

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680036443.X

[51] Int. Cl.

*F28B 1/06 (2006.01)*  
*F25B 41/00 (2006.01)*  
*F25B 39/00 (2006.01)*  
*F28B 11/00 (2006.01)*  
*F28B 9/08 (2006.01)*

[43] 公开日 2008年10月1日

[11] 公开号 CN 101278164A

[22] 申请日 2006.7.31

[21] 申请号 200680036443.X

[30] 优先权

[32] 2005.7.29 [33] US [31] 60/853,303

[86] 国际申请 PCT/CA2006/001285 2006.7.31

[87] 国际公布 WO2007/012202 英 2007.2.1

[85] 进入国家阶段日期 2008.3.31

[71] 申请人 自由供水有限公司

地址 加拿大不列颠哥伦比亚

[72] 发明人 J·G·瑞切

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司  
代理人 张兰英

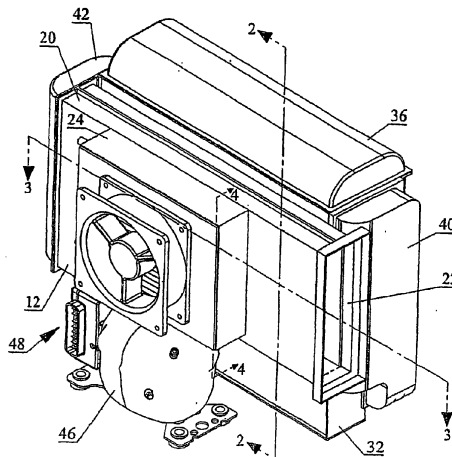
权利要求书6页 说明书24页 附图30页

[54] 发明名称

凝水器

[57] 摘要

一种凝水器，包括风扇，其抽取主气流通过上游制冷剂蒸发器，通过空气-空气热交换器，并且在一个实施例中也通过使用作为从蒸发器获得的冷凝物而收集到的冷水的空气-水热交换器，流入蒸发器的气流在进入蒸发器前通过流经空气-空气热交换器和空气-水热交换器被预冷却，在蒸发器中气流被进一步冷却到露点之下，以将水分冷凝到蒸发器上便于借助重力收集水分。蒸发器被闭合制冷剂回路冷却。用于闭合制冷剂回路的制冷剂冷凝器可采用抽取气流通过蒸发器的风扇或单独的风扇，它们抽取独立于通过蒸发器的气流的辅助气流，使其通过歧管，借此辅助气流和流经蒸发器的气流，或仅是辅助气流，被导向通过冷凝器和相应的风扇。



1. 一种凝水器，该凝水器包括：

壳体，该壳体具有让第一气流进入的第一进气口，所述第一进气口安装在空气-空气热交换器上，所述空气-空气热交换器具有与所述第一进气口配合成流体连通的预制冷空气导管组；对于进入所述预制冷空气导管组中的所述第一气流，所述热交换器具有相对于所述预制冷空气导管组设置的后制冷空气导管组，用于在所述预制冷空气导管组和所述后制冷空气导管组之间进行热传递，

制冷单元，该制冷单元与所述预制冷空气导管组配合，以使所述第一气流从所述预制冷空气导管组的下游端进入所述制冷单元的上游端，其中所述制冷单元包括已制冷的表面，当所述第一气流从所述制冷单元的上游端流到所述制冷单元的下游端时所述第一气流流过所述已制冷的表面，所述第一气流在所述制冷单元内被冷却至所述第一气流的露点之下，以将水分从所述第一气流冷凝至所述已制冷的表面上，用于使该第一水分借助重力而被收集到安装在所述制冷单元下方的集水器中，

空气-水热交换器，该空气-水热交换器与所述空气-空气热交换器配合，用于冷却所述第一气流，其中所述第一气流流经所述空气-水热交换器，并且来自所述集水器的所述第一水分同时流经所述空气-水热交换器，使所述第一水分冷却所述第一气流，所述制冷单元的下游端与所述后制冷空气导管组的上游端配合，以使所述第一气流流入所述后制冷空气导管组的上游端，所述第一气流从所述后制冷空气导管组的下游端排出，其中在所述后制冷空气导管组中的所述第一气流将所述预制冷空气导管组中的所述第一气流预冷却，

控制装置，该控制装置用于控制所述预制冷空气导管组中的所述第一气流的温度，使得当在所述预制冷空气导管组中时，该温度保持在所述第一气流的露点温度之上，并且用于控制所述制冷单元中所述第一气流的温度，使得当在所述制冷单元中时，该温度降低到所述第一气流的露点温度之下但不冻结，气流推进器促使所述第一气流进入所述第一进气口，沿着所述预制冷空气导管组流动，通过所述制冷单元，并且沿着所述后制冷空气导管组流动。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，还包括具有上游端和下游端的

空气室，所述空气室的所述上游端与所述后制冷空气导管组的所述下游端配合，使得所述第一气流在所述空气室的所述上游端流入所述空气室，所述空气室具有通往所述空气室的辅助进气口，用于使周围的第二气流进入所述空气室，所述空气室的所述下游端与制冷回路中的制冷剂冷凝器配合成流体连通，所述制冷回路包括从所述制冷剂冷凝器的下游端排出的所述第一和第二气流，其中所述气流推进器促使所述第一和第二气流通过所述空气室和所述制冷剂冷凝器。

3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述制冷单元是制冷剂蒸发器。

4. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于，还包括选择性可致动的气流量阀，该计量阀安装成与所述辅助进气口配合，用于对传送进入所述空气室的所述第二气流的量和流速进行选择性地控制。

5. 如权利要求 4 所述的装置，其特征在于，还包括与所述计量阀配合的自动致动器，用于根据表示所述第一气流内的水分含量的至少一个环境条件，进行所述计量阀在所述阀的开启和关闭位置之间的自动致动。

6. 如权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述自动致动器是双金属致动器，以及其中所述至少一个环境条件包括所述壳体外部的周围空气温度。

7. 如权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述自动致动器包括与至少一个传感器配合的处理器，所述至少一个传感器用于感测所述至少一个环境条件并将与所述至少一个环境条件相对应的环境数据从所述至少一个传感器传达到所述处理器。

8. 如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，还包括与至少一个传感器配合的处理器，所述至少一个传感器用于感测所述至少一个环境条件并将与所述至少一个环境条件相对应的环境数据从所述至少一个传感器传达到所述处理器，其中所述至少一个环境条件的至少一个环境条件是从周围气温、所述第一气流的第一气流温度、湿度、大气压、空气密度、气流速度、空气质量流率、所述已制冷的表面的温度所组成的组中选取。

9. 如权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述至少一个传感器对所述第一气流内的或所述第一气流附近的所述至少一个环境条件进行感测。

10. 如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述第一气流温度环境条件

包括所述预制冷和后制冷空气导管组中的气温。

11. 如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述第一气流温度环境条件包括所述制冷单元中的气温。

12. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述至少一个传感器感测所述热交换器中的所述至少一个环境条件，以及其中所述处理器调节所述第一制冷单元中的所述第一气流，使得所述制冷单元中的所述气温在所述第一气流的所述露点之下，但是在冰点之上。

13. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述处理器基于由所述至少一个传感器感测的所述至少一个环境条件，计算所述第一气流的所述露点。

14. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述气流推进器是选择性可控制的，并且其中所述处理器调节所述第一气流，使得当在所述热交换器中时，使所述第一气流的所述气温降至最低到所述第一气流的所述露点之下最小化，以使所述热交换器中的冷凝最小化。

15. 如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述气流推进器是在包含所述第一气流的流路中的至少一个风扇。

16. 如权利要求 15 所述的装置，其特征在于，所述至少一个风扇包括所述热交换器下游的风扇。

17. 如权利要求 15 所述的装置，其特征在于，还包括在所述流路中的至少一个空气过滤器。

18. 如权利要求 17 所述的装置，其特征在于，还包括用于过滤从所述制冷单元获取的水的水过滤器。

19. 如权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述至少一个空气过滤器包括安装在所述流路附近、以与所述流路配合的紫外线辐射灯。

20. 如权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述水过滤器包括安装在所述集水器附近、以便于与所述集水器配合的紫外线辐射灯。

21. 如权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述至少一个空气过滤器和所述水过滤器包括安装在所述流路和集水器附近、以便于与所述流路和集水器配合的普通紫外线辐射灯。

22. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述制冷单元包括具有至少

一个板的板式冷凝器。

23. 如权利要求 22 所述的装置，其特征在于，所述至少一个板是多个板。

24. 如权利要求 23 所述的装置，其特征在于，所述多个板安装成基本平行间隔的阵列。

25. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于，按照从上游至下游的顺序，所述制冷单元邻近所述热交换器，所述热交换器邻近所述空气室，所述空气室邻近所述制冷剂冷凝器，并且所述制冷剂冷凝器邻近所述气流推进器。

26. 如权利要求 25 所述的装置，其特征在于，所述制冷单元、所述热交换器、所述空气室、所述制冷剂冷凝器和所述气流推进器部件互相交错成紧邻的阵列。

27. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于，所述第一气流具有相应的第一质量流率，以及其中所述第二气流具有相应的第二质量流率，以及其中所述第一和第二气流的组合气流是相应的第一和第二质量流率的总和，因而所述组合气流的组合质量流率大于所述第一质量流率。

28. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述空气-水热交换器是在所述空气-空气热交换器沿着所述第一气流的上游。

29. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述空气-水热交换器是在所述空气-空气热交换器沿着所述第一气流的下游。

30. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，包括所述壳体、所述第一进气口、所述空气-空气热交换器、所述空气导管组、所述制冷单元、所述集水器、所述空气-水热交换器、水分导管或所述气流推进器在内的各部件包括二氧化钛作为组成成分。

31. 如权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述二氧化钛是至少在所述部件内表面上的涂层。

32. 如权利要求 30 所述的装置，其特征在于，还包括安装在所述壳体内部的至少一个辐射源，以照射至少一个所述部件的内表面。

33. 如权利要求 32 所述的装置，其特征在于，所述至少一个辐射源是紫外线辐射源。

34. 如权利要求 32 所述的装置，其特征在于，所述辐射源安装在所述热交

换器和所述蒸发器之间。

35. 如权利要求 34 所述的装置，其特征在于，还包括安装在所述辐射源附近的反射器，以将辐射反射到所述热交换器和所述蒸发器内表面上。

36. 一种凝水器，该凝水器包括：

壳体；

接收第一气流的第一进气口；

接收所述第一气流的热交换器；

接收第二气流的第二进气口，所述第二气流可在所述第一气流流经所述热交换器后与所述第一气流相混合；

蒸发器；

冷凝器；以及

排气口。

37. 一种将水冷凝的方法，该方法包括：

接收第一气流进入壳体内部的热交换器；

使所述气流通过所述热交换器；

接收可与所述第一气流相混合的第二气流，以生成混合的气流；

使所述混合的气流通过蒸发器；

使所述混合的气流通过冷凝器；

从所述壳体排出所述混合的气流。

38. 一种控制凝水器的方法，该方法包括：

测量来自第一入口的第一气流的参数；

测量来自所述凝水器的排出气流的所述参数；

将所述第一气流的所述参数与所述排出气流的所述参数相比较；

基于所述第一气流的所述参数与所述排出气流的所述参数的所述比较，调整所述凝水器的所述环境。

39. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于，所述参数是湿度。

40. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于，所述参数是温度。

41. 一种用于凝水器的控制系统，该系统包括：

用于测量入口处气流参数的第一传感器；

用于测量排气出口处的所述气流参数的第二传感器；  
控制器，该控制器用于确定第一入口处的所述气流参数和所述排气出口处的所述气流参数之间的差值；以及  
用于基于所述差值调整所述凝水器的所述环境的装置。

40. 一种用于凝水器的蒸发器，该蒸发器包括：

用于接收向下流动的气流的第一通道，所述第一通道包括多个冷却板；  
用于接收向上流动的所述气流的第二通道，所述第二通道不包括冷却板；  
以及

用于接收向下流动的所述气流的第三通道，所述第三通道包括多个第二冷却板。

41. 如权利要求 40 所述的蒸发器，其特征在于，各所述冷却板彼此相距一定距离，使得所述距离大于一个水滴的宽度。

41. 一种蒸发水的方法，该方法包括以下步骤：

传送气流向下通过具有多个冷却板的通道；  
传送所述气流向上通过第二通道，所述第二通道不包括冷却板；  
传送所述气流向下通过第三通道，所述第三通道包括多个冷却板；  
其中所述多个冷却板中的各对板之间的距离大于一个水滴的宽度。

42. 一种用于凝水器的热交换器，该热交换器包括：

在所述热交换器前部的第一空气入口，用于接收第一通道内的进入气流；  
在所述热交换器侧部的第二空气入口，用于接收从蒸发器进入邻近所述第一通道的第二通道的第二气流；以及

用于使进入的周围空气被传送到所述第一空气入口或旁路通道借此所述进入的周围空气绕开所述热交换器的装置。

43. 一种清洁凝水器的方法，该方法包括：

覆盖所述凝水器的集水板，  
将合适的消毒液注入所述凝水器内的水密蒸发器和水密热交换器；  
让所述凝水器放置一段时间；以及  
排空所述凝水器。

## 凝水器

### 技术领域

本发明大体涉及凝水器领域，尤其涉及优化控制将周围气流冷却到露点温度从而冷凝来自周围空气的水分以提供可饮用水的凝水器。

### 背景技术

任何时候，地球大气层含有三亿两千六百万立方英里的水，这当中 97%是咸水，仅有 3%是淡水。在 3%的淡水中，70%冷冻在南极洲，其余 30%中仅有 0.7%以液态存在。大气空气包含这 0.7%中的 0.16%，即 4000 立方英里水，这是世界上所有河流中存在的水量的 8 倍。在这剩余的 0.7%中，0.16%存在于大气中，0.8%存在于土壤水分中，1.4%存在于湖泊中，97.5%存在于地下水中。

无论人类活动如何，大自然都会通过加速或放慢蒸发和冷凝的速率来保持这个比率。这样的蒸发和冷凝是为地球上所有生物再生健康水的方法。

此外，世界上的许多淡水资源受到污染。全世界总计有 12 亿人缺少获取安全的饮用水的途径，29 亿人没有获得适当的卫生系统（世界卫生组织）。因而，每年约有三百四十万人，其中大多数是儿童，死于与水相关联的疾病。根据联合国的信息，当前，世界上有 31 个国家正面临用水压力，并有超过 10 亿人缺少获得洁净水的途径。二分之一的人类缺乏基本的卫生服务，并且每年有 2500 万人死于水传染性病原体。每 8 秒钟就有一个儿童因饮用受污染的水而死亡。而且，若没有发生显著的变化，不久将会有接近三分之二的世界人口生活在淡水紧缺的情况下。

全球都需要具有成本效率且可扩展的饮用水资源。当前的技术需要很多能源来有效运转，由处理水产生的最终费用使得这些技术对大多数有需求的人来说是遥不可及的。诸如美国和沙特阿拉伯这类富裕国家所采用的淡化厂并不是在任何地方都切实可行。在缺乏基础设施的发展中国家，无法有效地运输水，使得具有高产量的大型工厂是不切实际的。



需要有适应个人、团体和企业需求的小型可扩展水提取装置。本发明通过提供“脱离电网”运行以在任何有需求的地方制造干净的纯净水的提取单元来回应这个需要。

本发明是一种从大气空气提取含水份的蒸气用作淡水源的装置。该装置可采用太阳能为主要能源，无需昂贵的燃料、水力或电池供电源。本发明提出的水收集装置提供了较现有装置优良的便利性，可以在世界上大多数区域进行大范围的安装。由于水收集装置的优选能源是太阳能，装置安装的位置越靠近全年有较多阳光的赤道，则装置可获得的能量就越多。

本发明设计为可让一个小型水冷却器大小的单元仅仅通过收集来自潮湿空气的水气，为家庭提供烹饪和饮用水。个人用户、企业和团体可通过采用本装置的技术来控制其自身的供水。对家用、商用、军用方面的多种用途来说也是实用的，并且在任何时候任何地点提供了使用便利和极高品质的洁净水。这些装置的模块化设计允许仅通过增加更多的模块来增加容量。

除了家用外，基于相同基础技术的较大单元适于需要较大量供水的其它应用。例如，装置内冷却系统中 12 伏的压缩机可被配有诸如蒸发器和冷凝器的适当大小的其它组件的较大的 110 伏压缩机替换，并且在电力更易获得的时候，单元将能够冷凝更大量的水。

该装置的太阳能凝水器技术可应用于各种用途，从居住到娱乐，从商用、农用到军用，以及在世界上极度缺水地区的救生。

本发明可用于获取纯净的饮用水，用于烹饪或诸如清洗或洗浴的其它家务用途。该系统也可在船上或度假区内，或在露营旅行、长途旅行和未发展饮用水运送系统处使用。单元可用于为瓶装水或诸如餐馆、办公室、学校、旅馆、航船、医院和其它公共建筑的大型商用提供淡水。该系统也可用于田径场和运动场。

此外，装置可用于增加采用微型或滴灌系统灌溉选定农作物的供水。这些系统在恰当的时间直接向植物的根茎运送适量的水。并且本技术可用于瓶装水生产或几乎其它任何需要水的应用。

本发明提出的技术提供了终结许多灾难的契机。不安全的水引发的死亡和悲剧是惊人的。根据联合国儿童基金会（UNICEF）、世界卫生组织（WHO）

和联合国环境规划署（UNEP）发布的最新研究报告，每天有超过 5000 名儿童死于使用细菌污染的水和食物。

当前，12 亿人口无法获取安全的饮用水，并且这个数字正在不断增加，预计到 2025 年可能有 23 亿人口（或三分之一的地球人口）无法获取安全的水（来自世界 21 世纪水资源委员会的世界卫生组织的统计数据）。这些处于危险中的儿童和他们的家人不只局限于不发达国家的农村地区。据巴黎世界水展望理事威廉·考斯古若弗（William Cosgrove）称：“发展中国家迅速发展的城市中，数百万贫困的城区居民已处于无供水并缺乏卫生设施的条件下。穷人经常被迫为未处理的水支付过高的价格，这些水中有许多是致命的。”根据本发明的装置可极大地缓解这个问题。

水需求的迅速增加，特别是工业和家庭的用水需求，正被人口增长和社会经济发展驱动。如果这个发展趋势继续下去的话，到 2025 年，工业部门消耗的水会增加一倍（WMO）。

城市人口的增长将使家庭用水的需求增大，但规划糟糕的水和卫生服务将使为数亿人口提供的服务崩溃。许多家庭将仍不能连接上管道自来水。

本发明针对许多世界供水问题提供了可行和可负担的解决方案。

应当注意到，尽管许多现有技术以采用简单化和未受控制的方法，从空气中提取出可提取物为基础，会提取出一些水，但几乎不考虑效率。效率的缺乏可以通过对从空气提取水的方法中采用的不同类型的热量的理解来解释。

用于将空气温度降低到露点之下的热量是“比热”。用于将空气温度升高到露点之下的温度是“潜热”，其在冷凝过程中代表动态变量。理想的冷凝过程采用尽可能少的“潜热”。

空气的露点是空气中的水气变饱和并且冷凝开始时的温度。

参考起见，比热是指将一克物质的温度提高一摄氏度所需的以卡路里测得的热量。

潜热是指：在恒定的温度和压力下，物质经历诸如由冰变为水或由水变为蒸汽的状态改变所吸收或释放的热量。这也称为转换热。

在理想的冷凝过程中，如果将太多空气抽取通过系统，则系统不足以将所有空气转换到露点之下的温度，因此造成了系统的性能不佳。

如果所抽取通过装置的空气量不足，空气温度会降低到露点之下，但由于移动通过系统的空气较少，相应地只能从那些空气中抽取较少水。而且当移动通过系统的空气太少时，会引发诸如冻结或过度使用“潜热”中造成能源浪费的其它问题。

因此，根据许多变量可得到流经系统的理想空气量，并且该理想空气量会随着其它变量的变化而变化。因此，有必要对系统进行监控，并对温度和湿度的变化做出反应以确保最优操作得以保持。

### 发明内容

根据本发明的凝水器是可采用各种输入能量源来产生从大气空气提取可饮用水的冷凝过程的装置。

在一个实施例中，凝水器是可便携式的，并且制冷循环可由 12 伏压缩机驱动，其允许为便携式供水提供高效的冷凝过程。用于压缩机的输入能源可从诸如风力涡轮机、电池或光电板之类的许多来源获得。此外，设计可配有变压器，以适用诸如 110 伏或 220 伏系统的其它电源（当可获得这样的电源时），或者装置的尺寸或规模可以扩大以直接适用此类电源。例如，装置可采用 110 伏压缩机，并且简单地将装置的其它组件按比例扩大以适用较大的压缩机。

装置不是采用诸如反渗透或碳过滤的现有系统来过滤水，而是过滤大气空气，然后提供将空气的温度降低到气流的露点之下的冷凝过程。然后空气暴露于将在其上冷凝的足够大小的已冷却表面区域，并且由于重力将水牵引至存储舱而获取水。

所揭示的发明通过过滤空气而不是过滤水的方法，生成了高品质的供水。该装置可配有一个筛网以阻挡较大的污染物。筛网的下游可以是一个预过滤器。预过滤器可以是可拆卸的，以方便清洁。预过滤器的下游可以是诸如 HEPA 过滤器的高质量过滤器，以确保气流是纯净的并且减少会降低由空气过滤下游冷凝过程所产生的的水的水质的污染物。

根据本发明的装置，不是采用诸如通常用于小型制冷系统的毛细管计量机构以将制冷流体送至制冷剂蒸发器，而是配有自动吸入阀以使装置能适应由不同环境生成的不同负载。本发明的一个目的是冷凝过程提供了对大气、即周围

空气的高效处理。因而空气过滤下游的吸入气流可通过传送吸入气流经过空气-空气热交换器，而在进入用于从吸入气流冷凝出水分的制冷剂蒸发器之前被预冷却，该空气-空气热交换器本身被离开蒸发器的已冷却空气所冷却。即进入气流在其进入制冷剂蒸发器部分前，通过将其在热交换器内紧挨的附近传送至离开制冷剂蒸发器的已冷却空气，而被冷却。空气-空气热交换器可被构建为非常高效，达到80%的效率，并且因而在进入气流进入制冷剂蒸发器之前使其温度向露点降低，减小了必须通过将空气传送经过制冷剂蒸发器的已冷却表面来获得露点温度的温差或温度下降，因而对冷凝过程的效率具有显著影响，从而对装置的效率也具有显著影响。例如装置因而可被优化成增加气流速率，并仍可降低气流温度达到露点，或者装置将能够处理非常热的流入温度，并仍然随时间而减低合理的气流量的露点温度，以获取可用量的水分。传感器提供温度，诸如周围温度、入口温度、制冷剂蒸发器入口温度和制冷剂蒸发器出口温度、湿度、风扇速度或其它气流速率指示器来优化和平衡那些变量，使得获取的水分量最大化。因而，本发明的实施例可包括改变通过系统的空气流量，使得装置有规定量的空气通过制冷剂蒸发器，而有不同流量的空气流经相应制冷回路的冷凝器，让功能得以优化。

除了上述的优点之外，凝水器可作进一步的处理而增加其附加值。例如，获取的水可作进一步处理以增加水的价值，这通过回添流失的或在水中仅存有少量的无机矿物质，以向消费者提供这些矿物质的感知价值来实现。这个方法也可回添对人体有益的有机矿物质至水中，而不是单纯地回添人体可能无法恰当吸收的无机矿物质。

有许多方法可以将矿物质和微量元素加回至获取的水中。例如，可在制冷剂蒸发器底部的滴板和下游水存储容器之间，设置配有使得其能被容易地进入的铰链门的小隔舱，以使所有获取的水通过这个腔室。可由用户将配备的矿物球插入这个室中，使获取的水沿矿物球下滴，致使球溶解因而将所需的元素添加到所获取的水中。用户借此对所获取水的再矿化进行控制。额外的保健药物，诸如胶体银、水氧添加剂、负离子化氢离子或其它增健品，也可添加到获取的水中。

总之，根据本发明的凝水器，其特征在一方面可包括至少两个冷却阶段，

或首先用空气-空气热交换器冷却流经两阶段中的上游或称第一阶段的主气流或称第一气流，并且一旦主气流在热交换器内被冷却后，将第一阶段的主气流输送到制冷剂蒸发器内，其中主气流在制冷剂蒸发器内进一步冷却到露点，从而将主气流内的水分冷凝在制冷剂蒸发器的已冷却表面上。主气流在离开第二阶段的制冷剂蒸发器时，进入第一阶段的空气-空气热交换器以冷却进入的主气流，从而减小进入第一阶段的进入主气流的温度和第二阶段内的主气流的露点温度之间的温差。在一个实施例中，可在第一和第二阶段下游与主气流混合或组合（此处统一称为被混合）的次气流或称辅助气流，使进入与第二阶段的制冷剂蒸发器相对应的制冷回路中的制冷剂冷凝器的气流量增加。因而如果主气流或称第一气流具有相应的第一质量流率，并且次气流或称辅助气流具有相应的第二质量流率，则进入制冷剂冷凝器的组合气流的质量流率是第一质量流率和第二质量流率的总和，其大于两个冷却阶段中的第一质量流率。

只要主气流在两个阶段之间成流体连通，两个冷却阶段就可包含在一个或单独的壳体中。壳体包括第一进气口，用于让主气流进入。第一进气口安装于空气-空气热交换器。

空气-空气热交换器具有预制冷空气导管组，其在上游端与第一进气口配合成流体连通。因而，第一进气口提供了吸入至预制冷空气导管组的主气流。空气-空气热交换器还具有相对于预制冷空气导管组设置的后制冷导管组，用以在预制冷空气导管组和后制冷空气导管组之间进行热传递。

第一制冷或称冷却单元（此后统一称为制冷单元），诸如制冷剂蒸发器，与预制冷空气导管组配合，用于使主气流从预制冷导管组的下游端流入第一制冷单元的上游端。第一制冷单元包括第一已制冷的或称已冷却的（这里统一或可选地被称为已制冷的）表面，例如一个或多个已冷却的板，当主气流从第一制冷单元的上游端流向第一制冷单元的下游端时，其经过这些已冷却的板。

已经预冷却的主气流在第一制冷单元内进一步冷却到主气流的露点之下，从而使主气流中的水分开始冷凝到已制冷的表面上，在重力的帮助下水分被收集进集水器，例如安装在壳体之下或下部的滴板或滴盘。第一制冷单元的下游端与后制冷空气导管组的上游端相配合，以使主气流进入后制冷空气导管组的上游端，例如从而进入空气-空气热交换器，以在主气流进入第一制冷单元前

预冷却主气流。因为由热交换器进行预冷却，可以最小功率要求收集冷凝物。第二空气-空气热交换器可进一步增加系统性能。预制冷和后制冷空气导管组共同构成第一冷却阶段，并且制冷剂蒸发器的板或多个板构成第二冷却阶段。

可设置空气-水热交换器以与空气-空气热交换器配合，用于冷却主气流，其中主气流流经空气-水热交换器，并且来自集水器的冷水分同时经过空气-水热交换器，使水分冷却第一气流。空气-水热交换器可以是在空气-空气热交换器沿主气流的上游或下游。

在一个实施例中，歧管或空气室具有相对的上游端和下游端，其与后制冷导管组的下游端成流体连通。即，空气室的上游端与后制冷导管组的下游端配合，使主气流在空气室的上游端流入空气室。空气室具有进入空气室的次进气口或称辅助进气口，其将辅助气流与空气室中的主气流相混合，或添加与空气室中的主气流平行的辅助气流，从而提供了进入冷凝器的组合质量流率，以提取制冷回路中的制冷剂的热量来重新冷凝制冷剂，用于在压力下运送给第二冷却阶段的制冷剂蒸发器，冷凝剂在制冷剂蒸发器和冷凝器之间被冷凝剂压缩机（以下称为压缩机）加压。因而空气室的下游端与制冷剂冷凝器配合成流体连通。诸如风扇或排风机（以下统称为风扇）的气流原推进器促使主气流通过两个冷却阶段。在其中主气流和辅助气流都指向制冷剂冷凝器的实施例（以下也称为组合气流实施例）中，可采用单个气流原推进器，诸如制冷剂冷凝器上的风扇，或者，在仅有辅助气流流经制冷剂冷凝器的情况中，可提供用于主气流和辅助气流的独立气流原推进器。

在组合气流实施例中，诸如选择性可致动风门之类的选择性可致动气流计量阀可安装成与辅助进气口配合，用于选择性地控制流入空气室的辅助气流的量和流速。自动致动器可与计量阀配合，用于根据至少表示水分含量的至少一个主气流和/或辅助气流中的环境条件（以下“和/或”统称为由布尔算符表示的“或”），进行计量阀在阀的开启和关闭位置之间的自动致动。作为一个例子，自动致动器可为温敏双金属致动器或由可编程逻辑控制器（PLC）控制的致动器；例如自动致动器可包括与至少一个传感器配合的处理器以及至少一个传感器，传感器用于感测至少一个环境条件并将与该至少一个环境条件相对应的环境数据从该至少一个传感器通信传达到处理器或称 PLC。所述至少一个环

境条件可从由空气温度、湿度、大气压、空气密度或空气质量流率组成的集合中选取。空气温度条件可包括在主气流进气口的周围空气的温度以及进入和离开第二冷却阶段的主气流的温度。

处理器调节第一和/或第二气流，例如调节在制冷单元内的冷却量，使得第一制冷单元中的空气温度处于主气流的露点或露点之下，但在冰点之上。处理器可基于由至少一个传感器感测的至少一个环境条件计算出主气流的露点。

气流推进器是选择性可控制的，并且处理器可调节主、辅助或组合气流，以使主气流的气温下降到大大低于主气流的露点的可能性最小化，从而使热交换器内的冷凝最小化，以优化或最大化制冷单元中的水分冷凝量。

至少一个过滤器可安装成与凝水器壳体配合。例如，至少一个诸如 HEPA 过滤器的空气过滤器可被安装在第一气流的流路中。可设置水过滤器用于过滤集水器中的水。空气过滤器可包括安装在主气流路径或集水器附近，以便与其配合的紫外线辐射灯。例如空气过滤器和水过滤器可包括常见的紫外线辐射灯，其安装在主气流路径和集水器附近，便于与它们配合。

按照从上游至下游的次序，第一制冷单元可邻近热交换器，热交换器可邻近空气室，空气室可邻近制冷剂冷凝器，并且制冷剂冷凝器可邻近气流推进器。这些部件可以互相交错成紧邻的阵列。

## 附图说明

图 1 是根据本发明的一个凝水器实施例的立体图；

图 2 是图 1 中沿 2-2 线的剖视图；

图 2a 是图 2 的一部分的放大图；

图 2b 图 2 中沿 2b-2b 线的剖视图；

图 3 是图 1 中沿 3-3 线的剖视图；

图 3a 是图 3 的一部分的放大图；

图 3b 是图 3a 的一部分的放大图；

图 3c 是图 1 的凝水器的歧管上游侧内部风管的立体图；

图 4 是图 1 中沿 4-4 线的剖视图；

图 5 是在替代实施例中图 3 的视图，其中供给制冷剂冷凝器的气流歧管隔

开在主气流和辅助气流之间；

图 6 是根据图 1 的实施例的预冷却和冷凝器循环和闭环制冷剂回路的示意图；

图 6a 是图 6 的示意图，示出了空气-空气热交换器下游的空气-水热交换器；

图 6b 是图 6 的示意图，示出了空气-空气热交换器上游的空气-水热交换器；

图 7 是本发明替代实施例的右前侧局部剖视立体图，其中两个单独的风扇分别通过蒸发器和冷凝器来抽取主和辅助气流；

图 8 是图 7 的实施例的左前侧局部剖视立体图；

图 9 是图 7 的实施例的后侧局部剖视立体图；

图 10 是图 7 的实施例的后侧局部剖视立体图；

图 10a 是图 10 中沿 10a-10a 线的剖视图；

图 11 是本发明另一替代实施例的局部剖视立体图，其中主气流传送通过空气-水热交换器；

图 12 是温度和时间关系的曲线图，示出了图 1 装置中的蒸发器温度、已处理空气的温度、相对湿度 (RH) %、露点温度和环境温度的相关性；

图 13 示出了根据本发明的凝水器的控制系统的实施例的模块图；

图 14 示出了根据本发明的控制系统的替代实施例的模块图；

图 15 是根据本发明的凝水器中采用的传感器的立体图；

图 16 是根据本发明替代实施例的前侧立体图；

图 17 是图 16 中所示的实施例的前侧立体图，其中盖子已经被移除；

图 18 是图 17 中所示实施例的主视图；

图 19 是图 17 中所示实施例的俯视图；

图 20 是图 17 中所示的实施例的一部分的立体图，示出了冷凝器相对于冷凝器风扇和压缩机的放置；

图 21 是根据图 17 中所示的本发明实施例的蒸发器的立体图；

图 21a 是图 21 的一部分的放大图；

图 22 是图 17 中所示的实施例的一部分的立体图；

图 23 是根据图 17 的实施例的热交换系统的立体图；

图 23a 是图 23 的一部分的放大图；



图 24 是图 17 所示的实施例的侧视图；

图 25 是图 17 所示的实施例的局部剖视侧视图，示出了气流。

### 具体实施方式

参照附图，其中相似的标号表示各视图中相应的部分，在本发明的一个优选实施例中，风扇 12 抽取主气流沿着上游流路 A，通过上游制冷剂蒸发器 14，通过空气-空气热交换器 16，并且在替代实施例中还通过使用作为从蒸发器 14 的冷凝物（以下将详述）收集到的冷水的空气-水热交换器，与上游流路 A 的进气口 18 配合，然后通过歧管 20，在此其周围的空气作为辅助气流以 B 方向通过辅助进气口 22 被抽取进歧管 20。主气流在离开热交换器 16 时，以 C 方向进入歧管 20。在图 3 的实施例中，主气流和辅助气流在歧管 20 内混合，然后以 D 方向流动通过下游制冷剂冷凝器 24，最终流经风扇 12，使得气流以 E 方向被排出并且是热排出。

主气流在空气-空气热交换器内被预冷却，以及在替代实施例中主气流还在空气-水热交换器内被预冷却。作为主气流通过进气口 18 所抽取进的周围空气中的湿气在制冷剂蒸发器 14 中被冷凝。冷凝而成的水滴以 F 方向重力流至收集板、盘或槽 26，以便通过管口 26a 流出。作为辅助气流以 B 方向进入歧管 20 的附加抽取的周围空气，为高效地操作冷凝器 24 提供了所需的较高的气流速率。

在操作中，主气流以 A 方向被抽取通过蒸发器 14 的上游进气口 18，并且在空空的空气-空气热交换器板 30 之间经过。取决于本发明的实施例，空气-水热交换器 90 可与空气-空气热交换器 16 配合，并且在热交换器 16 中可有一块、两块、三块或多块板 30。优选地，板 30 是平行的，并且相隔开放置以在板之间形成流道，以及在最外侧的板 30a 和热交换器的壳体 32 的壁 32a 之间形成流道。在蒸发器 14 中，通过蒸发流入冷却旋管 34a 的制冷剂将板 34 制冷。最佳地，板 34 被冷却到这样一个温度，其将主气流冷却到恰好在诸如依照来自图 12 中的实验数据的所绘出的露点之下的温度，使得主气流中的水气冷凝在板和旋管的表面上，但不致使水气结冰。例如，以 H 方向离开蒸发器 14 的主气流，可被冷却到华氏 40 度而进入热交换器 16。

一旦主气流在板 30 之间经过，并且在最外侧板 30a 和壳体 32 的壁 32a 之间经过（共同地，一般是预制冷空气导管组），在 I 方向由端盖歧管 36 并在端盖歧管 36 中将主气流转向 180 度，该端盖歧管以板 30 的上端长度延伸。

板 30 本身以平行间隔排列的方式由平面端板 38 刚性支承并被支承于它们之间。端板包括从其中通过的孔组 38a。孔对准穿过板的密封管 30b 的开口端，在图 3、3a 和 3b 中看得最清楚，使得一旦气流以 H 方向通过上游侧歧管 40 转向 180 度，气流就以 J 方向通过孔 38a，并且沿着导管 30b 的长度（后制冷空气导管组）穿过，从而从相对端板 38' 中下游的相应孔 38a 离开。特别地，图 3c 示出的实施例中的侧歧管 40（并不意欲局限于此）将 H 方向的气流分隔成 H1、H2 和 H3 三股气流，以进入相应的导管 30b，导管 30b 本身设置成一组垂直地位于另一组顶端的三个组 30b<sub>1</sub>、30b<sub>2</sub> 和 30b<sub>3</sub>，如图 2 中所示。隔栅 40b 将气流 H1、H2 和 H3 彼此分隔开，并将这些气流与密封导管 30b 的相应组对齐，因此气流 H1、H2 和 H3 对准成分别流入导管组 30 b<sub>1</sub>、30b<sub>2</sub> 和 30b<sub>3</sub>。隔栅 40b 也与板 34 对准，从而将流到气流 H1、H2 和 H3 中的馈入气流部分地隔离，使它们分别来自外侧板 34 和外壁 14a 之间，外侧板 34 和内侧板之间，以及内侧板 34 和内壁 14b 之间。如图 2b 所示，下盖 40a 密封了盘 26 的端部，并且将从侧歧管 40 收集的水分导入到盘 26 中。在 K 方向的空气-空气热传递通过板 30 的固体壁发生，使得导管 30b 内的主气流将板之间的空气冷却。

当气流离开端板 38' 中的孔 38a' 时，气流由下游侧歧管 42 并在该下游侧歧管 42 内以方向 C 再次转向约 180 度，该下游侧歧管 42 以端板 38' 的高度延伸。侧歧管 42，通过引导到歧管 20 上游端的端口 44，将气流引入歧管 20。周围空气进气口 22 以 B 方向使周围空气流入歧管 20，使得在一个组合气流实施例中，将来自热交换器 16 的气流与来自辅助进气口 22 的周围空气混合。辅助气流流经进气口 22 的流速，可通过启动风门 22a 进行可选控制（如图 3 中虚线绘出的关闭位置和实线绘出的开启位置）。然后，混合的气流以 D 方向被抽入制冷剂冷凝器 24，从而在通气孔 24a 或旋管或类似物之间通过。一旦制冷剂被压缩机 46 压缩，冷凝器 24 将流入线路 46a（如图 4 中的虚线所示）的制冷剂冷凝。组合气流则进入直列式风扇 12，并且以方向 E 从风扇排出。

大气空气以方向 A 通过筛网 50，通过预过滤器 52，然后通过诸如 HEPA

过滤器 54 的高品质过滤器，进入进气口 18。离开冷凝器 24 的气流可通过另一过滤器 56。过滤器 56 阻止污物进入风扇，因而也防止了污物进入蒸发器 14。一旦主气流已经通过分别为热交换器 16 和冷却蒸发器 14 的两阶段冷却处理，该主气流可能不足以冷却到有助于制冷剂冷凝器 24 中的制冷剂冷却。则主气流可从系统全部排出而不流经冷凝器 24，也不会显著影响性能，或者若主气流有点冷，其可用来帮助冷却冷凝器 24。如果已经通过蒸发器 14 和热交换器 16 的空气在冷凝器 24 的上游排出，冷凝器 24 会抽取其自身的空气流，其是直接来自系统外的周围空气的辅助气流。采用主气流和辅助气流两种空气流的优点在于，相对于蒸发器而言，让通过冷凝器的气流有显著增加。

控制器 48，如以下所述的，可执行多种任务，并且若将多个控制器构建为同一单元是不利或不可行的，则系统可能需要多个控制器。控制器 48 可被设计成适应各种动力输入，诸如会是单元直接与光电板连接的情形。控制器 48 也可确保制冷系统压力得到保持。

诸如本设计中采用的制冷系统涉及吸气压（低压侧）和排气压（高压侧）两种压力。对于理想性能，低压侧或吸气压可约为 30psi（磅 / 平方英寸）。高压侧或排气压较难控制，对于理想性能，可在 120psi 至 200psi 范围内。采用常规制冷控制的标准制冷系统，较易控制该高压侧压力，并且无需很多关注。诸如此类的系统，即在随温度和湿度都剧烈波动而持续变化的负载下，压力容易变化并迅速超出理想范围之外。这可对系统造成破坏，若排气压太高（超过 250psi），则会给系统造成很大的困难，并且会给压缩机内的阀和电线的绝缘性造成内部破坏，并且甚至会形成蜡状物，也会降低系统的总体效能。这些压力可通过对系统内的压力和制冷剂的流量进行控制，而在一定程度上得到控制。可通过对流经冷凝器的空气的量和温度进行调节，来控制高压侧或排气压。若排气压太低（在 120psi 之下），则制冷系统变得受到拖累而低于其性能运转。在此情况下，控制器被设计成将风扇关闭，而使压力升高。若压力太高，则控制器就将风扇打开，而使压力降低。这是控制系统排气压的简单而经济的方式。

控制器 48 也可找到通过冷凝器的理想气流速率，从而将排气压（也称为背压）调节到可接受的范围（理想的可为 150psi）。在这个设计中，风扇被保持在理想速度而不是关闭或开启，从而确保制冷系统具有适当的系统压力和理

想运行。

### 控制系统

控制器 48 可为凝水器的控制系统 130 的一部分，以管理通过一系列控制元件的气流，使得周围空气中的水气能被冷凝到诸如收集板 26 的容置元件。如图 13 所示，控制系统包括：空气入口 100（进气口 22 是一例，尽管凝水器中可包括多个空气入口），这构成了凝水器中的气流的起点；水提取系统 110，其从气流提取水气（如前所述）；空气排放系统 120，其使从周围空气的水提取最大化，并且在冷凝过程后移除空气；以及水提取控制系统 130，其基于多个传感器和空气移动装置管理流经凝水器的气流。

控制系统 130 还包括多个传感器，以及能够从传感器接收输入并输出信息以控制气流系统因而改变流速的微控制器/处理器（未示出）。水提取控制系统 130 从凝水器的子系统（包括进气测量系统 140、空气移动控制系统 150 和排气测量系统 160）获取信息，并且采用此信息来控制各子系统。控制系统 130 也可包括显示器 170 和用户界面 180，以及允许本地用户控制凝水器的诸如按钮 190、表盘之类的输入设备。控制系统 130 也可包括用于与凝水器内的控制系统 130 或控制界面 180 进行有线或无线通信的外部控制系统 195。外部控制系统 195 可以是，但不局限于：本地或联网的个人计算装置，诸如系统控制器、PLC、个人计算机（PC's）或手持设备。

控制系统 130 通过从位于凝水器中或周围的至少一个或多个传感器得到的输入而获得与系统当前状态相关的信息。优选地，至少一个传感器位于凝水器的气流系统内，测量进入进气口的气流特性以提供与该气流特性相关的输入，从而与一个向该控制系统提供与通过排气系统排出凝水器的气流特性有关的输入的传感器获取的输入相比较。对这些特征进行测量，既使得水提取最大化，又确定了包括空气过滤器、空气调节器和水调节器的其它系统组件的运行的水平和效率。

控制系统还包括机械和电气组件。机械组件如控制系统的电气或电子组件指示地那样控制气流，将从空气提取和机械组件内收集的水气冷凝。

控制系统测量进入的或吸入的周围气流的特性，包括湿度和温度，并采用

相同的参数将这些特性与排出的气流的特性相比较，以确定理想流速以使水提取最大化。控制系统也可测量吸入气流和排出气流之间的压力变化，以确定交换特性的效率，并进一步确定系统组件是否需要保养。

使用控制系统包括测量进气和排气之间的湿度差，确定通过凝水器机械系统的理想的空气速度。理想的空气速度是在机械（冷凝）系统中能生成最大量的冷凝物，从而使水提取最大化的空气速度。

传感器被用来测量气流的温度、压力或湿度。优选地，凝水器中至少有两个传感器，一个在进气口，一个在排气口。控制系统也可包括在冷凝器室中的或在过滤器室中的过滤器之间的传感器。

传感器包括电路系统，以将其中的测量装置转化成可被传输（例如沿着电缆）到系统控制器/处理器 48 的信号。传感器处的信号转化通常包括电子设备，电子设备与单个传感装置的电气特性起作用并生成可沿着有线接口电缆进行通信的信号。通常这意味着将模拟特性转换成数字信号。典型的传感器如图 15 所示。

可提供的传感器种类包括湿度传感器，其具有位于半导体基板和湿敏薄膜上的检测电极。湿度传感器测量绝对湿度或相对湿度。进气的绝对或相对湿度与排气的相对或绝对湿度相比较，以使差值最大化，从而使水气提取最大化。

也可提供温度传感器，其具有位于基板上的检测电极，其特性与变化的热条件作出反应，并且可被电转化或测量。采用温度差与湿度差相结合（绝对或相对），以确定水气提取的理想参数。

也可提供压力传感器，尤其是测量气流进气和排气之间的压力差，并且部分确定颗粒过滤更换系统的特性。

实际应用中，控制系统从正进行与温度、湿度和压力相关的进气和排气信号测量的传感器读取输入。此外，控制系统通过凝水器的机械系统对气流速率进行控制。气流速率可由进气和/或排气电路能够测量的任一或所有参数控制。

进气传感系统包括模拟信号调节器，其对有源转换器是被动的，有源转换器的特性从被动未补偿的和原始测量参数转换成可由诸如数字信号处理器或微处理器或微控制器之类的控制装置测量的数字信号。

优选地，信号调节系统包括被动传感器、有源信号转换器以及采用误差信

号来生成指示水气存在的补偿信号的误差检测电路；与传感器相关联的放大器，用于从有源信号提取误差信号以生成指示凝水器附近区域中水气存在的补偿信号；输出信号调节电路，用于从放大器接收补偿信号并生成用于传输到微处理器的已调节信号，微处理器指示控制器系统响应从放大器到微处理器的已调节信号的输入和输出差来控制凝水器中的可变气流速率传感器。

这些输入调节电路和测量装置被用来确定湿度差和温度差。然后控制气流速率，以使进气和排气系统之间的湿度差最大化。这个湿度差与温度测量配合使用，来使水气提取最大化。

在控制系统的控制下，用机械装置控制气流。气流以由机械装置导引的最大速度或流速的百分比进行测量：通过凝水器的机械系统的最大速度或流速为100%。

控制系统读取输入传感器的已转换信号，并将那些信号与排气传感器的已转换信号相比较。然后控制气流以使那些传感器之间的湿度差最大化。温度被测量并且被用以限制机械系统不至于将空气冷却到使得水气在冷凝系统中结冰。既进行湿度测量又进行温度测量，让控制系统计算出在决策矩阵中采用的、用于控制气流速率的露点。

控制系统也可在冷凝分布图切换算法和控制参数之间切换。参数是那些输入控制系统中的可测或可计算的输入。已计算的参数可从可测传感信号得出，或从诸如时间之类的其它参数得出。

时间被用作一个将来自传感器的读数过滤或平均的参数。这个均值或过滤值可随时间调整，以提供更长或更短时间段的调整阻尼因子，该因子改变气流系统的控制速率。可基于可调整的分布图对气流系统输出控制进行调整，该分布图可通过外部控制系统或用户显示器/切换界面，或以上两者来调整。

系统中采用了两个主要的控制算法：时变速率（time-rate-variable (TRV)）算法和比例积分微分算法（PID）。PID 控制系统是工业控制系统中的常见反馈回路组件。在这个方法中，控制系统将从方法测得的值与设定点参照值相比较。PID 控制器可基于误差信号中变化的历史和速率来调整方法输出。当采用控制系统以获得设定点湿度或温度差时，采用 PID 算法。这与时变速率系统不同，当控制系统使其湿度和/或温度差值最大化时，采用时变速率系统。

时变速率 (TRV) 系统包括 PID 控制理论的要素, 然而在此例中, 没有已知的设定点值。设定点不是预先设定的, 而是在控制系统内动态变化并根据空气的品质而变化。此外, 这个‘设定点’被不断优化以基于湿度和温度使水提取得以最大化。若控制系统包括压力传感器, 则这个传感器被用来辅助主要控制算法, 因为通过系统的气流速率可由于交换器室内形成的压力而减小。

通过设置传感系统的初始测量值 T0 来使用 TRV。在 T0 处, 流量控制系统将被置为 0 或接近 0 的值。读取传感器的读数以确定 T0 处的差值条件。然后, 流速控制被增至由机械流量致动器决定的慢怠速。机械致动器的流速通常具有低怠速条件, 使得若设置低于此点, 就使流速从这个最小值降低为 0。这可不与控制值成比例。例如, 12% 的输出控制速率可能不足以致使机械致动器移动空气, 而 13% 就可使空气移动。

在初始条件之后的某一时间 T1 处再次读取传感器, T1 由系统设定, 但为分布图设定变量。在时间 T1 处, 控制器采用这些测得的参数来确定流速是否应当增加。一般而言, 在初始条件后流速预计会有增长。也预计湿度差会有一些或没有增长, 并且采用这个测量值作为进一步控制流量系统的基础。

在时间 T1, 速度增长到接近、但小于由以下公式决定的最大值 (100%) 的速率:

$$\text{新流速 (\%)} = \left( \left( (100\% - \text{当前流速}) / 2 \right) + \text{当前流速} \right) (\%)$$

公式 1: 流速控制: 增加调整

一段时间后, 在时间 T2, 与 T1-T0 成比例的值, 一组新的传感器测量值被用来将先前的湿度差与新的湿度差相比较, 以确定这些差值是增大或减小。控制系统的目标是将湿度差增加到其最大值。最大值是这样—个值: 若流速增加, 则测得的湿度差会降低。

若时间 T2 处的湿度差大于时间 T1 处的湿度差, 则控制系统根据以上所列出的公式 1 来增加气流, 但是“当前流速”是用来控制机械系统的上一次的流速。这具有以递减的步骤将流量增加到 100% 的作用, 这些递减步骤是在当前设定值和 100% 之间有效的取半。

继续进行处理, 直到最大值达到上述值。一旦达到最大值, 流速再次基于

下列公式所示的先前测量值以小增量地减小：

$$\text{新流速} = ((\text{当前流速} - \text{最终流速}) / 2 - \text{当前流速}) - K$$

其中 K 为常量，其确保至少有一个微分控制状态

公式 2：流速控制：递减调整

公式 2 中的常量 K 使得算法在先前气流速率和当前气流速率相同的情况下，会将气流速率逐步降低。这与增加公式（公式 1）不同，因为在气流速率增加的情形中，只要在气流速率最大值处的湿度差成为最大值，就可持续采用 100% 的最大值。

控制器识别进入和排出的空气的湿度，力求控制空气量，并通过调整空气量（例如由风扇进行控制）直到进入空气（周围空气）和排出空气的湿度之间的差值最大化，来使凝水器的性能最大化。差值表示从周围空气中“获取了大量的水”。

该算法可被编程为风扇的 50% 速度（其可由控制器调整），但也可采用其它风扇启动速度，并获取传感器的初始读数。然后风扇速度增加由上述算法决定的一定量（例如 10%，也可由控制器调整），随后，接收到传感器的输出。若发现有改进（在空气入口和排气口的湿度读数之间的差值变大），则风扇速度进一步增加。若相对于上一次测量没有值出现改进，则控制器将会判定其正在“错误”的方向作变化，并且将减小风扇速度直至记录到有改进。无论方向（增加或减小）如何，风扇速度都会变化直到传感器中看不见任何变化。方向将颠倒，以回到显示出传感器之间最大差额的上一个风扇速度。该风扇速度将得以保持直到在一个传感器中看到变化。此时，处理器将再次“搜寻”正确的风扇速度。

优选地，可以尽可能经常性地进行抽样。可选地，传感器可比较温度而不是湿度。也可以不改变风扇速度，而将空气通道或入口开启或关闭。

优选地，内部气流应到达其露点的系统内的理想位置将会被确定。这个位置可在热交换器和蒸发器板（在第一次通过中）之间，但也可采用其它位置。配有传感器的控制器监控环境条件并计算内部的露点是多少。传感器放置在如



上所述的系统内，允许控制器监控传感器，并从而确定关于露点的温度。因而若理想系统功能是创建临近传感器的露点，则控制器将持续减速或加速风扇以优化系统。在另一个实施例中，采用差压压力计以提供反馈给控制系统，辅助其优化气流的功能。本系统被设计成保持气流恰好在露点以下，并随着条件变化持续跟踪露点。如在图 12 的测试数据组中所示，根据已处理空气的温度持续追踪露点以确保最优操作。

在如图 7-10 和图 10a 所示的替代实施例中，主气流和辅助气流是完全隔离的。鉴于在先前所述的实施例中，主气流在流经空气-空气热交换器后，其中离开制冷剂蒸发器的主气流被降低的温度被用来预冷却进入的主气流而不是被浪费掉，并且主气流流入歧管，在其中主气流与辅助气流相混合，以提供增加的气流量给制冷剂冷凝器，在这个实施例中，由独立风扇来控制主气流，以使通过热交换器和制冷剂蒸发器这两个冷却阶段的主气流的控制精度得以提高。

因而，如图所示，风扇 60 在 M 方向经由进气口 64 抽取通过制冷剂冷凝器 62 的辅助气流。如前所述，制冷剂冷凝器在与制冷剂蒸发器相同的制冷回路中，即在与第二冷却阶段相同的制冷回路中。如前所述，空气-空气热交换器提供了第一冷却阶段。因而如前所述，主气流在进入制冷剂蒸发器之前先进入热交换器。特别地，已经流经如前所述的空气过滤器（未示出）的主气流，通过低进气口 68 以 N 方向进入空气-空气热交换器 66。主气流流经横穿热交换器宽度的中空导管 66a，以 P 方向离开导管 66a，从而在端歧管 70 内被转向 180 度。然后主气流以 Q 方向在制冷剂蒸发器板 72 之间流动，其中主气流冷却到其露点之下但不结冰。因而主气流在板 72 上冷凝出水分，并且通过管口 74 集结在收集盘之类的器件上（未示出）。

主气流通过槽 76 离开制冷剂蒸发器，并且以 R 方向在导管 66a 之间向下流动，从而以 S 方向通过槽 78 离开热交换器 66。然后将主气流抽取通过风扇壳体 80 和风扇 82，从而以 T 方向作为排气离开风扇 82。

主气流和辅助气流是分开的，从而需要各自独立的风扇，分别是风扇 82 和 60，这样提供的冷凝器 62 以较大容量运行而不会对在第一和第二冷却阶段一分别是热交换器 66 和蒸发器板 72—之间冷却平衡的优化产生影响。因而低

容量风扇 82 可由处理器（未示出）控制以确定影响冷却和冷凝的优化的当前环境条件，例如通过改变提供给风扇 82 的功率来对通过两个冷却阶段的主气流的速度和质量流率进行控制。因而，可采用既不太高而影响水分的最大冷凝，也不太低而将主气流冷却到远远低于露点而浪费能源的速度来抽取主气流通过冷却阶段。因而，通过监控环境条件，如前所述的诸如湿度和温度，可对风扇 82 的风扇速度选择性地控制，以优化冷凝结果，而无论周围环境条件如何。因而在非常潮湿的环境下，将驱动风扇 82 以抽取较大质量流率的主气流通过两个冷却阶段，而在湿度较低条件下，主气流需要更多时间去优化冷凝，因而可采用较慢的风扇速度来提供优化的冷凝产物。

在图 5 的另一个实施例中，隔板 100 隔开歧管 20，使主气流和次气流不会混合。例如，隔板 100 可将进入制冷剂冷凝器 24 的进气分成两半。否则，隔板 100 可相对于进入制冷剂冷凝器 24 的进气安装成提供较多量的以 D' 方向流经冷凝器 24 的辅助气流。分别流经热交换器和制冷剂蒸发器的两个冷却阶段的主气流的空气速度和质量流率可，例如，通过选择性地定位隔板 100 相对于冷凝器 24 的位置来进行控制，或者通过结合使用气流风门或其它可选择控制的气流阀进行控制。

对周围空气的适当处理为冷凝器单元提供了优化操作。尽管现有的冷凝器可简单地驱动大量空气通过冷却系统（通常为无热交换器的蒸发器），但这些系统没有提供像本发明提出的对功率效率进行设计的系统，本发明采用以最少的功率要求提取大量的水的技术。这可以如下所示的多种方法实现。

环境条件由系统进行监测，并且对系统中的恰当点，诸如热交换器和蒸发器（第一次通过）之间的相对于露点的温度进行监测。若在此点处的空气远远高于露点，则抽取空气通过这个单元区的风扇会降低它的速度，因而使空气流动放慢而允许在空气到达蒸发器板之前有更多时间来冷却。若此点处的空气在露点之下，则系统会增加风扇速度并继续优化气流。也可对整个装置内的其它条件进行监测，并且控制器 48 可采用该信息以进一步校准装置。离开系统的湿度量可被用作准确地确定从空气提取了多少水的方法，并且采用该信息，系统可修改其设置以确保系统达到最优性能。

在图 6b、图 11 和图 11a 的替代实施例中，空气-水热交换器 90 被沿主气

流安装于空气-空气热交换器的上游。集水器 26 中所收集的水由诸如导管 26a 导入贮水器 90a，水可被收集于贮水器 90a 中以供最终使用。贮水器 90a 中的水刚被冷凝并被蒸发器板回收，是冷的。因而，在主气流进入空气-空气热交换器之前，为了作如上所述的进一步预冷却，通过使导管 90b 冷却的水对以 A 方向流经空气导管 90b 的主气流进行冷却。由于利用了收集到的水的低温，这进一步改进了冷凝器的效率。

图 16 至 25 中示出了根据本发明的凝水器的另一个实施例，其可被安装在墙壁之类上。如图 16 所示，周围空气通过空气格栅 201 被抽取到凝水器内，空气格栅 201 中空气流经设计成净化进入空气的进气过滤器。为了让用户便于接触到凝水器的内部，在装置的前面有检修门（图 16 中被去除）。该门覆盖了罩盖 202，该罩盖固定有可更换的水过滤器壳体 203、可更换的 UV 灯壳体 206 和 LCD 显示器 204。可更换的水过滤器壳体 203 允许进入以拆除和更换水过滤器。LCD 显示器 204 向用户提供与凝水器的状态相关的信息。触摸控制装置 205 允许用户在由控制器机制提供的各种功能中进行滚屏查询选择。

如图 17 所示，凝水器包括水过滤器 207、LCD 显示器 204、UV 灯 209、冷凝器 210 和压缩机 211。热交换系统 212 可包括允许空气绕开热交换系统 212 的旁路机构 213（优选地在较冷的气候下）。凝水器也包括，如图 18 所示的回路控制器 214 和冷凝器风扇 215。冷凝器风扇 215 可偏置成一个角度，以最小化凝水器的尺寸。冷凝器 210 可被以相似角度放置，以减小凝水器所需的厚度。如图 19 所示，凝水器将干燥空气从冷凝器 210 通过装置一侧上的格栅 217 排出。

如图 21 和 21a 所示的蒸发器 218，被设计成使水冷凝最大化，这对现有的蒸发器技术提出了挑战。现有的蒸发器在各板/散热片之间的间隔不足以确保水滴自由落下而不会与相对的板/散热片相接触。蒸发器 218 在板 244 之间提供的间隔 240，足够让水滴落下而不与邻近板 244 相接触以及将其之间的空隙搭接。优选地，这个间隔为平均水滴宽度的 110%至 140%（例如 125%）。这使得水被从蒸发器 218 去除，并且有效地形成新的水滴，而且解决了现有技术中存在的多通道蒸发器传送向上流动通过蒸发器区域的空气，气流生成负气压，使得板上尤其是在装置的底部积存了水的问题。这导致水横跨多个冷却板被收集和

搭接，因而阻碍了生成水的效率。为了克服这个问题，蒸发器 218 被分成三个独立的部分，这让气流仅仅向下通过有冷却板的部分。例如，气流向向下通过蒸发器 218 的第一部分 219，然后向上通过不含有板的中间部分 220，然后向下通过具有板的第三部分 221，从而允许空气仅向下通过冷却板，因而减轻其会减小系统的效率并减少水的生成的负压水瓶颈。

可用来增大蒸发器 218 的效率的附加组件是用来将板 244 上的水震落的拍打件或振动件（未示出）。拍打件可以是附着于小电动机的平衡配重块，其可定时以设定间隔时段振动一小段时间；或者可以是缠绕在可移动磁棒上的线圈，借助由凝水器（例如，电容器中收集的）产生的短脉冲电流，磁棒会轻敲蒸发器 218，因而有助于将水从板 244 上抖落。

如图 22 所示，可拆卸盖 222 覆盖 UV 灯 209。输出水线 223 为水流出冷凝器处。如果该设计要求装置位于诸如台面之类的平坦表面上，这条水线可从其侧边而不是下面离开装置。此外，与装置具有相似尺寸的水容置系统直接在装置下方，以收集生成的水并让用户方便地获取。

若这样一个容置系统位于冷凝器下面，则冷凝器可从这个容置系统提取水并使水循环通过冷凝器的过滤部件，从而即使水已被放置一段时间也可确保水质。这可按照设定间隔进行一小段时间（例如 20 分钟/天）。

装置的基底 224a 包括控制气流并获取水的构件。基底 224a 位于热交换器 212 之下，其获取热交换器 212 可能生成的水。输送管机构 224b 在热交换器 212 之上，其生成通过装置所需的各种组件的气流。装置可包括水泵 225，以将水移动通过诸如水过滤器 207 之类的各种组件。

图 23 所示为使装置的效率提高的热交换系统。装置用出去的废气流 X 预冷却以 Y 方向移动的进入气流。热交换器 212 能够通过上前孔 232 绕开热交换系统，如果在当前的环境条件下对装置是有利的话。在这个实施例中，进入气流 Y 和经处理的出去气流 X 分别经由单独的孔 228 和 229 向上移动通过装置，使得气流 X 和 Y 不互相接触。

进入气流 Y 通过热交换器 212 前面板底部的空气入口 228 进入装置。离开蒸发器 218 的经处理气流 X（其是干冷空气）在其底部通过空气入口 229 进入热交换器 212，并向上移动通过交换器 212，和新进入的空气一样，但是在装

置的隔开通道中。这一已通过交换器 212 的进入气流然后通过后板顶部处的出口 230 离开交换器 212，并进入让气流移动到蒸发器 218 的输送管。将要离开系统的流出气流从交换器 212 的顶孔 231 离开。如图 24 所示，风扇 226 抽取空气通过装置。孔 217 让流出的经处理气流离开装置。

如图 25 所示，一旦空气通过进气过滤器，会有这样的情况：或者进气口 228 抽取气流 Y 通过热交换器 212，或通过进气口 232，气流 Z 绕开交换器 212。可采用任意数量的装置来开启入口 228、232 中的一个，同时关闭另一个；例如可采用滑动门，其宽度和入口 228、232 之间的距离相等，其长度足够覆盖两个入口中的一个。当需要空气通过交换器 212 时，门会滑动以关闭进气口 232 并开启进气口 228。当需要进入气流绕开交换器 212 时，门会向下滑动以盖住进气口 228 并开启进气口 232。此外，也可需要门仅部分开启，使得一些进入气流绕开交换器 212，同时另外一些空气通过它。控制系统会确定这个实施例的门的最佳位置。

可选地，装置可具有水平滑动门，其配有覆盖进气口 228 和 232 的可交叠的叶片，其中当进气口 232 开启时，进气口 228 会关闭。这可借助利用气温的双金属条控制，来机械移动门。

一旦进入的空气通过交换器 212，则其通过蒸发器 218 的顶部被抽取到装置的背部，其后气流沿着蒸发器 218 部分的第一通道 219 移动。水被收集在集水盘和气流通道 227 内，然后气流向上移动通过蒸发器 218 的未受阻挡的中间部分 220，然后再次向下被引导入蒸发器 218 的第二翅片状蒸发器通道 221，在此处水再次被收集到集水盘 227 中。

一旦气流离开蒸发器 218，气流会变得又冷又干，并且将进入热交换器 212 的底部 229，在此处气流被用来预冷却进入的气流。经处理的气流在顶部离开热交换器 212，如气流 X 所示。然后，气流被导向通过风扇 226 并从装置排出。

在本发明的一个实施例中，装置的各种部件和组件可用二氧化钛制成或设有二氧化钛涂层。采用这种材料来构建装置的各种部件，或采用这种材料在这类部件上涂层，确保了这些部件保持洁净、免遭污染，并且由装置生成的供水免遭不想要的污染。装置的大多数内部部件可由此类价廉丰富的材料制成。此外，构成存储容器的所有材料或其内衬可为二氧化钛，以确保供水保持洁净并

免遭不必要的污染。

二氧化钛（也称为 Titania）可被用作抗微生物涂料，因为二氧化钛的光催化活性形成薄的材料涂层，在暴露于紫外线（UV）辐射时表现出自洁和杀菌特性。这些特性使该材料在构建凝水器系统中发挥了作用，它通过帮助保持空气和水源清洁并免遭污染，同时若表面受到刮擦或受到危及时，也有可自修复的优点。

二氧化钛是自然形成的钛氧化物，化学分子式为  $\text{TiO}_2$ 。经美国食品与药物管理局（FDA）的食品检测实验室认可，二氧化钛被认为是一种安全的物质，对人体无害。

对光催化的科学研究证实了这种独特且丰富的物质是抗菌、抗病毒且杀真菌的，这使得它是用于自洁表面的理想材料，并可被用于除臭、净化空气、水处理和水净化。

因为二氧化钛是半导体且由光能化学活化，所以可将合适的光源添加在整个装置的各个关键点上以确保空气和水源保持洁净并不受有害物质的影响。整个系统中可采用暴露于紫外线（UV）辐射的  $\text{TiO}_2$  的一些最有利的地方是：热交换器、蒸发器板和存储容器，然而几乎所有与空气或水源接触的表面都可用二氧化钛构建。用于光源的一个关键性地方可在采用反射材料的热交换器和蒸发器板之间，以确保光辐射通过由  $\text{TiO}_2$  制成或带有  $\text{TiO}_2$  涂层的装置的所有这两个部分。

因为纯二氧化钛涂层比较光亮，所以这种物质可被用作将水从蒸发器板运送到存储容器的管子的内衬，并且可成为 UV 净化系统的一部分。这种材料具有非常高的折射率，其光色散比钻石高，因此，为了增强所需要的效果，围绕光源的旋管内可封装在反射材料中，以确保给光足够的机会与材料的表面相接触，并产生所需的效果。

在 UV 和二氧化钛净化系统被采用在某种存储容器内部的应用中，可在反射箱的底部设有开口，使得光会逸出以在存储容器内提供同样所需的效果。可选地，假设对于各种应用来说，仅采用一个光源来实现这个用途并不可行，可在存储容器中采用另一独立光源。

可采用的其它材料也要具有装置内所需的属性。这些可包括疏水性的涂层

（憎水的），以及已证实能抑制细菌的生长和迁移的各种抗微生物元素。这些物质可包括银或其它减少细菌生长的已知化合物，以及各种抗腐蚀材料。

在优选的实施例中，可通过罩上收集板，将合适的消毒液（诸如氯）注入蒸发器和热交换器（其是水密的），并让装置在被排空前保持这个状态一段时间来清洗装置。

本领域技术人员根据上述说明书，应理解实行本发明时可作修改和更改而不脱离本发明的精神或范围。因此，本发明的范围应根据下列权利要求界定的实质来解释。

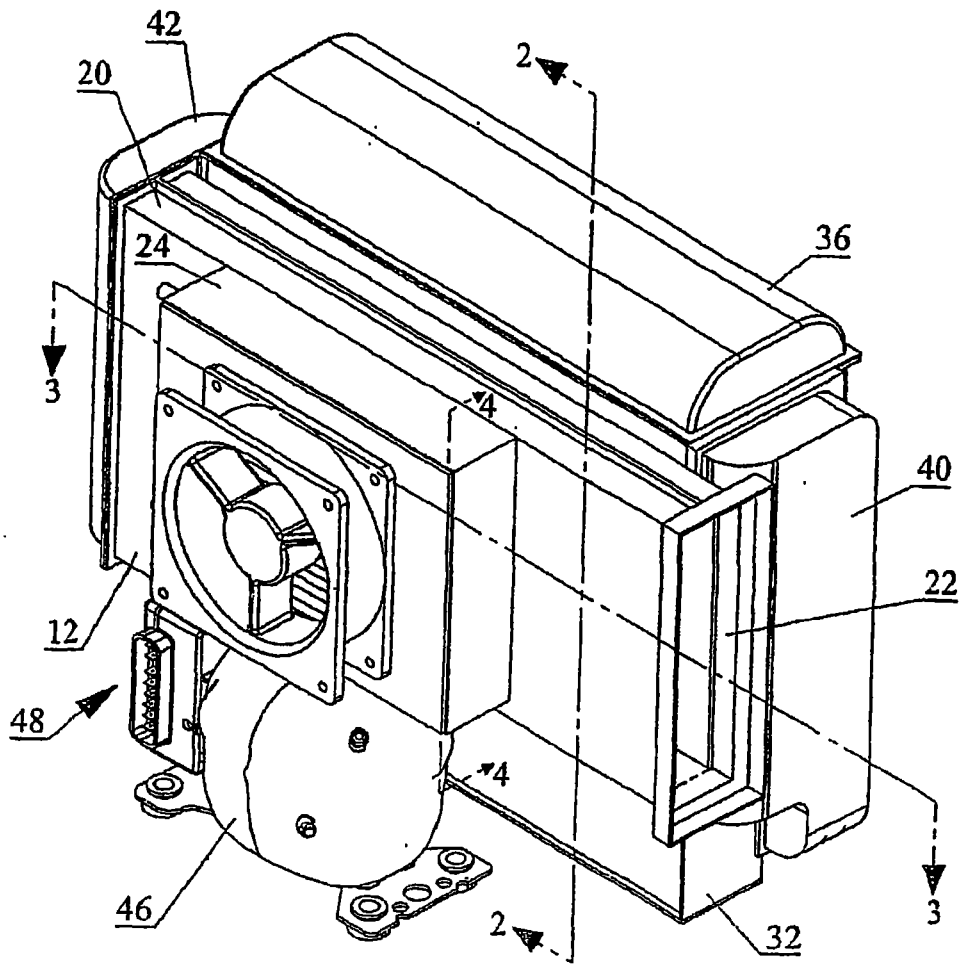


图 1



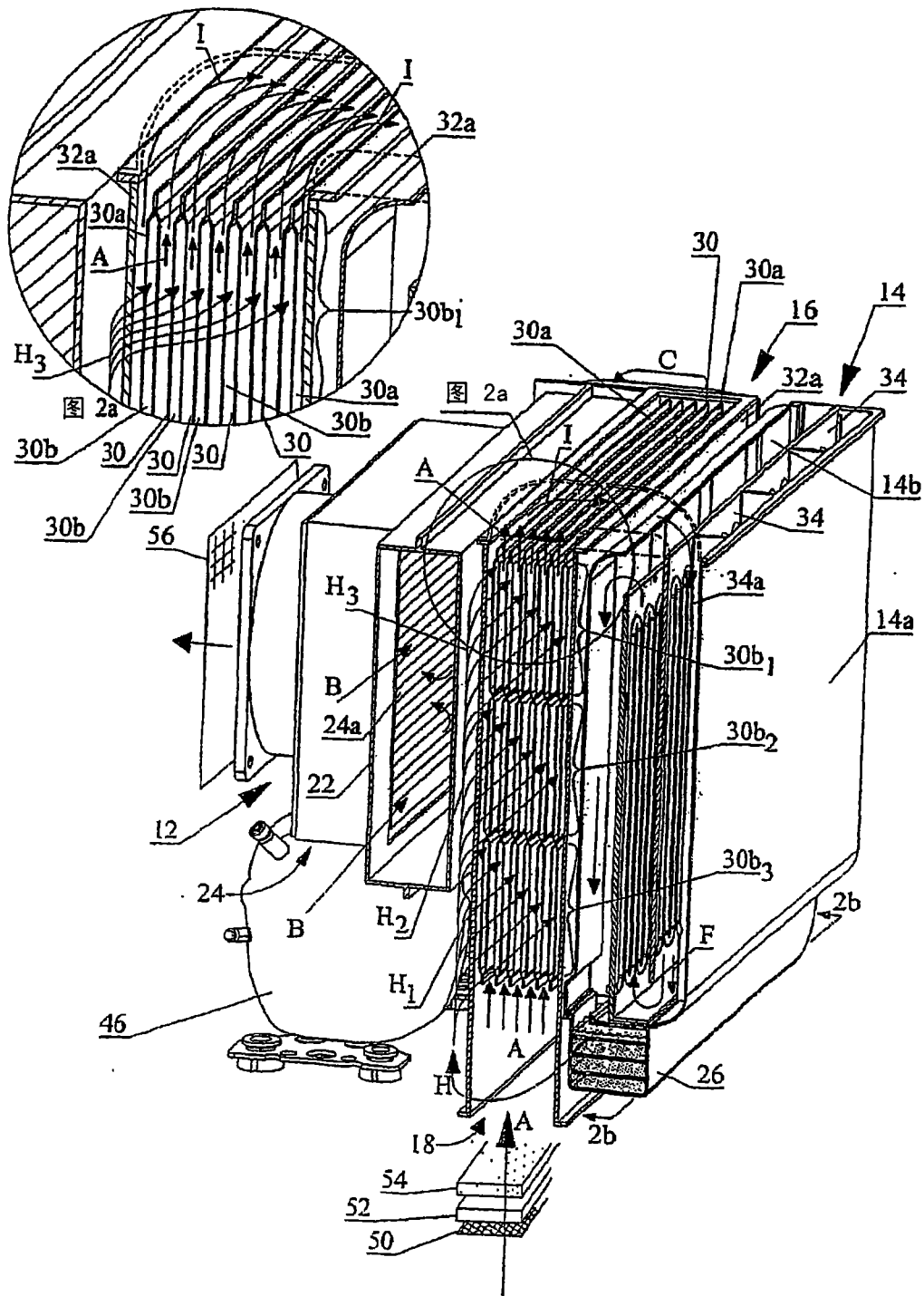


图 2

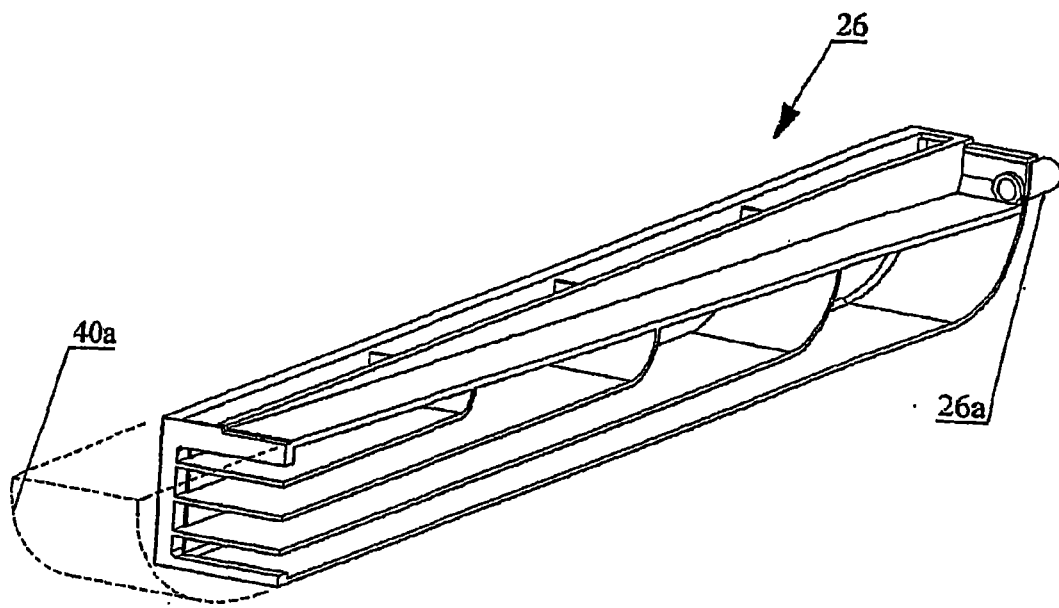


图 2b

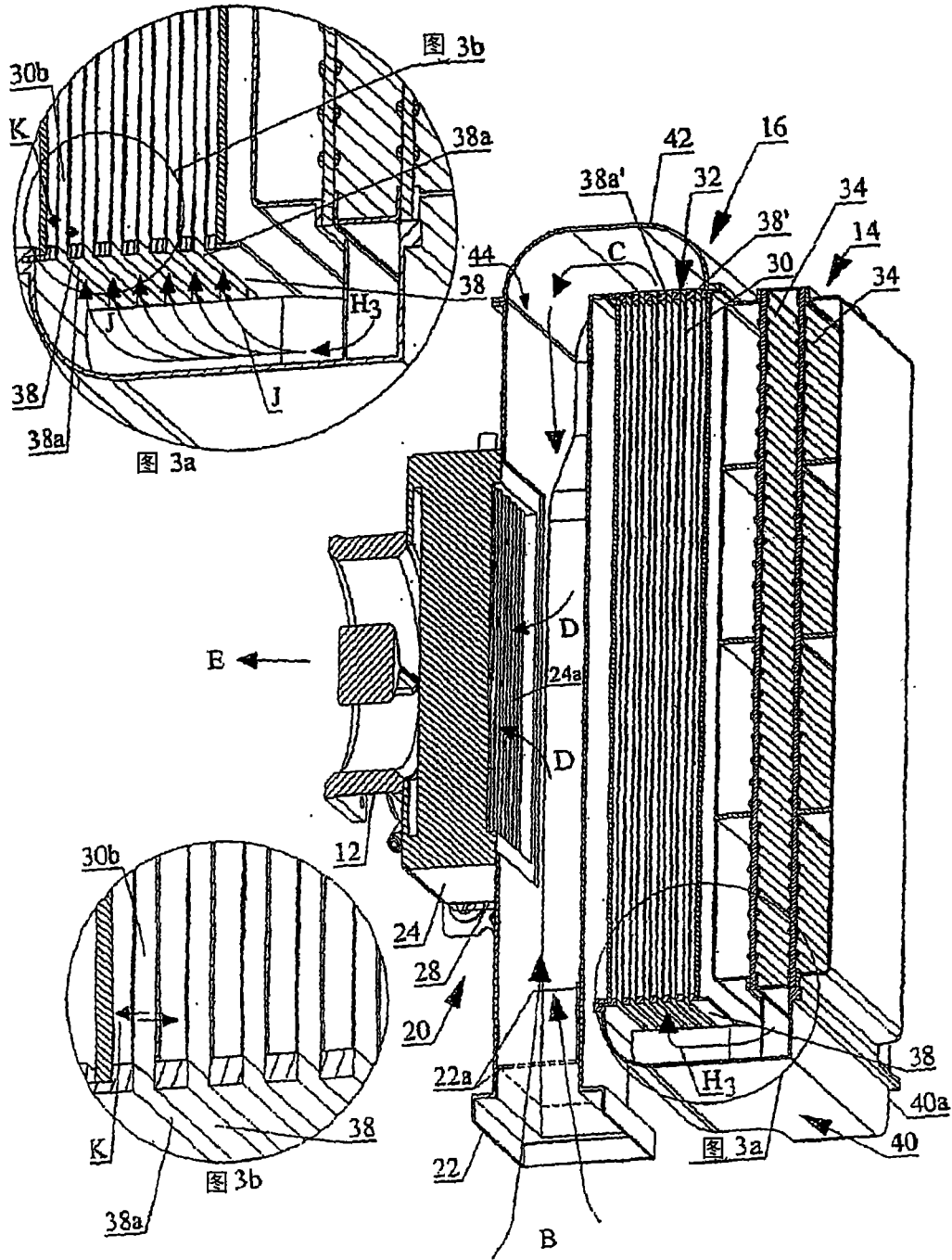
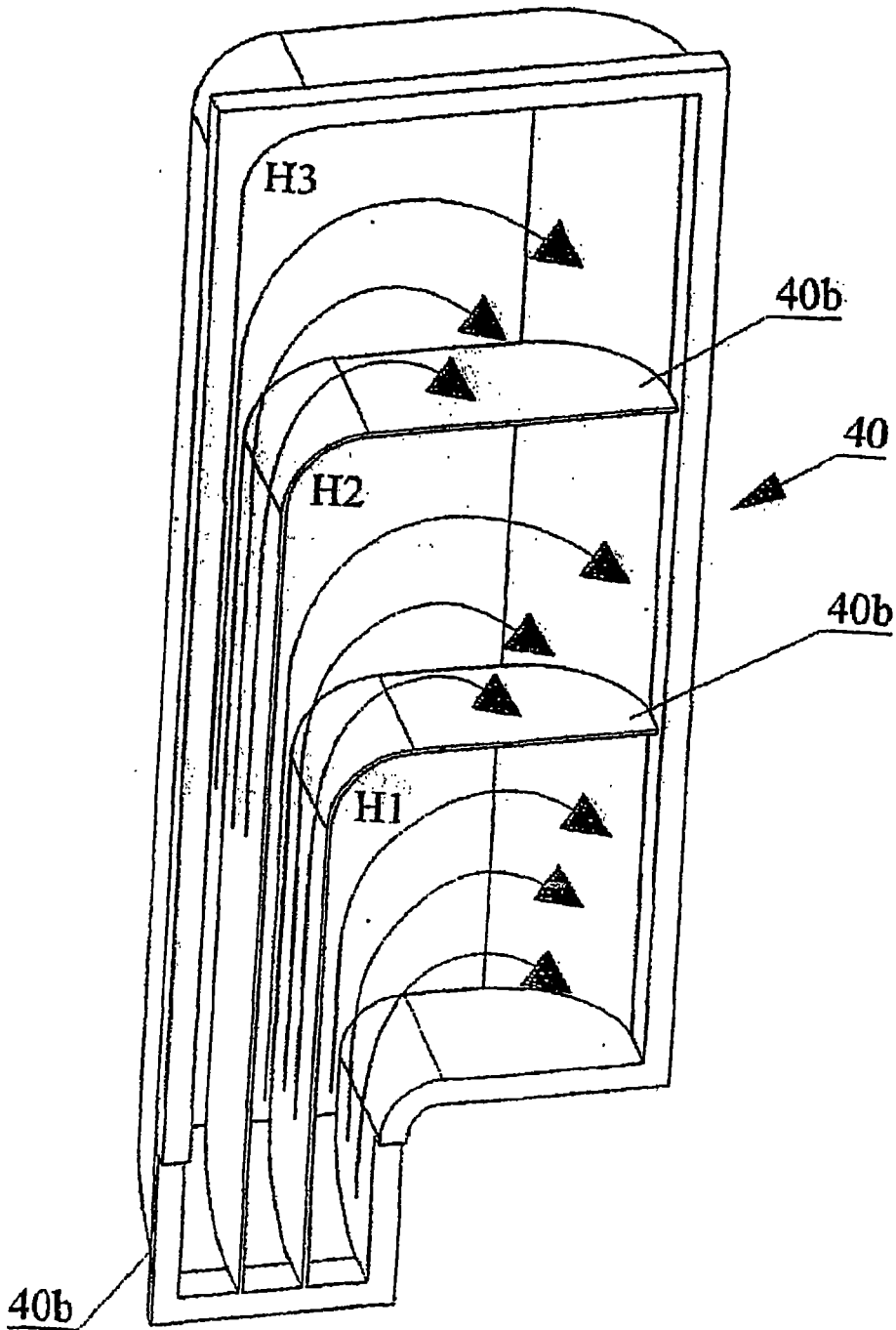


图 3



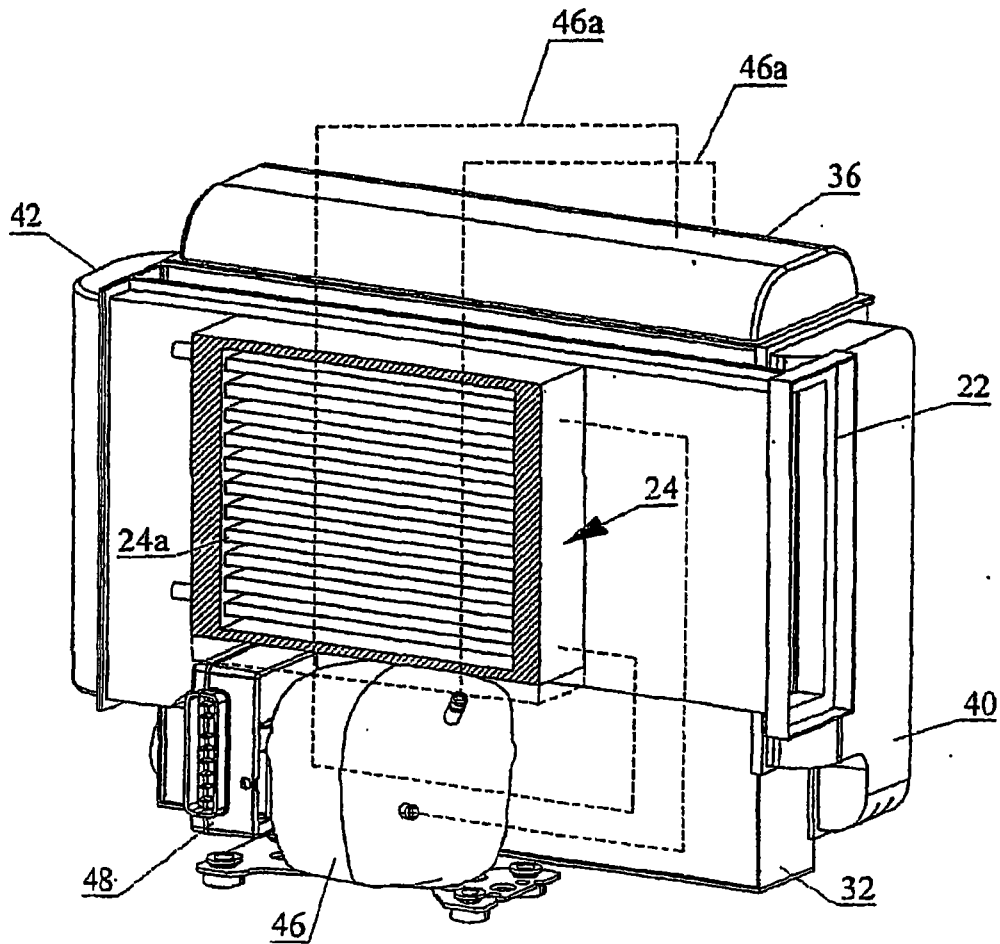


图 4

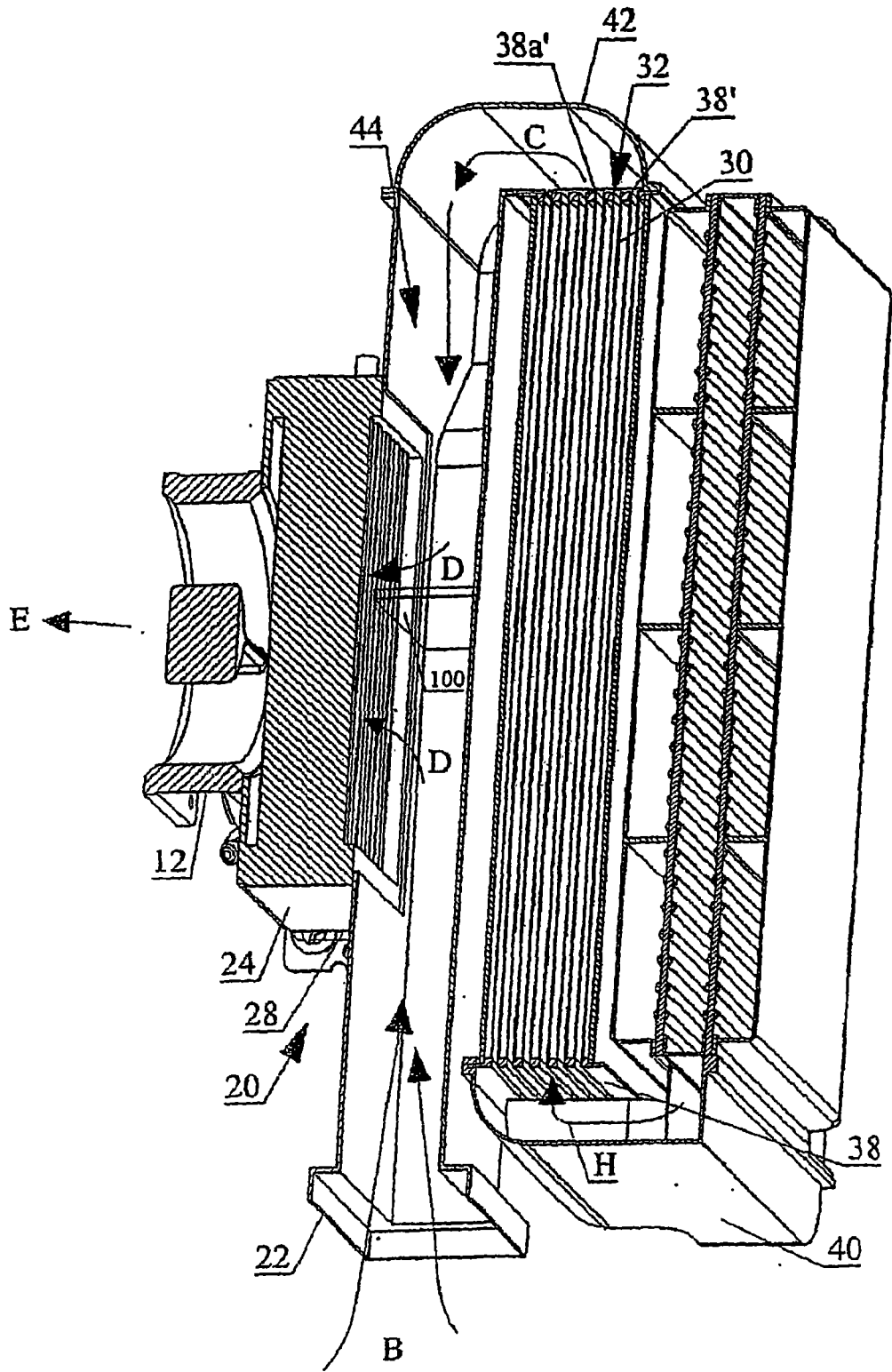


图 5

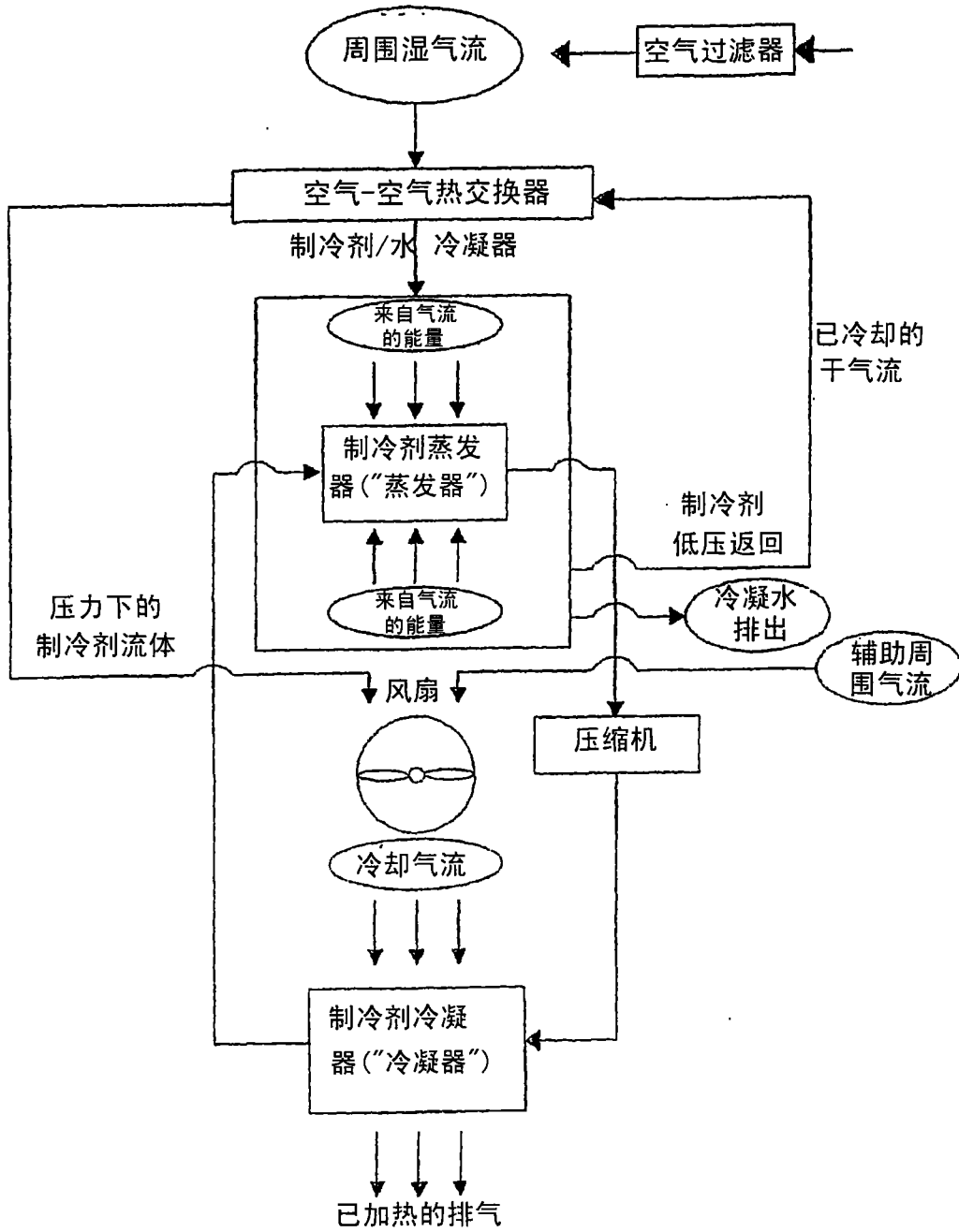


图 6

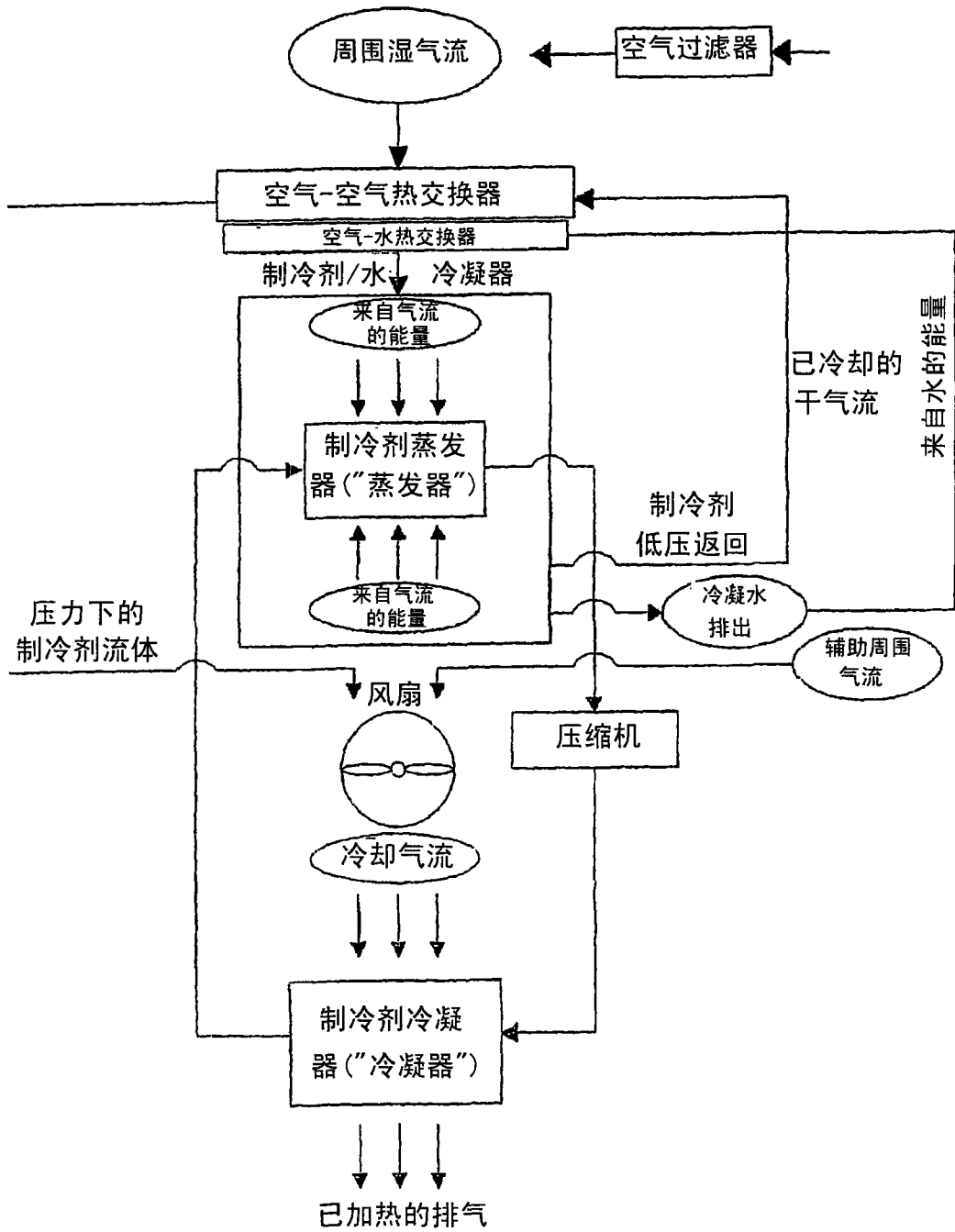


图 6a



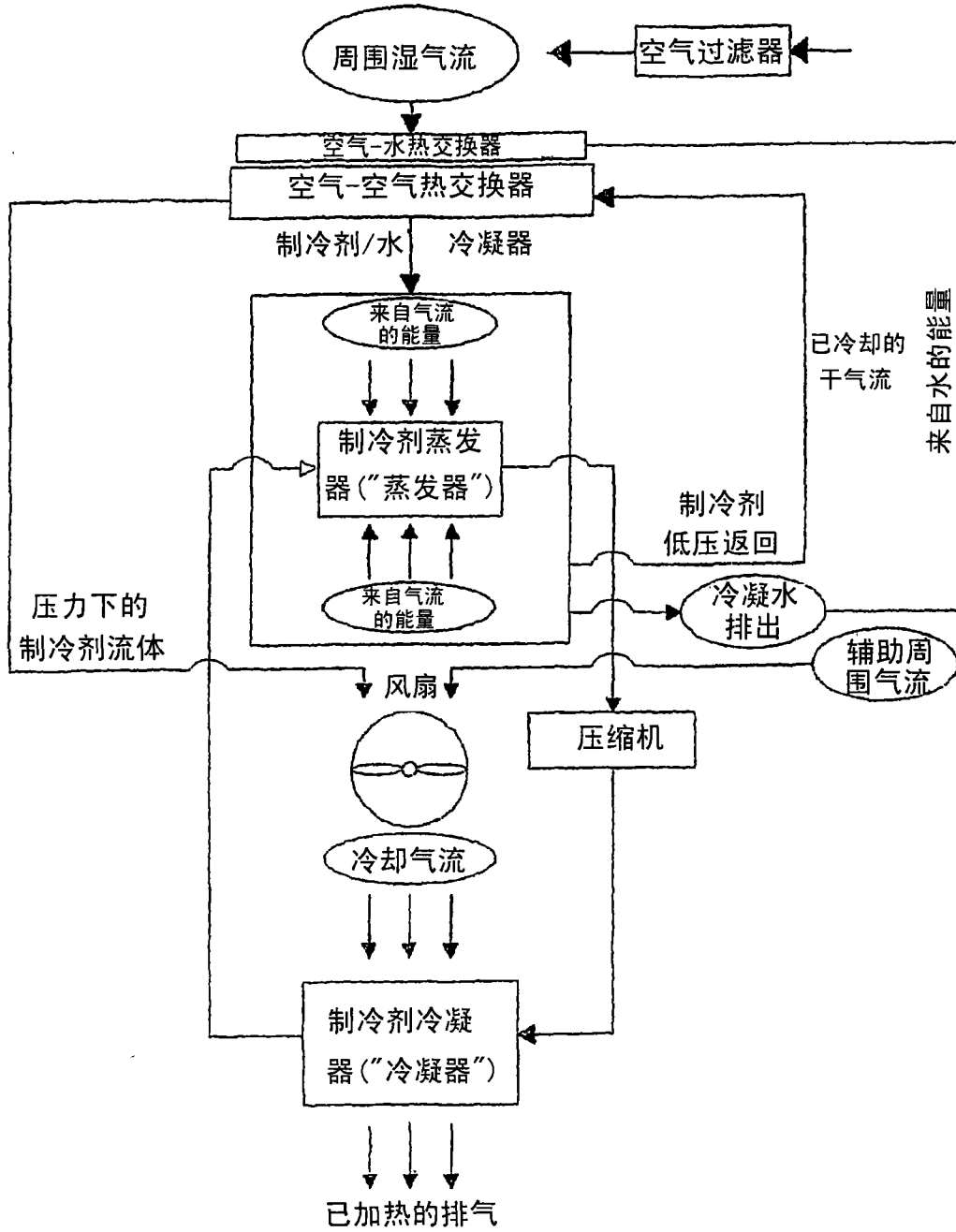


图 6b

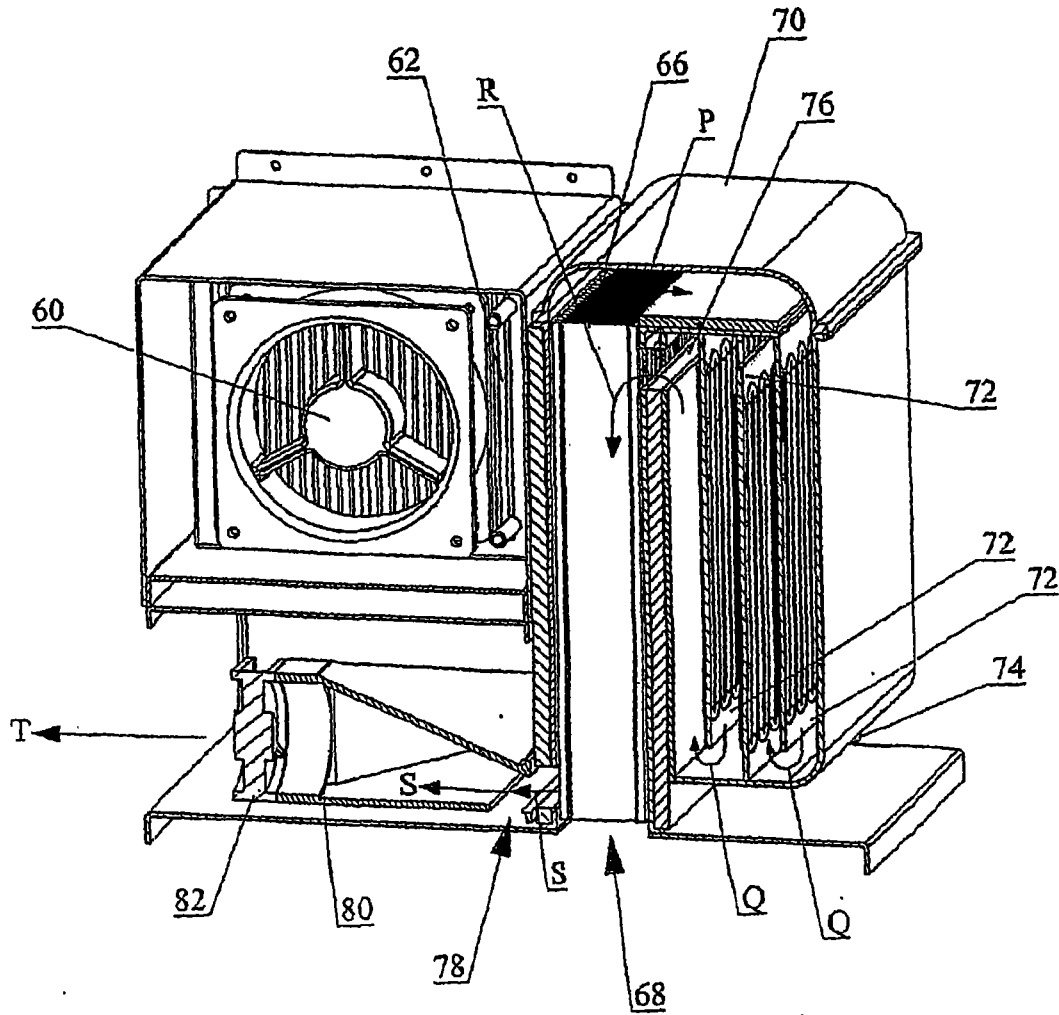


图 7

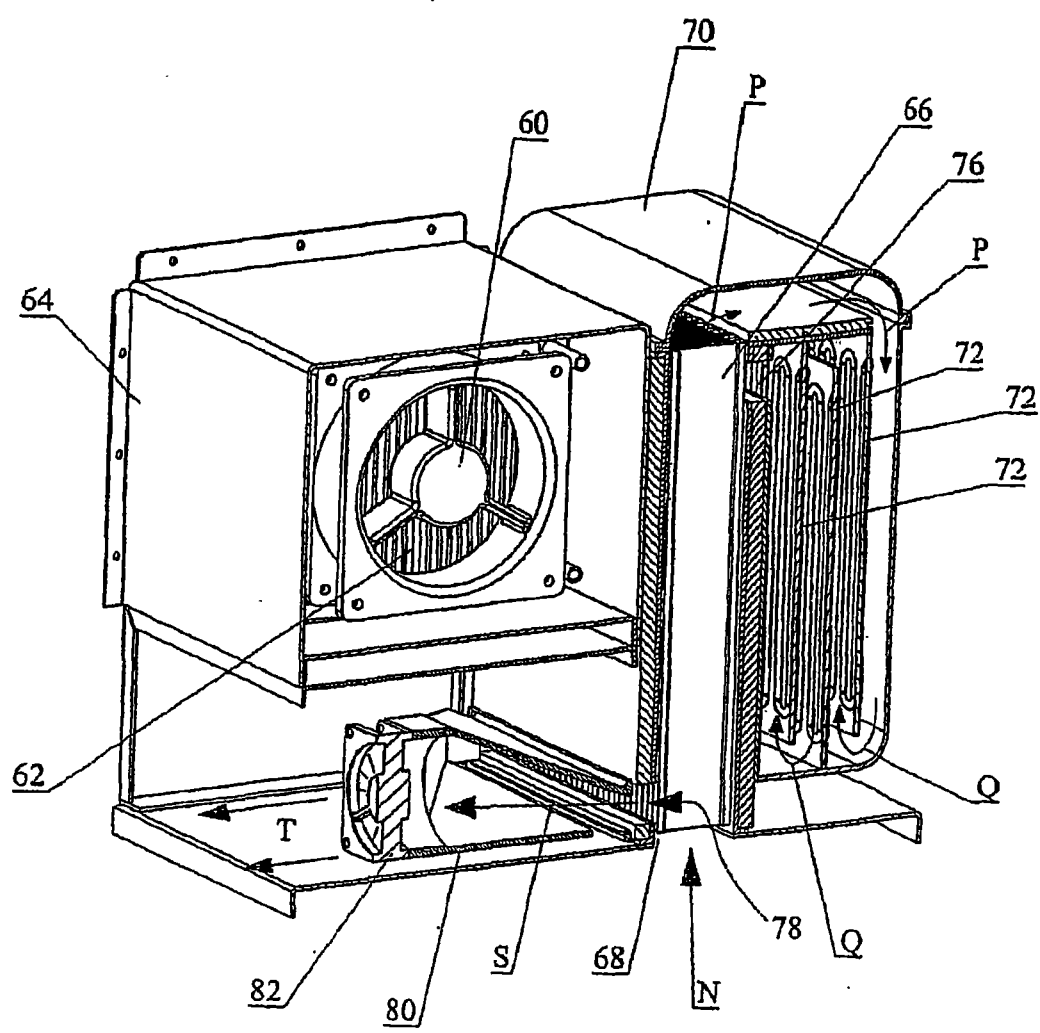


图 8

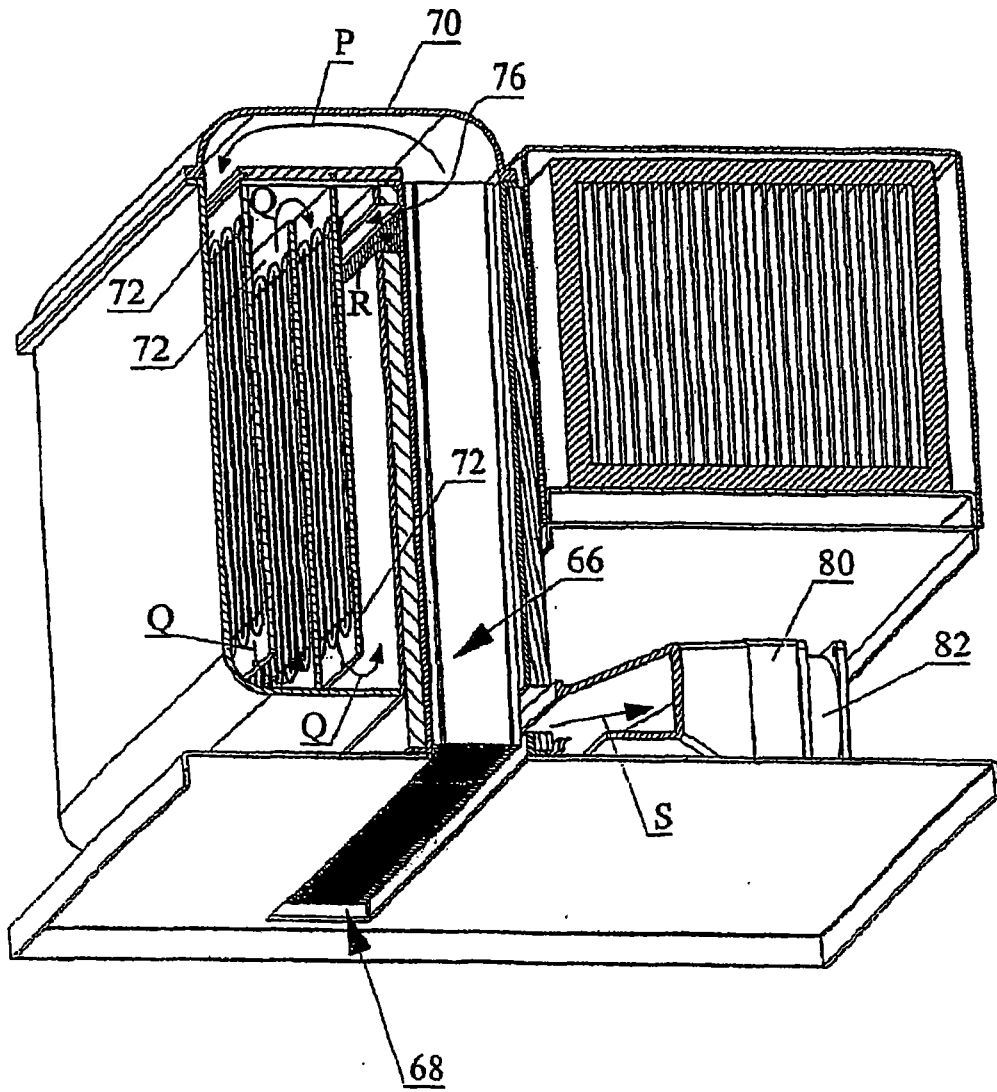


图 9

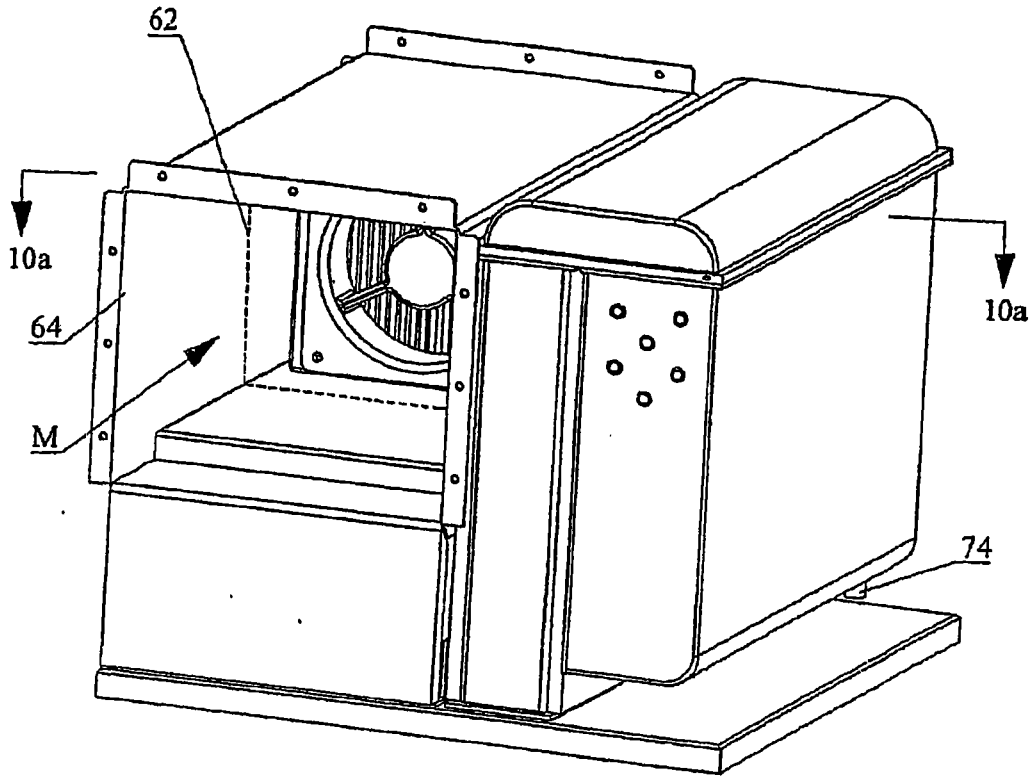


图 10

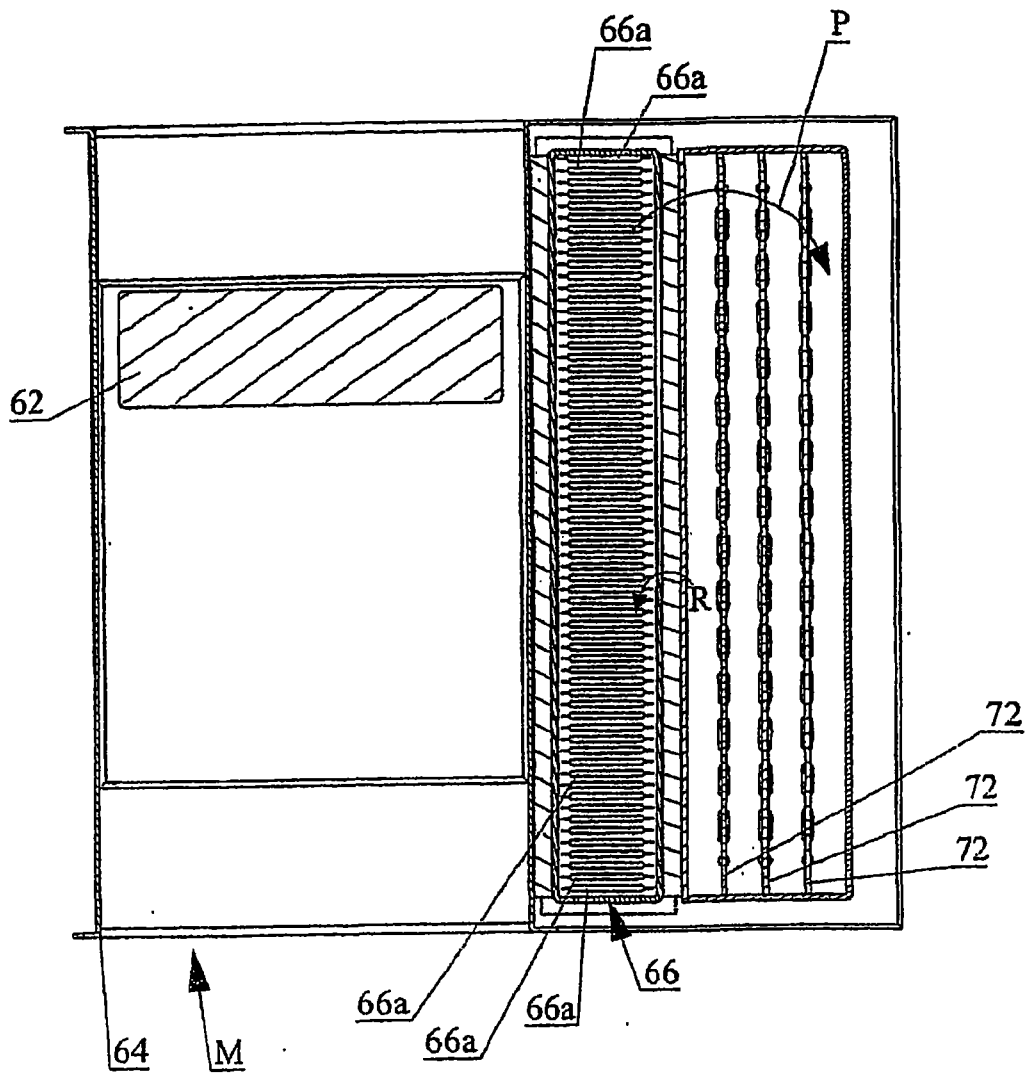


图 10a

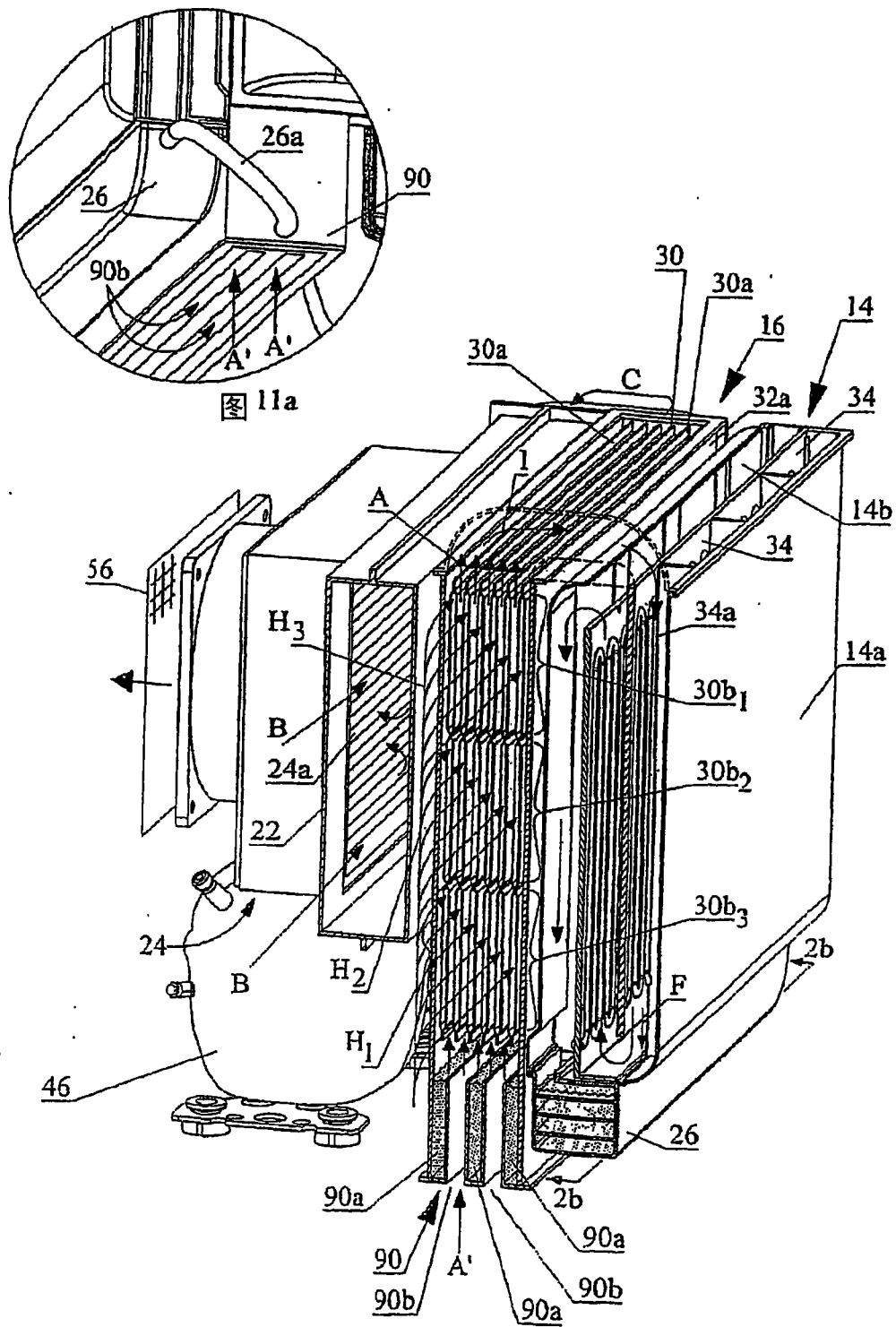
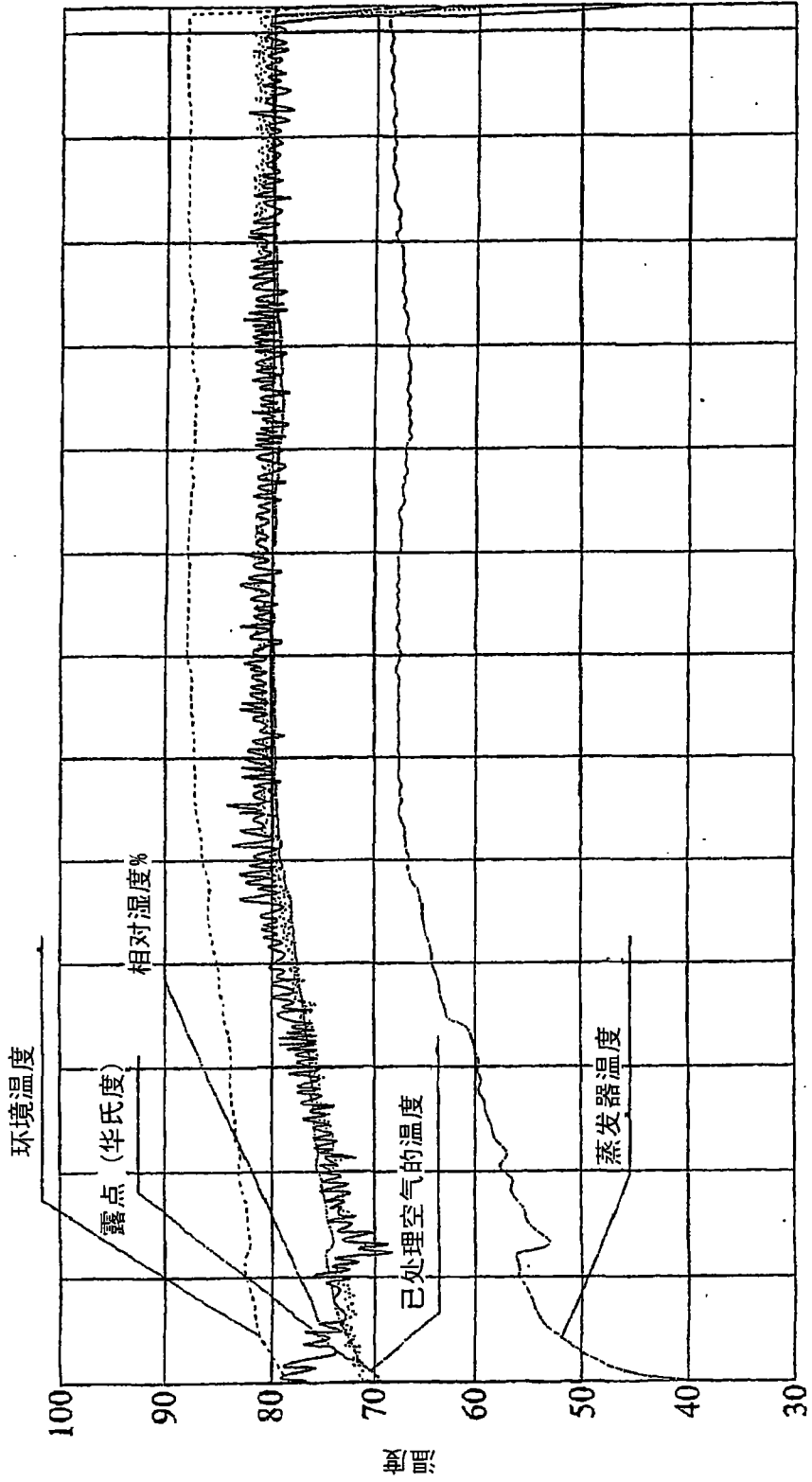


图 11



时间

图 12



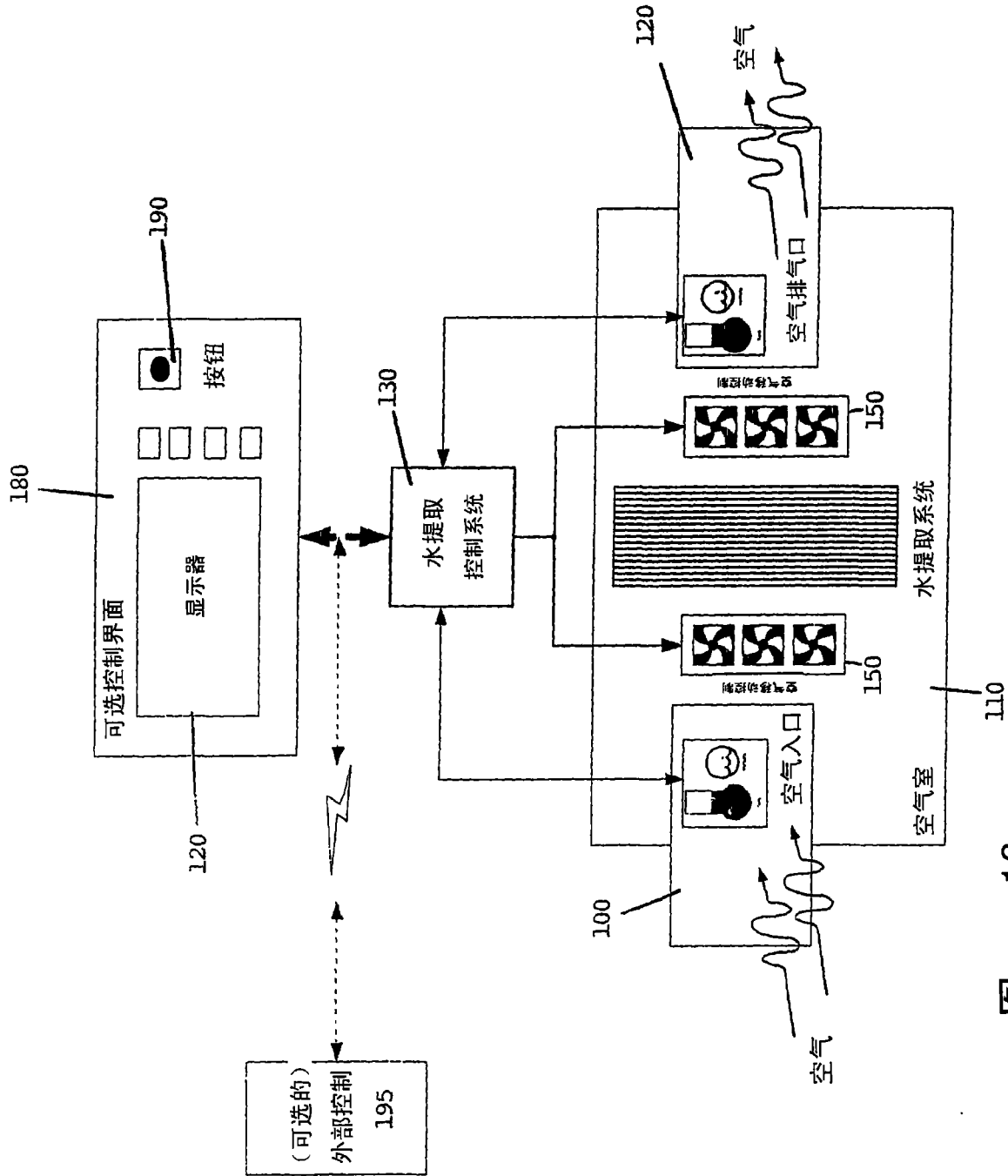


图 13

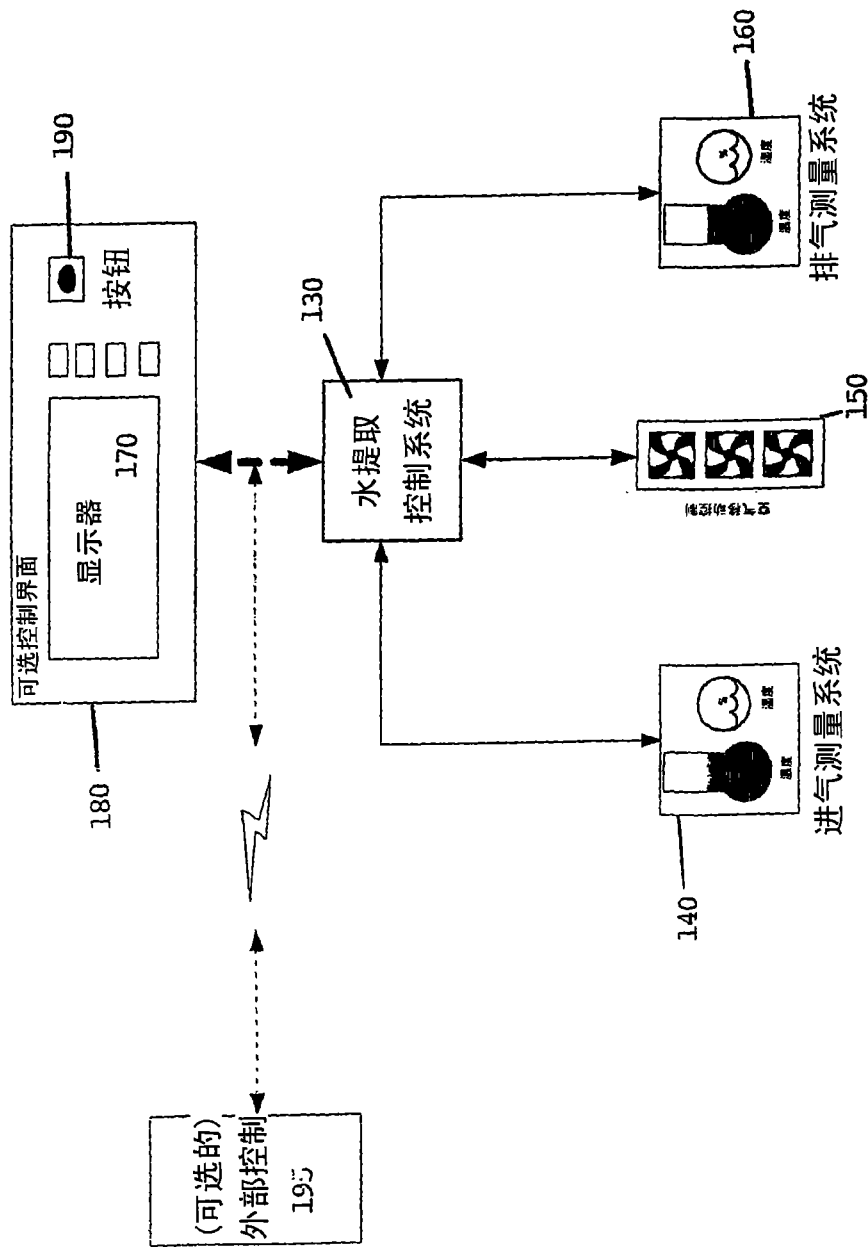
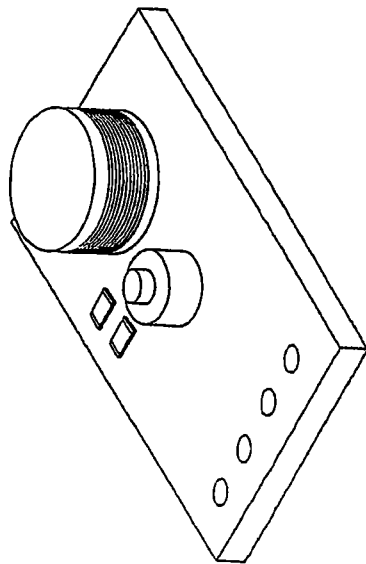


图 14



15



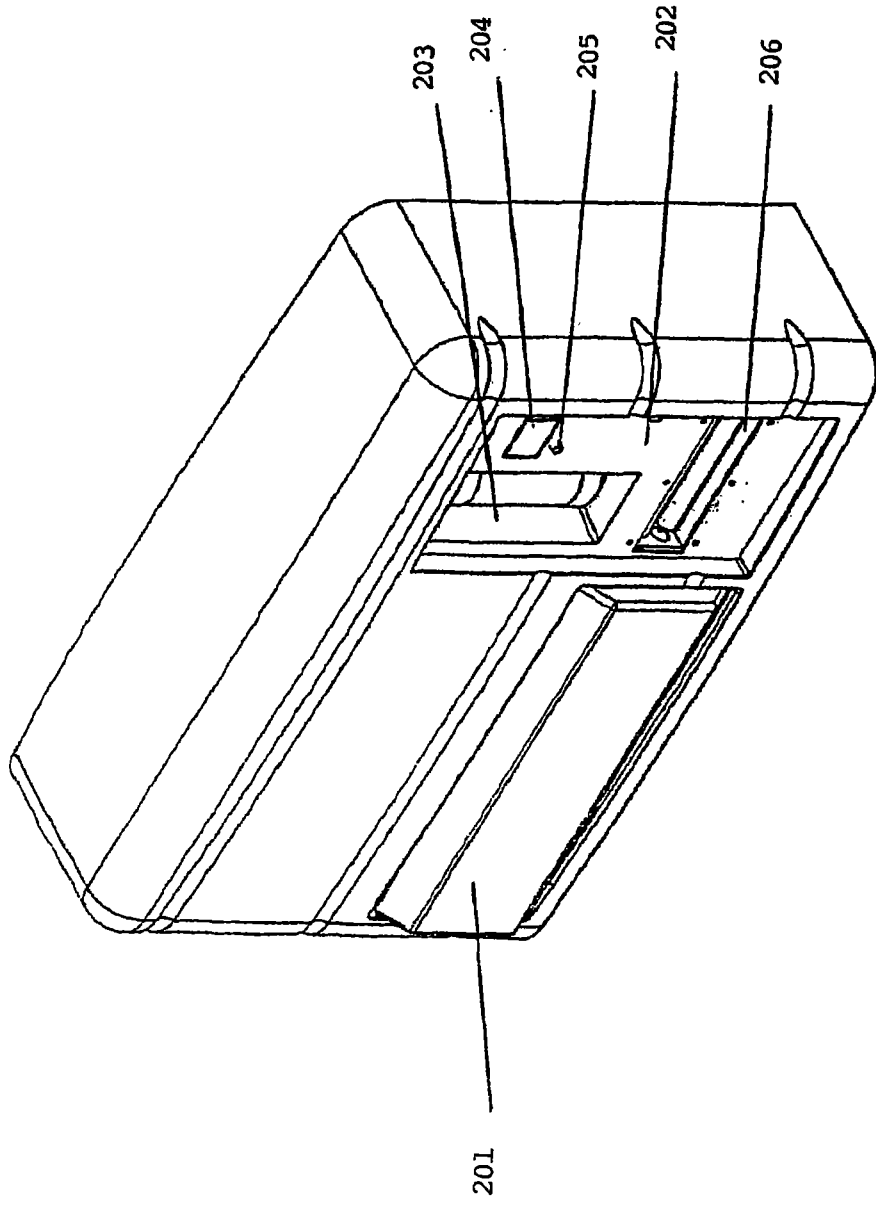


图 16

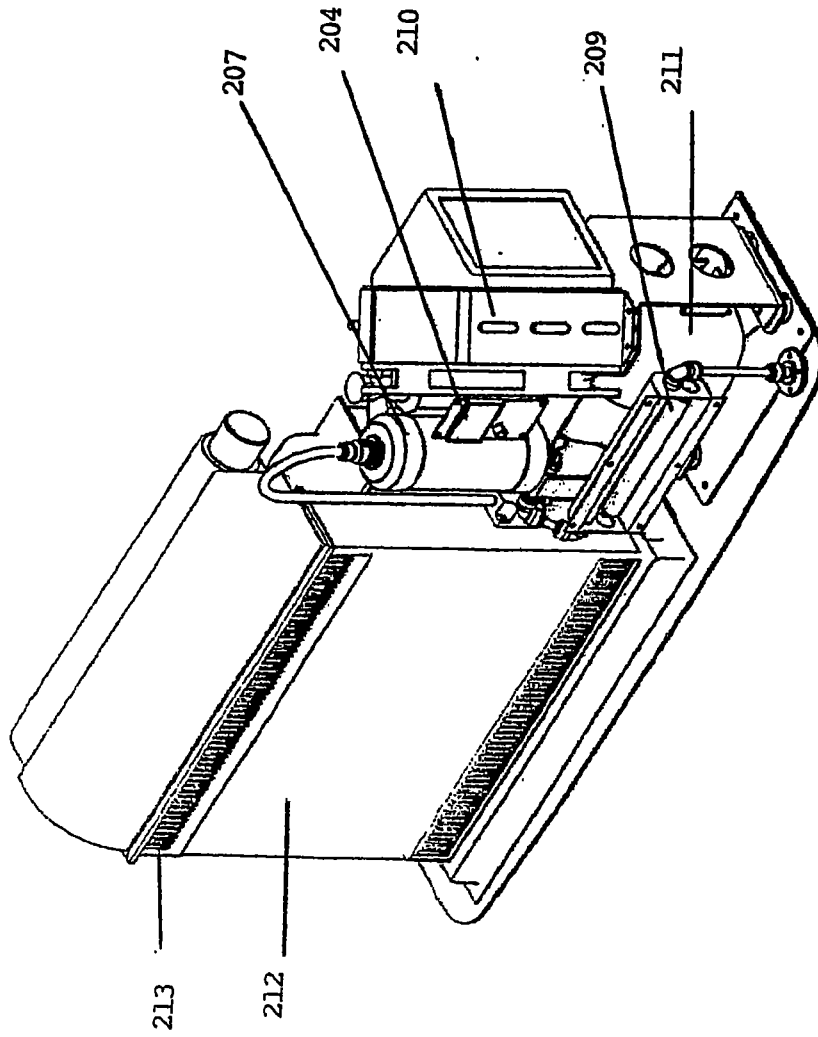


图 17

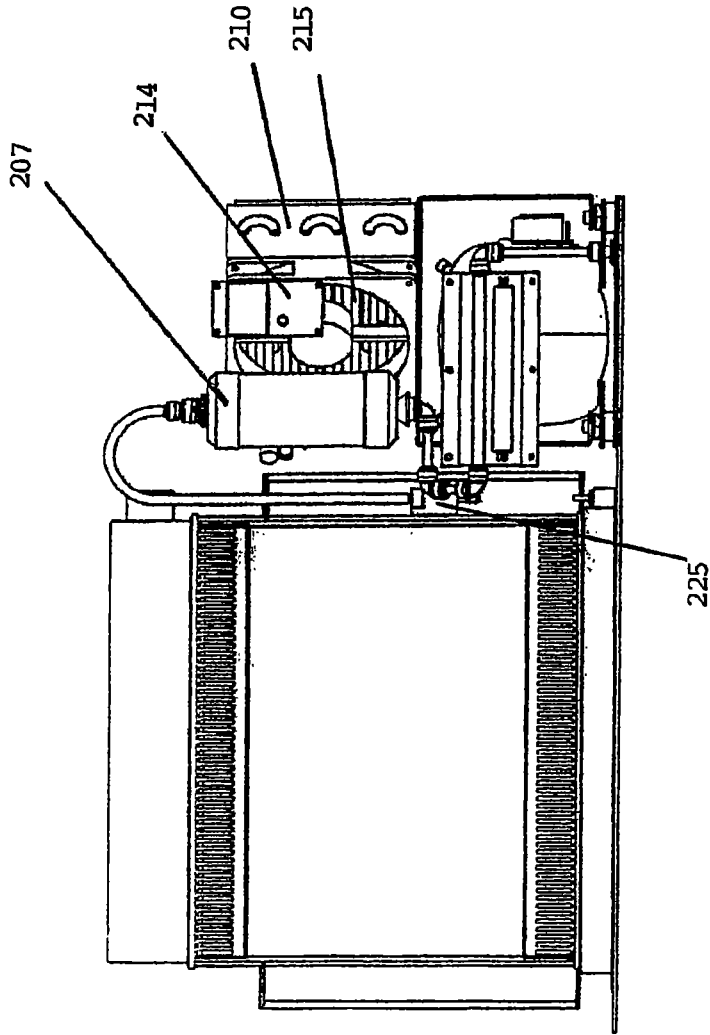


图 18

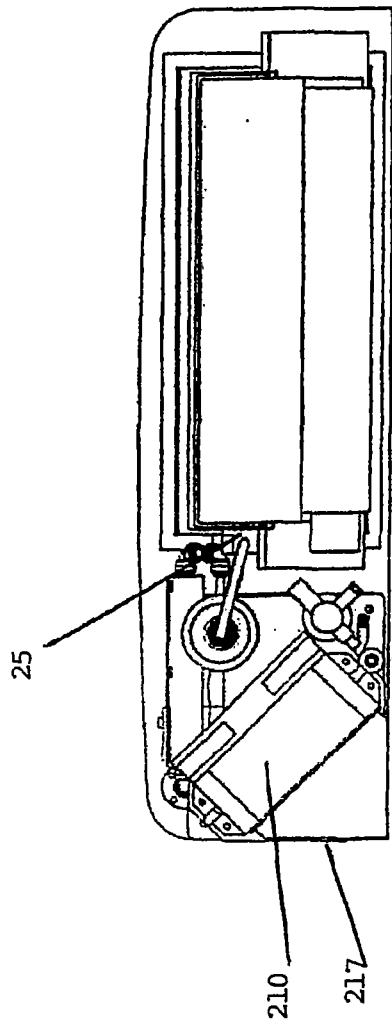


图 19

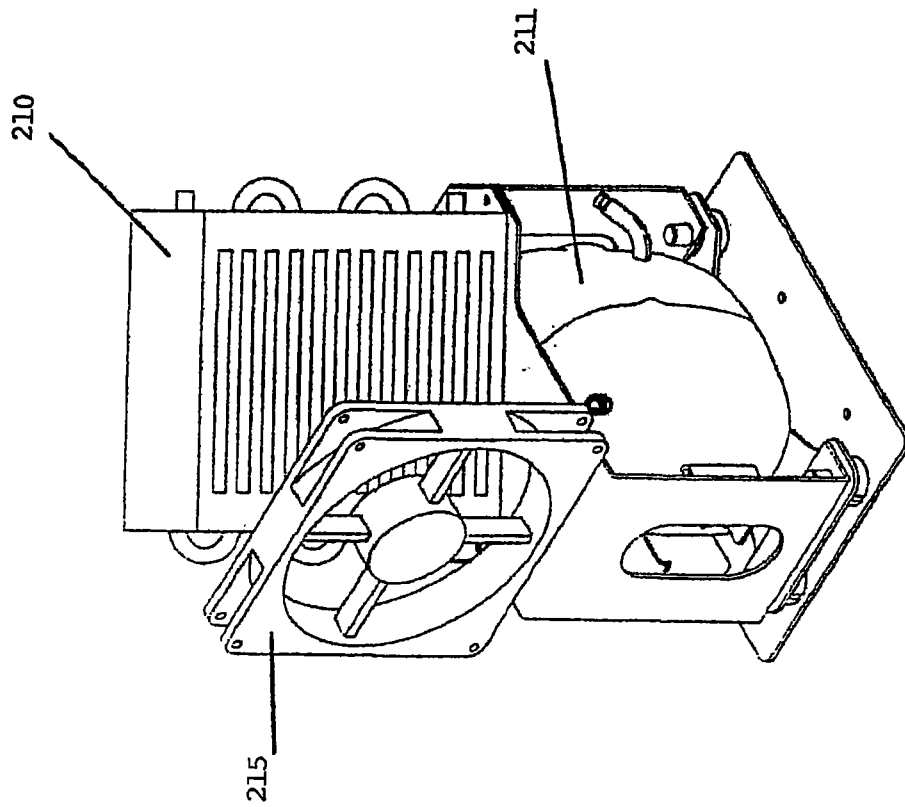


图 20



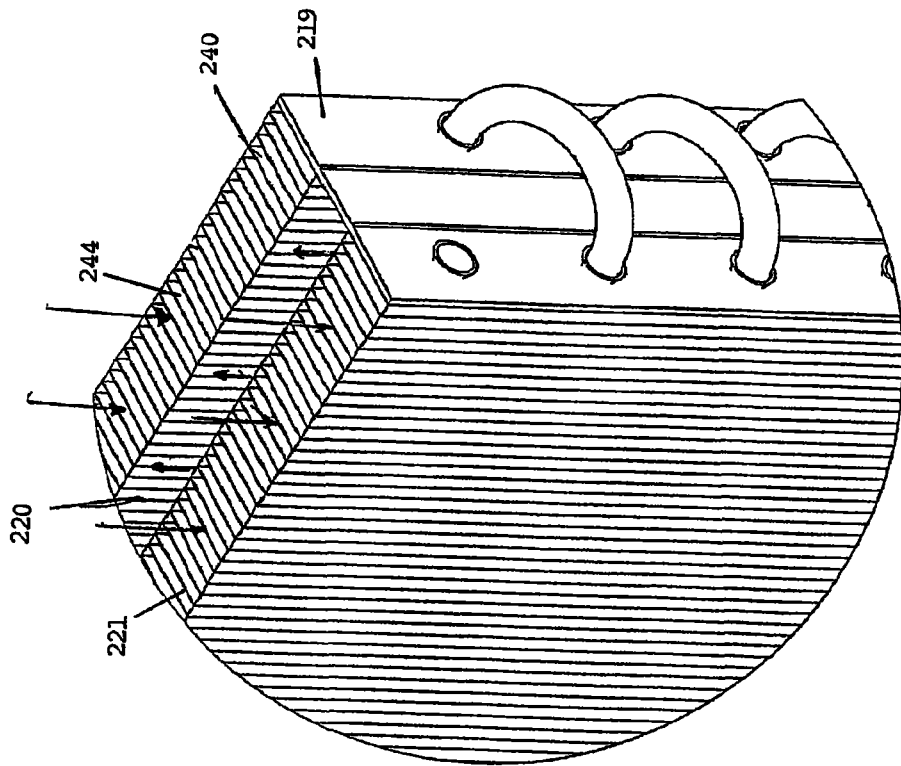


图 21a

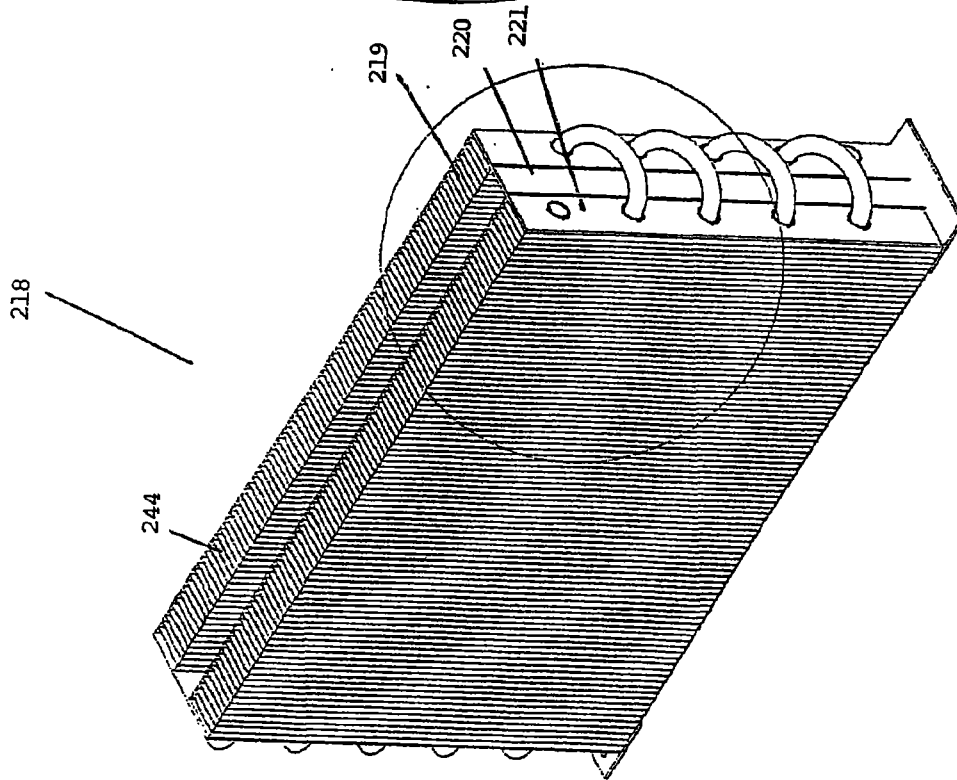
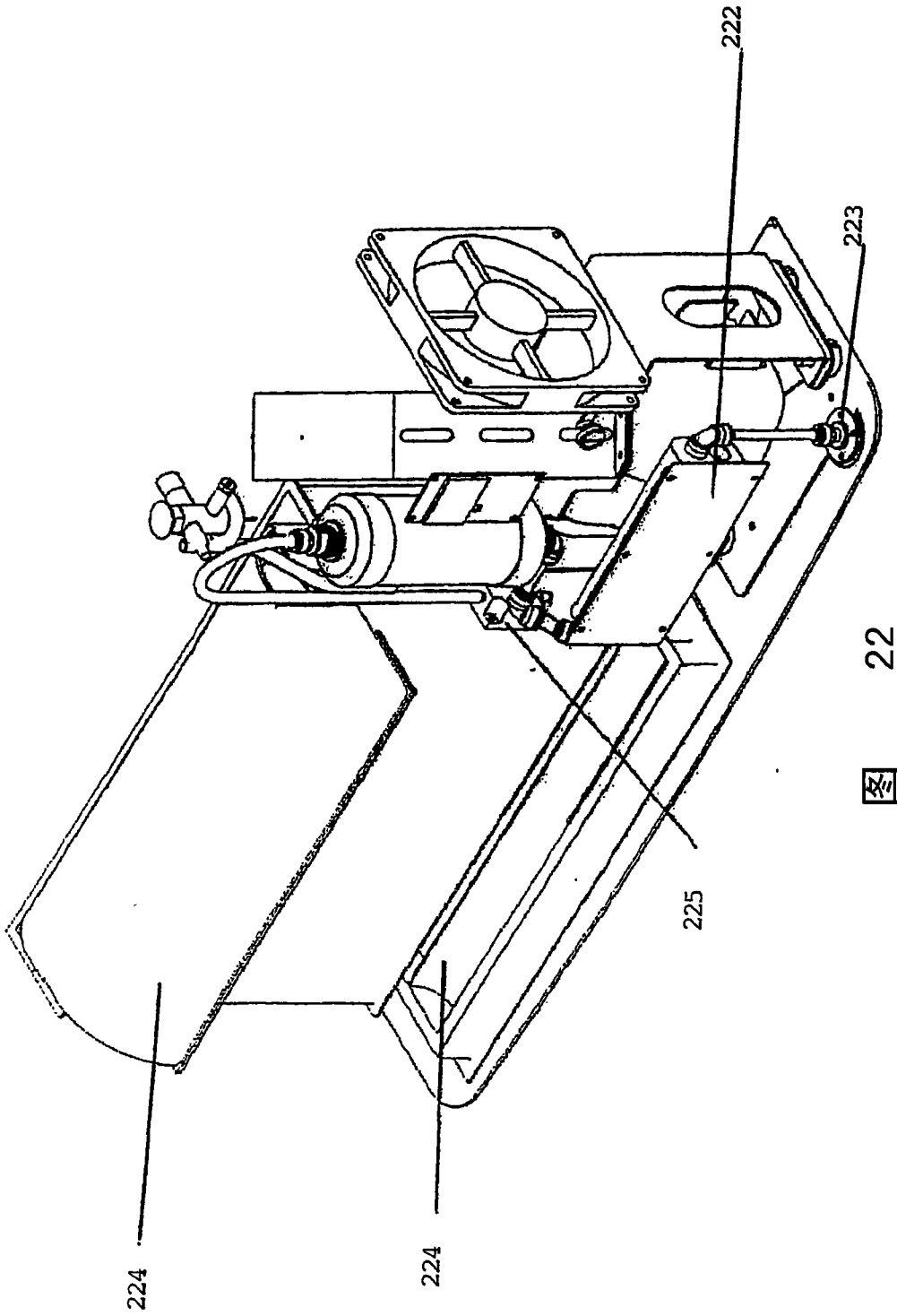


图 21



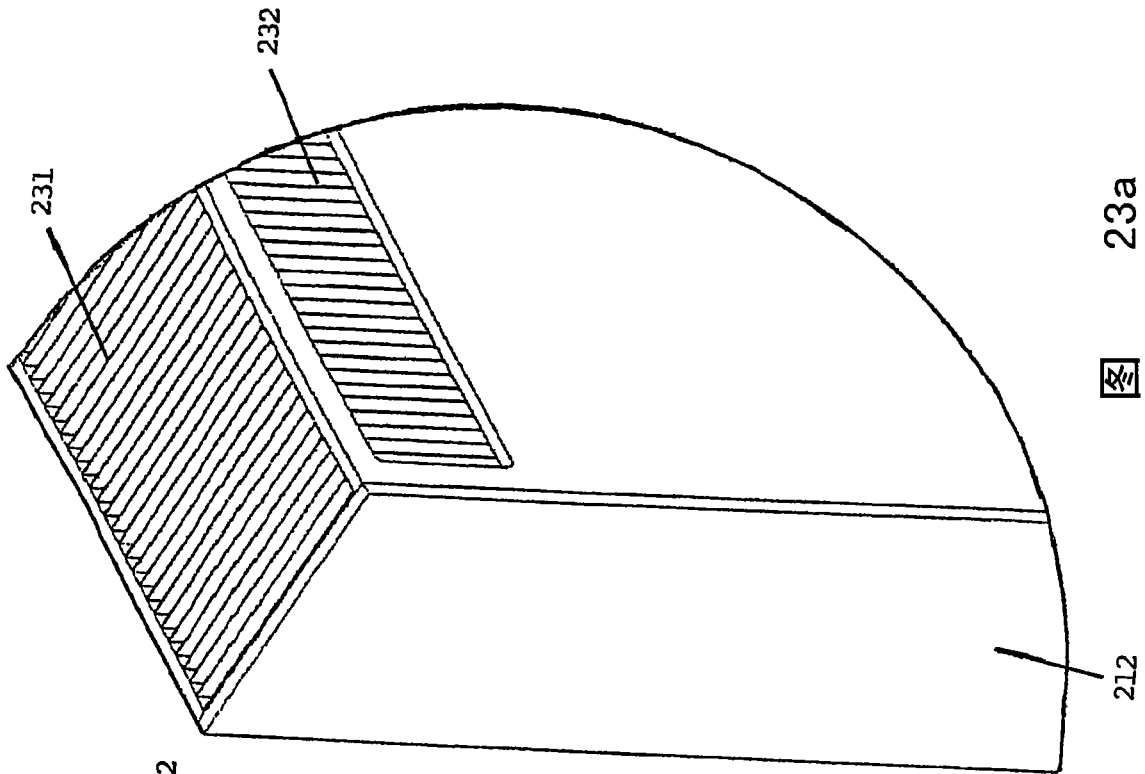


图 23a

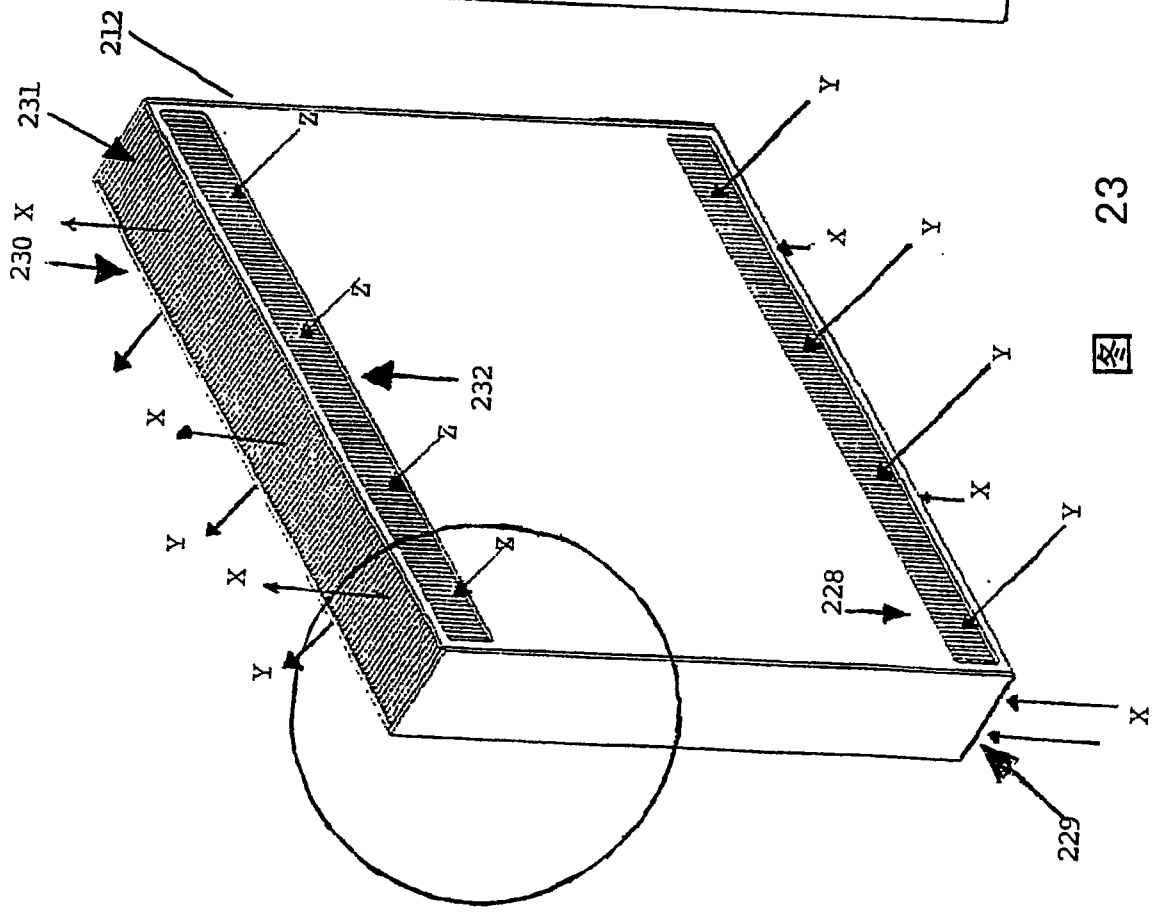


图 23

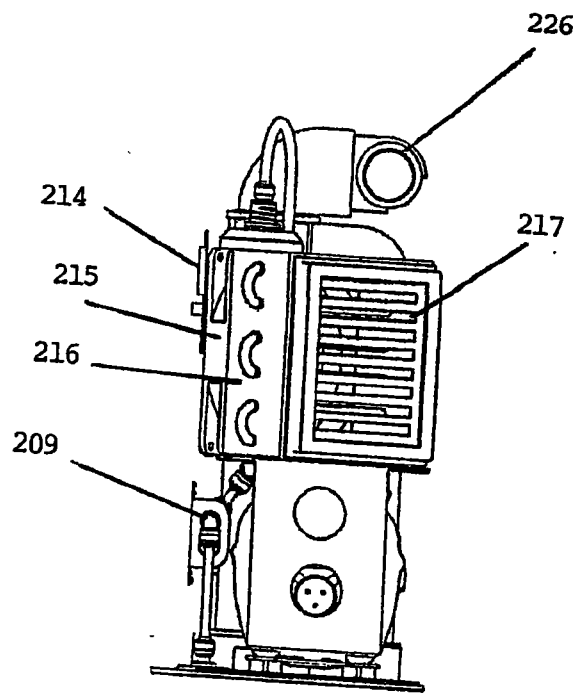


图 24

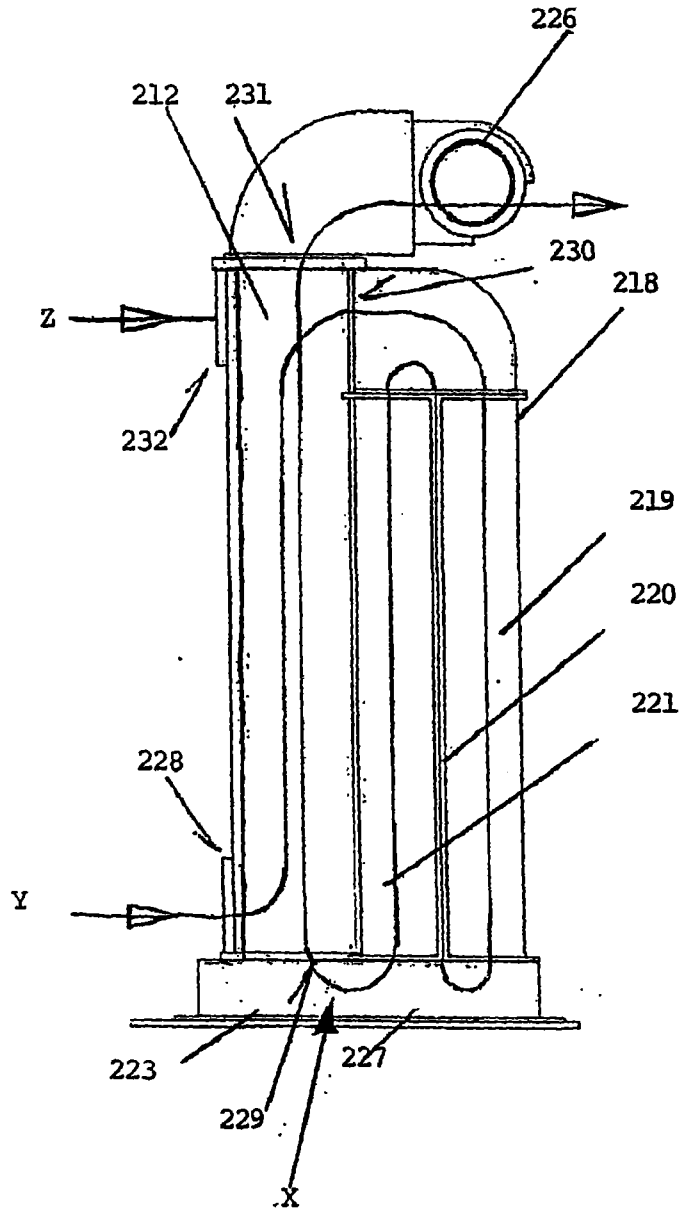


图 25