烫单元13。备选地,蒸汽生成器(未示出)可以在熨烫单元13中。熨烫单元13可定位成紧靠着衣物的布料,以将蒸汽发射到衣物上。因此,衣物的布料可以被按压和用蒸汽处理。

[0101] 蒸汽系统熨斗10包括脱钙设备20。脱钙设备20的详细描述如下。脱钙设备20布置在入口储藏器12与蒸汽生成器之间。脱钙设备20包括与入口储藏器12连通的入口、处理部21和处理过的水溶液部(未示出)。处理部21在入口储藏器12与处理过的水溶液部之间。备选地,处理部21布置在入口储藏器12中、与入口储藏器12相邻或隔开。处理部21与入口储藏器12中的水溶液流体连通。入口储藏器12中接纳的未处理的水溶液被馈送通过处理部21,其在处理部21处被处理。处理过的水溶液然后从处理部21馈送到处理过的水溶液部。在该实施方式中,处理过的水溶液部是蒸汽生成器(未示出)或通向蒸汽生成器的流体通路。然而,在备选实施方式中,处理过的水溶液部是从处理部21的流体出口,包括但不限于诸如管或软管的流体通路、或诸如箱的流体器皿。

[0102] 虽然图1中示出了蒸汽系统熨斗10,但脱钙设备20可以与备选的衣物护理设备一起使用(如下文中将变得显而易见的)。例如,脱钙设备可以与蒸汽熨斗或蒸汽挂烫机(garment steamer)一起使用。在衣物护理设备中使用脱钙设备20的优点例如在于脱钙设备20能够充当限制蒸汽生成器中的钙化的预防措施。这允许蒸汽生成器在不考虑随时间的钙化的情况下设计。因此,可以最小化蒸汽生成器的尺寸。而且,将不会产生水垢,并且将不会朝向正被处理的衣物发射水垢。

[0103] 脱钙设备20不限于与衣物护理设备一起使用。设想的是,脱钙设备20可以集成到家用器具中,家用器具包括但不限于地板蒸汽清洁机、食物蒸箱、壶、咖啡机、浓缩咖啡机、泡茶器、水碳酸化器、水软化机、水净化机、空气加湿器等。壶和咖啡机中使用脱钙设备20可以帮助最小化维护并且防止水垢产生在热饮中。处理过的水溶液还可以用于从粉末制备婴儿牛奶,以帮助减小对婴儿肾脏的压力,并且通过辅助蛋白提取来制作豆奶。另外,设想的是,脱钙设备20可以与厨房水槽水供应结合使用,或用于整个住宅水脱钙应用。

[0104] 脱钙设备通常用附图标记5指示。为了清晰,在一些附图(和权利要求)中,设备被备选地编号。

[0105] 例如,参照图2,示出包括室16和处理部21的水壶15。处理部21在用于水溶液的室

16中。在本实施方式中,室16充当入口储藏器和处理过的水溶液部两者。未处理的水溶液通过流体通路(未示出)被馈送到处理部21中,在处理部21处未处理的水溶液被部分处理并通过另一个流体通路(未示出)排出回到室16中。部分处理过的水溶液然后被馈送回到处理部21中,并且继续被再循环,直到它被处理到期望水平。

[0106] 现在参照图3和图4,示出脱钙设备5的一个实施方式的示意图,脱钙设备5这里被指示为脱钙设备20。脱钙设备20包括处理部21和充当处理过的水溶液部的室22。

[0107] 脱钙设备20被构造为在处理模式下操作,以从水溶液去除物质,以减少水溶液中的矿物含量,例如,以便将“硬”水变成“软”水。脱钙设备20还被构造为可在再生模式下操作,以释放来自处理部21的、在处理模式期间从水溶液去除的废产物。“硬”水包括诸如水( $H_2O$ )中溶解的氯化钠( $NaCl$ )和碳酸钙( $CaCO_3$ )之类的分子。

[0108] 在图3中,脱钙设备20在第一操作状况下。在第一操作状况下,脱钙设备20在其处理模式下。即,脱钙设备20被构造为从由脱钙设备20接纳的水溶液去除物质,诸如但不限于钠离子、钙离子、氯离子、和碳酸氢根离子。本设备可以用于从水去除重金属离子,例如铁、钴、铜、锰、钼、锌、汞、钷和铅。

[0109] 在图4中,脱钙设备20在第二操作状况下。在第二操作状况下,脱钙设备20在其再生模式下。即,脱钙设备20被构造为通过释放在处理模式下从水溶液去除的物质,再生处理部21。

[0110] 脱钙设备20还包括流体入口23和流体出口(123)。流体入口23可以形成流体出口(或流体出口中的一个)。在本实施方式中,流体入口23由处理部21限定。即,流体路径通过处理部21形成。因此,水溶液穿过处理部21,以被接纳在室22中。流体路径限定处理空间24。室22充当处理过的水溶液部,即处理部21的下游部或流体出口。处理部21可以在实施方式中尤其被限定为第一电吸附电极34与第二电吸附电极35之间的空间。进一步地,处理部21可以尤其(还)在实施方式中被限定为流体入口23与流体出口123之间的空间。因此,用附图标记126指示的电解池单元还可以在实施方式中被限定为第一电吸附电极34与第二电吸附电极35之间的空间。进一步地,电解池单元可以尤其(还)在实施方式中被限定为流体入口23与流体出口123之间的空间。

[0111] 处理部21布置在室22的流体入口23处,使得馈送到流体入口23中的水溶液穿过处理部21,以到达室22。因此,流体路径被限定为从流体入口23通过处理部21。在这种实施方式中,要处理的水溶液(例如“硬”水)随着其穿过处理部21中的流体路径由处理部21处理。在这种布置的情况下,处理部21可以具有限流器(未示出),以限制通过流体路径的水的流速。限流器用于将流速限制为使得流过处理部的水溶液被处理到期望程度以从水溶液去除期望杂质的速率。限流器可以限制流道的截面的面积,以限制流速,例如,流体路径可以具有限制直径。备选地,限制元件可以布置在流体路径中。在这种布置的情况下,流体路径被构造为具有预定流阻。

[0112] 当水溶液被接纳在室22中时,处理部21可以浸入水溶液中。这提供在水溶液已经沿着流体路径流动之后,对室22中的水溶液的继续处理。

[0113] 备选地,处理部21独立于流体入口23布置。在一个这种布置中,处理部21可以独立于流体入口23、接近流体出口布置。处理部21可以布置在室22的下端25处。在这种布置中,室22充当未处理的入口储藏器。凭借这种布置,要处理的水溶液(例如“硬”水)随着其穿过

流体路径由处理部21处理,流体路径限定从室22到流体出口的处理部21中的处理空间24。凭借这种布置,当水溶液被接纳在室22中时,处理部21可以浸入水溶液中。这提供在水溶液流出流体出口之前处理室22中的水溶液。

[0114] 在一个实施方式,当水溶液被接纳在室22中时,处理部21被布置为浸入水溶液中。在一个这种布置中,处理部21可以与流体入口23和流体出口隔开,使得处理部21位于室22的中间。处理部21与室22中的水溶液流体连通。即,处理部21暴露于水溶液。因此,室22中的水溶液可以在处理空间24中被处理。在其中处理部21位于室22的中间的实施方式中,室22充当入口储藏器和处理过的水溶液部这两者。流到处理空间24中的部分处理过的水溶液传递到处理部21之外并回到室22中。部分处理过的水溶液可以遵照此过程,直到达到期望的处理水平。处理部21可以被接纳在室22中。处理部21可以与室22隔开并且经由通路连接。处理部21可以与室22相邻布置。

[0115] 在上述实施方式中,处理部21固定安装在充当处理过的水溶液部的室22中或相对于室22固定安装。备选地,可以可去除地安装处理部21。这种布置允许处理部21用备选处理部21更换或交换。在一个布置中,处理部21可去除与室22的流体连通,以移动到其再生模式中。

[0116] 处理部21具有电解池部26。电解池部26包括第一电极布置27和第二电极布置28。第一电极布置27和第二电极布置28连接到电源(未示出)。第一电极布置27和第二电极布置28浸入在室22中容纳的水溶液中。即,第一电极布置27和第二电极布置28与水溶液接触。第一电极布置27和第二电极布置28彼此隔开。处理空间24限定在电极布置27、28之间。第一电极布置27具有面向第二电极布置28的第一处理表面29。第二电极布置28具有面向第一电极布置27的第二处理表面30。第一电极布置27的后侧具有第一电极布置盖31(虽然可以省略盖31)。第二电极布置28的后侧具有第二电极布置盖32(虽然可以省略盖32)。

[0117] 第一电极布置27和第二电极布置28在电解池部26内彼此物理隔开。例如,在一个实施方式中,可以使用电极布置流间隔件(未示出)。水溶液接纳在第一电极布置27与第二电极布置28之间的处理空间24中。在本实施方式中,第一电极布置27和第二电极布置28是细长的。第一电极布置27和第二电极布置28具有在室22中延伸的纵轴。第一电极布置27和第二电极布置28(尤其被构造为)彼此平行。

[0118] 第一电极布置27连接到电源的一个端子。在处理模式下,如图3所示,第一电极布置27设置有负电荷(-)。第二电极布置28连接到电源的另一个端子。在处理模式下,如图3所示,第二电极布置28设置有正电荷(+).水溶液提供在第一电极布置27的浸入部分与第二电极布置28的浸入部分之间的电连接,以使电路完整。

[0119] 第一电极布置27和第二电极布置28包括被构造为将物质吸附到它们的表面上的电吸附电极。第一电极布置27包括第一电吸附电极34,并且第二电极布置28包括第二电吸附电极35。第一电吸附电极34和第二电吸附电极35各自被构造为具有大的表面面积。第一电吸附电极34和第二电吸附电极35可以具有多孔结构。即,第一电吸附电极34和第二电吸附电极35具有高的内表面面积,以允许存储离子。这在小的外部体积的情况下提供高的内表面面积。

[0120] 在本布置中,第一电吸附电极34和第二电吸附电极35由活性炭形成。然而,将理解的是,可以使用其他合适材料。活性炭电极可以具有 $1000\text{m}^2/\text{g}$ 量级的表面面积。

[0121] 虽然在本实施方式中,如图3所示,第一电极布置27和第二电极布置28中的每一个具有一个电吸附电极,但将理解的是本发明不限于此。在备选布置中,第一电极布置27可以包括多于一个的第一电吸附电极34。第二电极布置28可以包括多于一个的第二电吸附电极35。在具有两个或更多个第一电吸附电极34和/或两个或更多个第二电吸附电极35的这种布置中,第一电吸附电极34和第二电吸附电极35可以备选地位于电解池部26内。还将理解的是,电极的形状、尺寸和定位可以被构造为满足一组特定要求。

[0122] 在一个实施方式中,第一电极布置27和第二电极布置28可以各自在其上还包括离子交换膜层。在这种布置中,选择离子交换膜的选择性,使得其允许要被对应的电吸附电极34、35吸附的阳离子和阴离子通过。因此,第一电极布置27可以包括面向第二电极布置28的阳离子交换膜。第二电极布置28可以包括面向第一电极布置27的阴离子交换膜。电极布置内包括离子交换膜的一个优点在于其提高离子吸附容量。

[0123] 脱钙设备20还包括再生部40。图4中示出了再生部40。再生部40包括离子生成体41。离子生成体41可接纳在第一电极布置27与第二电极布置28之间。即,离子生成体41可接纳在处理空间24中。离子生成体通常用附图标记7指示。附图标记41本文中尤其指的是作为离子生成体7的实施方式的插入电极。

[0124] 离子生成体41被构造为形成氢离子和氢氧根离子。离子生成体41不具有直接电连接。即,离子生成体41未连接到电源。

[0125] 在又一个方面中,离子生成体41可以连接到电源(即,电极不浮动)。

[0126] 在本布置中,离子生成体41包括插入电解电极。插入电解电极被构造为允许在其表面上发生电解反应。插入电解电极的表面面积小于第一电吸附电极34和第二电吸附电极35中的每一个的表面面积。在本实施方式中,插入电解电极由碳形成,例如注射成型碳或玻璃碳。然而,将理解的是,插入电解电极可以由其他合适的材料形成,例如涂布有钨或铈的氧化物的钛。这种布置可以延长插入电解电极的寿命。

[0127] 再生部40还包括隔离装置42。隔离装置42被构造为隔离处理空间24。即,隔离装置42被构造为将处理空间24与充当处理过的水溶液部的室22(或室22的剩余部分)隔离。隔离装置42可以包括泵、(止回)阀、障碍材料(可以使障碍材料移动以阻挡流体通路)、或防止流体通路和/或器皿之间的流体连通的任何备选装置。

[0128] 在本实施方式中,隔离装置42是阀。阀包括充当障碍的可滑动密封物43。密封物43布置在离子生成体41的远端。密封物43由橡胶板形成,但是将理解的是设想备选布置。在一些实施方式中,可以省略隔离装置42(如下文中将变得显而易见的)。隔离装置42可以由此在实施方式中(临时)闭合流体出口123。因此,电解池单元可以被构造为流过式单元,但还可以被构造为可分批操作的单元。

[0129] 注意,在实施方式中,切换装置(未示出)或备选地另一装置(未示出)可以被构造为控制隔离装置。

[0130] 再生部40可去除地接纳在处理空间24中。再生部40在脱钙设备20的第一操作状况(即,处理模式)期间从处理空间24去除。再生部40在脱钙设备20的第二操作状况(即,再生模式)期间被接纳在处理空间24中。当再生部40被接纳在处理空间24中时,离子生成体41被插入在第一电极布置27与第二电极布置28之间。离子生成体41将处理部21分成第一电池44和第二电池45。

[0131] 第一电池44由离子生成体41和第一电极布置27限定。第二电池45由离子生成体41和第二电极布置28限定。离子生成体41将处理部21的处理空间24划分,以限定其中可接纳水溶液的一部分的第一电池空间46和其中可接纳水溶液的一部分的第二电池空间47。离子生成体41用于将处理空间24划分成第一电池空间46和第二电池空间47。离子生成体41使第一电极布置27和第二电极布置28分开。即,离子生成体41跨处理空间24延伸,所以用于将第一电极布置27和第二电极布置28彼此分开。因为隔离装置42位于离子生成体41的远端,所以隔离装置42能够通过防止两个电池空间46、47和室22的剩余部分之间的流体连通而将第二电池空间47与第一电池空间46隔离。

[0132] 离子生成体41具有:第一表面48,其形成第一电池44的一部分;和第二表面49,其形成第二电池45的一部分。第一表面48面向第一电极布置27。第二表面49面向第二电极布置28。

[0133] 离子生成体41与第一电极布置27和第二电极布置28隔开。即,脱钙设备20被构造为使得离子生成体41不直接接触第一电极布置27和第二电极布置28。

[0134] 如上所述,在脱钙设备20的处理模式下,第一电极布置27提供有负电荷(-)并且第二电极布置28提供有正电荷(+).

[0135] 在脱钙设备20的再生模式中,颠倒第一电极布置27和第二电极布置28的极性。即,第一电极布置27提供有正电荷(+)并且第二电极布置28提供有负电荷(-)。控制器(未示出)可操作为操作电源并且颠倒第一电极布置27和第二电极布置28的极性。控制器(未示出)可以是手动装置。

[0136] 设置切换装置(未示出),以将脱钙设备20在其处理模式与其再生模式之间改变。切换装置包括控制器,控制器被构造为改变第一电极布置27和第二电极布置28的极性。切换装置使得再生部40能够在其处理模式(其中,其从第一电极布置27与第二电极布置28之间撤回)与其再生模式(其中,其被接纳在第一电极布置27与第二电极布置28之间)之间移动。

[0137] 切换装置使得离子生成体41能够被引入到电解池部26中。离子生成体41形成其中的障碍。离子生成体41还限定电解池部26的第一电池44和第二电池45。将理解的是,可以以若干不同方式便于用于在处理模式与再生模式之间切换的切换装置。

[0138] 例如,在图3和图4所示的实施方式中,可以致动再生部40,以滑动到处理空间24中,其中离子生成体41被接纳在第一电极布置27与第二电极布置28之间,并且密封物43隔离处理空间24与充当处理过的水溶液部的室22的剩余部分。这可以是线性移动,或在备选布置中,是径向(radial)移动。在这种布置中,再生部40可以是被插入到室22中的芯(cartridge)。

[0139] 在备选布置中,使处理部21在充当处理过的水溶液部的室22内移动,以被接纳在再生部40之上。凭借这种布置,处理部21可以布置在室22中,或在别处。还将理解的是,处理部21和再生部40可以移动成彼此连通和失去连通。

[0140] 在备选布置中,处理部21可以从充当处理过的水溶液部的室22去除。在这种布置中,处理部21可以形成为芯,芯可从室22去除并且插入到再生部40布置在不同的位置或单独除垢装置(未示出)中。

[0141] 在脱钙设备20的操作期间,如图3中所示,脱钙设备20初始处于其处理模式。再生

部40不被接纳在处理空间24中。处理部21与充当处理过的水溶液部的室22流体连通。

[0142] 操作脱钙设备20,使得电压施加在第一电极布置27与第二电极布置28之间。

[0143] 水溶液通过流体入口23被引入。水溶液通过室22的顶端处的流体入口23流到容器中。水溶液可以被引入到室22中,直到室22充满。

[0144] 在本布置中,随着水溶液被馈送到充当处理过的水溶液部的室22中,脱钙设备20在其处理模式下操作。然而,将理解的是,备选地或此外,在水溶液被馈送到脱钙设备20中之后,可以操作脱钙设备20。在充填室22期间操作脱钙设备20的一个优点在于水溶液随着其进入室22而被处理。还将理解的是,在其中脱钙设备20在引入水溶液之后以其处理模式操作的布置中,可能最大化从水溶液去除的不需要的物质的比例。

[0145] 在本布置中,由用户引入到容器中的水溶液是“硬”水。这种“硬”水通常包括不需要的物质:钠离子、氯离子、钙离子和碳酸氢根离子。在脱钙设备20的操作期间,所施加的电压造成在第一电极布置27与第二电极布置28之间的电势差。通常,1至5伏特的电势差在处理模式下使用。阳离子 $\text{Na}^+$ (由图3中的箭头50标识)和 $\text{Ca}^{2+}$ (由图3中的箭头51标识)具有正电荷,所以被吸引到充当阴极的、带负电的第一电极布置27。因此,在处理模式下,第一电极布置27充当吸引钠阳离子和钙阳离子的阴极。

[0146] 阴离子 $\text{Cl}^-$ (由图3中的箭头52标识)和 $\text{HCO}_3^-$ (由图3中的箭头53标识)具有负电荷,所以被吸引到充当阳极的、带正电的第二电极布置28。因此,在处理模式下,第二电极布置28充当吸引氯阴离子和碳酸氢根阴离子的阳极。

[0147] 在电势差施加在第一电极布置27与第二电极布置28之间的同时,水溶液中形成的阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )被吸引到第一电极布置27并由第一电极布置27接纳,并且水溶液中形成的阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )被吸引到第二电极布置28并由第二电极布置28接纳。当阳离子到达阴极时,它们从水溶液被吸附到第一电极布置27的表面上。当阴离子到达阳极时,它们从水溶液被吸附到第二电极布置28的表面上。一旦已经达到预定时间段,则电源断开,所以停用第一电极布置27和第二电极布置28。具有0.016升(16mL)的外部体积的电极布置通常能够使一升(1L)的“硬”(17dH)水完全去离子。因此,不需要的物质(诸如氯化钠 $\text{NaCl}$ 和碳酸钙 $\text{CaCO}_3$ )的水平已经被减小到期望水平。

[0148] 从处理过的水溶液去除的阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )保留在第一电极布置27上。从处理过的水溶液去除的阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )保留在第二电极布置28上。室22中的水溶液因此是处理过的,并且现在能够使用。这种处理过的水将能够使用,而不结垢。

[0149] 用户将脱钙设备20切换到其再生模式。致动脱钙设备20,以将再生部40插入在处理空间24中。还致动脱钙设备20,以颠倒第一电极布置27和第二电极布置28的极性。

[0150] 当再生部40被接纳在处理空间24中时,如图4所示,离子生成体41将处理空间24分成第一电池空间46和第二电池空间47。隔离装置42将处理空间24与室22的剩余部分隔离。隔离装置42将第二电池空间47和第一电池空间46彼此隔离。用户使用切换装置来在作为处理模式的第一构造与作为再生模式的第二构造之间切换。因此,在第一电池44和第二电池45或室22之间没有流体连接。

[0151] 当脱钙设备20被操作以颠倒第一电极布置27和第二电极布置28的极性时,第一电极布置27具有高电势或正电荷(+).第二电极布置28具有低电势或负电荷(-).在再生模式下,所施加的电势差将通常大于处理模式下所施加的电势差,因为离子生成体41上存在电

压降。通常1V与40V之间的电势差施加在第一电极布置27与第二电极布置28之间。将理解的是第一电极布置27和第二电极布置28不被提供有颠倒极性,直到再生部40接纳在处理空间24中。即,不操作电源,以向第一电极布置27和第二电极布置28提供颠倒极性,直到隔离装置42被布置为将处理空间24与室22的剩余部分隔离。大量处理过或未处理的水溶液保留在处理空间24中。备选地,大量处理过的或未处理的水溶液可以被引入到处理空间24中。

[0152] 在第二构造(再生模式)中,第一电极布置27充当从其表面29逐出钠阳离子和钙阳离子( $\text{Na}^+$ (由图4中的箭头54标识)和 $\text{Ca}^{2+}$ (由图4中的箭头55标识))的阳极。因此,不需要的物质从第一电极布置27排出到处理空间24中的小体积的水溶液中。

[0153] 在第二构造(再生模式)中,第二电极布置28充当从其表面30逐出氯阴离子和碳酸氢根阴离子( $\text{Cl}^-$ (由图4中的箭头56标识)和 $\text{HCO}_3^-$ (由图4中的箭头57标识))的阴极。因此,不需要的物质从第二电极布置28排出到处理空间24中的小体积的水溶液中。

[0154] 在颠倒电场中,阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )被吸引到充当阳极的第一电极布置27。形成离子生成体41的插入电解电极防止由第二电极布置28脱附的阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )被重新吸附到第一电极布置27上。在颠倒电场中,阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )被吸引到充当阴极的第二电极布置28。形成离子生成体41的插入电解电极防止由第一电极布置27脱附的阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )被重新吸附到第二电极布置28上。

[0155] 而且,离子生成体41用于防止由第二电极布置28脱附的阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )与由第一电极布置27脱附的阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )复合,从而防止在处理部21内部形成 $\text{CaCO}_3$ 钙化。

[0156] 形成离子生成体41的插入电解电极不具有电连接;然而,将理解的是,插入电解电极具有介于第一电极布置27与第二电极布置28的电势之间的电势。因此,插入电解电极能够分解第一电池44和第二电池45中接纳的水( $\text{H}_2\text{O}$ )。

[0157] 在第一电池44中,插入电解电极释放氢氧根阴离子 $\text{OH}^-$ (由图4中的箭头59标识)和氢气( $\text{H}_2$ )。氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )与脱附的钠阳离子和钙阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )反应,以形成氢氧化钠( $\text{NaOH}$ )和氢氧化钙( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )。因此,第一电池44中的水溶液变为碱性溶液。

[0158] 在第二电池45中,插入电解电极释放氢阳离子 $\text{H}^+$ (由图4中的箭头58标识)和氧气( $\text{O}_2$ )。氢阳离子( $\text{H}^+$ )与脱附的氯阴离子和碳酸氢根阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )反应,以形成盐酸( $\text{HCl}$ )和碳酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )。

[0159] 第二电池45中的过程还可以产生二氧化碳气体( $\text{CO}_2$ )和氯气( $\text{Cl}_2$ )。碳酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )分解为水( $\text{H}_2\text{O}$ )和二氧化碳( $\text{CO}_2$ ),以维持分子之间的平衡。当两个氯阴离子( $\text{Cl}^-$ )失去电子到插入电解电极并组合时,氯气( $\text{Cl}_2$ )形成在插入电解电极的表面上。第二电池45中的水溶液变为酸性溶液。

[0160] 有利地是,脱附的离子与第一电池44中的氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )和第二电池45中的氢阳离子( $\text{H}^+$ )的反应意味着脱附的离子被转换为其他物种,所以不会阻止电极布置27、28的表面上的剩余吸附离子的脱附。

[0161] 图3至图4示意性地描绘了设备的实施方式,设备可以被构造为操作临时彼此分开的第一操作状况和第二操作状况。

[0162] 如图4所示,离子生成体可以被构造为至少部分流体性地隔离电解池的第一电吸附电极侧处的水液体和电解池的第二电吸附电极侧处的水液体。因此,离子生成体可以尤其被构造为至少部分流体性地隔离第一电极布置与第二电极布置。与隔离装置42一起,可

以完成隔离。离子生成体41分割用附图标记126指示的电解池单元。电解池单元126尤其由包括第一电极布置和第二电极布置的单元限定。尤其,这些由处理空间分开。

[0163] 由形成离子生成体41的、具有远远小于第一电极布置27和第二电极布置28的表面面积的插入电解电极造成的表面面积的大的非对称,意味着电解仅发生在插入电解电极上。这防止电解发生在第一电极布置27和第二电极布置28处,所以允许最大化操作电流。有利地,这允许第一电极布置27与第二电极布置28的更快再生。

[0164] 插入电解电极防止第一电池44中的碱性溶液与第二电池45中的酸性溶液互相作用。因此,防止吸附到第一电极布置27和第二电极布置28上的离子复合。

[0165] 另外,通过防止吸附离子的复合,插入电解电极使得氢氧化钙沉淀形成在第一电池44中。这用于使溶液混浊。因此,提供给用户除垢过程已经成功的可见指示器。

[0166] 隔离装置42防止再生模式期间生成的废水溶液泄漏到充当处理过的水溶液部的室22的剩余部分中的处理过的水溶液中。因此,不污染处理过的水溶液。废水溶液可以容易地从脱钙设备20去除。而且,产生的废水溶液的体积最小化。可以清空废水溶液,而室22仍然充满处理过的水溶液。在一个实施方式中,脱钙设备20可以包括废物室(未示出),在废物室中,碱性溶液和酸性溶液组合,以在处置它们之前中和溶液。

[0167] 脱钙设备20然后可以返回到中性或处理模式。

[0168] 虽然在上述实施方式中,氢离子和氢氧根离子生成体41包括一个插入电解电极,但将理解的是,设想备选布置。例如,在备选布置中,三个电极可以与两个离子生成体一起使用。在这种布置中,两个外电极可以充当第一电极布置,并且内电极充当第二电极布置。内电极将能够在其本体的两侧在两个方向起作用。

[0169] 虽然上面参照图3和图4示出并描述了脱钙设备的实施方式,但将理解的是设想备选实施方式。现在参照图5和图6,示出了脱钙设备60的备选实施方式。图5和图6中示出的脱钙设备60大体与上述脱钙设备20的实施方式相同,所以在此将省略详细描述。而且,对应于上述脱钙设备20的特征和部件的、本实施方式的脱钙设备60的特征和部件将保留相同的术语和附图标记。然而,在图5和图6中所示的脱钙设备60中,使用包括插入水裂解膜的、不同类型的离子生成体61。

[0170] 参照图5,脱钙设备5(这里被指示为脱钙设备60)示出在其第一操作状况下。在第一操作状况下,脱钙设备60在其处理模式下。即,脱钙设备60被构造为从由脱钙设备60接纳的水溶液去除物质,诸如但不限于钠离子、钙离子、氯离子、和碳酸氢根离子。参照图6,脱钙设备60在第二操作状况下。在第二操作状况下,脱钙设备60在其再生模式下。即,脱钙设备60被构造为通过释放在处理模式下从水溶液去除的物质,来再生处理部21。

[0171] 在本实施方式中,图6中示出了再生部40。再生部40包括离子生成体61。离子生成体61包括插入水裂解膜。

[0172] 形成离子生成体61的插入水裂解膜可接纳在第一电极布置27与第二电极布置28之间。即,离子生成体61可接纳在处理空间24中。插入水裂解膜被构造为形成氢离子和氢氧根离子。插入水裂解膜不具有直接电连接。

[0173] 再生部40还包括隔离装置42。隔离装置42被构造为隔离处理空间24。即,隔离装置42被构造为将处理空间24与充当处理过的水溶液部的室22或室22的剩余部分隔离。当再生部40接纳在处理空间24中时,水裂解膜被插入在第一电极布置27与第二电极布置28之间。

离子生成体61的水裂解膜将处理部21分成第一电池空间46和第二电池空间47。

[0174] 设置切换装置(未示出),以将脱钙设备60在其处理模式与其再生模式之间改变。切换装置包括控制器,控制器用于改变第一电极布置27和第二电极布置28的极性。切换装置还包括切换机构(未示出)。在实施方式中,切换装置(可以被构造为)使再生部40移动,被接纳在第一电极布置27与第二电极布置28之间并且从第一电极布置27与第二电极布置28之间撤回。将理解的是,这种切换机构可以造成线性或旋转动作,并且可以例如由旋钮、控制杆或马达来启动。切换机构可以造成再生部40和/或第一电极布置27和第二电极布置28的移动。

[0175] 形成离子生成体61的水裂解膜包括层叠在一起的两层。第一层由阴离子交换膜62形成。第二层由阳离子交换膜63形成。接合点64被限定在阴离子交换膜62与阳离子交换膜63之间。除其他,附图标记61和81等可以指代作为离子生成体7的实施方式的水裂解膜。

[0176] 阴离子交换膜62允许阴离子(带负电的分子)穿过膜62,但基本上阻挡阳离子(带正电的分子)。阴离子交换膜62包括带正电的表面基团(例如季铵基)或任何其他合适材料。阳离子交换膜63允许阳离子(带正电的分子)穿过膜63,而基本上阻挡阴离子(带负电的分子)。阳离子交换膜63包括带负电的表面基团(例如磺酸基)或任何其他合适材料。

[0177] 形成离子生成体61的水裂解膜被定向为使得阴离子交换膜62面向第一电极布置27,并且阳离子交换膜63面向第二电极布置28。定向是使得在第二操作状况下,来自第一电极布置27和第二电极布置28的再生离子被水裂解膜的面向的离子交换膜62、63阻挡。

[0178] 参照图5和图6描述的脱钙设备60的实施方式的操作大体与参照图3和图4描述的脱钙设备20的实施方式相同,所以在此将省略详细描述。

[0179] 当脱钙设备60处于处理模式下时,如图5所示,第一电极布置27提供有负电荷(-)并且第二电极布置28提供有正电荷(+).再生部40从第一电极布置27与第二电极布置28之间撤回。

[0180] 当电势差施加在第一电极布置27与第二电极布置28之间时,阳离子 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ (分别由箭头66、67标识)被吸引到充当阴极的第一电极布置27。阴离子 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ (分别由箭头68、69标识)被吸引到充当阳极的第二电极布置28。当阳离子到达第一电极布置27时,它们从水溶液吸附到第一电极布置27的表面上。当阴离子到达第二电极布置28时,它们从水溶液吸附到第二电极布置28的表面上。

[0181] 一旦水溶液已经被处理预定时间段,则阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )和阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )的水平被减小到期望水平。则室22中的水溶液已经被处理。钠离子和钙离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )被收集在第一电极布置27上,并且氯离子和碳酸氢根离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )被收集在第二电极布置28上。

[0182] 脱钙设备60然后可以以其再生模式操作。脱钙设备60可操作为切换到其再生模式中。致动脱钙设备60,以将再生部40插入在处理空间24中。还致动脱钙设备60,以颠倒第一电极布置27和第二电极布置28的极性。

[0183] 当再生部40接纳在处理空间24中时,如图6所示,离子生成体61(这里尤其是水裂解膜142)将处理空间24划分为第一电池空间46和第二电池空间47。隔离装置42隔离处理空间24与充当处理过的水溶液部的室22的剩余部分。隔离装置42将第一电池空间46与第二电池空间47彼此隔离。用户使用切换装置以在作为处理模式的第一构造与作为再生模式的第

二构造之间切换。

[0184] 当脱钙设备60被操作以在再生模式下颠倒第一电极布置27和第二电极布置28的极性时,第一电极布置27具有高电势或正电荷(+).第二电极布置28具有低电势或负电荷(-).将理解的是,第一电极布置27和第二电极布置28未被提供有颠倒极性,直到再生部40接纳在处理空间24中。即,不操作电源以向第一电极布置27和第二电极布置28提供颠倒极性,直到隔离装置42被布置为将处理空间24与室22的剩余部分隔离。一些处理过或未处理的水溶液保留在处理空间24中。备选地,一些处理过或未处理的水溶液可以被引入到处理空间24中。

[0185] 在第二构造(再生模式)中,第一电极布置27充当逐出钠阳离子和钙阳离子( $\text{Na}^+$ (由图6中的箭头71标识)和 $\text{Ca}^{2+}$ (由图6中的箭头72标识))的阳极。因此,不需要的物质从第一电极布置27排出到处理空间24中小体积的水溶液中。第二电极布置28充当逐出氯阴离子和碳酸氢根阴离子( $\text{Cl}^-$ (由图6中的箭头73标识)和 $\text{HCO}_3^-$ (由图6中的箭头74标识))的阴极。因此,不需要的物质从第二电极布置28排出到处理空间24中小体积的水溶液中。附图标记75指示释放的 $\text{OH}^-$ 并且附图标记76指示释放的 $\text{H}^+$ 。

[0186] 离子生成体61的水裂解膜被定向为使得阴离子交换膜62面向第一电极布置27,并且阳离子交换膜63面向第二电极布置28。水裂解膜的阴离子交换膜62阻挡阳离子(例如 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ ),所以防止它们被充当阴极的第二电极布置28重新吸附。阳离子交换膜63阻挡阴离子(例如 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ ),所以防止它们被充当阳极的第一电极布置27重新吸附。因此,阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )和阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )被防止穿过水裂解膜。水裂解膜用于防止脱附的 $\text{Ca}^{2+}$ 阳离子和 $\text{HCO}_3^-$ 阴离子的复合,所以防止 $\text{CaCO}_3$ 钙化。

[0187] 离子生成体61的水裂解膜通过自动电离(auto-ionisation)将水分子( $\text{H}_2\text{O}$ )裂解成氢阳离子( $\text{H}^+$ )和氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )。水分子在水裂解膜的接合点64处被裂解。阴离子交换膜62和阳离子交换膜63之间的接合点64处的水( $\text{H}_2\text{O}$ )被部分离解为氢离子( $\text{H}^+$ )和氢氧根离子( $\text{OH}^-$ )。水分子( $\text{H}_2\text{O}$ )通过扩散被传送到水裂解膜的接合点64。

[0188] 氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )在电场的影响下穿过阴离子交换膜62。氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )朝向充当阳极的第一电极布置27被吸引到第一电池空间46中。在第一电池空间46中,氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )与从第一电极布置27的表面脱附的阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )反应,以形成沉淀和碱性溶液。

[0189] 氢阳离子( $\text{H}^+$ )在电场的影响下穿过阳离子交换膜63。氢阳离子( $\text{H}^+$ )朝向充当阴极的第二电极布置28被吸引到第二电池空间47中。在第二电池空间47中,氢阳离子( $\text{H}^+$ )与从第二电极布置28的表面脱附的阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )反应,以形成酸性溶液。使用水裂解膜提供通过自动电离而不是电解而分解的水,所以防止形成氯气( $\text{Cl}_2$ )。还防止由水的电解产生的氢气( $\text{H}_2$ )和氧气( $\text{O}_2$ )的形成。

[0190] 在备选实施方式中,允许水在再生模式期间流过处理空间24。这种布置可以包括独立于充当处理过的水溶液部的室22的、用于水的单独流道。此布置的优点在于再生离子从电解池部洗掉,例如进入废物室(未示出)中。而且,水裂解膜被提供有水分子( $\text{H}_2\text{O}$ )的恒流,水分子( $\text{H}_2\text{O}$ )可以用于产生氢离子( $\text{H}^+$ )和氢氧根离子( $\text{OH}^-$ )。而且,再生过程的产物可以通过进入的废水流从电解池部洗掉。碱性溶液和酸性溶液然后可以在电解池部的更下游复合,以产生含有然后可以被安全处置的废产物的中性溶液。单独的流道还可以与上面参

照图3和图4描述的实施方式以及下文中描述的实施方式一起使用。

[0191] 现在参照图7和图8,示出了脱钙设备80的备选实施方式。图7和图8中示出的脱钙设备80大体与上面参照图5和图6描述的脱钙设备60的实施方式相同,所以在此将省略详细描述。而且,对应于上述脱钙设备60的特征和部件的本实施方式的脱钙设备80的特征和部件将保留相同的术语和附图标记。然而,虽然在上述实施方式中,离子生成体在处理模式下从处理空间24撤回,并且在再生模式下可接纳在处理空间24中,但是在备选实施方式中,离子生成体81被固定安装在处理空间24中。

[0192] 参照图7,脱钙设备5(这里被指示为脱钙设备80)示出为在其第一操作状况下。在第一操作状况下,脱钙设备80在其处理模式下。即,脱钙设备80被构造为从由脱钙设备80接纳的水溶液去除物质,诸如但不限于钠离子、钙离子、氯离子、和碳酸氢根离子。参照图8,脱钙设备80在第二操作状况下。在第二操作状况下,脱钙设备80在其再生模式下。即,脱钙设备80被构造为通过释放在处理模式下从水溶液去除的物质,来再生处理部21。

[0193] 在本实施方式中,图7和图8中示出了再生部40。再生部40包括离子生成体81。离子生成体81包括插入水裂解膜。插入水裂解膜的布置与上面参照图5和图6描述的相同,所以将省略详细描述。离子生成体81的水裂解膜包括阴离子交换膜82和阳离子交换膜83。虽然省略了隔离装置,但将理解的是,脱钙设备80可以具有隔离装置,例如止回阀、可切换阀或泵。

[0194] 形成离子生成体81的插入水裂解膜在处理模式和再生模式这两者中可接纳在第一电极布置27与第二电极布置28之间。离子生成体81的水裂解膜将处理部21分成第一电池空间46和第二电池空间47。水裂解膜被定向为使得阴离子交换膜82面向第一电极布置27,并且阳离子交换膜83面向第二电极布置28。

[0195] 当脱钙设备80在处理模式下时,如图7所示,第一电极布置27提供有负电荷(-)并且第二电极布置28提供有正电荷(+).再生部40可接纳在第一电极布置27与第二电极布置28之间。

[0196] 当电势差施加在第一电极布置27与第二电极布置28之间时,阳离子 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ (分别由箭头86、87标识)被吸引到充当阴极的第一电极布置27。阴离子 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ (分别由箭头88、89标识)被吸引到充当阳极的第二电极布置28。在本布置中,分开第一电池空间46和第二电池空间47的固定离子生成体81将大致阻挡阳离子和阴离子。因此,在处理模式期间,主要源于第一电池空间46的阳离子能够到达第一电极布置27,并且将从水溶液被吸附到第一电极布置27的表面上。主要源于第二电池空间47的阴离子能够到达第二电极布置28,并且将从水溶液被吸附到第二电极布置28的表面上。在备选实施方式中,两个或更多个处理部21依次对准。在这种布置中,水溶液被处理以达到期望水平的去离子化的速率被最大化。在本布置中,由于在处理模式期间存在固定离子生成体81,在处理模式期间施加高电势差(例如,在1V至40V的范围中)。

[0197] 一旦水溶液已经被处理预定时间段,则阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )和阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )的水平被减小到期望水平。则室22中的水溶液已经被处理。钠离子和钙离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )被收集在第一电极布置27上,并且氯离子和碳酸氢根离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )被收集在第二电极布置28上。

[0198] 用户使用切换装置来在作为处理模式的第一构造与作为再生模式的第二构造之

间切换。

[0199] 当脱钙设备80被操作以在再生模式下颠倒第一电极布置27和第二电极布置28的极性时,第一电极布置27具有高电势或正电荷(+).第二电极布置28具有低电势或负电荷(-).在再生模式中,通常施加1V至40V范围中的电势差。

[0200] 在第二构造(再生模式)中,第一电极布置27充当逐出钠阳离子和钙阳离子( $\text{Na}^+$ (由图8中的箭头91标识)和 $\text{Ca}^{2+}$ (由图8中的箭头92标识))的阳极。因此,不需要的物质从第一电极布置27排出到处理空间24中小体积的水溶液中。第二电极布置28充当逐出氯阴离子和碳酸氢根阴离子( $\text{Cl}^-$ (由图8中的箭头93标识)和 $\text{HCO}_3^-$ (由图8中的箭头94标识))的阴极。进一步地,附图标记95指示所释放的 $\text{OH}^-$ ,并且附图标记96指示所释放的 $\text{H}^+$ 。因此,不需要的物质从第二电极布置28排出到处理空间24中小体积的水溶液中。由第一电极布置27释放的阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )不能越过阴离子交换膜82并且穿过水裂解膜到第二电极布置28。由第二电极布置28释放的阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )不能越过阳离子交换膜83,并且到达第一电极布置27。

[0201] 在再生模式下,所施加的电极极性使得离子生成体81的水裂解膜能够通过自动电离将水分子( $\text{H}_2\text{O}$ )裂解成氢阳离子( $\text{H}^+$ )和氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )。水分子在水裂解膜的接合点84处被裂解。阴离子交换膜82和阳离子交换膜83之间的接合点84处的水( $\text{H}_2\text{O}$ )被部分分解为氢离子( $\text{H}^+$ )和氢氧根离子( $\text{OH}^-$ )。水分子( $\text{H}_2\text{O}$ )通过扩散被传送到水裂解膜的接合点84。氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )在电场的影响下穿过阴离子交换膜82。氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )朝向充当阳极的第一电极布置27被吸引到第一电池空间46中。在第一电池空间46中,氢氧根阴离子( $\text{OH}^-$ )与从第一电极布置27的表面脱附的阳离子( $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )反应,以形成沉淀和碱性溶液。氢阳离子( $\text{H}^+$ )在电场的影响下穿过阳离子交换膜83。氢阳离子( $\text{H}^+$ )朝向充当阴极的第二电极布置28被吸引到第二电池空间47中。在第二电池空间47中,氢阳离子( $\text{H}^+$ )与从第二电极布置28的表面脱附的阴离子( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )反应,以形成酸性溶液。使用水裂解膜提供通过自动电离而不是电解而分解的水,所以防止形成氯气( $\text{Cl}_2$ )。还防止由水的电解产生的氢气( $\text{H}_2$ )和氧气( $\text{O}_2$ )的形成。

[0202] 凭借上面的实施方式,简化脱钙设备80的布置,因为不需要使再生部40和电极布置27、28相对于彼此移动。因此,可以提高操作的可靠性并且可以简化制造。

[0203] 在另一个备选实施方式中,如上述实施方式中的任何实施方式中描述的水裂解膜包括交换膜流间隔件(未示出),交换膜流间隔件布置在阴离子交换膜82和阳离子交换膜83之间,并且被构造为隔开阴离子交换膜82和阳离子交换膜83。交换膜流间隔件向未处理的水提供空间以在交换膜82、83之间流动。在处理模式下,交换膜流间隔件允许第一电池空间46中的阴离子穿过阴离子交换膜82,并且由交换膜流间隔件内部的流朝向室22传送。并且,类似地,允许第二电池空间47中的阳离子穿过阳离子交换膜83,并且由交换膜流间隔件内部的流朝向室22传送。此交换膜流间隔件的优点在于水流中的离子能够有助于水溶液的导电性,这降低水裂解膜上的电压降。

[0204] 在另一个备选实施方式中,如上述实施方式中的任何实施方式中描述的水裂解膜包括质子传导材料(例如,全氟磺酸),质子传导材料布置在阴离子交换膜82和阳离子交换膜83之间。质子传导材料便于在阴离子交换膜82和阳离子交换膜83之间传送氢离子。这帮助降低水裂解膜上的电压降。然而,水溶液的一部分也可以用作质子传导材料。例如,在这

种情况下,可以有水溶液的三种体积(和/或流)。

[0205] 在另一个备选实施方式中,如上面参照图3和图4描述的,固定安装在处理空间24中的离子生成体81包括插入电解电极,而不是水裂解膜。因此,在第一操作状况(即,处理模式)下,通过电解,氢阳离子将从离子生成体81生成到第一电池空间46中,在第一电池空间46中形成酸性溶液。氢氧根阴离子将生成到第二电池空间47中,在第二电池空间47中形成碱性溶液。酸性溶液和碱性溶液然后将能够在室22内混合,以形成基本上中性和部分去离子的溶液。此实施方式的优点在于,可以实现通过第一电极布置27和第二电极布置28的高电流,以最大化处理速率。

[0206] 在另一个实施方式中,第一电极布置27和第二电极布置28由柔性材料(例如活性碳纤维的编织布)形成。离子生成体81也可以由柔性材料(例如薄电极片或薄阴离子和阳离子交换膜的堆叠)形成。在一个实施方式中,第一电池空间46和第二电池空间47各自包括电极布置流间隔件(未示出),例如聚丙烯的金刚石形网。包括第一电极布置27、电极布置流间隔件、离子生成体81、电极布置流间隔件和第二电极布置28的堆叠可以具有螺旋布置,使得处理部21是圆柱形。这一布置帮助最小化脱钙设备80的尺寸。

[0207] 现在参照图9和图10,示出了脱钙设备5(这里指示为脱钙设备100)的备选实施方式。图9和图10中示出的脱钙设备100大体与上述脱钙设备的实施方式相同,所以在此将省略详细描述。而且,对应于上述脱钙设备的特征和部件的本实施方式的脱钙设备100的特征和部件将保留相同的术语和附图标记。然而,在本实施方式中,处理部21的构造不同。

[0208] 在图9和图10中所示的实施方式中,处理部21具有大体圆柱形布置。电解池部26具有弓形轮廓。第一电极布置27和第二电极布置28是弧形的。第一电极布置27包括内第一电极27a和外第一电极27b。第二电极布置28布置在内第一电极27a与第二电极27b之间。内处理空间24a被限定在内第一电极27a与第二电极布置28之间。外处理空间24b被限定在外第一电极27b与第二电极布置28之间。内和外处理空间24a、24b形成处理空间24。

[0209] 隔离装置40可接纳在处理空间24中。再生部40是弓形的。再生部40包括内离子生成体101和外离子生成体102。内离子生成体101和外离子生成体102是弓形的。

[0210] 处理部21和再生部40关于相同的纵轴成弧形。再生部40可相对于处理部21绕纵轴旋转。

[0211] 内离子生成体101可旋转,以被接纳在内处理空间24a中。因此,内离子生成体101可接纳在第一电极布置27的内第一电极27a与第二电极布置28之间。外离子生成体102可旋转,以被接纳在外处理空间24b中。因此,外离子生成体102可接纳在第一电极布置27的外第一电极27b与第二电极布置28之间。

[0212] 弓形布置帮助最小化脱钙设备100的尺寸。

[0213] 在本布置中,内离子生成体101和外离子生成体102中的每一个包括插入电解电极。备选地,内离子生成体101和外离子生成体102中的每一个包括水裂解膜(未示出)。插入电解电极和水裂解膜大体与上面参照图3至图8描述的那些相同,除了它们是弓形的,所以在此将省略详细描述。

[0214] 切换装置(未示出)提供用于使脱钙设备100在处理模式与再生模式之间移动。在处理模式下,内离子生成体101和外离子生成体102旋转,以从处理空间24撤回。在再生模式下,内离子生成体101和外离子生成体102旋转,以接纳在处理空间24中。切换装置包括安装

到再生部40、充当用户输入的旋钮(未示出)等。备选地,可以使用由控制器操作的马达。因此,当用户旋转旋钮时,内离子生成体101和外离子生成体102被旋转到第一电极布置27与第二电极布置28之间中的位置中。

[0215] 脱钙设备100的操作大体与上述脱钙设备相同,所以在此将省略详细描述。颠倒第一电极布置27和第二电极布置28的极性可以响应于致动充当用户输入的旋钮来致动。

[0216] 虽然在本文中描述的实施方式中,脱钙设备包括用于水溶液的室,但将理解的是可以省略室。例如,脱钙设备可以是可接纳在用于水溶液的室中的单元,或可以是在线布置在水溶液流动所沿着的管上或管中的单元。管可以延伸到室或可以形成室。

[0217] 图11a-11b、12a-12b、13、14a-14b、15a-15b、16a-16b、17a-17b、和18评估一些备选设备(11a-11b、12a-12b、13、14a-14b、15a-15b)以及如本文中限定的设备(16a-16b、17a-17b;18)。

[0218] 图11a至图11b示意性地示出了净化模式(11a)和再生模式(11b)。应用电吸附电极34、35。在再生模式下,不施加电势差并且不使用离子生成体。净化模式下吸附的离子在再生模式下被释放,但钙化可能在再生期间发生在电解池126内。附图标记801指示水溶液的输入。附图标记802和803分别指示输出和废物输出。附图标记811和812指示泵或用于生成流的其他装置,其中这里附图标记811例如指示排放泵且附图标记812指示输出或应用泵。

[0219] 图12a至图12b与图11a至图11b的不同在于离子交换(IEX)膜与电吸附电极34、35关联。相应膜用附图标记861(尤其阳离子选择膜,假定净化模式期间的对应电吸附电极34的负电势)和862(尤其阴离子选择膜,假定净化模式期间的对应电吸附电极35的正电势)指示。再生期间,可以颠倒电势差。净化模式下吸附的离子在再生模式下被释放,但钙化可能在再生期间发生在电解池126内。

[0220] 图13示意性地描绘了另一个选项,其中不应用电吸附电极,而应用正常电极871(净化期间负电势)和872(净化期间正电势),诸如例如Pt板或杆。进一步地,应用离子交换膜861、862,但是离子交换膜861、862远离电极871、872,并且其中在离子交换膜861、862之间具有空间(间隔件)。这种构造可以用作连续过程,但缺点是高废物流。注意,仅离子交换膜之间的中心部分提供净化的水溶液。

[0221] 图14a至图14b示意性地描绘了与图12a至图12b中示意性描绘的基本上相同的实施方式,除不应用电吸附电极,而应用正常电极871(净化期间负电势)和872(净化期间正电势),诸如例如Pt板或杆。在这种实施方式中,离子不存储在电吸附电极中,而是一些离子可以存储在离子交换膜中。然而,离子交换膜具有有限的吸附容量(远低于电吸附电极的吸附容量)。进一步地,钙化也可能在再生期间发生在电解池126内。

[0222] 图15a至图15b示意性地描绘了与图14a至图14b中示意性描绘的基本上相同的实施方式,除了离子交换膜861、862现在远离电极。离子交换膜861、862之间没有空间(间隔件)。然而,离子交换膜具有有限的吸附容量(远低于电吸附电极的吸附容量)。进一步地,气体形成(氧气、氢气和氯气)可能发生。

[0223] 因此,因为图11a至图15b的示例提供次优解决方案,所以本发明提出具有优于这些系统的优点的备选设备。图16a至图16b示意性地描绘了根据本发明的实施方式,诸如类似于例如如图5至图8的那些实施方式。在本示意性描绘的实施方式中,以示例的方式,离子交换膜861、862是固定的,并且在净化模式下也可用。这里,因为再生期间,离子交换膜裂解

水,所以离子交换膜861、862被构造为离子生成体。因此,这里,使用水裂解膜142。本文中,水裂解膜142的(特定)实施方式还用附图标记61、81来指示。本实施方式的优点在于在电池再生期间没有钙化,并且没有气体形成。进一步地,废物体积可以小得多,因为再生期间,流可以低(或为零)。仅为了绘制目的,图16a中的膜间距离大于图16b中的膜间距离。进一步地,注意,当使用水裂解膜时,水裂解膜可以提供在相应两个电池部分之间的用附图标记1142指示的第三体积(或交换膜流间隔件)。这里,离子交换膜861、862还被指示为离子交换膜146、144,其中离子交换膜146、861是阳离子选择性的,并且其中离子交换膜144、862是离子选择性的。中心体积在净化期间可以与输出802(或处理过的水溶液选择)流体接触,并且在再生期间可以与废物输出803流体接触。本文中,阴离子交换膜144的(特定)实施方式还用附图标记62、82来指示。本文中,阳离子交换膜146的(特定)实施方式还用附图标记63、83来指示。

[0224] 电吸附电极34、35和离子生成体7的高度用附图标记H指示。设备5的示意性示出的实施方式示出了这些全部都具有大致相同的高度。

[0225] 图17a至图17b示意性地描绘了与图16a至图16b中示意性描绘的基本上相同的实施方式,除了代替被构造在电吸附电极34、35之间的离子交换膜861、862(即,离子生成体7),现在离子生成体7是电极(这里是浮动电极)。本实施方式可以具有与之前的实施方式相同的优点,尽管一些气体形成可能发生。本实施方式的另一个优点在于电解池可以极其薄。

[0226] 本文中,离子生成体的(特定)实施方式还用附图标记41、61、81、101、102指示。

[0227] 注意,根据本发明的所有实施方式关于具有单个电解池单元的脱钙设备5来描述和示意性描绘。然而,本发明不限于这种实施方式。相比之下,脱钙设备可以包括多个这种电池(包括管道和泵),从而允许连续净化水溶液,而一些电池可以净化,其他电池再生,在之后的时刻,这可以颠倒,由此仍然产生净化的水溶液。

[0228] 图18示意性地描绘了脱钙设备5的又一实施方式。设备5包括第一电解池单元1126和第二电解池单元2126。

[0229] 第一电解池单元1126包括被构造为接纳水溶液的至少一部分的第一电解池部1026。进一步地,第一电解池部包括第一电极布置1027和第二电极布置1028,其中,第一电极布置1027包括第一电吸附电极1034,并且其中,第二电极布置1028包括第二电吸附电极1035。

[0230] 同样地,第二电解池单元2126包括被构造为接纳水溶液的至少一部分的第二电解池部2026。第二电解池部包括第一电极布置2027和第二电极布置2028。第一电极布置2027包括第一电吸附电极2034,并且其中,第二电极布置2028包括第二电吸附电极2035。

[0231] 附图标记1126和2126用于指示不同的电解池单元126。附图标记1027和2027以及附图标记1028和2028用于指示不同(分别是第一和第二)电极布置。同样地,附图标记1026和2026用于指示不同的电解池部26。同样地,这可以适用于其他附图标记。

[0232] 脱钙设备尤其被构造为在用于从水溶液去除离子的第一操作状况下利用第一电解池单元1126进行操作,并且脱钙设备被构造为在用于将离子再生到水溶液中的第二操作状况下利用第二电解池单元2126进行操作,其中,如这里示意性描绘的,离子生成体7(还参见上面)(尤其是水裂解膜142)在第二操作状况下被插入在第二电解池部2026中。

[0233] 还进一步地,第一电极布置1027、2027和第二电极布置1028、2028包括在操作中通

过膜1321、1322与水溶液分开的可流动电吸附材料1311、1312。脱钙设备还包括可流动电吸附材料循环系统1300,可流动电吸附材料循环系统1300被构造为在第一电解池单元1126和第二电解池单元2126的电极布置1027、1028、2027、2028之间循环可流动电吸附材料。这里,以示例的方式,可流动电吸附材料循环系统1300包括两个闭合线路,一个闭合线路具有第一泵或被构造为循环第一可流动电吸附材料1311的其它流感应装置1301,和第二泵或被构造为循环第二可流动电吸附材料1312的其它流感应装置1302。注意,可流动电吸附材料1311、1312可以是相同的(但可以在单独的回路中流动)。

[0234] 凭借这种实施方式,再次再生期间没有脱钙。对于图18的连续模式架构,离子生成体7的优选实施方式是由直接接触的阳离子交换膜和阴离子交换膜组成的水裂解膜。所以优选地,水裂解膜在两个离子选择膜之间不含有流间隔件。这与图16a、图16b的批处理模式架构不同,在图16a、图16b的批处理模式架构中,流间隔件有益于防止净化模式期间离子的积累。然而,备选地,代替水裂解膜142,(插入)电极41还可以被应用为离子生成体7的实施方式。

[0235] 膜1321、1322的功能是保持可流动电吸附材料与水溶液分开,但允许它们之间的离子传送。膜1321和1322是具有亚微米尺寸(并且优选地纳米尺寸)的开口的多微孔聚合物片。可选地,这些聚合物可以含有离子交换官能团。例如,第一电解池单元1126的第一电极布置1027处的膜1322可以含有能够交换阳离子的磺酸基( $\text{SO}_3^-$ )、羧基( $\text{COO}^-$ )或磷酸基( $\text{PO}_4^-$ )。第二电解池单元2126的第一电极布置2027处的膜1322是同样的。并且例如,第一电解池单元1126的第二电极布置1028处的膜1321可以含有能够交换阴离子的伯铵基、仲铵基、叔铵基或季铵基。对于第二电解池单元2126的第二电极布置2028处的膜1321是同样的。

[0236] 因此,在实施方式中,本发明(还)提供连续流电极系统,连续流电极系统包括含有可流动阳极活性材料的流动阳极和含有可流动阴极活性材料的流动阴极。尤其,阳极包括:阳极收集器(anode collector);阳极分离层;阳极流通道,形成在阳极收集器与阳极分离层之间;以及阳极活性材料,流过阳极流通道,和/或阴极包括:阴极收集器;阴极分离层;阴极流通道,形成在阴极收集器与阴极分离层之间;以及阴极活性材料,流过阴极流通道。进一步地,在实施方式中,阳极分离层是多微孔绝缘分离膜或阴离子交换(导电)膜,和/或阴极分离层是多微孔绝缘分离膜或阳离子交换(导电)膜。然而,在其他实施方式中,阳极活性材料或阴极活性材料与电解质混合,以形成浆态相的活性材料。而且,在实施方式中,阳极活性材料和阴极活性材料包括相同材料。进一步地,在实施方式中,分离层是多微孔绝缘分离膜,并且阳极活性材料和/或阴极活性材料被微胶囊化。

[0237] 本文中,诸如“大致组成”中的术语“大致”将由本领域技术人员理解。术语“大致”还可以包括具有“全部地”、“完全地”、“所有”等的实施方式。因此,在实施方式中,还可以去除修饰性的大致。在适用的情况下,术语“大致”还可以涉及90%或更高,诸如95%或更高,尤其99%或更高,甚至更尤其99.5%或更高,包括100%。术语“包括”还包括其中术语“包括”意味着“由……组成”的实施方式。术语“和/或”尤其涉及“和/或”前后提到的项中的一个或多个。例如,短语“项1和/或项2”和类似短语可以涉及项1和项2中的一个或多个。术语“包括”在实施方式中可以指“由……组成”,但在另一个实施方式中还可以指“含有至少所限定的物种和可选地一个或多个其他物种”。

[0238] 而且,说明书和权利要求书中的术语第一、第二、第三等用于区分类似元件并且不

一定用于描述顺序次序或时间次序。将理解的是,这样使用的术语在合适情况下是可互换的,并且本文中描述的本发明的实施方式能够以除了本文中描述或图示的顺序之外的其它顺序进行操作。

[0239] 除其他,本文中的装置被描述在操作期间。如本领域技术人员将清楚的,本发明不限于操作方法或操作中的装置。

[0240] 应当注意的是,上述实施方式说明而不是限制本发明,并且本领域技术人员将能够设计许多备选实施方式,而不脱离所附权利要求的范围。在权利要求中,括号之间放置的任何附图标记不应被理解为限制权利要求。动词“包括”及其词形变化的使用不排除存在除了权利要求中陈述的那些元件或步骤之外的元件或步骤。元件前面的冠词“一”或“一个”不排除存在多个这种元件。本发明可以借助于包括若干不同的元件的硬件、并且借助于合适编程的计算机来实施。在列举若干装置的装置权利要求中,这些装置中的若干可以由硬件的同一项来体现。仅凭某些措施被记载在互相不同的从属权利要求中的事实不指示这些措施的组合不能有利地使用。

[0241] 本发明还应用于包括说明书中描述的和/或附图中所示的特性化特征中的一个或更多的装置。本发明还关于包括说明书中描述的和/或附图中所示的特性化特征中的一个或更多的方法或过程。

[0242] 可以组合此专利中讨论的各种方面,以便提供附加优点。而且,特征中的一些特征可以形成一个或更多个分案申请的基础。

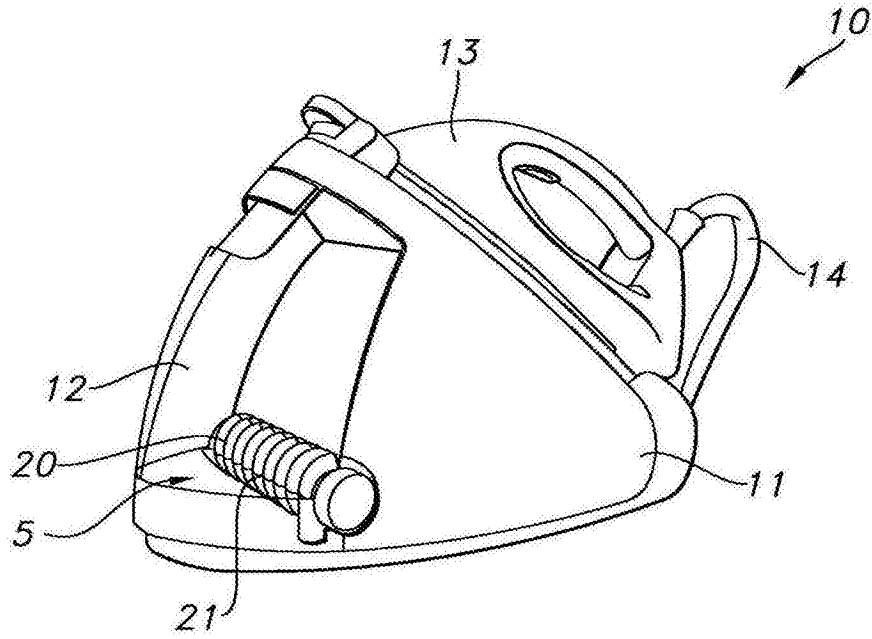


图1

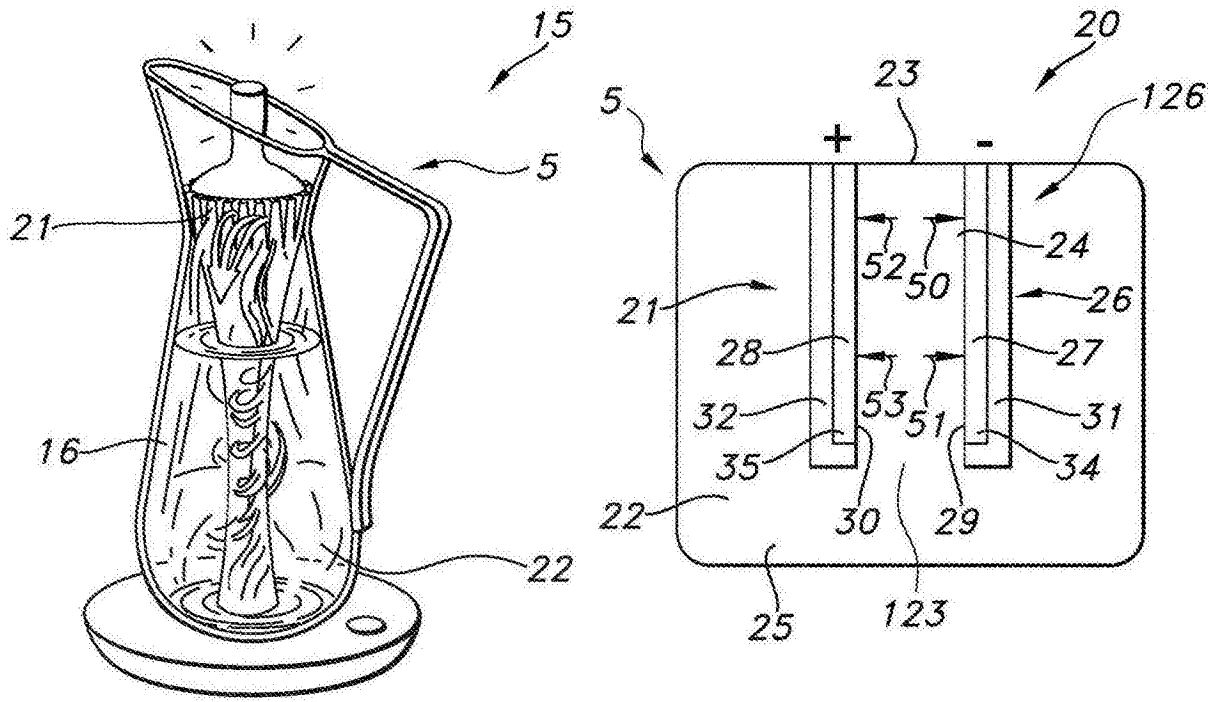


图2

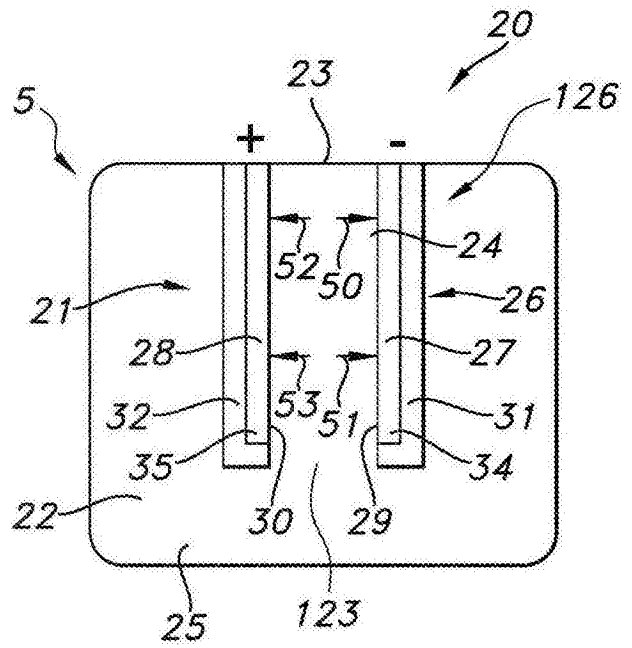


图3

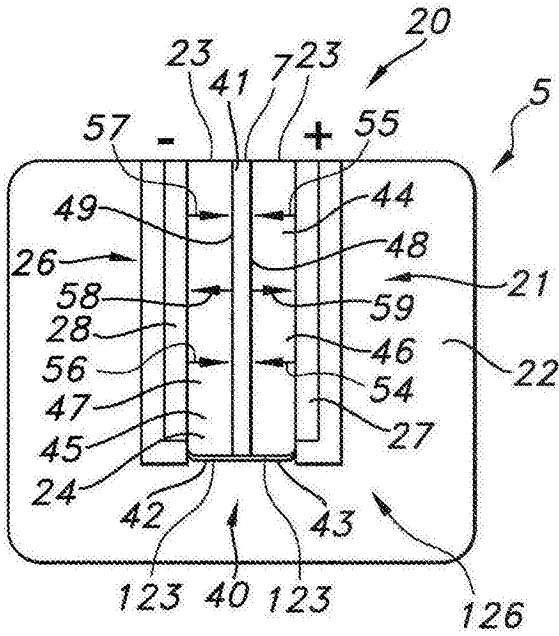


图4

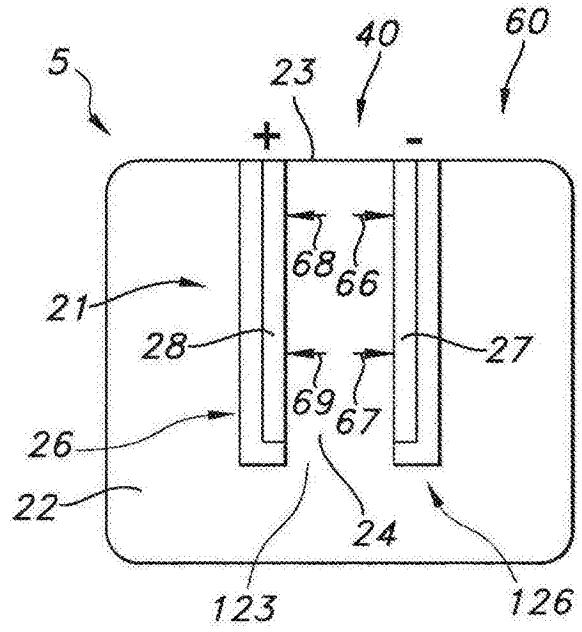


图5

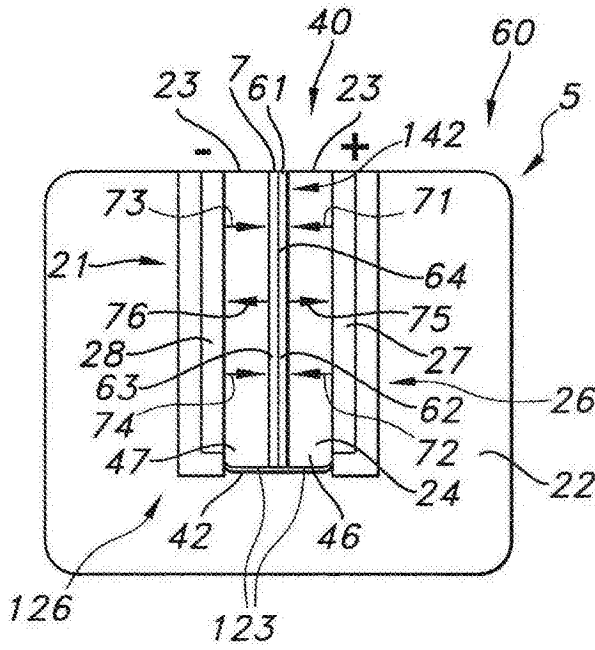


图6

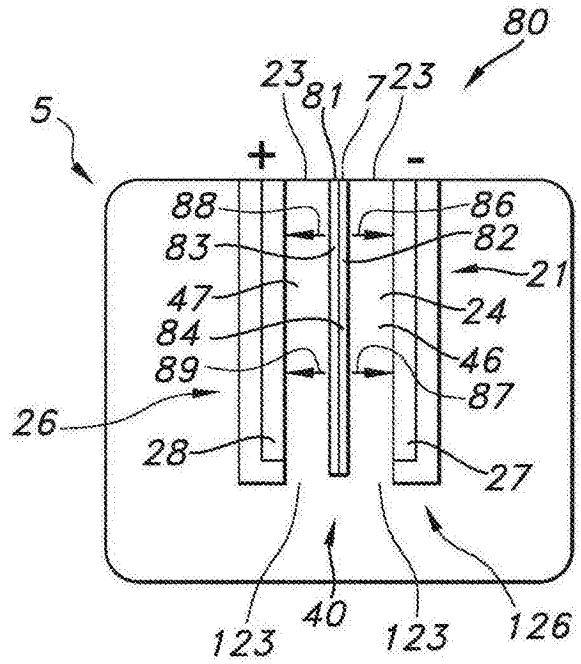


图7

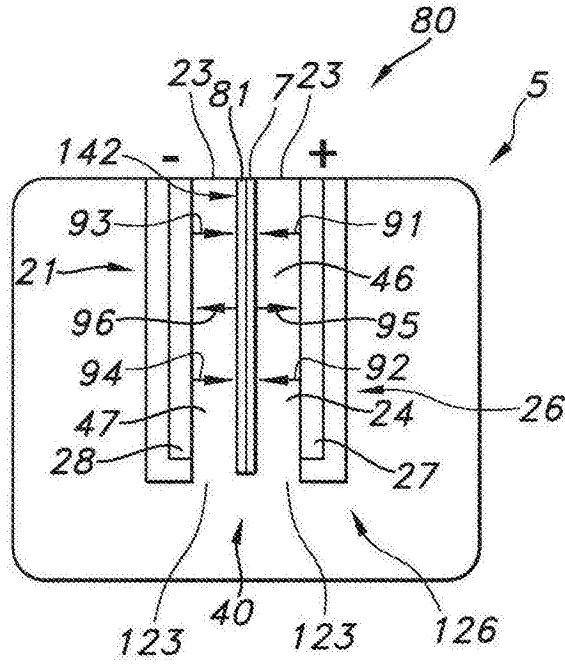


图8

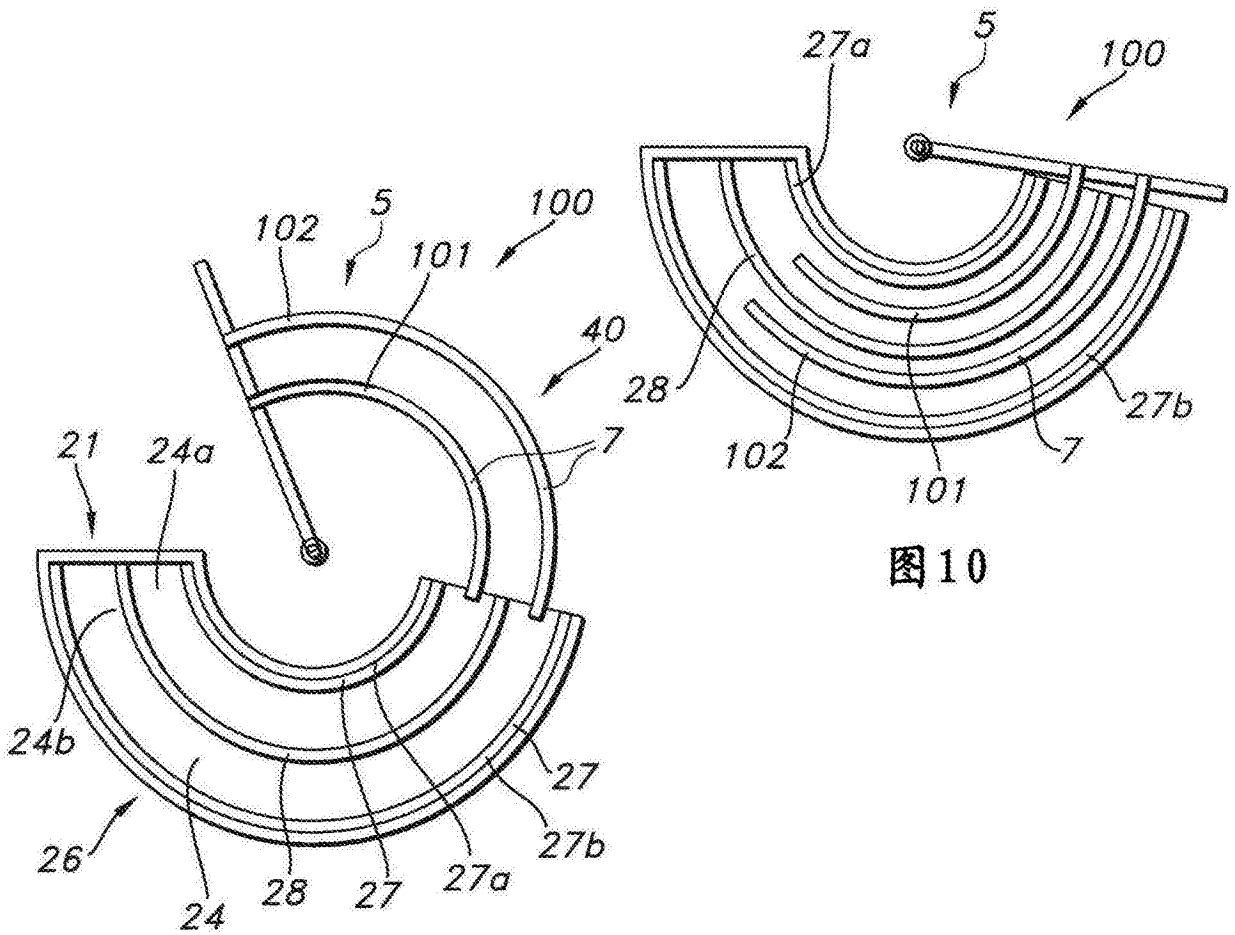


图10

图9

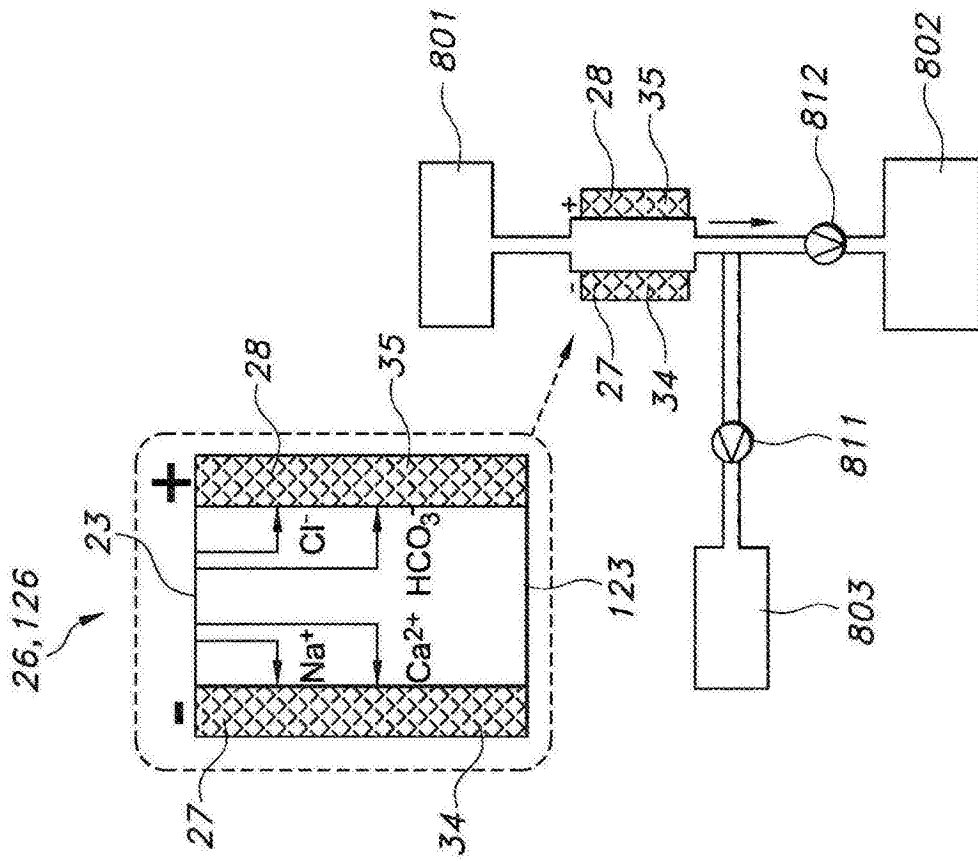


图11A

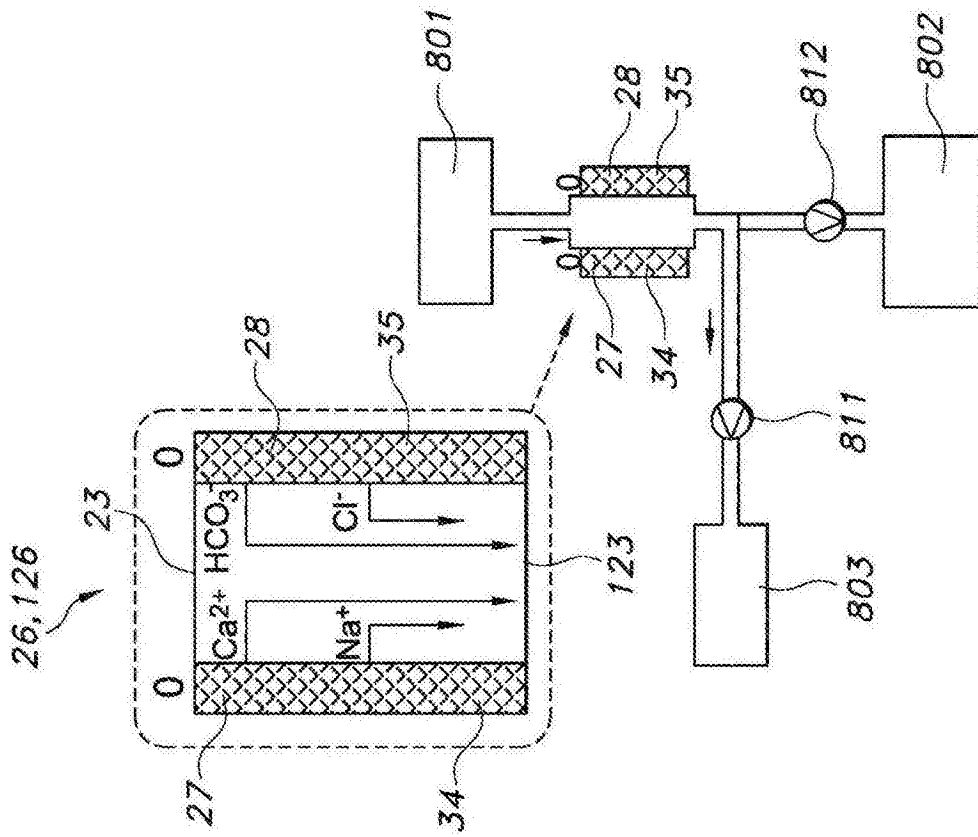


图11B

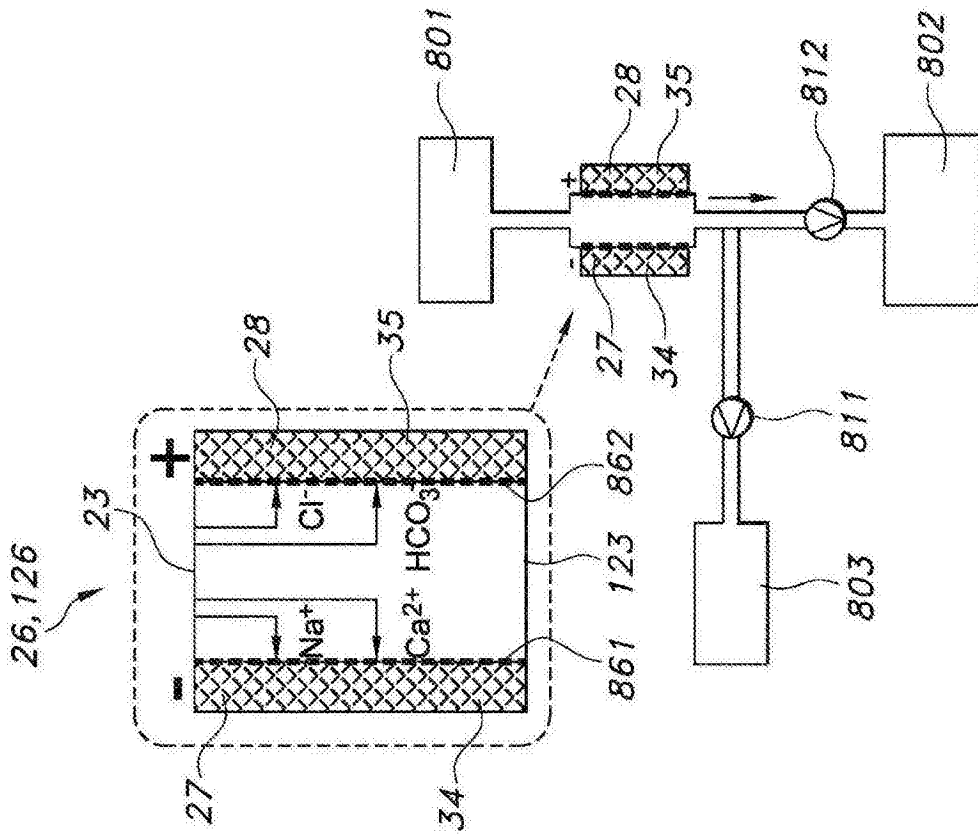


图12A

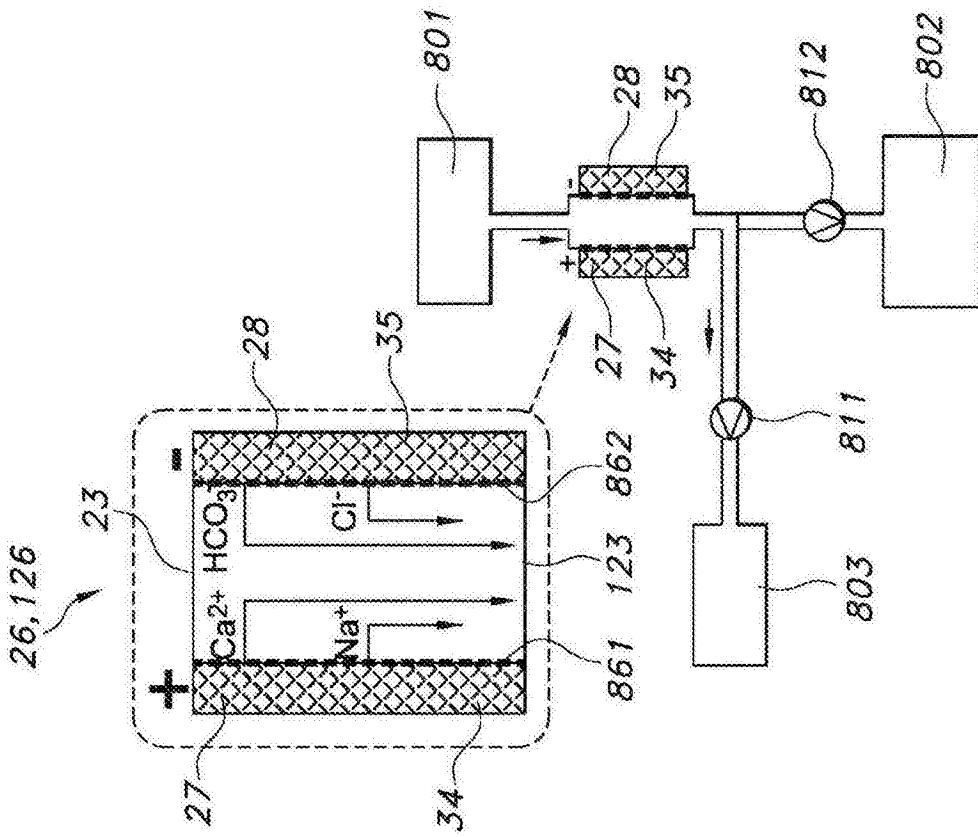


图12B

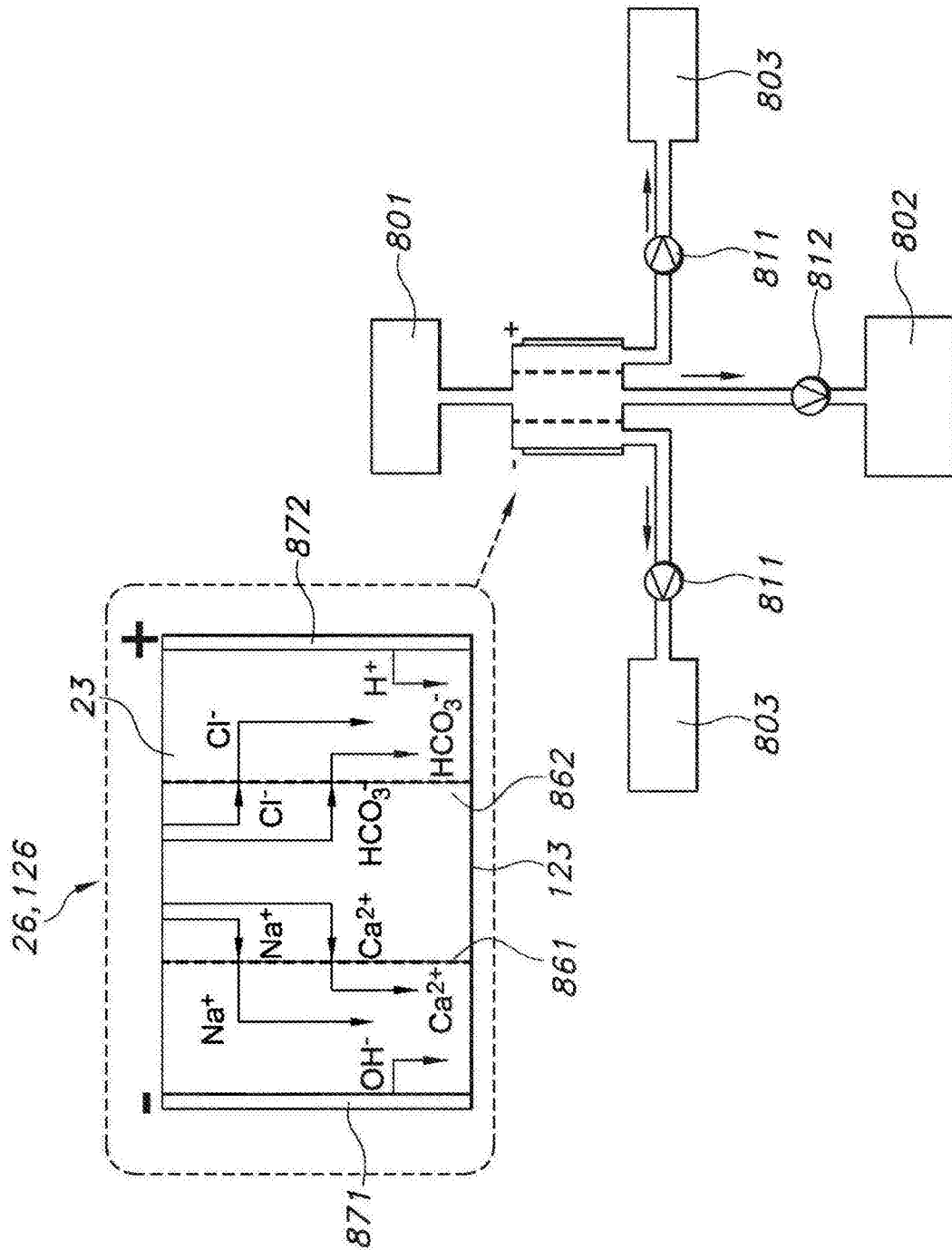


图13

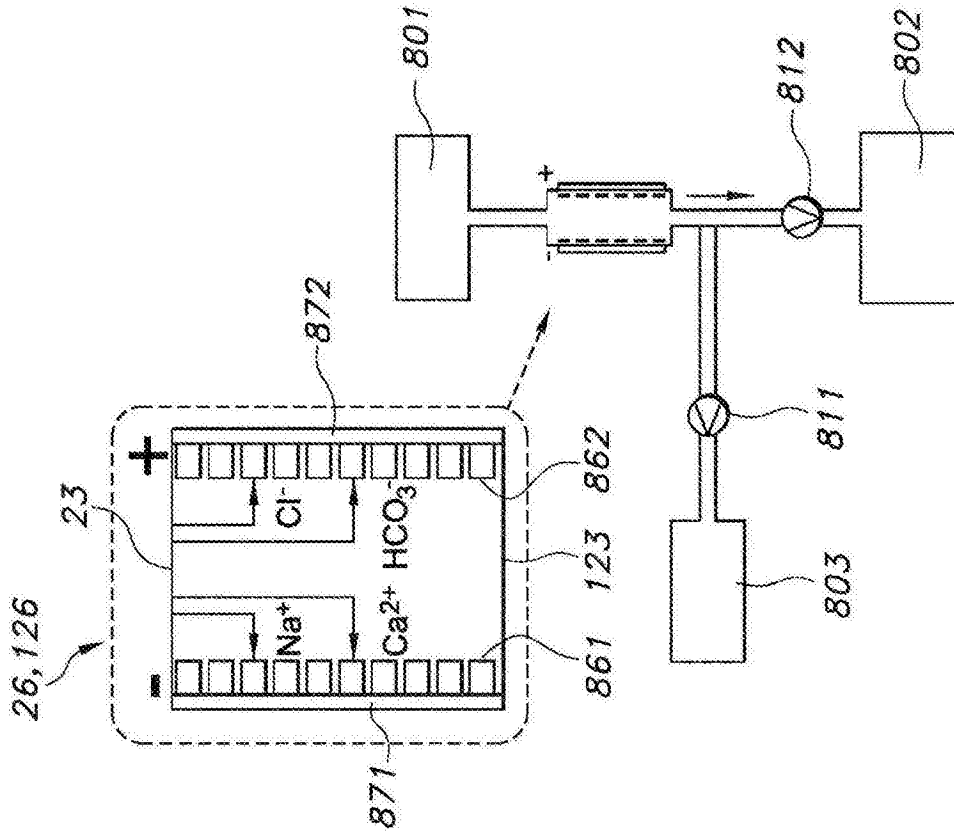


图14A

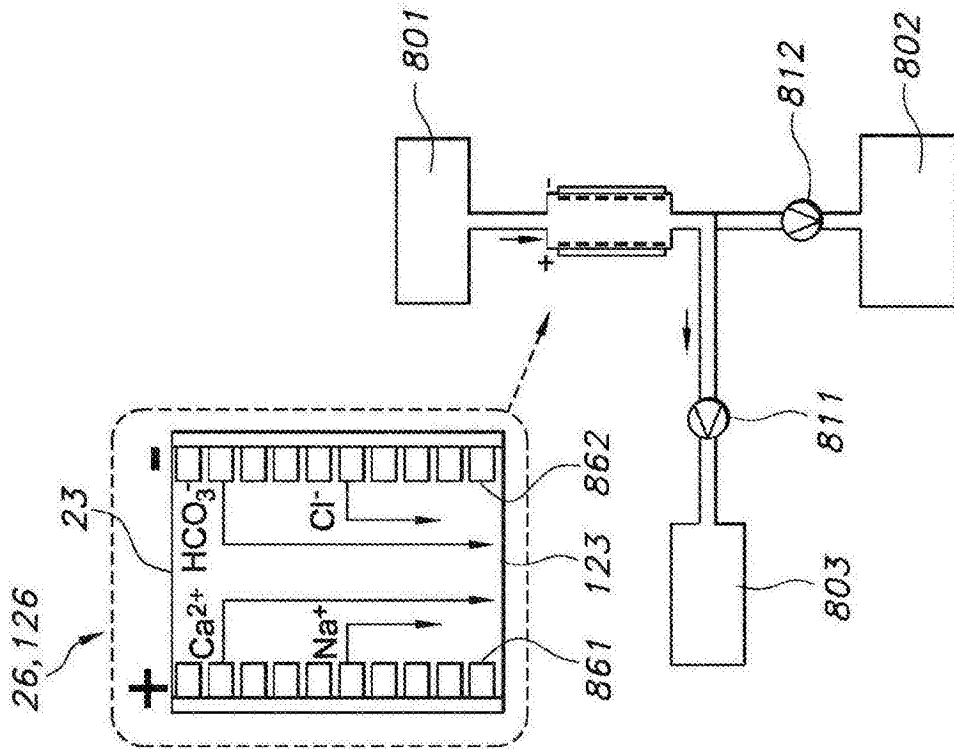


图14B

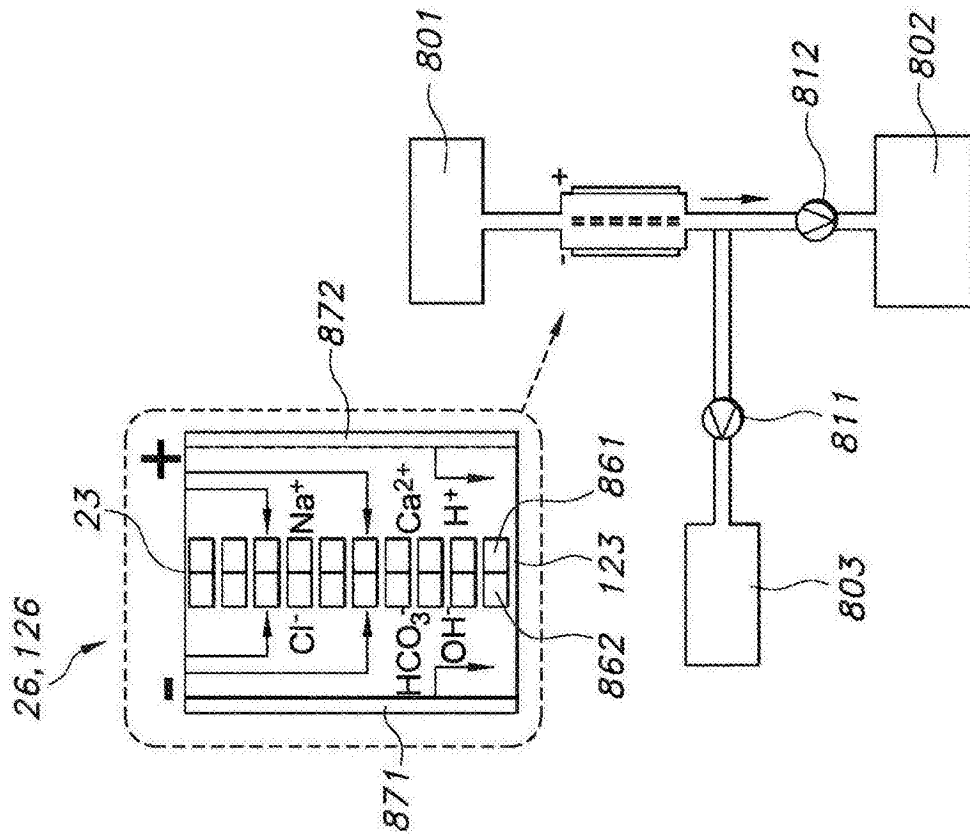


图15A

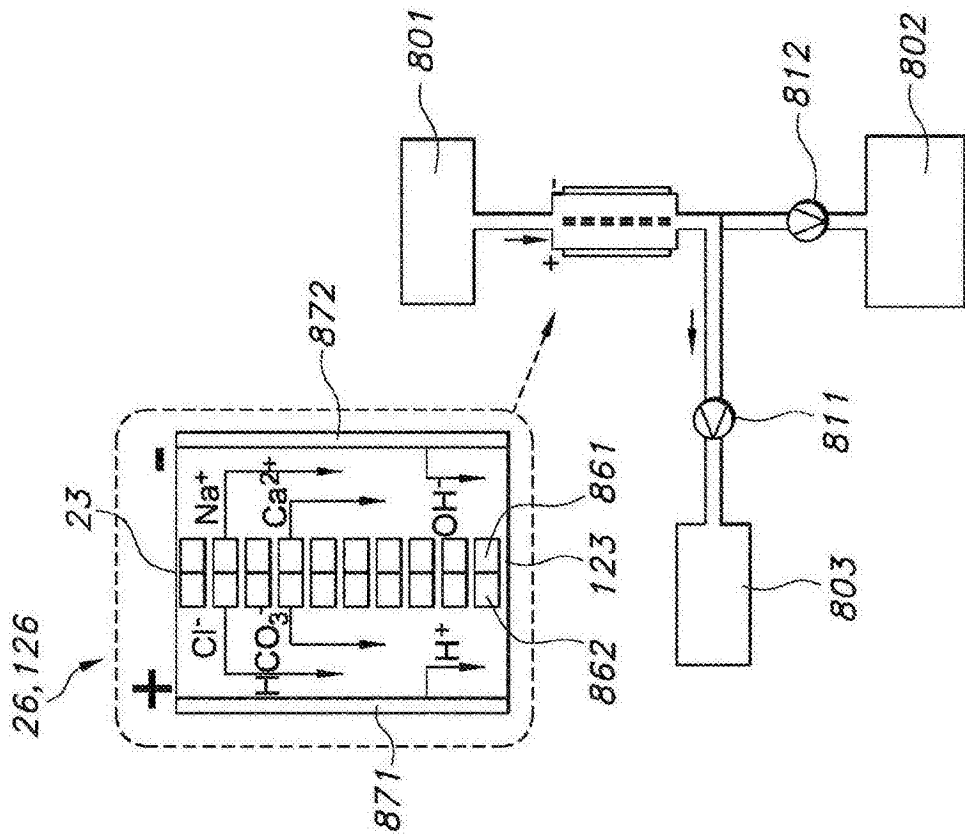


图15B

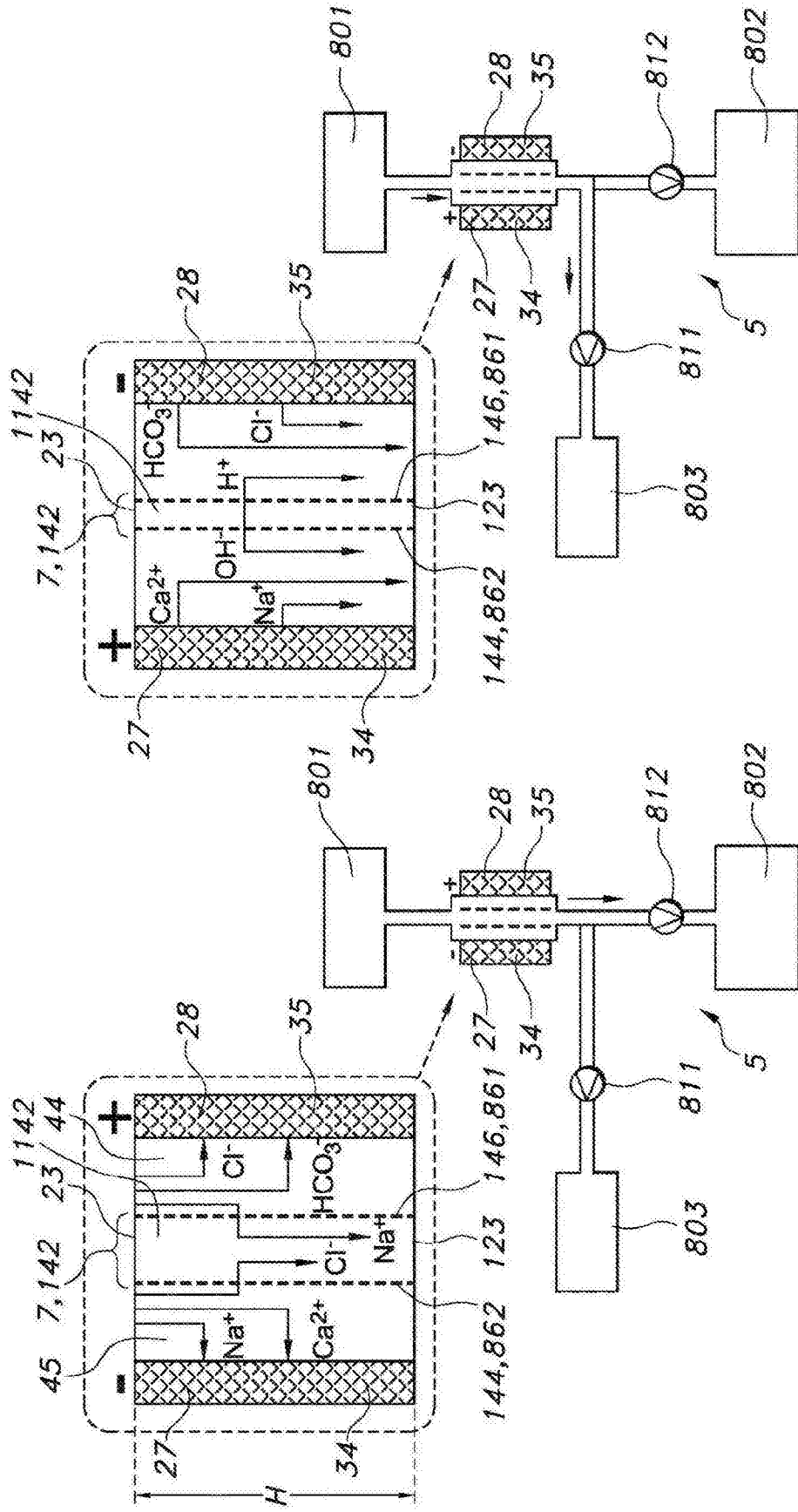


图 16B

图 16A

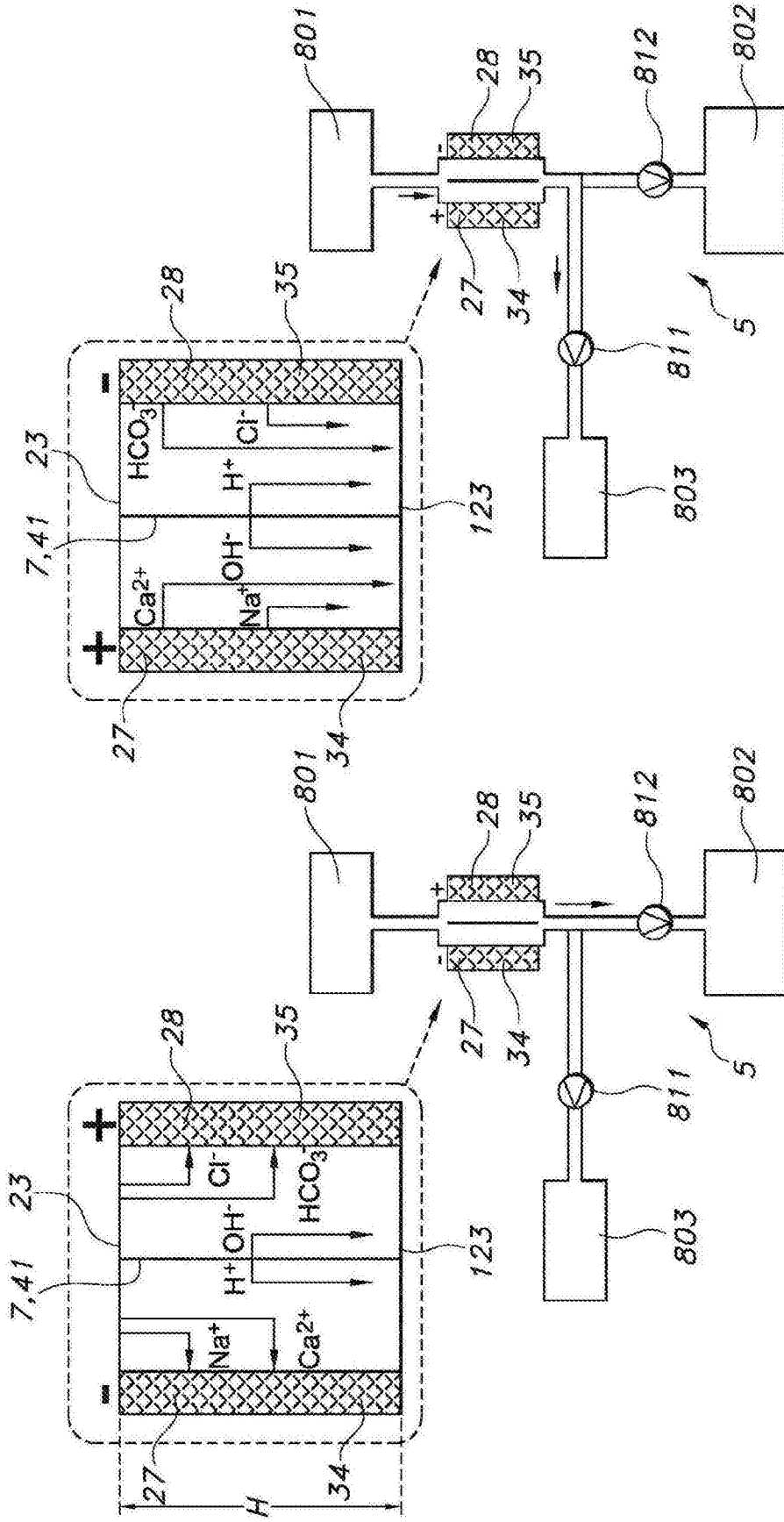


图 17B

图 17A

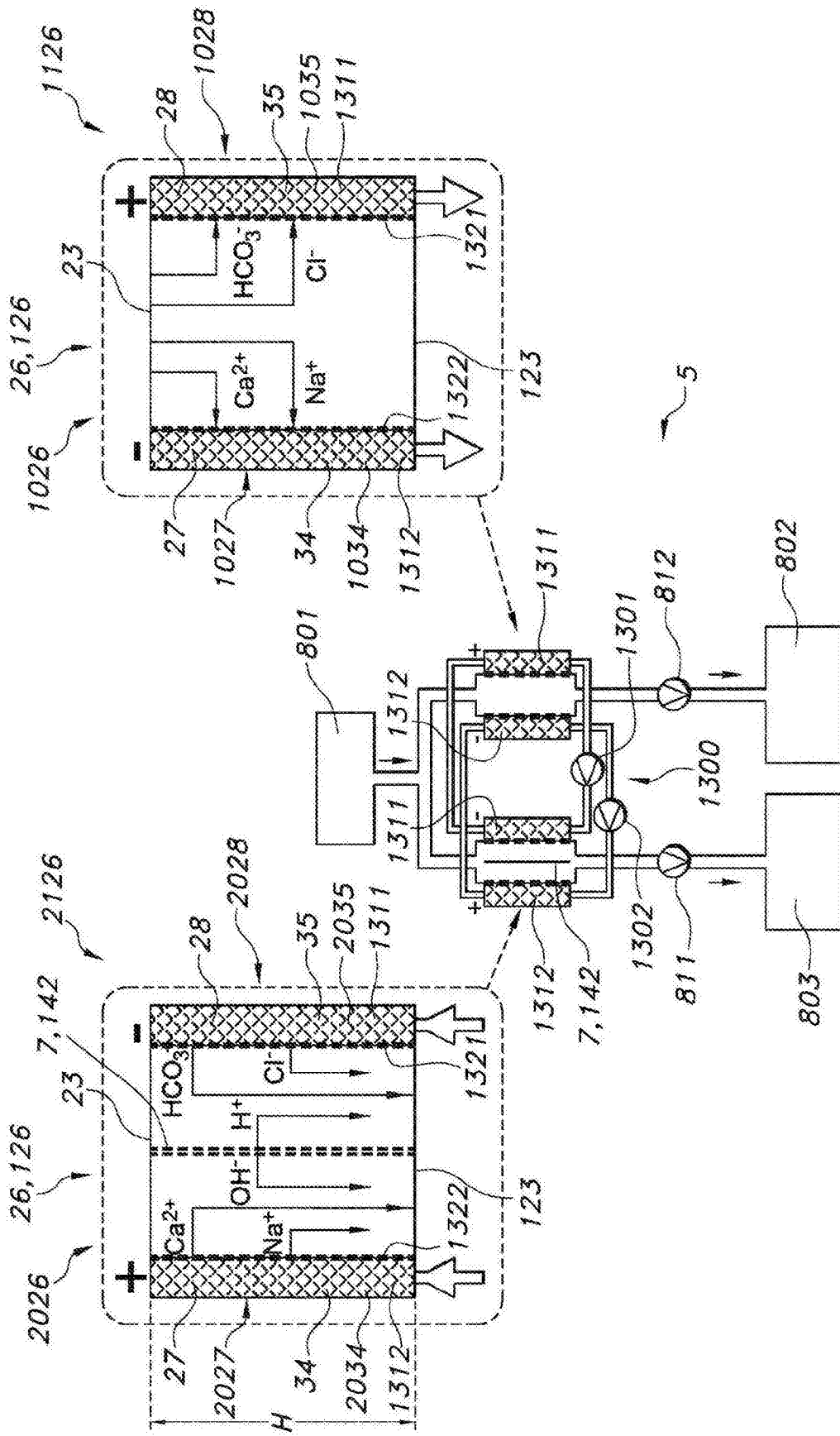


图18