(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105308317 A
(43)申请公布日 2016.02.03

(21)申请号 201380077281.4
(22)申请日 2013.05.08
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.12.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2013/004019 2013.05.08
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/181898 KO 2014.11.13
(71)申请人 韩国能源技术研究院
地址 韩国大田广域市
(72)发明人 金台焕 朴钟洙 杨贤庚 金灿洙 朴哲镐 郭宋朝 金韩奇 左殷辰
(74)专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012
代理人 黄泽雄 贾博雍
(51)Int.Cl.
F03G 7/00(2006.01)
H01M 14/00(2006.01)

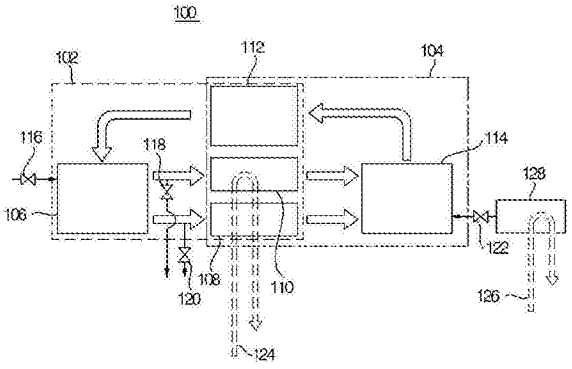
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

使用热能/化学电位的大容量电力存储系统

(57)摘要

本发明涉及一种使用盐水的大容量电力存储系统，所述系统能够在低负荷期间使用过剩电力将盐水分离为高浓度盐水和淡水并且存储它们，并且在功率消耗迅速增长时（例如在峰值负荷期间）利用高浓度盐水与淡水之间的浓度差产生电力。使用盐水的超大容量电力存储系统包括：用于浓缩/分离盐水并且供应浓缩盐水和淡水的浓缩设备；分别用于存储由浓缩设备供应的浓缩盐水和淡水的浓缩盐水存储设备和淡水存储设备；盐度差发电设备，所述盐度差发电设备连接到浓缩盐水存储设备和淡水存储设备，以利用浓缩盐水与淡水之间的浓度差产生电力；以及盐水存储设备，所述盐水存储设备用于存储已经经过盐度差发电设备的盐水，并且将所述盐水供应给浓缩设备。



CN 105308317 A

1. 一种使用盐水的超大容量电力存储系统，其包括：

浓缩设备，所述浓缩设备被配置为对盐水进行浓缩并且将盐水分离为浓缩盐水和淡水以供应所述浓缩盐水和所述淡水；

浓缩盐水存储设备和淡水存储设备，所述浓缩盐水存储设备和淡水存储设备被配置为，分别存储由所述浓缩设备供应的所述浓缩盐水和所述淡水；

盐度差发电设备，所述盐度差发电设备连接到所述浓缩盐水存储设备和所述淡水存储设备，以使用所述浓缩盐水与所述淡水之间的浓度上的差别产生电力；以及

盐水存储设备，所述盐水存储设备被配置为存储经过所述盐度差发电设备的所述盐水，并且将所述盐水供应给所述浓缩设备，

其中所述浓缩盐水、所述盐水以及所述淡水中的至少一个由热交换线路加热。

2. 根据权利要求 1 所述的使用盐水的超大容量电力存储系统，其中供应给所述浓缩设备的所述盐水是由所述盐水存储设备或盐水供应源来供应的。

3. 根据权利要求 1 所述的使用盐水的超大容量电力存储系统，其中供应给所述盐度差发电设备的所述淡水是由所述淡水存储设备或淡水供应源来供应的。

4. 根据权利要求 1 所述的使用盐水的超大容量电力存储系统，其中所述发电设备包括一个或多个发电基元，并且

所述发电基元包括：

阳极路径，电极溶液经过所述阳极路径流动；

阴极路径，电极溶液经过所述阴极路径流动，所述阴极路径被布置为面向所述阳极路径，与所述阳极路径间隔开；以及

淡水路径和盐水路径，所述淡水经过所述淡水路径流动，所述盐水经过所述盐水路径流动，所述淡水路径和所述盐水路径在所述阳极路径与所述阴极路径之间从所述阳极路径交替放置，所述阴极路径邻接所述盐水路径，

其中所述阳极路径和所述阴极路径形成闭合回路从而使电极清洁溶液在其中循环，

当所述淡水路径和所述盐水路径基于从所述阳极路径到所述阴极路径的方向以这种顺序放置时，阳离子交换膜置于所述阳极路径与所述淡水路径之间，以及所述阴极路径与所述盐水路径之间，阴离子交换膜置于所述淡水路径与所述盐水路径之间，并且当所述盐水路径和所述淡水路径基于从所述阳极路径到所述阴极路径的方向以这种顺序放置时，阳离子交换膜置于所述盐水路径与所述淡水路径之间，以及

所述电极溶液的阳离子和所述盐水的阳离子彼此相同。

5. 根据权利要求 4 所述的使用盐水的超大容量电力存储系统，其中所述阳极路径和所述阴极路径在其中包括电极活性材料。

使用热能／化学电位的大容量电力存储系统

技术领域

[0001] 本发明涉及使用热能和化学电位的大容量电力存储系统，更具体地，涉及使用盐水的大容量电力存储系统，所述大容量电力存储系统能够在低负荷期间使用过剩电力将盐水分离为高浓缩盐水和淡水以对其进行存储，并且在峰值负荷期间利用在高浓缩盐水与淡水之间的浓度上的差别产生电力（在所述峰值负荷期间存在迅速增长的功率消耗），以及使用废热升高盐水和淡水的温度以在常规设备中提高化学电位。

背景技术

[0002] 在集中式发电（例如热力发电或核发电）中，存在一个缺点，即，为了满足峰值功率需求，通常应提前准备大规模的备用电力，即使设备的运转率会降低。

[0003] 此外，使用风力发电、太阳能光伏发电等的新的可再生能源不适合于可靠地供电，这是因为电量根据气候的波动变化非常大。

[0004] 因此，对于集中式发电，本着为峰值功率需求做准备的目的并且为了在使用新的可再生能源的发电中解决由环境因素引起的不稳定的电力供应的问题，需要一种大容量电力存储系统。

[0005] 如当前使用的大容量电力存储系统，有电池（铅蓄电池、网络附属存储 (NaS)、锂离子电池、金属空气电池、氧化还原液流电池等）、扬水式发电、压缩空气能量存储 (CAES)、超大容量、飞轮和超导磁能量存储 (SMES) 等。

[0006] 上文描述的大容量电力存储系统除扬水式发电和 CAES 之外，其它均需要高的初期投资成本并且在存储容量上具有限制（小于 1GW），由此很难用作 GW 级别的大容量电力存储系统。

[0007] 此外，具有低的初期投资成本的扬水式发电引起一个问题，即，因为选址上的限制以及干扰生态系统的风险，其自身建设是难做的（韩国专利登记 No. 10-102056）。

[0008] 此外，CAES 在使用上存在限制，这是因为需要寻找足够坚实的地面来存储压缩空气（韩国专利公开公布 No. 10-2011-7026187）。

发明内容

[0009] 技术问题

[0010] 考虑上文提到的问题，本发明的目的是提供一种大容量电力存储系统，通过同时利用发电站的废热、柴油发电机的废气或其它加热媒质来存储热能以使化学电位存储系统的效率最大化，所述大容量电力存储系统能够在集中式发电和使用新的可再生能源的发电中解决不稳定的功率需求和供应，这不像本领域中的在室温下使用盐水的传统大容量电力存储系统。

[0011] 技术方案

[0012] 为了实现上述目的，提供了使用盐水的超大容量电力存储系统，包括：浓缩设备，所述浓缩设备被配置为对盐水进行浓缩并且将盐水分离为浓缩盐水和淡水以供应所述浓

缩盐水和所述淡水；浓缩盐水存储设备和淡水存储设备，所述浓缩盐水存储设备和淡水存储设备被配置为，分别存储由浓缩设备供应的浓缩盐水和淡水；盐度差发电设备，所述盐度差发电设备连接到浓缩盐水存储设备和淡水存储设备，以使用在浓缩盐水与淡水之间的浓度上的差别产生电力；以及盐水存储设备，所述盐水存储设备被配置为存储经过盐度差发电设备的盐水，并且将盐水供应给浓缩设备，其中浓缩盐水、盐水以及淡水中的至少一个由热交换线路加热。

[0013] 供应给浓缩设备的盐水可由盐水存储设备或盐水供应源来供应。

[0014] 供应给盐度差发电设备的淡水可由淡水存储设备或淡水供应源来供应。

[0015] 发电设备可包括一个或多个发电基元，并且所述发电基元可包括：阳极路径，电极溶液经过所述阳极路径流动；阴极路径，电极溶液经过所述阴极路径流动，所述阴极路径被布置为面向所述阳极路径，与所述阳极路径间隔开；以及淡水路径和盐水路径，所述淡水经过所述淡水路径流动，所述盐水经过所述盐水路径流动，所述淡水路径和所述盐水路径在阳极路径与阴极路径之间从阳极路径交替放置，所述阴极路径邻接所述盐水路径，其中阳极路径和阴极路径可形成闭合回路从而使电极清洁溶液在其中循环，当淡水路径和盐水路径基于从阳极路径到阴极路径的方向以这种顺序放置时，阳离子交换膜可置于阳极路径与淡水路径之间，以及阴极路径与盐水路径之间，阴离子交换膜可置于淡水路径与盐水路径之间，并且当盐水路径和淡水路径基于从阳极路径到阴极路径的方向以这种顺序放置时，阳离子交换膜可置于盐水路径与淡水路径之间，并且电极溶液的阳离子和盐水的阳离子可彼此相同。

[0016] 阳极路径和阴极路径可在其中包括电极活性材料。

[0017] 有益效果

[0018] 根据本发明，通过电力存储和发电能够形成闭合环路，盐水作为能量存储媒质在所述闭合环路中循环，所述电力存储是通过分离盐水实现的，并且所述发电是通过将分离的浓缩盐水和淡水相混合实现的。此外，当引入的盐水和淡水的温度通过与发电站的废热进行热交换而升高时，包含在水溶液中的离子的活性会增强，由此，热存储的效果变成化学电位的增大。

[0019] 此外，必要时，电力存储系统可用于从浓缩盐水收集有用资源（盐和矿物质）的目的、用作饮用水的目的等，由此还可利用副产品。

[0020] 此外，根据本发明的电力存储系统可使用盐水以降低初期投资成本。此外，由于与水力发电系统相比能量密度更高以及存储库的容量更小，因此通过使用高浓缩的盐来存储能量能够提供有竞争力的电力存储系统。

附图说明

[0021] 图 1 是根据本发明的实施例的使用盐水的大容量电力存储系统的示意图。

[0022] 图 2 是在图 1 的大容量电力存储系统中使用的盐度差发电设备的发电基元的示意图。

[0023] 图 3 是在图 2 的发电基元中考虑温度可变因素的发电输出图。

具体实施方式

[0024] 下文中，将参照附图描述本发明的优选实施例。参照附图，相似的附图标记在各幅图中指示相似或对应的部分。在本发明的实施例中，将不会对众所周知的被认为会不必要地模糊本发明的意图的功能和结构进行详细地描述。

[0025] 根据本发明实施例的使用盐水 100 的大容量电力存储系统通常包括基于功能划分的电力存储单元 102 和发电单元 104。在本发明中，盐水用作包括微咸水的综合概念。

[0026] 电力存储单元 102 包括浓缩设备 106，并且发电单元 104 包括盐度差发电设备 114。此处，电力存储单元 102 和发电单元 104 共享用于存储盐水的盐水存储设备 112、用于存储浓缩盐水的浓缩盐水存储设备 110 和用于存储淡水的淡水存储设备 108。

[0027] 因此，淡水和高浓缩的盐水分别存储在淡水存储设备 108 和浓缩盐水存储设备 110 中，在热力发电、核发电等中，在低负荷期间使用过剩电力来分离所述淡水和高浓缩的盐水，或者使用由于风力发电或太阳能光伏发电而引起的有大的波动的电力来分离所述淡水和高浓缩的盐水。

[0028] 对于浓缩设备 106，可使用本领域中已知的任意常规技术。例如，对于浓缩设备 106，可使用多种技术，例如蒸馏（多级闪蒸 (MSF)、多效蒸馏 (MED)、蒸气压缩 (VC)）、离子交换、膜过程（反向电渗析 (EDR)、反渗透 (RO)、纳滤 (NF)、膜蒸馏 (MD)）、电容去离子、冷冻脱盐、地热脱盐、太阳能淡化（太阳能加湿去湿 (HDH)、多效加湿 (MEH)）、甲烷水化物结晶、优质水重复利用、海水温室等，但在本发明中不受限于上述技术。

[0029] 对于盐度差发电设备 114，可使用多种处理过程，例如压力延缓渗透、反向电渗析、电容性方法、吸收式制冷循环、太阳（能）池等，但在本发明中不受限于上述处理过程。

[0030] 根据本发明的大容量电力存储系统 100 可使用高浓缩的盐以化学电位的型式存储，并且还通过升高盐水和淡水的温度存储热能。热能可被用于使用排出的废气、热水或者多个处理过程的过剩电力直接加热。

[0031] 更具体地，由于淡水和盐水的温度升高，从而包括发电过程的分离过程的效率得以提高，因此能够改善构形系统的效率。

[0032] 换句话说，如果在发电过程中使用 RED 设备，根据 E.Brauns 的研究，有报告显示，当温度从 20℃升高到 30℃时，发电效率提高了 25％（参见 E.Brauns，脱盐作用 (Desalination)，237，378-391），并且还可看出，当在 PRO 过程中升高温度时，发电效率提高了 46％（参见 Y.C.Kim 和 M.Elimelech，J.Member.Sci.，429，330-337）。此外，当使用膜蒸馏 (MD) 过程作为用于对高浓缩的盐水进行浓缩的设备时，有必要供应水分的蒸发热。由此，当具有正升高的温度的盐水与淡水的混合被引入分离设备中时，可提高过程效率。因此，使用离子浓度上的差别存储能量并且同时保持热能，这可以获得进一步提高的结果。

[0033] 为了将这种热能添加到盐水和淡水，如图 1 所示，存储有浓缩的盐水的浓缩盐水存储设备 110 和存储有淡水的淡水存储设备 108 与热交换线路 124 相接触。热交换线路 124 与热源（未示出）相连接并且在其中包括流动的加热媒质，从而将加热媒质的热量传导到浓缩盐水或淡水。此外，当将淡水从外侧引入其中时，可提供另一热交换线路 126 来加热淡水。此外，还可额外地安装用于与淡水进行热交换的淡水缓冲槽 128，并且从淡水缓冲槽 128 在足够的时间内向淡水供应热量。

[0034] 图 2 示出可用于形成盐度差发电设备 114 的浓度差发电基元 130。多个发电基元 130 可通过并联或串联地连接到彼此而使用。

[0035] 发电基元130包括彼此分离地放置的阳极集电器131和阴极集电器139，以及阳离子交换膜133和137，所述阳离子交换膜133和137被放置在阳极集电器131与阴极集电器139之间形成的空间内从而靠近它们并与它们间隔开。此外，一个阴离子交换膜135放置在阳离子交换膜133与137之间。

[0036] 此外，当两个或更多个阴离子交换膜放置在两个阳离子交换膜133与137之间时，阴离子交换膜和阳离子交换膜可以交替放置，但阴离子交换膜应放置在最外侧。

[0037] 根据上文描述的布置，阳极路径132在阳极集电器131与阳离子交换膜133之间形成，并且阴极路径138在阴极集电器139与阳离子交换膜137之间形成。此外，淡水路径134和盐水路径136在阳极路径132与阴极路径138之间交替布置。在淡水路径134、盐水路径136、阳极路径132和阴极路径138内可安装隔离物，以防止它们之间的间隔被改变。

[0038] 电极溶液在阳极路径132和阴极路径138中循环，并且电极溶液具有与在盐水路径136中流动的盐水相同的阳离子。因此，电极溶液具有钠离子（Na^+）。

[0039] 在这种电极溶液中，由流入和泄出钠离子而引起的过剩电子或不足电子由电极溶液中的特定离子的氧化还原作用来装填。例如，当使用亚铁氰化物（$Fe(CN)_6$）和氯化钠（NaCl）的混合电解质溶液时，电子由Fe^{2+}与Fe^{3+}之间的变换装填。此外，氯离子（Cl^-）作为阴离子包含在盐水中。可使用Na_2SO_4、$FeCl_2$、EDTA等电解质代替上述电解质。

[0040] 如图2所示，在淡水路径134和盐水路径136中发生离子的迁移，所述淡水路径134和盐水路径136在阳极电极的阳极路径132与阴极电极的阴极路径138之间顺序地布置。也就是说，阳离子（例如Na^+）穿过阳离子交换膜133和137移动，并且阴离子（例如Cl^-）穿过阴离子交换膜135移动。因此，阳极路径132的阳离子可向淡水路径134移动，并且盐水路径136的阳离子可向阴极路径138移动。此外，盐水路径136的阴离子可向淡水路径134移动。结果，在离子从具有高浓缩的盐的盐水部分向具有低浓缩的盐的淡水部分移动期间，阳离子朝右阴极电极方向移动，同时阴离子朝左阳极电极方向移动。由此，当离子电流从右侧向左侧流动时，在阳极路径132中发生氧化反应从而从电解质获得电子，并且在阴极路径138中发生还原反应从而从电解质应用电子。就此而言，电子可沿着外部传导线路流动以产生电流。在这种情况下，可通过连接到阳极集电器131和阴极集电器139的电压计140测量产生的电的电压。

[0041] 在此状态下，电极活性材料分散在阳极路径132和阴极路径138中，由此离子可穿过电极活性材料被更容易地吸附。对于这种电极活性材料，可使用多孔碳（活性碳、碳纤维、碳气凝胶、碳纳米管、石墨烯等），石墨粉、金属氧化物粉等。电极活性材料在穿过盐度差发电设备114之后失去了其间的浓度差，并且由单独的收集设备（例如，过滤器）收集以重复利用。

[0042] 因此，可以通过盐度差发电设备114，使用发电基元130，由浓缩盐水和淡水发电。在这种情况下，产生的电具有如图3所示的特性，功率密度分别在17℃温度处为0.4W/m^2并且在35℃温度处为0.68W/m^2，所述功率密度随着时间的变化大致保持恒定。

[0043] 此外，当经过盐度差发电设备114时，浓缩盐水和淡水彼此交换离子，从而获得比重新浓缩的盐水浓度更低的盐水，以将所述浓度更低的盐水存储在盐水存储设备112中。存储在盐水存储设备112中的盐水再次供应给浓缩设备106以实现电力存储和放电的循环。

[0044] 此外，由浓缩设备 106 分离的浓缩盐水可经过浓缩盐水排出阀 118 排出，以在有用的资源（盐或矿物质）盐的生产中被使用，并且淡水可经过淡水排出阀 120 排出以用作饮用水。就此而言，当发生短缺时，可通过使用连接到外部盐水供应源的盐水供应阀 116 将浓缩水供应给浓缩设备 106，或者通过使用连接到外部淡水供应源的淡水供应阀 122 将淡水供应给盐度差发电设备 114。

[0045] 具体地，当有意地去除淡水并进一步提供盐水时，大容量电力存储系统 100 内的总体盐量可增大，由此增大浓缩盐水的盐度。结果，淡水与浓缩盐水之间的浓度差可增大，由此提高发电效率。

[0046] 此外，通过在盐水和 / 或淡水存储设备中安装热交换器，当使用发电站或单个发电机的废热供应热能时，如图 3 所示，盐度差发电效率比室温时大幅提高。也就是说，通过加热和存储盐水和 / 或淡水，输出可保持在高水平，存储设备的规模可减小，并且发电设备的规模也可减小。就此而言，考虑到根据温度的蒸汽气压，可确定存储温度，或者可添加用于减小蒸发量的设备（未示出）。

[0047] 参照优选实施例对本发明进行了描述，本领域技术人员应理解，此处可做出多种修改和变化，这将不脱离随附的权利要求限定的本发明的范围。

[0048] 附图标记的描述

[0049] 100 :大容量电力存储系统

[0050] 102 :电力存储单元

[0051] 104 :发电单元

[0052] 106 :浓缩设备

[0053] 108 :淡水存储设备

[0054] 110 :浓缩的盐水存储设备

[0055] 112 :盐水存储设备

[0056] 114 :盐度差发电设备

[0057] 116 :盐水供应阀

[0058] 118 :浓缩的盐水排出阀

[0059] 120 :淡水排出阀

[0060] 122 :淡水供应阀

[0061] 124、126 :热交换线路

[0062] 128 :淡水缓冲槽

[0063] 130 :浓度差发电基元

[0064] 131 :阳极集电器

[0065] 132 :阳极路径

[0066] 133、137 :阳离子交换膜

[0067] 134 :淡水路径

[0068] 135 :阴离子交换膜

[0069] 136 :盐水路径

[0070] 138 :阴极路径

[0071] 139 :阴极集电器

[0072] 140：电压计

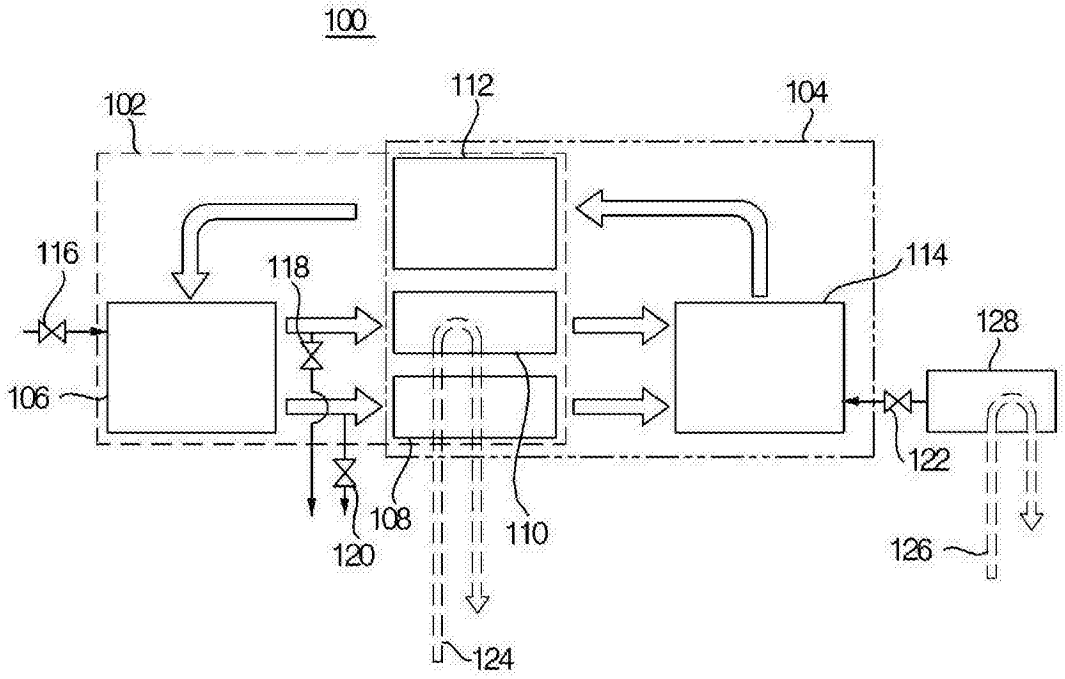

100
102
112
104
116
118
114
128
106
122
108
110
120
126
124

图 1

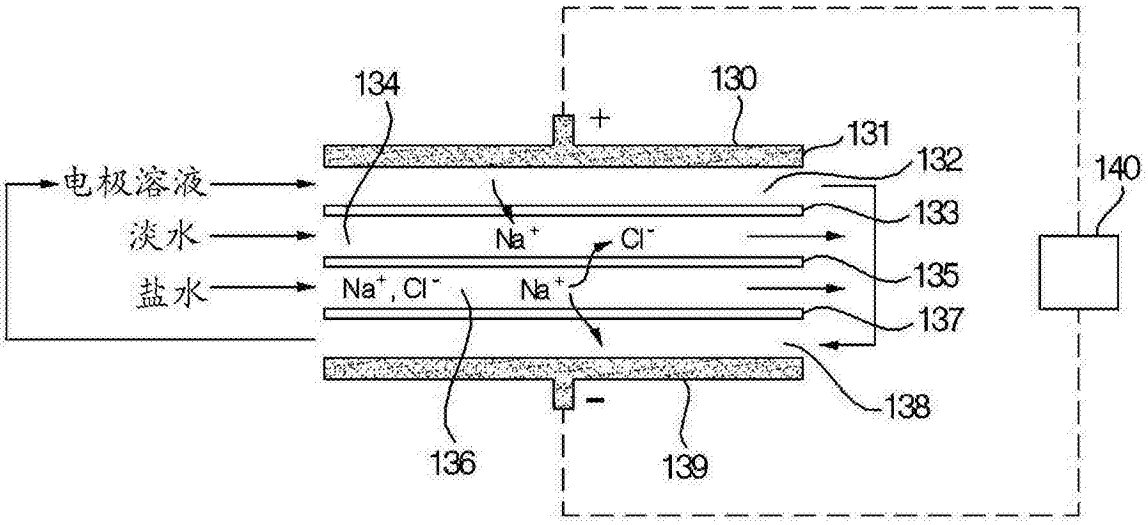

134
130
+
131
132
140
电极溶液
淡水
盐水
Na+
Cl-
133
135
Na+, Cl-
Na+
137
138
136
139
-

图 2

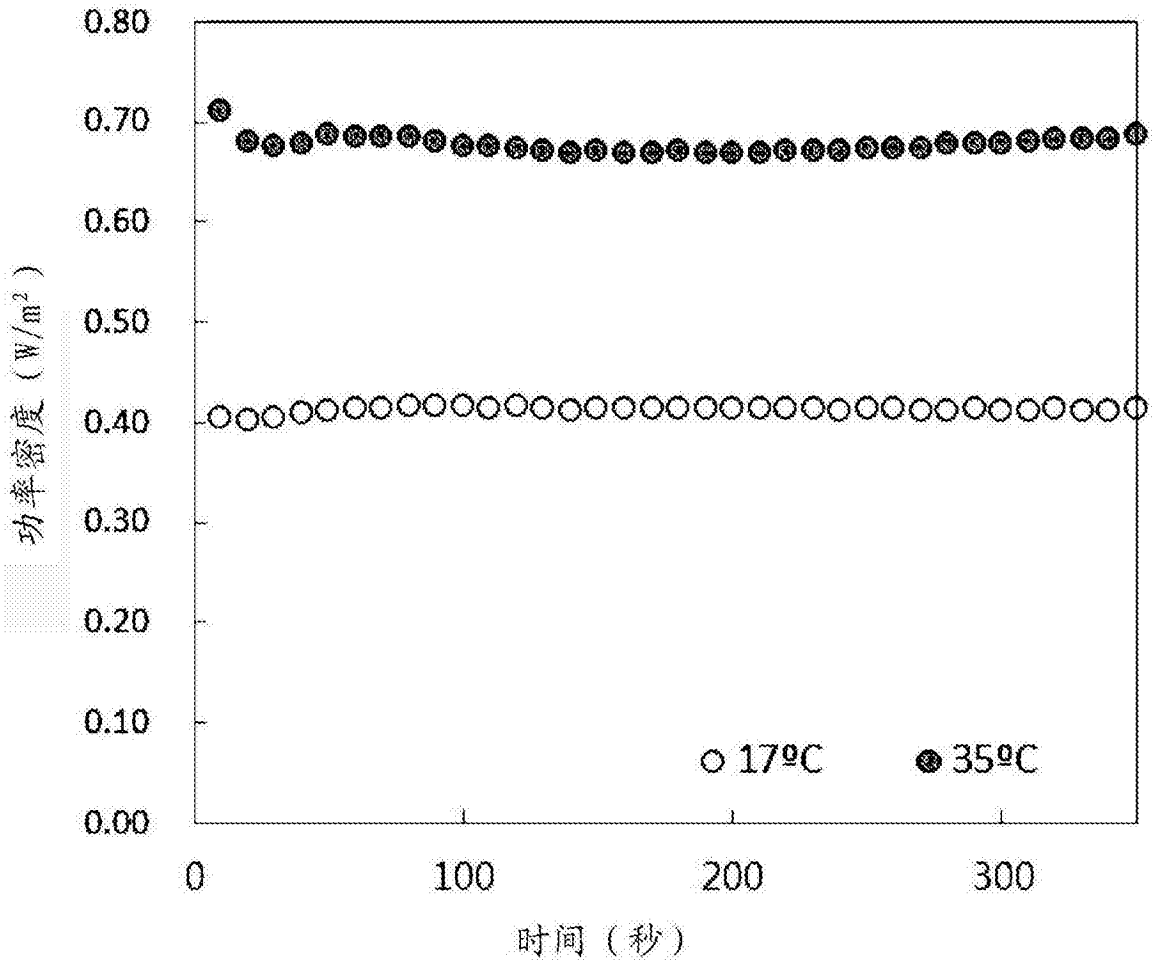

0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
功率密度（W/m²）
17ºC
35ºC
0
100
200
300
时间（秒）

图 3