(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 102753484 A
(43)申请公布日 2012.10.24

(21)申请号 201180008504.2
(22)申请日 2011.02.09
(30)优先权数据
102010007447.0 2010.02.10 DE
(85)PCT申请进入国家阶段日
2012.08.06
(86)PCT申请的申请数据
PCT/EP2011/051881 2011.02.09
(87)PCT申请的公布数据
WO2011/098478 EN 2011.08.18
(71)申请人 巴斯夫欧洲公司
地址 德国路德维希港
(72)发明人 O·马赫哈默 C·米勒 P·策纳
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
代理人 肖威 刘金辉
(51)Int.Cl.
*C02F 1/04*(2006.01)
*B01D 1/26*(2006.01)
*B01D 3/34*(2006.01)

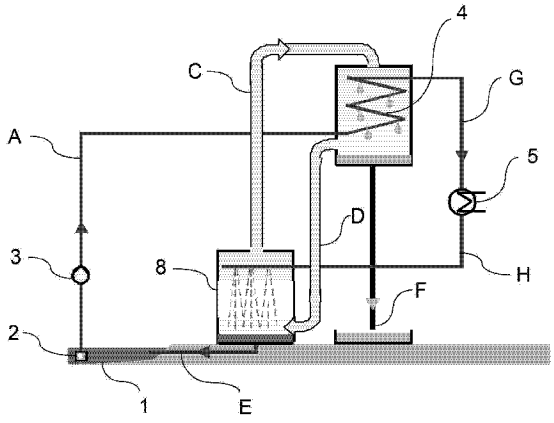
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 4 页

(54)发明名称

水处理方法

(57)摘要

一种从海水中获得纯水的方法和装置，包括：a)提供包含至少一种非挥发性组分（盐）的原水；b)将所提供的原水作为冷却介质通入换热器中；c)额外向在所述换热器中加热的原水提供热量；d)将获自步骤c)的原水供入蒸发区域中；e)提供适于水蒸气的载气（空气）；f)使所述载气以逆流方式在所述包含挡板的蒸发区域中与原水接触，其中所述载气吸收来自于所述原水的水蒸气；g)从所述蒸发区域中取出富含所述至少一种非挥发性组分的获自步骤f)的原水；h)将获自所述蒸发区域的含有水蒸气的载气供入所述换热器中并以与所述原水呈逆流的方式冷却，其中部分冷凝出存在于所述载气中的水蒸气；i)使贫水蒸气的载气从所述换热器中流出；k)从所述换热器取出作为纯水的冷凝的水蒸气；其中所述蒸发区域基本绝热地操作，且其中所述载气借助自然对流传输通过所述蒸发区域，且随后通过所述换热器。




CN 102753484 A

1. 一种从原水中获得纯水的连续方法，在所述方法中：

a) 提供包含至少一种非挥发性组分的原水；

b) 将所提供的原水作为冷却介质通入换热器中；

c) 额外向在所述换热器中加热的原水提供热量；

d) 将获自步骤 c) 的原水供入蒸发区域中；

e) 提供适于水蒸气的载气；

f) 使所述载气与原水以逆流方式在所述蒸发区域中接触，其中所述载气吸收来自于所述原水的水蒸气；

g) 从所述蒸发区域中取出富含所述至少一种非挥发性组分的获自步骤 f) 的原水；

h) 将获自所述蒸发区域的含有水蒸气的载气供入所述换热器中并以与所述原水呈逆流的方式冷却，其中部分冷凝出存在于所述载气中的水蒸气；

i) 使贫水蒸气的载气从所述换热器中流出；

k) 从所述换热器取出作为纯水的冷凝的水蒸气；

其中所述蒸发区域基本绝热地操作，且其中所述载气借助自然对流传输通过所述蒸发区域，且随后通过所述换热器。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中所述原水为盐水且所述纯水为淡水。

3. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中所述蒸发区域具有增大传质面积的内件。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项的方法，其中所述载气为空气。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项的方法，其中在离开所述换热器后，将所述载气通回至所述蒸发区域中。

6. 根据权利要求 1-5 中任一项的方法，其中使用太阳能加热以在步骤 c) 中提供热量。

7. 根据权利要求 1-5 中任一项的方法，其中使用来自其他工艺的废热以在步骤 c) 中提供热量。

8. 根据权利要求 1-7 中任一项的方法，其中在步骤 f) 中，在两个或多于两个蒸发区域中使所述载气与原水接触，其中使所述载气与原水在至少一个蒸发区域中以逆流方式接触。

9. 根据权利要求 1-8 中任一项的方法，其中对在步骤 k) 中获得的纯水进行一个或多个处理步骤以获得饮用水。

10. 一种用于从原水中连续获得纯水的装置，其包括：

- 用于将所述原水供入所述装置中的设备；

- 将含有水蒸气的载气和所述原水以逆流方式传输的换热器，其中存在于所述载气中的至少一些水蒸气冷凝出并将所述原水加热；

- 用于提供热量的设备，在所述设备中将已在所述换热器中加热的原水进一步加热；

- 蒸发区域，在所述区域中使来自所述用于提供热量的设备的原水与所述载气接触，其中所述载气富含水蒸气且以含水蒸气的载气形式提供以引入所述换热器中；

- 用于将浓缩的原水从所述蒸发区域中输出的输出设备；

- 用于从所述换热器中取出冷凝的纯水的设备，

其中所述载气借助自然对流传输通过所述蒸发区域，且随后通过冷凝区域。

11. 根据权利要求 10 的装置，其中气体负载因子 F 为 0.1-10$Pa^{1/2}$。

12. 根据权利要求 10 或 11 的装置，其中气体负载因子 F 为 0.5-5$Pa^{1/2}$。

13. 根据权利要求 10-12 中任一项的装置，其中所述用于提供热量的设备为换热器。

14. 根据权利要求 10-13 中任一项的装置，其中所述用于提供热量的设备利用太阳能加热。

15. 根据权利要求 10-14 中任一项的装置，其中所述蒸发区域构造成具有内件的饱和器。

16. 根据权利要求 14 的装置，其中使太阳能通入所述原水池中并储存于其中。

17. 根据权利要求 16 的装置，其中至少一些原水池通过太阳能传递体与开放大气隔离。

18. 可通过根据权利要求 1-9 中任一项的方法和 / 或在根据权利要求 10-17 中任一项的装置中获得的纯水作为饮用水或杂用水的用途。

# 水处理方法

[0001] 本发明涉及一种水处理方法，其中从包含非挥发性不希望组分的原水中分离出纯水。本发明尤其涉及一种从盐水中获得淡水的连续方法以及一种用于从盐水中连续获得淡水的装置。

[0002] 水处理是指对水品质的定向改性。这原则上包括两种处理：一方面，从水中清除物质（例如脱盐、除去铁、软化、消毒或其他净化）；另一方面，还补充物质和设定水的参数（例如添加溶解的离子、设定 pH 值和 / 或电导率）。在这种情况下，水处理通常用于获得饮用水或杂用水（目前通常称为生产用水）。此外，脱盐或软化水尤其可用于供水厂。用于获得饮用水的水处理能满足立法规定和标准规定（如德国饮用水条例，DIN 2000）的要求。例如电站（作为冷却水和供应水）、工业工厂、化学方法、药学、洗衣等需要大量杂用水。通常需要在水处理中对水性质进行实质改性以获得杂用水，尤其是各种生产用水。

[0003] 水处理的特殊方法为水脱盐。盐水的脱盐是指由盐水，尤其是由海水通过降低盐含量获得杂用水或饮用水。尤其是海水的脱盐在将来将变得非常重要，因为为所有人提供干净水将由于现有淡水的缺乏或污染而变得更为困难。海水脱盐通常用于船舶、潜水艇、岛上或用于缺水沿海国家。在这种情况下，盐水必须仅具有低污染水平。在富油海湾国家，海水脱盐是获得饮用水的主要来源。此时，饮用水在燃烧气体或油的脱盐工厂中获得。在近东，该获得饮用水的能量密集形式也广泛应用。通常还使用具有附属多级闪蒸 (MSF) 蒸发脱盐厂的组合循环气体和蒸汽轮机电站。在加那利群岛和德国深海岛黑尔戈兰，通过逆渗透方法由盐水获得饮用水。

[0004] 膜法如逆渗透法是久已使用的水脱盐方法。就所有已知方法而言，理论上需要最低比分离能力，且所述膜目前可以以非常廉价的方式获得。然而，无法由此获得完全去离子的水，这是因为一些盐总是能渗透过所述膜。此外，所述膜对机械和化学敏感，且因此所用盐水必须预处理。预处理费用可能超过实际的分离费用。此外，所述膜仅具有有限的寿命。尽管比分离费用低，但需要高水平的机械能以泵送水。由一次能源如太阳能产生该能量的效率低，通常总计小于 20%。

[0005] 多效蒸发方法（也称为 MEV 方法）或多级闪蒸方法（也称为 MSF 方法）是目前最广泛使用的由盐水生产淡水的方法。MEV 和 MSF 也可使用低于 100℃的废热操作，且获得较高能量利用因子。通过多级操作获得高能量效率。然而，各级为具有蒸发器和冷凝器的独立单元且在独立压力水平下操作。在 MEV 方法中，盐水在所述蒸发器表面上蒸发。在该方法中，盐水发生局部过饱和且盐沉淀出。所述蒸发器表面可被该所谓的结垢包壳。在 MSF 方法中，通过复杂的强制循环蒸发避免结垢。为此，各蒸发器级需要独立的，有时是非常大的泵，所述泵必须通过泵送循环相对于蒸发的淡水量为约 10 倍量的盐水。因此，该方法需要相当高的机械能。

[0006] 露点蒸发方法是一种多级蒸发方法。使用载气，其中利用淡水的冷凝热以部分蒸发盐水。传热仅通过热交换表面进行，因此需要相应大的换热表面。传输载气的费用相当大。

[0007] 所谓的 Memstill 法是膜法和 MEV 法的组合，其理论上可使用无限多级。然而，由

于无法抑制的蒸气和热蒸汽的轴向反混，在实践中理论上无限的多级仅少数可实施。所述方法具有与上述膜法相同的缺点。

[0008] DE19620214 描述了一种通过太阳能使海水脱盐的方法。这是其中使用载气的多级蒸发方法。在所述方法中，所述载气必须通过气体压缩传输。因此，传输载气的费用很高。

[0009] WO02/087721 描述了一种用于通过借助太阳能蒸馏盐水而获得淡水的设备。作为载气，使用空气且由于热效应而循环通过所述设备。盐水同样以循环通过所述设备的方式传输。由于热交换表面的结壳，预期通过浓缩盐水中的盐可导致显著的损害。此外，随着盐含量的增加，水蒸气压降低且分离费用增加。

[0010] DE102005046643 描述了一种用于借助串联设置的加热器和模块将液体与溶于其中的杂质分离的装置，其中所述模块各自由加湿器和干燥器构成。鼓风机使载气循环通过各模块，以使得各模块中的热容流率相等。以此方式调节热容流率非常复杂。

[0011] DE102004005689 描述了一种使用串联设置的加热器和若干辅助配对净化污染液体的蒸发方法，其中这些辅助配对各自由蒸发单元和冷凝单元构成。一种或多种这些辅助配对设置于具有借助鼓风机循环的载气循环系统中。各模块在独立的压力水平下工作，其中不同模块中的压力水平为梯级的。

[0012] 根据 DE102005046643 和 DE102004005689，在特定压力水平下循环载气的运行费用相应地高。此外，由于多级设置所导致的技术复杂度，所得的与盐水接触的模块数量和传热表面所需的费用相应地高。

[0013] 本发明的目的是提供一种改进的水处理方法，其避免了现有技术所已知的方法的缺点。此处应提供一种不仅适于获得饮用水，而且适于获得用于各种应用领域的杂用水的方法。所述方法不需要复杂且昂贵的盐水预处理或者传输料流所需的高能量，且还应适用于偏远地区或发展中国家。因此，相应装置必须能使用廉价但在应用中可靠且对污垢或结垢不敏感的材料制备。

[0014] 根据本发明，该目的通过一种由原水获得纯水的连续方法实现，在所述方法中：

[0015] a) 提供包含至少一种非挥发性组分的原水；

[0016] b) 将所提供的原水作为冷却介质通入换热器中；

[0017] c) 额外向在所述换热器中加热的原水提供热量；

[0018] d) 将获自步骤 c) 的原水供入蒸发区域中；

[0019] e) 提供适于水蒸气的载气；

[0020] f) 使所述载气与原水以逆流方式在所述蒸发区域中接触，其中所述载气吸收来自于所述原水的水蒸气；

[0021] g) 从所述蒸发区域中取出富含所述至少一种非挥发性组分的获自步骤 f) 的原水；

[0022] h) 将获自所述蒸发区域的含有水蒸气的载气供入所述换热器中并以与所述原水呈逆流的方式冷却，其中部分冷凝出存在于所述载气中的水蒸气；

[0023] i) 使贫水蒸气的载气从所述换热器中流出；

[0024] k) 从所述换热器取出作为纯水的冷凝的水蒸气。

[0025] 在本发明方法中，所述蒸发区域基本上绝热操作且所述载气通过自然对流传输通过所述蒸发区域，且随后通过所述换热器。

[0026] 本发明方法用于从原水进料中除去至少一种不希望的且在所述工艺条件下为非挥发性的污染物。在这种情况下，获得贫不希望组分的纯水。此外，获得富含所述不希望组分的原水。

[0027] 本发明所用的原水可包含至少一种呈溶解或非溶解形式的非挥发性组分。存在于原水中的所述非挥发性组分可为有机或无机物质。存在于原水中的非挥发性组分在标准条件（20℃，1 大气压）下可为液态或固态。所述非挥发性组分的特征通常在于具有极低的蒸气压。不溶解的固态非挥发性组分优选以悬浮形式存在于所述原水中。不溶解的液态非挥发性组分优选以分散形式存在于所述原水中。

[0028] 可通过本发明方法除去的非挥发性组分例如为较大固体、漂浮物质、悬浮物质、油、脂肪、不同于油和脂肪的有机污染物、盐等及其混合物。

[0029] 由于本发明方法包括原水的蒸发，其不仅适于生产饮用水，而且适于生产用于各种应用领域中的杂用水。额外任选需要的措施如补充生理相容量的溶解盐以处理饮用水也处于本领域技术人员的技能之内。

[0030] 在特定实施方案中，本发明方法用于从盐水中获得淡水。

[0031] 本发明方法的优选实施方案是一种从盐水中获得淡水的连续方法，其中：

[0032] a) 提供盐水；

[0033] b) 将所提供的盐水作为冷却介质通入换热器中；

[0034] c) 额外向在所述换热器中加热的盐水提供热量；

[0035] d) 将步骤 c) 的盐水供入蒸发区域中；

[0036] e) 提供适于水蒸气的载气；

[0037] f) 使所述载气以逆流方式在所述蒸发区域中与所述盐水接触，其中所述载气吸收来自于所述盐水的水蒸气；

[0038] g) 从所述蒸发区域中取出获自步骤 f) 的浓缩盐水；

[0039] h) 将获自所述蒸发区域的含有水蒸气的载气供入所述换热器中并以与所述盐水呈逆流的方式冷却，其中部分冷凝出存在于所述载气中的水蒸气；

[0040] i) 使贫水蒸气的载气从所述换热器中流出；

[0041] k) 从所述换热器取出作为纯水的冷凝的水蒸气。

[0042] 在所述新颖方法的该实施方案中，所述蒸发区域也基本上绝热地操作，且所述载气通过自然对流传输通过所述蒸发区域，且随后通过所述换热器。

[0043] 盐水通常是指盐于水中的溶液，例如海水、稍咸水、含盐河水或含盐废水。天然水如河水、咸水湖、海洋等中的盐含量正如工业废水的盐含量一样发生波动。尤其适用于本发明方法中的水为稍咸水、海水、工业废水或其混合物。用于本发明方法中的盐水具有例如至少 0.5%，优选至少 1%，尤其优选至少 3% 的盐含量。优选使用具有至多为 20% 的盐含量，例如具有 0.1-10%，优选 2-5% 盐含量的盐水。

[0044] 在本发明上下文中，水的盐含量以 g/kg 水的质量分数或百分数记录。1% 的盐含量等价于 10g/kg。

[0045] 优选本发明所用的盐水包含基于盐的总含量为至少 1 重量 % 的阳离子和阴离子的盐。优选所述阳离子选自 $Li^+$、$Na^+$、$K^+$、$NH_4^+$、$Ca^{2+}$、$Mg^{2+}$ 及其混合物。优选所述阴离子选自 $F^-$、$Cl^-$、$Br^-$、$I^-$、$NO_3^-$、$SO_4^{2-}$、$CO_3^{2-}$ 及其混合物。特别优选本发明所用的盐水包含至少 50 重量 %，

尤其是至少 75 重量 %，特别是至少 90 重量 % 的 NaCl。如果需要的话，本发明所用的盐水包含二价、三价和 / 或更高价态的阳离子和 / 或阴离子的盐。这些尤其包括存在于所用水中的部分常规离子。在提供用于本发明方法的盐水中，任选可提供所述盐水的预处理。这可为从所述盐水中除去固体的机械净化，然后进入换热器中。例如可通过过滤或旋风分离从所述盐水中除去固体。也可实施化学和 / 或生物学预处理以减少或避免例如藻类、微生物等的生长。

[0046] 与盐水不同，淡水为地球上可自由获得的部分水（即未被束缚于例如植物中），其中未溶解有盐或者盐仅以少量程度溶解。将盐含量低于 0.1% 的低盐水（不论其物理状态）称为淡水。

[0047] 在本发明上下文中，淡水应不仅包括生产用水，还包括饮用水。生产用水（也称为杂用水或应用水）是用于特定工业、商业、农业或家用的水。与饮用水不同，生产用水不用于人类消费，然而应具有特定最低程度的卫生标准。在任何情况下，必须满足相应方法的技术要求。生产用水是运行或维持工业方法所需的一类杂用水。在这些应用中，所用淡水的盐含量通常是关键的。相反，饮用水需要满足高品质要求，以使得其适于人类消费，尤其是用于饮用和用于制备食品。在饮用水应用中，要求具有特定的盐含量。

[0048] 根据本发明获得的淡水优选包含至多 0.1%，优选 0.01-0.05% 的盐含量。所述残留的盐含量例如由于在蒸发过程（步骤 f)）中由盐水所携带的液滴所导致的。

[0049] 用于本发明方法中的载气通过升高温度吸收水蒸气，且随后通过降低温度将其释放。富含或饱和有水蒸气的载气在下文中也称为蒸气。原则上，在本发明方法的操作条件下呈气态的所有物质和物质混合物均适于用作载气。这些包括例如空气、二氧化碳和氮气及其混合物。在本发明方法的优选实施方案中，所述载气为空气。所提供的载气的含水量优选不超过 70 体积 %。其例如为 10-45 体积 %，优选为 20-35 体积 %。

[0050] 在步骤 b) 和 h) 中，为了冷凝纯水，尤其是淡水，使用合适的逆流式换热器。就单位介质体积的热容而言，其中一种介质为液体且另一介质为气体的适于本发明方法的换热器可在宽范围内变化。通常必须使比液体更多的气体（基于体积）流过所述换热器。因此，在合适的实施方案中，原水，尤其是盐水作为液体冷却介质在管中传输。在同样合适的实施方案中，气体侧上的换热表面具有增大表面的结构，如散热片或板。所述换热器例如为管式换热器、管束式换热器、板式换热器或微换热器。所述换热器优选由易得材料如钢、耐腐蚀金属合金、涂覆材料、塑料或其组合制成。

[0051] 由于面向气体的换热表面仅与汽化的纯水接触，因此可能的腐蚀稍微不重要，该换热表面可包含廉价材料如锡板或者用于市售空气冷却器的材料。这尤其适用于其中面向气体的换热表面仅与脱盐水接触的脱盐方法。

[0052] 对与腐蚀性原水，尤其是盐水接触的换热器区域而言，通常使用耐腐蚀材料。这类材料是本领域技术人员所已知的。这些材料包括金属，如不锈钢、黄铜等。优选对所述换热器而言，使用不耐腐蚀但廉价的金属，且对与盐水接触的换热器区域涂覆，例如用耐腐蚀塑料、氧化物或陶瓷涂覆。所述涂料有利地以使得其具有尽可能低的耐热性且此外耐沉积物、结垢和污垢的方式选择。

[0053] 或者，还可将不耐腐蚀但廉价的材料用于所述换热器中，然后在较短时间间隔后替换。

[0054] 合适换热器的选择、尺寸设置和设计是本领域技术人员所已知的。

[0055] 所有进水管和回水管可包含易得材料，如钢、耐腐蚀金属合金、涂覆材料、塑料或其组合。优选所述管由塑料制成。

[0056] 步骤 c) 中的额外供热可以以任何适于加热原水，尤其是盐水的所需方式进行。在本发明的上下文中，在该操作中，通常不将原水加热至高于所用原水的沸点的温度。为了使所述方法特别有效，优选利用获自其他工艺的废热和 / 或太阳能加热。在特定实施方案中，提供其中输入热量且可同时用于储热体的原水池，尤其是盐水池。

[0057] 在步骤 d) 中，将原水供入蒸发区域中。在本发明上下文中，蒸发区域意指其中将水由原水传输至载气料流中的区域。在这种情况下，将所述水转化成低于其沸点的气态。所述蒸发区域可置于部件的区域内部、整个部件内部或者两个或更多个部件内部。在优选实施方案中，所述蒸发区域位于独立的部件内部或者位于部件的区域内部。所述蒸发区域可位于反应器如塔式反应器、柱、传质装置、饱和器或其他合适的设备中。

[0058] 根据本发明，所述蒸发区域基本绝热地操作。“绝热”意指在热力学上绝热。状态的绝热变换是其中体系从一种状态转化成另一种状态而不与环境交换热能的热力学过程。因此，在本发明上下文中，“基本绝热地操作”意指在所述蒸发区域与环境之间不存在热交换或仅存在可忽略小量的热交换。对环境的影响如太阳辐射对所述设备的影响、所述设备的热辐射对环境的影响等通常可忽略不计。如果环境的温度和 / 或气候对蒸发区域的影响可忽略不计，则所述设备可适当地绝热于所述蒸发区域的区域中以使得可实施基本绝热的操作模式。根据本发明，蒸发方法所需的热量由蒸发区域外部输入所述原水中。

[0059] 根据本发明，将所述载气通过自然对流传输通过所述蒸发区域，且随后通过所述换热器。

[0060] 在此处和下文中，“自然对流”意指借助其流体，尤其是气体由于密度差由温暖区域传输至冷区域（密度梯度）的物理效应。通过在一个区域中加热或回暖且在另一区域中通过冷却（温度梯度）而保持密度差。在重力影响下，较低密度的区域相对于重力场在所述气体中上升（浮力），而较高密度的区域下降。如果在底部区域中提供热量，则产生连续流动；所述气体受热、膨胀并上升。所得压力差称为“驱动压力”或“工作压力”。自然对流主要用于气体，例如载气，尤其是空气。典型实例为火焰，如蜡烛火焰或点火物火焰。由于上升气体的对流，由于产生的真空燃烧空气下降。产生由火焰内核起始向周边的陡温度梯度，以使得烟道气上升，吸入并夹带周围空气。在火焰上方，尽管该效应仍然继续，但由于不再产生温度梯度而快速衰减。以此方式，不具有确定边界的天然烟囱或烟突从底部垂直吸入空气且从所有侧面水平吸入空气，并将其垂直向上输送。

[0061] 如果气体流经流体或围绕流体流动，则除传热之外，还发生传质。如果所述气体的蒸气压低于其饱和蒸气压，即如果所述气体不饱和，则部分流体扩散进气相中。温度差并非必要的，但是是有益的。即使所述气体具有与所述流体相同的温度或者更高的温度，则所述流体在散失蒸发热之后冷却。由于传质导致气体密度发生变化，从而导致气体上升或下降，也可发生自然对流，即使温度差太小不足以导致产生浮力。在这种情况下，传质和传热以也称为热质传递比拟的类似原理彼此干扰。

[0062] 在本发明方法中，由于温度梯度所导致的气体自然对流效应额外通过载气中的不同水蒸气含量而加强。由于水蒸气通常具有比载气更低的温度，所述潮湿载气比干燥载气

更轻。因此，所述潮湿载气自然向上流动，而干燥载气下降。在本发明方法中，所述载气仅通过密度差效应传输。温暖和 / 或潮湿的空气具有比冷和 / 或干燥空气更低的密度。由此，温暖潮湿的空气上升并产生减压，其中所述减压由冷干燥空气的流入补偿。

[0063] 例如基于着火技术中的烟突作用。烟突效应或烟囱效应是指空气由于浮力而进入或流出建筑物、烟囱、烟道气烟突或其他容器的运动。由于温度或湿度差异所导致的室内 - 室外空气密度差而产生浮力。热差和建筑物高度越高，则浮力和由此产生的烟突效应越显著。为了确保足够的浮力（尽管在内壁处损失热量），必须考虑烟囱的尺寸，即高度和内部宽度。

[0064] 为了辅助气体料流的自然对流或者为了使所述方法更有效，可在步骤 i) 之后，在流出冷凝区域或逆流式换热器后，对所述载气进行残余减湿。

[0065] 有利地，不需向本发明方法提供机械能以传输载气。然而，任选可额外提供机械能输入，例如使用风扇以辅助气体流动（例如在启动阶段或者在不利气候条件下）。

[0066] 在步骤 g) 中，从所述蒸发区域中取出在步骤 f) 中获得的浓缩原水。在步骤 g) 中取出的原水温度通常比所提供的原水温度高至多 25℃，优选高至多 15℃，尤其高至多 5℃。因此，可将其直接排入接受水体或相应处理设备中。如果所述浓缩原水温度比所提供的原水温度高至少 10℃，优选高至少 20℃，尤其是高至少 30℃，则可在步骤 b) 中进入换热器之前，使用获自步骤 g) 的浓缩原水对所提供的原水进行预热。为此，可使用适于原水料流，尤其是适于盐水料流的换热器或者任何其他合适的设备。

[0067] 在本发明方法的优选实施方案中，所述蒸发区域具有增大传质面积的内件。

[0068] 可用于增大传质面积的内件原则上为所有适用于传质装置中的内件，例如用于吸收、蒸馏、干燥的内件。这些可为有序填料和散堆床。其可为规则的或不规则的、涂覆的或未涂覆的。可使用工业生产的金属、塑料或陶瓷的有序填料或散堆床，石块或其他天然材料的散堆床，或其组合。在合适的实施方案中，所述内件由生物产生的材料制备，尤其是由植物来源的材料如树枝、秸秆、灌木等制备。优选所述内件是水润湿性的。同样优选所述内件具有高比表面积。同样优选所述内件具有低压降。特别优选内件由塑料制成。在合适的设计中，使用塑料纤维，例如呈编织物、无纬织物、纺织物、成圈针织物或拉取线圈针织物。特别合适的织物是拉取线圈针织物或水润湿性塑料纤维，这是因为拉取线圈编织物不仅具有高比表面积，而且具有低压降。

[0069] 所述内件可占据垂直于载气流流动主方向的蒸发区域的部分横截面或整个横截面。在这种情况下，它们降低了气体和液体通过的横截面，优选降低 1-50%。合适内件的选择和尺寸是本领域技术人员所已知的。在大横截面的情况下，重要的是加热的原水在增大传质面积的内件上具有可能的最均匀分布。

[0070] 优选选择所述内件，以使得传质面积的尺寸至少足够大以至于所述蒸发区域对应于具有多于一个理论平衡级的传质装置。

[0071] 描述了在过程工程、热分离方法、气体和液体料流的混合方法、蒸馏和许多其他方法中使用理论平衡级模型（也称为理想平衡级，理论分离板或理想分离板）。所述平衡级模型不仅可用于描述并流装置，而且可用于描述逆流装置。其特征在于具有描述为多个平衡级的热装置作用。该平衡级的数量不是纯粹的装置因素，而是尤其取决于所述装置中的材料体系、热力学状态和质量流。所述理论平衡级的特征在于离开所述级的质量流处于热力

学平衡状态。这意味着（例如对吸收器而言）离开各级的气体和液体具有相同的温度和相同的压力。该（理论）平衡级的计算是本领域技术人员所熟知的且可例如通过使用程序如 ASPEN 或 Chemasim(BASF SE 开发的模拟软件）由计算机进行。

[0072] 在本发明方法的合适实施方案中，在步骤 f) 中，使所述载气和原水在所述蒸发区域中通过喷雾、注入或向所述载气中引入原水而发生传质。在脱盐方法的实施方案中，在步骤 f) 中，使所述载气和盐水在所述蒸发区域中优选通过注入或向所述载气中引入盐水而发生传质。

[0073] 传质面积的增大也可通过该措施实现。此时可省去所述蒸发区域中的内件。然而，在该实施方案中所述蒸发区域也可额外具有内件。

[0074] 如果根据本发明获得的纯水（即，在脱盐方法的情况下，淡水）必须尽可能脱盐以进一步应用，例如具有至多 0.01% 的盐含量，则在负载载气在步骤 h) 中进入所述换热器中以冷凝之前可任选提供除沫器。

[0075] 在本发明方法的合适实施方案中，在离开所述换热器（步骤 i)）之后，将所述载气通回至所述蒸发区域中（步骤 f)）。在该实施方案中，使所述载气在闭路中传输，在所述闭路中，所述载气在具有热源的温暖区域和具有受热器的冷区域（由于密度差）之间循环。

[0076] 此时，在重力影响下，较低密度区域相对于重力场在所述气体中上升（浮力），而较高密度的区域下降。如果在底部区域中提供热量，则产生连续流动；所述气体受热、膨胀并上升。当到达顶部时，所述气体被冷却、收缩并下降以在底部区域中再次加热。

[0077] 如果下降载气和上升载气在空间上分离，则对流效应仍可起作用。所述方法的特别合适的实施方案示于图 2 中。该空间上的分离可例如通过在第一管的下端加热载气并在第二管的上端将其冷却而实施。在这种情况下，所述管可水平设置，尤其是以套管形式设置。

[0078] 在本发明方法的优选实施方案中，使用太阳能加热以在步骤 c) 中提供热量。

[0079] 在本发明上下文中，太阳能加热是指将太阳能转化成热能，即用于加热本发明方法所用原水的热量获自太阳辐射。可被动利用太阳能，也可主动利用太阳能。在被动利用的情况下，太阳直接加热原水，例如在太阳池的情况下。当吸收器表面收集太阳能并将其传输至储热体（例如借助太阳能集热器）时，实施主动利用。

[0080] 在本发明上下文中，太阳能集热器是热太阳能集热器，即用于收集阳光中所存在的能量的设备。这类太阳能集热器利用“捕获的”太阳能以加热传递介质（也称为热载体）。在这种情况下，以较高效率利用阳光的基本整个辐射谱。太阳能集热器的主要部件是将太阳的光能转化成热量并将其释放至热载体或太阳能传递体 (transmitter) 的太阳能收集器，所述太阳能收集器允许光辐射通过，但不允许由其产生的热量通过。通过使用热载体，除去热量并随后直接使用或储存。

[0081] 在本发明上下文中，为了通过太阳能加热提供热量，可使用太阳能收集器、太阳能转化器、换热器、太阳能集热器、太阳池和其他适于将热辐射传输至所提供的原水，尤其是海水的其他设备如柔性管、管等，及其合适的组合。这些设备例如可由玻璃、塑料、金属和 / 或其合适组合制成。

[0082] 在优选实施方案中，使用盐水池。所述盐水池可为天然咸水湖或人造池，其可同时起储热体的作用，例如用于夜间操作。此时提供的盐水具有热载体的作用。所述盐水池可

为开放式的、被太阳能传递体部分覆盖或完全覆盖、或者可由太阳能传递体连接。

[0083] 太阳能传递体具有允许太阳辐射—即使在低辐射角度下—尽可能完全地进入所述集热器的内部且尽可能防止热量以蒸发、对流和辐射方式逸出的功能。因此，太阳能传递体是基本上可透过太阳射线的介质。其可包括例如玻璃如普通玻璃（其也可具有防反射涂层），或者塑料如聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、PE/PP 共聚物、PET、聚碳酸酯或乙烯 / 丙烯 - 二烯单体三元共聚物 (EPDM) 或其组合。太阳能传递体可为连续的，例如为膜、筛等，或者可包括多个元件如面板等。其可为结构化的或平面的。太阳能传递体可为透明的、部分透明的或者不透明的（完全或局部）。

[0084] 有利地，所述太阳能传递体应具有就热传导而言的绝热效果，且应反射原水，尤其是盐水的热辐射。合适的太阳能传递体是本领域技术人员所已知的且可商购获得。

[0085] 任选所述原水池（尤其是盐水池）可与环境隔绝，以使热损失尽可能低。有利地，所述池的底部是深色的，尤其是黑色的，其中辐射 / 吸收尽可能地接近黑体。在建造原水池之前，必须考虑合适的绝热。

[0086] 所述原水池可有利地兼具太阳能集热器和储热体的功能。底部的水更咸，且因此密度比表面处的更高。如果在下层吸收太阳辐射，则这些进一步加热，例如加热至 85-90℃。由于存在不同盐含量所导致的密度梯度，加热的水无法上升，不发生对流，因此热量储存在下层水中。通过采用合适的设计，储存的热量可使用 24 小时一天。

[0087] 在本发明方法的特别优选的实施方案中，使用具有太阳能传递体的盐水池且使来自饱和器的蒸气在盐水池的盐水表面与太阳能传递体之间通过，然后进入所述换热器中以进行冷凝。在本发明方法的该实施方案中，步骤 c) 和 f) 部分在同一设备中平行进行。在这种情况下，所述盐水池以及位于所述盐水池上方且位于所述太阳能传递体下方的气体层构成所述蒸发区域的一部分。

[0088] 在本发明方法的另一优选实施方案中，为了在步骤 c) 中提供热量，利用获自其他工艺的废热。为此，特别优选使用换热器，其中获自另一工艺的合适热载体用作进一步加热已预热的盐水的加热介质。所述热载体例如可为温热废水、热载体油、蒸汽如饱和蒸汽或过饱和蒸汽、或者适于这类应用的其他介质。这类热载体的设计是本领域技术人员所熟知的。

[0089] 原则上，也可将获自其他工艺的废热与用于在步骤 c) 中提供热量的太阳能加热结合，且因此同时和 / 或交替使用这两种能量供应形式。

[0090] 在本发明方法的另一优选实施方案中，使所述载气在步骤 f) 中在两个或多于两个的蒸发区域中与原水接触，尤其是与盐水接触。在这种情况下，所述载气以逆流方式在至少一个蒸发区域中与原水接触。在特定实施方案中，所述载气在两个步骤中饱和：在第一步骤中，使所述载气以逆流方式在第一蒸发区域中与原水接触；且在第二步骤中，使来自饱和器的蒸气在原水池的原水表面与太阳能传递体之间传输，然后将所述蒸气通入换热器中以进行冷凝。在该实施方案中，所述原水池与位于所述原水池上方且位于太阳能传递体下方的气体层构成第二蒸发区域。

[0091] 在本发明方法的合适实施方案中，对在步骤 k) 中获得的纯水（淡水）进行一个或多个处理步骤以获得饮用水。

[0092] 饮用水是具有高纯度以使得适于人类消费，尤其是饮用和用于制备食品的淡水。饮用水必须不含病原性微生物且应具有最低矿物质浓度。在本发明方法后获得的淡水的情

况下，水处理取决于所述原水的品质。所述处理方法取决于存在于原水或淡水中且待除去的物质和原水或淡水中所缺乏的且待添加的物质。适于获得饮用水的常规化学和 / 或物理处理方法是本领域技术人员所已知的。

[0093] 本发明进一步涉及一种用于从原水中连续获得纯水的装置，其包括：

[0094] - 用于将所述原水供入所述装置中的设备；

[0095] - 将含有水蒸气的载气和所述原水以逆流方式传输的换热器，其中存在于所述载气中的至少一些水蒸气冷凝出并将咸原水加热；

[0096] - 用于提供热量的设备，在所述设备中将已在所述换热器中加热的原水进一步加热；

[0097] - 蒸发区域，在所述区域中使来自所述用于提供热量的设备的原水与所述载气接触，其中所述载气富含水蒸气且以含水蒸气的载气形式提供并引入所述换热器中；

[0098] - 用于将浓缩的原水从所述蒸发区域中输出的输出设备；

[0099] - 用于从所述换热器中取出冷凝的纯水的设备。

[0100] 根据本发明，使所述载气借助自然对流传输通过所述蒸发区域，且随后通过冷凝区域。

[0101] 本发明尤其涉及一种用于从盐水中连续获得淡水的装置，其包括如下部件：

[0102] - 用于将所述盐水供入所述装置中的设备；

[0103] - 将含有水蒸气的载气和所述盐水以逆流方式传输的换热器，其中存在于所述载气中的至少一些水蒸气冷凝出并将所述盐水加热；

[0104] - 用于提供热量的设备，在所述设备中将已在所述换热器中加热的盐水进一步加热；

[0105] - 蒸发区域，在所述区域中使来自所述用于提供热量的设备的盐水与所述载气接触，其中所述载气富含水蒸气且以含水蒸气的载气形式提供并引入所述换热器中；

[0106] - 用于将浓缩的盐水从所述蒸发区域中输出的输出设备；

[0107] - 用于从所述换热器中取出冷凝的淡水的设备。

[0108] 在所述新颖设备的该实施方案中，同样使所述载气借助自然对流通过所述蒸发区域，且随后通过冷凝区域。

[0109] 为了确保所述载气的自然对流，所述气体的负载因子 F 优选为 0.1-10$Pa^{1/2}$。这对应于 $10 \leqslant Re \leqslant 10^9$ 的雷诺数。甚至更优选地，所述气体的负载因子 F 为 0.5-5$Pa^{1/2}$。这对应于 $10^3 \leqslant Re \leqslant 10^8$ 的雷诺数。所述气体的负载因子 F 尤其为 1-3$Pa^{1/2}$。这对应于 $5*10^4 \leqslant Re \leqslant 5*10^6$ 的雷诺数。

[0110] 所述气体负载因子 F 或 F 因子是有利的表征传质单元如反应器、塔、塔板、管等的尺寸的特征因子。F 如式 (I) 所定义：

[0111] $F=w_G*(\rho_G)^{1/2}$ (I)

[0112] $w_G=V_G/A$ (II)

[0113] 其中

[0114] F 气体负载因子，[$Pa^{1/2}$]

[0115] $w_G$ 负载载气的介质速率，[m/s]

[0116] $\rho_G$ 负载载气的密度，[$kg/m^3$]

[0117] $V_G$ 负载载气的体积流速，[$m^3/s$]

[0118] A 蒸发区域的横截面面积，[$m^2$]。

[0119] 根据式 (III)，Re 数也可由下式计算：

[0120] $Re=(w_G*\rho_G*D)/\eta_G$ (III)

[0121] 其中

[0122] Re 雷诺数，[-]

[0123] $w_G$ 负载载气的介质速率，[m/s]

[0124] $\rho_G$ 负载载气的中值密度，[$kg/m^3$]

[0125] $\eta_G$ 负载载气的中值粘度，[Pa*s]

[0126] D 蒸发区域的直径，[m]。

[0127] F 因子的进一步解释可参见例如 Klaus Sattler,“Thermische Trennver-fahren”, VCH Weinheim,1995 年,第 20 页及随后各页。传质单元的尺寸是本领域技术人员所公知的。

[0128] 在下文中，原水尤其是指盐水且纯水尤其是指淡水。

[0129] 用于将原水供入所述装置中的所述设备包括源自预存在的天然或人造水体的供水线和合适的传输装置，例如泵或传输螺杆如阿基米德螺杆。所述水体可为流动的水如河水或沟渠水，或静止的水如湖泊或储集罐。其可为地上水体如海岛水体或海洋，或者地下水体。

[0130] 所述供水线基本上为管。取决于泵的类型，需要在所述供水线上提供其他装置如关闭阀或节流单元。此外，通常需要机械预净化级如粗滤器、过滤器、膜、筛、旋风分离器、用于除去固体的其他机械分离器或其组合。任选也可提供化学和 / 或生物预净化。可用活性成分进行处理以减少生物如藻类的生长。

[0131] 由于必须克服的压降低且所提供的原水中不存在粗固体，原则上可考虑所有类型的泵以传输原水。典型的结构为具有耐腐蚀设计的排代泵和离心泵。用于传输原水流的泵可由电动机或内燃机如煤气发动机或柴油发动机驱动。在优选实施方案中，电动机可由太阳能（例如来自现场安装的太阳能电池）驱动。合适的泵驱动还为斯特林发动机，其由例如抛物面镜面提供太阳能。考虑到所述腐蚀性介质，原水泵可根据经济和 / 或生态方面选择。合适原水泵的选择和布设是本领域技术人员所已知的。

[0132] 在本发明装置的合适实施方案中，利用所述泵的废热以加热所提供的原水。所述泵的废热的引入点基本上取决于所述泵的位置。原则上可在位于进入所提供的原水的蒸发区域上游的任何所需点引入。

[0133] 所述管，即管线和装置可包含耐原水的易得材料，如钢、耐腐蚀金属合金、涂覆材料、塑料或其组合。优选所述管由塑料制成。

[0134] 所用换热器为适于将水从载气流中冷凝出的逆流式换热器。在所用介质的情况下，通过所述换热器的气体流速通常比液体流速高。此外，通常需要提高与所述气体的传热面积。因此，在合适的实施方案中，原水在管中传输。在同样合适的实施方案中，气体侧的换热表面具有能提高表面积的结构，如散热片或板。所述换热器优选为管束式、板式或微换热器。面向气体的换热表面可包含廉价材料，例如可由锡板或者诸如用于市售空气冷却器的材料制成。对于与原水接触的换热器区域而言，优选使用可例如由耐腐蚀性塑料适当涂

覆的廉价材料。所述涂料有利地以使得其具有最低可能的耐热性，且此外具有耐沉积物、耐结垢和耐污垢性的方式选择。或者，也可使用不耐腐蚀但廉价的冷凝器作为换热器，然后可在较短时间间隔后将其替换。合适换热器的选择、尺寸和布设是本领域技术人员所已知的。

[0135] 在本发明装置的优选实施方案中，所述用于提供热量的设备为换热器。在所述换热器中，通过加热介质将待加热的原水加热。所述加热介质可借助常规方法，优选借助太阳能，或者利用获自其他工艺的废热加热。特别优选利用获自其他工艺的废热。热载体可例如为温废水、热载体油、蒸汽如饱和蒸汽或过饱和蒸汽、或者适于这类应用的其他介质。这类换热器的布设是本领域技术人员所熟知的。

[0136] 在本发明装置的另一优选实施方案中，所述用于提供热量的设备为原水池。所述原水池可为天然原水湖或人造池塘，其可同时起储热体作用，例如用于夜间操作。所提供的原水具有热载体作用。所述原水池可为开放式的、部分或完全被覆盖物所覆盖或者由覆盖物所连接。

[0137] 优选所述原水池具有能透过太阳辐射的覆盖物，所述覆盖物可同时用作绝热体 (= 太阳能传递体)。例如，所述覆盖物可由玻璃如普通玻璃 ( 其也可进行防反射处理 )，塑料如聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、PE/PP 共聚物、PET、聚碳酸酯或乙烯 / 丙烯 - 二烯单体三元共聚物 (EPDM)，或其组合制备。所述覆盖物可为连续的，例如为膜、筛等，或者包含多个元件如面板等。其可为结构化的或者平面的。所述覆盖物可为透明的、部分透明的或者不透明的 ( 完全或局部覆盖 )。合适覆盖物是本领域技术人员所已知的且可商购获得。

[0138] 特别优选所述覆盖物起太阳能传递体的作用以，使得所述提供热量的设备可利用太阳能加热。

[0139] 任选所述原水池可与环境隔绝以使热损失尽可能低。在布设原水池之前，必须考虑合适的绝热。

[0140] 在合适的实施方案中，气体层位于原水池的原水表面与所述覆盖物之间。

[0141] 在本发明装置的特定实施方案中，将来自饱和器的蒸气在原水池的原水表面与所述太阳能传递体之间传输，然后使所述蒸气进入所述换热器以进行冷凝。在该实施方案中，所述原水池和太阳能传递体构成额外的蒸发区域。

[0142] 原则上也可使用将原水池与换热器组合，且因此同时和 / 或交替使用该两种供热设备。

[0143] 在所述蒸发区域中，水由原水传递进低于其沸点温度的载气流中。所述蒸发区域可设置于一个部件的区域内部、整个部件内部或者两个或多个部件内部。在优选实施方案中，所述蒸发区域位于独立部件内部或者位于一个部件的区域内部。所述蒸发区域可位于柱如散堆柱、喷雾塔、垂直或倾斜或水平设置且具有圆形或有角横截面的管，或者其他合适的设备。

[0144] 在本发明装置的特别优选的实施方案中，所述蒸发区域构造成具有内件的饱和器。在本发明上下文中，饱和器意指富含一种流体料流且第二流体达到饱和的装置。在本发明的上下文中，流体意指液态或气态介质或其混合物。在相应操作条件下，并非必须获得饱和。在这种情况下，饱和器中的 ( 载气 ) 气流富含水蒸气。

[0145] 借助内件可增大传质面积。这些内件可为有序填料和散堆床。其可为规则的或不规则的、涂覆的或未涂覆的。可使用工业生产的由金属、塑料或陶瓷制成的有序填料或散堆

床，石块或其他天然材料制成的散堆床，或其组合。优选所述内件是水润湿性的。同样优选所述内件具有高比表面积。同样优选所述内件具有低压降。特别优选内件由塑料制成。在合适的实施方案中，使用塑料制成的纤维，例如呈编织物、无纬织物、纺织物、成圈针织物或拉取线圈针织物形式。特别合适的那些是由水润湿性塑料纤维制成的拉取线圈针织物，这是因为拉取线圈编织物不仅具有高比表面积，而且具有低压降。

[0146] 所述内件可占据垂直于载气流流动主方向的蒸发区域的部分横截面或整个横截面。在这种情况下，它们降低了气体和液体流过的横截面，优选降低 50-1%，特别优选降低 10-1%。合适内件的选择和尺寸是本领域技术人员所已知的。

[0147] 在本发明装置的另一优选实施方案中，所述蒸发区域设置成漂浮于水体如海上的环形体形式。不仅所述环形体的基底，而且其横截面均可为多边形的、椭圆形的或圆形的。基底和 / 或横截面的优选形状为圆形。在下文中，该轮胎形或环状体称为环。

[0148] 所述环的水平（圆形）截面在下端区域中通过基底密封从而与水体隔离，以使得所述环与基底包封原水池。在所述环的环形空间（垂直（圆形）横截面）中，原水和载气以逆流方式传输。在优选实施方案中，其中发生冷凝的换热器设置成垂直圆柱状外罩，下文也称为塔，其由所述环机械稳定。在特别合适的实施方案中，所述塔和环同轴设置。在特定实施方案中，塔和环同心设置。塔与环之间的区域被覆盖物（太阳能传递体）完全覆盖或者用覆盖物连接。前文已述的内容也适用于所述覆盖物。在原水池的原水表面与所述覆盖物之间，来自所述环的预饱和载气可流过原水池，在这种情况下，其可额外富含水蒸气，因此传输至塔中。该进料尤其以螺旋状进行。

[0149] 所述环由耐原水腐蚀且确保环、塔和基底的装置漂浮于所提供的原水上的所需浮力的材料制备。优选所述环由塑料如 PU、PVC、聚酯、聚酰胺或玻璃纤维增强塑料 (GRP) 制备，特别优选由玻璃纤维增强塑料 (GRP) 制备。特别优选本发明装置的至少外壁包含塑料，如 PU、PVC、聚酯、聚酰胺或 GRP，尤其优选 GRP。

[0150] 在本发明的装置中，所述载气借助自然对流传输通过蒸发区域，且随后通过冷凝区域。

[0151] 自然对流利用了气体或载气由于密度差从温暖区域传输至冷区域的物理效应。通过在一个区域中加热或回暖，且在另一区域中冷却而保持密度差。根据本发明，自然对流效应通过水蒸气由于温度梯度而在所述载气中具有不同含量而得以增强。由于水蒸气具有比载气（除甲烷之外）更低的密度，潮湿载气比干燥载气更轻。因此，潮湿载气自然向上流动，相反干燥载气下降。所述载气仅借助密度差效应传输通过本发明装置。因此，不需提供机械能以传输载气流。然而，任选可额外提供风扇以辅助气体流动，例如在启动时或在不利气候条件下。

[0152] 为了确保所述载气自然对流，气体负载因子 F 优选为 0.1-10$Pa^{1/2}$，对应于 $10 \leqslant Re \leqslant 10^9$。甚至更优选气体负载因子 F 为 0.5-5$Pa^{1/2}$，对应于 $10^3 \leqslant Re \leqslant 10^8$。特别地，气体负载因子 F 为 1-3$Pa^{1/2}$，对应于 $5*10^4 \leqslant Re \leqslant 5*10^6$。

[0153] 气体负载因子 F 已在上文详细阐述，此处引用上文描述。

[0154] 根据本发明使用的载气可为在操作条件下为气态的物质和物质的混合物。这些包括例如空气、二氧化碳和氮气及其混合物。在本发明装置的优选实施方案中，所述载气为空气。所提供的载气的含水量优选不超过 70 体积 %。例如为 10-45 体积 %，优选为 20-35 体

积 %。

[0155] 本发明装置的合适实施方案包括用于在冷凝区域之后对载气进行残余减湿的后冷凝器。为了辅助气流的自然对流和 / 或使所述方法更有效，在载气流出冷凝区域或流出逆流式换热器之后，可提供载气的残余减湿。

[0156] 本发明装置的同样合适的实施方案包括另一换热器，其通过进一步冷却从蒸发区域中取出的原水而预热供入所述装置中的原水。或者，所提供的原水的该预热还可通过与从所述方法中取出的浓缩原水部分或完全混合而进行。

[0157] 如果从蒸发区域中取出的原水温度比所提供的原水温度高至少 10℃，优选高至少 20℃，尤其是高至少 30℃，则在进入用于冷凝的换热器之前，可用从所述蒸发区域中取出的原水预热供入所述装置中的原水。为此，可使用适于原水的另一换热器或其他合适的设备。这类设备，尤其是换热器的选择和尺寸是本领域技术人员所熟知的。

[0158] 特别优选本发明方法在本发明装置中实施。

[0159] 本发明还涉及可通过本发明获得的和 / 或在本发明装置中获得的纯水作为饮用水、杂用水或脱盐生产用水的用途。

[0160] 可根据本发明获得的纯水可进一步用作杂用水或者用作饮用水。杂用水用于特定工业、商业、农业或家用用途。与饮用水不同，其不用于人类消费，然而应具有特定的最低卫生水平。与此不同，饮用水必须满足高品质要求以使其适于人类消费。饮用水或杂用水的处理方法取决于所述原水或纯水中所存在的待除去的物质，以及取决于所述原水或纯水中所缺乏的待添加的物质。适于获得饮用水和杂用水的常规化学和 / 或物理处理方法是本领域技术人员所已知的。

[0161] 生产用水是操作或维持工业方法所需的一类杂用水。根据本发明获得的纯水通常已满足品质要求，因此进一步处理以用作脱盐生产用水可能是多余的。

[0162] 如果根据本发明获得的纯水需要完全软化以用于其它应用，例如用作生产用水，例如在 25℃下具有小于 5μS 电导率，则任选可在负载载气进入换热器以在步骤 h) 中冷凝之前提供除沫器。

[0163] 相对于现有技术，本发明方法提供了重要的优点：

[0164] 由于不同于 MEV 或 MSF 法，本发明方法使用了载气，可在一个装置中实施多级逆流式方法。此外，不同于 MEV 或 MSF 法，在所述换热器的任何点均不发生过饱和，因此避免了可限制换热器产量或导致失效的结壳。此外，避免了例如如 DE19620214、DE102005046643 和 DE102004005689 所述的方法以及露点蒸发法所需的显著的载气传输费用，这是因为本发明方法利用自然对流传输载气。此外，所述方法彻底对污垢和结垢不敏感。由于基本上所有与盐水接触的内件（如饱和器中的内件或者所述原水池的覆盖物）对污垢不敏感且此外清洁简单，所述方法不需复杂且昂贵的盐水预处理如膜法、Memstill 法或者 MEV 或 MSF 法。根据本发明，使用由廉价材料制备的简单部件。此外，所述方法对操作中的故障不敏感，且基本上独立地运行，因此几乎不需要任何操作人员。因此，还适用于偏远地区或发展中国家。

[0165] 下文将参照附图 1-6 更详细地描述本发明方法和本发明装置。

[0166] 图 1 显示了本发明方法的流程图。

[0167] 图 2 示意性地显示了其中循环有载气且使用辅助电源的实施方案。

[0168] 图 3 示意性地显示了具有原水储槽的实施方案，其中使用太阳能加热以提供热

量。

[0169] 图 4 示意性地显示了具有两级载气流饱和的实施方案。

[0170] 图 5 示意性地显示了呈具有塔和环的岛形式的实施方案。

[0171] 图 6 显示了图 5 中所示的实施方案的俯视图。

[0172] 图 1 显示了本发明方法的流程图。这不仅显示了本发明所必需的工艺步骤以及任选的工艺步骤（虚线）。其他工艺步骤可由特定实施方案获得，例如通过工艺步骤的多级设计。

[0173] 本发明方法基本上使用两种物料流操作：一股原水流和一股载气流。负载有水蒸气的载气在下文中也称为蒸气。所述载气和原水原则上以逆流方式传输。

[0174] 可从图 1 的流程图看出，本发明方法基本上包括三个工艺步骤：传热或冷凝、供热和蒸发。

[0175] 任选对所提供的原水如海水进行预处理，例如传输通过过滤器和 / 或通过添加合适的抗生物沉积物的活性成分调节。所述原水也可交替地或随后进行预热。

[0176] 将原水供入传热（冷凝）。在该步骤中，原水与负载有水蒸气的载气相对地（即逆流地）传输，其中将所述载气冷却。在冷却期间，水蒸气从负载载气中冷凝出。作为纯水取出冷凝物。所得纯水主要为软化水。然而，可存在最低量的盐，所述盐源自所述蒸气夹带的原水液滴。取决于应用和要求，在用作饮用水或生产用水之前进行处理。

[0177] 通过传热，所述原水不仅由所述载气所释放出的热量加热，而且由所述纯水的冷凝热加热。借助逆流通过，储存在载气中的最大能量可释放进所述原水中。有利地，所述原水，尤其是载气的反混尽可能低，因此获得多级结构效果。

[0178] 随后，将由此基本上预热至所述载气温度的原水进一步在供热工艺步骤中进一步加热。热量可例如通过常规太阳能集热器在被太阳能传递体所覆盖的原水池中提供，或者通过换热器提供（借此例如由其他方法提供废热）。然后将由此加热的原水供入蒸发。在该步骤中，其与上升的载气逆流地流入底部相中。在这种情况下，原水将热量和水蒸气释放至上升的载气流中。在底部相中取出冷却的原水并使其通回至例如海中。取出的原水还可任选完全或部分用于所提供的原水的第一预热中。所提供原水的该预热可通过使用在换热器中由所述方法取出的浓缩原水，或者通过将这两股原水流部分或完全混合，或者优选在换热器中进行。

[0179] 使所述载气与原水逆流地通过本发明工艺。使未负载的载气进行第一工艺步骤—蒸发。此时，使仍未负载的载气与加热的原水逆流地接触。在该操作中，所述载气吸收来自于原水的水蒸气。通过载气的升温和逆流流动，所述载气的吸水能力得以提高。

[0180] 温度的升高和水蒸气的富集通常导致气体密度降低。由此负载有水蒸气的载气上升。所述蒸气越多、越热、越富含水蒸气且冷凝区域与蒸发区域之间的高度差越大，则该自然对流效应就越显著。因此，由蒸发区域至热交换或者至冷凝区域的上升蒸气的热损失应保持尽可能低，例如通过合适的绝热。

[0181] 或者，负载有水蒸气的载气可通过换热器上游的供热或冷凝进一步加热和饱和。

[0182] 在所述换热器中或者在所述冷凝区域中，使蒸气冷却。在冷却期间，水蒸气从所述蒸气中冷凝出。如果所得纯水需要完全软化以用于进一步的应用，则任选可在所述载气进入换热器的上游提供除沫器。取出减湿的载气且可任选进行残余减湿。（残余）减湿的载

气可流出或者传输回所述方法中。

[0183] 除了由于所述装置的结构所导致的压降之外，所述方法在一定的压级和低于所述原水沸腾温度的温度下操作。本发明方法优选不需要任何机械能以传输气流。使所述载气借助自然对流传输通过方法级。这可包括单次通过载气或者载气回路。仅需要机械能以将所述原水传输通过方法级。

[0184] 基于所得纯水的量，所述方法由于逆流流动，需要比单级蒸发更少的能量。气流的富集或饱和所需的能量基本上在冷凝中再次回收。

[0185] 本发明装置的合适和优选实施方案示于图 2-6 中。所示实施方案并非意欲将本发明限制于此，而是阐述本发明。在图 2-6 中，使用如下附图标记：

[0186] A 所提供的原水

[0187] B 所提供的载气

[0188] C，C’ 富含水蒸气的载气

[0189] D 减湿的载气

[0190] E，E’ 浓缩的原水

[0191] F 纯水

[0192] G 预热的原水

[0193] H 加热的原水

[0194] 1 海洋水体

[0195] 2 原水取出口

[0196] 3 原水泵

[0197] 4 逆流式换热器（冷凝器）

[0198] 5 用于供热的换热器

[0199] 6 原水池

[0200] 7 太阳能传递体

[0201] 8 蒸发区域或饱和器

[0202] 9 拉索

[0203] 10 基底

[0204] 标记有’号的料流 C’ 和 E’ 各自来自两级蒸发或饱和的第一级。

[0205] 图 2 示意性地显示了其中循环有载气的优选实施方案。

[0206] 在图 2 所示的实施方案中，经由原水取出口 2 从海洋 1 中取出原水。将所提供的原水 A 借助泵 3 供入逆流式换热器 4（下文也称为冷凝器 4）中。使原水 A 在管或盘管中通过冷凝器 4。在这种情况下，原水的主要流动方向为由下至上。在冷凝器 4 的上部区域中取出预热的原水 G。然后在用于供热的换热器 5 中进一步加热。由此使加热的原水 H 通入蒸发区域 8（下文也称为饱和器 8）中。在饱和器 8 中，将原水由顶部喷雾进从底部流入的载气 D 中。饱和器 8 也可进一步包括增大传质面积的内件。所述载气在饱和器 8 中吸收来自所提供的加热原水 H 且呈水蒸气形式的水。由此使原水浓缩且所述载气富含水蒸气。在饱和器 8 的底部相中取出浓缩的原水 E 并通回至海洋 1 中。富含水蒸气的载气 C 从顶部离开饱和器 8。由此传输至冷凝器 4 的上部区域中。富含水蒸气的载气 C 相对于所提供的原水 A 的主要流动方向（即基本上由上至下）流经冷凝器 4。在流经冷凝器 4 时，所述水蒸气的

尽可能多的比例从载气中冷凝出。在冷凝器 4 的基底处收集冷凝水，并作为纯水 F 取出。使在冷凝器 4 中减湿的载气 D 从冷凝器 4 的下部区域流出并返回至饱和器 8 的下部区域中。

[0207] 以此方式实现载气的循环。取决于所述装置的结构和气密性，在所述载气进入饱和器 8 的上游额外供入干燥载气。

[0208] 图 3 示意性地显示了一个具有原水储槽的实施方案，其中使用太阳能加热以提供热量。

[0209] 如图 3 所示，将原水经由原水取出口 2 从海洋 1 中取出。将所提供的原水 A 借助泵 3 供入冷凝器 4 中。原水 A 在管或盘管中传输通过冷凝器 4。在这种情况下，原水的主要流动方向为由上至下。在冷凝器 4 的下部区域中取出预热的原水 G。使预热的原水从冷凝器 4 中流出并进入原水池 6 中，在原水池 6 中将其进一步加热。原水池 6 借助太阳能传递体 7 利用太阳能加热以加热原水。使加热的原水 H 由原水池 6 中流出并进入饱和器 8 中。在饱和器 8 中，将加热的原水 H 从上部喷雾进从底部流入饱和器 8 中的所提供的载气 B 中。饱和器 8 还可进一步包括增大传质面积的内件。所提供的载气 B 在饱和器 8 中吸收来自原水的呈水蒸气形式的水。这将原水浓缩并使所述载气富含水蒸气。在饱和器 8 的底部相中取出浓缩的原水 E 并将其通回至海洋 1 中。富含水蒸气的载气 C 从顶部离开饱和器 8。由此通入冷凝器 4 的下部区域中。富含水蒸气的载气 C 相对于所提供的原水 A 的主要流动方向（即基本上由下至上）流经冷凝器 4。在流经冷凝器 4 时，所述水蒸气的尽可能多的比例从载气中冷凝出。在冷凝器 4 的基底处收集冷凝水，并作为纯水 F 取出。使在冷凝器 4 中减湿的载气 D 从冷凝器 4 的顶部排入环境中。

[0210] 在尤其优选的实施方案中，饱和器 8 设置在塔的下部区域中。冷凝器 4 位于所述塔的上部区域中。该结构将所述载气覆盖通过本发明装置的路径降至最低。任选利用自然对流效应。

[0211] 图 4 示意性地显示了一个具有载气流的两级饱和的实施方案。

[0212] 如图 4 所示，将原水经由原水取出口 2 从海洋 1 中取出。将所提供的原水 A 借助泵 3 供入冷凝器 4 中。原水 A 在管或盘管中传输通过冷凝器 4。在这种情况下，原水的主要流动方向为由上至下。在冷凝器 4 的下部区域中取出预热的原水 G。使预热的原水从冷凝器 4 中流出并进入原水池 6 中，在原水池 6 中将其进一步加热。原水池 6 借助太阳能传递体 7 利用太阳能加热以加热原水。在第一级中，使已部分饱和有水蒸气的载气 C’ 在原水池 6 的原水表面与太阳能传递体 7 之间通过。在此期间，部分饱和有水蒸气的载气 C’ 进一步吸收来自原水的呈水蒸气形式的水。使加热的且已稍微浓缩的加热原水 E’ 从原水池 6 中流出并进入饱和器 8 中。在饱和器 8 中，将原水 E’ 从顶部喷雾进由底部流入饱和器 8 中的所提供载气 B 中。饱和器 8 还可进一步包括增大传质面积的内件。所提供的载气 B 在饱和器 8 中吸收来自原水 E’ 的呈水蒸气形式的水。在饱和器 8 的底部相中取出进一步浓缩的原水 E 并将其通回至海洋 1 中。富含水蒸气的载气 C’ 从顶部离开饱和器 8，并将其通过原水池 6 的原水表面。在此期间，其进一步富含水蒸气。然后，使富含水蒸气的载气 C 通入冷凝器 4 的下部区域中。使富含水蒸气的载气 C 相对于所提供的原水 A 主要流动方向（即基本上由下至上）流经冷凝器 4。在流经冷凝器 4 时，所述水蒸气的尽可能多的比例从载气中冷凝出。在冷凝器 4 的基底处收集冷凝水，并作为纯水 F 取出。使在冷凝器 4 中减湿的载气 D 从冷凝器 4 的顶部排入环境中。

[0213] 在该实施方案中，所述载气流在两级中富集水蒸气。在第一级中，使所述载气以与原水逆流地通过一个饱和器。在第二级中，利用太阳能加热，其不仅用于加热原水，而且也用于加热载气。由此，水可以以升高的程度以水蒸气形式从所述原水转移至同样加热的载气中。在该实施方案中，特别有效地利用太阳能加热。

[0214] 图 5 示意性地显示了一个呈具有塔 (4) 和环 (8) 形式的本发明实施方案。图 6 显示了图 5 所示的实施方案的俯视图，其尤其描述了原水和载气的流动。

[0215] 图 5 所示的岛漂浮于所提供的原水或海洋 1 上。在所示的实施方案中，在垂直塔中设置有用于冷凝的逆流式换热器（简称为冷凝器 4）。所述塔基本上为设置于所述环中的圆柱形外罩。本发明逆流式蒸发区域 8 位于所述环中。所述环为具有椭圆形，尤其是圆形横截面的环形体。塔和环优选同轴设置。所述环的水平（圆形）横截面在下部区域中用基底 10（例如绝热膜）以使得所述环和基底包封原水池 6 的方式密封，从而与海洋隔离。在此处所示的实施方案中，塔和环之间的区域（即原水池 6）完全由覆盖物连接。所述覆盖物基本上包含太阳能传递体 7。原水池 6 和太阳能传递体 7 形成第二蒸发区域。该装置以使得确保漂浮在海水上所需的浮力的方式组装。

[0216] 在图 5 所示的实施方案中，经由位于所述装置下方的原水取出口 2 从海洋 1 中取出原水。将所提供的原水 A 经由泵 3 供入冷凝器 4 中。使原水 A 在管或盘管中通过冷凝器 4。在这种情况下，所述原水的主要流动方向为由下至上。在冷凝区域的上部区域中取出预热的原水 G。使预热的原水 G 从冷凝器 4 的顶部向下流出所述冷凝区域并进入原水池 6 中。在原水池 6 中，借助太阳能传递体 7 进一步加热所述原水。在第一级中，使已部分饱和有水蒸气的载气 C’ 在原水池 6 的原水表面与太阳能传递体 7 之间通过。在此期间，部分用水蒸气饱和的载气 C’ 进一步吸收来自于所述原水的呈水蒸气形式的水。

[0217] 原水和载气流的流动还可参照附图 6 在下文中进一步阐述。使经加热的且已稍微浓缩的原水 E’ 由原水池 6 通入所述环内部的蒸发区域 8 中。在蒸发区域 8 中，使载气 D 以逆流方式传输通过原水 E’ 的表面。在这种情况下，载气 D 吸收来自原水 E’ 的呈水蒸气形式的水。将进一步浓缩的原水 E 从蒸发区域 8 中直接排入海洋 1 中。有利地将浓缩原水 E 通入海洋 1 中的位置设置在离原水出口 2 足够远的距离，例如对应于本发明整个装置的半径。基本上饱和有水蒸气的载气 C’ 离开蒸发区域 8 并通过原水池 6 的原水表面。在此期间，所述载气进一步富集水蒸气。使进一步富含水蒸气的载气 C 通入所述塔的下部区域中。其在外部通过所述冷凝区域并进入冷凝器 4 的上部区域中。该进料可例如直接且基本上向上地在所述冷凝区域的外部与所述塔的内壁之间或者围绕圆柱设置的冷凝区域由下至上螺旋地进行。将富含水蒸气的载气 C 由上部供入冷凝器 4 中，并与所提供的原水 A 的主要流动方向相对地（即，基本上由上至下）流过。在流过冷凝器 4 时，尽可能多的水蒸气从所述载气中冷凝出。在冷凝器 4 的基底收集冷凝水并作为纯水 F 取出。将在蒸发器 4 中减湿的载气 D 由冷凝器 4 再循环回蒸发区域 8 中。

[0218] 在图 5 和 6 所示的实施方案中，载气流在两级中富集水蒸气。在第一级中，所述载气以与所述环中的原水呈逆流的方式通过。在第二级中，利用太阳能加热，不仅用于加热原水，而且用于加热载气，这能特别有效地使所述载气富含水蒸气。

[0219] 为了提高原水与载气之间的传质和传热，可在所述环中提供适于提高传递面积的内件。此处，关于内件的应用和适合性，也适用于上文所述的内容。

[0220] 图 5 和 6 中所示的实施方案特别适用于距离海岸一些距离的大型水体和在（小）岛上的水源。

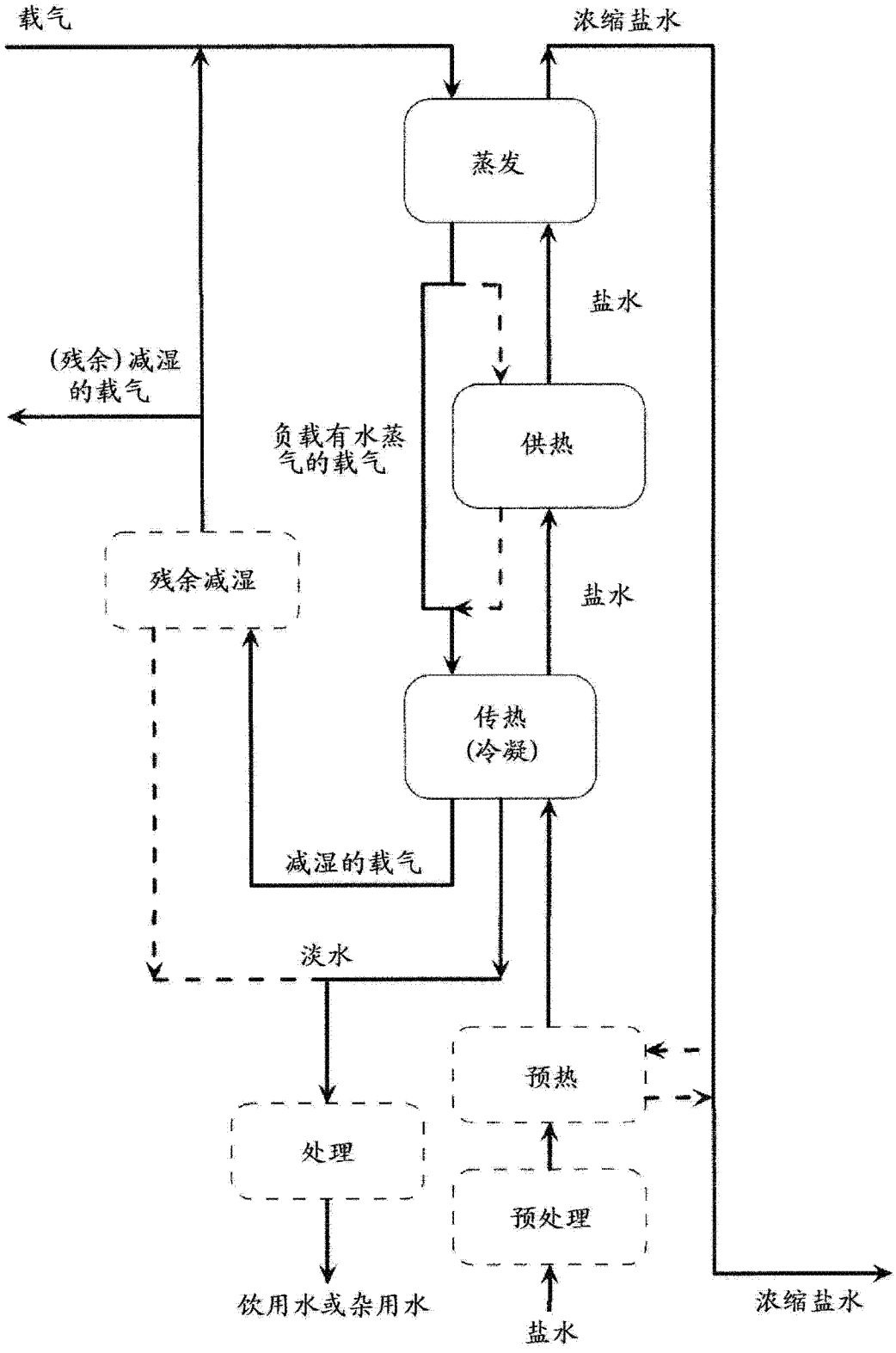

载气
浓缩盐水
蒸发
盐水
(残余)减湿
的载气
负载有水蒸
气的载气
供热
残余减湿
盐水
传热
(冷凝)
减湿的载气
淡水
预热
处理
预处理
饮用水或杂用水
盐水
浓缩盐水

图 1

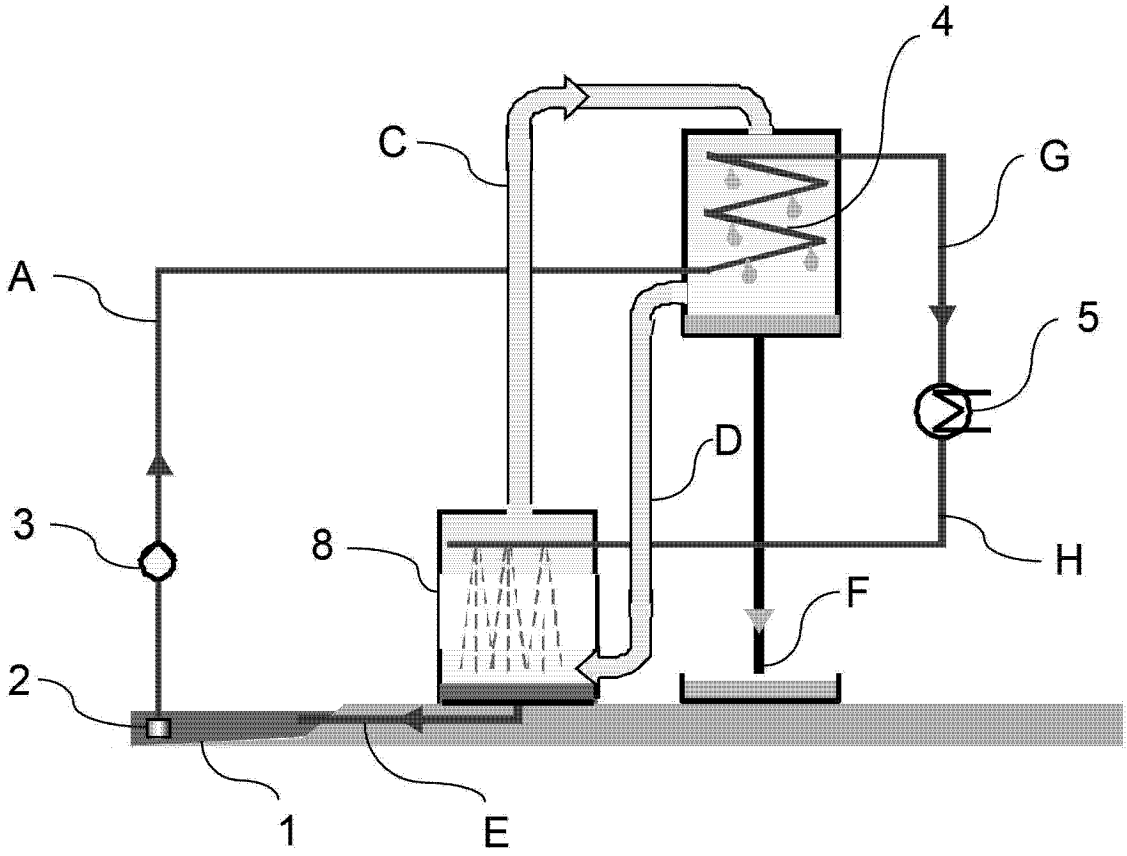



图 2

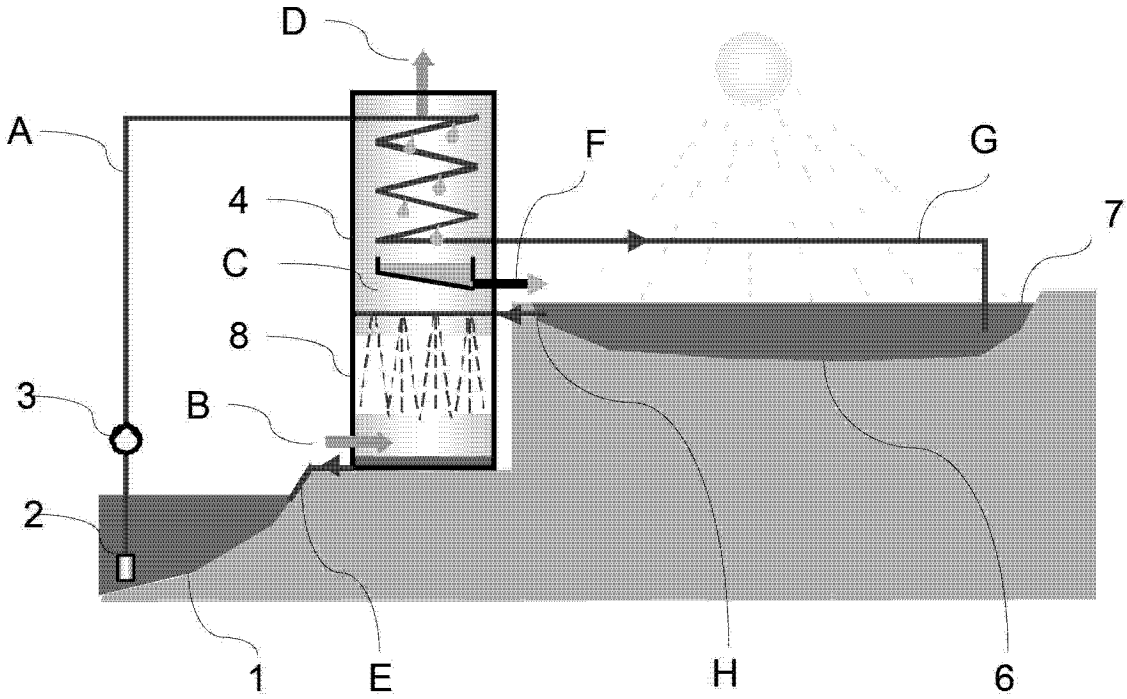



图 3

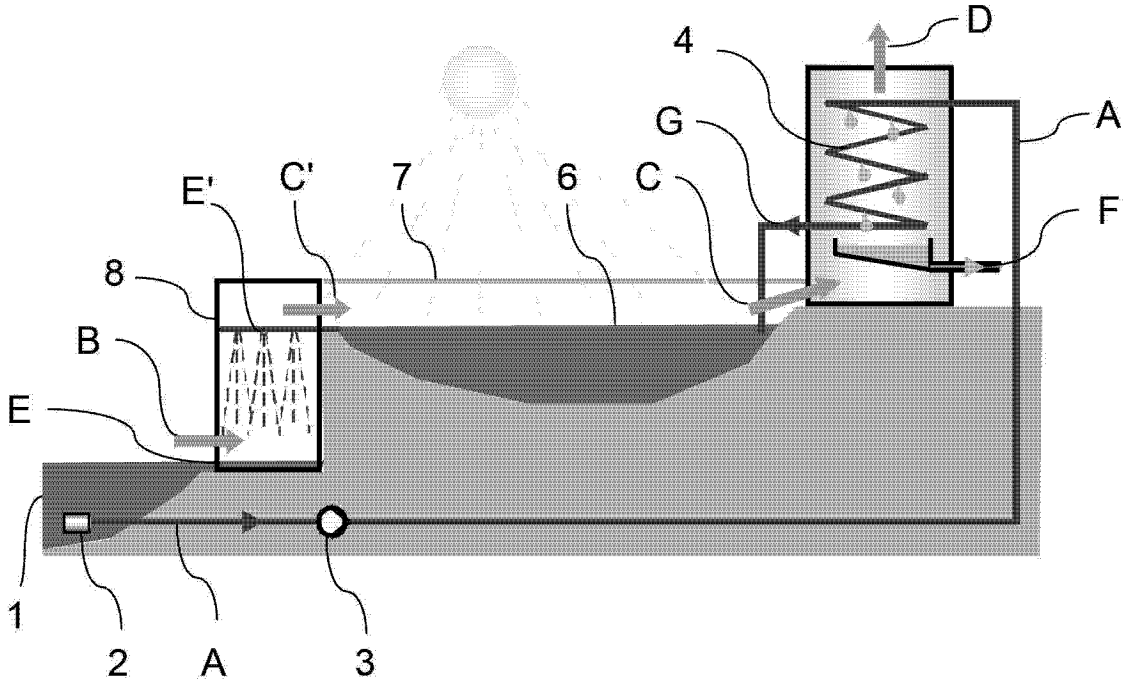



图 4

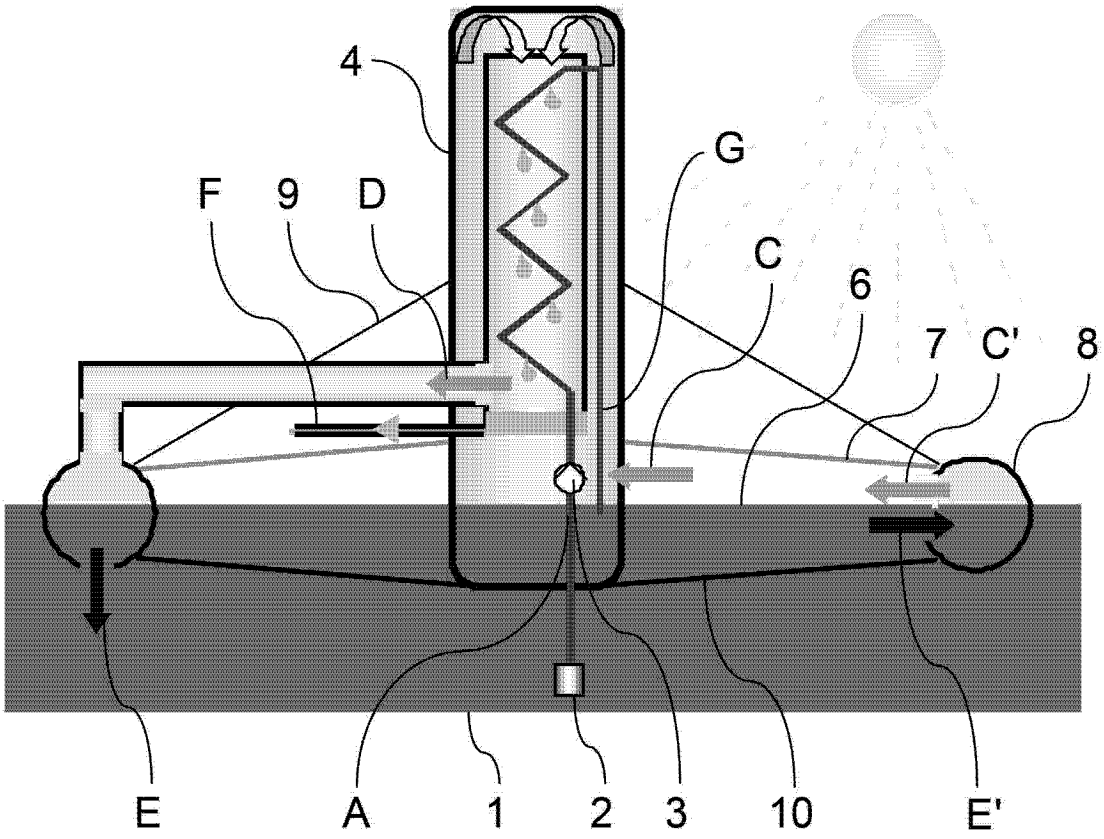



图 5

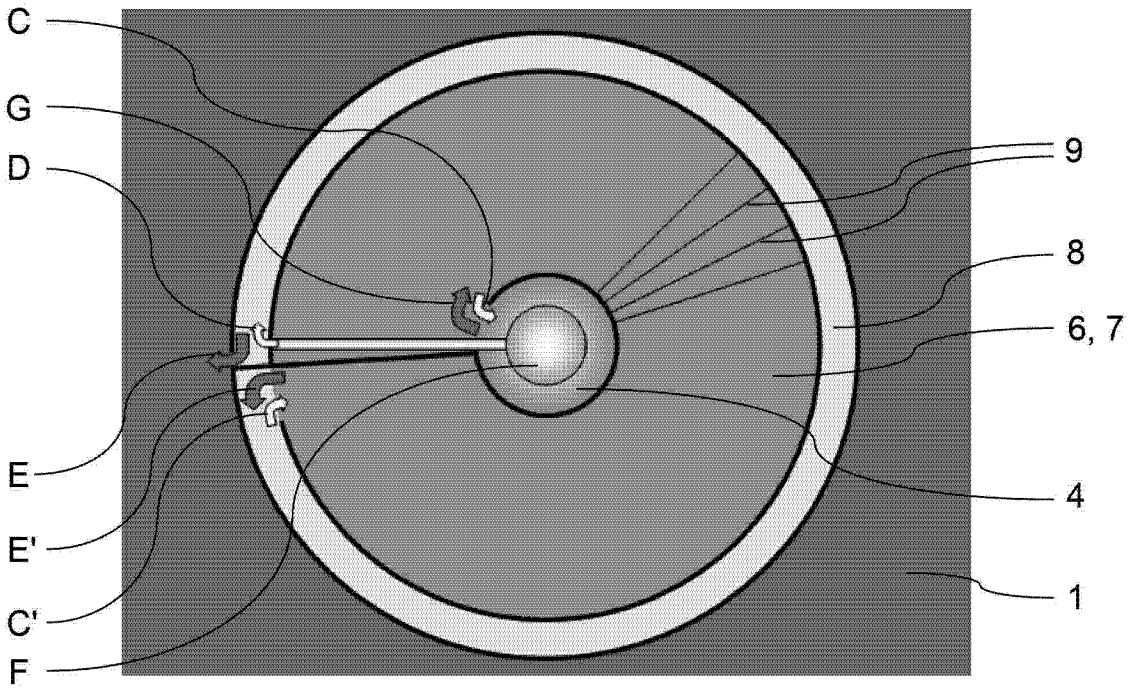



图 6