



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780017988.0

[43] 公开日 2009年7月8日

[11] 公开号 CN 101479856A

[22] 申请日 2007.3.12

[21] 申请号 200780017988.0

[30] 优先权

[32] 2006.3.16 [33] US [31] 11/376,818

[86] 国际申请 PCT/US2007/006150 2007.3.12

[87] 国际公布 WO2007/108975 英 2007.9.27

[85] 进入国家阶段日期 2008.11.17

[71] 申请人 联合工艺公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 Y·姜 Y·陈 S·本达普迪

T·拉德克利夫 J·桑焦文尼

Y·邝 C·沃尔克

R·拉哈克里什南 M·K·萨姆

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 赵华伟 刘华联

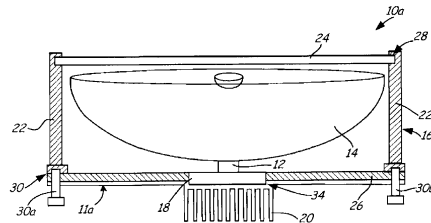
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

[54] 发明名称

具热管理的太阳能电池系统

[57] 摘要

一种热管理式太阳能电池系统(10a, 10b, 10c, 10d)包括用于产生电力和热量的光生伏打电池(12, 102a, 102b, 202a, 202b)。系统(10a, 10b, 10c, 10d)包括外壳(16)、底板(18)、和排热装置(20, 36, 40, 44, 100, 200, 300)。外壳(16)包围太阳能电池系统(10a, 10b, 10c, 10d), 并具有一敞开的后面部分。底板(18)可设置在外壳(16)的敞口部分中, 并支承光生伏打电(12)。底板(18)还导热和散布由光生伏打电池(12, 102a, 102b, 202a, 202b)产生的热量。排热装置(20, 36, 40, 44, 100, 200, 300)与底板作为一个整体单元起作用, 同时排热装置(20, 36, 40, 44, 100, 200, 300)连接到底板(18)上, 以便排除底板(18)中的热量。



1. 一种热管理式太阳能电池系统，具有用于产生电力和热量的光生伏打电池，该系统包括：

外壳，所述外壳包围太阳能电池系统，外壳具有一敞开的底部部分；

底板，所述底板可设置在外壳的敞开部分中，用于支承光生伏打电池，底板导热用于散布光生伏打电池中的热量；和

排热装置，所述排热装置连接到底板上，用于排除底板中的热量，其中底板和排热装置作为单个单元起作用。

2. 如权利要求 1 所述的系统，其中底板是热散布器。

3. 如权利要求 2 所述的系统，其中热散布器用具有高热导率的块体形成。

4. 如权利要求 2 所述的系统，其中热散布器加工成一定形状，以便减少光生伏打电池的热流。

5. 如权利要求 1 所述的系统，其中排热装置包括散热片。

6. 如权利要求 1 所述的系统，其中排热装置包括热交换器。

7. 如权利要求 6 所述的系统，其中热交换器包括至少一个位于光生伏打电池下方的微渠道。

8. 如权利要求 1 所述的系统，其中排热装置用电绝缘和导热材料制成。

9. 如权利要求 8 所述的系统，其中排热装置是用铝制成的块体，用于增加从光生伏打电池的传热速率。

10. 如权利要求 1 所述的系统，其中排热装置包括蒸汽压缩系统的蒸发器。

11. 如权利要求 1 所述的系统，另外包括传热机构，所述传热机构用于吸收和输送光生伏打电池中的热量。

12. 热管理式太阳能电池系统，具有一集中式光生伏打电池，太阳能电池系统包括：

外壳，所述外壳包围集中式光生伏打电池，外壳在其底部表面中具有开口，而集中式光生伏打电池直接位于开口的上方；和

模块式热管理结构，所述模块式热管理结构可安装到外壳的开口上，并与集中式光生伏打电池直接接触，用于支承集中式光生伏打电

池，并散布和耗散由集中式光生伏打电池所产生的热量。

13. 如权利要求 12 所述的太阳能电池系统，其中模块式热管理结构包括：

底板，所述底板与外壳的底部表面对准设置，用于散布由集中式光生伏打电池所产生的热量；和

排热装置，所述排热装置连接到底板上，用于耗散底板中的热量。

14. 如权利要求 13 所述的太阳能电池系统，其中集中式光生伏打电池和模块式热管理结构之间的表面接触面积通过底板增加。

15. 如权利要求 13 所述的太阳能电池系统，其中排热装置包括散热片。

16. 如权利要求 13 所述的太阳能电池系统，其中排热装置包括热交换器。

17. 如权利要求 16 所述的太阳能电池系统，其中热交换器包括冷却剂流通通道和导热块体，用于主动式耗散从集中式光生伏打电池所产生的热量。

18. 如权利要求 17 所述的太阳能电池系统，其中冷却剂流动通道密封。

19. 如权利要求 18 所述的太阳能电池系统，其中相变材料穿过冷却剂流动通道流动。

20. 如权利要求 16 所述的太阳能电池系统，其中热交换器包括多个冷却剂流动微通道和导热涂层，用于主动式耗散集中式光生伏打电池所产生的热量。

具热管理的太阳能电池系统

发明背景

太阳能电池，或者光生伏打电池，具有将太阳光直接转变成电力的能力。普通太阳能电池在把所吸收的光转变成电力时近似 15%有效。集中式光生伏打电池具有吸收更多电磁光谱的能力，并因此更有效，同时以约 30%的效率将所吸收的光转变成电力。因此，所吸收的太阳能有 60%以上以热的形式浪费掉。由于光生伏打电池的小尺寸和高能量吸收，所以热量必须从电池充分耗散，以防电池质量下降或损坏。冷却电池的一种方式是利用热散布器来散布电池中所产生的热量，和然后分别通过散热片或热交换器被动式或主动式冷却电池。然而，由于主动式和被动式冷却方法常常需要不同的电池组合式组件的构造，且通常是制造具有电池组合式组件，所以对制造厂提出有关固定件、工具、和设备的不同限制。

发明提要

热管理式太阳能电池系统包括用于产生电力和热的光生伏打电池。系统包括外壳、底板、和排热装置。外壳包围太阳能电池系统并具有敞口的后面部分。底板可设置在外壳的敞口部分中并支承光生伏打电池。底板还导热和散布光生伏打电池所产生的热量。排热装置和底板作为一整体单元起作用，同时排热装置连接到底板上用于排除底板中热量。

附图简介

图 1A 是太阳能电池系统具有模块式热管理结构的第一实施例的局部剖视图。

图 1B 是太阳能电池系统具有模块式热管理结构的第二实施例的局部剖视图。

图 1C 是太阳能电池系统具有模块式热管理结构的第三实施例的局部剖视图。

图 1D 是太阳能电池系统具有模块式热管理结构的第四实施例的

局部剖视图。

图 2A 是主动式排热装置的第一实施例的侧剖视图。

图 2B 是主动式排热装置的第二实施例的前剖视图。

图 3A 是主动式排热装置的第二实施例的侧剖视图。

图 3B 是主动式排热装置的第二实施例的前剖视图。

图 4A 是主动式排热装置的第三实施例的上视图。

图 4B 是主动式排热装置的第三实施例的前剖视图。

图 5 是与太阳能电池系统结合使用的蒸汽压缩系统的蒸发器的示意图。

详细说明

图 1A, 1B, 1C 和 1D 分别示出具有模块式热管理结构 11a, 11b, 11c, 和 11d 的太阳能电池系统 10a, 10b, 10c, 和 10d。太阳能电池系统 10a, 10b, 10c, 和 10d 这样设计, 以便分别附接到模块式热管理结构 11a, 11b, 11c, 和 11d 上的被动冷却式或主动冷却式排热装置可以在太阳能电池系统已经组装好之后, 很容易与太阳能电池系统结合。太阳能电池系统 10a, 10b, 10c, 和 10d 都相同, 分别具有不同的模块式热管理结构 11a, 11b, 11c, 和 11d。因此太阳能电池系统 10a, 10b, 10c, 和 10d 增加了制造效率, 能同时或分开将排热装置结合到太阳能电池系统上。

图 1A 示出太阳能电池系统的第一实施例 10a 的前视图, 所述太阳能电池系统 10a 具有模块式热管理结构 11a。太阳能电池系统 10a 一般包括光生伏打电池 12、聚能器 14、和外壳 16。模块式热管理结构 11a 利用被动式冷却, 且一般包括活动底板 18, 和排热装置 20。在运行中, 使聚能器 14 与太阳对准, 以便为聚能器的尺寸收集和聚焦最大量的太阳能。太阳能取光的形式被光生伏打电池 12 吸收。光生伏打电池 12 随后将太阳能转变成电能。未用来发电的能量产生热量。由于光生伏打电池 12 一般能量转换效率是在 10%和 40%之间, 所以大约有 60%吸收到光生伏打电池 12 中的能量转变成热量。热量必须从光生伏打电池 12 耗散掉, 以便防止光生伏打电池 12 的损坏和降低性能。这种热量也可以作为热能回收利用。

外壳 16 包围太阳能电池系统 10a 并支承聚能器 16。外壳 16 一般

包括侧面框架 22、窗口 24、和底板 26。侧面框架 22 沿着光生伏打电池 12 和聚能器 14 的外侧周边设置，并保护光生伏打电池 12 和聚能器 14 免受外部元件影响。窗口 24 由透明玻璃形成，并在侧面框架 22 的上部边缘 28 处连接到侧面构架 22 上。窗口 24 设置在聚能器 14 的上方，并提供一种封闭以便给用于聚能器 14 的光学元件的空间抽真空，及保护光生伏打电池 12 免受外部来源的损坏。底板 26 提供外壳 16 的基础，并通过紧固件 32a, 32b 在侧面框架 22 的底部边缘 30 处固定到底部框架 22 上，同时如果需要的话能快速而方便地接近光生伏打电池 12。底板 26 还包括一开口 34，所述开口 34 在底板 26 的中间，以便容纳模块式热管理结构 11a 的活动底板 18。

模块式热管理结构 11a 在外壳 16 处连接到太阳能电池系统 10a 上。活动底板 18 直接位于光生伏打电池 12 的下方，并用重量轻的高导热材料薄板形成。由于活动底板 18 导热，所以活动底板 18 还起用于光生伏打电池 12 的热散布器的作用。排热装置 20 通过活动底板 18 连接到光生伏打电池 12 上。因此，活动底板 18 通过增加光生伏打电池 12 和排热装置 20 之间的传热面积而把光生伏打电池 12 的高热流（单位面积的传热速率）散布开，所述高热流由能量高度吸收到光生伏打电池 12 的比较小的表面积中产生。通过增加光生伏打电池 12 和排热装置 20 之间的传热速率，来自光生伏打电池 12 的热流减少。在一个实施例中，活动底板 18 用铝制成。

排热装置 20 直接附接到活动底板 18 上，并在热量已通过活动底板 18 散布之后被动式耗散由光生伏打电池 12 所产生的热量。散热片通常与被动冷却的太阳能电池系统结合使用。在被动式冷却中，利用环境空气作为传热源，所述环境空气通过自然对流冷却太阳能电池系统。由于散热片的目的是简单地耗散过量的热，而不是吸收热量供随后使用，所以不需要隔热。排热装置 20 可以通过活动底板 18 用该技术中已知的任何方法连接到外壳 16 上，所述方法包括，但不限于：钎焊法、焊接、或机械方法。

图 1B 示出太阳能电池系统的第二实施例 10b 的前视图，所述太阳能电池系统 10b 具有一排热装置 36，该排热装置 36 与模块式热管理结构 11b 结合。与模块式热管理结构 11a 相同，模块式热管理结构 11b 利用被动式冷却来排除光生伏打电池 12 中的热量。被动冷却模块式热

管理结构的第一和第二实施例 11a 和 11b 相互类似地运行。模块式热管理结构 11a 和 11b 之间的唯一差别是被动模块式热管理结构 11b 的排热装置 36 形成为活动底板 18 的整体部件。在一个实施例中，底板 26 和活动底板 18（在图 1A 中示出）设计成整体式底板 38。排热装置 36 随后与整体式底板 38 形成为模块式热管理结构 11b 的整体部件。排热装置 36 可以用该技术中已知的任何方法形成为整体式底板 38 的一部分，上述方法包括，但不限于钎焊。

图 1C 示出太阳能电池系统的第三实施例 10C 的前视图。所述太阳能电池系统 10C 具有排热装置 40，该排热装置 40 附接到模块式热管理结构 11C 上。模块式热管理结构 11C 主动式冷却光生伏打电池 12 并包括隔热体 42。模块式热管理结构 11C 用与模块式热管理结构 11a 相同的方式运行，不过模块式热管理结构 11C 的排热装置 40 是主动式而不是被动式冷却光生伏打电池 12。当吸收太阳能电池系统所产生的热量供该系统或相邻的过程系统使用时，主动式冷却系统一般用来耗散太阳能电池系统中的热量。通常利用冷却剂通过强制对流来吸收和输送从太阳能电池系统中耗散的热量。可供选择地，如果将排热装置 40 完全密封，则可以使用相变材料来吸收和输送热量。相变材料的例子包括，但不限于：甲醇、氨、水、和丙酮。在排热装置 40 完全密封的情况下，模块式热管理结构 11C 将被动式耗散来自光生伏打电池 12 的热量。

由于吸收光生伏打电池 12 中的热量供随后使用，所以模块式热管理结构 11C 包括隔热器 42，所述隔热器 42 位于底板 26、活动板 18、和排热装置 40 之间。隔热器 42 防止光生伏打电池 12 所产生的热量逸散到环境中，同时使从光生伏打电池 12 到冷却剂的传热量最大，并因此任何热量都供应到相邻的过程系统中。在一个实施例中，排热装置是热交换器。

图 1D 示出太阳能电池系统的第四实施例 10d 的前视图，所述太阳能电池系统 10d 具有排热装置 44，该排热装置 44 与模块式热管理结构 11d 结合。与模块式热管理结构的第三实施例 11c 类似，模块式热管理结构的第四实施例 11d 也利用主动式冷却，以便排除光生伏打电池 12 中的热量。热管理结构 11c 和 11d 之间的唯一不同是排热装置 44 形成为整体式底板 38 的一部分，与模块式热管理结构 11b 类似。排热装置

44 可以用该技术中已知的任何方法形成为整体式底板 38 的一部分。在一个实施例中，将排热装置 44 的表面钎焊到整体式底板 38 上。在这种情况下，冷却剂在各底板之间流动，在此处它吸收来自光生伏打电池 12 的热量供潜在使用。可供选择地，如模块式热管理结构 11c 类似，如果排热装置 44 完全密封，则可以使用相变材料来吸收和输送热量。

尽管图 1A-1D 分别将太阳能电池系统 10a-10d 示出为仅包括一个光生伏打电池 12，但太阳能电池系统 10a-10d 可以在外壳 16 内包括若干光生伏打电池 12。此外，尽管图 1A-1D 将聚能器 14 示出为直接搁在光生伏打电池 12 的顶部上，但聚能器 14 只需要放在光生伏打电池 12 附近，而不需要有效地与光生伏打电池 12 直接接触。

在运行时，发光伏打电池 12、底板 26、和模块式热管理结构 11a-11d 可以分别通过卸除紧固件 32a 和 32b 与太阳能电池系统 10a-10d 的外壳 16 分开。视所希望的从太阳能电池系统 10a-10d 收集的热量的功能而定，排热装置可以设计成实施被动式或主动式冷却。然而，太阳能电池系统 10a-10d 将保持相同，同时视太阳能电池系统 10a-10d 的具体要求和期望而定，可用于很容易安装和更换模块式热管理结构 11a-11d。例如，可以利用不同的排热装置来主动式冷却光生伏打电池 12，如下所述。一种类型排热装置包括多个半球形块体 (block)，所述半球形块体位于光生伏打电池的下方，以便减少光生伏打电池的局部热流。另一种类型排热装置包括多个微渠道，所述微渠道在光生伏打电池下方延伸，以便增加光生伏打电池和传热流体之间的表面积。还有另一种类型排热装置包括在太阳能电池系统的下方设置一蒸汽压缩系统。所有这些装置都利用冷却剂来耗散来自光生伏打电池的热量。

图 2A 和 2B 分别示出主动式排热装置 100 的侧剖视图和前剖视图，并相互结合进行讨论。排热装置 100 主动式冷却连接到排热装置 100 上的太阳能电池系统的光生伏打电池 102a 和 102b，且一般包括渠道 104 及块体 106a 和 106b。由于光生伏打电池 102a 和 102b 的小尺寸和进入光生伏打电池 102a 和 102b 的高太阳能浓度比，所以局部热流极高。主动式排热装置 100 提供有效的排除光生伏打电池 102a 和 102b 中的热量，而同时保持光生伏打电池 102a 和 102b 与穿过渠道 104 流动的冷却剂之间低的温差。尽管图 2A 和 2B 仅示出两个光生伏打电池 102a 和 102b 及相应的块体 106a 和 106b，但主动式排热装置 100 可以

按需要具有任何数量块体，以便有效地冷却沿着渠道 104 设置的光生伏打电池。

渠道 104 起冷却剂流动通道的作用，并由接触板 108 和底板 110 形成。如在图 2B 中可以看出的，接触板 108 具有第一侧 112a、第二侧 112b、及位于所述第一和第二侧 112a 和 112b 之间的中间部分 114。多个具有半径 R_1 的半球形凹槽 116 沿着中间部分 114 的长度形成。底板 110 也具有第一侧 118a、第二侧 118b、及在所述第一和第二侧 118a 和 118b 之间的中间部分 120。底板 110 的中间部分 120 沿着底板 110 的整个长度形成具有半径 R_2 的半圆筒形形状。中间部分 120 的半径 R_2 大于半球形凹槽 116 的半径 R_1 。

接触板 108 和底板 110 连接在一起，以便形成渠道 104。接触板 108 的第一侧 112a 连接到底板 110 的第一侧 118a 上，而接触板 108 的第二侧 112b 连接到底板 110 的第二侧 118b 上。尽管图 2A 和 2B 把接触板 108 的半球形凹槽 116 示出为具有半球形横断面形状和把底板 110 的中间部分 120 示出为具有半圆筒形形状，但半球形凹槽 116 和中间部分 120 可以具有任何不同的横断面形状，只要它们一起形成冷却剂流动渠道。渠道 104 的接触板 108 和底板 110 用高导热材料如金属形成。特别合适的金属的例子是铝。接触板 108 和底板 110 可以用该技术中已知的方法相互连接，所述方法包括，但不限于钎焊。

块体 106a 和 106b 具有半球形形状，且加工成一定尺寸以便放置在接触板 108 的半球形凹槽 116 内。然后分别将光生伏打电池 102a 和 102b 直接放在块体 106a 和 106b 上，所述块体 106a 和 106b 起减少光生伏打电池 102a 和 102b 的局部热流的作用。块体 106a 和 106b 用高导热材料制成，并有效地增加光生伏打电池 102a 和 102b 与穿过渠道 104 流动的冷却剂之间的接触表面积。因为光生伏打电池 102a 和 102b 与冷却剂之间的接触表面积增加，所以对光生伏打电池 102a 和 102b 的可能损害减至最小。块体 106a 和 106b 的半球形形状使光生伏打电池 102a 和 102b 中的热量朝径向方向耗散，均匀地将热量分布到一更大的表面积上，并因此减少了热流。由于块体 106a 和 106b 及渠道 104 二者都用高导热材料制成，所以光生伏打电池 102a 和 102b 与块体 106a 和 106b 之间的温差将最小。尽管在图 2A 和 2B 中把块体 106a 和 106b 示出为具有半球形形状，但块体 106a 和 106b 可以具有任何不同形状，

只要它们能放在凹槽 116 中。在一个实施例中，块体 106a 和 106b 用铝形成，并可以结合到接触板 108 上或者钎焊到接触板 108 上。光伏打电池 102a 和 102b 基本上可以分别钎焊在块体 106a 和 106b 的顶部上。

在运行时，冷却剂通过主动式排热装置 100 的渠道 104，并起传热流体作用来耗散光伏打电池 102a 和 102b 中的热量。光伏打电池 102a 和 102b 中的热量首先分别耗散到块体 106a 和 106b 中，和然后穿过块体 106a 和 106b 朝径向方向上辐射到接触板 108。这种由块体 106a 和 106b 与接触板 108 的凹槽 116 所形成的增加的表面积能将热量从光伏打电池 102a 和 102b 传递到穿过渠道 104 流动的冷却剂，同时显著减少了热流，因此避免了冷却剂的局部沸腾。这种增加的传热接触表面积也能从光伏打电池 102a 和 102b 耗散热量，同时没有大的温降。由于光伏打电池 102a 和 102b 与冷却剂之间温差小的结果，所以从光伏打电池 102a 和 102b 可以产生有用的热量如热水。

为了使排热装置 100 与太阳能电池系统 10c 或 10d 结合，排热装置 100 的接触板 108 起活动底板 18 作用。接触板 108 通过紧固件 32a 和 32b 附接到外壳 16 上，同时渠道 104 及块体 106a 和 106b 排除光伏打电池 102a 和 102b 中的热量。

图 3A 和 3B 分别是主动式排热装置第二实施例 200 的侧剖视图和前剖视图，并且相互结合讨论。主动式排热装置 200 耗散光伏打电池 202a 和 202b 中的热量，并且一般包括渠道 204 和块体 206。渠道 204 包括接触板 208 和底板 210。接触板 208 具有第一和第二侧 212a 和 212b 及在所述第一和第二侧 212a 和 212b 之间的中间部分 214。同样，底板 210 具有第一侧 216a 和 216b 及在所述第一和第二侧 216a 和 216b 之间的中间部分 218。主动式排热装置 200 的光伏打电池 202a 和 202b、渠道 204、及块体 206 相互作用，并用与主动式排热装置 100（在图 2A 和 2B 中示出）的光伏打电池 102a 和 102b、渠道 104、及块体 106a 和 106b 相同的方式起作用，不过接触板 208 的中间部分 214 用沿着渠道 204 的长度的连续沟槽 220 形成，而不是用多个凹槽形成。此外，块体 206 是沿着渠道 204 的长度延伸的连续块体，而不是多个块体。

通过沿着接触板 208 的整个长度形成沟槽 220 和将块体 206 设置

在沟槽 212 的整个长度内，渠道 204 的截面积在渠道 204 的整个长度内保持恒定。这与主动式排热装置 100 的渠道 104 中的传热速率相比，沿着主动式排热装置 200 的渠道 204 产生更恒定的传热速率。由于块体 106a 和 106b 与冷却剂之间的间歇式接触，所以渠道 104 中的传热速率较小且较少一致。由于块体 206 提供沿着渠道 204 的整个长度传热，所以主动式排热装置 200 的传热更均匀，并可以很容易控制。

为了使排热装置 200 与太阳能电池系统 10c 或 10d 结合，排热装置 200 的接触板 208 起活动底板 18 的作用。接触板 208 通过紧固件 32a 和 32b 附接到外壳 16 上，同时渠道 204 和块体 206 排出光生伏打电池 202a 和 202b 中的热量。

图 4A 和 4B 分别示出活动式排热装置第三实施例 300 的上视图和前剖视图，并相互结合讨论。主动式排热装置 300 耗散光生伏打电池 302a、302b、和 302c 中的热量，且一般包括底板 304、涂层 306、衬底 308、片簧 310、罩面层 312、和热交换器 314。如同主动式排热装置的第一和第二实施例 100 和 200（分别在图 2A 和 2B、及图 3A 和图 3B 中所示）那样，冷却剂穿过微渠道 314 并用作传热流体。尽管图 4A 仅示出光生伏打电池 302a 和图 4B 仅示出三个光生伏打电池 302a、302b、和 302c，但主动式排热装置 300 可以冷却任何数量的与主动式排热装置 300 接触的光生伏打电池。

底板 304 是支承光生伏打电池 302a、302b、和 302c、衬底 308、和热交换器 314 的绝缘结构底板。衬底 308 是薄膜，并形成电路布置在该处的基础。首先必须从衬底 308 这样切开开口，以便一旦准备安装光生伏打电池 302a、302b、和 302c，就可以在不叠加衬底 308 的情况下直接将光生伏打电池 302a、302b、和 302c 安装在底板 304 上。

一旦衬底 308 处在合适位置，则安装光生伏打电池 302a、302b、和 302c，并用机械方法附接到底板 304 上。如图 4B 中所示，光生伏打电池 302a、302b、和 302c 沿着底板 304 相互等距离设置。每个光生伏打电池 302a、302b、和 302c 都在光生伏打电池 302a、302b、和 302c 接触底板 304 的表面上涂装一薄层涂层 306。涂层 306 是一种高导热和电绝缘的材料如氮化铝，所述涂层 306 起光生伏打电池 302a、302b、和 302c 与底板 304 之间的界面层作用。在一个实施例中，光生伏打电池 302a、302b、和 302c 通过片簧 310 压紧并束缚到底板 304 上。片簧

310 是衬底 308 最初切换到叠加光生伏打电池 302a、302b、和 302c 的部分。片簧 310 起将光生伏打电池 302a、302b、和 302c 的边缘部分保持到底板 304 上的作用。

衬底 308 电绝缘，并且有电力母线，所述电力母线刻印两个接线端子 308a 和 308b，以便将每个光生伏打电池 302a、302b、和 302c 连接到衬底 308 上，并将电力从光生伏打电池 302a、302b、和 302c 传输到连接器。由于衬底 308 电绝缘，所以衬底 308 通常具有低热导率，同时横跨衬底 308 产生高传热电阻。因此需要低温冷却剂来有效地排除光生伏打电池 302a、302b、和 302c 中的热量。一旦光生伏打电池 302a、302b、和 302c 安装到了底板 304 上，就在光生伏打电池 302a、302b、和 302c 上涂装罩面层 312，以便保护光生伏打电池 302a、302b、和 302c 免于曝光。在一个实施例中，罩面层是硅凝胶。

热交换器 314 具有若干微渠道 316，并安装在底板 304 内。热交换器 314 贯穿底板 304 的长度在光生伏打电池 302a、302b、和 302c 的下方。微渠道 316 是挤出管，所述挤出管设计成保证沿着热交换器 314 的壁高热散布。冷却剂穿过微渠道 314 流动，并吸收光生伏打电池 302a、302b、和 302c 中所产生的热量。尽管图 4A 和 4B 将热交换器示出为微渠道热交换器，但热交换器 314 可以是任何类型热交换器如具有流通通道的板式热交换器。

在运行中，热交换器 314 的微渠道 316 和高导热涂层 306 提供由光生伏打电池 302a、302b、和 302c 所产生的热量与穿过微渠道 316 流动的冷却剂之间的高对流传热。高对流传热产生有效排除光生伏打电池 302a、302b、和 302c 中的热量。由于高传热速率，所以热量在最低温降情况下传送到冷却剂，同时在光生伏打电池 302a、302b、和 302c 与冷却剂之间产生一低的温差。与主动式排热装置 100 和 200 类似，用主动式排热装置 300 可以从光生伏打电池 302a、302b、和 302c 产生有用的热量。此外，由于微渠道的尺寸和材料，所以微渠道 316 提供低成本和重量轻的热管理系统，同时可用于大量生产和减少主动式排热装置 300 的机械载荷。

为了使排热装置 300 与太阳能电池系统 10c 或 10d 结合，排热装置 300 的底板 304 起活动底板 18 的作用。底板 304 通过紧固件 32a 和 32b 固定到外壳 16 上，同时微渠道 314 排除光生伏打电池 302a、302b、

和 302c 中的热量。

在第四实施例中，主动式排热装置 400 是蒸汽压缩系统 402 的蒸发器。在图 5 中示出的蒸汽压缩系统 402 控制太阳能电池系统 404 的温度，且一般包括蒸发器 406、压缩机 408、冷凝器 410、和膨胀装置 412。致冷剂穿过蒸汽压缩机系统 402 流动，并吸收由太阳能电池系统 404 所产生的热量，所述太阳能电池系统 404 接触蒸发器 406。致冷剂可以包括，但不限于：含氯氟烃类、含氟烃类、二氧化碳、丙烷、丁烷、乙醇、水、任何非共沸或共沸混合物或混合物、或上述物质的任何组合。

蒸发器 406 和冷凝器 410 是分别蒸发和冷凝致冷剂的热交换器。蒸发器 406 使致冷剂沸腾以便提供冷却。随着致冷剂在蒸发器 406 中沸腾和蒸发，温度和压力一般都低， T_{low} ， P_{low} 。在这个温度下，蒸发器 406 中的致冷剂很容易吸收从太阳能电池 404 排出的热量。此外，由于致冷剂的温度低，所以它可以起冷却外部热源如冰箱或空调的作用。

在离开蒸发器 406 时，致冷剂送到压缩机 408。压缩机 408 接收从蒸发器 406 沸腾的致冷剂蒸汽，并将致冷剂蒸汽的压力升高到一个等级 P_{high} ，所述压力 P_{high} 足够供致冷剂蒸汽在冷凝器 410 中冷凝。随着致冷剂受压缩和致冷剂的压力增加，致冷剂的温度也增加。在这个阶段，致冷剂是高压 P_{high} 、高温 T_{high} 流体蒸汽。

一旦致冷剂受压缩，就将它送到冷凝器 410，在这里致冷剂冷却到仍然是高压 P_{high} 和高温 T_{high} 的液态。因此，热量从冷凝器 410 中的致冷剂排出。冷凝器 410 可以是该技术中已知的任何设计，其中包括，但不限于，冷却塔或蒸发式冷凝器。

在离开冷凝器 410 之后，致冷剂进入膨胀装置 412。膨胀装置 412 控制离开冷凝器 410 的经过冷凝的致冷剂在增加的压力 P_{high} 和增加的温度 T_{high} 下流到蒸发器 406 中。膨胀装置 412 在致冷剂进入蒸发器 406 供吸收热量之前，将所述致冷剂的压力和温度二者降到低压 P_{low} 和低温 T_{low} 。在这个压力和温度下，致冷剂是两相流体，或者是蒸汽/液体混合物，所述两相流体具有比单相流体更好的传热性能。另外，致冷剂当煮沸/蒸发时，一般停留在恒温恒压下。利用蒸发器 406 来吸收热量能更好的控制光伏太阳能电池 404 的温度。使致冷剂连续地通过蒸汽

压缩系统 402，以便排除太阳能电池系统 404 中的热量。

为了使排热装置 400 与太阳能电池系统 10c 或 10d 结合，排热装置 400 的蒸发器 406 起活动底板 18 的作用。蒸发器 406 可以例如分别是上述排热装置的第一、第二、和第三实施例 100、200、和 300 中的任一个，上述蒸发器 406 通过紧固件 32a 和 32b 固定到外壳 16 上，并排除光生伏打电池 302a、302b、和 302c 中的热量。

附接到模块式热管理结构上的太阳能电池系统提供用于排除太阳能电池系统中热量的被动式和主动式冷却组合式配置。公开了各种组合式结构，所述组合式结构能将被动式或主动式冷却装置连接到光生伏打电池上，随后组装太阳能电池系统。散热片可以在建造太阳能电池外壳或者与模块式热管理结构成为整体之后连接到太阳能电池系统上，用于被动式热管理系统。同样，热交换器或者如下面所述的主动式冷却排热装置可以在建造太阳能电池外壳或者与组合式热管理系统成为整体之后连接到太阳能电池系统上，用于主动式热管理系统。

可以利用各种主动式冷却排热装置来有效地排除太阳能电池系统中热量。在一种排热装置中，将多个块体直接设置在太阳能电池系统的光生伏打电池的下方，以便减少光生伏打电池的局部热流。在另一种排热装置中，多个微渠道在光生伏打电池下方延伸，以便增加从光生伏打电池传热到-传热流体。在还有另一种类型排热装置中，将蒸汽压缩系统连接到太阳能电池系统上。主动式排热装置利用冷却剂作为传热手段，以便耗散发生伏打电池中的热量。

尽管本发明已参照一些优选实施例进行了说明，但该领域的技术人员应该意识到，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以在形式和细节上进行改变。

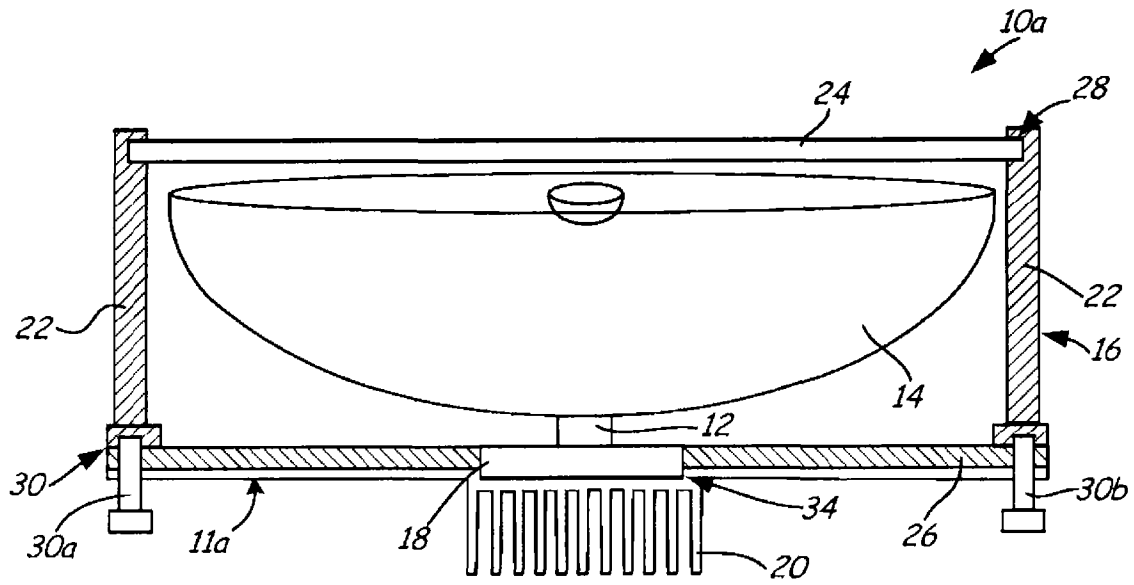


图 1A

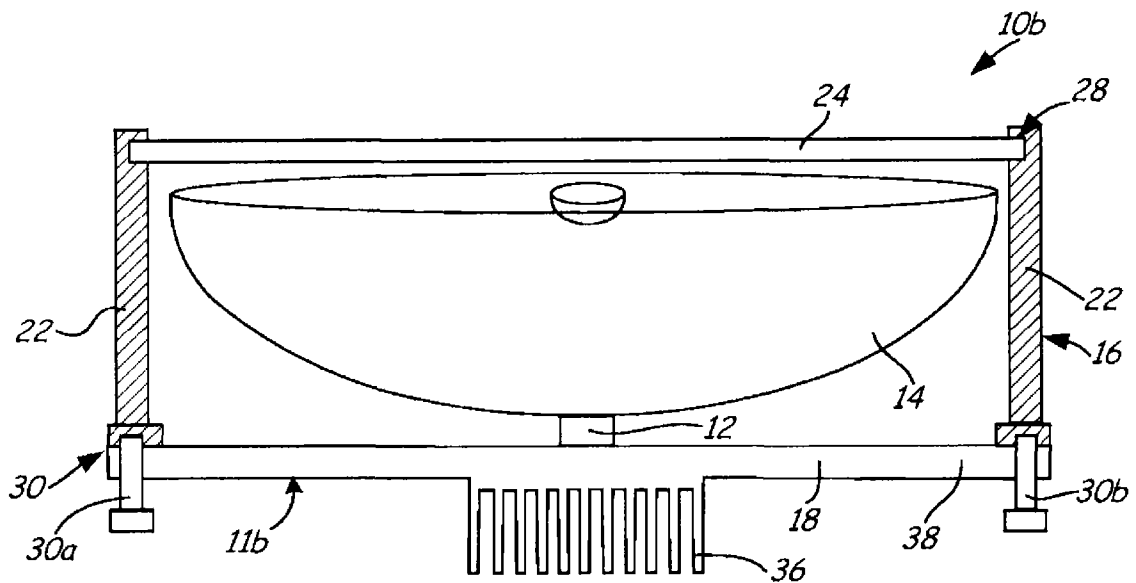


图 1B

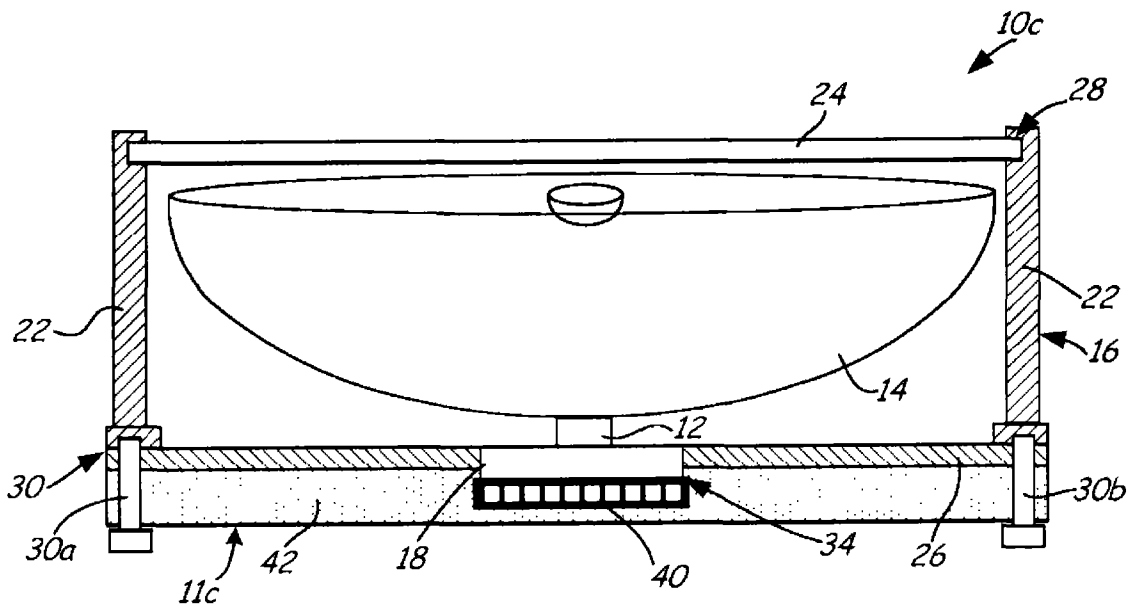


图 10c

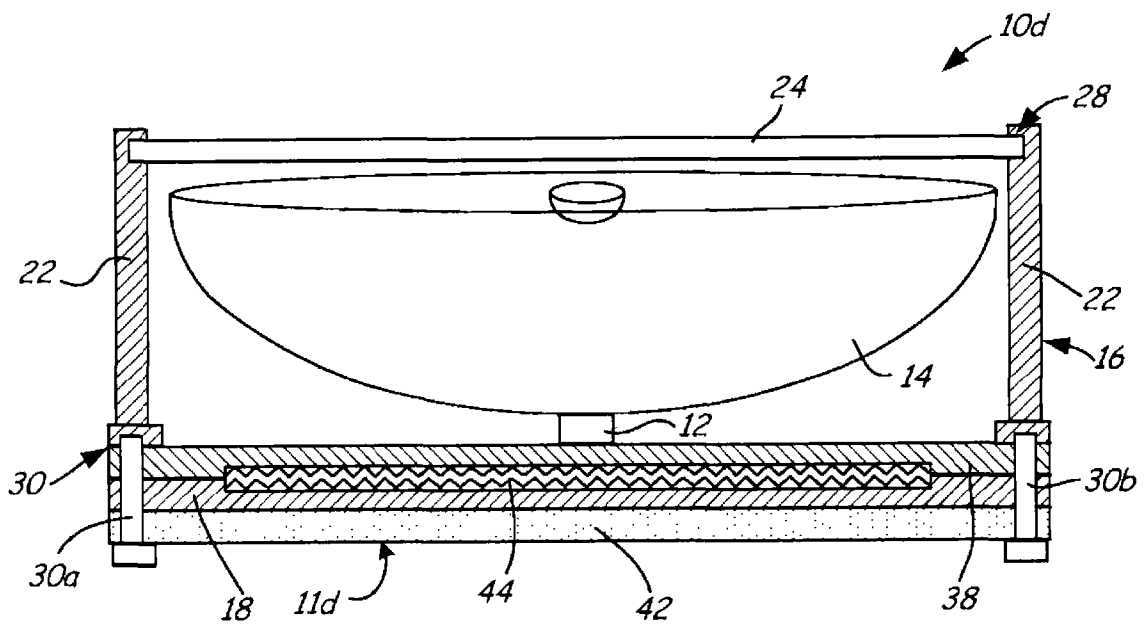


图 10d

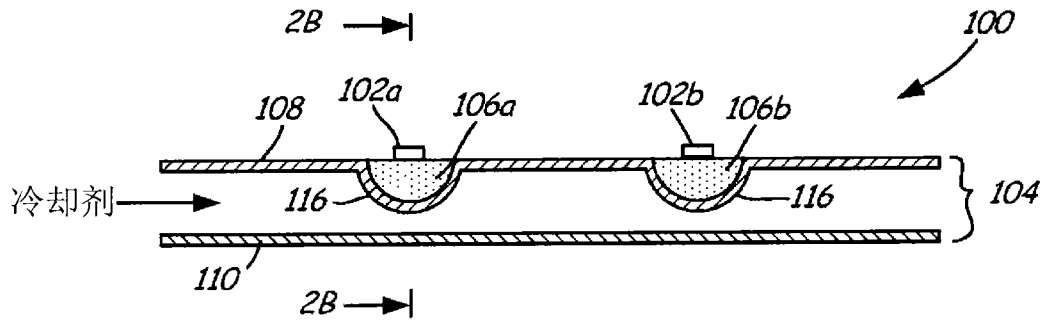


图 2A

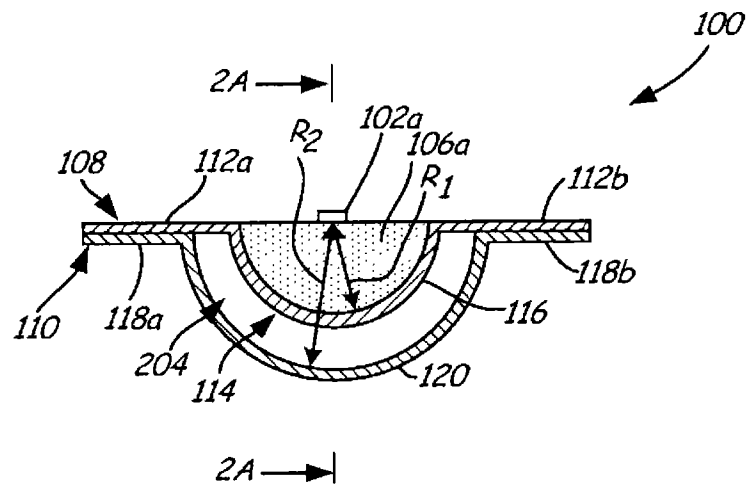


图 2B

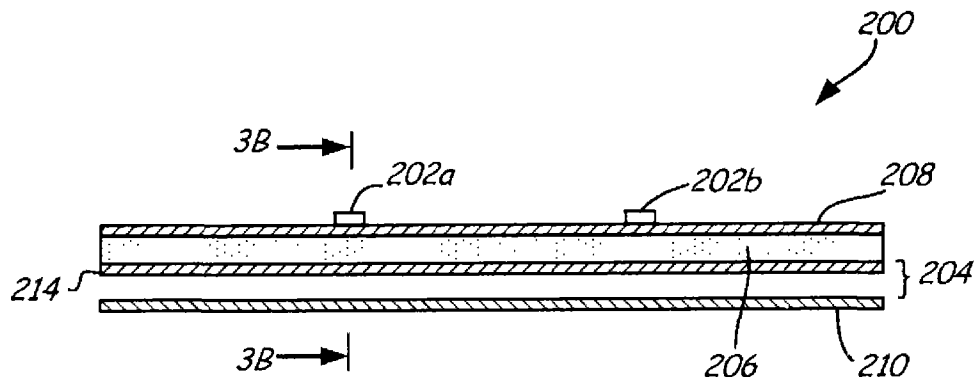


图 3A

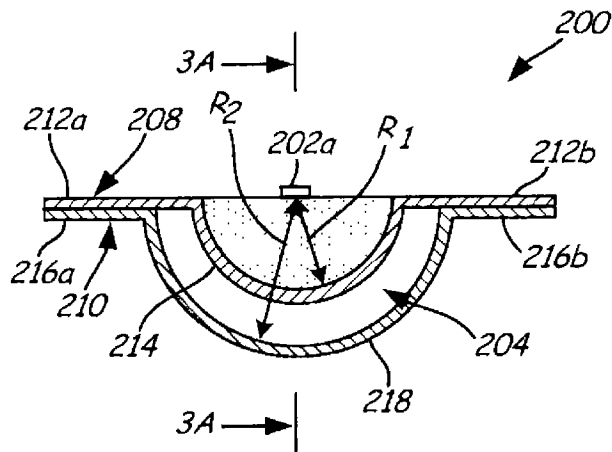


图 3B

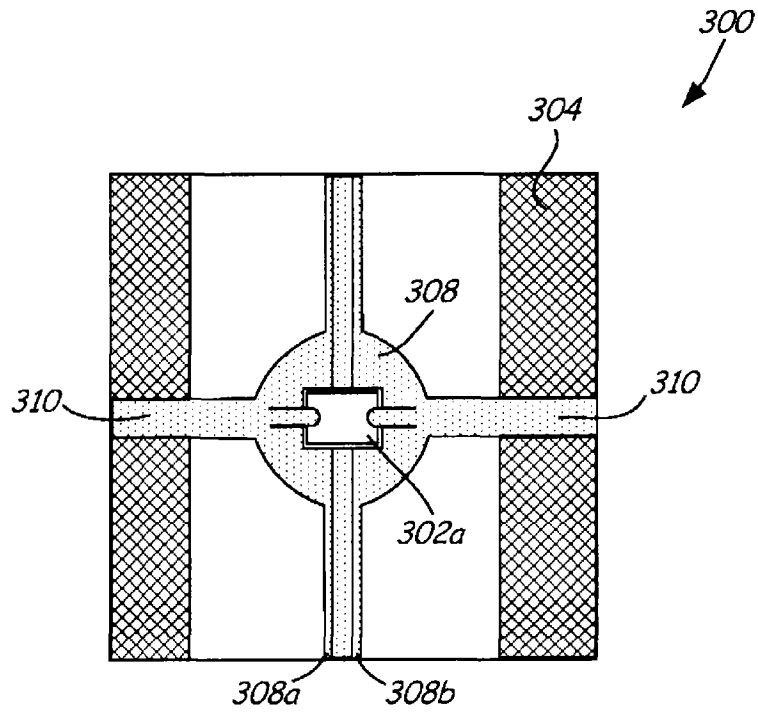


图 4A

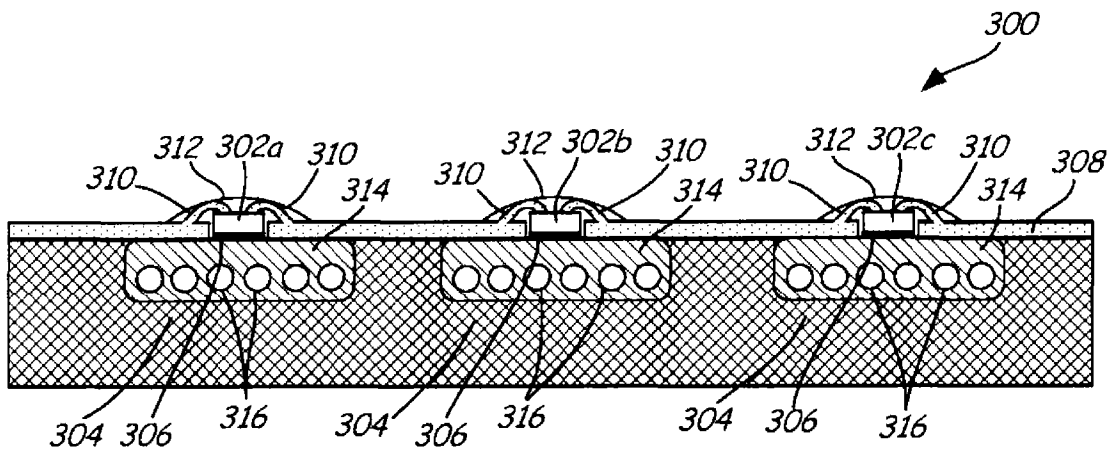


图 4B

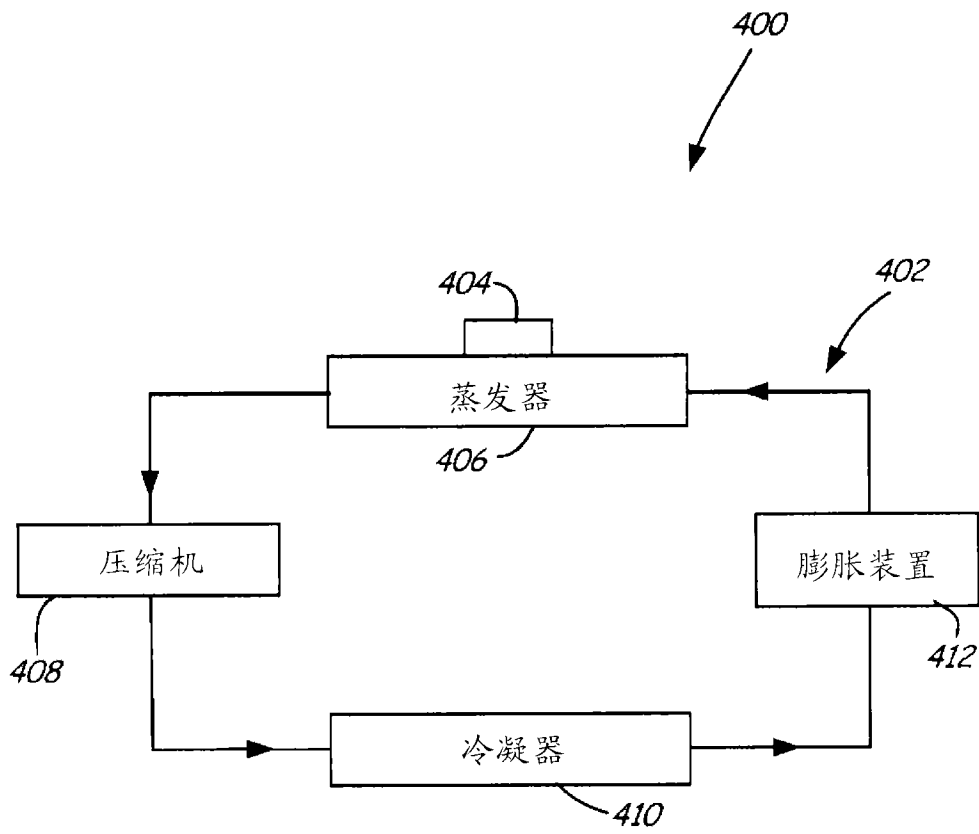


图 5