

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F25B 15/14 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480013995.X

[43] 公开日 2006年6月21日

[11] 公开号 CN 1791773A

[22] 申请日 2004.5.21

[21] 申请号 200480013995.X

[30] 优先权

[32] 2003.5.21 [33] DE [31] 10324300.3

[86] 国际申请 PCT/EP2004/005504 2004.5.21

[87] 国际公布 WO2004/104496 德 2004.12.2

[85] 进入国家阶段日期 2005.11.21

[71] 申请人 马卡泰卡有限公司

地址 德国辛德尔芬根

[72] 发明人 托马斯·魏默 米夏埃尔·哈克纳

汉斯·哈塞 诺贝特·施特罗

埃克哈特·瓦利察

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 朱登河 王学强

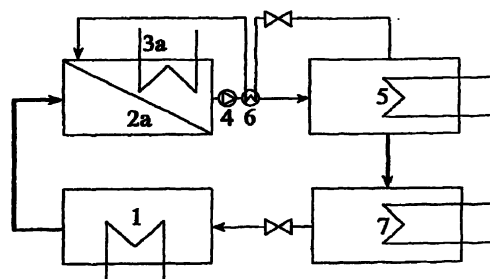
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

热力设备及其工作原理

[57] 摘要

本发明涉及一种热机及其在不同温度下吸收和释放热能的方法，所述装置包括至少一个热力设备(1、1a、2a、5、5a、7)，其中至少两个传热的相通过至少一个膜(13)隔开。



1. 一种用于在不同温度下吸收和释放热能的热力设备，这种设备至少具有一台热力装置（1，1a，2a，5，5a，7），至少有两相用于导热，采用至少一台膜装置（13）分割两相。

2. 按照要求1所述的热力设备，其至少有一种冷却介质通过至少一台膜装置。

3. 根据要求1或2所述的热力设备的至少一台膜装置（13）是所谓的“微孔膜”或所谓的“溶剂渗透式膜板”或这两种膜板的改型产品，类型为空心纤维或薄膜，并且为了再获得高的表面密度可采用管束、垫或堆积的结构。

4. 根据1—3中的任一项要求所述的热力设备，热力设备的膜装置的结构对于在相中的至少一个部分是可通过的。

5. 根据1—4中的一项要求，热力设备至少具有一台热力装置（1，1a，2a，5，5a，7），包括用于传递在恒温处理状态的至少一相热交换器。

6. 按照要求5，热力设备的至少一台热力装置（1，1a，2a，5，5a，7）内安装了热交换器（3a，3b，3c）。

7. 按照要求5，热力设备的至少一台热力装置（1，1a，2a，5，5a，7）外安装了热交换器（3a）。

8. 根据1—7中的一项要求，热力设备的热交换器（3a，3b，3c）为管子（14）。

9. 根据1—8中的一项要求，热力设备膜板之间的空间要密封并且特别是在该空间内安装了管子（14）。

10. 根据1—9中的一项要求，热力设备的至少一台热力装置是蒸发器（1，1a）。

11. 根据1—10中的一项要求，热力设备的至少一台热力装置是冷凝器（7）。

12. 根据1—11中的一项要求，热力设备的至少一台热力装置是吸收器（2a）。

13. 根据 1—12 中的一项要求，热力设备的至少一台热力装置是解吸器（5，5a）。

14. 根据 1—13 中的一项要求，热力设备的至少一台热力装置是吸附器（5，5a）。

15. 根据 1—14 中的一项要求，热力设备至少有一台机械压缩机（8）。

16. 根据 1—13 中的一项要求，热力设备的冷却介质是氨，溶剂是水或含水混合物。

17. 根据 1—13 中的一项要求，热力设备的冷却介质是二氧化碳，溶剂是水或含水氨基溶剂。

18. 在不同温度下吸收和释放热能的工作原理是，应用至少由一个膜板（13）隔开的至少两相进行的物质传递。

19. 根据要求 18 的工作原理，至少一种冷却介质通过至少一个膜板。

20. 根据要求 18 或 19 的工作原理，至少一个液态相被恒温处理。

21. 根据要求 18—21 的工作原理，在相中的至少一个部分通过膜板（13）。

22. 根据要求 18—22 的工作原理，在相中的至少一个部分在至少一台热力装置里（2a）被吸收。

23. 根据要求 18—22 的工作原理，在相中的至少一个部分在至少一台热力装置里（2a）被吸收。

24. 根据要求 18—23 的工作原理，在相中的至少一个部分在至少一台热力装置里（1，1a）被蒸发。

25. 根据要求 18—24 的工作原理，在相中的至少一个部分在至少一台热力装置里（7）被冷凝。

26. 根据要求 18—25 的工作原理，一个部分的温度被提高，另一个部分的温度被降低。

27. 根据要求 18—26 的工作原理制冷。

28. 根据要求 18—26 的工作原理在热泵的应用。

-
29. 根据权利要求 18—26 的工作原理在热能转换工作原理中的应用。
 30. 根据权利要求 18—26 的工作原理在压缩式制冷工作原理中的应用。
 31. 根据权利要求 18—26 的工作原理在压缩式热泵工作原理中的应用。
 32. 根据权利要求 18—26 的工作原理在吸收式制冷工作原理中的应用。
 33. 根据权利要求 18—26 的工作原理在吸收式热能传导工作原理中的应用。
 34. 根据权利要求 18—26 的工作原理在吸收式热泵工作原理中的应用。

热力设备及其工作原理

技术领域

- 【1】 该发明涉及一种热力设备以及一种吸收和释放热能的方法，其中至少一个热能释放时的温度高于至少一个热能吸收时的温度。

背景技术

- 【2】 在空调中制冷的传统技术是采用机械驱动的压缩式制冷装置。也可选择采用带有常规管束或板状吸收器的吸收式冷却装置。最近以沸石为基础研发出了吸附式的制冷装置，它的工作过程和吸收式的冷却装置相似。
- 【3】 应用冷却装置可实现在低温下吸收热能并在高温时释放热能。其效能在于低温下吸收热能。应用热泵可以实现相同的过程，但热泵的效能在于在高温时释放热能。除此之外还有其它的转型产品，如热能转换器。这种装置可实现在中等温度下吸收热能并在高温（有效热）和低温（余热）下释放热能。
- 【4】 这里将以冷却装置为例，描述其普通的工作原理。其可相应地应用于前面所提到的热泵和热能转换器的工作原理。
- 【5】 无论是吸附式、吸收式冷却装置还是压缩式制冷装置都需要一个蒸发器和冷凝器。蒸发器通过在低温低压时的蒸发从被冷却物体中吸收热能。在冷凝器中，制冷剂在环境温度下被压缩到较高的压力后凝结，从而将热能排放到环境中。相比之下，在一个压缩式制冷装置中，由机械驱动的空气压缩机把制冷剂的蒸汽压缩到冷凝所需的高压，而在一个吸收或吸附式的冷却装置中，这种功能由一个所谓的“热式压缩机”完成。它是一种以冷却的吸附器或吸收器和加热的解吸器组成的溶剂循环体系。吸收器——其中溶剂在低压下吸收制冷剂蒸汽——的工作温度与冷凝器近似。在解吸器里，在高温高压下通过输入热能而使制冷剂从溶剂

中释放出来。如果溶剂是挥发性的，则必须在解吸器后安装一个精馏器，收集所挥发的纯制冷剂蒸汽。

- 【6】 无论是吸收式冷却装置还是压缩式制冷装置都易于受到机械振动的影响。另外，相较于压缩式制冷装置而言，吸附式或吸收式冷却装置的投资费用较高、占地面积较大、且重量较大。
- 【7】 如在吸收式制冷装置中采用挥发性溶剂——例如水，那么必要的精馏设备使投资费用增高并且体积增大。一台吸收式制冷装置的投资费用主要用在换热器上。吸收器——其占整个投资的大约 40%——占据了大部分的总安装传热面积。
- 【8】 由于容易受到机械振动的影响，吸收式制冷装置到目前还没有被应用到移动领域。这种机械上的不牢固性的原因在于：在带有液膜的装置中，热交换器表面的液体浸润受到机械振动的不良影响，因为液体如同一自由的降膜而流过所述的装置。
- 【9】 吸附式制冷装置的主要问题在于吸附器和解吸器的传热效果差。因为在这些装置里没有液体，所以只是通过固定支座的热传导机制和气流来传导热能。这导致吸附式制冷设备的投资成本甚至比吸收式制冷设备的投资成本还要高。
- 【10】 过高的投资费用和体积阻碍了吸收式制冷装置的广泛应用，从而即使在存在有廉价能源的情况下——如可以利用余热的情況下，也经常优选地采用压缩式制冷装置。而压缩式制冷装置的主要缺点在于要消耗大量的机械能。
- 【11】 在德国专利说明书 633 146 中揭示了一种吸收装置，尤其是一种连续工作的吸收式制冷器，其中，来自于蒸煮器/蒸发器的溶剂首先流入一个收集容器，然后直接流入一个具有膜的充满液体的吸收器，在吸收器中，气体穿过膜壁被溶剂吸收。根据此构造，可以避免液体流动方向改变的风险而不需要一个泵。在德国专利 633 146 中所描述的装置是当前应用的无膜片或无模板的扩散吸收式冷却装置的前身。

【12】 在德国专利 195 11 709A1 中描述了一种吸收制冷机，其中的溶剂同时也作为制冷剂，和吸附剂相混合而引入到一个回路中，并且通过一个全蒸发过程从一个高的浓度转化为具有较低浓度的溶液。为了可以与浓度梯度反向地进行物质传送，必须通过同时地对浓的溶液进行加热并且对稀的溶液进行冷却而在所述设备中始终保持一个温差（反向渗透原理）。在此，在装置中的两种溶液由一个半透膜隔开。另外还采用了常规的除汽器和吸收器。

【13】 有鉴于此，该项发明的目的是去除传统工作原理中的缺陷，提供一种经济、紧凑、抗机械振动的装置或一种热泵及其制冷方法。

发明内容

【14】 为了达到本发明的目的，建议采用一种具有权利要求 1 所述的特征的热力设备以及具有权利要求 18 所述的特征的方法。

【15】 本发明涉及一种热机和一种热能释放和吸收的方法。其中至少一个放热的温度大于至少一个吸热的温度。

【16】 热能的释放和吸收通过至少一个热力装置而实现，所述热力装置具有至少一个把两个相隔开的膜。制冷剂穿过该膜而进行传送。在本发明的另一个优选实施方式中，可以设计：在至少一个热力装置内，通过一个热交换器而对至少一个相进行加热或冷却。

【17】 本发明的其它有利发展可通过从属权利要求获得。

【18】 通过本发明，根据热机的设计，提供了一个用于制冷以及相关目的的在机械上可靠的原理。这种原理可以应用于比如制冷器、热泵以及类似的设备。一种具有本发明热机特征的原理/方法的优点在于：由于其机械上的牢固性，其既可应用于移动领域也可应用于静止场合。

【19】 在至少一个热力装置中，制冷器或供热装置作为热机的一个主要部件，通过多个膜/膜组件将两个液相隔开。同样地，在吸收式制冷器/吸收式热泵中，吸收器和解吸器也可构造成膜装置。这种膜装置是抗机械

振动的。在膜吸收器和/或膜解吸器中，强制对流起控制作用，从而和传统的具有自由液体沉膜的吸收式制冷装置相比，热交换明显地改善了。相对于传统的解吸器/吸收器，其结构体积也减小了。此外，除了改善的传热特征，通过先进的膜，还获得了很高的单位界面的体积面积比，高达 $10000\text{m}^2/\text{m}^3$ 。膜组件中的同时冷却和加热还导致了其他的优点。在一个非常有吸引力的变例中，在膜吸收器中于溶剂和冷却介质之间进行有热交换。

【20】 原则上，能够应用所有已知类型的膜，如扩散膜或微孔膜。在膜解吸器中，通过选择适当的膜材料来实现所需要的物质传递，从而，对于挥发性溶剂——例如水——而言，无需后接一个精馏器。

【21】 类似地，膜组件可用于吸收和压缩装置中的蒸发器或冷凝器。例如，在压缩装置中，在出现了异常的机械振动的情况下，压缩机的运行可靠性增加了。通过在膜和装置的外壳中使用塑料，可大大地降低加工费用。如果需要很高的热应力——例如对于一个解吸器而言，可采用陶瓷的微孔膜。

【22】 本发明的其他优点和设计可通过以下的描述及所包括的附图而得出。

【23】 显而易见的，前面所提到的以及后面将说明的特性不仅可用于所述的组合中，还可用于其他的多种组合或单独地使用，而不会偏僻本发明的范畴。

【24】 通过一个附图中的实施例，示例地描述了本发明，并将参照附图对本发明加以详细的描述。

附图说明

【25】 图 1 示出了一个根据本发明的制冷装置的示意图，其带有一个膜吸收器，该膜吸收器具有一体的制冷装置。

【26】 图 2 示出了本发明另一实施例的冷却装置示意图，其带有受冷却的

膜吸收器和受加热的膜解吸器。

【27】 图 3 示出了本发明另一实施例的冷却装置示意图，其带有受冷却的膜吸收器、一个受加热的膜蒸发器和一个受加热的膜解吸器。

【28】 图 4 示出了本发明另一实施例的冷却装置示意图，其带有一个机械压缩机 8、一个膜蒸发器 1a 和一个冷凝器 7。

【29】 图 5 示出了另一实施例的冷却装置，其带有膜部件和外部的热交换器。

【30】 图 6 示出了本发明的另一实施例，其带有模块结构。

【31】 图 7 示出一个膜吸收器/解吸器的模块结构的分解视图。

具体实施方式

【32】 在图 1 至 5 中示出本发明的各种不同的技术方案。本发明的原理可用于在其中进行相态转换同时伴随有在不同的温度下与环境之间进行热交换的所有情况中。

【33】 图 1 示出了一个根据本发明的制冷装置的示意图，其带有一个受冷却的膜吸收器。在传统的蒸发器 1 里，制冷剂吸收热能而蒸发，蒸汽流向膜装置 2a，在这里穿过所述的膜后被溶剂吸收。出于较好的物质传送的原因，优选地，在膜吸收器 2a 中采用微孔膜。

【34】 膜吸收器另包括有一个热交换器 3a，冷却介质在该热交换器内流过，用于同时冷却所述的溶液介质。通过一个溶剂泵 4 将高浓度的溶液抽吸到一个常规的解吸器 5，在该解吸器中，制冷剂通过加热而蒸发。溶剂导回吸收器中。为了提高能效，可以在所述过程中结合入一个热交换器 6。在一个常规的冷凝器 7 中冷凝释放于解吸器 5 中的制冷剂蒸汽，并在节流后把产生的液体回输到蒸发器中。

【35】 图 2 示出了本发明另一实施例的冷却装置示意图，其带有受冷却的膜吸收器和受加热的膜解吸器。取代图 1 中传统的解吸器 5，采用了一个膜装置 5a 以用于解吸。这个膜装置另包括一个加热介质从中流过的热交

换热器 3b, 用于所述溶剂的加热。如果溶剂是挥发性的, 则可选用这样的
一个膜: 其确保了只有制冷剂才能选择性地传送, 以避免后接精馏。

【36】 图 3 示出了本发明另一实施例的冷却装置示意图, 其带有受加热的
膜吸收器、一个受加热的膜蒸发器和一个受加热的膜解吸器。取代图 1
和图 2 中的传统蒸发器, 在此采用了一个膜装置 1a 以用于蒸发。这个膜
装置还包括有一个加热介质从中流过的热交换器 3c, 用于制冷剂的加热。

【37】 图 4 示出了本发明另一实施例的冷却装置示意图, 其带有一个机械
压缩机 8、一个膜蒸发器 1a 和一个冷凝器 7。这个膜蒸发器还包括一个
加热介质从中流过的热交换器 3c, 用于制冷剂的加热。在此, 所述膜装
置的特殊优点是避免由于液体滴漏而造成的对压缩机的损害。

【38】 由此, 可以根据特定的需要, 在带有热压缩机的吸收式制冷设备中
以及在带有机械压缩机的压缩式制冷设备中, 通过采用集成有热交换器
的膜装置而使用适当的方法以用于制冷。根据需要, 可以用膜装置替代
传统部件中的蒸发器、冷凝器、吸收器和解吸器。在此把热交换器集成
入膜装置中是特别有利的。但也可使热交换器和膜装置在空间上是分开。

【39】 图 5 示出了另一实施例的冷却装置, 其带有膜部件和外部的热交换
器。在此, 溶剂在膜吸收器 2a 的通过率将大大地提高, 且只有少量的流
出溶剂由溶剂泵 4 抽吸到解吸器 5 中。大部分的流出溶剂借助另外的泵
4a 被导回膜装置中, 其中, 溶剂在进入膜装置前通过热交换器 3a 而冷
却。类似地, 膜装置和外部热交换器的组合也可用于加热或冷却解吸器、
蒸发器和冷凝器部件。

【40】 对于这种方法而言的特别有利的制冷剂是氨和二氧化碳。有利地,
采用水或市售的二氧化碳吸收剂, 比如含氨的水溶液。

【41】 所有图 1 到图 5 的装置都可作为热力泵来运行。另外, 热能的吸入
和释放也可以在两个以上的装置中和在两种以上的温度下进行。根据图 1
到图 5, 可以通过热交换器将两个或多个循环相互连接起来。

【42】 一个简单的实施例是如图 1 所示的一个带有膜吸收器的吸收式冷却

装置，其介质对为氨—水。

- 【43】 在移动式空调中，制冷功率在负荷峰值时通常是 7kw。此时纯氨从需要冷却的环境中 ($\Theta_{\min}=2^{\circ}\text{C}$) 吸热，在 $\Theta=-5^{\circ}\text{C}$ 的温度、 $p=3.5\text{bar}$ 的压力下，在蒸发器 1 中蒸发 ($n_{\text{NH}_3}=5.4\text{g/s}$)，并流入膜吸收器 2。在膜吸收器中 ($\Theta_A=45^{\circ}\text{C}$)，气相和液相被膜分开，但氨蒸汽可通过该膜。
- 【44】 在氨蒸汽穿过膜而吸收到溶剂 (氨/水—混合物，进入时 $n_{\text{NH}_3}^{\text{in}}=21.4\text{g/s}$, $X_{\text{NH}_3}^{\text{in}}=0.13\text{ g/g}$, $\Theta=40^{\circ}\text{C}$) 的过程中，通过热交换器 3a 对此洗液进行同步冷却。进入温度 $\Theta=40^{\circ}\text{C}$ 的冷却水流经热交换器 3a 并在吸收过程中被加热。富集了氨的洗液 ($n_{\text{NH}_3}^{\text{rich}}=26.8\text{g/s}$, $X_{\text{NH}_3}^{\text{rich}}=0.31\text{ g/g}$) 由泵 4 抽吸到解吸器 5，该解吸器的压力为 $p=26\text{bar}$ 。为了提高能效，可在解吸器 5 前安装一个溶剂热交换器 6。在这个热交换器里，从解吸器 5 回流往膜吸收器 2 的低氨洗液被冷却，而从膜吸收器 2 流到解吸器 5 的富含氨的洗液被预热。在解吸器 5 中，通过其他的热交换器导入热能，在一个至少为 $\Theta_D=190^{\circ}\text{C}$ 的温度下释放出氨蒸汽 ($n_{\text{NH}_3}=5.4\text{g/s}$)。所形成的氨蒸汽在冷凝器 7 中于 $p=26\text{bar}$ 的压力下 (平衡温度为 $\Theta=60^{\circ}\text{C}$) 冷凝，同时将热能释放到环境中 ($\Theta=40^{\circ}\text{C}$)。为了获得纯氨蒸汽，在解吸器 5 和冷凝器 7 之间连接一个图 1 中未表示出来的精馏柱。在冷凝器 7 中形成的液态氨将回输到蒸发器中。
- 【45】 假设在这个示例中采用了微孔膜，因为膜装置的特征制冷功率超过 3 kW/m^2 ，所以膜的表面积大约为 2 m^2 。在先进的膜模件，可获得远远大于 $500\text{ m}^2/\text{m}^3$ 的单位体积面积，从而使得所导致的吸收器的容积仅为 4 升，因此，这些膜吸收器可有利地应用到移动式空调中。传统的沉降膜吸收器的单位体积面积为 $25\text{ m}^2/\text{m}^3$ ，且其冷却功率大约为 500 W/m^2 。所以，为了达到 7 kw 的冷却能力，传统的沉降膜吸收器所需要的容积为大约 500 升。
- 【46】 在例如 WO 96/17674 A1 和欧洲专利 0 118 760 B1 中说明了可实现所述膜构件的适合的膜装置。

【47】 特别地，溶液扩散膜及微孔膜（疏水的和亲水的）是适合的膜。溶液扩散膜的渗透率很低，因此必须非常地薄，从而只能通过相应的支撑材料才能确保其足够的机械强度。两种类型的膜均可形成为平面膜和空心纤维膜，平面膜的模数高达 $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ，而空心纤维膜的模数高达 $10000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。优选地，本发明中的微孔尺寸位于毫微米的范围内，即介于 $5-1000 \text{ nm}$ 之间。其中，适合地，微孔膜的膜材料为纯的聚丙烯、聚砜、聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯、聚酯、非有机材料（陶瓷、金属）等，或其混合物。

【48】 图 6 示出了本发明的另一实施例，其带有模块结构。从图 6 的平面图中可以看到两个由塑料制成的、带有槽道和置入式空心纤维膜/管的基本模件（模件 1 和模件 2）。

【49】 图 6 的左侧是设置有空心纤维膜 13 的第一模件 M1（气体在投影面中流动），氨流过的部分标为灰色。图 6 的右侧是设置有冷却管 14 的第二模件 M2（制冷剂在图 6 的投影面中流动）。洗液通过中心管道 10 垂直流向投影面。含有洗液的部分标为黑色。气体通过进出管道 12a 垂直地流向投影面。冷却介质通过冷却介质槽道 12b 垂直地流向投影面。所示出的两个模件 M1 和 M2 都可以任意的顺序组合成所谓的层叠。从而，可以设想在两种模件 M1 和 M2 的角上设置钻孔 20（图上未标明），用于容置插销。另外可设想在各个模件之间设置密封件（未详细地示出），在需要时可通过所述的密封件阻断进出槽道 12a 和 12b，以导引液体流过膜或冷却管。

【50】 图 7 是本发明的吸收/解吸模件的一个可能组合的分解视图。其由四个膜单元 16 和一个热交换单元 17 组成。每个叠层的前后端均由端板 15 实现。洗液流经中心槽道 10，气体（氨）流经输入和输出槽道 12a（在图 7 的上下部），而冷却介质流经冷却介质槽道 12b（表示在图 7 的左侧和右侧）。

【51】 从而，本发明提供了一种廉价、紧凑、抗机械振动的热机，所述热

机具有高的界面单位体积面积或膜面积密度，以及具有高的膜通透性。

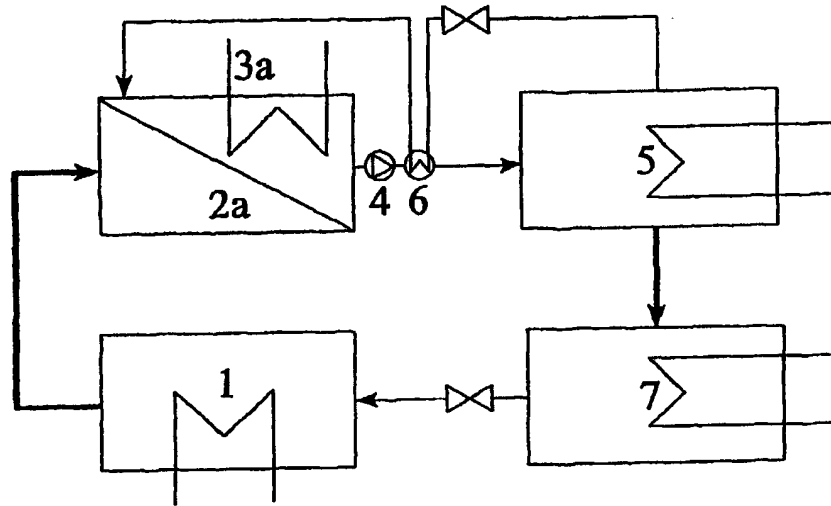


图1

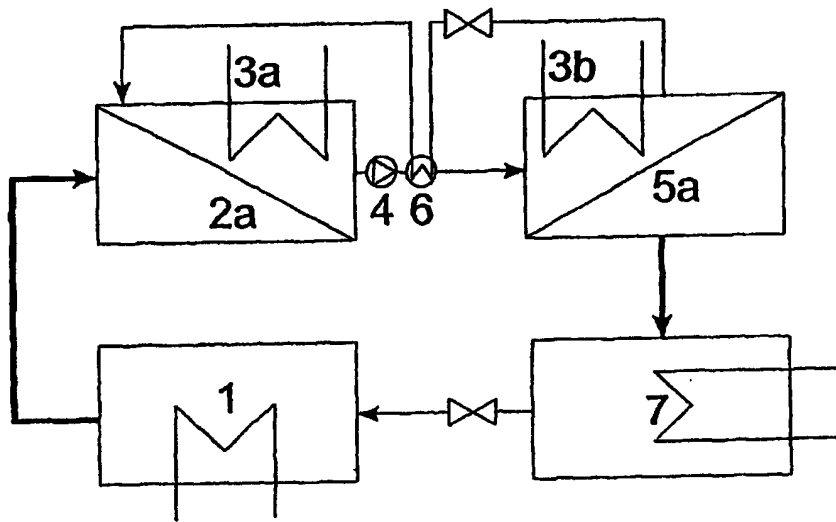


图2

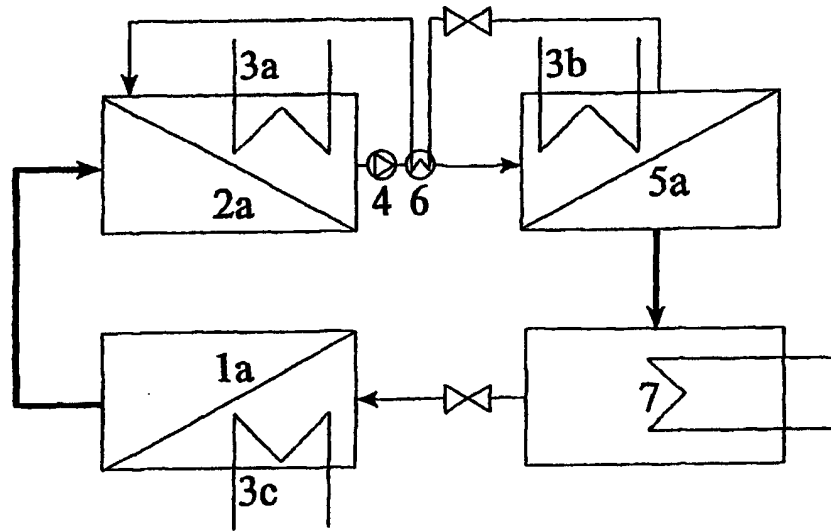


图 3

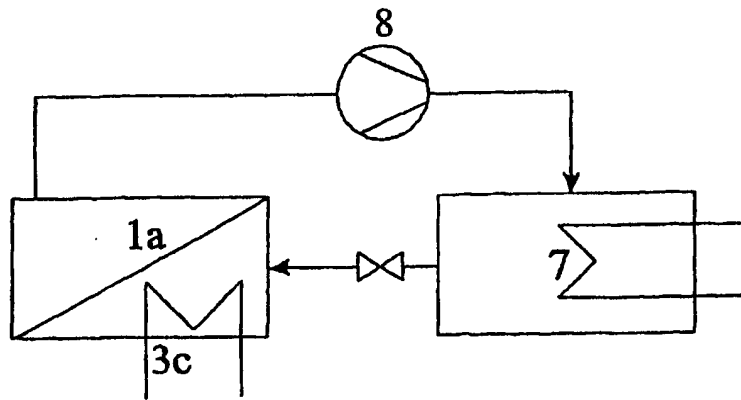


图 4

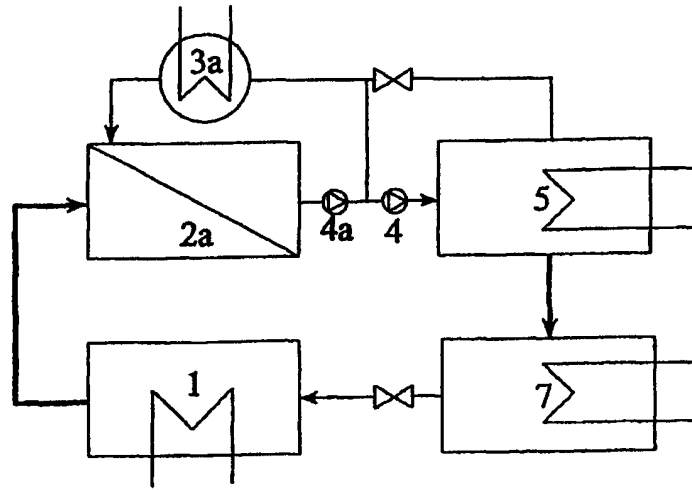


图 5

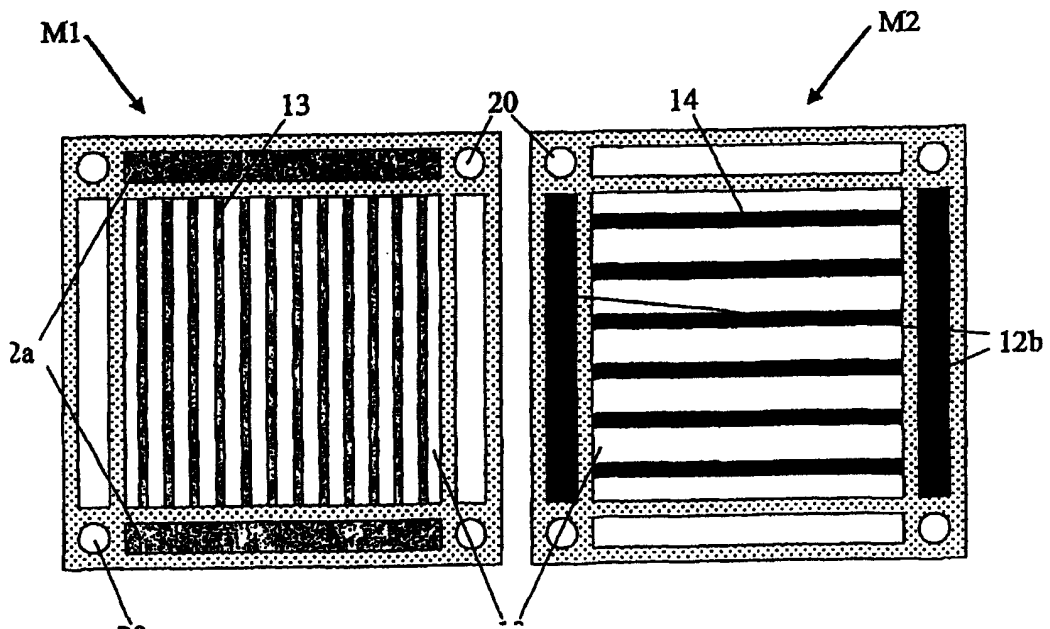


图 6

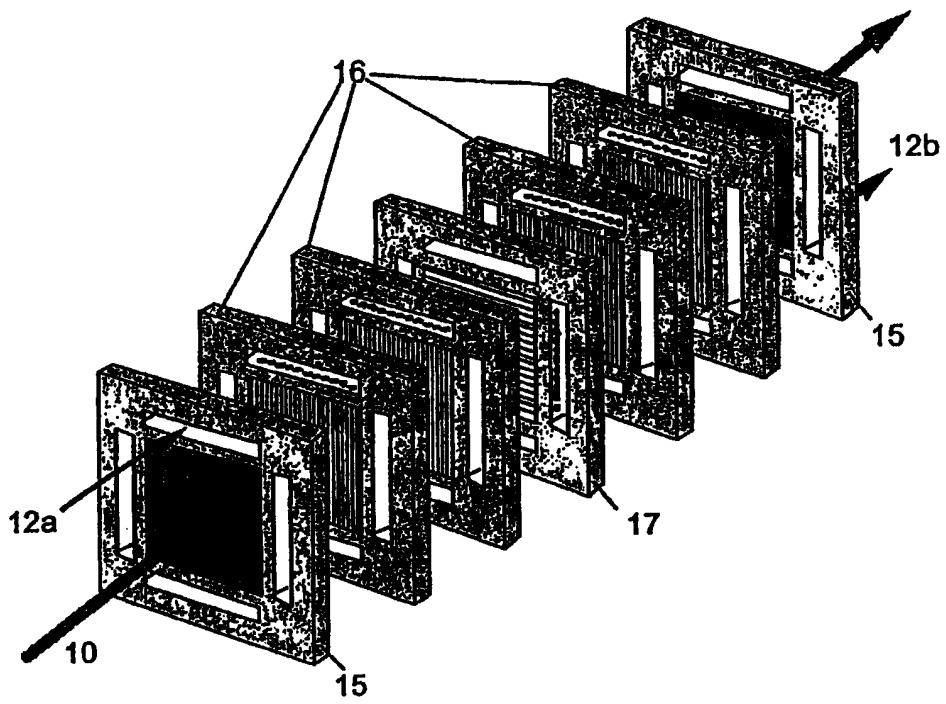


图7